

پژوهش های حبوبات ایران

ISSN (print): 2008-725X
ISSN (online): 2717-4212

نشریه علمی - دوفصلنامه

پژوهشگاه علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

سال (دوره) ۱۳، شماره ۲، نیمه دوم ۱۴۰۱ - شماره پیاپی: ۲۶



با همکاری



دانشگاه صنعتی امشاد



دانشگاه تربیت مدرس



دانشگاه شهید باهنر کرمان



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



دانشگاه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری



پژوهشگاه علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

پژوهش های حبوبات ایران

نشریه علمی - دوفصلنامه

سال (دوره) ۱۳، شماره ۲، نیمه دوم ۱۴۰۱

ولی فیضی اصل، داود صادق زاده اهری،
علی اکبر محمودی و سیده سودابه شبیری

• ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ های برتر عدس (*Lens culinaris Medik.*) دیم در مناطق سرد کشور با الگوی خطوط مرزی صفات زراعی

راهله احمدپور، یاسمین بجاری و
سعیدرضا حسین زاده

• نقش چای کمپوست در بهبود اثرات منفی تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول در بذر نخود (رقم عادل) با تأکید بر شاخص های جوانه زنی

محمدحسین حسینی نیک، علیرضا شکوه فر
و خوشناز پایند

• اثر تلقیح اسید هیومیک و کود نانوکلات پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata L.*)

علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی،
محمدحسن هاتفی فرجیان و مینا هوشمند

• اثرات کشت مخلوط سه گانه تأخیری چغندر قند با نخود و ماش بر تراکم، زیست توده و تنوع زیستی علف های هرز

وحید ذبیح و سعید سعیدی پور

• مطالعه اثر کشت مخلوط افزایشی جو-باقلا (*barely-faba bean*) بر کنترل علف های هرز و عملکرد آن ها

سیده سودابه شبیری، علی اکبر اسدی و
محمود عظیمی

• بررسی پارامترهای فتوسنتزی و عملکردی و ارتباط بین آن ها در ژنوتیپ های عدس در شرایط دیم

سمانه قربی، علی عبادی،
سعید خماری و مسعود هاشمی

• بررسی عملکرد ذرت علوفه ای (*Zea mays L.*) تحت تأثیر تراکم بوته باقلا (*Vicia faba L.*) و مصرف نیتروژن در سیستم بدون خاک ورزی

سمانه قربی، علی عبادی،
سعید خماری و مسعود هاشمی

• استفاده از کود نیتروژن و تراکم بوته باقلا در تناوب به عنوان منابع تأمین نیتروژن در تولید پایدار ذرت علوفه ای

(فهرست کامل، داخل نشریه...)

پژوهش‌های حبوبات ایران

نشریه علمی-دوفصلنامه

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

با مجوز شماره ۸۸/۶۱۲۴ مورخ ۸۸/۰۸/۲۵ از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
و درجه علمی پژوهشی به شماره ۳/۱۱/۳۷۸۵ مورخ ۱۳۸۹/۰۳/۱۷ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
(بر اساس مصوبه وزارت عتف، از سال ۱۳۹۸، تمامی نشریات دارای درجه «علمی-پژوهشی»، به نشریه «علمی» تغییر نام یافتند.)
* این نشریه، از اول تیرماه سال ۱۳۸۹، به طور منظم و در قالب دوفصلنامه، منتشر می‌شود. *

سال (دوره) ۱۳، شماره ۲، نیمه دوم ۱۴۰۱ - شماره پیاپی: ۲۶

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول:

دکتر محمد کافی

سر دبیر:

دکتر احمد نظامی

مدیر اجرایی:

مهندس حسن پُرسا

هیئت تحریریه:

دکتر احمد ارزانی

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر هادی استوان

استاد حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

دکتر علیرضا افشاری‌فر

استاد بیماری‌های گیاهی، دانشگاه شیراز

دکتر علی ایزدی دربندی

دانشیار ژنتیک مولکولی و مهندسی ژنتیک، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان

دکتر نادعلی بابائیان جلودار

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دکتر عبدالرضا باقری

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر سیدحسین صباغ‌پور

استاد اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

دکتر محمد کافی

استاد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر سرالله گالشی

استاد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دکتر محمد گلوی

استاد زراعت، دانشگاه زابل

دکتر علی گنجعلی

دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر ناصر مجنون حسینی

استاد زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

دکتر حسین معصومی

استاد گیاه‌پزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

دکتر سعید ملک‌زاده شفاوردی

دانشیار ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر احمد نظامی

استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

ویراستار:

مهندس حسن پُرسا (ویراستار علمی، ادبی و فنی)

دکتر محمد بنایان اول (ویراستار چکیده مبسوط انگلیسی)

همکاران این شماره: رحمان اسدی

این نشریه در قالب تفاهم‌نامه همکاری میان دانشگاه فردوسی مشهد با دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، تربیت مدرس، شهید باهنر کرمان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آزاد اسلامی واحد شیراز و علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و با هدف گسترش همکاری‌های علمی و پژوهشی منتشر می‌شود.

برخی از پایگاه‌هایی که این نشریه در آن‌ها نمایه می‌شود:



نشانی:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی، دفتر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴، تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۹ (۰۵۱)، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴ (۰۵۱)

پست الکترونیک: ijpr@um.ac.ir

تارنما: <http://ijpr.um.ac.ir>

پژوهش‌های حبوبات ایران

فهرست مقالات

سال (دوره) ۱۳، شماره ۲۴، نیمه دوم ۱۴۰۱، شماره پیاپی: ۲۶

عنوان مقاله	نویسنده (گان)	صفحه
• ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر عدس (<i>Lens culinaris Medik</i>) دیم در مناطق سرد کشور با الگوی خطوط مرزی صفات زراعی	ولی فیضی اصل، داود صادق زاده اهری، علی اکبر محمودی و سیده سودابه شبیری	۲۰
• نقش چای کمپوست در بهبود اثرات منفی تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول در بذر نخود (رقم عادل) با تأکید بر شاخص‌های جوانه زنی	راهله احمدپور، یاسمین بچاری و سعیدرضا حسین زاده	۳۷
• اثر تلفیق اسید هیومیک و کود نانوکلات پتاسیم بر عملکرد و درصد پروتئین لوبیا چشم بلبلی (<i>Vigna unguiculata L.</i>)	محمدحسین حسینی نیک، علیرضا شکوه‌فر و خوشناز پاینده	۵۰
• اثرات کشت مخلوط سه گانه تأخیری چغندر قند با نخود و ماش بر تراکم، زیست توده و تنوع زیستی علف‌های هرز	علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی، محمدحسن هاتفی فرجیان و مینا هوشمند	۶۲
• مطالعه اثر کشت مخلوط افزایشی جو-باقلا (<i>barely-faba bean</i>) بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد آن‌ها	وحید ذبیح و سعید سعیدی پور	۷۹
• بررسی پارامترهای فتوسنتزی و عملکردی و ارتباط بین آن‌ها در ژنوتیپ‌های عدس در شرایط دیم	سیده سودابه شبیری، علی اکبر اسدی و محمود عظیمی	۹۱
• بررسی عملکرد ذرت علوفه‌ای (<i>Zea maize L.</i>) تحت تأثیر تراکم بوته باقلا (<i>Vicia faba L.</i>) و مصرف نیتروژن در سیستم بدون خاک‌ورزی	سمانه قربی، علی عبادی، سعید خماری و مسعود هاشمی	۱۰۴
• استفاده از کود نیتروژن و تراکم بوته باقلا در تناوب به عنوان منابع تأمین نیتروژن در تولید پایدار ذرت علوفه‌ای	سمانه قربی، علی عبادی، سعید خماری و مسعود هاشمی	۱۲۱
• به‌گزینی مقدماتی ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی جهت معرفی ارقام متحمل به سرما برای کشت پاییزه در مناطق سرد	احمد نظامی، جعفر نباتی، محمد کافی، الهه برومند رضازاده، حسام‌الدین سلوکی و سیدجلال آذری	۱۳۹

۱۶۰	صدیقه اشتری، مظاهر یوسفی و غلامرضا گودرزی	• بررسی پراکنش و میزان خسارت غلاف‌خوار لوبیا <i>Helicoverpa armigera</i> در مزارع لوبیای استان مرکزی
۱۷۶	سمیه نجاتی سرون‌دانی، المیرا محمدوند و سیدمحمد رضا احتشامی	• اثر پیش تیمار بذر با مواد زیستی و شیمیایی و کاربرد علف‌کش بر رشد و عملکرد توده بومی لوبیا (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)
۱۹۱	سهراب صحرایی و علی سپهری	• اثر تنظیم‌کننده‌های رشد شبه‌هورمونی بر رشد و عملکرد دو رقم جدید نخود کابلی در شرایط دیم
۲۰۷	هرمز اسدی، ویدا قطبی، محمدتقی فیض‌بخش و فاطمه شیخ	• مقایسه اقتصادی کاشت ارقام مختلف لگوم‌های علوفه‌ای (باقلا، خلر، ماشک، نخود) در استان گلستان

سخن سردبیر

حبوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین، دوّمین منبع مهم غذایی انسان پس از غلات، به‌شمار می‌روند. این گیاهان با داشتن قابلیت تثبیت زیستی نیتروژن، نقش درخور توجهی در بهبود حاصلخیزی خاک دارند. حبوبات در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی، کشت‌وکار می‌شوند و بدین‌ترتیب، با تنوع‌بخشی به نظام‌های کشت مبتنی بر غلات، جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی پایدار به خود اختصاص داده‌اند. این گیاهان، کم‌توقع بوده و برای کشت در نظام‌های زراعی کم‌نهاد مناسب می‌باشند. همچنین به صورت گیاهان پوششی، در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثرند. مجموعه این ویژگی‌ها، حبوبات را از جنبه‌های زراعی، بوم‌شناختی و زیست‌محیطی در جایگاه ارزشمندی قرار داده است.

حبوبات در ایران پس از غلات، بیشترین سطح زیرکشت را دارا هستند. بر اساس آمار، سالانه سطحی حدود یک میلیون و دویست هزار هکتار در کشور به کشت حبوبات اختصاص می‌یابد که از این سطح، سالانه حدود ۷۰۰ هزار تن محصول به‌دست می‌آید. نگاهی اجمالی به آمار تولید و سطح زیرکشت این محصولات در ایران و مقایسه آن با آمار جهانی نشان می‌دهد که بازده تولید این محصولات در کشور ما، بسیار ناچیز بوده و گاه با نوسانات شدیدی همراه است. هرچند بخشی از پایین‌بودن بازده تولید این محصولات را می‌توان به وضعیت ویژه طبیعی و اقلیمی کشور مربوط دانست، اما علت دیگر آن را باید در بی‌توجهی به سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با تولید، به‌ویژه فقر تحقیقات حبوبات جستجو کرد. این کم‌توجهی‌ها سبب شده است تا کشت بعضی محصولات زراعی مانند غلات و محصولات نقدینه‌ای، جایگزین کشت حبوبات در اراضی مرغوب شده و لذا کشت حبوبات، بیش‌ازپیش به مناطق حاشیه‌ای و کم‌بازده رانده شود. این وضعیت، چالشی بزرگ را فراروی مجموعه برنامه‌ریزان، سیاست‌گزاران و نیز محققان حبوبات در کشور قرار داده است.

اهمیت حیاتی این محصولات، به‌ویژه از نظر تأمین نیازهای پروتئینی کشور و نیز حفظ بوم‌نظام‌های طبیعی ایجاب می‌کند تا به امر پژوهش‌های دامنه‌دار پیرامون جنبه‌های مختلف تولید این محصولات، به‌منظور پاسخ‌گویی به نیازهای جدید، به‌صورت ویژه‌ای پرداخته شود. نکته مهمی که در طراحی و اجرای برنامه‌های تحقیقات حبوبات باید همواره مدّ نظر باشد، قراردادن کشور در وضعیت طبیعی و اقلیمی خشک است؛ به‌طوری‌که بیش از ۹۰ درصد از تولید حبوبات در کشور ما در شرایط دیم با بارش‌های بسیار اندک انجام می‌شود. بدین‌ترتیب، انطباق با این شرایط خشک، ضمن حفظ پایداری تولید، باید به‌عنوان یکی از اصول بنیادین در تدوین و اتخاذ سیاست‌ها و خط‌مشی‌های تحقیقاتی در رابطه با حبوبات، مدّ نظر قرار بگیرد.

به‌هر حال، تعیین یک راهبرد واحد، هماهنگی و انسجام بین مراکز علمی و تحقیقاتی و نیز تبادل اطلاعات و تجارب به‌دست‌آمده بین محققان در مراکز مختلف، عواملی هستند که ما را در رسیدن به اهداف بلندمدت تحقیقات حبوبات یاری خواهند کرد. در این راستا، پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، با همکاری مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشور نشریه علمی «پژوهش‌های حبوبات ایران» را با هدف انتشار دستاوردهای حاصل از تحقیقات حبوبات پژوهشگران کشور، آغاز کرده است. امید است این اقدام، بستر مناسبی را جهت شکل‌گیری فضای تعامل علمی و رشد قابلیت‌های محققان این عرصه فراهم آورد.



این نشریه عضو کمیته بین المللی اخلاق در انتشار (COPE) و متعهد به رعایت اصول آن است.

منشور اخلاق «نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران»، بر مبنای رهنمودهای ارائه شده توسط کمیته اخلاق انتشار COPE طراحی شده است. از کلیه اعضای هیئت تحریریه، داوران و نویسندگان تقاضا می‌شود این دستورالعمل را مطالعه کنند و هرگونه سؤال یا ابهامی را با سردبیر نشریه، آقای دکتر احمد نظامی، به آدرس ایمیل nezami@um.ac.ir مطرح کنند. از کلیه ذینفعان انتظار می‌رود به اصول اخلاقی مذکور پایبند باشند. بدیهی است هرگونه سرقت علمی یا سایر رفتارهای غیراخلاقی، منجر به حذف مقاله از فرایند داوری خواهد شد. این منشور جهت تعیین وظایف و تعهدات نویسندگان، سردبیر، اعضای هیئت تحریریه و داوران تنظیم شده است:

وظایف و مسئولیت‌های دبیران (سردبیر و اعضای هیئت تحریریه)

http://publicationethics.org/files/Code_of_conduct_for_journal_editors_Mar11.pdf

۱. دبیران باید محتوای مقالات ارسالی را بررسی کنند و در صورت انطباق با حوزه کاری نشریه و براساس شناختی که از داوران دارند، داوران متخصص را در زمینه موضوع مقاله پیشنهاد دهند.
۲. سردبیر نشریه مسئول اتخاذ تصمیم نهایی جهت پذیرش یا ردّ مقالات ارسالی، براساس نظرات داوران و اعضای هیئت تحریریه، توجه به اعتبار علمی و اهمیت مقاله برای محققان و خوانندگان، در نظر گرفتن مسائل مربوط به حق کپی‌برداری، سرقت علمی و غیره می‌باشد.
۳. دبیران باید اقدامات لازم را جهت حفظ محرمانه‌بودن هویت داوران و نویسندگان انجام دهند.
۴. دبیران باید از بررسی مقالاتی که در آن هرگونه تضاد منافی وجود دارد، خودداری نمایند و مدیریت این مقالات را به یکی دیگر از اعضای هیئت تحریریه بسپارند.
۵. دبیران (به‌ویژه سردبیر) باید رفتارهای غیراخلاقی را درخصوص مقاله ارسالی یا مقاله منتشرشده، بررسی کرده و اقدامات لازم را انجام دهند. هرگونه گزارش از رفتار غیراخلاقی، حتی اگر سال‌ها پس از انتشار مقاله کشف شود، مورد بررسی قرار می‌گیرد.
۶. دبیران هنگام مواجهه با موارد مشکوک به سوء رفتار، طبق فلوچارت‌های کمیته بین‌المللی اخلاق (COPE) پیش خواهند رفت. اگر در مقالات، رفتار غیراخلاقی به‌خوبی مستدل باشد، بایستی پاسخی مناسب مانند تصحیح، پس گرفتن، ابراز نگرانی یا یادداشتی دیگر، در نشریه منتشر شود.
۷. دبیران نباید هیچ‌گونه اطلاعاتی درمورد مقالات ارسالی، تا قبل از انتشار آن در اختیار کسی قرار دهند.

۸. دبیران نباید از اطلاعات مقالات ارسالی که هنوز منتشر نشده است، بدون رضایت کتبی نویسنده برای اهداف تحقیقاتی خود استفاده کنند.
۹. دبیران باید به تمام مقالات ارسال شده به نشریه، توجه منصفانه داشته باشند و مقالات را صرفاً از لحاظ شایستگی علمی و بدون طرفداری یا کینه توزی شخصی یا در نظر گرفتن ملیت، جنسیت، مذهب و مسائل قومی، نژادی و سیاسی و یا وابستگی سازمانی نویسنده (گان) مورد بررسی قرار دهند. تصمیمات مربوط به پذیرش و انتشار مقالات، نباید تحت تأثیر سیاست‌های دولت‌ها یا سازمان‌های دیگر خارج از خود نشریه باشد.
۱۰. سردبیر در پذیرش مقالات برای چاپ و تعیین زمان انتشار آن‌ها اختیار تام دارد.

وظایف و مسئولیت‌های داوران

(<http://publicationethics.org/files/u7140/Peer%20review%20guidelines.pdf>)

۱. داوران باید نظرانی ارائه دهند که دبیران را در امر تصمیم‌گیری در خصوص انتشار یا عدم انتشار مقالات ارسالی کمک کنند.
۲. داوران باید محرمانه بودن مقالاتی که را برای ارزیابی به آن‌ها ارسال شده است، حفظ کنند.
۳. داوران باید از ارزیابی مقالاتی که از دید آن‌ها مشمول تضاد منافع اعم از منافع مشترک مالی، سازمانی، شخصی و یا هرگونه ارتباط دیگر با شرکت‌ها، نهادها یا افراد مرتبط با مقالات است، امتناع کنند و موضوع را فوراً به سردبیر نشریه اعلام کنند تا مقاله برای داوران جایگزین ارسال شود.
۴. داورانی که احساس می‌کنند صلاحیت بررسی مقاله اختصاص یافته را ندارند یا قادر به انجام ارزیابی در مهلت مقرر نیستند، باید به سردبیر نشریه اطلاع داده و انصراف خود را از داوری مقاله اعلام کنند و اگر داور یا داوران متخصص دیگری را می‌شناسند، آن‌ها را از طریق ایمیل یا بخش ارسال نظرات برای سردبیر در سایت نشریه پیشنهاد دهند.
۵. داوران نباید در خصوص مقاله با شخصی غیر از سردبیر بحث و گفتگو کنند. همچنین نباید اطلاعات مقاله را بدون اجازه، جایی مطرح کنند. این امر در مورد مقالاتی که داور از بررسی داوری انصراف می‌دهد نیز صدق می‌کند.
۶. داوران موظفند اطلاعات مقاله ارسالی برای ارزیابی را محرمانه تلقی کنند و از آن‌ها در جهت منافع شخصی خود استفاده نکنند.
۷. داوران باید مقالات را به‌طور عینی، منصفانه و حرفه‌ای ارزیابی کنند.
۸. داوران باید از سوگیری‌های شخصی در نظرات و ارزیابی‌های خود پرهیز کنند و نظرات خود را به‌وضوح و مستدل بیان کنند. داوران باید نقدهای مستدل و منصفانه‌ای ارائه دهند تا به نویسندگان در بهبود مقاله کمک کنند.
۹. داوران موظفند منابعی را که نویسنده به آن‌ها ارجاع نداده شناسایی و بررسی نمایند. هرگونه نتیجه‌گیری یا بحثی که پیش از این مطرح شده باشد، باید همراه با منبع ذکر شود.
۱۰. داوران موظفند در صورت مشاهده هرگونه شباهت یا همپوشانی بین اثر ارسالی و مقاله‌ای دیگر، مراتب را به سردبیر اطلاع دهند.

وظایف و مسئولیت‌های نویسندگان

(http://publicationethics.org/files/International%20standards_authors_for%20website_11_Nov_2011.pdf)

۱. نویسندگان باید اطمینان داشته باشند که مقاله ارسالی آن‌ها قبلاً در جای دیگری منتشر نشده باشند (مگر در قالب چکیده، بخشی از سخنرانی منتشر شده، کنفرانس یا پایان‌نامه) و یا در حال حاضر در نشریه دیگری در دست بررسی نیست.

۲. از نویسندگان تقاضا می‌شود مقاله را با جزئیات و منابع کافی ارسال کنند تا سایر پژوهشگران امکان تکرار پژوهش را داشته باشند.
۳. ممکن است از نویسندگان خواسته شود که داده‌های خام مطالعه خود را همراه با مقاله برای بررسی و ویراستاری ارائه دهند و باید آماده باشند تا در صورت امکان، داده‌ها را در دسترس عموم قرار دهند.
۴. نویسنده مسئول مقاله، مسئولیت اطمینان از تأیید مقاله توسط تمام نویسندگان را برعهده دارد.
۵. فقط افرادی که معیارهای نویسندگی را دارند، باید به‌عنوان نویسنده در مقاله ذکر شوند؛ زیرا باید توانایی برعهده‌گرفتن محتوای ارائه‌شده را داشته باشند.
۶. همه نویسندگان باید چک لیست ارسال مقاله را قبل از ارسال به دقت مطالعه کنند.
۷. نویسندگان باید در اولین مرحله ممکن (با ارائه فرم تعارض منافع در زمان ارسال مقاله)، هرگونه تضاد منافی را که ممکن است منجر به تأثیر بر نتایج یا تفسیر آن‌ها شود، افشا کنند.
۸. نویسندگان متعهد هستند که فقط آثار کاملاً اصلی و عاری از هرگونه سرقت ادبی را ارسال کنند. به نویسندگان پیشنهاد می‌شود با نرم‌افزارهای تشخیص سرقت علمی، مقالات خود را شباهت‌یابی کنند.
۹. اگر کار شامل مواد شیمیایی، روش‌ها یا تجهیزاتی باشد که در استفاده از آن‌ها خطرات غیرعادی وجود داشته باشد، نویسندگان باید این موارد را به‌وضوح در مقاله اعلام کنند.
۱۰. نویسندگان باید اعلام کنند که رضایت آگاهانه برای آزمایش از عوامل انسانی (در صورت نیاز) اخذ شده است. حقوق حریم خصوصی عوامل انسانی باید همیشه رعایت شود.
۱۱. زمان ارسال مقاله برای بازنگری، نویسندگان باید به‌طور کامل به تمام نظرات داوران پاسخ دهند و در مهلت تعیین‌شده، مقاله را بازبینی و فایل مقاله اصلاح‌شده و فایل پاسخ به داوران را از طریق سایت نشریه ارسال کنند.
۱۲. نویسندگان باید به افراد یا سازمان‌هایی که از آن‌ها حمایت مالی کرده یا در شکل‌گیری پژوهش آن تأثیرگذار بوده‌اند، اشاره نموده و در بخش "سپاسگزاری" در انتهای مقاله از آن‌ها قدردانی کنند.
۱۳. شرط ارسال مقاله برای نشریه این است که نویسنده اجازه ویرایش مقاله را برای خواناترشدن بدهد.
۱۴. همه نویسندگان باید موافقت کنند که به نویسنده مسئول اجازه دهند به‌عنوان شخص مکاتبه‌کننده، با دفتر نشریه در تماس بوده و اصلاحات لازم را انجام دهد.
۱۵. تحت مجوز دسترسی آزاد، حق مؤلف برای نویسندگان محفوظ خواهد بود، اما به دیگران اجازه بارگیری، اشتراک‌گذاری، نسخه‌برداری یا استفاده مجدد اثر را در صورتی که به‌درستی به آن استناد شود، می‌دهند.
۱۶. اگر نویسنده‌ای متوجه اشتباه یا بی‌دقتی مهمی در مقاله منتشرشده خود شود، موظف است مراتب را به‌سرعت به سردبیر نشریه اطلاع دهد، نسبت به اصلاح آن اقدام و یا مقاله را بازپس گیرد.
۱۷. نویسندگان باید بدانند که همه مقالات ارسالی به نشریه، با نرم‌افزارهای تشخیص سرقت علمی بررسی می‌شوند و سرقت علمی نقض جدی اخلاق نشر است و در همه مصداق‌های آن رفتاری غیراخلاقی و غیرقابل قبول می‌باشد.

وظایف و مسئولیت‌های ناشر

(http://publicationethics.org/files/Code%20of%20conduct%20for%20publishers%20FINAL_1_0.pdf)

۱. دانشگاه فردوسی مشهد، به‌عنوان ناشر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، متعهد است اطمینان حاصل کند که تصمیم‌گیری درخصوص مقالات ارسالی، صرفاً براساس داوری حرفه‌ای صورت می‌گیرد و تحت تأثیر هیچ‌گونه منافع تجاری نمی‌باشد.
۲. ناشر موظف است با حفظ آرشیو دیجیتال خود، دسترسی دائمی به محتوای مقالات منتشرشده را تضمین نماید.
۳. ناشر بر رعایت اخلاق انتشار توسط سردبیر، اعضای هیئت تحریریه، داوران، نویسندگان و خوانندگان نظارت می‌کند.

۴. ناشر به کمک سردبیران همواره باید اقدامات معقولی را برای شناسایی و جلوگیری از انتشار مقالاتی که در آن تخلفات تحقیقاتی رخ داده است، انجام دهد و تحت هیچ شرایطی چنین رفتار نادرستی را تشویق نکند و آگاهانه اجازه وقوع چنین تخلفی را ندهد.
۵. ناشر همواره موارد مربوط به سوءرفتارهای علمی از قبیل انتشار داده‌های جعلی یا سرقت علمی را بررسی می‌کند و نسبت به انجام اقدامات لازم شامل انتشار اصلاحیه، شفاف‌سازی و یا پس‌گرفتن مقاله، در صورت نیاز، تمایل و تعهد دارد.
۶. **مدل کسب و کار ناشر:** دانشگاه فردوسی مشهد، با پرداخت بودجه تعریف‌شده برای هر شماره منتشرشده از نشریه (باتوجه به رتبه نشریه در ارزیابی سالانه‌ای که در پرتال نشریات علمی وزارت علوم و تحقیقات و فناوری اعلام می‌شود)، هزینه‌های مربوطه شامل راه‌اندازی و نگهداری زیرساخت نشریه، فرآیند بررسی، داوری، ویراستاری، صفحه‌آرایی و حفظ آرشیو مقالات، را تأمین می‌کند.

نقض اخلاق نشر

[http://publicationethics.org/files/Sharing%20of Information Among EiCs guidelines web version.pdf](http://publicationethics.org/files/Sharing%20of%20Information%20Among%20EiCs%20guidelines%20web%20version.pdf)

اعضای هیئت تحریریه نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران یادآوری می‌نمایند که سرقت علمی در هریک از مصداق‌های آن امری غیرقابل قبول است:

۱. **سرقت ادبی:** سرقت ادبی عبارت است از استفاده از ایده‌ها و بخش‌های اصلی دیگران (بدون ذکر منبع) به گونه‌ای که تصور شود متعلق به خود شخص است. کپی‌کردن حتی یک جمله از مقالات شخص دیگر و حتی مقالاتی که خودتان قبلاً منتشر کرده‌اید، بدون استناد مناسب، از نظر نشریه، سرقت ادبی محسوب می‌شود. همه مقالات تحت بررسی یا منتشرشده در این نشریه، با نرم‌افزارهای تشخیص سرقت ادبی مانند iThenticate^۱ مشابهت‌یابی می‌شوند. لذا سرقت ادبی، نقض جدی اخلاق نشر است.
۲. **ارسال همزمان:** باید اطمینان داشته باشید که مقاله ارسالی شما قبلاً در هیچ جا و به هیچ زبان دیگری منتشر نشده و به‌طور هم‌زمان به نشریات دیگر ارسال نشوند.
۳. **انتشارات تکراری:** انتشار تکراری زمانی اتفاق می‌افتد که دو یا چند مقاله بدون ارجاع‌دهی مناسب، از فرضیه، داده‌ها و نتایج کاملاً یکسانی استفاده کنند.
۴. **انتشارات زائد:** منظور از انتشارات زائد، تقسیم نامناسب اطلاعات یک مطالعه به چندین مقاله است که اغلب در اثر تمایل فرد به تکمیل رزومه تحصیلی اتفاق می‌افتد.
۵. **جعل داده‌ها:** جعل داده به این معناست که محقق واقعاً مطالعه را انجام نداده است، بلکه داده‌ها و نتایجی غیرواقعی و ساختگی را ارائه داده است و یا این که آزمایش را انجام داده، اما داده‌ها یا نتایج تحقیق را حذف، دستکاری و یا تغییر داده است.
۶. **دستکاری استناد:** دستکاری استناد به معنای استنادهای بیش از حد در مقاله ارسالی است که به محتوای علمی مقاله کمک نمی‌کند و صرفاً به منظور افزایش استناد به کار یک نویسنده خاص یا مقالات منتشرشده در یک نشریه خاص انجام شده است. این کار منجر به ارائه نادرست اهمیت کار یا نشریه خاصی که به آن اشاره می‌شود، شده و بنابراین نوعی سوءرفتار علمی محسوب می‌شود.
۷. **مشارکت یا انتساب نامناسب نویسنده:** همه نویسندگان لیست شده، باید سهم قابل‌توجهی در انجام تحقیق ارائه‌شده در مقاله داشته باشند و همه ادعاهای آن را تایید کرده باشند. یادآور می‌شود که همه افرادی که سهم علمی قابل توجهی دارند، از جمله دانشجویان و تکنسین‌های آزمایشگاه باید در لیست نویسندگان ذکر شوند.

[http://publicationethics.org/files/Sharing%20of Information Among EiCs guidelines web version.pdf](http://publicationethics.org/files/Sharing%20of%20Information%20Among%20EiCs%20guidelines%20web%20version.pdf)

اعضای هیئت تحریریه نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران اقدامات لازم را برای بررسی مقالات ورودی در مورد اصالت، قابلیت اطمینان اطلاعات ارائه‌شده و استفاده صحیح از استنادات و ارجاعات انجام می‌دهند و سیاست‌های زیر را در صورت شناسایی سرقت علمی در هر یک از مقالات ارسال‌شده به نشریه اعمال نموده و متناسب با آن اقدامات لازم خواهد نمود. اگر هر یک از رفتارهای غیراخلاقی، توسط هیئت تحریریه نشریه و یا توسط یکی از داوران تشخیص داده شود، اولین اقدام این است که سردبیر را با ارائه نسخه‌هایی از مطالب مربوطه و پیش‌نویس نامه‌ای به نویسنده مسئول مقاله و درخواست توضیح مناسب و بدون قضاوت در مورد آن مطلع نمایند. اگر تخلف از شدت کمتری برخوردار باشد، سردبیر طبق توصیه کمیته اخلاق انتشار، توبیخ‌نامه‌ای به نویسنده ارسال می‌کند و سیاست‌های انتشار نشریه را یادآوری می‌کند. اگر مقاله، منتشر شده باشد، سردبیر می‌تواند از نویسنده درخواست کند برای تصحیح سابقه، یک عذرخواهی در نشریه چاپ کند. در صورتی که توضیحات نویسنده غیرقابل قبول باشد و به نظر برسد که رفتار غیراخلاقی جدی صورت گرفته است، موضوع از طریق هیئت تحریریه به کمیته نشر ارجاع داده می‌شود. پس از بررسی، کمیته تصمیم خواهد گرفت که آیا پرونده به اندازه کافی جدی هست که ممنوعیت ارسال‌های بعدی را تضمین کند.

تحریم‌ها: در مواردی که تخلف شدید باشد، موضوع به سازمان مربوطه نویسنده اطلاع داده می‌شود و نویسندگان به مدت پنج سال اجازه ارسال مقاله به نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران را نخواهند داشت.

بحث‌ها و اصلاحات پس از انتشار

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، این امکان را به خوانندگان می‌دهد تا نظرات و انتقادات خود را نسبت به مباحث علمی مطرح شده در مقالات آماده انتشار از طریق بخش «ارسال نظر در مورد این مقاله» در سایت نشریه و در صفحه مربوط به هر مقاله به سردبیر ارائه دهند. نظرات حداکثر تا یک ماه قبل از انتشار نهایی مقاله قابل بررسی هستند. در صورتی که نظرات ارسال‌شده برای بهبود مقاله مفید و کاربردی باشند، جهت اعمال تصحیحات به نویسنده مقاله منتقل شده و همچنین در ذیل بخش مراجع در صفحه مقاله مذکور نشان داده می‌شوند.

تقاضای تجدید نظر

اگر نویسندگان با تصمیم هیئت تحریریه در خصوص مقاله خود مخالف باشند، حق تجدیدنظرخواهی را خواهند داشت. نویسندگانی که تقاضای تجدیدنظر در خصوص تصمیم هیئت تحریریه را دارند، باید تقاضای خود را با سردبیر نشریه مطرح کنند. در چنین مواردی سردبیر مجدداً مقاله و نظرات داوران و هیئت تحریریه را مورد بازبینی قرار داده و نظر خود را درخصوص پذیرش یا ردّ مقاله اعلام می‌کند و در صورت لزوم، مقاله را برای اصلاحات بیشتر به نویسنده برگشت داده و یا برای بررسی مجدد به داور جدید ارسال می‌کند. تصمیم‌گیرنده نهایی در این مواقع سردبیر نشریه است.

نحوه درخواست تجدید نظر

نویسندگانی که تقاضای بررسی مجدد مقاله خود را دارند، می‌توانند درخواست خود را از طریق ایمیل نشریه به نشانی ijpr@um.ac.ir ارسال کنند. به کلیه درخواست‌ها ظرف سه روز کاری رسیدگی خواهد شد.



پژوهش‌های حبوبات ایران

نشریه علمی-دوفصلنامه

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

معرفی کامل نشریه و راهنمای تهیه و ارسال مقاله

معرفی نشریه

- «پژوهش‌های حبوبات ایران» نشریه‌ای است با درجه علمی که از خردادماه سال ۱۳۸۹ به صورت دوفصلنامه، به وسیله پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب تفاهم‌نامه همکاری با شش دانشگاه کشور شامل دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، تربیت مدرس، شهیدباهنر کرمان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آزاد اسلامی واحد شیراز و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، به تعداد دو شماره در سال انتشار می‌یابد.
- زبان انتشار، فارسی با چکیده مبسوط انگلیسی است و به صورت الکترونیک منتشر می‌شود.
- نوع داوری، دوسوناشناس بوده و نشریه از سیاست انتشار دسترسی آزاد به تمامی مقالات پیروی می‌کند.
- این نشریه، عضو کمیته اخلاق در انتشار (COPE) بوده و با احترام به قوانین اخلاق در نشریات و تبعیت از قوانین اخلاق در انتشار، از آیین‌نامه اجرایی قانون پیشگیری و مقابله با تقلب در آثار علمی پیروی می‌نماید.
- ✓ این نشریه، از سامانه مشابهت‌یاب «همیاب» استفاده می‌کند.
- ✓ نشریه در هیچ کدام از فرایندهای دریافت تا پذیرش مقاله، هیچ گونه وجهی را از نویسندگان دریافت نمی‌نماید.

حوزه موضوعی

- زمینه موضوعی مقالات، شامل موارد زیر می‌باشد:
 - ❖ زراعت و به‌زراعی
 - ❖ به‌نژادی و بیوتکنولوژی
 - ❖ اکوفیزیولوژی
 - ❖ مقاومت و تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی
 - ❖ گیاه‌پزشکی
 - ❖ صنایع غذایی
 - ❖ اقتصاد کشاورزی
 - ❖ مکانیزاسیون
 - ❖ و دیگر زمینه‌های مرتبط
- منظور از حبوبات، بقولات مهم زراعی شامل محصولات زیر می‌باشد:
 - ❖ نخود
 - ❖ عدس
 - ❖ انواع لوبیا
 - ❖ ماش
 - ❖ باقلا
 - ❖ نخودفرنگی
 - ❖ دال عدس
 - ❖ خَلَر
 - ❖ گوار

انواع مقالات قابل پذیرش

- **مقاله پژوهشی (Research article):** مقاله‌ای است که باید نتایج پژوهش‌های اصلی را گزارش کند و مطالب آن، قبلاً در جای دیگری منتشر نشده باشد (مگر به صورت مقدماتی).
- **مقاله کوتاه؛ یادداشت پژوهشی (Short article; Research note):** مقاله کامل علمی نیست؛ بلکه یادداشت‌های بحثی است که به دنبال پیشبرد یک ایده جدید یا معرفی یک پدیده، دیدگاه، فرایند، محصول، برنامه تحقیقاتی یا رویکرد، به شکل مفید و تازه است.
- **مقاله مروری (Review article):** نوعی مقاله است که به مرور پیشینه موجود در یک موضوع علمی می‌پردازد. در مقالات مروری، نتایج ارائه شده در نوشتارهای علمی درباره موضوعی خاص جمع‌بندی و ارزیابی می‌شود. بدنه اصلی مقاله مروری به ترتیب شامل مقدمه، ترکیب نتایج و نتیجه‌گیری است.

شرایط پذیرش مقالات

- از استادان و پژوهشگران گرامی درخواست می‌شود پیش از بارگذاری مقاله در سایت نشریه به نشانی <http://ijpr.um.ac.ir>، از بخش راهنمای نویسندگان، دستورالعمل نشریه را مطالعه کرده و مقاله را بر طبق آن، تهیه و تنظیم نمایند.
- مقالات نباید پیش‌تر در نشریه دیگری چاپ یا همزمان به نشریه دیگری ارسال شده باشند.

راهنمای نگارش مقالات

فایل‌های مورد نیاز برای بارگذاری در سایت نشریه

✓ اصل مقاله

- در فایل اصل مقاله، هیچ اطلاعاتی از نویسنده(گان) درج نگردد.
- محتوای مقاله باید شامل تمام بخش‌های لازم باشد. توضیح مربوط به بخش‌های مقاله در ادامه خواهد آمد.

✓ تعهدنامه

- این فرم باید کامل شود و به امضای تمام نویسندگان برسد. عنوان مقاله باید در جای مربوطه درج گردد.

✓ تعارض منافع

- نویسندگان باید هرگونه تعارض احتمالی منافع (مالی مستقیم، مالی غیرمستقیم، حرفه‌ای و مالکیت فکری) را به صورت مشخص بیان کنند.

فرم تعهدنامه و فرم تعارض منافع را از سایت نشریه، منوی راهنمای نویسندگان دریافت کرده و بعد از تکمیل همه موارد، با فرمت PDF در سامانه بارگذاری نمایید.

✓ مشخصات نویسندگان

- علاوه بر وارد کردن اسامی و مشخصات تمام نویسندگان در سایت نشریه، لازم است تا فایل word مشخصات نویسندگان از سامانه نشریه (به نشانی بالا) دانلود شده و همه اطلاعات لازم در هر دو قسمت فارسی و انگلیسی، به ترتیب مشخص شده در فایل، برای همه نویسندگان، تکمیل و سپس بارگذاری گردد. برخی از این اطلاعات عبارتند از: اسامی نویسندگان، مرتبه علمی، وابستگی سازمانی، پست الکترونیک (ایمیل) و شناسه اרקید.

در صفحه مشخصات نویسندگان موارد زیر را رعایت نمایید:

- نام نویسندگان به صورت کامل نوشته شود. مثال: محمدعلی احسان‌نژاد
- از درج عنوان‌هایی مثل دکتر، مهندس و غیره در ابتدای نام خودداری شود.
- نام نویسندگان به ترتیب اولویت ذکر شود.
- وابستگی سازمانی همه نویسندگان، به صورت کامل و به ترتیب از جزء به کل نوشته شود: شامل: رتبه علمی، گروه آموزشی، نام دانشکده، نام دانشگاه، نام شهر و نام کشور

- نویسنده مسئول با ستاره مشخص شود.
- پست الکترونیک نویسندگان (به‌خصوص نویسنده مسئول)، سازمانی باشد.
- شناسه ارکید سایر نویسندگان در صورت وجود، حتماً ذکر شود.
- چنانچه مقاله، خلاصه یا بخشی از پایان‌نامه (رساله) دانشجویی باشد، لازم است موضوع در پاورقی صفحه مشخصات با قید نام استاد راهنما و دانشگاه مربوط، منعکس شود.
- ترتیب و جزئیات اسامی و وابستگی سازمانی نویسندگان، صرفاً به همان ترتیبی که نویسنده مسئول ارائه می‌کند، در نشریه منتشر خواهد شد؛ لذا در نوشتن اطلاعات، دقت کافی مبذول گردد.

بخش‌های مقاله

هر مقاله باید به‌ترتیب دارای عنوان، چکیده، واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری، سپاسگزاری، لیست علائم (در صورت نیاز)، چکیده مبسوط انگلیسی و منابع باشد.

✓ عنوان

- متناسب با موضوع مطرح‌شده در مقاله باشد.
- تا حد ممکن کوتاه، گویا و عاری از واژه‌های اختصاری باشد.

✓ چکیده فارسی

- در یک پاراگراف نوشته شود و از ۲۵۰ کلمه تجاوز نکند و در عین حال محتوای مقاله را برساند و با تأکید بر روش‌ها، مهم‌ترین نتایج و اهمیت کاربردی آن‌ها را منعکس نماید.
- چکیده، استناد درون‌متنی نداشته باشد.

✓ واژه‌های کلیدی

- حداکثر پنج کلمه کلیدی، به‌ترتیب الفبایی و با جداکننده «؛» در پایان چکیده قید شود.
- از کلمات به‌کاررفته در عنوان مقاله، استفاده نشود.
- واژه‌های کلیدی در چکیده فارسی و انگلیسی، مطابق با هم باشند.

✓ مقدمه

- بایستی شامل اطلاعات لازم پیرامون موضوع مقاله، ضرورت و اهمیت تحقیق، سوابق داخلی و خارجی، بیان واضح صورت مسئله و اهداف پژوهش باشد.

✓ مواد و روش‌ها

- این بخش باید کاملاً گویا و روشن بوده و در آن، مشخصات محل و نحوه اجرای آزمایش، به‌همراه روش گردآوری داده‌ها و پردازش و تحلیل آن‌ها با ذکر منابع، به‌روشنی و به نحو تکرارپذیر ارائه شود.
- در صورت کاربرد معادلات ریاضی، باید همه اجزای معادله به‌طور دقیق تعریف شده و در صورت استخراج معادله توسط نگارنده(گان)، نحوه حصول آن توضیح داده شود.
- درج هرگونه فرمول در متن، تنها با استفاده از قابلیت فرمول‌نویسی در نرم‌افزار Word انجام گیرد؛ لذا از درج فرمول به‌شکل «تصویر»، خودداری شود.
- هر فرمول در متن، باید با شماره‌گذاری مشخص شود.
- اگر روش تحقیق از یک منبع گرفته شده است، فقط به ذکر مأخذ اکتفا شود.

✓ نتایج و بحث

- نتایج و بحث باید به‌صورت توأم ارائه شده و یافته‌های پژوهش (نتایج) با استناد به منابع علمی مرتبط با موضوع، مورد بحث قرار گیرند.
- محتوای این بخش باید با نظم خاص و منطق علمی طراحی شود؛ ضمن این که می‌تواند به بخش‌های فرعی با زیرعنوان‌های مرتبط نیز تقسیم شود.
- بخش نتایج، باید به زمان گذشته ساده نوشته شود.

- بیان نتایج، تنها به یکی از صورت‌های متنی، جدول یا نمودار باشد و از تکرار مطالب، خودداری گردد.
- اصطلاحات آماری، اختصارات و نمادها را تعریف کنید.
- بحث باید به صورت مستدل و مستند، مختصر و محدود به بررسی‌های علمی در پژوهش، ارائه شود. بحث می‌تواند در رابطه با موارد زیر مطرح شود: نتایج، چگونه بر دانش موجود در این زمینه تأثیر می‌گذارد؟ تحقیقات آینده چگونه می‌تواند بر این مشاهدات بنا شود؟ عناوین پیشنهادی برای آزمایش‌ها و پژوهش‌های کلیدی مرتبط در آینده چیست؟

✓ نتیجه‌گیری

- چکیده مهم‌ترین نتایج راهبردی پژوهش و بحث مستند و پیشنهادهای راهگشا در این بخش درج می‌گردد که نباید تکراری عینی از مطالب بخش نتایج و بحث باشد.
- در این قسمت نباید استناد درون‌متنی وجود داشته باشد.

✓ سپاسگزاری

- تمام افرادی که به نحوی در انجام پژوهش نقش داشته‌اند؛ ولی جزو نویسندگان مقاله نبوده‌اند، مورد تقدیر قرار گیرند.
- تمام افراد و سازمان‌هایی که در نوشتن مقاله، روش‌ها و حمایت‌های کلی نقش داشته‌اند، مورد تقدیر قرار گیرند.
- ذکر نام سازمان(های) حمایت‌کننده یا تأمین‌کننده مالی پژوهش در این بخش ضروری است.
- اگر مقاله، حاصل طرح تحقیقاتی یا پایان‌نامه باشد، باید شماره ثبت، تاریخ ثبت، محل ثبت و تأمین‌کننده منابع مالی ذکر شود.

✓ منابع

- منابع، ترجیحاً شامل مقالات منتشرشده در نشریات علمی معتبر باشد. همچنین ممکن است به صورت محدود، از کتاب، کتاب ترجمه‌شده، پایان‌نامه، مقاله ارائه‌شده در همایش و دیگر منابع قابل استناد نیز استفاده شود.
- از ارجاع به گزارش‌های منتشرنشده، مقالات پذیرفته‌نشده و دیگر منابع غیرقابل استناد خودداری گردد.
- منابع استفاده‌شده در مقاله، باید از منابع قابل‌دسترس و ترجیحاً دست اول باشند. از منابع غیرقابل‌دسترس و منابع غیرعلمی استفاده نشود.
- استناد به منبع در متن مقاله (استنادهای درون‌متنی) و همچنین فهرست مشخصات همه منابع در انتهای مقاله، باید به انگلیسی باشد. اگر در مقاله، از منبع فارسی استفاده شده باشد، باید اطلاعات آن، مطابق با دستورالعملی که در ادامه می‌آید، به زبان انگلیسی برگردانده شود.

✓ چکیده مبسوط انگلیسی (Extended Abstract)

- با توجه به اهمیت نظام‌های رتبه‌بندی و علم‌سنجی رسمی، ضروری است «چکیده مبسوط انگلیسی» در انتهای هر مقاله، نگارش یابد. از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان در این صفحه خودداری شود. این چکیده، باید «حداقل ۷۰۰ و حداکثر ۱۰۰۰ کلمه» داشته و به تفکیک، شامل همه بخش‌های زیر، به ترتیب و تفکیک نوشته شود:

1. Title
2. Introduction
3. Materials and Methods
4. Results and Discussion
5. Conclusion
6. Acknowledgement
7. Keywords

• صفحه‌آرایی

- متن مقاله باید در محیط نرم‌افزار Office Word با ابعاد A4، بدون هر گونه آرم و نشان و به صورت تک‌ستونه، با فاصله ۲/۵ سانتی‌متر از لبه‌ها و فاصله ۱/۵ بین خطوط با قلم فارسی B Nazanin اندازه ۱۲ و قلم انگلیسی Times New Roman اندازه ۱۱ و به صورت یک‌ستونه تایپ شود.
- همه صفحه‌های مقاله باید دارای شماره بوده و تعداد آن ترجیحاً از ۲۰ تجاوز نکند.
- هرگونه شکل، جدول و فرمول نیز به صورت واضح به همین نرم‌افزار انتقال یابد.
- هنگام تنظیم مقاله، از به‌کاربردن واژه‌های لاتین که هم‌ارز فارسی دارند، یا درج معادل انگلیسی کلمه، در درون پرانتز و در داخل متن خودداری شود. در مواردی که واژه لاتین با املای فارسی نوشته می‌شود، عین کلمه لاتین در زیر همان صفحه با قید شماره، به صورت پاورقی نوشته شود. دقت شود که اگر کلمه‌ای در مقاله، چندبار تکرار شده است، فقط برای نخستین‌بار، پاورقی درج می‌شود و در دفعات بعد، نیازی به درج تکراری پاورقی نیست. پاورقی در هر صفحه به صورت مستقل، با شماره‌گذاری از عدد ۱، آغاز شود.
- تیتراهای اصلی و فرعی در متن، شماره نداشته باشند.
- تمام اعداد و ارقام در متن، فارسی باشد و در صورت اعشاری بودن اعداد، ممیز به صورت (/) نوشته شود. اعداد فقط در جدول‌ها و شکل‌ها به انگلیسی است.
- شکل‌ها و جدول‌ها، باید جداگانه و به ترتیب، شماره‌گذاری شده و در جای مناسب خود در متن مقاله قرار گیرند (از درج یکجای آن‌ها در انتهای مقاله یا به صورت جداگانه در فایل مجزا خودداری شود). همه شکل‌ها و جدول‌ها بدون کادر باشند.
- در خصوص جداول و شکل‌ها، حتماً در متن مقاله، ارجاع به همه آن‌ها صورت گرفته باشد و بعد از ارجاع مربوطه درج شوند.
- همه جداول و شکل‌ها و نمودارها باید دارای عنوان مستقل باشند. عناوین، باید گویای کامل جزئیات و نتایج ارائه شده بوده و همه اطلاعات و تعاریف لازم را شامل شوند، به طوری که نیاز به مراجعه به متن مقاله نباشد.
- عنوان هر شکل یا جدول، باید به هر دو صورت فارسی و انگلیسی (به ترتیب، اول فارسی و بلافاصله در زیر آن، انگلیسی)، به صورت توپُر و به ترتیب با اندازه ۱۰/۵ و ۹/۵ نوشته شود. ترجمه، باید کاملاً مطابق با هم باشد.
- عنوان شکل‌ها، در زیر آن و عنوان جداول، در بالا درج می‌شود. در خصوص جدول‌ها، هرگونه توضیحی، از جمله شرح علائم اختصاری، باید به هر دو صورت فارسی و انگلیسی، در زیر جدول قید گردد.
- تمام کلمات در داخل فضای نمودارها و شکل‌ها، از جمله عناوین محورها و راهنمای علائم و...، صرفاً به انگلیسی باشد و اندازه قلم آن‌ها، از ۸ کوچک‌تر و از ۱۱ بزرگ‌تر نباشد.
- به طور کلی در همه جداول و شکل‌ها و نمودارها و تصاویر، همه اجزاء و حروف و کلمات و اعداد و نمادها و علائم به کاررفته، باید کاملاً خوانا و تفکیک‌پذیر باشند.
- استنادهای درون متنی و منابع انتهای مقاله، به زبان انگلیسی باشند (کلیه پرانتزهای باز و بسته استنادهای درون متنی با فونت فارسی باشد).
- در کل متن، نیم‌فاصله‌ها رعایت شود.
- تمامی اسامی علمی به صورت ایتالیک درج شوند.
- در هیچ بخش از مقاله، از Text Box استفاده نشود.

• واحدهای اندازه‌گیری

- کلیه واحدهای اندازه‌گیری بر اساس سیستم متریک (SI) باشند.
- برای نوشتن واحدها از حالت نمایی استفاده شود (مثلاً به جای m/s از ms^{-1} استفاده شود).

• جداول، شکل‌ها، نمودارها و فرمول‌ها

- همه جداول در نرم‌افزار Word طراحی شوند (به‌صورت تصویری نباشد) و در صفحه عمودی (Portrait) تایپ شود.
- تنظیم اندازه جدول یا نمودار و میزان محتواهای داخل آن به گونه‌ای باشد که به‌صورت عمودی، در صفحه گنجانده شود و در حاشیه صفحه نیز قرار نگیرد. در صورتی که جدول یا نمودار، بزرگ است، باید اطلاعات آن، به اندازه‌های استاندارد، تفکیک شود.
- کلمات و عبارات سرستون‌ها و ردیف‌ها و نیز هرکلمه‌ای در فضای داخلی جدول، به هر دو صورت فارسی و انگلیسی (ابتدا فارسی) قید گردد (اطلاعات جداول و شکل‌ها، برای خوانندگان غیرفارسی‌زبان، قابل استفاده باشد).
- همه اعداد در جداول و نمودارها و شکل‌ها، صرفاً به انگلیسی (ممنیز به صورت نقطه «.» درج گردد).
- هر ستون جدول، باید دارای عنوان و در صورت نیاز، واحد اندازه‌گیری مربوطه باشد که به هر دو صورت فارسی و انگلیسی قید می‌گردد. در صورت نیاز به توضیحات اضافی، از جمله شرح حروف مخفف و علائم، از زیرنویس به شکل فارسی با ترجمه انگلیسی استفاده شود.
- چیدمان محتوای جدول‌ها، به‌دلیل زبان انگلیسی، حتماً از چپ به راست صورت گیرد.
- در طراحی و تنظیم جداول، از خطوط عمودی استفاده نشود. از خطوط افقی نیز تنها در بالا و پایین سطر اول و سطر انتهایی و نیز در موارد لزوم، در هنگام تقسیم‌بندی کلی و دسته‌بندی محتوایی جدول استفاده شود. قطر این خطوط، یک‌چهارم باشد.
- از جهت آشنایی با شیوه طراحی جدول و شکل، به نمونه‌های استاندارد در مقالات منتشرشده در سایت مراجعه نمایید.
- آوردن مأخذ شکل‌هایی که از منابع دیگر اقتباس شده‌اند، در زیرنویس آن شکل الزامی است.
- برای ارجاع به کلیه جدول‌ها، شکل‌ها، نمودارها و معادلات در متن، از شماره آن‌ها استفاده شود و از آوردن کلماتی مثل زیر، بالا و غیره خودداری گردد.
- تمام معادلات و فرمول‌ها، چپ‌چین و با شماره‌ای که در انتهای سمت راست آن در داخل پرانتز آورده می‌شود، مشخص گردند.

• منابع

- ارجاع به منابع، به‌صورت استناد درون‌متنی و برون‌متنی (در انتهای مقاله) است. دقت شود تا اطلاعات کامل منبعی که در داخل متن، شکل، جدول و توضیح آن‌ها، به آن استناد شده است، حتماً در انتهای مقاله نیز ذکر شود. همچنین هر منبعی که در انتهای مقاله ذکر می‌شود، حتماً در داخل متن نیز به آن استناد شده باشد.
- استناد به منبع در متن مقاله (استنادهای درون‌متنی) و همچنین منابع انتهای مقاله (برون‌متنی) باید به انگلیسی نوشته شود و سال نشر نیز به میلادی باشد.
- اگر در مقاله از منبع فارسی استفاده شده باشد، باید اطلاعات آن، به زبان انگلیسی برگردانده شود.
- اگر منبع مورد استفاده در مقاله، فارسی باشد؛ برای تبدیل اطلاعات کتابشناختی آن به انگلیسی، باید تمام اطلاعات آن، ازجمله نام نویسنده(گان)، عنوان منبع (نام نشریه، کتاب، گزارش، پایان‌نامه) و سایر اطلاعات موردنیاز، از صفحه عنوان انگلیسی یا سایت اینترنتی منبع گرفته شود؛ بنابراین، از ترجمه شخصی اطلاعات منابع فارسی خودداری نمایید.
- برای استناد به منبعی که نسخه آنلاین دارند، به صفحه انگلیسی سایت منبع مراجعه گردد و نشانی استاندارد اینترنتی آن اخذ شود.
- تمامی ارجاعات داخل متن، به رفرنس مربوطه لینک داده شوند.
- در نوشتن فهرست منابع و ارجاعات درون متن، از روش رفرنس‌نویسی APA استفاده شود.
- از ذکر منابع بی‌نام و غیرقابل‌دسترس خودداری شود.

ارجاع (استناد) درون‌متنی

- به دلیل این که منابع فارسی به‌کاررفته در مقاله، باید به انگلیسی برگردانده شوند، لازم است ارجاع درون‌متنی منابع فارسی نیز به انگلیسی ذکر شوند. نحوه ارجاع در متن مقاله، مطابق موارد زیر است:
- ارجاع به منبعی با یک نویسنده: بین نام خانوادگی نویسنده و سال نشر، ویرگول قرار می‌گیرد. مانند: (Bagheri, 2021)
 - ارجاع به منبعی با دو نویسنده: بین نام خانوادگی دو نویسنده، علامت & قرار می‌گیرد و بعد از ویرگول، سال نشر منبع ذکر می‌شود. مانند: (Saxena & Singh, 2020)
 - ارجاع به منبعی با سه تا پنج نویسنده: در اولین ارجاع، نام خانوادگی تمام نویسندگان باید قید شود. مانند: (Bagheri, Nezami & Ganjeali, 2018) و در ارجاعات بعدی، نام خانوادگی نویسنده اول و بعد از آن et al, قرار می‌گیرد. مانند: (Bagheri et al, 2018)
 - ارجاع به منبعی با شش نویسنده یا بیشتر: بعد از نام خانوادگی نویسنده اول، عبارت et al و بعد از ویرگول، سال نشر می‌آید. مانند: (Nabati et al, 2022)
 - ارجاع به بیش از یک منبع: اگر بخواهیم در یک محل، به چند منبع ارجاع دهیم، ارجاع مانند نمونه‌های بالا صورت می‌گیرد؛ با این تفاوت که همه داخل یک پرانتز قرار می‌گیرند و با نقطه‌ویرگول از هم جدا می‌شوند و ترتیب آوردن آن‌ها بر اساس سال نشر از قدیم به جدید است. مانند: (Saxena & Singh, 2020; Bagheri, 2021; Nabati et al, 2022)
 - زمان ارجاع به منبع (رفرنس) در ابتدا یا وسط جمله، باید ابتدا نام نویسنده منبع به فارسی نوشته شود و بعد در داخل پرانتز، نام نویسنده همراه با سال نشر (سال میلادی) به انگلیسی بیاید. مثال: بر اساس پژوهش وصال و همکاران (Vesal et al, 2012)، ...
 - همه استنادهای درون‌متنی باید داخل پرانتز قرار گیرند.

ارجاع برون‌متنی (فهرست منابع انتهایی مقاله)

- در بخش انتهایی مقاله (پیش از چکیده مبسوط انگلیسی)، یک فهرست شماره‌گذاری‌شده از منابع استفاده‌شده، با ترتیب الفبایی و با قلم Times New Roman اندازه ۱۱ ارائه شود. تنها منابعی باید درج شوند که در ارتباط نزدیک با کار نویسنده بوده و مستقیماً از آن‌ها استفاده شده باشد.
- همه منابعی که در متن ذکر شده‌اند، باید در فهرست منابع با مشخصات کامل نوشته شوند.
- در فهرست منابع، نام همه نویسندگان باید ذکر شود و از آوردن عبارت et al و others به‌جای آوردن نام دیگر نویسندگان، خودداری شود.
- نام نویسنده، منبع (نشریه، کتاب و غیره) و ناشر، نباید به‌صورت مخفف نوشته شود و باید به‌شکل کامل درج گردد.
- برای استناد به مقاله‌هایی که هنوز منتشر نشده‌اند، به‌جای سال نشر، از عبارت in press استفاده شود.
- برای مقاله منتشرشده در نشریه، آوردن شماره نشریه (Issue) و شماره جلد (Volume)، طبق نمونه، الزامی است. در صورتی که در منبع اصلی، به شماره نشریه اشاره نشده باشد، می‌توان شماره را از سایت آن نشریه استخراج کرد.
- برای منابعی که در اصل به زبان فارسی و دارای چکیده انگلیسی هستند، بعد از برگرداندن به انگلیسی، عبارت (in Persian with English abstract) در انتها درج گردد.
- برای منابعی که در اصل به زبان فارسی هستند و چکیده انگلیسی ندارند، بعد از برگرداندن به انگلیسی، عبارت (in Persian) در انتها درج گردد.
- برای مقاله‌های منتشرشده که DOI دارند، آوردن DOI در پایان هر منبع الزامی است. DOI با آدرس دقیق ذکر شود:

نمونه: <https://doi.org/10.22067/ijpr.v13i1.73769>

- ترتیب منابع منفرد و مشترک از یک نویسنده در منابع برون‌متنی (انتهای مقاله)، بر اساس نام نویسندگان و سال نشر می‌باشد.
- چنانچه از یک نویسنده، منابع منفرد و مشترک ارائه شود، ابتدا منبع منفرد و سپس منبع مشترک به ترتیب حروف الفبای نام دیگر نویسندگان مرتب می‌شوند.
- چنانچه بعد از الفبایی کردن منابع مشترک بر اساس نام نویسندگان، سال نشر مشترک هم داشته باشیم، در کنار سال نشر از حروف الفبای انگلیسی (به صورت حرف کوچک) استفاده می‌کنیم (برای اولین منبع بعد از سال نشر a و برای سال نشر منبع بعدی حرف b می‌گذاریم و به همین ترتیب).
- در صورتی که نویسندگان چند منبع، دقیقاً یکسان باشند، منابع بر اساس سال انتشار از قدیم به جدید تنظیم می‌شوند.
- در مواردی که فقط چکیده مقاله در اختیار بوده است، پس از نام منبع، کلمه (Abstract) داخل پرانتز ذکر شود.

■ منابع برون‌متنی (با اطلاعات کامل) طبق نمونه‌های زیر تنظیم شوند:

مقاله منتشر شده در نشریات علمی (Journal Article)

Bakhshi, B., Pouresmaeil, M., and Keshtgar Khajedad, M. 2021. Assessment of agro-morphological traits diversity in cowpea landraces originated from arid and warm regions of Iran. *Iranian Journal of Pulses Research* 12(2): 85-103. (in Persian with English abstract). <http://doi.org/10.22067/ijpr.v12i2.87704>

کتاب تألیف شده

James, E.K., Sprent, J.I., and Newton, W.E. 2008. *Nitrogen-Fixing Leguminous Symbioses*. Kluwer Academic Publishers.

مقاله یا یک فصل، از کتاب تدوین شده

Mettam, G.R., and Adams, L.B. 1999. How to prepare an electronic version of your article. In: B.S. Jones and R.Z. Smith (Eds.). *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, p. 281-304.

رساله‌های تحصیلی

Bagheri, A. 1994. Boron tolerance in grain legumes with particular reference to the genetics of boron tolerance in peas. Ph.D. Thesis. University of Adelaide, South Australia.

کنفرانس علمی

Porsa, H., Nezami, A., Gholami, M., and Bagheri, A. 2010. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm for cold tolerance at fall sowing in highland and cold areas of Iran. (Abstract). In: Abstract Book of the 3rd Iranian Pulse Crops Symposium, May 19-20, 2010. Kermanshah Agricultural Jihad Organization. p. 49. (In Persian).

مقاله در نشریه برخط (On-line)

Mantri, N.L., Ford, R., Coram, T.E., and Pang, E.C.K. 2010. Evidence of unique and shared responses to major biotic and abiotic stresses in chickpea. *Environmental and Experimental Botany* 69(3): 286-292. Available at Web site <http://www.sciencedirect.com/> (verified 1 August 2010).

مقاله یا نوشته از اینترنت مربوط به یک دانشگاه یا سازمان

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). 2010. Crops varieties released, 1977-2007, cereal and legume varieties released by national programs: Kabuli chickpea. Available at Web site http://www.icarda.org/Crops_Varieties_KC.htm (verified 1 August 2010).

• سایر موارد

- مقالات توسط هیئت تحریریه و با همکاری متخصصان، داوری شده و در صورت پذیرش نهایی، بر طبق ضوابط خاص نشریه، در نوبت انتشار قرار می‌گیرند.
- مقالات باید در مرحله بازنگری، به‌دقت و کاملاً بدون اشتباه ارسال شوند. بدیهی است هرگونه تغییر پس از آن، قابل قبول نخواهد بود.
- نشریه در ردّ یا پذیرش مقالات، همچنین در نحوه صفحه‌آرایی و اعمال ویرایش‌های ادبی و فنی لازم، آزاد است.

برخی از پایگاه‌هایی که این نشریه در آن‌ها نمایه می‌شود:



- پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC)
- پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)
- بانک اطلاعات نشریات کشور (magiran)
- Google Scholar
- CIVILICA
- و ...

اطلاعات تماس نشریه:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی، دفتر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴، تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۹ (۰۵۱)، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴ (۰۵۱)

پست الکترونیک:

ijpr@um.ac.ir

تارنما:

<http://ijpr.um.ac.ir>



ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر عدس (*Lens culinaris Medik*) دیم در مناطق سرد کشور با الگوی خطوط مرزی صفات زراعی

ولی فیضی اصل^{۱*}، داود صادق‌زاده اهری^۲، علی‌اکبر محمودی^۳ و سیده سودابه شبیری^۴

- ۱- استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران؛ vfeiziasl@yahoo.com
 ۲- دانشیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران؛ dsadeghzade@yahoo.com
 ۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران؛ aampira@yahoo.com
 ۴- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران؛ s.shobeiri@yahoo.com

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۲، بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۶؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

فیضی اصل، و.، صادق‌زاده اهری، د.، محمودی، ع.ا. و شبیری، س.س. ۱۴۰۱. ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر عدس (*Lens culinaris Medik*) دیم در مناطق سرد کشور با الگوی خطوط مرزی صفات زراعی. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۲۰-۳۶.

چکیده

شناخت صفات مهم گیاهی و تأثیر آن بر عملکرد دانه از ابزارهای اصلی به‌نژادگران عدس در انتخاب و معرفی ارقام سازگار با مناطق دیم می‌باشد. برای تعیین حد و دامنه بهینه صفات زراعی عدس دیم، بانک اطلاعاتی گسترده‌ای از ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی دیم مناطق سرد کشور (مراغه، زنجان، اردبیل و شیروان) با ۸۳۰۰ ژنوتیپ به مدت ۲۰ سال (۱۳۹۵-۱۳۷۵) جمع‌آوری شد. حد و دامنه بهینه صفات زراعی با استفاده از دو روش خطوط مرزی و میانگین گیری از جامعه دارای عملکرد بالا تعیین شد. حد بهینه ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره پرشدن دانه با خطوط مرزی به ترتیب ۲۷/۸ سانتی‌متر، ۵/۴ گرم، ۵۵/۴ روز، ۹۲/۶ روز و ۳۳/۸ روز و با روش میانگین گیری به ترتیب ۲۳/۷ سانتی‌متر، ۴/۹ گرم، ۶۲/۰ روز، ۹۲/۶ روز و ۳۰/۷ روز تعیین شد. هر دو روش حد تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک را یکسان برآورد نمودند. در حالی که در تعیین دامنه بهینه بین دو روش، تفاوت معنی‌داری وجود داشت و روش خطوط مرزی دامنه آن را به طور میانگین سه برابر گسترده‌تر برآورد نمود. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، مهم‌ترین صفات برای گزینش ارقام عدس دیم را تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک تشخیص داد. با توجه به دقت بالا در برآورد حد و دامنه بهینه صفات و انطباق بیشتر نتایج آن با ارقام معرفی شده در این مناطق، استفاده از روش خطوط مرزی برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی؛ حد بهینه صفات؛ خطوط مرزی؛ صفات گیاهی

مقدمه

سطح بالایی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی برای تغذیه انسان می‌باشد (Erdoğan, 2015; Ninou et al., 2019). عدس علاوه بر این که منبع مقرون به صرفه از پروتئین‌های رژیمی (۲۲ تا ۳۵ درصد) برای افراد فقیر می‌باشد، نقش بسیار مهمی در کاهش سوءتغذیه و کمبود ریزمغذی‌ها در کشورهای درحال توسعه دارد. به دلیل پایین‌بودن شاخص گلوکز در عدس، مصرف آن برای افراد دیابتی، چاق و بیماران قلبی عروقی بسیار توصیه می‌شود. لازم به ذکر است که علاوه بر مصرف خوراکی

عدس (*Lens culinaris Medik*) احتمالاً از قدیمی‌ترین حبوبات دانه‌ای است که توسط انسان اهلی شده است و به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای آن یکی از مهم‌ترین لگوها در سطح جهانی می‌باشد. عدس منبع بسیار خوبی از کربوهیدرات‌های پیچیده، پروتئین، عناصر معدنی، ویتامین‌ها، فیبرهای رژیمی^۲ و

* نویسنده مسئول: vfeiziasl@yahoo.com

۲. Dietary fibers

بررسی صفات زراعی از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های به نژادی برخوردار می‌باشند، به‌طوری‌که پژوهشگران اصلاح گیاهان از این صفات به عنوان مهم‌ترین عوامل برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با سازگاری مناسب، کارایی مطلوب، ارزش تجاری خوب و داشتن تقاضا برای مصارف خاص در اهداف اصلاح یک نبات استفاده می‌کنند (Rahimi et al., 2016). معمولاً اصلاحگران گیاهان از صفات زراعی عدس مانند تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، عملکرد زیستی و تعداد غلاف در بوته به عنوان معیارهایی برای انتخاب غیرمستقیم ارقام پرمحصول استفاده می‌کنند. به بیان دیگر، تحت شرایط دیم عملکرد بالای عدس در ارقام و لاین‌هایی دیده می‌شود که دارای دوره رشد رویشی و زایشی کوتاه، سرعت رشد بالا، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه بالایی می‌باشند (Rahimi et al., 2017). Vaezi (2015) گزارش کرد که عملکرد دانه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با صفات شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته و همبستگی منفی معنی‌دار با صفات تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی و زمان رسیدگی دارد، یعنی ژنوتیپ‌های دیرگل و دیررس در عدس از عملکرد کمتری برخوردارند. بر این اساس، به‌نژادگران و فیزیولوژیست‌های گیاهان زراعی بر این عقیده‌اند که برای بازدهی بیشتر در اصلاح ارقام سازگار با مناطق خشک و نیمه خشک، نخست باید صفاتی را که تحت شرایط کم‌آبی در افزایش عملکرد دانه مؤثرند، شناخت و سپس آن‌ها را همراه با عملکرد دانه به عنوان معیارهای انتخاب مورد استفاده قرار داد (Kanouni, 2003)، زیرا صفات مورفولوژیک به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و در مقایسه با عملکرد دانه وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی دارند. از این‌رو، انتخاب بر اساس این صفات، راه مطمئن و سریعی برای غربال جمعیت اصلاحی و بهبود عملکرد می‌باشد (Ebrahimi et al., 2016).

به منظور استفاده از صفات گیاهی در انتخاب ارقام مطلوب برای شرایط مختلف، ابتدا باید حد مطلوب و دامنه بهینه این صفات در شرایط مربوطه شناسایی و تعیین گردد. یکی از روش‌های مناسب تعیین این دامنه، استفاده از خطوط مرزی^۶ و شاخص تعادل خصوصیات گیاهی^۷ است که Feiziasl et al., (2003) این روش را برای اولین بار با موفقیت در تعیین حد و دامنه بهینه صفات گیاهی و مقایسه ارقام در گندم دیم به کار بردند. در این روش، نقاط پراکنش بین صفت به عنوان

برای انسان، از دانه و کلس عدس به عنوان خوراک دام نیز استفاده می‌شود. گزارش شده است که ترکیب شیمیایی دانه عدس تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی است (Kumar et al., 2015; Ninou et al., 2019).

عدس عمدتاً در آسیا کشت می‌شود و تولید جهانی این محصول ۴/۹ میلیون تن در سال می‌باشد و کشور کانادا با تولید ۱/۹ میلیون تن در صدر قرار دارد (Erdoğan, 2015). کشت عدس سال‌هاست که در ایران رایج است و متوسط تولید آن در پنج سال اخیر، ۷۷۱۶۷ تن می‌باشد که ۸۹/۸ درصد آن در شرایط دیم تولید شده و ۹۴/۸ درصد سطح زیرکشت عدس در ایران (۲۸۱۳۲ هزار هکتار) به صورت دیم است. میانگین عملکرد عدس در شرایط دیم کشور ۵۳۹ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبی ۱۱۲۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Ahmadi, et al., 2015a; Ahmadi, et al., 2015b; Ahmadi, et al., 2016; Ahmadi, et al., 2017; Ahmadi, et al., 2019).

از دلایل اصلی کاهش عملکرد عدس در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، مواجه شدن آن با مجموعه‌ای از تنش‌های زیستی (برق زدگی^۱، آنتراکنوز^۲، زنگ^۳، پژمردگی فوزاریومی^۴ و بلایت استمفیلیومی^۵) و غیرزیستی (خشکی، یخبندان، سرما، کمبود عنصر بُر و شوری) است که این عوامل باعث کاهش قابل توجه رشد و عملکرد این محصول می‌شود (Kumar et al., 2014). تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی در ایران است که منجر به کاهش عملکرد عدس در شرایط دیم می‌شود. نتایج میانگین پنج سال اخیر آمار تولید عدس در ایران نشان می‌دهد که عملکرد دانه این گیاه به طور میانگین ۵۰ درصد (۳۰ تا ۶۰ درصد) در شرایط دیم نسبت به شرایط فاریاب کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، با وجود ارزش زراعی و تغذیه‌ای عدس، تولید دانه عدس در مقدار کم باقی مانده و این گیاه در مقایسه با غلات دانه‌ریز مانند گندم کمتر مورد توجه اصلاحگران گیاهی بوده است (Ninou et al., 2019). تاکنون اصلاح‌گران عدس از تکنیک‌های مرسوم گزینش نوترکیبی برای توسعه اصلاح ارقام استفاده کرده‌اند که این روش برای برخی صفات تک‌ژنی موفق عمل کرده است، اما در مورد صفات پیچیده کمی، تکنیک‌های مرسوم از دقت بالایی برخوردار نیستند (Kumar et al., 2015).

۱. Ascochyta blight
۲. Anthracnose
۳. Rust
۴. Fusarium wilt
۵. Stemphylium blight

۶. Boundary lines

۷. Crop properties balance index (CPBI)

تمامی محدودیت‌ها در شرایط آزمایش و رسیدن به حداکثر عملکرد می‌باشد. این دو خط رگرسیونی خطوط مرزی نامیده می‌شوند. برای تعیین دقیق معادلات خطوط مرزی مربوط به هر صفت، ابتدا تمامی داده‌های آن صفت با در نظر گرفتن عملکرد دانه توسط نرم‌افزار Excel به صورت صعودی (متغیر وابسته یا عملکرد دانه) مرتب شد. سپس کل داده‌ها به گروه‌های ۲۰-تایی تقسیم شدند. در هر گروه ۲۰-تایی حداکثر عملکرد دانه به همراه ارزش صفت مربوطه به صورت زوج مرتبه در یک جدول تنظیم شد. در برازش معادله رگرسیونی مربوط به سمت چپ هر شکل (بخش صعودی) از زوج مرتبه‌هایی استفاده شد که عملکرد دانه و ارزش صفت آن‌ها در مقایسه با گروه قبلی (گروه ۲۰-تایی) افزایشی بودند. برای برازش معادله رگرسیونی سمت راست هر شکل (بخش نزولی) بر عکس حالت قبلی عمل شد. معادلات مربوطه با استفاده از نرم‌افزار CurveExpert1.4 برازش شد (Feiziasl et al., 2010).

تعیین حد و دامنه بهینه صفات مورد بررسی

برای این منظور از دو روش خطوط مرزی و میانگین‌گیری از جامعه دارای عملکرد بالا استفاده شد. در روش خطوط مرزی، حد بهینه هر صفت گیاهی (متغیر مستقل) محل تلاقی عمود رسم شده از حداکثر منحنی (محل تلاقی دو خط مرزی) با محور Xها می‌باشد که امکان دستیابی به حداکثر عملکرد در آن نقطه وجود دارد. به منظور تعیین دامنه بهینه هر صفت، عملکرد دانه در هر شکل به دو گروه دارای عملکرد پایین و بالا تقسیم شد. این گروه‌بندی معمولاً اختیاری است و بر اساس عرف رایج انجام می‌گیرد. در این پژوهش، مبنای تفکیک عملکردها به دو گروه ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار بود، به‌طوری‌که عملکردهای بیش از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بالا و کمتر از آن به عنوان عملکردهای پایین برای عدس دیم در نظر گرفته شد. شرط این گروه‌بندی نرمال بودن داده‌های مربوط به عملکرد دانه در جامعه دارای عملکرد بالا و عضویت حداقل ۴۰ درصد از بانک اطلاعات در جامعه دارای عملکرد بالاست. حال با ترسیم خطی از عملکرد دانه ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار به موازات صفت مربوطه در محور X دو خط مرزی سمت چپ و راست قطع شدند که ارزش محور X این دو نقطه به عنوان دامنه بهینه برای آن صفت در نظر گرفته شد (Feiziasl et al., 2010; Feiziasl et al., 2003).

در روش میانگین‌گیری از جامعه دارای عملکرد بالا همانند روش قبلی به صورت اختیاری عملکرد دانه به دو گروه کم و زیاد تقسیم شد. میانگین صفت گیاهی ($\bar{X}$) در جامعه دارای عملکرد بالا در هر شکل به عنوان حد بهینه آن صفت

متغیر مستقل و پاسخ گیاه به عنوان متغیر وابسته با استفاده از خطوطی محصور می‌شود که تحت عنوان خطوط مرزی از آن نام برده می‌شود و طول محل تلاقی دو خط مرزی سمت راست و چپ بانک اطلاعاتی به عنوان حد بهینه صفت تعیین می‌گردد (Walworth et al., 1986). با توجه به این که رابطه واقعی بین صفات گیاهی با عملکرد گیاهان زراعی اغلب از نوع درجه دوم و یا سیگموئیدی^۱ می‌باشد و بعد از محدوده خاصی، افزایش صفات منجر به افت عملکرد می‌شود، لذا شناخت محدوده مناسب صفات مؤثر بر عملکرد اقتصادی گیاه، یکی از ضروریات اساسی اصلاحگران نبات در انتخاب ژنوتیپ‌ها و ارقام مناسب می‌باشد. در پژوهش حاضر با استفاده از روش خطوط مرزی و میانگین‌گیری از جامعه دارای عملکرد بالا، حد بهینه و دامنه مطلوب صفات مورفوفیزیولوژیک ژنوتیپ‌های عدس بهاره دیم در مناطق سرد کشور تعیین شد و از تلفیق این صفات علاوه بر معرفی ویژگی‌های مناسب برای ارقام مورد معرفی عدس در این مناطق، وضعیت ارقام معرفی شده عدس دیم نیز مورد آزمون قرار گرفت. اطلاعات حاصل از این پژوهش می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در برنامه‌های اصلاحی برای دستیابی به ارقام بهاره برتر عدس دیم مورد استفاده اصلاحگران در مناطق سردسیر دیم قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بانک اطلاعاتی

بانک اطلاعاتی گسترده‌ای با بیش از ۸۳۰۰ ژنوتیپ عدس دیم از ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی دیم مناطق سرد و نیمه سرد کشور شامل مراغه، زنجان، اردبیل و شیروان به مدت ۲۰ سال (۱۳۹۵-۱۳۷۵) جهت تعیین حد و دامنه بهینه صفات زراعی عدس بهاره دیم شامل تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک، طول دوره پُرشدن دانه، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه جمع‌آوری شد.

ترسیم نقاط پراکنش بین صفات مورد بررسی و عملکرد دانه

رابطه بین هر صفت با عملکرد دانه به صورت نقاط پراکنش با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد. سپس حداکثر محدودیت هر صفت با استفاده از خطوط مرزی تعیین گردید. برای این منظور نقاط پراکنش موجود در هر شکل با استفاده از دو خط رگرسیونی محصور شد، به نحوی که یکی از خطوط رگرسیونی در سمت چپ هر شکل و دیگری در سمت راست قرار گرفت. محل تلاقی این دو خط، نشان‌دهنده رفع

۱. Sigmoid

شناخته شد که در عمل این حد نماینده عملکردهایی است که توسط ژنوتیپ‌های برتر به دست آمده‌اند و با افزایش تعداد نمونه‌ها در جامعه دارای عملکرد بالا، مقدار حد بهینه تعیین شده به عدد ثابتی نزدیک‌تر می‌شود (Sumner, 1977). در این روش دامنه بهینه هر صفت گیاهی با استفاده از انحراف معیار جامعه دارای عملکرد بالا از طریق رابطه $X \pm SD$ برای آن صفت تعیین گردید (Gomes, 1985).

در این پژوهش، محاسبه چارک‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها، تمامی مشخصات آماری در بانک اطلاعاتی و همچنین روابط بین صفات در جامعه دارای عملکرد بالا و پایین به تفکیک با استفاده از نرم‌افزار Xlstat2016 از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت خصوصیات گیاهی ارقام عدس معرفی شده در مناطق سردسیر دیم با حد و دامنه بهینه صفات در بانک اطلاعاتی با هر دو روش خطوط مرزی و میانگین‌گیری مقایسه و تفسیر شد.

نتایج و بحث

حد و دامنه بهینه صفات گیاهی

در بانک اطلاعاتی جمع‌آوری شده، ارتفاع بوته برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی عدس دارای میانگین ۲۰/۵ سانتی‌متر با دامنه ۸-۳۹ سانتی‌متر و توزیع غیرنرمال بود. در این جامعه ارتفاع ۵۰ درصد از ژنوتیپ‌ها بین ۱۸ تا ۲۳ سانتی‌متر و ۷۵ درصد آن‌ها دارای ارتفاع بوته کمتر از ۲۳ سانتی‌متر بودند. بنابراین حدود ۲۵ درصد از کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی در طول ۲۰ سال زراعی، بیش از ۲۳ سانتی‌متر (حداکثر تا ۵۳ سانتی‌متر) ارتفاع داشتند (جدول ۱). با استفاده از روش خطوط مرزی، حد بهینه ارتفاع بوته برای عدس دیم در مناطق سرد کشور ۲۷/۸ سانتی‌متر تعیین گردید. دامنه بهینه این صفت در بانک اطلاعاتی با استفاده از همان روش ۱۰/۹ تا ۳۶/۰ سانتی‌متر برای دستیابی به عملکرد دانه بیش از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (شکل ۱A)، در حالی که با روش میانگین‌گیری از جامعه دارای عملکرد بالا (بیش از ۱۴۲۵ کیلوگرم در هکتار)، حد بهینه ارتفاع بوته برای عدس دیم ۲۳/۷ سانتی‌متر و دامنه بهینه آن ۱۹/۸ تا ۲۷/۷ سانتی‌متر تعیین گردید که در این جامعه مطابق تعریف اولیه عملکرد دانه دارای توزیع نرمال بود (جدول ۱). بر اساس بانک اطلاعاتی ۲۰ ساله موجود در مناطق سرد برای عدس دیم، ژنوتیپ‌ها و ارقامی با ارتفاع بوته نزدیک به ۳۰ سانتی‌متر بیشترین عملکرد دانه را در شرایط آزمایش‌های مزرعه‌ای تولید نمودند. همچنین ارقام و ژنوتیپ‌هایی با دامنه ارتفاع بوته حدود ۳۶-۱۱ سانتی‌متر، عملکرد دانه مطلوبی را در مقایسه با سایر ارقام داشتند

(شکل ۱A). بررسی ارقام معرفی شده عدس دیم و ژنوتیپ‌های برتر برای مناطق سرد و معتدل کشور نشان می‌دهد متوسط ارتفاع بوته ارقام کیمیا، بیل‌سوار، شاهد محلی به ترتیب ۳۳، ۳۵ و ۳۴ سانتی‌متر می‌باشد (Sabaghpour et al., 2016) که در مقایسه با حد مطلوب ارتفاع بوته از طریق خطوط مرزی به‌طور میانگین ۶/۲ سانتی‌متر (۵/۲ تا ۷/۲ سانتی‌متر) اختلاف دارد، در حالی که ارتفاع بوته ارقام یادشده با حد بهینه جامعه دارای عملکرد بالا به‌طور میانگین ۱۰/۳ سانتی‌متر (۹/۳ تا ۱۱/۳ سانتی‌متر) تفاوت دارند.

مقایسه حد بهینه ارتفاع بوته در دو روش خطوط مرزی و میانگین‌گیری از جامعه دارای عملکرد بالا اختلاف ۴/۱ سانتی‌متری را نشان داد که در آن حد بهینه خطوط مرزی بیشتر از روش میانگین‌گیری و نزدیک‌تر به ارتفاع بوته ارقام و ژنوتیپ‌های پیشرفته عدس دیم در مناطق سرد و معتدل بود. دامنه بهینه ارتفاع بوته در خطوط مرزی حدود ۳/۲ برابر گسترده‌تر از دامنه بهینه به دست آمده از طریق میانگین‌گیری بود. در این دو روش، حد پایین در روش خطوط مرزی به میزان ۸/۹ سانتی‌متر کمتر از روش میانگین‌گیری و حد بالا ۸/۳ سانتی‌متر بیشتر از روش میانگین‌گیری بود (جدول ۱ و شکل ۱A). در جامعه دارای عملکرد پایین حد بهینه ارتفاع بوته ۲۰/۰ سانتی‌متر)، حد پایین (۸/۰ سانتی‌متر) و حد بالا (۳۹/۰ سانتی‌متر) دقیقاً مشابه با اعداد به دست آمده برای کل بانک اطلاعاتی از طریق میانگین‌گیری بود (جدول ۱). شاید دلیل این امر قرار گرفتن حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد مشاهدات در جامعه دارای عملکرد پایین باشد که میانگین و دامنه آن به داده‌های کل بانک اطلاعاتی نزدیک‌تر می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به ارتفاع بوته به شکل‌های مختلف نشان داد که اولاً حد بهینه به دست آمده از طریق خطوط مرزی بسیار نزدیک‌تر به ارتفاع بوته ارقام و لاین‌های پیشرفته عدس دیم در این مناطق است (شکل ۱A). ثانیاً ارتفاع بوته ارقام و ژنوتیپ‌های برتر عدس دیم (۳۳ تا ۳۷ سانتی‌متر) در مناطق سرد همگی در داخل و یا نزدیک به خط مرزی دامنه بهینه (۱۱ تا ۳۶ سانتی‌متر) مربوط به روش خطوط مرزی قرار داشتند، در حالی که ارتفاع بوته ارقام و ژنوتیپ‌ها همگی خارج از دامنه بهینه (۱۲ تا ۳۰ سانتی‌متر) حاصل از روش میانگین‌گیری قرار گرفتند (جدول ۱ و شکل ۱A). این امر قابل اطمینان بودن حد و دامنه بهینه حاصل از روش خطوط مرزی را برای صفت ارتفاع بوته در عدس دیم نشان می‌دهد که اصلاحگران این محصول می‌توانند از داده‌های حاصل از آن به عنوان الگویی در انتخاب ارقام جدید به همراه سایر صفات استفاده نمایند. ارتفاع بوته بالا علاوه بر اهمیت آن در برداشت

مکانیزه، به عنوان یکی از مهم‌ترین نشانگرهای افزایش اندام‌های رویشی و فتوسنتزی گیاه و همچنین اندام‌های ذخیره‌ای کربوهیدراتی در گیاه در شرایط دیم محسوب می‌شود (Sadeghzadeh- Ahari, 2016). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد ژنوتیپ‌ها و ارقام عدسی که ارتفاع بوته بیشتری دارند، توانایی بالایی را در ذخیره مواد غذایی و انتقال این مواد در زمان پرشدن دانه از منبع به مخزن دارند (Rao & Yadav, 1988). از این رو برخی از محققان گزارش کرده‌اند که در ژنوتیپ‌های عدس، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته با عملکرد دانه وجود دارد (Vaezi, 2015; Rahimi et al., 2017). اهمیت ارتفاع بوته در تعیین پتانسیل عملکرد گیاه تا حدی است که برخی از این صفت به عنوان یکی از مهم‌ترین صفات مورد استفاده در گزینش ارقام مناسب برای شرایط دیم و پیش‌بینی عملکرد دانه نام برده‌اند (Khan et al., 2007).

وزن ۱۰۰ دانه عدس در کل بانک اطلاعاتی ۲۰ ساله، دارای میانگین ۴/۷ گرم و دامنه ۱۱/۰-۱/۱ گرم با توزیع غیرنرمال بود. در این جامعه وزن ۱۰۰ دانه ۵۰ درصد از ژنوتیپ‌ها بین ۳/۷ تا ۵/۷ گرم و ۷۵ درصد ژنوتیپ‌ها دارای وزن ۱۰۰ دانه کمتر از ۵/۷ گرم بود. بر این اساس، از کل جامعه مورد بررسی حدود ۲۵ درصد از ژنوتیپ‌ها وزن ۱۰۰ دانه بیش از ۵/۷ گرم (حداکثر تا ۱۱ گرم) داشتند. حد بهینه وزن ۱۰۰ دانه در جامعه دارای عملکرد بالا ۴/۹ گرم و دامنه بهینه آن ۳/۶ تا ۶/۱ گرم تعیین گردید (جدول ۱). با استفاده از روش خطوط مرزی، حد بهینه وزن ۱۰۰ دانه برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه عدس در مناطق سرد، ۵/۴ گرم تعیین شد. در این روش، برای دستیابی به عملکردهای بیش از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار، دامنه وزن ۱۰۰ دانه ۱/۷ تا ۹/۵ گرم محاسبه گردید (شکل B۱). مقایسه برآوردهای به دست آمده نشان می‌دهد که مقدار بهینه این صفت در روش خطوط مرزی ۰/۵ گرم (۱۰ درصد) بیشتر از روش میانگین‌گیری است. این افزایش برای دامنه بهینه نیز صادق است، به طوری که روش خطوط مرزی در دامنه پایین آن را ۰/۹ گرم و در دامنه بالا ۳/۴ گرم بیشتر از روش میانگین‌گیری برآورد نمود (جدول ۲). با توجه به این که روش خطوط مرزی واقعیات موجود در بانک اطلاعاتی را بهتر از روش میانگین‌گیری نشان می‌دهد، به ویژه این که روند شکاف داده‌ها را به خوبی می‌تواند در جامعه مورد بررسی پیش‌بینی و برازش نماید (Feiziasl et al., 2010)، لذا به نظر می‌رسد داده‌های حاصل از این روش، در مقایسه با روش میانگین‌گیری بیشتر قابل اطمینان و استناد باشد. متوسط وزن ۱۰۰ دانه ارقام معرفی شده کیمیا و سنا در مناطق سرد و نیمه‌سرد کشور به ترتیب ۵ و ۶ گرم می‌باشد (Sabaghpour et al., 2013) که حد بهینه

به دست آمده از طریق خطوط مرزی تقریباً در میانگین این دو مقدار ۱۰۰ دانه قرار دارد. وزن ۱۰۰ دانه ارقام معرفی شده سپهر و بيله سوار در مناطق گرم و نیمه‌گرمسیری به ترتیب ۴/۱ و ۵/۷ گرم دارای دامنه بیشتری نسبت به ارقام کیمیا و سنا می‌باشند (Sabaghpour et al., 2016). این موضوع نشان می‌دهد اگرچه وزن ۱۰۰ دانه بالا از ویژگی‌های مهم عدس در تولید بیشتر عملکرد دانه و همچنین بازاریابی آن به شمار می‌آید، اما بر اساس بانک اطلاعاتی ۲۰ ساله در بین ارقام سازگار با شرایط دیم، تغییرات زیادی از لحاظ این ویژگی دیده نمی‌شود و میانگین وزن ۱۰۰ دانه ارقام معرفی شده عدس برای شرایط دیم ۵/۲ گرم می‌باشد. معمولاً ارقام دارای بذور درشت‌تر (وزن ۱۰۰ دانه بیشتر) در برابر تنش خشکی حساس‌ترند، زیرا تحت شرایط محدودیت رطوبت (خشکی) ژنوتیپ‌های دارای بذور ریز، بیشترین میزان جوانه‌زنی را در مقایسه با بذور درشت دارند. بنابراین ژنوتیپ‌های دارای وزن ۱۰۰ دانه بیشتر به دلیل آسیب‌پذیری بیشتر در مقابل تنش‌های محیطی مانند سرما و خشکی (تنش آبی) در جمعیت اصلاحی عدس هرگز به عنوان ارقام امیدبخش و کاندیدا برای معرفی انتخاب نمی‌شوند (Moradi et al., 2013; Ghassemi-Golezani et al., 2014). مطابق نتایج پژوهش‌های انجام گرفته، وزن ۱۰۰ دانه از اجزای عملکرد دانه عدس می‌باشد که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیط قرار می‌گیرد و مقدار ثابتی نیست (Pakbaz et al., 2014). عواملی مانند نوع رقم (Noor et al., 2019)، تاریخ کاشت (Mehraban, 2017)، تراکم بذر (Borah, 2006; Mahmoudi, 1996)، شرایط محیطی از لحاظ شدت تنش خشکی و وضعیت آبی گیاه (Panahyan-e-Kivi et al., 2009) و شرایط تغذیه‌ای (Ali et al., 2017) در تغییر و تعیین آن مؤثرند.

صفت تعداد روز از کاشت تا گلدهی در کل بانک اطلاعاتی دارای میانگین ۶۳ روز و دامنه ۳۴ تا ۱۰۳ روز با توزیع غیرنرمال بود. در این جامعه، تعداد روز از کاشت تا گلدهی ۵۰ درصد از ژنوتیپ‌ها بین ۵۷ تا ۶۹ روز و ۷۵ درصد ژنوتیپ‌ها دارای تعداد روز از کاشت تا گلدهی کمتر از ۶۹ روز بودند. بر این اساس، از کل جامعه مورد بررسی حدود ۲۵ درصد از ژنوتیپ‌ها تعداد روز از کاشت تا گلدهی کمتر از ۵۷ روز و ۲۵ درصد دارای تعداد روز از کاشت تا گلدهی بیش از ۶۹ روز (حداکثر تا ۱۰۳ روز) داشتند. حد بهینه این صفت در جامعه دارای عملکرد بالا ۶۲ روز و دامنه بهینه آن ۵۴ تا ۷۰ روز تعیین گردید (جدول ۱). با استفاده از روش خطوط مرزی، حد بهینه تعداد روز از کاشت تا گلدهی برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه عدس، ۵۵ روز تعیین شد. در این روش، برای

دستیابی به عملکردهای بیش از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار، دامنه تعداد روز از کاشت تا گلدهی ۳۸ تا ۹۳ روز محاسبه گردید (شکل ۱). مقایسه این اعداد نشان می‌دهد مقدار بهینه این صفت در روش میانگین‌گیری ۶/۶ روز (۱۲ درصد) بیشتر از روش خطوط مرزی است. این افزایش برای حد پایین دامنه بهینه نیز صادق بود، به طوری که روش میانگین‌گیری در دامنه پایین ۱۵/۲ روز بیشتر از روش خطوط مرزی اما در دامنه بالا ۲۳/۰ روز کمتر از خطوط مرزی آن را برآورد نمود. به بیان دیگر، دامنه بهینه برآوردشده برای تعداد روز از کاشت تا گلدهی از طرق خطوط مرزی ۳/۳ برابر گسترده‌تر از دامنه برآوردشده از طریق روش میانگین‌گیری است (جدول ۲). Azizi-Chakherchaman et al, (2010) با مطالعه بر روی ۱۳ ژنوتیپ عدس دیم بهاره در منطقه اردبیل، تعداد روز از کاشت تا گلدهی را ۶۲ تا ۷۳ روز تعیین کردند. Mahmoudi (2006) اثر تاریخ کاشت بر روی تعداد روز از کاشت تا گلدهی را در شیروان خراسان شمالی معنی‌دار گزارش کرد و در کشت های بهاره (به طور میانگین ۶۷ روز) این صفت حدود ۱۳ روز در مقایسه با کشت انتظاری (به طور میانگین ۵۴ روز) بیشتر بود. Shobeiri (2018) در منطقه زنجان تعداد روز از کاشت تا گلدهی را برای دو ژنوتیپ عدس بهاره ۴۷ و ۴۸ روز گزارش کرد. مقایسه این اعداد با حد و دامنه بهینه به دست آمده از دو روش میانگین‌گیری و خطوط مرزی نشان می‌دهد تعداد روز از کاشت تا گلدهی در ایستگاه‌های تحقیقات اردبیل (اختلاف صفر تا ۱۱ روز) و شیروان (اختلاف ۵ روز) به حد بهینه روش میانگین‌گیری و در ایستگاه تحقیقات زنجان (با اختلاف ۷ روز) به روش خطوط مرزی نزدیک‌تر می‌باشد، اما نتایج هر سه ایستگاه تحقیقات اردبیل، شیروان و زنجان در داخل دامنه بهینه تعیین شده از طریق روش خطوط مرزی قرار دارند. در حالی که نتایج Shobeiri (2018) کمتر از دامنه پایین روش میانگین‌گیری می‌باشد، اما نتایج هر سه پژوهش ارائه شده، در داخل دامنه بهینه روش خطوط مرزی قرار گرفتند که این می‌تواند یکی از دلایل سازگاری بهتر روش خطوط مرزی با بانک اطلاعاتی و ارقام معرفی شده باشد.

زمان گلدهی یکی از مراحل کلیدی در توسعه گیاه می‌باشد که در آن گیاه تولید دانه را آغاز می‌کند و در مقابل تنش‌ها آسیب‌پذیرتر است. شروع مرحله گلدهی از طریق عوامل ژنتیکی گیاه القا می‌شود و در گیاه عدس بیشتر تحت تأثیر محرک محیطی طول روز می‌باشد. بر این اساس، قرار گرفتن گیاه در اقلیم‌ها، فصول، تاریخ‌های کاشت و همچنین ارتفاع از سطح دریای مختلف باعث پاسخ متفاوت گیاه به زمان گلدهی می‌شود (Kahriman et al., 2015; Yuan et al, (2017).

بیان داشتند که تعداد روز از کاشت تا گلدهی تحت تأثیر ژنوتیپ و نور محیط (کیفیت نور) می‌باشد. Roberts et al, (1986) نور و دما را از عوامل اصلی گلدهی در عدس می‌دانند. تاریخ گلدهی از ویژگی‌های مهم گیاهان لگوم در سازگاری و تولید در محیط‌هایی با تنش خشکی و دمای بالای آخر فصل و همچنین محیط‌هایی با طول فصل رویشی کوتاه می‌باشد. در چنین شرایطی گلدهی زود هنگام باعث افزایش تولید گیاهان زراعی مانند نخود و عدس می‌شود (Kahriman et al., 2015). Sehgal et al, (2017) نیز به این نتیجه رسیدند که تنش گرمایی و خشکی باعث کاهش معنی‌دار تعداد روز از کاشت تا گلدهی در عدس می‌شود. نتایج نمودار پراکنش تعداد روز از کاشت تا گلدهی و عملکرد دانه عدس در پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد ژنوتیپ‌هایی که دارای تعداد روز از کاشت تا گلدهی بیش از ۵۵ روز می‌باشند، عملکرد دانه آن‌ها نیز به تدریج کاهش می‌یابد (شکل ۱). مطابق بانک اطلاعاتی ۲۰ ساله، با فرض معرفی ارقامی با عملکردهای بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، ژنوتیپ‌هایی می‌توانند به عنوان کاندیدا انتخاب شوند که تعداد روز از کاشت تا گلدهی آن‌ها بین ۴۲ تا ۸۴ روز باشد. از سوی دیگر، با گذشت هر یک روز از حد بهینه این صفت (۵۵ روز)، مقدار عملکرد دانه عدس در خط مرزی (سمت راست) به میزان ۱۱۹ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌یابد، در حالی که این کاهش در تعداد روزهای کمتر از حد مطلوب برای هر روز، ۳۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. به بیان دیگر، افزایش تعداد روز از کاشت تا گلدهی در عدس دیم از حد بهینه، حدود چهار برابر بیشتر از کاهش آن باعث افت عملکرد دانه می‌شود و این امر، اثر منفی افزایش تعداد روز از کاشت تا گلدهی را بر عملکرد دانه عدس دیم در مناطق سرد و نیمه سرد نشان می‌دهد که با نتایج دیگران در خصوص وجود رابطه منفی بین تعداد روز از کاشت تا گلدهی با عملکرد دانه در عدس دیم کاملاً مطابقت دارد (Vaezi, 2015; Kahriman et al., 2015; Ghanem et al., 2017; Rahimi et al., 2017).

نتایج بررسی در مورد صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک نشان داد که دامنه داده‌ها از ۶۷ تا ۱۲۷ روز با میانگین ۹۳ روز بود. در این بانک اطلاعاتی، ۵۰ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک بین ۸۴ تا ۱۰۰ روز بوده و در ۷۵ درصد از آن‌ها این صفت کمتر از ۱۰۰ روز به ثبت رسیده بود. حد بهینه تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در جامعه دارای عملکرد بالا ۹۳ روز با دامنه بهینه ۸۵ تا ۱۰۰ روز تعیین شد (جدول ۱). بررسی این صفت با روش خطوط مرزی نیز نشان داد که این

حد برابر ۹۳ روز است (شکل D۱) که این مقدار دقیقاً مشابه با حد بهینه تعیین شده از روش میانگین‌گیری بود. به‌منظور دستیابی به عملکردهای بیش از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار، دامنه بهینه با استفاده از روش خطوط مرزی ۷۲ تا ۱۱۷ روز برآورد شد که در حد پایین ۱۳ روز کمتر از روش میانگین‌گیری و در حد بالا ۱۷ روز بیشتر از روش یادشده بود. مطابق این نتایج، دامنه به‌دست‌آمده از روش خطوط مرزی سه برابر گسترده‌تر از روش میانگین‌گیری است (جدول ۲). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد اگرچه عدس برای شروع مراحل زایشی نیاز به دمای بالاتری (بیش از ۱۸ درجه سانتی‌گراد) دارد، اما یکی از استراتژی‌های مهم این گیاه در مکان‌هایی که با کمبود آب و دمای بالا مواجه هستند، فرار از خشکی از طریق شروع به گلدهی و ظهور غلاف زود هنگام و در نتیجه پیری زودرس و رسیدگی زود هنگام می‌باشد (Shrestha et al., 2006; Roy et al., 2012; Ghanem et al., 2017; Sehgal et al., 2017). گزارش کردند که بروز تنش خشکی در مرحله ۷۵ درصدی پُرشدن غلاف‌ها به مدت ۹ تا ۲۸ روز تعداد روز از کاشت تا رسیدگی را کاهش می‌دهد، در حالی که با وقوع تنش گرمایی در این مرحله، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی ۴۰ تا ۵۷ روز و با تلفیق این دو تنش (خشکی و گرما) به‌طور همزمان ۵۰ تا ۷۴ روز کاهش یافت. این نتایج نشان می‌دهد اولاً تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در عدس، علاوه بر این که تحت تأثیر ژن‌ها قرار دارد، به تنش خشکی و گرمای آخر فصل نیز بستگی دارد که تا حدودی می‌توان با تنظیم تاریخ کاشت آن را کنترل کرد. ثانیاً در دیمزارهای سرد و نیمه‌سرد ایران که مرحله زایشی عدس مصادف با تنش‌های خشکی و گرمای آخر فصل می‌باشد، گیاه به‌منظور فرار از این تنش‌ها زودرس‌تر می‌شود. بر این اساس، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی، رشد خود را تسریع نموده و زودتر به مرحله زایشی برسند، بر اساس مکانیزم فرار از تنش، عملکرد بالایی را تولید خواهند کرد و برعکس، با افزایش تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در چنین شرایطی، عملکرد دانه عدس به شدت کاهش می‌یابد و بین این دو ویژگی همبستگی منفی وجود دارد (Amanullah & Hatam, 2000; Tadesse et al., 2014) که با نتایج پژوهش حاضر در محدوده بیش از حد بهینه (۹۳ روز) کاملاً مطابقت دارد، در حالی که در شرایط بدون تنش خشکی و گرمایی این همبستگی مثبت گزارش شده است (Bicer et al., 2008; Hussan et al., 2018).

دامنه تغییرات ثبت شده برای صفت طول دوره پُرشدن دانه عدس دیم در بانک اطلاعاتی ۱۱ تا ۵۳ روز با میانگین ۲۸ روز بود. حدود ۵۰ درصد از ژنوتیپ‌های بهاره در بخش میانی

این جامعه دارای طول دوره پُرشدن دانه بین ۲۸ تا ۳۲ روز و ۲۵ درصد با طول دوره پُرشدن دانه بیشتر از ۳۲ روز و ۲۵ درصد بقیه کمتر از ۲۸ روز قرار داشتند (جدول ۱). به‌منظور دستیابی به عملکردهای بیش از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار، حد بهینه دوره پُرشدن دانه ۳۱ روز با دامنه بهینه ۲۵ تا ۳۶ روز تعیین گردید (جدول ۲)، در حالی که در روش خطوط مرزی حد بهینه برای دستیابی به حداکثر عملکرد ۳۴ روز و دامنه بهینه برای دستیابی به عملکردهای بیش از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار ۱۴ تا ۵۳ روز برآورد شد (شکل E۱ و جدول ۲). مقایسه این اعداد نشان می‌دهد مقدار بهینه طول دوره پُرشدن دانه در روش خطوط مرزی ۳ روز (۱۰ درصد) بیشتر از روش میانگین‌گیری است، در حالی که در دامنه پایین حد بهینه، روش میانگین‌گیری ۱۱ روز بیشتر و در دامنه بالا ۱۷ روز کمتر از روش خطوط مرزی برآورد شد. همچنین همانند صفات پیشین، گستره دامنه بهینه در روش خطوط مرزی ۳/۴ برابر بیشتر از روش میانگین‌گیری بود (جدول ۲). طول دوره پُرشدن رقم سپهر و کیمیا به ترتیب ۳۶ و ۳۸ روز می‌باشد (Sabaghpour et al., 2013). Sabaghpour et al., (2016) با ارزیابی ۱۶ لاین پیشرفته و ارقام بیل‌سوار و کیمیا در ۱۹ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم از جمله ایستگاه‌های مناطق سرد و نیمه‌سرد مورد بررسی در پژوهش حاضر، طول دوره پُرشدن دانه را بین ۳۵ تا ۴۱ روز گزارش کردند. مقایسه این اعداد با حد بهینه تعیین شده از طریق خطوط مرزی و میانگین‌گیری نشان می‌دهد که اولاً طول دوره پُرشدن دانه تمامی ارقام و لاین‌های یادشده (با میانگین ۳۷ روز) بیشتر به حد بهینه خطوط مرزی نزدیک‌تر (با میانگین اختلاف ۳ روز) می‌باشند. ثانیاً طول دوره پُرشدن دانه در تمامی لاین‌ها و ارقام در داخل حدود بهینه روش خطوط مرزی (۱۴ تا ۵۳ روز) قرار دارند، در حالی که طول دوره پُرشدن رقم کیمیا و رقم بیل‌سوار (۴۱ روز) خارج از دامنه بهینه روش میانگین‌گیری (۲۵ تا ۳۶ روز) می‌باشند، در صورتی که تمامی این اعداد در دامنه بهینه روش خطوط مرزی قرار دارند. بنابراین استنباط می‌شود که روش خطوط مرزی کارایی نسبتاً بهتری در پیش‌بینی و ارزیابی ژنوتیپ‌های عدس دیم در مورد صفت طول دوره پُرشدن دانه در مقایسه با روش میانگین‌گیری دارد. طول دوره پُرشدن دانه یکی از صفات مهم اصلاحی در عدس به‌شمار می‌آید که مورد توجه پژوهشگران در مراکز تحقیقاتی مختلف از جمله ایکاردا است (Shrestha et al., 2006). با توجه به این که گیاه عدس در طول دوره زایشی نیاز به نیتروژن و تثبیت بیشتر آن دارد، لذا ژنوتیپ‌هایی که از طریق تثبیت نیتروژن نیاز بیشتری از این عنصر را در اوایل پُرشدن دانه تامین می‌کنند، ژنوتیپ‌های موفق بوده و عملکرد زیستی و دانه بیشتری نیز تولید می‌نمایند، در حالی که در

در مورد صفات تعداد روز از کاشت تا گلدهی، ارتفاع بوته و طول دوره پرشدن دانه نتایج حاصل از برآورد دو روش خطوط مرزی و میانگین‌گیری تفاوت دارد. انجام آزمون t برای حد بهینه صفات نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دو روش وجود ندارد ($t=0.12^{ns}$). همچنین دامنه بهینه تعیین شده برای صفات در هر دو روش کاملاً متفاوت بود. در تمامی صفات مورد بررسی دامنه به‌دست‌آمده در روش خطوط مرزی به‌طور میانگین سه برابر گسترده‌تر از روش میانگین‌گیری بود. کمترین گستردگی با دو برابر مربوط به وزن ۱۰۰ دانه و بیشترین آن (۳/۴ برابر) متعلق به طول دوره پرشدن دانه بود (جدول ۲). انجام آزمون t نیز نشان داد در برآورد حد پایین دامنه بهینه تفاوت دو روش در سطح احتمال پنج درصد ($t=0.3.4^*$)، در حد بالا این تفاوت در سطح احتمال یک درصد ($t=4.5^{**}$) و در دامنه بهینه در سطح احتمال ۵ درصد ($t=4.1^*$) از لحاظ آماری معنی‌دار بود. بنابراین به استثنای حد بهینه صفات که تفاوت معنی‌داری در برآورد دو روش وجود نداشت، در دامنه بهینه این صفات برآوردها از لحاظ آماری متفاوت بودند. با توجه به این که یکی از مزایای استفاده از خطوط مرزی توجه به روند تغییرات واقعی داده‌ها در بانک اطلاعاتی است، لذا حد و دامنه بهینه تعیین شده با استفاده از این روش دقیق‌تر و واقعی‌تر از روش میانگین‌گیری از بانک اطلاعاتی می‌باشد و بیشتر با حد و دامنه بهینه ارقام معرفی شده منطبق است. (Feiziasl *et al.*, 2003) این نتیجه را برای صفات مختلف در بانک اطلاعاتی گندم دیم در مناطق سرد و نیمه‌سرد و (Sadeghzadeh-Ahari *et al.*, 2020) آن را در بانک اطلاعاتی نخود دیم در مناطق سرد گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر کاملاً مطابقت دارد.

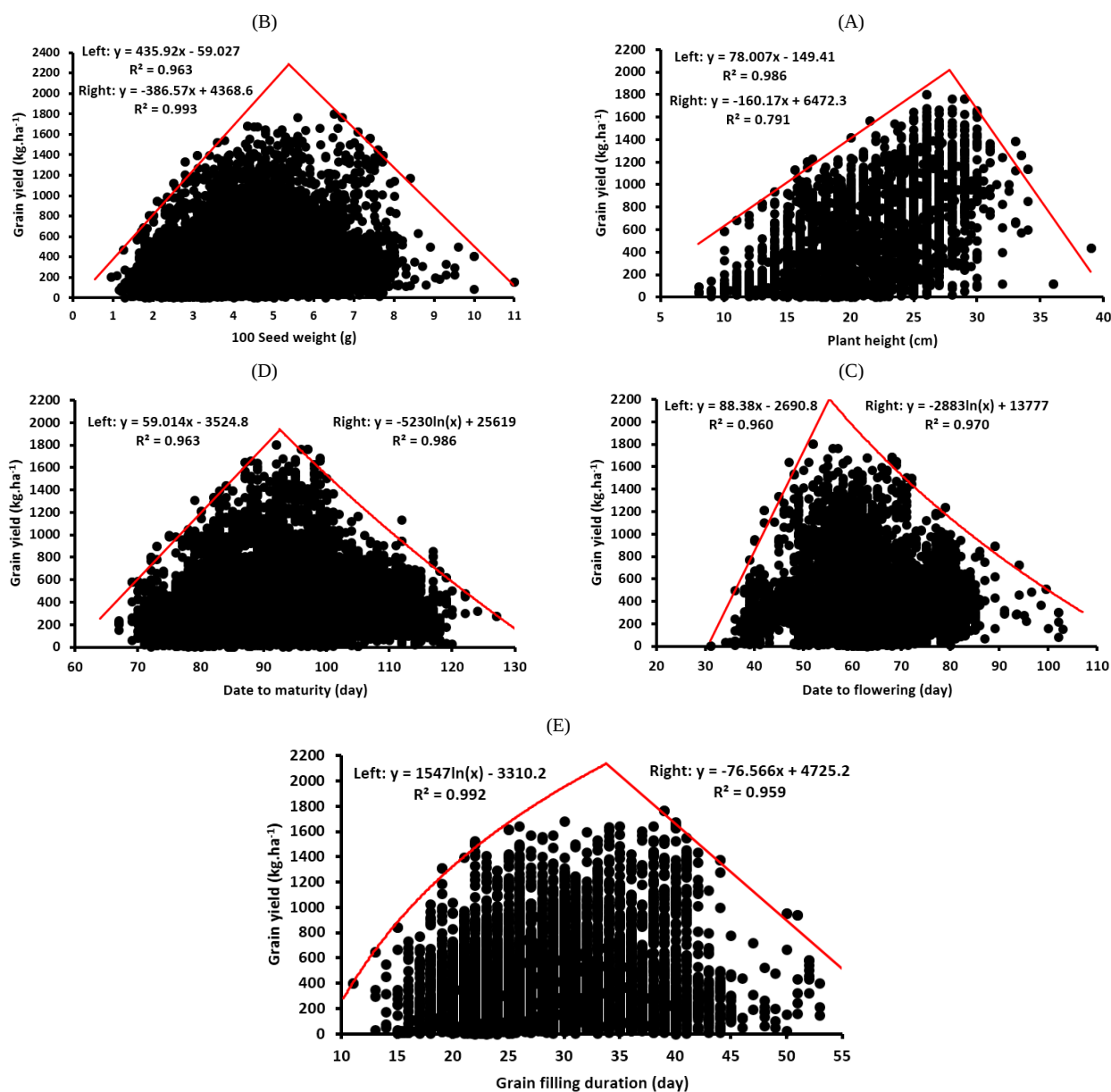
بررسی روابط بین صفات گیاهی در دو جامعه دارای عملکرد بالا و پایین

رابطه بین صفات گیاهی در جامعه دارای عملکرد بالا از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد صفات تعداد روز از کاشت تا گلدهی و تا رسیدگی فیزیولوژیک به‌صورت مثبت و معنی‌دار در مؤلفه اول با توجه ۳۵/۵ درصد از کل تغییرات بانک اطلاعاتی و ۸۳ درصد از تغییرات مؤلفه اول در جهت مخالف با عملکرد دانه قرار گرفتند. یعنی با افزایش این دو صفت، عملکرد دانه عدس دیم کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که دو صفت طول دوره پرشدن دانه و ارتفاع بوته هر دو به‌صورت مثبت و معنی‌داری ۲۱ درصد از تغییرات مؤلفه دوم و ۶۷ درصد از تغییرات کل بانک اطلاعاتی را توجیه کرده و تقریباً ارتباطی با عملکرد دانه ندارند.

مراحل بعدی پرشدن دانه (نهایی) به دلیل کاهش شدید تثبیت نیتروژن در شرایط دیم (تنش خشکی) تأمین نیتروژن مورد نیاز دانه از اندام‌های پایینی از طرق مکانیسم انتقال مجدد انجام می‌گیرد. بنابراین وقوع تنش رطوبتی در دوره پرشدن دانه یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش طول دوره پرشدن دانه و در نهایت عملکرد عدس می‌باشد (Kumar *et al.*, 2013). همچنین علاوه بر تنش خشکی و کمبود رطوبت خاک، وقوع دماهای بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد نیز در این دوره منجر به کاهش شدید طول دوره پرشدن دانه و عملکرد دانه در این گیاه می‌شود (Gulmezoglu & Kayan, 2011). به طوری که تحقیقات Delahunty *et al.*, (2018) نشان داد، وقوع دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج روز با دمای شبانه ۲۵ درجه سانتی‌گراد، علاوه بر کاهش دوره پرشدن دانه باعث کاهش ۴۵ درصدی عملکرد دانه در عدس شد. (Gaur *et al.*, 2014) معتقدند تنش‌های خشکی و دمای بالا توأمأ باعث کاهش ۵۰ درصدی سالیانه محصول حبوبات در سطح جهانی شده است. بر خلاف تنش‌های یادشده که منجر به کاهش طول دوره پرشدن دانه در عدس می‌شوند، با استفاده از برخی عوامل مانند آبیاری تکمیلی و تأمین بهینه عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن (و فسفر) در شرایط دیم می‌توان طول دوره پرشدن دانه و در نتیجه عملکرد دانه ارقام مختلف عدس را بهبود بخشید (Panahyan-e-Kivi *et al.*, 2009; Hazeri Niri *et al.*, 2010; Gulmezoglu & Kayan, 2011). در شرایط بدون تنش خشکی، گیاه از طول دوره رشد بالاتری برخوردار است و تجمع مواد پرورده در آن بیشتر است که در نهایت باعث افزایش طول دوره پرشدن دانه، وزن نهایی دانه و افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود (Mansourifar *et al.*, 2012). لازم به ذکر است که با طولانی شدن بیش از حد دوره پرشدن دانه، وزن نهایی دانه و عملکرد دانه کاهش می‌یابد. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که در طول دوره پرشدن‌های بیش از ۳۴ روز (و کمتر از آن) عملکرد دانه عدس دیم به شدت کاهش می‌یابد، به طوری که در طول دوره پرشدن‌های کمتر از ۳۴ روز نیز چنین اتفاقی رخ می‌دهد، اما مقدار کاهش عملکرد دانه در مقادیر بیشتر از ۳۴ روز به ازای هر روز بیشتر، ۷/۲ برابر بیشتر از مقادیر کمتر از حد بهینه می‌باشد (شکل ۱E).

مقایسه دو روش میانگین‌گیری و خطوط مرزی در تعیین حد و دامنه بهینه صفات گیاهی

مقایسه حد بهینه صفات گیاهی به‌دست‌آمده از دو روش خطوط مرزی و میانگین‌گیری از جامعه دارای عملکرد بالا نشان داد تفاوت در دو روش برای صفات وزن ۱۰۰ دانه کم و برای تعداد روز از کاشت تا رسیدگی دقیقاً مشابه با هم می‌باشد، اما



شکل ۱- نمودار پراکنش عملکرد دانه با ارتفاع بوته (A)، وزن ۱۰۰ دانه (B)، تعداد روز از کاشت تا گلدهی (C)، تعداد روز از کاشت تا

رسیدگی (D) و طول دوره پرشدن دانه (E) ژنوتیپ‌های عدس بهاره دیم در مناطق سرد ایران

Fig. 1. Scatter diagrams of grain yield with plant height (A), plant 100-seed weight (B), planting date to flowering (C), planting date to maturity (D) and grain filling duration (E) of dryland spring lentil genotypes under cold areas of Iran

جدول ۱- مشخصات عمومی ژنوتیپ‌های مورد بررسی عدس دیم در بانک اطلاعاتی و گروه‌های داری عملکرد بالا و پائین
Table 1. Optimal levels of lentil genotypes agronomic characteristics using averaging and boundary lines methods

جمعیت Population	صفت Trait	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	میانگین Mean	انحراف معیار SD	چارک اول Quarter1	میان Median	چارک سوم Quarter3	چولگی Skewness
کل بانک اطلاعاتی All data	Plant height (cm)	8.0	39.0	20.5	3.8	18.0	20.0	23.0	0.14**
	100 Seed weight (g)	1.1	11.0	4.7	1.4	3.7	4.7	5.7	0.07*
	Date flowering (day)	34.0	103.0	63.0	9.4	57.0	62.0	69.0	0.09**
	Date maturity (day)	67.0	127.0	92.6	10.9	84.0	92.0	100.0	0.22**
	Grain filling duration (day)	11.0	53.0	28.3	6.1	24.0	28.0	32.0	0.55**
جامعه دارای عملکرد بالا High yielding	Grain yield (kg/ha)	20.0	1802.0	396.0	299.8	177.0	319.0	535.6	1.39**
	Plant height (cm)	12.0	34.0	23.7	4.0	18.0	24.0	23.0	-0.25**
	100 Seed weight (g)	1.9	8.4	4.9	1.2	3.7	4.8	5.7	0.31**
	Date flowering (day)	39.0	94.0	62.0	8.3	57.0	61.0	69.0	0.48**
	Date maturity (day)	72.0	117.0	92.6	7.5	84.0	93.0	100.0	0.07ns
جامعه دارای عملکرد پائین Low yielding	Grain filling duration (day)	15.0	51.0	30.7	5.8	24.0	30.0	32.0	0.17*
	Grain yield (kg/ha)	1425	1802	1566.3	100.8	1491	1540	1640	0.64ns
	Plant height (cm)	8.0	39.0	20.0	3.5	18.0	20.0	22.0	0.03ns
	100 Seed weight (g)	1.1	11.0	4.7	1.4	3.6	4.6	5.7	0.06ns
	Date flowering (day)	34.0	103.0	63.2	9.6	57.0	62.0	70.0	0.04ns
جامعه دارای عملکرد پائین Low yielding	Date maturity (day)	67.0	127.0	92.6	11.3	83.8	92.0	100.0	0.22**
	Grain filling duration (day)	11.0	53.0	27.9	6.1	23.0	27.0	31.0	0.65**
	Grain yield (kg/ha)	20.0	700.0	299.2	171.1	158.0	277.0	425.9	0.41**

ns: no significant, * and **significant at $P<0.05$ and $P<0.01$, respectively.
معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۲- حد و دامنه بهینه برخی از صفات زراعی عدس دیم با استفاده از روش میانگین‌گیری و خطوط مرزی
Table. 2. Optimal levels of lentil agronomic characteristics using averaging and boundary lines methods

صفت Trait	روش میانگین‌گیری Averaging method			روش خط مرزی Boundary line method			اختلاف حد بهینه دو روش Optimal difference of two methods
	دامنه بهینه Optimum levels	حد بهینه Optimum level	دامنه بهینه Optimum levels	ضریب تغییرات C.V.%	انحراف معیار S.D.	حد بهینه Optimum level	
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	23.7	4.0	16.7	19.8-27.7	27.8	10.9-36.0	4.1
وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 Seed weight (g)	4.9	1.2	25.0	3.6-6.1	5.4	4.5-9.5	0.5
تعداد روز از کاشت تا گلدهی (روز) Date flowering (day)	62.0	8.3	13.5	53.6-70.3	55.4	38.4-93.3	6.6
تعداد روز از کاشت تا رسیدگی (روز) Date maturity (day)	92.6	7.5	8.0	85.2-100.1	92.6	71.6-117.3	0.0
طول دوره پرشدن دانه (روز) Grain filling duration (day)	30.7	5.8	18.8	24.9-36.4	33.8	13.6-52.6	3.1

تعداد روز از کاشت تا گلدهی (بیشترین همبستگی منفی با عملکرد دانه) و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در مناطق سرد و نیمه‌سرد استفاده نمایند (شکل A۲). بررسی در جامعه دارای عملکرد پایین همانند جامعه دارای عملکرد بالا نشان داد که دو صفت تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک با توجیه حدود ۳۲ درصد از تغییرات در مؤلفه اول قرار دارند. در مؤلفه دوم طول دوره پرشدن دانه با توجیه ۱۸/۷ درصد این مؤلفه و در مؤلفه سوم نیز عملکرد دانه با توجیه ۱۷/۰ درصد از تغییرات این مؤلفه قرار داشت (جدول ۳ و شکل B۲). ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه از صفاتی هستند که به ترتیب در مؤلفه‌های جداگانه بعدی قرار گرفتند، اما به دلیل پایین بودن مقدار ارزش ویژه آن‌ها (کمتر از یک)، نتایج این مؤلفه‌ها در جدول ۳ قید نشده است. مطابق این نتایج، در جامعه دارای عملکرد پایین که از اهمیت چندانی برای اصلاحگران عدس در مناطق دیم در مقایسه با جامعه عملکرد بالا برخوردار نمی‌باشد، عملکرد دانه با صفات تعداد روز از کاشت تا گلدهی و سپس تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی مثبت و با ارتفاع بوته، طول دوره پرشدن دانه و سپس وزن ۱۰۰ دانه همبستگی منفی داشت (شکل B۲).

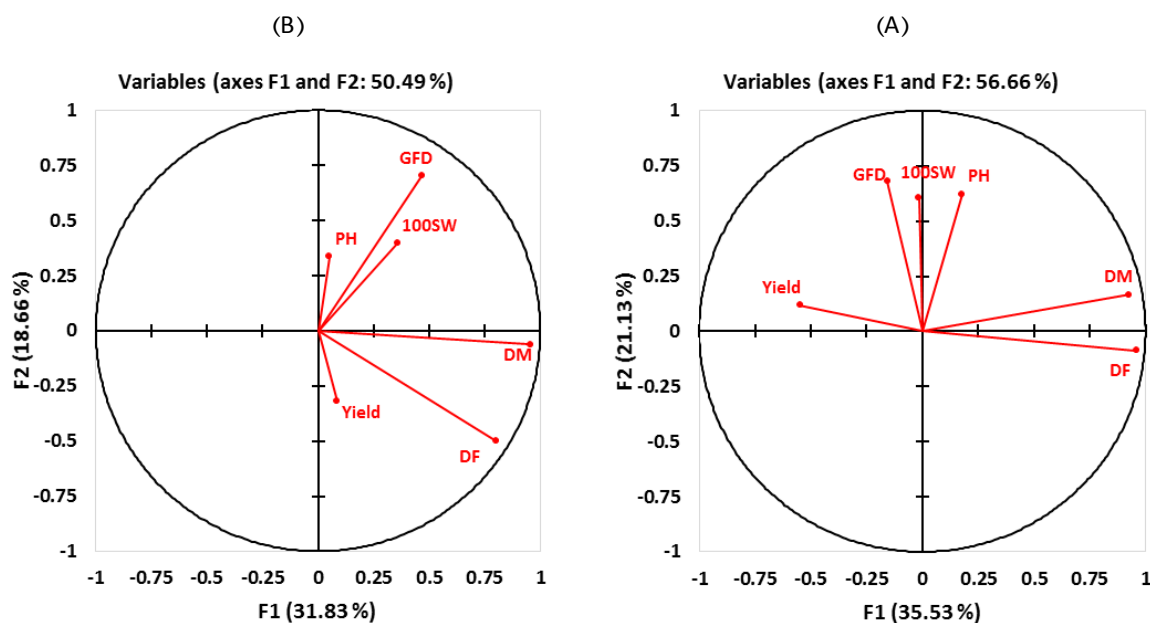
نکته جالب این‌که عملکرد دانه در جامعه دارای عملکرد بالا، در هیچ یک از این مؤلفه‌ها قرار نگرفت و به تنهایی مستقلاً در مؤلفه سوم با توجیه ۱۶/۶ درصد از تغییرات مؤلفه سوم جای داشت که به دلیل پایین بودن مقدار ارزش ویژه آن (کمتر از یک) این مؤلفه از لحاظ آماری قابل انتخاب و بحث نیست (جدول ۳ و شکل A۲). وزن ۱۰۰ دانه عدس نیز مستقلاً در مؤلفه چهارم با توجیه ۱۴/۵ درصد از تغییرات این مؤلفه قرار دارد و ارزش ویژه آن هم علامت با عملکرد دانه بود و به دلیل پایین بودن مقدار ارزش ویژه آن (کمتر از یک) این مؤلفه نیز از لحاظ آماری قابل انتخاب و بحث نیست و به همین دلیل در جدول (۳) اطلاعات آن قید نشده است. این نتایج نشان می‌دهد وزن ۱۰۰ دانه عدس دیم تنها اعتبار تجاری و بازارپسندی دارد و عاملی نیست که اصلاحگران عدس دیم بتوانند از آن به‌عنوان صفت اصلی در گزینش ارقامی با عملکرد بالا استفاده نمایند. Sadeghzadeh-Ahari et al, (2020) چنین نتیجه‌ای را نیز در مورد وزن ۱۰۰ دانه نخود دیم گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر کاملاً مطابقت دارد.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در جامعه دارای عملکرد بالا نشان می‌دهد که اصلاحگران عدس دیم باید از دو صفت

جدول ۳- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، مقادیر ویژه و درصد‌های واریانس عامل‌های مشترک در دو جامعه دارای عملکرد بالا و پایین عدس دیم

Table 3. Principal component analysis, eigenvalues and variability of dryland lentil genotypes in high and low yielding groups

صفات Trait	عملکرد بالا High yield			عملکرد پایین Low yield		
	عامل اول First Factor	عامل دوم Second Factor	عامل سوم Third Factor	عامل اول First Factor	عامل دوم Second Factor	عامل سوم Third Factor
تعداد روز از کاشت تا گلدهی Date flowering	0.917	0.008	0.029	0.644	0.250	0.001
تعداد روز از کاشت تا رسیدگی Date maturity	0.857	0.028	0.003	0.910	0.004	0.020
طول دوره پرشدن دانه Grain filling duration	0.024	0.462	0.103	0.218	0.493	0.043
ارتفاع بوته Plant height	0.032	0.388	0.173	0.003	0.113	0.314
وزن ۱۰۰ دانه 100 Seed weight	0.001	0.368	0.032	0.127	0.158	0.173
عملکرد دانه Grain yield	0.301	0.014	0.387	0.008	0.102	0.473
مقادیر ویژه Eigenvalue	2.1	1.3	0.9	2.1	1.1	1.0
تغییرات (درصد) Variability (%)	35.5	21.1	16.6	31.8	18.7	17.0



شکل ۲- بای پلات عملکرد دانه و صفات زراعی عدس دیم در جامعه دارای عملکرد بالا (A) و پایین (B)
 Fig. 2. Biplot of grain yield agronomic traits of dryland lentil in high (A) and low (B) yielding groups
 PH: Plant height (ارتفاع بوته); DF: Date flowering (تعداد روز از کاشت تا گلدهی); DM: Date maturity (تعداد روز از کاشت تا رسیدگی);
 GFD: Grain filling duration (طول دوره پرشدن دانه); Yield: Grain yield (عملکرد دانه)

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، در تعیین صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک عدس دیم بهاره هر دو روش خطوط مرزی و میانگین‌گیری برآورد یکسانی داشتند و در مورد صفت وزن ۱۰۰ دانه تفاوت، کم بود. آزمون t نشان داد تفاوت معنی‌داری در برآورد حد بهینه توسط این دو روش وجود نداشت، اما دامنه بهینه صفات را خطوط مرزی با دامنه گسترده‌تری از ۲ تا ۳/۴ برابر (میانگین سه برابر) روش میانگین‌گیری برآورد نمود و از لحاظ آماری این برآوردها در

دامنه پایین و بالا تفاوت معنی‌داری داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد روش خطوط مرزی با توجه به این‌که روند کلی پراکنش داده‌ها را در بانک اطلاعاتی در نظر می‌گیرد، دقیق‌تر و بهتر از روش میانگین‌گیری حد بهینه و دامنه صفات را برآورد می‌نماید که این حد بسیار نزدیک به حد بهینه تعیین شده برای ارقام عدس دیم در مناطق سرد بود. در مجموع، علاوه بر وجود ارتباط منطقی بین صفات زراعی و عملکرد دانه عدس دیم، از این صفات می‌توان در انتخاب لاین‌ها و ارقام مناسب برای شرایط مورد بررسی استفاده نمود.

منابع

- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Ebdeshah, H., Kazemian, A., and Rafiee, M. 2019. Agricultural Statistics of Iran Cropping Year 2016-2017. Agronomy Production; Ministry of Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information Technology Center: Tehran, Iran. (In Persian).
- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Fazli Estabar, M., Hosseinpour, R., Kazemian, A., and Rafiee, M. 2016. Agricultural Statistics of Iran Cropping Year 2014-2015. Agronomy Production; Ministry of Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information Technology Center: Tehran, Iran. Pages 163. (In Persian).
- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hosseinpour, R., Ebdeshah, H., Kazemian, A., and Rafiee, M. 2017. Agricultural Statistics of Iran Cropping Year 2015-2016. Agronomy Production; Ministry of Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information Technology Center: Tehran, Iran. Pages 117. (In Persian).
- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hosseinpour, R., Hatami, F., Mohiti, Z., Fazli, B., Fazli Estabar, M., Kazemian, A., and Rafiee, M. 2015a. Agricultural Statistics of Iran Cropping Year 2014-2015. Agronomy Production; Ministry of Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information Technology Center: Tehran, Iran. Pages 156. (In Persian).
- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hosseinpour, R., Hatami, F., Fazli, B., Kazemian, A., and Rafiee, M. 2015b. Agricultural Statistics of Iran Cropping Year 2013-2014. Agronomy Production; Ministry of Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information Technology Center: Tehran, Iran. Pages 158. (In Persian).
- Ali, A., Ahmad, B., Hussain, I., Ali A., and Ali Shah, F. 2017. Effect of phosphorus and zinc on yield of lentil. Pure and Applied Biology 6(4):1397-1402.
- Amanullah, and Mir Hatam, 2000. Grain yield potential of lentils germplasm. Pakistan Journal of Biological Sciences 3: 1553-1555.
- Azizi-Chakherchaman, S., Mostafaei, H., Hasanpanah, D., Kazemiarbat, H., and Yarniya, M. 2010. Path coefficient analysis of yield and yield components in promising lentil (*Lens culinaris* L.) genotypes under dry land conditions. Agroecology Journal 5(4): 45-56.
- Bicer, B.T., and Sakar, D. 2008. Studies on variability of lentil genotypes in Southeastern Anatolia of Turkey. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 36(1): 20-24.
- Borah, U.K. 1996. Response of lentil genotypes to seed rates under rainfed conditions. Journal of Agricultural Science and Technology. North-East India 9(1): 92.
- Delahunty, A., Nuttall, J., Nicolas, M., and Brand, J. 2018. Response of lentil to high temperature under variable water supply and carbon dioxide enrichment. Crop and Pasture Science 69: 1103-1112.
- Ebrahimi, M., Bihamta, M., Hosseinzadeh, A., Khial Parast, F., and Golbashy, M. 2016. Evaluation of yield and yield components and some agronomic traits of white bean genotypes under Karaj climate. Agroecology 2(1): 129-135. (in Persian with English abstract).
- Erdoğan, C. 2015. Genetic characterization and cotyledon color in lentil. Chilean Journal of Agricultural Research 75(4): 383-389.
- Feiziasl, V., Alizadeh, K., Ansari, Y., Mousavi, B., and Ahmadpour Chenar, M. 2003. Application of crop properties balance index in wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding programs for cold dryland conditions. Seed and Plant Improvement Journal 19(2): 121-136. (In Persian with English abstract).

15. Feiziasl, V., Jafarzadeh, J., Amri, A., Ansari, Y., Mousavi, S.B., and Ahmadpour Chenar, M. 2010. Analysis of yield stability of wheat genotypes using new Crop Properties Balance Index (CPBI) method. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 38(1): 223-228. (In Persian with English abstract).
16. Gaur, P.M., Srinivasan, S., and Varshney, R.K. 2014. Drought and heat tolerance in chickpea. *Legume Perspectives* 3: 15-17.
17. Ghanem, M.E., Kibbou, F., Guiguitant, J., and Sinclair, T.R. 2017. Opportunities to improve the seasonal dynamics of water use in lentil (*Lens culinaris* Medik.) to enhance yield increase in water-limited environments. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 4: 22.
18. Ghassemi-Golezani, K., Ghadordoz-Jedi, A., and Zehtab-Salmasi, S. 2014. Effects of seed size and aging on field performance of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under different irrigation treatments. *Acta Agriculturae Slovenica* 103(2): 158-166.
19. Gomes, F.P. 1985. *Curso de estatística experimental*. São Paulo: Nobel 467 p.
20. Gulmezoglu, N., and Kayan, N. 2011. Dry matter and nitrogen accumulation during vegetative and grain filling of lentil (*Lens culinaris* Medic.) as affected by nitrogen rates. *Not Bot Horti Agrobot* 39: 196-202.
21. Hazeri Niri, H.H., Tobeh, A., Gholipouri, A., Zakaria, R.A., Mostafaei, H., and Jamaati-e-Somarin, S. 2010. Effect of nitrogen and phosphorus on yield and protein content of lentil in dryland condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 8: 185-188.
22. Hussan, S., Khuroo, N.S., Lone, A.A., Dar, Z.A., Dar, S.A., and Dar, M.S. 2018. Study of variability and association analysis for various agromorphological traits in lentil (*Lens culinaris* M.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(2): 2172-2175.
23. Kahriman, A., Temel, H., Aydogan, A., and Tanyolac, M.B. 2015. Major quantitative trait loci for flowering time in lentil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 39(4): 588-595.
24. Kanouni, H. 2003. Study of seed yield and some associated characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress conditions of Kurdistan. *Iranian Journal of Crop Science* 5(2):146-155. (In Persian with English abstract).
25. Khan, I.J., Hassan, Ihsanullah, G., and Khattak, A.I. 2007. Effect of wild oats (*Avena fatua*) densities and proportions on yield and yield components of wheat. *Journal of Agricultural and Biological Science* 2(1): 26-31.
26. Kumar, S.K., Barpete, S., Kumar, J., Gupta, P., and Sarker, A. 2013. Global lentil production: Constraints and strategies. *SATSA Mukhapatra - Annual Technical Issue* 17: 1-13.
27. Kumar, S., Hamweih, A., Manickavelu, A., Kumar, J., Sharma, T.R., and Baum, M. 2014. Advances in lentil genomics. In: S. Gupta, N. Nadarajan and D.S. Gupta (Eds.). *Legumes in Omics Era*. New York: Springer Science Business Media. p. 111-130.
28. Kumar, S., Rajendran, K., Kumar, J., Hamwieh, A., and Baum, M. 2015. Current knowledge in lentil genomics and its application for crop improvement. *Frontiers in Plant Science* 6: 78. doi: 10.3389/fpls.2015.00078.
29. Mahmoudi, A.A. 2006. Effect of sowing season and seeding density on grain yield in lentil (Local var. Robat) under dryland conditions in Northern Khorasan. *Iranian Journal of Crop Sciences* 3(8): 232-238. (In Persian with English abstract).
30. Mansourifar, C., Shaban, M., Ghobadi, M., and Sabaghpour, S. 2012. Study of grain filling in chickpea cultivars under drought stress and N fertilizer. *Iranian Journal of Field Crops Research* 10(3): 591-602. (In Persian with English abstract).
31. Mehraban, A. 2017. Evaluation of quality properties of lentil cultivars (*Lens culinaris* L.) in different sowing dates under rainfed condition. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 27(4): 107-119. (In Persian with English abstract).
32. Moradi, R., Alizadeh, Y., Nezami A., and Eshghizadeh, H.R. 2013. Study of lentil (*Lens culinaris* Medik.) seed size on germination and seedling properties in drought stress condition. *Iranian Journal of Field Crops Research* 11(3): 377-389. (In Persian with English abstract).
33. Ninou, E., Papathanasiou, F., Vlachostergios, D.N., Mylonas, I., Kargiotidou, A., Pankou, C., Papadopoulos, I., Sinapidou, E., and Tokatlidis, I. 2019. Intense breeding within lentil landraces for high-yielding pure lines sustained the seed quality characteristics. *Agriculture* 9: 175.
34. Noor, R., Khan, S.M., Ahmad, F., Hussain, M., Abdallah, E.F., Alqarawi, A.A., Hashem, A., and Aldubise, A. 2017. The morpho-agronomic characterization study of *Lens culinaris* germplasm under salt marsh habitat in Swat, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences* 24: 1639-1645.

35. Pakbaz, N., Barary M., Ashraf Mehrabi, A., and Hatami A. 2014. Effect of seed priming on growth and yield of lentil (*Lens culinaris* L.) genotypes under rainfed and supplemental irrigation conditions. International Journal of Biosciences 5(9): 131-139. (In Persian with English abstract).
36. Panahyan-e-Kivi, M., Ebadi A., Tobeh, A., and Jamaati-e-Somarin, Sh. 2009. Evaluation of yield and yield components of lentil genotypes under drought stress. Research Journal of Environmental Sciences 3: 456-460.
37. Rahimi, M.H., Houshmand, S., Khodambashi, M., Shiran, B., and Mohammadi, S. 2017. Evaluation of recombinant pure lines of lentil under drought stress. Journal of Crop Breeding 9(22) :82-97. (In Persian with English abstract).
38. Rahimi, M.H., Houshmand, S., Khodambashi, M., Shiran, B., and Mohammady, S. 2016. Effect of drought stress on agro-morphological traits of lentil (*Lens culinaris* Medik.) recombinant inbred lines. Bangladesh Journal of Agricultural Research 41(2): 207-219.
39. Rao, S.K., and Yadav, S.P. 1988. Genetic analysis of biological yield, harvest index and seed yield in lentil. Lens Newsletter 15: 3-5.
40. Roberts, E.H., Summerfield, R.J., Muehlbauer, F.J., and Short, R.W. 1986. Flowering in lentil (*Lens culinaris* Medic.): the duration of the photoperiodic inductive phase as a function of accumulated daylength above the critical photoperiod. Annals of Botany 58: 235-248.
41. Roy, C.D., Tarafdar, S., Das, M., and Kundagrami, S. 2012. Screening lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasms for heat tolerance. Trends in Biosciences 5: 143-146.
42. Sabaghpour, S., Pouralibaba, H., Mehreban, A., Mostefayee, H., Pezeskhpour, P., Kerimizadeh, R., Seyedi, F., Mahmoodi, A., Ferayedi, Y., Kamel, M., Alahyari, N., Baghdadi, H., and Shahab, M. 2016. Bilehsevar, a new large seed size and tolerance to fusarium wilt lentil cultivar for dryland condition of Iran. Research Achievements for Field and Horticulture Crops 5(1): 35-45. (In Persian with English abstract).
43. Sabaghpour, S.H., Seyedi, F., Mahmoodi, A.A., Safikhani, M., Pezeskhpour, P., and Rostemi, B. 2013. Kimiya, a new high yielding lentil cultivar for moderate cold and semi warm climate of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 29(1): 397-399. (In Persian with English abstract).
44. Sadeghzadeh-Ahari, D. 2016. Evaluation of yield and its components of two promising rain fed chickpea genotypes under autumn and hidden sowing at farmer fields. Research Achievements for Field and Horticulture Crops 4(2): 127-139. (In Persian with English abstract).
45. Sadeghzadeh-Ahari, D., Feiziasl, V., Kanouni, H., and Saeid, A. 2020. Evaluation of crop traits range of dryland chickpea (*Cicer arietinum* L.) in cold areas of Iran. Iranian Journal Pulses Research 11(2): (In Persian with English abstract).
46. Sehgal, A., Sita, K., Kumar, J., Kumar, S., Singh, S., Siddique, K.H.M., and Nayyar, H. 2017. Effects of drought, heat and their interaction on the growth, yield and photosynthetic function of lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes varying in heat and drought sensitivity. Frontiers in Plant Science 8: 1776.
47. Shobeiri, S. 2018. Evaluation of grain yield of lentil (FLIP 96-59L) promising line in field conditions. Journal of Dryland Pulses Extension 1(1): 29-36. (In Persian).
48. Shrestha, R., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Turner, D.W., and Speijers, J. 2006. A water deficit during pod establishment in lentils reduces flower and pod numbers but not seed size. Australian Journal of Agricultural Research 57: 427-438.
49. Sumner, M.E. 1977. Effect of corn leaf sampled on N, P, K, Ca and Mg content and calculated DRIS indices. Communications in Soil Science and Plant Analysis 8(3): 269-230.
50. Tadesse T., Leggesse, T., Mulugeta, B. and Sefera, G. 2014. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasm in the highlands of Bale, Ethiopia. International Journal of Biodiversity and Conservation 6(1): 115-120.
51. Vaezi, S. 2015. Evaluation drought resistance of some lentil genotypes in Ardabil region. Applied Field Crops Research 28(3): 43-52. doi: 10.22092/aj.2015.106711.
52. Walworth, J.L., Letzsch, W.S., and Sumner, M.E. 1986. Use of boundary lines in establishing diagnostic norms. Soil Science Society of America Journal 50: 123-128.
53. Yuan, H.Y., Saha, S., Vandenberg, A., and Bett, K.E. 2017. Flowering and growth responses of cultivated lentil and wild lens germplasm toward the differences in red to far-red Ratio and photosynthetically active radiation. Frontiers in Plant Science 8: 386.



Identification and selection of superior dryland Lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes using boundary lines in Iran cold areas

Feiziasl^{1*}, Vali; Sadeghzadeh-Ahari², Davood; Mahmoudi³, Ali Akbar; and Shobeiri⁴, Seyyedeh Soodabeh

1. Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran; vfeiziasl@yahoo.com
2. Associate Professor, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran; dsadeghzade@yahoo.com
3. Scientific Member, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran; aampira@yahoo.com
4. Assistant Professor, Zanzan Agricultural and Natural Resources Research, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Zanzan, Iran; s.shobeiri@yahoo.com

The Dates:

Received: 3 July 2021; Revised: 19 February 2022
Accepted: 16 June 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Feiziasl, V., Sadeghzadeh-Ahari, D., Mahmoudi, A.A., and Shobeiri, S.S. 2022. Identification and selection of superior dryland Lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes using boundary lines in Iran cold areas. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 20-36. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2106-1009

Introduction

Pulse crops play important role in supplying human food needs. Lentil (*Lens culinaris* Medik.) is probably the oldest grain legume to be domesticated and one of the most important pulse crops worldwide due its nutritional characteristics. Lentil is an integral part of dryland agriculture, mainly because of its ability to thrive comparatively well under water-limiting environments. As a result, the crop which provides protein-rich food and animal feed is largely grown under rainfed conditions. The major lentil producing countries are India, Canada, Turkey, USA, Nepal, Australia, Syria, China, Bangladesh, Iran, etc. Iran ranked fourth in area after India, Turkey and Canada and ninth in the production. The aim of any breeding program working for unpredictable and rainfed environments is to develop varieties with high and stable yields. Breeders take advantage of the selection for several traits to achieve maximum economic yield. The selection of genotypes based on indices using yield components was used by breeders for a long time. Breeders believe that obtaining a linear function for measurable traits could lead the selection of genotypes with better genetic values, but a need to include economic value and weights in this function express by many researchers. Simultaneous selection using characteristics with important and heritable economic values is more effective. Crop yield is a function of multiple variables inter-related to each other and can not be defined only by a single-variable equation. One of the most effective of these methods is boundary lines. Feiziasl *et al* (2003 and 2010) used this method for the first time to determine the optimum levels of plant (dryland wheat) characteristics and yield stability analysis. In this paper, "Boundary Lines" and averaging methods and are used to determine optimum levels for some traits of dryland lentil in cold areas.

Materials and Methods

More than 8300 data for each trait were collected from national and international trials conducted under rainfed conditions in Maragheh, Zanzan, Ardabil and Shirvan (North Khorasan Province) DARI experiment stations 20 years (1996-2016). The traits considered in the analysis were: days to heading, days to physiological maturity, grain filling period, plant height, 100 seed weight and grain yield. The Excel software was used to develop a scatter diagram showing the relationship between each trait with grain yield

* Corresponding Author: vfeiziasl@yahoo.com

in each location. Two methods were used to determine the optimum value for a given characteristic. One is based on the boundary lines method where the maximum grain yield and the optimum value for the trait considered coincide with the crossing point of the two boundary lines. "Boundary Lines" method was used to determine the maximum limits of each crop characteristic. The scatter diagram is surrounded by two regression lines, one on the left and the other on the right called boundary lines. Then Maximum yield is obtained at the intersection of both boundary lines. The other approach, called averaging method, is based on subdividing the data into two groups: high and low yielding groups.

Results and Discussion

The boundary lines method allowed the determination of optimum levels for days to flowering, days to physiological maturity, duration of grain filling, plant height and 100 seed weight which were 55.4 days, 92.6 days, 33.8 days, 27.8 centimeters and 5.4 grams, respectively. By averaging of high yielding group method optimums for days to flowering, days to physiological maturity, duration of grain filling, plant height and 100 seed weight characteristics were 62.0 days, 92.6 days, 30.7 days, 23.7 centimeters, 4.9 grams, respectively. These optimums were closely equivalent to those determined using the averaging method for one days to physiological maturity characteristic. But for other plant characteristics there were a lot of difference and boundary line estimated its amplitude on average 3 times wider than the averaging method. Principle component analysis (PCA) show that, the most important traits for selection of lentil varieties were days to flowering and number of days to physiological maturity. These methods could help breeders to determine the optimum and range for characteristics determining the adaptation of genotypes to given environments. Boundary lines method is more suitable for determining of characteristic's optimum levels in comparison with the averaging method.

Conclusion

It can be concluded that, determining the optimum levels of some dryland lentil characteristics were closely equivalent in two boundary lines and averaging methods. However, in some other characteristics, the optimum levels were a lot of difference in estimating of boundary lines and averaging of high yielding groups. Because boundary lines method is considered the data distribution process and gap data in databank, therefore, its estimates in the optimum levels of the characteristics are more accurate and more realistic than the averaging of the high yielding group.

Keywords: Boundary lines; Crop properties; Optimum level; Principle component analysis (PCA)



نقش چای کمپوست در بهبود اثرات منفی تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول در بذر نخود (رقم عادل) با تأکید بر شاخص‌های جوانه‌زنی

راهله احمدپور^۱، یاسمین بجاری^۲ و سعیدرضا حسین‌زاده^{۳*}

۱- کارشناس ارشد (مربی) و عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان؛

ahmadpour@bkatu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی رشته زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان؛

bachari_bkatu@yahoo.com

۳- دکتری رشته زیست‌شناسی، گرایش فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، اداره آموزش و پرورش شهرستان بهبهان، خوزستان، اهواز؛

hossinzadeh_tmu@yahoo.com

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۴، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۶؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

احمدپور، ر.، بجاری، ی. و حسین‌زاده، س. ر. ۱۴۰۱. نقش چای کمپوست در بهبود اثرات منفی تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول در بذر نخود (رقم عادل) با تأکید بر شاخص‌های جوانه‌زنی. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳ (۲): ۳۷-۴۹.

چکیده

تنش خشکی در مناطق دیم کشور از مهم‌ترین عوامل کاهش رشد، عملکرد و جوانه‌زنی بذر نخود است. استفاده از تیمارهایی که بتواند در شرایط تنش خشکی نقش مؤثری در بهبود جوانه‌زنی ایفا کنند، گامی مفید و کاربردی در جهت افزایش عملکرد و محصول نهایی در گیاهان زراعی است. در این راستا جهت بررسی تیمار چای کمپوست در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی بذر نخود (رقم عادل) در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان به اجرا درآمد. تیمارهای مطالعه عبارت بودند از: چای کمپوست با سطوح صفر، ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی و تنش خشکی با تیمارهای صفر، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ - مگاپاسکال. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی از صفر تا ۰/۹ - مگاپاسکال کلیه شاخص‌های مورد بررسی کاهش معنی‌داری داشتند. نتایج مرتبط با اثرات ساده کاربرد چای کمپوست نشان داد که استفاده از سطوح ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی چای کمپوست به صورت معنی‌داری وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و آندوسپرم مصرفی را افزایش داد. در بررسی اثرات متقابل مشاهده شد که در شرایط ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ - مگاپاسکال، سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی به صورت معنی‌داری موجب بهبود درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه شد. در شرایط تنش ۰/۳ و ۰/۶ - مگاپاسکال، کاربرد چای کمپوست در سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر در مقایسه با شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۶ و ۰/۹ - مگاپاسکال، کاربرد سطح ۲۵ درصد حجمی چای کمپوست موجب افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه نسبت به سطوح شاهد شد. با توجه به نتایج این پژوهش، کاربرد چای کمپوست (عصاره ورمی کمپوست) در سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی در شرایطی که بذر نخود با تنش خشکی مواجه است، توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آندوسپرم مصرفی؛ شاخص بنیه بذر؛ قدرت جوانه‌زنی؛ کم‌آبی؛ کود آلی

مقدمه

نظام‌های کشاورزی کشورهای در حال توسعه دارند (Ganjeali *et al.*, 2011; Hosseinzadeh *et al.*, 2016). عوامل کاهش دهنده رشد و نمو در کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی بذر، رشد و گسترش ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر و طول گیاهچه نقش اساسی دارند. از مهم‌ترین این عوامل می‌توان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی اشاره کرد که مطالعات متعددی گزارش کردند تأثیر معنی‌داری بر کاهش عملکرد و جوانه‌زنی بذر را

حبوبات با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد مانند توانایی جوانه‌زنی بذر در خاک‌های فقیر و نه‌چندان حاصل‌خیز، حاصل‌خیزی خاک با تثبیت نیتروژن، غنی از منابع پروتئینی و همچنین اسیدآمین‌های لوسین و تریپتوفان اهمیت ویژه‌ای در

* نویسنده مسئول: hossinzadeh_tmu@yahoo.com

ویژگی‌های منحصربه‌فرد عصاره ورمی‌کمپوست عبارتند از: ۱- دارای میکروارگانیسم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکترها، ۲- عاری از باکتری‌های غیرهوازی، قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، ۳- ظرفیت نگهداری بالای آب، ۴- هومیک اسید (این مواد دارای اثرات مشابه تنظیم‌کننده‌های رشد و هورمون‌ها است) و ۵- دارای عناصر مغذی ماکرو و میکرو نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، مس، منگنز، آهن و روی (Atiyeh *et al.*, 2001; Beyk *et al.*, 2010; Ahmadpour *et al.*, 2019). تحقیق بر روی گیاهانی نظیر لوبیا، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی نشان داد که عصاره ورمی‌کمپوست تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی این گیاهان نسبت به سطح شاهد (بدون کاربرد عصاره) داشت (Arancon *et al.*, 2007). در مطالعه بر روی کلم نیز مشاهده شد که عصاره ورمی‌کمپوست در افزایش معنی‌دار عملکرد و محصول گیاه با تأثیر مثبت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر نقش دارد (Archana *et al.*, 2009).

با توجه به مشکل خشکسالی و کم‌آبی در بسیاری از مناطق کشور به‌ویژه استان خوزستان، استفاده از روش‌های نوین کشاورزی در جهت بهبود مقاومت گیاهان زراعی مهم در راستای افزایش عملکرد و محصول گیاهان زراعی امری ضروری است. اصلاح در بستر کشت و استفاده از تیمارهای بهبوددهنده شرایط تنش، از مهم‌ترین اقدامات در مقابله با تنش کم‌آبی و خشکسالی به شمار می‌رود. هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر چای کمپوست بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی بذر نخود در شرایط تنش خشکی بود که بتوان به این سؤال پاسخ داد که آیا استفاده از چای کمپوست می‌تواند در بهبود اثرات منفی ناشی از تنش خشکی بر مرحله جوانه‌زنی بذرهای نخود نقش داشته باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل چای کمپوست با سطوح صفر، ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی و تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول با سطوح صفر، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹- مگاپاسکال بود. تنش خشکی بر اساس دستورالعمل مربوطه تهیه شد (Michael & Kaufma, 1976). برای پتانسیل صفر بار (شاهد) از آب مقطر استفاده شد (جدول ۱).

دارند (Menash *et al.*, 2006; Ahmadpour *et al.*, 2016). در ایران معمولاً کشت نخود به صورت دیم بوده (حدود ۹۲ درصد) و بذرهای از رطوبت ذخیره‌شده در خاک استفاده می‌کنند و ممکن است در این حالت بذرهای با تنش خشکی مواجه شوند که در نهایت موجب عدم جوانه‌زنی، استقرار نامناسب، کاهش عملکرد و محصول در گیاه شود (Mokhtari *et al.*, 2009; Armand *et al.*, 2015). در این مناطق رطوبت و درجه حرارت مهم‌ترین عوامل مؤثر در جوانه‌زنی و رشد گیاه می‌باشد. از سوی دیگر بسیاری از مطالعات گزارش کردند که در صورتی که جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش خشکی موفقیت آمیز باشد، در مراحل بعدی رشد و نمو، گیاهچه‌های ایجادشده دارای بنیه بهتر، استقرار مناسب‌تر و گسترش ریشه بیشتر خواهد داشت (Gamze *et al.*, 2005; Hosseinzadeh, 2015; Ahmadpour & Armand, 2020).

پتانسیل آب محیط مهم‌ترین عامل در جوانه‌زدن بذر محسوب شده و کاهش آن به صورت مستقیم در اختلال فرایندهای فیزیولوژیک جوانه‌زنی و به صورت غیرمستقیم بر رشد و نمو دانه، ذخایر غذایی و کیفیت زیست گیاهیچه تأثیر دارد (Mokhtari *et al.*, 2009; Bibi *et al.*, 2009). برای ایجاد شرایط تنش خشکی مشابه با زمین‌های دیم کشور در محیط کشت از ترکیبی تحت عنوان پلی اتیلن گلایکول استفاده می‌شود. این ماده غیرسمی و با جرم ملکولی بالا بوده که در بافت‌ها و اندام‌های گیاهان نفوذ نمی‌کند و منجر به آسیب به گیاه نمی‌شود (Emmerich & Hardegree, 1991). در زمینه استفاده از پلی اتیلن گلایکول بر روی بذر حبوبات (نخود، لوبیا، عدس و ماش) تحقیقات بسیار زیادی وجود دارد و در تمامی این مطالعات گزارش شده است که تنش آبی ایجادشده توسط این ماده موجب کاهش معنی‌دار کلیه پارامترهای جوانه‌زنی و رشد گیاهیچه حبوبات شد (Hosseinzadeh *et al.*, 2016; Ahmadpour *et al.*, 2019; Armand *et al.*, 2015).

در روش‌های نوین کشاورزی استفاده از کودهای ارگانیک در جهت افزایش تحمل بذر به شرایط تنش توصیه شده است که یکی از این کودهای زیستی و ارگانیک کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست است (Sinha *et al.*, 2010; Amiri *et al.*, 2017). استفاده از کود ورمی‌کمپوست علاوه بر اضافه کردن به خاک می‌تواند به صورت افزودن عصاره ورمی‌کمپوست (چای کمپوست) به خاک باشد (Ahmadpour *et al.*, 2019). عصاره ورمی‌کمپوست یا همان چای کمپوست، عصاره‌ای تولیدشده از محلول آب و کود ارگانیک ورمی‌کمپوست است که طی فرایندی ویژه تولید می‌شود (Edwards *et al.*, 2006).

جدول ۱- نحوه ایجاد پتانسیل خشکی در هر واحد آزمایشی

Table 1. Formation of dry potential in unit experiment

PEG 6000	مقدار محلول Content solution	نوع محلول (پتانسیل خشکی) Type of solution
55.2 g	400 ml	-0.3 MPa
75.6 g	400 ml	-0.6 MPa
88.8 g	400 ml	-0.9 MPa

وسیله کاغذ صافی صاف شد و سپس با اضافه کردن آب مقطر به محلول حاصله، غلظت‌های مختلف عصاره مورد مطالعه تهیه شد. ویژگی‌های شیمیایی چای کمپوست مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

تهیه چای کمپوست به صورت هوازی بود و بر مبنای روش پیشنهادی مربوطه انجام شد (Greytak et al., 2006). بر مبنای این روش ۱۰۰ گرم ورمی کمپوست با ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاه قرار داده شد. محلول حاصله با توجه به رسوب‌های دانه درشت به

جدول ۲- برخی خصوصیات چای کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Some of compost tea characteristics used in the experiment

خواصیات Properties	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS/m)	کربن / نیترژن C/N	کلسیم (درصد) Ca (%)	آهن (درصد) Fe (%)	فسفر (درصد) P (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	منیزیم (درصد) Mg (%)	نیترژن کل (درصد) Total N (%)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
چای کمپوست Compost tea	7.08	2.5	21.4	5.5	0.6	1.3	1.5	1.3	3	21.3

گرفت و همراه با دیگر بذور در واحد آزمایشی قرار گرفت. همزمان با خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن بذره‌های جوانه‌زده مورد نظر در هر تیمار تعیین شد. در نهایت میزان آندوسپرم مصرفی بذرها از طریق محاسبه اختلاف وزن آنها قبل و بعد از جوانه‌زنی محاسبه شد (Hosseinzadeh, 2015). سنجش پارامترهایی نظیر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه توسط خط‌کش مدرج اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه از آن 70°C استفاده شد و نمونه‌ها برای ۴۸ ساعت در داخل آون قرار گرفته و در انتها با ترازوی مدل AND با دقت 0.001 گرم وزن آن‌ها تعیین شد. به منظور تعیین شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی از روابط ارائه شده در جدول ۳ استفاده شد. آنالیزهای آماری به وسیله نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد، بدین صورت که پس از نرمال‌سازی داده‌ها به منظور تعیین سطح معنی‌داری در اثرات ساده و متقابل تیمارها آزمون ANOVA استفاده شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۱ درصد ($P \leq 0.01$) و ۵ درصد ($P \leq 0.05$) استفاده شد.

جهت انجام آزمایش ابتدا پتری‌دیش‌ها به عنوان هر واحد آزمایشی استریل شد و بذرها نیز با بنومیل ۲ در هزار ضدعفونی شدند. در هر پتری‌دیش ۳۵ عدد بذر نخود رقم عادل قرار داده شد و سپس واحدهای آزمایشی بر اساس تیمارهای مورد بررسی شماره‌گذاری شدند. برای هر واحد آزمایشی، اعمال تیمارها به صورت ۴ سی سی چای کمپوست + ۴ سی سی محلول تنش بود. برای تیمارهای شاهد از آب مقطر استفاده شد. جهت اعمال شرایط یکنواخت برای کلیه واحدهای آزمایشی ابتدا وزن اولیه آن‌ها یادداشت شد و سپس با پارافیلیم درب پتری‌ها بسته شد و در محیط آزمایشگاه و در شرایط تاریکی قرار گرفت. پتری‌دیش‌ها به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفته و طبق قوانین ISTA هر بذر دارای طول ریشه‌چه ۳ میلی متر، بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شد (ISTA, 2009). به مدت ۱۴ روز بررسی روزانه پتری‌دیش‌ها ادامه داشت و بذره‌های جوانه‌زده به منظور اندازه‌گیری پارامترهای جوانه‌زنی ۱۵ روز پس از شروع آزمایش از واحدهای آزمایشی برداشت شدند. برای اندازه‌گیری آندوسپرم مصرفی، وزن پنج عدد بذر از هر واحد آزمایشی یادداشت شد و سپس علامت‌گذاری صورت

جدول ۳- روابط محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی

Table 3. Equations of germination indices

شاخص (Index)	رابطه (Equation)	منابع مورد استفاده (References)
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	$GP\% = \sum \frac{ni}{N} \times 100$	(Agrawal, 1991)
سرعت جوانه‌زنی Germination Speed	$GS = \sum \frac{ni}{ti}$	(Agrawal, 1991)
بنیه جوانه‌زنی Germination vigor	$GV = \frac{GR \times \text{mean}(PL + RL)}{100}$	(ISTA, 2009)
شاخص بنیه بذر Seed vigor index	$SV = \frac{GP \times \text{mean}(PL + RL)}{100}$	(ISTA, 2009)

n = کل بذر جوانه‌زده طی دوره، ni = تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص، ti = تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، N = تعداد بذرهای کاشته‌شده، PL = طول ساقچه، RL = طول ریشه‌چه
n = Total of germinated seeds during period, ni = The number of germinated seeds at an interval of distinct period; ti = The number of days after the start of germination, N = Number of sowed seeds, PL = Plumule length, RL = Radicle length

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات چای کمپوست و تنش خشکی هر کدام به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و آندوسپرم مصرفی) داشت، اما در برهم‌کنش تیمارها (چای کمپوست × تنش خشکی) به جز آندوسپرم مصرفی بر دیگر شاخص‌ها تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها در اثرات ساده چای کمپوست نشان داد که استفاده از چای کمپوست در تمامی سطوح موجب افزایش میزان آندوسپرم مصرفی در مقایسه با شاهد شد (جدول ۵). در بررسی اثرات ساده تنش مشاهده شد که با افزایش شدت تنش خشکی به صورت معنی‌داری میزان این صفت کاهش داشت، به طوری‌که هر کدام از سطوح در سطح معنی‌داری متفاوتی قرار گرفتند (جدول ۶). مقایسه میانگین داده‌ها در ارتباط با درصد جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی و تنش ۰/۶- مگاپاسکال، کاربرد چای کمپوست در سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۳- و ۰/۹- مگاپاسکال، تمامی سطوح چای-کمپوست در مقایسه با شاهد منجر به افزایش معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی شد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌های مرتبط با سرعت جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط بدون تنش و سطوح ۰/۳- و ۰/۹- مگاپاسکال، اعمال تیمارهای چای کمپوست (۱۵ و ۲۵ درصد حجمی) به صورت معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی را نسبت به سطح شاهد افزایش داد. در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال،

سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی توانست به صورت معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی را افزایش دهد (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که قدرت جوانه‌زنی تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارها قرار گرفت و در شرایط بدون تنش، ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، کاربرد چای کمپوست در تمامی سطوح مورد بررسی در این مطالعه توانست به صورت معنی‌داری قدرت جوانه‌زنی بذر را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد. در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال نیز سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد شد (جدول ۷). نتایج مرتبط با شاخص بنیه بذر در این مطالعه نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش ۰/۳- مگاپاسکال، تمامی سطوح چای کمپوست (۱۵ و ۲۵ درصد حجمی) در مقایسه با سطوح شاهد موجب افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر شدند. در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال، افزایش معنی‌دار این شاخص تنها در سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی از چای کمپوست مشاهده شد، اما در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال، تفاوت معنی‌داری بین سطوح چای کمپوست مشاهده نشد (جدول ۷).

بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر در تثبیت موقعیت گیاه، افزایش عملکرد و محصول گیاه نقش به‌سزایی دارد (Warman & Anglopez, 2010; Rahbarian et al., 2012). بسیاری از مطالعات گزارش کردند بذرهایی که دارای درصد سرعت و قدرت جوانه‌زنی بیشتری هستند، مقاومت و تحمل بیشتری در شرایط تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری دارند (Gamze et al., 2005; Ahmadpour et al., 2020). گزارش‌ها نشان می‌دهند که پارامترهای جوانه‌زنی (درصد

نظیر اکسین، سیتوکینین و ژبیرلین اشاره کرد (Bibi *et al.*, 2009; Gopal *et al.*, 2010).

کاهش معنی‌دار ویژگی‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی در سایر حبوبات نظیر لوبیا (Armand *et al.*, 2015)، نخودفرنگی (Games *et al.*, 2005) و عدس (Ahmadpour *et al.*, 2016) نیز گزارش شده است. نتایج این مطالعه نیز با نتایج محققان فوق منطبق بود و تنش خشکی به صورت معنی داری شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی را در مقایسه با شرایط بدون تنش به صورت معنی‌داری کاهش داد.

جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و آندوسپرم مصرفی) تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و فرایندهای فیزیولوژیک و متابولیک بذر در اثر کمبود آب قابل دسترس به شدت کاهش می‌یابند (Kalefetoglu Macar *et al.*, 2009). از مهم‌ترین اثرات مخرب تنش خشکی بر جوانه زنی می‌توان به عواملی نظیر دنا توره شدن پروتئین‌ها، کاهش فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز، کاهش جذب مواد مغذی، کاهش تقسیمات سلولی و کاهش تولید برخی تنظیم‌کننده‌های رشد

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه نخود تحت تأثیر چای کمپوست و تنش خشکی

Table 4. Analysis of variance of germination parameters of chickpea under compost tea and drought stress

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	قدرت جوانه‌زنی Germination vigor	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	آندوسپرم مصرفی Consumed endosperm
چای کمپوست Compost tea (C)	3	836.806 **	4.158 **	0.059 **	11.550 **	0.040 **
تنش خشکی Drought stress (D)	3	8267.639 **	26.262 **	0.354 **	90.519 **	0.477 **
چای کمپوست × تنش (C) × (D)	9	24.806 *	0.063 *	0.004 **	0.651 **	0.002 ^{ns}
خطای آزمایش Error	32	31.292	0.212	0.001	0.162	0.003
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)	-	8.80	10.34	8.95	9.37	11.26

^{ns}, *, ** : به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱
^{ns}, * and **: not-Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

ادامه جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه نخود تحت تأثیر چای کمپوست و تنش خشکی

Table 4. Analysis of variance of germination parameters of chickpea under compost tea and drought stress

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dried weight
چای کمپوست Compost tea (C)	3	2.022 **	2.689 **	8.573 **	0.017 **	0.163 **
تنش خشکی Drought stress (D)	3	7.942 **	14.428 **	45.295 **	0.177 **	0.784 **
چای کمپوست × تنش (C) × (D)	9	0.036 *	0.129 *	0.131 *	0.003 ^{ns}	0.007 ^{ns}
خطای آزمایش Error	32	0.057	0.149	0.367	0.002	0.010
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)	-	10.48	10.21	9.9	9.74	11.77

^{ns}, *, ** : به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱
^{ns}, * and **: not-Significant, Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین پارامترهای جوانه‌زنی گیاه نخود تحت تأثیر چای کمپوست

Table 5. Mean comparison of germination parameters of chickpea under compost tea

چای کمپوست Compost tea (درصد حجمی) (Volumetric percentage)	اندوسپرم مصرفی Consumed endosperm (گرم در هر پتری دیش) (gr/ petri dish)	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight (گرم در هر پتری دیش) (gr/ petri dish)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight (گرم در هر پتری دیش) (gr/ petri dish)
شاهد/Control	0.424 b	0.394 b	0.693 c
5%	0.511 a	0.448 a	0.807 b
15%	0.535 a	0.468 a	0.932 a
25%	0.555 a	0.477 a	0.938 a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری باهم ندارند (دانکن ۵ درصد).

The means with similar letter in each column are not significantly different (Duncan 5%).

جدول ۶- مقایسه میانگین پارامترهای جوانه‌زنی گیاه نخود تحت تأثیر تنش خشکی

Table 6. Mean comparison of germination parameters of chickpea under drought stress

تنش خشکی Drought stress (مگا پاسکال) (Mpa)	اندوسپرم مصرفی Consumed endosperm (گرم در هر پتری دیش) (gr/ petri dish)	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight (گرم در هر پتری دیش) (gr/ petri dish)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight (گرم در هر پتری دیش) (gr/ petri dish)
0	0.729 a	0.574 a	1.144 a
- 0.3 Mpa	0.593 b	0.496 b	0.923 b
- 0.6 Mpa	0.435 c	0.430 c	0.765 c
- 0.9 Mpa	0.267 d	0.287 c	0.538 d

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری باهم ندارند (دانکن ۵ درصد).

The means with similar letter in each column are not significantly different (Duncan 5%).

و ۲۵ درصد حجمی در سطوح تنش خشکی مورد بررسی توانست درصد و سرعت جوانه‌زنی را به صورت معنی‌داری افزایش دهد. قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر از شاخص‌های تحمل به تنش خشکی محسوب شده و رابطه مستقیم با سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه دارند (ISTA, 2009). افزایش معنی‌دار قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر به ویژه در سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی در شرایط تنش ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال را می‌توان به افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه در این سطوح نسبت داد. مطالعات مشابه بر روی گیاه لوبیا در شرایط شوری و خشکی نشان داد که چای کمپوست با تأثیر مثبت بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه در افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر و قدرت جوانه‌زنی نقش دارد (Beyk Khurmizi et al., 2010; Ahmadpour et al., 2019). آندوسپرم مصرفی از دیگر شاخصه‌های مهم در ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی بذر محسوب می‌شود که نشان‌دهنده استفاده بذر جوانه‌زده از ذخایر لپه داخل بذر است (Hosseinzadeh et al., 2016). این ذخایر تغذیه‌ای جهت خروج سریع ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش رشد در این اندام‌ها اهمیت ویژه دارد (Ahmadpour et al., 2019). در این مطالعه اثرات متقابل چای کمپوست و

چای کمپوست با داشتن مواد مغذی نظیر (N, Fe, Zn, Mg, Ca, Mn و K) با تغذیه بذر و فعال‌سازی برخی کوفاکتورهای دخیل در فرایندهای فیزیولوژیک و از سوی دیگر با مشارکت در تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهان نظیر اکسین، سیتوکینین و ژبرلین در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش نقش مهمی دارد (Hosseinzadeh et al., 2016). در یک مطالعه گزارش شد کاربرد چای کمپوست با افزایش ژبرلین و سیتوکینین در محیط کشت در افزایش معنی‌دار درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی نقش دارند که محققان دلیل اصلی آن را افزایش تقسیم سلولی در بذر و فعال‌سازی آنزیم آلفا-آمیلاز بیان کردند (Archana et al., 2009; Ahmadpour et al., 2019). در این زمینه گزارش شد که چای کمپوست در غلظت‌های متوسط (حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد حجمی)، درصد و سرعت جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری افزایش داد. این محققان علت را افزایش ترکیبات هورمونی نظیر اکسین و سیتوکینین بیان کردند (Garcia et al., 2002; Gopal et al., 2010; Hosseinzadeh, 2015). در مطالعه بر روی گوجه‌فرنگی نیز مشاهده شد که کاربرد چای کمپوست در سطوح مختلف موجب افزایش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد (Zaller, 2007). نتایج این مطالعه نیز نشان داد که سطوح ۱۵

۰/۹- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری در ارتباط با وزن خشک ساقچه مشاهده نشد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات ساده چای کمپوست بر وزن خشک ریشه‌چه بذرهاى نخود نشان داد که سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی به صورت معنی‌داری موجب افزایش وزن خشک ریشه‌چه در مقایسه با سطح بدون کاربرد چای کمپوست شد، اما اختلاف معنی‌داری بین سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد مشاهده نشد (جدول ۵).

تنش خشکی از یک سو با کاهش جذب آب موجب کاهش فعالیت آنزیم‌ها، سنتز کربوهیدرات‌های دیواره سلول و ترشح هورمون‌ها شده و از سوی دیگر با کاهش انتقال مواد غذایی مورد نیاز برای رشد ساقچه و ریشه‌چه نقش مهمی در کاهش معنی‌دار طول ساقچه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه دارد (Menash et al., 2006). در مطالعه بر روی اثرات تنش خشکی بر ارقام بذر عدس گزارش شد که کاهش رشد گیاهچه، ساقچه‌چه و ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول ارتباط مستقیم با کاهش سرعت فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در بذر دارد (Ahmadpour et al., 2016). در مطالعه‌ای مشابه بر روی ژنوتیپ‌های نخود مشاهده شد که با کاهش جذب آب توسط بذر، پیوندهای موجود در دیواره سلول‌های ریشه‌چه و ساقچه‌چه سخت‌تر شده و در نتیجه توسعه‌پذیری، رشد طولی و تجمع ماده خشک محدود می‌شود (Bibi et al., 2009). در این مطالعه مشاهده شد که با افزایش شدت تنش خشکی به صورت معنی‌داری طول گیاهچه، ساقچه‌چه و ریشه‌چه کاهش داشت. چای کمپوست به دلیل برخورداری از ظرفیت نگهداری آب بالا می‌تواند در افزایش آب قابل دسترس برای بذر بسیار اهمیت داشته باشد و مطالعات متعددی در این زمینه گزارش کردند که کاربرد چای کمپوست از این طریق در افزایش رشد طولی گیاهچه، ساقچه‌چه و ریشه‌چه نقش دارد (Archana et al., 2009; Beyk Khurmizi et al., 2010; Hosseinzadeh, 2015). آمیلاز موجود در چای کمپوست نقش مهمی در ایجاد منابع کربنی لازم برای رشد و توسعه ریشه‌چه و ساقچه‌چه دارد (Zambare et al., 2008). در تحقیقی دیگر در ارتباط با اثرات چای کمپوست بر روی بذر گیاهان مشاهده شد که هومیک، فولویک و دیگر اسیدهای آلی استخراج شده از ورمی کمپوست یا تولیدشده توسط میکرواورگانیزم‌ها می‌تواند موجب تحریک رشد طولی گیاهچه شود (Arancon et al., 2007). چای کمپوست با داشتن عنصر مغذی روی با تأثیر بر تولید اسید آمینه تریپتوفان در سنتز هورمون اکسین نقش مستقیم دارد که این هورمون نیز نقش بسیار مهمی در افزایش طول ساقچه‌چه و گیاهچه دارد (Garcia et al., 2002). در مطالعه بر

تنش خشکی معنی‌دار نبود، اما نتایج مرتبط در استفاده از چای کمپوست به تنهایی نشان داد که تمامی تیمارهای مورد استفاده موجب افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با شاهد شد. در مطالعه‌ای مشابه گزارش شد که استفاده از چای کمپوست موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد غذایی ذخیره‌شده در لپه (اندوسپرم) شد که نقش مهمی در افزایش دسترسی جوانه به مواد غذایی داشت (Archana et al., 2009).

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده هر یک از تیمارها (چای کمپوست و تنش خشکی) تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی (طول ساقچه‌چه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ساقچه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه) داشتند. اثرات متقابل تیمارها (چای کمپوست × تنش خشکی) نیز بر طول ساقچه‌چه، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌های طول ساقچه‌چه نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش ۰/۳- مگاپاسکال، سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی منجر به افزایش معنی‌دار طول ساقچه‌چه در مقایسه با شاهد شد و در شرایط تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، تمامی سطوح کاربردی چای کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد شد (جدول ۷). در بررسی اثرات متقابل تیمارها بر طول ریشه‌چه نتایج نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش ۰/۹- مگاپاسکال، کاربرد چای کمپوست در سطوح ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی به صورت معنی‌داری طول ریشه‌چه را در مقایسه با شاهد افزایش داد، اما در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری بین سطوح چای کمپوست مشاهده نشد. در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال، تنها سطح ۲۵ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه نسبت به شاهد شد (جدول ۷). در بررسی مقایسه میانگین‌های مرتبط با طول گیاهچه مشاهده شد که در شرایط بدون تنش و تنش ۰/۹- مگاپاسکال، استفاده از چای کمپوست در تمامی سطوح منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، تیمارهای ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی از چای کمپوست موجب افزایش معنی‌دار طول گیاهچه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۷). در بررسی اثرات ساده چای کمپوست بر وزن خشک ساقچه‌چه نتایج نشان داد که کلیه سطوح کاربردی تأثیر مثبت و معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشتند (جدول ۵). در بین سطوح تنش، تیمار بدون تنش بیشترین میزان وزن خشک ساقچه‌چه را داشت و کمترین میزان این صفت نیز به تیمار ۰/۹- مگاپاسکال اختصاص داشت که نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. بین سطوح ۰/۶- و

چای کمپوست با برخورداری از ویژگی‌های ذکرشده، می‌تواند رشد بخش هوایی و متعاقب آن وزن خشک گیاهچه‌های نخود را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد چای کمپوست تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی بذر نخود (رقم عادل) داشت، به طوری که نتایج مرتبط با اثرات ساده این کاربرد نشان داد که استفاده از سطوح ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی چای کمپوست به صورت معنی‌داری وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و آندوسپرم مصرفی را افزایش داد.

در بررسی تیمار تنش خشکی نتایج نشان داد که در تمامی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی با افزایش شدت تنش از ۰/۳- مگاپاسکال تا ۰/۹- مگاپاسکال کاهش معنی‌داری داشتند. در بررسی اثرات متقابل چای کمپوست و تنش خشکی مشاهده شد که در شرایط بدون تنش، سطوح چای کمپوست مورد استفاده (۵، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی) موجب افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه نسبت به تیمار شاهد شد. در این شرایط سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی نیز منجر به افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه نسبت به شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال، تمامی سطوح چای کمپوست موجب افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر، درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شد و نیز در این شرایط، سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی توانستند به صورت معنی‌داری طول ساقه‌چه و طول گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دهند. در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال، سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی چای کمپوست باعث افزایش معنی‌دار درصد و قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه شدند. در این شرایط تیمار ۲۵ درصد حجمی به تنهایی موجب افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد.

در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال، کاربرد سطوح چای کمپوست (۵، ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی) در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه شد. در این شرایط سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی نیز به صورت معنی‌داری قدرت جوانه‌زنی را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند.

روی شاخص‌های رشدی جوانه‌زنی (رشد ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه) در توت‌فرنگی، تأثیر مثبت چای کمپوست بر این صفات مشاهده شد و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی را از مهم‌ترین دلایل تأثیر مثبت چای کمپوست بر خصوصیات جوانه‌زنی بیان کردند (Arancon et al., 2004).

عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (نظیر تنش خشکی)، می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آن از لپه‌ها به محور جنینی تأثیر بگذارند. از مهم‌ترین دلایل کاهش وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی را محققان تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آن‌ها از لپه به محور جنینی بیان کردند (Mensah et al., 2006; Ahmadpour et al., 2019). در تحقیقی بر روی بذرهای لوبیا گزارش شد که رابطه مستقیمی بین میزان وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با رشد طولی ریشه‌چه و ساقه‌چه وجود دارد (Opoku et al., 1996). بنابراین کاهش وزن خشک بذرهای نخود در اثر تنش خشکی را می‌توان به کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت داد. نتایج تحقیقات مشابه بر روی ژنوتیپ‌های نخود و عدس نیز نشان داد سطوح بالای تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار طول و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه شد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول و وزن خشک ساقه‌چه وجود داشت (Hosseinizadeh et al., 2016; Ahmadpour et al., 2016). در این مطالعه مشابه با نتایج محققان فوق با افزایش شدت تنش خشکی به صورت معنی‌داری وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش داشت.

چای کمپوست حاوی مقادیر بالایی از عناصر معدنی و مغذی قابل استفاده است که مورد استفاده مستقیم بذر قرار گرفته و از این طریق موجب بهبود رشد و نمو و تجمع ماده خشک در گیاهچه می‌شود (Samiran et al., 2010). در تحقیق دیگر گزارش کردند که کاربرد چای کمپوست در محیط کشت موجب فعال‌سازی آنزیم آلفا-آمیلاز شده که می‌تواند با اتصال به پیوندهای گلیکوزیدی در تجزیه آن‌ها نقش داشته و انرژی مورد نیاز فرایندهای رشدی نظیر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را تأمین نماید (Mensah et al., 2006). در مطالعات مشابه بر روی خیار، کلم راپا، توت‌فرنگی و شبدر گزارش شد که استفاده از چای کمپوست تأثیر مثبت و معنی‌داری بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه داشت (Sainz et al., 1998; Arancon et al., 2007; Archana et al., 2009). هورمون‌ها و ترکیبات شبه هورمونی موجود در چای کمپوست نیز از عوامل مهم در بهبود رشد طولی و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه به شمار می‌رود (Keeling et al., 2003). بنابراین

جدول ۷- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی نخود تحت تأثیر سطوح مختلف چای کمپوست و تنش خشکی
Table 7. Comparison of germination indices of chickpea under different levels of compost tea and drought stress

چای کمپوست Compost tea (درصد حجمی) (Volumetric percentage)	درصد جوانه‌زنی Germination percent (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination speed (بذر در روز)	قدرت جوانه‌زنی Germination vigor	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	طول ساقچه Plumule length (سانتی‌متر) (cm)	طول ریشه‌چه Radicle length (سانتی‌متر) (cm)	طول گیاهچه Seedling length (سانتی‌متر) (cm)
Non-drought stress							
Control/شاهد	84 ^{bc}	5.063 ^{cd}	0.353 ^{cd}	5.983 ^c	2.640 ^{bc}	4.133 ^b	7.107 ^c
5%	87 ^b	6.103 ^{ab}	0.490 ^b	7.064 ^b	3.020 ^b	5.100 ^a	8.117 ^b
15%	97.67 ^a	6.530 ^a	0.600 ^a	9.057 ^a	3.573 ^a	5.700 ^a	9.273 ^a
25%	97 ^a	6.713 ^a	0.613 ^a	8.977 ^a	3.620 ^a	5.600 ^a	9.257 ^a
Drought stress at -0.3 MPa							
Control/شاهد	61.33 ^{fg}	4.150 ^{ef}	0.226 ^{fg}	3.413 ^{fg}	2.037 ^{de}	3.533 ^{bc}	5.570 ^{de}
5%	76.67 ^{cde}	5.050 ^{cd}	0.310 ^{de}	4.783 ^{de}	2.343 ^{cde}	3.900 ^b	6.243 ^{cd}
15%	77.67 ^{bcd}	5.323 ^{bc}	0.370 ^c	5.467 ^{cd}	2.877 ^b	4.167 ^b	7.043 ^c
25%	78.67 ^{bcd}	5.403 ^{bc}	0.376 ^c	5.563 ^{cd}	2.943 ^b	4.133 ^b	7.077 ^c
Drought stress at -0.6 MPa							
Control/شاهد	47 ^h	3.543 ^{fg}	0.156 ^h	2.153 ^{hi}	1.477 ^f	3.100 ^{cde}	4.577 ^{ef}
5%	55.67 ^{gh}	4.067 ^{ef}	0.216 ^g	3.023 ^{gh}	1.964 ^e	3.467 ^{bcd}	5.430 ^{de}
15%	69 ^{def}	4.350 ^{de}	0.266 ^{efg}	4.257 ^{ef}	2.410 ^{cd}	3.767 ^{bc}	6.177 ^{cd}
25%	68 ^{ef}	4.470 ^{de}	0.280 ^{ef}	4.283 ^{ef}	2.407 ^{cd}	3.900 ^b	6.307 ^{cd}
Drought stress at -0.9 MPa							
Control/شاهد	17.33 ^j	1.670 ⁱ	0.060 ⁱ	0.640 ^j	0.806 ^g	1.667 ^f	2.477 ^g
5%	28 ⁱ	2.700 ^h	0.103 ^{hi}	1.120 ^j	1.370 ^f	2.600 ^e	3.970 ^f
15%	36.67 ⁱ	2.980 ^{gh}	0.140 ^h	1.573 ^{ij}	1.463 ^f	2.833 ^{de}	4.297 ^f
25%	35 ⁱ	3.037 ^{gh}	0.124 ^h	1.490 ^{ij}	1.490 ^f	2.800 ^{de}	4.290 ^f

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری باهم ندارند (دانکی ۵ درصد).
The means with similar letter in each column are not significantly different (Duncan 5%).

با توجه به نتایج این پژوهش، کاربرد چای کمپوست
شرایطی که بذر نخود با تنش خشکی مواجه است، توصیه می
گردد. (عصاره ورمی کمپوست) در سطوح ۱۵ و ۲۵ درصد حجمی در

منابع

1. Ahmadpour, R., Armand, N., Hosseinzadeh, S., and Chashiani, S. 2016. Selection drought tolerant cultivars of lentil (*Lens culinaris* Medik.) by measuring germination parameters. Iranian Journal of Seed Sciences and Research 3(3): 75-87. (in Persian with English abstract).
2. Ahmadpour, R., Mohamadi, F., and Armand, N. 2020. Interactions of seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and drought stress on seed germination indicators of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Journal of Seed Research 10(2): 31-44. (in Persian with English abstract).
3. Ahmadpour, R., Rostami, M., and Hosseinzadeh, S.R. 2019. Influence of compost tea on seedling growth and germination indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in order to moderated negative effects caused by drought stress. Journal of Plant Researches 32(3): 474-488. (in Persian with English abstract).
4. Amiri, H., Ismaili, A., and Hosseinzadeh, S.R., 2017. Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj). Compost Science and Utilization 26: 1-14.
5. Arancon, N., Edwards, C., Dick, R., and Dick, L. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. Biocycle 12: 51-52.
6. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger J.D. 2004. Influence of vermicompost on field strawberries. Bioresource Technology 93: 145-153.
7. Archana, P.P., Theodore, J.K.R., Ngyuen, V.H., and Stephen, T.T. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. Journal of the Science of Food and Agriculture 89(1): 2383-2392.
8. Armand, N., Amiri, H., and Ismaili A. 2015. Effect of methanol on germination characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) under drought stress condition. Iranian Journal of Pulses Research 6: 42-53. (in Persian with English abstract).
9. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81(2): 103-108.
10. Beyk Khurmizi, A., Ganjeali, A., Abrishamchi, P., and Parsa, M. 2010. The effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.). Agroecology 23: 474-485. (in Persian with English abstract).
11. Bibi, N., Hameed, A., Ali, H., Iqbal, N., and Alam, S.S. 2009. Water stress induced variations in protein profiles of germinating cotyledons from seedlings of chickpeas genotypes. Pakistan Journal of Botany 41: 731-736.
12. Edwards, C., Arancon, N., and Greytak, S. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. Biocycle 47(5): 21-28.
13. Emmerich, W.E., and Hardegree, S.P. 1991. Seed germination in polyethylen glycol solution. effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Journal of Crop Science 31: 454-458.
14. Gamze, O., Mehmet Demir, K.A., and Mehmet, A.T. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 29: 237-242.
15. Ganjeali, A., Porsa, H., and Bagheri, A., 2011. Assessment of Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms for drought tolerance. Agriculture Water Management. 98: 1477-1484.
16. Garcia, M.I., Cruz, S.F., Saavedra, A.L., and Hernandez, M.S. 2002. Extraction of auxin-like substances from compost. Crop Research 24: 323-327.
17. Gopal, M., Gupta, A., Palaniswami, C., Dhanapal, R., and Thomas, G. 2010. Coconut leaf vermiwash: a bio-liquid from coconut leaf vermicompost for improving the crop production capacities of soil. Current Science 98: 1202-1210.
18. Greytak, S., Edwards, C., and Arancon, N. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. Retrieved August 19, 2006, from. <http://www.wormdigest.org>
19. Hosseinzadeh, S.R. 2015. Effect of vermicompost on germination, morphophysiological and biochemical characteristics of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L., cv. Pirouz) and (*Cicer arietinum* L., cv. Karaj) under drought stress. Ph.D Dissertation, Lorestan University, Iran.

20. Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H., and Ismaili, A. 2016. Interaction effects of vermicompost extract and drought stress on germination indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.cv. Pirouz). Iranian Journal of Seed Science and Research 3(1): 75-86. (in Persian with English abstract).
21. ISTA: International Seed Testing Association. 2009. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 49: 86-41.
22. Kalefetoglu Macar, T., Turan, O., and Ekmekci, Y. 2009. Effect of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stage. Journal of Science 22: 5-14.
23. Keeling, A.A., McCallum, K.R., and Beckwith, C.P. 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) through the action of water-extractable factors. Bioresource Technology 90(2): 127-132.
24. Mensah, J.K., Obadoni, B.O., Eruotor, P.G., and Onome, F. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). African Journal Biology 5: 1249-1253.
25. Michael B.E., and M.R. Kaufman. 1976. The osmotic potential of polyethylenglycol-6000. Plant Physiology 51: 914-916.
26. Mokhtari, I., Abrishamchi, P., and Ganjeali, A. 2009. The effects of Calcium on amelioration of injuries salt stress on seed germination of tomato (*Lycopersicon esculentom*.L). Journal of Agricultural Science and Technology 22(1): 89-100. (in Persian with English abstract).
27. Opoku, G., Davies, F.M., Zetrio, E.V., and Camble, E.E. 1996. Relationship between seed vigor and yield of white beans (*Phaseolos vulgaris* L). Plant Variety Seed 9: 119-125.
28. Rahbarian, R., Khavari-Nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A.R., and Najafi, F. 2012. Drought stress effect on germination and seedling for drought tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under control condition. Iranian Journal of Field Crops Research 10(3): 522-531. (in Persian with English abstract).
29. Sainz, M.J., Taboada-Castro, M.T., and Vilarino, A. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil 205: 85-92.
30. Samiran R., Kusum A., Biman K.D., and Ayyanadar A. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. Applied Soil Ecology 45: 78-84.
31. Warman, P.R., and Anglopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology 101: 4479-4483.
32. Zaller J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Science Horticulture 112:191-199.
33. Zambare, V.P., Padul, M.V., Yadav, A., and Shete, T.B. 2008. Browse and download vermiwash biochemical and microbiological approach as ecofriendly soil conditioner. Journal of Agriculture and Biology Science 3: 1-5.



The role of compost tea in mitigating the negative effects of drought stress caused by polyethyleneglycol in chickpea seeds (Adel cultivar) by evaluating germination indices

Ahmadpour¹, Raheleh; Bachari², Yasamin; and Hosseinzadeh^{3*}, Saeed Reza

1. MSc. in Biology, Faculty Member of Biology Department, Faculty of Basic Sciences, Khatam Al-Anbia University of Technology Behbahan, Iran; ahmadpour@bkatu.ac.ir
2. BSc. in Student, Biology, Plant Science, Faculty of Basic Sciences, Department of Biology, Khatam Al-Anbia University of Technology, Behbahan, Iran; bachari_bkatu@yahoo.com
3. PhD. in Biology, Plant Physiology, Education Research Institute, Department of Education, Behbahan, Khuzestan, Ahvaz, hossinzadeh_tmu@yahoo.com

The Dates:

Received: 13 April 2022; Revised: 19 June 2022

Accepted: 27 June 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Ahmadpour, R., Bachari, Y., and Hosseinzadeh, S.R. 2022. The role of compost tea in improving the negative effects of drought stress caused by polyethyleneglycol in chickpea seeds (Adel cultivar) by evaluating germination indices. *Iranian Journal of Pulses Research* 13(2): 37-49. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2204-1030

Introduction

Growth-reducing factors play a key role in significantly reducing seed germination, reducing plumule length and radicle length growth, reducing seed vigor index and reducing seedling length. The most important of these factors are biological and non-biological stresses that several studies have reported have a significant effect on reducing seed germination. In Iran, chickpea cultivation is usually rainfed (about 92%), the seeds use the moisture stored in the soil and in this case the seeds are exposed to drought stress. Exposure to drought stress will eventually lead to reduced germination, improper posture, reduced plant yield. Water potential is the most important factor in seed germination and its reduction directly affects the physiological processes of germination and indirectly affects seed growth and nutrient reserves. In modern agricultural methods, the use of organic fertilizers to improve seed tolerance to stress conditions is recommended. One of these biological and organic fertilizers is compost and vermicompost. The use of vermicompost in addition to adding to the soil can be in the form of adding vermicompost extract (tea compost) to the soil. The unique properties of vermicompost extract are: 1. Contains beneficial aerobic microorganisms such as *Azotobacter*, 2. No anaerobic bacteria, fungi and pathogenic microorganisms, 3. High water holding capacity, 4. Humic acid (these substances have it has similar effects to growth regulators and hormones), and 5. Contains macro and micro nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, copper, manganese, iron and zinc. Due to the problem of drought and water shortage in many parts of the country, especially Khuzestan province, the use of modern agricultural methods to increase the yield and yield of crops is essential. The main purpose of this study was whether the use of compost tea can play a role in improving the negative effects of drought stress on the germination stage of chickpea seeds?

Materials and Methods

A factorial layout based on a completely randomized design with three replications was conducted at Khatam Al-Anbia University of Technology in Behbahan. The first study was four levels of tea compost such as of 0, 5, 15, 25 and the second treatment was drought stress caused by polyethylene glycol, which included levels of -0.3, -0.6 and -0.9 MPa. In each petri dish, 35 chickpea seeds of Adel cultivar were placed

* Corresponding Author: hossinzadeh_tmu@yahoo.com

and then the experimental units were numbered based on the studied treatments. Daily examination of petri dishes was continued for 14 days and germinated seeds were harvested from experimental units 15 days after the start of the experiment to measure germination parameters. Characteristics such as percentage, rate and vigor germination, seed vigor index, endosperm consumption, seedling length, plumule and radicle length, plumule and radicle dry weight were measured.

Results and Discussion

The results of this study showed that the application of compost tea had a positive and significant effect on all indices of chickpea seed germination, so that the results related to the simple effects of this application showed that the use of 5, 15 and 25% levels of compost tea significantly increased radicle dry weight, plumule dry weight and endosperm consumption. Under drought stress treatment, the results showed that in all germination and growth indices with increasing stress intensity from -0.3 MPa to -0.9 MPa had a significant decrease. In the study of the interaction effects of compost tea and drought stress, it was observed that in non-stress conditions, the levels of compost tea used (5, 15 and 25%) significantly increase germination rate, germination vigor, vigor index seed, radicle length and seedling length were compared to the control treatment. Under stress conditions of -0.3 MPa, all levels of compost tea caused a significant increase in seed vigor index, germination percentage, rate and germination vigor compared to the control and also in these conditions, 15 and 25 levels were able to significantly increase plumule length and seedling length relative to control. Under -0.6 MPa stress, levels of 15 and 25% of compost tea caused a significant increase in germination percentage and germination vigor, seed vigor index, plumule length and seedling length. Under stress conditions of -0.9 MPa, application of compost tea levels (5, 15 and 25%) in comparison with the control treatment significantly increased germination percentage, germination rate, radicle length, plumule length and seedling length. Under these conditions, 15 and 25% of compost tea also significantly increased germination vigor compared to the control treatment.

Conclusion

According to the results of this study, application of compost tea (vermicompost extract) at levels of 15 and 25% in conditions where chickpea seeds are exposed to drought stress, is recommended.

Keywords: Endosperm consumption; Germination vigor; Organic fertilizer; Seed vigor index; Water deficit stress



اثر تلفیق اسیدهیومیک و کود نانوکلات پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)

محمدحسین حسینی‌نیک^۱، علیرضا شکوه‌فر^{۲*} و خوشناز پاینده^۳

۱- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران؛ mhhossein24@gmail.com

۲- استادیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران؛ alireza_shokuhfar@yahoo.com

۳- استادیار گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران؛ payandeh426@gmail.com

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۱/۱۴، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۶؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

حسینی‌نیک، م.ح.، شکوه‌فر، ع.ر. و پاینده، خ. ۱۴۰۱. اثر تلفیق اسیدهیومیک و کود نانوکلات پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.). پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۵۰-۶۱.

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تلفیق اسیدهیومیک و کود نانوکلات پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین لوبیا چشم‌بلبلی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان اهواز اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل اسید هیومیک در سه سطح صفر (شاهد)، ۲ و ۴ لیتر در هکتار و سطوح کود نانوکلات پتاسیم به‌صورت خاک کاربرد در سه سطح صفر (شاهد)، ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار بودند. نتایج نشان داد که تیمار اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم بر تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. برهمکنش اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم اثر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. بیشترین عملکرد دانه از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار نانوکلات پتاسیم و ۴ لیتر در هکتار اسیدهیومیک به میزان ۲۲۶/۲۹ گرم در مترمربع حاصل شد که با تیمار ۴ کیلوگرم در هکتار نانوکلات پتاسیم و ۲ لیتر در هکتار اسیدهیومیک تفاوت آماری معنی‌داری نداشت که نسبت به تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم ۲۵ درصد افزایش نشان داد. به‌طور کلی می‌توان کاربرد ۲ لیتر در هکتار اسیدهیومیک توأم با ۴ کیلوگرم در هکتار نانوکلات پتاسیم را برای افزایش عملکرد دانه در واحد سطح و درصد پروتئین لوبیا چشم‌بلبلی مناسب دانست.

واژه‌های کلیدی: تعداد غلاف در بوته؛ شاخص کلروفیل؛ عملکرد بیولوژیک؛ وزن ۱۰۰ دانه

مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت جهان افزایش تقاضا برای منابع پروتئین گیاهی در حال افزایش است. حبوبات مهم‌ترین منبع غذایی بوده و در این میان لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) یکی از مهم‌ترین حبوبات می‌باشد که با دارا بودن ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین، تأمین‌کننده بخش مهمی از پروتئین مورد نیاز انسان است و در این زمینه نقش مهمی را ایفا می‌کند (Samadi Firouzabadi & Farahani, 2013). کاربرد کودهای شیمیایی موجب بروز خسارت‌های سنگین زیست‌محیطی شده است. لذا امروزه استفاده از مواد ارگانیک، طبیعی و بهره‌گیری از طبیعت مورد توجه است. با توجه به کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی در ایران و اثرات سوء ناشی از

آن، به منابع آب و خاک، لازم است مطالعاتی درباره روش‌های کاربرد یا مواد قابل جایگزین انجام شود (Mahmoodi Zoek et al., 2015). اسیدهیومیک یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (Antoun et al., 2010). اسیدهیومیک با اصلاح ساختار فیزیکی خاک فضای مناسب‌تری را برای نفوذ ریشه ایجاد می‌کند. ثانیاً اسیدهیومیک با افزایش نفوذپذیری سلول‌های ریشه با جذب بهتر مواد معدنی و مواد غذایی به توسعه بیشتر گیاه و کیفیت محصول کمک می‌نماید. همچنین اسیدهیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد (Ghorbani et al., 2010). از مزایای مهم

* نویسنده مسئول: alireza_shokuhfar@yahoo.com

از این رو تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر تلفیق اسیدهیومیک و کود نانوکلات پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین لوبیا چشم‌بلبلی در اهواز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز واقع در شهرستان اهواز با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا انجام گردید. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل اسید هیومیک در سه سطح صفر (شاهد)، ۲ و ۴ لیتر در هکتار و سطوح کود نانوکلات پتاسیم به صورت خاک کاربرد در سه سطح صفر (شاهد)، ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار بودند. عملیات خاک‌ورزی شامل مازخار و انجام شخم نیمه‌عمیق، دیسک، ماله‌زنی و کودپاشی شامل ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره و کود فسفر خالص به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، تماماً به صورت پایه استفاده شد. پس از انجام عملیات کودپاشی، خاک مزرعه توسط دیسک سبک با خاک مخلوط شد. سپس توسط فاروئر شیارهایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد گردید. هر کرت شامل شش خط کشت به طول پنج متر که فاصله بین بوته‌های روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کود نانوپتاسیم با پایه کلات پتاسیم ۲۳ دصد از شرکت فن‌آور سپهر پرمیس و اسید هیومیک حاوی ۱۲ درصد فولویک اسید و ۶۸ درصد اسید هیومیک از شرکت آرمان سبز آدینه خریداری و مورد استفاده قرار گرفت. کاربرد اسیدهیومیک و کود نانوکلات پتاسیم دو بار طی فصل رشد گیاه در مراحل قبل از گلدهی و قبل از غلاف‌دهی انجام گرفت. کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم در مقادیر قیدشده براساس تیمار همراه با آب آبیاری در مزرعه اعمال شد. عملیات کاشت لوبیا چشم‌بلبلی رقم کامران در اوایل تیرماه ۱۳۹۸ به صورت دستی انجام پذیرفت. اولین آبیاری یک روز بعد از کشت انجام شد. وجین علف‌های هرز پس از جوانه‌زنی بذور و قوی‌شدن ساقه گیاهان به روش دستی انجام شد. به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف شدند و در نهایت برداشت نهایی محصول در تاریخ ۲۵ آبان‌ماه ۱۳۹۸ در مساحتی معادل دو مترمربع انجام گرفت. برای اندازه‌گیری تعداد نیام در بوته، ۱۰ نمونه به طور تصادفی از

کاربرد اسید هیومیک می‌توان به قابلیت کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند پتاسیم و منیزیم و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد. همچنین اسید هیومیک از طریق اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک، فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند (Saruhan et al., 2011). Kahraman (2017) با بررسی اثر اسیدهیومیک (صفر، ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی لوبیا چشم‌بلبلی گزارش نمود که وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه، درصد پروتئین، میزان پتاسیم و منگنز با افزایش میزان کاربرد اسیدهیومیک افزایش معنی‌داری یافتند. همچنین اسیدهیومیک با اثر بر ساخت اسمولیت‌هایی مانند پرولین موجب تخفیف آثار تنش و با جلوگیری غیرمستقیم از تخریب کلروفیل موجب ادامه رشد و تسهیم بهینه آسمیلات‌ها در گیاه و افزایش رشد ریشه می‌گردد (Khan et al., 2018). نتایج پژوهشی نشان داد که کاربرد کودهای آلی نظیر اسیدهیومیک سبب افزایش کلروفیل کل، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه گیاه لوبیا چشم‌بلبلی شد (Faiyad et al., 2019).

فناوری نانو به عنوان علم پیش‌تاز در رفع مشکلات و مسائل کشاورزی به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته به اثبات رسانده است. در مورد استفاده از کودها در امر بهبود تولیدات کشاورزی نیز این تکنولوژی به کمک می‌آید. نانوکودها به صورت کامل جذب گیاه شده و به خوبی نیازها و کمبودهای غذایی را رفع می‌کند. از مزایای استفاده از نانوکودها می‌توان به مواردی چون قیمت کم، تأثیر بالا، قابلیت حل‌پذیری زیاد در آب و کنترل‌پذیری بیشتر اشاره نمود (Salardini, 2005). پتاسیم مناسب‌ترین کاتیون یک‌ظرفیتی برای فعال کردن آنزیم‌های گیاهی است، چون علاوه بر این که غلظت آن در سلول و مقدار آن در طبیعت زیاد است، این کاتیون تحرک فوق‌العاده‌ای در داخل گیاه دارد (Sohair et al., 2018). پتاسیم نقش حیاتی در فتوسنتز دارد، چون باعث افزایش مستقیم رشد و شاخص سطح برگ و لذا جذب CO₂ و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به خارج برگ می‌شود (Gardner, 2011). Zyada et al, (2020) با مطالعه پاسخ رشد و تولید لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط سطوح مختلف پتاسیم بیان داشتند که افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ، عملکرد دانه و شاخص کلروفیل در تیمار ۷۲ کیلوگرم در هکتار کاربرد کود پتاسیم مشاهده شد. نتایج در مطالعه‌ای نشان داد که کاربرد ۱۴۰ کیلوگرم کود پتاسیم در لوبیا چشم‌بلبلی باعث افزایش وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و تعداد غلاف‌ها و عملکرد دانه شد (Mansourian & Shokoohfar, 2015).

شد. شاخص برداشت از طریق تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به صورت درصد محاسبه گردید (Koocheki & Sarmadnia, 2008). شاخص کلروفیل (عدد اسپاد) با دستگاه اسپادمتر مدل (spad-502) با متوسط ۱۰ برگ از هر کرت در زمان گلدهی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری میزان پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه به دست آمد (Jones et al., 1991). تجزیه واریانس داده ها توسط نرم افزار آماری SAS 9.2 و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

بین نمونه های برداشت شده انتخاب کرده و ویژگی های مورد نظر اندازه گیری شد. همچنین برای به دست آوردن تعداد دانه در نیام، ۱۰ نیام را از کل نیام ها جدا کرده و پس از جدا کردن همه دانه ها، آن ها را شمارش کرده و از تقسیم تعداد دانه بر تعداد نیام ها، تعداد دانه در نیام به دست آمد. برای اندازه گیری وزن ۱۰۰ دانه، از دانه های برداشت شده از هر کرت آزمایشی پنج نمونه به صورت تصادفی جدا و پس از توزین با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم، میانگین نمونه ها به عنوان وزن ۱۰۰ دانه در نظر گرفته شد. عملکرد بیولوژیک و دانه به ترتیب پس از توزین کل بوته ها و سپس خرم کوبی و بوجاری کل غلاف ها در دو خط میانی به مساحت دومتر مربع در هر واحد آزمایشی تعیین

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک
Table1. Physical and chemical properties of soil

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dc/m)	نیتروژن (درصد) N (%)	pH	کربن آلی (درصد) OC (%)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) Phosphorus (mg/kg)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) potassium (mg/kg)	عمق خاک (سانتی متر) Depth of soil (cm)	یافت خاک Soil texture
3.4	0.04	7.6	0.89	9.35	168	0-30	لومی رسی Clay loam

همچنین بیشترین تعداد دانه در غلاف از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار، با میانگین ۱۱/۳۴ و کمترین تعداد دانه در غلاف از تیمار عدم کاربرد کود پتاسیم (شاهد) با میانگین ۷/۰۹ به دست آمد (جدول ۳). دلیل بالا بودن تعداد دانه در گیاه در تیمار کاربرد کود پتاسیم را شاید بتوان در عدم وجود محدودیت منبع در شرایط مصرف کود پتاسیم دانست. وجود کود پتاسیم در گیاه از سقط بیش از حد دانه ها جلوگیری می کند. لذا در صورت عدم وجود محدودیت منبع، محدودیت مخزن نیز کمتر پیش می آید. این نتایج با یافته های (Sharifi et al, 2013) که بیان نمودند کاربرد کود پتاسیم در لوبیا تأثیر مثبتی بر تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته دارد، منطبق بود. از طرفی (Baratzadeh et al, 2019) بیان داشتند که با افزایش نانوکلات پتاسیم، گیاه با در اختیار داشتن ذخیره مناسب پتاسیم، توانسته دانه های گرده قوی تری تولید و با لقاح مناسب، تعداد دانه در غلاف بیشتری تولید گردد. البته وجود پتاسیم کافی نیز سبب حفظ فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی می شود. بدین ترتیب با توجه به نقش پتاسیم در انتقال مواد فتوسنتزی، افزایش تعداد دانه در گیاه با کاربرد پتاسیم قابل توجیه است. نتایج این آزمایش با یافته های (Soufifard & Sadeghi, 2015) مطابقت داشت.

نتایج و بحث

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد که تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به کاربرد ۴ لیتر در هکتار اسیدهیومیک با میانگین ۱۰/۸ و کمترین تعداد دانه در غلاف به تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک (شاهد) با میانگین ۷/۷۶ اختصاص یافت (جدول ۳).

نتایج تحقیق نشان داد که اسیدهیومیک سبب افزایش تعداد دانه در غلاف شد که به نظر می رسد دلیل آن تأثیر مثبت اسیدهیومیک در جلوگیری از ریزش گل ها و حفظ غلاف های موجود از طریق توازن مناسب مواد غذایی بین بخش رویشی و زایشی گیاه باشد (Khan et al., 2012). اسیدهیومیک به دلیل در دسترس قرار دادن عنصر فسفر و سایر عناصر غذایی برای گیاه، سبب افزایش عملکرد در واحد زایشی و دانه بندی شده است (Shahsavani et al., 2017). لذا بر این اساس می توان گفت مواد طبیعی همانند اسید هیومیک به لحاظ دارا بودن هورمون های رشد همانند سیتوکینین و اکسین باعث افزایش تقسیم سلولی (Ludwig-Muller, 2000) و تعداد غلاف و دانه در بوته شده اند که با نتایج این تحقیق مشابَهت داشت.

جدول ۲- میانگین مربعات ویژگی‌های تحت تأثیر کود پتاسیم و اسید هیومیک
Table 2. Mean square of traits under potassium fertilizer and humic acid

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد دانه در غلاف Grain number per pod	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد پروتئین Protein Percentage
تکرار Replication	3	2.08 ^{ns}	4.22 ^{ns}	0.15 ^{ns}	10.7 ^{ns}	6.5 ^{ns}	19.06 ^{ns}	0.22 ^{ns}	1.15 ^{ns}
اسید هیومیک Humic acid (H)	2	8.66 ^{**}	245.31 [*]	71.02 [*]	21884.1 [*]	180.12 [*]	42504.2 [*]	74.39 [*]	29.08 [*]
پتاسیم Potassium (K)	2	10.05 [*]	189.46 [*]	63.38 [*]	143097.6 [*]	163.5 ^{**}	63891.5 ^{**}	116.25 ^{**}	22.51 [*]
هیومیک × پتاسیم H × K	4	0.93 ^{ns}	100.5 ^{**}	92.24 ^{**}	9241.33 ^{**}	2.74 ^{ns}	23577.8 ^{**}	0.27 ^{ns}	1.47 ^{ns}
خطا (E)	24	0.71	3.74	7.88	401.28	14.59	1256.09	11.55	6.38
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	9.03	15.86	13.56	10.47	7.14	7.15	8.82	8.97

ns, *, **: به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد
ns, *, **: Non significant and significant at 5% and 1%, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های تحت تأثیر کود پتاسیم و اسید هیومیک
Table 3. Mean comparison of traits under potassium fertilizer and humic acid

تیمار Treatment	تعداد دانه در غلاف Grain number per pod	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	درصد پروتئین (درصد) Protein percentage (%)
اسید هیومیک Humic acid (lit.ha ⁻¹)				
عدم کاربرد (شاهد) Non-used (Control)	7.76 b	45.01 b	36.64 b	21.71 b
۲	9.45 a	56.15 a	39.32 a	30.46 a
۴	10.8 a	59.21 a	39.65 a	32.25 a
LSD 5%	0.37	1.28	0.59	1.53
کود پتاسیم Potassium fertilizer (Kg.ha ⁻¹)				
عدم کاربرد (شاهد) Non-used (Control)	7.09 c	47.81 c	36.55 b	25.30 b
۲	9.57 b	54.33 b	37.33 b	28.59 ab
۴	11.34 a	58.22 a	41.51 a	30.54 a
LSD 5%	0.31	1.05	0.46	1.24

میانگین تیمارهایی که اختلافشان از LSD بزرگتر است در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار دارند.
Mean treatments greater than LSD had significant difference at 5% probability level.

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک و برهمکنش آن‌ها بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲). بیشترین تعداد غلاف در بوته از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار نانوکلات

پتاسیم و ۲ لیتر در هکتار اسیدهیومیک حاصل شد که نسبت به تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم حدود ۲۳/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های تحت تأثیر کود پتاسیم × اسیدهیومیک

Table 4. Mean comparison of traits under interaction of potassium fertilizer × humic acid

اسیدهیومیک Humic acid (lit.ha ⁻¹)	کود پتاسیم potassium fertilizer (Kg.ha ⁻¹)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight(g)	عملکرد دانه Grain yield (g/m ²)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g/m ²)
عدم کاربرد (شاهد) Non-used (Control)	عدم کاربرد (شاهد) Non-used (Control)	10.89 e	18.64 e	169.6 d	433.11 e
	2	11.02 d	19.06 de	173.02 cd	452.3 de
	4	12.1 f	19.75 d	175.05 cd	460.18 d
	4	12.62 f	20.29 cd	180.2 c	489.7 c
2 2	عدم کاربرد (شاهد) Non-used (Control)	13.75 b	21.04 bc	191.11 bc	516.4 b
	2	14.19 a	23.89 a	226.29 a	539.9 a
	4	13.11c	20.72 c	182.17 c	498.05 bc
	4	14.01 ab	21.5 b	198.41 b	521.5 b
4 4	عدم کاربرد (شاهد) Non-used (Control)	14.37 a	24.01 a	231.34 a	545.7 a
	2				
	2				
	4				
LSD 5%		0.32	0.1	0.5	4.5

میانگین تیمارهایی که اختلافشان از LSD بزرگتر است، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار دارند.
Mean treatments greater than LSD have significant difference at 5% probability level.

در گیاه را افزایش می‌دهند. نتایج سایر پژوهشگران نظیر (2019) Soufifard & Sadeghi و Sharifi *et al*, (2013) مؤید نتایج این تحقیق بود.

وزن ۱۰۰ دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن ۱۰۰ دانه تحت تأثیر برهمکنش نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن ۱۰۰ دانه از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار نانوکلات پتاسیم و ۲ لیتر در هکتار اسیدهیومیک به دست آمد که نسبت به تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم حدود ۲۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). طبق این گزارش پتاسیم و اسید هیومیک با اثر بر انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه‌ها، وزن ۱۰۰ دانه را در گیاه زراعی افزایش داده است (Tourfi & Shokuhfar, 2014). در همین راستا (Delfine *et al*, 2005) بیان

به نظر می‌رسد در این پژوهش استفاده از نانوکلات پتاسیم و اسید هیومیک با کلات کردن و افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس باعث افزایش رشد اندام هوایی و تولید می‌شود. همچنین اسید هیومیک با اثرات شبه هورمونی خود، اثرات مفیدی در افزایش تولید گیاه دارد (Tourfi & Shokuhfar, 2014)، زیرا بدیهی است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده در مقاصد گیاه، به میزان کافی صورت خواهد گرفت و این امر سبب افزایش تعداد غلاف در بوته می‌شود (Motaghi & Sakinejad, 2014). در همین راستا (Tripura *et al*, 2017) بیان داشتند که کاربرد توأم اسیدهیومیک و کود پتاسیم باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در لوبیا چشم‌بلبلی شد. آن‌ها عنوان داشتند کاربرد هیومیک اسید و پتاسیم با افزایش میزان کلروفیل، پروتئین‌ها و رشد و نفوذ ریشه میزان فتوسنتز

داشتند که اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و احتمالاً با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز گذاشته، محتوای غذایی (ترکیبات ذخیره‌ای بذر) و وزن ۱۰۰ دانه در گیاه را افزایش دهد (Cavani et al., 2003). از طرفی دیگر می‌توان بیان داشت که با توجه به نقش پتاسیم در افزایش تقسیم و رشد سلولی و افزایش در فرآیند فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی، محدودیت مخزن تا حدودی از بین رفته و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها باعث پر شدن دانه شده و وزن ۱۰۰۰ دانه افزایش می‌یابد که با نتایج (Kahraman (2017) مطابقت داشت.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر برهمکنش نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار نانوکلات پتاسیم و ۲ لیتر در هکتار اسیدهیومیک به میزان ۲۲۶/۳۴ گرم در مترمربع و کمترین عملکرد دانه مربوط از تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم به میزان ۱۶۹/۶ گرم در مترمربع حاصل شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد اسید هیومیک نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می‌کند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد. به دنبال آن یک عامل مهم در رشد یعنی جذب نیتروژن به درون سلول تشدید می‌گردد و تولید نیترات کاهش می‌یابد که در نهایت این اثرات منجر به افزایش تولید و عملکرد دانه گیاه می‌شود (Giasuddin et al., 2007). همچنین در این تحقیق وجود کود پتاسیم کافی نیز سبب حفظ فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی می‌شود. بدین ترتیب با توجه به نقش پتاسیم در انتقال مواد فتوسنتزی و افزایش تعداد دانه و وزن ۱۰۰ دانه در گیاه، افزایش عملکرد دانه با کاربرد پتاسیم قابل توجیه است (Baratzadeh et al., 2019). افزایش عملکرد دانه با کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم توسط (Sadaf & Tahir (2017 و (Kuntyastuti et al, (2019 نیز گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

شاخص کلروفیل

نتایج حاصل نشان داد که اثر نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال یک درصد

معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد ۴ لیتر در هکتار اسیدهیومیک دارای بیشترین شاخص کلروفیل با میانگین ۵۹/۲۱ و کمترین شاخص کلروفیل از تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک (شاهد) با میانگین ۴۵/۰۱ حاصل شد (جدول ۳). افزایش شاخص کلروفیل در گیاهان ممکن است به نقش اسید هیومیک در فتوسنتز، تنفس و شرکت آهن در ساختمان کلروفیل مربوط باشد که در نتیجه باعث افزایش عملکرد در گیاه می‌شود. همچنین اسید هیومیک از طریق قدرت کلات‌کنندگی عناصر غذایی و با کاهش تبخیر و تعرق و در نتیجه قراردادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه می‌تواند ساخت رنگیزه‌ها را افزایش دهد و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت‌تر کند (Delfine et al., 2005). در همین رابطه (Tripura et al, (2017 عنوان داشتند که کاربرد هیومیک اسید با افزایش میزان کلروفیل و پروتئین‌ها میزان فتوسنتز در گیاه را افزایش می‌دهند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. از طرفی بیشترین شاخص کلروفیل از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار، با میانگین ۵۸/۲۲ و کمترین شاخص کلروفیل از عدم کاربرد کود پتاسیم (شاهد) با میانگین ۴۷/۸۱ به‌دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد بیشتر بودن شاخص کلروفیل در تیمارهای کودی به این علت باشد که عنصر پتاسیم باعث فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها می‌شود، به طوری که برای سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات‌ها لازم و ضروری است که مطالعات (Mindari et al, (2019 مؤید نتایج این تحقیق بود. همچنین (Adhikari et al, (2020 اظهار داشتند که کاربرد کود پتاسیم نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش میزان کلروفیل و رشد گیاه شد که با یافته‌های این تحقیق همخوانی داشت.

عملکرد بیولوژیک

با توجه به نتایج عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر برهمکنش نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک به تیمار ۴ کیلوگرم در هکتار نانوکلات پتاسیم و ۲ لیتر در هکتار اسیدهیومیک به میزان ۵۳۹/۹ گرم در مترمربع و کمترین عملکرد بیولوژیکی به تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم به میزان ۴۳۳/۱۱ گرم در مترمربع اختصاص یافت. به نظر می‌رسد مصرف اسیدهیومیک و کود پتاسیم به‌طور معنی‌داری بر عمق نفوذ ریشه اثر دارد. اسیدهیومیک و پتاسیم نفوذ ریشه را افزایش می‌دهد و از این طریق بر تداوم جذب عناصر غذایی و آب اثر می‌گذارد که نتیجه آن افزایش عملکرد بیولوژیک و دانه خواهد بود (Tripura et al., 2017).

برداشت شد. در این رابطه می‌توان چنین بیان نمود که شاخص برداشت ارتباط مستقیم با عملکرد دانه دارد و افزایش عملکرد دانه تحت اثر کود پتاسیم در نتایج تحقیقات Abbas *et al.* (2011) و Soufifard & Sadeghi (2019) نیز گزارش شده است. بیشترین شاخص برداشت از تیماری که بیشترین کود پتاسیم را دریافت کرده بود و بیشترین عملکرد دانه را نیز به خود اختصاص داده بود، به‌دست آمد که نظر به موارد فوق‌الذکر قابل قبول می‌باشد.

درصد پروتئین دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مؤید این نکته است که درصد پروتئین تحت تأثیر سطوح مختلف نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین درصد پروتئین مربوط به کاربرد ۴ لیتر در هکتار اسیدهیومیک بود که نسبت تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک (شاهد) ۳۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳) به‌نظر می‌رسد اسید هیومیک از طریق افزایش قابلیت ریشه‌ها در جذب عناصر نیتروژن، فسفر و گوگرد و مداخله در فعالیت های آنزیمی با فراهمی آن‌ها برای گیاه، سبب افزایش توان ساخت پروتئین در گیاه و انتقال آن به دانه‌ها و بهبود کیفیت دانه گردید (El-Bassiony *et al.*, 2010). از طرفی Teimoori *et al.* (2019) اظهار داشتند کاربرد اسید هیومیک در افزایش میزان کلروفیل و فتوسنتز مؤثر است، زیرا باعث افزایش رشد رویشی گیاه و در نتیجه افزایش ماده خشک و میزان پروتئین گردید. همچنین بیشترین درصد پروتئین از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار، با میانگین ۳۰/۵۴ درصد و کمترین درصد پروتئین از تیمار عدم کاربرد کود پتاسیم (شاهد) با میانگین ۲۵/۳۰ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). افزایش درصد پروتئین را می‌توان بدین صورت توجیه کرد که عناصر غذایی نظیر پتاسیم در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی، متابولیسم قندها و کربوهیدرات‌ها، متابولیسم نیتروژن و همچنین به‌عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها عمل می‌نمایند و آنزیم‌ها قسمت اعظمی از مواد پروتئینی را تشکیل می‌دهند (Marchner, 1993). از طرفی به‌نظر می‌رسد کاهش درصد پروتئین در تیمار شاهد در اثر این باشد که اولین علایم احتمالی کمبود پتاسیم، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول‌هاست. این کاهش در ساخته شدن RNA منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می‌شود (Marchner, 1993). نتایج به‌دست‌آمده توسط Baratzadeh *et al.* (2019) حاکی از آن است که با افزایش مصرف پتاسیم، مواد فتوسنتزی بیشتری جهت سنتز پروتئین اختصاص یافته و

گزارش شده است که اسیدهیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن برگ‌ها و حفظ ماندگاری برگ‌ها سبب بهبود رشد، افزایش زیست توده تولیدی (Ayas & Gulser, 2005). اسید هیومیک به علت ویژگی‌های سایتوکینینی موجب به تأخیر انداختن تجزیه کلروفیل و پروتئین‌ها در برگ و پیری در گل‌ها می‌شود و این ترکیبات نیز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و انتقال آن‌ها به ساقه‌های در حال رشد نقش اساسی دارند و از این طریق موجب افزایش میزان ماده خشک در گیاه می‌شوند (غلامی و همکاران، ۲۰۱۵). در این رابطه Motaghi & Sakinejad (2014) بیان کردند بیشترین زیست توده از برهمکنش ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسیدهیومیک و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم حاصل شد. افزایش عملکرد بیولوژیک با کاربرد اسیدهیومیک و نانوکلات پتاسیم توسط Gomaa *et al.* (2017) و Rahimi & Salahizadeh (2015) نیز گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر اسیدهیومیک در سطح احتمال پنج درصد و نانوکلات پتاسیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر اسیدهیومیک بر شاخص برداشت نشان داد که بیشترین شاخص برداشت مربوط به کاربرد ۴ لیتر در هکتار اسیدهیومیک با میانگین ۳۹/۶۵ درصد که با کاربرد ۲ لیتر در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین شاخص برداشت به تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک (شاهد) با میانگین ۳۶/۶۴ درصد اختصاص یافت (جدول ۳). در این پژوهش اسید هیومیک با افزایش عملکرد دانه باعث افزایش شاخص برداشت شد. با کاربرد اسیدهیومیک، عملکرد دانه به نسبت عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد افزایش بیشتری داشت، در نتیجه از شاخص برداشت بیشتری برخوردار بود. نتایج ارائه‌شده توسط محققان دیگر نیز حاکی از افزایش شاخص برداشت با کاربرد اسید هیومیک می‌باشد (Sonmez, 2019 & Dincsoy). همچنین بیشترین شاخص برداشت از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم با میانگین ۴۱/۵۱ درصد و کمترین شاخص برداشت از تیمار عدم کاربرد کود پتاسیم (شاهد) با میانگین ۳۸/۳۸ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد با توجه به نقش عنصر پتاسیم در افزایش راندمان رشد رویشی گیاه به‌صورت اجزای عملکرد و عملکرد دانه بیشتر، افزایش شاخص برداشت قابل انتظار است. در این پژوهش کاربرد پتاسیم عملکرد دانه را نسبت به عملکرد بیولوژیک بیشتر افزایش داد و این امر باعث افزایش شاخص

نداشته و هر دو عامل، تأثیر مشترکی در فرایندهای زیستی گیاه از جمله فتوسنتز، عملکرد دانه و درصد پروتئین دارند. لذا این دو عامل در کنار یکدیگر باعث افزایش مؤلفه‌های عملکردی می‌گردند. بنابراین با توجه به کمبود پتاسیم در خاک‌های زراعی خوزستان به نظر می‌رسد استفاده از نانوکلات پتاسیم و اسیدهیومیک به‌ترتیب به میزان ۴ کیلوگرم در هکتار و ۲ لیتر در هکتار، راهکاری مناسب در جهت افزایش عملکرد کمی و درصد پروتئین لوبیا چشم‌بلبلی با توجه به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودها در خاک باشد.

هدایت و انتقال هیدروکربن‌ها کاهش خواهد یافت. همچنین Yves Theoneste *et al*, (2007) عنوان داشتند که پتاسیم در ساخت ترکیبات پلیمری در گیاه نقش اساسی دارد. در گیاهانی که دچار کمبود پتاسیم می‌باشند، قندهای ساده، ترکیبات نیتروژنی محلول و اسیدهای آمینه انباشته شده و از مقدار نشاسته و پروتئین برگ‌ها کاسته می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که کاربرد دو عامل اسیدهیومیک و پتاسیم در گیاهان اثر بازدارندگی نسبت به هم ندارند. همچنین در جایگاه جذب گیاه با هم رقابت

منابع

1. Abbas, G., Aslam, M., Malik, A.U., Abbas, Z., Ali, M., and Hussain, F. 2011. Potassium sulphate effects on growth and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.) under arid climate. *International Journal of Agriculture and Applied Sciences* 3(2): 72-75.
2. Adhikari, B., Kumar Dhungana, S., Kim, I.D., and Shin, D.H. 2020. Effect of foliar application of potassium fertilizers on soybean plants under salinity stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 19: 261-269.
3. Antoun, L., Sahar, W., Zakaria, M., and Rafla, H. 2010. Influence of compost Nmineral and humic acid on yield and chemical composition of wheat plant. *Jornal Soil Science and Agriculture* 1(11): 1131-1143.
4. Ayas, H., and Gulser, F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of Biological Sciences* 5(6): 801-804.
5. Baratzadeh, S., Saki Nejad, T., and Babainejad, T. 2019. Effect of potassium nano chlorate and ascorbic acid on yield and some qualitative characteristics of kidney bean seed of Kamran cultivar. *Journal of Plant Production Science* 9(2): 149-160.
6. Cavani, L., Ciavatta, C., and Gessa, C. 2003. Identification of organic matter from peat, leonardite and lignite fertilizers using humification parameters and electrofocusing. *Bioresour Technology* 86: 45-52.
7. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development* 25: 183-191.
8. Dincsoy, M., and Sonmez, F. 2019. The effect of potassium and humic acid applications on yield and nutrient contents of wheat (*Triticum aestivum* L. var. Delfii) with same soil properties. *Journal of Plant Nutrition* 42(20): 2757-2772.
9. El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z.F., Abd El-Baky, M. M.H., and Mahmoud Asmaa, R. 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. *Research Agricultural and Biological Science, INSinet Publication* 6(2): 169-175.
10. Faiyad, R., Bador, A.G., and El-Mahdy, R.E. 2019. Maximizing utilization of some organic fertilizers to produce the highest yield of Cowpea. *Egypt Journal Soil Scienca* 59(1): 53-66.
11. Gardner, F.P., Piers, R., and Michelle, L. 2011. *Physiology of Crop Plants*. Translation: Koochehi A, and Sarmadnia Gh. 16th ed. Mashhad SID Press. 400 p.
12. Giasuddin, A.B.M., Kanel, S., and Choi, H. 2007. Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. *Journal of Environment Science Technology* 41(6): 2022-2027.
13. Ghorbani, S., Khazaei, H.R., Kafi, M., and Banayan Aval, M. 2010. Effect of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of corn. *Agricultural Ecology Journal* 2(1):123-131. (in Persian).
14. Gomaa, M.A., Radwan, F.I., Kandil, E.E., and Al- Challabi, D.H.H. 2017. Comparison of some new maize hybrids response to mineral fertilization and some nanofertilizers. *Alexandria Science Exchange Journal* 38(3): 506-516.
15. Jones, J., Wolf, B., and Mills, H.A. 1991. *Plant Analysis Handbook, Micro-macro*. Publishing, 3rd Edition. 571 p.

16. Kahraman, A. 2017. Effect of humic acid doses on yield and quality parameters of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] cultivars. *Legume Research-An International Journal* 40(1): 155-159.
17. Khan, A., Guramni, A.R., Khan, M.Z., Hussain, F., Akhtar, M.E., and Khan, S. 2012. Effect of humic acid on growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L). *Journal of Chemical Society of Pakistan* 6: 56-63.
18. Khan, R.U., Khan, M.Z., Khan, A., Saba, S., Hussain, F., and Jan, I.U. 2018. Effect of humic acid on growth and crop nutrient status of wheat on two different soils. *Journal of Plant Nutrition* 41(4): 453-460.
19. Koocheki, A., and Sarmadnia, Gh.H. 2008. *Plant Physiology* (translation). Mashhad Academic Publications. 467 p.
20. Kuntastuti, H., Purwaningrahyu, R.D., and Lestari, S.A.D. 2019. Soybean growth and yield responses at third planting season to residual potassium fertilizer on a vertisol. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 6(2): 1645-1651.
21. Ludwig-Muller, J. 2000. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regulation* 2(3): 219-230.
22. Mahmoodi Zoeeek, R., Nasri, M., and Oveysi, M. 2015. Effects of humic acid spraying on yield and nutrients transition to Wheat grain in drought stress condition. *Agronomic Research in Semi Desert Regions* 12(2): 119-131.
23. Mansourian, S., and Shokoohfar, A. 2015. Effect of potassium fertilizer and irrigation intervals levels on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Ahvaz condition. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* 5(1): 26-32.
24. Mansourian, S., and Shokoohfar, A. 2015. Effect of potassium fertilizer and irrigation intervals levels on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Ahvaz condition. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* 5(1): 26-32.
25. Marchner, H. 1993. *Mineral Nutrition of Higherplants*. 3rd Ed. Academic Press, Newyork., USA. pp 350- 355.
26. Mindari, W., Edi Sasongko, P., Kusuma, Z., and Aini, N. 2019. Efficiency of various sources and doses of humic acid on physical and chemical properties of saline soil and growth and yield of Rice. The 9th International Conference on Global Resource Conservation (ICGRC) and AJI from Ritsumeikan University AIP Conference Proceedings. 2019, 030001.
27. Motaghi, S., and Sakinejad, T. 2014. The effect of different levels of humic acid and potassium fertilizer on physiological indices of growth. *International Journal of Biosciences* 5: 99-105.
28. Rahimi, M., and Salahizadeh, A. 2015. Effect of different levels of irrigation and potassium on qualitative and quantitative characteristics of the beans in Yasooj, Iran. *European Online Journal of Natural and Social Sciences* 4(1): 50-56.
29. Sadaf, A., and Tahir, M. 2017. Effect of potassium on growth, yield and quality of mungbean under different irrigation regimes. *Bulletin of Biological and Allied Sciences Research* 2(4): 1-10.
30. Salardini, A. 2005. *Soil Fertility*. 7th Ed. Tehran University Press. 434 p. (in Persian).
31. Samadi Firouzabadi, B., and Farahani, E. 2013. Effect of planting date on seed yield and its components of mung bean (*Vigna radiata* L.) genotypes in varamin region in Iran. *Seed and Plant Production Journal* 29(3): 387-401. (in Persian with English abstract).
32. Saruhan, V., Kusvuran, A., and Babat, S. 2011. The effect of different humicacid fertilization on yield and yield components performances of common millet (*Panicum miliaceum* L.). *Agronomy Journal* 4: 130-133.
33. Shahsavani, Sh., Gharanjik, Sh., and Jadidoleslam, N. 2017. Effect of mycorrhiza, *Pseudomonas* bacteria and humic acid on growth indices of bean. *Iranian Journal of Pulses Research* 8(1): 97-112.
34. Sharifi, P., Karbalavi, N., and Aminpanah, H. 2013. Effects of drought stress and potassium sulfate fertilizer on green bean yield. *Electronic Jorنال of Crop Production* 4: 137-149. (in Persian).
35. Soufifard, Sh., and Sadeghi, S.M. 2019. Effect of potassium sulfate fertilizer levels and row spacing on yield and yield components of bean in tea uprooted garden. *Journal of Plant Ecophysiology* 12(40): 250-262. (in Persian).
36. Teimoori, N., Heidari, Gh.R., Hosseinpanahi, F., Siosehmarde, A., and Sohrabi, Y. 2019. Response of physiological characteristics of Sardary wheat ecotypes to foliar application of humic acid before and after flowering in dryland conditions. *Plant Production Technology* 19(1): 173-190.
37. Tourf, F., and Shokuhfar, A.R. 2019. Effect of humic acid on yield, yield components and physiological parameters of wheat in deficit irrigation conditions. *Journal of Plant Production Science* 9(2): 121-132. (in Persian).

38. Tripura, P., Verma, R., Kumar, S., and Balwan, B. 2017. Effect of potassium humate and bio-inoculants on growth and yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Environment and Ecology 35(2): 1494-1498.
39. Yves Theoneste, M., Wah Oo, L., Gloria Chiwasa, T., and Chul Lee, S. 2018. Response of different potassium application rates on growth, yield, carbohydrates and protein content of Mungbean (*Vignaradiata* L.). International Journal of Science and Research 8(8): 697-702.



Effect of combination of the humic acid and nano-Potassium fertilizer on yield, yield components and protein percentage of cowpea (*Vigna unguiculata* L.)

Hosseininik¹, Mohammad Hossein; Shokuhfar^{2*}, Alireza; Payandeh³, Khoshnaz

1. MSc. Agronomy, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; mhhossein24@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; alireza_shokuhfar@yahoo.com•orchid; ORCID: 0000-0002-5903-653x
3. Assistant Professor, Department of Soil Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; payandeh426@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1097-8104

The Dates:

Received: 9 February 2022; Revised: 3 April 2022
Accepted: 27 June 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Hosseininik, M.H., Shokuhfar, A.R., and Payandeh, Kh. 2022. Effect of combination of the humic acid and nano-Potassium fertilizer on yield, yield components and protein percentage of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 50-61. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2202-1022

Introduction

Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) as one of the important beans, has 20-25% protein and is a protein supplier that is needed by humans and plays an important role in this regard. Increasing yield per unit area is one of the most important factors for increasing production. Humic acid is a natural organic polymer compound that results from the decay of soil organic matter, peat, lignin, etc., which can be used to increase the product and its quality. One of the important benefits of using humic acid is the ability to chelate various nutrients such as potassium and magnesium and other elements to overcome the lack of nutrients. Humic acid also creates more space for water to penetrate through physical modification and improved soil granulation. Nanotechnology as a leading science in solving problems and issues of agriculture has well proven its place in agricultural sciences and related industries. Potassium is the most suitable cation with a capacity to activate plant enzymes because in addition to its high concentration in the cell and its amount in nature, this cation has an extraordinary mobility inside the plant. Therefore, the present study was conducted to investigate the effect of combining humic acid and potassium nano-chelate fertilizer on the characteristics of cowpea in Ahvaz.

Materials and Methods

In order to evaluate the effect of combination of the humic acid and nano-potassium fertilizer on physiological, morphological and yield characteristics of cowpea (*Vigna* sp.) in Ahvaz, a factorial study was conducted in Ahvaz city in the year 2020 based on a randomized complete block design with four replications. Experimental factors included humic acid at three levels: zero (control), 2 and 4 liters per hectare and levels of potassium nano-chelate fertilizer as soil application at 3 levels including: zero (control), 2 and 4 kg ha⁻¹ in Ahvaz region. Field preparation included plowing, disks and leveling. After preparation of the field, nitrogen and phosphate fertilizers were mixed with the disk machine at a depth of 15 cm. Nitrogen from the source of urea (46%) was 50 kg nitrogen per hectare and phosphorus fertilizer from the source of triple superphosphate at a rate of 80 kg/ha P (48%) was used. Statistical analysis was performed using SAS 9.2 and comparing of the means was based on LSD method at 5% probability level.

* Corresponding Author: alireza_shokuhfar@yahoo.com

Results and Discussion

The experimental results showed that the effect of different levels of potassium and humic acid nanoclolate on grain yield, number of seeds per pod, number of pods per plant, 100-seed weight, biological yield and protein percentage were effective and affected these traits. The highest grain yield of 4 kg/ha potassium nanoclolate and 4 liters/ha of humic acid at the rate of 226.29 g/m² (which was not statistically significant with the treatment of 4 kg/ha potassium nanoclolate and 2 liters/ha of humic acid) It was found that compared to the non-application of humic acid and potassium nanoclolate, it showed a 25% increase. In general, application of 2 liters per hectare of humic acid and 4 kg per hectare of potassium nanoclolate can be recommended to increase the yield and percentage of protein in cowpea plant. Due to the persistence of photosynthetic tissues, humic acid increased plant yield and also increased plant yield through positive physiological effects such as the effect on plant cell metabolism and increasing leaf chlorophyll concentration. Potassium nano-chelate leads to improved plant growth conditions and cell division and the production of hydrocarbons and proteins and its rapid transfer to the grain, which increases grain weight and thus increases grain yield.

Conclusion

According to the results of this study, it was found that the application of two factors, humic acid and potassium, in plants do not have an inhibitory effect on each other, grain yield and protein percentage. Therefore, these two factors together increase the functional components. Therefore, due to the lack of potassium in the arable soils of Khuzestan, it seems that the use of nano-chelate potassium and humic acid at the rate of 4 kg per hectare and 2 liters per hectare, respectively, is a suitable solution to increase the yield and protein content of cowpea with suggested paying attention to the reduction of environmental pollution caused by the application of fertilizers in the soil.

Keywords: 100-seed weight; Biological yield; Chlorophyll index; Number of pods per plant



اثرات کشت مخلوط سه گانه تأخیری چغندر قند با نخود و ماش بر تراکم، زیست توده

و تنوع زیستی علف‌های هرز

علیرضا کوچکی^{۱*}، مهدی نصیری محلاتی^۲، محمدحسن هاتفی فرجیان^۳ و مینا هوشمند^۴

۱- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، akooch@ferdowsi.um.ac.ir

۲- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، mnassiri@ferdowsi.um.ac.ir

۳- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، mh-hatefifarajian@mail.um.ac.ir

۴- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، hooshmand.mina2014@gmail.com

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۱/۲۰، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۳؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، هاتفی فرجیان، م.ح. و هوشمند، م. ۱۴۰۱. اثرات کشت مخلوط سه گانه تأخیری چغندر قند با نخود و ماش بر تراکم، زیست توده و تنوع زیستی علف‌های هرز. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳ (۲): ۶۲-۷۸.

چکیده

به منظور بررسی اثرات نسبت‌های کشت مخلوط سه گانه تأخیری چغندر قند با نخود و ماش بر تراکم، زیست توده و تنوع زیستی علف‌های هرز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های ۲۵ درصد نخود (ماش)+ ۷۵ درصد چغندر قند، ۵۰ درصد نخود (ماش)+ ۵۰ درصد چغندر قند، ۷۵ درصد چغندر قند، کشت خالص نخود (ماش) و کشت خالص چغندر قند بود. نوع لگوم بسته به فصل رشد متغیر بود، به این ترتیب که در انتهای زمستان، نخود همراه با چغندر قند بود و پس از برداشت نخود، ماش در اواخر بهار در همان ردیف‌های کاشت نخود، جایگزین شد. در ارزیابی شاخص‌های تنوع علف‌های هرز، بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+ ۲۵ درصد چغندر قند و نسبت کشت ۲۵ درصد نخود (ماش)+ ۷۵ درصد چغندر قند به ترتیب به میزان ۲/۸۳ و ۴/۲۹ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون-وینر، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+ ۲۵ درصد چغندر قند و نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش)+ ۵۰ درصد چغندر قند به ترتیب به میزان ۰/۶ و ۰/۷۶ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد. همچنین، بیشترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+ ۲۵ درصد چغندر قند و نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش)+ ۵۰ درصد چغندر قند به ترتیب به میزان ۰/۶۸ و ۰/۷۹۶ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص تنوع سیمپسون؛ شاخص تنوع شانون-وینر؛ شاخص غنای گونه‌ای مارگالف؛ نسبت کاشت

مقدمه

ایده آل گیاه زراعی و انتخاب تراکم مناسب کاشت است که در کمترین زمان، تمام آشیان اکولوژیک را اشغال نمایند. محققان بیان داشتند که کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیاجیتی به دلیل تعلق این گیاهان به دو تیره مختلف و جنبه همیاری و همزیستی مکملی، موجب می‌شود تا بهره‌برداری از واحد سطح، بیشتر از کشت خالص آن‌ها باشد (Nasrollahzadeh Asl et al., 2012). کشت مخلوط زمانی سودمند خواهد بود که منابع محیطی مورد نیاز گونه‌ها به طور مناسبی در مکان و زمان متفاوت توزیع شده باشند. یکی از روش‌های افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها، کشت مخلوط به صورت تأخیری است. کشت مخلوط تأخیری یا کشت توأم چند گونه در یک زمین به طوری

یکی از شیوه‌های ایجاد پایداری و حفظ سلامت بوم‌نظام های کشاورزی، استفاده از نظام‌های کشت مخلوط است (Raei et al., 2011). چنین به نظر می‌رسد که کشت مخلوط به عنوان یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار ضمن افزایش تنوع اکولوژیک، باعث افزایش عملکرد، کاهش فرسایش خاک، افزایش میزان ماده آلی خاک، کاهش جمعیت علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی می‌شود (Rostaei et al., 2014). در نظام‌های کشت مخلوط بهره‌برداری از منابع، نیازمند تیپ

* نویسنده مسئول: akooch@ferdowsi.um.ac.ir

نمونه‌برداری شدند (Khorramdel et al., 2014). نتایج پژوهشی (Abadian et al., 2014) نشان داد که لوبیا چشم-بلبلی در کشت مخلوط افزایشی با ریحان، موجب کاهش جمعیت و زیست‌توده علف‌های هرز نسبت به ریحان خالص شد. در کشت مخلوط سه‌گانه ذرت، لوبیاچیتی و کدوی تخمه کاغذی محققان بیان داشتند که مخلوط‌های سه‌گانه، علف‌های هرز (پهن‌برگ و باریک‌برگ) را بهتر از مخلوط دوگانه و خالص کنترل می‌کنند (Moradi et al., 2015).

چغندرقد (Beta vulgaris L.) دومین گیاه زراعی قندی مهم بعد از نیشکر در دنیا و ایران است. سالانه حدود ۳۰ درصد تولید شکر در جهان، از کشت چغندرقد حاصل می‌شود. طبق آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۷، سطح زیرکشت این محصول در کشور ۱۰۶۰۰۰ هکتار و متوسط عملکرد آن در کشور ۵۴/۸ تن در هکتار بوده است. حضور علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان زراعی به خصوص چغندرقد می‌باشد (Jahad-Akbar et al., 2004). تحقیقات مختلف نشان داده است که عملکرد ریشه و قند در چغندرقد به شدت به وسیله علف‌های هرز کاهش می‌یابد و چنانچه اقدامات کنترلی در این محصول انجام نشود، وجود آلودگی شدید در طی فصل رشد، منجر به از بین رفتن کل محصول خواهد شد (NadAli, 1999). تحقیقات نشان داده است که علف‌های هرز یک‌ساله در شرایط عدم کنترل، ۲۶ تا ۱۰۰ درصد عملکرد ریشه چغندرقد را کاهش خواهند داد (Schweizer & Dexter, 1987). تحقیقات بسیار کمی در مورد کشت مخلوط چغندرقد انجام گرفته است، اما محققان مصری کشت مخلوط چغندرقد با لوبیا را در همه نسبت‌های کشت مثبت ارزیابی کرده‌اند (Abou Mostafa et al., 2012). در بیشتر مواقع یکی از گیاهان وارد شده در کشت مخلوط گیاهی از خانواده بقولات است. بقولات از جمله گیاهانی محسوب می‌شوند که به دلیل قدرت تثبیت نیتروژن از جایگاه ویژه‌ای در کشت مخلوط برخوردارند. نخود معمولی یا زراعی با نام علمی (Cicer arietinum L.)، یکی از سه لگوم مهم در آسیای غربی و آفریقای شمالی (منطقه وانا)، معمولاً یکی از اجزای کشت مخلوط در مناطق نیمه‌خشک است (Banik et al., 2006). ماش (Vigna radiate L. Wilczek) گیاهی یک‌ساله، بوته‌ای یا نیمه‌رونده و از خانواده لگوم است که در حال حاضر در قسمت‌های مختلف دنیا از جمله کشورهای حوزه مدیترانه به صورت مخلوط با سایر گیاهان کشت می‌شود. این گیاه در بهبود حاصلخیزی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن (Agboola & Fayami, 1972)، در جلوگیری از فرسایش خاک به صورت یک گیاه پوششی، به عنوان یک گیاه

که بخشی از دوره رشد آن‌ها بر هم منطبق باشد، نوعی از زراعت‌های مخلوط است که با اهداف خاص در مناطقی از جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mazaheri, 1998). مزیت کشت تأخیری در زمینه کاهش رقابت بین گیاهان است، زیرا عمده تقاضای موجود برای منابع در زمان‌های مختلفی رخ می‌دهد (Zhang et al., 2007). در مطالعه‌ای محققان گزارش کردند که تشعشع جذب‌شده توسط کانوپی در کشت‌های مخلوط تأخیری در مقایسه با کشت خالص ۲۷ تا ۳۱ درصد افزایش یافت که این افزایش ناشی از جذب بهتر نور بود (Nassiri Mahallati et al., 2011). بر اساس یافته‌های تحقیقی، این گونه به نظر می‌رسد که استفاده از مخلوط‌های تأخیری راهکار مناسبی برای استفاده بهتر از منابع و افزایش عملکرد در مقایسه با کشت متوالی گونه‌های پاییزه و بهاره می‌باشد (Koocheki et al., 2017).

تداخل علف‌های هرز در محصولات کشاورزی به طور متوسط ۱۵-۱۰ درصد افت عملکرد را در سطح جهانی به همراه دارد (Koocheki et al., 2006). گزارش‌های زیادی در خصوص تأثیر کشت مخلوط بر کاهش جمعیت و افزایش تنوع علف‌های هرز وجود دارد (Gronle et al., 2015; Shahzad et al., 2016). گزارش شده است که در کشت مخلوط تنوع علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص، افزایش ولی زیست توده آن‌ها کاهش می‌یابد (Patience et al., 2013). به عنوان مثال در تمامی نسبت‌های مخلوط ذرت شیرین و ماش، وزن خشک علف‌های هرز کمتر از کشت خالص دو گونه بود (Gholi Nejad et al., 2018). قابل توجه این که با افزایش تنوع، غالبیت گونه‌های خاصی از علف‌های هرز سمج کاهش یافته و هزینه مهار علف‌های هرز کاهش می‌یابد (Koocheki et al., 2006; Peiris, 2016). مورد قابل استناد در بررسی تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط سیر و نخودفرنگی بر شاخص‌های جمعیتی علف‌های هرز در دو منطقه گنبد کاووس و ساری مشاهده شد. در این بررسی هرچند شاخص‌های تنوع علف‌های هرز دو منطقه به دلیل ویژگی‌های اقلیمی و خاکی متفاوت بودند، اما الگوهای کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی موجب افزایش تنوع و کاهش غالبیت علف‌های هرز در هر دو منطقه شد (Abbasian et al., 2017). در پژوهشی دیگر کشت مخلوط جو و ماش باعث کاهش تراکم علف‌های هرز نسبت به کشت خالص دو گیاه گردید (Asadi & Khorramdel, 2014). در سری‌های جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط زینان و لوبیا، بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا مشاهده شد و تیمارهای مختلف کشت مخلوط سبب کاهش این صفات در مراحل مختلف

کودارات به تفکیک نوع گونه شمارش و جمع‌آوری شدند. لازم به ذکر است که به دلیل بسته‌شدن کامل تاج‌پوشش چغندر قند و همچنین پوشش کاملی که نخود بر روی زمین ایجاد کرده بود و نیز سرعت استقرار و حضور گیاه ماش به عنوان یک گیاه پوششی، زمانی که ماش درون مزرعه حضور داشت، علف‌هرزی وجود نداشت. نمونه‌های جمع‌آوری شده در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آن به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین تنوع علف‌های هرز از شاخص غنای گونه‌ای مارگالف (معادله ۱)، شاخص تنوع شانون-وینر (معادله ۲) و شاخص تنوع سیمپسون (معادله ۳) استفاده شد (Gliessman, 1997; Ejtehadi *et al.*, 2009).

$$M = \frac{S-1}{\log N} \quad \text{معادله (۱)}$$

$$H' = -\sum \left(\frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N} \right) \quad \text{معادله (۲)}$$

$$1-D = 1 - \frac{\sum n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad \text{معادله (۳)}$$

در این معادله‌ها، M شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، S تعداد گونه‌های موجود، N تعداد کل افراد، H' شاخص تنوع شانون-وینر، n_i تعداد گونه افراد i ام و $1-D$ شاخص تنوع سیمپسون می‌باشد.

به منظور تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار Minitab-17 و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای رسم شکل‌ها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

جمعیت علف‌های هرز

در مجموع دو مرحله نمونه‌برداری، ۲۲ گونه علف‌هرز مشاهده شد که ۱۵ گونه یک‌ساله و هفت گونه چندساله بودند. گونه‌های هرز مشاهده شده متعلق به ۱۳ خانواده مختلف بودند. بیشترین تعداد گونه (۱۷ گونه) در مرحله دوم نمونه‌برداری مشاهده شد (جدول ۱). در مرحله دوم نمونه‌برداری در مقایسه با مرحله اول، تعداد گونه‌های چندساله بیشتری مشاهده شد. در میان گونه‌های مشاهده‌شده، ۱۴ گونه شاه‌تره، علف هفت‌بند، سلمه‌تره، توق، شبدر ترشک، خاکشیر ایرانی، خاکشیر تلخ، تاج‌ریزی سیاه، خارلته، پیچک صحرایی، درشتوک، پنیرک، گاوپاکی‌کن و تاتوره دارای مسیر فتوسنتزی سه‌کربنه و پهن برگ، گونه دم‌روباهی کشیده دارای مسیر فتوسنتزی سه‌کربنه و باریک‌برگ، سه گونه علف شور، تاج‌خروس ایستاده و تاج‌خروس خوابیده دارای مسیر فتوسنتزی چهارکربنه و پهن‌برگ، سه گونه سوروف، قیاق و اوپارسلام ارغوانی دارای مسیر فتوسنتزی

کنترل‌کننده علف‌هرز (Majnoon Hosseini & Colar, 1988)، همچنین اغلب اوقات به صورت علوفه سبز، خشک و سیلوشده نیز کاربرد دارد (Abedi & Majde Nasiri, 1984). در کشت مخلوط تأخیری، گیاهان مختلف به طور متوالی در یک سال زراعی در یک قطعه زمین کشت می‌شوند، ولی هر گیاه را قبل از برداشت محصول گیاه قبل می‌کارند (Mazaheri, 1998). با توجه به اهمیت کاهش استفاده از سموم علف‌کش در راستای رسیدن به کشاورزی پایدار، این مطالعه با هدف بررسی اثر کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری چغندر قند با نخود و ماش بر جمعیت، تراکم و تنوع علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۹۹/۲ متر از سطح دریا اجرا شد. در این مطالعه اثر کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری چغندر قند با بقولات بر تراکم، زیست‌توده و تنوع علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفت. نوع لگوم بسته به فصل رشد متغیر بود، به این ترتیب که در انتهای زمستان نخود همراه با چغندر قند بود و پس از برداشت نخود، ماش به عنوان گیاهی گرمادوست در اواخر بهار در همان ردیف‌های کاشت نخود، جایگزین شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های ۲۵ درصد نخود (ماش)+۷۵ درصد چغندر قند، ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندر قند، ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندر قند، کشت خالص نخود (ماش) و کشت خالص چغندر قند بود. ابتدا کرت‌هایی به ابعاد سه و نیم در سه متر ایجاد و در داخل هر کرت شش ردیف برای کاشت در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر نیز یک متر بود. کاشت نخود و چغندر قند به صورت همزمان در تاریخ ۱۳۹۴/۱۲/۲۰ و کاشت گیاه ماش در تاریخ ۱۳۹۵/۰۳/۰۵ در ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام گرفت و آبیاری‌های بعدی هر هفت روز یک‌بار به روش نشتی انجام شد. در مرحله چهاربرگی، نخود و ماش با تراکم مطلوب ۲۰ بوته در متر مربع و چغندر قند با تراکم مطلوب ۱۳/۳۳ بوته در متر مربع تنک شدند. نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز با کودراتی به ابعاد ۱×۱ متر مربع در دو مرحله قبل و بعد از بسته‌شدن کانوپی (فروردین‌ماه و خردادماه) انجام گرفت و علف‌های هرز هر

چهارکربنه و باریک‌برگ و خرفه دارای مسیر فتوسنتزی CAM و پهن‌برگ بودند. ده گونه شاه‌تره، علف هفت‌بند، سلمه‌تره، توق، شبدر ترشک، تاج‌ریزی سیاه، تاج‌خروس ایستاده، خارلته، پیچک صحرایی و درشتوک در هر دو مرحله نمونه‌برداری حضور داشتند. پنج گونه خاکشیر ایرانی، خاکشیر تلخ، علف

شور، سوروف و پنیرک فقط در مرحله اول نمونه‌برداری حضور داشتند. هفت گونه تاج‌خروس خوابیده، اوپارسلام ارغوانی، قیاق، دم‌روباهی کشیده، گاوچاق کن، خرفه و تاتوره فقط در مرحله دوم نمونه‌برداری مشاهده شدند (جدول ۱).

جدول ۱- علف‌های هرز مشاهده‌شده و خصوصیات آن‌ها در آزمایش طی مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 1. Weeds observed and their characteristics in the experiment during different sampling dates

مرحله اول نمونه‌برداری (قبل از بسته‌شدن تاج‌پوشش) The first sampling date (Before closing the canopy)					
نام فارسی گونه Persian name of the species	نام علمی گونه Scientific name of the species	خانواده Family	شکل رویشی Life form	مسیر فتوسنتزی Photosynthetic direction	چرخه رویشی Life cycle
شاه‌تره Common fumitory	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Fumariaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
علف هفت‌بند Common knotgrass	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
سلمه‌تره Lamb's quarters	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
توق Common cocklebur	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
شبدر ترشک Sorrel	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
خاکشیر ایرانی Flixweed	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Brassicaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
خاکشیر تلخ Wallflowers	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Brassicaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
علف‌شور Russian Thistle	<i>Salsola kali</i> L.	Amaranthaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
سوروف Cockspur grass	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	Poaceae	باریک‌برگ Grasses	C4	یک‌ساله Annual
تاج‌ریزی سیاه Black nightshade	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
تاج‌خروس ایستاده Red-root amaranth	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
خارلته Creeping Thistle	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
پیچک صحرایی Field bindweed	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
درشتوک African mustard	<i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.	Brassicaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
پنیرک Common mallow	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
مرحله دوم نمونه‌برداری (بعد از بسته‌شدن تاج‌پوشش) The second sampling date (After closing the canopy)					
شاه‌تره Common fumitory	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Fumariaceae	پهن‌برگ Broad Leaves	C3	یک‌ساله Annual
علف هفت‌بند Common knotgrass	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	پهن‌برگ Broad Leaves	C3	یک‌ساله Annual
سلمه‌تره Lamb's quarters	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
توق Common cocklebur	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
شبدر ترشک Sorrel	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial

تاج‌ریزی سیاه Black nightshade	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	پهن برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
تاج‌خروس ایستاده Red-root amaranth	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	پهن برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
خارلته Creeping Thistle	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Asteraceae	پهن برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
پیچک صحرایی Field bindweed	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convulvulaceae	پهن برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
درشتوک African mustard	<i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.	Brassicaceae	پهن برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
تاج‌خروس خوابیده Prostrate pigweed	<i>Amaranthus blitoides</i> S.Watson	Amaranthaceae	پهن برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
اویارسلام ارغوانی Nut grass	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	باریک برگ Grasses	C4	چندساله Perennial
قیاق Johnson grass	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae	باریک برگ Grasses	C4	یک‌ساله Annual
دم‌روباهی کشیده Slender foxtail	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Poaceae	باریک برگ Grasses	C3	یک‌ساله Annual
گاوجاق کن Perennial sow thistle	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae	پهن برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
خرفه Common purslane	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	پهن برگ Broad leaves	CAM	یک‌ساله Annual
تاتوره Jimson weed	<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	پهن برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual

نخود، بسته شده و به تبع آن، سایه‌اندازی بر روی زمین در داخل کرت بیشتر شد، تعداد گونه‌های علف‌هرز کاهش یافت. در مرحله اول سلمه‌تره با ۶۸/۱ درصد بیشترین و توق، شبدر ترشک و علف شور هر کدام با ۰/۱۴ درصد کمترین گونه و در مرحله دوم تاج‌خروس خوابیده با ۴۳/۹۶ درصد بیشترین و تاتوره با ۰/۱۷ درصد کمترین گونه مشاهده‌شده در مزرعه بودند. در بررسی کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان اروپایی مشاهده شد که در مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری سلمه‌تره بیشترین فراوانی نسبی را در مقایسه با سایر گونه‌ها داشت و در مرحله چهارم، خرفه فراوان‌ترین گونه در مقایسه با سایر گونه‌های علف‌هرز بود (Koocheki et al., 2012).

در پژوهشی بر روی کشت مخلوط جو با ماشک گل خوشه‌ای مشاهده شد که کمترین و بیشترین تعداد گونه علف‌هرز در مراحل اول و دوم به ترتیب متعلق به تیمار ۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو (به ترتیب با شش و سه گونه) و کشت خالص جو (به ترتیب با نه و هفت گونه) بود (Asadi & Khorramdel, 2014).

اثر نسبت‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز
نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج پژوهشی بر روی ارزیابی تنوع علف‌های هرز در کشت مخلوط ارزن دم‌روباهی و لوبیا نشان داد که در تیمارهای مختلف در مجموع ۱۲ گونه علف‌هرز مشاهده شد که عمده ترین آن‌ها سوروف، تاج‌ریزی سیاه، تاج‌خروس و سلمه‌تره بودند و عمده علف‌های هرز مشاهده‌شده پهن‌برگ و یک‌ساله بودند (Koocheki et al., 2013).

اثر نسبت‌های کشت بر تراکم نسبی علف‌های هرز

تراکم نسبی گونه‌های علف‌هرز مشاهده‌شده در نسبت‌های کشت در دو مرحله نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان داده شده است.

بیشترین دامنه تراکم نسبی علف‌های هرز در مرحله اول نمونه‌برداری، برای سلمه‌تره (۲۹/۸۱ تا ۶۸/۱ درصد) و در مرحله دوم نمونه‌برداری برای تاج‌خروس خوابیده (۲۲/۴۴ تا ۴۳/۹۶ درصد) به دست آمد. کمترین دامنه تراکم نسبی در مرحله اول توق (۰/۰ تا ۱۴/۳ درصد) و در مرحله دوم برای گاوجاق کن (۰/۴۴ تا ۰/۵۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). در مقایسه بین نسبت‌های کشت خالص چغندر قند و نخود مشاهده شد که تعداد گونه‌های علف‌هرز در این نسبت‌ها در مرحله اول نمونه‌برداری به ترتیب ۱۲ و ۷ گونه است، در حالی که تعداد گونه‌ها در نمونه‌برداری مرحله دوم به ترتیب به ۸ و ۱۱ رسید. در کشت خالص چغندر قند، به دلیل این که با گذشت زمان، بیشتر تاج‌پوشش گیاه در مقایسه با کشت خالص

جدول ۲- تراکم نسبی (درصد) گونه‌های علف‌هرز در نسبت‌های کشت در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 2. Weeds relative density (%) in cultivation ratios in different sampling dates

نسبت‌های کشت Intercropping ratios					
چغندر قند Sugar Beet	25%	50%	75%	100%	0
نخود Chickpea	75%	50%	25%	0	100%
نام علمی Scientific name	مرحله اول نمونه‌برداری (قبل از بسته‌شدن تاج پوشش) The first sampling date (Before closing the canopy)				
<i>Fumaria officinalis</i> L.	34.11	36.52	10.71	35.25	8.42
<i>Polygonum aviculare</i> L.	14.88	14.31	14.58	1.36	11.64
<i>Chenopodium album</i> L.	29.81	34.52	50.9	35.23	68.1
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0.14	0.3	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.14	0	0	0.31	0
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	0.43	0	0.47	0.15	0
<i>Sisymbrium irio</i> L.	0.28	1.52	0.71	3.67	0.95
<i>Salsola kali</i> L.	0.14	0	0	0.77	0
<i>Echinocloa crus-galli</i> L.	0.57	0	0	0	0
<i>Solanum nigrum</i> L.	3.27	6.11	4.66	8.22	3.18
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	12.83	6.11	14.97	13.98	7.14
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0	0	0	0.15	0
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0	0.61	0	0.15	0.57
<i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.	2.44	0	3	0.76	0
<i>Malva sylvestris</i> L.	0.96	0	0	0	0
مرحله دوم نمونه‌برداری (بعد از بسته‌شدن تاج پوشش) The second sampling date (After closing the canopy)					
<i>Fumaria officinalis</i> L.	0.53	1.31	0.44	0	5.93
<i>Polygonum aviculare</i> L.	10.66	3.16	6.05	7.74	5.29
<i>Chenopodium album</i> L.	19.23	20.51	34.87	17.36	24.04
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0.35	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i> L.	0	0	0.46	0	0
<i>Solanum nigrum</i> L.	13.07	10.69	11.39	10.39	16.35
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	5.79	5.64	4.01	8.41	4.89
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0	0	0.44	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1.06	2.29	0.39	1.64	1.95
<i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.	0	0.65	0.93	0	0
<i>Amaranthus blitoides</i> S.Watson	36.47	43.96	30.42	40.22	22.44
<i>Cyperus rotundus</i> L.	0	0.49	0	0	1.36
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	12.84	10.15	9.24	13.69	16.35
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	0	0	0	0	0.34
<i>Sonchus arvensis</i> L.	0	0	0.44	0.55	0
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0	0.98	0.46	0	1.06
<i>Datura stramonium</i> L.	0	0.17	0.46	0	0

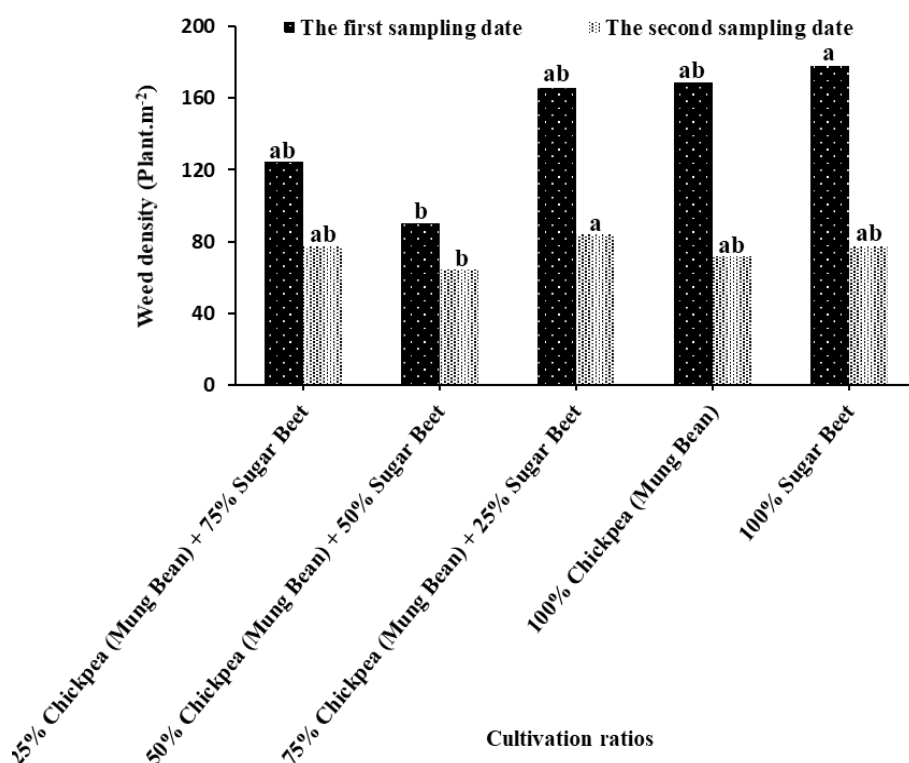
جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری
Table 3. Analysis of variance (mean squares) of effect of cultivation ratios on weeds density and dry weight in different sampling dates

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date		مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date	
		تراکم علف‌های هرز Weed density	زیست‌توده علف‌های هرز Weed dry weight	تراکم علف‌های هرز Weed density	زیست‌توده علف‌های هرز Weed dry weight
تکرار Replication	2	348.55**	24.08ns	10766.2**	1329.98**
تیمار Treatment	4	157.46*	157.97**	4142.2*	513.53*
خطا Error	8	26.6	15.9	895.8	75.1
ضریب تغییرات (%) CV		6.87	12.01	20.58	23.76

ns, ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد
ns, ** and *: Non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively

بوته در متر مربع مشاهده شد. همچنین، کمترین تراکم علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری، در نسبت ۵۰ درصد نخود (ماش) + ۵۰ درصد چغندر قند به ترتیب با ۹۰/۱۶ و ۶۴/۷ بوته در متر مربع مشاهده شد (شکل ۱).

اثر نسبت‌های کشت بر تراکم علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۳). بیشترین تراکم علف‌های هرز در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به ترتیب، در کشت خالص چغندر قند با ۱۷۸ بوته در متر مربع و نسبت ۷۵ درصد نخود (ماش) + ۲۵ درصد چغندر قند با ۸۴



شکل ۱- اثر نسبت‌های کشت بر تراکم علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 1. Effect of cultivation ratios on weeds density in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

1992) بهتر صورت می‌گیرد و از تلفات ناشی از آفات و بیماری‌ها (Parajulee et al., 1997) نیز کاسته می‌شود. براساس نتایج حاصل، اثر نسبت‌های کشت بر زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری نیز معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۳). بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به ترتیب، در کشت خالص نخود (ماش) با ۴۸/۷۲ گرم در متر مربع و کشت خالص چغندر قند با ۴۰/۴۹ گرم در متر مربع مشاهده شد. همچنین، کمترین زیست‌توده علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری، در نسبت ۷۵ درصد نخود (ماش) + ۲۵ درصد چغندر قند به ترتیب با ۱۷/۰۵ و ۲۴/۴۸ گرم در متر مربع مشاهده شد (شکل ۲).

در مرحله اول نمونه‌برداری، با توجه به کاهش تراکم گونه‌های علف‌هرز در شرایط کشت مخلوط در مقایسه با کشت های خالص، کاهش زیست‌توده علف‌های هرز نیز منطقی به نظر می‌رسد. به طور کلی، در نسبت‌های کشت مخلوط، به دلیل وجود گونه همراه، فضاهای خالی کمتر شده و در نتیجه به علف‌های هرز اجازه رشد داده نمی‌شود و در نهایت حضور آن‌ها کم‌رنگ خواهد شد. در آزمایشی مشخص شد که افزایش تعداد گونه باعث کنترل علف‌های هرز و به تبع آن کاهش زیست‌توده می‌شود (Poggio, 2005). در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط ردیفی گاو زبان اروپایی و لوبیا، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز در مرحله اول، دوم، سوم و چهارم نمونه‌برداری در کشت خالص لوبیا و کمترین میزان آن در الگوی دو ردیفی به دست آمد (Koocheki et al., 2012).

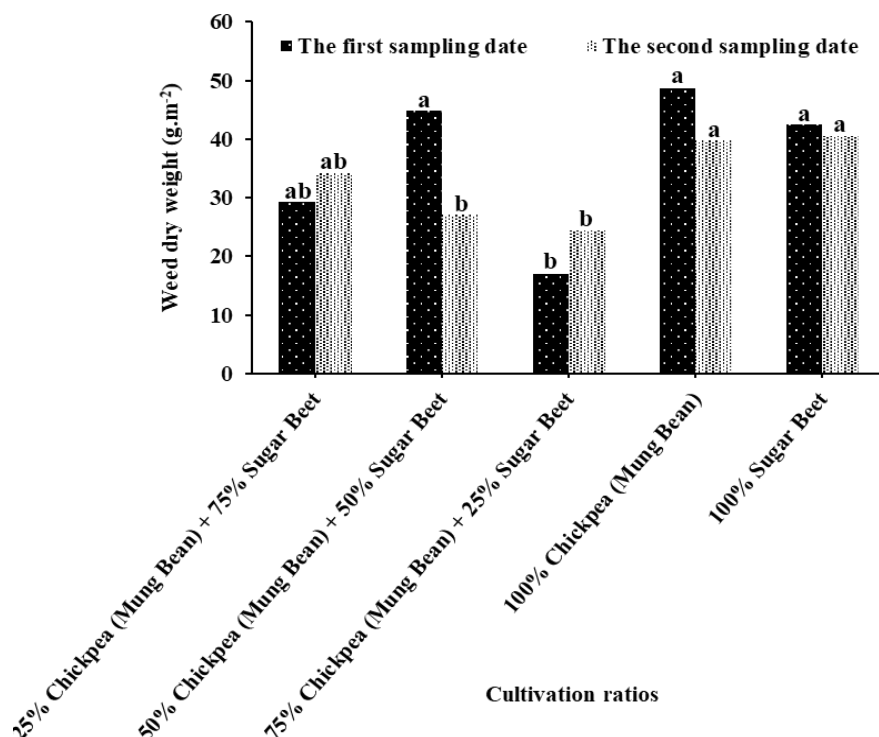
نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش) + ۲۵ درصد چغندر قند بیشترین ممانعت را در رشد علف‌های هرز ایجاد کرد، به طوری که در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری، از زیست‌توده علف‌های هرز کمتری در مقایسه با سایر نسبت‌های کشت مخلوط و خالص برخوردار بود. بررسی مدیریت علف‌های هرز تحت الگوهای مختلف کشت مخلوط سویا و آفتابگردان نشان داد که پایین‌ترین زیست‌توده گندمیان هرز در الگوهای مخلوط با نسبت ۱:۱ و ۱:۲ سویا و آفتابگردان حاصل شد (Saudi & El-Metwally, 2009). به طور کلی، در هر دو مرحله نمونه برداری، کشت‌های خالص بالاترین میزان زیست‌توده علف‌های هرز را دارا بودند که این امر نشان‌دهنده آن است که نسبت‌های کشت مخلوط توانسته‌اند به میزان قابل‌توجهی با پوشش کامل زمین، کاهش رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز به نفع گیاه زراعی و استفاده مناسب‌تر از منابع توسط گیاهان زراعی از میزان زیست‌توده علف‌های هرز بکاهند. در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زیان و لوبیا

به نظر می‌رسد که در مرحله اول نمونه‌برداری، کشت مخلوط، آشیان‌های اکولوژیکی کمتری را در اختیار علف‌های هرز قرار داده که این امر منجر به کاهش تعداد گونه علف‌های هرز در واحد سطح در مقایسه با کشت‌های خالص شده است. نتایج پژوهش‌های بسیاری از محققان نیز کاهش تعداد گونه علف‌های هرز را در شرایط کشت مخلوط نسبت به خالص تأیید کرده است (Fernandez-Aparicio et al., 2008). در پژوهشی بر روی کشت مخلوط ردیفی گاو زبان اروپایی و لوبیا، کمترین و بیشترین تراکم علف‌های هرز در مرحله اول، دوم، سوم و چهارم نمونه‌برداری به ترتیب در الگوی دو ردیف لوبیا + دو ردیف گاو زبان اروپایی مشاهده شد (Koocheki et al., 2012). همان‌گونه که بیان شد، کشت مخلوط با افزایش تنوع باعث کاهش تراکم نسبی و تعداد گونه علف‌هرز شد و به تبع آن تراکم آن‌ها در واحد سطح کاهش یافت. گزارش شده است که کشت مخلوط شنبلیله با سایر گیاهان باعث کاهش تعداد و تراکم علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص شد (Fernandez-Aparicio et al., 2008). در پژوهشی، در نمونه‌برداری اول، بیشترین تراکم علف‌های هرز در واحد سطح در کشت خالص گوجه‌فرنگی به تعداد ۷۸/۹۶ بوته در متر مربع مشاهده شد. کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ دارای کمترین تراکم علف‌هرز به تعداد ۳۷/۶۲ بوته در متر مربع بود (Koocheki et al., 2013). در آزمایشی بر روی کشت مخلوط جایگزینی سویا و ارزن معمولی مشخص شد که الگوهای کشت مخلوط در کاهش تراکم و تنوع علف‌های هرز موفق‌تر از کشت خالص سویا بودند (Ahmadvand & Hajinia, 2016).

در مرحله دوم نمونه‌برداری، نسبت ۵۰ درصد نخود (ماش) + ۵۰ درصد چغندر قند در مقایسه با نسبت‌های کشت مخلوط دیگر، تراکم علف‌های هرز موجود را بهتر کنترل کرد که اختلاف معنی‌داری با کشت‌های خالص نخود (ماش) و چغندر قند نداشت. در پژوهشی بر روی کشت مخلوط گوجه فرنگی با گل جعفری نشان داده شد که در نمونه‌برداری دوم، کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ در مقایسه با الگوهای کشت مخلوط دیگر، تعداد علف‌های هرز موجود را بهتر کنترل کرد و تراکم علف‌های هرز به تعداد ۳۰/۱۵ بوته در متر مربع را نشان داد که اختلاف معنی‌داری با کشت خالص گوجه‌فرنگی نداشت (Koocheki et al., 2013). نتایج برخی تحقیقات (Berntsen et al., 2004; Awal et al., 2006) نشان داده است که در کشت مخلوط حبوبات با سایر گیاهان، کنترل علف‌های هرز (Carruthers et al.,

کاهش این صفات در هر سه مرحله نمونه‌برداری شدند (Khorramdel *et al.*, 2014).

مشخص شد که بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا مشاهده شد و الگوهای مختلف کشت مخلوط سبب



شکل ۲- اثر نسبت‌های کشت بر زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 2. Effect of cultivation ratios on weeds dry weight in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

گونه‌ای مارگالف بالاتری در مقایسه با سایر نسبت‌های کشت مخلوط برخوردار بود، ولی اختلاف معنی‌داری با دیگر نسبت‌های کشت مخلوط نداشت. در آزمایش کشت مخلوط سیر و اسفناج، کمترین میزان شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در الگوی کشت ۳:۳ در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد (Asadi *et al.*, 2014) که با نتایج ما در تضاد بود.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در نسبت کشت ۲۵ درصد نخود (ماش)+ ۷۵ درصد چغندر قند و کشت خالص چغندر قند به ترتیب با ۴/۲۹ و ۲/۵۳ مشاهده شد (شکل ۳). در پژوهشی مشخص شد که بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در الگوی کشت مخلوط ۴:۴ سیر و اسفناج به مقدار ۱/۱۰ بوده است (Asadi *et al.*, 2014).

اثر نسبت‌های کشت بر تنوع علف‌های هرز

شاخص غنای گونه‌ای مارگالف

اثر نسبت‌های کشت بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$) (جدول ۴).

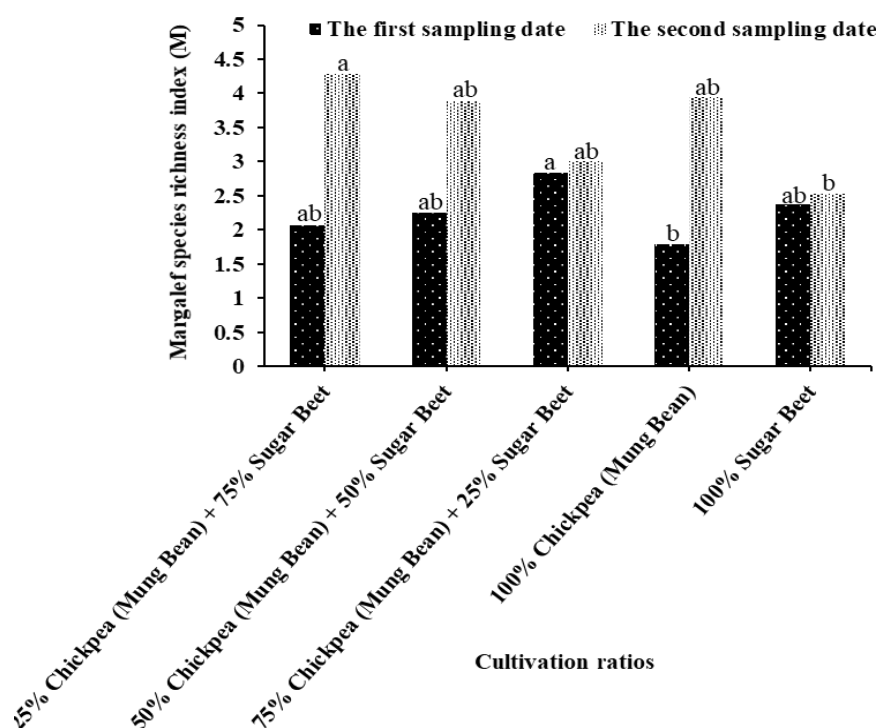
در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+ ۲۵ درصد چغندر قند و کشت خالص نخود (ماش) به ترتیب با ۲/۸۳ و ۱/۷۹ مشاهده شد (شکل ۳).

در بین کشت‌های خالص، کشت خالص چغندر قند، در مقایسه با کشت خالص نخود، از شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بالاتری برخوردار بود. به طور کلی هر چه تنوع گونه‌ای افزایش یابد، غنای گونه‌ای نیز افزایش خواهد یافت. در بین نسبت‌های کشت مخلوط، نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+ ۲۵ درصد چغندر قند به دلیل تعداد گونه علف‌هرز بالاتر، از شاخص غنای

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری
Table 4. Analysis of variance (mean squares) of effect of cultivation ratios on weeds Margalef species richness index in different sampling dates

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date	مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date
تکرار Replication	2	4.17**	1.16ns
تیمار Treatment	4	0.44*	1.61*
خطا Error	8	0.08	0.36
ضریب تغییرات (%) CV (%)		0.13	0.17

ns, ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد
ns, ** and *: Non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively



شکل ۳- اثر نسبت‌های کشت بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری
Fig. 3. Effect of cultivation ratios on weeds Margalef species richness index in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع شانون-وینر و شاخص تنوع سیمپسون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۵).

شاخص تنوع شانون-وینر و سیمپسون

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع شانون- وینر و شاخص تنوع سیمپسون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

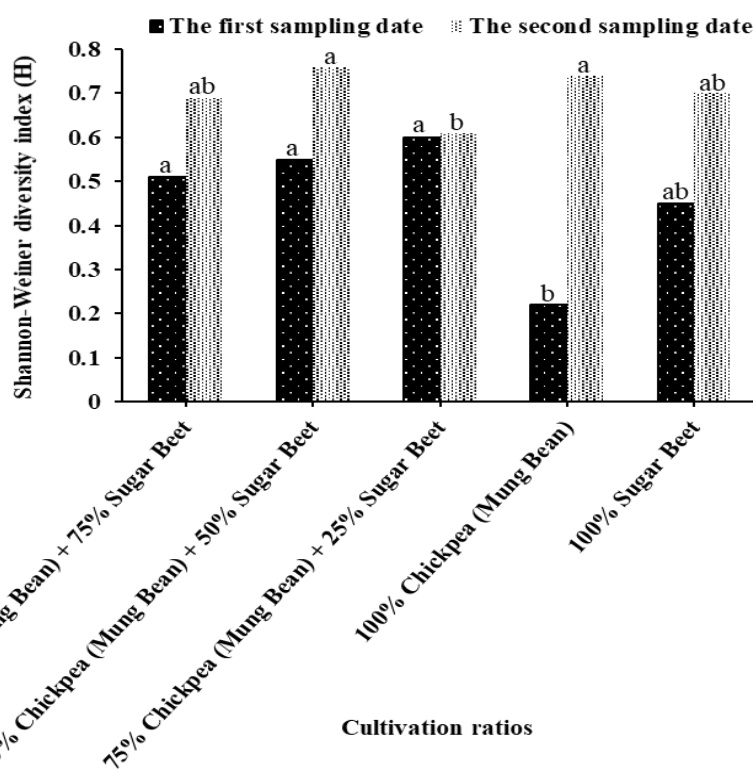
Table 5. Analysis of variance (mean squares) of effect of cultivation ratios on weeds Shannon-Weiner diversity index and Simpson's diversity index in different sampling dates

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date		مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date	
		شاخص تنوع شانون- وینر Shannon-Weiner diversity index	شاخص تنوع سیمپسون Simpson's diversity index	شاخص تنوع شانون- وینر Shannon-Weiner diversity index	شاخص تنوع سیمپسون Simpson's diversity index
تکرار Replication	2	0.08**	0.05*	0.004ns	0.01*
تیمار Treatment	4	0.06**	0.05*	0.01*	0.007*
خطا Error	8	0.007	0.01	0.001	0.001
ضریب تغییرات (%) CV		0.18	0.18	0.04	0.05

ns, ** and *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد
ns, ** and *: Non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively

(ماش) +۲۵ درصد چغندر قند و کشت خالص نخود (ماش) به ترتیب با ۰/۶ و ۰/۲۲ مشاهده شد (شکل ۴).

در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود



شکل ۴- اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig 4. Effect of cultivation ratios on weeds Shannon-Weiner diversity index in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

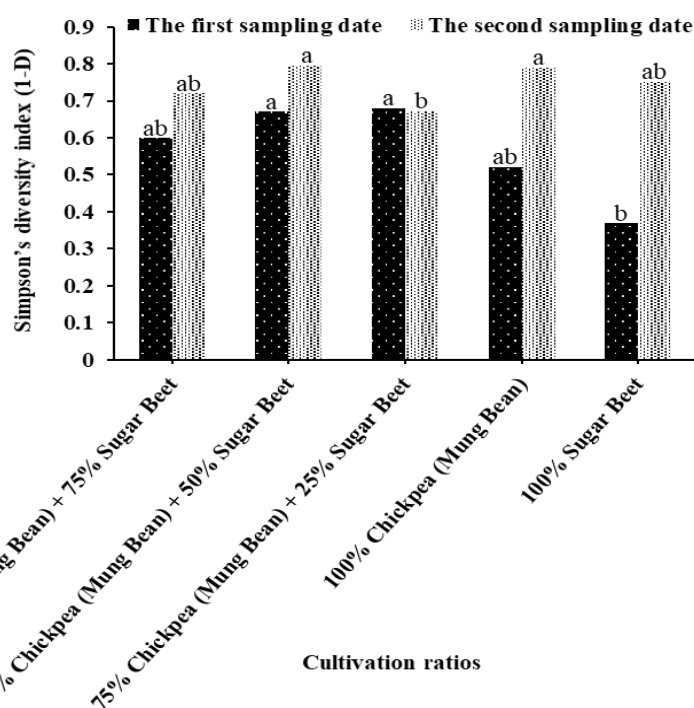
Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

مرحله نمونه‌برداری قبل و بعد از بسته‌شدن پوشش گیاهی، شاخص تنوع شانون- وینر به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت (Koocheki *et al.*, 2013). نامبردگان اظهار داشتند که کمترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر در الگوی کشت مخلوط لوبیا و ارزن مشاهده شد. در پژوهشی کمترین میزان شاخص تنوع شانون- وینر در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۱ مشاهده شد (Koocheki *et al.*, 2013). محققان در کشت مخلوط سیر و اسفناج نشان دادند که کمترین میزان شاخص تنوع شانون- وینر در الگوی کشت ۳:۳ در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد (Asadi *et al.*, 2014). در کشت‌های خالص، با گذشت زمان، با افزایش سطح برگ در چغندرکند و سایه‌اندازی بر روی زمین، از میزان تنوع علف‌های هرز در کشت خالص چغندرکند کاسته شد و تاج‌پوشش نخود نتوانست به خوبی با علف‌های هرز رقابت کند.

همچنین در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش) + ۲۵ درصد چغندرکند و کشت خالص چغندرکند به ترتیب با ۰/۶۸ و ۰/۳۷ مشاهده شد (شکل ۵).

در بین نسبت‌های کشت مخلوط، نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش) + ۲۵ درصد چغندرکند به دلیل تعداد گونه علف‌هرز بالاتر و نیز یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز از بالاترین میزان تنوع شانون- وینر نیز برخوردار بود. در نسبت های کشت مخلوط، به طور کلی، با افزایش تعداد ردیف چغندرکند، به دلیل این که چغندرکند توانسته است تاج‌پوشش خود را سریع‌تر گسترش دهد و فضای بیشتری از زمین را اشغال کند، از میزان یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز کاسته شده و در نتیجه تنوع شانون- وینر نیز کاهش یافته است. در کشت‌های خالص، به دلیل یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز در کشت خالص چغندرکند در مقایسه با کشت خالص نخود، میزان تنوع شانون- وینر نیز در کشت خالص چغندرکند بالاتر است.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر، در نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش) + ۵۰ درصد چغندرکند و نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش) + ۲۵ درصد چغندرکند به ترتیب با ۰/۷۶ و ۰/۶۱ مشاهده شد (شکل ۴). محققان در ارزیابی تنوع علف‌های هرز در الگوهای کشت مخلوط ارزن دمر و باهی (*Setaria italica* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) عنوان کردند که در هر دو



شکل ۵- اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع سیمپسون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig 5. Effect of cultivation ratios on weeds Simpson's diversity index in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

نتیجه میزان تنوع سیمپسون در کشت خالص نخود (ماش) بالاتر بود.

نتیجه‌گیری

در نسبت‌های کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری از طریق سایه‌اندازی بیشتر و اشغال فضای بیشتر، شرایط برای رشد علف‌های هرز، سخت‌تر شده و نسبت‌های مخلوط باعث کاهش رشد آن‌ها شد، به‌طوری‌که در مجموع در دو مرحله نمونه برداری، بیشترین تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در کشت خالص چغندر قند و کشت خالص نخود (ماش) مشاهده شد. به طور کلی، با افزایش تنوع گیاهان در بوم‌نظام‌های زراعی آشیان-های کمتری در اختیار علف‌های هرز قرار می‌گیرد که این امر باعث کاهش تعداد و تراکم گونه‌های علف‌های هرز می‌شود. در مجموع، بهترین آرایش کشت جهت افزایش تنوع و غنای گونه-ای علف‌های هرز در مرحله اول نمونه‌برداری، نسبت کشت مخلوط ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندر قند و در مرحله دوم نمونه‌برداری نسبت کشت مخلوط ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندر قند بود. با استناد به این نتیجه‌گیری، می‌توان از کشت مخلوط به عنوان ابزاری مؤثر در جهت افزایش تنوع زیستی و کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز نام برد.

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از محل پژوهش طرح شماره ۴۰۴۱۴ مصوب ۱۳۹۵/۰۲/۰۷ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تامین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

همانند شاخص تنوع شانون-وینر، در اینجا هم نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندر قند به دلیل تعداد گونه علف‌هرز بالاتر و نیز یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز از بالاترین میزان تنوع شانون-وینر برخوردار بود. به طور کلی، با افزایش تعداد ردیف چغندر قند، به دلیل این که چغندر قند توانسته است تاج‌پوشش خود را سریع‌تر گسترش دهد و فضای بیشتری از زمین را اشغال کند و همچنین به دلیل حضور نخود در کشت مخلوط، از میزان یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز کاسته شده و در نتیجه شاخص تنوع شانون-وینر نیز کاهش یافته است. به طور کلی، در نسبت‌های کشت مخلوط، نخود نتوانسته به خوبی تاج‌پوشش خود را گسترش داده و از تنوع علف‌های هرز بکاهد.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندر قند و نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندر قند به ترتیب با ۰/۷۹۶ و ۰/۶۷ مشاهده شد (شکل ۵). در پژوهشی کمترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت (۱:۱) مشاهده شد (Koocheki et al., 2013). همچنین در پژوهشی در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪/زیان+۲۵٪/لوبیا و کمترین شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت خالص لوبیا به دست آمد (Khorramdel et al., 2014). در اینجا نیز همانند شاخص تنوع شانون-وینر، در کشت خالص، با گذشت زمان، با گسترش تاج‌پوشش در چغندر قند و سایه‌اندازی بر روی زمین، از میزان تنوع علف‌های هرز در کشت خالص چغندر قند کاسته شد و تاج‌پوشش نخود نتوانست به خوبی با علف‌های هرز رقابت کند، در

منابع

1. Abadian, H., Yarnia, M., Pirdashti, H., Abasi, R., and Farahvash, F. 2014. Evaluation of Basil (*Ocimum basilicum*) and Cowpea (*Vigna unguiculata*) intercropping at different nitrogen fertilizer levels and its effect on weed density. Iranian Journal of Weed Science 9(2): 187-199. (In Persian with English abstract).
2. Abbasian, A., Nakhzari Moghaddam, A., Pirdashti, H., and Gholamalipour, Alamdari E. 2017. Effect of different Garlic (*Allium sativum*) and Peas (*Pisum sativum*) intercropping patterns on weed population indices. Iranian Journal of Weed Science 12(2): 222-235. (In Persian with English abstract).
3. Abedi, K., and Majde Nasiri, B. 1984. Five years studied of yield comparison and best condition of mung bean cultivation in Isfahan. Center of Research, Education and Extension of Esfahan. (In Persian with English abstract).
4. Abou Mostafa, RAI., El-Abbas, El., Rabie, EM., and Aboshady, KhA. 2012. Agronomic and economic evaluation for some patterns of intercropping faba bean with sugar beet under two sow's dates. Journal of Agricultural Research 38: 443-457.
5. Agboola, AA., and Fayami, AA. 1972. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes. Agronomy Journal 64: 409-412.

6. Ahmadvand, G., and Hajinia, S. 2016. Ecological aspects of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Agroecology 7(4): 485-498. (In Persian with English abstract).
7. Asadi, Gh.A., Ghorbani, R., and Azizi, E. 2014. The effect of manure rates on diversity and density of weeds in intercropping of Spinach (*Spinacia oleracea* L.) and Garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Plant Protect 28(3): 325-337. (In Persian with English abstract).
8. Asadi, Gh.A., and Khorramdel, S. 2014. Effects of different ratio of barley and hairy vetch intercropping on yield, plant nitrogen content, weed population and diversity. Electronic Journal of Crop Production 7(1): 131-156. (In Persian with English abstract).
9. Awal, MA., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize peanut intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology 139: 74-83.
10. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.
11. Berntsen, J., Hauggard-Nielsen, H., Olesen, JE., Petersen, BM., Jensen, ES., and Thomsen, A. 2004. Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. Field Crops Research 88: 69-83.
12. Carruthers, K., Fe, Q., Cloutier, D., and Smith, DL. 1992. Intercropping corn with soybean, lupine and forages: weed control by intercrops combined with inter-row cultivation. European Journal of Agronomy 8: 225-238.
13. Ejtehadi, H., Sepehri, A., and Akafi, HR. 2009. Methods of Measuring Biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad Publication. (In Persian with English abstract).
14. Fernandez-Aparicio, M., Emeran, AA., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection 27: 653-659.
15. Gholi Nejad, A., Yadavi, A., Movahhedi Dehnavi, M., and Farajee, H. 2018. The effect of additive intercropping on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L. var. Saccharata) and mungbean (*Vigna radiate* L.) and weed biomass. Journal of Agroecology 10(1): 120-134. (In Persian with English abstract).
16. Gliessman, SR. 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture, Arbor Press.
17. Gronle, A., Lux, G., Böhm, H., Schmidtke, K., Wild, M., Demmel, M., and Heb, J. 2015. Effect of ploughing depth and mechanical soil loading on soil physical properties, weed infestation, yield performance and grain quality in sole and intercrops of pea and oat in organic farming. Soil Tillage Research 148: 59-73.
18. Jahad-Akbar, M.R., Tabatabaie-NimAvard, R., and Ebrahimiyan, H.R. 2004. Critical period of weed competition with sugar beet in Kabotarabad-Esfahan. Journal of Sugar Beet 20: 73-92. (In Persian with English abstract).
19. Khorramdel, S., Mahmoodi, GH., Abdollahi, F., and Hasanzadeh, HR. 2014. Evaluation of growth indices and diversity of weeds in replacement and additive intercropping series of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) with Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Research in Crop Ecosystem 1(3): 59-70. (In Persian with English abstract).
20. Koochecki, A., Asadi, Gh.A., Ghorbani, R., and Azizi, E. 2013. Investigation of Marigold interference effect on weed composition and diversity of Tomato in an intercropping system. Journal of Environment Science 11(2): 23-34. (In Persian with English abstract).
21. Koochecki, A., Mahadavi Damghani, A.A., Kamkar, B., Farsi, M., Rezvani Moghaddam, P., and Barzegar, A.B. 2006. Agricultural Biodiversity. Mashhad Jahad-Daneshgahi Press. (In Persian with English abstract).
22. Koochecki, A., Nassiri Mahallati, M., and Sanjani, S. 2013. Evaluation of weed diversity and modeling light interception and distribution in multiple and sole cropping of Millet (*Setaria italica* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 11(2): 215-225. (In Persian with English abstract).
23. Koochecki, A., Nassiri Mahallati, M., Zarghani, H., and Noroozian, A. 2017. Evaluation of yield and radiation use efficiency of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relay intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 14(4): 539-557. (In Persian with English abstract).
24. Koochecki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Amin Ghafouri, A. 2012. Row intercropping of borage (*Borago officinalis* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on possible evaluating of the best strip width and assessing of its ecological characteristics. Journal of Agroecology 4(1): 1-11. (In Persian with English abstract).

25. Majnoon Hosseini, N., and Colar, G.S. 1988. Study of weed control in mix cropping of cowpea and mung bean. Iranian Journal of Agricultural Sciences 19: 9-12. (In Persian with English abstract).
26. Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Publications, Tehran, Iran. (In Persian with English abstract).
27. Moradi, P., Asghari, J., Mohsen Abadi, G.H., and SamieZadeh, H.A. 2015. Role of triple intercropping system in weeds control and Naked-Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) yield. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 24(4): 17-31. (In Persian with English abstract).
28. NadAli, F. 1999. Critical Period of Weed Control in Sugar beet. MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
29. Nasrollahzadeh Asl, A., Chavoshgoli, A., Valizadegan, E., Valiloo, R., and Nasrollahzadeh Asl, V. 2012. Evaluation of sunflower (*Heliantus annus* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping based on additive method. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 22(2): 79-90. (In Persian with English abstract).
30. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Jahan, M. 2011. Light absorption and use efficiency in winter wheat cropping and relay intercropping and crop research. Iranian Journal of Field Crops Research 8(6): 878-890. (in Persian with English abstract).
31. Parajulee, M.N., Montandon, R., and Slosser, J.E. 1997. Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover.) in Texas cotton. International Journal of Pest Management 43: 227-232.
32. Patience, M., Lagoke, S.T.O., Adigun, J.A., and Orija, O.R. 2013. Effect of intercropping with maize on weed diversity in cassava. Environmental and Experimental Biology 11: 189-193.
33. Peiris, H.M.P. 2016. Diversity and behavior of the naturally regenerated vegetation in commercial tea soils under herbicide free integrated weed management. Procedia Food Science 6: 314-317.
34. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
35. Raei, Y., Bolandnazar, S.A., and Dameghsi, N. 2011. Evaluation of common bean and potato densities effects on potato tuber yield in mono-cropping and intercropping systems. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 21(2): 131-142. (In Persian with English abstract).
36. Rostaei, M., Fallah, S., and Abbasi Sorki, A. 2014. Effect of fertilizer sources on growth, yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin. Electronic Journal of Crop Production 7(4): 197-222. (In Persian with English abstract).
37. Saudi, H., and El-Metwally, I. 2009. Weed management under different patterns of sunflower-soybean intercropping. Journal of Central European Agriculture 10(1): 41-51.
38. Schweizer, E.E., and Dexter, A.G. 1987. Weed control in sugar beets (*Beta vulgaris*) in North America. Journal of Reviews of Weed Science 3: 113-133.
39. Shahzad, M., Farooq, M., Jabran, K., and Hussain, M. 2016. Impact of different crop rotations and tillage systems on weed infestation and productivity of bread wheat. Crop Protection 89: 161-169.
40. Zhang, B., Huang, G., and LI, F. 2007. Effect of limited single irrigation on yield of winter wheat and spring maize relay intercropping. Pedosphere 17: 529-537.



Effects of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds

Koocheki^{1*}, Alireza; Nassiri Mahallati², Mahdi; Hatefi Farajian³, Mohammad Hassan; and Hooshmand⁴; Mina

1. Professor, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; akooch@ferdowsi.um.ac.ir
2. Professor, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; mnassiri@ferdowsi.um.ac.ir
3. PhD. Student of Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; mh-hatefifarajian@mail.um.ac.ir
4. PhD. Student of Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; hooshmand.mina2014@gmail.com

The Dates:

Received: 20 November 2021; **Revised:** 9 April 2022
Accepted: 14 July 2022; **Available Online:** 22 December 2022

How to cite this article:

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Hatefi Farajian, M.H., and Hooshmand, M. 2022. Effects of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds Iranian. Journal of Pulses Research 13(2): 62-78. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2111-1016

Introduction

One way to create sustainability and maintain the health of the agricultural ecosystems is to use intercropping. There are many reports on the effect of intercropping on population decline and increasing weeds diversity. In a study at all intercropping ratios, the dry weight of weeds was lower than the monoculture of two species of Sweet Corn and Mung Bean (Gholi Nejad *et al.*, 2018). It was also reported that in intercropping, weed diversity increased compared to monoculture, but biomass decreased (Patience *et al.*, 2013). Abadian *et al.* (2014) also showed that cowpea in additive intercropping with basil, reduced the population and biomass of weeds compared to monoculture of basil. This study was designed and conducted with the aim of studying the effect of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds in Mashhad weather conditions.

Materials and Methods

This experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at the Research Farm of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad during the growing season of 2015-2016. Treatments were 25% Chickpea (Mung Bean)+75% Sugar Beet, 50% Chickpea (Mung Bean)+50% Sugar Beet, 75% Chickpea (Mung Bean)+25%, Sugar Beet and monoculture of Chickpea (Mung Bean) and Sugar Beet. Legumes varied depending on the growth season, at the end of winter, Chickpea was intercropped with Sugar Beet and after harvesting Chickpea, Mung Bean was replaced by chickpea as a thermophilic plant in the late spring in the same rows of chickpea planting. During the growing season, composition of weed species together with weed density and dry matter were measure at 2 time before and after closing the canopy in randomly sampled 1×1 m² quadrates. Using the species frequency Margalef richness index and several diversity indices including Shannon-Weiner and Simpson's index were calculated for each treatment.

* Corresponding Author: akooch@ferdowsi.um.ac.ir

Results and Discussion

The highest range of weeds relative density was obtained in the first stage of sampling for Lamb's Quarters (29.81-68.1%) and in the second stage of sampling for Prostrate Pigweed (22.45-43.96%). The highest weed density at first and second sampling was observed in monoculture of sugar beet with 178 plants per square meter and the ratios of 75% chickpeas (Mung Bean)+25% sugar beet with 84 plants per square meter. Also, the highest biomass of weeds in the first and second stages of sampling was observed in monoculture of chickpeas (Mung Bean) with 48.72 g/m² and the monoculture ratios of sugar beet with 40.49 g/m². The highest Margalef species richness index was observed in 75% Chickpea (Mung Bean)+25% Sugar Beet and 25% Chickpea (Mung Bean)+75% Sugar Beet with 2.83 and 4.29 in the first and the second stages of sampling, respectively. The highest Shannon-Wiener diversity index was observed in 75% Chickpea (Mung Bean)+25% Sugar Beet and 50% Chickpea (Mung Bean)+50 % Sugar Beet with 0.6 and 0.76 in the first and the second stages of sampling, respectively. Finally, the highest Simpson's diversity index was observed in 75% Chickpea (Mung Bean)+25% Sugar Beet and 50% Chickpea (Mung Bean)+50% Sugar Beet with 0.68 and 0.796 in the first and the second stages of sampling, respectively.

Conclusion

In relay triple intercropping ratios through more shading and space, the conditions for weed growth became more difficult and intercropping ratios reduced their growth. So that in total in two sampling dates, the highest density and biomass of weeds were observed in the monoculture ratios of sugar beet and the monoculture ratios of chickpeas (Mung Bean). In general, with the increase of plant diversity in the agricultural ecosystems, fewer ecological niches have been provided to weeds, which reduces the number and density of weed species. The best cultivation ratios to increase the diversity and species richness of weeds in the first sampling date was 75% chickpeas (Mung Bean)+25% sugar beet and in the second sampling date was 50% chickpeas (Mung Bean)+50% sugar beet. Based on this conclusion, intercropping can be mentioned as an effective tool to increase biodiversity and reduce the density and biomass of weeds.

Keywords: Cultivation ratio; Margalef species richness index; Shannon-Weiner diversity index; Simpson's diversity index



مطالعه اثر کشت مخلوط افزایشی جو-باقلا (barely-faba bean) بر کنترل علف‌های هرز

و عملکرد آن‌ها

وحید ذبیح^۱ و سعید سعیدی‌پور^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم علف‌های هرز، شوشتر نو: v_thabih@yahoo.com

۲- دانشیار گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران: saeedsaeedipour@iau.ac.ir

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۰۴، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۶؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

ذبیح، و. و سعیدی‌پور، س. ۱۴۰۱. مطالعه اثر کشت مخلوط افزایشی جو-باقلا (barely-faba bean) بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد آن‌ها. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۷۹-۹۰.

چکیده

آزمایشی مزرعه‌ای به منظور بررسی کشت مخلوط باقلا و جو در مقابل کشت خالص هر یک از آن‌ها در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر انجام شد. تیمارها شامل جوی خالص (۴۰۰ بوته در متر مربع)، باقلای خالص (۲۰ بوته در متر مربع) و سری‌های افزایشی ۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵، ۵۰ و ۶۲/۵ درصد از کشت خالص باقلا به همراه جو با نسبت ثابت (۴۰۰ بوته)، بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که اثر نسبت‌های کشت مخلوط بر عملکرد دانه و زیست‌توده هر یک از گونه‌ها معنی‌دار بود. عملکرد جو در کشت مخلوط تنها زمانی کاهش یافت که نسبت باقلا در کشت مخلوط بیش از ۲۵ درصد بود. بیشترین عملکرد دانه هر دو گیاه در کشت خالص آن‌ها با ۲۴۹۶ و ۲۶۲۱ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای جو و باقلا به دست آمد. عملکرد کل، نسبت برابری زمین و شاخص بهره‌وری نسبت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هر یک از گیاهان، به خصوص زمانی که نسبت باقلا از ۳۷/۵ درصد بیشتر بود، افزایش یافت. بیشترین شاخص بهره‌وری کشت مخلوط، ضریب تراکم و نسبت برابری زمین در نسبت ۳۷/۵: ۱۰۰ درصد (باقلا: جو) به دست آمد. کشت خالص جو منجر به تجمع بیشتر وزن خشک علف‌هرز در مقایسه با کشت مخلوط شد. این در حالی که افزایش در تراکم باقلا کاهش تجمع ماده خشک علف‌هرز را به دنبال داشت. کشت مخلوط در بالاترین نسبت از تراکم باقلا در مقایسه با کشت خالص جو به ترتیب موجب کاهش زیست‌توده و تراکم علف‌هرز به ترتیب به میزان ۳۳/۸ و ۴۱/۳ درصد گردید. از این تحقیق استنباط می‌شود که کشت مخلوط باقلا نه با نسبت کمتر از ۳۷/۵ درصد کشت خالص آن به همراه تراکم معمول جو (۴۰۰ بوته در متر مربع) عملکرد بالاتر و احتمالاً درآمد بیشتری نسبت به کشت خالص هر یک از گونه‌ها را به همراه خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: شاخص بهره‌وری؛ ضریب تراکم؛ عملکرد دانه؛ کشت خالص؛ نسبت برابری زمین

مقدمه

کشت مخلوط بخشی از برنامه تناوب زراعی و یک راهکار مناسب برای کنترل علف‌های هرز به خصوص در نظام‌های کشاورزی کم‌نهاد می‌باشد. سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در کنترل علف‌های هرز ناشی از محروم کردن علف‌هرز در بهره‌گیری از منابع و سودمندی عملکرد بالاتر می‌باشد (Olorunmaiye, 2015). با ایجاد تنوع از طریق کشت مخلوط، پایداری نظام‌های زراعی افزایش می‌یابد. در چنین نظام‌هایی شرایط بهینه‌ای برای مدیریت آفات، چرخش عناصر

غذایی، استفاده از منابع و افزایش عملکرد فراهم می‌آید (Mazaheri, 2008). از این رو، نیاز به بهره‌گیری از اصول اکولوژیک مانند کشت مخلوط برای افزایش بهره‌وری زمین‌های زراعی ضروری به نظر می‌رسد (Dwivedi et al., 2015). از جمله گیاهانی که کشت مخلوط آن‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، جو و حبوبات می‌باشد (Qamar et al., 1999; Banik et al., 2006). (*Hordeum vulgare* L.) در بین گیاهان دانه‌ای از وسیع‌ترین دامنه سازگاری برخوردار بوده و در مقابله با تنش‌های خشکی، شوری و قلیائیت خاک از سایر غلات متحمل‌تر است. لذا بخش اعظم تولید جو در مناطقی صورت می‌گیرد

* نویسنده مسئول: saeedsaeedipour@iau.ac.ir

که به واسطه آب و هوای نامطلوب برای تولید سایر غلات، مناسب نیست. سازگاری اکولوژیکی وسیع، قابلیت استفاده متعدد در تغذیه انسان و دام و تولید مالت با کیفیت مطلوب، عمده‌ترین عواملی هستند که موجبات تداوم کشت و تولید جو در قرون متوالی را فراهم کرده‌اند. از این رو، در آزمایش‌های متعدد مخلوط غلات-حبوبات، جو به عنوان یک جزء نویدبخش برای تولید علوفه و دانه در شرایط دیم و آبی مطرح گردیده است (Qamar et al., 1999; Ghosh, 2004). حبوبات بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین‌کننده غذای بشر و از جایگاه خاصی در بین گیاهان زراعی برخوردار می‌باشند (Mjnoun Hosseini, 2008). این گیاهان به‌خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش گازهای گلخانه‌ای نقش مؤثری دارند، به همین خاطر در تناوب با گیاهان زراعی و سیستم‌های کشت مخلوط جایگاه ویژه‌ای دارند و جزء مهم‌ترین لگوم‌های دانه‌ای دنیا می‌باشند (Li et al., 2018; Rezaei-Chiyaneh, 2016). تولید جهانی باقلا در سال ۲۰۱۹، ۵/۴۳ میلیون تن بود که در مقایسه با ۴/۳۵ میلیون تن در سال ۱۹۹۰ حدود ۲۵ درصد افزایش نشان می‌دهد. از نظر منطقه‌ای، آسیا با ۳۳/۵۵ درصد از کل تولید باقلا در سطح جهان پیش‌تاز است و پس از آن اروپا و آفریقا با سهم ۲۹/۳۶ و ۲۷/۰۴ درصد قرار دارند (FAO, 2020). همچنین سطح زیرکشت و تولید آن در ایران در سال ۲۰۱۷ میلادی به‌ترتیب ۸/۲۱۷ هزار هکتار با تولید ۱۷/۸۸۲ هزار تن گزارش شده است (FAO, 2017).

بنا به نتایج تحقیقی، درکشت مخلوط جو و باقلا عملکرد دانه باقلا کاهش یافته است، درحالی‌که این نوع کشت به نفع جو بود (Mouradi et al., 2018). درکشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) گزارش شد که حضور لوبیا اثرات مثبتی بر کنجد داشته که این امر احتمالاً به‌دلیل ویژگی تثبیت‌کنندگی نیتروژن در لوبیا می‌باشد (Ghale Noyee et al., 2016). کشت مخلوط فلفل (*Capsicum annuum* L.) و کرفس (*Apium graveolens* L.) در یک طرح جایگزینی ردیفی در مقایسه با کشت خاص فلفل به‌طور قابل توجهی دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز را در کشت مخلوط کاهش داد. همچنین، پوشش نسبی خاک توسط علف‌های‌هرز در انتهای دوره بحرانی در کشت مخلوط تا ۴۱ درصد کاهش یافت (Baumann et al., 2014). در تحقیقی دیگر نشان داده شد که کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum* L.) و جو به‌جای کشت خالص یک محصول، توانایی رقابت بیشتری با علف‌های‌هرز داشت و به عنوان یک راهکار زراعی

امیدوارکننده در جهت تولید پروتئین در سیستم‌های زراعی با تراکم بالای علف‌هرز عمل کرد (Hauggaard-Nielsen et al., 2015). کاهش معنی‌داری در تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز نیز در کشت مخلوط گندم و نخود در مقایسه با کشت خالص هر یک از گیاهان مشاهده شد (Banik et al., 2016). همین‌طور کشت مخلوط نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) و کتان (*Linum usitaissimum* L.) به روش جایگزینی به میزان ۶۳ و ۵۲ درصد نسبت به کشت خالص نخودفرنگی در فرونشانی علف‌های‌هرز مؤثر بود (Saucke & Ackermann, 2016). کشت مخلوط یک ردیفه و دو ردیفه سورگوم (*Sorghum bicolor* Moench.)، سویا و کنجد با پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) در کاهش تراکم علف‌هرز اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) به میزان ۷۰ تا ۹۶ درصد و در کنترل وزن خشک آن به میزان ۷۱ تا ۹۷ درصد موفق عمل کرده است (Iqbal et al., 2017). در اراضی که به شکل سنتی مدیریت می‌شوند، کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و یولاف (*Avena sativa* L.) و کشت مخلوط گندم و جو با نسبت ۲۵:۷۵ پتانسیل عملکرد بالایی را نسبت به تک کشتی نشان دادند (Kaut et al., 2018). هدف از این تحقیق، مقایسه تک کشتی و کشت مخلوط افزایشی باقلا در سیستم کشت مخلوط (جو-باقلا) در رابطه با عملکرد هر یک از گیاهان و میزان فرونشانی علف‌های‌هرز بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، با موقعیت جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و آب و هوای خشک و نیمه خشک، میانگین بارش ۳۲۱/۴ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه حداقل و حداکثر به ترتیب ۹/۵ و ۴۶/۳ درجه سانتی‌گراد انجام شد. سایر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک قطعه آزمایشی در جدول ۱ آمده است. تیمارها شامل کشت خالص و مخلوط جو (رقم والفجر) و باقلا (رقم برکت) بودند. در کشت خالص، تراکم جو ۴۰۰ بوته در متر مربع و تراکم باقلا ۲۰ بوته در متر مربع بر اساس مقدار بذر توصیه‌شده در نظر گرفته شد. در کشت مخلوط، تراکم جو به‌طور ثابت (۴۰۰ بوته در متر مربع) و تراکم باقلا به‌صورت درصدی از کشت خالص شامل (۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵، ۵۰ و ۶۲/۵ درصد) تعیین شد. تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بر اساس روش افزایشی در سیستم مخلوط در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹، اجرا شد. کاشت باقلا و جو همزمان، در کرت‌هایی به ابعاد ۴ × ۳/۵ متر مربع

رقابت نسبی دو محصول با استفاده از روابط ضریب نسبی تراکم (K) و شاخص غالبیت (A) تعیین گردید (Willey, 1979):

$$(Kab) = \frac{Yab \times Zba}{(Yaa - Yab) \times Zab} \text{ ضریب تراکم کلزا}$$

$$(Kba) = \frac{Yba \times Zab}{(Ybb - Yba) \times Zba} \text{ ضریب تراکم باقلا}$$

$$(Aab) = \frac{Yab}{(Yaa - Zab)} - \frac{Yba}{(Ybb - Zba)} \text{ غالبیت جو}$$

$$(Aba) = \frac{Yba}{(Ybb - Zba)} - \frac{Yab}{(Yaa - Zab)} \text{ غالبیت باقلا}$$

در این رابطه Y_{aa} عملکرد کشت خالص باقلا، Y_{bb} عملکرد کشت خالص جو، Y_{ab} عملکرد باقلا در کشت مخلوط، Y_{ba} عملکرد جو در کشت مخلوط، Z_{ab} نسبت کاشت باقلا، Z_{ba} نسبت کاشت جو. برای ارزیابی مخلوط از شاخص دیگری به نام شاخص بهره‌وری سیستم نیز استفاده شد (Odo, 1991):

$$SPI = \frac{S_a}{S_b} Y_b + Y_a$$

در این رابطه S_a و S_b میانگین عملکرد باقلا و جو در کشت خالص و Y_a و Y_b میانگین عملکرد باقلا و جو در کشت مخلوط می‌باشند. اطلاعات حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver.9.2) تجزیه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد استفاده شد.

به‌صورت جوی و پشته، در اواسط آبان‌ماه انجام گرفت. در کشت خاص باقلا هر کرت شامل ده ردیف به فواصل $40 \times 12/5$ سانتی‌متر مربع و جو با فاصله $1/25 \times 20$ سانتی‌متر مربع در نظر گرفته شد.

نمونه‌برداری از علف‌های هرز به منظور ارزیابی تأثیر کشت مخلوط بر وضعیت علف‌هرز با استفاده از یک کودارات با سطح یک مترمربع و بر اساس استقرار تصادفی کودارات در خطوط وسط کرت‌ها در تکرارهای آزمایش صورت گرفت. وزن خشک و تراکم علف‌های هرز موجود در سطح نمونه‌گیری پس از جمع‌آوری در اوایل اسفندماه (مرحله رسیدگی) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری ماده خشک کل، گیاهان در مرحله رسیدگی از سطح خاک کف بر شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند. سایر اندازه‌گیری‌ها در رابطه با جو و باقلا شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد غلاف در بوته از میانگین ۱۰ بوته و وزن ۱۰۰ دانه از میانگین سه نمونه‌ای ۵۰۰ تایی، عملکرد دانه و بیولوژیک نیز از میانگین سطحی معادل دو متر مربع محاسبه شد.

از نسبت برابری زمین (LER) برای محاسبه سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص استفاده شد

$$LER = \frac{Y_{ij}}{Y_{ii}} + \frac{Y_{ji}}{Y_{jj}}$$

در این رابطه Y_{ij} و Y_{ji} نشان‌دهنده عملکرد خالص هر یک از محصولات زراعی i و j بوده، Y_{ji} و Y_{ij} مربوط به عملکرد هر یک از محصولات در کشت مخلوط است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه

Table1. Physical and chemical properties of soil samples in the studied area

عمق نمونه برداری	بافت خاک (درصد)			قسمت در میلیون		درصد ماده آلی			هدایت الکتریکی
	Soil structure			(ppm)		OM درصد (%)			(دسی زمینس بر متر)
Depth of sampling	شن	لای	رس	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	کربن	اسیدیته	EC (dS.m ⁻¹)
	Sand	Silt	Clay	Potassium	Phosphorus	Nitrogen	Carbon	(pH)	
0-30	21	41	38	155	10.4	0.038	0.4	7.4	3.2

بود. بیشترین عملکرد جو با ۲۴۹۶ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص مشاهده شد. با افزایش نسبت باقلا در کشت مخلوط از ۱۲/۵ به ۶۲/۵ درصد عملکرد دانه جو از ۹۳ به ۷۳ درصد در مقایسه با کشت خالص آن کاهش نشان داد. مجموع عملکرد دانه نیز با افزایش نسبت باقلا در کشت مخلوط افزایش یافت. بیشترین عملکرد مخلوط گیاهان زراعی با ۳۱۸۷ کیلوگرم در هکتار در نسبت ۳۷/۵:۱۰۰ (باقلا:جو) به‌دست آمد (جدول ۳). همین‌طور افزایش نسبت باقلا در کشت مخلوط از ۱۲/۵ به ۶۲/۵ موجب کاهش عملکرد کاه جو (اختلاف زیست‌توده و عملکرد دانه) از ۸۹ به ۷۰ درصد گردید، در عین حال افزایش کاه باقلا را از ۱۱ به ۴۲ درصد به‌دنبال داشت.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای محصول جو

نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایش بر زیست‌توده، عملکرد دانه و تعداد پنجه جو در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار، ولی بر وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد پنجه در کشت خالص جو با ۳۸۴ و کمترین تعداد در نسبت ۶۲/۵:۱۰۰ (باقلا:جو) با ۲۷۱ مشاهده شد که با سایر نسبت‌های اختلاط، اختلاف معنی‌داری نداشت. عملکرد کشت خالص هر یک از گیاهان در مقایسه با کشت مخلوط آن بیشتر

جدول ۲- تجزیه واریانس نسبت‌های مختلف تراکم جو-باقلا بر برخی از شاخص‌های رشد جو

Table 2. Analysis of variance for different ratios of barely-faba bean plantation on some traits for faba bean

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیست توده
Variation Source	Degree freedom	Plant height	Tillers	Thousand kernel weight	Grain yield	Biological yield
بلوک (Block)	3	6.41 ^{ns}	0.143 ^{ns}	0.766 ^{ns}	6.11 ^{ns}	3.38 ^{ns}
تیمار (Treatment)	6	15165.1 ^{ns}	56.49 ^{**}	0.692 ^{ns}	165.8 ^{**}	83.43 ^{**}
خطا (Error)	18	14.93	1.26	0.044	2.85	0.406
کل (Total)	27					
ضریب تغییرات (CV %)		4.1	9.8	5.5	4.7	5.2

ns و **: به ترتیب نشان دهنده غیرمعنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح یک درصد

ns & **: Represented of non-significant and significant at 1% probability level, respectively

جدول ۳- تأثیر کشت خالص و مخلوط جو و باقلا بر ویژگی‌های زراعی جو

Table 3. Treatment effects for major agronomic traits of barley grown in mixed and sole culture

نسبت اختلاط (درصد)	عملکرد زیست توده	وزن ۱۰۰۰ دانه	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	عملکرد دانه	مجموع عملکرد دانه (جو+باقلا)
Mix-proportion (%)	Biological yield (kg ha ⁻¹)	Thousand kernel weight (g)	Plant height (cm)	Tillers	Grain yield (kg ha ⁻¹)	Total grain yield (kg ha ⁻¹)
جو خالص Sole barely	6916	49	119	384	2496	-
باقلا/جو Barley/FB (100:12.5)	6242	49	113	331	2337	2749
باقلا/جو Barley/FB (100:25)	6108	49	117	273	2136	2812
باقلا/جو Barley/FB (100:37.5)	6100	47	118	325	2142	3187
باقلا/جو Barley/FB (100:50)	5868	47	117	300	1931	3054
باقلا/جو Barley/FB (100:62.5)	5811	48	117	271	1866	3169
LSD (0.05)	1017.6	NS	NS	65.5	371.1	-
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	20.4	5.1	7.5	28.4	16.1	-

عملکرد و اجزای محصول باقلا

تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه و زیست توده، وزن ۱۰۰۰ دانه و ارتفاع بوته باقلا در سطح احتمال یک درصد معنی دار و بر تعداد غلاف در بوته معنی دار نبود (جدول ۴). بیشترین عملکرد باقلا در کشت خالص آن با ۲۶۲۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. مقایسه تیمارهای اختلاط کشت نشان داد با افزایش نسبت باقلا در کشت مخلوط از ۱۲/۵ به ۶۲/۵ درصد عملکرد دانه باقلا از ۱۲ به ۴۸ درصد افزایش یافت. بیشترین و کمترین زیست توده نیز به ترتیب با ۵۷۰۰ و ۷۵۳ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص و نسبت ۱۲/۵ درصد باقلا در کشت

مخلوط مشاهده شد. بیشترین ارتفاع بوته با ۱۴۱ سانتی متر مربوط به کشت خالص بود و کمترین ارتفاع بوته هم در نسبت ۱۲/۵ درصد باقلا با ۱۲۶ سانتی متر ثبت شد. سایر نسبت‌های کشت به لحاظ ارتفاع بوته در یک گروه آماری قرار گرفتند. وزن ۱۰۰۰ دانه عامل مهم و تعیین کننده عملکرد دانه در گیاه است. بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰۰ دانه با ۵۸۶ و ۵۴۹ گرم به ترتیب در نسبت ۱۲/۵ درصد و کشت خالص باقلا مشاهده شد. اختلاف معنی داری بین سایر نسبت‌های کشت مشاهده نشد (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس نسبت‌های مختلف تراکم جو-باقلا بر برخی از ویژگی‌های مورد بررسی باقلا

Table 4. Analysis of variance for different ratios of barely-faba bean Plantation on some traits for faba bean

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
Variation Source	Degree freedom	Plant height	Pod per plant	Thousand seed weight	Grain yield	Biological yield
بلوک (Block)	3	131.8 ^{ns}	5.82 ^{ns}	2328.58 ^{ns}	7.15 ^{ns}	5.02 ^{ns}
تیمار (Treatment)	6	713.8 *	8.06 ^{ns}	75214.8**	15902.88**	19775.5**
خطا (Error)	18	48.73	1.26	5042.58	396.56	337.02
کل (Total)	27					
ضریب تغییرات (CV %)		5.9	11.9	5.7	11.9	6.5

ns, **, * و * به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح یک درصد و پنج درصد
ns, **, * & *: Represented of non-significant and significant at 1% and 5% probability level, respectively

جدول ۵- تأثیر کشت خالص و مخلوط جو و باقلا بر ویژگی‌های زراعی باقلا

Table 5. Treatment effects for major agronomic characters of faba bean grown in mixed and sole culture

نسبت اختلاط (درصد)	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته
Mix-proportion (%)	Biological yield (Kg ha ⁻¹)	Grain yield (Kg ha ⁻¹)	Thousand seed weight (g)	Plant height (cm)	Pod per plant
باقلا خالص	5700	2621	549	141	10.3
Sole faba been					
باقلا/جو	753	412	586	126	9.2
Barley/FB 100:12.5)					
باقلا/جو	1382	676	569	132	10
Barley/FB (100:25)					
باقلا/جو	1876	1045	558	136	10.4
Barley/FB(100:37.5)					
باقلا/جو	2158	1123	572	134	9.4
Barley/FB (100:50)					
باقلا/جو	2594	1303	563	137	8.8
Barley/FB 100:62.5)					
LSD (0.05)	391	278.4	20.2	7.1	NS
ضریب تغییرات (درصد)	20.6	20	4.4	7	28.6
CV (%)					

علف‌های هرز موفق‌تر عمل کردند که نشان‌دهنده اثرات سینرژیستی بین گیاهان در رابطه با بازداری رشد علف‌هرز است (Szumigalski & Van Acker, 2015). کشت خالص جو منجر به تجمع بیشتر وزن خشک علف‌هرز در مقایسه با کشت مخلوط شد. این در حالی است که افزایش در تراکم باقلا کاهش تجمع ماده خشک علف‌هرز را به دنبال داشت. کاهش تراکم علف‌هرز در کشت مخلوط در مقایسه با زراعت خالص جو، ممکن است به دلیل کارایی بالاتر باقلا در رقابت با علف‌هرز باشد. سرعت رشد بیشتر، بسته شدن سریع‌تر کانوپی و پوشش سطح خاک برای مدت طولانی‌تر می‌تواند از دلایل کاهش تراکم علف‌هرز در زراعت باقلا باشد.

وزن خشک و تراکم علف‌هرز

تأثیر نسبت‌های مختلف کشت بر وزن خشک و تراکم علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص جو در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین و کمترین وزن خشک علف‌هرز به ترتیب با ۷۱ و ۴۷ گرم بر متر مربع به ترتیب مربوط به کشت خالص جو و نسبت ۶۲/۵: ۱۰۰ (باقلا: جو) بود. هرچند که مقایسه وزن خشک علف‌هرز در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط عدم وجود اختلاف معنی‌دار را نشان داد (جدول ۷). برخی محققان گزارش کردند که وزن خشک علف‌های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص یک محصول کاهش می‌یابد (Liebman & Dyck, 2011). به‌طور مشابه، تیمارهای کشت مخلوط نظیر گندم-کلزا و گندم-کلزا-نخود نسبت به کشت خالص هر یک از آن‌ها در توقف رشد

جدول ۶- تجزیه واریانس نسبت‌های مختلف تراکمی جو-باقلا بر برخی از شاخص‌های علف‌هرز

Table 6. Analysis of variance for the effects of different ratios of Rapeseed-Broad bean Plantation on some traits for weed

منابع تغییر	درجه آزادی	تنوع علف‌هرز	تراکم علف‌هرز	وزن خشک علف‌هرز
Variation Source	Degree freedom	Weed diversity	Weed density	Wed dry weight
بلوک (Block)	3	0.467 ^{ns}	0.067 ^{ns}	13.45 ^{ns}
تیمار (Treatment)	6	1.1 ^{ns}	38.57 ^{**}	513.57 ^{**}
خطا (Error)	18	0.3	3.32	19.93
کل (Total)	27			
ضریب تغییرات (درصد)		15.5	7.61	9.66
(CV%)				

ns و **: به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح یک درصد

ns & **: Represented of non-significant and significant at 1% probability level, respectively

جدول ۷- تأثیر نسبت کشت مخلوط جو و باقلا بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و نسبت برابری زمین

Table 7. Effects of mixed cropping of barley and faba bean on weed density and dry weight and partial and total land equivalent ratios

نسبت اختلاط (درصد)	وزن خشک علف‌هرز	تراکم علف‌هرز	نسبت برابری زمین		
			Land Equivalent Ratio		
Mix-proportion (%)	Weed dry matter (g m ⁻²)	Weed density (plant m ⁻²)	جو	باقلا	کل
			Barely	FB	Total
جو خالص	71	29	1.00	-	1.00
Sole barely					
باقلا/جو	57	27	0.93	0.12	1.05
Barley/FB (100:12.5)					
باقلا/جو	56	24	0.85	0.23	1.08
Barley/FB (100:25)					
باقلا/جو	51	22	0.85	0.38	1.23
Barley/FB (100:37.5)					
باقلا/جو	53	20	0.76	0.41	1.17
Barley/FB (100:50)					
باقلا/جو	47	17	0.73	0.48	1.21
Barley/FB (100:62.5)					
LSD (0.05)	11.3	2.2	0.12	0.07	0.31
ضریب تغییرات (درصد)	27.6	4.3	16.7	17.2	13.9
CV (%)					

(باقلا: جو) به دست آمد. کاهش در تراکم باقلا منجر به افزایش معنی‌دار تراکم علف‌هرز گردید (جدول ۷). گزارش شده است که کشت مخلوط ذرت و لگوم به‌طور قابل ملاحظه‌ای تراکم علف‌هرز و وزن خشک آن را در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص ذرت به دلیل کاهش فراهمی نور قابل دسترس برای علف‌های هرز کاهش داد (Bilalis et al., 2017). به‌طور مشابه، کشت مخلوط ارزن (*Panucum miliaceum* L.) با لگوم علوفه‌ای^۱ مناطق گرمسیر موجب کاهش تعداد گل

در این تحقیق کاهش در زیست‌توده علف‌هرز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص با یافته‌های دیگر محققان در خصوص کشت مخلوط گندم/عدس (*Lens culinaris*) (Medik. (Bulson et al., 1997)، شبدر برسيم (*Trifolium alexandrinum* L.) / جو دوسر (Holland & Brummer, 1999) مطابقت داشت. اثر تیمارهای آزمایشی بر تراکم علف‌هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین و کمترین تعداد علف‌هرز به ترتیب با ۲۹ و ۱۷ بوته در مترمربع به ترتیب در کشت خالص جو و نسبت ۶۲/۵:۱۰۰

1. Green leaf desmodium

شاخص غالبیت تمایل تسلط باقلا بر جو را در کشت مخلوط نشان داد (جدول ۸). منفی شدن شاخص غالبیت جو در نسبت‌های مختلف کاشت با باقلا بدان معنی است که باقلا دارای قدرت رقابتی بالاتری نسبت به جو حتی در نسبت‌های پایین کاشت می‌باشد. توانمندی گیاه برای دریافت عوامل مغذی مانند آب، عناصر مختلف و نور نقش مهمی در افزایش توانایی رقابتی آن دارد (Fernandez, 2002). در این میان نور مهم‌ترین عامل ایجاد رقابت در اکوسیستم‌های کشاورزی بوده، چرا که یک منبع آنی بوده که قابل ذخیره نیست (Fernandez, 2002). از این رو، رشد سریع می‌تواند یک عامل مهم در افزایش توانایی رقابتی یک گیاه باشد. باقلا در مقایسه با جو به دلیل ارتفاع بالاتر توانایی خود را برای جذب نور افزایش داده که منجر به رشد سریع و گسترش تاج پوشش در نسبت‌های تراکمی کمتر نیز شده است.

هرچند که عملکرد دانه گیاهان زراعی در مخلوط در مقایسه با کشت خالص آن‌ها کمتر بود، بهره‌وری کل زمین در کشت مخلوط در نتیجه بالاتر بودن نسبت برابری کل زمین بهبود یافت. میانگین مقادیر نسبت برابری زمین از ۱/۰۵ تا ۱/۲۳ در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جو و باقلا به دست آمد. این بدان معنی است که کشت خالص هر یک از گیاهان در مقایسه با کشت مخلوط جهت تولید عملکرد یکسان به ۵ تا ۲۳ درصد زمین بیشتر نیازمند بوده که نشانه بالاتر بودن کارایی استفاده از زمین در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. نتایج مشابهی در خصوص کشت مخلوط عدس و جو (Kallu & Erhabor, 1990; Jensen, 1996; Chen et al., 2004; Bulson et al., 1997; Haymes et al., 2015; Li et al., 1999) و ذرت و باقلا (Li et al., 2015) گزارش شده است.

عملکرد دانه جو با افزایش تراکم باقلا کاهش یافت. کاهش بیشتر عملکرد جو با افزایش تراکم باقلا فراتر از تراکم توصیه شده دلالت بر تسلط باقلا بر جو دارد. پایین تر بودن ضریب نسبی تراکم و منفی بودن مقادیر غالبیت جو نشان‌دهنده سرکوب شدن جو توسط باقلا است. (Willey 1979) گزارش کرد که در مخلوط، گیاه با ضریب تراکم پایین‌تر و غالبیت منفی به‌طور معمول تحت سلطه و مغلوب گیاه دیگر خواهد بود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که زراعت مخلوط جو و باقلا از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی در غالب مناطق ایران، با ویژگی‌های تراکم جمعیت بالا، مزارع کوچک و درآمد محدود می‌تواند امیدوارکننده باشد. در این مطالعه، با وجود کاهش عملکرد جو

ساحره (*Striga lutea*) در کشت مخلوط شد (Midega et al., 2010). سیستم‌های زراعی می‌توانند بر وزن، تنوع و تراکم علف‌هرز در مزرعه تاثیرگذار باشند. در حقیقت، ممانعت از رسیدن نور مهم‌ترین اثری است که می‌تواند موجب بازداری جوانه‌زدن علف‌هرز در نتیجه بسته شدن سریع کانوپی و اشغال فضای بین ردیف‌های کشت گردد که کاهش رشد و نمو گیاهچه علف‌هرز را نیز به دنبال دارد (Steinmaus et al., 2008).

کارایی بهره‌وری زمین و توانایی رقابت

مجموع نسبت برابری زمین در نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از یک بود (جدول ۷). این سود نسبی عملکرد زمانی اتفاق می‌افتد که اجزای محصول قادر به رقابت برای منابع مشابه اکولوژیکی نبوده و رقابت درون گونه‌ای برای دستیابی به منابع، ضعیف‌تر از رقابت بین گونه‌ای باشد. سودمندی عملکرد به دلیل این که منابع رشدی نظیر نور، آب، و مواد غذایی به‌طور کامل جذب شده و طی زمان و مکان به زیست‌توده گیاهی توسط کشت مخلوط تبدیل می‌شود، رخ می‌دهد و این در نتیجه اختلاف در توانایی بهره‌گیری اجزای مخلوط از منابع رشد به واسطه تفاوت در ویژگی‌هایی نظیر سرعت توسعه کانوپی، اندازه نهایی کانوپی، سازگاری‌های فتوسنتزی کانوپی به وضعیت تشعشعات نوری و عمق ریشه می‌باشد (Tsubo et al., 2001; Morris & Garrity, 2011; Midmore, 2009). گزارش شده است که کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) نور بیشتری را به دام انداخته، میزان تبخیر را کاهش داده و همین‌طور ذخایر رطوبتی خاک را در مقایسه با کشت خالص ذرت بهبود بخشیده است (Ghanbari et al., 2016). با افزایش تراکم باقلا در کشت مخلوط از ۱۲/۵ به ۶۲/۵ درصد نسبت برابری زمین برای جو از ۰/۹۳ به ۰/۷۳ کاهش، و برای باقلا از ۰/۱۲ به ۰/۴۸ افزایش یافت. بیشترین مجموع نسبت برابری زمین با مقدار ۱/۲۳ از نسبت ۳۷/۵:۱۰۰ (باقلا:جو) به دست آمد (جدول ۷) و اضافه حاصل از زراعت مخلوط ۲۳ درصد بوده است. مجموع نسبت برابری زمین رابطه مثبتی با عملکرد دانه هر دو محصول نشان داد.

در کلیه نسبت‌های اختلاط ضریب نسبی تراکم بیش از یک بوده که دال بر سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است (جدول ۸). در عین حال بیشترین سودمندی با ضریب نسبی تراکم ۳/۲۵ در نسبت ۳۷/۵:۱۰۰ (باقلا:جو) به دست آمد. در این نسبت عملکرد کل، نسبت برابری زمین و شاخص بهره‌وری سیستم بیشترین مقدار را نشان دادند.

امیدواری است و خواستار توجه بیشتر از سوی ذینفعان تحقیق و توسعه در مناطق مرتفع است. بر اساس نتایج این مطالعه، در کشت مخلوط باقلا و جو، تراکم باقلا نباید کمتر از ۳۷/۵ درصد کشت خالص آن باشد.

به دلیل افزایش نسبت محصول همراه (باقلا) به جو، کشت مخلوط با توجه به نتایج حاصل از عملکرد دانه کل و نسبت‌های برابری زمین، از بهره‌وری بالاتری برخوردار بود. استفاده بهینه از منابع غذایی و آب توسط اجزای مخلوط و نیاز کمتر به ورود مواد از بیرون در نتیجه کشت مخلوط غلات/لگوم جای بسی

جدول ۸- ضریب نسبی تراکم، غالبیت و شاخص بهره‌وری سیستم جو و باقلا در کشت مخلوط
Table 8. Relative crowding coefficient (k), aggressively and system productivity index of barley and faba bean grown in mixed culture

نسبت اختلاط (درصد) Mix-proportion (%)	ضریب نسبی تراکم Relative crowding coefficient		غالبیت Aggressively		شاخص بهره‌وری سیستم System productivity index
	جو Barley	باقلا Faba bean	جو Barley	باقلا Faba bean	
باقلا/جو Barley/FB (100:12.5)	1.74	1.11	1.93	-0.7	2634
باقلا/جو Barley/FB (100:25)	1.39	1.16	1.61	-0.3	2683
باقلا/جو Barley/FB (100:37.5)	2.14	1.51	3.23	-0.5	3040
باقلا/جو Barley/FB (100:50)	1.6	1.34	2.14	-0.6	2903
باقلا/جو Barley/FB (100:62.5)	1.72	1.44	2.47	-0.3	3005
میانگین Mean	1.72	1.31	2.34	-0.4	2853

منابع:

- Banik, P., Midya, A.B., Sarkar, K., and Ghose, S.S. 2016. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 325-332.
- Baumann, D.T., Bastians, L., and Kropff, M.J. 2014. Intercropping system optimization for yield, quality and weed suppression combining mechanistic and descriptive models. *Agronomy Journal* 94: 734-742.
- Bilalis, D., Papastylianou, P., Konstantas, A., Patsiali, S., Karkanis, A., and Efthimiadou, A. 2017. Weed-suppressive effects of maize-legume intercropping in organic farming. *International Journal of Pest Management* 56: 173-181.
- Bulson, H.A.J., Snaydon, R.W., and Stopes, C.E. 1997. Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *Journal of Agricultural Science* 128: 59-71.
- Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichmann, D., and Knox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal* 96: 1730-1738.
- Dwivedi, A., Dev, I., Kumar, V., Yadav, R.S., Yadav, M., Gupta, D., Singh, A., and Tomar, S.S. 2015. Potential role of maize-legume intercropping systems to improve soil fertility status under smallholder farming systems for sustainable agriculture in India. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research* 4(3): 145.
- FAO. 2020. Crop Production and Trade Data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (accessed December 30, 2020).
- FAO. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Quarterly bulletin of Statistics. Remote, Italy
- Fernandez, O.N., Vignolio, O.R., and Requesens, E.C. 2002. Competition between corn (*Zea mays*) and bermudagrass (*Cynodon dactylon*) in relation to the crop plant arrangement. *Agronomy Journal* 22: 293-305.

10. Ghale-Noyee, S., Koocheki, A., Yazdi, M.N.P., and Jahan, M. 2016. Effect of different treatments of mixed and row intercropping on yield and yield components of sesame and bean. *Iranian Journal of Field Crops Research* 15(3): 588-602. (in Persian with English abstract).
11. Ghanbari, A., Dahmardeh, M., Siahsar, B.A., and Ramroudi, M. 2016. Effect of maize (*Zea mays* L.) - cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping on light distribution, soil temperature and soil moisture in and environment. *Journal of Food and Agricultural Environment* 8: 102-108.
12. Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research* 88: 227-237.
13. Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2015. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research* 70: 101-109.
14. Haymes, R., and Lee, H.C., 1999. Competition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and field bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research* 62: 167-176.
15. Holland, J.B., and Brummer, E.C. 1999. Cultivar effects on oat-berseem clover intercrops. *Agronomy Journal* 91: 321-329.
16. Iqbal, J., Cheema, Z.A., and An, M. 2017. Intercropping of field crops in cotton for the management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Plant Soil* 300: 163-171.
17. Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant Soil* 182: 5-38.
18. Kallu, B.A., and Erhabor, P.O. 1990. Barley, lentil and flax yield under different intercropping systems. *Agronomy Journal* 82: 1066-1068.
19. Kaut, A.H., Mason, H.E., Navabi, A., O'Donovan, J.T., and Spaner, D. 2018. Organic and conventional management of mixtures of wheat and spring cereals. *Agronomy Sustainable Development* 28: 363-371.
20. Li, M., Zhang, J., Liu, S., Ashraf, U., Zhao, B., and Qui, S. 2018. Mixed- cropping systems of different rice cultivars have grain yield and quality advantages over mono-cropping systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 99(7): 3326-3334.
21. Li, L., Yang, S., Li, X., Zhang, F., and Christie, F. 1999. Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant Soil* 212: 105-114.
22. Liebman M., and Dyck E. 2011. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Application* 3: 92-122.
23. Majnoun-Hosseini, N. 2008. *Agriculture and Livestock Production*. Tehran University Press, Iran. (In Persian).
24. Mazaheri, D. 2008. *Intercropping*. (2nd Ed.). Tehran, Iran. (In Farsi).
25. Midega, C.A.O., Khan, Z.R., Amudavi, D.M., Pittchar, J., and Pickett, J.A. 2010. Integrated management of *Striga hermonthica* and cereal stemborers in finger millet [*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.] through intercropping with *Desmodium intortum*. *International Journal of Pest Management* 56: 145-151.
26. Midmore, D.J. 2009. Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. *Field Crops Research* 34: 357-380.
27. Morris, R.A., and Garrity, D.P. 2011. Resource capture and utilization in intercropping-water. *Field Crops Research* 34: 303-317.
28. Mouradi, M., Farissi, M., Makoudi, B., Bouizgaren, A., and Ghoulam, C. 2018. Effect of faba bean (*Vicia Faba* L.) rhizobia symbiosis on barley's growth, phosphorus uptake and acid phosphatase activity in the intercropping system. *Annals of Agrarian Science* 16(3): 297-303.
29. Odo, P.E. 1991. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan savanna of Nigeria: Land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. *Experimental Agriculture* 27: 435-441.
30. Olorunmaiye, P.M. 2015. Weed control potential of five legume cover crops in maize/cassava intercrop in a Southern Guinea savanna ecosystem of Nigeria. *Australian Journal of Crop Science* 4: 324-329.
31. Qamar, I.A., Keating, J.D.H., Normohammad, T., Ali, A., and Ajmalkhan, M. 1999. Interdunction and management of vetch/barley forage mixture in the rainfed areas of Pakistan: Forage yield. *Journal Agriculture Research* 50: 1-9.
32. Rezaei-Chiyaneh, E., and Gholinezhad, E. 2015. Study of agronomic characteristics and advantage indices in intercropping of additive series of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agroecology* 7(3): 381-396. (in Persian with English abstract).
33. Saucke, H., and Ackermann, K. 2016. Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). *Weed Research* 46: 453-461.

34. Steinmaus, S., Elmore, C.L., Smith, R.J., Donaldson, E., Weber, A., Roncoroni, J.A., and Miller, P.R.M. 2008. Mulched cover crops as an alternative to conventional weed management systems in vineyards. *Weed Research* 48(1): 273-281.
35. Szumigalski, A., and Van Acker, R. 2015. Weed suppression and crop production in annual intercrops. *Weed Science* 53: 813-825.
36. Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. *Field Crops Research* 71: 17-29.
37. Willey, R.S. 1979. Intercropping-its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstract* 32: 1-10.



The effect of growing barley-faba bean on weed control and their yield

Thabih¹, Vahid; and Saeedipour^{2*}, Saeed

1. MSc. of Weed Science, Shoushtar no; v_thabih@yahoo.com

2. Associate Professor of Agronomy, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran;
saeedsaeedipour@iau.ac.ir

The Dates:

Received: 7 November 2021; Revised: 25 June 2022

Accepted: 17 August 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Thabih, V., and Saeedipour, S. 2022. Study of the effect of growing barley-faba bean on weed control and their yield. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 79-90. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2111-1015

Introduction

Mixed cultivation is part of the crop rotation program and a suitable solution for weed control, especially in low-income agricultural systems. The usefulness of intercropping compared to sole cultivation in weed control is due to the deprivation of weeds in the use of resources and higher yield usefulness. By creating diversity through intercropping, the stability of cropping systems increases. In such systems, optimal conditions are created for pest management, nutrient rotation, resource utilization, and increased yield. Therefore, the need to use ecological principles such as intercropping to increase the productivity of arable land seems necessary. After cereals, legumes are the second most important source of human food and have a special place among crops. These plants have an effective role in increasing soil fertility and reducing greenhouse gases due to their coexistence with nitrogen-fixing bacteria. They are one of the most important grain legumes in the world. In 2017, the global area under bean cultivation (*Vicia faba* L.) is estimated at 2.463 million hectares and its global production is estimated at 4.840 million tons. The area under cultivation and its production in Iran in 2017 has also been reported to be 217.28 thousand hectares with a production of 17.882 thousand tons. The present study aimed to compare single cultivation and incremental bean mixture in a mixed bean cultivation system (barley-bean) concerning the yield of each plant and the rate of weed suppression.

Materials and Methods

This research is carried out at the research farm of the Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shushtar Branch, with a geographical location of 32 degrees and 3 minutes north and 48 degrees and 50 minutes east and an arid and semi-arid climate, with an average rainfall of 321.4 mm and an average temperature. The annual minimum and maximum were 9.5 and 46.3 °C, respectively. Treatments included sole and mixed cultivation of barley (Valfajr cultivar) and beans (Barakat cultivar). In sole cultivation, barley density of 400 plants per square meter and bean density of 20 plants per square meter were considered based on the recommended seed amount. Treatments included sole and mixed cultivation of barley (Valfajr cultivar) and beans (Barakat cultivar). In sole cultivation, barley density of 400 plants per square meter and bean density of 20 plants per square meter were considered based on the recommended seed amount. In mixed cultivation, barley density was fixed (400 plants per square meter) and bean density was determined as a percentage of net cultivation including (12.5, 25, 37.5, 50, and 62.5%). The research was conducted based on randomized complete blocks with four replications based on the incremental method in the mixed system in the 2009-2010 crop years.

Results and Discussion

The net crop yield of each plant was higher compared to its mixed crop. The highest barley yield 2496 kg/ha was observed in sole cultivation. By increasing the ratio of beans in intercropping from 12.5 to 62.5%,

* Corresponding Author: saeedsaeedipour@iau.ac.ir

barley grain yield decreased from 93 to 73% compared to its sole crop. The highest yield of beans was obtained in its net cultivation with 2621 kg/ha. A comparison of cultivation mixing treatments showed that by increasing the ratio of beans in mixed cultivation from 12.5 to 62.5%, bean seed yield increased from 12 to 48%. Although the grain yield of crops in the mixture was lower compared to their net cultivation, the total productivity of the land in mixed cultivation improved as a result of the higher parity ratio of the whole land. The average values of land parity ratio were obtained from 1.05 to 1.23 in different ratios of barley and bean intercropping. This means that the net cultivation of each plant requires 5 to 23% more land to produce the same yield compared to mixed cultivation, which indicates that the efficiency of land use in mixed cultivation is higher than in sole cultivation. The effect of different crop ratios on dry weight and weed density was significant compared to sole barley at the 1% probability level. The highest and lowest dry weight of weeds with 71 and 47 g/m², respectively, were related to sole barley and the ratio of 62.5: 100 (beans: barley). However, the comparison of weed dry weight in different proportions of intercropping showed no significant difference.

Conclusion

Mixed barley and bean farming can be economically and environmentally promising in most parts of Iran, with high population density, small farms and limited income. In this study, despite the decrease in barley yield due to the increase in the ratio of the associated crop (beans) to barley, intercropping was more productive according to the results of total grain yield and land parity ratios.

Keywords: Density coefficient; Grain yield; Land parity ratio; Productivity index; Sole culture



بررسی پارامترهای فتوسنتزی و عملکردی و ارتباط بین آن‌ها در ژنوتیپ‌های عدس در شرایط دیم

سیده سودابه شبیری، علی اکبر اسدی* و محمود عظیمی

۱- استادیاران بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

(به ترتیب s.shobeiri@yahoo.com ، asadipm@gmail.com و mahmoud.azimiir@gmail.com)

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۵؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

شبیری، س.س.، اسدی، ع.ا. و عظیمی، م. ۱۴۰۱. بررسی پارامترهای فتوسنتزی و عملکردی و ارتباط بین آن‌ها در ژنوتیپ‌های عدس در شرایط دیم. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۹۱-۱۰۳.

چکیده

به منظور بررسی پارامترهای فتوسنتزی و عملکردی گیاه عدس در شرایط دیم، لاین‌های منتخب عدس به همراه ارقام شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات دیم خداینده استان زنجان در دو فصل زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در صفات تابش فعال فتوسنتزی، دمای برگ، کارایی مصرف آب فتوسنتزی، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بین دو سال اجرای آزمایش وجود دارد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در صفات دمای برگ، میزان فتوسنتز، ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند که حاکی از تنوع بالای ژنتیکی این ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفات بود. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ G5، ژنوتیپی با ویژگی‌های برتر زراعی بود که جهت معرفی به عنوان رقم با پتانسیل عملکرد بالا قابل بررسی می‌باشد. میزان فتوسنتز با دمای برگ همبستگی منفی معنی‌دار و با صفات میزان تعرق، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد. در نهایت، تجزیه رگرسیون نشان داد که دو صفت هدایت روزنه‌ای و غلظت CO₂ زیر روزنه‌ای تبیین‌کننده تغییرات میزان فتوسنتز بودند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه رگرسیون؛ تعرق؛ فتوسنتز؛ هدایت روزنه‌ای؛ هدایت مزوفیلی

مقدمه

با توجه به توسعه کشت و تولید حبوبات و اهمیت بررسی‌های ژنتیکی در اصلاح گیاهان، شناسایی پتانسیل ژنتیکی این گیاهان دارای اهمیت بسیار زیادی است (Nouri Gorghari et al., 2015). از آنجا که ایران یکی از مراکز تنوع عدس در جهان بوده است، پیش‌بینی می‌شود که تنوع زیادی در بین توده‌های بومی این گیاه یافت شود (Saman et al., 2012). داشتن اطلاعات در مورد تنوع ژنتیکی و روابط بین ژنوتیپ‌ها برای درک تغییرپذیری ژنتیکی قابل‌دسترس و پتانسیل استفاده از آن در برنامه‌های اصلاحی مهم است (Fikiru et al., 2010). بیشتر بودن تنوع، احتمال یافتن ژن‌ها یا ترکیبات ژنتیکی موردنظر اصلاحگر را بالا برده و با افزایش تنوع ژنتیکی در یک جامعه محدوده انتخاب در گزینش طبیعی و مصنوعی وسیع‌تر می‌شود (Nouri Gorghari et al., 2015). مهم‌ترین معیار برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های

در میان گیاهان زراعی مناطق خشک و نیمه‌خشک، عدس (*Lens culinaris Medik.*) از جمله گیاهانی است که غالباً در اراضی حاشیه‌ای و در خاک‌های نه‌چندان حاصلخیز کشت می‌شود. کشت این گیاه در کشورهای در حال توسعه تقریباً یک چهارم نیاز پروتئین را تأمین می‌کند و با دارا بودن حدود ۲۸ درصد پروتئین نقش مهمی را در تغذیه مردم این نواحی ایفا می‌کند. این گیاه همچنان قادر است که از طریق تثبیت نیتروژن، باعث بهبود حاصلخیزی خاک شده و در نتیجه میزان استفاده از کود شیمیایی را کاهش دهد (Singh & Saxena, 1993).

* نویسنده مسئول: asadipm@gmail.com

میزان رطوبت، غلظت دی‌اکسید کربن و وضعیت آبی گیاه قرار می‌گیرند (Brownlee, 2001). تنش خشکی با کاهش پتانسیل آب در گیاه و محتوی نسبی آب در برگ، بسته‌شدن روزنه‌ها را تحریک کرده و به دنبال بسته‌شدن روزنه‌ها، محتوای دی‌اکسید کربن داخل برگ تقلیل یافته و با تقویت انتقال الکترون به اکسیژن باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌گردد (Reddy et al., 2004). این گونه‌های سمی اکسیژن بسیار فعال بوده و متابولیسم طبیعی سلولی را از طریق اکسایش بر هم می‌زنند. مقدار رطوبت خاک سبب نوسانات زیادی در میزان فتوسنتز گیاهان شده و از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای بر عملکرد گیاهان اثرگذار می‌باشد. دو دسته از عوامل روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای بر میزان فتوسنتز برگ مؤثر می‌باشند. عوامل روزنه‌ای منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای می‌شوند و عوامل غیرروزنه‌ای از طریق کاهش آب بر فرایندهای بیوشیمیایی فراوری کربن تأثیرگذار هستند (Ahmadi & Siosemardeh., 2005).

کاهش میزان تعرق در شرایط تنش خشکی، می‌تواند به‌عنوان مکانیسمی جهت حفظ آب برگ و جلوگیری از هدررفتن آن طی تعرق مطرح باشد (Karimi et al., 2015). اما از طرف دیگر می‌تواند به انتقال غیرفعال در آوند چوب و انتقال فعال در آوند آبکش صدمه وارد کند، بدین‌صورت که با بسته‌شدن روزنه‌ها و محدودشدن تعرق، مکش حاصل از تعرق که نقش در فرایند صعود آب در آوند چوب دارد، کاهش می‌یابد (Hosseinzadeh et al., 2016). با کاهش اختلاف پتانسیل فشاری منفی ناشی از مکش تعرق و انتقال غیرفعال در آوند چوب، جذب آب و سایر عناصر مغذی و مورد نیاز گیاه به وسیله ریشه مختل شده و در نتیجه منجر به تشدید اثرات منفی تنش خشکی در گیاه می‌شود (Amiri et al., 2015). با توجه به این که مکانیسم انتقال شیره پرورده در آوند آبکش ارتباط مستقیم با انتقال غیرفعال دارد، بنابراین انتقال شیره پرورده نیز با اختلال روبه‌رو می‌شود (Hosseinzadeh et al., 2016). مطالعات مختلف نشان داده است که گیاهانی که از مکانیسم‌های کارآمدتری برای کنترل باز و بسته شدن روزنه‌ها به‌منظور تنظیم تعرق برخوردار هستند، قادر به تحمل بهتر شرایط تنش خشکی خواهند بود و با حفظ بیشتر آب درون برگ و اختلال کمتر در انتقال فعال و غیرفعال، امکان رشد و انجام فرایندهای سلولی را بهتر فراهم می‌نمایند (Karimi et al., 2015; Yordanov et al., 2003; Rahbarian et al., 2011).

ارقام متحمل به خشکی عدس با استفاده از ساز و کارهای کارآمد در تحمل به تنش رطوبتی نظیر فعالیت بیشتر

برتر ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی و بررسی اجزای عملکرد می‌باشد (Ghahghaei et al., 2010; Zahedi et al., 2016). صفات تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه از اجزای اصلی عملکرد عدس محسوب می‌شوند (Ghahghaei et al., 2010). با توجه به مطالعات گذشته که بر روی عدس انجام گرفته، مشخص شد که بهبود پتانسیل عملکرد در واحد سطح می‌تواند یکی از معیارهای مهم در افزایش تولید این گیاه باشد (Zahedi et al., 2016). افزایش عملکرد در واحد سطح عمدتاً از طریق اصلاح و ایجاد ارقام پرمحصول، بهبود خصوصیات و افزایش پتانسیل‌های کمی و کیفی امکان‌پذیر می‌باشد (Fakheri & Mohammadpour, 2016). در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل میزان کم بارندگی و توزیع نامناسب بارندگی، پراکنش آن از سالی به سال دیگر متغیر بوده و تحت چنین شرایطی عملکرد دانه در سال‌های متوالی نوسانات فراوانی نشان می‌دهد. به همین دلیل اصلاح ارقام از طریق انتخاب برای عملکرد دانه، به علت وراثت‌پذیری پایین و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بالا، چندان موفقیت‌آمیز نیست (Richards et al., 2001).

فتوسنتز مهم‌ترین فرایند گیاهی است که نقش بسزایی در تثبیت کربن و تولید مواد آلی در گیاهان دارد (Bishop & Boghbe, 1998). حساس‌ترین شاخص برای بررسی وضعیت فیزیولوژیکی گیاه، بررسی رفتار روزنه‌هاست. واکنش برگ‌ها به‌عنوان اندام اصلی فتوسنتزکننده با توجه به دمای هوا، دمای برگ، رطوبت نسبی هوا و سایر ویژگی‌های محیطی متفاوت است. حفظ و نگهداری سرعت طبیعی تبدلات گازی از جمله ویژگی‌هایی است که باعث افزایش رشد و عملکرد می‌شود. روزنه‌ها مدخل اصلی گیاه هستند و شکاف روزنه‌ها نقش مهمی را در کنترل تبدلات گازی، تعرق و فتوسنتز ایفا می‌کنند (Anyia & Herzogh, 2004). بستن روزنه‌ها موجب کاهش همزمان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای می‌شود. روزنه‌ها میزان کارآیی مصرف آب و در نهایت ظرفیت عملکرد را در فرایند فتوسنتزی تحت تأثیر قرار می‌دهند. اندازه روزنه‌ها عموماً در واکنش به عوامل محیطی و درونی تحت تأثیر قرار گرفته و در نتیجه مقدار آب تعرق‌یافته و گازکربنیک جذب‌شده تغییر می‌یابد. نتایج مطالعات حاکی از این است که درصد بالایی از آب واردشده در گیاه از طریق تعرق روزنه‌ای خارج می‌شود. تعداد روزنه‌ها در واحد سطح و اندازه آن‌ها نیز نقش مهمی در تبدلات گازی گیاه دارند. مطالعات انجام‌شده نشان داده است که با افزایش سن برگ، هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد. ضمن این که رابطه ضعیفی بین فتوسنتز و میزان هدایت روزنه‌ای وجود دارد. روزنه‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله نور،

جدول ۲ نشان داده شده است. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط ۴ متری به فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر بود. پس از شخم و آماده‌سازی زمین که شامل دیسک و لولر و ایجاد شیار در پاییز بود. با مساعدشدن شرایط اقلیمی منطقه، کشت در اواخر اسفندماه صورت گرفت. کود لازم پس از آزمایش خاک اعمال شد. در طول فصل رشد مراقبت‌های معمول زراعی نظیر وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات به‌طور یکسان برای تمام کرت‌ها صورت گرفت. در نهایت علاوه بر صفات فیزیولوژیک، صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری گردید. صفات فیزیولوژیک مورد بررسی شامل میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ ($\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$)، هدایت روزنه‌ای ($\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$)، میزان تعرق ($\text{mmol}/\text{m}^2 \text{ s}$)، تابش فعال فتوسنتزی ($\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$)، دمای برگ، غلظت داخلی دی‌اکسید کربن ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)، کارایی مصرف آب فتوسنتزی (μmol $\text{CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$) برابر با تقسیم میزان فتوسنتز به هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی ($\text{mmol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}$) برابر با تقسیم فتوسنتز به غلظت دی‌اکسید کربن درون روزنه‌ای و کارایی مصرف آب ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$) برابر با تقسیم فتوسنتز بر تعرق حاصل محاسبه شد. میزان کمتر فتوسنتز و فرآوری دی‌اکسید کربن در حضور مقادیر بالای دی‌اکسید کربن داخل روزنه‌ای به مفهوم پایین‌بودن میزان هدایت مزوفیلی و عدم توانایی سلول‌های مزوفیل در استفاده از دی‌اکسید کربن می‌باشد. کارایی مصرف آب فتوسنتزی شاخصی است که میزان فتوسنتز به ازای هر واحد هدایت روزنه‌ای و تعرق را نشان می‌دهد. اندازه‌گیری شاخص‌های فتوسنتزی طی یک نوبت برای هر ژنوتیپ در مرحله بعد از گلدهی در ساعات ۱۰ تا ۱۲ صبح و در شدت نور بیشتر از ۱۰۰۰ لوکس انجام شد. اندازه‌گیری‌های شاخص‌های فتوسنتزی توسط دستگاه اندازه‌گیری تبادل گازی قابل حمل مدل L.C.I ساخت کشور انگلستان انجام شد. صفات ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف و عملکرد (کیلوگرم در هکتار) برای هر ژنوتیپ در هر کرت اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم‌افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. تجزیه همبستگی و تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام با متغیر تابع میزان فتوسنتز و عملکرد کل نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد (لازم به ذکر است که در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام با متغیر فتوسنتز از صفاتی که از پارامتر فتوسنتز در محاسبه آن‌ها به کار رفته است استفاده نشد).

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و میزان بیشتر پرولین نسبت به ارقام حساس، کمتر تحت تأثیر اثرات منفی تنش رطوبتی قرار می‌گیرند (Ahmadpour et al., 2016a). همان‌طور که اشاره شد، از مؤثرترین راهکارها در مقابله با تنش خشکی، بهبود روش‌های زراعی و دستیابی به ارقام متحمل برای کشت است. بنابراین بررسی اثرات تنش خشکی و شناسایی ارقام متحمل و حساس به تنش خشکی در گیاه عدس از اهمیت زیادی برخوردار است (Kafi et al., 2005). به‌نژادگران و فیزیولوژیست‌های گیاهی بر این باور هستند که برای بازدهی بیشتر در اصلاح ارقام سازگار در مناطق با محدودیت منابع آب، شناخت صفات زراعی مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط تنش از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود، بنابراین گزینش غیرمستقیم بر اساس صفات فیزیولوژی به‌عنوان مکملی برای گزینش ارقام با پتانسیل عملکرد بالا پیشنهاد شده است (Singh, 2000). از دیدگاه به‌نژادی، هر صفت فیزیولوژیک می‌بایست تنوع ژنتیکی وسیع، همبستگی ژنتیکی قوی با عملکرد دانه و وراثت‌پذیری بالاتر نسبت به عملکرد داشته (Jakson et al., 1996) و ارزیابی آن سریع، آسان و ارزان باشد (Araus et al., 2001).

با این توضیحات، افزایش آگاهی از صفات فیزیولوژیک مؤثر در شکل‌گیری عملکرد دانه می‌تواند معیاری مناسب جهت انتخاب این صفات برای اصلاح عملکرد دانه باشد. تحقیقات متعددی بر روی شاخص‌های فتوسنتزی در گیاهان زراعی با تعداد محدود ژنوتیپ در شرایط تنش اجرا شده است، اما با توجه به واکنش متفاوت شاخص‌های فتوسنتزی در شرایط تنش، آگاهی از تنوع ژنوتیپی شاخص‌های فتوسنتزی در شرایط کشت و روابط آن‌ها با عملکرد دانه حائز اهمیت است. با وجود مطالعات فراوان در مورد نقش صفات فیزیولوژیک در تحمل تنش خشکی در گیاهان زراعی، مطالعاتی از این دست بر روی عدس به‌ویژه در ایران محدود است و این تحقیق با هدف تعیین ژنوتیپ‌های دارای صفات مطلوب فیزیولوژیک و عملکردی و ارتباط این صفات با عملکرد و فتوسنتز در شرایط کشت دیم طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از ۱۷ لاین منتخب عدس به همراه ارقام شاهد کیمیا، بیله‌سوار و سنا (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه دیم خداینده در طول ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۹ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۸۷۵ متر از سطح دریا در دو فصل زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. آمار هواشناسی در

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Genotypes used in the experiment

کد Code	ژنوتیپ Genotype	منشأ Source	کد Code	ژنوتیپ Genotype	منشأ Source
G1	FLIP2012-2L	ICARDA	G11	FLIP2012-207L	ICARDA
G2	FLIP2012-8L	ICARDA	G12	FLIP2012-245L	ICARDA
G3	FLIP2012-9L	ICARDA	G13	FLIP2012-262L	ICARDA
G4	FLIP2013-2L	ICARDA	G14	FLIP2012-13L	ICARDA
G5	FLIP2013-15L	ICARDA	G15	FLIP2012-24L	ICARDA
G6	FLIP2013-25L	ICARDA	G16	FLIP2012-45L	ICARDA
G7	FLIP2013-29L	ICARDA	G17	precoz	Argentina
G8	FLIP2014-021L	ICARDA	G18	Kimia	IRAN
G9	FLIP2012-3L	ICARDA	G19	Bilehsevar	IRAN
G10	FLIP2012-196L	ICARDA	G20	Sana(Check)	IRAN

جدول ۲- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم خدابنده زنجان در دو سال زراعی

Table 2. Meteorological statistics of Zanjan Khodabandeh rainfed agricultural research station in two cropping years

ماه Month	سال زراعی ۹۸-۹۷ Crop year 2018-2019			سال زراعی ۹۹-۹۸ Crop year 2019-2020		
	حداکثر دمای مطلق (سانتی‌گراد) Absolute maximum temperature (C °)	حداقل دمای مطلق (سانتی‌گراد) Absolute minimum temperature (C °)	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	حداکثر دمای مطلق (سانتی‌گراد) Absolute maximum temperature (C °)	حداقل دمای مطلق (سانتی‌گراد) Absolute minimum temperature (C °)	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)
October	5	27	15.5	5.6	29.8	17.2
November	0.4	20.8	7.1	-10	16.8	6.4
December	-2.6	12.6	4.3	-8.2	10.6	1.9
January	-10.4	9.4	-0.7	-13.4	10.2	-1.2
February	-9.4	10.6	0.8	-20	10.4	-2.9
March	-7.2	14.8	2.6	-9.2	17.4	5.6
April	-5.4	19.8	6.8	-1.6	18	6.6
May	-4.2	24.2	12.2	3.2	24	12.8
June	7.6	31.2	20	8	32.6	21.4

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. تفاوت معنی‌داری در صفات تابش فعال فتوسنتزی، دمای برگ، کارایی مصرف آب فتوسنتزی، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بین دو سال اجرای آزمایش مشاهده شد که با توجه به پارامترهای اقلیمی متفاوت در دو سال اجرای آزمایش منطقی به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در صفات دمای برگ، میزان فتوسنتز، ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند. این نتایج حاکی از تنوع بالای ژنتیکی این ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفات بود. از طرف دیگر اثر متقابل ژنوتیپ × سال در تمامی صفات بررسی شده معنی‌دار نبود که نشان می‌دهد روند تغییرات این صفات بین ژنوتیپ‌ها در طول دو سال مورد بررسی یکسان بود.

بین دو سال مورد بررسی از نظر دمای برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که در سال اول دمای برگ ۲۶/۷۵ و در سال دوم ۳۲/۰۸ درجه بود. البته با توجه به دمای متفاوت دو روز اندازه‌گیری این اختلاف طبیعی می‌باشد. دامنه تغییرات دمایی برگ در بین ژنوتیپ‌ها بین ۳۲/۶۵ برای ژنوتیپ G2 تا ۳۴/۱۷ برای ژنوتیپ G18 متغیر بود. باین حال ژنوتیپ G5 نیز با ژنوتیپ G2 اختلاف معنی‌دار نشان داده و دمای برگ کمتری را نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها نشان دادند (جدول ۴). بیشترین میزان فتوسنتز مربوط به ژنوتیپ‌های G5 و G16 با میزان ۱۱/۳۵۷ و ۱۰/۶۷۲ و کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ‌های G10 و G12 با میزان ۶/۹۵۷ و ۷/۲۴۸ بود (جدول ۴). تنش کم‌آبی عموماً با کاهش آب قابل‌دسترس در خاک رخ می‌دهد و در نهایت منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان نسبت به شرایط کمبود آب می‌گردد (Johnson et al., 2002; Ganjeali et al., 2011). در این

شیره پرورده به ترتیب در آوند آبکش دچار اختلال شده و در نهایت تأثیر شدید بر خصوصیات رشدی و عملکردی گیاهان دارد (Ahmadpour et al., 2016a).

باید دانست که با استفاده از تجزیه واریانس، انتخاب بر اساس کارایی فنوتیپی جداگانه ژنوتیپ‌ها یا ژنوتیپ‌های منفرد با توجه به منشأ و نوع ژنوتیپ صورت می‌گیرد (Fikru et al., 2014). آسیمیلایون خالص CO_2 از طریق فرایند فتوسنتز، اولین مرحله تولید بیوماس است (Anyia & Herzog, 2004) و سرعت آسیمیلایون خالص حساس‌ترین جزء ظرفیت بیوشیمیایی به تنش کم‌آبی است و می‌تواند نقطه کنترل کلیدی تحمل خشکی باشد (Kruger et al., 1995).

محققان (Zou et al., 2007) نشان دادند که تنش کم‌آبی در طول مدت پرشدن دانه میزان فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای را کاهش داده و پیری برگ را تسریع می‌کند. وجود تفاوت‌های معنی‌دار در این صفات نشان‌دهنده تنوع ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر این صفات و امکان گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب بر اساس آن‌ها می‌باشد، بدین معنا که این تنوع می‌تواند پایه کارهای اصلاحی قرار گیرد.

در بررسی ژنوتیپ‌های عدس توسط محققان دیگر نیز اختلاف، بسیار معنی‌داری برای صفاتی مانند عملکرد بیولوژیک (Salehi et al., 2007; Ghahghaei et al., 2010; Fakhari & Mohammadpour, 2016; Pezeshkpour & Afkhar, 2019)، عملکرد دانه (Pezeshkpour & Afkhar, 2019; Salehi et al., 2007; Ghahghaei et al., 2010; Fikru et al., 2010; Yazdi samadi et al., 2004; Zahedi et al., 2016)، وزن ۱۰۰ دانه (Fakhari & Mohammadpour, 2016; Fikru et al., 2010; Salehi et al., 2007; Zahedi et al., 2016; Pezeshkpour & Afkhar, 2019) مشاهده شد که نتایج حاصل از این مطالعه را تأیید می‌کنند.

همبستگی

میزان فتوسنتز با دمای برگ همبستگی منفی معنی‌دار و با صفات میزان تعرق، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد (جدول ۵). کاهش هماهنگ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای تحت شرایط محیطی، نشان‌دهنده محدودیت روزنه‌ای در فتوسنتز است (Austin, 1989). در مطالعات مختلف بر روی اثرات تنش خشکی بر گیاهان مشاهده شد که تنش خشکی منجر به کاهش فتوسنتز خالص می‌شود (Bahadoran et al., 2015; Flexas & Medrano, 2008). با توجه به همبستگی منفی این دو پارامتر نتایج این مطالعه نیز با نتایج فوق، مطابقت دارد. بسته‌شدن روزنه‌ها موجب توقف فتوسنتز می‌گردد که با وجود

میان تغییرات فیزیولوژیک در برگ‌ها و سیستم فتوسنتزی گیاهان در شرایط تنش کمبود آب نقش مهمی در تحمل به تنش ایفا می‌کند (Singh et al., 2005; Piper et al., 2007). کاهش فتوسنتز خالص و CO_2 زیر روزنه در پژوهش‌های مختلف به‌عنوان مهم‌ترین اثر منفی ناشی از تنش کم‌آبی بیان شده است (Flexas & Medrano, 2008; Jaleel et al., 2008). مطالعات مختلف نشان داده است که گیاهان با ساز و کارهای کارآمد در ارتباط با تنظیم عملکرد روزنه‌های برگ قادر به تحمل بهتر شرایط تنش کم‌آبی خواهند بود، به‌طوری‌که با حفظ بیشتر آب درون برگ و اختلال کمتر در انتقال فعال و غیرفعال، امکان رشد و انجام فرایندهای سلولی را بهتر فراهم می‌نمایند (Pagter et al., 2005; Bender et al., 2008; Ozenç, 2008; Guerfel et al., 2008). فتوسنتز خالص با زمان ثابت نمی‌باشد و با افزایش سن گیاه یک روند کاهشی نشان می‌دهد.

تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده از نظر ارتفاع گیاه مشاهده شد، به‌طوری‌که مقایسه میانگین‌ها نشان داد ژنوتیپ‌های G5 و G1 با ارتفاع ۲۲/۴۶۷ و ۲۲/۳ بلندترین و ژنوتیپ‌های G12 و G15 با ارتفاع ۲۰/۲۶۷ و ۲۰/۲۳۳ کوتاه‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. با توجه به معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ و مقایسات میانگین بین ژنوتیپ‌ها (جدول ۳ و ۴) مشخص شد که ژنوتیپ‌های G7، G5 و G15 با وزن ۱۰۰ دانه ۶/۸۲۲، ۶/۷۷۳ و ۶/۶۰۸ گرم بیشترین و ژنوتیپ‌های G16، G19 و G17 با وزن ۱۰۰ دانه ۴/۴۳۲، ۴/۳۶۵ و ۴/۳۶۵ گرم کمترین وزن ۱۰۰ دانه را دارا هستند (جدول ۴). در نهایت با توجه به معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ و مقایسات میانگین بین ژنوتیپ‌ها (جدول ۳ و ۴) مشخص شد که ژنوتیپ‌های G13، G5 و G11 با عملکرد ۴۹۳/۸۹، ۴۶۴/۴۵ و ۴۶۳/۲۳ گرم بیشترین و ژنوتیپ‌های G17 و G13 با ۲۷۸/۱۳ و ۲۹۸/۹۲ گرم کمترین میزان عملکرد در هکتار را نشان دادند.

به نظر می‌رسد بالاتر بودن عملکرد دانه در ژنوتیپ‌هایی مانند G5 و G13 به دلیل بالاتر بودن وزن ۱۰۰ دانه این ژنوتیپ‌ها باشد. از آنجاکه، عملکرد دانه مطلوب وابستگی بسیاری به رشد رویشی بهینه و مقادیر اجزای عملکرد دانه دارد، هر دلیلی که سبب افت این عوامل گردد، در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی خواهد داشت. در شرایط خشکی از یک‌سو با کاهش اختلاف پتانسیل فشاری منفی ناشی از مکش تعرق و انتقال غیرفعال در آوند چوب، جذب آب و سایر عناصر مغذی و مورد نیاز گیاه به‌وسیله ریشه مختل شده (Zaltev & Yordanov, 2004; Hosseinzadeh et al., 2016)؛ و از سوی دیگر با کاهش تولید ترکیبات فتوسنتزی روند انتقال

حفظ آب، به علت افزایش دمای برگ نامطلوب است. نرخ بالاتر فتوسنتز بدون وجود تغییرات قابل توجهی در عملکرد می‌تواند به دلیل اثرات چندژنی عملکرد در طی پرشدن دانه و یا به دلیل روش اندازه‌گیری میزان فتوسنتز (به‌عنوان مثال، در یک برگ و تنها برای یک دوره کوتاه از زمان) باشد. مطالعات متعدد بر روی حبوبات از قبیل نخود، لوبیا و عدس نشان داده است که تحت تأثیر تنش خشکی غلظت CO_2 درون برگ‌ها به واسطه بسته‌شدن، روزنه‌ها کاهش می‌یابد (Amiri et al., 2015; Parsa & Bagheri, 2008). بسته‌شدن روزنه‌ها در طی تنش خشکی گرچه به‌منظور کاهش هدررفت آب صورت می‌گیرد، اما به علت ممانعت از ورود CO_2 می‌تواند فتوسنتز را به کمتر از نقطه جبرانی کاهش دهد (Johnson et al., 2002).

وزن ۱۰۰ دانه با صفات دمای برگ همبستگی منفی معنی‌دار و با هدایت روزنه‌ای، میزان فتوسنتز، هدایت مزوفیلی و کارایی مصرف آب همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد (جدول ۵). خشکی و کمبود آب در خاک بیشترین تأثیر را در کاهش فتوسنتز و عملکرد گیاه در مراحل مختلف فنولوژیک (گیاهچه‌ای، گلدهی و غلافدهی) گیاه دارد (Parsa & Bagheri, 2008). از مهم‌ترین اثرات ابتدایی تنش خشکی بر گیاهان می‌توان به کاهش ورود CO_2 ، بازدارندگی در انتقال الکترون، کاهش عملکرد فتوسیستم II و در نهایت کاهش تثبیت CO_2 و فتوسنتز خالص و در نهایت عملکرد اشاره کرد (Ahmadpour & Hosseinzadeh, 2017; Hosseinzadeh et al., 2014). گیاهان با بستن روزنه‌های برگ‌ها در جهت کاهش تعرق و حفظ آب به‌عنوان اولین مکانیسم به تنش کمبود آب پاسخ می‌دهند (Hamdi et al., 1992; Johnson et al., 2002).

وزن ۱۰۰ دانه با صفات دمای برگ همبستگی منفی معنی‌دار و با هدایت روزنه‌ای، میزان فتوسنتز، هدایت مزوفیلی و کارایی مصرف آب همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد (جدول ۵). خشکی و کمبود آب در خاک بیشترین تأثیر را در کاهش فتوسنتز و عملکرد گیاه در مراحل مختلف فنولوژیک (گیاهچه‌ای، گلدهی و غلافدهی) گیاه دارد (Parsa & Bagheri, 2008). از مهم‌ترین اثرات ابتدایی تنش خشکی بر گیاهان می‌توان به کاهش ورود CO_2 ، بازدارندگی در انتقال الکترون، کاهش عملکرد فتوسیستم II و در نهایت کاهش تثبیت CO_2 و فتوسنتز خالص و در نهایت عملکرد اشاره کرد (Ahmadpour & Hosseinzadeh, 2017; Hosseinzadeh et al., 2014). گیاهان با بستن روزنه‌های برگ‌ها در جهت کاهش تعرق و حفظ آب به‌عنوان اولین مکانیسم به تنش کمبود آب پاسخ می‌دهند (Hamdi et al., 1992; Johnson et al., 2002).

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام صفات فنولوژیک اندازه‌گیری‌شده بر میزان فتوسنتز به‌عنوان متغیر تابع (جدول ۶) نشان داد که دو صفت هدایت روزنه‌ای با تأثیر مثبت معنی‌دار و CO_2 زیر روزنه‌ای با تأثیر منفی معنی‌دار تبیین‌کننده تغییرات میزان فتوسنتز می‌باشند. همان‌طور که در تجزیه همبستگی مشاهده شد، عملکرد کل همبستگی معنی‌داری با هیچ کدام از صفات فنولوژیک بررسی‌شده نشان نداد. نتیجه تجزیه رگرسیون این صفات بر روی عملکرد نیز معنی‌دار نبود و هیچ کدام از صفات وارد مدل رگرسیونی نشدند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات فتوسنتزی و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های عدس

Table 3. Analysis of variance of photosynthetic traits and grain yield in lentil genotypes

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	تشنش فعال فتوسنتزی Photosynthetically active radiation	دمای برگ Leaf temperature	CO_2 زیر روزنه‌ای Sub stomatal CO_2	تعرق Transpiration rate	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance	فتوسنتز Photosynthesis	کارایی مصرف آب فتوسنتزی Photosynthetic water use efficiency
Year	سال	1	364762.1**	448.15**	6750	4.485	0.000083	48.488	5296.05**
Error 1	خطای ۱	4	38683.9	51.88	1938.77	2.156	0.0009	5.715	300.6
Genotype	ژنوتیپ	19	1344.4	1.158*	750.65	0.773	0.00103	7.012*	323.49
Genotype*Year	ژنوتیپ در سال	19	1224.7	0.388	875.14	0.626	0.0009	3.05	444.03
Error 2	خطای ۲	76	1154.8	0.602	886.01	0.492	0.00076	3.887	412.49
CV	ضریب تغییرات		1.7	2.31	16.35	20.5	29.7	20.9	19.19

ادامه جدول ۳ در صفحه بعد

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	هدایت مزوفیلی Mesophilic conductivity	کارایی مصرف آب Water use efficiency	ارتفاع گیاه Plant height	وزن ۱۰۰ دانه 100-Seed weight	تعداد غلاف Number of pods	عملکرد Yield
Year	سال	1	0.004**	12.77**	1.24	1.714**	18.4	3663485.2**
Error1	خطای ۱	4	0.00024	1.34	2.649	0.0098	14.9	2324.8
Genotpe	ژنوتیپ	19	0.0003	0.263	2.77**	4.71**	1.418	17519.7**
Genotpe*Year	ژنوتیپ در سال	19	0.0001	0.128	1.27	0.052	1.06	7998.29
Error2	خطای ۲	76	0.000198	0.164	0.769	0.018	1.13	6402.8
CV	ضریب تغییرات		26.3	14.4	4.18	2.46	11.59	20.4

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد
** and *: Significant at 1% and 5% probability levels, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مرتبط با فتوسنتز و عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف عدس
Table 4. Comparison of mean traits related to photosynthesis and yield in different lentil genotypes

ژنوتیپ Genotype	تشعشع فعال		CO ₂ زیر				تعرق		هدایت		فتوسنتز		کارآیی مصرف آب	
	فتوسنتزی (میکرومول بر متر مربع بر ثانیه)		دمای برگ (سانتی‌گراد)		روزنه‌ای (میکرومول بر مول)		(میلی مول بر متر مربع بر ثانیه)		روزنه‌ای (مول بر متر مربع بر ثانیه)		(میکرومول بر متر مربع بر ثانیه)		فتوسنتزی (میکرومول CO ₂ بر مول آب)	
	Photosynthetic activated radiation ($\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$)		Leaf temperature (C °)		Sub stumatal CO ₂ ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)		Transpiration rate ($\text{mmol}/\text{m}^2 \text{ s}$)		Stomatal conductance ($\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$)		Photosynthesis ($\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$)		Photosynthetic water use efficienc ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$)	
G1	1955.8	abcd	33.467	abcdef	172.67	ab	3.385	abc	0.092	abcd	9.985	abc	113.12	ab
G2	1927.5	d	32.65	f	172.33	ab	3.272	abcd	0.1	ab	9.893	abc	104.4	ab
G3	1948.5	bcd	33.267	bcdef	188.67	ab	3.39	abc	0.095	abcd	9.348	abcd	100.72	ab
G4	1951	abcd	33.183	ecdf	189	ab	3.607	ab	0.102	ab	10.177	abc	99.97	ab
G5	1957	abcd	32.7	ef	177.5	ab	3.665	ab	0.11	ab	11.357	a	105.36	ab
G6	1952	abcd	33.067	edf	186.83	ab	3.702	ab	0.105	ab	9.737	abc	102.98	ab
G7	1967.3	abc	33.55	abcde	176.17	ab	3.615	ab	0.098	abc	10.15	abc	104.73	ab
G8	1955.5	abcd	33.367	abcdef	174.83	ab	3.445	ab	0.093	abcd	9.993	abc	109.66	ab
G9	1976.3	abc	33.183	ecdf	164.83	b	3.505	ab	0.095	abcd	10.275	abc	116.87	a
G10	1954.2	abcd	33.6	abcd	177.3	ab	2.553	d	0.063	d	6.957	e	112.07	ab
G11	1989	a	33.383	abcdef	180.5	ab	3.185	abcd	0.083	abcd	8.81	bcde	106.5	ab
G12	1960.8	abcd	34.15	ab	185.67	ab	2.62	cd	0.067	cd	7.248	de	114.16	ab
G13	1948.2	bcd	33.783	abcd	199	ab	3.975	a	0.115	a	10.188	abc	91.47	b
G14	1973	abc	33.917	abcd	195.33	ab	3.595	ab	0.095	abcd	8.75	bcde	97.83	ab
G15	1985.5	ab	33.333	abcdef	171.83	ab	3.535	ab	0.1	ab	10.672	ab	110.08	ab
G16	1968.8	abc	34.067	abc	166.33	b	3.162	bcd	0.082	bcd	8.932	bcde	109.26	ab
G17	1973.3	abc	33.9	abcd	202.5	a	3.967	ab	0.105	ab	9.282	abcd	93.04	b
G18	1976.3	abc	34.167	a	195	ab	3.442	ab	0.085	abcd	8.157	cde	101.1	ab
G19	1945.8	cd	33.917	abcd	182.83	ab	3.502	ab	0.09	abcd	9.27	abcd	103.96	ab
G20	1967.3	abc	33.633	abcd	165	b	3.24	abcd	0.082	bcd	9.507	abcd	118.66	a

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار دارند.
Means with dissimilar letters are significantly different at the 5% level.

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مرتبط با فتوسنتز و عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف عدس

Table 4. Comparison of mean traits related to photosynthesis and yield in different lentil genotypes

ژنوتیپ Genotype	هدایت مزوفیلی (میلی مول CO ₂ بر مترمربع بر ثانیه)		کارآیی مصرف آب (میکرومول CO ₂ بر مول آب)		ارتفاع گیاه (سانتی متر)		وزن ۱۰۰دانه (گرم)		تعداد غلاف		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	
	Mesophilic conductivity (mmol CO ₂ /m ² s)		Water use efficiency (μmol CO ₂ /mol H ₂ O)		Plant height (cm)		100-Seed weight (gr)		Number of pods		Yield (Kg/h)	
G1	0.0587	abcd	2.986	ab	22.3	ab	5.275	i	8.333	d	385.53	bcde
G2	0.0527	abcdef	3.023	a	21.9	abc	5.632	gh	8.933	abcd	350.4	cdef
G3	0.0492	bcdef	2.808	abcd	20.8	ed	5.722	g	8.233	d	298.92	ef
G4	0.0555	abcdef	2.825	abcd	21.067	cde	5.965	f	9.567	abc	383.25	bcde
G5	0.0665	a	3.106	a	22.467	a	6.773	a	10.1	a	464.45	ab
G6	0.0547	abcdef	2.844	abcd	20.7	ed	6.047	ef	9.167	abcd	367.66	cdef
G7	0.0582	abcd	2.909	abc	21.933	abc	6.822	a	9.3	abcd	428.89	abc
G8	0.0573	abcde	2.928	abc	20.6	ed	6.4	c	8.833	bcd	419.62	abcd
G9	0.0637	ab	3.124	a	20.633	ed	6.005	f	8.667	cd	336.1	def
G10	0.0417	ef	2.759	abcd	21.2	cde	4.707	j	9.567	abc	438.18	abc
G11	0.0523	abcdef	2.811	abcd	20.4	ed	4.765	j	10.033	ab	463.23	ab
G12	0.0395	f	2.752	abcd	20.267	e	4.653	j	9.267	abcd	394.87	bcd
G13	0.0527	abcdef	2.554	bcd	20.8	ed	6.185	de	8.967	abcd	493.89	a
G14	0.0492	bcdef	2.487	cd	20.5	ed	6.265	cd	9	abcd	377.97	bcde
G15	0.0615	abc	3.016	ab	20.233	e	6.608	b	8.967	abcd	408.04	abcd
G16	0.0547	abcdef	2.829	abcd	21.3	bcd	4.432	k	8.933	abcd	374.28	bcde
G17	0.047	cdef	2.442	d	20.8	ed	4.365	k	9.633	abc	278.13	f
G18	0.043	def	2.429	d	20.4	ed	4.77	j	9.167	abcd	382.57	bcde
G19	0.0515	abcdef	2.672	abcd	20.267	e	3.84	l	9.567	abc	360.63	cdef
G20	0.06	abc	3.004	ab	20.933	cde	5.477	h	9.2	abcd	430.35	abc

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار دارند.
Means with dissimilar letters are significantly different at the 5% level.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مطالعه شده

Table 5. Simple correlation coefficients between the studied traits in the studied genotypes

	PAR	LT	SS	TR	SC	P	PWUE	MC	WUE	PH	100SW	NP	Y
PAR	1												
LT	0.36	1											
SS	-0.22	0.21	1										
TR	0.03	-0.18	0.38	1									
SC	-0.19	-0.47*	0.34	0.93**	1								
P	-0.1	-0.64**	-0.2	0.72**	0.84**	1							
PWUE	0.18	-0.1	-0.89**	-0.65**	-0.61**	-0.12	1						
MC	0.09	-0.6**	-0.59**	0.45*	0.54*	0.89**	0.27	1					
WUE	-0.12	-0.72**	-0.79**	-0.17	0.05	0.53*	0.69**	0.74**	1				
PH	-0.38	-0.49*	-0.23	0.06	0.24	0.4	0.08	0.42	0.46*	1			
100SW	-0.02	-0.57**	-0.12	0.42	0.58**	0.58**	-0.06	0.62**	0.44*	0.29	1		
NP	0.19	-0.02	0.16	-0.02	-0.05	-0.1	-0.16	-0.07	-0.15	0.06	-0.19	1	
Y	0.1	-0.05	-0.22	-0.13	-0.06	0.08	0.15	0.21	0.17	0.16	0.32	0.38	1

**و*: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

PAR (Photosynthetic activated radiation) تشعشع فعال فتوسنتزی؛ LT (Leaf temperature) دمای برگ؛ SS (Sub stumatal CO₂) CO₂ زیر روزنه‌ای؛ TR (Transpiration rate) تعرق؛ SC (Stomatal conductance) هدایت روزنه‌ای؛ P (Photosynthesis) فتوسنتز؛ PWUE (Photosynthetic water use efficienc) کارایی مصرف آب فتوسنتزی؛ MC (Mesophilic conductivity) هدایت مزوفیلی؛ WUE (Water use efficiency) کارایی مصرف آب؛ PH (Plant height) ارتفاع گیاه؛ 100SW (100-Seed weight) وزن ۱۰۰ دانه، NP (Number of pods) تعداد غلاف؛ Y (Yield) عملکرد در هکتار

** and *: Significant at 1% and 5% probability levels, respectively

جدول ۶- جدول تجزیه رگرسیون گام به گام صفات فیزیولوژیک بر روی میزان فتوسنتز
Table 6. Stepwise regression analysis of physiological traits on photosynthesis

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	R ²	R Adjust
Regression	رگرسیون	2	10.623**	0.98	0.95
Residual	باقیمانده	17	0.057		
صفات وارد شده به مدل Traits entered into the model			ضرایب رگرسیون Regression coefficient		
ضریب ثابت		Constnt	11.121**±3.894		
هدایت روزنه‌ای		Stomatal conductance	83.858**±4.414		
CO ₂ زیر روزنه‌ای		Sub stomatal CO ₂	-0.052**±0.005		

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

** and *: Significant at 1% and 5% probability levels, respectively

نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین پاسخ‌های گیاهان به تنش کمبود آب در خاک، تغییر ویژگی‌های فتوسنتزی است و با توجه به ارتباط مستقیم فتوسنتز با عملکرد و اجزای عملکرد گیاه، بررسی این خصوصیات به منظور گزینش ارقام متحمل به تنش کم‌آبی ضروری است. نتایج نشان داد که در این محصول دو صفت هدایت روزنه‌ای و CO₂ زیر روزنه‌ای تبیین‌کننده تغییرات میزان فتوسنتز می‌باشند. تنوع ژنتیکی برای اصلاح گیاهان زراعی بسیار مهم بوده و تنوع بالاتر ژنوتیپ‌ها شانس بیشتری

منابع

- Ahmadpour, R., and Hosseinzadeh, S.R. 2017. Change in growth and photosynthetic parameters of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) in response to methanol foliar application and drought stress. International Journal of Agriculture and Biosciences 6(1): 7-12. (In Persian with English abstract).
- Ahmadpour, R., Hosseinzadeh, S.R., and Armand, N. 2016a. Evaluation of methanol role in reducing the negative effects of water deficit stress in lentil (*Lens culinaris* Medik). Iranian Journal of Plant Process and Function 5: 1-13. (In Persian with English abstract).
- Ahmadpour, A., Hosseinzadeh S.R., and Chashiani, S. 2016b. Study of root morpho-physiological and biochemical characteristics of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in response to moisture stress. Journal of Plant environment Physiology 11(43): 39-51. (In Persian with English abstract).
- Ahmadi, A., and Siosemardeh, A. 2005. Investigation on physiological basis of grain yield and drought resistance in wheat: leaf photosynthetic rate, stomatal conductance, and nonstomatal Limitations. International Journal of Agriculture and Biology 7(5): 807-811. (In Persian with English abstract).
- Amiri, H., Ismaili, A., and Hosseinzadeh, S.R. 2015. Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. karaj). Compost Science and Utilization 25(3): 152-165.
- Anyia, A.O., and Herzog, H. 2004. Water use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. European Journal of Agronomy 20: 327-339.
- Araus, J.L., Casadesus, J., and Bort, J. 2001. Recent tools for the screening of physiological traits determining yield. In: M.P. Reynolds, J.L. Ortiz- Monasterio and A. McNab (Eds.). Application of physiology in wheat breeding. Mexico. D.F.CIMMYT, 59-77.
- Austin, R.B. 1989. Genetic variation in photosynthesis. Journal of Agricultural Science 112: 287-293.
- Bahadoran, M., Abrishamchi, P., Ejtehadi, H., and Ghassemzadeh, F. 2015. Study on some physiological characteristics of *Salsola richteri* in drought condition in the two desert regions of the South Khorasan province. Iranian Journal of Plant Biology 7(24): 1-14.

10. Bender Ozenç, D. 2008. Growth and transpiration of tomato seedlings grown in Hazelnut Husk compost under waterdeficit stress. *Compost Science and Utilization* 16: 125-13.
11. Bishop, D.L., and Bugbee, B.G. 1998. Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in dwarf and semi-dwarf wheat. *Journal of Plant Physiology* 153: 558-565.
12. Brownlee, C. 2001. The long and short of stomatal density signals. *Trends in Plant Science* 6: 441-442.
13. Fakheri, B.A., and Mohammadpour Vashvaei, R. 2016. Genetic variation and factor analysis of morphological and phonological traits for macrosperma and microsperma lentils lines. 94: 15-29. (In Persian with English abstract).
14. Fikiru, E., Tesfaye, K., and Bekele, E. 2010. A comparative study of morphological and molecular diversity in Ethiopian lentil (*Lens culinaris*) landraces. *African Journal of Plant Science* 4(7): 242-254.
15. Fikru, M., Mekbib, F., Kumar, S., Ahmed, S., and Sharma, T.R. 2014. Phenotypic variability and characteristics of Lentil (*Lens culinaris*) germplasm of Ethiopia by multivariate analysis. *Journal of Agricultural and Crop Research* 2(6): 104-116.
16. Flexas, J., and Medrano, H. 2008. Droughtinhibition of photosynthesis in C3-plants: Stomatal and non-stomatal limitation revisited. *Annual of Botany* 183: 183-189.
17. Ganjeali, A., Parsa, H., and Bagheri, A. 2011. Assessment of Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms for drought tolerance. *Agriculture Water Management* 98: 1477-1484. (In Persian with English abstract).
18. Ghahghaei, M., Galavi, M., Ramroodi, M., and Bagheri, A. 2010. The comparison of yield and yield components of Lentil genotypes at low irrigation in Sistan region. *Iranian Journal of Field Crop Research* 8(3): 431-437. (In Persian with English abstract).
19. Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D., Cha, W., and Zarrouk, M. 2008. Impacts of water stress on gas exchange, water elations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 1: 1-7.
20. Hamdi, A., Erskine, W., and Gates, P. 1992. Adaptation of lentil seed yield to varying moisture supply. *Crop Science* 32: 987-990.
21. Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H., and Ismaili, A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica* 54(1): 87-92.
22. Hosseinzadeh, S.R., Salimi, A., Ganjeali, A., and Ahmadvpour, R. 2014. Effects of foliar application of methanol on photosynthetic characteristics chlorophyll fluorescence and chlorophyll content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Iranian Journal of Plant Biology* 5: 115-132. (In Persian with English abstract).
23. Jackson, P., Robertson, M., Cooper, M., and Hammer, G. 1996. The role of physiological understanding in plant breeding; from a breeding perspective. *Field Crops Research* 49: 11-39.
24. Jaleel, C.A., Gopi, R., and Panneerselvam, R. 2008. Growth and photosynthetic pigments responses of two varieties of *Catharanthus roseus* to triadimefon treatment. *Comptes Rendus Biology* 331: 272-277.
25. Johnson, J.D., Tognetti, T., and Paris, P. 2002. Water relations and gas exchange in poplar and willow under water stress and elevated atmospheric CO₂. *Physiology Plantarum* 115: 93-100.
26. Kafi, M., Nezami, A., Hosaini, H., and Masomi, A. 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research* 3: 69-80. (In Persian with English abstract).
27. Karimi, S., Yadollahi, A., and Arzani, K. 2015. Gas-exchange response of almond genotypes to water stress. *Photosynthetica* 53: 29-34.
28. Kruger, G.H.J., Van Rensburg, L., and Mahtis, P. 1995. Carbon dioxide fixation: stomatal and non-stomatal limitations in drought stressed *Nicotina tobacum* L. cultivar. *Xth International Photosynthesis Congress, Montpellier, France* 5: 505-510.
29. Nasr Esfahani, M., and Madadkar Haghjou, M. 2015. Response of *Glycine max* to drought stress in relation to growth parameters and some key enzymes of carbon and nitrogen metabolism. *Iranian Journal of Plant Biology* 7(24): 77-89. (In Persian with English abstract).
30. Nouri Goghari, M., Dashti, H., Madah Hosseini S., and Dehghan, E. 2015. Evaluation of genetic diversity of Lentil germplasm using morphological traits in Bardsir. *Iranian Journal of Field Crop Science* 45(4): 541-551. (In Persian with English abstract).
31. Pagter, M., Bragato, C., and Brix, H. 2005. Tolerance and physiological responses of *Phragmites australis* to water deficit. *Aquatic Botany* 81: 285-299.
32. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Legumes. Publications Jahad University of Mashhad.
33. Pezeshkpour, P., and Afkar, S. 2019. Assessment of variability of lentil genotypes for agronomic traits using multivariate analyses. *Journal of Crop Breeding* 11(30): 142-151. (In Persian with English abstract).

34. Piper, F.I., Corcuera, L.J., Alberdi, M., and Lusk, C. 2007. Differential photosynthetic and survival responses to soil drought in two evergreen nothofagus species. *Annals of Forest Science* 64: 447-452.
35. Rahbarian, R., Khavari-Nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A.R., and Najafi, F. 2011. Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Biologica Cracoviensia-Series Botanica* 53: 47-56.
36. Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology* 161: 1189-1202.
37. Richards, R.A., Condon, A.G., and Rebetzke, G.J. 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: M.P. Reynolds, J.U. Ortiz-Monasterio and A. McNab (Eds.). *Application of Physiology in Wheat Breeding Mexico*, CIMMYT.
38. Salehi, M., Haghazari, A., Shekari F., and Baleseni, H. 2007. Evaluation of relationship between different traits in Lentils (*Lens culinaris*). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 11(41): 205-216. (In Persian with English abstract).
39. Saman, S.M., Mozafari, J., Vaezi, S., Abbasi Moghaddam, A., and Mostafaie, H. 2012. Genetic diversity of pod and seed characteristics in lentil germplasm of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences* 14(2): 171-182. (In Persian with English abstract).
40. Singh, B.D. 2000. *Plant Breeding: Principles and Methods*, Kalyani Publishers. 896pp.
41. Singh, K.B., and Saxena, M.C., 1993. *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*. The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff/Junk.
42. Singh, G., Sekhon, H.S., and Kolar, J.S. 2005. *Pulses*. Agrotech Publishing Academy, Udaipur, India.
43. Yazdi Samadi, B., Majnoun Hosseini, N., and Peighambari, S.A. 2004. Evaluation of cold hardiness in Lentil genotypes (*Lens culinaris*). *Seed and Plant Improvement Journal* 20(1): 23-37. (In Persian with English abstract).
44. Yordanov, I., Velikova, V., and Tsonev, T. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. *Bulgharestan Journal of Plant Physiology* 2: 187-206.
45. Zahedi, F., Nabati, D., Mohammadi, M., and Karimzadeh, R.A. 2016. Path analysis to study Morpho-physiological traits, yield and traits related to yield of Lentil genotypes under rainfed condition. *Journal of Plant Production* 39(2): 71-80. (In Persian with English abstract).
46. Zlatev, Z.S., and Yordanov, I.T. 2004. Effects of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in bean plants. *Bulgharestan Journal of Plant Physiology* 30: 3-18.
47. Zou, G.H., Liu, H.Y., Mei, H.W., Liu, G.L., Yu, X.Q., Li, M.S., Wu, J.H., Chen, L., and Luo, L.J. 2007. Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. *Journal of Integrative Plant Biology* 49: 1508-1516.



Investigation of photosynthetic and yield traits and the relationship between them in lentil genotypes under rainfed conditions

Shobeiri, Seyedeh Soodabeh; Asadi*, Ali Akbar; and Azimi, Mahmoud

Asistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Zanzan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center (AREOO), Zanzan, Iran

(s.shobeiri@yahoo.com; asadipm@gmail.com; mahmoud.azimiir@gmail.com; respectively)

The Dates:

Received: 21 September 2021; Revised: 20 August 2022
Accepted: 27 August 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Shobeiri, S.S., Asadi, A.A., and Azimi, M. 2022. Investigation of photosynthetic and yield traits and the relationship between them in lentil genotypes under rainfed conditions. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 91-103. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2109-1013

Introduction

Considering the development of cultivation and production of legumes and the importance of genetic studies in plant breeding, identifying the genetic potential of these plants is very important. Knowledge of genetic diversity and relationships between genotypes is important for understanding available genetic variability and the potential to use it in breeding programs. According to previous studies on lentils, it was found that improving the yield potential per unit area can be one of the important criteria for increasing the production of this plant. Increasing the yield per unit area is possible mainly by modifying and creating high-yielding cultivars, improving the characteristics and increasing the quantitative and qualitative potentials. Breeders and plant physiologists believe that in order to be more productive in improving compatible cultivars in areas with limited water resources, recognizing the agronomic traits affecting grain yield under stress conditions will be of great importance; Therefore, indirect selection based on physiological traits has been proposed as a complement to the selection of cultivars with high yield potential. Considering the different reactions of photosynthetic indices under stress conditions, it is important to know the genotypic diversity of photosynthetic indices under culture conditions and their relationship with grain yield. Despite numerous studies on the role of physiological traits in drought tolerance in crops, recent studies on lentils, especially in Iran, are limited. This study was designed and carried out with the aim of determining genotypes with desirable physiological and yield traits and the relationship between these traits and photosynthesis under rainfed conditions.

Materials & Methods

In order to study the photosynthetic and yield parameters of lentil plant in rainfed conditions, selected advanced lentil lines with control cultivars were studied in a randomized complete block design with 3 replications in Khodabandeh dryland research station in Zanzan Province in two cropping seasons 2018 to 2020. Physiological traits included photosynthesis per unit leaf area, stomatal conductance, transpiration rate, photosynthetic activated radiation, sub stomatal CO₂, leaf temperature, photosynthetic water use efficiency, mesophilic conductivity and water use efficiency. Plant height, 100-seed weight, number of pods and yield (kg/ha) were also measured for each genotype in each plot. Analysis of variance and comparison of means were performed using Duncan's test at 5% probability level. Finally, correlation analysis and stepwise regression analysis were performed with the variables of photosynthesis rate and total yield.

Results & Discussion

The results showed that there was a significant difference in photosynthetic active radiation, leaf temperature, photosynthetic water use efficiency, mesophilic conductivity, water use efficiency, 100-grain

* Corresponding Author: asadipm@gmail.com

weight and yield between two years of experiment. The studied genotypes showed significant differences in leaf temperature, photosynthesis, plant height, 100-seed weight and yield, which indicated the high genetic diversity of these genotypes in terms of these traits. The interaction effect of genotype per year was not significant in all studied traits, which shows that the trend of changes in these traits between genotypes during the two years was the same. Among the studied genotypes, G5 genotype is a genotype with superior agronomic characteristics that can be recommended as a cultivar with high yield potential. Photosynthesis rate showed a significant negative correlation with leaf temperature and significant positive correlation with transpiration rate, stomatal conductance, mesophilic conductivity, water use efficiency and 100-grain weight. 100-seed weight showed a significant negative correlation with leaf temperature and a significant positive correlation with stomatal conductance, photosynthesis, mesophilic conductivity and water use efficiency. These results show that drought and lack of water in the soil have the greatest effect on reducing photosynthesis and plant yield at different phenological stages (seedling, flowering and podding) of the plant. Finally, regression analysis showed that stomatal conductance and sub stomatal CO₂ explained the changes in photosynthesis.

Conclusion

The results showed that for lentils, two traits of stomatal conductance and sub stomatal CO₂ concentration may explain the changes in photosynthesis. Genetic diversity is very important for crop breeding and higher diversity of genotypes provides a better chance of producing a variety of desirable cultivars. The observed genetic diversity in traits can help select superior genotypes based on phenotypic expression and can be used in breeding programs to improve economically important traits. Finally, among the studied genotypes, G5 genotype was found to be a genotype with superior agronomic characteristics that could be recommended to the farmers to improve lentil yield.

Keywords: Mesophilic conduction; Photosynthesis; Regression analysis; Stomatal conductance; Transpiration



بررسی عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Zea maize* L.) تحت تأثیر تراکم بوته باقلا (*Vicia faba* L.)

و مصرف نیتروژن در سیستم بدون خاک‌ورزی

سمانه قربی^۱، علی عبادی^{۲*}، سعید خماری^۳ و مسعود هاشمی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل: smn.ghorbi.ch@gmail.com
 ۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل: ali.ebadi.khazineh@gmail.com
 ۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل: saeid.khomari@gmail.com
 ۴- استاد گروه علوم خاک و فیزیولوژی گیاهان زراعی، عضو هیئت علمی دانشگاه ماساچوست، آمریکا: masoud@umass.edu

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۲۱، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۸، انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

قربی، س.، عبادی، ع.، خماری، س.، و هاشمی، م. ۱۴۰۱. بررسی عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Zea maize* L.) تحت تأثیر تراکم بوته باقلا (*Vicia faba* L.) و مصرف نیتروژن در سیستم بدون خاک‌ورزی. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۱۲۰-۱۰۴.

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تراکم بوته باقلا در تناوب و استفاده از کود نیتروژن معدنی بر عملکرد خشک علوفه ذرت علوفه‌ای، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به اجرا درآمد. عامل‌های مورد مطالعه شامل تراکم بوته باقلا در تناوب (۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته در مترمربع) و سطوح نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بر پایه کود اوره) در ذرت علوفه‌ای بودند. همچنین یک سطح نکاشت از باقلا به منظور مقایسه‌ی اثر تراکم‌های مختلف این گیاه بر ویژگی‌های ذرت علوفه‌ای در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر تراکم بوته باقلا بر عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و نیز درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز در باقلا معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۸۰ بوته باقلا به‌دست آمد و در تراکم ۴۰ بوته باقلا بیشترین وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت مشاهده شد. همچنین در این آزمایش، عملکرد خشک علوفه ذرت، عملکرد پروتئین، کارایی زراعی و کارایی بازیافت نیتروژن تحت تأثیر اثر متقابل تراکم بوته باقلا و کاربرد کود نیتروژن قرار گرفت. بیشترین عملکرد خشک علوفه ذرت علوفه‌ای از تیمار تراکم ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۱۵۵ درصدی نشان داد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که قرارگیری باقلا در تناوب با ذرت علوفه‌ای می‌تواند از طریق کاهش مصرف کود نیتروژن، باعث افزایش عملکرد خشک علوفه، بهبود کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن نسبت به سیستم تک‌کشتی در ذرت علوفه‌ای گردد.

واژه‌های کلیدی: تناوب؛ حبوبات؛ علف‌هرز؛ کارایی بهره‌وری نیتروژن؛ کارایی زراعی نیتروژن

مقدمه

مطالعات بسیاری به بررسی روش‌های مختلف مدیریت زراعی، چگونگی بهبود سلامت خاک و کاهش تلفات نیتروژن در خاک پرداختند و بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش‌ها، استفاده از سیستم بدون خاک‌ورزی و یا کاهش خاک‌ورزی و همچنین استفاده از تناوب محصولات زراعی می‌تواند به عنوان روشی مناسب به منظور بهبود سلامت خاک، افزایش کربن آلی و نیتروژن کل موجود در خاک مورد استفاده قرار گیرد (Congreves et al., 2015; Lehman et al., 2017; Renwick et al., 2018). افزایش فعالیت میکروبی، حفظ بقایای گیاهی بر سطح خاک، کارایی استفاده از منابع، احیای

کودهای شیمیایی نیتروژن معمولاً برای افزایش عملکرد اقتصادی در کشت ذرت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zhang et al., 2015)، اما نیتروژن اضافه‌شده به خاک در نظام‌های زراعی به صورت کامل در دسترس گیاه قرار نمی‌گیرد و ممکن است دچار آبشویی، تصعید و... شود و از این طریق می‌تواند باعث کاهش کارایی جذب نیتروژن و آسیب‌های جدی زیست محیطی گردد (Woodley et al., 2018). در همین راستا،

* نویسنده مسئول: ali.ebadi.khazineh@gmail.com

سلامت خاک و به حداقل رساندن فرسایش خاک از دیگر مزیت‌های استفاده از سیستم بدون خاک‌ورزی است (Triplett & Dick 2008; Hobbs, 2007). از سویی دیگر کاهش تلفات نیتروژن از طریق اکوسیستم‌های کشاورزی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش جمعیت آفات، افزایش کارایی استفاده از نیتروژن و کاهش نیتروژن مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر عملکرد نیز از مزیت‌های استفاده از یک سیستم تناوبی مناسب می‌باشد (Lehman et al., 2017; Jalli et al., 2021). به عنوان مثال، استفاده از حبوبات در تناوب با ذرت و یا به عنوان گیاه پوششی می‌تواند باعث بهبود عملکرد ذرت و کاهش نیاز به مصرف کود نیتروژن در این گیاه شود (Congreves et al., 2015; Gaudin et al., 2015). همچنین حفظ بقایای گیاهی حبوبات بر روی سطح خاک همراه با مصرف نیتروژن در کوتاه مدت باعث افزایش بهره‌وری نیتروژن در خاک می‌شود (Pandiaraj et al., 2015; Tariq et al., 2010). Jan et al., (2010) و Rahimizadeh et al., (2010) بیان کردند که آزادسازی تدریجی نیتروژن از بقایای گیاهی نسبت به آزادسازی سریع این عنصر (استفاده از کود شیمیایی نیتروژن) باعث افزایش کارایی جذب نیتروژن در گندم (*Triticum aestivum* L.) شد. باقلا (*Vicia faba* L.) یکی از مهم‌ترین حبوبات دانه‌ای است که حاوی پروتئین بالایی است (۲۴-۳۰ درصد) و مانند سایر گیاهان این خانواده دارای قابلیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن است (Sillero et al., 2010). Karkanis et al., (2018) گزارش کردند که قرارگیری باقلا در تناوب‌های زراعی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش عملکرد در محصولات بعدی می‌شود.

ذرت دارای مصارف متعددی از جمله غذایی، تعلیف دام و اخیراً به منظور منبع انرژی برای سوخت‌های زیستی است (Rakshit et al., 2017). تناوب زراعی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در عملکرد ذرت شناخته می‌شود (Grassini et al., 2011) و تأثیر قابل توجه محصولات در تناوب با ذرت روی رشد و بهره‌وری این گیاه در مطالعات متعدد به اثبات رسیده است (Franke et al., 2017; Dawson et al., 2019). Kermah et al., (2008) گزارش کردند که کارایی نیتروژن ذرت در تناوب با حبوبات نسبت به تک‌کشتی ذرت بهبود می‌یابد.

El-Gizawy (2009) نیز بیان کرد که عملکرد ذرت پس از باقلا به میزان قابل توجهی افزایش یافت، به طوری که بیشترین عملکرد دانه ذرت در تناوب با باقلا از کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و عنوان شد که این افزایش عملکرد ذرت ممکن است به دلیل بهبود مواد آلی و افزایش

نیتروژن خاک توسط باقلا باشد. (Tolera et al., 2009) نیز در آزمایشی مشاهده کردند که استفاده از لوبیا (*Phasaeolus vulgaris* L.) در تناوب با ذرت به دلیل افزایش نیتروژن خاک، نیاز به کود شیمیایی نیتروژنی را در ذرت کاهش می‌دهد. (Beslemes et al., 2013) نیز گزارش کردند که قرارگیری باقلا در تناوب با ذرت، باعث کاهش مصرف کود نیتروژنی در ذرت شد، به طوری که تولید ماده خشک بالاتر ذرت با کاربرد متوسط کود (۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به دست آمد و قرارگیری باقلا در تناوب با ذرت در زمان عدم مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد و افزایش بازپشت نیتروژن در ذرت به ترتیب به میزان ۸/۳ و ۱۵-۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. بر اساس مشاهدات Uzoh et al., (2019) نیز استفاده از حبوبات در تناوب با ذرت دانه‌ای و زیرخاک کردن بقایای آنها و نیز استفاده از ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد ذرت نسبت به سیستم تک‌کشتی در این گیاه شد.

انتخاب کشاورزی پایدار و استفاده از روش‌های زراعی نظیر سیستم بدون خاک‌ورزی، تناوب زراعی با حبوبات و حفظ بقایای آنها در سطح خاک باعث افزایش حاصلخیزی و سلامت خاک و پایداری تولید در چنین سیستم‌هایی می‌شود (Liu et al., 2020; Rocha et al., 2020; Ginakes et al., 2018; Oliveira et al., 2019) و از آنجا که باقلا ظرفیت بالایی در تثبیت نیتروژن دارد، در این آزمایش فرض بر این بود که کشت باقلا در تناوب با ذرت علوفه‌ای و استفاده از کشاورزی پایدار می‌تواند تا حد زیادی نیاز به کود شیمیایی نیتروژن را در ذرت کاهش دهد و کارایی نیتروژن را نسبت به تک‌کشتی ذرت افزایش دهد. همچنین هدف از این پژوهش تعیین تراکم مناسب بوته در باقلا و میزان اثر آن در تناوب بر ذرت علوفه‌ای به عنوان کشت بعدی و نیز ارزیابی کارایی کود نیتروژن در آن بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ و ۱۳۹۷-۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در روستای بابلان در اردبیل اجرا شد. اقلیم منطقه سرد و خشک و مختصات جغرافیایی آن ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا بود. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار به اجرا درآمد. عامل‌های مورد مطالعه شامل تراکم مختلف بوته در باقلا (۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته) (Al-Suhaibani et al., 2013) و سطوح نیتروژن بر پایه کود اوره (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰

كيلوگرم در هكتار) در ذرت علوفه‌اى (Lamprey *et al.*, 2018) بودند. همچنين يك سطح نكاشت از باقلا به منظور مقايسه اثر تراكم‌هاى مختلف باقلا بر ويژگي‌هاى ذرت علوفه‌اى در نظر گرفته شد. خاك منطقه از نوع لومى و به ترتيب داراى ۳۵، ۴۲ و ۲۳ درصد شن، سيلت و رس بود. خصوصيات خاك محل انجام آزمون و شرايط آب و هوايى منطقه به ترتيب در جدول‌هاى ۱ و ۲ ارائه شده است. اندازه هر كرت آزمونى سه در چهار متر بود كه با يك فاصله يك متری از هم جدا شدند. همچنين، فاصله بين بلوك‌ها نيز يك متر در نظر گرفته شد. رقم باقلاى كشت‌شده در اين آزمون، شادان بود كه در سال ۱۳۹۶ توسط مؤسسه اصلاح بذر و نهال ايران معرفى شد. عملکرد بالا، قابليت برداشت مكانيزه و نيز درصد پروتئين بالا از ويژگي‌هاى اين رقم مى‌باشد. در هر دو سال بذر باقلا قبل از كاشت، خيسانده شده و پس از تلقيح با باكتري *Rhizobium leguminosarum var viciae* (Siczek & Lipiec, 2016) بر اساس تراكم‌هاى مورد نظر در تاريخ سوم اسفندماه كشت گرديد. در مرحله رويشى و در هر دو سال، به ميزان ۲۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار به منظور بهبود گره‌زاى در باقلا استفاده شد (Mohamed & Babiker, 2012). از مرحله سبز شدن تا رشد رويشى باقلا و به منظور استقرار بهتر گياهچه‌ها، علف‌هاى هرز

به‌صورت دستى وجين شدند و پس از آن هيچ كنترلى اعم از فيزيكى و شيميايى بر جمعيت علف‌هاى هرز صورت نگرفت (Kebede *et al.*, 2015). همچنين باقلا براى نخستين بار در اين منطقه كشت شد. از آنجا كه باقلا گياهى رشدنامحدود است، بذور آن طى دو مرحله (در مرحله بلوغ فيزيولوژيك و در يك مكان) و با استفاده از يك كوادرات ۰/۵ متر در ۰/۵ متر و با حذف اثر حاشيه به‌صورت دستى در اوایل و اواخر خرداد برداشت شدند. پس از نمونه‌بردارى و برداشت در مرحله دوم، بوته‌هاى باقلا به‌صورت دستى كفبر شدند. بلافاصله پس از آن و بدون خاك‌ورزى، بذور ذرت به‌صورت دستى و در ميان ردیف‌هاى باقلا با تراكم ۸۰۰۰۰ بوته در هكتار در تاريخ‌هاى سوم تيرماه ۱۳۹۷ و پنجم تيرماه ۱۳۹۸ كشت شدند. رقم ذرت كشت‌شده در اين آزمون، كوشا (KSC 201) بود كه يك هيبريد زودرس ذرت است. اين رقم در سال ۱۳۹۵ توسط مؤسسه اصلاح بذر و نهال ايران معرفى شد. به‌صورت ميانگين در يك بازه‌ى زمانى ۷ روزه، بذور هر دو گياه، در هر دو سال سبز شدند. با توجه به شرايط آهكى خاك و غيرقابل دسترس شدن آهن، محلول‌پاشى با آهن، در سه مرحله و با فاصله زمانى ۱۰ روز با Fe-EDTA انجام پذيرفت (Ghazvineh & Yousefi, 2012; Chen & Barak, 1982).

جدول ۱- خصوصيات شيميايى خاك منطقه در دو عمق قبل از شروع انجام آزمون

Table 1. Soil chemical characteristics at two depths in the experimental area before planting

فصل رشد Growing Season	عمق خاك (سانتى متر) Depth (cm)	اسيدپته pH خاك	ماده آلى خاك (گرم بر دسى متر مكعب) SOM (g dm ⁻³)	روى Zn ²⁺	پتاسيم K ⁺	فسفر P	نيتروژن كل (%) Total Nitrogen (%)	آهك CAO	عصاره اشباع (%) Base saturation (%)
۹۷-۱۳۹۶ (2018)	(0-15)	7.8	1.3	18	212	8.29	0.06	14.4	49
	(15-30)	7.6	0.7	13	143	6.5	-	-	-
۹۸-۱۳۹۷ (2019)	(0-15)	7.9	1.3	19	220	8.9	0.06	14.5	48
	(15-30)	7.7	0.7	15	152	6	-	-	-

مكان انجام اين آزمون در هر دو سال در يك مزرعه، ولى در دو قطعه مجاور هم بود. در هر دو سال قبل از انجام اين آزمون، هر دو قطعه زمين به‌صورت آيش و با غالبيت علف‌هاى هرز پهن‌برگ يكساله‌اى مانند *Amaranthus retroflexus* L. و *Chenopodium album* رها شده بودند. در طول فصل رشد هر دو گياه زراعى و در هر دو سال از هيچ گونه علف‌كش، آفت-كش و كود شيميايى (غير از تيمار نيتروژن مربوط به ذرت) و آلى استفاده نشد. آبيارى در طول فصل رشد هر دو گياه زراعى و در هر دو سال به‌صورت كرتى و منظم و بر اساس نياز گياه، شرايط آب و هوايى و خاكى منطقه بود.

كود نيتروژن به‌صورت اوره و پخش سطحى طى سه مرحله و با فاصله زمانى ده روز در مرحله V₅ ذرت اعمال شد (Sangoi *et al.*, 2007). ذرت علوفه‌اى ۱۰۰ روز پس از كاشت و به دليل خنك شدن هوا در مرحله شيرى برداشت گرديد. بذور مورد استفاده در اين آزمون براى هر دو گياه و در هر دو سال از مركز تحقيقات و آموزش كشاورزى و منابع طبيعى استان اردبيل تهيه شدند. درصد جوانه‌زنى هر دو محصول، در هر دو سال، بالای ۹۸ درصد بود. شته‌ها در ابتداى مرحله زايشى هر دو محصول و در هر دو سال ظاهر شدند كه جمعيت آنها به‌صورت طبيعى توسط كفشدوزك‌ها كنترل شد.

جدول ۲- داده‌های هواشناسی اردبیل در طول دوره آزمایش
Table 2. Ardabil meteorological data during the study period

مهر October	شهریور September	مرداد August	تیر July	خرداد June	اردیبهشت May	فروردین April	اسفند March	سال Year	فاکتورهای هواشناسی Meteorology data
سال ۱۳۹۶-۹۷ Year (2018)									
9.0	7.3	0.9	3.9	28.2	60.3	9.3	26.5		مجموع بارش ماهانه (میلی‌متر) Monthly rain (mm)
20.1	24.6	25.8	29.2	23.5	18.6	15.7	12.4		میانگین دمای حداکثر (سانتی‌گراد) Mean max. temp. (°C)
8.1	10.5	14.9	13.7	10.0	5.9	2.3	1.5		میانگین دمای حداقل (سانتی‌گراد) Mean min. temp. (°C)
193.4	282.1	255.6	344.2	248.6	196.3	170.9	157.5		تشعشعات دریافتی (مگاژول بر مترمربع) Radiation received (MJm ⁻²)
76	68	69	60	71	71	66	73		رطوبت نسبی (%) Relative humidity (%)
سال ۱۳۹۷-۹۸ Year (2019)									
53.3	18.8	0	0.1	13	29.5	40	25.9		مجموع بارش ماهانه (میلی‌متر) Monthly rain (mm)
23.0	22.5	26.7	25.7	25.7	19.8	13.4	9.5		میانگین دمای حداکثر (سانتی‌گراد) Mean max. temp. (°C)
7.8	10.2	12.6	11.8	9.5	5.0	2.6	-1.3		میانگین دمای حداقل (سانتی‌گراد) Mean min. temp. (°C)
240.6	213.2	314.1	336	287.7	258.1	163	173.6		تشعشعات دریافتی (مگاژول بر مترمربع) Radiation received (MJm ⁻²)
66	71	61	62	58	63	73	71		رطوبت نسبی (%) Relative humidity (%)

ویژگی‌های مورد مطالعه در هر دو سال در باقلا شامل عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز بود و در ذرت علفه‌ای ویژگی‌هایی مانند عملکرد تر و خشک علفه، عملکرد پروتئین، کارایی بهره‌وری نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن و کارایی بازیافت نیتروژن در بافت‌های هوایی مورد بررسی قرار گرفتند. برای محاسبه عملکرد دانه در باقلا، بذور در آون ۶۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت (Berkenkamp & Meeres, 1986) خشک گردید و پس از آن توسط ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱ گرم) وزن شد. برای محاسبه وزن ۱۰۰ دانه، ۱۰۰ عدد بذر

$$(۱) \quad \text{وزن خشک علف هرز در کرت تیمار} = \frac{\text{وزن خشک علف هرز در کرت‌های تیمار تیمار}}{\text{وزن خشک علف هرز در کرت تیمار}} \times 100$$

برای محاسبه عملکرد تر و خشک علفه در ذرت، پس از حذف اثر حاشیه سه عدد بوته به صورت تصادفی انتخاب و از نزدیک سطح خاک بریده شد و پس از آن بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند، در ابتدا توسط ترازو وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد و پس از آن بوته‌ها در آون ۷۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت خشک (Perry & Compton, 1977) و وزن آن‌ها توسط ترازو

خشک به صورت تصادفی از نمونه بذری جدا شده و وزن آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، کل بخش‌های هوایی گیاه در آون ۶۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و پس از آن توسط ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱ گرم) وزن آن‌ها محاسبه گردید. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک ضرب در صد به دست آمد. درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Somani, 1992):

محاسبه گردید. در نهایت اعداد به دست آمده به متر مربع تعمیم داده شدند. عملکرد پروتئین از حاصل ضرب وزن خشک بوته در مقدار پروتئین به دست آمد. جهت محاسبه کارایی بهره‌وری، کارایی زراعی و کارایی بازیافت نیتروژن در بافت هوایی از معادلات زیر استفاده شدند (Abbasi et al., 2010):

$$(۲) \quad \text{عملکرد خشك علوفه} = \frac{\text{كارآيى بهره‌ورى نيتروژن}}{\text{مجموع نيتروژن كل گياه}}$$

$$(۳) \quad \text{عملکرد در كرتى كه نيتروژن درياقت نكرده} - \text{عملکرد در كرتى كه نيتروژن درياقت كرده} = \text{كارآيى زراعى نيتروژن} \\ \text{مجموع نيتروژن خاك}$$

$$(۴) \quad \text{مقدار نيتروژن موجود در شاخساره در كرتى كه نيتروژن درياقت نكرده} - \text{مقدار نيتروژن موجود در شاخساره در كرتى كه نيتروژن درياقت كرده} = \text{كارآيى بايافت نيتروژن} \\ \text{مجموع نيتروژن خاك}$$

عامل ثابت در نظر گرفته شدند. مقايسه ميانگين‌ها با آزمون چنددامنه‌اى دانكن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2016 صورت گرفت.

نتايج و بحث

باقلا

عملکرد دانه

نتايج تجزيه واريانس مركب نشان داد كه اثر تراكم‌هاى بوته باقلا بر عملکرد دانه آن در سطح احتمال يك درصد معنى‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتايج مقايسات ميانگين (جدول ۴)، عملکرد دانه باقلا با كاهش تراكم بوته به طرز چشمگيرى كاهش يافت، به طوري كه بيشترين عملکرد دانه از تراكم ۸۰ بوته به دست آمد كه نسبت به تراكم ۲۵ بوته (كمترين عملکرد)، افزايش ۹۵ درصدى از خود نشان داد (جدول ۳).

عملکرد در واقع تابعى از رقابت درون و بين گونه‌اى براى بهره‌بردارى از عوامل محيطى است. حداكثر عملکرد زمانى حاصل مى‌شود كه ميزان اين رقابت‌ها به حداقل برسد. از سويى ديگر افزايش تراكم بوته به خصوص در اوایل فصل رشد باعث پوشش كامل سايه‌انداز بوته‌ها بر سطح زمين و كاهش قدرت رقابت علف‌هاى هرز مى‌گردد. همچنين در تراكم‌هاى بالاتر ميزان درياقت تشعشعات خورشيدى توسط سايه‌انداز گياهى افزايش پيدا مى‌كند و در نتيجه نور قابل دسترس براى علف‌هاى هرز كاهش مى‌يابد و درصد جوانه‌زنى بذور علف‌هاى هرز نيز كاهش خواهد يافت در نتيجه گياه زراعى قدرت رقابتى بالاترى از خود نشان مى‌دهد. (Dabagh zadeh et al, 2016) در آزمائش مشاهده كردند كه با كاهش تراكم بوته باقلا و عدم كنترل علف‌هاى هرز عملکرد دانه در اين گياه كاهش يافت.

نمونه‌بردارى بافت هوايى در اندازه‌گيرى نيتروژن از تمامى اندام‌هاى هوايى گياه (ساقه، برگ و بلال) پس از خشك‌شدن صورت پذيرفت. تمامى بخش‌هاى هوايى ذرت پس از خشك شدن، توسط آسياب بزرگ (شرکت ايران خودساز) به خوبى آسياب و مخلوط شدند. پس از آن، ۵ گرم از هر نمونه داخل پاكٲ جداگانه بسته‌بندى و با ذكر مشخصات دقيق به آزمائشگاه مركزى دانشگاه محقق اردبيلى جهت اندازه‌گيرى درصد نيتروژن بافت هوايى (روش كج‌لدال) ارسال شد. مجموع نيتروژن خاك: مقدار نيتروژن تثبيت‌شده توسط باقلا در هر تراكم + مقدار كود مصرفى در هر كرت + ميزان نيتروژن اوليه در خاك.

براى اندازه‌گيرى مقدار نيتروژن تثبيت‌شده در بقاياى باقلا از روش دفن‌كردن بقايا (Etemadi et al., 2018) استفاده شد. ميزان ۱۰۰ گرم نمونه ريشه و بافت هوايى باقلا از تراكم‌هاى مختلف (مجموع ۱۶۸ عدد نمونه ريشه و بافت هوايى) به صورت جداگانه داخل كيسه‌هاى مشبك نايلونى به ابعاد ۲۰×۱۰ سانتى‌متر قرار گرفت. نمونه‌هاى ريشه در عمق ۳۰ سانتى‌مترى خاك دفن و نمونه‌هاى بافت هوايى روى سطح خاك قرار گرفتند. يك هفته پس از آن، نمونه‌بردارى به صورت هفتگى آغاز و تا پايان مرحله برداشت ذرت صورت پذيرفت. پس از هر نمونه‌بردارى، نمونه‌ها به خوبى پاك و در آون خشك شدند. در ادامه، نمونه‌هاى خشك‌شده آسياب و با ذكر مشخصات كامل در بسته‌هاى جداگانه به آزمائشگاه مركزى دانشگاه محقق اردبيلى جهت اندازه‌گيرى درصد نيتروژن (روش كج‌لدال) منتقل شدند. در انتها از مجموع نيتروژن رهاشده از بقاياى باقلا در هر هفته، ميزان نيتروژن تثبيت شده توسط هر تراكم باقلا محاسبه گرديد.

محاسبات آمارى پس از آزمون بارتلت، با نرم‌افزار SAS 9.4 صورت پذيرفت. براى ارزيابى آزمون بارتلت نيز نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد. در اين آزمائش سال به عنوان عامل تصادفى و تيمارها (تراكم بوته و سطوح نيتروژن) به عنوان

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب دوساله تغییرات برخی ویژگی‌های باقلا در تراکم‌های مختلف

Table 3. Results of combined analysis of variance on some faba bean traits in different densities

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	وزن ۱۰۰ دانه 100 grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Bartlett	1	0.05 ^{ns}	1.4 ^{ns}	0.8 ^{ns}	0.1 ^{ns}
Year سال	1	7262.8 ^{ns}	2.3 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.006 ^{ns}
Year×Replication سال×تکرار	4	1344.4 ^{ns}	21.7 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.0004 ^{ns}
Faba bean density تراکم بوته باقلا	3	51185.6 ^{**}	385.4 [*]	0.4 ^{**}	0.004 ^{**}
Year×Faba bean density سال×تراکم باقلا	3	39.5 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
Error خطا	12	1068.8	85.5	0.02	0.0003
C.V (%) ضریب تغییرات	—	11.2	11.7	14.5	6.7

^{ns}، *، ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

^{**}، * and ^{ns}: Significant difference at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ and not significant respectively

وزن ۱۰۰ دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌های بوته باقلا در سطح احتمال پنج درصد بر وزن ۱۰۰ دانه وجود دارد. همچنین بر اساس نتایج مقایسات میانگین (جدول ۴)، تراکم ۴۰ بوته باقلا دارای بیشترین وزن ۱۰۰ دانه بود که افزایش ۲۵ درصدی نسبت به تراکم ۲۵ بوته (تیمار دارای کمترین وزن ۱۰۰ دانه) از خود نشان داد. این ویژگی یکی از اجزای عملکرد است که نقش به سزایی در بهبود عملکرد دارد و به شدت تحت تأثیر نوع رقم می‌باشد، اما میزان آن با توجه به شرایط حاکم در طول دوره

رسیدگی گیاه می‌تواند بین ۲۰ تا ۳۰ درصد متغیر باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش کاهش تراکم بوته باعث کاهش وزن ۱۰۰ دانه در باقلا شد. به‌نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته، استفاده از منابع رشد به‌ویژه نور بهبود یافته و از طریق کاهش وزن خشک علف‌هرز و در نتیجه کاهش رقابت بین‌گونه‌ای، فتوسنتز و تجمع ماده خشک در گیاه افزایش یافته و در نتیجه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به دانه‌ها اختصاص یافته است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تراکم‌های بوته بر برخی ویژگی‌های باقلا

Table 4. mean comparisons of plant densities effect on some faba bean traits

تراکم بوته باقلا (در مترمربع) Faba bean density (per m ²)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (g m ⁻²)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 grain weight (g)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در مترمربع) Biological yield (kg m ⁻²)	شاخص برداشت Harvest index (%)
25	193.4±15.7 b	67.7±1 d	0.8±0.09 b	0.25±0.007 c
35	233.5±10.9 c	78.7±4.6 c	0.9±0.06 b	0.27±0.01 b
40	364.8±18.5 b	84.9±2.9 a	1.2±0.05 a	0.3±0.01 a
80	376.5±12 a	84.4±2.8 b	1.3±0.04 a	0.29±0.01 ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference at 5% probability level using Duncan's multiple range test.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر تراکم‌های بوته باقلا بر عملکرد بیولوژیک آن در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود. با بررسی نتایج مقایسات میانگین مشخص شد که تراکم‌های ۸۰ و ۴۰ بوته باقلا دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک در مترمربع بودند که نسبت به تراکم ۲۵ بوته (کمترین میزان)، افزایشی بین ۶۳-۵۰ درصد از خود نشان دادند (جدول ۴). با توجه به

نتایج حاصل از این آزمایش به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح و بهبود کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک نیز روندی صعودی داشت. (Maleki et al, 2013) در آزمایشی بیان کردند که افزایش تراکم بوته از طریق افزایش کارایی کنترل علف‌هرز باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در عدس شد.

شاخص برداشت باقلا

درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۵) درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز تحت تأثیر تراکم بوته باقلا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت و با توجه به جدول ۶، ملاحظه می‌شود که افزایش تراکم بوته در باقلا باعث افزایش درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز شد، به‌طوری‌که بیشترین میزان درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز از تراکم ۸۰ و ۴۰ بوته باقلا و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (عدم کنترل) مشاهده شد. پس از تیمار شاهد، تیمارهای ۲۵ و ۳۵ بوته باقلا دارای کمترین درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز بودند. علت کاهش این ویژگی در تراکم‌های پایین باقلا را می‌توان به قابلیت دسترسی بالاتر علف‌های هرز به منابع محیطی مثل نور، آب و مواد غذایی نسبت داد که باعث افزایش رشد علف‌های هرز در تراکم‌های پایین تر باقلا می‌شود (Anafjeh et al., 2009).

ذرت علوفه‌ای

عملکرد تر و خشک علوفه ذرت

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، وزن تر بوته تحت تأثیر تراکم بوته باقلا در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۷). نتایج مقایسات میانگین نیز نشان داد که بیشترین عملکرد تر علوفه از تیمار ۸۰ بوته باقلا با میانگین ۵/۹ کیلوگرم در مترمربع به‌دست آمد که نسبت به تیمار عدم کشت باقلا افزایش ۲۶ درصدی از خود نشان داد (شکل ۱). همچنین نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر متقابل تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد خشک علوفه معنی‌دار شد (جدول ۷). مقایسه میانگین عملکرد خشک علوفه در تیمارهای مختلف نیز نشان داد که بیشترین وزن خشک علوفه از تیمار ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۲/۳ کیلوگرم در مترمربع به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (عدم کشت باقلا+عدم کاربرد کود نیتروژن) افزایش ۱۵۵ درصدی داشت (شکل ۲). عملکرد و تولید ماده خشک در ذرت به شدت به کمبود نیتروژن حساس است، از سویی دیگر، قرارگیری حبوبات در تناوب‌های زراعی می‌تواند باعث افزایش دسترسی گیاهان به نیتروژن شود (Boddey et al., 2010). بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش به نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کود نیتروژن و استفاده از باقلا در تناوب باعث افزایش دسترسی و جذب نیتروژن و همچنین افزایش کارایی این عنصر در مرحله‌ای از رشد گیاه که سرعت جذب نیتروژن بالاست شده، از این‌رو عملکرد خشک علوفه در این تیمارها افزایش یافت.

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تراکم های بوته باقلا بر شاخص برداشت آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با بررسی نتایج مقایسات میانگین مشخص شد که بیشترین شاخص برداشت از تراکم‌های ۸۰ و ۴۰ بوته به دست آمد که نسبت به تراکم ۲۵ بوته، افزایشی بین ۲۰-۱۶ درصد از خود نشان دادند (جدول ۴). Maleki et al, (2013) در آزمایش خود مشاهده کردند که با کاهش تراکم بوته و عدم کنترل علف‌های هرز شاخص برداشت در عدس کاهش یافت. آنها افزایش رقابت بین‌گونه‌ای و کاهش سطح فتوسنتزکننده در گیاه زراعی را عامل این امر بیان کردند.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس مرکب دوساله اثر تراکم باقلا بر

درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز

Table 5. Results of combined analysis of variance the effect of faba bean density on reduction percentage in dry weight of weeds

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز
Source of variance	df	Reduction percentage in dry weight of weeds
Bartlett		0.6 ^{ns}
سال	1	91.2 ^{ns}
سال×تکرار	4	20.8 ^{ns}
Year×Replication		
تراکم بوته باقلا	4	5817.6 ^{**}
Faba bean density		
سال×تراکم باقلا	4	25.1 ^{ns}
Year×Faba bean density		
خطا	16	31.8
Error		
ضریب تغییرات (%)	—	10.6
C.V (%)		

^{ns} و ^{**} به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

^{**}, * and ^{ns}: Significantly difference at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ and not significant respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر تراکم‌های بوته بر درصد کاهش

وزن خشک علف‌هرز

Table 6. mean comparisons of plant densities effect on weed control efficiency

تراکم بوته باقلا	درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز
(در مترمربع)	
Faba bean density (per m ²)	Reduction percentage in dry weight of weeds
0	0 c
25	57.1±1.2 b
35	58.6±2.9 b
40	74.1±2.4 a
80	77±3.3 a

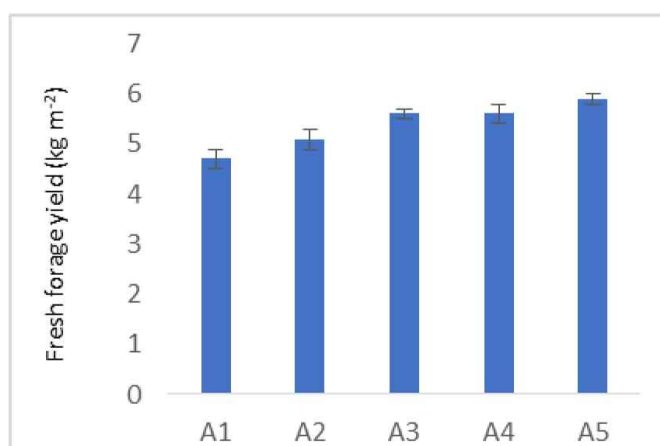
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference at 5% probability level using Duncan's multiple range test.

جدول ۷- نتایج تجزیه مرکب دو ساله بر خى ویژگی‌های ذرت علوفه‌ای تحت تأثیر تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن
Table 7. Results of combined analysis of variance on some traits of forage corn at faba bean plant densities and N fertilizer rate

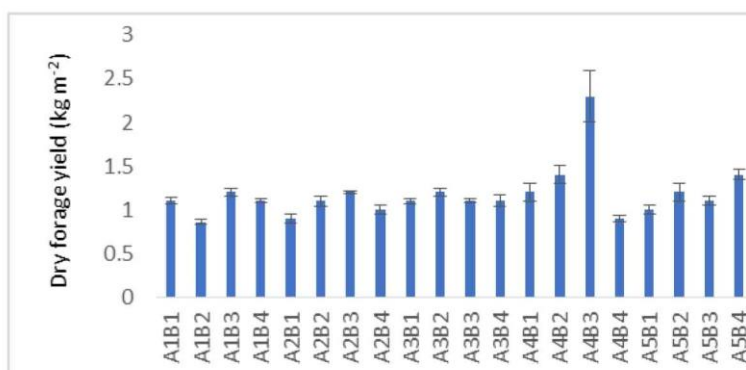
منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	عملکرد تر علوفه Fresh forage yield	عملکرد خشک علوفه Dry forage yield	عملکرد پروتئین Protein yield
Bartlett	1	1.8 ^{ns}	4.5 ^{ns}	1.7 ^{ns}
سال Year	1	0.5 ^{ns}	0.2 ^{ns}	84.2 ^{ns}
سال×تکرار Year×Replication	4	0.2 ^{ns}	0.005 ^{ns}	4.2 ^{ns}
تراکم باقلا Faba bean density	4	5.4*	0.7**	277.7**
تراکم باقلا×سال Year×faba density	4	0.6 ^{ns}	0.04 ^{ns}	1.4 ^{ns}
کود نیتروژن N fertilizer	3	0.2 ^{ns}	1.1**	163.7**
سال×کود نیتروژن Year×N fertilizer	3	4.4 ^{ns}	0.01 ^{ns}	3.4 ^{ns}
تراکم بوته باقلا×کود نیتروژن Faba bean density×N fertilizer	12	2.1 ^{ns}	0.3**	19.5**
سال×کود نیتروژن×تراکم باقلا Faba bean density×N fertilizer×Year	12	1.2 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.7 ^{ns}
خطا Error	76	0.4	0.05	7.0
C.V (%) ضریب تغییرات	—	11.8	19.1	19.2

^{ns}: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد
**, * and ^{ns}: Significant difference at p< 0.01 and p< 0.05 and not significant respectively



شکل ۱- اثر تراکم بوته باقلا بر وزن تر بوته ذرت علوفه‌ای
Fig. 1. The effect of faba bean density on fresh forage yield of corn

A₁: non-cultivation of faba bean (عدم کشت باقلا)
A₂: density of 25 plants of faba bean (تراکم ۲۵ بوته باقلا)
A₃: density of 35 plants of faba bean (تراکم ۳۵ بوته باقلا)
A₄: density of 40 plants of faba bean (تراکم ۴۰ بوته باقلا)
A₅: density of 80 plants of faba bean (تراکم ۸۰ بوته باقلا)



شکل ۲- اثر متقابل تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن بر عملکرد خشک علوفه ذرت

Fig. 2. Interaction effects of faba bean density and N fertilizer on dry forage yield of forage corn

A₁: non-cultivation of faba bean (عدم کشت باقلا)

A₂: density of 25 plants of faba bean (تراکم ۲۵ بوته باقلا)

A₃: density of 35 plants of faba bean (تراکم ۳۵ بوته باقلا)

A₄: density of 40 plants of faba bean (تراکم ۴۰ بوته باقلا)

A₅: density of 80 plants of faba bean (تراکم ۸۰ بوته باقلا)

B₁: 0 kg N ha⁻¹ (صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار); B₂: 100 kg N ha⁻¹ (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)

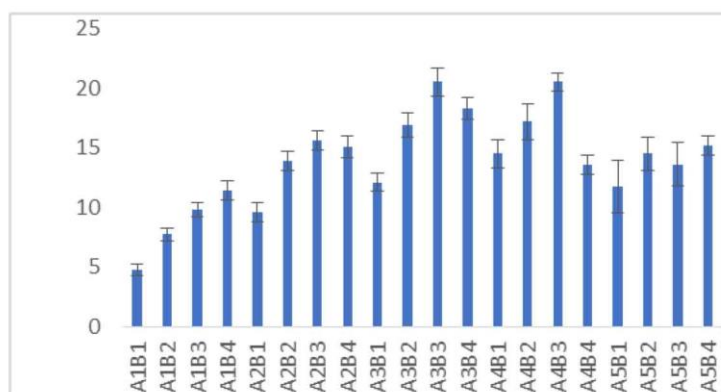
B₃: 200 kg N ha⁻¹ (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار); B₄: 300 kg N ha⁻¹ (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)

کارایی بهره‌وری نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۸)، کارایی بهره‌وری نیتروژن تحت‌تأثیر تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. نتایج مقایسات میانگین نیز نشان داد که بیشترین کارایی بهره‌وری نیتروژن از تیمار عدم کشت باقلا با میانگین ۸۸/۴ کیلوگرم در کیلوگرم به‌دست آمد و تراکم‌های ۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته باقلا (بدون تفاوت معنی‌داری با هم) دارای کمترین میزان کارایی بهره‌وری نیتروژن بودند (شکل ۴). همچنین تیمار عدم استفاده از کود نیتروژن و کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان کارایی بهره‌وری نیتروژن را نشان دادند (شکل ۴). شاخص کارایی بهره‌وری نیتروژن مستقیماً تابعی است از عملکرد گیاه. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش با افزایش میزان نیتروژن در خاک مقدار این ویژگی کاهش یافت که این کاهش را می‌توان به دلیل وجود رابطه غیرخطی بین افزایش مصرف نیتروژن و بهبود عملکرد در گیاه مرتبط دانست. در برخی از مطالعات گزارش شده است که کارایی بهره‌وری نیتروژن با افزایش مصرف میزان نیتروژن، با وجود افزایش در عملکرد دانه، کاهش یافته است (Huggi & Pan 1993; Lopez-Bellido *et al.*, 2005).

عملکرد پروتئین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، اثر متقابل تراکم باقلا و کود نیتروژن بر عملکرد پروتئین در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). بر اساس نتایج مقایسات میانگین، بیشترین عملکرد پروتئین از تیمارهای تراکم ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۳۵ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۳۳۶ درصدی از خود نشان دادند (شکل ۳). همان‌طور که در قسمت مواد و روش‌ها گفته شد، این ویژگی از حاصل‌ضرب درصد پروتئین خام در ماده خشک به‌دست می‌آید و نسبت به درصد پروتئین در گیاه دارای اهمیت بالاتری است، زیرا ممکن است درصد پروتئین بالا در گیاه به دلیل پایین بودن عملکرد در بوته چندان قابل‌توجه نباشد (Ghorbi *et al.*, 2021). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش می‌توان چنین استنباط نمود که به دلیل فراهم‌بودن بیشتر نیتروژن در حضور کود شیمیایی نیتروژن و بقایای باقلا، جذب و فراهمی این عنصر در خاک افزایش یافته که در نتیجه شرایط مطلوب تری برای رشد گیاه فراهم می‌شود و در نهایت عملکرد پروتئین افزایش می‌یابد. (Hesami *et al.*, 2020) گزارش کردند که برگرداندن بقایای باقلا به خاک از طریق افزایش نیتروژن خاک باعث افزایش پروتئین ذرت شد.



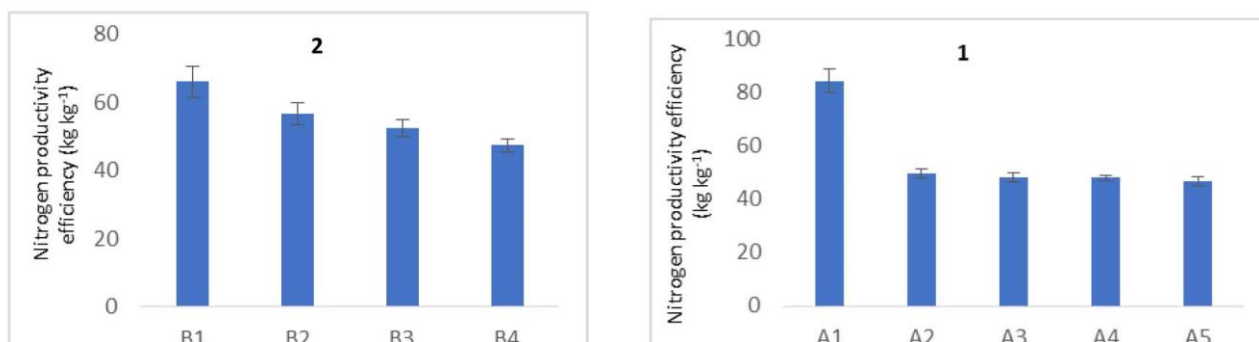
شکل ۳- اثر متقابل تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن بر عملکرد پروتئین ذرت علوفه‌ای (گرم در مترمربع)
Fig. 3. Interaction effects of faba bean density and N fertilizer on protein yield (g m^{-2}) of forage corn

A₁: non-cultivation of faba bean (عدم کشت باقلا)
 A₂: density of 25 plants of faba bean (تراکم ۲۵ بوته باقلا)
 A₃: density of 35 plants of faba bean (تراکم ۳۵ بوته باقلا)
 A₄: density of 40 plants of faba bean (تراکم ۴۰ بوته باقلا)
 A₅: density of 80 plants of faba bean (تراکم ۸۰ بوته باقلا)
 B₁: 0 kg N ha⁻¹ (صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار); B₂: 100 kg N ha⁻¹ (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)
 B₃: 200 kg N ha⁻¹ (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار); B₄: 300 kg N ha⁻¹ (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)
 Protein yield (g m^{-2})

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله برحی ویژگی‌های ذرت علوفه‌ای تحت تأثیر تراکم بوته باقلا و کاربرد کود نیتروژن
Table 8. Results of combined analysis of variance for some traits of forage corn as affected by faba bean densities and N fertilizer rate

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	کارایی بهره‌وری نیتروژن Nitrogen productivity efficiency	کارایی زراعی نیتروژن Nitrogen agronomic efficiency	کارایی بازیافت نیتروژن Nitrogen recovery efficiency
Bartlett	1	0.3 ^{ns}	0.4 ^{ns}	0.0006 ^{ns}
Year سال	1	153.9 ^{ns}	0.2 ^{ns}	0.0004 ^{ns}
سال×تکرار Year×Replication	4	13.0 ^{ns}	18.4 ^{ns}	0.0002 ^{ns}
تراکم باقلا Faba bean density	4	6295.0 ^{**}	240.5 ^{**}	0.006 ^{**}
تراکم باقلا×سال Year×Faba density density	4	109.9 ^{ns}	16.8 ^{ns}	0.00002 ^{ns}
کود نیتروژن N fertilizer	3	1887.2 ^{**}	566.2 ^{**}	0.006 ^{**}
سال×کود نیتروژن Year×N fertilizer	3	60.5 ^{ns}	7.8 ^{ns}	0.00003 ^{ns}
تراکم بوته باقلا×کود نیتروژن Faba bean density ×N fertilizer	12	356.0 ^{ns}	151.6 ^{**}	0.002 ^{**}
سال×کود نیتروژن×تراکم باقلا Faba bean density×N fertilizer×Year	12	60.6 ^{ns}	8.1 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
خطا Error	76	48.1	4.7	0.0002
ضریب تغییرات C.V (%)	—	12.5	20.3	24.5

^{ns} و ^{**}: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد
 **, * and ^{ns}: Significant difference at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ and not significant respectively



شكل ۴- اثر تراكم بوته باقلا (۱) و كود نيتروژن (۲) بر كارايى بهره‌ورى نيتروژن ذرت علوفه‌اى

Fig 4. The effect of faba bean density (1) and N fertilizer (2) on nitrogen productivity efficiency of forage corn

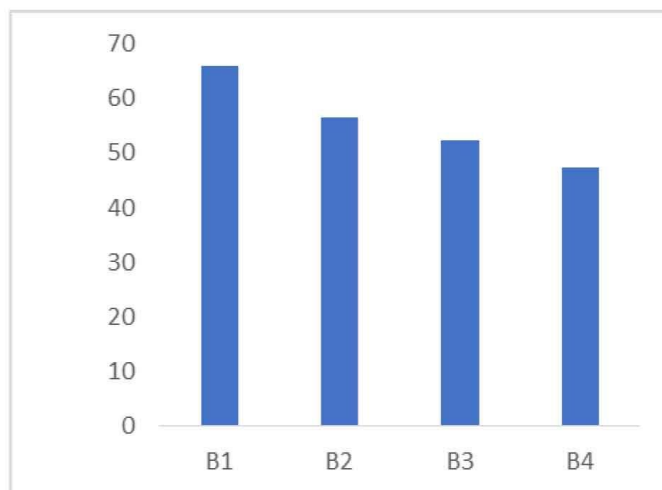
A₁: non-cultivation of faba bean (عدم كشت باقلا), A₂: density of 25 plants of faba bean (تراكم ۲۵ بوته باقلا)

A₃: density of 35 plants of faba bean (تراكم ۳۵ بوته باقلا), A₄: density of 40 plants of faba bean (تراكم ۴۰ بوته باقلا)

A₅: density of 80 plants of faba bean (تراكم ۸۰ بوته باقلا)

B₁: 0 kg N ha⁻¹ (صفر كيلوگرم نيتروژن در هكتار), B₂: 100 kg N ha⁻¹ (۱۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار)

B₃: 200 kg N ha⁻¹ (۲۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار), B₄: 300 kg N ha⁻¹ (۳۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار)



شكل ۵. اثر سطوح مختلف كود نيتروژن بر كارآيى بهره‌ورى نيتروژن ذرت علوفه‌اى (كيلوگرم در كيلوگرم)

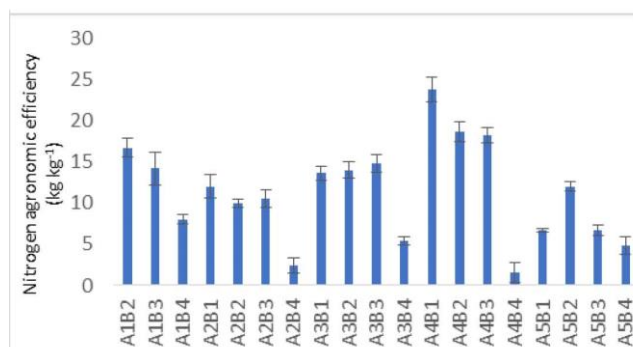
Fig. 5. The effect of different levels of N fertilizer on Nitrogen productivity (kg kg⁻¹)

A₁: density of 80 plants of faba bean (تراكم ۸۰ بوته باقلا), A₂: density of 40 plants of faba bean (تراكم ۴۰ بوته باقلا)

A₃: density of 35 plants of faba bean (تراكم ۳۵ بوته باقلا), A₄: density of 25 plants of faba bean (تراكم ۲۵ بوته باقلا), A₅: non-cultivation of faba bean (عدم كشت باقلا)

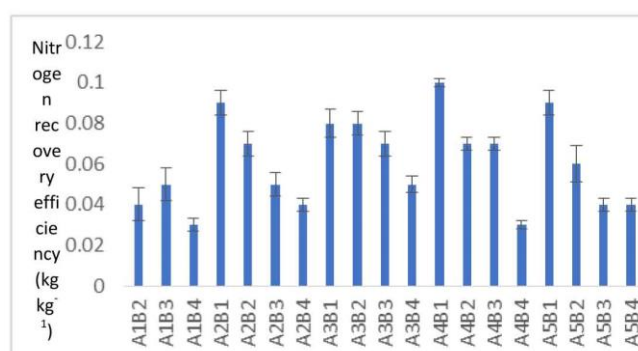
B₁: 0 kg N ha⁻¹ (صفر كيلوگرم نيتروژن در هكتار), B₂: 100 kg N ha⁻¹ (۱۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار)

B₃: 200 kg N ha⁻¹ (۲۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار), B₄: 300 kg N ha⁻¹ (۳۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار)



شکل ۵- اثر متقابل تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن ذرت علوفه‌ای

Fig. 5. The interaction effects of faba bean density and N fertilizer on Nitrogen agronomic efficiency



شکل ۶- اثر متقابل تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن بر کارایی بازیافت نیتروژن ذرت علوفه‌ای (کیلوگرم در کیلوگرم)

Fig. 6. The interaction effects of different faba bean densities and N fertilizer application on Nitrogen recovery efficiency of forage con (kg kg⁻¹)

A₁: non-cultivation of faba bean (عدم کشت باقلا), A₂: density of 25 plants of faba bean (تراکم ۲۵ بوته باقلا)

A₃: density of 35 plants of faba bean (تراکم ۳۵ بوته باقلا), A₄: density of 40 plants of faba bean (تراکم ۴۰ بوته باقلا)

A₅: density of 80 plants of faba bean (تراکم ۸۰ بوته باقلا)

B₁: 0 kg N ha⁻¹ (صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار), B₂: 100 kg N ha⁻¹ (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)

B₃: 200 kg N ha⁻¹ (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار), B₄: 300 kg N ha⁻¹ (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل نشان داد که بیشترین عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت باقلا از تراکم‌های ۴۰ و ۸۰ بوته این گیاه به‌دست آمد. همچنین نتایج حاصل نشان داد تراکم ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای بیشترین افزایش عملکرد خشک علوفه ذرت نسبت به تیمار شاهد بود. از سویی دیگر استفاده از تراکم‌های مختلف باقلا در تناوب به همراه کاربرد سطوح پایین‌تر کود نیتروژن باعث افزایش کارایی‌های نیتروژن در ذرت علوفه‌ای شد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که تراکم ۴۰ بوته باقلا به همراه کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در ذرت علوفه‌ای و در شرایط آب و هوایی مشابه، می‌تواند به‌عنوان روشی مناسب در جهت تحقق بخشی از اهداف کشاورزی پایدار به‌خصوص کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن مورد استفاده قرار گیرد.

کارایی زراعی نیتروژن و کارایی بازیافت نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۸)، کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن تحت تأثیر اثر متقابل تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. بررسی مقایسات میانگین نیز نشان داد که تیمار تراکم ۴۰ بوته باقلا+عدم کاربرد کود نیتروژن دارای بیشترین میزان کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن بود (شکل‌های ۵ و ۶). کارایی زراعی نیتروژن در واقع میزان افزایش عملکرد را به ازای نیتروژن مصرف‌شده نشان می‌دهد (Sarkhosh & Abotalebian, 2013) و به نظر می‌رسد که به‌دلیل رابطه غیرخطی بین افزایش مصرف نیتروژن و بهبود عملکرد در گیاه این نتیجه حاصل شد. Beslemes et al, (2013) گزارش کردند که قرارگیری باقلا در تناوب با ذرت در زمان عدم مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد و افزایش بازیافت نیتروژن در ذرت به‌ترتیب به میزان ۸/۳ و ۱۵-۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد شد.

منابع

1. Abbasi, M.K., Khaliq, A., Shafiq, M., Kazmi, M., and Imran, A. 2010. Comparative effectiveness of urea N, poultry manure and their combination in changing soil properties and maize productivity under rainfed conditions in northeast Pakistan. *Experimental Agriculture* 46: 211-230.
2. Al-Suhaibani, N., El-Hendawy, S., and Schmidhalter, U. 2013. Influence of varied plant density on growth, yield and economic return of drip irrigated faba bean (*Vicia faba* L.). *Turk Journal of Field Crops* 18: 185-197.
3. Anafjeh, Z., Fathi, G., Ebrahimpour, F., Zand, E., and Chaab, A. 2008. Study on competitiveness of wild oat (*Avena fatua* L.) with wheat (*Triticum aestivum* L.) chamran cultivar. *Iranian Journal of Weed Science* 4(1): 35- 46. (In Persian with English abstract).
4. Beslemes, D.F., Tigka, E.L., Efthimiadis, P., and Danalatos, N.G. 2013. Maize biomass production, N-use efficiency and potential bioethanol yield, under different cover cropping managements, nitrogen fluxes and soil types, in Mediterranean climate. *Journal of Agriculture Science* 5(7): 189-205.
5. Boddev, R.M., Jantalia, C.P., Conceicao, P.C., Zanatta, J.A., Bayer, C., Mielnizuk, J., Dieckow, J., Dos Santos, H.P., Denardin, J.P., Aita, C., Giacomini, S.J., Alves, B.J.R., and Urquiaga, S. 2010. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero till subtropical agriculture. *Global Change of Biology* 16: 784-795.
6. Chen, Y., and Barak, Ph. 1982. Iron nutrition of plants in Calcareous soils. *Advanced Agronomy* 35: 217-240.
7. Congreves, K.A., Hayes, A., Verhallen, E.A., and Van Eerd, L.L. 2018. Long-term impact of tillage and crop rotation on soil health at four temperate agroecosystems. *Soil and Tillage Research* 152: 17-28.
8. Dabaghzadeh, M., Fathi, Gh., Bakhshandeh, A., and Alami-saeid, Kh. 2016. The effect of weed interference time and plant density on weeds control and broad bean (*Vicia faba* L.) yield. *Iranian Journal of Field Crops Research* 14(2): 2015-225.
9. Dawson, J.C., Huggins, D.R., and Jones, S.S. 2008. Characterizing nitrogen use efficiency in natural and agricultural ecosystems to improve the performance of cereal crops in low-input and organic agricultural systems. *Field Crops Research* 107: 89-101.
10. El-Gizawy, N.Kh.B. 2009. Effects of nitrogen rates and plant density on agronomic nitrogen use efficiency and maize yield following wheat and faba bean. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science* 5(3): 378-386.
11. Etemadi, F., Hashemi, M., Zandvakili, O., and Sadeghpour, A. 2018. Nitrogen contribution from winter-killed faba bean cover crop to spring-sown sweet corn in conventional and no-till systems. *Agronomy Journal* 110(2): 455-62.
12. Franke A.C., Van den Brand G.J., Vanlauwe B., and Giller K.E. 2018. Sustainable intensification through rotations with grain legumes in Sub-Saharan Africa: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 261: 172-185.
13. Gaudin, A.C.M., Westra, S., Loucks, C., Janovicek, K., Martin, R., and Deen, W. 2013. Improving resilience of northern field crop systems using inter-seeded red clover: A review. *Agronomy* 3: 148-180.
14. Ghazvineh, S., and Yousefi, M. 2012. Study the effect of micronutrient application on yield and yield components of maize. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 12: 144-147.
15. Ghorbi, S., Ebadi, A., Khomari, S., and Hashemi, M. 2021. The effect of nitrogen fertilizer and faba bean density in rotation, on maize nitrogen use efficiency under no-till system. *Iranian Journal of Field Crops Research* 19(3): 299-309.
16. Ginakes, P., Grossman, J.M., Baker, J.M., Dobbratz, M., and Sooksa-nguan, T. 2018. Soil carbon and nitrogen dynamics under zone tillage of varying intensities in a kura clover living mulch system. *Soil Tillage Research* 184: 310-316.
17. Grassini P., Thorburn J., Burr C., and Cassman K.G. 2011. High-yield irrigated maize in the Western US Corn Belt: I. On-farm yield, yield potential, and impact of agronomic practices. *Field Crop Research* 120: 142-150.
18. Hobbs, P.R. 2007. Conservation agriculture: What is it and why is it important for future sustainable food production. *Journal Agriculture Science* 145: 127-137.
19. Huggins, D.R., and Pan, W.L. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. *Journal Agronomy* 85: 898-905.

20. Jalli, M., Huusela, E., Jalli, H., Kauppi, K., Niemi, M., Himanen, S., and Jauhiainen, L. 2021. Effects of crop rotation on spring wheat yield and pest occurrence in different tillage systems: a multiyear experiment in finish growing conditions *Frontiers in sustainable food systems*. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5: 1-14.
21. Karkanis, A., Ntatsi, G., Lepse, L., Fernández, J.A., Vågen, M.I., Rewald, B., Alsiña, I., Kronberga, A., Balliu, A., Olle, M., Bodner, G., Dubova, L., Rosa, E., and Savvas, D. 2018. Faba bean cultivation revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in Plant Science* 9: 1115.
22. Kebede, M., Sharma, J.J., Tana, T., and Nigatu, L. 2015. Effect of plant spacing and weeding frequency on weed infestation, yield components, and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Eastern Ethiopia. *East African Journal of Science* 9(1): 1-12.
23. Kermah, M., Franke, A.C., Ahiabor, B.D.K., Adjei-Nsiah, S., Abaidoo, R.C., and Giller, K.E. 2019. Legume-maize rotation or relay? Options for ecological intensification of smallholder farms in the *Guinea savanna* of northern Ghana. *Experimental Agriculture* 55: 673-691.
24. Lamptey, S., Yeboah, S., and Li, L. 2018. Response of maize forage yield and quality to nitrogen fertilization and harvest time in semi-arid northwest China. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry* 1: 1-10.
25. Lehman, R.M., Osborne, S.L., and Duke, S.E. 2017. Diversified no-till crop rotation reduces nitrous oxide emissions, increases Soybean yields, and promotes soil carbon accrual. *Soil Science Society of America Journal* 81: 76-90.
26. Liu, K., Bandara, M., Hamel, C., Knight, J.D., and Gan, Y. 2020. Intensifying crop rotations with pulse crops enhances system productivity and soil organic carbon in semi-arid environments. *Field Crops Research* 248: 107657.
27. Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R.J., and Redondo, R. 2005. Nitrogen efficiency in wheat under rainfed mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. *Field Crops Research* 94: 86-97.
28. Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N., and Kamgar haghghi, A.A. 2008. Effects of nitrogen different amounts, manure and irrigation water on yield and yield components of corn. *Crop Production* 1(2): 67-85. (in Persian with English abstract).
29. Malek Maleki, F., Majnonhoseini, N., and Alizade, H. 2013. A survey on the effects of weed control treatments and plant density on lentil growth and yield. *Production of Crops Journal* 6(2): 135-148.
30. Malik, C.S, Sowanton, C.J., and Michaels, T.E. 1993. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars, row spacing and seed density with annual weeds. *Weed Science* 41: 62-68.
31. Mohamed, S.S.E., and Babiker, H.M. 2012. Effects of Rhizobium inoculation and urea fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.) production in a semi-desert zone. *Advances in Environmental Biology* 6: 824-830.
32. Oliveira, M., Barré, P., Trindade, H., and Virto, I. 2019. Different efficiencies of grain legumes in crop rotations to improve soil aggregation and organic carbon in the short-term in a sandy Cambisol. *Soil Tillage Research* 186: 23-35.
33. Pandiaraj, S., Selvaraj, T., and Ramu, N. 2015. Effects of crop residue management and nitrogen fertilizer on soil nitrogen and carbon content and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) in two cropping systems. *Journal Agricultural Science Technology* 17: 249-260.
34. Perry, L.J., and Compton, W.A. 1977. Serial measures of dry matter accumulation and forage quality of leaves, stalks and ear of three maize hybrids. *Agronomy Journal* 69: 751-755.
35. Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare-Feizabadi, A., Koocheki, A.R., and Nassiri-Mahallati, M. 2010. Nitrogen use efficiency of wheat as affected by preceding crop, application rate of nitrogen and crop residues. *Australian Journal of Crop Science* 4(5): 363-368.
36. Rakshit, D., Sahu, G., Mohanty, A.K., Satpathy, K.K., Jonathan, M.P., Murugan, K., and Sarkar, S.K., 2017. Bioindicator role of tintinnid (Protozoa: Ciliophora) for water quality monitoring in Kalpakkam, Tamil Nadu, south east coast of India. *Marine Pollution Bulletin* 114: 134-143.
37. Renwick, L.L.R., Bowles, T.M., Deen, W., and Gaudin, A.C.M., 2018. Potential of Increased Temporal Crop Diversity to Improve Resource Use Efficiencies, In: *Agroecosystem Diversity*. pp: 55-73.
38. Rocha, K.F. *et al.* 2020. Cover crops affect the partial nitrogen balance in a maize-forage cropping system. *Geoderma* 360: 114000.
39. Sarkhosh, A., and Abotalebian, M.A. 2013. Nitrogen use efficiency, yield and some agronomic characteristics of maize under prime seed and nitrogen application time. *Journal of Crop Improvement* 15(3): 117-128.

40. Shapiro, S.S., and Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52: 591-611.
41. Siczek, A., and Lipiec, J. 2016. Impact of faba bean-seed rhizobial inoculation on microbial activity in the rhizosphere soil during growing season. *International Journal of Molecular Sciences* 17: 784-800.
42. Sillero, J.C., Villegas-Fernández, A.M., Thomas, J., Rojas-Molina, M.M, Emeran, A.A., Fernández-Aparicio, M., and Rubiales, D. 2010. Faba bean breeding for disease resistance. *Field Crops Research* 115: 297-307.
43. Somani, L.L. 1992. *Dictionary of Weed Science*. Agrotech Publishing Academy (India).
44. Soon, Y.K., Clayton, G.W., Rice, and W.A. 2001. Tillage and previous crop effects on dynamics of nitrogen in a wheat-soil system. *Agronomy Journal* 93: 842-849.
45. Tariq Jan, M., Jamal Khan, M., Khani, A., Arifi, M., Shafi, M., and Farmanullah, H. 2010. Wheat nitrogen indices response to nitrogen source and application time. *Pakistan Journal Botany* 42(6): 4267-4279.
46. Tolera, A., Daba, F., and Friesen, D.K. 2009. Effects of crop rotation and N-P fertilizer rate on grain yield and related characteristics of maize and soil fertility at Bako Western Oromia, Ethiopia. *East African Journal of Science* 3: 70-79.
47. Triplett, G., Jr, B., and Dick W.A. 2008. No-tillage crop production: A revolution in agriculture. *Agronomy Journal* 100: 153-115.
48. Uzoh, I.M., Arizechukwu Igwe, Ch., Okebalama, C.B., and Babalola, O.O. 2019. Legume-maize rotation effect on maize productivity and soil fertility parameters under selected agronomic practices in a sandy loam soil. *Scientific Reports* 9: 8539.
49. Woodley, A.L., Drury, C.F., Yang, X.M., Reynolds, W.D., Calder, W., and Oloya, T.O. 2018. Streaming urea ammonium nitrate with or without enhanced efficiency products impacted corn yields, ammonia, and nitrous oxide emissions. *Agronomy Journal* 110: 444-454.
50. Zhang, X., Davidson, E.A., Mauzerall, D.L., Searchinger, T.D., Dumas, P., and Shen, Y. 2015. Managing nitrogen for sustainable development. *Nature* 528: 51-59.



Study of forage corn (*Zea mays* L.) yield as affected by faba bean (*Vicia faba* L.) density and mineral nitrogen in no-till system

Ghorbi¹, Samaneh; Ebadi^{2*}, Ali; Khomari³, Saeid; and Hashemi⁴, Masoud

1. PhD. Candidate of Agronomy, Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; smn.ghorbi.ch@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0125-5924
2. Professor, Agronomy, Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; ali.ebadi.khazineh@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6486-6757
3. Associate Professor, Agronomy, Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; saeid.khomari@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4926-5320
4. Professor, Agronomy, Crop Physiology, Stockbridge School of Agriculture, University of Massachusetts, Amherst, MA, USA; masoud@umass.edu; ORCID: 0000-0002-6126-4208

The Dates:

Received: 2 July 2022; Revised: 12 July 2022
Accepted: 30 August 2022; Available Online: 5 September 2022

How to cite this article:

Ghorbi, S., Ebadi, A., Khomari, S., and Hashemi, M. 2022. Study of forage corn (*Zea mays* L.) yield as affected by faba bean (*Vicia faba* L.) density and mineral nitrogen in no-till system. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 104-120. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2206-1038

Introduction

Nitrogen fertilizers are commonly used to increase economic performance in corn production. However, it should be noted that nitrogen added to the soil in crop ecosystems is not fully available to the plant and may be leached. In this context, many studies have investigated various crop production methods to improve soil health and reduce soil nitrogen losses. Crop rotation and no-till may be an appropriate method to improve soil health and increase soil organic carbon and total nitrogen. In this experiment, it was assumed that growing faba beans in rotation with forage corn and applying sustainable agriculture can greatly reduce the need for nitrogen fertilizer in corn and increase nitrogen use efficiency compared to monoculture corn. The objective of this experiment was to determine the appropriate plant density of faba bean and its effect on crop rotation with forage corn, and to evaluate the nitrogen fertilization efficiency of corn.

Materials and Methods

A two-year experiment was conducted in 2018-2019 as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replicates at the research farm of the Faculty of Agriculture and Natural Resources, university of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. The experimental treatments were different plant densities of faba bean (25, 35, 40 and 80 plants m⁻²) and different nitrogen (N) fertilizer rates (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹) in forage corn. Shadan cultivar of faba bean was planted in this experiment and it was harvested manually at the physiological maturity stage. The corn variety was the single cross hybrid 201, which was planted at the density of 80000 plants ha⁻¹ in the residue rows of faba bean. Nitrogen fertilizer (as urea) was applied three times at the V₅ stage of corn. Three corn plants were harvested at the milk stage and then oven dried at 70 °C for 72 h and weighed. Traits studied in this experiment were include grain yield, 100-grain weight, harvest index, biological yield and weed control efficiency in faba bean and fresh and dry forage yield, protein yield, nitrogen recovery efficiency, nitrogen agronomic efficiency and nitrogen productivity in forage corn. Statistical analysis of data was performed using SAS 9.4 software, and significant differences between treatment means were tested using the Duncan's Multiple Range Test at P < 0.05.

* Corresponding Author: ali.ebadi.khazineh@gmail.com

Results and Discussion

Faba bean

The highest grain yield was obtained at plant density of 80 plants.m⁻², 100-grain weight, and HI were observed at plant densities 40 plant.m⁻² and the densities of 80 and 40 plants had the highest Reduction percentage in dry weight of weeds and biological yield. It seems that an increase in plant density, especially at the beginning of the growing season, results in complete coverage of the soil with plants and reduces the competitive ability of weeds. In addition, with higher plant density, solar radiation on the plant canopy increases, so less light is available for weeds and the germination rate of weed seeds decreases. The result of cultivation shows higher competitive power and the results were obtained.

Corn

Our results showed that using faba bean in rotation with forage corn can reduce the need for nitrogen fertilizer. The results of the mean comparisons showed that the highest dry forage yield of corn was obtained at the density of 40 faba bean plants+200 kg N ha⁻¹, representing an increase of 155% compared to the control treatment. Corn yield is very sensitive to nitrogen deficiency. On the other hand, using of legumes in crop rotations can improve crop access to nitrogen. Addition, the highest protein yield was observed at the density of 40 faba bean plants+200 kg N ha⁻¹ and 35 faba bean plants+200 kg N ha⁻¹. Density of 40 faba bean plants+no application of N fertilizer had the highest nitrogen recovery efficiency and nitrogen agronomic efficiency. Thus, it can be concluded that the combined application of nitrogen fertilizer and the use of faba bean in the crop rotation increases the availability and uptake of nitrogen and also increases the efficiency of this element at a stage of plant growth when nitrogen uptake is high. Therefore, the corn yield was higher in these treatments

Conclusion

In this experiment, the effects of plant density of faba bean on the yield of this crop and the effects of crop rotation on nitrogen yield and efficiency of forage corn were studied. The results showed that the highest grain yield, 100-grain weight, biological yield, and bean harvest index were obtained at plant densities 40 and 80 plant. The results also showed that the density of 40 bean plants+200 kg N ha⁻¹ had the highest increase in dry forage yield of corn compared to the control. It can be concluded that the density of 40 faba bean plants+200 kg N ha⁻¹ in forage corn under similar climatic conditions may be a suitable method to reduce the use of chemical N fertilizer.

Keywords: Legumes; N agronomic efficiency; N productivity; Rotation



استفاده از کود نیتروژن و تراکم بوته باقلا در تناوب به عنوان منابع تأمین نیتروژن در تولید پایدار ذرت علوفه‌ای

سمانه قربی^۱، علی عبادی^{۲*}، سعید خماری^۳ و مسعود هاشمی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل: smn.ghorbi.ch@gmail.com
 ۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل: ali.ebadi.khazineh@gmail.com
 ۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل: saeid.khomari@gmail.com
 ۴- استاد گروه علوم خاک و فیزیولوژی گیاهان زراعی، عضو هیئت علمی دانشگاه ماساچوست، آمریکا: masoud@umass.edu

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

قربی، س.، عبادی، ع.، خماری، س. و هاشمی، م. ۱۴۰۱. استفاده از کود نیتروژن و تراکم بوته باقلا در تناوب به عنوان منابع تأمین نیتروژن در تولید پایدار ذرت علوفه‌ای. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۱۲۱-۱۳۸.

چکیده

گنجاندن حبوبات در سیستم‌های زراعی برای مدیریت پایدار سیستم‌های کشاورزی و کاهش نیاز به مصرف کود نیتروژن در تولید ذرت ضروری است. از این‌رو آزمایشی با هدف بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف باقلا (۲۰، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته) در تناوب با ذرت علوفه‌ای و کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر پایه اوره (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر خصوصیات علوفه ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین یک سطح نکاشت از باقلا به منظور بررسی اثر تراکم‌های بوته باقلا بر خصوصیات ذرت علوفه‌ای در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که تراکم باقلا بر عملکرد دانه، تعداد و وزن خشک گره در ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته، شاخص کلروفیل و شاخص باروری در باقلا معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسات میانگین تراکم ۸۰ بوته باقلا با میانگین ۳۷۶/۵ گرم در مترمربع دارای بیشترین عملکرد دانه بود. بیشترین شاخص کلروفیل نیز در تراکم ۸۰ بوته باقلا با میانگین ۳۵/۸ مشاهده شد و تراکم ۸۰ و ۴۰ بوته باقلا به ترتیب با میانگین ۱۶۷۶/۸ و ۱۵۶۵/۱ دارای بیشترین شاخص باروری بودند. اثر متقابل تراکم باقلا و کود نیتروژن بر تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته، شاخص کلروفیل، کارایی جذب نیتروژن و عملکرد خشک علوفه در ذرت علوفه‌ای معنی‌دار شد. بر اساس مقایسات میانگین، تراکم ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای بیشترین عملکرد خشک علوفه ذرت (۲/۳ کیلوگرم در مترمربع)، بیشترین ارتفاع بوته (۱۷۵/۸ سانتی‌متر) و بیشترین شاخص کلروفیل (۴۶/۲) بود. تراکم ۳۵ بوته باقلا+۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۶/۳ درصد نیز دارای بیشترین شاخص برداشت پروتئین در ذرت علوفه‌ای بود. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین میزان کارایی جذب نیتروژن ذرت از تراکم‌های ۲۵، ۳۵ و ۴۰ بوته باقلا در شرایط عدم مصرف کود به‌دست آمد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که قرارگیری باقلا در تناوب به همراه استفاده از کود نیتروژن باعث بهبود عملکرد و صفات کمی در ذرت علوفه‌ای شد.

واژه‌های کلیدی: حبوبات؛ سیستم بدون شخم؛ کارایی جذب نیتروژن؛ کود شیمیایی

مقدمه

علاوه بر این که نیازمند مصرف انرژی بالایی است و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست، باعث ایجاد مشکلات عمده زیست‌محیطی نیز می‌گردد (Liu et al., 2017). یکی از بهترین روش‌ها برای حل این مشکل و افزایش پایداری در سیستم‌های کشاورزی، استفاده از روش‌هایی نظیر تناوب زراعی است (Chen et al., 2018). تناوب‌های زراعی غالباً شامل حبوبات هستند، زیرا این گیاهان قابلیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن را دارند و از سویی دیگر باعث افزایش حاصلخیزی

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز برای بهبود رشد و افزایش عملکرد ذرت است (Liu et al., 2021) و تولید فشرده این گیاه به مقادیر بالای کود نیتروژن نیاز دارد (Iqbal et al., 2016; Demari et al., 2016; Liu et al., 2021). از سویی استفاده طولانی‌مدت از سطوح بالای کود نیتروژنی

* نویسنده مسئول: ali.ebadi.khazineh@gmail.com

در این راستا، استفاده از روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی به جای روش‌های مرسوم، بسیار توصیه می‌شود. بر اساس گزارش‌های موجود، اثرات خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد ذرت بسیار متفاوت بوده است. به عنوان مثال Afzalnia & Zabihi (2014) گزارش کردند که عملکرد ذرت در سیستم بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول کاهش یافت. در مقابل گزارش‌های متعددی وجود دارد که بیان کردند عملکرد ذرت در سیستم بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول افزایش یافت (Issaka et al., 2019; Lamprey et al., 2018; Olojugba, & Ibiyoye, 2019; Wasaya et al., 2018).

با توجه به اثرات مفید قرارگیری باقلا در تناوب با سایر گیاهان زراعی و نیز استفاده از روش‌های کشاورزی پایدار به جهت کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی، در این آزمایش فرض بر این بود که قرارگیری باقلا در تناوب می‌تواند همزمان با بهبود سلامت خاک، نیاز به مصرف کود نیتروژن را در ذرت علوفه‌ای کاهش دهد. از سویی دیگر این آزمایش با هدف شناسایی تراکم مطلوب بوته در باقلا و میزان مناسب مصرف کود نیتروژن در ذرت علوفه‌ای و اثرات متقابل این دو عامل بر عملکرد خشک علوفه‌ی ذرت انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت دو ساله و طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در روستای بابلان با شرایط اقلیمی سرد و خشک و مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه‌ی عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. خصوصیات خاک محل انجام آزمایش و شرایط آب و هوایی منطقه به ترتیب در جدول‌های شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است. خاک منطقه از نوع لومی و به ترتیب دارای ۴۲، ۳۵ و ۲۳ درصد شن، سیلت و رس بود. عامل‌های مورد مطالعه شامل تراکم مختلف بوته در باقلا (۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته) (Al-Suhaibani et al., 2013) و سطوح مختلف نیتروژن بر پایه کود اوره در ذرت علوفه‌ای (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) (Lamprey et al., 2018) بود. همچنین یک سطح نکاشت از باقلا به منظور بررسی اثر تراکم‌های بوته باقلا بر خصوصیات ذرت علوفه‌ای نیز در نظر گرفته شد. در این آزمایش، اندازه پلات‌ها ۳ در ۴ متر بود که به منظور جلوگیری از اختلاط اثر کودها با فاصله یک متری از یکدیگر جدا شدند.

خاک می‌شوند (Ojiem et al., 2014). همچنین بقایای حبوبات پس از تجزیه توسط میکروارگانیزم‌های خاک قابلیت دسترسی نیتروژن را برای گیاه بعدی افزایش می‌دهند (Xiao et al., 2013). Entz et al, (2002) در گزارشی بیان کردند که عملکرد ذرت در تناوب با حبوبات افزایش پیدا کرد. همچنین در گزارش ارائه شده توسط Harries et al, (2013) مشخص شد که استفاده از حبوبات در تناوب با ذرت باعث کاهش نیاز به مقادیر بالای کود نیتروژنی در این گیاه شد. باقلا (*Vicia faba* L.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های کشت شده از خانواده حبوبات (Fabaceae) است که حاوی ۳۰-۲۴ درصد پروتئین و ۶۸-۵۱ درصد کربوهیدرات می‌باشد و مانند سایر گیاهان این خانواده دارای قابلیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن است و از این طریق می‌تواند باعث بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی گردد. بر اساس نتایج به دست آمده توسط Jensen et al, (2010) کارایی بالای باقلا در ایجاد همزیستی با باکتری ریزوبیوم و تثبیت بیولوژیک نیتروژن باعث کاهش نیاز به مصرف کودهای شیمیایی و افزایش فعالیت بیولوژیک خاک در سیستم تناوبی و کشت مخلوط شده است. El-Gizawy (2009) در گزارشی بیان کرد که حداکثر عملکرد دانه ذرت در تناوب با باقلا به همراه کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. او بیان کرد که این امر می‌تواند به دلیل بهبود مواد آلی و افزایش نیتروژن خاک توسط باقلا باشد. Beslemes et al, (2013) نیز در آزمایشی مشاهده کردند که استفاده از باقلا در تناوب با ذرت بدون کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه ذرت نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود و عدم کشت باقلا) گردید. Tolera et al, (2016) نیز بیان کردند که استفاده از باقلا در تناوب به همراه کاربرد ۱۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در ذرت باعث افزایش عملکرد دانه در این گیاه شد. Beslemes et al, (2013) مشاهده کردند که حداکثر عملکرد خشک علوفه ذرت از کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه استفاده از باقلا به عنوان پیش‌کاشت به دست آمد. ایشان همچنین بیان کردند که استفاده از تناوب باقلا-ذرت در زمان عدم مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد و افزایش بازپشت نیتروژن در ذرت به ترتیب به میزان ۸/۳ درصد و ۱۵-۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد می‌شود. Uzoh et al, (2019) نیز در آزمایش خود مشاهده کردند که حداکثر عملکرد ذرت در تناوب با حبوبات به همراه کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد.

شخم‌زدن مکرر خاک در طولانی مدت، باعث از بین رفتن خاک و کاهش مواد مغذی در زمین‌های کشاورزی شده است.

نخستين بار در منطقه مورد نظر كشت گرديد. كنترل علف‌هاى هرز از مرحله‌ى سبز شدن تا رشد رويشى باقلا و به منظور استقرار بهتر گياه به صورت دستى انجام پذيرفت و پس از آن هيچ كنترلى اعم از فزيكى و شيميايى بر جمعيت علف‌هاى هرز صورت نگرفت (Kebede *et al.*, 2015). با توجه به اين كه باقلا گياهى رشد نامحدود است، بذور آن طى دو مرحله و از يك مكان (در مرحله بلوغ فزيولوژيك بذور) با حذف اثر حاشيه به- صورت دستى و با استفاده از يك كوادرات ۰/۵ متر در ۰/۵ متر برداشت گرديد. پس از برداشت در مرحله دوم، بوته‌هاى باقلا كفبر شدند و بقاياى آن‌ها در سطح خاك قرار گرفت.

فاصله بين بلوك‌ها نيز يك متر در نظر گرفته شد. شادان، رقم باقلا كشت شده در اين آزمون بود كه در سال ۱۳۹۶ توسط مؤسسه اصلاح بذر و نهال ايران معرفى شد. از خصوصيات اين رقم مى‌توان به پتانسيل عملكرد بالا، قابليت برداشت مكانيزه و نيز درصد پروتئين بالا اشاره نمود. بذور باقلا در هر دو سال پس از خيساندن با آب و تلقيح با باكتري ريزوبيوم *Rhizobium leguminosarum* var *viciae* (Siczek & Lipiec, 2016) در تاريخ سوم اسفند كشت شدند. همچنين، از ۲۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار به منظور بهبود گره‌زاىى در باقلا در مرحله رشد رويشى اين گياه استفاده شد (Mohamed & Babiker, 2012). لازم به ذكر است كه باقلا براى

جدول ۱- خصوصيات شيميايى خاك منطقه در دو عمق قبل از شروع انجام آزمون
Table 1. Soil chemical characteristics at two depths in the experimental area before planting

فصل رشد Growing season	عمق خاك (سانتى متر) Depth (cm)	اسيديته خاك pH	ماده آلى خاك (گرم بر دسى متر مكعب) SOM(g dm ⁻³)	روى Zn ²⁺	پتاسيم K ⁺	فسفر P	نيتروژن كل (%) Total Nitrogen (%)	آهك CAO	عصاره اشباع (%) base saturation(%)
(2018) ۱۳۹۶-۹۷	(0-15)	7.8	1.3	18	212	8.29	0.06	14.4	49
	(15-30)	7.6	0.7	13	143	6.5	-	-	-
(2019) ۱۳۹۷-۹۸	(0-15)	7.9	1.3	19	220	8.9	0.06	14.5	48
	(15-30)	7.7	0.7	15	152	6	-	-	-

جدول ۲- داده‌هاى هواشناسى منطقه در طول دوره آزمون
Table 2. Local meteorological data during the study period

ماه Month	مجموع بارش (مىلى متر) Rain (mm)		دمای حداكثر (سانتى گراد) Max. temp. (°C)		دمای حداقل (سانتى گراد) Min. temp. (°C)		تشعشعات دريافتي (مگاژول بر مترمربع) Radiation received (MJm ⁻²)		رطوبت نسبى (%) Relative humidity (%)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
اسفند March	26.5	25.9	12.4	9.5	1.5	-1.3	157.5	173.6	73	71
فروردين April	9.3	40	15.7	13.4	2.3	2.6	170.9	163	66	73
اردیبهشت May	60.3	29.5	18.6	19.8	5.9	5.0	196.3	258.1	71	63
خرداد June	28.2	13	23.5	25.7	10.0	9.5	248.6	287.7	71	58
تير July	3.9	0.1	29.2	25.7	13.7	11.8	344.2	336	60	62
مرداد August	0.9	0	25.8	26.7	14.9	12.6	255.6	314.1	69	61
شهریور September	7.3	18.8	24.6	22.5	10.5	10.2	282.1	213.2	68	71
مهر October	9.0	53.3	20.1	23.0	8.1	7.8	193.4	240.6	76	66

شدن در آن ۶۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت (Berkenkamp & Meeres, 1986) توسط ترازوى ديجيتال (دقت ۰/۰۱ گرم) وزن شد. براى محاسبه تعداد و وزن خشك گره‌ها (گرم) (Tadayyon & Ghorbaninejad, 2012) و وزن خشك ريشه باقلا (گرم در مترمربع)، ۵ عدد بوته باقلا به همراه ريشه و در مرحله ۵۰ درصد گلدهى از عمق نيم‌مترى خاك به دقت خارج و پس از انتقال به آزمایشگاه و حذف خاك و شستشوى ريشه‌ها، براى شمارش تعداد گره‌ها (فعال+غيرفعال) به زير ميكروسكوپ چشمى منتقل شده و پس از جدا كردن گره‌ها از ريشه‌ها در آن ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت خشك شدند. درجه باردهى با استفاده از رابطه زير محاسبه شد. اين صفت بدون واحد مى‌باشد (Khalghani & Koocheki, 1996):

(۱)

عملکرد دانه+عملکرد بيولوژيك+شاخص برداشت = درجه باردهى
براى محاسبه شاخص كلروفيل برگ از دستگاه SPAD SPAD-502, Konica Minolta Sensing Inc. مدل (Japan) در مرحله نمو هر دو گياه استفاده شد. بدین صورت كه در هر دو گياه از برگ‌هاى بالايى، پايينى و برگ‌هاى وسطى و از سه نقطه هر برگ بالغ، اندازه‌گيرى صورت پذيرفت. شاخص برداشت پروتئين از تقسيم عملکرد پروتئين بر زيست‌توده به دست آمد (Seyedi et al., 2012). براى محاسبه عملکرد خشك علوفه ذرت (كيلوگرم در مترمربع) و همچنين تعداد برگ و ارتفاع بوته (سانتى‌متر) در ذرت، پس از حذف اثر حاشيه سه عدد بوته به صورت تصادفى انتخاب و از نزديك سطح خاك بريده شدند و پس از آن بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل گرديد. در ابتدا تعداد برگ‌ها شمارش شده و پس از آن ارتفاع بوته توسط متر اندازه‌گيرى شد. در ادامه، بوته‌ها در آن ۷۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت خشك (Perry & Compton, 1977) و وزن آنها توسط ترازو اندازه‌گيرى شد و در نهايت عدد به دست آمده به مترمربع تعميم داده شد. كارآيى جذب نيتروژن (Huggins et al., 1993) و كارآيى فيزيولوژيك نيتروژن (Abbasi et al., 2010) با استفاده از معادلات زير به دست آمد:

(۲)

$$\text{مجموع نيتروژن كل گياه} = \frac{\text{كارآيى جذب نيتروژن}}{\text{مجموع نيتروژن خاك}}$$

(۳)

$$\text{ماده‌ى خشك تيمار شاهد} - \text{ماده‌ى خشك تيمار حاوى كود} = \text{كارآيى فيزيولوژيك نيتروژن}$$

$$\text{مجموع نيتروژن تيمار شاهد} - \text{مجموع نيتروژن تيمار حاوى كود} = \text{مقدار نيتروژن تثبیت شده توسط باقلا در هر تراكم} + \text{مقدار كود مصرفى در هر كرت} + \text{ميزان نيتروژن اوليه در خاك}$$

بلافاصله پس از برداشت باقلا و بدون شخم‌زدن زمين، بذور ذرت به صورت دستى و با تراكم ۸۰۰۰۰ بوته در هكتار در ميان ردیف‌هاى بقياى باقلا (Naderi et al., 2010) در تاريخ‌هاى سوم تيرماه ۱۳۹۷ و پنجم تيرماه ۱۳۹۸ كشت گرديد. رقم ذرت كشت شده در اين آزمایش يك هيبريد زودرس ذرت به نام KSC201 بود. اين رقم در سال ۱۳۹۵ توسط مؤسسه اصلاح بذر و نهال ايران معرفى شد. به صورت ميانگين، بذور هر دو گياه در هر دو سال، ۷ روز پس از كاشت سبز شدند. با توجه به شرايط آهكى خاك كه در جدول ۱ نشان داده شده است و غيرقابل دسترس شدن آهن، محلول‌پاشى آهن در سه مرحله و با فاصله زمانى ۱۰ روز با Fe-EDTA انجام پذيرفت (Ghazvineh & Yousefi, 2012; Chen & Barak, 1982). كود نيتروژن به صورت اوره و پخش سطحى، از مرحله V5، طى سه مرحله و با فاصله ۱۰ روز استفاده شد (Sangoi et al., 2007). ذرت علوفه‌اى ۱۰۰ روز پس از كاشت و به دليل خنك شدن هوا در مرحله شيرى برداشت گرديد. بذور مورد استفاده در اين آزمایش براى هر دو گياه و در هر دو سال از مركزز تحقيقات و آموزش كشاورزى و منابع طبيعى استان اردبيل تهيه شدند. درصد جوانه‌زنى در هر دو محصول و در هر دو سال بالای ۹۸ درصد بود. در هر دو سال و در هر دو محصول زراعى، در ابتدای مرحله زایشی شته‌ها ظاهر شدند كه جمعیت آنها به صورت طبيعى توسط كفشدوزك‌ها كنترل شد. مكان انجام اين آزمایش در هر دو سال در يك مزرعه، ولى در دو قطعه‌ى مجاور هم بود. هر دو قطعه زمين سال قبل از انجام اين آزمایش به صورت آيش و با غالبیت علف‌هاى هرز پهن‌برگ يكساله‌اى مانند *Amaranthus retroflexus* L. و *Chenopodium album* رها شده بودند. در طول فصل رشد هر دو گياه زراعى و در هر دو سال از هيچ گونه علف‌كش، آفت‌كش و كود شيميايى (غير از تيمار نيتروژن مربوط به ذرت) و آلى استفاده نشد. آبيارى در طول فصل رشد هر دو گياه زراعى و در هر دو سال به صورت كرتى و منظم و بر اساس نياز گياه، شرايط آب و هوايى و خاكى منطقه بود.

صفت مورد مطالعه در هر دو سال در باقلا شامل عملکرد دانه، تعداد و وزن خشك گره در ريشه، وزن خشك ريشه، ارتفاع بوته، درجه باردهى^۱ و شاخص كلروفيل بود و در ذرت علوفه‌اى شامل تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته، شاخص برداشت پروتئين، شاخص كلروفيل، كارآيى جذب نيتروژن، كارآيى فيزيولوژيك نيتروژن و عملکرد خشك علوفه بود. براى محاسبه عملکرد دانه در باقلا (گرم در مترمربع)، بذور پس از خشك

غذایی، عملکرد و اجزای عملکرد در تک بوته کاهش پیدا می کند، اما به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح این کاهش در میزان عملکرد جبران خواهد شد. در تراکم‌های پایین نیز هر بوته در حداکثر ظرفیت خود عمل می نماید، اما این نکته نیز دارای اهمیت است که جمعیت کل گیاهی برای رسیدن به حداکثر عملکرد می تواند کافی نباشد. به عبارتی، در تراکم‌های پایین، افزایش اجزای عملکرد نمی تواند تعداد پایین بوته در واحد سطح را جبران نماید. (Prusiński (2022) گزارش کرد که با افزایش تراکم بوته، میزان عملکرد در باقلا افزایش یافت.

تعداد و وزن خشک گره‌ها، وزن خشک ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تراکم باقلا بر تعداد و وزن خشک گره‌ها در ریشه و نیز وزن خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی داری شد (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسات میانگین (جدول ۴) بیشترین تعداد گره در ریشه از تراکم ۲۵ و ۳۵ بوته باقلا به دست آمد که افزایشی بین ۵۳-۵۹ درصد نسبت به تراکم ۸۰ بوته (کمترین میزان تعداد گره) از خود نشان دادند. همچنین نتایج مقایسات میانگین نشان داد که تراکم ۲۵ بوته باقلا دارای بیشترین وزن خشک گره و تراکم ۸۰ بوته باقلا دارای کمترین وزن خشک گره در بوته بودند. میزان افزایش این صفت در تراکم ۲۵ بوته باقلا نسبت به تراکم ۸۰ بوته ۶۴ درصد بود (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسات میانگین، بیشترین وزن خشک ریشه باقلا از تراکم ۸۰ بوته به دست آمد که نسبت به تراکم ۲۵ بوته باقلا که دارای کمترین وزن خشک ریشه بود افزایش ۹۷ درصدی از خود نشان داد (جدول ۴). نتایج معادلات رگرسیونی تعداد گره در ریشه، وزن خشک گره و وزن خشک ریشه نیز نشان داد که در تراکم‌های ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا تغییرات این صفات به صورت معادله‌ی درجه دوم بود که به ترتیب دارای ضریب تبیین ۰/۹۴۱، ۰/۹۹۱ و ۰/۹۴۳ بودند (جدول ۴).

در تراکم‌های پایین تر، میزان فتوسنتز در هر بوته افزایش می یابد، در نتیجه انتقال کربن به گره‌ها، میزان گره‌زایی، وزن خشک گره‌ها و نیز نرخ تثبیت نیتروژن افزایش خواهد یافت. (Gezahegn (2019) گزارش کرد که افزایش تراکم بوته در باقلا باعث کاهش تعداد گره در ریشه این گیاه شد. او دلیل این امر را افزایش رقابت درون و بین گونه‌ای در گیاهان بر سر منابع غذایی دانست.

با استفاده از روش دفن کردن بقایا (Etemadi et al., 2018) میزان نیتروژن تثبیت شده در هر تراکم باقلا محاسبه شد. در ابتدا، ۱۰۰ گرم نمونه ریشه و بافت هوایی باقلا از تراکم های مختلف (مجموع ۱۶۸ عدد نمونه ریشه و بافت هوایی) داخل کیسه‌های مشبک نایلونی به ابعاد ۱۰×۲۰ سانتی متر قرار گرفتند. نمونه‌های ریشه در عمق ۳۰ سانتی متری خاک مزرعه دفن و نمونه‌های بافت هوایی روی سطح خاک قرار گرفتند. یک هفته پس از آن، نمونه برداری آغاز شد و به صورت هفتگی تا پایان مرحله برداشت ذرت ادامه یافت. نمونه‌ها پس از هر مرحله نمونه برداری، به خوبی پاک و در آون خشک و سپس آسیاب شدند. در ادامه، نمونه‌های آسیاب شده با ذکر مشخصات دقیق آنها، در بسته‌های جداگانه به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی جهت اندازه گیری درصد نیتروژن (روش کجلدال) فرستاده شدند. میزان نیتروژن تثبیت شده در هر تراکم باقلا، از مجموع نیتروژن رها شده از بقایای باقلا در هر هفته به دست آمد.

محاسبات آماری پس از آزمون بارتلت، با نرم افزار SAS 9.4 صورت پذیرفت. آزمون بارتلت نیز با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 محاسبه شد. در این آزمایش سال به عنوان عامل تصادفی و تیمارها (تراکم بوته و سطوح نیتروژن) به عنوان عامل ثابت در نظر گرفته شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. تعیین مدل‌های رگرسیون مورد استفاده در این مطالعه با استفاده از نرم افزار Excel 2016 صورت گرفت. مدل‌ها بر اساس روند تغییرات صفات و بالاترین ضریب تبیین انتخاب شدند.

نتایج و بحث

باقلا

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، اثر تراکم باقلا بر عملکرد دانه آن در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین نیز نشان داد که بیشترین عملکرد دانه، از تراکم ۸۰ بوته باقلا به دست آمد که نسبت به تراکم ۲۵ بوته باقلا (کمترین میزان عملکرد)، افزایش ۹۵ درصدی نشان داد (جدول ۴).

نتایج معادلات رگرسیونی عملکرد دانه نیز نشان داد در تراکم‌های ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا تغییرات عملکرد دانه به صورت معادله درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۸۳ بود. در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها برای جذب نور و عناصر

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله تغییرات برخی ویژگی‌های باقلا در تراکم‌های مختلف
Table 3. Results of combined analysis of variance on some faba bean characteristics in different densities

منابع تغییرات	Source of variance	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain Yield	تعداد گره در ریشه Number of Root Nodule	وزن خشک گره در بوته Dry Root Nodule per Weight of plant	وزن خشک ریشه Root Dry Weight	ارتفاع بوته Plant Height	شاخص کلروفیل Chlorophyll Index	درجه باردهی Fertility rate
سال	Year	1	7262.8 ^{ns}	70.0 ^{ns}	0.007 ^{ns}	38640.4 ^{ns}	1.5 ^{ns}	4.1 ^{ns}	7285.7 ^{ns}
سال × تکرار	Year × Replication	4	1344.4 ^{ns}	21.8 ^{ns}	0.002 ^{ns}	6890.0 ^{ns}	35.0 ^{ns}	11.2 ^{ns}	51059.0 ^{ns}
تراکم بوته باقلا	Faba bean density	3	51185.6 ^{**}	317.4 ^{**}	0.01 ^{**}	349032.4 ^{**}	212.3 ^{**}	30.5 ^{**}	682674.8 ^{**}
سال × تراکم باقلا	Year × Faba bean density	3	39.5 ^{ns}	3.0 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	3734.4 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.6 ^{ns}	9927.1 ^{ns}
خطا	Error	12	1068.8	35.2	0.001	8990.0	26.6	7.8	28844.0
ضریب تغییرات	C.V (%)	—	11.2	16.1	18.2	11.9	7.0	8.5	12.7
بارتلت	Bartlett	1	0.05 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.698 ^{ns}	0.464 ^{ns}	0.043 ^{ns}	0.039 ^{ns}	0.96 ^{ns}

به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.
**، * و ^{ns} and ^{ns} significantly difference at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ and not significant respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین و مدل رگرسیونی اثر تراکم باقلا بر برخی صفات آن

Table 4. Mean comparisons and regression equations of faba bean density effects on its traits

صفات Traits	تراکم بوته (در متر مربع) Faba bean density (per m ²)				معادله رگرسیون Reg. Eq.	ضریب تبیین (R ²)
	25	35	40	80		
عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (g m ⁻²)	193.4±10.9 ^b	233.5±10.8 ^c	364.8±18.5 ^b	376.5±12 ^a	$y = -0.1546 \times D^2 + 19.836 \times D - 219.94$	0.830
تعداد گره در ریشه (بوته) Number of root nodule (per plant)	43.2±2.6 ^a	41.7±2.5 ^a	35.5±1.8 ^b	27.2±1.8 ^c	$y = 0.0033 \times D^2 - 0.6544 \times D + 58.124$	0.941
وزن خشک گره‌ها در هر بوته (گرم) Dry weight of root nodule per plant (g)	0.23±0.01 ^a	0.21±0.01 ^{ab}	0.19±0.01 ^b	0.14±0.01 ^c	$y = 0.00002 \times D^2 - 0.0039 \times D + 0.3154$	0.991
وزن خشک ریشه (گرم در مترمربع) Root dry weight (g m ⁻²)	558±38.2 ^c	652.5±35.4 ^c	870±34 ^b	1099±48.1 ^a	$y = -0.2019 \times D^2 + 31.449 \times D - 123.25$	0.943
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	67.5±1.6 ^c	70±2.1 ^{bc}	74.8±1.9 ^b	81±2.2 ^a	$y = -0.0045 \times D^2 + 0.7283 \times D + 51.67$	0.959
شاخص کلروفیل Chlorophyll index	30.6±0.9 ^c	31.7±1.1 ^{bc}	32.7±1.1 ^b	35.8±1.3 ^a	$y = -0.0009 \times D^2 + 0.1938 \times D + 26.28$	0.994
درجه باردهی Fertility rate	993.6±103.8 ^b	1100.4±64.7 ^b	1565.1±51.6 ^a	1676.8±44.1 ^a	$y = -0.468 \times D^2 + 62.57 \times D - 329.15$	0.832

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری (در سطح احتمال پنج درصد) ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference at 5% probability level using Duncan's multiple range test.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تراکم باقلا قرار گرفت (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسات میانگین بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب از تراکم ۸۰ و ۲۵ بوته باقلا به دست آمد که میزان افزایش این صفت در تراکم ۸۰ بوته باقلا نسبت به تراکم ۲۵ بوته، حدود ۲۰ درصد بود (جدول ۴). نتایج معادلات رگرسیونی نیز نشان داد، در تراکم‌های ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا تغییرات ارتفاع بوته به صورت معادله درجه‌ی دوم با ضریب تبیین ۰/۹۵۹ بود. به نظر می‌رسد به دلیل افزایش تراکم، رقابت برای جذب نور بیشتر شده، در نتیجه گیاهان ارتفاع بیشتری خواهند داشت. به عبارت دیگر گیاهان با افزایش فاصله میان گره‌های خود سعی در جذب بیشتر نور خورشید دارند. Khalil *et al*, (2010) و Singh *et al*, (2013) در آزمایشی جداگانه بیان کردند که افزایش تراکم در باقلا باعث افزایش ارتفاع در این گیاه شد. آنها پیشنهاد کردند که این افزایش در ارتفاع بوته می‌تواند به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان و کاهش میزان نفوذ نور در کانونی باشد.

شاخص کلروفیل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تراکم باقلا بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میزان شاخص کلروفیل از تراکم ۸۰ بوته و کمترین میزان

شاخص کلروفیل از تراکم ۲۵ بوته باقلا به دست آمد که میزان افزایش این صفت در تراکم ۸۰ بوته نسبت به تراکم ۲۵ بوته ۱۷ درصد بود (جدول ۴). بر اساس نتایج معادلات رگرسیونی نیز در تراکم‌های ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا تغییرات شاخص کلروفیل به صورت معادله درجه‌ی دوم با ضریب تبیین ۰/۹۹۴ بود (جدول ۴). Gan *et al*, (2003) بیان کردند که افزایش تراکم در نخودفرنگی از طریق افزایش سطح فتوسنتزکننده باعث افزایش میزان کلروفیل در این گیاه شد.

درجه باردهی

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تراکم باقلا بر درجه باردهی آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسات میانگین تراکم‌های ۸۰ و ۴۰ بوته باقلا دارای بیشترین درجه‌ی باردهی بودند که نسبت به تراکم‌های ۳۵ و ۲۵ بوته (کمترین درجه‌ی باردهی) افزایشی بین ۶۹-۵۸ درصد نشان دادند (جدول ۴). همچنین نتایج معادلات رگرسیونی نشان داد تغییرات درجه باردهی در تراکم‌های ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا به صورت معادله درجه‌ی دوم با ضریب تبیین ۰/۸۳۲ بود (جدول ۴). به کمک این صفت به سهولت می‌توان تراکمی را که در آن حداکثر عملکرد به دست می‌آید، انتخاب نمود. به نظر می‌رسد این نتایج، به دلیل استفاده بهینه از آب و مواد غذایی و تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت بهبود عملکرد در این تراکم‌ها، به دست آمد.

ذرت علوفه‌ای

عملکرد خشک علوفه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، عملکرد خشک علوفه ذرت تحت تأثیر تراکم باقلا، کود نیتروژن و همچنین اثر متقابل بین آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۵). نتایج مقایسات میانگین نیز نشان داد که بیشترین عملکرد خشک علوفه‌ی ذرت از تیمار ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (عدم کشت باقلا+عدم کاربرد کود نیتروژن) دارای افزایش ۱۵۵ درصدی بود (جدول ۶). همچنین نتایج معادلات رگرسیونی تغییرات عملکرد خشک علوفه در مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد در تراکم‌های صفر تا ۴۰ بوته باقلا تغییرات عملکرد علوفه در اثر نیتروژن به صورت معادله درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۵۸۷ تا ۰/۹۶۰ و در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع به صورت خطی با ضریب تبیین ۰/۹۰۰ بود. با توجه به معادله خط به دست آمده مشخص شد که در شرایط عدم کاشت باقلا، مصرف نیتروژن تا ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد علوفه را به همراه داشت، ولی بعد از این مقدار افت عملکرد مشاهده شد. همچنین مشاهده شد که در تراکم‌های ۲۵، ۳۵ و ۴۰ بوته باقلا عملکرد علوفه به ترتیب پس از مقادیر ۱۷۰، ۱۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افت عملکرد نشان داد. همچنین مشاهده شد که در تراکم ۸۰ بوته باقلا، مصرف نیتروژن موجب افزایش خطی عملکرد خشک علوفه شد. با توجه به شیب معادله به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد علوفه ۰/۱۲ کیلوگرم در مترمربع افزایش پیدا می‌کند (جدول ۶). بالا بودن عملکرد در این تیمارها نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به افزایش نیتروژن خاک توسط این تیمارها نسبت داد که از طریق افزایش شاخص‌های رشدی و همچنین افزایش میزان کلروفیل برگ باعث افزایش جذب نور در گیاهان می‌شود و در نتیجه عملکرد خشک علوفه افزایش می‌یابد.

(Vesterager *et al*, 2007) در آزمایشی بیان کردند که عملکرد ذرت در تناوب با لوبیای چشم‌بلیبی دو برابر حالت تک کشتی آن بود. (Maadi *et al*, 2012) گزارش کردند که استفاده از لگوم‌ها به عنوان پیش‌کشت می‌تواند کاربرد کود شیمیایی نیتروژنی را در گندم کاهش دهد. به نظر می‌رسد آبشویی زیاد کود نیتروژن و عدم انطباق زمانی بین نیاز حداکثری گیاه به این عنصر با زمان حداکثری وجود این عنصر در خاک سبب کاهش عملکرد در سطوح بالاتر کود نیتروژن و همچنین تراکم ۸۰ بوته باقلا شده است.

تعداد برگ در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ساده تراکم باقلا، کود نیتروژن و اثر متقابل تراکم باقلا و کود نیتروژن بر تعداد برگ در ذرت علوفه‌ای در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسات میانگین تیمارهای تراکم ۳۵ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تراکم ۲۵ بوته باقلا+۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۲۵ بوته باقلا+۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای بیشترین تعداد برگ در بوته بودند که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۳۸ درصدی از خود نشان دادند (جدول ۶). همچنین نتایج معادلات رگرسیونی تغییرات تعداد برگ در بوته در مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد در تراکم صفر بوته باقلا تغییرات تعداد برگ در بوته در اثر نیتروژن به صورت معادله خطی با ضریب تبیین ۰/۹۵۲ بود و در تراکم‌های ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا به صورت معادله درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۶۶۹ تا ۰/۹۹۹ بود. همچنین مشاهده شد که در تراکم صفر بوته باقلا، مصرف نیتروژن موجب افزایش خطی تعداد برگ در بوته شد. با توجه به شیب معادله به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد برگ در بوته ۰/۸۲ افزایش پیدا می‌کند. در تراکم‌های ۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته باقلا نیز تعداد برگ در بوته به ترتیب پس از مقادیر ۱۷۵، ۱۵۹، ۱۴۲ و ۱۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افت نشان داد (جدول ۶). نیتروژن از عوامل اصلی در تشکیل کلروفیل است و در صورت کمبود این عنصر در گیاه عمل تشکیل کلروفیل مختل خواهد شد. به نظر می‌رسد افزایش تعداد برگ در بوته در این سطوح تیماری به دلیل افزایش عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در خاک و جذب بیشتر آنها توسط گیاه ذرت باشد که این امر منجر به افزایش تقسیم سلول و افزایش میزان جریان عناصر غذایی به این بخش از گیاه شده که در نتیجه این امر تعداد برگ در بوته افزایش می‌یابد (Dolatmand Shahri & Tahmasebi, 2017).

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تراکم باقلا، سطوح مختلف کود نیتروژن و اثر متقابل آنها بر ارتفاع بوته ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسات میانگین بیشترین ارتفاع بوته از تیمارهای تراکم ۴۰ بوته باقلا+۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۲۳ درصدی از خود نشان دادند (جدول ۶). نتایج معادلات رگرسیونی تغییرات ارتفاع بوته در مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد در تراکم‌های صفر تا ۸۰ بوته

باقلا تغییرات ارتفاع بوته در اثر نیتروژن به صورت معادله درجه دوم با ضریب تبیین 0.754 تا 0.997 بود. با توجه به معادله خط به دست آمده مشخص شد که در شرایط عدم کاشت باقلا، مصرف نیتروژن تا 207 کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد برگ در بوته شد، ولی بعد از این مقدار افت عملکرد مشاهده گردید. همچنین در تراکم‌های 25 ، 35 ، 40 و 80 بوته باقلا ارتفاع بوته به ترتیب پس از مقادیر 145 ، 181 ، 121 و 139 کیلوگرم نیتروژن در هکتار افت نشان داد (جدول ۶). به نظر می‌رسد این سطوح تیماری از طریق بهبود جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن خاک باعث افزایش سنتز و جذب مواد غذایی در گیاه شدند که در نتیجه این عمل، طول میان‌گره‌ها و ارتفاع بوته افزایش یافت (Hamzei et al., 2015). Afzal et al, (2012) و (2010) Ansarinia گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن به ترتیب در سورگوم و آفتاب‌گردان باعث افزایش ارتفاع بوته در این گیاه شد.

شاخص برداشت پروتئین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر تراکم باقلا و اثر متقابل تراکم باقلا و کود نیتروژن بر شاخص برداشت پروتئین به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود، اما اثر کود نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵). بررسی مقایسات میانگین نشان داد که تیمار تراکم 35 بوته باقلا $+30$

کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای بیشترین شاخص برداشت پروتئین بود که نسبت به تیمار شاهد افزایش 196 درصدی از خود نشان داد (جدول ۶). همچنین نتایج معادلات رگرسیونی تغییرات شاخص برداشت پروتئین در مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد در تراکم‌های صفر تا 40 بوته باقلا تغییرات شاخص برداشت پروتئین در اثر نیتروژن به صورت معادله خطی با ضریب تبیین 0.890 تا 0.987 و در تراکم 80 بوته باقلا به صورت معادله درجه دوم با ضریب تبیین 0.940 بود. همچنین مشاهده شد که در تراکم صفر تا 40 بوته باقلا، مصرف نیتروژن موجب افزایش خطی شاخص برداشت پروتئین شد. با توجه به شیب معادله در تراکم‌های صفر، 25 ، 35 و 40 بوته باقلا به ازای هر 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار شاخص برداشت پروتئین، به ترتیب $1/5$ ، $1/4$ ، $1/6$ و 0.75 درصد افزایش پیدا می‌کند. همچنین با توجه به معادله خط به دست آمده مشخص شد که در تراکم 80 بوته باقلا، مصرف نیتروژن تا 60 کیلوگرم در هکتار افزایش شاخص پروتئین را به همراه داشته، ولی بعد از این مقدار افت مشاهده گردید (جدول ۶). به نظر می‌رسد که کاشت باقلا از طریق فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن باعث افزایش نیتروژن خاک شده و افزایش جذب نیتروژن توسط گیاهان باعث افزایش میزان کلروفیل و در نهایت افزایش پروتئین در گیاه می‌شود (Hatfield & Prueger, 2004).

جدول ۵- نتایج تجزیه مرکب دو ساله برخی ویژگی‌های ذرت علوفه‌ای تحت تأثیر تراکم بوته باقلا و کود نیتروژن

Table 5. Results of combined analysis of variance on some traits of forage corn at faba bean plant densities and N fertilizer

شاخص برداشت پروتئین	ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته	عملکرد خشک علوفه	درجه آزادی	Source of variance	منابع تغییرات
Protein harvest index	Plant height	Number of leaves per plant	Dry forage yield	df		
11.7^{ns}	40.8^{ns}	0.008^{ns}	0.2^{ns}	1	Year	سال
3.7^{ns}	11.6^{ns}	1.1^{ns}	0.005^{ns}	4	Year×Replication	سال×تکرار
142.5^{**}	50.7^{**}	3.9^{**}	0.7^{**}	4	Faba bean density	تراکم باقلا
2.8^{ns}	0.02^{ns}	0.008^{ns}	0.04^{ns}	4	Year×faba density density	تراکم باقلا×سال
71.0^{ns}	104.3^{**}	11.8^{**}	1.1^{**}	3	N fertilizer	کود نیتروژن
3.4^{ns}	0.3^{ns}	0.008^{ns}	0.01^{ns}	3	Year×N fertilizer	سال×کود نیتروژن
2.6^*	21.8^{**}	2.2^{**}	0.3^{**}	12	Faba bean density ×N fertilizer	تراکم بوته باقلا×کود نیتروژن
0.9^{ns}	0.3^{ns}	0.008^{ns}	0.01^{ns}	12	Faba bean density ×N fertilizer ×Year	سال×کود نیتروژن×تراکم باقلا
4.5	19.2	1.2	0.05	76	Error	خطا
17.7	10.5	11.2	19.1	—	C.V (%)	ضریب تغییرات
0.497^{ns}	0.653^{ns}	0.062^{ns}	4.5^{ns}	1	Bartlett	بارلت

ns ، * و ** : به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

** ، * and ns : Significant difference at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ and not significant respectively

جدول ۶- نتايج مقايسه ميانگين اثرات متقابل تراكم باقلا و نيتروژن و مدل رگرسيونى سطوح نيتروژن بر پارامترهاى اندازه‌گيرى شده ذرت علوفه‌اى در تناوب با باقلا
Table 6. Mean of faba bean density and nitrogen levels interaction effects and regration equations of nitrogen parameters at faba bean rotation

صفات Traits	تراكم بوته (بوته/مترمربع) Plant density	نيتروژن (كيلوگرم در هكتار) Nitrogen (kg ha ⁻¹)				معادله رگرسيون Reg. Eq.	ضريب تبیین R ²
		0	100	200	300		
عملکرد خشك علوفه (كيلوگرم در مترمربع) Dry forage yield	0	0.9±0.04 ^g	1.1±0.03 ^{cdef}	1.2±0.05 ^{cd}	1.1±0.02 ^{cde}	y = -0.000005×N ² + 0.0019×N + 0.99	0.900
	25	0.9±0.05 ^{fg}	1.1±0.06 ^{cdef}	1.2±0.02 ^{bc}	1.0±0.05 ^{defg}	y = -0.00001×N ² + 0.0034×N + 0.89	0.960
	35	1.1±0.03 ^{cdef}	1.2±0.04 ^{bc}	1.4±0.03 ^b	1.2±0.07 ^{cde}	y = -0.000008×N ² + 0.0028×N + 1.07	0.736
	40	1.2±0.10 ^{bc}	1.4±0.10 ^b	2.3±0.03 ^a	0.9±0.04 ^{defg}	y = -0.00004×N ² + 0.012×N + 1.05	0.587
تعداد برگ در بوته Number of leaves	80	1.0±0.05 ^{defg}	1.2±0.10 ^c	1.2±0.05 ^c	1.4±0.06 ^b	y = 0.0012×N + 1.02	0.900
	0	8.0±0.4 ⁱ	8.7±0.2 ^h	10.0±0.3 ^d	10.3±0.4 ^b	y = 0.0082x + 8.02	0.952
	25	9.0±0.4 ^g	9.3±0.2 ^f	10.0±0.4 ^d	9.0±0.4 ^g	y = -0.00003×N ² + 0.0105×N + 8.89	0.669
	35	9.0±0.4 ^g	10.3±0.4 ^b	11.0±0.6 ^a	9.7±0.2 ^e	y = -0.00007×N ² + 0.0223×N + 8.93	0.955
ارتفاع بوته Plant height (cm)	40	9.7±0.2 ^e	11.0±0.6 ^a	11.0±0.7 ^a	9.0±0.4 ^g	y = -0.00008×N ² + 0.0227×N + 9.66	0.991
	80	9.7±0.4 ^e	10.0±0.4 ^d	10.2±0.3 ^e	10.3±0.2 ^b	y = -0.00004×N ² + 0.0136×N + 9.00	0.999
	0	142.7±1.5 ^j	165.2±1.5 ^f	168.5±1.5 ^{cde}	168.5±1.5 ^{cde}	y = -0.0006×N ² + 0.2495×N + 143.5	0.972
	25	158.2±2.1 ⁱ	167.8±1.7 ^{de}	169.2±2 ^c	160.3±1.1 ^h	y = -0.0005×N ² + 0.1465×N + 158.1	0.997
شاخص برداشت پروتئين Protein harvest Index	35	165.7±1.4 ^f	169.7±1.8 ^c	172±1.7 ^b	167.3±2.2 ^e	y = -0.0002×N ² + 0.0724×N + 165.44	0.938
	40	169.5±1.6 ^e	175.3±1.9 ^a	175.8±2.1 ^a	157.5±1.5 ⁱ	y = -0.0006×N ² + 0.1452×N + 168.83	0.958
	80	163.2±0.8 ^g	168.8±1.2 ^{cd}	165.6±1.5 ^f	172.2±1.6 ^b	y = -0.0002×N ² + 0.0555×N + 163.7	0.754
	0	5.5±0.2 ^j	7.2±0.2 ⁱ	8.2±0.2 ⁱ	10.1±0.7 ^h	y = 0.0148×N + 5.53	0.987
	25	10.8±0.3 ^{gh}	12.5±0.3 ^{efg}	12.6±0.3 ^{efg}	15.3±0.5 ^{ab}	y = 0.0136×N + 10.76	0.890
	35	11.1±0.3 ^{gh}	13.7±0.5 ^{bcd}	14.5±0.7 ^{bc}	16.3±1.1 ^a	y = 0.0164×N + 11.44	0.960
	40	12±0.7 ^{efg}	12.9±1.4 ^{def}	13.2±0.7 ^{cde}	14.4±0.9 ^{bc}	y = 0.0075×N + 12	0.954
	80	11.9±1.9 ^{gh}	12.2±0.6 ^{efg}	12.3±1.6 ^{efg}	13.9±0.5 ^{bed}	y = 0.00003×N ² - 0.0036×N + 11.985	0.940

در هر ستون ميانگين‌هاى دارى حروف مشترك تفاوت معنى‌دارى با آزمون دانكن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
Similar letter in each column indicate no significant difference at 5% probability level using Duncan's multiple range test.

جدول ۷- نتايج تجزيه مركب دو ساله بر خى ويژگي‌هاى ذرت علوفه‌اى تحت تاثير تراكم بوته باقلا و كود نيتروژن

Table 7. Results of combined analysis of variance on some traits of forage corn at faba bean plant densities and N fertilizer

منابع تغييرات	Source of variance	درجه آزادى df	شاخص كلروفيل Chlorophyll index	كارآيى جذب نيتروژن Nitrogen uptake efficiency	كارآيى فيزيولوژيك نيتروژن Nitrogen physiological efficiency
سال	Year	1	22.5 ^{ns}	575.5 ^{ns}	0.1 ^{ns}
سال×تكرار	Year×Replication	4	33.6 ^{ns}	310.3 ^{ns}	0.1 ^{ns}
تراكم باقلا	Faba bean density	4	283.4 ^{**}	5476.2 ^{**}	0.04 ^{ns}
تراكم باقلا×سال	Year×faba density density	4	1.8 ^{ns}	47.4 ^{ns}	0.02 ^{ns}
كود نيتروژن	N fertilizer	3	735.5 ^{**}	20264.5 ^{**}	0.3 ^{**}
سال×كود نيتروژن	Year×N fertilizer	3	0.3 ^{ns}	168.3 ^{ns}	0.01 ^{ns}
تراكم بوته باقلا×كود نيتروژن	Faba bean density×N fertilizer	12	224.1 ^{**}	7145.4 ^{**}	0.1 ^{**}
سال×كود نيتروژن×تراكم باقلا	Faba bean density×N fertilizer ×Year	12	0.7 ^{ns}	49.2 ^{ns}	0.01 ^{ns}
خطا	Error	76	150.7	179.1	0.02
ضريب تغييرات	C.V (%)	-	7.4	14.9	33.8
بارتلت	Bartlett	1	0.481 ^{ns}	0.063 ^{ns}	7.635 ^{ns}

^{ns}, * و **: به ترتيب عدم وجود اختلاف معنى دار، معنى دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

^{ns}, * and ** Significantly difference at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ and not significant respectively

همچنين در تراكم‌هاى ۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته باقلا شاخص كلروفيل به ترتيب پس از مقادير ۲۴۱، ۲۴۶، ۱۳۸ و ۱۹۹ كيلوگرم نيتروژن در هكتار افت نشان داد (جدول ۸). نيتروژن از عناصر ضرورى در ساختار كلروفيل است و چهار اتم نيتروژن در ساختار هر كلروفيل وجود دارد. با افزايش ميزان نيتروژن در خاك و افزايش ميزان جذب اين عنصر توسط گياهان ميزان كلروفيل در برگ نيز افزايش خواهد يافت (Guler et al., 2006). Shoaie et al, (2009) بيان كردند كه كشت لگوم‌ها به عنوان پيش كشت براى گياهان غير لگومى باعث بهبود خواص فيزيكى و شيميايى خاك و به خصوص نيتروژن در خاك مى‌شود. Yoseftabar et al, (2012) گزارش كردند كه استفاده از كود نيتروژن باعث افزايش شاخص كلروفيل در برنج شده است.

كارآيى جذب نيتروژن

نتايج تجزيه واريانس مركب نشان داد كه اثر تراكم باقلا، كاربرد نيتروژن و اثرات متقابل آنها بر كارآيى جذب نيتروژن در سطح احتمال يك درصد معنى دار بود (جدول ۷). بر اساس نتايج مقايسات ميانگين تيمارهاى تراكم ۲۵ بوته باقلا+عدم كاربرد كود، تراكم ۳۵ بوته باقلا+عدم كاربرد كود و تراكم ۴۵ بوته باقلا+عدم كاربرد كود داراى بيشترين ميزان كارآيى جذب نيتروژن بودند (جدول ۸).

از سويى ديگر افزايش شاخص برداشت پروتئين را مى‌توان به افزايش قابليت دسترسى گياهان به نيتروژن در سطوح بالاتر كود نسبت داد كه باعث افزايش جذب اين عنصر و تحريك سطح فتوسنتز كننده، افزايش رشد رويشى و توليد ماده خشك در گياه مى‌شود.

شاخص كلروفيل

نتايج تجزيه واريانس مركب نشان داد كه اثر تراكم باقلا، كاربرد نيتروژن و اثرات متقابل آنها بر شاخص كلروفيل در سطح احتمال يك درصد معنى دار بود (جدول ۷). نتايج مقايسات ميانگين نيز نشان داد كه تيمار تراكم ۴۰ بوته باقلا+كاربرد ۲۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار داراى بيشترين ميزان شاخص كلروفيل بود كه نسبت به تيمار شاهد داراى افزايش ۲۷ درصدى بود (جدول ۸).

نتايج معادلات رگرسيونى تغييرات شاخص كلروفيل در مقادير مختلف نيتروژن نيز نشان داد در تراكم‌هاى صفر تا ۸۰ بوته باقلا تغييرات شاخص كلروفيل در اثر نيتروژن به صورت معادله درجه دوم با ضريب تبئين ۰/۴۶۱ تا ۰/۹۸۹ بود. با توجه به معادله خط به دست آمده مشخص شد كه در شرايط عدم كاشت باقلا، مصرف نيتروژن تا ۲۸۹ كيلوگرم در هكتار باعث افزايش شاخص كلروفيل شد، ولى پس از اين مقدار افت عملکرد مشاهده گرديد.

جدول ۸- نتايج مقايسه ميانگين اثرات متقابل تراكم باقلا و نيتروژن و مدل رگرسيونى سطوح نيتروژن بر پارامترهاى اندازه‌گيرى شده ذرت علوفه‌اى در تناوب با باقلا

Table 8. Mean of faba bean density and nitrogen levels interaction effects and regation equations of nitrogen levels on corn parameters at faba bean rotation

صفات Traits	تراكم بوته (بوته/مترمربع) Plant density	نيتروژن (كيلوگرم در هكتار) Nitrogen (kg ha ⁻¹)				معادله رگرسيون Reg. Eq.	R ² تبیین
		0	100	200	300		
شاخص كلروفيل Chlorophyll Index	0	36.5±4 ^k	40.5±4.4 ^{gh}	42.8±3.3 ^e	41.3±3.5 ^f	y = -0.0001×N ² + 0.0579×N + 36.395	0.989
	25	38.7±2.8 ^g	41±2.5 ^{gh}	43.3±2.3 ^d	40±4 ^h	y = -0.0001×N ² + 0.0482×N + 38.42	0.861
	35	40.7±2.5 ^g	43.7±2 ^d	45.3±2.8 ^b	42.8±2.9 ^e	y = -0.0001×N ² + 0.0492×N + 40.565	0.967
	40	43.8±3 ^d	45.6±2.3 ^{ab}	46.2±2.3 ^a	38.7±2.8 ^j	y = -0.0002×N ² + 0.055×N + 43.455	0.931
	80	39.3±1.9 ⁱ	44.5±2 ^e	40.8±2.2 ^{fg}	40.8±2.6 ^{fg}	y = -0.0001×N ² + 0.0398×N + 39.93	0.461
كاراى جذب نيتروژن (kg kg ⁻¹) Nitrogen uptake efficiency	0	0 ^j	126±7.5 ^b	77.1±4.5 ^f	61.2±4.3 ^{gh}	y = -0.0035×N ² + 1.199×N + 10.395	0.733
	25	150.9±7.5 ^a	102.3±5.1 ^d	78.7±5.3 ^f	57.7±3.9 ^{gh}	y = -0.3032×N + 142.88	0.955
	35	141±3.8 ^a	102.3±6.1 ^c	96.3±5 ^{de}	66.8±3.2 ^g	y = -0.2286×N + 135.89	0.935
	40	147.7±5.5 ^a	103.6±2.7 ^d	89.2±3.3 ^e	46.8±2.6 ⁱ	y = -0.3171×N + 144.39	0.967
	80	128.3±5.6 ^b	93.5±9.5 ^{de}	62.3±8 ^{gh}	54.1±2.4 ^{hi}	y = -0.2538×N + 122.62	0.942
كاراى فيزيولوژيك نيتروژن (kg kg ⁻¹) Nitrogen physiological efficiency	0	0 ^{je}	0.43±0.1 ^a	0.4±0.06 ^a	0.26±0.06 ^{bc}	y = -0.00001×N ² + 0.005×N + 0.0175	0.947
	25	0.15±0.03 ^{def}	0.14±0.04 ^{def}	0.2±0.02 ^{bed}	0.05±0.01 ^{efg}	y = -0.000004×N ² + 0.0008×N + 0.136	0.665
	35	0.17±0.03 ^{bed}	0.17±0.03 ^{bed}	0.21±0.02 ^{bed}	0.11±0.04 ^{def}	y = -0.000003×N ² + 0.0006×N + 0.161	0.682
	40	0.24±0.02 ^{bc}	0.25±0.02 ^{bc}	0.27±0.03 ^b	0.02±0.01 ^{fg}	y = -0.000007×N ² + 0.0013×N + 0.226	0.905
	80	0.07±0.03 ^{defg}	0.18±0.05 ^{bed}	0.21±0.05 ^{bed}	0.18±0.06 ^{bed}	y = -0.000004×N ² + 0.0014×N + 0.071	0.998

در هر ستون ميانگين‌هاى دارى حروف مشترك تفاوت معنى دارى با آزمون دانكنى در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Similar letter in each column indicate no significant difference at 5% probability level using Duncan's multiple range test.

نتايج معادلات رگرسيونى تغييرات كارآيى جذب نيتروژن در مقادير مختلف نيتروژن نشان داد در تراكم صفر بوته باقلا تغييرات كارآيى جذب در اثر نيتروژن به صورت معادله درجه دوم با ضريب تبیین ۰/۷۳۳ بود و در تراكم‌هاى ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا تغييرات كارآيى جذب در اثر نيتروژن به صورت معادله خطى با ضريب تبیین ۰/۹۳۵ تا ۰/۹۶۷ بود. با توجه به معادله خط به دست آمده مشخص شد كه در شرايط عدم كاشت باقلا، مصرف نيتروژن تا ۱۷۱ كيلوگرم در هكتار باعث افزايش كارآيى جذب شد، ولى بعد از اين مقدار افت عملکرد مشاهده گرديد. همچنين مشاهده شد كه در تراكم ۲۵ تا ۸۰ بوته باقلا، مصرف نيتروژن موجب كاهش خطى كارآيى جذب نيتروژن شد. با توجه به شیب معادله در تراكم‌هاى ۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته باقلا به ازاي هر ۱۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار كارآيى جذب نيتروژن، به ترتيب ۳۰، ۲۲، ۳۱ و ۲۵ كيلوگرم در كيلوگرم كاهش پيدا مى كند (جدول ۸). Tariq Jan et al, (2010). نشان دادند كه آزادسازى تدريجى نيتروژن (نيتروژن آزادشده از بقايای گیاهی و گیاهان كود سبز) نسبت به آزادسازى سريع آن (نيتروژن آزادشده از كودهاى شيميايى) باعث افزايش كارآيى جذب نيتروژن در گندم شد. Aulakh et al, (2012). گزارشى بيان كردند كه استفاده از سويا در تناوب به همراه حفظ بقايای گیاهی آن در مزرعه منجر به افزايش كارآيى جذب نيتروژن در گندم شد. در حالى كه Lopez et al., (2001) در بررسى تناوب‌هاى مختلف زراعى نظير گندم - آفتابگردان، گندم - نخود، گندم - باقلا، گندم - آيش و گندم - گندم و سطوح مختلف كود نيتروژن (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ كيلوگرم در هكتار) تحت سيستم‌هاى بدون شخم و شخم فشرده دريافتند كه در سيستم‌هاى تك كشتى و سطوح پايين نيتروژن، كمترين ميزان جذب نيتروژن در گندم مشاهده شد.

كارآيى فزيولوژيک نيتروژن

بر اساس نتايج تجزيه واريانس مركب، اثر كود نيتروژن و اثر متقابل تراكم باقلا و كود نيتروژن بر كارآيى فزيولوژيک نيتروژن در سطح يك درصد معنى دار شد، اما اثر ساده تراكم باقلا بر اين صفت تفاوت معنى داری نشان نداد (جدول ۷). نتايج مقايسات ميانگين نشان داد كه بيشترين كارآيى

منابع

1. Abbasi, M.K., Khaliq, A., Shafiq, M., Kazmi, M., and Imran, A. 2010. Comparatative effectiveness of urea N, poultry manure and their combination in changing soil properties and maize productivity under rainfed conditions in northeast Pakistan. *Experimental Agriculture* 46: 211-230.
2. Afzal, M., Ahmad, A., and Ahmad, A.U. H. 2012. Effect of nitrogen on growth and yield of sorghum forage under three cutting system. *Cercetari Agronomice in Moldova* 4(152): 57-64.

فزيولوژيک نيتروژن در ذرت علوفه‌اى در تيمارهاى عدم كشت باقلا+كاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار به دست آمد (جدول ۸). نتايج معادلات رگرسيونى تغييرات كارآيى فزيولوژيک نيتروژن در مقادير مختلف نيتروژن نيز نشان داد در تراكم‌هاى صفر تا ۸۰ بوته باقلا تغييرات كارآيى فزيولوژيک در اثر نيتروژن به صورت معادله درجه دوم با ضريب تبیین ۰/۶۶۵ تا ۰/۹۹۸ بود. با توجه به معادله خط به دست آمده مشخص شد كه در شرايط عدم كاشت باقلا، مصرف نيتروژن تا ۲۵۰ كيلوگرم در هكتار باعث افزايش كارآيى فزيولوژيک شد ولى بعد از اين مقدار، افت عملکرد مشاهده گرديد. همچنين در تراكم‌هاى ۲۵، ۳۵، ۴۰ و ۸۰ بوته باقلا كارآيى فزيولوژيک به ترتيب پس از مقادير ۱۰۰، ۱۰۰، ۹۳ و ۱۷۵ كيلوگرم نيتروژن در هكتار افت نشان داد (جدول ۸). با توجه به نتايج به دست آمده به نظر مى رسد كه در تيمارهاى استفاده از باقلا در تناوب به همراه كاربرد كود نيتروژن، نيتروژن به صورت كامل توسط ذرت مورد استفاده قرار نمى گيرد و بخشى از آن از دسترس گياه خارج مى شود كه به دنبال آن كارآيى فزيولوژيک نيتروژن در گياه كاهش مى يابد. (Hasanalideh & Hojati (2012). گزارش كردند كه با افزايش مقدار نيتروژن در كلزا، كارآيى فزيولوژيک نيتروژن كاهش يافت.

نتيجه گيرى

نتايج حاصل از اين پژوهش نشان داد كه كاربرد تلفيقي كود شيميايى نيتروژن و قرارگيرى باقلا در سيستم تناوبى مى تواند به عنوان روشى مناسب در جهت افزايش عملکرد خشك علوفه ذرت مورد استفاده قرار گيرد. به عبارت ديگر به نظر مى رسد قرارگيرى باقلا در تناوب و حفظ بقايای آن در خاك از طريق افزايش نيتروژن خاك، باعث افزايش عملکرد و اجزای عملکرد در ذرت علوفه‌اى گرديد. با توجه به نتايج حاصل از اين آزمایش و معادلات رگرسيونى، تراكم ۴۰ بوته باقلا+۲۰۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار نسبت به ساير تيمارها، ضمن كاهش مصرف كود نيتروژن، باعث افزايش عملکرد در ذرت علوفه‌اى شد، در نتيجه در مكان‌هاى با شرايط آب و هوايى مشابه استفاده از اين تيمار توصيه مى شود.

3. Afzalnia, S., and Zabihi, J. 2014. Soil compaction variation during corn growing season under conservation tillage. *Soil and Tillage Research* 137: 1-6.
4. Al-Suhaibani, N., El-Hendawy, S., and Schmidhalter, U. 2013. Influence of varied plant density on growth, yield and economic return of drip irrigated Faba bean (*Vicia faba* L.). *Turkish Journal of Field Crops* 18(2): 185-197.
5. Ansarinia, E. 2010. Effect of irrigation and nitrogen levels on yield and agronomical traits of sunflower. MSc. Thesis in Agriculture. Department of Agriculture, Azad University of Birjand, Iran. (in Persian).
6. Aulakh, M.S., Manchanda, J.S., Garg, A.K., Kumar, S., Dercon, G., and Nguyen, M. 2012. Crop production and nutrient use efficiency of conservation agriculture for soybean-wheat rotation in the Indo-Gangetic Plains of Northwestern India. *Soil & Tillage Research* 120: 50-60.
7. Berkenkamp, B., and Meeres, J. 1986. Faba bean as forage in the parklands of Alberta. *Canadian Journal of Plant Science* 66: 167-169.
8. Beslemes, D.F., Tigka, E.L., Efthimiadis, P., and Danalatos, N.G. 2013. Maize biomass production, N-use efficiency and potential bioethanol yield, under different cover cropping managements, nitrogen fluxes and soil types, in Mediterranean climate. *Journal of Agriculture Science* 5(7): 189-205.
9. Chen, Y., and Barak, Ph. 1982. Iron nutrition of plants in Calcareous soils. *Advances in Agronomy* 35: 217-240.
10. Chen, Z.M., Wang, Q., Wang, H.Y., Bao, L., and Zhou, J.M. 2018. Crop yields and soil organic carbon fractions as influenced by straw incorporation in a rice-wheat cropping system in southeastern China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 112: 61-73.
11. Demari, G.H., Ca, I.R., Monteiro, C.J.B., and T Pedó, T. 2016. Importance of NITR. *Journal of Current Research* 8(08): 36629-36634.
12. Dolatmand Shahri, N., and Tahmasebi, I. 2017. Effect of nitrogen and plant density on photosynthetic capacity, yield components and seed yield of Corn cultivar 'Mv500' in summer planting. *Journal of Crop Production and Processing* 7(1): 87-99.
13. El-Gizawy, N.Kh.B. 2009. Effects of nitrogen rates and plant density on agronomic nitrogen use efficiency and maize yield following wheat and Faba bean. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environ Science* 5(3): 378-386.
14. Entz, M.H., Baron, V.S., Carr, P.M., Meyer, D.W., Smith, S.R., and McCaughey, W.P. 2002. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 94: 240-250.
15. Etemadi, F., Hashemi, M., Zandvakili, O., and Sadeghpour, A. 2018. Nitrogen contribution from winter-killed faba bean cover crop to spring-sown sweet corn in conventional and no-till systems. *Agronomy Journal* 110(2): 455-462.
16. Gan, Y.T., Miller, P.R., Mc Conkey, B.G., Zentner, R.P., Liu, P.H., and McDonald, C.L. 2003. Optimum plant population density for chickpea and dry pea in a semiarid environment. *Canadian Journal of Plant Science* 83: 1-9.
17. Gezahegn, M.A. 2019. Review on effect of plant density and planting arrangement on faba bean production. *World Journal of Agricultural Sciences* 15(4): 261-268.
18. Ghazvineh, S., and Yousefi, M. 2012. Study the Effect of micronutrient application on yield and yield components of Maize. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 12(2): 144-147.
19. Guler, S., Hayriye Ibrikci, H., and Buyuk, G. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. *Asian Journal of Plant Science* 5(4): 657-662.
20. Hamzei, J., Seyedi, M., and Babaei, M. 2015. Effect of density and nitrogen on seed quantity and quality of winter rapeseed in Hamedan conditions. *Crop Production* 8(1): 143-159. (in Persian).
21. Harries, E., Carmona, L., Muñoz, A., Ibeas, J.I., Read, N.D., Gandía, M., and Marcos, J.F. 2013. Genes involved in protein glycosylation determine the activity and cell internalization of the antifungal peptide PAF26 in *Saccharomyces cerevisiae*. *Fungal Genetics and Biology* 58: 105-115.
22. Hasanali deh, A.H., and Hojati, M. 2012. Enhancing yield and nitrogen use efficiency of *Brassica Napus* L. using an integrated fertilizer management. *Advances in Environmental Biology* 6(2): 641-647.
23. Hatfield, J.L., and Prueger, J.H. 2004. Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. *Crop Science* 26: 156-168.
24. Huggins, D.R., and Pan, W.L. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. *Agronomy Journal* 85: 898-905.

25. Iqbal, M.S., Hafeez, M.N., Wattoo, J.I., Ali, A., Sharif, M.N., and Rashid, B. 2016. Prediction of host-derived miRNAs with the potential to target PVY in potato plants. *Front Genetics* 7: 159.
26. Issaka, F., Zhang, Z., Zhao, Z.Q., Asenso, E., Li, J.H., and Li, Y.T. 2019. Sustainable conservation tillage improves soil nutrients and reduces nitrogen and phosphorous losses in maize farmland in Southern China. *Sustainability* 11: 2397.
27. Jensen, E.S., Peoples, M.B., and Hauggaard-Nielsen, H. 2010. Faba bean in cropping systems. *Field Crop Research* 115: 203-216.
28. Kebede, M., Sharma, J.J., Tana, T., and Nigatu, L. 2015. Effect of plant spacing and weeding frequency on weed infestation, yield components, and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Eastern Ethiopia. *East African Journal of Sciences* 9: 1-14.
29. Khalghani, J., and Koocheki, A. 1996. Understanding the Basics of Crop Production (Ecophysiological Approach). Ferdowsi University of Mashhad Press. 369 p.
30. Khalil, S.K., Wahab, A., Rehman, A., Muhammad, F., Wahab, S., Khan, A.Z., Zubair, M., Shah, M.K., Khalil, I.H., and Amin, R. 2010. Density and planting date influence phenological development assimilate partitioning and dry matter production of faba bean. *Pakistan Journal of Botany* 42(6): 3831-3838.
31. Lamptey, S., Li, L., and Yeboah, S. 2018. Reduced tillage practices without crop retention improved soil aggregate stability and maize (*Zea mays* L.) yield. *Ghana Journal of Horticulture* 13(1): 50-69.
32. Lamptey, S., Yeboah, S., and Li, L. 2018. Response of maize forage yield and quality to nitrogen fertilization and harvest time in semi-arid Northwest China. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry* 1: 1-10.
33. Liu, G.Z., Hou, P., Xie, R.Z., Ming, B., Wang, K.R., Xu, W.J., Liu, W.M., Yang, Y.S., and Li, S.K. 2017. Canopy characteristics of high-yield maize with yield potential of 22.5 Mg ha⁻¹. *Field Crops Research* 213: 221-230.
34. Liu, S., Xing, J., Westervelt, D.M., Liu, S., Ding, D., Fiore, A.M., Kinnev, P.L., Zhang, Y., He, M.Z., Zhang, H., Sahu, S.K., Zhang, F., Zhao, B., and Wang, S. 2021. Role of emission controls in reducing the 2050 climate change penalty for PM_{2.5} in China. *Science Total Environment* 765: 144338.
35. Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R.J., Castillo, J.E., and Lopez-Bellido, F.J. 2001. Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat. *Field Crops Research* 72: 197-210.
36. Maadi, B., Fathi, G., Siadat, S.A., Alami Saeid, K., and Jafari, S. 2012. Effects of preceding crops and nitrogen rates on grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Applied Sciences Journal* 17(10): 1331-1336.
37. Mohamed, S.S.E., and Babiker, H.M. 2012. Effects of Rhizobium inoculation and urea fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.) production in a semi-desert zone. *Advances in Environmental Biology* 6: 824-830.
38. Naderi, F., Siadat, S.A., and Rafiee, M. 2010. Effect of planting date and plant density on grain yield and yield components of two maize hybrids as second crop in Khorram Abad. *Iranian Journal of Crop Sciences* 12: 31-41. (in Persian with English abstract).
39. Ojiem, J.O., Franke, A.C., Vanlauwe, B., de Ridder, N., and Giller, K.E. 2014. Benefits of legume-maize rotations: assessing the impact of diversity on the productivity of smallholders in Western Kenya. *Field Crop Research* 168: 75-85.
40. Olojugba, M.R., and Ibiloye, J.O. 2019. Inter and active effect of tillage and nitrogen fertilizer on Maize (*Zea mays* L.) performance on a humid Alfisol Southwestern, Nigeria. *Asian Journal Soil Science and Plant Nutrition* 1-11.
41. Perry, L.J., and Compton, W.A. 1977. Serial measures of dry matter accumulation and forage quality of leaves, stalks and ear of three maize hybrids. *Agronomy Journal* 69: 751-755.
42. Prusiński, J. 2022. Effect of row spacing and plant density on the yield of Faba bean under very differentiated humidity conditions. *Journal of Agricultural Science* 14(1): 1-10.
43. Sangoi, L., Ernani, P.R., and Da Silva, P.R.F. 2007. Maize response to nitrogen fertilization timing in two tillage systems in a soil with high organic matter content. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31: 507-517.
44. Seyedi, M., Hamzei, J., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M.A. 2012. The evaluation of weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. *Sustainable Agricultural and Production Science* 22(3): 101-114. (in Persian with English abstract).
45. Shoaee, Sh., Rafiei, F., and Kashani, A. 2009. Effect of crop rotation and nitrogen fertilizer on N, P, K concentration and wheat yield. *New Agricultural Science* 5(17): 27-36. (in Persian with English abstract).

46. Siczek, A., and Lipiec, J. 2016. Impact of Faba bean-seed Rhizobial inoculation on microbial activity in the rhizosphere soil during growing season. *International Journal of Molecular Sciences* 17: 784.
47. Singh, A.K., Bhatt, B.P., Sundaram, P.K., Gupta, A.K., and Singh, D. 2013. Planting geometry to optimize growth and productivity in faba bean (*Vicia faba* L.) and soil fertility. *Journal of Environmental Biology* 34(1): 117.
48. Tadayyon, M.R., and Ghorbaninejad, A.J. 2012. Effect of supplementary irrigation and compost application on morphological traits and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Pulses Research* 3(2): 31-44. (in Persian with English abstract).
49. Tariq Jan, M., Jamal Khan, M., Khani, A., Arifi, M., Shafi, M., and Farmanullah, H. 2010. Wheat nitrogen indices response to nitrogen source and application time. *Pakistan Journal of Botany* 42 (6): 4267-4279.
50. Tolera, A., Daba, F., and Friesen, D.K. 2009. Effects of crop rotation and N-P fertilizer rate on grain yield and related characteristics of Maize and soil fertility at Bako Western Oromia, Ethiopia. *East African Journal of Science* 3: 70-79.
51. Uzoh, I.M., Arizechukwu Igwe, Ch., Okebalama, C.B., and Babalola, O.O. 2019. Legume-maize rotation effect on maize productivity and soil fertility parameters under selected agronomic practices in a sandy loam soil. *Scientific Reports* 9: 8539.
52. Vesterager, J.M., Nielsen, N.E., and Høgh-Jensen, H. 2007. Nitrogen budgets in a crop sequences with or without phosphorus fertilized cowpea in the maize based cropping 104 system of semi-arid eastern Africa. *African Journal of Agricultural Research* 2(6): 261-268.
53. Wasaya, A., Tahir, M., Yasir, T.A., Akram, M., Farooq, O., and Sarwar, N. 2018. Soil physical properties, nitrogen uptake and grain quality of maize (*Zea mays* L.) as affected by tillage systems and nitrogen application. *Italian Journal of Agronomy* 13(4): 324-331.
54. Xiao, K., Xu, J., Tang, C., Zhang, J., and Brookes, P.C. 2013. Differences in carbon and nitrogen mineralization in soils of differing initial pH induced by electro kinesis and receiving crop residue amendments. *Soil Biology & Biochemistry* 67: 70-84.
55. Yoseftabar, S., Fallah, A., and Daneshian, J. 2012. Effect of split application of nitrogen fertilizer on SPAD value in hybrid rice. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4: 647-651.



Nitrogen fertilizer and faba bean density as sources of nitrogen supply in sustainable production of forage corn

Ghorbi¹, Samaneh; Ebadi^{2*}, Ali; Khomari³, Saeid; and Hashemi⁴, Masoud

1. PhD. Candidate of Agronomy, Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; smn.ghorbi.ch@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0125-5924
2. Professor, Agronomy, Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; ali.ebadi.khazineh@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6486-6757
3. Associate Professor, Agronomy, Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran; saeid.khomari@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4926-5320
4. Professor, Agronomy, Crop Physiology, Stockbridge School of Agriculture, University of Massachusetts, Amherst, MA, USA; masoud@umass.edu; ORCID: 0000-0002-6126-4208

The Dates:

Received: 12 February 2022; Revised: 11 July 2022
Accepted: 27 June 2022; Available Online: 5 September 2022

How to cite this article:

Ghorbi, S., Ebadi, A., Khomari, S., and Hashemi, M. 2022. The use of nitrogen fertilizer and faba bean density as sources of nitrogen supply in sustainable production of forage corn. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 121-138. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2202-1025

Introduction

Some studies have reported that application of chemical fertilizers, especially nitrogen, is one of the most appropriate methods to increase crop production and maintain food security in the world. However, it should also be noted that the improper use of nitrogen fertilizers can disrupt natural ecosystems. Alternative methods can be used to prevent this, such as the use of plants with biological nitrogen fixation (e.g., legumes). Faba bean is one of the most important varieties of this family (Fabaceae) and contains 24-30% protein and 51-68% carbohydrates. This plant is one of the most important species of the genus (*Vicia*) and has a high yield compared to other legumes. Due to its environmental, economic and agroecological performance, faba bean can improve the sustainability of agricultural ecosystems. Corn (*Zea mays* L.) is one of the most important annual cereals. However, maize cultivation is not economical because it requires nitrogen fertilizer, and improper use of nitrogen also increases ecosystem instability. Incorporating legumes into cropping systems is critical for sustainable management of agricultural systems and reducing nitrogen fertilizer requirements for corn production.

Materials and Methods

A two-year experiment was conducted in 2018-2019 as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications at the research farm of the Faculty of Agriculture and Natural Resources, university of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. The experimental treatments were different plant densities of faba bean (25, 35, 40 and 80 plants m⁻²) and different nitrogen fertilizer rates (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹) of forage corn. In this experiment, the faba bean variety Shadan was planted and manually harvested at the physiological maturity stage. The corn variety was a single cross hybrid 201, which was planted at a density of 80000 plants ha⁻¹ in the rows with faba bean residues. At the V₅ stage of corn, N fertilizer (as urea) was applied in 3 stages. Three corn plants were harvested at the milk stage and then oven dried at 70°C for 72 h and weighed. Traits studied in this experiment included chlorophyll index, plant height, root nodule dry weight, root dry weight, number of root nodules, and grain yield in faba bean, and chlorophyll index, protein harvest index, plant height, number of leaves per plant, physiological nitrogen

* Corresponding Author: ali.ebadi.khazineh@gmail.com

efficiency, nitrogen uptake efficiency, and dry matter yield in forage corn. Statistical analysis of data was performed using SAS 9.4 software, and significant differences between treatment means were tested using the Duncan's Multiple Range Test at $P < 0.05$.

Results and Discussion

Faba bean

The highest grain yield (g m^{-2}), plant height (cm) and chlorophyll index of faba bean were obtained at the density of 80 plant m^{-2} . At the densities of 25 and 35 plants m^{-2} , the number of root nodules and the dry weight of root nodules (g) were the highest. As plant density increased, root dry weight (g m^{-2}) also increased, so that the density of 80 plants m^{-2} had the highest root dry weight per m^2 . The highest fertility rate was observed at the densities of 80 and 40 plants m^{-2} .

Corn

Our results showed that the interaction between faba bean density and N fertilizer had effects on plant height, chlorophyll index, protein harvest index, physiological nitrogen efficiency, nitrogen uptake efficiency, and dry forage yield. The results of the mean comparisons showed that the highest dry forage yield was obtained at the density of 40 faba bean plants+200 kg N ha^{-1} an increase of 155% over the control treatment. The highest number of leaves was observed in the treatments at the density of 40 faba bean plants+100 kg N ha^{-1} , at the density of 40 faba bean plants+200 kg N ha^{-1} and at the density of 35 faba bean plants+200 kg N ha^{-1} . The density of 40 plant of faba bean+100 kg N ha^{-1} and the density of 40 plant of faba bean+200 kg N ha^{-1} had the highest plant height. The highest chlorophyll index was obtained at the the density of 40 faba bean plants+200 kg N ha^{-1} . Finally, the results showed that employment of faba bean in rotation and non-application of nitrogen fertilizer increased nitrogen uptake efficiency of forage corn.

Conclusion

Comparison of the different treatments showed that the density of 40 plants of faba bean and 200 kg N ha^{-1} was superior in most of the evaluated traits. Overall, the results suggest that the use of faba bean in crop rotation is an appropriate approach to reduce the use of chemical fertilizers in agricultural systems, according to the results, the use of the density of 40 plants of faba bean and 200 kg N ha^{-1} were recommended under the same weather conditions.

Keywords: Chemical fertilizer; Legumes; Nitrogen uptake efficiency; No-till system



به‌گزینی مقدماتی ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی جهت معرفی ارقام متحمل به سرما

برای کشت پاییزه در مناطق سرد

احمد نظامی^{۱*}، جعفر نباتی^۲، محمد کافی^۳، الهه برومند رضازاده^۴، حسام‌الدین سلوکی^۵ و سیدجلال آذری^۶

۱- استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ nezami@um.ac.ir

۲- استادیار فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir

۳- استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ m.kafi@um.ac.ir

۴- دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ elaheh.boroumand@mail.um.ac.ir

۵- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ hesamsolooki@yahoo.com

۶- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس؛ sjamnt@gmail.com

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۹، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۲۴، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

نظامی، ا.، نباتی، ج.، کافی، م.، برومند رضازاده، ا.، سلوکی، ح.، و آذری، س. ج. ۱۴۰۱. به‌گزینی مقدماتی ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی جهت معرفی ارقام متحمل به سرما برای کشت پاییزه در مناطق سرد. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۱۵۹-۱۳۹.

چکیده

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در دانشگاه فردوسی مشهد روی ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی و یک ژنوتیپ نخود کابلی (سارال) شاهد در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. حداقل دمای تجربه‌شده توسط ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۱۲- درجه سلسیوس بود. درصد بقاء ۳۹ ژنوتیپ بین ۷۶ تا ۱۰۰ درصد، ۷۵ ژنوتیپ بین ۵۱ تا ۷۵ درصد، ۶۱ ژنوتیپ بین ۲۶ تا ۵۰ درصد و ۵۵ ژنوتیپ کمتر از ۲۵ درصد بود و همچنین ۱۰ ژنوتیپ (MCC658, MCC373, MCC755, MCC212, MCC83, MCC864, MCC371, MCC756, MCC749, MCC885) دارای بقایی بالاتر از ۹۰ درصد بودند. در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۲۱ ژنوتیپ ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر و ۴۷ ژنوتیپ ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر داشتند. در دامنه‌های بقاء با کاهش درصد بقاء عملکرد دانه در واحد سطح کاهش یافت، به‌طوری‌که متوسط عملکرد دانه در واحد سطح در دامنه بقاء ۷۶ تا ۱۰۰ درصد با ۲۵۷ گرم در مترمربع به‌دست آمد که نسبت به دامنه‌های بقاء ۵۰ تا ۷۵، ۷۵ تا ۲۶ و ۵۰ تا ۰ درصد به‌ترتیب ۲۴ درصد، ۲/۵ و ۸/۶ برابر بیشتر بود. در دامنه‌های بقاء ۷۶ تا ۱۰۰، ۵۱ تا ۷۵ و ۲۶ تا ۵۰ درصد تفاوت چندانی در متوسط شاخص برداشت مشاهده نشد. با توجه به عملکرد بسیار بالا در ژنوتیپ‌های متحمل به سرما، کشت پاییزه نخود دسی در این منطقه امکان‌پذیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته؛ بقاء؛ شاخص برداشت؛ عملکرد دانه؛ یخ‌زدگی

مقدمه

شود که با توجه به کیفیت برتر پروتئین آن نسبت به سایر حبوبات، در راستای تأمین این ماده غذایی ارزشمند در جمعیت رو به افزایش جهان مؤثر است (Jukanti et al., 2012)، به‌طوری‌که در سراسر جهان به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه گزینه اصلی در تأمین پروتئین مورد نیاز بشر محسوب می‌شود (Shafaei et al., 2016). در ایران نیز طبق گزارش آمارنامه کشاورزی در سال ۱۳۹۸، محصول نخود با ۶۹ درصد سطح زیرکشت و ۴۱ درصد تولید در جایگاه نخست در بین حبوبات قرار گرفته است (Iran Agriculture Statistics, 2019). لپه

حبوبات نقش مؤثری در تثبیت نیتروژن، حاصلخیزی خاک و علوفه دام دارند و درصد قابل‌توجه پروتئین آن‌ها سبب اهمیت ویژه این گیاهان در رژیم غذایی بشر شده است (Hossain et al., 2016; Kahraman et al., 2015). به همین علت نخود (*Cicer arietinum* L.) نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات غنی از پروتئین و کربوهیدرات شناخته می‌شود.

* نویسنده مسئول: nezami@um.ac.ir

کند تا حدی که برگشت آن به حالت عادی غیرقابل جبران باشد (Andrews, 1996). تشکیل یخ داخل سلولی برای گیاه کشنده است. با وجود این، برخی از گیاهان می‌توانند یخ بین سلولی را تحمل کنند. تحمل به یخ‌زدگی در یک گیاه بین بافت‌های مختلف مانند برگ‌های بالایی و پایینی، ساقه، مریستم یا ریشه گیاه بسیار متفاوت است (Huang et al., 2020). پروتئین‌های ضد یخ و هستک‌های یخ، شروع تشکیل یخ را کنترل می‌کنند. تحمل به یخ‌زدگی غالباً با سازوکارهایی در سطح سلولی همراه است، از جمله افزایش سیالیت غشاء، تنظیم اسمزی و همچنین فراسرد شدن بدون هسته یخ (Tan et al., 2018). فقدان روش‌های غربالگری کارآمد و قابل‌اعتماد برای این سازوکارها کار را برای اصلاح‌کنندگان دشوار می‌کند (Palta & Simon, 2018).

مطالعات مزرعه‌ای با وجود غیرقابل‌مهار بودن شرایط دمایی، تمامی شرایط طبیعی برای ایجاد تنش یخ‌زدگی و تنش‌های ثانویه را در گیاه مورد ارزیابی قرار می‌دهد. این مطالعه نیز با هدف ارزیابی میزان تحمل به یخ‌زدگی ژنوتیپ‌های نخود دسی در شرایط مزرعه جهت انتخاب ژنوتیپ‌های برتر جهت کشت پاییزه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه عرض جغرافیایی و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس آمار طولانی‌مدت هواشناسی بارندگی سالانه مشهد ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۳ و ۲۷/۸- درجه سلسیوس است. اقلیم مشهد بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک است.

در این مطالعه ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی و یک ژنوتیپ نخود کابلی شاهد (سارال) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کشت پاییزه و شرایط آبیاری تکمیلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورد استفاده از کلکسیون نخود مشهد (بانک بذر پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد) تهیه شدند. در ابتدا بذرها به مدت شش ساعت با استفاده از آب‌نوش بذر دایان محصول شرکت دانش‌بنیان خوشه‌پروران زیست‌فناور پیش‌تیمار گردید و قبل از کاشت بذرها با استفاده از قارچ‌کش کاربندازیم (WP 60%) به مقدار دو در هزار ضدعفونی شدند.

عملیات خاک‌ورزی زمین شامل شخم پاییزه توسط گاواهن برگردان‌دار و تسطیح و نرم‌کردن خاک توسط

نخود به‌عنوان یکی از پر فروش‌ترین حبوبات بازار ایران است. در ایران برای تهیه لپه از نخودهای ایرانی، اتیوپی، هند، پاکستان و استرالیا استفاده می‌شود که لپه نخودهای ایرانی از بالاترین کیفیت برخوردار هستند.

در مناطق معتدل به‌طور معمول غلات سردمادوست در پاییز کشت می‌شوند. به دلیل استقرار مناسب گیاه در پاییز و استفاده بهتر از نزولات جوی و اجتناب از تنش‌های گرمای خشکی انتهای فصل، کشت پاییزه نسبت به بهار از ثبات و عملکرد بهتری برخوردار است (McKersia & Leshem, 1994). در حبوبات به‌ویژه نخود، کشت پاییزه موجب افزایش ارتفاع بوته و افزایش تثبیت زیستی نیتروژن می‌شود (Singh et al., 1997). پژوهشگران اظهار داشتند که کشت پاییزه نخود به علت افزایش دوره رشد رویشی و قرار گرفتن دوره رشد زایشی این گیاه در شرایط مساعد رطوبتی و دمایی غالباً از عملکرد بیشتری نسبت به کشت بهار برخوردار است (Ozdemir & Karadavut, 2003). از طرفی، پژوهش‌ها نشان داده است که در دماهای یخ‌زدگی شدید در مناطق سرد و مرتفع، نخود آستانه تحمل به سرمای کمتری نسبت به غلات پاییزه دارد (Nezami & Bagheri, 2006; Kanouni, 2004). بنابراین، یکی از مشکلات کشت پاییزه در نخود وجود دماهای یخ‌زدگی در طول فصل پاییز و زمستان است (Singh, 1993).

دمای یخ‌زدگی برای گیاه نخود کمتر از ۱/۵- درجه سلسیوس ذکر شده و کاهش بیشتر دما موجب خسارت به گیاه خواهد شد (Croser et al., 2003). در ابتدای دوره رشد مدت زمان طولانی دما در محدوده یخ‌زدگی می‌تواند از جوانه‌زنی بذر نخود جلوگیری کند و میزان تحمل به یخ‌زدگی پس از یک دوره خوسرمایی افزایش می‌یابد. در طبیعت، گیاهان ممکن است به دلیل قرار گرفتن تدریجی در معرض دماهای پایین و بدون یخ‌زدن، تحمل به سرما از خود نشان دهند، این فرآیند به‌عنوان خوسرمایی شناخته می‌شود (Thomashow, 1999). خوسرمایی با سازوکارهای متعددی شامل تغییرات در (الف) بیان ژن (Pearce et al., 1999) (ب) ترکیب‌های غشاء و رفتار سرمایی (Orvar et al., 2000) (ج) تجمع محافظت‌کننده‌ها از سرما مانند پرولین، کربوهیدرات‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها (Thomashow, 1999; Kang & Saltveit, 2001) و (د) افزایش اسید آسزیک (Lang et al., 1994) و کلسیم (Knight et al., 1996) همراه است.

خسارت ناشی از یخ‌زدگی معمولاً به دلیل تشکیل یخ در فضاهای بین‌سلولی اتفاق می‌افتد. شبکه یخ با کاهش دما گسترش می‌یابد و ممکن است به دیواره‌ها و غشای سلولی نفوذ

انجام شد. در طول دوره رشد آمار هواشناسی از ایستگاه هواشناسی مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد دریافت و حداقل درجه حرارت در طی این دوره ثبت گردید (شکل ۱). به‌منظور تعیین درصد بقاء، ۳۰ روز پس از سبز شدن بلافاصله پس از زمستان، تعداد گیاهان هر ژنوتیپ شمارش و درصد بقاء با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (Najib Niya et al., 2008).

معادله (۱)

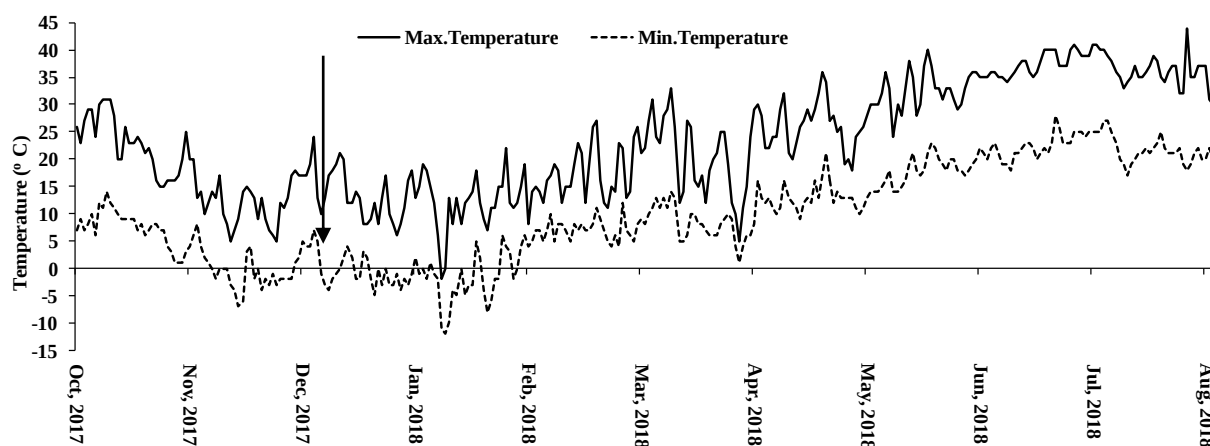
$100 \times (\text{تعداد گیاهان قبل از زمستان} / \text{تعداد گیاهان زنده})$

پس از زمستان) = درصد بقاء

جهت تعیین تحمل به سرمای ژنوتیپ‌ها بر اساس درصد

بقاء به چهار دامنه بقاء (۲۵-، ۵۰-۲۶، ۷۵-۵۱ و ۱۰۰-۷۶ درصد) تقسیم‌بندی شد (Singh et al., 1984).

سیکلوتیلر صورت پذیرفت. کاشت در تاریخ سوم آبان ۱۳۹۶ در چهار ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و طول دو متر و فاصله بین تیمارها ۱۰۰ سانتی‌متر از هم به‌صورت دستی در عمق دو سانتی‌متری خاک با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (با فاصله بین بوته ۶/۷ سانتی‌متر) انجام شد. آبیاری در سه مرحله شامل بلافاصله پس از کاشت، ۱۴ روز پس از اولین آبیاری و در زمان گلدهی به روش نشتی انجام شد. کنترل علف‌های هرز در سه نوبت به‌صورت دستی در اواسط اسفندماه، اواسط فروردین و اردیبهشت انجام شد. مبارزه با لارو غلاف‌خوار نخود ایندوکساکارب (آوانت® 15% Ec) با میزان مصرف ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و یک هفته بعد از آن با کارباریل (سوپن® 85% Wp) با میزان مصرف سه کیلوگرم در هکتار



شکل ۱- دماهای حداقل و حداکثر روزانه طی دوره آزمایش در مشهد طی سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷

Fig. 1. Daily minimum and maximum temperature during chickpea growing season in 2017-2018, Mashhad

تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. همچنین برای بررسی تفاوت گروه‌ها از لحاظ صفات مختلف، مقایسه میانگین گروه‌ها برای صفات موردبررسی انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

داده‌های هواشناسی

میانگین حداقل دما، میانگین حداکثر دما و مجموع بارندگی ماهیانه طی دوره کاشت، داشت و برداشت ژنوتیپ‌های نخود دسی متحمل به سرمای در شرایط آب و هوایی مشهد طی سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ در شکل ۱ نشان داده شده است.

در پایان فصل رشد نیز ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد شاخه اصلی، تعداد کل غلاف در بوته، درصد غلاف بارور، وزن خشک بوته، وزن دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد:

معادله (۲)

$100 \times (\text{زیست‌توده} / \text{وزن دانه}) = \text{شاخص برداشت}$

برای آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها از نرم‌افزار Minitab16 و برای تجزیه خوشه‌ای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و ترسیم نمودارهای دوبعدی از نرم‌افزارهای SPSS19 و STATISTICA استفاده گردید. برای تأیید صحت گروه‌بندی انجام شده، از تجزیه واریانس چندمتغیره،

بر اساس داده‌های هواشناسی، حداقل میانگین دمای ماهیانه (۲/۲- درجه سلسیوس)، حداکثر میانگین دمای ماهیانه (۳۸+ درجه سلسیوس) و همچنین حداکثر میانگین بارندگی ماهیانه (۴۵/۷ میلی‌متر) به ترتیب مربوط به ماه‌های دی- بهمن، تیر- مرداد و اسفند- فروردین بود (شکل ۱). با توجه با این که کشت در آبان‌ماه انجام و اولین یخبندان در اواسط آذرماه رخ داد، گیاهان فرصت لازم (حداقل سه هفته) برای القای خوسرمایی به دست آوردند. همچنین داده‌های هواشناسی بین بازه قبل و بعد از سرما حاکی از آن بود که سردترین دمای تجربه‌شده توسط ژنوتیپ‌های موردبررسی دمای ۱۲- درجه سلسیوس در تاریخ نهم بهمن‌ماه بود.

ارزیابی کلی ژنوتیپ‌ها

نتایج بررسی کشت پاییزه ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی متحمل به سرما در شرایط آب و هوایی مشهد نشان داد که

تعداد ۲۵ ژنوتیپ کشت‌شده در این آزمایش به دلیل بنیه ضعیف بذر و گیاهچه ضعیف قبل از سرما از بین رفتند. از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی باقی‌مانده بعد از سرما نیز، تعداد ۲۰ ژنوتیپ به دلیل درصد بقای پایین و ضعف در تحمل شرایط نامساعد محیطی قادر به ادامه رشد تا پایان فصل رشد نبودند. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مربوط به بقاء، صفات تک‌بوته و صفات عملکرد حاکی از آن بود که بین ژنوتیپ‌های موردبررسی از نظر صفاتی چون درصد بقاء، ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، تعداد شاخه اصلی، تعداد کل غلاف در بوته، درصد باروری غلاف در بوته، وزن خشک تک بوته، وزن دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک کل، عملکرد دانه کل و شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مور مطالعه در ژنوتیپ‌های نخود دسی در کشت پاییزه
Table 1. Source of variation (mean square) studied traits of deci chickpea genotypes in autumn sowing

منابع تغییر S.O.V	df	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Block بلوک	2	1256**	35.7 ^{ns}	30.0 ^{ns}	1.11 ^{ns}	0.643 ^{ns}	2331 ^{ns}	10285 ^{ns}	463 ^{ns}	90.9 ^{ns}	1.90 ^{ns}	580507 ^{ns}	106340 ^{ns}	908 ^{ns}
Genotype ژنوتیپ	229	2126**	707**	630**	80.1**	5.608**	21430**	5477**	4689**	1278**	151**	2471457**	478702**	1217**
Error خطا	457	2.10	51.7	53.8	13.0	0.995	7722	3598	1638	742	4.42	2211	426	1.20

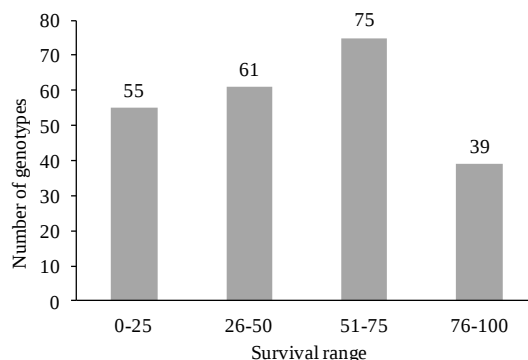
A: بقا، B: ارتفاع بوته، C: طول بوته، D: ارتفاع اولین غلاف، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور، H: زیست توده، I: دانه، K: وزن ۱۰۰ دانه، L: عملکرد زیست توده، M: عملکرد دانه، N: شاخص برداشت

A: Survival (%), B: Plant height, C: Plant length, D: Lowest pod height, E: Branch No., F: Pod No. Plant⁻¹, G: Filled pod, H: Biomass, J: Grain K: 100 seed weight, L: Biological yield, M: Grain yield, N: Harvest index

درصد بقاء

بررسی تعداد ژنوتیپ‌ها در دامنه‌های مختلف درصد بقاء نشان داد که میزان این صفت در ۳۹ ژنوتیپ بین ۷۶ تا ۱۰۰ درصد، ۷۵ ژنوتیپ بین ۵۱ تا ۷۵ درصد، ۶۱ ژنوتیپ بین ۲۶ تا ۵۰ درصد و ۵۵ ژنوتیپ کمتر از ۲۵ درصد بود (شکل ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد بقاء ژنوتیپ‌های نخود دسی متحمل به سرما حاکی از آن بود که ۱۰ ژنوتیپ (MCC83، MCC212، MCC755، MCC658، MCC373، MCC864، MCC371، MCC756، MCC749 و MCC885) دارای درصد بقایی بالاتر از ۹۰ درصد بودند (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵) و هفت ژنوتیپ (MCC362، MCC535، MCC534، MCC517، MCC388، MCC368 و MCC549) هیچ‌گونه بقایی پس از زمستان نداشتند (جدول ۵). با توجه به این که تحمل به سرما از شروط مهم

گیاهان کشت‌شده در پاییز است و نخود از گیاهان حساس به تنش سرما و یخ‌زدگی است (Croser et al. 2003)، درصد بالای بقاء بوته‌ها به عملکرد مناسب این گیاهان کمک خواهد کرد. از این نظر، برخی از ارقام نخود که مقاومت نسبی مناسبی به سرما دارند، برای کشت پاییزه مفید خواهند بود. در مطالعه حاضر تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از نظر درصد بقاء در بین ژنوتیپ‌های نخود دسی (۲۳۰ ژنوتیپ که زمستان را طی کردند) وجود داشت. در میان ۲۳۰ ژنوتیپ ۱۷ درصد از ژنوتیپ‌ها قادر به حفظ بقای بیشتر از ۷۵ درصد بودند و در این میان، چهار درصد از ژنوتیپ بقای بالای ۹۰ درصد داشتند (شکل ۲). در مطالعات پیشین تحمل به سرما در ژنوتیپ‌های نخود گزارش شده بود (Zafaranih, 2015).



شکل ۲- تعداد ژنوتیپ‌های متحمل به سرمای نخود دسی در گستره‌های مختلف درصد بقاء

Fig. 2. Number of chickpea genotypes in different survival range after winter under field conditions

جدول ۲- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد

Table 2. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 76 to 100%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
373	98	34	42	13	2	188	86	80	40	31	363	164	45
658	97	51	51	22	2	91	80	45	20	16	702	223	32
755	97	18	44	12	7	149	76	75	31	20	967	341	35
212	97	44	44	12	3	153	93	72	37	19	700	334	48
83	96	37	52	17	2	108	93	63	30	18	795	363	46
371	95	36	36	12	1	146	90	72	31	15	343	31	9
864	95	37	40	15	2	203	89	112	46	34	597	230	39
756	95	15	42	9	6	99	77	53	18	20	647	238	37
749	93	3	24	4	7	95	85	48	25	20	180	65	36
885	92	51	51	18	2	112	93	55	31	16	992	525	53
259	89	45	45	9	2	202	89	97	53	19	973	523	54
207	89	46	46	8	4	163	91	68	35	17	947	442	47
884	88	38	42	8	2	247	92	80	40	14	673	320	48
322	88	48	48	12	3	236	88	127	63	33	957	456	48
332	87	32	32	8	1	159	91	63	27	10	152	54	36
929	86	49	49	20	1	74	90	48	16	23	543	229	42
708	84	46	46	14	1	69	87	45	21	24	272	108	40
194	84	44	61	14	2	111	81	57	28	20	1045	498	48
883	83	23	47	8	3	164	88	110	44	22	37	15	40
649	83	43	43	17	2	69	90	53	18	20	348	105	30
643	82	44	44	15	4	185	78	77	37	16	362	147	41
605	81	58	58	31	4	375	84	180	81	19	1332	538	40
751	81	7	44	8	8	105	85	58	25	27	855	308	36
32	81	35	50	10	3	208	78	82	35	13	753	329	44
100	80	32	42	14	3	274	81	88	47	12	657	314	48
291	80	49	49	19	4	149	88	75	33	20	649	243	38
29	79	40	57	14	4	170	90	110	46	20	812	339	42
251	79	32	32	10	2	181	79	52	29	12	322	156	48
Saral	79	51	54	15	5	151	81	78	32	22	956	382	40
99	79	45	45	11	2	131	79	52	19	8	583	182	31
43	78	30	60	6	2	67	78	93	8	15	597	223	37
646	78	39	44	13	2	257	85	87	47	14	588	270	46
650	77	39	39	8	2	76	74	38	18	16	628	208	33
580	77	27	50	13	2	284	92	107	59	14	663	316	48
216	77	39	39	11	3	90	95	55	32	25	55	32	58
564	77	22	49	11	3	207	88	110	47	18	342	97	28
895	76	41	47	11	2	168	96	98	51	25	467	51	11
307	76	37	37	7	2	112	86	57	29	14	522	256	49
310	76	51	58	17	4	158	93	77	38	16	792	355	45
LSD _(0.05)	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (%). B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (%). H: زیست‌توده (گرم در بوته)، I: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (%). LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار
MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. Plant⁻¹, G: Filled pod (%), H: Biomass (g.plant⁻¹), J: Grain (g.plant⁻¹) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield (g.m⁻²), M: Grain yield (g.m⁻²), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک

نتایج نشان داد که در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۲۱ ژنوتیپ دارای ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر داشتند. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به ژنوتیپ MCC199 با ارتفاع بوته ۶۴ سانتی‌متر با بقای ۷۴ درصد بود (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵). به‌طور کلی، ژنوتیپ‌های موجود در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ درصد، متوسط ارتفاع بوته‌ای به ترتیب ۳۷ و ۳۹ سانتی‌متر را دارا بودند که نسبت به دامنه‌های بقای ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد به ترتیب ۵، ۱۸ و ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع بوته بیشتری داشتند. بررسی همبستگی بین صفات نیز نشان داد که بین درصد بقا و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/52^{**}$) مشاهده شد (جدول ۶).

نتایج مقایسه میانگین طول شاخه اصلی نشان داد که ۶۲ ژنوتیپ دارای طول شاخه اصلی بالای ۵۰ سانتی‌متر بودند. در این میان ژنوتیپ MCC819 با ۶۶ سانتی‌متر و ژنوتیپ‌های MCC911، MCC613 و MCC504 با ۶۵ سانتی‌متر بیشترین طول شاخه اصلی را دارا بودند که به ترتیب دارای بقای ۷۲، ۷۵، ۷۱ و ۱۷ درصد بودند (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵). متوسط طول شاخه اصلی در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ درصد، به ترتیب ۴۶ و ۴۸ سانتی‌متر بود. با کاهش دامنه بقا به ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد متوسط طول شاخه اصلی نیز کاهش یافت، به‌طوری‌که نسبت به دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد به ترتیب سه و ۲۱ سانتی‌متر کاهش یافت. همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/55^{**}$) بین درصد بقا و طول شاخه اصلی مشاهده شد (جدول ۶). در گیاه نخود علاوه بر ارتفاع بوته، طول شاخه اصلی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا در ژنوتیپ‌هایی که تیپ رشدی بوته به‌صورت خوابیده است، ارتفاع بوته کم، ولی ممکن است طول شاخه اصلی زیاد باشد که روی عملکرد آن تأثیر دارد. در کل، ژنوتیپ‌هایی که اختلاف بین ارتفاع بوته و طول شاخه اصلی کمتری داشته باشند، برای برداشت مکانیزه مناسب‌تر خواهند بود. به‌عنوان نمونه ژنوتیپ MCC199 با ارتفاع بوته و طول شاخه اصلی ۶۴ سانتی‌متر نشان داد که تیپ رشدی کاملاً ایستاده‌ای دارد. در همین ارتباط همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/80^{**}$) بین ارتفاع بوته و طول شاخه اصلی مشاهده شد (جدول ۶).

ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک به‌عنوان یک ویژگی مهم در برداشت مکانیزه نخود، نشان داد که ۴۷ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر، ۱۰۴ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بین ۱۰ تا ۱۴ سانتی‌متر

و ۸۰ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک کمتر از ۱۰ سانتی‌متر داشتند (جدول‌های ۲، ۳، ۴ و ۵). در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، MCC605 با ۳۱ سانتی‌متر و بقای ۸۰ درصد بیشترین ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک را دارا بود (جدول ۲). بررسی ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک در دامنه‌های مختلف بقا نشان داد که در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ درصد متوسط ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک حدود ۱۳ سانتی‌متر بود و در دامنه بقای ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد متوسط ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک به ترتیب ۱۱ و ۷ سانتی‌متر بود. کاهش درصد بقا از ۵۰ درصد موجب کاهش متوسط ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک گردید. همبستگی بین صفات نیز نشان داد که درصد بقا و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/49^{**}$) با یکدیگر می‌باشند (جدول ۶).

یکی از بیشترین هزینه‌های صرف‌شده برای تولید نخود مربوط به برداشت آن می‌باشد. با افزایش ارتفاع بوته به‌ویژه ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، امکان برداشت مکانیزه نخود توسط کمباین فراهم شده و لذا از هزینه‌های فراوان کارگری کاسته می‌شود. با توجه به این‌که در کشت پاییزه (در صورت استفاده از ژنوتیپ‌ها و ارقام متحمل به سرما) طول دوره رشد گیاه افزایش می‌یابد و گیاه فرصت بیشتری دارد تا از منابع استفاده نموده و فتوسنتز بیشتر و به دنبال آن تولید بیشتر، امکان افزایش ارتفاع گیاه را فراهم خواهد کرد که می‌تواند به برداشت مکانیزه آن کمک کند. در مطالعه حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/77^{**}$) بین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک مشاهده شد (جدول ۶). مطالعات پیشین بیان شده است که گستره ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک در بین ژنوتیپ‌های نخود بسیار متغیر است. به‌طوری‌که اختلاف بین کمترین و بیشترین آن حدود ۲۵ سانتی‌متر بود. حدود ۳۳ درصد از ژنوتیپ‌ها در این آزمایش، به‌دلیل پخش و پراکنش بوته غلاف‌ها روی سطح خاک دارای غلاف‌های هم‌سطح با خاک بودند و ۱۳ درصد دارای ارتفاع اولین غلاف بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر از سطح خاک بودند (Nezami et al., 2010). در مطالعه حاضر نیز تنوع فراوانی از نظر ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک مشاهده شد، به‌طوری‌که تعداد ۲۱ ژنوتیپ دارای ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر و ۴۷ ژنوتیپ دارای ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر بودند که نشان‌دهنده قابلیت برداشت مکانیزه در شرایط کشت پاییزه می‌باشد (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵).

جدول ۳- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ درصد

Table 3. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 51 to 75%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
104	75	33	37	9	2	258	84	112	47	15	180	74	41
607	75	30	40	14	2	158	95	85	44	18	1007	514	51
648	75	52	52	20	2	111	95	83	36	22	345	126	36
754	75	18	39	11	6	276	82	115	51	20	912	338	37
911	75	33	65	12	2	225	89	118	61	20	998	491	49
205	74	51	51	10	4	99	81	67	22	22	620	195	32
199	74	64	64	20	3	123	91	65	33	18	1053	509	48
370	74	56	56	15	2	168	93	72	32	17	400	146	36
410	74	20	51	11	2	117	87	60	24	17	215	87	40
920	73	25	25	5	1	33	70	15	9	13	10	6	60
576	73	26	54	12	2	279	86	120	62	16	642	322	50
602	72	31	55	14	4	174	85	123	39	21	720	233	32
819	72	43	66	17	2	249	93	123	54	19	675	277	41
309	72	32	56	17	5	275	85	132	57	18	740	287	39
613	71	45	65	20	2	361	92	157	82	17	927	459	50
672	70	43	52	19	3	190	92	93	37	15	755	301	40
845	70	58	58	12	3	220	95	127	46	20	690	263	38
666	69	49	49	17	2	85	86	48	21	14	647	264	41
430	69	26	40	12	3	225	83	62	32	10	313	135	43
931	68	41	41	12	3	210	89	93	45	20	553	239	43
937	68	42	42	13	2	104	88	35	18	13	35	18	51
155	68	33	48	12	4	268	78	150	60	18	430	143	33
829	67	55	55	16	2	114	88	65	26	17	500	190	38
678	67	32	43	14	1	53	84	38	14	12	192	61	32
612	67	34	34	10	1	25	92	15	7	13	5	2	46
663	67	35	64	20	3	172	85	85	37	17	747	294	39
922	66	43	46	14	1	281	73	118	54	12	758	331	44
452	66	42	42	14	2	250	91	103	49	31	328	156	48
196	66	34	46	12	4	179	88	92	42	14	330	189	57
203	66	42	42	13	3	45	88	25	13	24	652	277	43
901	65	39	39	15	2	124	84	58	31	21	923	421	46
900	65	30	51	12	2	131	83	82	39	24	633	299	47
377	65	36	46	9	2	39	72	38	10	17	135	30	23
918	65	59	59	14	3	125	78	70	31	17	1150	421	37
677	64	35	47	13	1	116	91	58	28	19	722	295	41
686	64	33	46	9	2	162	76	58	27	15	290	91	31
831	64	59	59	15	2	162	93	88	39	19	630	263	42
600	64	18	33	9	2	200	90	52	31	12	873	435	50
320	63	40	40	8	2	169	90	75	33	16	405	163	40
914	63	43	43	16	4	219	90	100	48	11	850	358	42
122	63	30	34	7	3	153	91	83	47	21	525	281	53
45	63	28	50	10	2	126	89	62	28	15	178	28	16
349	62	39	41	10	2	96	85	46	23	17	256	118	46
294	61	47	54	13	2	172	93	103	39	13	428	169	40
280	60	39	57	10	1	227	91	90	41	12	165	75	45
709	60	53	53	18	1	190	85	75	38	14	313	142	45
96	60	34	41	8	1	90	90	53	27	41	190	90	47
870	60	38	38	12	2	137	88	76	38	18	259	121	47
195	59	56	56	20	5	125	84	42	18	7	728	265	36
246	59	40	40	7	2	70	86	38	20	27	338	163	48
629	59	36	50	19	2	137	93	82	36	18	415	142	34
121	58	32	36	8	1	134	88	52	25	15	158	78	50
752	58	8	32	9	7	108	80	45	23	22	447	197	44
41	57	35	54	8	3	272	91	162	76	17	303	136	45
386	57	39	39	8	2	130	87	79	41	23	146	76	52
265	57	31	38	11	3	144	84	70	34	22	185	84	46
148	56	42	46	10	2	241	76	92	38	13	440	208	47
567	56	44	60	14	1	116	89	72	28	18	372	148	40
428	56	41	49	14	2	191	82	95	43	19	300	123	41
930	55	42	42	12	2	93	95	53	32	22	522	262	50
40	55	46	63	15	2	223	85	95	46	16	825	370	45
39	55	38	57	11	2	187	84	83	41	15	377	174	46
179	54	25	32	10	1	68	91	30	18	14	125	68	54
405	54	56	56	16	5	127	88	80	35	18	675	271	40

34	54	36	51	15	3	188	83	83	34	14	337	141	42
603	54	45	45	14	3	299	85	98	46	14	868	346	40
509	54	30	33	7	2	92	88	40	18	13	52	25	48
917	53	41	41	24	1	124	84	48	22	11	455	186	41
157	53	32	43	16	2	157	85	92	36	17	362	133	37
826	53	43	51	16	2	249	88	117	54	17	288	124	43
20	53	37	57	12	2	212	91	122	48	14	518	215	42
661	53	48	36	23	3	94	77	58	22	15	748	219	29
718	53	25	45	16	4	168	97	80	46	21	560	299	53
391	52	51	51	10	4	164	90	107	47	19	403	177	44
136	51	36	52	15	4	285	88	142	72	18	305	148	49
LSD _(0.05)	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (%). B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (%). H: زیست‌توده (گرم در بوته)، I: دانه (گرم)، J: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (%). LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. Plant⁻¹, G: Filled pod (%), H: Biomass (g.plant⁻¹), J: Grain (g.plant⁻¹) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield (g.m⁻²), M: Grain yield (g.m⁻²), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

تعداد شاخه در بوته، تعداد کل غلاف و درصد غلاف بارور

در میان ژنوتیپ‌های مختلف MCC751 با هشت شاخه در بوته و بقای ۸۱ درصد دارای بیشترین مقدار این ویژگی بود (جدول ۲). یافته‌های حاصل از این پژوهش بیانگر آن بود که با افزایش دامنه بقاء تعداد شاخه در بوته افزایش یافت. این افزایش به نحوی بود که دامنه بقای ۰ تا ۲۵ تا ۲۶ تا ۵۰ تعداد یک شاخه در بوته، از ۲۶ تا ۵۰ تا ۵۱ تا ۷۵ درصد تعداد ۰/۴۱ شاخه و از ۵۱ تا ۷۵ تا ۷۶ تا ۱۰۰ درصد تعداد ۰/۴۹ شاخه در بوته افزایش یافت. در این راستا همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/48^{**}$) بین درصد بقاء و تعداد شاخه در بوته مشاهده شد (جدول ۶).

ژنوتیپ MCC615 با ۴۷۸ غلاف در بوته دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود (جدول ۵). تعداد غلاف در بوته در دو دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۰ تا ۷۵ درصد بالاتر از سایر دامنه‌های درصد بقاء بود. متوسط تعداد غلاف در بوته در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ نسبت به دامنه‌های بقا ۲۶ تا ۵۰ درصد و صفر تا ۲۵ درصد به ترتیب ۱۱ و ۶۷ غلاف در بوته و در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ درصد نسبت به دامنه‌های بقا ۲۶ تا ۵۰ درصد و صفر تا ۲۵ درصد به ترتیب ۱۷ و ۷۳ غلاف در بوته بیشتری داشت. به‌طور کلی، در تمامی دامنه‌های بقاء به‌ویژه در دامنه بقاهای بالا در این مطالعه تعداد غلاف در بوته بالا بود (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد بقاء و تعداد غلاف در بوته نیز تأییدکننده این مطلب می‌باشد (جدول ۶).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ MCC718 با ۹۷ درصد و ژنوتیپ‌های MCC335، MCC584، MCC714 و MCC895 با ۹۶ درصد بیشترین درصد باروری غلاف را دارا بودند (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵). بررسی درصد غلاف‌ها بارور در دامنه‌های مختلف بقاء نشان داد که تا دامنه بقای ۲۶ تا ۵۰ درصد، بالای ۸۴ درصد غلاف‌ها بارور بودند و دامنه‌های بقای ۷۶ تا ۱۰۰ و ۵۱ تا ۷۵ به ترتیب ۸۶ و ۸۷ درصد غلاف

بارور داشتند. از طرفی همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0/52^{**}$) بین درصد بقاء و درصد غلاف بارور تأییدکننده این نتایج می‌باشد (جدول ۶).

تعداد شاخه در بوته همراه با تعداد غلاف در بوته و درصد غلاف بارور از اجزای مهم عملکرد در نخود هستند. با افزایش تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد. همبستگی بین درصد غلاف بارور و تعداد شاخه در بوته ($r=0/52^{**}$) و تعداد غلاف در بوته ($r=0/52^{**}$) مثبت و معنی‌دار بود که تأییدکننده این نتایج می‌باشد (جدول ۶). در کشت پاییزه به‌دلیل عدم برخورد مرحله گلدهی گیاه با دمای بالا تعداد بیشتری از گل‌ها تبدیل به غلاف شده (درواقع به دلیل عدم برخورد زمان گرده‌افشانی این گیاهان به گرمای زودرس بهار و گرده‌افشانی در آب‌وهوای مساعد) و به‌دلیل طول دوره رشد بیشتر گیاه، درصد بیشتری از غلاف‌ها پر می‌شوند. طول دوره رشد بر تعداد غلاف، مؤثر می‌باشد، به‌طوری‌که با افزایش طول دوره رشد، مرحله غلاف‌دهی تا پر شدن دانه، طولانی‌تر شده و در نتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد (Nezami et al., 2010). نامبردگان همچنین اظهار داشتند، افزایش طول دوره رشد رویشی و زایشی در بوته‌ها با افزایش تعداد و طول شاخه‌ها، موجب افزایش تعداد غلاف در بوته می‌گردد. در مطالعه حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد غلاف بارور با طول شاخه اصلی ($r=0/81^{**}$)، تعداد شاخه در بوته ($r=0/44^{**}$) و تعداد غلاف در بوته ($r=0/51^{**}$) مشاهده شد (جدول ۶). بررسی اثر تاریخ‌های کاشت پاییزه، انتظاری، بهاری و تأخیری روی نخود نشان داد با افزایش طول دوره رشد ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد گره، تعداد ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف‌های دو دانه‌ای و پوک، تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته افزایش یافت (Rezvanimoghadam & Sadeghisamarjan, 2007).

جدول ۴- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۲۶ تا ۵۰ درصد

Table 4. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 26 to 50%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
873	50	35	41	10	2	169	79	115	40	19	400	166	42
151	50	54	54	21	2	123	93	90	40	24	717	294	41
328	50	33	45	6	2	222	92	105	43	17	467	197	42
379	50	20	25	6	1	46	78	25	8	6	8	3	33
424	50	24	42	16	2	28	68	28	9	16	63	19	30
838	50	43	53	13	3	151	77	73	26	17	460	179	39
101	49	41	44	7	1	80	83	45	20	13	288	116	40
913	49	57	57	22	5	225	93	105	56	15	908	433	48
346	48	38	38	13	1	175	90	60	31	11	40	21	51
376	48	41	48	14	2	156	88	70	28	13	325	88	27
940	48	30	34	14	3	111	86	40	21	14	507	227	45
59	47	52	57	13	3	160	90	173	65	22	247	65	26
916	47	32	54	14	2	305	77	148	69	13	580	258	45
690	47	39	39	12	1	207	70	67	32	12	370	135	37
505	46	33	42	12	2	99	81	39	17	19	133	54	40
606	46	37	44	14	3	152	89	92	44	25	375	151	40
88	46	27	44	8	3	122	78	82	35	38	143	62	43
667	44	39	52	13	2	156	92	83	34	13	167	64	38
891	43	27	39	7	2	159	81	68	34	11	345	161	47
125	43	33	52	10	2	204	87	95	45	23	237	108	46
633	42	34	42	17	2	59	84	30	12	11	32	11	35
416	41	21	47	12	1	137	93	65	35	19	205	95	46
431	41	38	44	14	2	132	90	52	23	11	143	57	40
437	41	35	35	14	1	109	95	52	20	10	97	33	35
236	40	28	40	5	2	200	84	110	38	12	37	13	35
750	40	12	39	6	6	119	81	52	26	21	298	119	40
639	40	30	59	17	2	95	83	50	22	15	137	49	36
868	39	41	44	13	1	204	84	87	40	14	358	147	41
456	39	24	39	8	1	104	94	57	27	15	182	84	46
714	39	29	45	9	2	149	86	63	28	13	358	155	43
325	39	36	36	9	2	147	96	65	33	17	275	126	46
553	38	28	40	11	2	41	84	30	13	18	187	70	37
897	37	39	53	11	2	153	82	73	49	25	398	212	53
394	37	40	48	11	3	177	87	92	42	19	340	139	41
256	37	28	33	7	1	40	82	17	10	14	48	27	56
924	37	31	45	12	1	310	79	148	70	18	478	227	47
872	36	23	39	9	3	379	80	125	64	14	267	134	50
10	35	34	35	13	5	193	83	177	35	17	498	171	34
634	35	36	46	12	1	126	68	65	21	10	148	48	32
614	34	29	41	15	1	176	86	83	39	14	298	125	42
680	34	28	41	12	2	150	74	68	29	18	192	62	32
408	33	37	49	10	1	56	72	37	17	8	58	24	41
608	33	17	30	8	2	73	86	38	17	17	25	12	46
817	33	42	51	17	2	171	88	107	36	18	357	119	33
935	33	19	50	11	2	179	84	102	50	23	260	134	52
382	32	32	39	13	1	90	80	42	18	24	55	28	52
601	32	20	39	10	2	161	84	47	41	9	113	67	60
584	32	49	49	14	2	164	96	110	56	25	325	159	49
411	31	19	33	12	1	82	85	43	17	11	47	20	43
18	30	34	41	11	3	234	53	107	48	16	163	71	44
177	30	27	40	13	3	216	87	60	32	12	187	76	41
554	30	23	43	6	2	168	78	87	36	15	140	56	40
548	30	17	31	8	1	192	90	60	32	10	122	62	51
540	29	29	42	13	2	98	90	43	21	18	148	64	43
355	29	37	37	8	1	209	96	90	49	22	90	49	54
401	28	35	35	12	3	90	74	62	27	18	255	114	45
4	28	39	38	16	4	106	92	57	26	35	345	149	43
235	27	32	44	11	2	123	81	58	28	17	58	28	49
631	26	35	45	5	2	100	94	40	19	11	27	13	48
418	26	17	39	6	2	48	80	30	13	21	20	9	43
585	26	24	39	7	1	206	78	70	36	18	70	36	51
LSD _(0.05)	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (%). B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (%). H: زیست‌توده (گرم در بوته)، I: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (%). LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار
MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. Plant⁻¹, G: Filled pod (%), H: Biomass (g.plant⁻¹), J: Grain (g.plant⁻¹) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield (g.m⁻²), M: Grain yield (g.m⁻²), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

وزن خشک در بوته، وزن دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه

در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه MCC404 با بقای ۲۲ درصد دارای بیشترین وزن خشک در بوته و وزن دانه در بوته بود (جدول ۵). بررسی متوسط وزن خشک در بوته در دامنه‌های مختلف درصد بقا نشان داد که بیشترین متوسط وزن خشک در تک بوته به ترتیب در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ و ۷۶ تا ۱۰۰ درصد به دست آمد و دامنه بقای صفر تا ۲۵ کمترین متوسط وزن خشک در تک بوته را دارا بودند. از طرفی همبستگی بین درصد بقا و وزن خشک در بوته مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵).

متوسط وزن دانه در بوته در دامنه بقای ۵۱ تا ۷۵ درصد بیشتر از سایر دامنه‌های بقا بود به نحوی که نسبت به دامنه‌های بقای ۷۶ تا ۱۰۰، ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد به ترتیب دو، چهار و هشت گرم در بوته دانه بیشتری تولید گردید.

متوسط وزن ۱۰۰ دانه با کاهش درصد بقا در دامنه‌های مختلف کاهش یافت، به‌طوری‌که در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰، بیشترین و در دامنه بقای ۰ تا ۲۵ درصد کمترین متوسط وزن ۱۰۰ دانه حاصل شد. به‌طور کلی وزن ۱۰۰ دانه در نخود تیپ دسی کمتر از تیپ کابلی است. در این مطالعه نیز متوسط وزن ۱۰۰ دانه کمتر از ۲۰ گرم بود (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد بقا و وزن ۱۰۰ دانه ($r=0/44^{**}$) مشاهده شد (جدول ۶).

احتمالاً یکی از دلایل افزایش وزن ۱۰۰ دانه در تاریخ‌های کشت زمستانه استقرار سریع‌تر بوته‌ها در کشت پاییزه و افزایش فرصت ماده‌سازی برای این گیاهان و همچنین، عدم برخورد با تنش خشکی آخر فصل می‌باشد. با توجه به این که عملکرد دانه مطلوب وابستگی بسیاری به رشد رویشی بهینه و مقادیر اجزای عملکرد دانه دارد، هر عاملی که سبب افت این عوامل گردد، در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی خواهد داشت. در مطالعه حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته ($r=0/52^{**}$) و تعداد شاخه در بوته ($r=0/46^{**}$) مشاهده شد که نشان‌دهنده تأثیر رشد مناسب بر وزن ۱۰۰ دانه بود (جدول ۶). مطالعات پیشین نشان داد که عملکرد دانه نخود در کاشت پاییزه بیشتر بود. پژوهشگران اظهار داشتند که برتری کاشت پاییزه عمدتاً به انطباق فنولوژی گیاه زراعی با رژیم رطوبتی و حرارتی مناسب مربوط است (Mousavi & Ahmadi, 2009).

زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت

در بررسی صفات مربوط به عملکرد ژنوتیپ‌های نخود دسی متحمل به سرما مشاهده شد که بیشترین میزان زیست‌توده در ژنوتیپ‌های MCC605، MCC194، MCC607، MCC199 و MCC918 به دست آمد (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵). در دامنه‌های مختلف بقا با کاهش درصد بقا متوسط زیست‌توده تولیدی کاهش یافت، به‌طوری‌که در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد بیشترین متوسط زیست‌توده مشاهده شد که نسبت به دامنه‌های بقا ۵۱ تا ۷۵، ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد به ترتیب ۲۷ درصد، ۲/۶ و ۹/۴ برابر بیشتر بود (شکل ۵). همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0/69^{**}$) بین درصد بقا و زیست‌توده نیز تأییدکننده این نتایج می‌باشد (جدول ۶). در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح در ژنوتیپ MCC605 مشاهده شد (جدول ۴). در دامنه‌های مختلف بقا، با کاهش درصد بقا، عملکرد دانه در واحد سطح کاهش یافت، به‌طوری‌که متوسط عملکرد دانه در واحد سطح در دامنه بقای ۷۶ تا ۱۰۰ درصد با ۲۵۷ گرم در مترمربع به دست آمد که نسبت به دامنه‌های بقا ۵۱ تا ۷۵، ۲۶ تا ۵۰ و ۰ تا ۲۵ درصد به ترتیب ۲۴ درصد، ۲/۵ و ۸/۶ برابر بیشتر بود. در این ارتباط همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/65^{**}$) بین درصد بقا و عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۶).

بررسی وضعیت شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های نخود دسی مورد مطالعه نشان داد که ژنوتیپ MCC335 با ۶۸ درصد بیشترین شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۵). در دامنه‌های بقا ۷۶ تا ۱۰۰، ۵۱ تا ۷۵ و ۲۶ تا ۵۰ درصد تفاوت چندانی در متوسط شاخص برداشت مشاهده نشد، اما با کاهش دامنه بقا به ۲۵-۰ درصد متوسط شاخص برداشت به‌شدت کاهش یافت. به نظر می‌رسد همان‌طور که کشت زودتر سبب افزایش ویژگی‌های ارتفاع بوته و تعداد شاخه اصلی نخود شد، افزایش طول دوره رشد نخود در کشت پاییزه و زمستانه عامل بسته شدن سریع‌تر پوشش گیاهی و تولید زیست‌توده بالاتر بوده است که این زیست‌توده بیشتر امکان افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌کند. در این مطالعه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته ($r=0/52^{**}$) و تعداد شاخه در بوته ($r=0/48^{**}$) مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به افزایش عملکرد دانه در کشت پاییزه به نظر می‌رسد شاخص برداشت نیز تا حدودی بهبود می‌یابد.

جدول ۵- اثر کشت پاییزه بر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه بقای ۰ تا ۲۵ درصد

Table 5. Effect of autumn sowing on studied traits of chickpea genotypes deci types in the survival range from 0 to 25%

Genotype (MCC)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
131	25	23	34	10	1	100	91	53	30	25	63	37	59
335	25	29	29	7	1	209	86	30	7	12	110	75	68
340	25	25	35	9	3	320	93	185	67	16	123	44	36
632	25	31	40	9	1	89	81	40	16	8	50	16	32
364	24	29	29	7	1	128	94	45	25	13	45	25	55
516	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
404	22	49	49	13	6	439	91	210	103	17	362	169	47
406	22	26	38	12	1	106	92	57	27	17	57	27	48
436	22	31	51	11	1	99	81	52	22	15	52	22	43
912	22	40	40	13	2	140	83	80	44	24	197	100	51
448	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
623	21	26	22	9	2	145	86	63	32	10	97	45	47
22	20	26	52	11	3	172	91	83	38	13	55	25	46
890	20	55	55	14	2	114	85	62	30	18	148	66	45
385	19	29	43	19	3	216	73	102	38	12	34	13	37
434	18	36	45	7	2	104	91	50	21	12	33	14	41
536	18	23	38	12	2	170	85	77	37	19	193	90	47
876	18	39	39	9	2	221	88	90	45	15	313	135	43
867	18	44	44	14	1	136	90	67	33	18	227	103	46
389	17	43	45	11	3	129	89	85	37	23	167	74	44
504	17	25	65	6	1	17	71	10	6	13	3	2	60
435	16	22	31	10	1	47	82	28	12	13	28	12	43
425	16	20	20	8	1	12	86	7	6	30	27	16	58
433	15	32	39	12	1	97	87	40	19	21	40	19	46
560	13	20	40	6	1	149	91	65	34	17	23	13	55
237	13	45	45	9	2	118	93	50	20	26	638	260	41
166	12	30	33	15	2	49	87	28	14	20	45	24	52
455	12	29	50	12	2	151	75	83	34	20	147	57	39
16	12	27	32	7	1	18	90	13	6	13	13	6	48
869	12	18	18	8	1	134	69	50	23	14	17	8	46
159	11	28	28	11	2	76	88	32	16	14	32	16	50
609	10	36	46	10	1	204	88	80	33	18	107	46	44
439	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
555	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	9	18	30	6	1	35	91	20	10	12	7	3	51
539	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
710	6	45	45	18	1	91	81	43	20	17	28	14	48
514	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
908	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
198	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
515	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
441	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
615	3	20	52	10	2	478	80	160	77	14	53	26	48
189	3	26	34	10	1	162	73	55	28	14	37	19	53
438	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
440	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
534	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
535	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
549	0	27	42	9	1	94	75	37	19	17	37	19	52
LSD _(0.05)	2	12	12	6	1.7	148	13	68	31	3.5	24	11	0.19

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (%). B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (%). H: زیست‌توده (گرم در بوته)، J: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (%). LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار
MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No, Plant⁻¹, G: Filled pod (%), H: Biomass (g.plant⁻¹), J: Grain (g.plant⁻¹) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield (g.m⁻²), M: Grain yield (g.m⁻²), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی
Table 6. Correlation coefficient of traits in chickpea genotypes deci types

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
A	1												
B	0.52**	1											
C	0.55**	0.80**	1										
D	0.49**	0.77**	0.74**	1									
E	0.48**	0.31**	0.47**	0.40**	1								
F	0.33**	0.43**	0.57**	0.45**	0.42**	1							
G	0.52**	0.71**	0.81**	0.66**	0.44**	0.51**	1						
H	0.38**	0.51**	0.65**	0.50**	0.49**	0.89**	0.54**	1					
J	0.37**	0.50**	0.63**	0.49**	0.46**	0.92**	0.56**	0.94**	1				
K	0.44**	0.52**	0.60**	0.48**	0.46**	0.32**	0.70**	0.45**	0.47**	1			
L	0.69**	0.55**	0.55**	0.56**	0.53**	0.44**	0.37**	0.47**	0.48**	0.35**	1		
M	0.65**	0.52**	0.52**	0.52**	0.48**	0.45**	0.37**	0.46**	0.50**	0.34**	0.97**	1	
N	0.30**	0.53**	0.63**	0.47**	0.30**	0.46**	0.83**	0.39**	0.48**	0.61**	0.23**	0.32**	1

A: بقا، B: ارتفاع بوته، C: طول بوته، D: ارتفاع اولین غلاف، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور، H: زیست‌توده، J: دانه، K: وزن ۱۰۰ دانه، L: عملکرد زیست‌توده، M: عملکرد دانه، N: شاخص برداشت؛ **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

A: Survival, B: Plant height, C: Plant length, D: Lowest pod height, E: Branch No., F: Pod No. Plant⁻¹, G: Filled pod, H: Biomass, J: Grain, K: 100 seed weight, L: Biological yield, M: Grain yield, N: Harvest index; **: Significant at 1% probability level

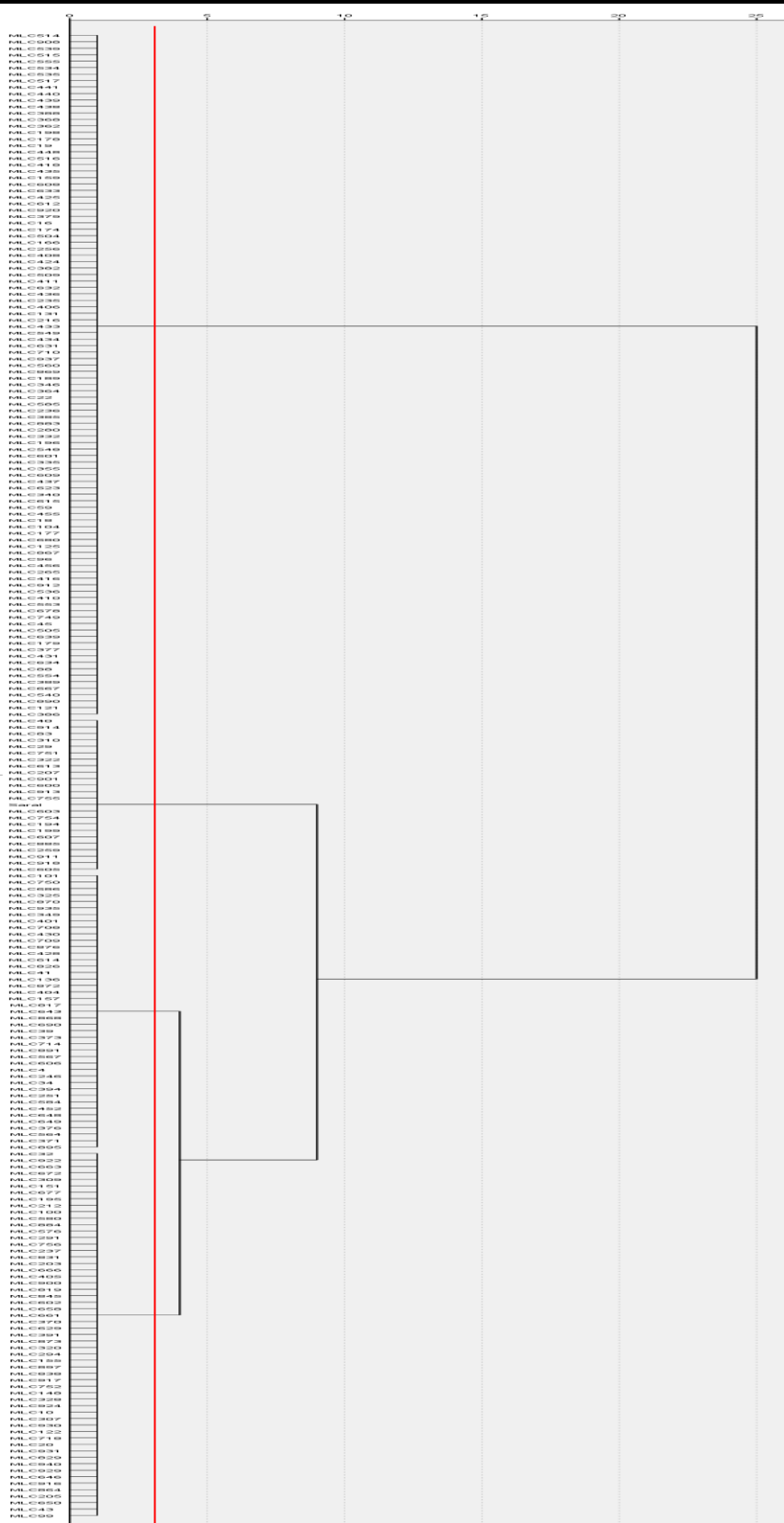
عمدتاً به دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته و کاهش وزن ۱۰۰ دانه بوده است (Mousavi & Pezeshkpoor, 2006). در مطالعه حاضر با افزایش درصد بقا و وزن ۱۰۰ دانه افزایش یافت و همبستگی مثبتی با عملکرد دانه در واحد سطح داشت (جدول ۶).

ضرایب عامل‌ها بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد گردید (جدول ۷). عامل اول حدود ۵۱/۲۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد که شامل تمامی صفات مورد مطالعه بود. عامل دوم و سوم به ترتیب ۱۱/۳۷ و ۹/۹۵ درصد تغییرات را توجیه کردند (جدول ۷).

در این مطالعه شاخص برداشت همبستگی مثبت و بالایی با درصد غلاف بارور ($r=0.52^{**}$) داشت (جدول ۶)؛ بنابراین بهبود شرایط رشد موجب افزایش باروری غلاف و بهبود عملکرد و شاخص برداشت خواهد شد. پژوهشگران گزارش کردند که تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت (پاییزه، زمستانه و بهاره) روی ارقام نخود کابلی مشاهده شد که با تأخیر در زمان کاشت و مصادف شدن مرحله پرشدن دانه با تنش خشکی و درجه حرارت‌های نسبتاً بالا در انتهای فصل رشد، تولید زیست‌توده و عملکرد دانه نخود به ترتیب به میزان ۶۶ و ۸۹ درصد کاهش یافت. بر اساس اظهارنظر این پژوهشگران کاهش عملکرد

جدول ۷- تجزیه به عامل‌ها برای ژنوتیپ‌های نخود دسی
Table 7. Factor analysis for chickpea genotypes

Traits	صفات	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Survival	بقا	-0.706	0.423	0.072
Plant height	ارتفاع بوته	-0.870	-0.033	0.243
Plant length	طول بوته	-0.766	-0.049	0.337
Lowest pod height	ارتفاع اولین غلاف	-0.764	0.043	0.311
Branch No.	تعداد شاخه در بوته	-0.641	0.186	-0.111
Pod No. plant ⁻¹	تعداد غلاف در بوته	-0.738	-0.318	-0.513
Filled pod	غلاف بارور	-0.535	-0.335	0.446
Biomass. plant ⁻¹	زیست‌توده در بوته	-0.798	-0.307	-0.388
Grain. plant ⁻¹	دانه در بوته	-0.729	-0.387	-0.429
100 seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-0.663	-0.121	0.349
Biological yield	عملکرد زیست‌توده	-0.752	0.593	-0.147
Grain yield	عملکرد دانه	-0.747	0.528	-0.184
Harvest index	شاخص برداشت	-0.512	-0.397	0.179
Eigen value %	ویژه مقادیر	6.658	1.478	1.293
Cumulative variance (%)	تجمعی سهم درصد	51.22	62.59	72.54



شکل ۴- دندوگرام مربوط به گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود دسی با استفاده از صفات مورد مطالعه

Fig.4. Classifying dendrogram in chickpea genotype based on studied traits

جدول ۸- تجزیه واریانس چندمتغیره بر پایه طرح کاملاً تصادفی نامتعادل، آماره ویلکس لامبدا در ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 8. Analysis variation of multi variables based on unbalanced completely randomized design (CRD) Wilks' Lambda in Chickpea genotype

Function	df	Wilks' Lambda	Chi-square	Probability level
1	39	0.312	257	0.000
2	24	0.692	81.1	0.000
3	11	0.907	21.5	0.028

جدول ۹- نتایج تابع تشخیص برای صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 9. The results of discriminant function for clustering validity of chickpea genotypes

Group		Group Membership				Total
		1	2	3	4	
Total	1	93	4	7	2	106
	2	4	15	0	5	24
	3	16	0	20	7	43
	4	7	6	5	39	57
Percent	1	87.7	3.8	6.6	1.9	100.0
	2	16.7	62.5	0.0	20.8	100.0
	3	37.2	0.0	46.5	16.3	100.0
	4	12.3	10.5	8.8	68.4	100.0

72.6% of original grouped cases correctly classified.

معنی‌دار اول و دوم برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده شد (شکل ۵). با توجه به شکل ۵، ژنوتیپ‌های نخود دسی در چهار دسته گروه‌بندی شدند و در هر گروه تنوع ژنتیکی درون گروهی کمی نسبت به تنوع ژنتیکی بین گروهی مشاهده شد.

ضرایب استاندارد شده کانونیکی تمامی صفات به جز درصد غلاف بارور، وزن دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت در معادله اول تشخیصی کانونیکی قابل توجه بود (جدول ۱۰). این نتایج نشان می‌دهد که این صفات بیشترین تأثیر را در تنوع بین ژنوتیپ‌ها دارند. در ادامه از متغیرهای کانونیکی

جدول ۱۰- ضرایب استاندارد کانونیکی صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 10. Standardized canonical discriminant function coefficients measured groups in chickpea genotypes

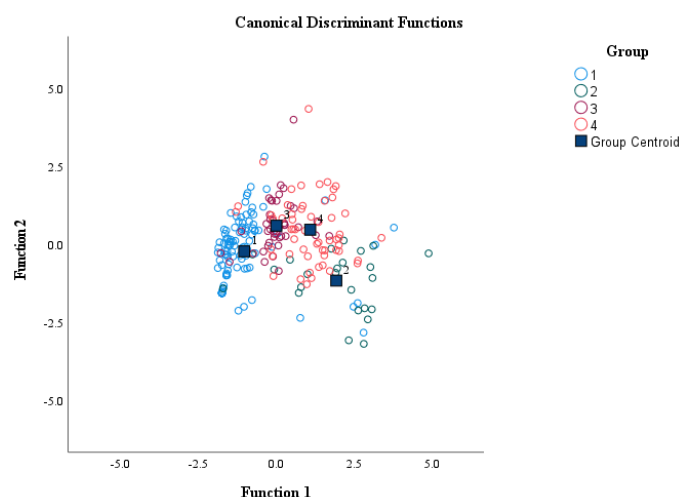
Traits	صفات	Canonical Function		
		1	2	3
Survival	بقاء	0.182*	0.496	0.408
Plant height	ارتفاع بوته	-0.230*	0.132	-0.171
Plant length	طول بوته	0.238*	0.403	0.198
Lowest pod height	ارتفاع اولین غلاف	-0.008*	-0.233	0.583
Branch No.	تعداد شاخه در بوته	0.173*	-0.137	0.409
Pod No. plant ⁻¹	تعداد غلاف در بوته	0.118*	-0.161	0.605
Filled pod	غلاف بارور	-0.084	-0.255*	-0.176
Biomass. plant ⁻¹	زیست‌توده در بوته	0.102*	0.500	-0.620
Grain. plant ⁻¹	دانه در بوته	-0.139	0.063	0.272*
100 seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-0.081	-0.100	0.650*
Biological yield	عملکرد زیست‌توده	0.791*	1.998	-3.028
Grain yield	عملکرد دانه	0.058*	-2.704	2.412
Harvest index	شاخص برداشت	-0.090	0.295	-1.103*
Eigen value	ویژه مقادیر	1.218	0.310	0.102
Cumulative %	تجمعی سهم درصد	74.7	93.7	100
Canonical Correlation	کانونیکی همبستگی	0.741*	0.486*	0.305*

*: بالاترین همبستگی مشاهده شده بین هر صفت و متغیر کانونیکی

*: Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

گروه‌های سوم و چهارم فاصله ژنتیکی کمی با یکدیگر دارند، می‌توان از آنها در برنامه‌های به‌نژادی به‌منظور ایجاد ژنوتیپ‌های جدید و به‌گزینی برای تحمل به شوری استفاده کرد.

همان‌طور که در کل مشاهده می‌شود، کمترین فاصله بین گروه‌های سوم و چهارم و بیشترین فاصله بین گروه‌های اول و دوم مشاهده گردید (شکل ۵). درواقع ژنوتیپ‌های هر گروه فاصله ژنتیکی کمی با یکدیگر دارند. با توجه به این که



شکل ۵- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود دسی بر اساس متغیرهای کانونیک معنی‌دار تحت تنش شوری
Fig. 5. Cluster grouping of chickpea genotypes based on significant canonical variable

(جدول ۱۱). مقایسه میانگین گروه‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن برای درصد بقاء نشان داد که ژنوتیپ‌های گروه دوم بیشترین میانگین را دارا بود و پس از آن، گروه چهارم در رتبه بعدی قرار گرفت تفاوت میانگین این دو گروه با میانگین کل به ترتیب ۱۷/۷ و ۱۶/۴ درصد بود (جدول ۱۲).

به‌منظور بررسی دقیق‌تر گروه‌ها برای هر یک از صفات مورد مطالعه به‌صورت جداگانه تجزیه واریانس یک‌طرفه انجام شد (جدول ۱۱). بر اساس نتایج تجزیه واریانس به‌جز صفات درصد غلاف بارور و شاخص برداشت در کلیه صفات مورد مطالعه بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد

جدول ۱۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) گروه‌ها بر اساس صفات مورد مطالعه در نخود دسی

Table 11. Analysis of variance (mean square) based on measured groups in chickpea genotypes

Traits	صفات	Between groups	Within groups
df	درجه آزادی	3	226
Survival	بقاء	17366**	489**
Plant height	ارتفاع بوته	3425**	194**
Plant length	طول بوته	3059**	172**
Lowest pod height	ارتفاع اولین غلاف	352**	22**
Branch No.	تعداد شاخه در بوته	28.8**	1.52**
Pod No. plant ⁻¹	تعداد غلاف در بوته	76043**	6259**
Filled pod	غلاف بارور	2507 ^{ns}	1817 ^{ns}
Biomass. plant ⁻¹	زیست‌توده در بوته	19741**	1333**
Grain. plant ⁻¹	دانه در بوته	2996**	395**
100 seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	343**	46.4**
Biological yield	عملکرد زیست‌توده	33539502**	395263**
Grain yield	عملکرد دانه	6079467**	82568**
Harvest index	شاخص برداشت	148 ^{ns}	409 ^{ns}

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: No significant and probability level of 1%, respectively

جدول ۱۲- مقایسه میانگین و انحراف معیار صفات گروه‌ها در صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود دسی

Table 12. Cluster analysis in chickpea genotypes

Traits	Group 1		Group 2		Group 3		Group 4		Total average	
Number of genotype	106		24		43		57		230	
A	32.1 ^c	±23.9	65.7 ^a	±22.2	55.5 ^b	±23.5	64.4 ^{ab}	±16.9	48.0	±26.6
B	32.9 ^b	±17.6	46.2 ^a	±14.1	44.1 ^a	±8.70	47.6 ^a	±8.10	40.0	±15.4
C	26.0 ^b	±14.7	37.1 ^a	±16.1	37.3 ^a	±9.97	40.1 ^a	±10.5	32.8	±14.5
D	8.80 ^b	±4.90	13.8 ^a	±6.50	12.6 ^a	±3.40	13.1 ^a	±4.30	11.1	±5.20
E	1.50 ^c	±0.98	3.10 ^a	±1.60	2.40 ^b	±1.30	2.70 ^{ab}	±1.40	2.10	±1.40
F	108 ^b	±83.5	182 ^a	±87.1	164 ^a	±69.4	170 ^a	±73.91	141	±84.7
G	75.9 ^a	±58.4	83.7 ^a	±18.4	85.3 ^a	±6.3	89.3 ^a	±27.71	81.8	±42.7
H	51.0 ^b	±38.5	82.4 ^a	±38.8	79.9 ^a	±33.6	85.6 ^a	±33.7	68.3	±39.7
J	25.2 ^b	±23.4	40.7 ^a	±18.5	36.9 ^a	±16.4	36.7 ^a	±15.1	31.9	±20.7
K	13.5 ^b	±8.40	17.7 ^a	±5.90	18.4 ^a	±5.40	17.2 ^a	±4.30	15.8	±7.10
L	420 ^d	±659	2279 ^a	±921	972 ^c	±350	1672 ^b	±583	1027	±912
M	195 ^d	±305	1045 ^a	±439	395 ^c	±154	670 ^b	±248	439	±401
N	39.3 ^a	±28.4	43.9 ^a	±10.2	41.2 ^a	±7.40	40.9 ^a	±7.60	40.5	±20.1

MCC: کلکسیون نخود مشهد، A: بقا (/)، B: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، C: طول بوته (سانتی‌متر)، D: ارتفاع اولین غلاف (سانتی‌متر)، E: تعداد شاخه در بوته، F: تعداد غلاف در بوته، G: غلاف بارور (/)،

H: زیست‌توده (گرم در بوته)، J: دانه (گرم در بوته)، K: وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، L: عملکرد زیست‌توده (گرم در مترمربع)، M: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، N: شاخص برداشت (/)

در هر ردیف، مقادیری که حروف مشترکی با یکدیگر ندارند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

MCC: Mashhad chickpea collection, A: Survival (%), B: Plant height (cm), C: Plant length (cm), D: Lowest pod height (cm), E: Branch No., F: Pod No. plant⁻¹, G: Filled pod (%), H: Biomass (g.plant⁻¹), J: Grain (g.plant⁻¹) K: 100 seed weight (g), L: Biological yield (g.m⁻²), M: Grain yield (g.m⁻²), N: Harvest index (%), LSD: Least Significant Difference; Means by the uncommon letter in each row are significantly different according to Duncan's multiple range tests (5%).

تنوع بالایی از نظر تحمل به یخ‌زدگی مشاهده شد، به‌طوری‌که ۳۹ ژنوتیپ بین ۷۶ تا ۱۰۰ درصد تحمل را دارا بودند و از طرفی در همین دامنه بقاء عملکرد دانه در واحد سطح ۲۵۷ گرم در مترمربع بود. با توجه به متوسط عملکرد نخود در کشور که حدود ۱۰۰۰ گرم در مترمربع می‌باشد، کشت پاییزه باعث افزایش عملکرد قابل‌توجه گردیده است. همچنین ۲۱ ژنوتیپ دارای ارتفاع بوته بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر بودند که از نظر برداشت مکانیزه بسیار بالارزش می‌باشد؛ بنابراین مطالعات تکمیلی در مناطق و سال‌های مختلف جهت ارزیابی سایر صفات زراعی و تحمل به برق‌زدگی این ژنوتیپ‌ها برای معرفی آن‌ها به‌عنوان رقم سودمند خواهد بود.

از نظر ارتفاع بوته، سه گروه دوم، سوم و چهارم نسبت به گروه اول از ارتفاع بوته بالاتری برخوردار بودند و در این میان گروه چهارم بیشترین ارتفاع بوته را با ۴۷/۶ سانتی‌متر به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌های گروه دوم از نظر عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه نسبت به ژنوتیپ‌های سایر گروه‌ها برتر بودند و نسبت به میانگین کل به ترتیب ۱۲۵۲ و ۶۰۶ گرم در مترمربع تولید بیشتری داشتند. پس از آن، ژنوتیپ‌های گروه چهارم نسبت به ژنوتیپ‌های سایر گروه‌ها برتر بود.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی در میان ۲۵۵ ژنوتیپ نخود دسی مورد مطالعه در شرایط کشت پاییزه باوجود دمای ۱۲- درجه سلسیوس

منابع

- Andrews, C.J. 1996. How do plants survive ice? Annals of Botany 78: 529-536.
- Croser, J.S., Clarke, H.J., Siddique, K.H.M., and Khan, T.N. 2003. Low-temperature stress: implications for chickpea (*Cicer arietinum* L.) improvement. Critical Reviews in Plant Sciences 22(2): 185-219.
- Hossain, Z., Wang, X., Hamel, C., Knight, J. D., Morrison, M. J., and Gan, Y. 2016. Biological nitrogen fixation by pulse crops on semiarid Canadian prairies. Canadian Journal of Plant Science 97(1): 119-131.
- Huang, Y., Hussain, M.A., Luo, D., Xu, H., Zeng, C., Havlickova, L., Bancroft, I., Tian, Z., Zhang, X., Cheng, Y., and Zou, X. 2020. A Brassica napus reductase gene dissected by associative transcriptomics enhances plant adaption to freezing stress. Frontiers in Plant Science 11: 971.
- Iran Agriculture Statistics. 2019. Ministry of Agriculture Jihad, Iran. (in Persian).
- Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., and Chibbar, R.N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. British Journal of Nutrition 108(1): 11-26.
- Kahraman, A., Ceyhan, E., and Harmankaya, M. 2015. Nutritional variation and drought tolerance in chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Journal of Elementology 20(2): 331-341.

8. Kang, H.M., and Saltveit, M.E. 2001. Activity of enzymatic antioxidant defence systems in chilled and heat shocked cucumber seedling radicles. *Physiologia Plantarum* 113: 548-556.
9. Kanouni, H. 2004. Study of cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in fall-sown nurseries. *Seed and Plant Improvement Journal* 20(1): 89-99. (in Persian with English abstract).
10. Knight, H., Trewavas, A.J., and Knight, M.R. 1996. Cold calcium signaling in Arabidopsis involves two cellular pools and a change in calcium signature after acclimation. *Plant Cell* 8: 489-503.
11. Lang, V., Mantyla, E., Welin, B., Sundberg, B., and Palva, E.T. 1994. Alterations in water status, endogenous abscisic acid content, and expression of *rab18* gene during the development of freezing tolerance in Arabidopsis thaliana. *Plant Physiology* 104: 1341-1349.
12. McKersia, B.D., and Leshem, Y.Y. 1994. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants. Kluwer Academic publishers, the Netherlands, 256 p.
13. Mousavi S.K., and Pezeshkpoor P. 2006. Evaluation of Kaboli chickpea cultivars by sowing date on yield and its components of chickpea cultivars dryland condition. *Journal of Iranian Agronomic Researches* 2: 111-128. (in Persian).
14. Mousavi, S.K., and Ahmadi, A. 2009. Response of weed society and their interference with sowing date on lens cultivars in Khoramabad dryland condition. *Electronic Journal of Plant Production* 2: 111-128. (in Persian).
15. Najib Niya, S., Nezami, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2008. Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant genotypes in fall planting. *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(1): 183-192. (in Persian).
16. Nezami, A., and Bagheri, A. 2006. Preliminary study of phenological characteristics, yield components and yield of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) in autumn sowing in Mashhad weather conditions. *Agricultural Sciences and Technology* 20(3): 71-80. (in Persian with English abstract).
17. Nezami, A., Pouramir, F., Momeni, S., Porsa, H., Ganjeali, A., and Bagheri, A. 2010. Evaluation of phenologic, morphologic and yield characteristics of chickpea germplasms in Ferdowsi University of Mashhad Seed Bank I. Deci type chickpeas'. *Iranian Journal Pulses Research* 1(2): 21-36. (in Persian).
18. Nezami, A., Sedaghat-Khahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A. 2010. Evaluating of the fall sowing cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at supplementary irrigation in Mashhad conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(3): 415-423. (in Persian with English abstract).
19. Orvar, B.L., Sangwan, V., Omann, F., and Dhindsa, R.S. 2000. Early steps in cold sensing by plant cells: the role of actin cytoskeleton and membrane fluidity. *Plant Journal* 23: 785-794.
20. Özdemir, S., and Karadavut, U. 2004. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27(6): 345-352.
21. Palta, J.P., and Simon, G. 2018. Breeding Potential for Improvement of Freezing Stress Resistance: Genetic Separation of Freezing Tolerance, Freezing Avoidance, and Capacity to Cold Acclimate. In: *Advances in Plant Cold Hardiness*. CRC Press. p. 299-310.
22. Pearce, R.S., Quarrie, S.A., and Davies, W.J. 1999. Molecular analysis of acclimation to cold. *Plant Growth Regulation* 29: 47-76.
23. Rezvani Moghadam, P., and Sadeghisamarjan, R. 2007. Effect of different sowing dates and irrigation on morphological traits and yield of chickpea, ILC3279 cultivar in Neyshaboor condition. *Journal of Iranian Agronomic Researches* 6: 315-325. (in Persian with English abstract).
24. Shafaei, S.M., Masoumi, A.A., and Roshan, H. 2016. Analysis of water absorption of bean and chickpea during soaking using Peleg model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 15(2): 135-144.
25. Singh, K.B. 1993. Problems and Prospects of Stress Resistance Breeding in Chickpea. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*, John Wiley & Sons, Chichester. p. 17-37.
26. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. *Agronomy Journal* 89: 112-118.
27. Singh, K.B., Saxena, M.C., and Gridley, B.E. 1984. Screening Chickpea for Cold Tolerance and Frost Resistance. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas*. The Netherlands. p. 167-177.
28. Tan, W.J., Yang, Y.C., Zhou, Y., Huang, L.P., Xu, L., Chen, Q.F., Yu, L.J., and Xiao, S. 2018. Diacylglycerol Acyltransferase and Diacylglycerol Kinase Modulate triacylglycerol and phosphatidic acid production in the plant response to freezing stress. *Plant Physiology* 177(3): 1303-1318.
29. Thomashow, M.F. 1999. Plant cold acclimation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50: 571-599.

30. Zafaranih, M. 2015. Evaluating yield and phonological and morphological characteristics of chickpea genotypes in autumn cultivation under complementary irrigation regime and winter sowing in Mashhad. *Journal of Crops Improvemen* 17(1): 271-282. (in Persian with English abstract).
31. Zhang, H., Wang, Y., Bao, M., and Chan, Z. 2019. Physiological changes and DREB1s expression profiles of tall fescue in response to freezing stress. *Scientia Horticulturae* 245: 116-124.



Preliminary selection of desi chickpea genotypes to introduce cold tolerant cultivars for autumn planting in cold regions

Nezami^{1*}, Ahmad; Nabati², Jafar; Kafi³, Mohammad; Boroumand Rezazadeh⁴, Elahe; Solouki⁵, Hessamoddin; and Azari⁶, Seyed Jalal

1. Professor, Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; nezami@um.ac.ir
2. Assistant Professor, Crop Physiology, Department of Legumes, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir
3. Professor, Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; m.kafi@um.ac.ir
4. PhD. in Crop Ecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Ferdowsi University of Mashhad; elaheh.boroumand@mail.um.ac.ir
5. PhD. Student in Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Ferdowsi University of Mashhad; hesamsolooki@yahoo.com
6. PhD. Student in Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University; sjamnt@gmail.com

The Dates:

Received: 30 May 2022; Revised: 14 June 2022

Accepted: 10 September 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Nezami, A., Nabati, J., Kafi, M., Boroumand Rezazadeh, E., Solouki, H., and Azari, S.J. 2022. Preliminary selection of desi chickpea genotypes to introduce cold tolerant cultivars for autumn planting in cold regions. *Iranian Journal of Pulses Research* 13(2): 139-159. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2205-1037

Introduction

In temperate climates, cool-season plants are usually grown in autumn. Due to the proper establishment of the plant in autumn, better use of rainfall, and avoidance of late-season heat and drought stresses, autumn planting leads to better plant stability and yield compared to spring planting. In chickpeas, autumn sowing increases plant height and nitrogen fixation. Scientists believe that autumn cultivation of chickpea leads to higher yields due to the longer vegetative growth period and coincides with the reproductive growth period with favorable humidity and temperature conditions. On the other hand, studies have shown that in severe freezing temperatures in cold regions, chickpea has a lower tolerance threshold than autumn cereals. This study aimed to evaluate the freezing tolerance of chickpea genotypes -desi type- in field conditions to select superior genotypes for autumn cultivation.

Materials and Methods

This study was conducted in the research farm station of the Faculty of Agriculture, the Ferdowsi University of Mashhad in 2018. In this study, 255 desi type genotypes and a Kabuli type genotype (Saral) as control were evaluated in a Randomized Complete Block Design with three replications. Seeds were provided from the Mashhad Chickpea Collection (Seed Bank of Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad). Planting was done in October with a density of 30 plants per square meter. Irrigation was done in three stages including immediately after planting, 14 days after the first irrigation, and at the flowering stage. To determine survival percentage, the number of plants for each genotype was counted 30 days after emergence and immediately after winter. Genotypes were classified into four groups (0-25, 26-50, 51-75 and 76-100% survival). Plant height, plant length, lowest pod height, number of branches, number of pods per plant, percentage of filled pods, plant dry weight, grain weight per plant, 100-seed weight, biological yield, grain yield, and harvest index were measured at the end of the growing season.

* Corresponding Author: nezami@um.ac.ir

Results and Discussion

The lowest minimum temperature during the growing season was -12°C . Results showed that among 255 genotypes, 25 genotypes were lost before freezing stress and 20 genotypes were lost by freezing stress. Significant differences were observed among the genotypes in terms of plant height, plant length, lowest pod height, number of branches, number of pods per plant, percentage of filled pods, plant dry weight, seed weight per plant, 100-seed weight, biological yield, grain yield, and harvest index. The survival percentage of 39 genotypes was between 76 to 100%, 75 genotypes between 51 to 75%, 61 genotypes between 26 to 50%, and 55 genotypes less than 25%. Ten genotypes (MCC373, MCC658, MCC755, MCC212, MCC83, MCC864, MCC371, MCC756, MCC749 and MCC885) had a survival percentage higher than 90%. Plant height in 21 genotypes was higher than 50 cm and the lowest pod height in 47 genotypes was more than 15cm. The number of branches per plant increased as the survival range increased. Also, in different survival ranges, grain yield decreased as survival percentage decreased. The average grain yield in the survival range of 100-76% was 257 g.m^{-2} , which was 24%, 2.5, and 8.6 times higher than the survival ranges of 51-75, 26-50, and 0-25%, respectively. No significant difference was found among survival ranges of 100-76, 75-51, and 50-26% according to the harvest index.

Conclusion

The results of cluster analysis of chickpea genotypes desi type under autumn cultivation showed that 230 studied genotypes were divided into four groups. The four groups included 106, 24, 43, and 57 genotypes, respectively. Standardized canonical coefficients of all traits except, the percentage of filled pods, seed weight per plant, 100-seed weight, and harvest index were significant in the first canonical diagnostic equation. These results show that these traits have the greatest impact on the diversity between genotypes. Based on the results of the analysis of the variance of groups, except for the percentage of filled pods and harvest index, a significant difference was observed between the groups in all studied traits. A comparison of the means of the groups showed that the genotypes of the second group had the highest mean survival percentage and then the fourth group was in the next rank. The difference between the means of these two groups with the total mean was 17.7 and 16.4%, respectively. The genotypes of the second group were superior to the genotypes of the other groups in terms of biomass yield and grain yield and produced 1252 and 606 g.m^{-2} more than the total average, respectively, then the genotypes of the fourth group were superior to the genotypes of the other groups. In general, due to the high yield in the cold-tolerant genotypes, autumn cultivation of desi-type chickpeas seems to be economical.

Keywords: Freezing; Harvest index; Plant height; Seed yield; Survival



بررسی پراکنش و میزان خسارت غلاف‌خوار لوبیا *Helicoverpa armigera*

در مزارع لوبیای استان مرکزی

صدیقه اشتری^{۱*}، مظاهر یوسفی^۲ و غلامرضا گودرزی^۳

۱- بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران؛ aroya95@gmail.com

۲- بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران؛ myousefi@yahoo.com

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۲، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۲۸، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

اشتری، ص.، یوسفی، م. و گودرزی، غ. ر. ۱۴۰۱. بررسی پراکنش و میزان خسارت غلاف‌خوار لوبیا *Helicoverpa armigera* در مزارع لوبیای استان مرکزی. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۱۶۰-۱۷۵.

چکیده

لوبیا از مهم‌ترین حبوبات و در عین حال هفتمین محصول عمده غذایی جهان محسوب می‌شود. این محصول توسط آفات مختلف از جمله غلاف‌خوار مورد حمله قرار می‌گیرد. با توجه به خسارت بالای این آفت، بررسی پراکنش و میزان خسارت این آفت در مزارع آلوده استان ضروری به نظر می‌رسد. به منظور بررسی پراکنش و تعیین خسارت کرم غلاف‌خوار لوبیا در مناطق مهم لوبیاکاری خمین به مدت دو سال ۱۴۰۱-۱۳۹۹، پنج منطقه لوبیا کاری (اراک، خمین، شازند، میلajرد و خنداب) که تراکم آفت در آن‌ها نسبتاً بالاست انتخاب شدند و از هر منطقه ۵ مزرعه و جمعا ۲۵ مزرعه لوبیا پس از سبز شدن در سه زمان اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت مورد بررسی و آماربرداری جهت شمارش لاروها قرار گرفتند. به منظور تعیین درصد آلودگی نیز پس از رسیدن محصول و قبل از برداشت از هر مزرعه ۲۰ بوته را انتخاب و کلیه غلاف‌های سالم و خسارت‌دیده در اثر آفت مشخص و شمارش شده و درصد آلودگی مزرعه برآورد شد. مقایسات میانگین با آزمون توکی انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در دو سال اجرای پروژه مناطق خمین و خنداب به ترتیب بیشترین و کمترین درصد آلودگی را نشان دادند. بیشترین جمعیت لارو غلاف‌خوار لوبیا در مرحله اواسط گلدهی ثبت شد. لذا توصیه می‌شود کنترل شیمیایی در این مرحله انجام گردد. با توجه به این که از بین توده‌های مورد بررسی به ترتیب چیتی، قرمز و سفید به این آفت حساسیت بیشتری نشان دادند، جهت کاهش درصد آلودگی، توده‌های لوبیاسفید و قرمز نسبت به چیتی جهت کشت در مناطق مذکور ارجحیت دارند.

واژه‌های کلیدی: پراکنش؛ توده محلی؛ درصد آلودگی؛ غلاف‌خوار لوبیا

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) یکی از مهم‌ترین حبوبات می‌باشد که در اغلب کشورهای جهان کشت می‌شود. طبق آمار منتشره از طرف وزارت جهاد کشاورزی سطح زیرکشت لوبیا در ایران ۱۰۶۲۶۴ هکتار با متوسط عملکرد ۲۴۰۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد و استان مرکزی با سطح زیرکشت ۱۱۲۰۰

هکتار با متوسط عملکرد ۲۸۲۹ کیلوگرم در هکتار یکی از مناطق عمده لوبیاکاری کشور محسوب می‌شود (Ahmadi et al., 2019). کرم پيله‌خوار نخود با نام علمی *Helicoverpa virescens* (Lep. Noctuidae) یکی از آفات مهم نخود در مزارع غرب کشور است. لارو این آفت با تغذیه از برگ، غنچه، گل و به خصوص سوراخ کردن غلاف‌ها و تغذیه از دانه سبب کاهش محصول و بروز مشکلات فراوان برای کشاورزان می‌شود، به طوری که گاهی خسارت این آفت تا بیش از ۹۰

* نویسنده مسئول: aroya95@gmail.com

درصد گزارش شده است (Khanizad et al., 2018). این آفت علاوه بر ایران در اروپا و برخی از کشورهای منطقه خاور میانه از جمله سوریه و ترکیه انتشار دارد. در ایران این گونه در اکثر مناطق از جمله در استان‌های ایلام، همدان، کرمانشاه، لرستان، آذربایجان شرقی و غربی دیده شده است (Jozeyan, 2017). لاروهای جوان از پارانشیم برگ و اندام‌های زایشی نخود (گل و غنچه‌ها) تغذیه می‌کنند و سپس همزمان با تشکیل غلاف‌ها، لاروهای متوسط و درشت به داخل غلاف رفته و از بذر آن تغذیه می‌نمایند. کشاورزان به علت ترس از آفت هرساله و حتی گاهی در صورت عدم وجود آفت اقدام به سم‌پاشی می‌نمایند. این سم‌پاشی‌ها علاوه بر آلودگی محیط زیست منجر به کاهش دشمنان طبیعی و سایر عواقب از جمله برگشت مجدد آفت شده و هزینه اضافی را بر کشاورزان تحمیل می‌نماید. از عوامل محدودکننده تولید لوبیا، آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد. آفت مذکور اخیراً خسارت زیادی به مزارع لوبیا وارد می‌سازد. پيله‌خوار نخود در اکثر مناطق ایران وجود دارد. سه گونه به اسامی *Hubner Helicoverpa armigera*، *viriplaca* و *Denis & Schiffermuller Helicoverpa peltigerai* باعث کاهش عملکرد محصول می‌شوند، ولی گونه *armigera Helicoverpa* گونه غالب مناطق بوده و ۹۴ درصد جمعیت آفت را تشکیل می‌دهد (Hoseini, 2017). از این نظر به دلیل حساس بودن بعضی ارقام کشاورزان ناگزیر به استفاده از سموم شیمیایی می‌باشند. بنابراین یافتن میزان خسارت، تعیین سطح زیان اقتصادی و روش کنترل مؤثر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در کشور ما بررسی‌های زیادی در مورد میزان خسارت این آفت روی لوبیا انجام نشده است. تاکنون بالغ بر ۴۴ گونه حشره آفت از روی انواع حبوبات در نقاط مختلف کشور گزارش شده است. اهمیت اقتصادی بسیاری از این آفات روی حبوبات به طور دقیق تعیین نشده است، ولی در مورد کرم پيله‌خوار نخود، *Helicoverpa viriplaca* Hufn گزارش‌های موجود حاکی از آن است که در مناطق خودکاری کشور تا ۵۰ درصد محصول توسط این آفت از بین می‌رود (Sadeghi & Noori, 2008) و از نظر میزان خسارت، بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که کرم پيله‌خوار در اکثر مناطق بیشترین زیان را به مزارع نخود وارد آورده و آفت کلیدی این محصول محسوب می‌شود. خسارت این آفت در مزارع نخود دیم مناطق ارومیه، مراغه و هشتروند از ۷۶ درصد تا ۹۹ درصد گزارش شده است. میزان پيله‌های صدمه‌دیده در مزارع دیم آذربایجان غربی تا ۱۷ درصد گزارش گردیده و در مزارع دیم زودکاشت اسلام‌آباد غرب میزان آلودگی پيله‌های نخود به لاروهای آفت حداکثر ۲۲ درصد بوده است. میزان خسارت در مزارع دیم کرمانشاه تا

۹۰ درصد هم گزارش شده است و در مزارع گیلان، مازندران، گرگان و گنبد به‌طور متوسط ۲۵ درصد کل محصول بوده است (Sadeghi & Noori, 2008). میزان خسارت *H. armigera* روی گیاه پنبه در منطقه گرگان، در طی نسل‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس بررسی‌ها اختلاف معنی‌داری بین عملکرد محصول در تیمارهای مختلف در کلیه نسل‌ها مشاهده شد. در نسل اول سطح آلودگی ۸ درصد و در نسل‌های دوم و سوم سطوح آلودگی ۴، ۶ و ۸ درصد باعث کاهش معنی‌دار محصول شدند (Alavi & Gholizadeh, 2010). جهت تعیین سطح زیان اقتصادی کرم پيله‌خوار نخود در منطقه مراغه، بررسی‌هایی انجام شد و عملکرد دو رقم نخود سفید جم و بیونچ در نهایت برآورد شد و میزان خسارت واردشده به وسیله یک لارو، برای ارقام آزمایشی تعیین شد. محاسبات آماری نشان داد که سطح زیان اقتصادی کرم پيله‌خوار برای رقم جم که رقم غالب منطقه است طی سال با بارندگی زیاد (۳۸۲/۲ میلی‌متر) ۳۵/۰ لارو در متر مربع و در سال با بارندگی متوسط (۲۳۴/۹ میلی‌متر) ۲۵/۱ عدد لارو در متر مربع می‌باشد. سطح زیان اقتصادی برای رقم بیونچ نیز در سال‌های با بارندگی زیاد و متوسط به ترتیب ۴/۰ و ۹/۱ لارو در متر مربع به‌دست آمد. (Seyyedi Sahebari & rajabi, 2010).

بررسی‌ها نشان داده است که به طور متوسط ۳۰ تا ۴۰ درصد پيله‌ها در نخود توسط این حشره آسیب می‌بینند که خسارتی حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار ایجاد می‌کند. در شرایط مساعد رشدی آفت میزان آسیب به پيله‌ها به ۹۵-۹۰ درصد نیز می‌رسد. گفته شده یک عدد لارو این آفت به تنهایی می‌تواند به ۲۵ تا ۴۰ عدد از پيله‌ها آسیب برساند (Shafaghi et al., 2020). محققان با بررسی تأثیر چند رقم نخود در نوسانات جمعیت پيله‌خوار نخود در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ مشاهده نمودند که بیشترین جمعیت لارو روی رقم NCSO-525 به میزان ۴/۵۳ عدد به ازای هر گیاه و کمترین تعداد لارو روی رقم DG-89 به میزان ۲/۴۰ عدد لارو به ازای هر گیاه بود (Solangi et al., 2016). پژوهشگران در بررسی نوسانات کرم‌های پيله‌خوار نخود به این نتیجه رسیدند که کمترین تعداد لارو ۳۳/۰ عدد با ازای هر گیاه و بیشترین آن ۶۷/۵ عدد به ازای هر گیاه بود (Gautam et al., 2018).

با توجه به نقش کلیدی لوبیا در استان مرکزی و اهمیت این آفت و لزوم کاهش و مصرف بهینه سموم کشاورزی مطالعه روی میزان خسارت کرم غلاف‌خوار از الزامات می‌باشد. بنابراین با توجه به این که جمعیت این آفت در سال‌های اخیر در مزارع لوبیا بالا رفته و خسارت‌زا شده و تاکنون پروژه تحقیقاتی در

این استان روی این آفت انجام نشده است، در این تحقیق به بررسی پراکنش و میزان خسارت این آفت پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

بررسی میزان خسارت

به منظور بررسی میزان خسارت کرم غلاف‌خوار لوبیا در مناطق مهم لوبیاکاری، پنج منطقه لوبیاکاری استان مرکزی شامل اراک، شازند، خمین، میلajرد و خنداب که آلودگی نسبتاً بالایی به این آفت داشتند را انتخاب کرده و از هر منطقه ۵ مزرعه و جمعاً ۲۵ مزرعه لوبیا پس از سبز شدن در سه زمان اواسط گلدهی و تشکیل غلاف و قبل از برداشت مورد بررسی و آماربرداری قرار گرفتند. جهت نمونه‌برداری از هر مزرعه و در هر سه مرحله اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت، ۲۰ بوته به تصادف انتخاب شده و ضمن تکان دادن بوته‌ها بر روی یک کاغذ سفید تعداد لاروها شمارش و یادداشت می‌گردید. برای برآورد میزان خسارت پس از رسیدن محصول و قبل از برداشت از هر مزرعه ۲۰ بوته انتخاب و کلیه غلاف‌های سالم و خسارت‌دیده هر بوته در اثر آفت مشخص و شمارش می‌شدند و درصد آلودگی مزرعه برآورد شد. به طور کلی آزمایش‌ها در زمین آلوده مزارع و روی توده‌های محلی چیتی، قرمز و سفید بر اساس این که در هر منطقه‌ای چه توده‌ای بیشتر کشت شده بود، انجام شدند. فاکتورهای مورد ارزیابی به شرح زیر بود:

الف) ارزیابی خسارت وارده

برای برآورد درصد خسارت ناشی از آفت قبل از برداشت محصول تعداد غلاف‌های سالم و سوراخ‌شده که نمونه‌برداری شده بودند، شمارش شدند و درصد خسارت برآورد گردید. برای تعیین درجه خسارت آفت از مقیاس ۱ تا ۹ به شرح زیر استفاده شد (Reed & Lateef, 1989):

- ۱- نداشتن خسارت در غلاف‌ها
- ۲- خسارت کمتر از یک درصد در غلاف‌ها
- ۳- خسارت از یک تا پنج درصد در غلاف‌ها
- ۴- خسارت بیشتر از پنج تا ۱۰ درصد در غلاف‌ها
- ۵- خسارت بیشتر از ۱۰ تا ۱۵ درصد در غلاف‌ها
- ۶- خسارت بیشتر از ۱۵ تا ۲۰ درصد در غلاف‌ها
- ۷- خسارت بیشتر از ۲۰ تا ۲۵ درصد در غلاف‌ها
- ۸- خسارت بیشتر از ۲۵ تا ۴۰ درصد در غلاف‌ها
- ۹- خسارت بیشتر از ۴۰ درصد در غلاف‌ها

ب) بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه

عملکرد در سطح ۵ مترمربع از هر مزرعه تعیین شد و اجزای عملکرد دانه (شامل تعداد غلاف آلوده در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن ۱۰۰ دانه)، نیز بررسی شدند.

تجزیه تحلیل آماری داده‌ها

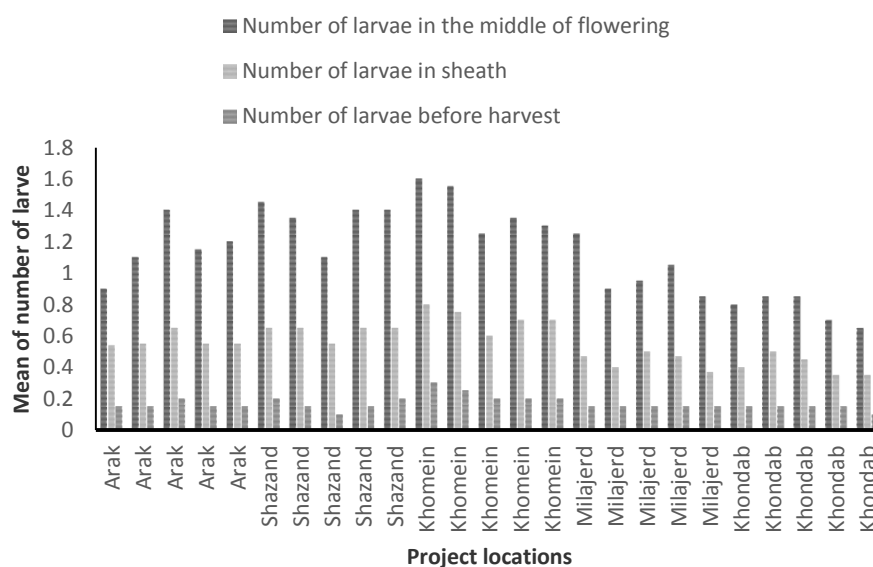
تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 انجام شد و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون توکی به صورت تجزیه مرکب سال در سطح یک و پنج درصد انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با تبدیل به جذر $x+0.5$ نرمال‌سازی شدند.

نتایج و بحث

تغییرات جمعیت لارو غلاف‌خوار لوبیا در سه مرحله اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت در دو سال اجرای پروژه

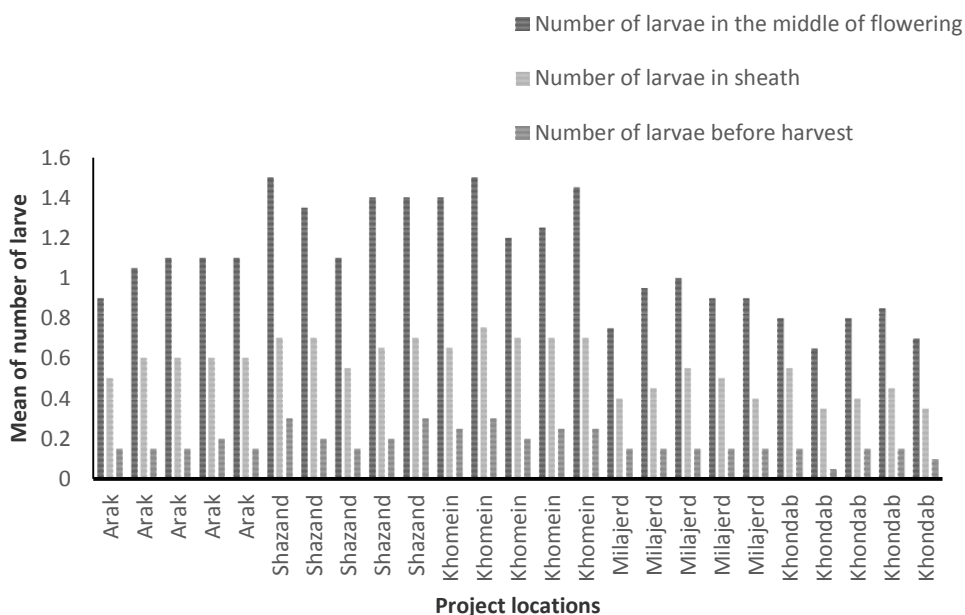
جدول تجزیه واریانس در سال اول در شهرستان اراک نشان داد که از نظر تعداد لارو بین تیمارها، در هیچ‌کدام از مراحل اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شهرستان شازند و خمین نیز بین تیمارها در سه مرحله مذکور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین تیمارها در شهرستان میلajرد فقط در اولین مرحله (تعداد لارو در اواسط گلدهی) اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. همچنین بین تیمارها در سه مرحله مذکور در شهرستان خنداب اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱) و (شکل ۱).

جدول تجزیه واریانس در سال دوم نشان داد که در شهرستان‌های اراک، شازند، خمین و میلajرد بین تیمارها در سه مرحله تعداد لارو در اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شهرستان خنداب بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). به طور کلی نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد لارو در همه شهرستان‌ها و هر دو سال اجرای پروژه به ترتیب در مراحل اواسط گلدهی و قبل از برداشت مشاهده شد و بین توده‌های محلی، توده محلی چیتی و سفید بیشترین و کمترین تعداد لارو در هر سه مرحله اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت محصول را دارا بودند. در هر دو سال اجرای پروژه به طور کلی بیشترین و کمترین تعداد لارو را به ترتیب شهرستان‌های خمین و خنداب دارا بودند (جدول ۲ و ۴) و (شکل ۲).



شکل ۱- تفاوت آلودگی به لاروهای غلاف‌خوار در سه مرحله اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت محصول در پنج منطقه اراک، شازند، خمین، میلajرد و خنداب در سال اول

Fig. 1. The difference in contamination to larvae of *Helicoverpa armigera* in three stages of middle of flowering, sheath and before harvest in five regions of arak, shazand, khomein, milajerd and khondab in the first year



شکل ۲- تفاوت آلودگی به لاروهای غلاف‌خوار در سه مرحله اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت محصول در پنج منطقه اراک، شازند، خمین، میلajرد و خنداب در سال دوم

Fig. 2. The difference in contamination to larvae of *Helicoverpa armigera* in three stages of middle of flowering, sheath and before harvest in five regions of arak, shazand, khomein, milajerd and khondab in the second year

تعداد غلاف

در سال اول در همه شهرستان‌ها بین تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). در سال دوم در شهر اراک بین تیمارها و تکرارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده گردید. در شازند بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بین تکرارها و تیمارها به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد در شهرستان خمین مشاهده شد. در شهرستان میلajرد بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار بود. در شهرستان خنداب بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. در هر دو سال به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف را توده‌های محلی سفید و چیتی دارا بودند (جدول ۲ و ۴).

تعداد غلاف آلوده

در شهرستان‌های اراک و شازند در سال اول و دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شهرستان خمین در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده گردید، ولی در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شهرستان میلajرد در سال اول اختلاف معنی‌داری بین تکرارها در سطح ۵ درصد و بین تیمارها در سطح ۱ درصد مشاهده گردید. در سال دوم در همین شهرستان بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. در شهرستان خنداب در دو سال اجرای پروژه بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بین تیمارها در سال اول و دوم به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱ و ۳). بیشترین و کمترین تعداد غلاف آلوده در هر دو سال به ترتیب در توده‌های محلی چیتی و سفید مشاهده گردید (جدول ۲ و ۴).

درصد غلاف آلوده

نتایج تجزیه واریانس شهرستان اراک در سال اول و دوم نشان داد که بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند. در شهرستان شازند در سال اول بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در سال دوم بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند.

خمین بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند، ولی در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین تکرارها و تیمارها در شهرستان میلajرد در سال اول به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد مشاهده شد، ولی در سال دوم اختلاف معنی‌داری بین تکرارها و تیمارها مشاهده نگردید. در شهرستان خنداب در سال اول بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در سال دوم بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشتند (جدول ۱ و ۳). بیشترین و کمترین درصد غلاف آلوده در هر دو سال به ترتیب در توده‌های محلی چیتی و سفید مشاهده گردید (جدول ۲ و ۴).

نمره‌دهی

نتایج تجزیه واریانس شهرستان اراک در سال اول و دوم نشان داد که بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند. در شهرستان شازند در سال بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در صورتی که تیمارها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. در همین شهرستان در سال دوم بین تکرارها و تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شهرستان خمین در سال اول و دوم بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که تیمارها در سال اول اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند و در سال دوم اختلاف معنی‌داری نداشتند. در شهرستان میلajرد در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد، ولی در سال دوم بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشتند. در شهرستان خنداب در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱ و ۳). در هر دو سال بیشترین و کمترین نمره‌دهی به ترتیب در توده‌های محلی چیتی و سفید مشاهده گردید (جدول ۲ و ۴).

تعداد دانه در غلاف

تجزیه واریانس داده‌ها در دو سال در شهرستان اراک نشان داد که بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. در شهرستان شازند نیز طی دو سال بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که

نتایج حاصله در شهرستان خمین نشان داد که در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند و در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده گردید.

در شهرستان میلajرد نتایج نشان داد که در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند، ولی در سال دوم بین تکرارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد، در حالی که تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در شهرستان خنداب در سال اول به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده شد، ولی در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده گردید (جداول ۱ و ۳). در هر دو سال بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰ دانه به ترتیب در توده‌های محلی چیتی و قرمز مشاهده گردید (جداول ۲ و ۴).

عملکرد

نتایج سال اول در شهرستان اراک نشان داد که بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند.

در سال دوم اختلاف معنی‌داری بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده نگردید. در شهرستان شازند نیز در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند. در سال دوم به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده شد. در شهرستان خمین نیز در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند و در سال دوم نیز اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده شد. در شهرستان میلajرد در سال اول به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده شد، در حالی که در سال دوم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده شد. در شهرستان خنداب در هر دو سال اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده شد (جداول ۱ و ۳). در هر دو سال بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب در توده‌های محلی چیتی و قرمز مشاهده گردید (جداول ۲ و ۴).

تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند. در شهرستان خمین در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند. در سال دوم در همین شهرستان بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. در سال اول در شهرستان میلajرد به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد بین تکرارها و تیمارها مشاهده شد، ولی در سال دوم تکرارها اختلاف معنی‌داری نداشتند، در حالی که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. در سال اول در شهرستان خنداب بین تکرارها و تیمارها به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد مشاهده گردید و در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد (جداول ۱ و ۳). در هر دو سال بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف به ترتیب در توده‌های محلی سفید و قرمز مشاهده گردید (جداول ۲ و ۴).

تعداد دانه آلوده در غلاف

در شهرستان‌های اراک و شازند در دو سال بین تکرارها و تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در شهرستان خمین در سال اول بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند، ولی در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شهرستان میلajرد در سال اول بین تکرارها و بین تیمارها به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد مشاهده گردید، در حالی که در سال دوم بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند. نتایج سال اول شهرستان خنداب نشان داد که بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشتند. در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جداول ۱ و ۳). در هر دو سال بیشترین و کمترین تعداد دانه آلوده در غلاف به ترتیب در توده‌های محلی چیتی و سفید مشاهده گردید (جداول ۲ و ۴).

وزن ۱۰۰ دانه

نتایج سال اول در شهرستان اراک نشان داد که بین تکرارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند. در سال دوم بین تکرارها و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد. در شهرستان شازند در سال اول و دوم به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد بین تکرارها و بین تیمارها مشاهده شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تغییرات جمعیت لارو و صفات زراعی توده‌های محلی لوبیا در پنج منطقه اراک، شازند، خمین، میلارد و خنداب در سال اول
Table 1. Results of analysis of variance of larval population changes and agronomic traits of local bean stands in five regions of Arak, Shazand, Khomein, Milajerd and Khondab in the first year

اراک Arak	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد لارو در اواسط گلدهی Number of larvae in the middle of flowering	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف Number of larvae in sheath	تعداد لارو قبل از برداشت Number of larvae before harvest	تعداد غلاف Number of pod	غلاف آلوده Pest pod	درصد غلاف آلوده Percent of Pest pod	نمره دمی Grade	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد دانه آلوده در غلاف Number of pest seed in pod	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن صد دانه 100 Seed weight	عملکرد Yield
شازند Shazand	تکرار Replication	19	0.06 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.02 ^{ns}	3.83 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.01 ^{ns}	تکرار Replication	4	4.66 ^{ns}	40581.46 ^{ns}
	تیمار treatment	4	0.08 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.005 ^{ns}	85.71 ^{**}	0.03 ^{ns}	1.17 ^{**}	1.88 ^{**}	5.30 ^{**}	0.03 ^{ns}	تیمار treatment	4	120.56 ^{**}	298175.160 ^{**}
	خطا Error	76	0.03	0.06	0.03	2.67	0.02	0.15	0.4	0.08	0.02	خطا Error	16	3.66	21748.56
	کل Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کل Total	24	-	-
	ضریب تغییرات CV	-	14.65	25.11	21.93	9.17	11.21	14.92	16.51	7.41	11.21	ضریب تغییرات CV	-	6.31	5.26
	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد لارو در اواسط گلدهی Number of larvae in the middle of flowering	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف Number of larvae in sheath	تعداد لارو قبل از برداشت Number of larvae before harvest	تعداد غلاف Number of pod	غلاف آلوده Pest pod	درصد غلاف آلوده Percent of Pest pod	نمره دمی Grade	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد دانه آلوده در غلاف Number of pest seed in pod	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن صد دانه 100 Seed weight	عملکرد Yield
	تکرار Replication	19	0.05 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.04 ^{ns}	2.48 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.59 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.03 ^{ns}	تکرار Replication	4	10.10 [*]	30280.06 ^{ns}
	تیمار treatment	4	0.06 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.000 ^{ns}	138.86 ^{**}	0.008 ^{ns}	0.97 ^{ns}	2.09 [*]	1.90 ^{**}	0.008 ^{ns}	تیمار treatment	4	96.5 ^{**}	94773.86 ^{**}
	خطا Error	76	0.04	0.05	0.04	2.54	0.03	0.44	0.80	0.04	0.03	خطا Error	16	2.22	18556.66
	کل Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کل Total	24	-	-
	ضریب تغییرات CV	-	15.74	22.47	24.07	10.35	15.25	23.53	22.27	5.07	15.25	ضریب تغییرات CV	-	3.97	4.50
خمین Khomein	تکرار Replication	19	0.08 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.01 ^{ns}	2.17 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.57 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.03 ^{ns}	تکرار Replication	4	6.64 ^{ns}	22074.14 ^{ns}
	تیمار treatment	4	0.05 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	80.74 ^{**}	0.21 ^{**}	4.49 ^{**}	5.23 ^{**}	3.24 ^{**}	0.24 ^{**}	تیمار treatment	4	28.04 ^{**}	914440.14 ^{**}
	خطا Error	76	0.06	0.05	0.03	2.34	0.03	0.29	0.67	0.07	0.03	خطا Error	16	2.51	31410.16
	کل Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کل Total	24	-	-
	ضریب تغییرات CV	-	18.47	21.43	21.20	10.09	12.59	17.17	18.38	6.35	12.92	ضریب تغییرات CV	-	3.96	5.90
	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد لارو در اواسط گلدهی Number of larvae in the middle of flowering	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف Number of larvae in sheath	تعداد لارو قبل از برداشت Number of larvae before harvest	تعداد غلاف Number of pod	غلاف آلوده Pest pod	درصد غلاف آلوده Percent of Pest pod	نمره دمی Grade	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد دانه آلوده در غلاف Number of pest seed in pod	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن صد دانه 100 Seed weight	عملکرد Yield
	تکرار Replication	19	0.08 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.01 ^{ns}	2.17 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.57 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.03 ^{ns}	تکرار Replication	4	6.64 ^{ns}	22074.14 ^{ns}
	تیمار treatment	4	0.05 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	80.74 ^{**}	0.21 ^{**}	4.49 ^{**}	5.23 ^{**}	3.24 ^{**}	0.24 ^{**}	تیمار treatment	4	28.04 ^{**}	914440.14 ^{**}
	خطا Error	76	0.06	0.05	0.03	2.34	0.03	0.29	0.67	0.07	0.03	خطا Error	16	2.51	31410.16
	کل Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کل Total	24	-	-
	ضریب تغییرات CV	-	18.47	21.43	21.20	10.09	12.59	17.17	18.38	6.35	12.92	ضریب تغییرات CV	-	3.96	5.90

میانه‌های مرتب‌شده MS

شهر
City

میلارد Milajerd	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	تعداد لارو در اواسط گلدهی Number of larvae in the middle of flowering	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف Number of larvae in sheath	تعداد لارو قبل از برداشت Number of larvae before harvest	تعداد غلاف Number of pod	غلاف آلوده Pest pod	درصد غلاف آلوده Percent of Pest pod	نمونه دهی Grade	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد دانه آلوده در هر غلاف Number of pest seed in pod	درجه آزادی df	وزن صد دانه 100 Seed weight	عسلکرد Yield
	19	تکرار Replication	0.02 ^m	0.01 ^m	0.04 ^m	2.62 ^m	0.06 [*]	0.53 [*]	1.96 [*]	0.08 [*]	0.06 [*]	4	5.30 ^m	118206.46 [*]
	4	تیمار treatment	0.08 ^{**}	0.02 ^m	0.00007 ^m	133.63 ^{**}	0.11 ^{**}	1.5 ^{**}	4.21 ^{**}	8.69 ^{**}	0.13 ^{**}	4	18.1 ^{**}	137862.46 ^{**}
	76	خطا Error	0.02	0.007	0.03	2.23	0.03	0.27	0.64	0.04	0.03	16	3.40	25220.81
	99	کل Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-
	-	ضرب تغییرات CV	11.91	9.06	21.95	7.45	14.77	22.94	24.14	4.47	14.86	-	6.44	5.67
خنداب Khondab	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	تعداد لارو در اواسط گلدهی Number of larvae in the middle of flowering	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف Number of larvae in sheath	تعداد لارو قبل از برداشت Number of larvae before harvest	تعداد غلاف Number of pod	غلاف آلوده Pest pod	درصد غلاف آلوده Percent of Pest pod	نمونه دهی Grade	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد دانه آلوده در هر غلاف Number of pest seed in pod	درجه آزادی df	وزن صد دانه 100 Seed weight	عسلکرد Yield
	19	تکرار Replication	0.04 ^m	0.02 ^m	0.04 ^m	2.72 ^m	0.03 ^m	0.35 ^m	0.08 [*]	0.1 [*]	0.03 ^m	4	15.04 [*]	93979.54 ^{**}
	4	تیمار treatment	0.04 ^m	0.02 ^m	0.003 ^m	105.39 ^{**}	0.08 [*]	0.16 ^m	0.0086 ^m	0.54 ^{**}	0.08 [*]	4	11.94 ^{**}	38143.34 ^{**}
	76	خطا Error	0.04	0.03	0.03	2.23	0.02	0.22	0.05	0.05	0.02	16	1.31	7931.66
	99	کل Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-
	-	ضرب تغییرات CV	19.13	18.45	23.05	6.96	13.09	21.62	11.78	4.87	13.09	-	3.95	2.95

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات زراعی توده‌های محلی لوبیا در پنج منطقه اراک، شازند، خمین، میلajرد و خنداب در سال اول
Table 2. Mean comparison of agronomic traits of local bean stands in five regions of Arak, Shazand, Khomein, Milajerd and Khondab in the first year

شهر City	توده محلی Local mass	تعداد غلاف Number of pod	تعداد غلاف آلوده Number of pest pod	درصد غلاف آلوده Percent of pest pod	نمره دهی Grade	تعداد دانه در غلاف Seed pod	تعداد دانه آلوده در غلاف Pest seed in pod	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 Seed weight (g)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (Kg/h)
اراک Arak	سفید White	19.00a	1.00a	5.22b	3.55b	4.6a	1.00a	28.6b	2881.6b
	قرمز Red	19.55a	1.1a	5.73b	3.6b	3.7b	1.1a	29.00b	2718.8b
	چیتی Chiti	14.55c	1.25a	8.49a	4.25a	4.5a	1.25a	39.00a	3196a
	قرمز Red	19.00a	1.15a	6.15b	3.8ab	3.61b	1.15a	28.00b	2626b
	قرمز Red	17.00b	1.20a	6.98ab	4.10ab	3.54b	1.20a	27.00b	2604.2b
شازند Shazand	چیتی Chiti	13.05d	1.3a	9.39a	4.3a	3.87c	1.3a	38.00b	2998.4ab
	چیتی Chiti	15.75b	1.15a	7.46ab	3.95ab	4.5a	1.15a	40.00ab	3145.6a
	قرمز Red	19.8a	1.1a	5.60b	3.5b	3.70d	1.1a	30.00c	2797.8b
	چیتی Chiti	14.5bc	1.15a	8.05ab	4.20ab	4.20b	1.15a	39.00ab	3104.8a
	چیتی Chiti	14.00dc	1.25a	8.84a	4.20ab	4.00c	1.25a	41.00a	3075.8a
خمین Khomein	چیتی Chiti	13.00b	1.8a	14.06a	5.25a	3.63c	1.85a	36.00b	2824b
	چیتی Chiti	10.9c	1.3b	11.71a	4.7ab	3.70c	1.35b	41.00a	2334c
	چیتی Chiti	16.00a	1.1b	6.99b	4.05b	4.22b	1.1b	42.00a	3387.4a
	چیتی Chiti	14.75a	1.20b	7.98b	4.2b	4.40ab	1.20b	40.00a	3214.8a
	چیتی Chiti	15.00a	1.15b	7.84b	4.1b	4.50a	1.15b	41.2a	3246.6a
میلajرد Milajerd	قرمز Red	17.00c	1.15a	6.71a	4.05a	3.44d	1.2a	25.8b	2591.4c
	سفید White	19.35b	0.8b	4.26b	3.05b	4.66b	0.8b	29.00ab	2907ab
	سفید White	24.15a	1.05ab	4.46b	3.15b	4.9a	1.05ab	28.00ab	2689.2bc
	قرمز Red	20.00b	1.1ab	5.48ab	3.5ab	3.79c	1.1ab	31.00a	2814.8abc
	سفید White	19.7b	0.8b	4.16b	2.90b	4.8ab	0.8b	29.2ab	3007a
خنداب Khondab	سفید White	19.8c	0.85a	4.33a	3.05a	4.8a	0.85a	29.6a	3198a
	سفید White	22.5b	1.1a	4.85a	3.1a	4.57b	1.1a	26.4b	2599c
	سفید White	25.00a	1.1a	4.45a	3.1a	5.00a	1.1a	30.00a	2880b
	سفید White	19.9c	0.85a	4.24a	3.00a	4.9a	0.85a	29.00a	3203.8a
	سفید White	19.95c	0.85a	4.29a	3.05a	4.91a	0.85a	30.2a	3227a

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تغییرات جمعیت لارو و صفات زراعی توده‌های محلی لوبیا در پنج منطقه اراک، شازند، میلاجرد و خداب در سال دوم
Table 3. Results of analysis of variance of larval population changes and agronomic traits of local bean stands in five regions of Arak, Shazand, Khomoin, Milajerd and Khondab in the second year

شهر	میلاکین مریات															
City	MS															
اراک	درجه آزادی منابع تغییرات	درجه آزادی منابع تغییرات	تعداد لارو در اواسط گلدهی	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف	تعداد لارو قبل از برداشت	تعداد لارو قبل از برداشت	تعداد غلاف	تعداد آلوده	درصد غلاف آلوده	نمره دهی	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه آلوده در غلاف	درجه آزادی منابع تغییرات	وزن صد دانه	عسلگرد
Arak	S.O.V	df	Number of larvae in the middle of flowering	Number of larvae in sheath	Number of larvae in sheath	Number of larvae before harvest	Number of larvae before harvest	Number of pod	Pest pod	Percent of Pest pod	Grade	Number of seed in pod	Number of pest seed in pod	S.O.V	100 Seed weight	Yield
	تکرار	19	0.09 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.04 ^{ns}	5.82**	0.02 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.16**	0.02 ^{ns}	تکرار	Replication	4	7.84*	6582.96 ^{ns}
	تیمار	4	0.02 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.002 ^{ns}	130.43**	0.03 ^{ns}	1.01**	2.82**	7.73**	0.03 ^{ns}	تیمار	treatment	4	6.74*	22353.66 ^{ns}
	خطا	76	0.06	0.04	0.03	2.03	0.02	0.15	0.38	0.06	0.02	خطا	Error	16	1.89	37419.78
	کل	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کل	Total	24	-	-
	ضرب تغییرات	-	19.60	19.18	20.94	7.51	10.71	15.11	15.74	6.80	10.71	ضرب تغییرات	CV	-	5.05	7.37
شازند	درجه آزادی منابع تغییرات	درجه آزادی منابع تغییرات	تعداد لارو در اواسط گلدهی	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف	تعداد لارو قبل از برداشت	تعداد لارو قبل از برداشت	تعداد غلاف	تعداد آلوده	درصد غلاف آلوده	نمره دهی	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه آلوده در غلاف	درجه آزادی منابع تغییرات	وزن صد دانه	عسلگرد
Shazand	S.O.V	df	Number of larvae in the middle of flowering	Number of larvae in sheath	Number of larvae in sheath	Number of larvae before harvest	Number of larvae before harvest	Number of pod	Pest pod	Percent of Pest pod	Grade	Number of seed in pod	Number of pest seed in pod	S.O.V	100 Seed weight	Yield
	تکرار	19	0.07 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.48 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.02 ^{ns}	تکرار	Replication	4	11.96*	60228.54 ^{ns}
	تیمار	4	0.06 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.03 ^{ns}	17.48**	0.01 ^{ns}	0.58**	0.11 ^{ns}	3.36**	0.04 ^{ns}	تیمار	treatment	4	138.96**	602761.24**
	خطا	76	0.08	0.05	0.03	3.04	0.02	0.12	0.19	0.05	0.02	خطا	Error	16	3.58	20885.56
	کل	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کل	Total	24	-	-
	ضرب تغییرات	-	21.02	22.09	20.79	12.63	11.24	11.77	10.47	5.44	11.38	ضرب تغییرات	CV	-	5.45	4.70
خمین	درجه آزادی منابع تغییرات	درجه آزادی منابع تغییرات	تعداد لارو در اواسط گلدهی	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف	تعداد لارو قبل از برداشت	تعداد لارو قبل از برداشت	تعداد غلاف	تعداد آلوده	درصد غلاف آلوده	نمره دهی	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه آلوده در غلاف	درجه آزادی منابع تغییرات	وزن صد دانه	عسلگرد
Khomoin	S.O.V	df	Number of larvae in the middle of flowering	Number of larvae in sheath	Number of larvae in sheath	Number of larvae before harvest	Number of larvae before harvest	Number of pod	Pest pod	Percent of Pest pod	Grade	Number of seed in pod	Number of pest seed in pod	S.O.V	100 Seed weight	Yield
	تکرار	19	0.08 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.03 ^{ns}	4.74*	0.03 ^{ns}	0.27 ^{ns}	0.51 ^{ns}	0.09**	0.03 ^{ns}	تکرار	Replication	4	12.34**	113260.64**
	تیمار	4	0.06 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.007 ^{ns}	10.01**	0.03 ^{ns}	0.6 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.15**	0.05 ^{ns}	تیمار	treatment	4	6.44**	36728.44
	خطا	76	0.06	0.05	0.02	2.48	0.03	0.27	0.5	0.02	0.03	خطا	Error	16	1.34	7459.06
	کل	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کل	Total	24	-	-
	ضرب تغییرات	-	18.19	21.39	17.45	11.15	12.34	16.5	15.83	3.87	12.29	ضرب تغییرات	CV	-	3.03	2.79

عملکرد Yield	وزن صد دانه 100 Seed weight	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	تعداد دانه آلوده در هر غلاف Number of pest seed in pod	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	نمره دهی Grade	درصد غلاف آلوده Percent of Pest pod	غلاف آلوده Pest pod	تعداد غلاف Number of pod	تعداد لارو قبل از برداشت Number of larvae before harvest	تعداد لارو در مرحله تشکیل غلاف Number of larvae in sheath	تعداد لارو در اواسط گلدهی Number of larvae in the middle of flowering	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	عملکرد Yield
112275.66**	13.74**	4	تکرار Replication	0.02 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.02 ^{ns}	3.43 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.06 ^{ns}	19	تکرار Replication	122633.06**
41216.66**	2.14 ^{ns}	4	تیمار treatment	0.12**	0.61**	0.89**	0.15 ^{ns}	0.12**	140.63**	0.00007 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.04 ^{ns}	4	تیمار treatment	40878.96**
6916.56	0.96	16	خطا Error	0.02	0.05	0.35	0.14	0.02	3.24	0.03	0.03	0.04	76	خطا Error	1187.56
-	-	24	کل Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	کل Total	-
3.08	3.51	-	ضریب تغییرات CV	10.85	4.85	16.71	15.17	10.91	8.86	23.73	19.54	17.19	-	ضریب تغییرات CV	1.25
112275.66**	12.66**	4	تکرار Replication	0.01 ^{ns}	0.09**	0.14 ^{ns}	0.1 ^{ns}	0.01 ^{ns}	7.18**	0.03*	0.15**	0.12*	19	تکرار Replication	122633.06**
40878.96**	7.06**	4	تیمار treatment	0.03 ^{ns}	1.27**	0.4 ^{ns}	0.04*	0.03 ^{ns}	19.26**	0.01 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.02 ^{ns}	4	تیمار treatment	40878.96**
1187.56	1.38	16	خطا Error	0.01	0.03	0.19	0.1	0.01	2.59	0.02	0.04	0.06	76	خطا Error	1187.56
-	-	24	کل Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	کل Total	-
1.25	4.31	-	ضریب تغییرات CV	9.94	3.97	14.75	15.25	9.89	6.89	18.49	21.19	22.29	-	ضریب تغییرات CV	1.25

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات زراعی توده‌های محلی لوبیا در پنج منطقه اراک، شازند، خمین، میلajرد و خنداب در سال دوم

Table 4. Mean comparison of agronomic traits of local bean stands in five regions of Arak, Shazand, Khomein, Milajerd and Khondab in the second year

شهر City	توده محلی Local mass	تعداد غلاف Number of pod	تعداد غلاف آلوده Number of pest pod	درصد غلاف آلوده Percent of pest pod	نمره دهی Grade	تعداد دانه در غلاف Seed pod	تعداد دانه آلوده در غلاف Pest seed in pod	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 Seed weight (g)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (Kg/h)
اراک Arak	سفید White	23.55a	1.05a	4.49b	3.05b	4.79a	1.05a	27.8ab	2613.2a
	قرمز Red	18.00b	1.1a	6.20ab	3.85a	3.38b	1.1a	27.6ab	2724.2a
	قرمز Red	17.85b	1.25a	7.07a	4.05a	3.43b	1.25a	26.6ab	2579.6a
	قرمز Red	17.60b	1.30a	7.46a	4.1a	3.31b	1.30a	25.6b	2553.8a
	قرمز Red	17.95b	1.25a	7.04a	4.00a	3.5b	1.25a	28.6a	2652.8a
شازند Shazand	چیتی Chiti	12.95c	1.3a	9.84a	4.3a	3.98c	1.4a	35.8a	2924.8b
	چیتی Chiti	14.55ab	1.15a	8.02ab	4.2a	4.32a	1.15a	38.00a	3315.4a
	قرمز Red	15.05a	1.1a	7.29b	4.1a	3.28d	1.1a	25.4b	2530c
	چیتی Chiti	13.4bc	1.2a	8.89ab	4.2a	4.19ab	1.20a	37.4a	3312a
	چیتی Chiti	13.1bc	1.25a	9.36a	4.25a	4.11bc	1.30a	37.00a	3295.6a
خمین Khomein	چیتی Chiti	13.8b	1.35a	9.87a	4.5a	4.00bc	1.35a	37.8ab	3084.8ab
	چیتی Chiti	13.45b	1.5a	10.96a	4.6a	3.94c	1.6a	37.00b	2979.8b
	چیتی Chiti	15.2a	1.2a	8.16a	4.30a	4.17a	1.2a	39.8a	3203.2a
	چیتی Chiti	14.45ab	1.3a	9.37a	4.4a	4.01bc	1.3a	39.00ab	3140ab
	چیتی Chiti	13.7b	1.4a	10.00a	4.55a	4.08ab	1.4a	37.6ab	3046.4ab
میلajرد Milajerd	سفید White	19.15b	0.95c	4.94a	3.3a	4.74a	0.95c	28.8a	2838a
	سفید White	18.5b	1.05bc	5.68a	3.7a	4.44bc	1.05bc	28.2a	2716.6ab
	سفید White	22.8a	1.4a	6.04a	3.8a	4.31c	1.4a	27.00a	2596.4b
	سفید White	23.55a	1.3ab	5.62a	3.45a	4.38c	1.3ab	27.8a	2646.6b
	سفید White	17.7b	0.95c	5.46a	3.4a	4.59ab	0.95c	28.00a	2690ab
خنداب Khondab	سفید White	22.2b	1.1a	4.99a	3.1a	4.22c	1.1a	26.00b	2658.8d
	سفید White	24.55a	0.9a	3.69b	2.8a	4.86a	0.9a	29.00a	2883a
	سفید White	24.1a	1.00a	4.18ab	3.0a	4.62b	1.00a	27.8ab	2784.8b
	سفید White	22.65b	1.05a	4.64ab	3.05a	4.32c	1.05a	26.4b	2678.8dc
	سفید White	23.15ab	0.9a	3.96b	2.8a	4.54b	0.9a	27.2ab	2733.2bc

می‌باشد. از بین توده‌های مورد بررسی به ترتیب چیتی، قرمز و سفید به این آفت حساسیت بیشتری نشان دادند.

نتایج بررسی‌ها نشان داد که بهترین زمان کنترل شیمیایی پيله‌خوار نخود همزمان با ظهور حداکثر لاروهای ریز می‌باشد که این مرحله مصادف با اواسط تشکیل گل (مرحله گلدهی) و اوایل پيله بستن بوته‌ها می‌باشد (Shafaghi et al., 2020). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر

یکی از آفات لوبیا در استان مرکزی غلاف‌خوار می‌باشد که در سال‌های اخیر افزایش جمعیت داشته است. در بررسی پراکنش و تغییرات جمعیت لاروها در سه مرحله اواسط گلدهی، تشکیل غلاف و قبل از برداشت چنین نتیجه شد که بیشترین جمعیت لارو غلاف‌خوار لوبیا در مرحله اواسط گلدهی بود و کمترین تعداد لارو در مرحله قبل از برداشت مشاهده شد که احتمالاً به دلیل تلفات لاروها و همچنین انتهای فصل رشد

گردید که ارقام ILC537 و پیروز کمترین آلودگی را به این آفت نشان دادند (Khanizad & Kanouni, 2006). نتایج تحقیق حاضر با نتایج این تحقیق به دلیل تفاوت در نوع محصول مشابه نمی‌باشد. محققان جمعیت و درصد آلودگی کرم‌های پيله‌خوار نخود را در کشت‌های انتظاری و بهاره نخود در مراغه و کرمانشاه مورد بررسی قرار دادند. در منطقه مراغه جمعیت پایینی در کشت انتظاری مشاهده شد، در حالی که در کرمانشاه جمعیت آفت در کشت انتظاری بیشتر از بهاره بود (Seyyedi Sahebari & Bahrami, 2004). نتایج تحقیق حاضر با نتایج این تحقیق از این نظر که آلودگی در مناطق مختلف نسبت به کرم غلاف‌خوار متفاوت می‌باشد، تشابه دارد. در مطالعه‌ای با بررسی زیست‌شناسی کرم‌های پيله‌خوار نخود با تاریخ کشت‌های متفاوت در ایلام گزارش شد که در دیرکاشت بهاره درصد آلودگی پيله به کرم‌های پيله‌خوار به مراتب کمتر (۱/۳) از میزان آلودگی در کشت انتظاری و عرف محل به ترتیب ۲۰/۶ و ۱۴/۶ درصد بود (Jozeyan, 1996). نتایج مطالعه حاضر با توجه به تفاوت درصد آلودگی در مناطق مختلف با این تحقیق مشابه است.

با توجه به این که بیشترین جمعیت لارو غلاف‌خوار لوبیا در مرحله اواسط گلدهی بوده است، لذا توصیه می‌شود در صورت نیاز به کنترل شیمیایی در این مرحله اقدام گردد جهت کاهش درصد آلودگی، توده‌های لوبیا سفید و قرمز نسبت به چیتی جهت کشت در مناطق مذکور ارجحیت دارند.

(استان مرکزی) به لحاظ وجود بیشترین جمعیت لاروها در مرحله اواسط گلدهی مشابه می‌باشد. در مطالعه‌ای که در کشور هندوستان در مناطق مختلف به طور هفتگی جهت بررسی توزیع کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) انجام شد، نتیجه گرفته شد که به طور میانگین بیشترین تعداد لارو به ازای هر گیاه ۵/۲ و کمترین تعداد لارو به ازای هر گیاه ۱/۴ بود. در مناطق مختلف این کشور میانگین تعداد لارو متفاوت بود (Wakil et al., 2010) که به دلیل تفاوت در کشور و محصول مورد مطالعه نتایج تحقیق حاضر با نتایج حاصل از این تحقیق مشابه نمی‌باشد. در یک پروژه تحقیقی مشخص گردید که لاروهای سن اول و دوم غلاف‌خوار سویا نسبت به سنین لاروی بالاتر تراکم بیشتری دارند که ممکن است به دلیل از بین رفتن لاروهای سنین پایین باشد که نتوانسته‌اند به سنین بالاتر برسند (Barari et al., 2011). در سال اول به طور میانگین درصد خسارت در شهرستان‌های اراک، شازند، خمین، میلajرد و خنداب به ترتیب ۶/۵۱، ۷/۸۷، ۹/۷۲، ۵/۰۱ و ۴/۴۳ درصد در سال دوم ۶/۴۵، ۸/۶۸، ۹/۶۷، ۵/۵۵ و ۴/۲۶ درصد بود.

در تحقیقی که میزان خسارت پيله‌خوار نخود روی چند رقم و لاین در دو آزمایش جداگانه (سم‌پاشی و تحت تنش (بدون سم‌پاشی) در مزارع نخود استان کردستان مورد بررسی قرار گرفت، چنین نتیجه‌گیری شد که ارقام تیپ کابلی بیشتر مورد حمله این آفت قرار می‌گیرند، ولی مکانیسم جبران خسارت نیز در این ارقام بیشتر بود. در این آزمایش مشخص

منابع

- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hoseinipoor, R., Hatami, F., Abdeshah, H., Kazemian, A., and Rafiei, M. 2018. Agricultural Statistics. The First Volume of Agriculture. Ministry of Agriculture Jihad. Office of Statistics and Information Technology. 87 pp.
- Alavi, J. and Gholizadeh, M. 2010. Estimation of economic injury level (EIL) of Cotton Bollworm *Helicoverpa armigera* (Lep., Noctuidae) on cotton. Journal of Entomological Research 3(7): 203-212.
- Barari, H., Espahboodi, A., and Peyrovi, R. 2011. Survey on population dynamics of *Helicoverpa armigera* Hub. in soybean crops and evaluation on environmental abiotic and biotic factors for its control. Final Report of the Research Project. Agricultural Research, Education and Extension Organization.
- Gautam, M.P., Yadav, S.K. and Singh, S.N. 2018. Studies on population dynamics of Gram pod borer *Helicoverpa armigera* (Hubner) on chickpea (*Cicer arietinum* L.), Journal of Entomology and Zoology 6(1): 904-906.
- Hoseini, A. 2017. Executive Instructions for Bud Worm. Plant Protection Organization. 6pp. number 950401.
- Jozeyan, A. 2017. Effect of cultivation date and cultivar on density and damage of chickpea caterpillars in rainfed conditions. Iranian Cereals Research 8(1): 73-82.
- Jozeyan, A. 1996. Study on bioecology of pod borers on chickpea in different sowing date. Pest and Diseases Research Institute Reports, 35 pp. (in Persian).
- Khanizad, A., Shafaghi, F., Khalil Aria, A., Tohidi, M.T., Ghorbani, R., and Saderi, S.F. 2018. Investigation on abundance and population frequency of chickpea pod borer species in chickpea farms of Iran west region using phero-traps. Cereals Promotion Magazine 1(1): 58-67.

9. Khanizad, A., and Kanouni, H. 2006. Comparison of resistance of 16 cultivars of deci and caboli type chickpea to *Chloridea viriplaca* using photomorphological traits. Journal of Agricultural Knowledge 16(1): 61-72.
10. Reed, W., Lateef, S.S., and Sithanatan, S. 1989. Pigeonpea and Chickpea Insect Identification. Handbook ICRISAT. India.
11. Sadeghi, H., and Noori, P. 2008. Legume Pests. pp. 322-386. In: M. Parsa and A.R. Bagheri (Eds.). Pulses. Jdmpress, Mashhad, Iran. 522 pp. (in Persian).
12. Shafaghi, F., Tohidi, M.T., Ghorbani, R. Khalil Aria, A., and Khanizad, A. 2020. Management of Pod Borer in Chickpea Fields. Technical Instructions, 17pp.
13. Seyyedi Sahebari, F., and Rajabi, G.H. 2010. Estimation of economic injury level of chickpea pod borer, *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae) in Maragheh, Northwestern Iran. Plant Pests and Diseases 77(2): 19-32.
14. Seyyedi Sahebari, F., and Bahrami, N. 2004. Population density and infestation rate of pod borers (*Helicoverpa* spp.) on expectation and spring planted chickpeas in Maragheh and Kermanshah region. Entomology and Phytopathology 1: 129-140. (In Persian).
15. Solangi, B., Suther, V., Sultana, R., Pathan, M., Qureshi, B., Sheikhi, M.A., and Solangi, S.A. 2016. Population fluctuation of gram pod borer on chick pea varieties. Pakistan Journal of Entomology 31(2): 197-203.
16. Wakil, W., Ghazanfar, M.U., Kwon, Y.J., Qayyum, M.A., and Nasir, F. 2010. Distribution of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in tomato fields and its relationship to weather factors. Entomological Research 40: 290-297.



Investigation of distribution and the loss assessment of *Helicoverpa armigera* in bean fields of Markazi province

Ashtari^{1*}, Sedighe; Yousefi², Mazaher; and Goodarzi³, Gholam Reza

1. Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Arak, Iran; aroya95@gmail.com
2. Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Arak, Iran; myousefi@yahoo.com
3. Research Institute of Forests and Rangelands, Markazi Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension, Organization (AREEO), Arak, Iran

The Dates:

Received: 22 April 2022; Revised: 19 July 2022
Accepted: 11 September 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Ashtari, S., Yousefi, M., and Goodarzi, Gh.R. 2022. Investigation of distribution and the loss assessment of *Helicoverpa armigera* in bean fields of Markazi province. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 160-175. (in Persian with English abstract).
DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2204-1032

Introduction

According to statistics released by the Ministry of Agricultural Jihad, the area under cultivation of beans in Iran is 106264 hectares, with an average yield of 2401 kg/ha. *Helicoverpa armigera* has recently caused extensive damage to bean fields. Young larvae feed on the leaf parenchyma and reproductive organs of chickpeas (flowers and buds) and then, at the same time as the pods form, medium and large larvae enter the pod and feed on its seeds. Farmers spray every year for fear of pests, and sometimes even in the absence of pests. In addition to polluting the environment, these sprays reduce natural enemies and cause other consequences, including the return of the pest, and imposing additional costs on farmers. Therefore, considering the key role of beans in the central province and the importance of this pest and the need to reduce and optimal use of agricultural pesticides, studying the amount of damage caused by pod worms is one of the requirements. Therefore, considering that the population of this pest has increased in bean fields in recent years and it has caused damage, and so far no research project has been conducted on this pest in this province, the distribution and damage rate of this pest was investigated.

Materials and Methods

The project was carried out in bean farms in Khomein, Arak, Milajerd, Khondab and Shazand cities for two years. In order to investigate the damage of bean pod worm in important areas of bean cultivation, five bean cultivation regions of Markazi province including Arak, Shazand, Khomein, Milajerd and Khondab that had relatively high density of this pest were selected. Twenty five farms, five farms from each region were selected and investigated and 5 farms and a total of each region. Twenty-five bean fields were surveyed at three times of mid-flowering and pod formation and before harvest. For sampling from each field and in all three stages of mid-flowering, pod formation and before harvest, 20 plants were randomly selected and while shaking the plants on a white paper, the number of larvae was counted and recorded. To estimate the amount of damage, before harvest, 20 plants were selected from each field and all healthy and damaged pods of each plant were identified and counted due to the pest and the percentage of field contamination was estimated.

Results and Discussion

* Corresponding Author: aroya95@gmail.com

The results of this study showed that in both two years of the project, Khomein and Khondab regions showed the highest and lowest pollution rates, respectively. The largest population of bean bud worm larvae is in the middle stage of flowering, so it is recommended to carry out chemical control at this stage if it is necessary. Due to the fact that among the studied local mass, red and white, respectively, were more sensitive to this pest. In order to reduce the percentage of infection, white and red local mass are preferable to cultivation in the mentioned areas. The results showed that the optimum time for chemical control of chickpea cocoons is simultaneously with the largest number of larvae which coincides with the middle of flower formation (flowering stage) and early cocooning of plants (Shafaghi *et al.*, 2020). The results of current study are similar to the results of the present study in terms of having the largest population of larvae in the mid-flowering stage. In a study conducted in India on a weekly basis in different regions to investigate the distribution of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), it was concluded that the average number of larvae per plant was 2.5 and the minimum number of larvae per plant was 1.4. The average number of larvae varied in different parts of the country (Wakil *et al.*, 2010). Due to the differences in weather conditions and the product under study, the results of the present study are not similar to the results of this study. A research project found that first- and second-age larvae of soybean pod eaters were denser than older larvae, which may be due to the death of younger larvae that could not reach older ages (Barari *et al.*, 2011). In the first year, the average percentage of damages in Arak, Shazand, Khomein, Milajerd and Khondab counties were 6.51, 7.87, 9.72, 5.01 and 4.43% in the second year, respectively 6.45, 8.68, 9.67, 5.55 and 4.26 percent, respectively. In a study it was concluded that Caboli type cultivars were more sensitive to this pest, but the compensation mechanism was more in these cultivars relative to the Deci cultivar. In this experiment, it was found that ILC537 and Pirooz cultivars showed the least infestation to this pest (Khanizad & Kanouni, 2006).

Conclusion

Due to the fact that among the studied cultivars, red and white, respectively, were more sensitive to this pest. In order to reduce the percentage of infection, white and red cultivars are preferable to cultivation in the mentioned areas.

Keywords: Bean pods; Distribution; Local mass; Percentage of infection



اثر پیش‌تیمار بذر با مواد زیستی و شیمیایی و کاربرد علف‌کش بر رشد و عملکرد توده بومی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

سمیه نجاتی سرونندانی^۱، المیرا محمدوند^{۲*} و سیدمحمد رضا احتشامی^۳

۱- دانشجوی مهندسی کشاورزی، رشته علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان: so.nejati@gmail.com

۲- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان: mohammadvand@guilan.ac.ir و em_1291@yahoo.com

۳- عضو هیئت علمی گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان: smrehteshami@guilan.ac.ir

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۱، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

نجاتی سرونندانی، س.، محمدوند، ا.، و احتشامی، س.م. ۱۴۰۱. اثر پیش‌تیمار بذر با مواد زیستی و شیمیایی و کاربرد علف‌کش بر رشد و عملکرد توده بومی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۱۹۰-۱۷۶.

چکیده

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. تیمارها عبارت از پیش‌تیمار بذر توده بومی لوبیا در گیلان (با سولفات روی، سالیسیلیک اسید، باکتری سودوموناس، و بدون پیش‌تیمار) و مدیریت علف‌های هرز (عاری از (وجین‌دستی) و آلوده به علف‌های هرز و سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده از علف‌کش تری‌فلورالین و بنتازون) بود. نتایج نشان داد که ارتفاع نهایی بوته با پیش‌تیمار سالیسیلیک اسید ۱۱ درصد نسبت به بدون پیش‌تیمار افزایش یافت. پیش‌تیمار بذرها با باکتری سودوموناس، حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر وزن خشک برگ، وزن خشک نهایی بوته، تعداد غلاف در مترمربع و عملکرد بیولوژیک لوبیا را به ترتیب ۳۰، ۶۹، ۵۰، ۳۱، ۵۰ درصد نسبت به بذرها بدون پیش‌تیمار افزایش داد. بیشترین مقدار صفات اندازه‌گیری‌شده در شرایط بدون علف‌هرز و کاربرد دز توصیه‌شده علف‌کش مشاهده شد و با کاهش دز علف‌کش، کاهش یافت. آلودگی تمام‌فصل علف‌های هرز، حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر وزن خشک برگ، وزن خشک نهایی بوته، تعداد غلاف، وزن غلاف و عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۴۰، ۵۸، ۵۸، ۷۲، ۷۰ و ۵۸ درصد نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز کاهش داد. اثر کاربرد ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده دو علف‌کش در اکثر صفات بررسی‌شده فاقد تفاوت معنی‌دار بود؛ اما با توجه به معنی‌دار نبودن اثر متقابل پیش‌تیمار و دز علف‌کش، می‌توان اظهار داشت که بهره‌گیری از روش‌های پیش‌تیمار بذر با وجود اثر مثبت در رشد، توسعه و تولید لوبیا در افزایش قابلیت رقابت لوبیا با علف‌های هرز مؤثر نبود.

واژه‌های کلیدی: پیش‌تیمار زیستی؛ سالیسیلیک‌اسید؛ سولفات‌روی؛ مدیریت علف‌های هرز

مقدمه

توده‌های بومی لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در استان گیلان که پاچ‌باقلا نامیده می‌شوند، عبارت از سه توده متمایز شامل کلاس‌های تجارتي لوبیا رگه‌مشکی، لوبیا رگه‌رمز و لوبیا رگه‌قهوه‌ای می‌باشند. نوع رگه‌مشکی (Ojo de Cabra) دارای بیشترین سطح زیرکشت، رشد محدود و تیپ بوته ایستاده، گل‌های ارغوانی، دانه قلوهای کشیده با رگه‌های مشکی در

زمینه کرم و وزن ۱۰۰ دانه ۳۷ گرم است (Dorri et al., 2013).

مدیریت علف‌های هرز جزء ضروری زراعت لوبیا است؛ چنان که کاهش قابل توجه رشد و عملکرد لوبیا به واسطه رقابت علف‌های هرز در آزمایش‌های متعددی گزارش شده است (Ahmadi et al., 2007; Ghanbari-Motlagh et al., 2011; Kamali & Edalat, 2017). خسارت علف‌های هرز به عملکرد لوبیا حتی بیش از ۷۰ درصد نیز گزارش شده است (Mousavi et al., 2006). افزایش اتکاء بر گیاه‌زراعی برای کنترل علف‌های هرز به عنوان یک روش کم‌هزینه و بی‌ضرر از

* نویسنده مسئول: mohammadvand@guilan.ac.ir

نظر محیطی پیشنهاد شده است که کشاورزان می‌توانند آن را به‌آسانی با عملیات کشاورزی تلفیق کنند (Gibson et al., 2003). پتانسیل بهبود کنترل علف‌هرز و کاهش کاربرد علف‌کش در صورت تلفیق توانایی بازدارندگی گیاه‌زراعی با استراتژی مدیریت علف‌هرز وجود دارد (Gibson et al., 2002). در این راستا هر عاملی که باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی، استقرار بهتر بذر و گیاهچه در خاک و رشد اولیه سریع‌تر گردد، بر توان رقابتی گیاه زراعی در برابر علف‌های‌هرز خواهد افزود.

پیش تیمار بذر که با افزایش سرعت، یکنواختی و قدرت جوانه‌زنی بذرها، سبب بهبود بنیه بذر و استقرار بهتر گیاهچه می‌شود (Farooq et al., 2012; Kaya et al., 2005; Harris et al., 2008)، به عنوان راهکاری زراعی در جهت افزایش قابلیت رقابت گیاهان زراعی در برابر علف‌های‌هرز که ممکن است در راستای کاهش مصرف علف‌کش مورد توجه قرار گیرد، مدنظر است. در روش‌های پیش تیمار بذر، آبنوشی کنترل شده بذر صورت می‌گیرد؛ چنان که بذرها به‌طور جزئی آب جذب می‌کنند و وقایع متابولیکی اتفاق می‌افتد، ولی از جوانه‌زنی جلوگیری می‌شود. بعد از پیش تیمار، بذرها خشک و مشابه بذرهای تیمار نشده کشت می‌شوند (Farooq et al., 2012).

پیش تیمار بذر با روی با تأثیر بر فعالیت آلفا آمیلاز و همچنین هورمون جیبرلین سبب زودتر جوانه‌زدن بذرها می‌شود. جذب آب در اثر پرایمینگ موجب افزایش فعالیت آلفا آمیلاز می‌شود. آلفا آمیلاز موجب تجزیه مولکول‌های بزرگ نشاسته به مواد قندی کوچک‌تر می‌شود. فراهمی سریع مواد غذایی برای جوانه‌زنی، باعث افزایش بنیه بذر می‌شود تا به‌وسیله آن سرعت جوانه‌زنی و زمان شروع ظاهر شدن گیاهچه بهبود یابد (Farooq et al., 2006). در واقع با انجام پیش تیمار بذرها قبل از ورود به مزرعه فاز اول و دوم جوانه‌زنی را طی می‌کنند، در نتیجه با ورود به مزرعه و گذراندن سریع فاز سوم جوانه‌زنی سریع‌تر استقرار پیدا کرده در نتیجه نسبت به بذرهای بدون پیش تیمار برتری می‌یابند (Sattar et al., 2010). بهره‌گیری از روش‌های پیش تیمار بذر می‌تواند در نهایت منجر به افزایش عملکرد در شرایط مزرعه‌ای و دستیابی به توان بالقوه تولیدی گیاهان زراعی کشت شده شود (Alaee-Tabatabaee et al., 2013).

روی، از عناصر ضروری کم‌مصرف و کوفاکتور بسیاری از آنزیم‌ها بوده و در بسیاری از فرایندهای سلولی نظیر مقابله با رادیکال‌های آزاد، انتقال الکترون، بیوسنتز پروتئین و اکسین، تکثیر سلولی و رشد زایشی نقش دارد (Xu et al., 2014).

پیش تیمار بذر با روی با تأمین این عنصر برای رشد گیاه در مراحل اولیه رشد، می‌تواند رویش، استقرار، رشد و عملکرد گیاه زراعی را بهبود بخشد (Farooq et al., 2012). در مراحل اولیه رشد، کمبود روی سبب تأخیر رشد گیاهچه‌ها و حساسیت بیشتر به تنش‌های محیطی می‌شود. بهره‌گیری از روی در پیش تیمار بذرهای نخود، گندم، ذرت و برنج سرعت و یکنواختی سبز شدن و عملکرد آنها را افزایش داده است (Dadrasi & Aboutalebian, 2015). پیش تیمار بذر لوبیا با روی عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد لوبیا را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Kaya et al., 2005). پیش تیمار بذر نخود (*Cicer arietinum*) به مدت ۱۰ ساعت در محلول سولفات روی (۰/۵ درصد) مؤثر بود و عملکرد و محتوای روی در دانه را افزایش داد (Harris et al., 2008). پیش تیمار بذر ذرت (*Zea mays*) با محلول سولفات روی یک درصد به مدت ۱۶ ساعت، رشد گیاه، عملکرد دانه (۲۷ درصد) و محتوای روی در دانه را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید (Harris et al., 2007). اثر خیساندن بذرها در محلول نمک سولفات روی در بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و افزایش عملکرد دانه لوبیا (پاچ‌باقلا) گزارش شده است (Latifzadeh et al., 2013).

سالیسیلیک اسید نیز یکی از ترکیباتی است که در پیش تیمار بذر استفاده می‌شود. این ترکیب فنولی می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد عمل کند و در زمره هورمون‌های گیاهی نیز قرار می‌گیرد (Afzal et al., 2006). سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی نظیر فرایندهای رشد، القای گلدهی، جذب یون به وسیله ریشه، حفاظت در مقابل اشعه ماوراءبنفش، جلوگیری از بیوسنتز اتیلن، واکنش‌های ضدتنش، کاهش نشت یونی، تولید پروتئین‌های شوک حرارتی و رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Tahmasebi et al., 2017). پیش تیمار بذر ذرت بهاره در محلول ۵۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید به مدت ۱۸ ساعت، سبب افزایش سرعت سبز شدن، بنیه گیاهچه، محتوای کلروفیل و شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن ۱۰۰۰ دانه و شاخص برداشت شد (Rehman et al., 2015). نقش سالیسیلیک اسید در مقاومت گیاه به شرایط محیطی مانند تنش‌های شوری و اسیدی (Borsani et al., 2001; Arfan, 2009; Afzal et al., 2006)، تنش خشکی (Farooq et al., 2009; Khan et al., 2012)، تنش دمای پایین (Farooq et al., 2008) و همچنین حفظ گیاهچه در شرایط وجود فلزات سنگین (Moussa et al., 2010)، گزارش شده است. کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید نیز می‌تواند بعضی فرایندها در گیاهان از قبیل جوانه‌زنی

بذر (Afzal et al., 2006) و منافذ روزه‌ای (Arfan, 2009) را متأثر سازد و مقاومت به بیماری‌های گیاهی را افزایش دهد (Hayat et al., 2010).

پیش تیمار زیستی یا بیوپرایمینگ یکی دیگر از روش‌های بهبود بذر است که با ایجاد پوششی از باکتری‌ها بر روی بذر، به‌طور بالقوه می‌تواند به جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تر بذر و تقویت رشد گیاه منجر شود. پیش تیمار با باکتری *Pseudomonas fluorescens* جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه آفتابگردان (*Helianthus annuus*) را بهبود بخشید و به‌عنوان تیمار مناسب بذر قبل از کاشت معرفی شد (Moeinzadeh, et al., 2010).

نظر به این که جوانه‌زنی، استقرار و رشد اولیه گیاهچه نقش مهمی در تسخیر فضا و توانایی رقابت در مراحل بعدی رشد دارد و نیز با توجه به این که افزودن مزیت رقابتی گیاه‌زراعی در مقابله با علف‌های هرز می‌تواند در کاهش کاربرد علف‌کش‌ها و کاهش ورود این مواد به اکوسیستم مؤثر واقع شود، لذا این آزمایش با هدف بررسی تأثیر برخی روش‌های بهبود بذر بر توده بومی لوبیا (پاچ‌باقلا) و کارایی مدیریت شیمیایی علف‌های هرز با مقادیر کاهش‌یافته دو علف‌کش رایج تری‌فلورالین و بنتازون به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه پژوهشی دانشگاه گیلان-رشت با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه‌ی شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۱ دقیقه‌ی شمالی و ارتفاع ۲۹ متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد در بهار و تابستان سال ۱۳۹۴ به‌اجرا در آمد. عملیات شخم و آماده‌سازی زمین، ۱۰ روز قبل از اجرای آزمایش انجام شد. مساحت کرت‌ها ۷/۵ مترمربع (۳×۲/۵ متر) شامل ۵ پشته و ۱۰ ردیف کاشت هریک به طول ۳ متر بود. برای تمایز کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر فاصله از طریق نکاشت بذر بر روی پشته میانی و برای تمایز تکرارها یک متر فاصله بین آن‌ها لحاظ شد.

کاشت دستی نوع رگه مشکی از توده بومی لوبیا در استان گیلان (با نام محلی پاچ‌باقلا) در اواسط اردیبهشت بر روی پشته‌هایی به فواصل ۵۰ سانتی‌متر، به صورت دو ردیفه روی پشته و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف و عمق پنج سانتی‌متر صورت گرفته و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع ایجاد گردید. دو بذر در هر کپه قرار گرفته و تنک‌کردن در مرحله سه‌برگه‌ای سوم و چهارم گیاهچه‌های لوبیا انجام شد.

تیمارهای آزمایشی که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد، عبارت از ترکیب فاکتوریل

روش‌های پیش تیمار بذر با مواد زیستی و شیمیایی شامل چهار سطح پیش تیمار با سولفات روی، سالیسیلیک اسید، باکتری سودوموناس (*Pseudomonas fluorescens*)، و بدون پیش تیمار و مدیریت علف‌های هرز شامل پنج سطح عاری از علف‌های هرز (وجین‌دستی)، آلوده به علف‌های هرز و سطوح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده، از علف‌کش‌های پیش کاشت مخلوط با خاک تری‌فلورالین (ترفلان، ۴۸% EC) + علف‌کش پس‌رویشی بنتازون (بازگران، ۴۸% SL) بود. مقدار کاربرد هر دوی علف‌کش‌های تری‌فلورالین و بنتازون در سطوح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده به ترتیب ۹۶۰، ۷۲۰ و ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود. اختلاط تری‌فلورالین با خاک تا عمق ۵ سانتی‌متری با ابزار دستی (شن‌کش) صورت گرفت و سمپاشی بنتازون در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز انجام شد. برای پاشش علف‌کش سمپاش پشتی با فشار دو بار مورد استفاده قرار گرفت که برای علف‌کش تری‌فلورالین و بنتازون به ترتیب مجهز به نازل شره‌ای و بادبزی تخت بوده و برای سمپاشی ۳۰۰ لیتر در هکتار محلول سم کالبره شده بود. قبل از پیش تیمار، بذرها یک دقیقه درون محلول ۵ درصد هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شده و سپس چندین بار آبکشی شدند. بذرها در پیش تیمار سولفات روی ($ZnSO_4$) با میزان روی ۲۴ درصد) به مدت پنج ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد درون محلول ۳۵۰ پی‌پی‌ام (Latifzadeh et al., 2013) و در پیش تیمار سالیسیلیک اسید به مدت ۱۲ ساعت درون محلول ۲۵ پی‌پی‌ام (Entesari et al., 2013) و در پیش تیمار با باکتری، به مدت پنج ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد درون مایع حاوی باکتری سودوموناس (جمعیت باکتری 10^8 CFU/ml برای هر گرم بذر در نظر گرفته شد) قرار گرفتند و سپس در معرض جریان هوای آرام تا رسیدن به رطوبت اولیه خشک شدند.

اولین آبیاری (روش نشستی) بلافاصله پس از کاشت و سپس با فواصل ۱۰ روز انجام شد. کوددهی براساس آزمون خاک به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (اوره، ۴۶ درصد نیتروژن) طی دو مرحله تقسیط مساوی هنگام کاشت به روش شیاری و کوددهی سرک در آغاز غلاف‌دهی و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر (سوپرفسفات تریپل، ۴۶ درصد اکسید فسفر) و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم (کلرو پتاسیم، ۶۰ درصد اکسید پتاسیم) قبل از کاشت هنگام آماده‌سازی زمین صورت گرفت. با توجه به سطح بالای آلودگی به عوامل بیماری‌زای قارچی، چند مرحله سمپاشی جهت کنترل بیماری‌های بوته‌میری، لکه‌برگی، سفیدک و اسکروتیوم، با سمپاشی مقادیر توصیه‌شده قارچ‌کش‌های متالاکسیل (ردومیل،

G 5%)، ایپرودیون+کاربنداریم (رورال تی اس، WP 52.5%) و اکسی کلورومس (کوپراویت، WP 50%) انجام شد.

جهت بررسی اثر تیمارها بر رشد و نمو لوبیا، اولین نمونه برداری ۱۶ روز بعد از کاشت و پس از آن به فواصل ۱۴ روز تا ۷۲ روز پس از کاشت تکرار شد (پنج مرحله نمونه برداری به ترتیب ۱۶، ۳۰، ۴۴، ۵۸ و ۷۲ روز بعد از کاشت). نمونه برداری تخریبی در هر مرحله با استفاده از هشت بوته لوبیا با رعایت حذف اثر حاشیه صورت گرفت. در هر مرحله از نمونه برداری ارتفاع بوته (از سطح زمین تا انتهای ساقه اصلی)، سطح برگ (دستگاه اندازه گیری سطح برگ مدل دلتا T) و وزن خشک برگ، ساقه و بوته (۷۲ ساعت قرار گرفتن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد و توزین با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم) اندازه گیری شد.

با توجه به شیوع بیماری‌های قارچی برداشت بوته‌های لوبیا در آغاز مرحله پُرسیدن دانه‌ها صورت گرفت و از صفت عملکرد دانه صرف نظر گردید. بدین ترتیب کلیه بوته‌های مساحت ۲/۵ مترمربع یک طرف هر کرت پس از حذف ردیف‌های حاشیه کف‌بر شده و به آزمایشگاه منتقل شد. بوته‌های دارای علائم آلودگی به بیماری‌های قارچی از بوته‌های سالم جدا و حذف شدند. سایر بوته‌ها برای تعیین عملکرد بیولوژیک لوبیا مورد استفاده قرار گرفتند. تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف در ۱۰ بوته با انتخاب تصادفی شمارش و اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در نرم افزار SAS, ver. 9.2 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس LSD محافظت شده در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها با نرم افزارهای Excel و SigmaPlot, ver. 12 ترسیم گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

ارتفاع لوبیا (۱۷ سانتی متر) در تیمارهای مختلف تا ۱۶ روز پس از کاشت تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۱ و شکل ۱). ۳۰ و ۴۴ روز پس از کاشت ارتفاع بوته‌های لوبیا در همه سطوح کاربرد علف کش و وجین دستی علف‌های هرز، مشابه (به ترتیب ۲۶ و ۳۸ سانتی متر) و بیشتر از تیمار آلوده به علف‌هرز (۲۱ و ۳۵ سانتی متر) بود. ۳۰ روز پس از کاشت ارتفاع بوته‌ها در همه تیمارهای پیش تیمار بذریه به نحو معنی داری بیشتر از کاشت بذریه بدون پیش تیمار (۲۶ در مقابل ۲۲ سانتی متر) بود. کاربرد پیش تیمار در مقایسه با عدم بهره‌گیری از آن، ارتفاع بوته‌ها را در ۴۴ روز پس از کاشت افزایش داد (۳۸ در مقایسه با ۳۴ سانتی متر). سالیسیلیک اسید اثر مطلوب تری در افزایش ارتفاع بوته در مقایسه با باکتری نشان داد. سولفات روی تفاوت

معنی داری با دو تیمار مذکور نداشت. در نمونه برداری‌های ۵۸ و ۷۲ روز پس از کاشت اثر متقابل پیش تیمار و مدیریت علف‌های هرز معنی دار بود؛ به طوری که در همه سطوح کاربرد علف کش و وجین دستی، تیمار سالیسیلیک اسید بیشترین ارتفاع بوته‌ها را به همراه داشت (ارتفاع نهایی ۶۰ سانتی متر)؛ اگرچه در حضور علف‌هرز تیمار سولفات روی ارتفاع بیشتری (ارتفاع نهایی ۶۱ سانتی متر) را نشان داد. با کاشت بذریه بدون پیش تیمار همواره کمترین ارتفاع بوته‌های لوبیا (ارتفاع نهایی ۵۳ سانتی متر) مشاهده شد؛ چنان که در حضور علف‌هرز ارتفاع نهایی لوبیا بدون پیش تیمار بذریه ۱۹ درصد نسبت به پیش تیمار سولفات روی کاهش نشان داد (جدول ۲).

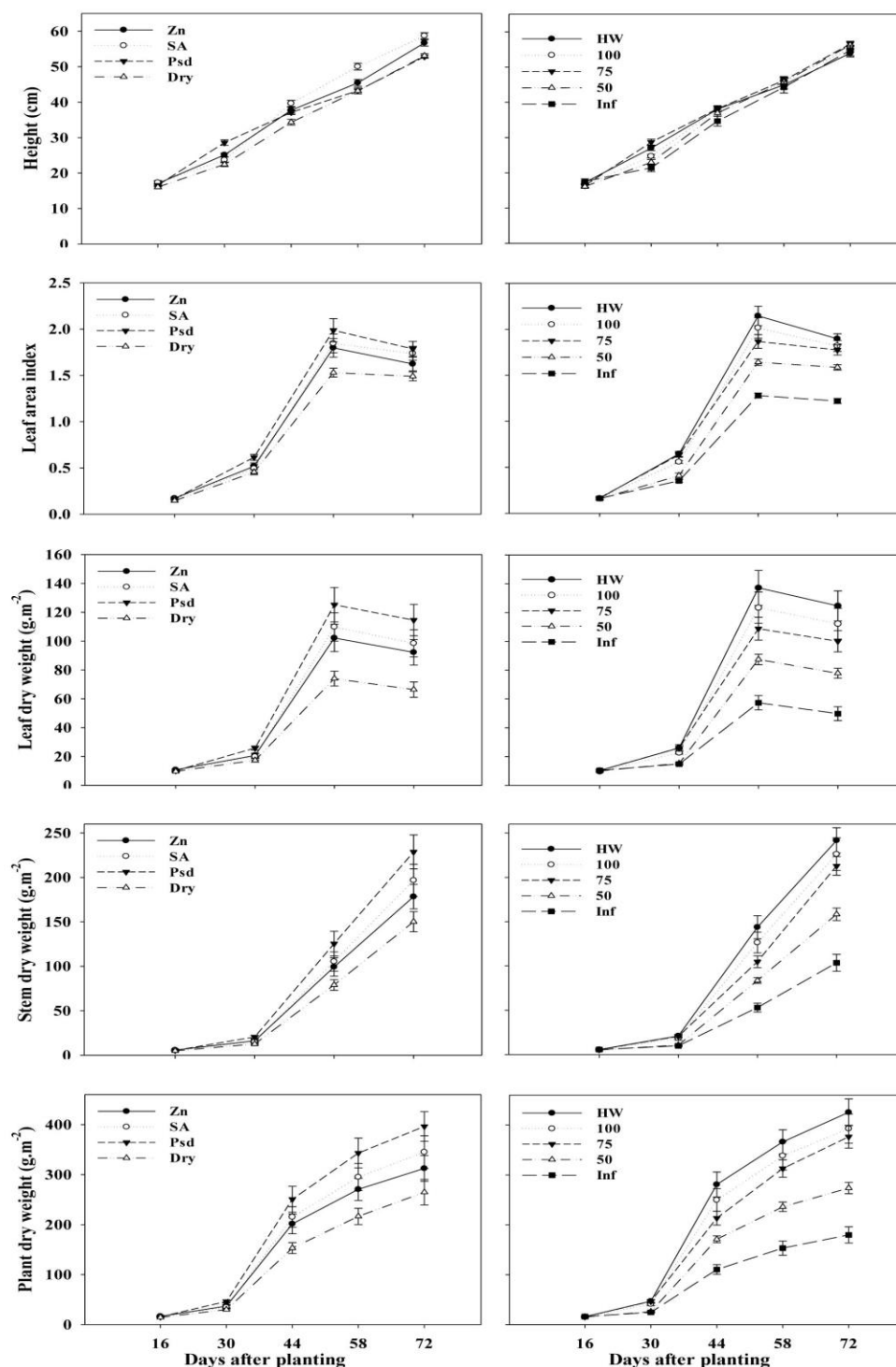
پیش تیمار بذریه سبب افزایش ارتفاع بوته‌های لوبیا شد. بهبود استقرار اولیه سبب بهره‌برداری بهتر از نهاده‌های محیطی می‌شود. سبز شدن سریع تر و توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای و در نتیجه جذب آب و مواد غذایی بیشتر به عنوان علت افزایش ارتفاع ذرت در نتیجه پیش تیمار سولفات روی گزارش شد (Dadrasi & Aboutalebian, 2015). نقش روی در فرایندهای متابولیکی و تنظیم چرخه سلولی و نیز نقش آن در تنظیم سطح ایندول استیک اسید می‌تواند در رشد طولی سلول و متعاقباً افزایش ارتفاع بوته مؤثر باشد (Vitosh et al., 1994). افزایش ارتفاع کلزای بهاره (*Brassica napus*) در نتیجه پیش تیمار با محلول سولفات روی نیز گزارش شده است (Mohagheghi & Aboutalebian, 2014).

ارتفاع ساقه یکی از ویژگی‌های تعیین کننده در دریافت نور و در نتیجه توانایی رقابت بالاتر بوته است (Miri & Ghadiri, 2006). در بررسی رقابت تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) (هشت بوته در متر ردیف) با لوبیا سبز، ارتفاع تاج خروس ریشه قرمز در چهار هفته اول کمتر، در هفته ششم برابر و از هفته هشتم پس از رویش تا انتهای فصل بیشتر از لوبیا سبز بود (به ترتیب ۸۹ و ۳۳ سانتی متر برای تاج خروس ریشه قرمز و لوبیا سبز ۱۴ هفته پس از رویش) (Mirshekari et al., 2010). کاربرد پس‌رویشی ایمازامکس + بنتازون به مقادیر ۲۵+۶۰۰ و ۵۰+۱۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار هیچ گونه اثر منفی بر ارتفاع انواع تجاری لوبیا نداشت (Hekmat et al., 2008). کاربرد پس‌رویشی ترکیب بنتازون و فومسافن به مقادیر ۱۶۸۰+۲۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار ارتفاع گیاه لوبیا چیتی را ۱۳ درصد و ارتفاع لوبیا سفید را ۹ درصد کاهش داد (Soltani et al., 2006). ارتفاع لوبیا سبز با کاربرد ایمازامکس + بنتازون ۸٪ کاهش یافت (Sikkema et al., 2004).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر پیش تیمار بذر و مدیریت علتهای هرز a بر صفات توده بومی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) طی مراحل نمونه‌برداری
Table 1. Analysis of variance (mean squares) for the effects of seed pre-treatment and weed management on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace characteristics during sampling times

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع height			شاخص سطح برگ Leaf area index			وزن خشک برگ Leaf dry weight		
		Days after planting	30	44	Days after planting	16	30	Days after planting	16	30
Source of variation	Degree of freedom	16	30	44	16	30	44	16	30	44
تکرار Replication	2	21.55 ^{ns}	3.99 ^{ns}	11.68 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.16 [*]	17.32 ^{ns}	1.15 ^{ns}	1559.52 ^{ns}
پیش تیمار Priming	3	4.80 ^{ns}	44.68 ^{ns}	71.57 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.55 ^{ns}	3.15 ^{ns}	90.74 ^{ns}	6901.61 ^{ns}
علف کش Herbicide	4	4.61 ^{ns}	30.44 ^{ns}	26.52 [*]	0.0002 ^{ns}	0.19 ^{ns}	1.39 ^{ns}	1.11 ^{ns}	322.66 ^{ns}	11821.48 ^{ns}
پیش تیمار علف کش Priming×Herbicide	12	2.93 ^{ns}	6.20 ^{ns}	10.39 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.06 ^{ns}	3.55 ^{ns}	ns25.93	400.20 ^{ns}
خطا Error	38	3.48	5.27	7.11	0.001	0.005	0.04	2.76	15.36	520.41
ضرب تغییرات (درصد) C.V. (%)		11.13	8.12	7.17	22.29	11.63	10.84	16.37	16.64	22.18
وزن خشک بوته Plant dry weight										
روز بعد از کاشت										
16	30	44	58	72	16	30	44	58	72	72
تکرار Replication	2	55.55 ^{ns}	6.40 ^{ns}	7737.59 [*]	10.94 ^{ns}	2.48 ^{ns}	2354.94 [*]	1987.44 ^{ns}	4000.27 ^{ns}	1378.78 ^{ns}
پیش تیمار Priming	3	10.33 ^{ns}	367.02 ^{ns}	24563.47 ^{ns}	2.31 ^{ns}	95.18 ^{ns}	5508.84 ^{ns}	16249.16 ^{ns}	44008.80 ^{ns}	986.17 ^{ns}
علف کش Herbicide	4	3.10 ^{ns}	1307.66 ^{ns}	53901.49 ^{ns}	0.54 ^{ns}	331.31 ^{ns}	15284.00 ^{ns}	38909.92 ^{ns}	450992.4 ^{ns}	5607.98 ^{ns}
پیش تیمار علف کش Priming×Herbicide	12	7.34 ^{ns}	177.18 ^{ns}	1760.72 ^{ns}	0.88 ^{ns}	83.26 ^{ns}	539.48 ^{ns}	1047.25 ^{ns}	4598.8 ^{ns}	859.40 ^{ns}
خطا Error	38	6.92	27.29	2220.56	1.18	4.90	612.67	1043.85	1916.34	834.32
ضرب تغییرات (درصد) C.V. (%)		16.82	12.62	22.97	19.83	12.40	24.19	17.14	8.92	56.17
تعداد غلاف در مترمربع Pods no. m ⁻²										
روز بعد از کاشت										
16	30	44	58	72	16	30	44	58	72	72
تکرار Replication	2	55.55 ^{ns}	6.40 ^{ns}	7737.59 [*]	10.94 ^{ns}	2.48 ^{ns}	2354.94 [*]	1987.44 ^{ns}	4000.27 ^{ns}	1378.78 ^{ns}
پیش تیمار Priming	3	10.33 ^{ns}	367.02 ^{ns}	24563.47 ^{ns}	2.31 ^{ns}	95.18 ^{ns}	5508.84 ^{ns}	16249.16 ^{ns}	44008.80 ^{ns}	986.17 ^{ns}
علف کش Herbicide	4	3.10 ^{ns}	1307.66 ^{ns}	53901.49 ^{ns}	0.54 ^{ns}	331.31 ^{ns}	15284.00 ^{ns}	38909.92 ^{ns}	450992.4 ^{ns}	5607.98 ^{ns}
پیش تیمار علف کش Priming×Herbicide	12	7.34 ^{ns}	177.18 ^{ns}	1760.72 ^{ns}	0.88 ^{ns}	83.26 ^{ns}	539.48 ^{ns}	1047.25 ^{ns}	4598.8 ^{ns}	859.40 ^{ns}
خطا Error	38	6.92	27.29	2220.56	1.18	4.90	612.67	1043.85	1916.34	834.32
ضرب تغییرات (درصد) C.V. (%)		16.82	12.62	22.97	19.83	12.40	24.19	17.14	8.92	56.17
وزن غلاف در مترمربع Pod weight. m ⁻²										
روز بعد از کاشت										
16	30	44	58	72	16	30	44	58	72	72
تکرار Replication	2	55.55 ^{ns}	6.40 ^{ns}	7737.59 [*]	10.94 ^{ns}	2.48 ^{ns}	2354.94 [*]	1987.44 ^{ns}	4000.27 ^{ns}	1378.78 ^{ns}
پیش تیمار Priming	3	10.33 ^{ns}	367.02 ^{ns}	24563.47 ^{ns}	2.31 ^{ns}	95.18 ^{ns}	5508.84 ^{ns}	16249.16 ^{ns}	44008.80 ^{ns}	986.17 ^{ns}
علف کش Herbicide	4	3.10 ^{ns}	1307.66 ^{ns}	53901.49 ^{ns}	0.54 ^{ns}	331.31 ^{ns}	15284.00 ^{ns}	38909.92 ^{ns}	450992.4 ^{ns}	5607.98 ^{ns}
پیش تیمار علف کش Priming×Herbicide	12	7.34 ^{ns}	177.18 ^{ns}	1760.72 ^{ns}	0.88 ^{ns}	83.26 ^{ns}	539.48 ^{ns}	1047.25 ^{ns}	4598.8 ^{ns}	859.40 ^{ns}
خطا Error	38	6.92	27.29	2220.56	1.18	4.90	612.67	1043.85	1916.34	834.32
ضرب تغییرات (درصد) C.V. (%)		16.82	12.62	22.97	19.83	12.40	24.19	17.14	8.92	56.17
عملکرد بیولوژیک Biological yield										
روز بعد از کاشت										
16	30	44	58	72	16	30	44	58	72	72
تکرار Replication	2	55.55 ^{ns}	6.40 ^{ns}	7737.59 [*]	10.94 ^{ns}	2.48 ^{ns}	2354.94 [*]	1987.44 ^{ns}	4000.27 ^{ns}	1378.78 ^{ns}
پیش تیمار Priming	3	10.33 ^{ns}	367.02 ^{ns}	24563.47 ^{ns}	2.31 ^{ns}	95.18 ^{ns}	5508.84 ^{ns}	16249.16 ^{ns}	44008.80 ^{ns}	986.17 ^{ns}
علف کش Herbicide	4	3.10 ^{ns}	1307.66 ^{ns}	53901.49 ^{ns}	0.54 ^{ns}	331.31 ^{ns}	15284.00 ^{ns}	38909.92 ^{ns}	450992.4 ^{ns}	5607.98 ^{ns}
پیش تیمار علف کش Priming×Herbicide	12	7.34 ^{ns}	177.18 ^{ns}	1760.72 ^{ns}	0.88 ^{ns}	83.26 ^{ns}	539.48 ^{ns}	1047.25 ^{ns}	4598.8 ^{ns}	859.40 ^{ns}
خطا Error	38	6.92	27.29	2220.56	1.18	4.90	612.67	1043.85	1916.34	834.32
ضرب تغییرات (درصد) C.V. (%)		16.82	12.62	22.97	19.83	12.40	24.19	17.14	8.92	56.17

a Seed pre-treatment by zinc sulphate, salicylic acid, pseudomonas bacteria, and without priming; 100, 75 and 50% recommended dose of trifluralin and bentazon, weed free (hand weeding)and weed infested; * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively; ns: non-significant.



شکل ۱. اثر پیش تیمار بذر (با Zn، سولفات روی؛ SA، سالیسیلیک اسید؛ Psd، باکتری سودوموناس و Dry، بدون تیمار)

(بذر بدون پیش تیمار) و مدیریت علف‌های هرز (HW، عاری از علف‌هرز (وجین دستی)؛ به ترتیب کاربرد ۷۵ و ۵۰ درصد دز توصیه شده علف کش تری‌فلورالین و بنتازون و Inf، شرایط آلوده به علف‌هرز) بر صفات توده بومی لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) طی مراحل نمونه‌برداری خطوط عمودی (خطوط بار) خطای استاندارد میانگین‌ها هستند.

Fig. 1. Effects of seed pre-treatment (With Zn, zinc sulphate; SA, salicylic acid; Psd, *psaedomonas* bacteria; Dry, without priming) and weed management (HW, weed free (hand weeding); 100, 75 and 50% recommended dose of trifluralin and bentazon; Inf, weed infested) on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace characteristics during sampling times
Vertical bars (Error bars) represent standard error of means.

جدول ۲- اثر متقابل پیش تیمار بذر و مدیریت علف‌های هرز^a بر ارتفاع و وزن خشک ساقه و بوته

توده بومی لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) طی مراحل نمونه‌برداری

Table 2. Interaction of seed pre-treatment and weed management on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace height and stem and plant dry weight during sampling times

تیمارها Treatments	ارتفاع (سانتی‌متر) در ۵۸ روز پس از کاشت Height (cm) at 58 days after planting					ارتفاع (سانتی‌متر) در ۷۲ روز پس از کاشت Height (cm) at 72 days after planting				
	سولفات روی	سالیسیلیک اسید	باکتری سودوموناس	بدون پیش تیمار	p ^b میانگین	سولفات روی	سالیسیلیک اسید	باکتری سودوموناس	بدون پیش تیمار	p ^b میانگین
	Zinc sulphate	Salicylic acid	Pseudomonas bacteria	Without priming	Mean	Zinc sulphate	Salicylic acid	Pseudomonas bacteria	Without priming	Mean
عاری از علف‌هرز Weed free	42.50 ^{BC}	51.17 ^{Aa}	41.67 ^{Cb}	44.50 ^{Bb}	44.96 ^{ab} **	52.87 ^{Bc}	59.29 ^{Aab}	50.50 ^{Cb}	52.97 ^{Bb}	53.91 ^b **
۱۰۰٪ دز توصیه‌شده 100% R.D.	43.50 ^{Cb}	50.83 ^{Aa}	43.17 ^{Cab}	47.00 ^{Ba}	46.13 ^a **	53.97 ^{BCc}	59.83 ^{Aab}	52.08 ^{Cab}	54.87 ^{Ba}	55.19 ^{ab} **
۷۵٪ دز توصیه‌شده 75% R.D. ^b	43.80 ^{Bb}	51.83 ^{Aa}	45.17 ^{Ba}	44.17 ^{Bbc}	46.24 ^a **	56.55 ^{Bb}	60.23 ^{Aa}	54.03 ^{Ba}	55.39 ^{Ba}	56.55 ^a **
۵۰٪ دز توصیه‌شده 50% R.D.	46.47 ^{Bab}	51.83 ^{Aa}	43.00 ^{Cab}	41.80 ^{Cc}	45.78 ^{ab} **	58.80 ^{Ab}	59.93 ^{Aab}	53.60 ^{Ba}	52.70 ^{Bb}	56.26 ^a **
آلوده به علف‌هرز Weed infested	50.90 ^{Aa}	44.50 ^{Bb}	43.23 ^{BCab}	38.50 ^{Cd}	44.28 ^b **	61.31 ^{Aa}	54.26 ^{Bb}	53.89 ^{Ba}	49.47 ^{Bc}	54.73 ^b **
میانگین Mean p ^b	45.43 ^B	50.03 ^A	43.25 ^C	43.19 ^C		56.70 ^B	58.71 ^A	52.82 ^C	53.08 ^C	
	**	**	ns	**		**	**	ns	**	
تیمارها Treatments	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) در ۳۰ روز پس از کاشت Stem dry weight (g.m ⁻²) at 30 days after planting					وزن خشک بوته (گرم در مترمربع) در ۳۰ روز پس از کاشت Plant dry weight (g.m ⁻²) at 30 days after planting				
	سولفات روی	سالیسیلیک اسید	باکتری سودوموناس	بدون پیش تیمار	p ^b میانگین	سولفات روی	سالیسیلیک اسید	باکتری سودوموناس	بدون پیش تیمار	p ^b میانگین
	Zinc sulphate	Salicylic acid	Pseudomonas bacteria	Without priming	Mean	Zinc sulphate	Salicylic acid	Pseudomonas bacteria	Without priming	Mean
عاری از علف‌هرز Weed free	30.78 ^{Aa}	14.17 ^{Bb}	21.43 ^{Bb}	17.75 ^{Ba}	21.03 ^a **	60.51 ^{Aa}	34.17 ^{ABab}	50.80 ^{ABb}	42.61 ^{Ba}	47.02 ^a **
دز توصیه‌شده 100% R.D.	15.49 ^{Bbc}	13.58 ^{Bb}	32.91 ^{Aa}	11.57 ^{BCc}	18.39 ^{ab} **	38.56 ^{Cbc}	32.45 ^{Bb}	64.22 ^{Aa}	29.32 ^{BCa}	41.14 ^{ab} **
۷۵٪ دز توصیه‌شده 75% R.D. ^b	19.08 ^{Bb}	29.55 ^{Aa}	18.43 ^{Bb}	15.30 ^{Bb}	20.59 ^b **	46.03 ^{Bb}	62.24 ^{Aa}	44.91 ^{Bbc}	33.32 ^{Bb}	46.63 ^b **
۵۰٪ دز توصیه‌شده 50% R.D.	7.55 ^{Bc}	7.36 ^{Bc}	17.32 ^{Ab}	10.27 ^{Bc}	10.63 ^c **	19.27 ^{Bc}	19.41 ^{Bc}	39.16 ^{ACd}	25.76 ^{Bc}	25.90 ^c **
آلوده به علف‌هرز Weed infested	8.21 ^{Ac}	10.43 ^{Ac}	12.75 ^{Ac}	7.90 ^{Ac}	9.82 ^c ns	20.39 ^{Ac}	26.39 ^{Ac}	32.83 ^{Ad}	18.83 ^{Ac}	24.61 ^c ns
میانگین Mean p ^b	16.22 ^B	15.02 ^B	20.57 ^A	12.56 ^C		36.95 ^B	34.93 ^{AB}	46.38 ^A	29.97 ^C	
	**	**	**	**		**	**	**	**	

^a پیش تیمار بذر با سولفات روی، سالیسیلیک اسید و باکتری سودوموناس و بدون پیش تیمار؛ ۷۵، ۵۰ و درصد دز توصیه‌شده علف‌کش تری‌فلورالین و بنتازون، عاری از (وجین دستی) و آلوده به علف‌های هرز؛ ^b تفاوت معنی‌دار سطوح یک عامل به تفکیک در هر یک از سطوح عامل دیگر؛ * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱؛ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار میانگین‌های دارای حروف مشابه بزرگ در هر سطر و دارای حروف کوچک مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.

^a Seed pre-treatment by zinc sulphate, salicylic acid, pseudomonas bacteria, and without priming; 100, 75 and 50% recommended dose of trifluralin and bentazon, weed free (hand weeding) and weed infested; ^b Significant differences for levels of a factor separately sorted by each levels of the other factor; * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively; ns: non-significant; Means within a row followed by the same capital letter, and means within a column followed by the same small letter are not different according to Fisher's protected LSD at P=0.05.; ^c R.D. Recommended dose

شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ (۰/۶۱) در تیمار بذر با باکتری سودوموناس مشاهده شد که ۳۶ درصد بیشتر از تیمار بدون پیش تیمار بود. وجین دستی علف‌های هرز، دارای بیشترین شاخص سطح برگ (۰/۶۵) و عدم کنترل علف‌های هرز دارای کمترین شاخص سطح برگ (۰/۳۵) بود. در بین سطوح کاربرد علف‌کش، اثر دز ۱۰۰ و ۷۵ درصد توصیه‌شده بر توسعه سطح برگ مشابه و بالاتر از ۵۰ درصد دز توصیه‌شده بود. ۴۴ روز پس از کاشت

شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ، ساقه و بوته لوبیا
شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف تا ۱۶ روز پس از کاشت اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱ و شکل ۱). ۳۰ روز پس از کاشت، شاخص سطح برگ بوته‌ها در کلیه تیمارهای پیش تیمار بذر (با میانگین ۰/۵۴) به نحو معنی‌داری بیشتر (۲۰ درصد بیشتر) از کاشت بدون پیش تیمار (۰/۴۵) بود. همچنین در بین روش‌های مختلف پیش تیمار نیز بیشترین

(۴۴ روز پس از کاشت)، مقدار این صفت با حضور علف‌های هرز ۵۸ درصد نسبت به تیمار بدون علف‌هرز کاهش یافت (شکل ۱).

وزن خشک ساقه و بوته

این صفت در مراحل نمونه‌برداری به‌جز اولین نمونه‌برداری تحت تأثیر پیش تیمار بذریه و مدیریت علف‌های هرز بود (جدول ۱ و شکل ۱). ۳۰ روز پس از کاشت، در شرایط آلوده به علف‌هرز پیش تیمار بذرها سبب افزایش تولید نشد؛ اما وقتی اقدام به کنترل علف‌های هرز شد، وزن خشک ساقه و بوته به‌ترتیب افزایش ۶۴ و ۵۲ درصدی با پیش تیمار باکتری و ۱۸ و ۱۳ درصدی با پیش تیمار سالیسیلیک اسید و ۳۳ و ۲۵ درصدی با پیش تیمار سولفات روی نشان دادند. در همه روش‌های پیش تیمار و نیز کاشت بذریه بدون پیش تیمار، کمترین وزن خشک ساقه و بوته در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز مشاهده شد (به ترتیب ۵۳ و ۴۸ درصد کاهش نسبت به شرایط بدون علف‌هرز) (جدول ۲). در سومین و چهارمین نمونه‌برداری پیش تیمار بذریه با باکتری سودوموناس نسبت به بدون پیش تیمار به‌ترتیب سبب افزایش ۵۹ و ۵۲ درصدی وزن خشک ساقه و ۶۴ و ۵۸ درصدی وزن خشک بوته شد. پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سولفات روی فاقد تفاوت معنی‌دار بودند و وزن خشک ساقه و بوته را به‌ترتیب ۴۴ روز پس از کاشت ۳۰ و ۳۶ درصد و ۵۸ روز پس از کاشت ۲۵ و ۳۱ درصد در مقایسه با کاشت بذریه بدون پیش تیمار افزایش دادند (شکل ۱). بیشترین وزن خشک ساقه و بوته در کاربرد دز توصیه‌شده علف‌کش و وجین دستی علف‌های هرز مشاهده شد و با کاهش دز علف‌کش کاهش یافت. کمترین مقادیر صفات مذکور در شرایط آلوده به علف‌هرز مشاهده شد (کاهش ۶۳ و ۵۷ درصدی وزن خشک ساقه و ۶۱ و ۵۸ درصدی وزن خشک ریشه به‌ترتیب در ۴۴ و ۵۸ روز پس از کاشت نسبت به تیمار عاری از علف‌هرز). وزن خشک نهایی بوته‌های لوبیا در ۷۲ روز پس از کاشت با انجام پیش تیمار بذرها با باکتری حداکثر مقدار (۳۹۶/۴۳ گرم در مترمربع، ۵۰ درصد افزایش) بود و پس از آن پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سولفات روی (۲۴ درصد افزایش در میانگین دو تیمار) قرار داشت. کاشت بذریه بدون پیش تیمار دارای کمترین مقدار وزن خشک بوته (۲۶۴/۹۰ گرم در مترمربع) بود. بیشترین وزن خشک کل بوته در شرایط عاری از علف‌های هرز و سپس دز کامل و ۷۵ درصد دز توصیه‌شده مشاهده شد و با کاهش دز علف‌کش کاهش یافت. در شرایط آلوده به علف‌هرز وزن خشک کل بوته ۵۸ درصد کاهش یافت.

پیش تیمار باکتری سبب بهبود رشد اولیه لوبیا می‌شود. در بررسی اثر کاربرد مواد بهبود دهنده رشد بر صفات ظهور

بیشترین شاخص سطح برگ مشاهده شد که در پیش تیمار بذریه با باکتری سودوموناس، سالیسیلیک اسید و سولفات روی به ترتیب ۳۰، ۲۱ و ۱۸ درصد بیشتر از بدون پیش تیمار بود. ۵۸ روز پس از کاشت، تیمار بذریه با باکتری سودوموناس و سالیسیلیک اسید اثر بهتری ۱۸ درصد افزایش نسبت به بدون پیش تیمار) در افزایش شاخص سطح برگ بوته نشان داد و کاربرد پیش تیمار سولفات روی شاخص سطح برگ بوته‌ها را ۹ درصد نسبت به بدون پیش تیمار افزایش داد. در کاربرد دز توصیه‌شده علف‌کش و وجین دستی علف‌های هرز، بیشترین شاخص سطح برگ مشاهده شد؛ اگرچه اثر دز ۱۰۰ و ۷۵ درصد توصیه‌شده بر توسعه شاخص سطح برگ مشابه و بالاتر از ۵۰ درصد دز توصیه‌شده بود. همچنین کمترین مقادیر صفت مذکور در شرایط آلوده به علف‌هرز مشاهده شد؛ چنان که در مرحله حداکثر شاخص سطح برگ (۴۴ روز پس از کاشت)، مقدار این شاخص ۴۰ درصد نسبت به شرایط بدون علف‌هرز کاهش یافت (شکل ۱).

وزن خشک برگ

وزن خشک برگ در تیمارهای مختلف در ۱۶ روز پس از کاشت اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱ و شکل ۱). ۳۰ روز پس از کاشت، وزن خشک برگ در پیش تیمار باکتری (۲۵/۸۲ گرم در مترمربع) و سالیسیلیک اسید (۱۹/۹۲ گرم در مترمربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از کاشت بذریه بدون پیش تیمار (۱۷/۴۱ گرم در مترمربع) بود (شکل ۱). وجین دستی علف‌های هرز و کاربرد ۱۰۰ و ۷۵ درصد دز توصیه‌شده علف‌کش، دارای بیشترین وزن خشک برگ (۲۴/۹۳ گرم در مترمربع) و کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه‌شده علف‌کش و عدم کنترل علف‌های هرز دارای کمترین وزن خشک برگ (با میانگین ۱۵/۰۴ گرم در مترمربع) بود. در سومین و چهارمین نمونه‌برداری تیمار بذریه با باکتری سودوموناس اثر بهتری در افزایش وزن خشک برگ بوته نشان داد (به ترتیب ۱۲۵/۲۴ و ۱۱۴/۶۰ گرم در مترمربع). در ۴۴ روز پس از کاشت، به‌عنوان مرحله حداکثر وزن خشک برگ، بیشترین مقدار صفت مذکور به ترتیب در پیش تیمار باکتری، سالیسیلیک اسید و سولفات روی (به ترتیب ۶۹، ۴۸ و ۳۸ درصد افزایش نسبت به بدون پیش تیمار) مشاهده شد. در کاربرد دز توصیه‌شده علف‌کش و وجین دستی علف‌های هرز، بیشترین وزن خشک برگ مشاهده شد؛ اگرچه اثر دز ۱۰۰ و ۷۵ درصد توصیه‌شده بر تولید برگ مشابه و بالاتر از ۵۰ درصد دز توصیه‌شده بود. همچنین کمترین مقادیر صفت مذکور در شرایط آلوده به علف‌هرز مشاهده شد؛ به‌طوری‌که در مرحله حداکثر وزن خشک برگ

بیشتر دز علف‌کش از مقدار توصیه‌شده (۵۰ درصد دز توصیه‌شده) وزن غلاف تا ۴۴ درصد در ۵۰ درصد دز توصیه‌شده کاهش یافت و کمترین وزن غلاف در شرایط آلوده به علف‌هرز با کاهش ۷۰ درصدی نسبت به شرایط بدون علف‌هرز مشاهده شد (۲۰/۴۹ گرم در مترمربع) (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک بوته‌های لوبیا ۷۲ روز پس از کاشت آزمایش تحت تأثیر پیش تیمار بذریه و مدیریت علف‌های هرز قرار گرفت (جدول ۱)؛ به نحوی که پیش تیمار بذریه با باکتری سودوموناس دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۳۹۶۴ کیلوگرم در هکتار با افزایش ۵۰ درصدی، سالیسیلیک اسید با افزایش ۳۰ درصدی و سولفات روی با افزایش ۱۸ درصدی نسبت به بذریه بدون پیش تیمار (۲۶۴۹ کیلوگرم در هکتار) همراه بود (جدول ۳). ریزوبیوم با تثبیت نیتروژن و نیز تولید مواد محرک رشد، سبب افزایش فتوسنتز و سپس افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (Tahmasebi et al., 2017). مدیریت علف‌های هرز نیز بر عملکرد بیولوژیک اثر داشت. بیشترین عملکرد بیولوژیک در شرایط عاری از علف‌هرز و کاربرد ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده علف‌کش مشاهده شد (به ترتیب ۴۲۵۶ و ۳۹۲۹ کیلوگرم در هکتار). عملکرد بیولوژیک بوته‌های لوبیا با کاربرد ۱۰۰ و ۷۵ درصد دز توصیه شده علف‌کش تفاوت معنی‌داری نشان نداد؛ اگرچه با کاهش بیشتر دز علف‌کش از مقدار توصیه‌شده عملکرد بیولوژیک کاهش یافت (۳۶ درصد کاهش در ۵۰ درصد دز توصیه‌شده) و کمترین مقدار آن در شرایط آلوده به علف‌هرز مشاهده شد (۵۸ درصد کاهش نسبت به شرایط بدون علف‌هرز) (جدول ۳).

به نظر می‌رسد اثر پیش تیمار بر افزایش سرعت سبز شدن و بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای و اشغال بهتر فضا در اوایل فصل رشد متعاقباً سبب جذب بهتر منابع محیطی توسط بوته‌های گیاه زراعی شده و در نتیجه رشد و تولید بهتر بوته‌های لوبیا شده است. افزایش عملکرد گیاه زراعی بر اثر پیش تیمار بذریه سایر مطالعات نیز گزارش شده است. عملکرد بیولوژیک و دانه توده بومی لوبیا در گیلان در نتیجه پیش تیمار با سولفات روی نسبت به شاهد افزایش یافت (Latifzadeh et al., 2013). عملکرد بیولوژیک ذرت (Dadrasi & Aboutalebian, 2015) و عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن ۱۰۰۰ دانه، درصد و عملکرد روغن و درصد پروتئین کلزای بهاره (Mohagheghi & Aboutalebian, 2014) در نتیجه پیش تیمار با سولفات روی افزایش یافت.

گیاهچه، پیش تیمار بذریه توده بومی لوبیا در گیلان با سولفات روی و سالیسیلیک اسید و پیش تیمار بذریه با باکتری محرک رشد سودوموناس سبب بهبود ظهور گیاهچه در شرایط مزرعه‌ای در مقایسه با کاشت بذریه بدون پیش تیمار شد (Nejati et al., 2016). اگرچه به نظر می‌رسد اثر پیش تیمار به تنهایی برای غلبه رقابتی بوته‌های گیاه زراعی بر علف‌های هرز کافی نیست و باید با روش دیگری تقویت شود. رقابت علف‌های هرز سبب کاهش رشد رویشی و در نهایت عملکرد لوبیا می‌شود. ماده خشک لوبیا در حضور علف‌های هرز به طور معنی‌داری پایین‌تر از شرایط کنترل علف‌های هرز بود. توسعه سطح برگ به مثابه شاخصی از افزایش رشد رویشی گیاه نقش بسزایی در افزایش تولید و عملکرد دارد. اثر رقابتی علف‌های هرز بر رشد و گسترش سطح برگ طی فصل رشد سبب کاهش شاخص سطح برگ بوته‌های لوبیا، میزان فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد و وزن خشک اندام‌های مختلف گیاه می‌شود (Amini et al., 2013). بنابراین کنترل علف‌های هرز جهت کاهش رقابت علف‌های هرز و دستیابی به پتانسیل تولید لوبیا الزامی است. با کاربرد پس‌رویشی ایمازامکس+بنتازون به مقادیر ۶۰۰+۲۵ و ۱۲۰۰+۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار وزن خشک ساقه انواع تجاری لوبیا در کانادا مشابه شرایط عاری از علف‌هرز بود (Hekmat et al., 2008).

تعداد غلاف

تعداد غلاف تولیدشده بوته‌های لوبیا ۷۲ روز پس از کاشت تحت تأثیر پیش تیمار بذریه قرار گرفت (جدول ۱)؛ به نحوی که پیش تیمار بذریه با باکتری سودوموناس تولید غلاف را ۳۱ درصد نسبت به بذریه بدون پیش تیمار افزایش داد. تولید غلاف در پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سولفات روی بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر و به ترتیب ۱۴ و ۱۷ درصد بیشتر از بذریه بدون پیش تیمار بود. مدیریت علف‌های هرز نیز بر تولید غلاف اثر داشت. بیشترین تولید غلاف در شرایط عاری از علف‌هرز و کاربرد دز توصیه‌شده علف‌کش مشاهده شد و با کاهش دز علف‌کش از مقدار توصیه‌شده تولید غلاف تا ۳۴ درصد کاهش یافت. آلودگی تمام فصل علف‌های هرز، تولید غلاف را ۷۲ درصد نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز کاهش داد (جدول ۳).

وزن غلاف

وزن غلاف تولیدشده بوته‌های لوبیا در ۷۲ روز پس از کاشت تحت تأثیر پیش تیمار بذریه قرار نگرفت؛ اگرچه مدیریت علف‌های هرز بر وزن غلاف اثر داشت (جدول ۱). بیشترین وزن غلاف در شرایط عاری از علف‌هرز و کاربرد ۱۰۰ و ۷۵ درصد دز توصیه‌شده علف‌کش بود (۶۶/۱۷ گرم در مترمربع) و با کاهش

جدول ۳- اثر روش‌های مختلف پیش تیمار بذر و مدیریت علف‌های هرز بر تعداد و وزن غلاف و عملکرد بیولوژیک توده بومی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) ۷۲ روز پس از کاشت (مرحله پنجم نمونه برداری)

Table 3. Effect of different methods of seed pre-treatment and weed management on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace pod number and weight and biological yield 72 days after planting (5th sampling time)

		تعداد غلاف (تعداد در مترمربع) pod number (no.m ⁻²)	وزن غلاف (گرم در مترمربع) pod weight (g.m ⁻²)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻²)
روش پیش تیمار بذر Method of seed pre-treatment				
سولفات روی	Zinc sulphate	495.73 ^b	44.12 ^a	3125.19 ^b
سالیسیلیک اسید	Salicylic acid	485.33 ^b	51.06 ^a	3451.11 ^b
باکتری سودوموناس	Pseudomonas bacteria	557.33 ^a	62.82 ^a	3964.30 ^a
بدون پیش تیمار	Without priming	425.07 ^c	47.69 ^a	2649.04 ^c
روش مدیریت علف‌های هرز Method of weed management				
عاری از علف‌هرز	Weed free	671.33 ^a	68.37 ^a	4256.24 ^a
۱۰۰٪ دز توصیه شده	100% Recommended dose	643.67 ^a	58.90 ^{ab}	3928.72 ^{ab}
۷۵٪ دز توصیه شده	75% Recommended dose	506.33 ^b	71.23 ^a	3766.46 ^b
۵۰٪ دز توصیه شده	50% Recommended dose	445.67 ^c	38.12 ^{bc}	2738.89 ^c
آلوده به علف‌هرز	Weed infested	187.33 ^d	20.49 ^c	1796.74 ^d

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی داری ندارند.

Means within a column followed by the same letter are not different according to Fisher's protected LSD at P=0.05

تمام فصل به تراکم ۸ بوته در متر ردیف تاج‌خروس ریشه‌قرمز به‌ترتیب ۳۵ و ۶۷ درصد کاهش یافت (Mirshekari et al., 2010). پژوهشگران (Ghanbari-Motlagh et al., 2011) اظهار داشتند در شرایط تداخل علف‌های هرز تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و بیولوژیک به ترتیب ۷۲، ۱۲، ۵۱، ۵۰، کاهش یافت، درحالی‌که وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار نگرفت. کاربرد پس‌رویشی بنتازون به همراه سیکلوکسیدیم اثر مطلوبی در کنترل علف‌های هرز و تولید عملکرد داشت؛ چنان‌که عملکرد لوبیا، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب ۱/۹ و ۱/۸ برابر تیمار آلوده به علف‌هرز بود؛ اگرچه اثری بر تعداد غلاف در بوته نشان نداد (Stefanic et al., 2003).

جهت کنترل انتخابی و قابل قبول علف‌های هرز، کاربرد پیش‌رویشی علفکش‌های دی‌متینامید-پی، فلومیوکسازون، هالوسولفورون، پندی‌متالین یا اس-متولاکلر و کاربرد پس‌رویشی ایمازامکس+بنتازون توصیه شده است (Wilson & Sbatella, 2014).

در پاسخ به رقابت علف‌های هرز، کاهش عملکرد لوبیا در نتیجه کاهش اجزای عملکرد آن صورت می‌پذیرد. تعداد غلاف در بوته به‌عنوان حساس‌ترین جزء در بین اجزای عملکرد لوبیا نسبت به رقابت علف‌های هرز بوده و با شدت بیشتری در شرایط تداخل علف‌های هرز کاهش می‌یابد (Ghanbari-Motlagh et al., 2011). رقابت تمام‌فصل علف‌های هرز عملکرد غلاف لوبیا را ۷/۶ درصد و تعداد غلاف در بوته را ۱۰ درصد کاهش داد (Esmailzadeh & Aminpanah, 2015). در بررسی دیگری نیز رقابت تمام فصل علف‌های هرز با ارقام لوبیا قرمز سفید و چیتی باعث ۳۸ درصد کاهش تعداد غلاف در بوته لوبیا گردید (Amini et al., 2013). رقابت ۱۲ بوته گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) در مترمربع سبب کاهش ۴۸ درصدی تعداد غلاف در بوته لوبیا قرمز نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز شد (Hasanzadeh et al., 2015). عدم کنترل علف‌های هرز کاهش عملکرد بیولوژیک لوبیا را نیز به همراه دارد. محققان (Amini et al., 2013) مشاهده کردند که در همه ارقام لوبیا، عملکرد بیولوژیک در تیمار آلوده به علف‌هرز کم‌تر از تیمار عاری از علف‌هرز بود. در مطالعه‌ای دیگر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه لوبیاسبز در شرایط آلودگی

اثر دزهای کاهش یافته تری فلورالین و بنتازون

تأثیر کاهش مصرف دو علف‌کش به ۷۵ درصد دز توصیه شده بر روی کلیه صفات در همه مراحل نمونه‌برداری، به‌جز وزن خشک ساقه در سومین نمونه‌برداری و تعداد غلاف در مترمربع، تفاوت معنی‌داری با کاربرد دز توصیه‌شده نداشت. بنابراین امکان موفقیت کاربرد مقادیر کمتر از دز توصیه‌شده این علف‌کش‌ها همراه با کنترل مطلوب علف‌های هرز محتمل به نظر می‌رسد؛ اگرچه لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه به‌ویژه بسته به فلور و شدت آلودگی علف‌های هرز در منطقه صورت گیرد. بهره‌گیری از دزهای کاهش یافته می‌تواند به‌عنوان راهبردی نویدبخش برای کاهش هزینه‌های تولید و در جهت نیل به اهداف زیست‌محیطی مدنظر قرار گیرد، اما نتایج بعضی مطالعات نشان می‌دهد که این اثر بسته به علف‌کش‌های مورد استفاده و میزان آلودگی علف‌های هرز مزرعه تغییرپذیری زیادی دارد (Bussan et al., 2000; Zhang et al., 2000; Stefanic et al., 2003). کاربرد پس‌رویشی دزهای کاهش یافته بنتازون +سیکلوکسیدیم در کنترل علف‌های هرز مزرعه لوبیا که دارای سطح بالایی از آلودگی علف‌های هرز بود، موفق عمل نکرد و عملکرد لوبیا در ۵۰، ۲۵ و ۱۲/۵ درصد دز توصیه شده به‌ترتیب ۱۶، ۲۳ و ۷۸ درصد کاهش یافت (Stefanic et al., 2003). در مطالعه دیگری تفاوت معنی‌داری بین اثر کاربرد ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار علف‌کش ایمازتاپیر بر عملکرد بیولوژیک و دانه لوبیا قرمز در شرایط رقابت با گاوپنبه مشاهده نشد (Hasanzadeh et al., 2015).

نتیجه‌گیری

پیش تیمار بذریه‌های توده بومی لوبیا در گیلان در همه سطوح کنترل علف‌هرز سبب افزایش ارتفاع نهایی بوته نسبت به بذریه‌های بدون پیش تیمار شد. بیشترین ارتفاع نهایی در پیش تیمار سالیسیلیک اسید مشاهده شد (۱۱ درصد افزایش

منابع

1. Afzal, I., Basra, S.M.A., Farooq, M., and Nawaz, A. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. *International Journal of Agriculture and Biology* 8(1): 23-28.
2. Ahmadi, A.R., Baghestani, M.A., Mosavi, K., and Rastgo, M. 2007. Evaluation of competitive ability of two dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars using critical period of weed interference experiment. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi* 76(1): 64-70. (in Persian with English abstract).
3. Alaei-tabatabaee, F., Gharineh, M., Fathi, Gh., and Siadat, A. 2013. Effect of osmo and hydropriming on seed germination, seedling establishment and grain yield of wheat cultivars under Khoozestan climatic conditions. *Iranian Journal of Seed Science and Technology* 2(1): 101-114. (in Persian with English abstract).
4. Amini, R., Pezhgan, H., and Dabbagh Mohammadi Nasab, A. 2013. Evaluating the competitive ability of different common bean genotypes against the weeds. *Iranian Journal of Field Crops Research* 12(3): 491-501. (in Persian with English abstract).

5. Arfan, M. 2009. Exogenous application of Salicylic acid through rooting medium modulates ion accumulation and antioxidant activity in spring wheat under salt stress. *International Journal of Agriculture and Biology* 11(4): 437-442.
6. Borsani, O., Valpuesta, V., and Botella, M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiology* 126(3): 1024-1030.
7. Bussan, A.J., Boerboom, C.M., and Stoltenberg, D.E., 2000. Response of *Setaria faberi* demographic processes to herbicide rates. *Weed Science* 48(4): 445-453.
8. Dadras, V.A., and Aboutaleb, M.A. 2015. Effect of seed priming on morphological traits, seed protein and water use efficiency of two mid maturing maize hybrids in farm conditions. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 107(1): 82-90. (in Persian with English abstract).
9. Dorri, H.R., Shahbazi, V., and Saeedi, M.R. 2013. Identification and distribution of bean landraces in Guilan province. p. 29-37. In: *Proceedings of the 5th National Pulses Conference*. 2013. Karaj, Iran. (in Persian with English abstract).
10. Entesari, M., Sharifzadeh, F., Dashtaki, M., and Ahmadzadeh, M. 2013. Effects of biopriming on the germination traits, physiological characteristics, antioxidant enzymes and control of *Rhizoctonia solani* of a bean cultivar (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science* 44(1): 35-45. (in Persian with English abstract).
11. Esmaeilzadeh, S., and Aminpanah, H. 2015. Effects of planting date and spatial arrangement on common bean (*Phaseolus vulgaris*) yield under weed free and weedy conditions. *Planta Daninha, Viçosa-MG* 33(3): 425-432.
12. Farooq, M., Basra, S.M.A., Tabassum, R., and Afzal, I. 2006. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. *Plant Production Science* 9: 446-756.
13. Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M.A., Cheema, M.A., and Rehman, H. 2008. Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 194(2): 161-168.
14. Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Ahmad, N., and Saleem, B.A. 2009. Improving drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. *Journal of Agronomy and Crop Science* 195(4): 237-246.
15. Farooq, M., Wahid, A., and Siddique, K.H.M. 2012. Micronutrient application through seed treatments- a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 12(1): 125-142.
16. Ghanbari-Motlagh, M., Rastgoo, M., Pur-Yusef, M., Saba, J., and Afsahi, K. 2011. Effect of sowing date and weed interference on yield and yield components of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars with different growth habitat. *Iranian Journal of Pulses Research* 2(1): 1-20. (in Persian with English abstract).
17. Gibson, K.D., Fischer A.J., Foin T.C., and Hill, J.E. 2002. Implications of delayed *Echinochloa* germination and duration of competition for integrated weed management in water-seeded rice. *Weed Research* 42(5): 351-358.
18. Gibson, K.D., Fischer A.J., Foin T.C., and Hill, J.E. 2003. Crop traits related to weed suppression on water-seeded rice (*Oryza sativa* L.). *Weed Science* 51(1): 87-93.
19. Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., and Shah, H. 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution- A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Research* 102(2): 119-127.
20. Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., and Yunas, M. 2008. 'On-farm' seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. *Plant and Soil* 306(1): 3-10.
21. Hasanazadeh, S., Rezvani, M., and Abbasi, R. 2015. The Effect of Imazethapyr reduced dose on red bean (*Phaseolus calcaratus* L.) grain yield and yield components at competition with velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 25(2.1): 113-123. (in Persian with English abstract).
22. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany* 68(1): 14-25.
23. Hekmat, Sh., Soltani, N., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2008. Effect of imazamox plus bentazon on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Protection* 27(12): 1491-1494.
24. Kamali, M., and Edalat, M. 2017. The effect of weed interference, sowing date and method on phenology, growth, protein and yield of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Crop Production and Processing* 7(3): 47-61. (in Persian with English abstract).

25. Kaya, M., Atak, M., Khawar, K.M., Çiftçi, C.Y., and Özcan, S. 2005. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture and Biology 7(6): 875-878.
26. Khan, S.U., Bano, A., Din, J., and Gurmani, A.R. 2012. Abscissic acid and salicylic acid seed treatment as potent inducer of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Botany 44(1): 43-49.
27. Latifzadeh, M., Aboutalebian, M.A., Zavareh, M., and Rabiee, M. 2013. Effects of seed priming and sowing dates on seedling emergence, yield and yield components of a local genotype bean as a double crop in Rasht. Iranian Journal of Field Crop Science 44(1): 23-33. (in Persian with English abstract).
28. Miri, H.R., and Ghadiri, H. 2006. Determination of the critical period of weed control in fall-grown safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Iranian journal of Weed Science 2(1): 1-16. (in Persian with English abstract).
29. Mirshekari, B., Javanshir, A., and Kazemi-Arbat, H. 2010. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in green bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Biology and Management 10(2): 120-125.
30. Moeinzadeh, A., Sharif-Zadeh, F., Ahmadzadeh, M., and Heidari Tajabadi, F. 2010. Biopriming of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed with *Pseudomonas fluorescens* for improvement of seed invigoration and seedling growth. Australian Journal of Crop Sciences 4(7): 564-570.
31. Mohagheghi, A., and Aboutalebian, M.A. 2014. Study of sowing date and seed priming effect on seed yield, its components and some of agronomic and qualitative properties of two spring canola cultivars in hamedan. Iranian Journal of Field Crops Research 12(3): 516-525. (in Persian with English abstract).
32. Mousavi, S.K., Kakhki, S.H., Lak, M.R., Tabatabaei, R., and Behrozi, D. 2006. Evaluation of Imazetapyr herbicide efficiency for weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Final Report, Plant Pest and Disease Research Institute, 77pp. (in Persian with English abstract).
33. Moussa, H.R., and El-Gamel, S.M. 2010. Effect of salicylic acid pretreatment on cadmium toxicity in wheat. Biologia Plantarum 54(2): 315-320.
34. Nejati Sarvandani, S., Mohammadvand, E., and Ehteshami, S.M.R. 2016. Effect of seed enhancement methods on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedling emergence in field. In: Proceedings of the 2nd International and 14th National Iranian Crop Science Congress. 2016. University of Guilan, Rasht, Iran. (in Persian with English abstract).
35. Rehman, H., Iqbal, H., Basra, S.M.A., Afzal, I., Farooq, M., Wakeel, A., and Ning, W. 2015. Seed priming improves early seedling vigor, growth and productivity of spring maize. Journal of Integrative Agriculture 14(9): 1745-1754.
36. Sattar, A., Cheema, M.A., Farooq, M., Wahid, M.A., Wahid, A., and Babar, B.H. 2010. Evaluating the performance of wheat cultivars under late sown conditions. International Journal of Agriculture and Biology 12: 561-565.
37. Sikkema, P.H., Soltani, N., Shropshire, C., and Cowan, T. 2004. Tolerance of white beans to postemergence broadleaf herbicides. Weed Technology 18(4): 893-901.
38. Soltani, N., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2006. Effects of post-emergence application of bentazon and fomesafen on eight market classes of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Crop Protection 25(8): 826-830.
39. Stefanic, E., Stefnic, I., and Murdoch, A.J. 2003. Economic analysis of integrated weed management in field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Soil and Environment 49(4): 183-189.
40. Tahmasebi, R., Sajedi, N.A., and Shoaee, Sh. 2017. Evaluation effect of different solutions and seed priming treatments on germination, agronomic and quality characteristics of red bean genotypes. Iranian Journal of Pulses Research 8(1): 60-72. (in Persian with English abstract).
41. Vitosh, M.L., Warnecke, D.D., and Lucase R.E. 1994. Zinc determine of crop and soil science. Michigan State University Extension 136: 191-198.
42. Wilson, R.G., and Sbatella, G.M. 2014. Integrating irrigation, tillage, and herbicides for weed control in dry bean. Weed Technology 28(3): 479-485.
43. Zhang, J., Weaver, S.E., and Hamill, A.S. 2000. Risks and reliability of using herbicides at below-labeled rates. Weed Technology 14(1): 106-115.
44. Xu, L.H., Wang, W.Y., Guo, J.J., Qin, J., Shi, D.Q., Li, Y.L., and Xu, J. 2014. Zinc improves salt tolerance by increasing reactive oxygen species scavenging and reducing Na⁺ accumulation in wheat seedlings. Biologia Plantarum 58(4): 751-757.



Effect of seed pre-treatment with biological and chemical agents and herbicide application on growth and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace

Nejati-Sarvandani¹, Somayyeh; Mohammadvand^{2*}, Elmira; Ehteshami³, Seyyed Mohammad Reza

1. MSc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht; so.nejati@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht; mohammadvand@guilan.ac.ir & em_1291@yahoo.com
3. Faculty of Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht; smrehteshami@guilan.ac.ir

The Dates:

Received: 2 August 2021; Revised: 2 July 2022
Accepted: 31 October 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Nejati-Sarvandani, S., Mohammadvand, E., and Ehteshami, S.M.R. 2022. Effect of seed pre-treatment with biological and chemical agents and herbicide application on growth and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 176-190. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2107-1010

Introduction

Among three market class of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landrace in Guilan province, black streaked (Ojo de Cabra) has the highest cultivated area. This type of bean is a determinate bush with purple flowers, kidney-shaped seeds coated with black streaks in creamy background and hundred seed weight of 37 g. The great yield loss of bean posed by weeds represents the importance of planning effective weed control programs. With respect to increasing environmental concerns, if crop suppressive ability could be integrated into a weed management strategy, then the potential for improved weed control and reduced herbicide inputs would be promising. Every agronomic practices aim to improve germination extent, evenness and rate, seedling emergence and establishment, and plant growth and development for crop rather than weeds, would lead to enhance competitiveness of crop against weeds. Seed priming is a physiological technique in which seed hydration and drying occurs. Conventional methods of seed priming are hydro-priming, bio-priming, chemical priming, osmo-priming, nutrient priming, and priming with plant growth regulators. Seed priming due to promoting germination, emergence, and early growth of crop can ensure vigorous plants which may strongly compete with weeds. Therefore, priming could be expected to confer a competitive advantage on the crop. In this experiment, the possibility of utilizing priming in order to reduce the applied dose of two common bean herbicides, trifluralin and bentazone, were investigated.

Materials and Methods

In order to study the effect of seed pre-treatment with biological and chemical agents and herbicide application on growth and yield of dry bean landrace of black streaked (market class of Ojo de Cabra) as a common and widely used landrace in Guilan province, this field study was conducted at the University of Guilan in 2015. Treatments were arranged as a factorial with four seed pre-treatments and five weed management programs for a total of 20 treatments in a randomized complete block design with three replications. Seed pre-treatment consisted of priming by zinc sulphate and by salicylic acid, biopriming by *Pseudomonas* bacteria, and without priming. Weed management program included weed free (hand weeding), and weed infested condition, and 100, 75 and 50% recommended dose of trifluralin (Treflan, EC 48%, recommended dose of 960 g ai. ha⁻¹) and bentazon (Basagran, SL 48%, recommended dose of 960 g ai.

* Corresponding Author: mohammadvand@guilan.ac.ir

ha⁻¹). To study the growth and development of bean, five stages of samples were taken. first destructive samplings were done at 16 days after planting and repeated every 14 days up to the last sampling was done at 72 days after planting (samples were taken 16, 30, 44, 58 and 72 days after planting). At each sampling, plant height, Leaf area and dry weight, and stem and total dry weight of bean plants were measured. Number and weight of pods, and biological yield were also determined at the last (5th) sampling time. Data were subjected to ANOVA, using SAS v. 9.2. Means were separated using Fisher's Protected LSD test at the 0.05 level of significance.

Results and Discussion

The height of bean plants was higher by 11% in priming by salicylic acid compared to non-priming treatments. Seed biopriming by *Pseudomonas* bacteria compared to non-priming treatment increased the maximum leaf area index, maximum leaf dry weight, total dry weight, number of pods per square meter, and biological yield by 30, 69, 50, 31, and 50%, respectively. Weed management also affected crop production. The highest amounts of the measured traits were recorded for treatments of weed free condition and recommended dose of herbicides. The values of measured traits reduced as herbicide dose decreased. Full-season weed infested condition compared to weed free condition reduced the maximum leaf area index, maximum leaf dry weight, total dry weight, number and weight of pods per square meter, and biological yield by 40, 58, 58, 72, 70, and 58%, respectively. The lowest values belonged to weed infested condition. The effect of reduced rate application of 75% of the recommended dose of trifluralin and bentazon were not significantly different from recommended dose of two herbicides for all traits in all sampling times, except the stem dry weight in third sampling, and pod numbers per square meter. Therefore it seems possible to apply reduced dose of recommended herbicides while minimizing weed competitive effects and maintaining economic returns of bean production. This also would decline undesirable effects accompanied by herbicide application including herbicide-resistant weed populations that challenge sustainability of weed management programs.

Conclusion

However, non-significant interaction of seed pre-treatment and herbicide application revealed that despite seed priming methods was positively correlated with growth, development and production of bean, but not with competitiveness of the crop, and thus could not provide a reliable management strategy to reduced herbicide inputs. Generally, since implementation of integrated weed management systems are of fundamental importance in modern weed control, more attention should be given to the possibility of setting up weed control programs involving herbicides reduced dose application combined with crop competitive ability.

Keywords: Biopriming; Salicylic acid; Weed management; Zinc sulfate



اثر تنظیم‌کننده‌های رشد شبه‌هورمونی بر رشد و عملکرد دو رقم جدید نخود کابلی در شرایط دیم

سهراب صحرایی^۱ و علی سپهری^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، رشته زراعت، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی

سینا، همدان؛ sohrabsahraei645@gmail.com

۲- دانشیار زراعت، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان؛

a_sepehri@basu.ac.ir و sepehri2748@gmail.com

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۳، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۱۷، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

صحرایی، س. و سپهری، ع. ۱۴۰۱. اثر تنظیم‌کننده‌های رشد شبه‌هورمونی بر رشد و عملکرد دو رقم جدید نخود کابلی در شرایط دیم. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۱۹۱-۲۰۶.

چکیده

تنش خشکی انتهای فصل یکی از عوامل مهم کاهش‌دهنده عملکرد دانه نخود در کشت دیم مناطق سردسیری و معتدله است. در این مطالعه به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک، اسید آسکوربیک و کلرید کلسیم بر تحمل به تنش خشکی انتهای فصل ارقام جدید اصلاح‌شده نخود، در مرکز تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه طی سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. ارقام نخود منصور و عادل و محلول‌پاشی‌ها شامل کاربرد انفرادی اسید سالیسیلیک، اسید آسکوربیک، کلرید کلسیم و ترکیب دوتایی آنها به همراه محلول‌پاشی با آب (شاهد) بودند. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار، اسید آسکوربیک با غلظت ۱۰ میلی‌مولار و کلرید کلسیم با غلظت ۵ میلی‌مولار انجام شد. محلول‌پاشی‌ها در دو مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی و ۵۰ درصد غلاف‌دهی بوته‌ها انجام گردید. شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، کل ماده خشک و صفات مرتبط با اجزای عملکرد دانه و عملکرد کمی و کیفی شامل ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد اثر محلول‌پاشی بر صفات تعداد ساقه فرعی، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود. اثر ترکیبات مورد استفاده به صورت انفرادی کمتر از کاربرد ترکیبی آنها بود، از لحاظ عملکرد دانه به طور متوسط رقم منصور با ۶۱/۸۷ گرم در متر مربع بر رقم عادل با ۵۱/۱۶ گرم در متر مربع برتری داشت. در بین محلول‌پاشی‌ها بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه، محلول اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با ۶۷/۹۹ و کمترین تأثیر را تیمار شاهد (آب پاشی به تنهایی) با ۴۵/۸۰ گرم در مترمربع داشت. به طور کلی بیشترین عملکرد دانه به رقم منصور با محلول اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با ۷۱/۵۵ گرم در مترمربع حاصل شد. همچنین بیشترین درصد پروتئین دانه در رقم منصور با ۲۳/۱۲ درصد و کمترین درصد پروتئین دانه در رقم عادل با ۲۰/۰۵ درصد مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در رقم منصور استفاده از اسید سالیسیلیک به همراه کلرید کلسیم و یا اسید آسکوربیک و در رقم عادل کاربرد اسید سالیسیلیک به همراه کلرید کلسیم در غلظت‌های مذکور جهت کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد ارقام نخود در شرایط دیم منطقه کرمانشاه مناسب است هرچند که این موضوع نیاز به مطالعات تکمیلی دارد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک؛ اسید سالیسیلیک؛ تنش خشکی؛ کلرید کلسیم

* نویسنده مسئول: a_sepehri@basu.ac.ir و sepehri2748@gmail.com

مقدمه

گیاه نخود به عنوان یکی از حبوبات مهم سردسیری به علت داشتن ویژگی‌های خاص مانند توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی، نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی در کشاورزی پایدار ایفا می‌نماید (Amiri et al., 2011). در ایران کشت نخود به صورت پاییزه، انتظاری و در مناطق سردسیر عمدتاً به صورت بهاره و دیم با استفاده از رطوبت ذخیره‌شده در خاک و بارندگی‌های بهاره انجام می‌شود. یکی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد نخود دیم، کمبود آب یا تنش خشکی آخر فصل است که باعث کاهش شدید رشد و عملکرد دانه می‌شود (Sepehri et al., 2018). بر اساس مطالعات انجام‌شده، تنش خشکی به تنهایی عملکرد نخود را تا ۴۵ درصد کاهش می‌دهد (Sabaghpour et al., 2006). گزارش شده کاهش میزان آب تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی خاک موجب کاهش فتوسنتز در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه گیاه نخود می‌گردد (Allen, 1995). طی تنش خشکی پتانسیل آب برگ و فشار تورژسانس که لازمه رشد سلول و بافت‌های گیاه است، کاهش یافته و سبب ممانعت از فتوسنتز، اختلال در متابولیسم، انتقال مواد و در نهایت منجر به کاهش رشد و عملکرد می‌شود (Jaleel et al., 2007). تأثیر خشکی بر رشد، به شدت و مدت زمان تنش، گونه گیاهی و مرحله رشد گیاه بستگی دارد، لذا افزایش تحمل به تنش خشکی در اواخر دوره رشد گیاه نخود از اهمیت خاصی برخوردار است.

در این راستا به نظر می‌رسد استفاده از برخی ترکیبات بیوشیمیایی شبه‌هورمونی مانند اسید سالیسیلیک، اسید آسکوربیک و کلرید کلسیم می‌تواند تحمل به تنش خشکی انتهای فصل را در نخود دیم افزایش داده و از میزان خسارت وارده بکاهد (Sepehri et al., 2018; Patel et al., 2012). بررسی‌ها نشان داده است که اسید سالیسیلیک نقش حفاظتی مهمی در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان ایفا می‌کند (Raskin, 1992). اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی، از کاهش هورمون‌های اکسین و سیتوکینین جلوگیری و تقسیمات سلولی را افزایش و با حفظ کلروفیل و شاخص‌های فتوسنتزی، رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Sakhabutdinova et al., 2003). معلوم شده است که اسید سالیسیلیک موجب بهبود انتقال مواد فتوسنتزی به سمت مقصدهای فیزیولوژیک (دانه) می‌شود (Faridaddin et al., 2003). کاربرد اسید سالیسیلیک سبب افزایش پرولین، قندهای محلول و همچنین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی مانند سوپر اکسید

دیسموتاز، پراکسیداز شده و سبب افزایش تحمل به تنش خشکی در گیاه نخود گردیده است (Patel et al., 2012). اسید آسکوربیک نیز به عنوان یک ترکیب مهم در تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها، گسترش و توسعه دیواره سلولی، شرکت در کوفاکتور آنزیم‌های کلیدی، کوفاکتور برای بیوسنتز فیتوهورمون‌ها مانند اتیلن، جیبرلین‌ها، اسید آبنسیک و به عنوان آنتی‌اکسیدانت نقش ایفا می‌کند (Smirnov, 2011). اسید آسکوربیک با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد سوپراکسید و اکسیژن حاصل از تنش، سبب کاهش خسارت به اسیدهای چرب و پروتئین‌ها و حفاظت و یکپارچگی غشاء کلروپلاستی شده، عملکرد طبیعی دستگاه فتوسنتزی را افزایش و سبب تجمع کربوهیدرات‌های محلول می‌شود (Shao et al., 2008). اسید آسکوربیک از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش تقسیم سلولی، موجب تحریک رشد و افزایش ارتفاع شده و با اثر بر تقسیم میتوز و رشد سلول‌های گیاهی، باعث افزایش وزن دانه می‌گردد (Abdul Qados et al., 2014). گزارش شده محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسید آبنسیک در برخی ارقام نخود سبب افزایش عملکرد طی تنش کمبود آب شده است (Farjam et al., 2016). همچنین نتایج آزمایش روی نخود نشان داده با محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک رشد و نمو گیاه به دلیل ویژگی‌های حفاظتی ترکیبات مذکور تقویت شده، در نتیجه اثرات مضر تنش خشکی کاهش و عملکرد دانه ارتقاء یافته است (Rokhzadi, 2014). کلرید کلسیم نیز در تعداد زیادی از فرایندهای بیوشیمیایی به خصوص فسفریلاسیون پروتئین مشارکت داشته و نقش اساسی در عملکرد سلول، هدایت سیگنالی، تأخیر در پیری، کاهش ریزش گل و کنترل اختلالات فیزیولوژیکی در گوجه فرنگی دارد (Rab & Haq, 2012). گزارش شده کلسیم در تنظیم نفوذپذیری انتخابی غشاء سلول‌ها نقش داشته، وقتی گیاه در شرایط کمبود کلسیم رشد کند، غشاءهای سلولی تراوا شده و کارایی خود را در ممانعت از انتشار آزاد یون‌ها از دست می‌دهند. از سوی دیگر یون کلسیم در مسیر سیمپلاستی با کمک آکواپورین‌ها در سلول‌های مزوفیل برگ در حفظ و ارتقاء تورژسانس سلول‌های برگ نقش ویژه‌ای ایفا کرده و در نهایت عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد (Gilliam et al., 2011). همچنین کلرید کلسیم نقشی مهمی در سازگاری سلول‌ها به تنش‌های غیرزیستی داشته و از طریق اثر بر جذب آب، رشد ریشه و حفظ فشار تورژسانس در سلول‌های گیاه سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها و فتوسنتز می‌شود (Rab & Haq, 2012).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود، واقع در شرق شهرستان کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه و با ارتفاع ۱۳۵۱ متر از سطح دریا، با وضعیت آب و هوای سرد معتدل و متوسط بارندگی سالیانه ۴۵۴ میلی‌متر اجراء گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Results of soil physical and chemical properties of experimental location

عمق (سانتی متر) Depth (cm)	بافت Texture	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dSm ⁻¹)	اسیدیته pH	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	شن (درصد) Sand (%)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Phosphorus (mg kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Potassium (mg kg ⁻¹)	ازت کل (درصد) Total Nitrogen (%)
0-30	سیلتی لومی Silty- loam	1.21	7.51	71.4	23.4	5.2	0.93	10.3	368	0.09

آسکوربیک با غلظت ۱۰ میلی مولار و کلرید کلسیم با غلظت ۵ میلی مولار انجام شد. از سورفکتانت غیر یونی (2-[4-(2,4,4-trimethylpentan-2-yl)phenoxy]ethanol) Triton X-100 با غلظت ۰/۰۱ درصد به منظور کاهش کشش سطحی استفاده شد. محلول پاشی در دو مرحله آغاز گل‌دهی و غلاف-دهی بوته‌ها در اوایل صبح انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز در دو مرحله و به صورت وجین دستی صورت گرفت. به منظور محاسبه کارایی مصرف آب علاوه بر تعیین میزان نزولات آسمانی در طول فصل رشد، درصد رطوبت وزنی خاک مزرعه نیز قبل از کاشت تعیین شد. در طول دوره رشد نمونه برداری تخریبی از ۵ گیاه (معادل ۰/۱۵ مترمربع) در هر کرت به فاصله زمانی حدود ۱۴ روز یکبار انجام و سطح برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک کل گیاه در هر مرحله، اندازه‌گیری و محاسبه شاخص‌های رشد شامل شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، تجمع کل ماده خشک انجام شد. اندازه‌گیری سطح برگ به روش دستی توسط کاغذ شطرنجی انجام شد. در نهایت ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی و صفات مرتبط با عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، با بررسی ۳۰ بوته از هر کرت انجام و برداشت نهایی برای محاسبه عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با

این تحقیق با هدف بررسی اثرات انفرادی و ترکیبی سه ماده شبه‌هورمونی اسید سالیسیلیک، اسید اسکوربیک و کلرید کلسیم بر رشد، اجزای عملکرد و عملکرد کمی و کیفی دانه دو رقم جدید نخود کابلی در شرایط بدون آبیاری (دیم) صورت گرفته است.

ارقام مورد کشت، ارقام جدید و اصلاح شده نخود کابلی، به نام‌های منصور و عادل بودند که از مرکز تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه تهیه شد. این ارقام پابلند بوده و مناسب برای برداشت مکانیزه محسوب می‌شوند. زمین محل اجرای طرح، دو سال قبل از انجام آزمایش، زیرکشت غلات بوده و سال قبل از آن نیز آیش بود. قبل از کاشت در اسفند ماه معادل ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هر هکتار به زمین اضافه و توسط دیسک به زیر خاک برده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. خطوط کشت به فواصل ۳۰ سانتی متر توسط خطی کار غلات جاندیر در زمین مزرعه ایجاد گردید. برای کاشت ابتدا بذور به نسبت دو در هزار با قارچ کش مانکوزب ضد عفونی شده و در تاریخ ۲۰ اسفند ماه با مساعد شدن هوا کشت انجام گردید. عمق کاشت پنج سانتی متر در نظر گرفته شد. هر کرت دارای ۷ خط کشت به طول ۵ متر و با تراکم کاشت ۳۳ بوته در مترمربع بود. تیمارهای محلول پاشی شامل اسید سالیسیلیک، اسید آسکوربیک، کلرید کلسیم، اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک، اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم و اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم و محلول پاشی با آب (شاهد) بودند. محلول پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی مولار، اسید

رعایت حاشیه در مساحتی معادل ۳ مترمربع صورت گرفت. سپس شاخص برداشت و کارایی مصرف آب محاسبه شد. خصوصیات کیفی دانه از جمله درصد نیتروژن و پروتئین به روش هضم تر با استفاده از دستگاه کج‌دال Hanon (ساخت چین) که شامل هضم، تقطیر و تیتراسیون بود، اندازه‌گیری و عملکرد پروتئین در واحد سطح محاسبه گردید. مجموع بارندگی در طول دوره رشد گیاه ۲۴۸/۷ میلی‌متر بود که در محاسبه کارایی مصرف آب علاوه بر آن رطوبت موجود در خاک هنگام کاشت نیز معادل ۳۵ میلی‌متر منظور شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده، با استفاده از نرم افزار آماری SAS، نسخه ۹/۴ پس از اطمینان از نرمال‌بودن باقیمانده داده‌ها، انجام و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول شماره ۲)، اثر رقم بر حداکثر شاخص سطح برگ از نظر آماری معنی‌دار نبود و بین رقم منصور با حداکثر شاخص سطح برگ ۱/۲۰ و عادل با شاخص ۱/۱۶، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). ولی اثر محلول‌پاشی در سطح یک درصد بر حداکثر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود، به نحوی که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با حداکثر شاخص سطح برگ ۱/۴۰ و همچنین اسید سالیسیلیک + اسیدآسکوربیک با شاخص ۱/۳۱ بیشترین تأثیر و شاهد (آب‌پاشی) با شاخص ۰/۹۹ کمترین تأثیر را داشت (جدول ۴). درصد افزایش شاخص سطح برگ در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + اسیدآسکوربیک و محلول‌پاشی اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم نسبت به شاهد (آب‌پاشی) به ترتیب معادل ۴۱، ۳۲ و ۲۱ درصد بود. اسیدسالیسیلیک باعث گسترش سیستم ریشه‌ای و جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده و در نهایت منجر به تولید بیشتر تعداد برگ و سطح آن می‌گردد. اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر سطح برگ نیز سبب افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو و بهبود فتوسنتز ناشی از آن می‌شود (Shakirova et al., 2013). همچنین اسید آسکوربیک به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی خود، از تخریب کلروفیل جلوگیری و به طور غیرمستقیم سبب حفظ و افزایش سطح برگ می‌شود. از این رو، غلظت مناسب اسید آسکوربیک در کلروپلاست نقش مهمی در فتوسنتز سلول‌های گیاهی ایفا کرده و از طریق بیوشیمیایی می‌تواند باعث بهبود فرآیند فتوسنتز در گیاه شود.

(Smirnoff, 2011). بدیهی است افزایش مواد پرورده فتوسنتزی نتیجه افزایش شاخص سطح برگ و افزایش دوام سطح برگ می‌باشد. گزارش شده است که اسید آسکوربیک با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد سوپراکسید و اکسیژن حاصل از تنش، سبب حفاظت و یکپارچگی غشاء کلروپلاستی شده، عملکرد طبیعی دستگاه فتوسنتزی را افزایش می‌دهد (Shao et al., 2008). در این آزمایش، محلول‌پاشی توأم اسید آسکوربیک و کلرید کلسیم سبب افزایش بیشتر حداکثر شاخص سطح برگ نسبت به شاهد شد. مشخص شده یون کلسیم در سلول‌های مزوفیل برگ، در حفظ و ارتقاء تورژسانس سلول‌های برگ نقش ویژه‌ای ایفا نموده و باعث افزایش شاخص پایداری غشاء و محتوای نسبی آب برگ می‌گردد (Gilliam et al., 2011).

سرعت رشد محصول (CGR)

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد سرعت رشد محصول در کلیه تیمارها در اوایل فصل رشد افزایشی و حدود ۵۰ تا ۶۰ روز پس از کاشت به حداکثر خود رسید. براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر رقم در سطح احتمال پنج درصد بر حداکثر سرعت رشد محصول معنی‌دار بود، به گونه‌ای که حداکثر سرعت رشد محصول در رقم منصور با میانگین ۶/۶۱ گرم در مترمربع در روز بیشتر از رقم عادل با میانگین ۶/۲۸ گرم در مترمربع در روز بود (جدول ۳). اثر محلول‌پاشی نیز در سطح احتمال یک درصد بر حداکثر سرعت رشد محصول تأثیرگذار بود، در بین محلول‌پاشی‌ها بیشترین تأثیر را محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک با سرعت رشد محصول ۷ گرم بر مترمربع در روز و سپس اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک و مصرف اسید سالیسیلیک به تنهایی و کمترین تأثیر را تیمار شاهد (آب‌پاشی) با سرعت رشد محصول ۵/۶۰ گرم در متر مربع در روز داشت. اثر متقابل رقم × محلول‌پاشی هم در سطح احتمال پنج درصد بر حداکثر سرعت رشد محصول معنی‌دار بود، به نحوی که بیشترین سرعت رشد محصول را رقم منصور با محلول اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با ۷/۵۲ گرم در مترمربع در روز و سپس اسید سالیسیلیک + اسیدآسکوربیک با ۷/۴۳ گرم در مترمربع در روز و کمترین سرعت رشد محصول را رقم منصور با شاهد (آب‌پاشی) با ۵/۵۶ گرم در مترمربع در روز داشت (جدول ۴). درصد افزایش حداکثر سرعت رشد محصول در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + اسیدآسکوربیک و محلول‌پاشی اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم نسبت به شاهد (آب‌پاشی) در رقم منصور به ترتیب معادل ۳۵، ۳۳ و ۱۲ درصد و در رقم عادل به

ترتیب معادل ۱۰، ۱۶ و ۱۴ درصد بود. اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی و طولی شدن سلول را همراه با هورمون‌هایی مانند اکسین تنظیم می‌کند که منجر به افزایش فتوسنتز، سرعت رشد گیاه و تجمع ماده خشک در شرایط تنش خشکی می‌گردد (Sartip & Sirousmehr, 2017). همچنین اسید سالیسیلیک موجب کاهش تنش اکسیداتیو و بهبود شاخص پایداری غشاء و افزایش قدرت گیاه در حفظ آب و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نتیجه بهبود پارامترهای رشد و افزایش سرعت تولید محصول می‌شود (Hayat et al., 2012). به نظر می‌رسد اسید آسکوربیک نیز به واسطه خاصیت آنتی‌اکسیدانتی خود با بهبود وضعیت فتوسنتز و کاهش ترکیبات اکسیدکننده می‌تواند در افزایش توسعه سلولی، کاهش تنفس و در نهایت در افزایش سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد محصول مؤثر باشد (Mohtashami & Tadayon, 2020). از سوی دیگر کاربرد کلرید کلسیم تحت تنش آبی موجب افزایش پتانسیل آب گیاه، فتوسنتز و در نهایت افزایش سرعت رشد محصول می‌شود (Balwinder et al., 2013). ثابت شده است که کلرید کلسیم نقشی مهم در سازگاری سلول‌ها به تنش‌های غیرزیستی داشته و از طریق اثر بر جذب آب، رشد ریشه و حفظ فشار تورژسانس در سلول‌های گیاه سبب افزایش فعالیت فتوسنتز می‌شود. از آنجا که سرعت رشد سلول و به تبع آن سرعت رشد گیاه به فشار تورژسانس سلول و اتساع دیواره سلولی وابسته است، لذا سرعت رشد سلول با افزایش آب قابل دسترس افزایش می‌یابد. در واقع فشار تورژسانس قبل از شروع رشد سلول همان فشاری است که در بالاتر از آن سرعت رشد می‌تواند افزایش یابد.

تجمع ماده خشک (TDM)

اثر رقم و محلول پاشی در سطح احتمال یک درصد بر حداکثر تجمع ماده خشک معنی‌دار بود (جدول ۲). حداکثر ماده خشک در رقم منصور با مقدار ۲۷۹/۰۸ گرم در مترمربع بیشتر از رقم عادل با مقدار ۲۶۱/۵۸ گرم در مترمربع بود. در بین تیمارهای محلول پاشی بیشترین تأثیر را محلول پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با ۳۱۳/۵۲ گرم در مترمربع داشت (جدول ۳). اثر متقابل رقم × محلول پاشی نیز در سطح یک درصد بر حداکثر تجمع ماده خشک معنی‌دار بود، به نحوی که بیشترین مقدار تجمع ماده خشک را رقم منصور با محلول اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با مقدار ۳۲۲/۲۹ گرم در مترمربع و کمترین مقدار حداکثر تجمع ماده خشک را رقم عادل با محلول پاشی با آب (شاهد) برابر ۲۲۲/۲۸ گرم در مترمربع داشت (جدول ۴). درصد افزایش حداکثر تجمع ماده خشک در

محلول پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم، محلول پاشی اسید سالیسیلیک + سیدآسکوربیک و محلول پاشی اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم نسبت به شاهد (آب پاشی) در رقم منصور به ترتیب معادل ۳۶، ۳۳ و ۱۴ درصد و در رقم عادل به ترتیب معادل ۲۴، ۱۷ و ۲۲ درصد بود. افزایش تجمع ماده خشک با کاربرد اسید سالیسیلیک، می‌تواند به دلیل رشد سریع‌تر برگ‌ها و جذب بیشتر تشعشع و افزایش آسمیلات سازی باشد (Driss & Marashi, 2018). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک، دسترسی به دی اکسیدکربن و سرعت فتوسنتز در گیاه را افزایش می‌دهد، بنابراین تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد (Faridaddin et al., 2003). کلرید کلسیم نیز در گیاه نخود، با فراهمی بیشتر رطوبت نسبی برگ در مرحله زایشی و افزایش مواد فتوسنتزی سبب توسعه و تقسیم سلولی شده و این امر تجمع ماده خشک را به دنبال دارد (Sepehri et al., 2018). کلسیم اثرات نامطلوب تنش خشکی را کاهش داده و موجب ارتقاء پرولین، فتوسنتز، زیست‌توده و کارایی مصرف آب می‌شود (Chengbin et al., 2013). همچنین گزارش شده کاربرد کلرید کلسیم طی تنش خشکی، رسیدگی فیزیولوژیکی را به تأخیر انداخته و با افزایش محتوای رطوبت نسبی گیاه سبب تأخیر در پیری گیاه، افزایش دوام سطح برگ و افزایش تجمع ماده خشک می‌شود (Ma et al., 2005). قابل ذکر است افزایش وزن ماده خشک گیاه نخود تحت تنش خشکی با محلول پاشی اسید آسکوربیک نیز قبلاً گزارش گردیده است (Farjam et al., 2016).

ارتفاع بوته

تجزیه داده‌ها نشان داد که اثر رقم روی ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)، ولی اثر اصلی محلول پاشی و اثر متقابل رقم × محلول پاشی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود. ارتفاع بوته در رقم منصور با میانگین ۳۰/۴۶ سانتی‌متر بیشتر از ارتفاع بوته در رقم عادل با میانگین ۲۶/۳۸ سانتی‌متر بود (جدول ۳). در خصوص عدم تأثیر محلول پاشی‌ها بر ارتفاع گیاه چنین استنباط می‌شود که با توجه به زمان محلول پاشی، محلول پاشی‌ها در محدوده فاز زایشی بر صفات مورفولوژیک از جمله ارتفاع گیاه کمتر تأثیر داشته باشد.

تعداد ساقه فرعی

اثر رقم و محلول پاشی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد ساقه فرعی معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل رقم در محلول پاشی تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد ساقه فرعی نداشت (جدول ۲). مصرف ترکیبی محلول‌ها بر تعداد ساقه فرعی تأثیر

بیشتری نسبت به مصرف انفرادی آنها داشت. بیشترین اثر را محلول پاشی با اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با تعداد ساقه فرعی ۶/۶۶ عدد و کمترین اثر را شاهد (محلول پاشی با آب) با تعداد ساقه فرعی ۴/۸۳ عدد داشت (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر رقم و محلول پاشی بر صفات حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر رشد محصول، حداکثر ماده خشک، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

Table 2. Results of analysis of variance (mean of square) of variety and spraying effects on LAI_{max}, CGR_{max}, TDW_{max}, plant height, number of sub stem, number of pod per plant, number of grain per pod traits

منبع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of square						
		حداکثر شاخص سطح برگ LAI _{max}	حداکثر رشد محصول CGR _{max}	حداکثر ماده خشک TDW _{max}	ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه فرعی Number of lateral stem	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod
تکرار (R)	2	0.737**	7.085**	5130.28**	50.34**	9.59**	30.30*	0.004 ^{ns}
رقم (V)	1	0.0213 ^{ns}	1.101*	3216.30**	175.27**	5.35**	6.09**	0.1226**
محلول پاشی (S)	6	0.118**	1.468**	5103.31**	0.9385 ^{ns}	2.61**	0.26 ^{ns}	0.031**
رقم * محلول پاشی (V*S)	6	0.022 ^{ns}	0.545*	1070.56**	1.92 ^{ns}	0.1349 ^{ns}	0.48 ^{ns}	0.0076 ^{ns}
خطا (e)	26	0.0215	0.198	284.74	8.05	0.4157	0.719	0.0055
ضریب تغییرات (CV)	-	12.44	6.89	6.24	9.98	11.05	15.76	8.11

ns, * و **: به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1%, respectively

R: Repeat; V: Variety; S: Spraying; V*S: Variety* Spraying; e: error; CV: Coefficient of variations

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر رشد محصول، حداکثر ماده خشک، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

Table 3. Mean compared of simple effects of LAI_{max}, CGR_{max}, TDW_{max}, plant height, number of sub stem, number of pod per plant, number of grain per pod traits

تیمار Treatment	حداکثر شاخص سطح برگ LAI _{max}	حداکثر رشد محصول (گرم در متر مربع در روز) CGR _{max} (g m ⁻² d ⁻¹)	حداکثر ماده خشک (گرم در متر مربع) TDW _{max} (g m ⁻²)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد ساقه فرعی Numbers of lateral stem	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Numbers of seed per pod
رقم (Variety)							
منصور (V1)	1.2a	6.61a	279.08a	30.46a	6.19a	5.76a	0.97a
عادل (V2)	1.16a	6.28b	261.58b	26.38b	5.47b	5.00b	0.86b
محلول پاشی (Spraying)							
اسید سالیسیلیک (S1)	1.18bcd	6.84ab	277.67bc	29.00a	5.83ab	5.16a	0.93a
اسید آسکوربیک (S2)	1.06cd	6.15c	237.84d	28.75a	5.16bc	5.33a	0.84bc
کلرید کلسیم (S3)	1.12bcd	6.33bc	264.82c	28.58a	5.83ab	5.66a	0.86bc
اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک (S4)	1.31ab	7.00a	287.83b	28.45a	6.5a	5.66a	0.96a
اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم (S5)	1.4a	6.86ab	313.52a	28.2a	6.66a	5.16a	1.01a
اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم (S6)	1.2bc	6.34bc	281.22bc	28.15a	6.00ab	5.33a	0.98a
شاهد (محلول پاشی با آب) (S7)	0.99d	5.6d	229.42d	27.83a	4.83c	5.33a	0.83c

در هر ستون و به تفکیک هر عامل، میانگین‌های ارائه شده با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار است.

In each column and separately for each factor, means followed by the same letters are not significantly different based on LSD test at 5% probability levels.

Mansor variety (V1), Adel variety (V2), Salicylic acid (S1), Ascorbic acid (S2), Calcium chloride (S3), Salicylic acid + Ascorbic acid (S4), Salicylic acid + Calcium chloride (S5), Ascorbic acid + Calcium chloride (S6), Spraying with water (S7=control).

دلیل این افزایش را می‌توان بهیود تقسیم سلولی و بازده فتوسنتزی در اثر مصرف اسید سالیسیلیک دانست (Mex et al., 2001). معلوم شده است که کلرید کلسیم سبب افزایش تعداد ساقه‌های فرعی نخود شده و در شرایط تنش خشکی با بهیود نسبی پتانسیل رطوبتی و افزایش آماس سلولی سبب گسترش تعداد ساقه ثانویه می‌گردد (Sepehri et al., 2018)

درصد افزایش تعداد ساقه فرعی برای هر دو رقم به طور میانگین در محلول پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم، محلول پاشی اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک و محلول پاشی اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم نسبت به شاهد (آب پاشی) به ترتیب معادل ۳۷، ۳۴ و ۲۴ درصد بود. افزایش تعداد ساقه فرعی با مصرف اسید سالیسیلیک قبلاً گزارش شده است،

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر رشد محصول، حداکثر ماده خشک، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

Table 4. Mean compared of interaction effects of LAI_{max}, CGR_{max}, TDW_{max}, Plant height, number of sub stem, number of pod per plant, number of grain per pod traits

تیمار Treatment	حداکثر شاخص سطح برگ LAI _{max}	حداکثر رشد محصول (گرم در متر مربع در روز) CGR _{max} (g m ⁻² d ⁻¹)	حداکثر ماده خشک (گرم در متر مربع) TDW _{max} (g m ⁻²)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد ساقه فرعی Numbers of lateral stem	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Numbers of seed per pod
منصور (V1)							
(S1) اسید سالیسیلیک	1.2abc	6.93ab	293.66abc	32.06a	5.33bcd	5.33a	0.92bcd
(S2) اسید آسکوربیک	1.08bcd	5.99cd	230.77ef	30.7ab	5.00cd	5.00a	0.89bcd
(S3) کلرید کلسیم	1.18abcd	6.59bc	284.41bc	30.63ab	5.33bcd	5.33a	0.91bcd
(S4) اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک	1.35ab	7.43a	314.24ab	29.93ab	6.00abc	5.33a	1.02ab
(S5) اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم	1.44a	7.52a	322.29a	30.66ab	6.33ab	4.66a	1.11a
(S6) اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم	1.09bcd	6.24bcd	271.65cd	29.63ab	5.66bcd	4.66a	1.03ab
(S7) شاهد (محلول پاشی با آب)	1.03cd	5.56d	236.56ef	29.63ab	4.66d	4.66a	0.91bcd
عادل (V1)							
(S1) اسید سالیسیلیک	1.11bcd	6.76abc	261.68cde	25.93b	6.33ab	5.00a	0.94abc
(S2) اسید آسکوربیک	1.04cd	6.3bcd	244.23def	26.8ab	5.33bcd	5.66a	0.79de
(S3) کلرید کلسیم	1.06cd	6.08bcd	245.23def	26.53ab	6.33ab	6.00a	0.8cde
(S4) اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک	1.26abc	6.56bc	261.42cde	26.96ab	7.00a	6.00a	0.9bcd
(S5) اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم	1.36ab	6.2bcd	277.74b	25.73b	7.00a	5.66a	0.9bcd
(S6) اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم	1.32a	6.45bcd	272.79bc	26.66ab	6.33ab	6.00a	0.93bcd
(S7) شاهد (محلول پاشی با آب)	0.95d	5.63d	222.28f	26.03b	5.00cd	6.00a	0.75e

در هر ستون میانگین‌های ارائه شده با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار است.

In each column means followed by the same letters are not significantly different based on LSD test at 5% probability levels.

Mansor variety (V1), Adel variety (V2), Salicylic acid (S1), Ascorbic acid (S2), Calcium chloride (S3), Salicylic acid + Ascorbic acid (S4), Salicylic acid + Calcium chloride (S5), Ascorbic acid + Calcium chloride (S6), Spraying with water (S7=control)

تعداد غلاف در بوته

تفاوت بین دو رقم مورد آزمایش از لحاظ تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). در این خصوص تعداد غلاف در بوته در رقم منصور حدود ۱۵ درصد بیشتر از رقم عادل بود (جدول ۳). محلول پاشی و اثر متقابل رقم در محلول پاشی، تأثیر معنی داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت. بنابراین در آزمایش حاضر، محلول پاشی ترکیبات مختلف مورد آزمایش تأثیری بر تعداد غلاف در بوته نداشت. به

نظر می‌رسد کمبود آب قابل دسترس در دوره رشد زایشی و محدودیت تولید و انتقال مواد فتوسنتزی سبب شده تا میزان گل‌دهی تحت تأثیر واقع شود و برخی از گل‌هایی هم که تشکیل شده‌اند، ریزش نموده و تبدیل به غلاف نشده باشند، در نتیجه تعداد غلاف در بوته محدود شده و محلول پاشی هم تأثیر چندانی بر تعداد غلاف در بوته نداشته باشد. در این خصوص می‌توان گفت کمبود آب در انتهای فصل رشد از یک طرف باعث تسریع در گل‌دهی و کاهش دوره گل‌دهی گردیده و از

وزن ۱۰۰ دانانه

اثر رقم در سطح احتمال يك درصد بر صفت وزن ۱۰۰ دانانه، معنی دار بود (جدول ۵). این تأثیر به گونه ای بود كه وزن ۱۰۰ دانانه رقم منصور ۲۲/۸ درصد نسبت به رقم عادل برتری داشت (جدول ۶). اثر محلول پاشی نیز در سطح احتمال يك درصد برای صفت وزن ۱۰۰ دانانه معنی دار بود، محلول پاشی توام اسید سالیسیلیك + كلرید كلسیم، بیشترین تأثیر را با میانگین ۴۰/۶۹ گرم داشته و كمترین تأثیر نیز مربوط به تیمار شاهد (آب پاشی) با میانگین ۳۰/۴۶ گرم، بر وزن ۱۰۰ دانانه بود (جدول ۶). همچنین اثر متقابل رقم در محلول پاشی در سطح احتمال پنج درصد بر صفت وزن ۱۰۰ دانانه، معنی دار بود. بیشترین میانگین وزن ۱۰۰ دانانه را رقم منصور با محلول اسید سالیسیلیك + كلرید كلسیم با میانگین ۴۱/۴۹ گرم و كمترین تأثیر را رقم عادل با محلول شاهد (آب پاشی) با میانگین ۲۸/۵۱ گرم داشتند (جدول ۷). درصد افزایش وزن ۱۰۰ دانانه در محلول پاشی اسید سالیسیلیك + كلرید كلسیم، محلول پاشی اسید سالیسیلیك + اسید آسكوربیک و محلول پاشی اسید آسكوربیک + كلرید كلسیم نسبت به شاهد (آب پاشی) در رقم منصور به ترتیب معادل ۲۵، ۲۳ و ۲۲ درصد و در رقم عادل به ترتیب معادل ۳۶، ۷ و ۵ درصد بود. گزارش شده است كه اسید سالیسیلیك از طریق کاهش تعرق، شرایط بهینه را برای انتقال مواد فتوسنتزی در طی دوره پرشدن دانه فراهم نموده، لذا باعث افزایش وزن ۱۰۰ دانانه می گردد (Majd et al., 2016). از سوی دیگر به نظر می رسد کاربرد كلرید كلسیم سبب بهبود انتقال مواد به اندام مخزن می گردد. در شبدر مصري کاربرد كلرید كلسیم سبب افزایش وزن و اندازه دانه طی تنش خشکی گردید (Balwinder et al., 2013). اسید آسكوربیک نیز ترکیبی است كه بر تقسیم میتوز و رشد سلول های مخزن تأثیر داشته و از این طریق می تواند باعث افزایش وزن دانه گردد، به طوری كه در مراحل از رشد كه گیاه دچار تنش رطوبتی می شود، این ماده با افزایش دوام سطح برگ و بهبود رشد گیاه و افزایش تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی به سمت غلاف های در حال رشد سبب افزایش وزن دانه می شود (Zarghamnejad et al., 2014).

عملکرد بیولوژیک

اثر اصلی رقم در سطح يك درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول ۵). در بین دو رقم منصور و عادل، رقم منصور با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۹۹/۲۸۰ گرم در مترمربع بر رقم عادل با میانگین عملکرد ۱۶۸/۵۳۰ گرم در مترمربع برتری داشت (جدول ۶). اثر اصلی محلول پاشی در سطح احتمال

طرف دیگر باعث کاهش رشد رویشی و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی كمتر جهت تعداد غلاف مناسب در بوته شده است. تحت این شرایط، گیاه بقای خود را با هزینه کاهش تعداد غلاف در بوته تولید شده، تضمین می نماید، لذا در هر دو رقم مورد بررسی، محلول پاشی ها اثری بر روی صفت مذکور نداشت. بر خلاف نتایج این پژوهش، در لوبیا و سویا گزارش شده است كه محلول پاشی اسید سالیسیلیك سبب افزایش تعداد غلاف در بوته می شود (Sepehri et al., 2015).

تعداد دانه در غلاف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد، اثر رقم در سطح احتمال يك درصد بر تعداد دانه در غلاف معنی دار بود (جدول ۲)، به نحوی كه رقم منصور با میانگین تعداد ۰/۹۷ دانه در غلاف نسبت به رقم عادل با میانگین تعداد ۰/۸۶ دانه در غلاف، برتری داشت. اثر محلول پاشی نیز در سطح احتمال يك درصد بر تعداد دانه در غلاف، معنی دار بود. نتایج آزمایش نشان داد، تأثیر مصرف ترکیبی محلول ها بر تعداد دانه در غلاف، بیشتر از تأثیر آن ها به صورت انفرادی است. بیشترین تأثیر را محلول پاشی اسید سالیسیلیك + كلرید كلسیم با شاخص ۱/۰۱ و كمترین تأثیر را، تیمار شاهد (آب پاشی) با شاخص ۰/۸۳ بر تعداد دانه در غلاف داشتند. مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل رقم و محلول پاشی بر تعداد دانه در غلاف در جدول های ۳ و ۴ آمده است. با توجه به اثر اسید سالیسیك بر تعداد دانه در غلاف، به نظر می رسد محلول پاشی اسید سالیسیك، تا حدود زیادی در حفظ تعادل آب در گیاه مؤثر بوده و شرایط برای تلقیح گل ها را بیشتر فراهم نموده و در نتیجه تعداد واحدهای زایشی در گیاه از جمله تعداد دانه در غلاف افزایش می یابد. پژوهشگران نیز گزارش نموده اند كه محلول پاشی گیاه لوبیا با اسید سالیسیلیك اثر معنی داری بر تعداد دانه در غلاف دارد (Sepehri et al., 2015). کاربرد برگی اسید سالیسیك روی گیاه لوبیا چشم بلبلی نیز سبب افزایش تعداد دانه در غلاف، نسبت به تیمار شاهد گردید (Ezhdarafshari et al., 2015). از سوی دیگر نتایج نشان داد كه کاربرد كلرید كلسیم اثر مثبتی بر این صفت داشت و به نظر می رسد این امر ممكن است با توجه به فراهمی بیشتر رطوبت در مرحله زایشی و افزایش مواد فتوسنتزی برای توسعه و تقسیم سلولی، افزایش ماده خشك بوته و انتقال بیشتر مواد به غلاف شده و در نهایت منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف شود. گزارش شده است كه كلرید كلسیم با افزایش تعداد گل آذین ها و تعداد گل های بارور موجب افزایش اجزای عملکرد دانه از جمله تعداد دانه در غلاف می گردد (Sepehri et al., 2018).

یک درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشت، بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، تأثیر مصرف توام ترکیبات بر عملکرد بیولوژیک، بیش از تأثیر انفرادی محلول‌ها بود. بیشترین تأثیر را بر افزایش میانگین عملکرد بیولوژیک محلول اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با میانگین ۲۳۱/۱۰ گرم در متر مربع داشت و کمترین تأثیر را تیمار شاهد (آب‌پاشی) با میانگین ۱۴۸/۰۹ گرم در متر مربع داشتند. اثر متقابل رقم در محلول‌پاشی، در سطح پنج درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد بیولوژیک را رقم منصور با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با ۲۴۸/۵۳ گرم در متر مربع داشت و کمترین عملکرد بیولوژیک را رقم عادل با شاهد (آب‌پاشی) داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل رقم و محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک در جدول‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد درصد افزایش عملکرد بیولوژیک در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + اسیدآسکوربیک و محلول‌پاشی اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم نسبت به شاهد (آب‌پاشی) در رقم منصور به ترتیب معادل ۴۷، ۳۴ و ۱۷ درصد و در رقم عادل به ترتیب معادل ۳۵، ۱۳ و ۱۶ درصد بود. به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک با رفع آسیب اکسیداتیو ناشی از تنش، قادر است به طور مؤثر از کاهش عملکرد بیولوژیک در گیاه بکاهد (Amiri et al., 2015). گزارش شده مصرف اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی از کاهش هورمون‌های اکسین و سیتوکینین در گیاهان جلوگیری کرده و تقسیمات سلولی را بهبود می‌بخشد. همچنین با حفظ شاخص‌های

فتوسنتزی و کلروفیل رشد گیاه بهتر می‌شود (Sakhabutdinova et al., 2003). مصرف کلرید کلسیم در افزایش نسبی عملکرد بیولوژیک گیاه نخود در شرایط دیم مؤثر است (Xu & Zhang, 2013). (Sepehri et al, 2018). گزارش نمودند کلسیم اثرات نامطلوب تنش خشکی را کاهش داده و موجب ارتقای تولید زیست‌توده و کارایی مصرف آب می‌شود. همچنین اسید آسکوربیک تأثیر گسترده‌ای بر فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله بیوسنتز دیواره سلولی، متابولیت‌ها، فیتوهورمون‌ها، تقسیم سلولی و رشد داشته و در رفع تنش‌های اکسیداتیو در غشای کلروپلاست و میتوکندری نقش مهمی دارد که مجموعه این تأثیرات می‌تواند موجب افزایش فعالیت فتوسنتزی و در نتیجه افزایش عملکرد بیولوژیک گردد (Barth, 2006).

عملکرد دانه

اثر رقم در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵). بین دو ژنوتیپ کشت‌شده بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به رقم منصور با عملکرد ۵۱/۱۶ گرم در متر مربع در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۶). محلول‌پاشی ترکیبات مورد استفاده نیز در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه تأثیرگذار بود. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، تأثیر مصرف توأم ترکیبات بر عملکرد دانه، بیشتر از تأثیر انفرادی آنها بود.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر رقم و محلول‌پاشی بر صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد پروتئین دانه، کارایی مصرف آب

Table 5. Results of analysis of variance (mean of square) of variety and spraying effects on 100- seed weight, biological yield, seed yield, harvest index, seed protein yield, water use efficiency traits

منبع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of square					
		وزن ۱۰۰ دانه 100- seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد پروتئین دانه Seed protein yield	کارایی مصرف آب Water use efficiency
تکرار (R)	2	49.31*	23759.98**	3958.21**	95.86*	390.1**	0.0504**
رقم (V)	1	530.01**	9928.50**	1204.73**	8.13 ^{ns}	163.92**	0.0153**
محلول‌پاشی (S)	6	60.8**	4327.91**	365.97**	1.77 ^{ns}	19.64**	0.0046**
رقم * محلول‌پاشی (V*S)	6	15.36*	579.53*	37.89 ^{ns}	2.2 ^{ns}	1.77 ^{ns}	0.0048 ^{ns}
خطا (e)	26	5.42	224.59	64.71	17.88	4.02	0.008
ضریب تغییرات (CV)	-	6.72	8.14	14.20	13.94	15.88	14.23

ns, * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1%, respectively
R: Repeat; V: Variety; S: Spraying; V*S: Variety* Spraying; e: error; CV: Coefficient of variations

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات وزن ۱۰۰دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد پروتئین دانه و کارایی مصرف آب

Table 6. Mean compared of simple effects of 100- seed weight, biological yield, seed yield, harvest index, seed protein yield, water use efficiency traits

تیمار Treatment	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100- seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Biological yield (g m ⁻²)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield (g m ⁻²)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد پروتئین دانه (گرم در متر مربع) Seed protein yield (g m ⁻²)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (Kg m ⁻³)
رقم (Variety)						
منصور (V1)	38.18a	199.28a	61.87a	30.77a	14.61a	0.22a
عادل (V2)	31.08b	168.53b	51.16b	29.89a	10.66b	0.18b
محلول‌پاشی (Spraying)						
اسید سالیسیلیک (S1)	34.67b	181.66bc	56.62bc	30.21a	12.73abc	0.2bc
اسید آسکوربیک (S2)	32.28bc	160.76de	48.19cd	30.00a	10.42c	0.17cd
کلرید کلسیم (S3)	33.99b	177.47cd	54.67bcd	30.75a	11.97bc	0.19bcd
اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک (S4)	35.4b	197.86b	62.5ab	31.02a	14.26ab	0.22ab
اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم (S5)	40.69a	231.1a	67.99a	29.65a	15.05a	0.24a
اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم (S6)	34.92b	190.36bc	59.83ab	30.86a	13.06ab	0.21ab
شاهد (محلول‌پاشی با آب) (S7)	30.46c	148.09e	48.8d	29.82a	10.42c	0.16d

در هر ستون و به تفکیک هر عامل، میانگین‌های ارائه‌شده با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار است.

In each column and separately for each factor, means followed by the same letters are not significantly different based on LSD test at 5% probability levels. Mansor variety (V1), Adel variety (V2), Salicylic acid (S1), Ascorbic acid (S2), Calcium chloride (S3), Salicylic acid + Ascorbic acid (S4), Salicylic acid + Calcium chloride (S5), Ascorbic acid + Calcium chloride (S6), Spraying with water (S7=control)

موجب بهبود فتوسنتز، رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Faridaddin *et al.*, 2003). یون کلسیم نیز طی مسیر سیمپلاستی با کمک آکواپورین‌ها در سلول‌های مزوفیل برگ در حفظ و ارتقاء تورژسانس سلول‌های برگ نقش ویژه‌ای ایفا می‌کند که سبب افزایش جذب آب توسط ریشه از مسیر آپوپلاستی شده و در نهایت عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد (Gilliam *et al.*, 2011). همچنین یون کلسیم با افزایش استحکام ساختار دیواره و پایداری غشاءسلولی و از طریق کاهش پراکسیداسیون لیپیدها موثر بوده و با تنظیم انتقال مواد سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی و کاهش تنش اکسیداتیو با حذف رادیکال‌های آزاد شده و از این طریق سبب افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Gilliam *et al.*, 2011). گزارش شده است که استفاده از آبیاری تکمیلی در مراحل گل دهی و غلاف‌دهی و یا حداقل یک‌بار آبیاری در مرحله غلاف‌دهی به همراه محلول‌پاشی کلرید کلسیم در افزایش عملکرد نخود مؤثر است (Sepehri *et al.*, 2018). همچنین گزارش شده است که کلرید کلسیم سبب افزایش معنی‌دار در تعداد گل‌آذین‌ها و موجب افزایش عملکرد دانه در شبدر مصری شده است (Balwinder *et al.*, 2013). همچنین معلوم شده است که اسید آسکوربیک با افزایش تقسیم میتوز و رشد سلول‌ها در

بیشترین تأثیر بر افزایش عملکرد دانه را محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با میانگین ۶۷/۹۹ گرم در متر مربع و کمترین تأثیر را بر عملکرد دانه، شاهد (آب‌پاشی) با میانگین ۴۵/۸۰ گرم در متر مربع داشتند (جدول ۶). درصد افزایش عملکرد دانه برای هر دو رقم به طور میانگین در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک و محلول‌پاشی اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم نسبت به شاهد (آب‌پاشی) به ترتیب معادل ۳۹، ۲۹ و ۲۲ درصد بود.

عمل حفاظتی اسید سالیسیلیک در شرایط کمبود آب با افزایش پاسخ‌های ضد اکسیدانتی مانند سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، افزایش پرولین، کربوهیدرات‌های محلول، افزایش فتوسنتز و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی و کاهش تعرق، که منجر به افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد دانه می‌شود، قبلاً گزارش شده است (Patel *et al.*, 2012). از سوی دیگر اسید سالیسیلیک سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های کربنیک‌آنیدراز و نیترات‌ردوکتاز می‌شود. آنزیم کربنیک‌آنیدراز، یکی از مهم‌ترین آنزیم‌هایی است که واکنش تبدیل یون بی‌کربنات به دی اکسیدکربن و آب را کاتالیز می‌کند و مقادیر کافی دی اکسیدکربن را در دسترس روبیسکو قرار می‌دهد که متعاقب آن

آسکوربیک در شرایط کم‌آبی قادر است به طور معنی‌داری عملکرد دانه را در نخود افزایش دهد، چون اسید آسکوربیک به عنوان یک ماده آنتی‌اکسیدانت می‌تواند گیاه را در برابر تنش‌های اکسیداتیو ناشی از کمبود آب محافظت کند (Zarghamnejad et al., 2014).

گیاهان، باعث افزایش وزن دانه و عملکرد دانه می‌گردد، به طوری که محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک در گیاه گلرنگ موجب افزایش عملکرد دانه گردید (Arab et al., 2015). گزارش شده است که اسید آسکوربیک با افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و حفظ محتوای آب برگ سبب افزایش عملکرد دانه در نخود می‌شود (Farjam et al., 2016). محلول‌پاشی برگ‌ی اسید

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات وزن ۱۰۰دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد پروتئین دانه، کارآیی مصرف آب

Table 7. Mean compared of interaction effects of 100- seed weight, biological yield, seed yield, harvest index, seed protein yield, water use efficiency traits

تیمار Treatment	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100- seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Biological yield (g m ⁻²)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield (g m ⁻²)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد پروتئین دانه (گرم در متر مربع) Seed protein yield (g m ⁻²)	آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (Kg m ⁻³)
منصور (V1)						
(S1) اسید سالیسیلیک	39.24ab	204.21bcd	64.18ab	31.00a	14.74abcd	0.22abc
(S2) اسید آسکوربیک	35.66bc	171.81efg	52.83bcd	30.97a	12.18cdefg	0.18cd
(S3) کلرید کلسیم	38.64ab	197.85cde	62.43abc	31.45a	14.44abcde	0.22abc
(S4) اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک	40.08ab	226.89ab	70.81a	31.15a	17.09a	0.25ab
(S5) اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم	41.49a	248.53a	71.55a	28.84a	16.81ab	0.26a
(S6) اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم	39.77ab	197.86cde	63.69ab	31.57a	15.46abc	0.22abc
(S7) شاهد (محلول‌پاشی با آب)	32.4cd	168.81g	47.61cd	30.42a	11.57defg	0.17de
عادل (V1)						
(S1) اسید سالیسیلیک	30.11d	159.12fg	49.07bcd	29.43a	10.73efg	0.18cd
(S2) اسید آسکوربیک	28.89d	149.72g	43.55d	29.03a	8.66g	0.15e
(S3) کلرید کلسیم	29.35d	157.1fg	46.91cd	30.06a	9.5gf	0.15e
(S4) اسید سالیسیلیک + اسید آسکوربیک	30.72d	178.84fg	54.19bcd	30.89a	11.42defg	0.19cd
(S5) اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم	38.9ab	213.67bc	64.43ab	30.45a	13.29bcdef	0.23abc
(S6) اسید آسکوربیک + کلرید کلسیم	30.07d	183.87def	55.97abcd	30.14a	11.74cdefg	0.19cd
(S7) شاهد (محلول‌پاشی با آب)	28.51d	157.39g	43.99d	29.23a	9.28g	0.15e

در هر ستون میانگین‌های ارائه‌شده با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دارند.

In each column means followed by the same letters are not significantly different based on LSD test at 5% probability levels.

Mansor variety (V1), Adel variety (V2), Salicylic acid (S1), Ascorbic acid (S2), Calcium chloride (S3), Salicylic acid + Ascorbic acid (S4), Salicylic acid + Calcium chloride (S5), Ascorbic acid + Calcium chloride (S6), Spraying with water (S7=control)

محلول‌پاشی نیز تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت و بر اساس نتایج مقایسه میانگین، همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۶).

عملکرد پروتئین

اثر رقم در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد پروتئین معنی‌دار بود (جدول ۵)، به نحوی که عملکرد پروتئین در رقم منصور با میانگین ۱۴/۶۱ گرم در متر مربع بیشتر از رقم عادل با میانگین ۱۰/۶۶ گرم در متر مربع بود (جدول ۶). محلول‌پاشی ترکیبات هم در سطح یک درصد بر عملکرد پروتئین اثر

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که رقم، اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت (جدول ۵) و دو رقم منصور و عادل واکنش تقریباً یکسانی در این خصوص داشتند، به طوری که با یک اختلاف جزئی شاخص برداشت در رقم منصور ۳۰/۷۷ درصد و شاخص برداشت در رقم عادل معادل ۲۹/۸۹ درصد بود (جدول ۶). محلول‌پاشی هم تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت و در مقایسات میانگین، تمامی تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. اثر متقابل رقم در

تنظیمی، از طریق بستن نسبی روزه‌ها و حفظ پتانسیل آب گیاه، شرایط مناسبی را برای مقابله با تنش خشکی مهیا کرده و در نهایت سبب افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد، به طوری که با افزایش جذب آب توسط ریشه و از طریق مسیر آپوپلاستی، عملکرد طبیعی گیاه بهبود می‌یابد (Gilliam et al., 2011; Rab & Haq, 2012)، اسید آسکوربیک نیز از طریق افزایش جذب آب، عناصر غذایی و افزایش تقسیم سلولی، موجب تحریک رشد و افزایش عملکرد گیاهان تیمار شده می‌شود (Hamama & Murniati, 2010). گزارش شده است که اسید آسکوربیک با حفظ محتوای آب برگ سبب افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در نخود می‌گردد (Farjam et al., 2016) محلول پاشی اسید آسکوربیک در لوبیا چشم بلبل، نیز از طریق کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی و کاهش اثرات مضر اکسیداتیو سبب فراهم شدن بهتر آب در گیاه شده و با بهبود صفات رویشی و زایشی عملکرد دانه را افزایش می‌دهد و از این طریق بر کارایی مصرف آب مؤثر است (Akbari & Maleki, 2017).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، به طور کلی محلول پاشی انفرادی با اسید سالیسیلیک، اسید آسکوربیک و یا کلرید کلسیم نسبت به شاهد (محلول پاشی با آب) در افزایش عملکرد ارقام مورد بررسی موثرتر بود. در رقم منصور کاربرد اسید سالیسیلیک به همراه کلرید کلسیم و یا اسید آسکوربیک و در رقم عادل کاربرد اسید سالیسیلیک به همراه کلرید کلسیم بیشترین تأثیر را در مقادیر به کاررفته جهت کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی انتهای فصل رشد ارقام مورد بررسی داشتند. لذا چنین استنباط می‌شود که در کشت دیم نخود در منطقه کرمانشاه و مناطق مشابه که کمبود بارندگی عمدتاً در اواخر دوره رشد رخ می‌دهد، می‌توان با محلول پاشی اسید سالیسیلیک در غلظت ۱/۵ مولار توأم با محلول پاشی کلرید کلسیم در غلظت ۵ میلی‌مولار در مراحل آغاز گل‌دهی و غلاف دهی از کاهش شدید عملکرد ارقام مورد نظر جلوگیری نمود. گرچه در این راستا پیشنهاد می‌شود مطالعات تکمیلی نیز انجام شود.

معنی‌داری داشت. نتایج آزمایش نشان داد تأثیر مصرف توأم ترکیب‌ها بر عملکرد پروتئین بیشتر از اثر کاربرد انفرادی آنها است. بیشترین تأثیر را بر عملکرد پروتئین، محلول پاشی اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با میانگین ۱۵/۰۵ گرم در متر مربع و کمترین اثر را تیمار شاهد (آب پاشی) و اسید آسکوربیک با میانگین ۱۰/۴۲ گرم در متر مربع داشتند (جدول ۷). اثر متقابل رقم در محلول پاشی بر عملکرد پروتئین معنی‌دار نبود (جدول ۷). به نظر می‌رسد با کاربرد کلرید کلسیم، طی تنش خشکی در زمان پرشدن دانه، انتقال مواد به خصوص نیتروژن که نقش اساسی در تولید و تشکیل پروتئین دانه دارد، زودتر و به مقدار بیشتری انجام شده و انتقال مجدد نیتروژن نیز به سمت مخازن دانه تسریع می‌گردد (Hassan et al., 2011). همچنین اظهار شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک بر عملکرد پروتئین دانه، در گیاه نخود تأثیرگذار است (Rajabi al., 2012). افزایش وزن دانه در نتیجه محلول پاشی با اسید سالیسیلیک ممکن است به افزایش تولیدات فتوسنتزی نسبت داده شود که باعث تشکیل یک منبع ذخیره‌ای برای مقصد و افزایش گنجایش مخزن شده و منجر به افزایش وزن دانه و افزایش عملکرد دانه و به تبع آن افزایش عملکرد پروتئین دانه می‌شود.

کارایی مصرف آب

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم در سطح احتمال یک درصد، بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود (جدول ۵)، به نحوی که کارایی مصرف آب در رقم منصور با میانگین ۰/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب، بیشتر از کارایی مصرف آب در رقم عادل با میانگین ۰/۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب بود (جدول ۶). اثر محلول پاشی‌ها نیز در سطح احتمال یک درصد بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود. بیشترین تأثیر را محلول اسید سالیسیلیک + کلرید کلسیم با میانگین ۰/۲۴ کیلوگرم بر متر مکعب و کمترین تأثیر را تیمار شاهد (آب پاشی) با میانگین ۰/۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب بر کارایی مصرف آب داشت (جدول ۷). مشخص شده است که اسید سالیسیلیک سبب جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده و در نهایت منجر به تولید بیشتر سطح برگ و فتوسنتز و عملکرد بیشتر می‌گردد و از این طریق باعث افزایش کارایی مصرف آب در گیاه می‌شود (Shakirova et al., 2013). یون کلسیم نیز با مکانیزم‌های

منابع

1. Abdul Qados, A.M.S. 2014. Effect of ascorbic acid antioxidant on soybean (*Glycine max* L.) plants grown under water stress conditions. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences 1(6): 189-205.

2. Akbari, J., and Maleki, A. 2017. The effect of ascorbic acid and salicylic acid foliar application on vegetative characteristics, yield and yield components of cowpea under drought stress. *Applied Research in Plant Ecophysiology* 4(2): 180-159. (in Persian with English abstract).
3. Allen, R.D., 1995. Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plants. *Plant Physiology* 107: 1049-1054.
4. Amiri, A., Parsa, S.R., Nezami, M., and Ganjeali, A. 2011. The effects of drought stress at different phonological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse condition. *Iranian Journal of Pulses Research* 1: 69-84. (in Persian with English abstract).
5. Amiri, A., Sirus Mehr, A.R., and Ismailzadeh Bahabadi, S. 2015. Effect of foliar application of salicylic acid and chitosan on safflower yield under drought stress conditions. *Plant Researches* 28 (4): 725-712. (in Persian with English abstract).
6. Arab, S., Firoozabadi Brothers, M., and Asghari, H.R. 2015. Effect of foliar application of ascorbic acid and sodium nitroprusside on photosynthetic pigments and some traits of spring safflower under low irrigation stress. *Journal of Plant Production* 38(4): 104-93. (in Persian with English abstract).
7. Balwinder, K., Yadvinder, S., Ram, H., and Sarlach, R.S. 2013. Enhancing seed yield and quality of Egypt clover (*Trifolium alexandrinum* L.) with foliar application of bio-regulators. *Field Crops Research* 146: 25-30.
8. Barth, C., Tuillo, M.D., and Conklin, P.L. 2006. The role of ascorbic acid in the control of flowering time and the onset of senescence. *Journal of Experimental Botany* 57(8): 1657-1665.
9. Chengbin, Xu, Xuemei. Li., and Lihong, Zh. 2013. The effect of calcium chloride on growth, photosynthesis, and antioxidant responses of *Zojsia japonica* L. under drought conditions. *Plos One* 8(7): 1- 10.
10. Driss, H., and Marashi, S.K. 2018. Effect of different methods of application of salicylic acid on reducing the effects of salinity stress on wheat lands without drainage system. *Journal of Crop Physiology* 10(39): 145-31.
11. Ezhdarafshari, M, Shekari, F, Afsahi, K., and Azim Khani, R. 2015. Effect of foliar application of salicylic acid on dry weight, harvest index, yield and yield components of *Vigna unguiculata* L. under water stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 9(1): 51-58. (in Persian with English abstract).
12. Faridaddin, D., Hayat, S., and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influence on net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reeducatas activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosyntthetica* 41(2): 281-284.
13. Farjam, S., Siosemardeh, A., Kazemi Arbat, H., Yarnia, M., and Rokhzadi, A. 2016. Effect of ascorbic acid and salicylic acid foliar application on physiological characteristics of two cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Iranian Cereals Research* 9(1): 117-99. (in Persian with English abstract).
14. Gilliham, M., Dayod, M., Hocking, B.J., Xu, B., and Conn, S.J. 2011. Calcium delivery and storage in plant leaves: exploring the link with water flow. *Journal of Experimental Botany* 62 (7): 2233- 2250.
15. Hamama, H., and Murniati, E. 2010. The effect of ascorbic acid treatment on viability and vigor maize (*Zea mays* L.) seedling under drought stress. *Hayati Journal of Biosciences* 17(3): 105-109.
16. Hassan, N.M., El- Sayed, A.K.A., Ebeid, H.T., and. Alla, M.M.N. 2011. Molecular aspects in elevation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) tolerance to drought by boron and calcium foliar sprays. *Acta Physiologia Plantarum* 33: 593-600.
17. Hayat, Q., Hayat, S., Alvemeni, M.N., and Ahmad, A. 2012. Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis, nitrogen metabolism and antioxidant defense system in *Cicer arietinum* L. *Plant, Soil and Environment* 58(9): 417-423.
18. Jaleel, C.A., Manivannan, P. Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology* 11(1): 100-105.
19. Ma, R., Zhang, M., Li, B., Du, G., Wang, J., and Chan, J. 2005. The effects of exogenous Ca²⁺ on endogenous polyamine levels and drought resistant traits of spring wheat grown under arid conditions. *Journal of Arid Environments* 63(1): 177-190.
20. Majd, A., Madah, S.M., Fallahian, F., Sabbaghpour, S.H., and Chalebian, F. 2016. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two cultivars sensitive and resistant to fungus *Ascochyta rabiei*. *Journal of Iranain Biology* 19(3). (in Persian with English abstract).
21. Mex, R.M., Couch, E.V., Campos, T.H., and Saavedra, A.L. 2001. Positive effect of salicylic acid on the flowering of *African violet*. *Scientia Horticulturae* 103: 499-502.

22. Mohtashami, F., and Tadayon, M.R. 2020. Evaluation of the effect of ascorbic acid and jasmonic acid on some morphophysiological traits of safflower genotypes under low irrigation treatments. *Journal of Plant Process and Functionality* 9(35): 55-39. (in Persian with English abstract).
23. Patel, P.K., and Hemantaranjan, A. 2012. Salicylic acid induced alteration in dry matter partitioning, antioxidant defence system and yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Asian Journal of Crop Science* 4(3): 86-102.
24. Rab, A., and Haq, I-U. L. 2012. Foliar application of calcium chloride and borax influences plant growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36(6): 695-701.
25. Rajabi, L., Sajedi, N.A., and Roshandel, M. 2012. Yield reaction and yield components of dryland chickpeas to salicylic acid and super absorbent polymer. *Journal of Agricultural Research* 4(4): 353-343. (in Persian with English abstract).
26. Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Biology* 43(1): 439-463.
27. Rokhzadi, A. 2014. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to exogenous salicylic acid and ascorbic acid under vegetative and reproductive drought stress conditions. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 87: 80-86.
28. Sabaghpour, S.H., Mahmodi1, A.A., Saeed, A., Kamel, M., and Malhotra, R.S. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. *Indian Journal of Crop Science* 1(1-2): 70-73.
29. Sakhabutdinova, A.R., Fatkhutdinova, D.R., Bezrukova M.V., and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulgarian Journal of Plant Physiology (Special Issue)* 21: 314-319.
30. Sartip, S., and Sirousmehr, A.R. 2017. Evaluation of salicylic acid effects on growth, yield and some biochemical characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.) under three irrigation regimes. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 10: 548-558. (in Persian with English abstract).
31. Sepehri, A., Abbasi, R., and Karami, A. 2015. Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield components of red bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Crop Improvement* 17(2): 516-503. (in Persian with English abstract).
32. Sepehri, A., Mohammadi, H., and Sabbaghpour, S.H. 2018. Effect of antitranspirants substances and drought stress ameliorator on leaf area duration, water use efficiency and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under different irrigation regimes. *Applied Field Crops Research* 31(2): 118-97. (in Persian with English abstract).
33. Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A., and Fatkhutdinova, D.R. 2013. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science* 164(3): 317-322.
34. Shao, H.B., Chu, L.Y., Zhao, H.L., and Kang, C. 2008. Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. *International Journal of Biological Sciences* 4(1): 8-14.
35. Smirnoff, N. 2011. Vitamin C: the metabolism and functions of ascorbic acid in plants. *Advances in Botanical Research* 59: 107-177.
36. Xu, C., Li, X., and Zhang, L. 2013. The effect of calcium chloride on growth, photosynthesis, and antioxidant responses of *Zoysia japonica* under drought conditions *Plos One* 8(7). e68214.
37. Zarghamnejad, S., Rokhzadi, A., and Mohammadi, K. 2014. Chickpea response to ascorbic acid foliar application at vegetative and reproductive stages. *International Journal of Bioscience* 5(7): 166-170.



Effect of pseudo-hormones growth regulators on growth and yield of two new Kabuli cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in rainfed conditions

Sahraei¹, Sohrab; and Sepehri^{2*}, Ali

1. MSc. Graduated, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan; sohrabsahraei645@gmail.com
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan; sepehri2748@gmail.com; a_sepehri@basu.ac.ir

The Dates:

Received: 24 June 2022; Revised: 9 October 2022
Accepted: 13 November 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Sahraei, S., and Sepehri, A. 2022. Effect of like hormones growth regulators on growth and yield of two new Kabuli cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in rainfed conditions. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 191-206. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2205-1034

Introduction

Terminal drought stress is one of the important factors reducing the yield of chickpea in rainfed crops in cold and temperate regions. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) as an important grain legumes due to its special properties such as nitrogen fixation ability, deep rooting and effective use of rainfall, play an important role in the stability of crop production in sustainable agriculture (Amiri *et al.*, 2011). In Iran, chickpea cultivation under cold regions is mainly in spring using stored moisture in the soil and spring rainfall. One of the factors affecting the yield of dryland chickpeas is water deficiency or teminal drought stress at the end of the season, which severely reduces the growth and grain yield. The possibility of using some biochemical compounds such as salicylic acid, calcium chloride and ascorbic acid increases the tolerance of drought stress at the end of the growth season and reduces the amount of damage and increases grain yield in such conditions. It has been previously reported that salicylic acid plays an important protective role in the development of tolerance to environmental stresses (Raskin, 1992). Under drought stress conditions, salicylic acid prevents the reduction of auxin and cytokinin hormones, increases cell division and improves plant growth by regulating photosynthetic and chlorophyll processes (Sakhabutdinova *et al.*, 2003; Patel *et al.*, 2012). Also, ascorbic acid protects and integrates chloroplast membranes, accumulates soluble carbohydrates, and enhances the normal function of the photosynthetic apparatus by neutralizing superoxide and oxygen free radicals from stresses. (Shao *et al.*, 2008). It has been reported that the use of ascorbic acid improves morphological and physiological parameters and increases plant resistance to stress, and by increasing plant antioxidant capacity, increases photosynthesis and plant growth (Smirnoff, 2011). On the other hand it has been reported that calcium chloride plays an important role in cell adaptation to abiotic stresses and increases its antioxidant activity and photosynthesis through its effect on water uptake, root growth and maintenance of turgor pressure in plant cells (Rab & Haq, 2012).

Materials and Methods

The experiment was carried out in Sararod rainfed agricultural research station, located in the east of Kermanshah city, at an altitude of 1351 meters above sea level, with a mild cold climate and an average annual rainfall of 454 mm in 2018-19 growing season. The experimental cultivars were new and improved cultivars of Kabuli chickpea, named Mansour (V1) and Adel (V2). The experiment was performed as a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications. Foliar application included salicylic acid (S1), ascorbic acid (S2), calcium chloride (S3), salicylic acid + ascorbic acid (S4), salicylic acid + calcium chloride (S5), ascorbic acid + calcium chloride (S6) and spraying with water (S7=control). Foliar application of salicylic acid at a concentration of 1.5 mM, ascorbic acid at a

* Corresponding Author: a_sepehri@basu.ac.ir; sepehri2748@gmail.com

concentration of 10 mM and calcium chloride at a concentration of 5 mM. Triton X-100 non-ionic surfactant with a concentration of 0.01% was used to reduce surface tension. Foliar application was done in two stages: 50% flowering and 50% podding of plants.

Results and Discussion

Results showed that the effect of foliar application on the number of sub-stems, number of seeds per pod, 100-seed weight, biological yield, grain yield and grain protein yield was significant. The effect of the compounds used individually was less than their combined use. Grain yield in Mansour cultivar with an average of 61.87 g.m⁻² was better than Adel cultivar with an average of 51.16 g.m⁻². Among foliar treatments, the most effect on grain yield belonged to salicylic acid + calcium chloride solution with an average of 67.99 and the least effect was the control treatment with an average of 45.80 g m⁻². In general, the highest grain yield was obtained for Mansour cultivar with salicylic acid + calcium chloride solution equal to 71.55 g.m⁻². The highest percentage of grain protein was also observed in Mansour cultivar with 23.12% and the lowest percentage of grain protein was observed in Adel cultivar with 20.05%.

Conclusion

According to the results of this experiment, although individual foliar application of salicylic acid, ascorbic acid or calcium chloride compared to the control (foliar application with water) was effective in increasing the yield of cultivars, but in Mansour cultivar application of salicylic acid with calcium chloride or ascorbic acid and in Adel cultivar application of salicylic acid with calcium chloride had the greatest effect on reducing the adverse effects of drought stress at the end of the growing season, and preventing reduced yield and economic losses of cultivars.

Keywords: Ascorbic acid; Calcium chloride; Foliar application; Salicylic acid; Terminal drought



مقایسه اقتصادی کاشت ارقام مختلف لگوم‌های علوفه‌ای (باقلا، خلر، ماشک، نخود)

در استان گلستان

هرمز اسدی^{۱*}، ویدا قطبی^۲، محمدتقی فیض‌بخش^۳ و فاطمه شیخ^۴

۱- استادیار پژوهش تحقیقات اقتصاد کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ hormoz.asadi3@gmail.com

۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ vida.ghotbi@gmail.com

۳- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران؛ feyz_54@yahoo.com

۴- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران؛ sheikhfatemeh@yahoo.com

تاریخ‌ها:

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۹، بازنگری: ۱۴۰۰/۰۶/۰۷، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:

اسدی، ه.، قطبی، و.، فیض‌بخش، م.ت.، و شیخ، ف. ۱۴۰۱. مقایسه اقتصادی کاشت ارقام مختلف لگوم‌های علوفه‌ای (باقلا، خلر، ماشک، نخود) در استان گلستان. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۲۲۰-۲۰۷.

چکیده

به منظور مقایسه اقتصادی تولید ارقام مختلف لگوم‌های علوفه‌ای، این پژوهش برای سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در استان گلستان انجام شد. در این پژوهش برای تعیین عملکرد کمی، آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و جهت ارزیابی اقتصادی از روش بودجه‌بندی جزئی، نسبت فایده به هزینه، درصد بازده فروش و درصد بازده هزینه استفاده شد. لگوم‌های علوفه‌ای شامل چهار رقم باقلا (برکت، فیض، شادان و مهتا)، خلر (توده محلی)، سه رقم ماشک (معمولی رقم لامعی، گل‌خوشه‌ای و پانونیکا) و دو رقم نخود علوفه‌ای (داخلی (محلی) و پایونیر) بودند که از نظر عملکرد علوفه‌تر و خشک بررسی شدند. طبق نتایج، از نظر اقتصادی به دلیل هزینه تولید پایین و سودآوری بیشتر، تولید علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای با عملکرد ۴۸۷۵۵ کیلوگرم در هکتار و علوفه خشک ماشک معمولی با عملکرد ۸۷۳۰ کیلوگرم در هکتار در منطقه، توصیه شد. میانگین هزینه تولید ارقام ماشک داخلی و خارجی به ترتیب ۲۲/۲ و ۳۵/۵ میلیون ریال در هکتار برآورد شد. میانگین ارزش کنونی خالص علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی در سال‌های آزمایش به ترتیب ۲۲۱/۹ و ۱۲۸/۱ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد، به طوری که نسبت به سایر لگوم‌های علوفه‌ای بیشتر بوده است. نسبت فایده هزینه محاسبه‌شده برای تولید علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی به ترتیب ۱۰/۲ و ۶/۳ ریال منفعت برای تولیدکننده به همراه دارد. بازده فروش برآوردشده برای علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی به ترتیب ۹۰/۲ و ۸۴/۱ درصد سود به همراه دارد.

واژه‌های کلیدی: بودجه‌بندی جزئی؛ سودآوری؛ گرگان؛ گیاهان علوفه‌ای

مقدمه

در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد حائز اهمیت زیادی بوده و جایگاه ویژه‌ای در تناوب موجود در برخی سیستم‌های زراعی دنیا به‌ویژه در نواحی خشک دارا می‌باشند و نقش بارزی در تولید غذا در این کشورها ایفاء می‌کنند (Gupta & Kapoor, 1980; Saxena, 1993; Bagheri et al., 2000). حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای پروتئینی خانواده‌ها و منبع درآمد کشاورزان در سطح مزرعه داشته و دارای خدمات و

حبوبات به عنوان منبع اصلی پروتئین در کشورهای درحال توسعه مطرح بوده، به طوری که میزان پروتئین آن حدود دو برابر غلات و منبع ارزان پروتئین با کیفیت مناسب و مکمل خوبی برای پروتئین غلات به‌شمار می‌رود. این گیاهان

*نویسنده مسئول: hormoz.asadi3@gmail.com

کشت پاییزه این گیاهان در شرایط آبی و دیم به کشت‌های انتظاری و بهاره ترجیح داده می‌شود (Ghotbi et al, 2020). باقلا گیاهی یکساله از خانواده بقولات است که در میان حبوبات جایگاه ویژه‌ای دارد و یکی از منابع مهم پروتئینی است و به‌عنوان یک منبع غنی از پروتئین، سلولز و مواد معدنی در کشورهای در حال توسعه برای انسان و در کشورهای صنعتی برای حیوانات استفاده می‌شود (Hacisferogullari et al., 2003). علوفه باقلا نیز به واسطه داشتن درصد پروتئین بالا دارای ارزش غذایی بالایی است. گیاه باقلا با داشتن ۳۸-۲۰ درصد پروتئین همانند سایر حبوبات دارای ارزش غذایی بالایی است (Jelenic et al., 2000).

خلر از خانواده لگومینوز بوده، بنابراین مانند سایر گیاهان این خانواده موجب اصلاح و تقویت خاک شده و نیتروژن خاک را تثبیت می‌نماید. این گیاه، گونه بومی ایران است و با سایر گونه‌های وابسته، از گیاهان علوفه‌ای مهم می‌باشند و طور وسیعی در سرتاسر مدیترانه، خاورمیانه و هند کشت می‌گردد (Wang et al., 2000). این گیاه با حداقل مراقبت‌های لازم رشد کرده و در مقایسه با سایر بقولات می‌تواند در اقلیم‌های متنوعی رشد و نمو موفقیت‌آمیزی داشته باشد (Karadag et al., 2012). خلر به عنوان یک منبع پروتئین بسیار باارزش برای دام و طیور مطرح بوده (Chowdhury et al., 2005; Smulikowska et al., 2008) و به دلیل تحمل بالا، امروزه به عنوان یک گیاه مدل در کشاورزی شناخته شده و می‌تواند شرایط کم‌آبی را تحمل نماید (Vaz Patto et al., 2006).

نخود علوفه‌ای یکی از قدیمی‌ترین نباتاتی است که حدود ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در مزارع چین مشاهده گردیده است. موطن اصلی آن آسیای مرکزی و اورسیا است. مدیترانه غربی به عنوان دومین منشأ این گیاه مورد قبول واقع شده است (Tekeli & Ates, 2003).

در بین حبوبات، نخود به عنوان سومین محصول در جهان و اولین محصول در میان کشورهای جنوب آسیا مطرح بوده و مقاوم‌ترین گیاه به خشکی در بین حبوبات است. این گیاه در شرایط خشک دارای بازده اقتصادی بیشتری نسبت به غلات دیم می‌باشد (Cheraghvicy et al, 2020).

برخی محققان سودآوری تولید لگوم‌های علوفه‌ای فراموش شده را با استفاده از شاخص‌های اقتصادی و بازده فروش در استان گلستان در سال‌های زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ برآورد نمودند و به این نتیجه رسیدند که میانگین هزینه تولید لگوم-های علوفه‌ای همچون باقلا رقم هیستال، ماشک رقم بومی گنبد، خلر رقم بومی اردبیل و نخود به‌ترتیب ۱۴/۵، ۱۱/۶، ۱۲/۹ و ۱۱/۶ میلیون ریال در هکتار و میانگین سود ناخالص

کارکردهای مثبت اقتصادی-اجتماعی، زراعی و اکولوژیکی-زیست‌محیطی می‌باشند. ارزش حبوبات در واحد سطح ۶۰/۹ میلیون در هکتار و در سطح کلان کشور ۴۸۷۰۴ میلیارد ریال و مجموع سهم خدمات اقتصادی-اجتماعی حبوبات ۶۰/۸ درصد مشخص شده است. ارزش صرفه‌جویی آب توسط حبوبات دیم ۷۹۷/۶ میلیارد ریال برآورد گردید (Ghorbani & Bagheri., 2018). نقش لگوم‌ها به عنوان یک منبع تأمین‌کننده نیتروژن در تناوب و سازنده مواد آلی خاک مهم تلقی می‌شوند.

نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کشت گیاهان علوفه‌ای یکساله خانواده لگومینوز از جمله ماشک، خلر و نخود علوفه‌ای به‌جای آیش در دیمزارها منجر به افزایش مواد آلی و نیتروژن خاک شده و تولید علوفه دام را نیز به همراه داشته و عملکرد غلاتی را که بعد از لگوم‌ها کشت می‌شوند، بهبود می‌بخشند (McVay et al, 1989; Ates et al., 2014).

با توجه به روند تغییر اقلیم و افزایش خشکسالی‌ها در کشور، امروزه برنامه تولید علوفه مورد نیاز کشور با بهره‌گیری از گیاهان مناسب از جمله لگوم‌های فراموش‌شده همچون ماشک ها و خلر در شرایط محدودیت آب از اولویت‌های اصلی بخش کشاورزی به‌شمار می‌روند. از طرفی نظر به رقابت محصولات آبی و نیازهای موجود در کشور، امکان توسعه سهم گیاهان علوفه‌ای در شرایط آبی به دلیل کمبود منابع آبی بسیار محدود بوده است، بنابراین تأمین علوفه در شرایط دیم یکی از سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی است (Alizadeh, 2015).

در بررسی گیاهان علوفه‌ای یکساله در شرایط دیم به‌ویژه ماشک‌ها، نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهند که ماشک رقم مراغه با متوسط عملکرد علوفه خشک ۲/۵ تن در هکتار مناسب کشت پاییزه در اقلیم معتدل و گرم کشور، ماشک رقم گل‌سفید و لامعی از گونه پانونیکا و رقم گلشن از گونه ویلوزا با متوسط عملکرد علوفه خشک ۳ تن در هکتار مناسب کشت پاییزه در دیمزارهای اقلیم سردسیر و معتدل کشور و ماشک رقم طلوع از گونه ساتیوا با متوسط عملکرد علوفه خشک ۳ تن در هکتار مناسب کشت در مناطق گرمسیری کشور بوده‌اند (Alizadeh, 2019). ماشک گل‌خوشه‌ای، مجاری و ماشک معمولی از مهم‌ترین گونه‌های زراعی ماشک هستند. ماشک دارای انواع یک‌ساله، دوساله و چندساله است. ماشک گل‌خوشه‌ای و مجاری را در اکثر شرایط آب و هوایی به صورت دیم و آبی می‌توان کشت نمود، ولی بهترین شرایط آب و هوایی برای رشد، مناطق سرد و معتدل سرد است. ماشک گل‌خوشه‌ای و مجاری را می‌توان به صورت پاییزه، انتظاری و بهاره در شرایط آبی و دیم مناطق سرد و معتدل سرد کشور مورد کشت قرار داد.

تولید باقلا، ماشک، خلر و نخود به ترتیب ۹، ۴، ۳/۴ و ۱/۲- میلیون ریال در هکتار برآورد شد. ضمناً به ازای یک ریال فروش باقلا، ماشک و خلر به ترتیب ۳۸/۳، ۲۵/۶ و ۲۲/۶ درصد سود به همراه داشته است و البته بازده فروش تولید نخود علوفه‌ای منفی بود (Saber et al, 2017).

در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، تولید حبوبات کشور ۶۹۹۳۷۸ تن بوده که از سطح ۸۴۱۹۲۷ هکتار برداشت شده است. سهم تولید حبوبات آبی و دیم از کل حبوبات کشور به ترتیب ۴۶/۳ و ۵۳/۷ درصد محاسبه شده، به طوری که سهم تولید حبوبات دیم کشور نسبت به حبوبات آبی ۷/۴ درصد بیشتر می‌باشد. میانگین عملکرد حبوبات آبی و دیم کشور به ترتیب ۲۳۰۳ و ۵۳۵/۷ کیلوگرم در هکتار گزارش شد.

میزان تولید حبوبات استان گلستان به عنوان منطقه مورد مطالعه ۱۱۱۳۷ تن بوده است که از سطح ۷۰۰۰ هکتار برداشت شد. میانگین عملکرد حبوبات آبی و دیم استان گلستان به ترتیب ۱۷۹۱/۶ و ۱۲۳۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. سهم تولید حبوبات استان گلستان از حبوبات کشور ۱/۶ درصد تعیین شده است (Ahmadi et al, 2020).

با توجه به ضرورت تولید علوفه برای تغذیه دام و طیور در کشور، ضرورت بررسی زراعی و اقتصادی ارقام مختلف گیاهان علوفه‌ای به منظور دستیابی به اقتصادی‌ترین رقم و گیاه علوفه ای در کشور احساس می‌گردد و این پژوهش در همین راستا می‌باشد.

اهداف پژوهش حاضر مقایسه اقتصادی کاشت ارقام مختلف لگوم‌های علوفه‌ای از جمله باقلا، خلر، ماشک و نخود علوفه‌ای در استان گلستان بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گرگان در استان گلستان به مدت دو سال انجام شد. تیمارها و محصولات مورد بررسی شامل باقلا (ارقام شادان، مهتا، فیض، برکت)، ماشک (ارقام معمولی لامعی، گل خوشه‌ای زنجان و رقم خارجی پانونیکا)، نخود علوفه‌ای (رقم داخلی و رقم خارجی پایونیر) و رقم محلی خلر بوده است.

در این پژوهش، به منظور ارزیابی و بررسی اقتصادی تیمارها، پس از محاسبه بازده برنامه‌ای هر یک از تیمارها، از روش‌های بودجه‌بندی جزئی، نسبت منفعت به هزینه، درصد بازده فروش و درصد بازده هزینه استفاده شد.

در روش بودجه‌بندی جزئی، برای اتخاذ تصمیم در مورد انتخاب اقتصادی‌ترین تیمار در بین تیمارهای مختلف در قالب یک طرح آزمایشی محاسبات زیر لازم است:

الف) محاسبه منافع اجرای تیمارهای مختلف: $(B_i + C_1)$

افزایش درآمد: محاسبه افزایش درآمدی که در اثر اجرای تیمار جدید به دست می‌آید (B_i) .

۲- کاهش مخارج: محاسبه هزینه تیمار شاهد که به دلیل اجرای تیمار رقیب انجام هزینه آن دیگر لازم نخواهد بود (C_1) .

ب) محاسبه هزینه اجرای تیمارهای مختلف: $(C_i + B_1)$

۱- افزایش مخارج: محاسبه هزینه‌ای که در اثر اجرای تیمار جدید ناشی می‌شود (C_i) .

۲- کاهش درآمد: محاسبه درآمد مربوط به تیمار شاهد که به دلیل اجرای تیمار رقیب از دست می‌رود (B_1) .

در صورتی که منافع تیمار مورد نظر بیش از هزینه‌های آن یا به عبارت دیگر $(B_i + C_1) > (C_i + B_1)$ باشد، نشان می‌دهد که تیمار مورد بررسی از نظر اقتصادی سودآورتر از تیمار شاهد می‌باشد و در غیر این صورت، تیمار شاهد برتر از تیمار مورد نظر خواهد بود. به منظور انتخاب برترین تیمار از بین تیمارهای مورد مطالعه و رتبه‌بندی تیمارها می‌توان بر اساس مقدار منافع خالص تیمار یا بر اساس میزان نسبت منفعت به هزینه تیمارهای مختلف اقدام نمود.

(۱)

$$\text{منافع خالص تیمار} = [(B_i + C_1) - (C_i + B_1)]$$

(۲)

$$\text{نسبت منفعت به هزینه تیمارها} = (B_i + C_1) / [(C_i + B_1)]$$

البته تحلیل فرضیه اقتصادی و غیراقتصادی بودن جایگزینی تیمارها در روش بودجه‌بندی جزئی نشان می‌دهد که اگر سایر تیمارها به جای تیمار برتر جایگزین گردد، وضعیت درآمد و هزینه‌های تیمارها چگونه خواهد بود. در مباحث اقتصادی، معمولاً هنگامی که نتایج به دست آمده از اجرای پروژه مربوط به سال‌های مختلف باشد، نمی‌توان نتایج پیش‌بینی شده مربوط به هزینه/درآمدها را مستقیماً با هم جمع کرد، بلکه ابتدا بایستی ارزش زمانی پول با نرخ سپرده بلندمدت بانک‌ها به ارزش کنونی مشخص و سپس ارزش کنونی خالص (NPV) و نسبت فایده به هزینه به عنوان شاخص‌های سودآوری تعیین گردد. به همین منظور جهت معادل‌سازی ارقام از فرمول پرداخت یک‌بار در اقتصاد مهندسی استفاده شد و ارزش کنونی و نسبت فایده به هزینه با استفاده از روابط زیر برآورد شد. البته اگر ارزش حال خالص تیمار مثبت باشد، اجرای تیمار اقتصادی خواهد بود (Soltani, 2008).

(۳)

$$F = P(1+i)^t$$

(۴)

$$NPV_i = PV(B)_i - PV(TC)_i$$

کیلوگرم لگوم‌های علوفه‌ای طبق نظر برخی شرکت‌ها از جمله شرکت کشت و صنعت دامپروری صفار ورامین، در سال‌های ۹۷ و ۹۸ قیمت فروش هر کیلو لگوم‌های علوفه‌ای تر سیلویی (خلر، ماشک و...) با ماده خشک ۵ تا ۳۰ درصد به‌ترتیب ۴۲۵۰ و ۵۰۰۰ ریال ذکر شده است. البته قیمت فروش هر کیلوگرم لگوم‌های علوفه‌ای خشک برابر قیمت یونجه خشک در مناطق بیان گردیده است. طبق اطلاعات هزینه فروش محصولات در مناطق روستایی در سال ۹۷، قیمت فروش هر کیلو یونجه خشک در استان گلستان ۱۵۰۰۰ ریال و در سال ۹۸ برای استان گلستان ۱۶۹۲۸/۲ مدنظر قرار گرفته است.

نتایج و بحث

عملکرد و هزینه تولید محصولات

در محل اجرای گلستان، در سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ میانگین عملکرد علوفه‌تر و خشک باقلا رقم برکت به‌ترتیب ۶۰۱۶۵ و ۸۹۸۰ کیلوگرم در هکتار و دارای بیشترین عملکرد در هکتار نسبت به سایر محصولات بوده است. هزینه تولید باقلا رقم برکت ۳۵/۳ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد. در مقایسه بین ارقام مختلف ماشک، میانگین عملکرد علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی به‌ترتیب ۴۸۷۵۵ و ۸۷۳۰ کیلوگرم در هکتار و دارای بیشترین عملکرد در هکتار بوده است. هزینه تولید ماشک‌ها در منطقه هدف ۲۲/۲ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد که کمترین میزان می‌باشد. در مقایسه ارقام مختلف نخود داخلی و خارجی، میانگین عملکرد علوفه تر نخود علوفه‌ای داخلی و خارجی پایونیر به‌ترتیب ۳۲۳۶۰ و ۳۸۷۵۵ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد علوفه خشک نخود علوفه‌ای داخلی و خارجی پایونیر به‌ترتیب ۶۲۹۰ و ۷۱۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد علوفه‌تر و خشک لگوم علوفه‌ای خلر به‌ترتیب ۲۹۵۶۰ و ۶۱۱۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (جدول ۱).

سودآوری تولید محصولات

درآمد ناخالص و خالص

در محل اجرای گلستان، در سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷، میانگین درآمد خالص علوفه‌تر باقلا رقم برکت و علوفه خشک ماشک معمولی به‌ترتیب ۲۴۲/۳ و ۱۱۷/۵ میلیون ریال در هکتار و دارای بیشترین سودآوری بوده است. در مقایسه بین ارقام مختلف ماشک، میانگین درآمد خالص علوفه تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی به‌ترتیب ۲۰۳/۸ و ۱۱۷/۵ میلیون ریال در هکتار و بیشترین بوده است. در مقایسه ارقام مختلف نخود داخلی و خارجی، میانگین درآمد

در روش تحلیل نسبت منفعت به هزینه برای انتخاب سودآورترین تیمار، ابتدا میانگین منافع و هزینه تیمارهای مختلف در سال‌های آزمایش در طرح آزمایشی محاسبه و سپس نسبت میانگین منافع سالانه و یا معادل ارزش حال منافع به معادل ارزش حال هزینه تیمارهای مختلف در طرح برآورد می‌گردد. نسبت محاسبه شده با معیار یک مقایسه شده در صورتی که این نسبت بزرگتر از عدد یک باشد، تیمار از نظر اقتصادی قابل قبول و در غیر این صورت، رد خواهد شد:

(۵)

$$B/C = \frac{PV(B)_t}{PV(TC)_t}$$

F: ارزش آتی هزینه/درآمد تیمار i ام، P: ارزش کنونی هزینه/درآمد تیمار i ام، NPV_t: ارزش حال خالص تیمار i ام، $PV(B)_t$: ارزش حال منافع سرمایه‌گذاری در تیمار i ام، $PV(TC)_t$: ارزش حال هزینه‌های سرمایه‌گذاری در تیمار i ام، BCR (B/C): نسبت منفعت به هزینه تیمار i ام، t: سال تحلیل و i: نرخ تنزیل می‌باشد.

بازده فروش محصول، حاصل نسبت میزان سود حاصل از کشت محصول به ارزش ناخالص محصول تولیدی است و نشان می‌دهد به ازای یک ریال فروش محصول، چند درصد سود به حاصل می‌گردد. درصد بازگشت هزینه یا درصد بازده هزینه، حاصل نسبت میزان سود حاصل از کشت محصول به سرمایه صرف‌شده می‌باشد و نشان می‌دهد به ازای یک ریال هزینه و سرمایه‌گذاری در تولید محصول، چند درصد سود حاصل می‌شود.

(۶)

$$SRP_c = \frac{NB_t}{GB_t} \times 100$$

(۷)

$$IRP_c = \frac{NB_t}{TC_t} \times 100$$

NB: سود ناشی از کشت تیمار، GB و TC به‌ترتیب ارزش ناخالص و هزینه تولید کشت تیمار، SRP و IRP به ترتیب درصد بازده فروش و درصد بازگشت هزینه (درصد بازده هزینه) محصول تولیدی می‌باشند.

به منظور دستیابی به اطلاعات، ابتدا پرسشنامه‌های یادداشت‌برداری اقتصادی در ابتدای اجرای پژوهش تنظیم و با کمک پژوهشگر زراعی در محل اجرای تحقیق، داده‌های لازم در طول سال‌های اجرا جمع‌آوری شد. ضمناً برای دستیابی به برخی اطلاعات از جمله قیمت فروش محصولات در سال‌های مطالعه، از کتاب هزینه فروش محصولات در مناطق روستایی در منطقه هدف استفاده گردید. در خصوص قیمت فروش هر

خالص علوفه‌تر نخود علوفه‌ای داخلی و رقم خارجی به‌ترتیب ۱۲۰/۹ و ۱۳۲ میلیون ریال در هکتار و میانگین درآمد خالص علوفه خشک نخود علوفه‌ای داخلی و رقم خارجی به‌ترتیب ۷۱/۵ و ۶۸ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد. میانگین درآمد خالص لگوم علوفه‌ای رقم محلی خلر به‌ترتیب ۱۱۰/۷ و ۷۱/۶ میلیون ریال در هکتار برآورد گردید (جداول ۲ و ۳).

ارزش کنونی شاخص‌های سودآوری

طبق جدول نتایج ۴ و ۵، در محل اجرای گلستان، میانگین ارزش کنونی درآمد خالص علوفه‌تر باقلا رقم برکت و علوفه خشک ماشک معمولی در سال‌های آزمایش به‌ترتیب ۲۶۵/۳ و ۱۲۸/۱ میلیون ریال در هکتار محاسبه، به‌طوری‌که نسبت به سایر لگوم‌های علوفه‌ای بیشتر بوده است. نسبت فایده هزینه محاسبه‌شده برای تولید علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی نشان می‌دهد که به ازای یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید این ارقام به‌ترتیب ۱۰/۲ و ۶/۳ ریال منفعت به همراه دارد. بازده فروش برآوردشده برای علوفه تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی نشان

می‌دهد که به ازای یک ریال فروش این محصول به‌ترتیب ۹۰/۲ و ۸۴/۱ درصد سود به همراه دارد. درصد بازده هزینه برآوردشده برای علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی نشان می‌دهد که به ازای یک ریال صرف هزینه برای تولید این محصول به‌ترتیب ۸۱/۸ و ۴۲۹/۳ درصد سود به همراه دارد. در مقایسه بین ارقام مختلف باقلا، میانگین ارزش کنونی درآمد خالص تولید علوفه‌تر باقلا رقم برکت در سال‌های آزمایش ۲۶۵/۳ میلیون ریال در هکتار و بیشتر از بقیه محاسبه شد. نسبت فایده هزینه محاسبه‌شده برای این محصول نشان می‌دهد که به ازای یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید این محصول ۷/۹ ریال منفعت به همراه دارد. بازده فروش نشان می‌دهد که به ازای یک ریال فروش این محصول ۸۷/۳ درصد سود به همراه دارد. درصد بازده هزینه نشان می‌دهد که به ازای یک ریال هزینه برای تولید این محصول ۵۸۶/۴ درصد سود به همراه دارد. از طرفی، ارزش کنونی درآمد خالص تولید علوفه خشک ماشک معمولی در سال‌های آزمایش ۱۲۸/۱ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد.

جدول ۱- عملکرد و هزینه تولید لگوم‌های علوفه‌ای در مزارع آزمایشی استان گلستان در سال‌های مختلف

Table 1. Yield and production cost of forage legumes in experimental farms of Gholestan province in different years

تیمارها Treatments	میانگین عملکرد علوفه‌تر (کیلوگرم در هکتار) Means of (kg/ha)			میانگین عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Means of (kg/ha)			هزینه تولید (میلیون ریال در هکتار) Production cost (Iranian million rials/ha)		
	2017-2018	2018-2019	Mean	2017-2018	2018-2019	Mean	2017-2018	2018-2019	Mean
	2017-2018	2018-2019	Mean	2017-2018	2018-2019	Mean	2017-2018	2018-2019	Mean
خلر (رقم محلی) Grass pea (Local cultivar)	29130	29990	29560	5980	6250	6115	24.4	28	26.2
نخود علوفه‌ای داخلی Fodder green pea of internal	33530	31190	32360	6910	5670	6290	26.3	30.3	28.3
نخود علوفه‌ای پایونیر Fodder green pea of Pioneer	41060	36450	38755	7390	6960	7175	43.1	49.6	46.4
ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch	47640	49870	48755	8120	9030	8575	20.6	23.7	22.2
ماشک معمولی Common vetch	43060	46270	44665	8390	9070	8730	20.6	23.7	22.2
ماشک پانونیکا Hungarian vetch	42240	45360	43800	7800	8380	8090	33	37.9	35.5
باقلا (رقم برکت) Faba bean (Barkat cultivar)	61910	58420	60165	9530	8430	8980	32.8	37.8	35.3
باقلا (رقم شادان) Faba bean (Shadan variety)	61330	57930	59630	8770	8230	8500	31.6	36.4	34
باقلا (رقم مهتا) Faba bean (Mahta cultivar)	50990	48070	49530	6940	6760	6850	31.6	36.4	34
باقلا (رقم فیض) Faba bean (Feyz cultivar)	50650	48650	49650	6810	6680	6745	32.5	37.4	35

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲- درآمد تولید علوفه تر در مزارع آزمایشی استان گلستان در سال‌های مختلف

Table 2. Income of fresh forage in experimental farms of Gholestan province in different years

تیمارها Treatments	درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار) Gross income (Iranian million rials/ha)			درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار) Net income (Iranian million rials/ha)		
	2017-2018	2018-2019	Mean	2017-2018	2018-2019	Mean
خار (رقم محلی) Grass pea (Local cultivar)	123.8	150	136.9	99.4	122	110.7
نخود علوفه‌ای داخلی Fodder green pea of internal	142.5	156	149.2	116.2	125.7	120.9
نخود علوفه‌ای پایونیر Fodder green pea of Pioneer	174.5	182.3	178.4	131.4	132.7	132
ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch	202.5	249.4	225.9	181.9	225.7	203.8
ماشک معمولی Common vetch	183	231.4	207.2	162.4	207.7	185
ماشک پانونیکا Hungarian vetch	179.5	226.8	203.2	146.5	188.9	167.7
باقلا (رقم برکت) Faba bean (Barkat cultivar)	263.1	292.1	277.6	230.3	254.3	242.3
باقلا (رقم شادان) Faba bean (Shadan variety)	260.7	289.7	275.2	229.1	253.3	241.2
باقلا (رقم مهتا) Faba bean (Mahta cultivar)	216.7	240.4	228.5	185.1	204	194.5
باقلا (رقم فیض) Faba bean (Feyz cultivar)	215.3	243.3	229.3	182.8	205.9	194.3

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳- درآمد تولید علوفه خشک در مزارع آزمایشی استان گلستان در سال‌های مختلف

Table 3. Income of dry forage in experimental farms of Gholestan province in different years

تیمارها Treatments	درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار) Gross income (Iranian million rials/ha)			درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار) Net income (Iranian million rials/ha)		
	2017-2018	2018-2019	Mean	2017-2018	2018-2019	Mean
خار (رقم محلی) Grass pea (Local cultivar)	89.7	105.8	97.8	65.3	77.8	71.6
نخود علوفه‌ای داخلی Fodder green pea of internal	103.7	96	99.8	77.4	65.7	71.5
نخود علوفه‌ای پایونیر Fodder green pea of Pioneer	110.9	117.8	114.3	67.8	68.2	68
ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch	121.8	152.9	137.3	101.2	129.2	115.2
ماشک معمولی Common vetch	125.9	153.5	139.7	105.3	129.8	117.5
ماشک پانونیکا Hungarian vetch	117	141.9	129.4	84	104	94
باقلا (رقم برکت) Faba bean (Barkat cultivar)	143	142.7	142.8	110.2	104.9	107.5
باقلا (رقم شادان) Faba bean (Shadan variety)	131.6	139.3	135.4	100	102.9	101.4
باقلا (رقم مهتا) Faba bean (Mahta cultivar)	104.1	114.4	109.3	72.5	78	75.3
باقلا (رقم فیض) Faba bean (Feyz cultivar)	102.2	113.1	107.6	69.7	75.7	72.7

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نسبت فایده هزینه نشان می‌دهد که به ازای یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید علوفه خشک این محصول ۶/۳ ریال منفعت به همراه دارد. بازده فروش نشان می‌دهد که به ازای یک ریال فروش این محصول ۸۴/۱ درصد سود به همراه دارد. در مقایسه بین ارقام مختلف نخود، میانگین ارزش کنونی درآمد خالص تولید علوفه‌تر نخود علوفه‌ای خارجی در سال‌های آزمایش به ترتیب ۱۴۵/۲ و علوفه خشک نخود علوفه‌ای خارجی ۷۹/۳۵ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد. نسبت فایده هزینه برای تولید علوفه‌تر و خشک نخود علوفه‌ای لامعی نشان می‌دهد که به ازای یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید این محصول به ترتیب ۵/۳ و ۳/۶ ریال منفعت به همراه دارد. بازده فروش برآوردشده برای تولید علوفه‌تر و خشک این محصول نشان می‌دهد که به ازای یک ریال فروش این محصول به ترتیب ۷۱/۶ درصد سود به همراه دارد. درصد بازده هزینه برآوردشده برای تولید علوفه‌تر و خشک این محصول نشان می‌دهد که به ازای یک ریال صرف هزینه برای تولید این محصول به ترتیب

۳۲۷/۲ و ۱۵۲/۶ درصد سود به همراه دارد. میانگین ارزش کنونی درآمد خالص تولید علوفه‌تر و خشک رقم دیم خلر به ترتیب ۱۲۰/۶ و ۷۸/۱ میلیون ریال در هکتار برآورد گردید. نسبت فایده هزینه تولید علوفه‌تر و خشک رقم دیم خلر به ترتیب ۵/۲ و ۳/۷ برآورد گردید. بازده فروش تولید علوفه‌تر و خشک رقم دیم خلر به ترتیب ۸۰/۹ و ۷۳/۲ درصد محاسبه شد. درصد بازده هزینه تولید علوفه‌تر و خشک رقم دیم خلر به ترتیب ۳۲۲/۵ و ۱۷۳/۳ درصد محاسبه شد.

با توجه به نتایج ارزیابی زراعی و اقتصادی و مقایسه جایگزینی تیمارها با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی مندرج در جداول (۶ و ۷)، مشاهده می‌شود که از نظر عملکردی و ارجحیت زراعی، علوفه‌تر و خشک باقلا رقم برکت در استان گلستان توصیه شده است. از منظر اقتصادی، تولید علوفه‌تر ماشک گل‌خوشه‌ای زنجان و تولید علوفه خشک ماشک معمولی لامعی به دلیل هزینه تولید پایین و سودآوری بیشتر، تیمار مناسب توصیه شده است.

جدول ۴- میانگین ارزش کنونی خالص لگوم‌های علوفه‌ای در استان گلستان در سال‌های آزمایش واحد: میلیون ریال در هکتار

Table 4. Means of Net Present Value of forage legumes in experimental farms of Gholestan province in different years
unit: Iranian million rials/ha

تیمارها Treatments	میانگین ارزش کنونی هزینه Means of present value of cost	علوفه تر fresh forage		علوفه خشک dry forage	
		میانگین ارزش کنونی درآمد ناخالص Means of present value of Gross income	میانگین ارزش کنونی درآمد خالص Means of present value of Net income	میانگین ارزش کنونی درآمد ناخالص Means of present value of Gross income	میانگین ارزش کنونی درآمد خالص Means of present value of Net income
خلر (رقم محلی) Grass pea (Local cultivar)	28.6	149.3	120.6	106.7	78.1
نخود علوفه‌ای داخلی Fodder green pea of internal	30.9	163.5	132.5	110.2	79.3
نخود علوفه‌ای پایونیر Fodder green pea of Pioneer	50.7	195.8	145.2	125.4	74.8
ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch	24.2	246.2	221.9	149.5	125.3
ماشک معمولی Common vetch	24.2	225.5	201.3	152.3	128.1
ماشک پانونیکا Hungarian vetch	38.8	221.1	182.4	141.1	102.4
باقلا (رقم برکت) Faba bean (Barkat cultivar)	38.6	303.9	265.3	157.1	118.5
باقلا (رقم شادان) Faba bean (Shadan variety)	37.2	301.2	264.1	148.6	111.4
باقلا (رقم مهتا) Faba bean (Mahta cultivar)	37.2	250.2	213	119.7	82.5
باقلا (رقم فیض) Faba bean (Feyz cultivar)	38.2	250.8	212.6	117.8	79.6

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۵- میانگین نسبت فایده به هزینه، درصد بازده فروش و بازده سرمایه‌گذاری لگوم‌های علوفه‌ای در استان گلستان
Table 5. Means of Benefit cost ratio and the percentage of sale return and investment return of forage legumes of Gholestan province

تیمارها Treatments	علوفه تر fresh forage				علوفه خشک dry forage			
	میانگین نسبت فایده به هزینه Means of Benefit cost ratio	میانگین درصد بازده فروش Means of the percent of sale return	میانگین درصد بازده هزینه Means of the percent of cost return	رتبه‌بندی تیمارها براساس نسبت فایده به هزینه Ranking of treatment based on Benefit cost ratio	میانگین نسبت فایده به هزینه Means of Benefit cost ratio	میانگین درصد بازده هزینه Means of the percent of cost return	میانگین درصد بازده هزینه Means of the percent of cost return	رتبه‌بندی تیمارها براساس نسبت فایده به هزینه Ranking of treatment based on Benefit cost ratio
خلر (رقم محلی) Grass pea (Local cultivar)	5.2	80.9	322.5	9	3.7	73.2	173.3	5
نخود علوفه‌ای داخلی Fodder green pea of internal	5.3	81	327.2	8	3.6	71.6	152.6	6
نخود علوفه‌ای پایونیر Fodder green pea of Pioneer	3.9	74	184.5	10	2.5	59.5	46.5	10
ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch	10.2	90.2	818	1	6.2	83.9	418.9	2
ماشک معمولی Common vetch	9.3	89.3	733.3	2	6.3	84.1	429.3	1
ماشک پانونیکا Hungarian vetch	5.7	82.6	372.4	7	3.6	72.6	164.8	7
باقلا (رقم برکت) Faba bean (Barkat cultivar)	7.9	87.3	586.4	4	4.1	75.3	204.5	3
باقلا (رقم شادان) Faba bean (Shadan variety)	8.1	87.6	609.4	3	4	74.9	198.2	4
باقلا (رقم مهتا) Faba bean (Mahta cultivar)	6.7	85.1	472.1	5	3.2	68.9	121.5	8
باقلا (رقم فیض) Faba bean (Feyz cultivar)	6.6	84.8	455.1	6	3.1	67.5	107.7	9

ماخذ: یافته‌های تحقیق

۳۵/۵ میلیون ریال در هکتار، میانگین هزینه تولید ارقام نخود علوفه‌ای داخلی و خارجی به‌ترتیب ۲۸/۳ و ۴۶/۴ میلیون ریال در هکتار، میانگین هزینه تولید ارقام داخلی باقلا و خلر به ترتیب ۳۴/۶ و ۲۶/۲ میلیون ریال در هکتار برآورد شد. میانگین ارزش کنونی خالص علوفه تر ماشک گل‌خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی در سال‌های آزمایش به‌ترتیب ۲۲۱/۹ و ۱۲۸/۱ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد، به طوری که نسبت به سایر لگوم‌های علوفه‌ای بیشتر بوده است.

برآوردها نشان می‌دهد که نسبت منفعت به هزینه برای تمامی تیمارهای آزمایش بیشتر از یک برآورد شد که نشان دهنده اقتصادی بودن کشت لگوم‌های مورد بررسی در منطقه هدف می‌باشد.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به‌دست‌آمده در محل اجرای گلستان، میانگین هزینه تولید ارقام ماشک داخلی و خارجی به‌ترتیب ۲۲/۲ و

جدول ۶- نتایج حاصل از روش بودجه‌بندی جزئی در تیمارهای مختلف؛ واحد: میلیون ریال
Table 6. Results due to Parsial Budgeting method in different treatments unit: Iranian million rials

مقایسه جایگزینی محصول علوفه‌ای Replacement comparison of forage plant	میانگین تغییرات هزینه ناشی از جایگزینی Means of change cost due to replacement	علوفه تر fresh forage			علوفه خشک dry forage		
		میانگین تغییرات درآمد ناشی از جایگزینی Means of change income due to replacement	منافع خالص تیمار (B _i + C ₁) - (C _i + B _i) Net income of treatment	نتیجه انتخاب Results of select	میانگین تغییرات درآمد ناشی از جایگزینی Means of change income due to replacement	منافع خالص تیمار (B _i + C ₁) - (C _i + B ₁) Net income of treatment	نتیجه انتخاب Results of select
خلر با نخود داخلی Grass pea with green pea of interna	2.1	12.3	10.2	نخود داخلی pea of internal	2	-0.1	خلر Grass pea
خلر با نخود پایونیر Grass pea with pea of pioneer	20.2	41.5	21.3	نخود پایونیر pea of pioneer	16.5	-3.7	خلر Grass pea
خلر با ماشک گل خوشه‌ای Grass pea with Hairy vetch	-4	89	93	ماشک گل خوشه‌ای Hairy vetch	39.5	43.5	ماشک گل خوشه‌ای Hairy vetch
خلر با ماشک معمولی Grass pea with Common vetch	-4	70.3	74.3	ماشک معمولی Common vetch	41.9	45.9	ماشک معمولی Common vetch
خلر با ماشک پانونیکا Grass pea with Hungarian vetch	9.3	66.3	57	ماشک پانونیکا Hungarian vetch	31.6	22.3	ماشک پانونیکا Hungarian vetch
خلر با باقلای برکت Grass pea with Faba bean of Barkat	9.1	140.7	131.6	باقلاي برکت Faba bean of Barkat	45	35.9	باقلاي برکت Faba bean of Barkat
خلر با باقلای شادان Grass pea with Faba bean of Shadan	7.8	138.3	130.5	باقلاي شادان Faba bean of Shadan	37.6	29.8	باقلاي شادان Faba bean of Shadan
خلر با باقلای مهتا Grass pea with Faba bean of Mahta)	7.8	91.6	83.8	باقلاي مهتا Faba bean of Mahta	11.5	3.7	باقلاي مهتا Faba bean of Mahta
خلر با باقلای فیض Grass pea with Faba bean of Feyz	8.8	92.4	83.6	باقلاي فیض Faba bean of Feyz	9.8	1	باقلاي فیض Faba bean of Feyz
نخود داخلی با نخود پایونیر pea of internal with pea of pioneer	18.1	29.2	11.1	نخود پایونیر pea of pioneer	14.5	-3.6	نخود داخلی pea of internal
نخود داخلی با ماشک گل خوشه‌ای pea of internal with Hairy vetch	-6.1	76.7	82.8	ماشک گل خوشه‌ای Hairy vetch	37.5	43.6	ماشک گل خوشه‌ای Hairy vetch
نخود داخلی با ماشک معمولی pea of internal with Common vetch	-6.1	58	64.1	ماشک معمولی Common vetch	39.9	46	ماشک معمولی Common vetch
نخود داخلی با ماشک پانونیکا pea of internal with Hungarian vetch	7.2	54	46.8	ماشک پانونیکا Hungarian vetch	29.6	22.4	ماشک پانونیکا Hungarian vetch
نخود داخلی با باقلای برکت pea of internal with Faba bean of Barkat	7	128.4	121.4	باقلاي برکت Faba bean of Barkat	43	36	باقلاي برکت Faba bean of Barkat
نخود داخلی با باقلای شادان pea of internal with Faba bean of Shadan	5.7	126	120.3	باقلاي شادان Faba bean of Shadan	35.6	29.9	باقلاي شادان Faba bean of Shadan
نخود داخلی با باقلای مهتا pea of internal with Faba bean of Mahta	5.7	79.3	73.6	باقلاي مهتا Faba bean of Mahta	9.5	3.8	باقلاي مهتا Faba bean of Mahta
نخود داخلی با باقلای فیض pea of internal with Faba bean of Feyz	6.7	80.1	73.4	باقلاي فیض Faba bean of Feyz	7.8	1.1	باقلاي فیض Faba bean of Feyz
نخود پایونیر با ماشک گل خوشه‌ای pea of pioneer with Hairy vetch	-24.2	47.5	71.7	ماشک گل خوشه‌ای Hairy vetch	23	47.2	ماشک گل خوشه‌ای Hairy vetch
نخود پایونیر با ماشک معمولی pea of pioneer with Common vetch	-24.2	28.8	53	ماشک معمولی Common vetch	25.4	49.6	ماشک معمولی Common vetch

ماشک پانونیکا	26	15.1	ماشک پانونیکا	35.7	24.8	-10.9	نخود پایونیر با ماشک پانونیکا
Hungarian vetch			Hungarian vetch				pea of pioneer with Hungarian vetch
باقلائی برکت	39.6	28.5	باقلائی برکت	110.3	99.2	-11.1	نخود پایونیر با باقلائی برکت
Faba bean of Barkat			Faba bean of Barkat				pea of pioneer with Faba bean of Barkat
باقلائی شادان	33.5	21.1	باقلائی شادان	109.2	96.8	-12.4	نخود پایونیر با باقلائی شادان
Faba bean of Shadan			Faba bean of Shadan				pea of pioneer with Faba bean of Shadan
باقلائی مهتا	7.4	-5	باقلائی مهتا	62.5	50.1	-12.4	نخود پایونیر با باقلائی مهتا
Faba bean of Mahta			Faba bean of Mahta				pea of pioneer with Faba bean of Mahta
باقلائی فیض	4.7	-6.7	باقلائی فیض	62.3	50.9	-11.4	نخود پایونیر با باقلائی فیض
Faba bean of Feyz			Faba bean of Feyz				pea of pioneer with Faba bean of Feyz
ماشک معمولی	2.4	2.4	ماشک گل خوشه‌ای	-18.7	-18.7	0	ماشک گل خوشه‌ای با ماشک معمولی
Common vetch			Hairy vetch				Hairy vetch with Common vetch
ماشک گل خوشه‌ای	-21.2	-7.9	ماشک پانونیکا	36	-22.7	13.3	ماشک گل خوشه‌ای با ماشک پانونیکا
Hairy vetch			Hungarian vetch				Hairy vetch with Hungarian vetch
ماشک گل خوشه‌ای	-7.6	5.5	باقلائی برکت	38.6	51.7	13.1	ماشک گل خوشه‌ای با باقلائی برکت
Hairy vetch			Faba bean of Barkat				Hairy vetch with Faba bean of Barkat
ماشک گل خوشه‌ای	-13.7	-1.9	باقلائی شادان	37.5	49.3	11.8	ماشک گل خوشه‌ای با باقلائی شادان
Hairy vetch			Faba bean of Shadan				Hairy vetch with Faba bean of Shadan
ماشک گل خوشه‌ای	-39.8	-28	ماشک گل خوشه‌ای	-9.2	2.6	11.8	ماشک گل خوشه‌ای با باقلائی مهتا
Hairy vetch			Hairy vetch				Hairy vetch with Faba bean of Mahta
ماشک گل خوشه‌ای	-42.5	-29.7	ماشک گل خوشه‌ای	-9.4	3.4	12.8	ماشک گل خوشه‌ای با باقلائی فیض
Hairy vetch			Hairy vetch				Hairy vetch with Faba bean of Feyz
ماشک معمولی	-23.6	-10.3	ماشک پانونیکا	-17.3	-4	13.3	ماشک معمولی با ماشک پانونیکا
Common vetch			Hungarian vetch				Common vetch with Hungarian vetch
ماشک معمولی	-10	3.1	باقلائی برکت	57.3	70.4	13.1	ماشک معمولی با باقلائی برکت
Common vetch			Faba bean of Barkat				Common vetch with Faba bean of Barkat
ماشک معمولی	-16.1	-4.3	باقلائی شادان	56.2	68	11.8	ماشک معمولی با باقلائی شادان
Common vetch			Faba bean of Shadan				Common vetch with Faba bean of Shadan
ماشک معمولی	-42.2	-30.4	باقلائی مهتا	9.5	21.3	11.8	ماشک معمولی با باقلائی مهتا
Common vetch			Faba bean of Mahta				Common vetch with Faba bean of Mahta
ماشک معمولی	-44.9	-32.1	باقلائی فیض	9.3	22.1	12.8	ماشک معمولی با باقلائی فیض
Common vetch			Faba bean of Feyz				Common vetch with Faba bean of Feyz
باقلائی برکت	13.6	13.4	باقلائی برکت	74.6	74.4	-0.2	ماشک پانونیکا با باقلائی برکت
Faba bean of Barkat			Faba bean of Barkat				Hungarian vetch with Faba bean of Barkat
باقلائی شادان	7.5	6	باقلائی شادان	73.5	72	-1.5	ماشک پانونیکا با باقلائی شادان
Faba bean of Shadan			Faba bean of Shadan				Hungarian vetch with Faba bean of Shadan
ماشک پانونیکا	-18.6	-20.1	باقلائی مهتا	23.8	25.3	-1.5	ماشک پانونیکا با باقلائی مهتا
Hungarian vetch			Faba bean of Mahta				Hungarian vetch with Faba bean of Mahta
ماشک پانونیکا	-21.3	-21.8	باقلائی فیض	26.6	26.1	-0.5	ماشک پانونیکا با باقلائی فیض
Hungarian vetch			Faba bean of Feyz				Hungarian vetch with Faba bean of Feyz
باقلائی برکت	-6.1	-7.4	باقلائی برکت	-1.1	-2.4	-1.3	باقلائی برکت با باقلائی شادان
Faba bean of Barkat			Faba bean of Barkat				Faba bean of Barkat with Faba bean of Shadan
باقلائی برکت	-32.2	-33.5	باقلائی برکت	-47.8	-49.1	-1.3	باقلائی برکت با باقلائی مهتا
Faba bean of Barkat			Faba bean of Barkat				Faba bean of Barkat with Faba bean of Mahta
باقلائی برکت	-34.9	-35.2	باقلائی برکت	-48	-48.3	-0.3	باقلائی برکت با باقلائی فیض
Faba bean of Barkat			Faba bean of Barkat				Faba bean of Barkat with Faba bean of Feyz

باقلائی شادان با باقلای مهتا Faba bean of Shadan with Faba bean of Mahta	0	-46.7	-46.7	باقلائی شادان Faba bean of Shadan	-26.1	-26.1	باقلائی شادان Faba bean of Shadan
باقلائی شادان با باقلای فیض Faba bean of Shadan with Faba bean of Feyz	1	-45.9	-44.9	باقلائی شادان Faba bean of Shadan	-27.8	-28.8	باقلائی شادان Faba bean of Shadan
باقلائی مهتا با باقلای فیض Faba bean of Mahta with Faba bean of Feyz	1	0.8	-0.2	باقلائی مهتا Faba bean of Mahta	-1.7	-2.7	باقلائی مهتا Faba bean of Mahta

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- رتبه‌بندی و انتخاب تیمارها/ محصولات با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی
Table 7. Ranking and selecting of treatments/ crops using Parsial Budgeting methid

رتبه‌بندی Ranking	علوفه خشک dry forage	علوفه تر fresh forage
1	Common vetch of Zanjan ماشک معمولی زنجان	Hairy vetch of Zanjan ماشک گل خوشه‌ای زنجان
2	Hairy vetch of Zanjan ماشک گل خوشه‌ای زنجان	Common vetch of Zanjan ماشک معمولی زنجان
3	Faba bean of Barkat cultivar باقلا رقم برکت	Faba bean of Shadan cultivar باقلا رقم شادان
4	Faba bean of Shadan cultivar باقلا رقم شادان	Faba bean of Barkat cultivar باقلا رقم برکت
5	Grass pea (Local cultivar) خلر (رقم محلی)	Faba bean of Mahta cultivar باقلا رقم مهتا
6	Fodder green pea of interval نخود علوفه‌ای داخلی	Faba bean of Feyz cultivar باقلا رقم فیض
7	Hungarian vetch ماشک پانونیکا	Hungarian vetch ماشک پانونیکا
8	Faba bean of Mahta cultivar باقلا رقم مهتا	Fodder green pea of interval نخود علوفه‌ای داخلی
9	Faba bean of Feyz cultivar باقلا رقم فیض	Grass pea (Local cultivar) خلر (رقم محلی)
10	Fodder green pea of Pioneer نخود علوفه‌ای پایونیر	Fodder green pea of Pioneer نخود علوفه‌ای پایونیر

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در مطالعه انجام‌شده توسط برخی محققان در استان گلستان، بازده فروش باقلا، ماشک و خلر به‌ترتیب ۳۸/۳، ۲۵/۶ و ۲۲/۶ درصد بوده است که دلالت بر سودآوری بودن کشت این محصولات علوفه‌ای دارد. البته تولید نخود، دارای سودآوری منفی و مقرون‌به‌صرفه نبوده است (Sabeti et al, 2017). در مطالعه حاضر هم میانگین بازده فروش علوفه‌تر ارقام باقلا، ماشک، خلر و نخود مثبت و به‌ترتیب ۸۶/۲، ۸۷/۴، ۸۰/۹ و ۷۷/۵ درصد محاسبه شد که دلالت بر سودآوری این لگومها دارد و کاملاً با اکثر لگومهای مطالعه دیگران مطابقت دارد.

نسبت فایده هزینه محاسبه‌شده برای تولید علوفه‌تر ماشک گل خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی نشان می‌دهد که به ازای یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید این ارقام به‌ترتیب ۱۰/۲ و ۶/۳ ریال منفعت برای تولیدکننده به همراه دارد. بازده فروش برآوردشده برای علوفه‌تر ماشک گل خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی نشان می‌دهد که به ازای یک ریال فروش این ارقام ماشک‌ها به‌ترتیب ۹۰/۲ و ۸۴/۱ درصد سود به همراه دارد. بنابراین در استان هدف، از نظر اقتصادی به دلیل هزینه تولید پایین و سودآوری بیشتر، تولید علوفه‌تر ماشک گل خوشه‌ای و علوفه خشک ماشک معمولی توصیه شد.

منابع

- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdshah, H., and Kazemian, A. 2020. Agricultural statistics of the crop year 2018-2019. Volume One: Crops. Information and Communication Center, Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad Agriculture. 89 pages. (in Persian).
- Alizadeh, KH. 2015. Drought tolerant forage plants in rainfed conditions. Publication of Eslamic Azad University. (in Persian).
- Alizadeh, KH. 2019. Annual forage plants in rainfed conditions-Review article. Iranian Journal of Rainfed Agriculture 8(1): 95-120. (in Persian).
- Ates, S., Feindel, D., ELMoneim, A., and Ryan, J. 2014. Annual forage legumes in dryland agricultural systems of the West Asia and North Africa regions: Research achievements and future perspective. Grass and Forage Science 69: 17-31.

5. Bagheri, A., Nezami, A., and Soltani, M. 2000. Improvement of cool season pulse crops for tolerance against stresses. Agriculture Education and General Researches Organization Press, 445 p. (in Persian).
6. Cheragh Wesi, S., Zarafshani, K., and Sharafi, L. 2020. Investigating the innovation characteristics of acceptance of autumn Chickpea cultivation in Ravansar, Kermanshah: Application of rogers theory. Iranian Agricultural Extension and Education Sciences 16(1): 113-130. (in Persian).
7. Chowdhury, S.D., Sultana, Z., Ahammed, M., Chowdhury, B.L., Das, S.C., and Roy, B.C. 2005. The nutritional value of Khesari (*Lathyrus sativus*) for growing and laying pullets. Journal Poultry Science 42: 308-320.
8. Ghorbani, M., and Bagheri, A. 2018. The value of pulses goods and services in agronomic systems of Iran. Iranian Journal of Pulses Research 9(1): 78-98. (in Persian).
9. Ghotbi, V., Shahverdi, M., Feizbakhsh, M.T., and Sarparast, R. 2020. The comparison of qualitative and quantitative yield of annual forage legumes in autumn cultivation. Final Repot. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, 96 p. (in Persian).
10. Gupta, Y.P., and Kapoor, A.C. 1980. Chemical composition and protein quality of grain legumes. Indian Journal of Agricultural Science 50: 393-398.
11. Haciseferogullari, H., Gezer, I., Bahtiyarca, Y., and Menges, H.O. 2003. Determination of some chemical and physical properties of Sakiz faba bean (*Vicia faba* L. var major). Journal of Food Engineering 60: 475-479.
12. Jelenic, S., Mitrikeski, P.T., Papes, D., and Jelaska, S. 2000. Agrobacterium-mediated transformation of broad bean (*Vicia faba* L.). Food Technology and Biotechnology 38: 167-172.
13. Karadağ, Y., Özkurt, M., Akbay, S., and Kır, H. 2012. The determination of the yield and yield characteristics of some grasspea lines under Tokat-Kazova ecological conditions. Tarim Bilimleri Arastirma Dergisi 5: 11-13.
14. McVay, K.A., Radcliffe, D.E., and Hargrove, W.L. 1989. Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirements. Soil Science Society of America Journal 53: 1856-1862.
15. Saberi, A.R., Abyar, N.M., and Baseri, N. 2017. Economic study of production of new and forgotten fodder products in Golestan province. Research Results in Improving Crop 3(1): 1-20.
16. Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Legumes, John Wiley and Sons. Newyork, p: 3-14.
17. Soltani, G.R. 2008. Engineering Economics. Volume 11, Publication of Shiraz University, 328 p. (in Persian).
18. Smulikowska, S., Rybinski, W., Czerwinski, J., Taciak, M., and Mieczkowska, A. 2008. Evaluation of selected mutants of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) var. Crab as an ingredient in broiler chicken diet. Journal of Animal and Feed Sciences 17: 75-87.
19. Tekeli, A.S., and Ates, E. 2003. Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) lines. Journal of Central European Agriculture (online). Volume 4.
20. Vaz Patto, M.C., Skiba, B., Pang, E.C.K., Ochatt, S.J., Lambein, F., and Rubiales, D. 2006. Lathyrus improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical breeding to marker assisted selection. Euphytica 147: 133-147.
21. Wang, F., Chen, X., Chen, Q., Qin, X.C., and Li, Z.X., 2000. Dedermination of neurotoxin 3-N-oxalyl-L-2,3-diamino propionic acid and non-protein amino acids in *Lathyrus sativus* by precolumn derivatization with 1-fluoro-2,4-dinitrobenzene. Journal of Chromatography A 883: 113-118.



Economical comparison of planting of different forage legumes cultivars (Faba bean, Grass pea, Vetch, Green Pea) in Golestan province

Asadi^{1*}, Hormoz; Ghotbi², Vida; Feyzbakhsh³, Mohammad Taghi; and Sheikh⁴, Fateme

1. Assistant Professor in Agricultural Economic Researches, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; hormoz.asadi3@gmail.com
2. Assistant Professor in Maze and Forage Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; vida.ghotbi@gmail.com
3. Associate Professor, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran; feyz_54@yahoo.com
4. Associate Professor, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran; sheikhfatemeh@yahoo.com

The Dates:

Received: 28 January 2021; Revised: 29 August 2021
Accepted: 5 December 2022; Available Online: 22 December 2022

How to cite this article:

Asadi, H., Ghotbi, V., Feyzbakhsh, M.T., and Sheikh, F. 2022. Economical comparison of planting of different forage legumes cultivars (Faba bean, Grass pea, Vetch, Green Pea) in Golestan province. Iranian Journal of Pulses Research 13(2): 207-220. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2101-1000

Introduction

Legumes are the main source of protein in developing countries, so that its protein content is about twice that of cereals and a cheap source of protein of good quality and a good supplement to cereal protein. These plants are very important in low-input agricultural systems and have a special place in the rotation of some agricultural systems in the world, especially in arid areas, and play a significant role in food production in these countries.

Materials and Methods

In order to economical comparison of different cultivars production forage legumes and selecting of suitable legume, this research carried out in 2018 and 2019 in Golestan province. In this research, for determination of legumes quantity yield, randomized complete block design in three replications and for economic assessment used partial budgeting method, benefit cost ratio, the percent of sale return and the percent of cost return was used. Forage legumes including four cultivars of faba bean (Barkat, Feyz, Shadan and Mahta cultivars), grass pea (local cultivar), three cultivars of vetch (common, hairy and hungarian cultivars) and two cultivars of fodder green pea (internal and Pioneer cultivars) were evaluated in terms of quantitative traits of fresh, dry forage yield. In the partial budgeting method, the following calculations are required to decide on the choice of the most economical treatment among the different treatments in the form of a pilot project:

A) Calculating the benefits of performing different treatments: $(B_i + C_1)$

1- Increase of income: Calculation of increase of income that is obtained as a result of the implementation of the new treatment (B_i).

2- Reduction of costs: Calculation of the cost of the control treatment, which will no longer be necessary due to the implementation of the rival treatment (C_1).

B) Calculation of the cost of different treatments: $(C_i + B_1)$

Increase of expenses: calculation of costs that result from the implementation of the new treatment (C_i).

Income reduction: Calculation of income related to the control treatment that is lost due to the implementation of the competitor treatment (B_1).

*Corresponding Author: hormoz.asadi3@gmail.com

If the benefits of the treatment in question are more than its costs or in other words $(B_i + C_1) > (C_i + B_1)$, it shows that the study is more economically profitable than the control treatment and Otherwise, the control treatment will be superior to the desired treatment. In order to select the best treatment from the studied treatments and rank the treatments, it is possible to act based on the amount of net benefits of the treatment or based on the ratio of benefit to cost of different treatments. In economic context, usually when the results of a project are related to different years, it is not possible to sum up the projected results of costs / revenues directly, but first the time value of money at the deposit rate. Banks should be determined at present value and then net present value (NPV) and cost-benefit ratio as profitability indicators. For this purpose, was used engineering economics creteria.

Results and Discussion

According to the results, the yield of fresh forage production of hairy vetch variety and dry forage production of common vetch variety was estimated 48755 and 8730 kg/ha, respectively, in target regions. The mean of production cost of domestic and external vetch was estimated 22.2 and 35.5 Iranian million rials/ha, respectively. The mean of production cost of internal and external of fodder green pea was estimated as 28.3 and 46.4 Iranian million rials/ha, respectively. The mean of production cost of domestic of faba bean and grass pea was estimated as 34.6 and 26.2 Iranian million rials/ha, respectively. The mean of net present value of the fresh forage production of hairy vetch and dry forage production of common vetch was estimated as 221.9 and 128.1 Iranian million rials/ha, respectively, that is more than others forage legumes. The mean of benefit cost ratio of the fresh forage production of hairy vetch and dry forage production of common vetch was estimated 10.2 and 6.3 unit, respectively. The mean of sale return of the fresh forage production of hairy vetch and dry forage production of common vetch was estimated 90.2 and 84.1 percent, respectively.

Coclusion

In generally, economic results show that, due to low production costs and higher profitability, the fresh forage production of hairy vetch variety and dry forage production of common vetch variety were recommended to target region

Keywords: Forage plants; Gorgan; Partial Budgeting; Profitability

پژوهش‌های جویبار ایران

نشریه علمی - دو فصلنامه

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

مشخصات داوران سال (دوره) ۱۳ شماره ۲، نیمه دوم ۱۴۰۱، شماره پیاپی: ۲۶
(به ترتیب حروف الفبا)

دکتر	غلامعباس	اکبری	دانشکده کشاورزی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
دکتر	یحیی	امام	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
دکتر	محمدبهزاد	امیری	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	ابراهیم	ایزدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محمد	آرمین	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار
دکتر	حمیدرضا	بلوچی	دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج
دکتر	بهمن	پاسبان اسلام	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی
دکتر	کمال	حاج محمدنیا قالیباف	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سرور	خرمدل	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محمد	خیرخواه	مجتمع آموزش عالی شیروان
دکتر	پرویز	رضوانی مقدم	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محمود	رمرودی	دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
دکتر	راهله	رهباریان	دانشگاه پیام نور مرکز مشهد
دکتر	ناصر	شاهنوشی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	داود	صادق زاده اهری	مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور - مراغه
دکتر	حسین	صادقی نامقی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	رضا	صدرآبادی حقیقی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد
دکتر	لیدا	فکرت	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محمد	قربانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سید عبدالرضا	کاظمینی	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

دکتر	مرتضی	گلدانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	ناصر	مجنون حسینی	دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
دکتر	علی اکبر	محمودی	مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور
دکتر	علی اکبر	مقصودی مود	دانشگاه شهید باهنر کرمان

Title	Author(s)	Page
• Investigation of distribution and the loss assessment of <i>Helicoverpa armigera</i> in bean fields of Markazi province	Ashtari, Sedighe; Yousefi, Mazaher; and Goodarzi, Gholam Reza	160
• Effect of seed pre-treatment with biological and chemical agents and herbicide application on growth and yield of dry bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) landrace	Nejati-Sarvandani, Somayyeh; Mohammadvand, Elmira; Ehteshami, Seyyed Mohammad Reza	176
• Effect of pseudo-hormones growth regulators on growth and yield of two new Kabuli cultivars of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) in rainfed conditions	Sahraei, Sohrab; and Sepehri, Ali	191
• Economical comparison of planting of different forage legumes cultivars (Faba bean, Grass pea, Vetch, Green Pea) in Golestan province	Asadi, Hormoz; Ghotbi, Vida; Feyzbakhsh, Mohammad Taghi; and Sheikh, Fateme	207

Iranian Journal of Pulses Research

List of Articles
Vol. 13, No. 2, 2022, S. No.: 26

Title	Author(s)	Page
• Identification and selection of superior dryland Lentil (<i>Lens culinaris</i> Medik) genotypes using boundary lines in Iran cold areas	Feiziasl, Vali; Sadeghzadeh-Ahari, Davood; Mahmoudi, Ali Akbar; and Shobeiri, Seyyede Soodabeh	20
• The role of compost tea in mitigating the negative effects of drought stress caused by polyethyleneglycol in chickpea seeds (Adel cultivar) by evaluating germination indices	Ahmadpour, Raheleh; Bachari, Yasamin; and Hosseinzadeh, Saeed Reza	37
• Effect of combination of the humic acid and nano-Potassium fertilizer on yield, yield components and protein percentage of cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	Hosseininik, Mohammad Hossein; Shokuhfar, Alireza; Payandeh, Khoshnaz	50
• Effects of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds	Koocheki, Alireza; Nassiri Mahallati, Mahdi; Hatefi Farajian, Mohammad Hassan; and Hooshmand, Mina	62
• The effect of growing barley-faba bean on weed control and their yield	Thabih, Vahid; and Saeedipour, Saeed	79
• Investigation of photosynthetic and yield traits and the relationship between them in lentil genotypes under rainfed conditions	Shobeiri, Seyede Soodabeh; Asadi, Ali Akbar; and Azimi, Mahmoud	91
• Study of forage corn (<i>Zea maize</i> L.) yield as affected by faba bean (<i>Vicia faba</i> L.) density and mineral nitrogen in no-till system	Ghorbi, Samaneh; Ebadi, Ali; Khomari, Saeid; and Hashemi, Masoud	104
• Nitrogen fertilizer and faba bean density as sources of nitrogen supply in sustainable production of forage corn	Ghorbi, Samaneh; Ebadi, Ali; Khomari, Saeid; and Hashemi, Masoud	121
• Preliminary selection of desi chickpea genotypes to introduce cold tolerant cultivars for autumn planting in cold regions	Nezami, Ahmad; Nabati, Jafar; Kafi, Mohammad; Boroumand Rezazadeh, Elahe; Solouki, Hessamoddin; and Azari, Seyed Jalal	139

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 13, No. 2, 2022, S. No.: 26

Published by: Ferdowsi University of Mashhad

Editor in Charge: Dr. Mohammad Kafi

Editor in Chief: Dr. Ahmad Nezami

Executive Director: Hassan Porsa (MSc.)

Editorial Board:

Alireza Afsharifar

Professor, Shiraz University

Ahmad Arzani

Professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology (IUT)

Nadeali Babaeian Jelodar

Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Abdolreza Bagheri

Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Mohammad Galavi

Professor, Zabol University

Serrollah Galeshi

Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Ali Izadi Darbandi

Associate Professor, Tehran University

Mohammad Kafi

Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Nasser Majnoun Hosseini

Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Saeid Malekzadeh Shafaroudi

Associate Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Nasser Majnoun Hosseini

Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Hossain Massumi

Professor, University of Shahid Bahonar Kerman

Ahmad Nezami

Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Hadi Ostovan

Professor, College of Agricultural Sciences, Shiraz Branch, Islamic Azad University

Sayyed Hossain Sabaghpour

Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Hamadan

Editor: Hassan Porsa (MSc.); Dr. Mohammad Bannayan Avval

Assistant: Rahman Asadi

This journal has the "Scholarly Grade" issued by the Ministry of Sciences, Research & Technology (No. 3/11/3785 dated 07/06/2010) and is published based on a Memorandum of Cooperation between Mashhad Ferdowsi University and the following universities: Isfahan University of Technology; Tarbiat Modares University; University of Shahid Bahonar Kerman; Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources; Shiraz Branch, Islamic Azad University; Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

This journal is indexed in: (ISC) Islamic World Science Citation Center (<http://www.isc.gov.ir>); (magiran) Iranian Journals Database (<http://www.magiran.com>); (SID) Scientific Information Database (www.SID.ir); Google Scholar (<http://scholar.google.com>); and...

Address:

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Azadi Square, Mashhad- Iran

ZIP Code: 9177948974; **Tel.:** +98-51-38804819; **Fax:** +98-51-38807024

E-mail: ijpr@um.ac.ir; **Web Site:** <http://ijpr.um.ac.ir>

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

ISSN (print): 2008-725X
ISSN (online): 2717-4212

Research Center for Plant Sciences
Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 13(2); December 2022; S. No.: 26

- **Identification and selection of superior dryland Lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes using boundary lines in Iran cold areas**
Feiziasl, Vali; Sadeghzadeh-Ahari, Davood; Mahmoudi, Ali Akbar; and Shobeiri, Seyyedeh Soodabeh
- **The role of compost tea in mitigating the negative effects of drought stress caused by polyethyleneglycol in chickpea seeds (Adel cultivar) by evaluating germination indices**
Ahmadpour, Raheleh; Bachari, Yasamin; and Hosseinzadeh, Saeed Reza
- **Effect of combination of the humic acid and nano-Potassium fertilizer on yield, yield components and protein percentage of cowpea (*Vigna unguiculata* L.)**
Hosseinik, Mohammad Hossein; Shokuhfar, Alireza; Payandeh, Khoshnaz
- **Effects of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds**
Koocheki, Alireza; Nassiri Mahallati, Mahdi; Hatefi Farajian, Mohammad Hassan; and Hooshmand, Mina
- **The effect of growing barley-faba bean on weed control and their yield**
Thabih, Vahid; and Saeedipour, Saeed
- **Investigation of photosynthetic and yield traits and the relationship between them in lentil genotypes under rainfed conditions**
Shobeiri, Seyyedeh Soodabeh; Asadi, Ali Akbar; and Azimi, Mahmoud
- **Study of forage corn (*Zea maize* L.) yield as affected by faba bean (*Vicia faba* L.) density and mineral nitrogen in no-till system**
Ghorbi, Samaneh; Ebadi, Ali; Khomari, Saeid; and Hashemi, Masoud
- **Nitrogen fertilizer and faba bean density as sources of nitrogen supply in sustainable production of forage corn**
Ghorbi, Samaneh; Ebadi, Ali; Khomari, Saeid; and Hashemi, Masoud

(The complete list, inside the journal...)

