

پژوهش‌های حووبات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهش‌های علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۸، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۶ - شماره پانزده: ۱۵



با همکاری



دانشگاه صنعتی اصفهان



دانشگاه تربیت مدرس



دانشگاه شهید بهشتی تهران



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان



دانشگاه علوم و تحقیقات



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

پژوهش‌های حووبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

جلد ۸، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۶

- اثر حذف برگ بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری
- مدیریت تلفیقی علف‌های هرز نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط محیطی شوشتر
- مطالعه برخی خواص فیزیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ و پارامترهای مؤثر بر جداسازی علف‌هرز از توده عدس در حین جداسازی توسط جداکننده میز ثقلی
- تأثیر ضایعات ماهی و کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna sinensis* L.) و برخی خصوصیات خاک
- بررسی اثر محلول‌های مختلف و تیمارهای پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی، زراعی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز
- اثر تاریخ کاشت و رقم بر تراکم و خسارت کرم‌های پيله‌خوار نخود (*Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) در شرایط دیم
- تنوع ژنتیکی و روابط بین برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی انتهای فصل
- تأثیر قارچ مایکوریز، باکتری سودوموناس و اسید هیومیک بر شاخص‌های رشدی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)
- اثر کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی در شهرگرد
- بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از نشانگر مولکولی SSR
- اثر حذف مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* var. ILC482) تحت تأثیر سطوح نیتروژن و آبیاری
- پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود به کشت مخلوط غلات-لگوم در شرایط رقابت با علف‌های هرز

(فهرست کامل، داخل نشریه...)

زهره امینی، مهدی پارسا، مهدی نصیری
مجلاتی و محمد بنایان اول

عادل مدح و زهرا علیخانی

هادی باقری، منصور راسخ و محمدحسین کیانمهر

زهرا یونسی، شاهین شاهسونی،
علی عباسپور و مهدیه پارسائیان

رضا طهماسبی، نورعلی ساجدی و شهرام شعاعی

عسگر جوزیان

مریم رضایی‌نیا، محمدرضا بی‌هتا، سیدعلی
پیغمبری، علیرضا عباسی و فاطمه قراجه‌داغی

شاهین شاهسونی، شاهرخ قرنچیک و
ندا جدیدالاسلام

هدایت‌الله کریم‌زاده، احمد نظامی، محمد کافی
و محمودرضا تدین

رضا میردیریکوند

زهره امینی، مهدی پارسا، مهدی نصیری
و محمد بنایان اول

لیلا سلیمانپور، روح‌اله نادری، احسان بیژن‌زاده
و یحیی امام

پژوهش‌های حووبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

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

جلد ۸، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۶ - شماره پیاپی: ۱۵

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول:

دکتر محمد کافی

سر دبیر:

دکتر احمد نظامی

مدیر اجرایی:

مهندس حسن پُرسا

هیئت تحریریه:

احمد ارزانی

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

هادی استوان

استاد حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

علیرضا افشاری‌فر

دانشیار بیماری‌های گیاهی، دانشگاه شیراز

نادعلی بابائیان جلودار

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

عبدالرضا باقری

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد

غلامحسین حق‌نیا

استاد خاک‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

سیدحسین صباغ‌پور

استاد اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

محمد کافی

استاد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

سرالله گالشی

استاد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

محمد گلوی

دانشیار زراعت، دانشگاه زابل

علی گنجعلی

دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

ناصر مجنون‌حسینی

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

حسین معصومی

دانشیار گیاه‌پزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

احمد معینی

دانشیار بیولوژی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس

احمد نظامی

استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

ویراستار:

مهندس حسن پُرسا (ویراستار علمی)؛ مهندس ملیحه اکبر پور (ویراستار فنی)

همکاران این شماره:

حامد طلاچیان - رحمان اسدی

شمارگان:

۲۰ نسخه

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.

این نشریه در پایگاه‌های زیر نمایه می‌شود:



نشانی:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی
دفتر نشریه پژوهش‌های حووبات ایران، صندوق پستی: ۹۱۷۷۵-۱۶۵۳، کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴
تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۲ و ۳۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱)، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴ (۰۵۱)

پست الکترونیک: ijpr@um.ac.ir

تارنما: <http://ijpr.um.ac.ir>

پژوهش‌های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد ۸، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۶، شماره پیاپی: ۱۵

عنوان مقاله	نویسنده(گان)	صفحه
• اثر حذف برگ بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (<i>Cicer arietinum</i> L.) تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری	زهره امینی، مهدی پارسا، مهدی نصیری محلاتی و محمد بنایان اول	۹
• مدیریت تلفیقی علف‌های هرز نخود (<i>Cicer arietinum</i> L.) در شرایط محیطی شوشتر	عادل مدحج و زهرا علیخانی	۲۲
• مطالعه برخی خواص فیزیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ و پارامترهای مؤثر بر جداسازی علف‌هرز از توده عدس در حین جداسازی توسط جداکننده میز ثقلی	هادی باقری، منصور راسخ و محمدحسین کیانمهر	۳۳
• تأثیر ضایعات ماهی و کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی (<i>Vigna sinensis</i>) و برخی خصوصیات خاک	زهرا یونسی، شاهین شاهسونی، علی عباسپور و مهدیه پارسائیان	۴۵
• بررسی اثر محلول‌های مختلف و تیمارهای پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی، زراعی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز	رضا طهماسبی، نورعلی ساجدی و شهرام شعاعی	۶۰
• اثر تاریخ کاشت و رقم بر تراکم و خسارت کرم‌های پيله‌خوار نخود <i>Helicoverpa</i> spp. (Lepidoptera: Noctuidae) در شرایط دیم	عسگر جوزیان	۷۳
• تنوع ژنتیکی و روابط بین برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های نخود (<i>Cicer arietinum</i> L.) تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی انتهای فصل	مریم رضایی‌نیا، محمدرضا بی‌همتا، سیدعلی پیغمبری، علیرضا عباسی و فاطمه قراجه‌داغی	۸۳
• تاثیر قارچ مایکوریز، باکتری سودوموناس و اسید هیومیک بر شاخص‌های رشدی لوبیا (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	شاهین شاهسونی، شاهرخ قرن‌جیک و ندا جدیدالاسلام	۹۷
• اثر کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی در شهرگرد	هدایت‌الله کریم‌زاده، احمد نظامی، محمد کافی و محمودرضا تدین	۱۱۳
• بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از نشانگر مولکولی SSR	رضا میردریگوند	۱۲۷
• اثر حذف مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (<i>Cicer arietinum</i> var. ILC482) تحت تأثیر سطوح نیتروژن و آبیاری	زهره امینی، مهدی پارسا، مهدی نصیری محلاتی و محمد بنایان اول	۱۳۸
• پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود به کشت مخلوط غلات-لگوم در شرایط رقابت با علف‌های هرز	لیلا سلیمانپور، روح‌اله نادری، احسان بیژن‌زاده و یحیی امام	۱۵۰
• برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی یک‌جزئی و دوجزئی نخود رقم بیونج (<i>Cicer arietinum</i> L.) در شرایط لایسیمتری و مقایسه با مدل SIMDualKc	هوشنگ قمرنیا، بی‌نظیر نظری و محمدآقبال قبادی	۱۶۴
• واکنش گیاه ماش (ژنوتیپ VC-1973A) به تاریخ کاشت، تراکم بوته و آبیاری در منطقه گرگان	جواد فدایی، ابوالفضل فرجی و محمدرضا داداشی	۱۸۰
• ارزیابی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات مؤثر بر عملکرد نخود تحت شرایط دیم	سیدسعید موسوی، محمدرضا عبداللهی، فرزاد کیان ارثی و داود احمدی دهرشید	۱۹۲

سخن سردبیر

حبوبات به عنوان یکی از مهم ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین، دوّمین منبع مهم غذایی انسان پس از غلات، به شمار می روند. این گیاهان با داشتن قابلیت تثبیت زیستی نیتروژن، نقش در خورتوجهی در بهبود حاصلخیزی خاک دارند. حبوبات در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی، کشت و کار می شوند و بدین ترتیب، با تنوع بخشی به نظام های کشت مبتنی بر غلات، جایگاه ویژه ای در کشاورزی پایدار به خود اختصاص داده اند. این گیاهان، کم توقع بوده و برای کشت در نظام های زراعی کم نهاده مناسب می باشند. همچنین به صورت گیاهان پوششی، در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثرند. مجموعه این ویژگی ها، حبوبات را از جنبه های زراعی، بوم شناختی و زیست محیطی در جایگاه ارزشمندی قرار داده است.

حبوبات در ایران پس از غلات، بیشترین سطح زیر کشت را دارا هستند. بر اساس آمار، سالانه سطحی حدود یک میلیون و دویست هزار هکتار در کشور به کشت حبوبات اختصاص می یابد که از این سطح، سالانه حدود ۷۰۰ هزار تن محصول به دست می آید. نگاهی اجمالی به آمار تولید و سطح زیر کشت این محصولات در ایران و مقایسه آن با آمار جهانی نشان می دهد که بازده تولید این محصولات در کشور ما، بسیار ناچیز بوده و گاه با نوسانات شدیدی همراه است. هرچند بخشی از پایین بودن بازده تولید این محصولات را می توان به وضعیت ویژه طبیعی و اقلیمی کشور مربوط دانست، اما علت دیگر آن را باید در بی توجهی به سرمایه گذاری های مرتبط با تولید، به ویژه فقر تحقیقات حبوبات جستجو کرد. این کم توجهی ها سبب شده است تا کشت بعضی محصولات زراعی مانند غلات و محصولات نقدینه ای، جایگزین کشت حبوبات در اراضی مرغوب شده و لذا کشت حبوبات، بیش از پیش به مناطق حاشیه ای و کم بازده رانده شود. این وضعیت، چالشی بزرگ را فراروی مجموعه برنامه ریزان، سیاست گزاران و نیز محققان حبوبات در کشور قرار داده است.

اهمیت حیاتی این محصولات، به ویژه از نظر تأمین نیازهای پروتئینی کشور و نیز حفظ بوم نظام های طبیعی ایجاب می کند تا به امر پژوهش های دامنه دار پیرامون جنبه های مختلف تولید این محصولات، به منظور پاسخ گویی به نیازهای جدید، به صورت ویژه ای پرداخته شود. نکته مهمی که در طراحی و اجرای برنامه های تحقیقات حبوبات باید همواره مدّ نظر باشد، قرار داشتن کشور در وضعیت طبیعی و اقلیمی خشک است؛ به طوری که بیش از ۹۰ درصد از تولید حبوبات در کشور ما در شرایط دیم با بارش های بسیار اندک انجام می شود. بدین ترتیب، انطباق با این شرایط خشک، ضمن حفظ پایداری تولید، باید به عنوان یکی از اصول بنیادین در تدوین و اتخاذ سیاست ها و خط مشی های تحقیقاتی در رابطه با حبوبات، مدّ نظر قرار بگیرد.

به هر حال، تعیین یک راهبرد واحد، هماهنگی و انسجام بین مراکز علمی و تحقیقاتی و نیز تبادل اطلاعات و تجارب به دست آمده 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 پژوهشی "پژوهش های حبوبات ایران" را با هدف انتشار دستاوردهای حاصل از تحقیقات حبوبات پژوهشگران کشور، آغاز کرده است. امید است این اقدام، بستر مناسبی را جهت شکل گیری فضای تعامل علمی و رشد قابلیت های محققان این عرصه فراهم آورد.



پژوهش‌های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

معرفی نشریه، فراخوان و شرایط پذیرش مقاله، راهنمای تهیه و ارسال مقاله

الف - معرفی نشریه

«پژوهش‌های حبوبات ایران» نشریه‌ای است با درجه علمی پژوهشی که به وسیله پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب تفاهم‌نامه همکاری با شش دانشگاه کشور شامل دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، تربیت مدرس، شهید باهنر 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. این نشریه تخصصی، نتایج تحقیقات حبوبات را در زمینه‌های مختلف پژوهشی، منتشر می‌کند. منظور از حبوبات، بقولات مهم زراعی شامل نخود، عدس، انواع لوبیا، ماش، باقلا، نخودفرنگی، دال عدس و خلر است.

ب - فراخوان و شرایط پذیرش مقاله

ب-۱- مقالات باید نتیجه پژوهش‌های اصیل در زمینه حبوبات بوده و پیش‌تر در نشریه دیگری چاپ نشده و یا همزمان به نشریه دیگری ارسال نشده باشند. مراحل ارسال مقاله و پیگیری وضعیت آن، از طریق پایگاه اختصاصی نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران در سامانه یکپارچه مدیریت نشریه‌های علمی دانشگاه فردوسی مشهد به نشانی <http://ijpr.um.ac.ir> خواهد بود.

ب-۲- نویسنده(گان) طی تعهدنامه‌ای، ضمن اعلام ارسال مقاله با ذکر عنوان، رعایت اخلاق پژوهشی و نیز اصول اخلاقی نشر را ابراز می‌نمایند. این تعهدنامه که فایل آن در سایت نشریه موجود است، باید به امضای نویسنده مسئول و نیز یکایک نویسندگان مقاله، رسیده و پس از اسکن، از طریق سامانه اینترنتی نشریه در بخش بارگذاری فایل‌های الحاقی، بارگذاری گردد.

ب-۳- مسئولیت هر مقاله از نظر علمی به عهده نویسنده(گان) آن خواهد بود.

ب-۴- مقالات به وسیله گروه دبیران (هیئت تحریریه) و با همکاری هیئت داوران، ارزیابی شده و در صورت تصویب، بر اساس ضوابط خاص نشریه در نوبت چاپ قرار خواهند گرفت. نشریه در رد یا پذیرش و نیز ویراستاری و تنظیم مطالب مقالات، آزاد است.

ب-۵- زبان اصلی نشریه، فارسی است و مقالات، حاوی چکیده مبسوط به زبان انگلیسی نیز خواهند بود.

ج - راهنمای تهیه و ارسال مقاله

ج-۱- روش نگارش

متن مقاله باید در محیط نرم‌افزار MS-Office Word 2007 با ابعاد A4 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. لازم است تمام سطرهای متن مقاله، به صورت ادامه‌دار (Continuous) شماره‌گذاری (Line numbering) شوند. همه صفحه‌های مقاله باید دارای شماره بوده و تعداد آن از ۲۰ تجاوز نکند. هرگونه شکل، جدول و فرمول نیز به صورت واضح به همین نرم‌افزار انتقال یابد.

ج-۲- اجزای مقاله

هر مقاله تخصصی، حداقل باید در دو فایل جداگانه شامل فایل صفحه مشخصات و فایل متن مقاله، تهیه و ارسال شود. بخش‌های ضروری هر یک از این دو فایل و نیز اصول لازم که در تهیه آنها باید رعایت شوند، به شرح زیر است:

ج-۲-۱- در فایل صفحه مشخصات، موارد زیر باید به دقت به هردو زبان فارسی و انگلیسی قید گردند: عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده(گان) و جنسیت، رتبه و درجه علمی، رشته و مقطع تحصیلی، گرایش تخصصی و عنوان شغلی، محل خدمت، نشانی دقیق پستی، پست الکترونیک، تلفن ثابت و تلفن همراه آن‌ها. چنانچه مقاله توسط بیش از یک نفر تهیه شده باشد، نام مسئول مکاتبه (Corresponding Author) با گذاشتن ستاره‌ای روی آن، مشخص و در پاورقی همین صفحه درج شود. صفحه مشخصات، بدون شماره است. 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. فایل صفحه مشخصات به صورت جدا از فایل متن مقاله، در گام پنجم از فرآیند ارسال مقاله (بارگذاری فایل‌های الحاقی)، بارگذاری شود.

ج-۲-۲- فایل متن مقاله، باید حاوی بخش‌های عنوان، چکیده فارسی و واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری، سپاسگزاری (در صورت لزوم)، فهرست منابع و چکیده مبسوط انگلیسی باشد. در اولین صفحه، عنوان مقاله بدون هرگونه ذکر نام و مشخصات نویسنده(گان)، درج شود. عنوان باید خلاصه و روشن و بیان‌کننده موضوع پژوهش بوده و از ۲۰ کلمه تجاوز نکند. چکیده فارسی، حداکثر در ۲۵۰ کلمه نوشته شده و همه آن در یک پاراگراف تنظیم شود. چکیده با وجود اختصار باید محتوای مقاله و برجسته‌ترین نتایج آن را بدون استفاده از جدول، شکل و کلمات اختصاری تعریف‌نشده ارائه کند. ج-۲-۳- پس از چکیده، واژه‌های کلیدی آورده شود. به این منظور تنها از واژه‌هایی استفاده شود که در عنوان و حتی‌المقدور در چکیده مقاله از آنها ذکر به میان نیامده باشد.

ج-۲-۴- در مقدمه، باید سوابق پژوهشی مربوط به موضوع تحقیق، توجیه ضرورت و نیز اهداف تحقیق، به خوبی ارائه شوند. ج-۲-۵- مواد و روش‌ها باید کاملاً گویا و روشن بوده و در آن، مشخصات محل و نحوه اجرای آزمایش، به همراه روش گردآوری داده‌ها و پردازش و تحلیل آنها با ذکر منابع، به روشنی ارائه شود. در صورت کاربرد معادلات ریاضی، باید همه اجزای معادله به طور دقیق تعریف شده و در صورت استخراج معادله توسط نگارنده(گان)، نحوه حصول آن در پیوست آورده شود.

ج-۲-۶- نتایج و بحث باید به صورت توأم ارائه شده و یافته‌های پژوهش (نتایج) با استناد به منابع علمی مرتبط با موضوع، مورد بحث قرار گیرند. عنوان جدول‌ها، در بالا و عنوان شکل‌ها در پایین آنها آورده شود. در زیر هر عنوان فارسی، باید ترجمه انگلیسی آن نیز درج شود. عناوین، باید گویای کامل نتایج ارائه شده در جدول یا شکل بوده و همه اطلاعات و تعاریف لازم را شامل شوند، به طوری که نیاز به مراجعه به متن مقاله نباشد. در جدول‌ها، ترجمه انگلیسی عناوین سطرها، ستون‌ها و واحدهای اندازه‌گیری، در زیر یا کنار نوشته فارسی آنها درج شود. کاربرد هرگونه علائم، اختصارات و مخفف‌ها در شکل‌ها و جدول‌ها، باید همراه با درج توضیح صورت کامل آن‌ها در زیرنویس، به فارسی و انگلیسی باشد. ساختار جداول به صورت چپ‌چین تنظیم شده و محتوای آنها (اعداد) تنها به انگلیسی نوشته شود. شکل‌ها کاملاً به انگلیسی تهیه شوند و هیچ کلمه فارسی در داخل شکل به کار نرفته باشد. شکل‌ها و جدول‌ها بدون کادر باشند و حروف، عناوین و علائم به کاررفته در آنها، کاملاً خوانا و تفکیک‌پذیر باشند. شکل‌ها و جدول‌ها، هر کدام به طور مستقل دارای شماره ترتیبی مستقل باشند و حتماً در داخل متن به آنها ارجاع داده شود. برای بیان اوزان، واحدها و مقادیر از سیستم متریک استفاده شود.

ج-۲-۷- در صورت لزوم، جهت تشکر از شخص یا سازمان، این مطلب با عنوان "سپاسگزاری" پس از نتیجه‌گیری آورده شود. ج-۲-۸- در بخش منابع، یک فهرست شماره‌گذاری شده از منابع استفاده‌شده که همگی به ترتیب حروف الفبا تنظیم شده باشند، ارائه شود. تنها منابعی باید ذکر 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 مواردی که فقط چکیده مقاله در اختیار بوده است، پس از نام منبع، کلمه (abstract) داخل پرانتز ذکر شود. نحوه ارجاع به منابع در متن مقاله، به صورت اسم نویسنده(گان) و تاریخ انتشار منبع باشد. حتی‌الامکان از درج نام افراد در شروع جمله خودداری گردد و منابع در انتهای جمله و در پرانتز ارائه شوند؛ مانند (Nezami, 2007). برای جداسازی منابع از ";" استفاده شود؛ مانند (Saxena, 2003; Singh et al., 2008; Bagheri & Ganjeali, 2009). چنانچه در شروع جمله به منبعی استناد شود، به صورت نام (سال) نوشته شود مانند Parsa (2007). اسامی فارسی نیز باید به لاتین و سال شمسی به میلادی، برگردان شوند.

ج-۲-۹- صفحه آخر، شامل چکیده مبسوط انگلیسی است. از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان در این صفحه خودداری شود.

ج-۲-۱۰- تهیه چکیده مبسوط انگلیسی (Extended Abstract):

با توجه به اهمیت نظام‌های رتبه‌بندی و علم‌سنجی رسمی، ضروری است "چکیده مبسوط انگلیسی" (Extended Abstract) در انتهای هر مقاله، نگارش یابد. این چکیده، باید حداقل ۷۰۰ و حداکثر ۱۰۰۰ کلمه داشته و به تفکیک، دارای بخش‌های زیر باشد:

1. Title
2. Introduction
3. Materials and Methods
4. Results and Discussion
5. Conclusion
6. Key words

ج-۳- نحوه تنظیم فهرست منابع

کلیه منابع فارسی و انگلیسی، به زبان انگلیسی و با قلم Times New Roman اندازه ۱۲ در فهرست منابع نوشته شوند. لازم است منابع فارسی به زبان انگلیسی برگردان شده و در آخر هر منبع، در صورت داشتن خلاصه انگلیسی، عبارت In Persian with English Summary و در صورت نداشتن خلاصه انگلیسی، عبارت In Persian در داخل پرانتز نوشته شود. در نوشتن منابع، نام نشریات به صورت کامل درج شود. از ذکر منابع بی‌نام و خارج از دسترس، خودداری شود. مثال‌هایی از نحوه نوشتن فهرست منابع در زیر آمده است:

ج-۳-۱- مجلات:

Anbessa, Y., Warkentin, T., Vandenberg, A., and Ball, R. 2006. Inheritance of time to flowering in chickpea in a short-season temperate environment. *Journal of Heredity* 97(1): 55-61.

ج-۳-۲- کتاب تألیف شده:

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

ج-۳-۳- مقاله یا یک فصل از کتاب تدوین شده (Edited book):

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.

ج-۳-۴- 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).

ج-۳-۵- 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).

ج-۳-۶- 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.

ج-۳-۷- کنفرانس‌های علمی:

Porsa, H., Nezami, A., Gholami, M., and Bagheri, A. 2010. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms 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).

ج-۳-۸- نرم‌افزارهای رایانه‌ای:

SAS Institute. 1999. *SAS/Stat User's Guide*, Version 8.0. SAS Institute, Cary, NC.

MSTAT-C. Version 1.42. Freed, R.D. and Eisensmith, S.P. Crop and Soil Sciences Department. Michigan State University.

در انتها، فایل متن مقاله، در گام چهارم از فرایند ارسال، بارگذاری گردد.

نشانی:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی، دفتر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

صندوق پستی: ۹۱۷۷۵-۱۶۵۳، کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۲ و ۳۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱)، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴ (۰۵۱)

پست الکترونیک: ijpr@um.ac.ir

تارنما: <http://ijpr.um.ac.ir>

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

اثر حذف برگ بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری

زهره امینی^{۱*}، مهدی پارسا^۲، مهدی نصیری محلاتی^۳ و محمد بنایان اول^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی (دانشیار) گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- اعضای هیئت علمی (استاد) گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

چکیده

به منظور بررسی اثر کود نیتروژن، رژیم آبیاری و برگ‌زدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم (ILC482)، آزمایشی به صورت اسپلیت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. کود نیتروژن شامل سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل اصلی، تیمار آبیاری شامل آبیاری کامل، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی به عنوان عامل فرعی و برگ‌زدایی شامل پنج سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد برگ‌زدایی به عنوان عامل فرعی-فرعی در نظر گرفته شد. وزن خشک برگ و ساقه، عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صدانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث بهبود اکثر صفات فوق (به جز شاخص برداشت) شد. این تیمار با عملکرد ۱۳۵/۷ گرم دانه در متر مربع بیشترین میزان عملکرد و کمترین شاخص برداشت (۳۲/۳ درصد) را تولید کرد. با افزایش مقدار کود نیتروژن مصرفی، اثرات منفی ناشی از برگ‌زدایی در برخی صفات مانند تعداد دانه، تعداد غلاف و وزن برگ بهبود یافت. آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با متوسط عملکرد دانه ۱۴۶ گرم در متر مربع نسبت به آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی برتری داشتند. آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین شاخص برداشت (۴۱/۲ درصد) را تولید کرد. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (۴۱۳/۴ گرم در متر مربع) و آبیاری کامل (۴۱۵/۷ گرم در متر مربع) به دست آمد. برگ‌زدایی کامل، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۵۴ و ۴۲ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. کمترین شاخص برداشت نیز به تیمار برگ‌زدایی کامل تعلق داشت. با مصرف نیتروژن می‌توان خسارت ناشی از برگ‌زدایی را کاهش داد و همچنین می‌توان در شرایطی که محدودیت منابع آب وجود دارد، با آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشدی نسبت به کمبود آب مقابله کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، برگ‌زدایی، تنش خشکی، کود نیتروژن

مقدمه

به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد؛ از این رو برآوردهای صورت گرفته از مقدار تثبیت نیتروژن توسط نخود بسیار متغیر بوده و از یک تا ۱۴۱ کیلوگرم در هکتار متفاوت است. بررسی ۳۱۴ مزرعه در هند نشان داد که تنها در ۳۶ درصد مزارع گره‌بندی در سطح بسیار خوب و خوب بوده است. همچنین مطالعات انجام شده در ترکیه حاکی از این است که جمعیت ریزوبیوم با قابلیت ایجاد گره در بسیاری از خاک‌های مناطق زیر کشت نخود، کم است. علاوه بر این، فعالیت همزیستی و تثبیت نیتروژن فقط تا شروع گلدهی ادامه دارد و پس از آن متوقف می‌شود؛ در صورتی که دوره زایشی آن طولانی است و بخشی از رشد رویشی نیز در مرحله زایشی اتفاق

در ایران سطح زیر کشت نخود (*Cicer arietinum* L.) در حدود ۶۵۰ هزار هکتار و نسبت به سایر حبوبات از اهمیت بیشتری برخوردار است. نخود با دارا بودن حدود ۲۰ درصد پروتئین خام و ۶۰-۵۰ درصد کربوهیدرات به عنوان یک جزء غذایی مهم در کشورهای توسعه یافته مطرح است (Gupta, 1977). این گیاه با داشتن مقدار بالای پروتئین نیاز به نیتروژن زیادی دارد که در شرایط مطلوب تا ۸۰ درصد آن از طریق همزیستی تأمین می‌گردد. با وجود این، میزان همزیستی

* نویسنده مسئول: نیشابور، بلوار شهید بهشتی، بهشتی ۱۳، پلاک ۲،

تلفن: ۰۹۱۵۶۵۲۴۳۸-۰۵۵۱۳۳۵۷۹۲۲، zohreh.amini@stu.um.ac.ir

(Moghaddam et al., 2009). این پرسش که آیا در عملکرد یک گیاه زراعی، مبدأ، محدودکننده است یا مقصد، بسیار پیچیده است، چون بی‌شک در طول رشد و نمو، رابطه بین مقصد و منبع تغییر می‌کند. از جمله عوامل تأثیرگذار روی رابطه منبع و مقصد، مقدار رطوبت در دسترس و نیتروژن خاک می‌باشد (Borras et al., 2004). تحقیق حاضر به‌منظور شبیه‌سازی خسارت عوامل از بین‌برنده برگ‌ها از طریق برگ‌زدایی و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری در شرایط آب‌وهوایی مشهد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف شبیه‌سازی خسارت عوامل از بین‌برنده برگ‌ها به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سه تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. قبل از آماده‌سازی زمین، از عمق ۲۰ سانتی‌متری، نمونه‌برداری (جدول ۱) و سپس عملیات خاک‌ورزی و ایجاد جوی‌پشته انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. مقدار کود نیتروژن موردنیاز به‌صورت اوره جهت دستیابی به هر یک از سطوح فوق، بر اساس آزمایش تجزیه شیمیایی خاک قبل از کاشت مشخص شد (جدول ۱). سطوح ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و حدود نیمی از سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هنگام کاشت توزیع شد. باقی‌مانده کود نیتروژن سطح ۱۵۰ کیلوگرم به‌عنوان کود سرک، هم‌زمان با گلدهی توزیع شد. آبیاری نیز به‌عنوان عامل فرعی شامل سه سطح آبیاری کامل (آبیاری در تمام طول دوره‌ی رشد به‌فاصله ۱۰ روز)، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود.

در هر کرت، بذره‌ای نخود (رقم ILC482) در پنج ردیف به‌طول پنج متر، فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف شش سانتی‌متر در عمق پنج سانتی‌متر در ۲۵ اسفندماه کشت شد. جهت مبارزه با آفت *Heliothis armigera* دومرتبه عملیات سم‌پاشی با سم متاسیستوکس با غلظت دو در هزار صورت گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز نیز به‌صورت دستی در یک مرحله انجام شد. در زمان ۵۰ درصد گلدهی (اواخر اردیبهشت ماه) سطوح مربوط به تیمار برگ‌زدایی شامل حذف ۲۵ درصد (حذف یک برگ از چهار برگ)، ۵۰ درصد (حذف برگ به‌صورت یک‌درمیان)، ۷۵ درصد (حذف سه برگ از چهار برگ) و ۱۰۰ درصد برگ‌ها روی شش بوته از هر کرت

می‌افتد و دانه‌ها در این مرحله تشکیل می‌شوند که در نتیجه، به نیتروژن زیادی نیاز دارند (Bagherri et al., 1997).

بررسی ۱۲۳ آزمایش کودی در هند نشان داد که مصرف ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای نخود دیم به‌خصوص در خاک‌های رسوبی مفید بوده است (Rajendran et al., 1982). در آزمایش (Bilsborrow, 1993)، عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی با افزایش سطح نیتروژن افزایش یافت و هزار دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار گرفت. در بسیاری از مناطق، علاوه‌بر دانه، برگ‌های سبز نخود نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دست‌دادن برگ‌ها به‌علت بیماری‌های برگ‌ی یا خطرات محیطی و از دست‌دادن دانه‌ها به‌علت حمله آفات *Heliothis armigera* در کشت نخود رایج است (Pandy, 1984). بنابراین، برآورد کاهش عملکرد ناشی از حذف برگ‌ها می‌تواند در پیش‌بینی عملکرد مؤثر باشد. برگ‌زدایی عملکرد را از طریق کاهش فتوسنتز گیاه کاهش می‌دهد. کاهش سطح برگ و کاهش دوره‌ی پُرشدن دانه ماده خشک ذخیره‌شده را کاهش می‌دهد (Ingram et al., 1981; Hinson et al., 1978).

سطوح برگ‌زدایی ۶۷ و ۱۰۰ درصد در مرحله رویشی عملکرد سویا (*Glaysine max*) را کاهش نداد؛ اما در مرحله زایشی کاهش عملکرد را به‌دنبال داشت (Gazzoni & Moscardi, 1997). تنش خشکی در مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا از جمله عوامل کاهش عملکرد نخود است. میزان کاهش عملکرد بر اثر تنش خشکی به زمان وقوع تنش، شدت تنش و میزان تحمل رقم زراعی بستگی دارد (Gazzoni & Moscardi, 1997). وقوع تنش خشکی در برخی مراحل رشد گیاهان می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری بر عملکرد آن‌ها وارد سازد. از این‌رو شناخت مراحل حساس به خشکی در گیاهان تأمین به موقع نیاز آن‌ها می‌تواند ما را در جهت حصول حداکثر عملکرد یاری رساند. حساس‌ترین مرحله تنش رطوبت در نخود مراحل گلدهی و پُرشدن غلاف‌هاست. آبیاری تکمیلی در مراحل بحرانی رشد گیاه می‌تواند از شدت خسارت تنش بکاهد و عملکرد را افزایش دهد (Mousavi et al., 2009). در یک بررسی اثر سه رژیم آبیاری (یک‌بار در شروع رشد غلاف، دوبار در شروع رشد غلاف و گلدهی و آبیاری کامل) و کشت دیم بر تولید و عملکرد نخود مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد در زمان بین گلدهی و شروع رشد غلاف، تنش خشکی اثر معنی‌داری بر عملکرد نخود نشان داد، به‌طوری‌که تنش خشکی عملکرد را از ۲۷۶۶ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط فاریاب به ۹۰۹ کیلوگرم در شرایط دیم کاهش داد (Rezvani

وزن خشک اندام هوایی، بوته‌های برداشت‌شده به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده شده و سپس توزین شدند. آنالیز داده‌ها به وسیله نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت و جهت رسم شکل‌ها از Excel استفاده شد. مقایسات میانگین داده‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

اعمال شد؛ به طوری که بین بوته‌های تحت تیمار، دو بوته به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عملیات برداشت در تیرماه انجام گرفت. همزمان با برداشت، تعداد پنج بوته از هر کرت به منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد برداشت شد. بوته‌های مربوط به هر کدام از سطوح تیمار برگ‌زدایی نیز جداگانه برداشت و اجزای عملکرد آن‌ها تعیین شد. جهت اندازه‌گیری

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Physico- chemical soil properties of experimental field

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	درصد نیتروژن %N	قابل دسترس P available (PPM)	قابل دسترس K available (PPM)	درصد مواد آلی OM %	اسیدیته PH	الکتریکی EC (Ds/m)	هدایت بافت خاک Soil texture
0-20	0.087	20	286	1.2	8.4	2.5	سیلتی لوم

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده و متقابل تیمارها بر اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد، لذا در ادامه تنها به بررسی اثرات متقابل پرداخته شده است.

اجزای عملکرد

تعداد دانه در بوته: نیتروژن اثر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۲۰/۷ دانه در بوته در مقایسه با دو سطح دیگر (۳۰ و ۷۵ کیلوگرم)، از تعداد دانه در بوته بیشتری برخوردار بود (جدول ۳). وجود نیتروژن، ریزش گل و غلاف را کاهش داده و باعث افزایش تعداد دانه در گیاه و نهایتاً بالا رفتن عملکرد می‌شود (Brevendan et al., 1978). در بین سطوح مختلف آبیاری، آبیاری در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین تعداد دانه در بوته (۲۰/۷) و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین تعداد دانه در بوته (۱۲) را تولید کرد (جدول ۳).

تنش خشکی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد نخود است که این کاهش از ریزش غلاف‌ها ناشی می‌شود (Jalota et al., 2006). در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها در اثر کمبود آب آغاز شده باشد. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد نخود تحت شرایط آبیاری به دست می‌آید و در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی تا دانه‌بستن ضروری است (Jalota et al., 2006). برگ‌زدایی اثر منفی معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۲)، به طوری که بیشترین تعداد دانه (۲۱/۹ دانه در بوته) مربوط به تیمار بدون

برگ‌زدایی و کمترین آن (۱۲/۷ دانه در بوته) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی می‌باشد (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار نشد (جدول ۲). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر این صفت معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲). در این مورد بیشترین تعداد دانه (۲۵/۴ دانه در بوته) و کمترین آن (۹/۴ دانه در بوته) به ترتیب مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی بود (جدول ۵). با کاهش میزان نیتروژن، برگ‌زدایی تعداد دانه در بوته را به‌طور قابل توجهی کاهش داد، به نحوی که در مقادیر ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن، ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی نسبت به شاهد تعداد دانه در بوته را حدود ۵۲ درصد کاهش داد، اما این کاهش برای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن فقط ۱۹ درصد بود. بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش نیتروژن توانسته با افزایش سطح برگ و فتوسنتز و اختصاص مواد فتوسنتزی به مخزن‌ها (Kouchaki et al., 1997) جبران کند و ریزش گل و غلاف را کاهش دهد (Brevendan et al., 1978).

برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نیز بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲)، به طوری که بیشترین تعداد دانه (۲۶/۳ دانه در بوته) مربوط به تیمار آبیاری کامل و بدون برگ‌زدایی بود که با تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی و بدون برگ‌زدایی مشابه بود. کمترین تعداد دانه (۱۰/۲ دانه در بوته) در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی حاصل شد که با تیمارهای ۷۵ و ۲۵ درصد برگ‌زدایی در همان سطح آبیاری مشابه بود

(جدول ۶). تأثیر برگ‌زدایی بر کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش دفعات آبیاری بیشتر شد، به‌طوری‌که شدت کاهش دانه در بوته در تیمار ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی نسبت به شاهد برای آبیاری در زمان گلدهی ۳۰ درصد، دوبار آبیاری (گلدهی، غلاف‌دهی) ۳۸ درصد و برای آبیاری کامل ۵۳ درصد بود. به‌نظر می‌رسد با تأمین رطوبت بیشتر برای گیاه، شرایط برای تقویت منبع که شامل سطح برگ و فتوسنتز برگ‌ها می‌باشد، بیشتر فراهم شده است؛ به‌طوری‌که قطع برگ‌ها در آبیاری کامل خسارت بیشتری به منبع وارد کرده است و در نتیجه مواد فتوسنتزی و به‌دنبال آن تعداد دانه در بوته با شدت بیشتری تحت تأثیر برگ‌زدایی قرار گرفته است.

تعداد غلاف در بوته: با توجه به نتایج تجزیه واریانس، برهم‌کنش کلیه تیمارها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری نشان داد بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۰/۲) مربوط به تیمار

۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بود که با تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل از نظر آماری تفاوت نداشت (جدول ۴). در برهم‌کنش بین رژیم‌های آبیاری و برگ‌زدایی، تیمار آبیاری کامل و بدون برگ‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۲۳/۵) و تیمارهای آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی در سطح ۱۰۰ و ۷۵ درصد برگ‌زدایی به‌ترتیب با ۸/۲ و ۸/۴ غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (جدول ۶). در تمام سطوح آبیاری، برگ‌زدایی تأثیر منفی بر تعداد غلاف داشت، اما این اثرات منفی با آبیاری کامل تشدید شد، به‌طوری‌که آبیاری کامل باعث کاهش حدود ۵۰ درصد در تعداد غلاف شد. در برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۲۱/۸) را تولید کرد.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات زراعی نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی
Table 2. Analysis of variance (MSS) for some agronomic traits of chickpea affected by different levels of nitrogen, irrigation and defoliation

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	دانه در بوته Seeds/plant	غلاف در بوته Pods/plant	وزن صد دانه 100seed weight	وزن برگ Leaf weight	ماده خشک ساقه Stem weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Bio. Yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	2	12.94 ^{ns}	5.57 ^{ns}	30.83 ^{ns}	5.86 ^{ns}	4194.7 ^{ns}	109.9 ^{ns}	9703.6 ^{ns}	51.85 ^{ns}
نیتروژن Nitrogen	2	379.25 ^{**}	185.55 [*]	202.10 ^{ns}	1667.2 ^{**}	41311 ^{**}	4453 ^{**}	160139.6 ^{**}	841.39 ^{**}
خطا error	4	16.12	17.47	62.86	6.97	1035	147.7	3201.3	34.02
آبیاری Irrigation	2	996.34 ^{**}	891.80 ^{**}	173.39 ^{ns}	3461.6 ^{**}	58612 ^{**}	59953.3 ^{**}	311099.5 ^{**}	937.26 ^{**}
نیتروژن*آبیاری N*I	4	105.03 ^{ns}	73.47 [*]	216.80 ^{ns}	514.0 ^{**}	4937 [*]	10316.8 ^{**}	32553.2 ^{**}	119.75 ^{ns}
خطا error	12	33.05	14.91	120.73	4.8	1102	445.9	3445.3	61.45
برگ‌زدایی Defoliation	4	330.75 ^{**}	229.57 ^{**}	192.25 ^{**}	1128.6 ^{**}	12475 ^{**}	30700.1 ^{**}	127075.9 ^{**}	424.30 ^{**}
نیتروژن*برگ‌زدایی N*D	8	122.45 ^{**}	73.68 ^{**}	220.04 ^{**}	363.6 ^{**}	3616 ^{**}	2274.2 ^{**}	5306.66 ^{**}	149.74 ^{**}
آبیاری*برگ‌زدایی I*D	8	31.82 ^{**}	22.65 ^{**}	127.15 ^{**}	296.0 ^{**}	5086 ^{**}	3239.7 ^{**}	12324.8 ^{**}	131.99 ^{**}
نیتروژن*آبیاری*برگ‌زدایی N*I*D	16	117.14 ^{**}	52.87 ^{**}	271.64 ^{**}	326.6 ^{**}	2395 ^{**}	3682.7 ^{**}	12374.5 ^{**}	106.45 ^{**}
خطا (error)	72	7.82	5.89	18.88	8.3	546	111	1432.5	22.94
(CV%)		16.09	15.95	18.72	8.64	15.99	8.41	10.99	13.31

ns و * به‌ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns :Non-significant, *and **: Significant at $\alpha = 0.05$ & $\alpha = 0.01$, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر سطوح نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی

Table 3. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by nitrogen, irrigation and defoliation

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Bio. yield (g m ⁻²)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g m ⁻²)	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem weight (g m ⁻²)	وزن برگ (گرم در مترمربع) Leaf weight (g m ⁻²)	وزن صد دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته Pods no./plant	تعداد دانه در بوته Seeds/plant	تیمار Treatment
نیتروژن nitrogen								
40.75a	308b	124.5b	126.3b	28.94c	25.18	14.21b	16.11b	30
34.84b	311b	115.8c	131.4b	30.95b	23.46	13.88b	15.32b	75
32.33c	413a	135.7a	181.1a	40.33a	21	17.55a	20.7a	150
آبیاری irrigation								
33.21b	253c	83.2b	115.1c	24.0c	21.6	10.11c	12c	گلدهی flowering
41.24a	364b	147.8a	137.9b	34.8b	22.61	17.23b	20.73a	گلدهی و غلاف‌دهی Flowering and podding
33.47b	415.7a	145a	185.8a	41.4a	25.4	18.3a	19.4b	کامل Full
برگ‌زدایی Defoliation (%)								
29.26c	255d	73e	130.6c	28.4d	19.71c	11.17d	12.72d	100
37.91ab	302c	112.4d	120.8c	27.9d	22.5b	13.45c	15.31c	75
37.16ab	366b	137.8c	153.6b	31.9c	23.11b	16.52b	18.58b	50
39.52ab	361b	144.8b	150.4b	34.8b	27.16a	16.29b	18.33b	25
36.01b	436a	158.6a	176.0a	43.8a	23.55b	18.64a	21.93a	0

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ using Duncan Multiple Range Test.

این تیمار تا سطح ۲۵ درصد سبب افزایش وزن صد دانه شد و با افزایش شدت برگ‌زدایی صفت مذکور را کاهش داد، به‌طوری‌که این کاهش در برگ‌زدایی کامل نسبت به شاهد ۱۷ درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر وزن صد دانه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲)؛ اما روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد. با وجود این، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در سطح ۲۵ درصد برگ‌زدایی بیشترین وزن صد دانه (۳۳ گرم) را تولید کرد و کمترین وزن صد دانه (۱۵ گرم) به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی ۱۰۰ درصد اختصاص داشت (جدول ۵). با توجه به همبستگی منفی و معنی‌داری که بین تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه برقرار است، می‌توان گفت تیمارهایی که تعداد دانه در بوته را بهبود داده‌اند، در مقابل اثر منفی بر وزن صد دانه داشته‌اند. در این برهم‌کنش، مصرف بالای نیتروژن باعث بهبود تعداد دانه در شرایط برگ‌زدایی و در مقابل، کاهش ۴۰ درصدی وزن صد دانه شد، درحالی‌که این کاهش برای سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن ۲۰ درصد بود.

همچنین در تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و سطح ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی کمترین تعداد غلاف در بوته (۸/۶) مشاهده شد (جدول ۵). در سطوح پایین نیتروژن (۳۰ و ۷۵ کیلوگرم) برگ‌زدایی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر تعداد غلاف داشت، به‌طوری‌که در تیمارهای ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی تعداد غلاف نسبت به شاهد حدود ۵۰ درصد کاهش نشان داد، اما در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، برگ‌زدایی تا سطح ۷۵ درصد تأثیری بر تعداد غلاف نداشت و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی فقط ۲۰ درصد تعداد غلاف را کاهش داد. به‌نظر می‌رسد مقدار بالای نیتروژن در گیاه تا حدی توانسته با افزایش برگ‌ها و مواد فتوسنتزی و انتقال آن به گل‌ها و غلاف‌ها، کاهش مواد فتوسنتزی ناشی از برگ‌زدایی را جبران کرده و ریزش گل و غلاف را کاهش دهد.

وزن صد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین سطوح مختلف نیتروژن، رژیم‌های آبیاری و برهم‌کنش این‌دو از نظر وزن صد دانه تفاوت معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۲). برگ‌زدایی اثر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر وزن صد دانه داشت (جدول ۲).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر نیتروژن و آبیاری

Table 4. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by nitrogen and irrigation

عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Bio. Yield(g m ⁻²)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seeds yield(g m ⁻²)	ماده خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem weight(g m ⁻²)	وزن برگ (گرم در مترمربع) Leaf weight(g m ⁻²)	غلاف در بوته Pods/plant	آبیاری irrigation	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen(kg ha ⁻¹)
209.6 e	79.32 e	82.2f	21.25g	9.91 e	گلدهی Flowering	30
370.8 c	171.2 a	135.1d	30.93d	17.66 b	گلدهی و غلاف‌دهی Flowering&podding	
344.6 c	123 c	161.6c	34.62c	15.06 c	کامل Full	
196.5 e	60.95 f	94.4f	22.13g	7.82 f	گلدهی Flowering	75
303.5 d	121.3 c	114.6e	25.91f	14.13 cd	گلدهی و غلاف‌دهی Flowering&podding	
435.5 b	165.1 a	185.1b	44.78b	19.70 a	کامل Full	
353.3 c	109.4 d	168.7bc	28.67e	12.61 d	گلدهی Flowering	150
419.7 b	150.8 b	164.0c	47.62a	19.90 a	گلدهی و غلاف‌دهی Flowering&podding	
467.1 a	146.8 b	210.6a	44.75b	20.15 a	کامل Full	

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ probability level using Duncan Multiple Range Test.

(جدول ۲). بیشترین و کمترین وزن خشک برگ با ۴۸/۵ و ۱۸/۱ گرم در بوته به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و بدون برگ‌زدایی و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد هرچه مقدار نیتروژن مصرفی افزایش یافته، توانایی گیاه برای جبران برگ‌های حذف‌شده نیز افزایش یافته است؛ به‌طوری‌که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش تقریباً ۶۰، ۳۰ و ۱۶ درصد وزن خشک برگ نسبت به شاهد به ترتیب در تیمارهای ۷۵، ۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن شد. رژیم‌های آبیاری همراه با برگ‌زدایی وزن خشک برگ را تحت تأثیر قرار داد. اگرچه روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد اما اینچنین به نظر می‌رسد که در شرایط در دسترس بودن رطوبت (آبیاری کامل)، بوته‌های برگ‌زدایی‌شده از قابلیت جبران بیشتری نسبت به دو سطح دیگر آبیاری برخوردار بودند. بنابراین بوته‌ها وزن برگ بیشتری نسبت به شرایط آبیاری تکمیلی داشتند، به‌طوری‌که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش تقریباً ۵۵، ۴۵ و ۱۲ درصد وزن خشک برگ نسبت به شاهد به ترتیب در تیمارهای یک‌بار آبیاری، دوبار آبیاری و آبیاری کامل شد (جدول ۶).

برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی بر وزن صد دانه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه با مقدار ۳۳ گرم به تیمار آبیاری کامل و برگ‌زدایی ۲۵ درصد و کمترین وزن صد دانه ۱۷ گرم به تیمار آبیاری کامل و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی مربوط بود. در تیمارهای آبیاری تکمیلی حذف کامل برگ‌ها وزن صد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش نداد، اما این کاهش برای آبیاری کامل به میزان ۴۰ درصد و معنی‌دار بود (جدول ۶). به نظر می‌رسد در دسترس بودن رطوبت در شرایطی که تمامی برگ‌ها حذف شده‌اند، تمایل گیاه را به تولید اندام‌های از دست‌رفته سوق داده است. در این صورت ماده خشک کمتری به دانه‌های در حال رشد اختصاص یافته و لذا دانه‌ها از سایز کوچکتری برخوردار شده‌اند.

وزن خشک برگ: برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). افزایش مقدار مصرف نیتروژن همراه با فراهمی رطوبت باعث افزایش ماده خشک برگ در بوته گردید. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بیشترین (۴۷/۶ گرم) و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی کمترین وزن خشک برگ (۲۱/۲ گرم) را تولید کرد (جدول ۴). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر نیتروژن و برگ‌زدایی

Table 5. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by nitrogen and defoliation

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Bio. Yield (g/m ²)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield (g/m ²)	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem weight (g/m ²)	وزن برگ (گرم در مترمربع) Leaf weight (g/m ²)	وزن صد دانه 100 seeds weight (g)	غلاف در بوته Pods/plant	دانه در بوته Seeds/plant	برگ‌زدایی defoliation	نیتروژن nitrogen
38.99b-e	212.6h	82.15 h	94.05i	18.15g	27.34bc	8.58i	9.46g	100%	30
45.16a	270.1g	116.3g	115.1ghi	23.43f	27.81b	11.38gh	13f	75%	
42.92ab	317.7f	139de	122.4fgh	27.39de	23.49b-f	15.71def	13.96f	50%	
41.41abc	361.2e	152.6c	150.1b-e	29.04de	22.85c-g	18.77bc	11.98fg	25%	
35.27d-g	380.0de	132.7ef	150.1b-e	46.53a	24.42b-e	16.61cde	19.61de	0	
23.7 h	240.8gh	58.14i	131.6d-g	26.40ef	16.73hi	10.21hi	11.79fg	100%	75
34.36 efg	259.2g	89.02h	106.9hi	33.99c	19.02f-i	11.5gh	13.88f	75%	
37.03c-f	320.5f	128.4ef	126.0e-h	28.38de	27.41bc	13.83fg	17.54e	50%	
39.07b-e	310.1f	126.5f	140.9c-f	29.37d	33.18a	12.08gh	20.92cd	25%	
40.03bcd	428.5bc	177a	151.8bcd	36.30c	21.01d-h	21.78a	25.39a	0	
25.09h	313.8f	78.7h	166.3b	40.59b	15.08i	14.72ef	16.92e	100%	150
34.21efg	378.8de	131.9ef	140.6c-f	26.40ef	20.66e-h	17.49cd	19.04de	75%	
31.52g	461.8b	146.2cd	212.2a	39.93b	18.43ghi	20.01ab	24.24ab	50%	
38.09b-e	412.0cd	155.3c	160.4b	46.20a	25.46bcd	18.01bcd	22.5bc	25%	
32.72fg	500.4a	166.1b	226.4a	48.51a	25.22b-e	17.52cd	20.78cd	0	

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ probability level using Duncan Multiple Range Test.

وزن خشک ساقه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($P \leq 0.05$) بود (جدول ۲). با افزایش مقدار نیتروژن و همچنین فراهمی رطوبت، وزن خشک ساقه افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بیشترین وزن خشک ساقه (۲۱۰/۶ گرم در بوته) و در تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین وزن خشک ساقه (۸۲/۲ گرم) مشاهده شد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد در شرایط مصرف کم نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر وزن خشک ساقه شدیدتر بوده است، به‌طوری‌که در سطح ۳۰ کیلوگرم نیتروژن کمبود آب باعث کاهش ۵۰ درصدی وزن ساقه نسبت به آبیاری کامل شد، در حالی‌که این کاهش برای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن فقط ۲۰ درصد بود.

مطالعات پژوهشگران نشان داده است که با افزایش نیتروژن مصرفی، تعداد و سطح برگ افزایش یافته که باعث بالارفتن ظرفیت فتوسنتزی می‌شود و به تبع آن سرعت رشد محصول و تولید ماده خشک افزایش می‌یابد (Sajadi Nik et al., 2013; Yousefi et al., 2010). برهم‌کنش نیتروژن و

برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲)، در سطوح ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن، با افزایش برگ‌زدایی وزن خشک ساقه کاهش یافت، اما در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن روند مشخصی مشاهده نشد. با این‌حال بیشترین وزن خشک ساقه (۲۲۶/۴ گرم) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در بوته‌های بدون برگ‌زدایی و کمترین آن با ۶۰ درصد کاهش از تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی ۱۰۰ درصد به‌دست آمد (جدول ۵). برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نیز بر وزن خشک ساقه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). در بین رژیم‌های آبیاری، وزن خشک ساقه در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی کمتر تحت تأثیر برگ‌زدایی قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزایش برگ‌زدایی تا سطح ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری در وزن خشک ساقه مشاهده نشد و در دفعات بیشتر آبیاری با افزایش مقدار برگ‌زدایی وزن خشک ساقه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات زراعی نخود تحت تأثیر آبیاری و برگ‌زدایی

Table 6. Mean comparison of chickpea agronomic traits affected by irrigation and defoliation

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Bio. Yield (g/m ²)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m ²)	ماده خشک ساقه (گرم بر متر مربع) Stem weight (g/m ²)	وزن برگ (گرم بر مترمربع) Leaf weight (g/m ²)	وزن صد دانه (گرم) 100 seed weight(g)	غلظت در بوته Pods /plant	دانه در بوته Seeds /plant	برگ‌زدایی defoliation	آبیاری Irrigation
30.32 c	194.7 g	56.64 i	103.7 fg	17.75 h	19.06 fg	8.20 h	10.25 i	100%	گلدهی Flowering stage
35.04 bc	193.1 g	67.08 h	83.3 g	16.24 h	19.89 efg	8.418 h	10.38 i	75%	
30.69 c	278.7 f	84.43 g	131.4 de	25.78 f	19.62 efg	11 g	13.11 ghi	50%	
35.73 b	294.5 ef	104.5 f	127.8 de	21.85 g	27.96 b	10.38 gh	11.63 i	25%	
34.26 bc	304.7 ef	103.4 f	129.4 de	38.48 cd	21.52 efg	12.56 fg	14.61 fgh	0	
35.99 b	296.1 ef	103.3 f	131.5 de	25.56 f	23.04 c-f	13.63 ef	15.54 fg	100%	گلدهی و غلظت دهی Flowering & podding stage
45.47 a	325.1 e	140.8 d	115.5 ef	24.90 f	24.14 b-e	15 de	18.71 de	75%	
43.2 a	381.1 d	163.4 c	143.6 cd	35.94 de	23.32 c-f	18.17 bc	21.46 cd	50%	
45.04 a	331.7 e	155.7 c	101.7 fg	42.04 b	20.4 efg	19.5 4b	23.04 bc	25%	
36.5 b	489.2 ab	175.7 b	197.4 b	45.64 a	22.17 def	19.8 b	24.89 ab	0	
21.47 d	276.4 f	59.06 hi	156.6 c	41.94 b	17.05 g	11.68 fg	12.38 hi	100%	کامل Full
33.22 bc	389.8 d	129.4 e	163.7 c	42.87 b	23.47 b-f	16.94 cd	16.83 ef	75%	
37.57 b	440.3 c	165.6 bc	185.8 b	34.19 e	26.38 bcd	20.39 b	21.17 cd	50%	
37.8 b	457.2 bc	174.3 b	221.7 a	40.72 bc	33.13 a	18.95 bc	20.33 cd	25%	
37.27 b	515 a	196.6 a	201.2 b	47.22 a	26.96 bc	23.56 a	26.28 a	0	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ Probability level- using Duncan Multiple Range Test.

بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۶۷ گرم در متر مربع) را تولید کرد. تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نیز کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت که با تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در همین سطح آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی نیز بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). تیمار بدون برگ‌زدایی همراه با سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بیشترین (۵۰۰ گرم در متر مربع) و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل کمترین عملکرد بیولوژیک (۲۱۲ گرم در متر مربع) را داشتند. مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویشی و تجمع ماده خشک بیشتر در شاخساره مؤثر است (Rezvani Moghadam et al., 2010). برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲). تیمار بدون برگ‌زدایی و آبیاری کامل بیشترین عملکرد بیولوژیک را تولید کرد که از نظر آماری با تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و همین سطح برگ‌زدایی تفاوت آماری نداشت. در این برهم‌کنش، کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۹۳ گرم بر متر مربع) متعلق به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد برگ‌زدایی بود (جدول ۶).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر

نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). با افزایش مصرف کود نیتروژن،

عملکرد دانه: بررسی برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی نشان

داد در شرایط آبیاری کامل اثرات منفی ناشی از برگ‌زدایی تشدید شد، به‌طوری‌که برگ‌زدایی کامل باعث کاهش ۷۰ درصدی عملکرد نسبت به بدون برگ‌زدایی شد. اما در شرایط کمبود آب (آبیاری در مرحله گلدهی و گلدهی، غلاف‌دهی) کاهش عملکرد نسبت به بدون برگ‌زدایی به‌ترتیب ۴۵ و ۴۰ درصد بود. (Yang & Midmore (2004 نیز نتایج مشابهی را در مورد ذرت و پنبه گزارش کردند. در پنبه در شرایط آبیاری مناسب با اعمال ۶۷ درصد برگ‌زدایی عملکرد محصول نسبت به شاهد ۳۷ درصد کاهش یافت؛ در حالی‌که در شرایط تنش آب با ۶۷ درصد برگ‌زدایی عملکرد نسبت به شاهد ۱۰۰ درصد افزایش داشت. این وضعیت احتمالاً بیانگر بهبود وضعیت آبی گیاه بعد از برگ‌زدایی و بهبود سرعت فتوسنتز گیاه می‌باشد. با این حال آبیاری کامل و بدون برگ‌زدایی بیشترین (۱۹۶/۶ گرم در متر مربع) و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌همراه برگ‌زدایی کامل کمترین عملکرد دانه (۵۶/۶ گرم در متر مربع) را تولید کردند (جدول ۶). در برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن بدون برگ‌زدایی بیشترین عملکرد (۱۷۷ گرم در متر مربع) را به‌همراه داشت. برگ‌زدایی کامل در همین سطح نیتروژن نیز کمترین عملکرد دانه (۵۸ گرم در متر مربع) را تولید کرد (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک: در برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری،

بالاترین سطح نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم) همراه با آبیاری کامل

ساکارز فسفات سنتتاز شده و سرعت فتوسنتز برگ‌های باقی‌مانده افزایش می‌یابد (Siosemardeh et al., 2011). برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد. در برهم‌کنش آبیاری و برگ‌زدایی، ترکیب آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با برگ‌زدایی سطوح ۲۵ تا ۷۵ درصد با متوسط شاخص برداشت ۴۴/۵ درصد، بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند.

بهبود فتوسنتز جاری و انتقال مجدد آن در شرایط بروز تنش خشکی متوسط (دوبار آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی) و همچنین برگ‌زدایی با شدت متوسط که منجر به افزایش میزان فتوسنتز برگ‌های باقیمانده شد، به افزایش شاخص برداشت در این تیمارها کمک کرده است. افزایش انتقال مجدد تحت شرایط خشکی و برگ‌زدایی در گندم نیز گزارش شده است (Janmohammadi et al., 2010). آبیاری کامل و برگ‌زدایی ۱۰ درصد کمترین شاخص برداشت (۲۱/۴ درصد) را تولید کرد (جدول ۶)، اما بین سطوح متوسط برگ‌زدایی در هر تیمار آبیاری تفاوت چشمگیری از نظر شاخص برداشت ملاحظه نشد. برهم‌کنش نیتروژن و برگ‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P < 0.01$) شد (جدول ۲). بیشترین کمترین شاخص برداشت با مقادیر ۴۵ و ۲۳ درصد به ترتیب به تیمارهای ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ درصد برگ‌زدایی و تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و برگ‌زدایی کامل تعلق داشت (جدول ۵).

همبستگی صفات مورد مطالعه

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد که کلیه صفات به جز تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه دارند. صفاتی که بیشترین همبستگی را با عملکرد داشتند به ترتیب عملکرد بیولوژیک (۰/۸۳)، تعداد غلاف در بوته (۰/۷۷)، تعداد دانه در بوته (۰/۷)، شاخص برداشت (۰/۵۳) و وزن صد دانه (۰/۳۵) بودند (جدول ۷). عملکرد بیولوژیک بالا باعث افزایش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و گیاه قادر خواهد بود که مواد فتوسنتزی لازم برای پُرشدن دانه‌ها را تولید نماید و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شود. در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد. بر این اساس فراهم‌کردن شرایطی که توانایی گیاه را برای تولید حداکثر غلاف بالا ببرد، در بهبود عملکرد دانه ضروری به نظر می‌رسد.

شاخص برداشت روندی کاهشی را نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین (۴۰/۷ درصد) و کمترین شاخص برداشت (۳۲/۳ درصد) به ترتیب به تیمارهای ۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن رشد رویشی را تحریک نمود و باعث شد گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را به رشد شاخساره تخصیص دهد. نتایج سایر محققان نیز تأثیر مصرف نیتروژن بر افزایش رشد رویشی را نشان می‌دهد (Yousefi et al., 2010; Sajadi Nik et al., 2013). در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با شاخص برداشت ۴۱/۲ درصد، نسبت به دو سطح دیگر ۲۴ درصد افزایش داشت. فراهمی رطوبت در مرحله پُرشدن دانه از طریق افزایش فتوسنتز جاری و سهولت در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شود. با افزایش رطوبت در مرحله غلاف‌دهی شاخص برداشت افزایش می‌یابد (Singh, 1998). اما آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به ترتیب با ۳۳/۵ و ۳۳/۲ درصد، شاخص برداشت کمتری داشتند که از نظر آماری مشابه بودند. (جدول ۳). در آبیاری کامل، تأمین رطوبت به‌ویژه در مرحله زایشی رشد رویشی را تحریک کرده و رقابت بین اندام‌های زایشی و رویشی به نفع اندام رویشی تشدید شده و لذا شاخص برداشت کاهش یافت. در تیمار یک‌بار آبیاری در زمان گلدهی به دلیل کمبود رطوبت در مرحله پُرشدن دانه و کاهش شدید فتوسنتز جاری و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن عملکرد دانه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت و این امر به کم‌شدن شاخص برداشت منجر گردید.

برگ‌زدایی اثر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر شاخص برداشت داشت (جدول ۲). کمترین شاخص برداشت از تیمار برگ‌زدایی کامل حاصل شد و با کاهش برگ‌زدایی، شاخص برداشت بین ۲۴ تا ۳۴ درصد افزایش یافت (جدول ۳). در مقادیر کمتر برگ‌زدایی (بین ۲۵ تا ۷۵ درصد) شاخص برداشت نسبت به شاهد به مقدار کم و غیر معنی‌دار افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد افزایش سرعت فتوسنتز در برگ‌های باقیمانده و احتمالاً افزایش انتقال مجدد از ساقه تا حدودی نسبت ماده خشک مخازن به کل ماده خشک گیاه را افزایش داده است. کاهش سطح برگ باعث کاهش مواد فتوسنتزی در دسترس و جذب سریع‌تر ساکارز از برگ‌های باقیمانده توسط مخزن و افزایش شیب غلظت ساکارز بین منبع و مخزن می‌گردد. این امر باعث کاهش پس‌خوری منفی ساکارز بر آنزیم‌های کلیدی

جدول ۷- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن، آبیاری و برگ‌زدایی
Table 7. Correlation between traits in chickpea under nitrogen, irrigation and defoliation

6	5	4	3	2	1
					1 تعداد دانه در بوته Seeds/plant
				1	0.88** تعداد غلاف در بوته Pods/plant
			1	-0.1 ^{ns}	-0.35** وزن صد دانه 100- seed weight
		1	0.35**	0.77**	0.7** عملکرد دانه Seed yield
	1	0.83**	0.12 ^{ns}	0.8**	0.75** عملکرد بیولوژیک Bio. Yield
1	0.01 ^{ns}	0.53**	0.47**	0.17*	0.13 ^{ns} شاخص برداشت Harvest index

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: Non-significant, * and **: Significant at $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively.

نتیجه‌گیری

کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم، عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک را در نخود بهبود بخشید و تنها اثر منفی آن بر شاخص برداشت بود. در بین رژیم‌های آبیاری نیز، آبیاری کامل در بسیاری از صفات به جز شاخص برداشت اثر افزایشی داشت، حال آن‌که تأثیر آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در برخی صفات مانند عملکرد دانه مشابه آبیاری کامل بود. لذا می‌توان در شرایطی که محدودیت منابع آب وجود دارد با آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد نسبت به کمبود آب مقابله کرد. در این شرایط می‌توان با کاربرد ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌عنوان کود آغازگر عملکردهای قابل‌قبولی تولید کرد. برگ‌زدایی در تمام صفات مورد مطالعه اثر منفی داشت و تنها در مواردی مانند وزن

سددانه و شاخص برداشت، حذف جزئی برگ‌ها اثر تعدیل‌کنندگی نسبت به شاهد داشت. شرایط محیطی، میزان خسارت حاصل از برگ‌زدایی را تحت تأثیر قرار داد، به‌نحوی که مصرف نیتروژن توانایی گیاه را در برابر جبران برگ‌های از دست‌رفته افزایش داد و همچنین حذف برگ‌ها در شرایط کمبود آب وضعیت آبی گیاه را بهبود بخشید و با انجام انتقال ذخایر ساقه به مخازن اقتصادی گیاه، مقدار افت عملکرد ناشی از برگ‌زدایی کاهش یافت. بنابراین با مصرف نیتروژن و محدودیت آبیاری می‌توان از کاهش چشمگیر عملکرد در شرایطی که برگ‌ها خسارت دیده‌اند جلوگیری کرد.

منابع

1. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjali, A., and Parsa, M. 1997. Agronomy and Breeding of Chickpea. Jahad Daneshgahi Pub. Mashhad.
2. Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., and Zhao, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components. Agriculture Science 120: 219-224.
3. Brevendan, R.E., Egli, D.B., and Leggett, J.E. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. Agronomy Journal 70: 81-84.
4. Gazzoni, D. L., and Moscardi, F. 1997. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo).
5. Janmohammadi, M., Ahmadi, A., and Poustini, K. 2010. Effect of leaf area reduction and nitrogen application on stomatal characteristics of flag leaf and grain yield of wheat under deficit irrigation. Electronic Journal Crops Production 3(4): 177-194. (In Persian with English Summary).
6. Mousavi, S.K., Pezeshkpoor, P., Khorgami, A., and Noori, M. N. 2009. Effects of supplemental irrigation and crop density on yield, and yield components of Kabuli chickpea cultivars. Iranian Journal of Agronomic Research. 7(2): 657-672. (In Persian with English Summary).

7. Pandey, R.K. 1984. Influence of source and sink removal on seed yield of chickpea (*Cicer arietinum*). Field Crops Research 8: 159-168.
8. Rezvani Moghaddam, P., and Sadeghi Samarjan, R. 2008. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar 3279 ILC). Iranian Journal of Agronomic Research 6(2): 315-326. (In Persian with English Summary).
9. Sajadi Nik, R., and Yadavi, A.R. 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phenological stages and grain yield of Sesame. Electronic Journal Crops Production 6(2): 73-99. (In Persian with English Summary).
10. Singh, S.K.S., and Ganapathy, P.S. 1998. Realisation of yield potential in chickpea (*Cicer arietinum* L.). PP: 318- 319. In: Proceeding of the International Workshop of Chickpea Improvement. 15-20 Feb 1998, New Dehli, India.
11. Siosemardeh, A., Ranjbar B.H., Sohrabi, Y., and Bahram Nejad, B. 2011. Effect of drought stress and sink-source limitation on gas exchange and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Iranian Journal of Crops Sciences 2(3): 585-596. (In Persian).
12. Yang, Z., and Midmore, D.J. 2004. Experimental assessment of impact of defoliation on growth and production of water-stressed maize and cotton plants. Experimental Agriculture 40: 189-199.
13. Yazdani Biouki, R., Rezvani Moghadam, P., Kouchaki, A., Amiri, M.B., Fallahi, J., and Deyhimfard, R. 2010. Effects of different nitrogen nutrition of wheat (*Triticum aestivum* L.) Sayonz cultivar on germination indices and seedling growth under levels of drought stress and biological fertilizer. Journal of Agroecology 2(2): 266-276. (In Persian).

Effect of defoliation on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under different amount of nitrogen fertilizer and irrigation regimes

Amini^{1*}, Z., Parsa², M., Nasiri Mahallati³, M. & Bannayan Aval³, M.

1. MSc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 7 January 2014

Accepted: 15 March 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.30759

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.), an annual with indeterminate growth habit, is one of the most important food legumes. Loss of foliage due to leaf diseases or environmental hazards are prevalent for many crops. Such loss of foliage affects the yield and also the carbohydrate and protein status of leaves and seeds. The source-sink relationship change during growth stages. Few factors including nitrogen fertilizer and water influence this relationship. This experiment was conducted in order to study the effects of nitrogen fertilizer, supplementary irrigation and defoliation on yield and yield components of chickpea.

Materials & Methods

The experiment was conducted as split-split plot based on randomized complete block design with three replications in research farm of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran in 2012. Main plot was nitrogen fertilizer including 30, 75 and 150 kg N/ha and sub-plot was irrigation regimes including full irrigation, supplemental irrigation at flowering and supplemental irrigation at flowering and seed filling stages. Defoliation including 0, 25%, 50%, 75% and 100% was considered as sub-sub plot. Leaf and stem dry weight, seed yield, biological yield, pod number per plant, grain number per plant, 100 grain weight and harvest index were all recorded.

Results & Discussion

The results indicated that all traits excluding harvest index were higher in 150 kg N.ha⁻¹ treatment compared to other levels of nitrogen. Nitrogen rate of 150 kg.ha⁻¹ produced the highest grain yield (135.7 g.m⁻²). The highest harvest index (40.7%) was obtained at 30 kg.ha⁻¹ N treatment. Full irrigation and supplemental irrigation at flowering and podding stages with average grain yield of 146 g.m⁻² were higher than supplemental irrigation at flowering (83 g.m⁻²). Supplemental irrigation at flowering and podding stages showed the highest harvest index (41.2 %). The highest biological yield was obtained from 150 kg N.ha⁻¹ (413 g.m⁻²) and full irrigation (415 g.m⁻²). Nitrogen rate 75 kg.ha⁻¹ at 0% defoliation (control), resulted in the highest seed yield (177 g.m⁻²). The lowest seed yield (58 g.m⁻²) was obtained from 75 kg.ha⁻¹ nitrogen treatment and complete defoliation. By increasing of N fertilizer application, the negative effects of defoliation in some traits such as pod number and seed and leaf weight decreased. In 30 and 75 kg.ha⁻¹ nitrogen treatment, 100% defoliation decreased pod number to 50%, but this was 20% in 150 kg.ha⁻¹ nitrogen treatment. Full irrigation with 0% defoliation produced the highest (196 g.m⁻²) and supplemental irrigation at flowering stage with complete defoliation the lowest (56 g.m⁻²) grain yield. Defoliation decreased the most of mentioned traits significantly. Complete defoliation decreased grain and biological yield to 46% and 56%, respectively compared to the control. The lowest harvest index (29%) was obtained in complete defoliation. All of traits including pod number, seed number, harvest index and biological yield had

*Corresponding Author: zohreh.amini@stu.um.ac.ir; Tel: 05513357922, Mobile: 09156562438

positive and significant correlation with seed yield. Biological yield (83%) had highest correlation with yield.

Conclusion

Generally, defoliation decreased grain yield. However, application of nitrogen fertilizer at low levels could decrease the negative effects of defoliation. High N application improved the ability of plant to compensate the leaves that removed grain yield in treatments of full irrigation and supplementary irrigation at flowering and podding stages was equivalent, therefore under water deficit condition, supplementary irrigation at flowering and podding stages recommend.

Keywords: Defoliation, Drought stress, Nitrogen fertilizer, Supplemental irrigation

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط محیطی شوشتر

عادل مدحج^۱ و زهرا علیخانی^{۲*}

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، شوشتر
۲- کارشناس ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۶

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی کارایی مدیریت تلفیقی (شیمیایی و مکانیکی) علف‌های هرز در مزارع نخود، در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در شهرستان شوشتر اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از کاربرد پیش‌کاشت علف‌کش‌های تریفلورالین (دو لیتر در هکتار)، پندیمتالین (دو لیتر در هکتار)، تریفلورالین + پندیمتالین (یک لیتر از هر کدام از علف‌کش‌ها)، تریفلورالین + یک‌بار کولتیواتور، تریفلورالین + دو بار کولتیواتور، پندیمتالین + یک‌بار کولتیواتور، پندیمتالین + دو بار کولتیواتور، یک‌بار کولتیواتور، دو بار کولتیواتور، تریفلورالین + پندیمتالین + یک‌بار کولتیواتور، تریفلورالین + پندیمتالین + دو بار کولتیواتور، شاهد بدون کنترل علف‌هرز، و شاهد کنترل کامل علف‌هرز. نتایج نشان داد که بیشترین کنترل علف‌های هرز در تیمار دو بار کولتیواتور + تریفلورالین + پندیمتالین به‌دست آمد. علف‌های هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و شب‌بوی وحشی (*Malcolmia behboudiana*) در این تیمار به‌ترتیب ۲/۸۷ و ۸/۹۱ درصد کنترل شدند. تیمارهای دو بار کولتیواتور + تریفلورالین، دو بار کولتیواتور + پندیمتالین و تیمار دو بار کولتیواتور + پندیمتالین + تریفلورالین به‌ترتیب با ۶/۷۵، ۸/۷۸ و ۸/۸۸ درصد کنترل علف‌های هرز، بالاترین سطح را به‌خود اختصاص دادند. این تیمارها به‌ترتیب با ۵/۱۹۳، ۲/۱۸۰ و ۵/۲۲۵ گرم در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با سایر تیمارها داشتند. افزایش عملکرد در تیمارهای مذکور، به‌دلیل افزایش تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در بوته و در نتیجه افزایش تعداد دانه در بوته بود. بر اساس این پژوهش، استفاده تلفیقی از علف‌کش‌های پندیمتالین (یک لیتر در هکتار) + تریفلورالین (یک لیتر در هکتار) + دو بار کولتیواتور، روشی کارآمد جهت کنترل علف‌های هرز و دستیابی به عملکرد بالا در نخود بود.

واژه‌های کلیدی: کولتیواتور، پندیمتالین، تریفلورالین

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) به‌دلیل رشد نسبتاً کند در اوایل دوره رشد، از توانایی اندکی در رقابت با علف‌های هرز برخوردار است (Patel et al., 2006). خسارت این محصول در نتیجه تداخل علف‌های هرز ممکن است بسیار شدید باشد (Mittal & Singh, 1983). بر اساس اطلاعات موجود، کاهش عملکرد دانه نخود در رقابت با علف‌های هرز، در غرب آسیا، ۴۰ تا ۷۵ درصد و در شمال آفریقا، ۱۳ تا ۹۸ درصد گزارش شده است (Solh & Pala, 1990). خسارت ناشی از علف‌های هرز تنها به کاهش عملکرد ناشی از رقابت آن‌ها با گیاه زراعی محدود نمی‌شود، بلکه علف‌های هرز علاوه‌بر نقش میزبانی آفات و بیماری‌ها، از طریق دگرآسیبی نیز برای گیاه مشکل‌ساز هستند و علاوه‌براین در برداشت محصول مزاحمت ایجاد می‌کنند. انتخاب روش کنترل علف‌های هرز در حبوبات به فن‌آوری‌های

موجود، نوع گیاه زراعی، منابع انسانی موجود، هزینه‌های کنترل، روش کاشت و بسیاری از عوامل اقلیمی بستگی دارد. در مجموع روش‌های مکانیکی، شیمیایی و زراعی، روش‌های معمول در مدیریت علف‌های هرز هستند (Parsa & Bagheri, 2008).

علف‌کش‌ها به‌دلیل کارایی و صرفه اقتصادی نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز ایفا می‌کنند و امروزه به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ایران تحقیقات محدودی در مورد مصرف علف‌کش‌های مناسب برای کاربرد در مزارع نخود صورت گرفته است. به‌طور کلی تعداد علف‌کش‌های ثبت‌شده برای کاربرد در مزارع نخود در سطح دنیا (Data et al., 2007) و ایران محدود است. معرفی علف‌کش‌های با طیف کنترل وسیع و با محل‌های هدف متنوع، از اهمیت ویژه‌ای در مدیریت کاربرد علف‌کش‌ها و تأخیر در بروز مقاومت علف‌هرز برخوردار است (Mousavi et al., 2010). علف‌کش‌های تریفلورالین، اتال فلورالین و سیمازین به‌صورت پیش‌کاشت و

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۶۳۸۰۱۴۷۷، z.alikhani64@yahoo.com

واحد شوشتر، با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۳ تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از کاربرد پیش‌کاشت علف‌کش‌های T_1 : تریفلورالین^۱ (۲ لیتر در هکتار)، T_2 : پندیمتالین^۲ (۲ لیتر در هکتار)، T_3 : تریفلورالین + پندیمتالین (یک لیتر از هر کدام از علف‌کش‌ها)، T_4 : تریفلورالین + یکبار کولتیواتور، T_5 : تریفلورالین + دوبار کولتیواتور، T_6 : پندیمتالین + یکبار کولتیواتور، T_7 : پندیمتالین + دوبار کولتیواتور، T_8 : یکبار کولتیواتور، T_9 : دوبار کولتیواتور، T_{10} : تریفلورالین + پندیمتالین + یکبار کولتیواتور، T_{11} : تریفلورالین + پندیمتالین + دوبار کولتیواتور، T_{12} : شاهد بدون کنترل علف‌هرز، T_{13} : شاهد کنترل کامل علف‌هرز.

عملیات تهیه بستر کاشت، شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک‌زنی برای خرد کردن کلوخه‌ها و استفاده از ماله برای تسطیح زمین بود. کرت‌های آزمایشی در ابعادی به طول چهار متر و عرض ۳/۷۵ متر در نظر گرفته شدند. در هر کرت با احتساب فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر، پنج پشته تعبیه شد. بذور با فاصله روی ردیف ۱۲ سانتی‌متر و در عمق پنج سانتی‌متری زمین کاشته شدند. روی هر پشته، دو ردیف کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر در نظر گرفته شد. در تاریخ ۱۰ آذر ماه سال ۱۳۸۸ کاشت نخود رقم آزاد با قوه نامیه ۹۸ درصد به صورت دستی انجام شد. بذور قبل از کشت با سم قارچ‌کش کاربوکسین‌تیرام به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند. تیمارهای علف‌کش به مدت یک هفته قبل از کاشت، با سمپاش موتوری پشتی با نازل تی‌جت ۸۰۰۲ مورد استفاده قرار گرفت. سپس از شن‌کش به منظور اختلاط علف‌کش با خاک استفاده شد. کولتیواتور اول در زمان استقرار گیاهچه نخود (دو هفته پس از سبز شدن) و کولتیواتور دوم، قبل از گلدهی انجام شد. در تیمار شاهد، کنترل علف‌هرز به فاصله پنج روز یکبار انجام شد، به نحوی که تا انتهای فصل رشد، عاری از علف‌هرز بودند. در تیمار شاهد بدون کنترل، هیچ‌گونه عملیات کنترل علف‌هرز انجام نشد. نمونه‌برداری از علف‌های هرز در مرحله غلاف‌دهی نخود انجام گرفت. برای این منظور به طور تصادفی علف‌های هرز موجود در کوادراتی به مساحت ۰/۲۵ مترمربع برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل شد. جهت نمونه‌برداری،

پیریدیت به صورت پس‌رویشی برای کنترل علف‌های هرز مزارع نخود مورد استفاده قرار می‌گیرند (Less, 2001). تریفلورالین و پندیمتالین از جمله علف‌کش‌های مؤثر بر کنترل علف‌های هرز نخود می‌باشد (Corp et al., 2004).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاربرد هر یک از روش‌های مکانیکی و شیمیایی به تنهایی نمی‌تواند کنترل مناسب علف‌های هرز را به همراه داشته باشد (Modhej & Behdarvandi, 2006). از سوی دیگر، به دلیل کاربرد بیش از حد علف‌کش‌ها، بسیاری از علف‌های هرز به علف‌کش‌ها مقاوم شده‌اند. از طرفی افزایش مصرف علف‌کش، آلودگی‌های زیست‌محیطی را نیز به دنبال دارد. همچنین، اثر منفی برخی علف‌کش‌ها نظیر بنتازون و پیریدیت بر تثبیت بیولوژیکی نیترژن در گیاه نخود، گزارش شده است (Izadi Darbandi & Akram, 2012). از سوی دیگر استفاده مکرر از روش‌های مکانیکی در کنترل علف‌های هرز، موجب خسارت‌های فیزیکی به گیاه زراعی می‌شود و علف‌های هرز چندساله را کنترل نمی‌کند و موجب افزایش فرسایش خاکی و فشردگی خاک می‌شود. بنابراین با توجه به معایب استفاده مکرر و مداوم از هر یک از روش‌های کنترل علف‌های هرز به تنهایی، به کارگیری روش‌های کنترل تلفیقی ضروری به نظر می‌رسد (Swanton & Weise, 1991). گزارش شده است که تلفیق کولتیواتور بین ردیف‌ها و مصرف علف‌کش ضمن دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان وجینی، نیاز به مصرف علف‌کش را کاهش داده و تلفیق روش‌های شیمیایی و مکانیکی تا حدودی موجب جلوگیری از ایجاد گونه‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها می‌شود (Swanton et al., 1996). به طور کلی رهیافت تلفیقی علف‌های هرز موجب افزایش و پایداری تولید، کاهش مشکلات و هزینه‌های کنترل علف‌های هرز می‌شود. در یک آزمایش با بررسی روش‌های تلفیقی کنترل علف‌های هرز نخود، مشخص شد که اختلاط علف‌کش‌های پندیمتالین و آمتترین به همراه وجین دستی، عملکرد دانه نخود را به طور معنی‌دار افزایش داد (Ramakrishna et al., 1992). از آنجاکه ارزیابی روش‌های مختلف مکانیکی، شیمیایی و تلفیق این روش‌ها در کنترل علف‌های هرز از اهمیت بالایی برخوردار است، این آزمایش با هدف بررسی کارایی روش‌های شیمیایی، مکانیکی و تلفیق آن‌ها بر کنترل علف‌های هرز در نخود انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی مدیریت تلفیقی (شیمیایی و مکانیکی) علف‌های هرز گیاه نخود، این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی

^۱ Trade name: Treflan. Generic name: a,a,a-trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine

^۲ Trade name: Stamp. Generic name: 3,4-Dimethyl-2,6-dinitro-N-pentan-3-yl-aniline

علف‌های هرز به گونه‌های مختلف تفکیک، تعداد آن‌ها شمارش و جهت ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک نخود، با حذف اثر حاشیه‌ای، مساحتی معادل سه مترمربع از هر کرت برداشت گردید. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS Ver.16، مقایسه میانگین از طریق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel 2007 صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد علف‌های هرز

علف‌های هرز موجود در مزرعه آزمایشی و تراکم آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده‌اند. جهت بررسی اثر تیمارها بر تعداد علف‌های هرز غالب در مزرعه آزمایشی، علف‌های هرز به سه دسته سلمه‌تره، شب‌بوی وحشی و سایر علف‌های هرز تقسیم‌بندی شدند (علف‌های هرز چغندر وحشی، هفت‌بند، خردل وحشی، شاه‌تره، ماشک گل‌خوشه‌ای و جفجفک به‌علت پایین بودن فراوانی آن‌ها، در گروه سایر علف‌های هرز تقسیم‌بندی شدند).

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مورد مطالعه بر تعداد علف‌هرز سلمه‌تره، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تیمار پندیمتالین با ۹/۳۴ درصد و تیمار اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین با ۴/۴۴ درصد، سلمه را بهتر از تیمار علف‌کش تریفلورالین (۷۹/۲۳ درصد) کنترل کردند (جدول ۲). کنترل سلمه‌تره توسط علف‌کش تریفلورالین در محصولات دیگر توسط Hernando et al, (1987) گزارش شده است. تیمارهای تلفیقی علف‌کش‌ها با دوبار کولتیواتور بیشترین درصد کنترل سلمه را داشتند. تیمار پندیمتالین با دوبار کولتیواتور،

تریفلورالین با دوبار کولتیواتور و اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین با دوبار کولتیواتور علف‌هرز سلمه را به‌ترتیب ۷۶/۲، ۹۱/۸۰ و ۲۹/۸۷ درصد کنترل کردند. سلمه‌تره یک علف‌هرز یکساله است که تکثیر آن از طریق بذر صورت می‌گیرد، بنابراین استفاده از کولتیواتور پیش از مرحله گلدهی آن می‌تواند موجب تولید و انتشار بذر این علف‌هرز گردد.

بیشترین تعداد علف‌هرز شب‌بو، پس از تیمار بدون کنترل در تیمار یک‌بار کولتیواتور دیده شد (جدول ۲). در میان تیمارهای علف‌کش، بیشترین کنترل این علف‌هرز (۳۸/۴ درصد) به تیمار اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین اختصاص یافت. در یک تحقیق گزارش شد که بیشترین کنترل علف‌های هرز نخود در تیمار علف‌کش آکسی‌فلورفن و اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین+پیریدیت بود (Yousefi et al., 2006). تیمار دوبار کولتیواتور به‌علت اثر دومین کولتیواتور، شب‌بوی وحشی را به‌خوبی کنترل کرده و با تیمارهای تریفلورالین+دوبار کولتیواتور و تریفلورالین+پندیمتالین+یک‌بار کولتیواتور تفاوت معنی‌دار نداشت. به‌نظر می‌رسد استفاده از دوبار کولتیواتور برای کنترل شب‌بوی وحشی، مؤثرتر از علف‌کش‌های تریفلورالین، پندیمتالین و اختلاط تریفلورالین+پندیمتالین بود. پندیمتالین با دوبار کولتیواتور علف‌هرز شب‌بوی وحشی را در حدود ۹/۸۴ درصد و اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین+پندیمتالین با دوبار کولتیواتور، این علف‌هرز را ۹۱/۸ درصد کاهش داد. تیمار علف‌کش پندیمتالین با دوبار کولتیواتور ۵/۷۶ درصد و اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین+پندیمتالین در تلفیق با دوبار کولتیواتور با ۳/۸۷ درصد بیشترین کنترل سایر علف‌های هرز را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲).

جدول ۱- علف‌های هرز مشاهده‌شده در آزمایش و تراکم آن‌ها

Table 1. Weed composition of the experiments and their density

نام فارسی Name	خانواده Family	نام علمی The Scientific name	تراکم علف‌هرز (بوته در مترمربع) Weed density (plants m ⁻²)
سلمه‌تره	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	31
شب‌بوی وحشی	Brassicaceae	<i>Malcolmia behboudiana</i>	18
هفت بند	Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>	2
خردل وحشی	Brassicaceae	<i>Sinapsis arvensis</i>	2
شاه‌تره	Fumariaceae	<i>Fumaria officinalis</i>	3
ماشک گل‌خوشه‌ای	Fabaceae	<i>Vicia villosa</i>	2
جفجفک	Caryophyllaceae	<i>Vacaria pyramidata</i>	2
چغندر وحشی	Chenopodiaceae	<i>Beta maritima</i>	1

جدول ۲- اثر تیمارهای مدیریت بر کنترل علف‌های هرز (تعداد بوته در مترمربع) در مرحله غلاف‌دهی نخود
Table 2. Effect of management treatments on weed control (plant No. per m²) at chickpea pod stage

شماره تیمار Treatment No.	تیمارها	Treatments	سلمه <i>Chenopodium album</i>		شب‌بوی وحشی <i>Malcolmia behboudiana</i>		سایر علف‌های هرز Other weeds		کل علف‌های هرز Total weeds	
			تعداد Number	درصد کنترل Control (%)	تعداد Number	درصد کنترل Control (%)	تعداد Number	درصد کنترل Control (%)	تعداد Number	درصد کنترل Control (%)
T1	تریفلورالین	Trifluralin	24 c	23.8 f	14 c	23.3 h	9 bc	18.9 g	47 c	22.7 k
T2	تریفلورالین + یک‌بار کولتیواتور	Trifluralin+ once cultivation	14 g	54.7 d	9 f	50.6 f	8 d	29.5 f	31 f	48.7 h
T3	تریفلورالین + دوبار کولتیواتور	Trifluralin+ twice cultivation	6 k	80.9 b	5 h	72.6 c	4 f	65.9 d	15 h	75.6 d
T4	تریفلورالین + پندیمتالین	Trifluralin+ Pendimetalin	20 e	44.4 e	11 e	38.4 g	9 c	23.3 g	37 e	38.6 i
T5	تریفلورالین + پندیمتالین + یک‌بار کولتیواتور	Trifluralin+ Pendimetalin+once cultivation	11 h	64.4 d	5 h	71.2 d	4 f	61.54 d	21 f	65.8 f
T6	تریفلورالین + پندیمتالین + دوبار کولتیواتور	Trifluralin+Pendim etalin+ twice cultivation	4 i	87.29 b	1 j	91.8 b	1 h	87.32 b	7 i	88.8 b
T7	پندیمتالین	Pendimetalin	20 d	34.9 e	12 d	31.5 g	9 c	23.1 g	42 d	31.6 j
T8	پندیمتالین + یک‌بار کولتیواتور	Pendimetalin+once cultivation	15 f	51.5 d	6 g	64.4 e	5 e	55.1 e	27 f	56.0 g
T9	پندیمتالین + دوبار کولتیواتور	Pendimetalin+twic e cultivation	7 j	76.2 b	3 i	84.9 c	3 g	76.5 c	13 i	78.8 c
T10	یک‌بار کولتیواتور	Once cultivation	25 b	19.0 f	16 b	10.9 i	10 b	14.7 h	52 b	15.8 l
T11	دوبار کولتیواتور	Twice cultivation	9 i	71.4 c	5 h	72.5 c	4 f	65.9 d	18 f	70.7 e
T12	شاهد بدون کنترل علف‌هرز	Without weed control	31 a	-	18 a	-	12 a	-	61 a	-
T13	شاهد کنترل کامل علف‌هرز	Weedy control	-	100 a	-	100 a	-	100 a	-	100 a
LSD (%)			1	3.2	1	4.0	0.72	6.9	1.1	1.9

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

LSD: Least significant difference

کنترل پندیمتالین و اختلاط دو علف‌کش پندیمتالین و تریفلورالین بیشتر از تیمار تریفلورالین و به ترتیب به میزان ۶/۳۱ و ۶/۳۸ درصد بود. به نظر می‌رسد که علف‌کش پندیمتالین نسبت به تریفلورالین ماندگاری بیشتری در خاک داشت. تیمار اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین، به علت ماندگاری بالای علف‌کش پندیمتالین و افزایش طیف کنترلی علف‌هرز در اختلاط دو علف‌کش و به گمان، اثر سینرژیستی دو علف‌کش، علف‌های هرز را بهتر از تیمارهای استفاده مجزا از دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین کنترل کرد. در یک پژوهش با بررسی برخی علف‌کش‌ها بر کنترل علف‌های هرز نخود

به طور کلی، تیمار شاهد بدون کنترل با ۶۱ بوته در مترمربع بیشترین تعداد علف‌هرز را دارا بود (جدول ۲). بعد از این تیمار، تیمار یک‌بار کولتیواتور با ۵۲ بوته تنها توانست علف‌های هرز را به میزان ۸۴/۱۵ درصد کنترل کند. تیمار یک‌بار کولتیواتور قبل از ورود گیاه به مرحله تشکیل شاخه فرعی اعمال شد. در ابتدا علف‌های هرز در این تیمار به خوبی کنترل شدند، اما پس از مدتی احتمالاً به علت جوانه زنی و رشد بذور علف‌های هرز موجود در بانک بذر خاک، برای اثر بیشتر کولتیواتور در کنترل علف‌های هرز، تداوم این روش حداقل در دو مرحله نیاز است (Zareii & Modhej, 2012). درصد

تیمار تلفیق آن با وجین دستی شد (Sadeghipour & Ghfarikhaligh, 2002) Modhej & Behdarvandi (2006) نیز نتیجه گرفتند که تلفیق دو علف‌کش تریفلورالین و ستوکسیدیم+ دوبار کولتیواتور، بیشترین عملکرد دانه کلزا را به دنبال داشت. نتایج مشابه در گیاه ذرت گزارش شده است (Zareii & Modhej, 2012; Fathi et al., 2003).

اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). وزن صد دانه در تیمار بدون کنترل در مقایسه با کنترل کامل، ۳۳/۲ درصد کاهش یافت. تلفیق دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین و دوبار کولتیواتور باعث افزایش معنی‌دار وزن صد دانه در مقایسه با سایر تیمارها شد (جدول ۴). به دلیل عدم کنترل مؤثر علف‌های هرز در تیمار یک‌بار کولتیواتور، کمترین وزن دانه به این تیمار اختصاص یافت. وزن صد دانه در تیمارهای علف‌کش تریفلورالین، پندیمتالین و اختلاط تریفلورالین+ پندیمتالین در حدود ۲۱/۴ درصد نسبت به کنترل کامل کاهش یافت. Khan et al, (2012) گزارش دادند که استفاده از علف‌کش پندیمتالین نسبت به علف‌کش‌های تاپیک و پوماسوپر تأثیر کمتری بر کنترل علف‌های هرز داشته و وزن دانه نخود در این تیمارها نسبت به وجین دستی به طور معنی‌داری کاهش یافت.

تداخل علف‌های هرز در تیمار بدون کنترل عملکرد بیولوژیکی را در مقایسه با کنترل کامل ۳۲/۴ درصد کاهش داد (جدول ۴). عدم کنترل مؤثر علف‌های هرز در روش‌های غیرتلفیقی مکانیکی و شیمیایی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی نسبت به شاهد شد. بیشترین میزان این صفت پس از تیمار کنترل کامل به تلفیق دو علف‌کش و دوبار کولتیواتور اختصاص یافت. با توجه به حساسیت بالای نخود در مراحل ابتدایی رشد، مصرف علف‌کش‌های پیش‌کاشت به همراه انجام کولتیواتور در مراحل بعدی رشد باعث افزایش توان رقابت نخود در دریافت منابع و افزایش زیست‌توده آن گردید. این نتایج نشان‌دهنده حساسیت گیاه نخود به علف‌های هرز در تمامی مراحل رشد بود. استفاده از علف‌کش‌های پندیمتالین و تریفلورالین در مقایسه با استفاده تلفیقی علف‌کش و کولتیواتور، از کارایی کمتری در افزایش عملکرد بیولوژیکی برخوردار بود. این نتایج با تحقیقات انجام شده در نخود (Khan et al., 2012) و کلزا (Modhej & Behdarvandi, 2006) مطابقت داشت.

اثر تیمارهای کنترل بر تعداد شاخه‌های فرعی نخود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در تیمارهای بدون کنترل، تعداد شاخه‌های جانبی در رقابت با علف‌های هرز

مشخص شد که علف‌کش پندیمتالین به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به صورت پیش‌کاشت از کارایی بیشتر نسبت به تریفلورالین برخوردار بود (Mousavi, 2009).

Mousavi et al, (1987) نیز گزارش دادند که علف‌کش پندیمتالین به صورت خاک‌مصرف در شرایط کشت آبی، علف‌های هرز را تا حدودی کنترل نمود، اما در شرایط کشت دیم کنترل آن مؤثر نبود. مرحله دوم کولتیواتور اثر بسزایی در کاهش تعداد علف‌های هرز و افزایش کنترل آن‌ها در مراحل پس از گلدهی داشت. علف‌های هرز در تیمار اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین+ پندیمتالین با دوبار کولتیواتور به طور مؤثر (۸۸/۸ درصد) کنترل شدند. بین دو تیمار پندیمتالین با دوبار کولتیواتور و تریفلورالین با دوبار کولتیواتور تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. (Modhej & Behdarvandi, 2006) در آزمایشی در خصوص کنترل تلفیقی (شیمیایی و مکانیکی) علف‌های هرز در کلزا، گزارش دادند تیمار دوبار کولتیواتور به همراه علف‌کش تریفلورالین، علف‌های هرز را به میزان ۴۳/۸۴ درصد کنترل نمود. (Fereidoonpoor et al, 1987) نیز تلفیق علف‌کش تریفلورالین با وجین دستی را مناسب‌تر از استفاده از هر یک از روش‌های شیمیایی یا مکانیکی به تنهایی در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد معرفی نمودند.

عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه نخود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). عملکرد دانه در تیمار شاهد بدون کنترل نسبت به کنترل کامل، ۷۲ درصد کاهش یافت (شکل ۱). این واکنش نشان‌دهنده حساسیت بالای گیاه نخود به تداخل علف‌های هرز بود (Upadhyaya & Blackshaw, 2007). بیشترین عملکرد دانه نخود پس از تیمار کنترل کامل به تیمار تلفیق تریفلورالین+ پندیمتالین و دوبار کولتیواتور اختصاص داشت (جدول ۴). کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد بدون کنترل و پس از آن در تیمار یک‌بار کولتیواتور (۶۰ درصد) مشاهده شد. مصرف علف‌کش‌های پندیمتالین و تریفلورالین به تنهایی، علف‌های هرز را به خوبی کنترل نکرد و میزان کاهش عملکرد دانه در این تیمارها در مقایسه با کنترل کامل به ترتیب ۵۳/۵ و ۵۸/۷ درصد بود (شکل ۱). به طور کلی، کاهش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی در مقایسه با شاهد کمتر از تیمارهای علف‌کش و کولتیواتور بود. در یک پژوهش گزارش شد که مصرف علف‌کش تریفلورالین به تنهایی بر کنترل علف‌های هرز لوبیا مؤثر نبود و عملکرد گیاه زراعی در این علف‌کش کمتر از

اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات تعداد غلاف در شاخه‌های اصلی و فرعی و همچنین تعداد غلاف در بوته نخود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). این صفات در تیمار بدون کنترل نسبت به کنترل کامل علف‌های هرز به ترتیب ۶۵، ۷۴ و ۶۸/۷ درصد کاهش یافتند (جدول ۶).

نسبت به تیمار کنترل کامل در حدود ۷۸/۴ درصد کاهش داشت (جدول ۴). کنترل علف‌های هرز در تیمار اختلاط دو علف کش تریفلورالین+پندیمتالین+دوبار کولتیواتور به نحوی بود که تفاوت تعداد شاخه‌های جانبی این تیمار با کنترل کامل معنی‌دار نبود. استفاده غیرتلفیقی از علف‌کش‌ها و یک‌بار کولتیواتور، باعث کاهش قدرت رقابت نخود با علف‌های هرز و کاهش تعداد شاخه‌های جانبی آن شد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود

Table 3. Analysis of variance for grain yield and yield components

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean of squares			
		عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (g m ⁻²)	وزن صد دانه (گرم) 100- grain weight (g)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g m ⁻²)	تعداد شاخه فرعی Lateral branches
تکرار Replication	3	1.4	2.63	9.81	0.61
تیمار Treatment	12	10651.26**	22.08**	5050.14**	70.97**
خطا Error	36	2.77	0.33	6.38	0.44
CV (%)		1.09	2.65	0.77	6.75

***: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

***: Significantly difference at 1% level

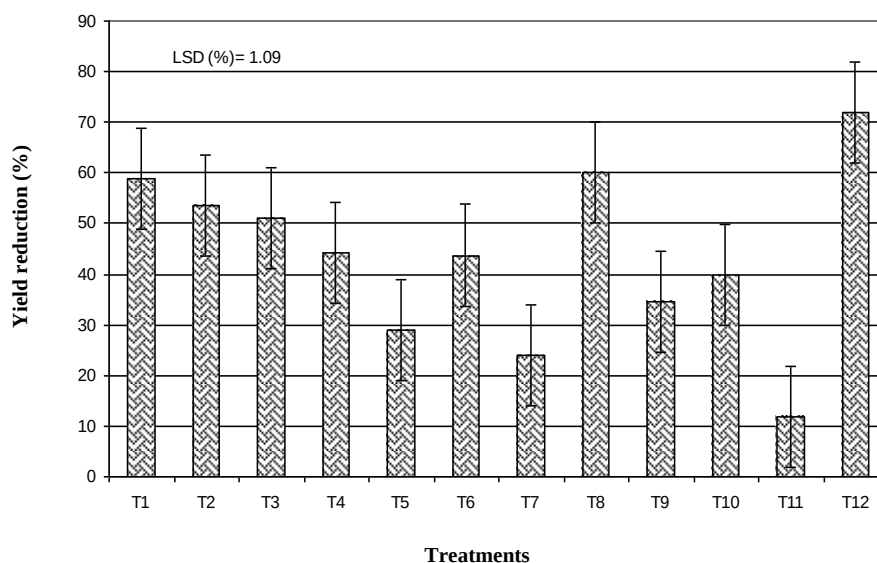
جدول ۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود

Table 4. Effect of experimental treatments on chickpea yield and yield components

شماره تیمار Treatment No.	تیمارها Treatments	عملکرد دانه Grain yield	وزن صد دانه 100- grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	تعداد شاخه فرعی Lateral branches	
T1	تریفلورالین	Trifluralin	104.5 j	19.8 hi	297.5 i	6.0 gh
T2	تریفلورالین+ یکبار کولتیواتور	Trifluralin+ once cultivation	141.2 g	21.2 fg	317.7 g	8.5 f
T3	تریفلورالین+ دوبار کولتیواتور	Trifluralin+ twice cultivation	180.2 d	23.4 cd	341.5 d	13.0 c
T4	تریفلورالین+ پندیمتالین	Trifluralin+ Pendimetalin	125.2 h	20.7 gh	311.7 h	7.0 g
T5	تریفلورالین+ پندیمتالین+ یکبار کولتیواتور	Trifluralin+ Pendimetalin+once cultivation	153.5 f	22.1 ef	326.2 f	10.0 e
T6	تریفلورالین+ پندیمتالین+ دوبار کولتیواتور	Trifluralin+Pendimetalin + twice cultivation	225.5 b	24.7 b	383.7 b	16.2 b
T7	پندیمتالین	Pendimetalin	117.7 i	20.6 gh	309.0 h	6.7 g
T8	پندیمتالین+ یکبار کولتیواتور	Pendimetalin+once cultivation	143.5 g	21.8 f	318.2 g	9.5 e
T9	پندیمتالین+ دوبار کولتیواتور	Pendimetalin+twice cultivation	193.5 c	23.8 c	354.2 c	13.7 c
T10	یکبار کولتیواتور	Once cultivation	101.7 k	19.2 i	296.0 i	5.5 h
T11	دوبار کولتیواتور	Twice cultivation	166.0 e	22.7 de	335.5 e	12.0 d
T12	شاهد بدون کنترل علفهرز	Without weed control	71.2 k	17.3 j	268.5 j	3.7 i
T13	شاهد کنترل کامل علفهرز	Weedy control	254.2 a	25.9 a	397.2 a	17.2 a
	LSD (%)		2.7	0.9	3.0	1.1

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

LSD: Least significant difference



شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف بر درصد کاهش عملکرد نخود در مقایسه با تیمار شاهد کنترل کامل علف‌هرز (علائم اختصاری در جدول ۲ ارائه شده‌اند).

Fig. 1. Effect of different experimental treatments on chickpea yield reduction compared to weed-free treatment (Abbreviations are provided in Table 2)

۴۰ درصد نسبت به تیمار بدون کنترل افزایش داشت، اما این صفت در تیمارهای علف‌کش پندیمتالین و تریفلورالین به ترتیب ۵۶/۲ و ۵۸/۱ درصد در مقایسه با تیمار کنترل کامل، کمتر بود. طبق گزارش Abbassi *et al*, (2010) کاهش تعداد غلاف در بوته در تیمارهای کاربرد تریفلورالین+کولتیواسیون+بنتازون کاهش یافته نسبت به کنترل کامل علف‌هرز، احتمالاً به کنترل نامناسب علف‌های هرز در این تیمارها برمی‌گردد که رقابت با گیاه زراعی را فراهم نموده و لذا گیاه توانایی خود را برای افزایش تعداد غلاف در بوته از دست داد.

در تمامی تیمارها، تعداد غلاف در شاخه جانبی از سهم بیشتری در تعداد غلاف در بوته برخوردار بود. با توجه به کاهش معنی‌دار تعداد شاخه‌های جانبی در شرایط حضور علف‌های هرز، به نظر می‌رسد کاهش تعداد غلاف موجود در این شاخه‌ها باعث کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته شد. بیشترین تعداد غلاف در بوته و در شاخه‌های اصلی و جانبی به تیمار شاهد کنترل کامل و پس از آن به اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین+پندیمتالین و دوبار کولتیواسیون اختصاص یافت (جدول ۶). اگرچه در تیمار اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین+پندیمتالین، تعداد غلاف در بوته در حدود

جدول ۵- خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات وابسته به تعداد دانه در بوته نخود
Table 5. Analysis of variance for grain number related traits in chickpea

منابع تغییرات Source of variations	میانگین مربعات Mean of squares				
	درجه آزادی Df	تعداد غلاف در شاخه فرعی Pod No. per lateral branch	تعداد غلاف در شاخه اصلی Pod No. per main branch	تعداد کل غلاف در بوته Pod No. per plant	تعداد دانه در بوته Grain No. per plant
تکرار Replication	3	7.02	4.94	2.74	4.58
تیمار Treatment	12	205.74**	647.60**	647.60**	697.89**
خطا Error	36	1.63	2.15	1.34	0.65
CV (%)		5.00	10.40	2.92	1.85

***: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

***: Significantly difference at 1% level

جدول ۶- اثر تیمارهای مدیریت علف‌های هرز بر صفات مؤثر بر تعداد دانه نخود

Table 6. Effect of weed management treatments on grain number effective traits in chickpea

شماره تیمار Treatment No.	تیمارها Treatments	تعداد غلاف در شاخه فرعی Pod No. per lateral branches	تعداد غلاف در شاخه اصلی Pod No. per main branch	تعداد کل غلاف در بوته Pod No. per plant	تعداد دانه در بوته Grain No. per plant	
T1	تریفلورالین	Trifluralin	18.75 g	8.25 f	27 hi	31 k
T2	تریفلورالین+ یکبار کولتیواتور	Trifluralin+ once cultivation	24.5 f	13.25 d	37.75 f	40.75 h
T3	تریفلورالین+ دوبار کولتیواتور	Trifluralin+ twice cultivation	29 cd	17 c	47 c	50.5 d
T4	تریفلورالین+ پندیمتالین	Trifluralin+ Pendimetalin	22.75 f	11 e	33.75 g	36.25 i
T5	تریفلورالین+ پندیمتالین+ یکبار کولتیواتور	Trifluralin+ Pendimetalin+once cultivation	27.25 de	15 cd	42.25 de	45.75 f
T6	تریفلورالین+ پندیمتالین+ دوبار کولتیواتور	Trifluralin+Pendimetalin + twice cultivation	33 b	23 a	56 b	60.75 b
T7	پندیمتالین	Pendimetalin	19.25 g	9 ef	28.25 h	33 j
T8	پندیمتالین+ یکبار کولتیواتور	Pendimetalin+once cultivation	26.75 e	14.75 cd	41.5 e	44.5 g
T9	پندیمتالین+ دوبار کولتیواتور	Pendimetalin+twice cultivation	30 c	19.25 b	48.25 c	55.25 c
T10	یکبار کولتیواتور	Once cultivation	17.5 g	8 fg	25.5 i	29 l
T11	دوبار کولتیواتور	Twice cultivation	28.25 cde	15.25 cd	43.5 d	48 e
T12	شاهد بدون کنترل علف‌هرز	Without weed control	14.25 h	6 g	20.25 j	24.25 m
T13	شاهد کنترل کامل علف‌هرز	Weedy control	40.75 a	23.75 a	64.5 a	69.5 a
	LSD (%)		3.20	2.44	1.65	1.15

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار LSD: Least significant difference

نتیجه‌گیری

افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن دانه صورت گرفت. استفاده از این تیمار تلفیقی، عملکرد دانه را در مقایسه با تیمار بدون کنترل ۶۸/۴ درصد و نسبت به علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین به ترتیب ۵۳/۶ و ۴۷/۸ درصد افزایش داد. لذا استفاده تلفیقی از علف‌کش‌های پندیمتالین (یک لیتر در هکتار) + تریفلورالین (یک لیتر در هکتار) + دوبار کولتیواتور جهت کنترل کارآمد علف‌های هرز و دستیابی به عملکرد بالا در نخود توصیه می‌شود.

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که گیاه نخود نه‌تنها در مراحل اولیه، بلکه در مراحل بعدی رشد نیز از رقابت پایینی با علف‌های هرز برخوردار بود، بنابراین تیمارهایی نظیر علف‌کش‌های پیش‌کاشت و یکبار کولتیواتور که علف‌های هرز را فقط در مراحل ابتدایی رشد کنترل نمودند، از اثر کمتری نسبت به تلفیق علف‌کش و دوبار کولتیواتور برخوردار بودند. تلفیق اختلاط دو علف‌کش تریفلورالین + پندیمتالین + دوبار کولتیواتور از طریق کاهش جمعیت علف‌های هرز در مراحل ابتدایی رشد و پس از گلدهی باعث افزایش عملکرد دانه شد.

منابع

- Abbassi, R., Alizadeh, H., Zeinali khaneghah, H., and Talebi jahromi, K. 2010. Effect integrated mechanical control methods with herbicides on yield and yield components of soybean in Karaj. Iranian Journal of Crop Science 41(2): 291-303. (In Persian).
- Corp, M., Machado, S., Ball, D., Smiley, R., Petrie, S., Siemens, M., and Guy, S. 2004. Chickpea Production Guide. Oregon State University. Extension Service, EM 8791-E.
- Datta, A., Sindel, B.M., Jessop, R.S., Kristiansen, P., and Felton, W.L. 2007. Phytotoxic response and yield chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes with pre-emergence application of isoxaflutole. Australian Journal of Experimental Agriculture 47: 1460-1467.
- Fathi, Gh., Ebrahimipoor, F., and Siadat, A. 2003. Weed control efficiency in corn S.C.704 in Ahvaz condition. Iranian Journal of Agricultural Science 34(1): 187-197. (In Persian).

5. Fereidoonpoor, M., Shirvanian, R., Behaeen, M.A., and Amin, G.A. 2008. Application of flamer for control of weeds in cotton fields and compared with conventional methods. In: Proceedings of 18th Iranian Plant Protection Congress, 24-27 August, Hamedan, Iran. (In Persian).
6. Hernando, J.R., Portollo, E., and Fuertes, T. 1987. Weed survey and control studies on lentil in central Spain. *Lens Newsletter* 14: 12-14.
7. Izadi Darbandi, E., and Akram, L. 2012. Investigate the effect of Pyridate, Bentazon and Imazethapyr herbicides on growth, nodulation and biological nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Pulses Research* 3(1): 105-118. (In Persian with English Summary).
8. Khan, I.A., Marwat, K.B., Hassan, G., Khan, R., and Ullah, Z. 2012. Suppressive capability of herbicides and plant extracts against chickpea weeds. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 22(2): 67-69.
9. Lees, B. 2001. Weed control in chickpea, an Alberta perspective. Internet. <http://ssca.usask.ca/conference/2000proceedings/Lees.html>.
10. Mittal, M., and Singh, O.P. 1983. Effect of different weed control methods on growth and dry weight of associated weed in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research* 6: 91-93. CAB Abstract.
11. Modhej, A., and Bedarvandi, B. 2006. Integrated weeds management in canola. In: Proceedings of 1st Asian Pacific Weed Science Society Conference, Colombo, Srilanka.
12. Mousavi, S.K. 2009. Evaluation of some herbicides for weed control in chickpea, and their residual effects on wheat in the following season. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 229-239. (In Persian with English Summary).
13. Mousavi, S. K., Sabeti, P., Jafarzadeh, N., and Bazzazi, D. 2010. Evaluation of some herbicides efficacy for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Pulses Research* 1(1): 19-31. (In Persian with English Summary).
14. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. *Pulses*. Mashhad Jahad University Press.
15. Patel, B.D., Patel, V.J., Patel, J.B., and Patel, R.B. 2006. Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. *Indian Journal Crop Science* 1(1-2): 180-183.
16. Ramakrishna, A., Rupela, O.P., Reddy, S.L.N., and Sivaramakrishna, C. 1992. Promising herbicides for weed control in chickpea. *International Journal of Pest Management* 38(4): 398-399.
17. Sadeghipour, O., and Ghafarikhaliq, H. 2002. Effect of weeding and different herbicides on weed control in common bean. *Iranian Crop Science Journal* 4(4): 277-282. (In Persian with English Summary).
18. Solh, M.B., and Pala, M. 1990. Weed control in chickpea. *Options Mediterranennes-Seminaries* 9: 93-99.
19. Swanton, C.J., and Murphy, S.D. 1996. Weed science beyond the weeds: the role of integrated weed management (IWM) in agro-ecosystem health. *Weed Science* 44: 437-445.
20. Swanton, C.J., and Weise, S.F. 1991. Integrated weed management: The rationale and approach. *Weed Technology* 5: 657-6.
21. Upadhyaya, M.K., and Blackshaw R.E. 2007. *Non-chemical Weed Management*. CAB International Press pp: 249.
22. Yousefi, A.R., Alizadeh, H., Rahimian, H., and Jahansou, M.R. 2006. Study on herbicidal weed control and hand-weeding control in chickpea. *Iranian Journal of Agricultural Science* 37(3): 337-346. (In Persian).
23. Zareii, R., and Modhej, A. 2012. Effect of integrated weed management (chemical and mechanical) on weed control efficiency, morphological traits and grain yield of spring corn hybrid SC. 700 under Shoushtar conditions. *Journal of Crop Physiology* 1: 165-173. (In Persian with English Summary).

Integrated weed control (chemical & mechanical) in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Shoushtar conditions

Modhej,¹ A. & Alikhani^{2*}, Z.

1- Associate Prof., Dep. of Weed Science, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
2- MSc. Weed Science, Dep. of Weed Science, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

Received: 04 February 2014
Accepted: 17 March 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.26200

Introduction

Chickpea is a poor competitor to weeds because of slow growth rate and limited leaf area development at early stages of crop growth and establishment. Crop yield loss could be in high extent due to increasing of weed biomass, weed density and weed species. Chickpea yield losses due to weed competition have been estimated to range between 40 and 87% depending on weed species and density. Herbicides play a key role in weed control and are used extensively today. The current tendency in chickpea weed control in the Mediterranean region is to shift from the costly manual mechanical energy to the chemical energy through more usage of effective herbicides particularly with the increased adoption of winter sowing. Several herbicides with different mode of action such as Trifluralin (Treflan) and Pendimetalin (Prowl) are used for weed control in chickpea farms. Nevertheless herbicide application may have several important environmental issues. These include unintended damage occurring both on the sprayed site, and offsite. Herbicide use also injures the human and animals. Integrated weed management (IWM) is the most important strategies to avoid herbicide environmental issue and increasing inputs productivity. Furthermore, integrated weed management strategies attempt to limit the deleterious effects of weed growing on crop plants. The present report describes the effect of integrated methods on weed density and grain yield of chickpea under Shoushtar conditions.

Materials & Methods

In order to study the effects of integrated weed management (chemical and mechanical) in chickpea (*Cicer arietinum* L.) a field experiment was conducted during 2009-2010 at IAU Shooshtar Branch. The experiment was designed as a randomized complete block with four replications. Treatments were consisted of eleven combinations of once and twice mechanical control (using cultivator) with Trifluralin and Pendimetalin herbicides (pre-plant) and two control treatments, consisted weedy and weed-free plots. Herbicides were mixed with soil one week before planting. Weed samples were taken by randomly throwing a quadrat of 0.25 m² area. Analysis of variance was performed using the SAS Ver 9.1 software and treatment means were compared using LSD (Least significant difference) at 5% of probability.

Results & Discussion

Results showed that the highest weed controls was related to the treatments with twice cultivation+ Trifluralin+ Pendimetalin. *Malcolmia behboudiana* and *Chenopodium album* control in this treatment was 87.2 and 91.8%, respectively. The highest weed control with 75.6, 78.85 and 88.86% was in Trifluralin+ twice cultivation, Pendimetalin+ twice cultivation and twice cultivation+ Pendimetalin+ Trifluralin treatments, respectively.

*Corresponding Author: z.alikhani64@yahoo.com; Mobile: 09163801477

The lowest grain yield was observed in weedy plots without weed control. Grain yield reduction under weedy treatment was 72% lower than weed free plots. There was no significant difference between control treatment without weed control and once cultivation treatment. Integrating weed control had higher controlling impact on weed growth compared with individual use of cultivation and herbicides. Twice cultivation+ Pendimetalin+ Trifluralin treatment had the highest grain yield. Higher grain yield in these treatments was due to increase in lateral branches, the number of pods per plant, and accordingly, the number of grains per plant. The effect of treatments on number of pods per main and lateral branches and also the number of pods per plant was significant. Integrated weed control treatment with twice cultivation plus both herbicides had the highest pod number per plant.

Chickpea biological yield in weedy control showed a significant reduction of 32.4% compared with weed free treatment. The highest chickpea biological yield was belonged to weed free and twice cultivation+ Pendimetalin+ Trifluralin treatments. The effect of weed control treatments on the number of pods per plant was significant.

Conclusion

In general, the results of this study showed that chickpea plants are not poor competitor to weeds only at its early stages, but at later stages of growth had a low ability to compete with weeds. Thereby, treatments such as pre-plant herbicides and once cultivation that control weeds only in the earlier stages of the crop growth are less effective than the combination of herbicide and twice cultivation.

Key words: Chickpea, Cultivation, Trifluralin, Pendimetalin

مطالعه برخی خواص فیزیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ و پارامترهای مؤثر بر جداسازی علف‌هرز از توده عدس در حین جداسازی توسط جداکننده میز ثقلی

هادی باقری^۱، منصور راسخ^{۲*} و محمد حسین کیانمهر^۳

۱- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشیار، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- محمدحسین کیانمهر، دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، استاد، دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۱۸

چکیده

در پژوهش حاضر برخی از خواص فیزیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ شامل وزن هزار دانه، چگالی حقیقی، چگالی توده، تخلخل و ضریب اصطکاک استاتیکی اندازه‌گیری شد. همچنین از یک جداکننده ثقلی برای جداکردن علف‌هرز شیرسگ همراه دانه‌های عدس استفاده شد. دستگاه مورد استفاده در این تحقیق دارای پنج پارامتر قابل تنظیم (شیب‌های طولی و عرضی میز، دامنه و فرکانس نوسان میز و سرعت هوا) می‌باشد که تأثیر این پارامترها برای حصول به حداکثر جداسازی علف‌هرز شیرسگ همراه دانه‌های عدس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که افزایش شیب عرضی میز از ۰/۵ به یک درجه و افزایش شیب طولی میز از ۱/۲۵ تا ۲ درجه سبب افزایش جداسازی علف‌هرز شیرسگ همراه توده عدس شد. همچنین اثر عدد بدون بعد $(V/a\omega)$ که نسبت نیروی اینرسی جریان هوای دمیده‌شده به عدس‌ها به نیروی ناشی از نوسان را نشان می‌دهد، در نسبت جداسازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که در مقدار $(V/a\omega) = 171$ ، شیب عرضی میز یک درجه و شیب طولی میز ۲ درجه، درصد جداسازی ناخالصی علف‌هرز شیرسگ همراه توده عدس به ۱۴/۲ درصد می‌رسد. پس از تعیین مناسب‌ترین دامنه نوسان میز و سرعت هوا با استفاده از اطلاعات شیب طولی میز، شیب عرضی میز و ثابت $(V/a\omega)$ اقدام به استخراج روابط تعیین درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس توسط نرم‌افزار دیتافیت گردید.

واژه‌های کلیدی: جداکننده ثقلی، خواص فیزیکی، عدس، علف‌هرز

مقدمه

فیزیکی محصولات کشاورزی نیز به عنوان مبنایی برای طراحی و ساخت ماشین‌ها و تجهیزات انتقال، درجه‌بندی و فرآوری محصولات کشاورزی همیشه مورد توجه بوده است. اصولاً طراحی ماشین‌های کشاورزی بدون توجه به این پارامترها امکان‌پذیر نیست و یا به نتایج ضعیف می‌انجامد (Mohsenin, 1986). پژوهش‌های متعددی در زمینه افزایش خلوص حبوبات برداشت شده و تعیین خصوصیات فیزیکی و آیرودینامیکی محصولات کشاورزی صورت پذیرفته است. از جمله تحقیقاتی که توسط دستگاه جداکننده ثقلی صورت پذیرفته، پژوهش مقایسه‌ای (Falconer 2003) است که بر روی روش‌های قدیمی و روش‌های جدید جداسازی ثقلی انجام گرفته و در آن مزایا، معایب، اصول و متغیرهای هر روش بررسی شده است. این محقق بیان نمود که انتخاب وسیله جداسازی مناسب برای کاربرد مشخص باید همیشه به وسیله آزمایش‌های تجربی در اولویت قرار گیرد، درحالی‌که بهینه‌سازی عملیات جداسازی در شرایط تولید نیاز به بررسی کارخانه تحت پارامترهای مختلفی دارد. (Moshatati 2009) در پژوهشی به تفکیک بذر گندم

عدس (*Lens culinaris Medik*) یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی بوده و در سراسر جهان کشت می‌گردد (Joshi et al., 2013; Kaur et al., 2014). کاهش عملکرد عدس به میزان بیش از ۸۰ درصد، به علت رقابت علف‌هرز ثبت شده است (Pooja et al., 2013). اغلب، علف‌های هرز با گیاه زراعی همزمانی رسیدن دارند؛ در نتیجه موقع برداشت محصول بذرها در مخلوط می‌شود و باعث به وجود آمدن مشکلات زیادی می‌شود. شیرسگ (*Euphorbia helioscopia*) یکی از علف‌های هرز در مزارع عدس می‌باشد. در روند مکانیزه کردن فعالیت‌های مرتبط با محصول عدس اعم از انبارداری، سورتینگ (درجه‌بندی)، بسته‌بندی، حمل‌ونقل و سایر موارد، در اولین گام نیاز به اطلاعاتی جامع و کامل از خصوصیات و شرایط عدس و مواد خارجی همراه آن است. از طرف دیگر تعیین خواص

*نویسنده مسئول: تلفن: ۰۴۵۳۳۵۱۲۰۸۱، دورنگار: ۰۴۵۳-۳۵۱۰۸۰۹
dr.mara1349@gmail.com

استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. چگالی حقیقی عدس و علف‌هرز شیرسگ (P_s) از روش جابه‌جایی مایع (تولون) توسط جرم معینی از عدس و علف‌هرز سگ‌شیر و با استفاده از استوانه مدرج، طبق رابطه ۱، تعیین شد (Ghasemi et al., 2008).

$$P_t = \frac{m_t}{V_t} \quad (1)$$

که در رابطه ۱، m_t جرم نمونه بر حسب گرم، V_t حجم مایع جابجا شده بر حسب سانتی‌متر مکعب است. چگالی توده عدس و چگالی توده علف‌هرز شیرسگ (P_b)، با اندازه‌گیری وزن حاصل از ریختن دانه عدس و علف‌هرز شیرسگ از ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر (با ریزش یکنواخت) در ظرفی به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر، طبق رابطه ۲ تعیین شد (Owolarafe et al., 2006).

$$P_b = \frac{m_b}{V_b} \quad (2)$$

که در رابطه ۲، m_b جرم توده بر حسب گرم، V_b حجم استوانه مورد استفاده بر حسب سانتی‌متر مکعب است. درصد تخلخل عدس و علف‌هرز شیرسگ با استفاده از چگالی توده و چگالی حقیقی از رابطه ۳ محاسبه شد (Aydin, 2003).

$$\varepsilon = \left[1 - \frac{P_b}{P_t} \right] \times 100 \quad (3)$$

ضریب اصطکاک استاتیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ با استفاده از دستگاه شیب‌سنج و توسط سطوح اصطکاکی ورق آهن گالوانیزه و تخته چندلایه اندازه‌گیری شد. بدین‌صورت که توده محصول درون قوطی نازک حلبی که فاقد سر و ته بود، قرار داده شد و روی سطح قرار گرفت. سپس قوطی نازک را به‌اندازه کمی بالا آورده تا لبه‌های آن با سطح تماس نداشته باشد و فقط دانه‌ها با سطح در تماس باشند. زاویه شیب سطح به‌طور تدریجی و به‌آرامی افزایش یافت و به‌محض مشاهده کوچک‌ترین لغزش قوطی محتوی مواد، شیب دستگاه با دقت یک درجه اندازه‌گیری و قرائت شد. ضریب اصطکاک استاتیکی با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد (Mohsenin, 1986).

$$\mu_s = \tan \phi \quad (4)$$

آزمایش‌های مربوط به تعیین وزن هزار دانه، چگالی حقیقی، چگالی ظاهری، تخلخل و ضریب اصطکاک استاتیکی برای دانه‌های عدس و علف‌هرز شیرسگ، در طرح پایه کاملاً تصادفی در ۱۰ تکرار انجام شد (آزمایش ۱).

توسط جداکننده ثقلی پرداخت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که می‌توان بذور گندم را در پنج دسته مختلف تفکیک کرد. Kashi (2010) با استفاده از یک دستگاه جداکننده ثقلی توانست به جداسازی یولاف وحشی از گندم بپردازد. دستگاه مورد استفاده در پژوهش کاشی دارای پنج پارامتر قابل تنظیم (شیب طولی میز، شیب عرضی میز، فرکانس نوسان میز، دامنه نوسان میز و سرعت هوا) بود. نتایج پژوهش نشان داد که در شیب طولی میز چهار درجه، شیب عرضی میز یک درجه، فرکانس نوسان میز ۴۵۰ سیکل بر دقیقه، سرعت هوای ۵/۷ متر بر ثانیه و دامنه نوسان میز هفت میلی‌متر، حداکثر میزان جداسازی برابر با مقدار ۵۶/۲۴ درصد می‌باشد. وی همچنین تأثیر معنی‌داری از نوع محصول و سطوح رطوبتی بر روی خواص فیزیکی بذور گندم و یولاف یافت. وی بیان داشت چگالی ذره یولاف و گندم به‌ترتیب برابر با ۰/۹۰۲ و ۱/۳۲۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده و چگالی توده یولاف و گندم به‌ترتیب برابر با ۰/۴۳۹ و ۰/۸۱۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده است. تحقیقات متعددی در زمینه تعیین خواص فیزیکی و آیرودینامیکی محصولات کشاورزی انجام شده است. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به تحقیقات انجام‌گرفته بر روی نخود (Konak et al., 2002)، عدس (Bagherpour et al., 2010; Amin et al., 2004)، گیلان (Naderiboldaji et al., 2008)، توت‌فرنگی (Samimi & Khodaei, 2010)، زردآلو (Jannatizadeh et al., 2008) و هسته انگور (Rasekh & Syahmansour, 2012) اشاره نمود. با توجه به اهمیت درجه‌بندی، بسته‌بندی، طراحی تجهیزات انتقال و غیره، نیاز به شناخت خواص فیزیکی و جداسازی مواد خارجی موجود در توده عدس می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع و نظر به این‌که در مورد خواص فیزیکی و همچنین جداسازی علف‌هرز شیرسگ از دانه‌های عدس، توسط دستگاه جداکننده ثقلی مطالعه خاصی صورت نگرفته است، در پژوهش حاضر به بررسی خواص فیزیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ پرداخته شد و همچنین تأثیر تنظیم پارامترهای مختلف دستگاه جداکننده ثقلی و اثرات مختلف آن‌ها در جداسازی علف‌هرز شیرسگ از دانه‌های عدس مورد ارزیابی قرار گرفت.

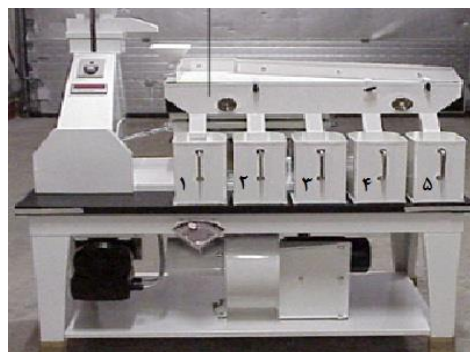
مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر ابتدا نمونه عدس برداشت‌شده (رقم بیله‌سوار) از مزارع استان اردبیل تهیه گردید و به آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه تهران انتقال داده شد. توده عدس مورد آزمایش دارای درجه خلوص ۶۸ درصد بود. خواص فیزیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ به‌صورت زیر به‌دست می‌آید. جرم نمونه و همچنین وزن هزار دانه عدس و علف‌هرز شیرسگ با

شناور شده و در اثر شیب‌های طولی و عرضی میز، در گوشه پایین‌تر سمت چپ میز، جدا می‌شوند و قسمت‌های سنگین‌تر که در تماس با میز باقی می‌مانند، در اثر حرکت رفت و برگشتی میز به بالای شیب طولی میز (گوشه پایینی سمت راست میز) منتقل شده و از آنجا خارج می‌شوند.

به منظور تعیین تأثیر پارامترهای شیب طولی میز، شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز بر درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ از دانه‌های عدس، آزمایش فاکتوریل در طرح پایه کاملاً تصادفی در شرایط شیب عرضی میز در سه سطح ۰/۵، یک و ۱/۵ درجه، شیب طولی میز در چهار سطح ۱/۲۵، ۱/۵، ۱/۷۵ و ۲ درجه و فرکانس نوسان میز در سه سطح ۳۸۰، ۴۰۰ و ۴۲۰ سیکل بر دقیقه انتخاب شد (آزمایش ۲). در مرحله دوم با داشتن مقادیر مطلوب سه پارامتر حاصل از آزمایش ۲، تأثیر پارامترهای مربوط به سرعت هوا در چهار سطح ۳/۶، ۴/۵، ۵/۷ و ۶/۶ متر بر ثانیه و دامنه نوسان میز در دو سطح پنج و هفت میلی‌متر در قالب آزمایش فاکتوریل در طرح پایه کاملاً تصادفی نیز بررسی گردید (آزمایش ۳) و تمام آزمایش‌ها در پنج تکرار انجام شد. در هر آزمایش مقدار دانه‌های عدس به همراه علف‌هرز شیرسگ برداشت شده از محل خروج دانه‌های سبک (گوشه پایینی سمت چپ میز در شکل ۱) برداشته و به وسیله دستگاه بذرشمار الکترونیکی پنج نمونه ۱۰۰ تایی از آن‌ها شمارش و انتخاب شد. سپس با مشاهده تک‌تک دانه‌ها و میانگین‌گیری، درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ همراه دانه‌های عدس، در هر آزمایش معلوم شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد. پس از تعیین مناسب‌ترین دامنه نوسان میز و سرعت هوا با استفاده از اطلاعات شیب طولی میز، شیب عرضی میز و سه مقدار بدون بعد $(V/a\omega)$ اقدام به استخراج روابط تعیین درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس توسط نرم‌افزار Datafit گردید. مقادیر بدون بعد $(V/a\omega)$ با تبدیل واحد پارامترهای سرعت هوا ۵/۷ متر بر ثانیه، دامنه نوسان میز پنج میلی‌متر و فرکانس نوسان میز ۳۸۰، ۴۰۰ و ۴۲۰ سیکل بر دقیقه، به دست آمد.

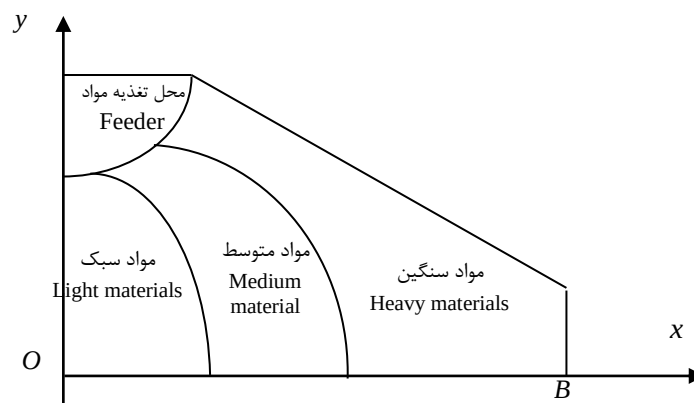
برای جداسازی علف‌هرز شیرسگ از دانه‌های عدس از دستگاه جداکننده ثقلی مدل (LA-K) ساخت دانمارک^۱ استفاده شد (شکل ۱).



شکل ۱- دستگاه جداکننده ثقلی
Fig. 1. Gravity table separator

در شکل ۲ طرح‌واره نمای قائم سطح میز و محدوده تقریبی حرکت مواد روی سطح میز نشان داده شده است. در این دستگاه پارامترهای شیب طولی میز (۰ تا ۶ درجه در جهت محور X در شکل شماره ۲)، شیب عرضی میز (۰ تا ۳ درجه)، سرعت هوا (۰ تا ۱۳/۳ متر بر ثانیه)، فرکانس نوسان میز (۰ تا ۵۰۰ سیکل بر دقیقه) و دامنه نوسان میز (۵، ۷، ۹ و ۱۱ میلی‌متر) قابل تنظیم می‌باشد. همچنین دستگاه دارای پنج عدد ظرف (جعبه) می‌باشد که با انجام تنظیمات مناسب، مواد سنگین‌تر به سمت راست میز (ظرف شماره ۵) و مواد سبک‌تر به سمت چپ (ظرف شماره ۱) منتقل می‌شوند. با تنظیم صحیح پارامترهای اصلی دستگاه می‌توان به جداسازی علف‌هرز شیرسگ از عدس دست یافت. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، مواد با وزن‌های مختلف، در قسمت‌های متفاوتی قرار می‌گیرند. مواد از داخل مخزن در حال ارتعاش بر روی میز دستگاه ریخته می‌شوند. با افزایش شیب طولی میز و شیب عرضی میز، ارتفاع میز در جهت مثبت X (شیب طولی) و جهت مثبت Y (شیب عرضی) افزایش می‌یابد. لذا گوشه پایین‌تر سمت چپ میز (نقطه O) کمترین ارتفاع را دارد. مواد در امتداد ضلع OB از میز خارج می‌شوند. میز در جهت محور X حرکت رفت و برگشتی دارد و جریان هوا از زیر میز به مواد واقع بر روی آن برخورد می‌کند. در اثر ارتعاش میز و هوای دمیده‌شده توسط دستگاه جداکننده میز ثقلی، مواد سبک‌تر بر روی مواد سنگین‌تر

^۱ LA-K (Westrup A/S Denmark)



شکل ۲- طرح‌واره نمای قائم از سطح میز جداکننده ثقلی

Fig. 2. Schematic vertical view of the surface of the gravity table separator

نتایج و بحث

دوم نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سه‌گانه (فرکانس نوسان میز، شیب عرضی میز و شیب طولی میز) در جدول ۳ آمده است.

نتایج مربوط به برخی از خواص فیزیکی عدس و علف‌هرز شیرسگ (آزمایش اول) در جدول ۱ و تجزیه واریانس آزمایش

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین برخی از خواص فیزیکی دانه عدس و علف‌هرز شیرسگ

Table 1. The results of mean comparison of some physical properties of lentil seeds and *Euphorbia helioscopia* weed

علف‌هرز شیرسگ <i>Euphorbia helioscopia</i> weed	عدس Lentil	خواص فیزیکی Physical properties
9.70(0.13) b	57.03(0.11) a	جرم هزار دانه (گرم) Mass of 1000 seeds (g)
1.03(0.036) b	1.21(0.004) a	چگالی حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب) True density (g.cm ⁻³)
0.81(0.015) a	0.78(0.003) b	چگالی توده (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density (g.cm ⁻³)
20.96(0.37) b	35.59(0.34) a	تخلخل (درصد) Porosity (%)
0.30(0.010) b	0.39(0.01) a	ضریب اصطکاک استاتیکی (ورق آهن گالوانیزه) (درجه) Coefficient of static friction (Galvanized iron sheet (degrees))
0.445(0.005) a	0.37(0.003) b	ضریب اصطکاک استاتیکی (تخته چندلایه) (درجه) Coefficient of static friction (Plywood (degrees))

- حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

- اعداد داخل پرانتز بیانگر انحراف معیار نمونه

*Different letters show significant differences at probability level of 1%.
Values in parentheses are standard deviations.

افزایش شیب طولی میز از ۱/۲۵ تا ۲ درجه و افزایش شیب عرضی میز از ۰/۵ درجه به یک درجه، سبب افزایش درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ همراه دانه‌های عدس شد (جدول ۳). علت این امر در نحوه انتقال مواد بر روی سطح میز است که در شرایط فوق توزیع مواد روی سطح میز یکنواخت‌تر بوده و به‌همین علت شناورسازی علف‌هرز شیرسگ همراه دانه‌های عدس بهتر می‌شود و در نتیجه جداسازی توسط

اثر اصلی فاکتورهای فرکانس نوسان میز و شیب طولی میز در سطح احتمال یک درصد و شیب عرضی میز در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل دوگانه شیب عرضی میز و شیب طولی میز و اثر متقابل دوگانه شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و اثر سه‌گانه شیب طولی میز، شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید.

کاهش می‌یابد. لذا مشخص می‌شود که حداکثر جداسازی علف‌هرز شیرسگ همراه دانه‌های عدس در شیب طولی میز ۲ درجه، شیب عرضی میز یک درجه و فرکانس نوسان میز ۴۰۰ سیکل بر دقیقه برابر ۱۴/۲ درصد حاصل می‌شود (جدول ۳).

دستگاه افزایش یافت. همچنین در فرکانس نوسان میز ۴۲۰ سیکل بر دقیقه حرکت مواد روی سطح میز یکنواخت نبوده و نسبت به فرکانس نوسان میز ۴۰۰ سیکل بر دقیقه به دلیل آشفته‌گی حرکت مواد تغذیه‌شده روی سطح میز، جداسازی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس آزمایش دوم

Table 2. The results of variance analysis of second experiment

میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Source of variance
462.9**	3	شیب طولی میز longitudinal slope
995.1*	2	شیب عرضی میز latitudinal slope
57.9**	6	شیب طولی میز و شیب عرضی میز longitudinal slope and latitudinal slope
1221.6**	2	فرکانس نوسان میز frequency of oscillation
9.3 ^{ns}	6	شیب طولی میز و فرکانس نوسان میز longitudinal slope and frequency of oscillation
110.8**	4	شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز latitudinal slope and frequency of oscillation
25.2*	12	شیب طولی میز، شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز longitudinal slope, latitudinal slope and frequency of oscillation
142.4	144	خطا Error
	179	کل Total

^{ns}عدم اختلاف معنی‌دار. **معنی‌دار در سطح یک درصد. *معنی‌دار در سطح پنج درصد. CV= 13.63%

**Significant at less than 1% probability level; *Significant at less than 0.5% probability level; ns: Not significant; CV=13.63%

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه شیب طولی میز، شیب عرضی میز و فرکانس نوسان میز (LSD=1.24)

Table 3. The results of the mean comparison of mutual triplet effect longitudinal slope, frequency of oscillation and latitudinal slope (LSD=1.24)

فرکانس نوسان میز (سیکل بر دقیقه) frequency of oscillation (cycles/min)			شیب عرضی میز (درجه) latitudinal slope(°)	شیب طولی میز (درجه) longitudinal slope(°)
420	400	380		
1 m	7 gh	7 gh	0.5	1.25
4 jk	10 de	8 fg	1	
1 m	6 hi	2 lm	1.5	
2 lm	9 ef	9 ef	0.5	1.5
5 ij	12 bc	11 cd	1	
1 m	7 gh	3 kl	1.5	
5 ij	12 bc	11 cd	0.5	1.75
6 hi	13 ab	12 bc	1	
2 lm	8 fg	4 jk	1.5	
6 hi	13 ab	12 bc	0.5	2
10 de	14.2 a	13 ab	1	
2 lm	9 ef	5 ij	1.5	

سطح پنج و هفت میلی‌متر و سرعت هوا در چهار سطح ۳/۶، ۴/۵، ۵/۷ و ۶/۶ متر بر ثانیه در طرح پایه کاملاً تصادفی، در جدول ۴ نشان داده شده است.

نتایج تجزیه واریانس آزمایش سوم در حالت شرایط بهینه شیب طولی میز ۲ درجه، شیب عرضی میز یک درجه و فرکانس نوسان میز ۴۰۰ سیکل بر دقیقه حاصل از آزمایش دوم، در آزمایش فاکتوریل با دو عامل دامنه نوسان میز در دو

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس آزمایش سوم

Table 4. The results of variance analysis of third experiment

میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Source of variance
52.9**	1	دامنه نوسان میز Amplitude of oscillation
344.9**	3	سرعت هوا Air Velocity
159.3**	3	سرعت هوا و دامنه نوسان میز Air velocity and amplitude of oscillation
28.8	32	خطا Error
	39	کل Total

**معنی‌دار در سطح یک درصد. CV=15.68%

**Significant at less than 1% probability level, CV=15.68%.

جدول ۵- اثرات متقابل دوگانه سرعت هوا و دامنه

نوسان میز (LSD=1.65)

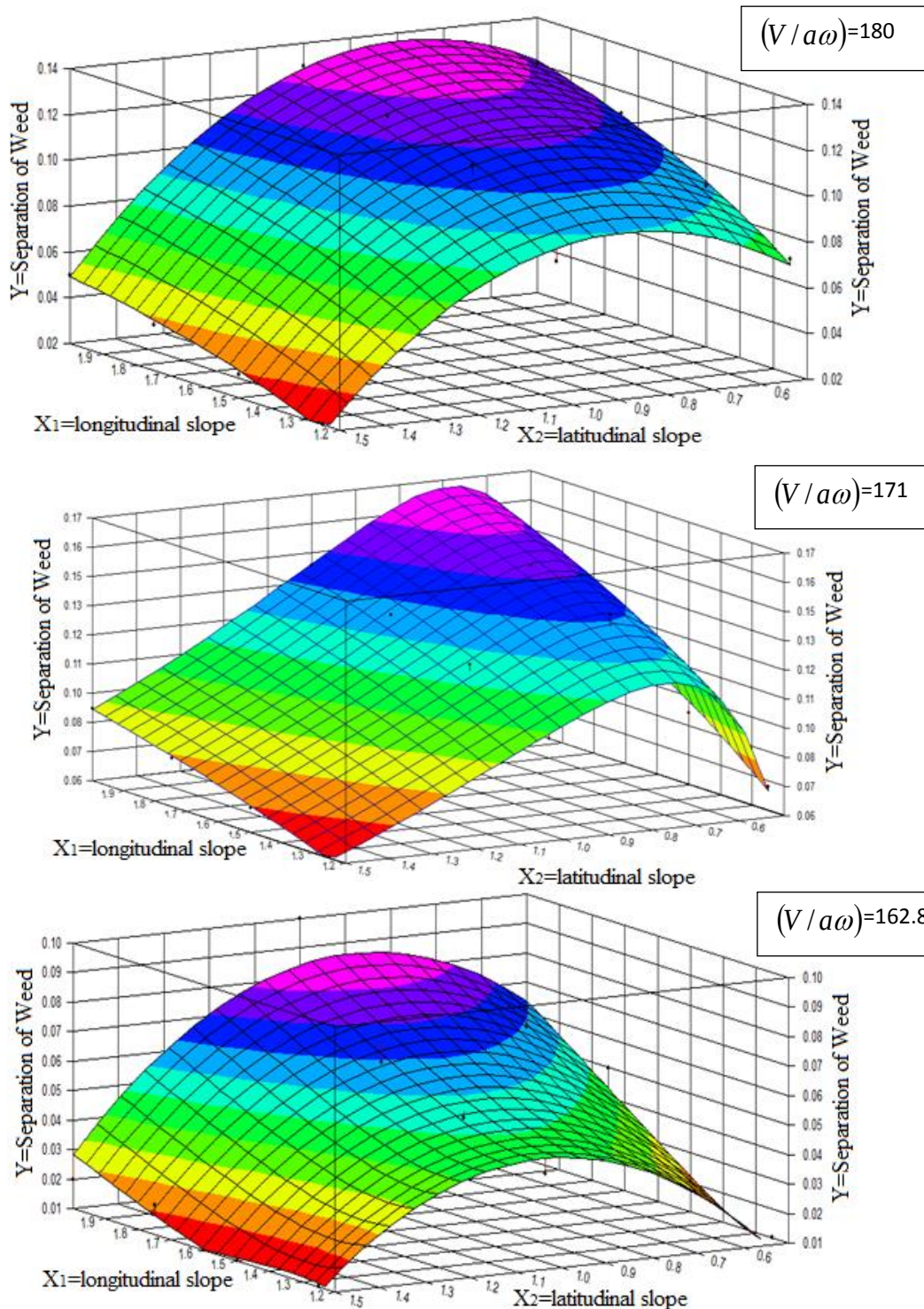
Table 5. The results of the mean comparison of mutual binary effect air velocity and amplitude of oscillation (LSD=1.65)

سرعت هوا (متر بر ثانیه) Air velocity (m.s ⁻¹)	دامنه نوسان میز (میلی‌متر) Amplitude of oscillation (mm)
1e	3.6
8.2 b	4.5
14.2 a	5.7
5.4 cd	6.6
4.8 d	3.6
5.4 cd	4.5
6.8 bc	5.7
2.6 e	6.6

نتایج نشان داد که اثر اصلی فاکتورهای سرعت هوا و دامنه نوسان میز و اثر متقابل دوگانه سرعت هوا و دامنه نوسان میز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه سرعت هوا و دامنه نوسان میز نشان داد که بهترین سرعت هوا و دامنه نوسان میز برای جداسازی علف‌هرز شیرسگ همراه توده عدس به ترتیب ۵/۷ متر بر ثانیه و پنج میلی‌متر می‌باشد (جدول ۵). علت، این است که در دامنه نوسان میز پنج میلی‌متر انتقال مواد روی سطح میز یکنواخت‌تر بوده و به همین علت شناسایی علف‌هرز شیرسگ روی دانه‌های عدس بهتر می‌شود و در نتیجه جداسازی توسط دستگاه افزایش می‌یابد. البته شایان ذکر است که در دامنه نوسان میز برابر با هفت میلی‌متر، انتقال مواد به سمت راست لبه خروجی میز

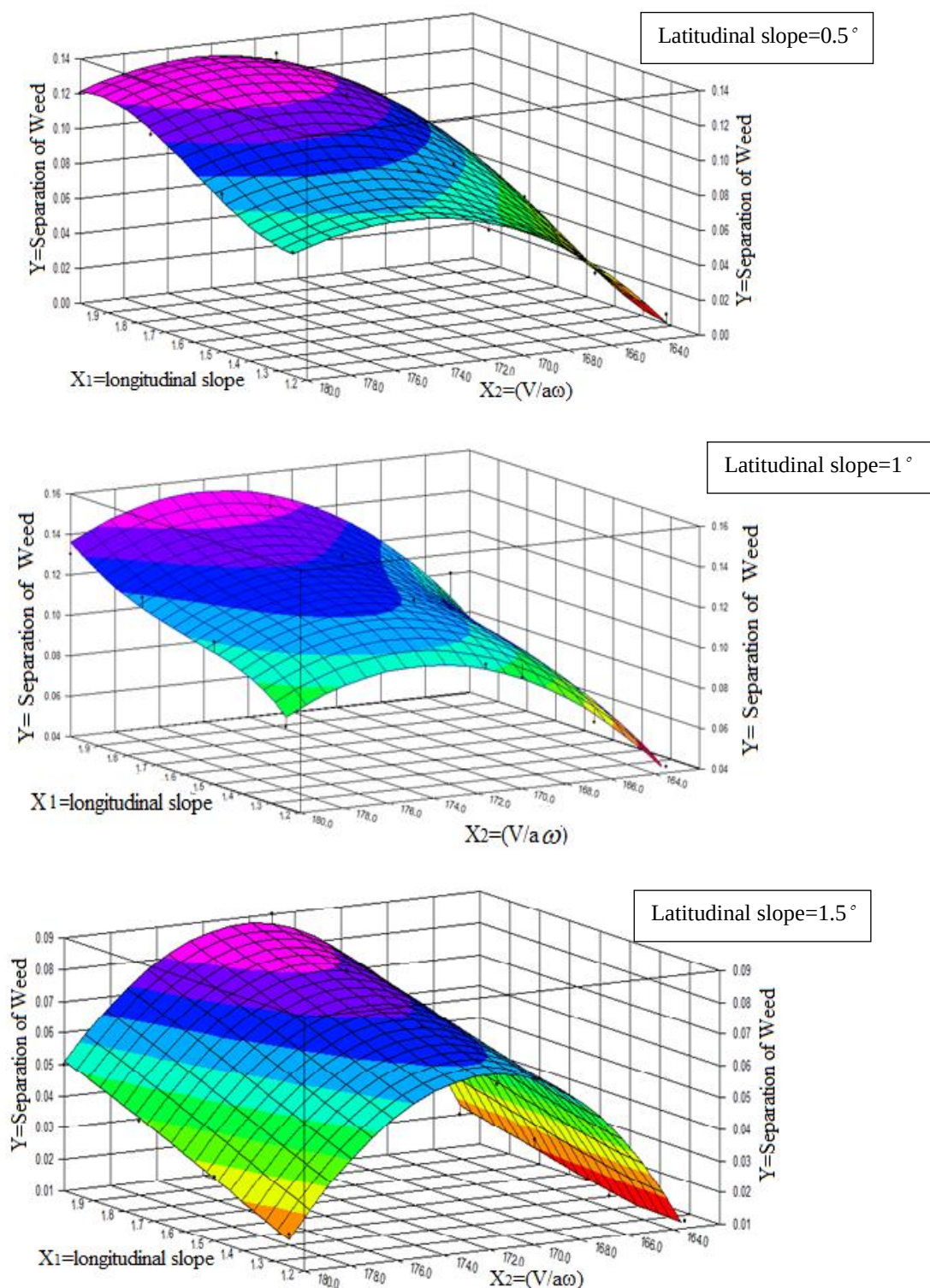
انجام نمی‌شود و سطح میز به‌طور کامل از مواد تغذیه‌شده پوشانده نشد و لذا جداسازی کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از مقادیر شیب طولی میز، شیب عرضی میز و مقدار بدون بعد ($V/a\omega$) به همراه مناسب‌ترین رابطه ریاضی، برای تعیین درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس، در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

بر اسن اساس، کاهش مقدار بدون بعد ($V/a\omega$) از ۱۸۰ به ۱۷۱، سبب افزایش میزان جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس شد (شکل ۳)، ولی کاهش میزان ($V/a\omega$) از ۱۷۱ به ۱۶۲/۸۵ باعث کاهش میزان جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس گردید. علت آن است که در $V/a\omega = 180$ (دامنه نوسان میز برابر پنج میلی‌متر، فرکانس نوسان میز ۳۸۰ سیکل بر دقیقه و سرعت هوای ۵/۷ متر بر ثانیه) و در $V/a\omega = 162/85$ (دامنه نوسان میز برابر پنج میلی‌متر، فرکانس نوسان میز ۴۲۰ سیکل بر دقیقه و سرعت هوای ۵/۷ متر بر ثانیه) سطح میز به‌طور کامل از مواد پوشانده نشده و جداسازی کاهش می‌یابد، اما در مقدار $V/a\omega = 171$ (دامنه نوسان میز برابر پنج میلی‌متر، فرکانس نوسان میز ۴۰۰ سیکل بر دقیقه و سرعت هوای ۵/۷ متر بر ثانیه) توزیع مواد روی سطح میز، به سبب افزایش فرکانس نوسان میز از ۳۸۰ به ۴۰۰ سیکل بر دقیقه، یکنواخت‌تر شده و در نتیجه شناسایی علف‌هرز شیرسگ روی توده عدس انجام شده و این امر سبب افزایش جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس شده است. شکل ۴ درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس را برای شرایط شیب‌های طولی میز و مقدار بدون بعد ($V/a\omega$) در شرایط شیب عرضی میز نشان می‌دهد. بر این اساس، با افزایش شیب عرضی میز از ۰/۵ به یک درجه و افزایش شیب طولی میز از ۱/۲۵ به ۲ درجه، درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ افزایش، ولی با افزایش شیب عرضی میز از یک به ۱/۵ درجه، درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ کاهش یافت. علت آن این است که در شیب عرضی میز یک درجه و شیب طولی میز ۲ درجه، سطح میز بهتر با مواد پوشانده شده و شناسایی علف‌هرز شیرسگ روی دانه عدس بهتر انجام می‌شود و لذا درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ افزایش می‌یابد. در جدول ۶، مدل‌های ریاضی درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ از عدس توسط دستگاه جداکننده ثقلی در شرایط مختلف شیب عرضی میز (X_1) و مقدار بدون بعد ($V/a\omega$) با ضریب تبیین بالا ارائه شده است.



شکل ۳- میزان جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس با تغییرات شیب عرضی میز و شیب طولی میز و در شرایط مقدار بدون بعد $(V/a\omega)$

Fig. 3. The extent of separation of *Euphorbia helioscopia* weed from lentil bulk with the longitudinal and latitudinal slopes under the conditions dimensionless number $(V/a\omega)$.



شکل ۴- میزان جداسازی علف‌هرز شیرسگ از توده عدس با تغییرات مقدار بدون بعد $(V/a\omega)$ و شیب طولی میز و در شرایط شیب عرضی میز

Fig. 4. The extent of separation of *Euphorbia helioscopia* weed from lentil bulk with the longitudinal slope and dimensionless number $(V/a\omega)$ under the conditions latitudinal slope of the table

جدول ۶- مدل‌های ریاضی پیش‌بینی شده (شیب طولی میز (X_1) ، شیب عرضی میز (X_2))

Table 6. The predicted mathematical models (longitudinal slope (X_1) , latitudinal slope (X_2))

R^2	مدل ریاضی Predicted mathematical models	پارامتر Parameter
0.91	$Y = 0.122 - \frac{0.177}{X_1} + 0.242 \times X_1^2 - \frac{2.964}{X_1^2}$ $- 0.175 \times X_2^2 + 7.190 \times \frac{X_2}{X_1}$	180
0.96	$Y = -3.869 - \frac{0.152}{X_1} + \frac{0.397}{X_2} - \frac{8.051}{X_1^2}$ $- \frac{0.122}{X_2^2} - \frac{8.213}{X_2 \times X_1}$	171
0.95	$Y = 0.270 - \frac{0.824}{X_1} + 0.207 \times X_2 + \frac{0.438}{X_1^2}$ $- 0.152 \times X_2^2 + 1.24 \times \frac{X_2}{X_1}$	162.85
0.93	$Y = -13.01 - 2.17 \times X_1 + 1.44 \times X_1^2$ $- 0.3 \times X_1^3 + \frac{4947.18}{X_2} - \frac{432330}{X_2^2}$	0.5
0.95	$Y = -8.27 + 0.6 \times \ln(X_1) - 1.22 \times \ln(X_1^2)$ $+ 0.91 \times \ln(X_1^3) + 0.24 \times X_2 - 0.145 \times X_2^2$	1
0.92	$Y = -19.27 - \frac{0.857}{X_1} + \frac{6753.48}{X_2} + \frac{0.14}{X_1^2}$ $- \frac{585888}{X_2^2} + \frac{101.65}{X_2 \times X_1}$	1.5

نتیجه‌گیری

برخی از خواص فیزیکی عدس از جمله وزن هزار دانه (۵۷/۰۳ گرم)، چگالی حقیقی (۱/۲۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، چگالی توده (۰/۷۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، ضریب اصطکاک استاتیکی (ورق آهن گالوانیزه ۰/۳۹ درجه، تخته چندلایه ۰/۳۷ درجه) و تخلخل (۳۵/۵۹ درصد) و همچنین علف‌هرز شیرسگ از جمله وزن هزار دانه (۹/۰۷ گرم)، چگالی حقیقی (۱/۰۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، چگالی توده (۰/۸۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، ضریب اصطکاک استاتیکی (ورق آهن گالوانیزه ۰/۳۰ درجه، تخته چندلایه ۰/۴۴۵ درجه) و تخلخل (۲۰/۹۶ درصد) به‌دست آمد.

افزایش شیب عرضی میز دستگاه جداکننده ثقلی از ۰/۵ درجه به یک درجه و افزایش شیب طولی میز از ۱/۲۵ درجه به ۲ درجه باعث افزایش درصد جداسازی علف‌هرز شیرسگ همراه دانه‌های عدس می‌گردد. در مقدار عدد بدون بعد $(V/a\omega) = ۱۷۱$ (فرکانس نوسان میز ۴۰۰ سیکل بر دقیقه، دامنه نوسان میز پنج میلی‌متر و سرعت هوای ۵/۷ متر در ثانیه)، شیب عرضی میز یک درجه و شیب طولی میز ۲ درجه، بیشترین درصد جداسازی برابر ۱۴/۲ درصد بود. در این حالت دانه‌های عدس خروجی دارای کمترین علف‌هرز شیرسگ است. ولی در دامنه نوسان میز برابر با هفت میلی‌متر، در حرکت مواد روی سطح میز آشفتگی ایجاد شد و سطح میز به‌طور کامل از مواد تغذیه شده، پوشانده نشده و لذا شناورسازی علف‌هرز شیرسگ روی عدس به نحو مطلوب انجام نمی‌شود.

منابع

1. Amin, M.N., Hossain, M.A., and Roy, K.C. 2004. Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds. *Journal of Food Engineering* 65(1): 83-87.
2. Aydin, C. 2003. Physical properties of almond nut and kernel. *Journal of Food Engineering* 60(3): 315-320.
3. Bagherpour, H., Minaei, S., and Khoshtaghaza, M.H. 2010. Selected physic-mechanical properties of lentil seed. *International Agrophysics* 24(1): 81-84.
4. Falconer, A. 2003. Gravity separation: Old technique/New methods. *Physical Separation in Science & Engineering* 12(1): 31-48.
5. Ghasemi, M.G., Mobli, H., Jafari, A., Keyhani, A.R., Soltanabadi, M.H., and Rafiee, S. 2008. Some physical properties of rough rice (*Oryza sativa* L.) grain. *Journal of Cereal Science* 47(3): 496-501.
6. Jannatizadeh, A., Naderi Boldaji, M., Fatahi, R., Ghasemi Varnamkhasti, M., and Tabatabaeefar, A. 2008. Some postharvest physical properties of Iranian apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit. *International Agrophysics* 22(2): 125-131.
7. Joshi, M., Aldred, P., McKnight, S., Panozzo, J.F., Kasapis, S., Adhikari, R., and Adhikari, B. 2013. Physicochemical and functional characteristics of lentil starch. *Carbohydrate Polymers* 92(2): 1484-1496.
8. Kashi, M. 2010. Investigate the possibility of separating wild oats (*Avena sativa*) of wheat by gravity separator. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture. University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. (In Persian).
9. Kaur, S., Cogan, N.O.I., Stephens, A., Noy, D., Butsch, M., Forster, J.W., and Materne, M. 2014. EST-SNP discovery and dense genetic mapping in lentil (*Lens culinaris* Medik.) enable candidate gene selection for boron tolerance. *Theoretical and Applied Genetics* 127: 703-713.
10. Konak, M., Carman, K., and Aydin, C. 2002. Physical properties of chickpea seeds. *Biosystems Engineering* 82(1): 73-78.
11. Mohsenin, N.N. 1986. *Physical Properties of Plant and animal Materials*. (2nd Ed.), New York: Gordon and Breach Science Publishers.
12. Moshatati, A., Hejazi, A., Kianmehr, M.H., Sadat Noori, S.A., and Gharineh, M.H. 2009. Effect of seed weight on germination and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling pishtaz variety. *Electronic Journal of Crop Production* 2(1): 137-144. (In Persian with English Summary).
13. Naderiboldaji, M., Khadivi khub, A., Tabatabaeefar, A., Ghasemi Varnamkhasti, M., and Zamani, Z. 2008. Some physical properties of sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 3(4): 513-520.
14. Owolarafe, O.K., Olabige, M.T., and Faborode, M.O. 2006. Physical and mechanical properties of two varieties of fresh oil palm fruit. *Journal of Food Engineering* 78(4): 1228-1232.
15. Pooja, D., Anamika, G., and Sarveshwara, R. 2013. Chemical weed management in lentil. *Indian Journal of Weed Science* 45(3): 189-191.
16. Rasekh, M., and Syahmansor Khorin, Y. 2012. Study of some physical properties of grape seed (Askari variety). The 7th National Conference on Mechanics of Agricultural Machines and Mechanization. Shiraz University, Shiraz, Iran. (In Persian).
17. Samimi, H., and Khodaei, J. 2010. Some physical properties of strawberry (Kurdistan variety). *World Applied Science Journal* 13(2): 206-212.

Study of properties of lentils and weed of *Euphorbia helioscopia* and the parameters affecting the separation that from lentils by gravity table separator

Bagheri¹, H., Rasekh^{2*}, M. & Kianmehr³, M.H.

- 1- Ph.D student, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2- Associate professor, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3- Professor, Department of Arotechnology, College of Abouraihan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran

Received: 8 June 2015
Accepted: 9 September 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.47352

Introduction

Lentil (*Lens culinaris* Medik) is an important and highly nutritious crop belonging to the family of legumes. Lentil is cultivated worldwide but competition with weeds is a problem affecting production and can reduce performance by more than 80%. *Euphorbia helioscopia* weed is a major weed in lentil cultivation. In the first place, it is necessary to have a thorough and comprehensive knowledge about the characteristics of the lentils and the accompanying impurities to mechanize the process of automatizing activities related to lentils such as warehousing, sorting (grading), packaging, transportation and other activities. On the other hand, physical and aerodynamic properties of agricultural products were always regarded as significant because those are the basis for designing and construction of agricultural and machineries, transport equipment, grading and processing of agricultural products. Designing agricultural machineries was impossible without regarding these parameters, or it would lead to weak results. The study of physical properties and separation of *Euphorbia helioscopia* weed from lentil by a gravity separator is of extreme importance. Since no study has been done to date, in this work physical properties of lentil and *Euphorbia helioscopia* weed are investigated. Moreover, the effects of different parameters of a gravity separator and their influence on the separation of *Euphorbia helioscopia* weed from lentil seeds are evaluated.

Materials & Methods

In the present research, lentil samples were taken from farms in Ardebil province (Bileh-Savar cultivar) and transferred to the seed technology laboratory at the University of Tehran. In addition, some physical properties of lentil and weed of *Euphorbia helioscopia* including mass of 1000 seeds, volume, true and bulk densities and porosity and static coefficient of friction (two types of friction surface: galvanized iron sheet and particle board) were measured. In addition, in this research, a gravity separator apparatus was used for separating weed of *Euphorbia helioscopia* from lentils. A Laboratory Gravity Separator Type LA-K (Westrup A/S Denmark) was used to separate *Euphorbia helioscopia* weed from lentil seeds. Influence of parameters of machine table (longitudinal and latitudinal slopes, oscillation frequency and amplitude and velocity of air) have been studied for obtaining of maximum separation of weed of *Euphorbia helioscopia* from lentils. Data analysis and comparison of means were done by using MSTAT-C software and Duncan's Multiple Range Test.

Results & Discussion

The obtained results show the main effects oscillation of frequency, latitudinal slope, and longitudinal slope, the mutual binary effect of latitudinal and longitudinal slope, the mutual binary effect of the latitudinal slope and the frequency of oscillation were significant at a 1% and the mutual binary effect of the

*Corresponding Author: dr.mara1349@gmail.com; Tel: 04533512081

longitudinal slope and the frequency of oscillation significant at a 5%. However, the mutual triple effect of oscillation frequency, longitudinal slope, and latitudinal slope was not significant. Furthermore, results showed that increase of latitudinal slope of table and increase of longitudinal slope from 1.25 to 2 degrees increased separation of weed of *Euphorbia helioscopia* from lentils. The results of the experiment showed that the separation of *Euphorbia helioscopia* weed from lentils get to maximum 14.2 percent. After determining most suitable amplitude and velocity of air, using data from the longitudinal slope, latitudinal slope and dimensionless number $(V/a\omega)$ was used to calculate mathematical relations of separation percentage of *Euphorbia helioscopia* weed from lentil clumps using Datafit software.

Conclusion

1. Physical properties obtained for lentil were as weight of 1000 seeds (57.03 g), true density (1.214 g cm^{-3}), bulk density (0.782 g cm^{-3}), coefficient of static friction (galvanized iron sheet (0.394 degrees) and particle board (0.37 degrees)), porosity (35.59 %), and the *Euphorbia helioscopia* weed including weight of 1000 seeds (5.69 g), true density (0.857 g cm^{-3}), bulk density (0.538 g cm^{-3}), coefficient of static friction (galvanized iron sheet (0.32 degrees) and particle board (0.40 degrees)), porosity (37.2 %).
2. Increased latitudinal slope of the table from 0.5° to 1° and longitudinal slope of the table from 1.25° to 2° result in increased separation percentage of wild oat weed from lentil seeds.
3. The results demonstrated that at settings of longitudinal slope of 2° , latitudinal slope 1° , and frequency of oscillation $400 \text{ cycles min}^{-1}$, the maximum separation was 14.2%. In this case, the output lentil seeds contained the least amount of wild oat weeds.

Key words: Gravity separation, Lentil, Physical properties, Weed

تأثیر ضایعات ماهی و کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna sinensis*) و برخی خصوصیات خاک

شاهین شاهسونی^{۱*}، علی عباسپور^۲، مهدیه پارسائیان^۳ و زهرا یونسی^۴

۱ و ۲- اعضای هیئت علمی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

۳- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۵

چکیده

استفاده از ضایعات صنعت ماهی به‌عنوان کود، به‌منظور اصلاح خاک‌های مختلف و تولید محصولات کشاورزی از دیرباز رایج بوده است. در این پژوهش نیز به‌منظور مطالعه اثر ضایعات ماهی بر برخی خصوصیات خاک و رشد گیاه لوبیا چشم‌بلبلی و مقایسه کارایی آن‌ها با کودهای شیمیایی و زیستی، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور پودر ماهی (ضایعات ماهی) در سه سطح شامل عدم مصرف (F_0)، $500 (F_1)$ و 1000 کیلوگرم در هکتار (F_2) و کود شیمیایی شامل NPK در سه سطح شامل عدم مصرف ($N_0P_0K_0$)، نصف مصرف معمولی ($N_1P_1K_1$) و مصرف معمولی ($N_2P_2K_2$) و سودوموناس در دو سطح شامل عدم مصرف (B_0) و مصرف (B_1) اعمال گردید. نتایج نشان داد که کاربرد کود ماهی به‌تنهایی، باعث افزایش وزن غلاف (۱۶/۷۸ درصد)، کلروفیل برگ (۱۷/۱۶ درصد)، پروتئین دانه (۵۹/۲۵ درصد)، فسفر دانه (۲۹/۶ درصد) و پتاسیم دانه (۹۳/۲۷ درصد) شد، اما بیشترین افزایش در تیمار کاربرد توأم کود ماهی (F_2) و کود شیمیایی ($N_2P_2K_2$) حاصل گردید. بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه نیز به‌ترتیب در تیمارهای اثرات متقابل کود شیمیایی ($N_2P_2K_2$)، ضایعات ماهی (F_2) و کاربرد سودوموناس (B_1) با $43/12$ درصد و در تیمار شاهد با $11/87$ درصد به‌دست آمد، در حالی که مصرف کود شیمیایی به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری در افزایش مقدار پروتئین دانه نداشت. همچنین نتایج نشان داد مصرف زیاد ضایعات ماهی (1000 کیلوگرم در هکتار) باعث کاهش pH خاک از $7/6$ به $6/9$ و افزایش شوری خاک از $0/45$ به $0/75$ دسی‌زیمنس بر متر شد. به‌طور کلی کاربرد ضایعات ماهی در مقادیر کم نقش قابل‌توجهی در افزایش عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی داشته و می‌تواند به‌عنوان مکمل مناسبی برای کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کود زیستی، کود شیمیایی، کودهای آلی، لوبیا

مقدمه

فرسایش خاک مؤثرند. همچنین در پایداری نظام‌های کشاورزی اهمیت دارند و در تنوع‌بخشی به نظام‌های کشت مبتنی بر غلات، محصولاتی ممتاز در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر آن، حبوبات، گیاهانی کم‌توقع و مناسب کشت در نظام‌های زراعی کم‌نهاد به‌شمار می‌روند و در نتیجه از نظر اکولوژیکی و زیست‌محیطی، در جلوگیری از افزایش آلودگی اراضی حائز اهمیت می‌باشد (Parsa & Bagheri, 2008).

لوبیا چشم‌بلبلی با نام علمی *Vigna unguiculata* sp. یکی از حبوبات ارزشمندی است که علاوه بر دارابودن همه محاسن این گروه از گیاهان زراعی، از نظر غذایی نیز به‌واسطه دارابودن ویتامین‌های مختلف، مواد معدنی، فیبرهای محلول و غیرمحلول و عوامل نفخ‌زای کمتر نسبت به سایر حبوبات متمایز می‌باشد (Zia-Ul-Haq et al., 2013). همچنین لوبیا چشم‌بلبلی از لحاظ دامنه سازگاری با اقلیم‌های

امروزه یکی از مشکلات حاد تغذیه‌ای، کمبود پروتئین در تغذیه میلیون‌ها انسان در کشورهای رشدنیافته می‌باشد (Majnon Hosseini, 1993). دانه حبوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین بعد از غلات و دومین منبع مهم غذایی انسان به‌شمار می‌رود (Bagheri et al., 2006). حبوبات از منابع مهم غذایی و سرشار از پروتئین ($18-23$ درصد) هستند که در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی مردم، به‌ویژه اقشار کم‌درآمد اهمیت بسیار دارند (Mohammadzadeh, 2012). این گیاهان با تثبیت زیستی نیتروژن ضمن بهبود حاصلخیزی خاک، به‌صورت گیاهان پوششی یا در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی در جلوگیری از

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۲۳۳۳۱۶۲۶، shahsavani2001@yahoo.com

نظام‌های مدیریت خاک بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، لازم است که اثرات کودهای آلی و غیرآلی اضافه شده به خاک بر سلامت و کیفیت خاک و عملکرد محصول مطالعه شود.

با توجه به مطالب مذکور، هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر ضایعات ماهی به عنوان یک کود آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی و مقایسه‌ی آن با کودهای شیمیایی و زیستی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود واقع در بسطام اجرا شد. این پژوهش به صورت گلخانه‌ای در قالب آزمایش فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور طراحی گردید. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از: پودر ماهی در سه سطح صفر کیلوگرم در هکتار (F_0)، ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (F_1) و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار (F_2)؛ کود شیمیایی شامل NPK (که به ترتیب به صورت کودهای اوره، سوپرفسفات تریپل و سولوپتاس) و در سه سطح عدم مصرف ($N_0P_0K_0$)، نصف مصرف معمولی ($N_1P_1K_1$) پتاسیم ۳۵ کیلوگرم در هکتار، فسفر ۴۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۲۵ کیلوگرم در هکتار و مصرف معمولی ($N_2P_2K_2$) پتاسیم ۷۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر ۸۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار در خاک به کار برده شد؛ و باکتری سودوموناس فلورسنس به صورت کودزیستی که در دو سطح، عدم تلقیح (B_0) و تلقیح (B_1)، برای عمل تلقیح خاک، بذرها ضدعفونی سطحی شده و به مقدار ۱۶ میلی گرم از زادمایه برای هر کیلوگرم خاک، مورد استفاده قرار گرفت. قبل از اجرای طرح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌ها در آزمایشگاه تعیین شد (جدول ۱). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کود ماهی در جدول ۲ آمده است. اعمال تیمارها در گلدان‌های شش کیلوگرمی با عمق ۱۹/۵ سانتی‌متر (جمعاً ۵۴ گلدان) که در هر گلدان ۱۰ بذر لوبیا چشم‌بلبلی کاشته شده بود، صورت گرفت. در طول دوره رشد لوبیا، گلدان‌ها در گلخانه، با متوسط دمای ۱۹ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و آبیاری براساس نیاز آبی گیاه انجام شد. پس از چهارماه نمونه برداری از خاک و گیاه انجام شد. اندام هوایی گیاه به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند. صفات مورد بررسی در گیاه شامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن کل خشک اندام هوایی، وزن خشک غلاف و کلروفیل برگ بود که با

مختلف در جایگاه مطلوبی قرار گرفته و در اکثر نواحی آب‌وهوایی و انواع خاک‌ها با یک مدیریت مناسب قابل کشت می‌باشد. کشت‌وکار آن در ایران سابقه طولانی دارد (Zia-UI-Haq et al., 2013). در مناطقی مانند گرمسار و ورامین و نقاط اقلیمی مشابه این گیاه نقش ارزنده‌ای در حاصلخیزی خاک نسبت به سایر گیاهان حاصلخیزکننده دارد. در چنین مناطقی به دلیل نوع اقلیم (نیمه گرم و گرمسیر) که ماده آلی خاک کم است و آب نیز عامل محدودکننده است گیاهانی نظیر ماش (*Vigna radiate*) و لوبیا چشم‌بلبلی می‌توانند در تناوب گندم (*Triticum aestivum*) - لوبیا/ ماش - گندم به صورت کودسبز کشت شده و موجب افزایش حاصلخیزی خاک شوند. عوامل محیطی زیادی بر عملکرد مطلوب لوبیا مؤثر هستند که یکی از این عوامل تغذیه مطلوب گیاه می‌باشد. استفاده از منابع مختلف کودی می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد و نیز کیفیت محصولات داشته باشد (Toor et al., 2006).

تلفیق کود آلی و کودهای معدنی، شرایط محیطی مطلوبی را برای گیاه فراهم می‌کند، زیرا کود آلی یا ماده آلی خصوصیات خاک را بهبود می‌بخشد و کودهای معدنی، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم می‌کنند (Lema & Degebassa, 2013). ماده آلی باعث بهبود ساختمان و کاهش فرسایش خاک می‌شود، اثر تنظیم‌کنندگی روی دمای خاک دارد و به خاک کمک می‌کند که رطوبت بیشتری را در خود ذخیره کند. با این حال، کود آلی (که اغلب در مقادیر زیاد در دسترس نیست) به تنهایی برای نیل به سطح تولید محصول مدنظر کشاورز، کافی نیست و مصرف کودهای معدنی اجتناب‌ناپذیر است. در این شرایط استفاده از منابع کودهای آلی و شیمیایی هر کدام به نوعی می‌تواند بر عملکرد گیاهان تأثیر بگذارد (Marschner, 1995; Ahmadyan et al., 2011). حتی در کشورهایی که در آن‌ها بخش بزرگی از ضایعات آلی به عنوان کود و تهیه ماده آلی استفاده می‌شود، مصرف کودهای معدنی به طور پیوسته افزایش یافته است.

کود ماهی از جمله کودهای ارگانیک است که از دیرباز توسط گروه‌ها و افرادی که در نزدیکی رودخانه‌ها و یا دریاها زندگی می‌کرده‌اند، مانند مصریان باستان و سرخپوست‌ها استفاده می‌شده است (Illera-Vives et al., 2013). این کود سرشار از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر بوده و جهت رفع کمبود این دو عنصر در باغات و مزارع بسیار مفید و کارآ می‌باشد (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008). اکثر مطالعات انجام شده در مورد نیاز لوبیا به عناصر غذایی بر مبنای مصرف کودهای شیمیایی بوده است و به دلیل کمبود اطلاعات در مورد واکنش این گیاه به کودهای آلی و نیز اثرگذاری

استفاده از دستگاه SPAD 502 (Hiscox & Israelstam, 1978) اندازه‌گیری شد. غلظت نیتروژن به روش کج‌لدال (Jones, 2001)، فسفر به روش اسپکتروفتومتری (Olsen et al., 1954) و پتاسیم (با دستگاه فلیم‌فتومتر) در نمونه‌های گیاهی اندازه‌گیری شد (Jones, 2001).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1. Physico-chemical properties of used soil

واحد (Unit)	مقدار (Quantity)	پارامترهای اندازه‌گیری شده (Analysed parameters)
واحد (Unit)	7.8	اسیدیته گل اشباع Acidity of saturation paste (pH)
دسی زیمنس بر متر (dS m ⁻¹)	0.59	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (Electrical conductivity of soil extraction)
درصد (%)	0.056	نیتروژن کل (Total nitrogen)
میلی گرم بر کیلوگرم (ppm)	12	فسفر قابل جذب (Available phosphorus)
میلی گرم بر کیلوگرم (ppm)	153	پتاسیم قابل جذب (Available potassium)
-	لومی (Loamy)	کلاس بافت خاک (Soil texture)
درصد (%)	1.3	مواد آلی (Organic matter)

جدول ۲- ویژگی‌های پودر ضایعات ماهی مورد استفاده

Table 2. Properties of fish waste used

EC عصاره (solution) ۱:۵	pH	Cu	Zn	Fe	Mn	OC	K	P	N
دسی زیمنس بر متر (dS m ⁻¹)	(sol) ۱:۵	(mg kg ⁻¹)	میلی گرم بر کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم	درصد (%)	درصد (%)	درصد (%)	درصد (%)
5.2	6.43	21	3371	6562	319	22.1	2.31	2.15	6.51

تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته داشت. اگرچه ارتفاع بوته در اثر کاربرد کود ضایعات ماهی، باکتری سودوموناس و برهم‌کنش متقابل آن‌ها نیز نسبت به شاهد افزایش یافت، اما این افزایش‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (El-Tarabily et al., 2003).

وزن غلاف

با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر اصلی کود شیمیایی، و اثر اصلی ضایعات ماهی و همچنین برهم‌کنش ضایعات ماهی و سودوموناس در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل کود شیمیایی با ضایعات ماهی و سودوموناس در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن غلاف لوبیا معنی‌دار شد. این به خوبی بیانگر اثر مثبت این کودها بر این صفت می‌باشد، به‌طوری‌که بیشترین وزن غلاف با مصرف کود به‌میزان مصرف معمول حاصل شد (شکل ۲). به‌طور کلی در دسترس بودن آب و عناصر غذایی ضروری گیاه از طریق افزایش تعداد گره‌ها و طول میان‌گره‌ها رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (El-Tarabily et al., 2003). کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم

برای تبدیل درصد نیتروژن به پروتئین از ضریب تبدیل پروتئین ۶/۲۵ استفاده شد. پتاسیم قابل جذب به روش (Aliehyaei & Behbehani, 1994)، فسفر قابل دسترس به روش (Olsen et al., 1954)، نیتروژن کل با دستگاه کج‌لدال (Chapman & Pratt, 1961) و کربن آلی خاک به روش (Walkley & Black 1934) اندازه‌گیری شدند. هدایت الکتریکی (EC) و مقدار pH در سوسپانسیون ۱:۲ آب به خاک مورد سنجش قرار گرفت (Chapman & Pratt, 1961). تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

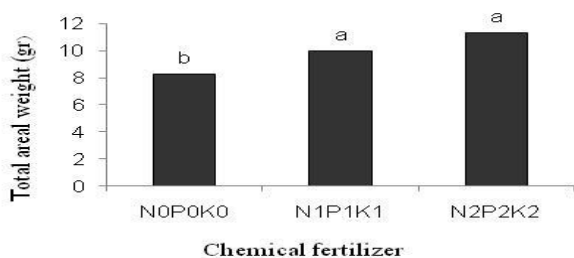
ارتفاع بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) مشاهده می‌شود که در بین تیمارهای مورد بررسی تنها کود شیمیایی

اکتینومیست‌های محرک رشد همراه بودند (El-Tarabily et al., 2003).

وزن کل اندام هوایی

نتایج حاصل از تحلیل واریانس داده‌ها بر وزن کل اندام هوایی حاکی از تأثیر بسیار معنی‌دار کود شیمیایی می‌باشد. سایر تیمارها و برهم‌کنش‌های موجود بین این فاکتورها بر صفت مذکور اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کاربرد کود شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار وزن کل اندام هوایی شد، به‌طوری‌که بالاترین میزان وزن کل اندام هوایی از مصرف کود شیمیایی به‌میزان مصرف معمولی به‌دست آمد که وزن کل اندام هوایی را نسبت به تیمار شاهد ۳۷/۶۴ درصد افزایش داد، البته این تیمار با تیمار مصرف کود به‌میزان نصف مصرف معمولی در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۳).



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر وزن کل هوایی گیاه

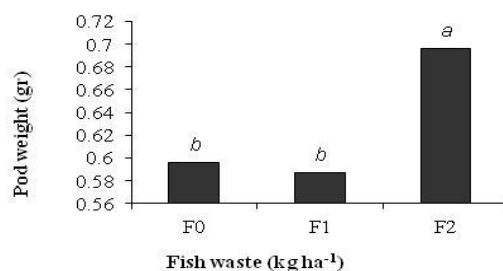
Fig. 3. Effect of different rate of chemical fertilizers on total plant aerial weight

کلروفیل برگ

اثر اصلی کود شیمیایی و ضایعات ماهی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان کلروفیل برگ لوبیا گذاشتند (جدول ۳). مشاهده می‌شود که با افزایش مصرف کود شیمیایی میزان کلروفیل افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که با مصرف این کود به‌میزان مصرف معمولی مقدار کلروفیل برگ ۱۷/۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. البته بین سطوح کاربرد به‌میزان مصرف معمولی و نصف مصرف معمولی برای این صفت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴).

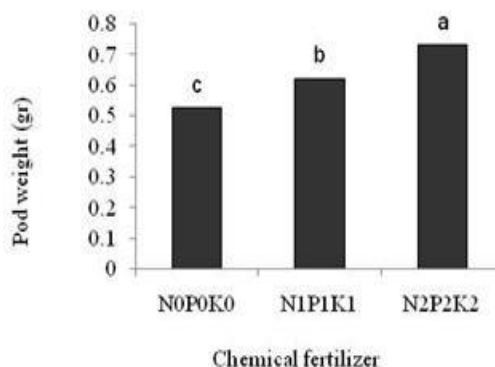
کاربرد ضایعات ماهی افزایش معنی‌دار صفت مذکور را نسبت به شاهد در پی داشت. طبق نتیجه مقایسه میانگین این صفت، مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی افزایش کلروفیل برگ مشابهی را نسبت به مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار از این تیمار به‌همراه داشت (شکل ۵).

در هکتار ضایعات ماهی نیز افزایش ۱۶/۷۸ درصدی وزن غلاف نسبت به شاهد را به‌دنبال داشت، اما کاربرد میزان کمتری از این کود (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به عدم کاربرد آن اختلاف معنی‌داری در وزن غلاف ایجاد نکرد (شکل ۱).



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف ضایعات ماهی بر وزن غلاف

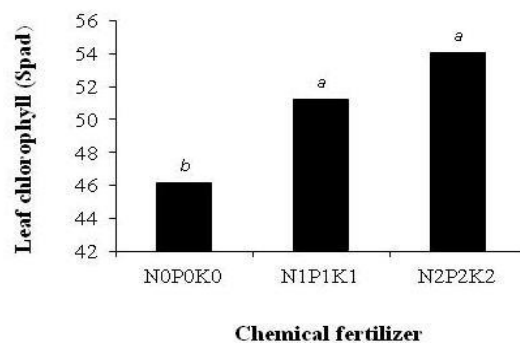
Fig. 1. Effect of different rates of fish waste on the pod weight



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر وزن غلاف

Fig. 2. Effect of different rates of chemical fertilizers on the pod weight

اضافه کردن ضایعات ماهی به‌عنوان کود آلی به خاک، اثر مطلوبی روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن دارد و این موضوع به‌ویژه در مورد افزایش آب قابل استفاده گیاه به‌دنبال افزایش درصد خلل‌و فرج خاک بسیار اهمیت دارد (Ahmadabadi & Ghajar sepanloo, 2012). از ضایعات ماهی امولسیون شده به‌منظور رشد گیاه ترپچه (*Raphanus sativus*) استفاده شده است. اگرچه این کود توانست بسیاری از خصوصیات رشدی گیاه را افزایش دهد، اما بیشترین تأثیر آن در تیماری مشاهده شد که ضایعات ماهی با باکتری‌ها و



شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر کلروفیل برگ

Fig. 4. Effect of different rate of chemical fertilizers on plant leaf chlorophyll

جدول ۳- میانگین مربعات صفات زراعی لوبیا تحت تأثیر سودوموناس، ضایعات ماهی و کودهای شیمیایی

Table 3. Mean square for the agronomy trait influenced by pseudomonas, fish waste and chemical fertilizer

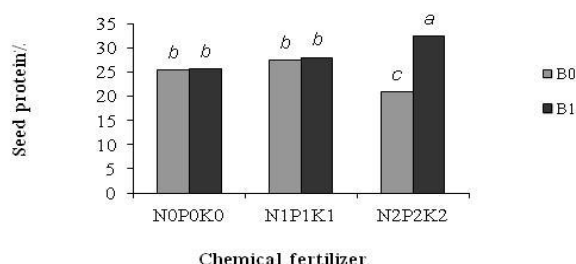
منابع تغییر (Source of variation)	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن غلاف Pod weight (g)	وزن کل اندام هوایی Total weight of aerial part(g)	کلروفیل Chlorophyll	پروتئین دانه Seed protein (%)	پتاسیم دانه Seed potassium (%)	فسفر دانه Seed phosphorus (%)
سودوموناس (Pseudomonas)	1	19.129 ^{ns}	.047 ^{ns}	0.831 ^{ns}	21.89 ^{ns}	232.83**	0.015 ^{ns}	0.022 ^{ns}
ضایعات ماهی (Fish waste)	2	35.713 ^{ns}	0.660**	4.035 ^{ns}	349.637**	685.15**	1.251**	0.024*
سودوموناس*ضایعات ماهی (Fish waste*Pseudomonas)	2	27.182 ^{ns}	0.770**	3.036 ^{ns}	77.287 ^{ns}	130.98**	0.692*	0.022 ^{ns}
کود شیمیایی (Chemical fertilizer)	2	100.525**	0.189**	43.527**	289.883**	21.540 ^{ns}	1.401**	0.048**
سودوموناس*کود شیمیایی (Chemical *Pseudomonas) fertilizer	2	30.480 ^{ns}	0.015 ^{ns}	0.094 ^{ns}	36.199 ^{ns}	190.57**	0.623*	0.002 ^{ns}
ضایعات ماهی*کود شیمیایی (Chemical *fish waste) fertilizer	4	26.328 ^{ns}	0.021 ^{ns}	1.767 ^{ns}	41.393 ^{ns}	76.304**	1.020**	0.026**
سودوموناس*ضایعات ماهی*کود شیمیایی (Chemical fertilizer * fish waste*pseudomonas)	4	8.798 ^{ns}	0.044*	4.003 ^{ns}	34.048 ^{ns}	69.819**	0.605*	0.005 ^{ns}
اشتباه (Error)	36	19.795	0.0134	4.418	41.912	8.330	0.169	0.0058
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation		24.39	18.20	21.33	12.82	10.83	20.58	26.41

ns, * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطوح پنج و یک درصد

ns, * and ** represent non significant, significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

۵۹/۲۵ درصد افزایش نسبت به شاهد، به دست آمد که با تیمار ۵۰۰ کیلوگرم بر هکتار ضایعات ماهی مصرفی، تفاوت معنی داری داشت (شکل ۶).

با توجه به معنی دار شدن برهم کنش کود شیمیایی و سودوموناس بر درصد پروتئین دانه، در شکل ۷ مشاهده می شود که تنها با مصرف کود شیمیایی به اندازه مصرف معمولی، تلقیح یا عدم تلقیح سودوموناس تفاوت معنی داری را بر این صفت ایجاد کرده است، به طوری که در شرایط تلقیح سودوموناس، کود شیمیایی باعث افزایش ۲۷/۷۰ درصدی در پروتئین دانه شد، ولی در صورت عدم تلقیح با سودوموناس، با مصرف کود شیمیایی به میزان مصرف معمولی، میزان پروتئین به مقدار قابل توجهی (۱۸/۱۸ درصد) نسبت به شاهد کاهش یافت.

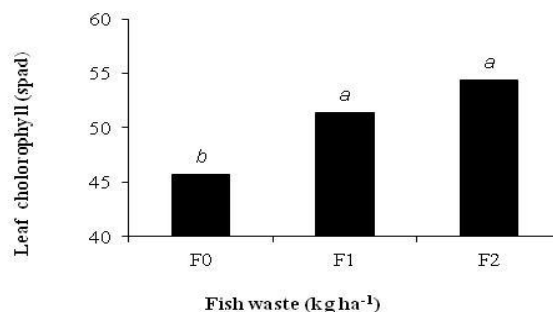


شکل ۷- اثر متقابل کود شیمیایی و باکتری سودوموناس بر درصد پروتئین دانه

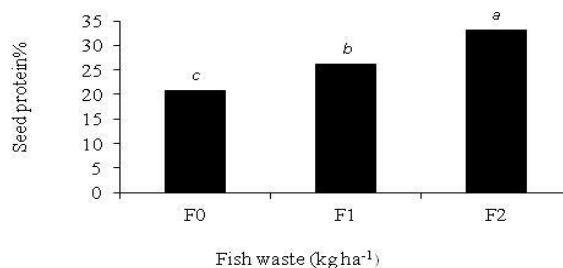
Fig. 7. Interaction effect between chemical fertilizer pseudomonas bacteria on the seed protein percentage

دلیل کاهش نیتروژن دانه لوبیا در اثر کاربرد کود شیمیایی را می توان به دسترسی زیاد فسفر در اختیار گیاه نسبت داد. به دلیل اثرات آنتاگونیستی، فسفر زیاد در خاک از جذب بیش از حد نیتروژن توسط گیاه می کاهد (Barker & Pilbeam, 2007). مقایسه میانگین های اثر متقابل ضایعات ماهی و باکتری سودوموناس بر نیتروژن دانه در شکل ۸، به خوبی نشان می دهد که با افزایش کود ماهی و تلقیح کود زیستی سودوموناس، میزان پروتئین در دانه لوبیا افزایش می یابد، به طوری که بیشترین میزان پروتئین دانه مربوط به کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی به همراه تلقیح با کود زیستی سودوموناس بوده و کمترین میزان پروتئین دانه در تیمار شاهد (عدم کاربرد ضایعات ماهی و عدم تلقیح) حاصل شده است.

کلروفیل برگ یکی از مهم ترین شاخص های نشان دهنده فشارهای محیطی وارد بر گیاهان می باشد (Mansorifar et al., 2010). حدود دو تا پنج درصد وزن خشک گیاه را نیتروژن تشکیل می دهد و از آنجا که نیتروژن مستقیماً در ساختار مولکول کلروفیل شرکت می کند، پس ارتباط مثبت و معنی داری بین مقدار نیتروژن برگ و مقدار کلروفیل وجود دارد (Rahdari, 2011). همچنین تحقیقات نشان داده است که بین محتوی کلروفیل برگ و مقدار نیتروژن مصرفی در واحد سطح، رابطه خطی مثبت و معنی داری وجود دارد (Schlemmer, 2005).



شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف ضایعات ماهی بر کلروفیل برگ
Fig. 5. Effect of different rates of fish waste on the leaf chlorophyll



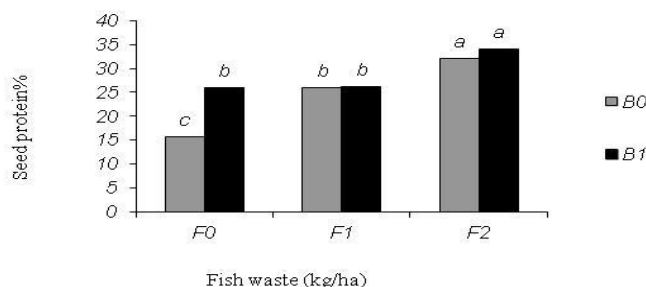
شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف ضایعات ماهی بر درصد پروتئین دانه
Fig. 6. Effect of different rates of fish waste on the seed protein percentage

درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه های آماری داده ها (جدول ۳) نشان داد که به استثنای تیمار کود شیمیایی، اثر کلیه تیمارها بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. در بین تیمارهای حاوی ضایعات ماهی، بیشترین درصد پروتئین از تیمار کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار ضایعات ماهی، با

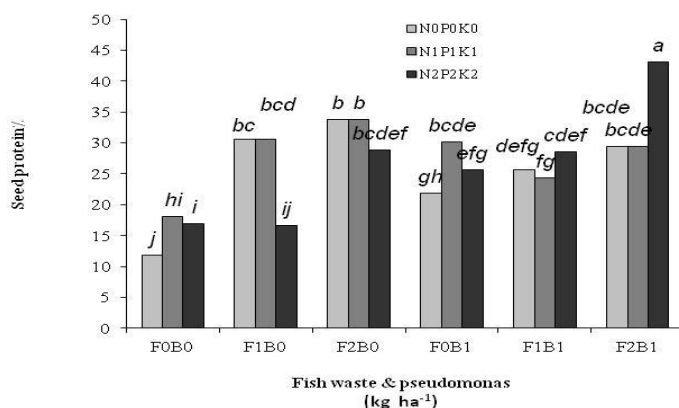
کمترین درصد پروتئین دانه (۱۱/۸۷ درصد) را نشان داد که با تیمار عدم تلقیح با سودوموناس ۵۰۰ کیلوگرم ضایعات ماهی و کاربرد کود شیمیایی به میزان مصرف معمولی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارد (شکل ۹).

در بررسی اثر متقابل سه گانه کود شیمیایی، ضایعات ماهی و سودوموناس بر درصد پروتئین دانه مشاهده شد که بیشترین درصد پروتئین دانه (۴۳/۱۲ درصد) از مصرف کود شیمیایی به میزان مصرف معمولی به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم ضایعات ماهی و تلقیح با سودوموناس حاصل شد و تیمار شاهد



شکل ۸- اثر متقابل ضایعات ماهی و باکتری سودوموناس بر درصد پروتئین دانه

Fig. 8. Interaction effect between fish waste and pseudomonas bacteria on the seed protein percentage



شکل ۹- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود شیمیایی، ضایعات ماهی و سودوموناس بر درصد پروتئین دانه

Fig. 9. Mean comparison of interaction effect between chemical fertilizer, fish waste and pseudomonas bacteria on the seed protein percentage

شیمیایی اختلاف معنی‌داری در درصد فسفر دانه ایجاد نکرد (شکل ۱۰).

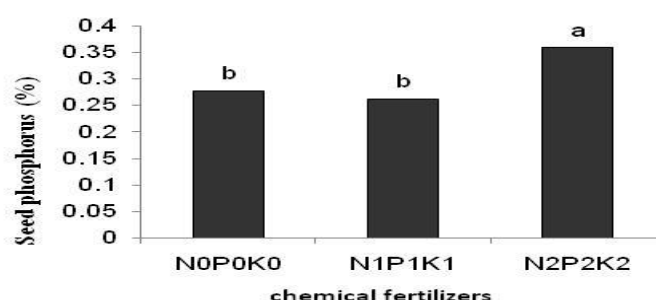
مقایسه میانگین‌های اثر ضایعات ماهی بر درصد فسفر دانه مشخص ساخت که بیشترین میزان فسفر مربوط به مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی با ۲۵/۸۳ درصد افزایش نسبت به شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود که البته بین عدم مصرف و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کاربرد کودهای آلی و شیمیایی حاوی فسفر (مطابق جدول ۲ ضایعات ماهی بیش از ۲ درصد فسفر دارند) قطعاً سبب افزایش جذب

فسفر دانه

با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر ضایعات ماهی در سطح احتمال پنج درصد، اثر کود شیمیایی در سطح احتمال یک درصد و همچنین برهم‌کنش دو عامل ذکر شده در سطح احتمال یک درصد بر غلظت فسفر دانه معنی‌دار گردیده است و سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. مشاهده می‌شود که افزایش کود شیمیایی به میزان مصرف معمولی باعث افزایش معنی‌دار فسفر دانه به میزان ۲۹/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. ولی در سطح نصف مصرف معمولی، کاربرد کود

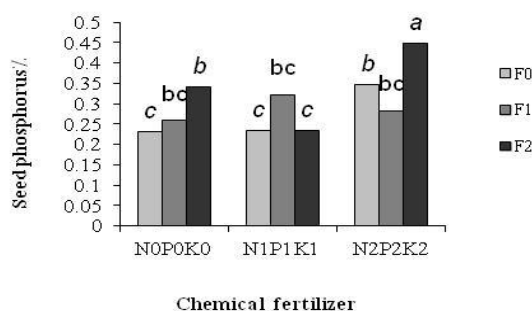
(Mohammadiaria *et al.*, 2010). همچنین مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل کود شیمیایی و ضایعات ماهی نشان می‌دهد که استفاده از کود شیمیایی به میزان مصرف معمولی به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی، بیشترین تأثیر را بر روی این صفت داشت (شکل ۱۱). با کاربرد کود آلی به همراه کود شیمیایی خواص فیزیکی خاک اصلاح شده و میزان عناصر NPK قابل دسترس زیاد و جذب آن‌ها توسط گیاه افزایش می‌یابد (Akbarineya *et al.*, 2003).

فسفر توسط گیاه و در نتیجه افزایش فسفر دانه می‌گردد، اما بخشی از افزایش معنی‌دار درصد فسفر دانه در نتیجه اعمال کودهای شیمیایی و ضایعات ماهی در مقایسه با تیمار شاهد را می‌توان در ارتباط با فراهمی متعادل عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در نتیجه اعمال این کودها دانست؛ به طوری که منجر به جذب بیشتر فسفر توسط ریشه لوبیا از خاک شد. علاوه بر این تولید اسیدهای آلی مانند اسیدسیتریک در نتیجه تجزیه ضایعات ماهی می‌تواند در کاهش pH خاک‌های آهکی و در نتیجه افزایش فراهمی فسفر در خاک مؤثر باشند



شکل ۱۰- تأثیر سطوح مختلف کود شیمیایی بر درصد فسفر دانه

Fig. 10. Effect of different rates of chemical fertilizers on the seed phosphorus percentage



شکل ۱۱- اثر متقابل ضایعات ماهی و کود شیمیایی بر درصد فسفر دانه

Fig. 11. Interaction effect between fish waste and chemical fertilizer on the seed phosphorus percentage

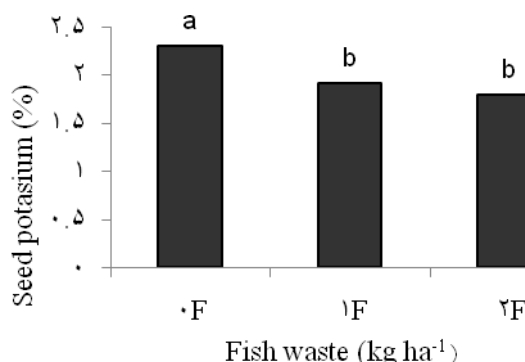
(جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که افزایش ضایعات ماهی میزان پتاسیم را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش داده است، به طوری که کمترین درصد پتاسیم مربوط به کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم ضایعات ماهی می‌باشد. احتمالاً هدایت الکتریکی بالا و سدیم زیاد پودر ماهی (جدول ۲) سبب رقابت سدیم با پتاسیم در جذب توسط ریشه گیاه شده در نتیجه جذب پتاسیم گیاه کاهش یافته است. نتایج مربوط به برهم‌کنش کود شیمیایی و ضایعات ماهی گویای این مطلب است که مصرف کود شیمیایی به میزان مصرف معمولی

پتاسیم دانه

میزان پتاسیم دانه تحت تأثیر کلیه تیمارهای آزمایش به جز باکتری سودوموناس قرار گرفت (جدول ۳) اثر ساده کود شیمیایی، ضایعات ماهی و همچنین در بین اثرات متقابل، برهم‌کنش کود شیمیایی و ضایعات ماهی در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش کود شیمیایی و باکتری سودوموناس، ضایعات ماهی و باکتری سودوموناس و اثرات سه‌گانه کود شیمیایی و ضایعات ماهی و باکتری سودوموناس در سطح احتمال پنج درصد برای غلظت پتاسیم دانه معنی‌دار گردید

متقابل ضایعات ماهی و سودوموناس بر درصد پتاسیم دانه مشخص شد که کاربرد همزمان ضایعات ماهی و سودوموناس باعث کاهش درصد پتاسیم دانه گردید.

به‌تنهایی بیشترین تأثیر را در افزایش میزان پتاسیم دانه (افزایش ۹۳/۲۷ درصدی نسبت به شاهد) دارد (شکل ۱۲). با مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود شیمیایی و سودوموناس مشخص می‌شود که مصرف کود شیمیایی به‌میزان مصرف معمولی به‌تنهایی باعث افزایش غلظت پتاسیم به‌میزان ۶۰/۹۶ درصد نسبت به شاهد شده است. در مقایسه میانگین اثر

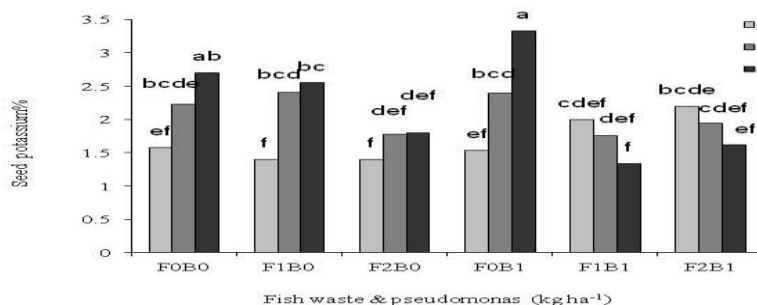


شکل ۱۲- تأثیر سطوح مختلف ضایعات ماهی بر درصد پتاسیم دانه

Fig. 12. Effect of different rates of fish waste on the seed potassium percentage

شرایط مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی و بدون تلقیح به‌دست آمد که با تیمارهای دیگری که در کلاس c و bc قرار گرفتند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱۳).

به‌عبارت دیگر بالاترین درصد پتاسیم دانه زمانی حاصل شد که سودوموناس به‌تنهایی مصرف گردید. البته این مقدار از لحاظ آماری با تیمارهایی که در کلاس آماری ab قرار گرفتند، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین درصد پتاسیم بذر نیز در



شکل ۱۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود شیمیایی، ضایعات ماهی و سودوموناس بر درصد پتاسیم دانه

Fig. 13. Mean comparison of interaction effect between fish waste and pseudomonas bacteria on the seed potassium percentage

خصوصیات خاک

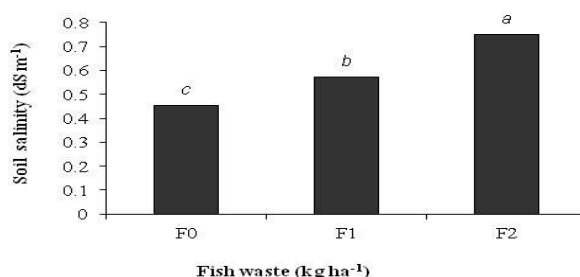
هدایت الکتریکی (EC)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، مصرف کود شیمیایی در سطح احتمال پنج درصد و ضایعات ماهی در سطح احتمال یک درصد تغییرات معنی‌داری در هدایت الکتریکی خاک ایجاد نمودند (جدول ۴). بیشترین میزان شوری در سطح

همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه (شکل ۸) نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم از مصرف کود شیمیایی به‌میزان مصرف معمولی به‌همراه سودوموناس حاصل شد که از لحاظ آماری با زمانی که کود شیمیایی به‌تنهایی و به‌میزان مصرف معمولی مصرف شد، تفاوت معنی‌داری نداشت.

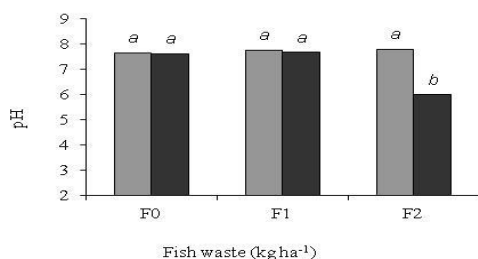
است. این ترکیب حاوی عناصر غذایی گیاه به‌ویژه نیتروژن و فسفر می‌باشد که باعث بهبود رشد گیاهان می‌شو (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008). به‌هر حال کاربرد این کودها در خاک مشکلاتی از جمله افزایش هدایت الکتریکی را به‌همراه خواهد داشت. Illera *et al*, (2013) Vives نیز محدودیت اصلی ضایعات ماهی را افزایش هدایت الکتریکی خاک عنوان نمودند.

۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی مشاهده شد که نسبت به شاهد ۶۵/۵۶ درصد افزایش پیدا کرد (شکل ۱۴). به‌طور کلی افزودن مواد آلی که دارای شوری بالایی هستند، مانند ضایعات ماهی یا بعضی از ورمی کمپوست‌ها به خاک، باعث افزایش EC خاک می‌گردد. در اثر انحلال و تجزیه مواد آلی (ضایعات ماهی) به‌تدریج املاح وارد محلول خاک شده که در نتیجه میزان EC افزایش می‌یابد (Mahmmodabadi *et al*, 2013). کاربرد ضایعات ماهی به‌عنوان کود آلی در اغلب مناطق ساحلی متداول



شکل ۱۴- تأثیر سطوح مختلف ضایعات ماهی بر میزان شوری خاک

Fig 14. Effect of different rates of fish waste on soil salinity



شکل ۱۵- اثر متقابل ضایعات ماهی و باکتری سودوموناس بر

pH خاک

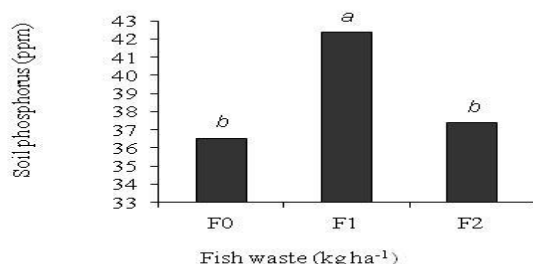
Fig. 15. Interaction effect between fish waste and pseudomonas bacteria on the soil Ph

درصد مواد آلی خاک

در بین تیمارهای بررسی شده، این صفت تنها از کاربرد ضایعات ماهی تأثیر معنی‌داری پذیرفت (جدول ۴). بر طبق نتیجه مقایسه میانگین این صفت، با افزایش میزان ضایعات ماهی، میزان کربن آلی خاک نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میزان کربن آلی مربوط به تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود.

واکنش خاک (pH)

ضایعات ماهی و سودوموناس و برهم‌کنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر واکنش خاک داشتند (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های Abdizadeh *et al*, (2011) مطابقت دارد. کاهش pH در تیمارهای کاربرد سودوموناس می‌تواند به‌دلیل تولید انواع مختلف اسیدهای آلی توجیه شود که توسط سایر پژوهشگران نیز تأیید شده است. تجزیه مواد آلی در خاک، منجر به تولید اسیدهای ضعیفی مانند اسید کربنیک و اسیدهای آلی نظیر سیترونیک، مالیک و پروپیونیک و غیره می‌شود. بر اساس نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثر متقابل ضایعات ماهی و سودوموناس، اعمال ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ضایعات ماهی به‌همراه سودوموناس میزان pH را نسبت به شاهد ۲۱/۵۴ درصد کاهش داد. ضمناً مصرف میزان کمتری از این کود (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تلقیح یا عدم تلقیح تغییرات معنی‌داری در این صفت ایجاد نکرد (شکل ۱۵).



شکل ۱۶- تأثیر سطوح مختلف ضایعات ماهی بر فسفر قابل دسترس خاک

Fig. 17. Effect of different rates of fish waste on soil available phosphorus

پتاسیم قابل جذب

در جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) تنها تأثیر معنی‌دار کاربرد کودهای شیمیایی بر پتاسیم قابل جذب خاک در سطح آماری یک درصد مشاهده شد. با مقایسه میانگین‌های اثر کود شیمیایی بر پتاسیم قابل جذب ملاحظه گردید که بالاترین میزان پتاسیم قابل جذب از مصرف کود شیمیایی به‌میزان مصرف معمولی به‌دست آمد. این نتیجه در تحقیقات انجام‌یافته توسط سایر محققان نیز مورد تأیید قرار گرفته است. به‌کاربردن کود پتاسه به‌میزان پتاسیم قابل دسترس در خاک و نهایتاً درصد پتاسیم برگ را بهبود بخشید (Zeng et al., 1999).

فسفر قابل جذب خاک

واضح است که افزودن کودهای شیمیایی حاوی فسفر سبب افزایش قابلیت دسترسی فسفر خاک می‌گردد. (Abdizadeh et al., 2011) نیز گزارش کردند که با اضافه‌شدن کودهای شیمیایی، دسترسی فسفر قابل جذب به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزودن پودر ماهی در مقادیر کم (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) سبب افزایش معنی‌دار فسفر قابل دسترس خاک شد، اما مقادیر بیشتر آن (۱۰۰۰ کیلوگرم خاک) تأثیری بر فسفر قابل دسترس خاک نداشت. ممکن است که در مقادیر بالا به‌علت افزایش شوری خاک فعالیت میکروارگانیسم‌های آزادکننده فسفر کاهش پیدا کند (شکل ۱۶).

برخی محققان نیز گزارش کردند که مواد آلی، فسفر قابل دسترس گیاهان را افزایش می‌دهد و به‌طور غیرمستقیم از رسوب فسفات در pH های ۶ تا ۹ که به‌شکل غیرقابل جذب برای گیاه است، جلوگیری می‌کند (Baure & Black, 1992). همان‌طور که اشاره گردید، بسیاری از تحقیقات دلالت بر افزایش قابلیت جذب فسفر در حضور مواد آلی دارد (Ebrahimi et al., 2008).

جدول ۴- میانگین مربعات خصوصیات شیمیایی خاک تحت اثرات سودوموناس، ضایعات ماهی و کود شیمیایی

Table 4. Mean square of soil chemical properties under fish waste, pseudomonas and chemical fertilizer effects

منابع تغییر (Sources of variation)	درجه آزادی df	EC (dS/m)	pH	مواد آلی Organic matter (%)	فسفر قابل دسترس Available P (ppm)	پتاسیم قابل دسترس Available K (ppm)
سودوموناس (Pseudomonas)	1	0.000ns	5.510*	0.022ns	109.654ns	879.106ns
ضایعات ماهی (Fish waste)	2	0.401**	3.368*	3.623**	180.038*	863.022ns
سودوموناس*ضایعات ماهی (Fish waste*Pseudomonas)	2	0.000ns	4.527*	0.055ns	164.992ns	241.343ns
کود شیمیایی (Chemical fertilizer)	2	0.047*	0.067ns	0.050ns	5739.595**	6616.508**
سودوموناس*کود شیمیایی (Chemical fertilizer*Pseudomonas)	2	0.002ns	0.059ns	0.008ns	12.759ns	259.390ns
ضایعات ماهی*کود شیمیایی (Chemical fertilizer*Fish waste)	4	0.017ns	0.116ns	0.023ns	37.522ns	1058.920ns
سودوموناس*ضایعات ماهی*کود شیمیایی (Chemical fertilizer*Fish waste*Pseudomonas)	4	0.011ns	0.032ns	0.012ns	31.735ns	852.933ns
اشتباه (Error)	36	0.011	0.928	0.050	51.388	805.767
ضریب تغییرات (%) CV(%)		18.37	13.00	18.63	18.48	19.14

ns ، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح پنج و یک درصد
ns, * and ** represent non significant, significant at p<0.05 and p<0.01, respectively

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایش مشاهده شد کاربرد ضایعات ماهی و تلقیح سودوموناس تأثیر مثبت و معنی‌داری بر اکثر صفات مورد ارزیابی داشت و از بین تیمارها، تلقیح کود شیمیایی و ضایعات ماهی همراه با سودوموناس بیشترین تأثیر را بر خصوصیات خاک و گیاه داشت. لذا می‌توان اظهار داشت که ضایعات ماهی و سودوموناس، به‌تنهایی قادر به تأمین کامل عناصر غذایی موردنیاز گیاه بر توقع لوبیا نیستند، ولی اگر همراه با کودهای شیمیایی موردنیاز، طبق نتایج آزمون خاک استعمال گردند، می‌توانند در بهبود و افزایش عملکرد کمی و

منابع

کیفی گیاه مؤثر واقع شوند؛ به‌طوری‌که با مصرف کودهای شیمیایی به‌همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم ضایعات ماهی و سودوموناس بیشترین میزان پروتئین دانه حاصل گردید. نکته مهم در این تحقیق اینکه باوجود مقادیر زیاد پتاسیم در ضایعات ماهی، مقدار جذب پتاسیم در گیاه کاهش یافت که می‌تواند به‌خاطر وجود سدیم زیاد و هدایت الکتریکی بالای پودر ماهی باشد. به‌هرحال مصرف زیاد ضایعات ماهی در زمین‌های کشاورزی بایستی با احتیاط باشد، زیرا هدایت الکتریکی خاک‌ها را افزایش می‌دهد.

1. Abdizadeh, K., Mahdavedamghani, A.H., Sabahi, H., and Sofizadeh, S. 2011. Effect of amount and methods biological fertilizer and fertilizer combination on yield and yield components of seed maize. *Electronical Journal of Agricultural Production* 4(3): 21-35. (In Persian with English Summary).
2. Ahmadabadi, Z., and Ghajarsepanloo, M. 2012. Effect of organic fertilizer application on some soil physical properties. *Journal of Soil and Water Conservation Research* 12(2): 99-116. (In Persian with English Summary).
3. Akbarineya, A., Sefidkan, F., Rezaei, M.B., and Shareifi Ashorabadi, A. 2003. Effect of chemical fertilizer, manure and integrated use on yield and Zenian essence composition. *Research and Development in Agronomy and Hhorticulture* 61: 32-41.
4. Aliehyaei, M., and Behbahanizadeh, A.A. 1994. Soil Chemical Analysis Methods. *Technical Journal of Soil and Water Research*. Tehran. Iran. (In Persian with English Summary).
5. Arvanitoyannis, I.S., and Kassaveti, A. 2008. Fish industry waste: treatments environmental impacts current and potential uses. *International Journal of Food Science & Technology* 43: 726-745.
6. Barker, A.V., and Pilbeam, D.J. 2007. *Handbook of Plant Nutrition*. Printed in the United Stat of America. p: 120-124.
7. Bagheri, A.R., Nezami, A., and Porsa, H. 2006. An analysis to strategy of pulse research in Iran based upon the first national pulse symposium approaches. *Iranian Journal of Field Crops Research* 4(1): 1-13. (In Persian).
8. Baure, A., and Black, A.L. 1992. Organic carbon effects on available water. *Soil Science Society of America Journal* 56: 248-254.
9. Chapman, H.D., and Pratt, P.F. 1961. *Methods of Analysis for Soil, Plants and Waters*. University of California. Division of Agriculture. Sciences Pp: 309.
10. Ebrahimi, N., Afiuoni, M., Karami, M., and Rezaeinezhad, Y. 2008. Residual effect of organic fertilizer accumulation on nitrogen concentration, phosphorus and potassium in soil and wgeat. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 46: 803-812. (In Persian with English Summary).
11. El-Tarabily, A.K., Nassar, A.H., Giles, E., Hardy, S.J., and Sivasithamparam, K. 2003. Fish emulsion as a food base for rhizobacteria promoting growth of radish (*Raphanus sativus* L. var. sativus) in a sandy soil. *Plant and Soil* 252: 397-411.
12. Hiscox, J.D., and Israelstam, G.F. 1978. A method for the extraction of chrophyll from leaf tissue without naceration. *Canadian Journal of Botany* 57: 1332-1334.
13. Illera-Vives, M., Seoane Labandeira, S., and López-Mosquera, M.E. 2013. Production of compost from marine waste: evaluation of the product for use in ecological agriculture. *Journal of Applied Phycology* (25): 1395-1403.
14. Jones, J. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. *Journal of Botany* 41(3): 1373-1384.
15. Khoramdel, S., Kochakei, A.L., Naseirimahalatei, M., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biological fertilizer on *Nigella sativa* growth index. *Journal of Agricultural Research* 6(2): 285-294. (In Persian with English Summary).
16. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Academic Press. Ltd. London 889 pp.

17. Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae* 124(3): 299-305.
18. Lema, A., and Degebassa, A. 2013. Comparison of chemical fertilizer, fish offal's fertilizer and manure applied to tomato and onion. *African Journal of Agricultural Research* 8(3): 274-278.
19. Mahmmodabadi, M., Rashidi A.L., and Fekri, M. 2013. Effect of alfalfa remaining, chicken manure and potassium fertilizer on some soil properties and onion yield. *Journal of Industry and Agricultural Science* 27(2): 452-461. (In Persian with English Summary).
20. Majnon Hosseini, N. 1993. Legumes of Iran. *Jahad Daneshgahi*. Tehran University Publication. P. 24.
21. Mansorifar, S., Modaressanavei, A.A., and Mohammadi, K. 2010. Effect of water stress and nitrogen on yield and yield components of hybrid maize. *Journal of Soil and Water* 21(2): 29-45. (In Persian with English Summary).
22. Miransari, M. 2011. Soil microbes and plant fertilization. *Microbiol Biotechnol* 92: 875-885.
23. Mohammadzadeh, A., Majnonhosseini, N., Moghadam, H., and Akbari, M. 2012. Effect of different dry stress levels and nitrogen on yield and yield components of two red bean varieties. *Journal of Agricultural Science of Iran* 1(43): 29-38. (In Persian with English Summary).
24. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodiu bicarbonate. *United States Department of Agriculture Circular* 939: 1-19.
25. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. *Mashhad University*. 522. (In Persian).
26. Rahdari, B. 2011. Study on the effect of mineral elements deficiency (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium) on dry weight, fresh weight, root length, areal part and residual water content onfenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Journal of Natural Ecosystem of Iran* 1: 1-10. (In Persian with English Summary).
27. Schlemmer, M.R., Francis, D.D., Shanahan, J.F., and Schepers, J.S. 2005. Rmotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agronomy Journal* 97: 106-112.
28. Toor, R.K., Savage, G.P., and Heeb, A. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 20-27.
29. Walkley, A.J., and Black, I.A. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
30. Zeng, D.Q., Brown, P.H., and Holtz, B.A. 1999. Potassium fertilization and diagnostic, criteria for pistachio trees. *Better Crops* 83(3): 10-12.
31. Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Amarowicz, R., and De Feo, V. 2013. Antioxidant activity of the extracts of some cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) cultivars commonly consumed in Pakistan. *Molecules* 18: 2005-2017.

Effect of fish waste, chemical fertilizer and biofertilizer on yield and yield components of bean (*Vigna sinensis*) and some soil properties

Shahsavani^{1*}, Sh., Abaspour², A., Parsaeian³, M. & Unesi⁴, Z.

1 & 2- Faculty Member of Soil Science Department, College of Agriculture, Shahrood University

3- Faculty Member of Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture, Shahrood University

4- MSc. Soil Science, College of Agriculture, Shahrood University

Received: 22 June 2015

Accepted: 16 September 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.47428

Introduction

One of the acute nutritional problems is protein deficiencies of millions humankind under developing countries. Legumes are one of the important sources of protein after cereals. The range of protein content of legumes is between 18 to 23 percent that makes it a good source of protein for low income people (Mohammadzadeh, 2012). Legumes with biological fixation can improve soil fertility which can be in crop rotation that is useful in soil conservation (Parsa and Bagheri, 2008). In sustainable agriculture as legumes expect low nutrient they can be cultivated in low input agriculture. Bean (*Vigna unguiculata* sp. *Sinensis*) is one of the valuable crops from point of nutrient view especially in vitamins and proteins (Zia-Ul-Haq *et al.*, 2013). This crop has wide range of compatibility under different climate and it is cultivated in wide range of soil with good management. In Iran this crop is cultivate for a long time. In regions like Garmsar and Varamine and some alike climate it is one of the main crops. Combination of chemical fertilizer and manure can creat suitable environment for plant growth, as manure has suitable effect on soil properties and chemical fertilizers can cause better nutrient availability. Fish waste is one of the organic fertilizers that has been used for a long time, dating back to Egyptian in Egypt and Red Indian in America. This manure is full of nutrient like nitrogen, phosphorus which can be beneficial to farms. The aim of this research was to study the effect of fish waste manure and chemical fertilizers on qualitative and quaititative properties of bean and soil physical and chemical properties.

Materials & Methods

This experiment was conducted in 2012-2013 in greenhouse of agriculture college of Shahrood University. This research was carried out in the form of factorial based on randomize completly design with three replications. Experimental factors were fish waste in three levels: controls (F0), 500 kg ha⁻¹ (F1) and 1000 kg ha⁻¹ (F3). Chemical fertilizers in three levels: control (N0P0K0), half of the local recommendation (N1P1K1, nitrogen 25 kg ha⁻¹, phosphorus 40 kg ha⁻¹, and potassium 35 kg ha⁻¹) and local recommendation (N2P2K2), nitrogen 50 kg ha⁻¹, phosphorus 80 kg ha⁻¹, and potassium 70 kg ha⁻¹. Psodomonas bacteria with two levels: control (B0) and applied (B1). Physical and chemical properties of soil were analysed before conducting the research. Pots were filled with 6 kg soil and treatments were mixed with the soil and ten seeds were sown in each pot. Plant components like plant height, pod in plants, seed number in pods, total dry weight of shoot, pod dry weight and leaf chlorophyll with SPAD 502 were analysesd. Nitrogen was evaluated with kejehtdal, phosphorus with Olsan P (1954), Organic C with walkley and Black methods (1934), pH with pH meter, and ECe with EC meter. All data were analyzed for analysis of variance with MSTATC and Excel 2007 and mean comparisons were done using LSD at 5 percent level of significant.

* Corresponding Author: shahsavani2001@yahoo.com; Mobile: 09123731626

Results & Discussion

Chemical fertilizers had significant effect on plant height at 1% level of significance. However, the effect of fish waste, psodomonas bacteria and their interactions compare to control had increasing effect on plant hight but was not significant. The main effect and interaction of fish waste and psodomonas bacteria were significant at 1% level on pod weight. However, the highest pod weight was observed in the application of chemical fertilizer at N2P2K2. Nevertheless, the application of chemical fertilizers can provide essential elements to plat for better growth. Application of chemical fertilizers had significant effect on plant total shoot weight, other treatments and their interactions did not have significant effect on plant total shoot weight. Chemical fertilizers application at N2P2K2 and fish waste application had significant effects on leaf chlorophyll. Except chemical fertilizers other treatments had significant effects on seed protein percentage at 1% level of significance. The interaction effects of chemical fertilizer and psodomonas bacteria on seed protein percent had increasing effect compared with control. Application of fish waste had significant effect on seed phosphorus at 5% level of significance, but application of chemical fertilizers and its interaction with fish waste had significant effect at 1% level on seed phosphorus, also their effects and their interactions on seed potassium were significant at 1% level, however psodomonas bacteria had no significant effect on seed potassium. Application of chemical fertilizers had significant effect at 5% level on soil EC and fish waste had significant effect at 1% level on soil electrical conductivity. Application of fish waste and psodomonas bacteria had significant decreasing effect on soil pH compare to control. Amoung all treatments, only fish waste had significant effect on soil organic matter. Chemical fertilizer application and its interaction with fish waste and psodomonas bacteria had significant effect on soil nitrogen percent, but this increase was more in chemical fertilizer application. Between all treatments only application of chemical fertilizers had significant effect on soil available potassium.

Conclusion

According to results, application of fish waste and psodomonas bacteria had significant effect on all evaluated properties of plant and soil.

Key words: Bean, Chemical fertilizer, Fish waste, Pseudomonas

بررسی اثر محلول‌های مختلف و تیمارهای پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی، زراعی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز

رضا طهماسبی^{۱*}، نورعلی ساجدی^۲ و شهرام شعاعی^۳

۱- کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

۳- استادیار گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۷

چکیده

پرایمینگ یکی از روش‌های افزایش کارایی بذر می‌باشد که جهت افزایش جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه روی بذر انجام می‌شود. به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف به صورت محلول و پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی، زراعی و پروتئین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز آزمایشی در شرایط آزمایشگاه و مزرعه انجام شد. تحقیق در شرایط آزمایشگاه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در شرایط مزرعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در کیلومتر ۱۵ جاده اراک- تهران در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. عوامل مورد بررسی در شرایط مزرعه شامل سه ژنوتیپ لوبیا گلی، اختر و لاین D81088 و پنج سطح پرایمینگ شامل شاهد، پرایم با آب مقطر، سولفات روی، اسیدسالیسیلیک و ریزوبیوم بود. نتایج نشان داد تیمار بذر با محلول اسیدسالیسیلیک و ریزوبیوم صفات طول ریشه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه را افزایش داد. پرایمینگ بذر با سولفات روی، اسید سالیسیلیک و ریزوبیوم در هر سه ژنوتیپ نسبت به تیمار با آب مقطر عملکرد دانه را افزایش داد. رقم گلی در صفات سرعت جوانه‌زنی روزانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، میزان پروتئین دانه و عملکرد دانه نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد. پرایمینگ بذر با ریزوبیوم، اسیدسالیسیلیک و سولفات روی در رقم گلی عملکرد دانه را نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰/۳، ۹/۹ و ۸/۶ درصد افزایش داد. به طور کلی نتایج نشان داد بالاترین عملکرد دانه (۳۱۴۳ کیلوگرم در هکتار) و درصد پروتئین ۲۳/۸۷ درصد مربوط به رقم گلی و پرایم با ریزوبیوم بود.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالیسیلیک، پرایمینگ بذر، سولفات روی، ریزوبیوم، لوبیا قرمز

مقدمه

پرایمینگ (کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد) (Afzal et al., 2008) انجام می‌شود. با پرایم کردن بذرها درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و جوانه‌زنی در محدوده وسیعی از شرایط محیطی افزایش می‌یابد و رشد و بنیه گیاهچه بهبود می‌یابد (Singhal, 2009). کمبود ازت در خاک از عوامل اصلی کاهش رشد گیاهان محسوب می‌شود. مؤثرترین سیستم تثبیت‌کننده ازت مولکولی سیستم ریزوبیوم/لگوم می‌باشد که اهمیت اقتصادی ویژه‌ای دارد. گزارش شده است که تیمار تلقیح ریزوبیوم بر روی ارقام لوبیا باعث افزایش عملکرد شد (Mbugua et al., 2009; Osman et al., 1996). در تحقیقی بر روی لوبیا ریزوبیوم باعث افزایش تولید به میزان ۱۲ درصد گردید. همچنین وزن ۱۰۰ دانه افزایش یافت و در شاخص سطح برگ بین تیمار ریزوبیوم و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (Kellman, 2008). روی، یکی از عناصر کم‌مصرف ضروری برای موجودات زنده محسوب می‌شود و به عنوان کوفاکتور بیش از ۳۰۰ آنزیم

انواع لوبیا با داشتن ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین و ۵۰ تا ۶۵ درصد کربوهیدرات از نظر ارزش غذایی جایگزین مناسبی برای پروتئین حیوانی می‌باشد، به طوری که در مقایسه با غلات دو تا سه برابر و نسبت به گیاهان نشاسته ای ۱۰ تا ۲۰ برابر پروتئین بیشتری دارند (Ghasemi Pirbaluti & Golparvar, 2005). برخی از روش‌ها از قبیل پرایمینگ بذرها و کاربرد خارجی قبل و در طی دوره کشت می‌تواند برای دستیابی به عملکرد بالاتر مؤثر باشد (Xing & Rajashekar, 1999). پرایمینگ بذر به روش‌های مختلفی از قبیل هیدروپرایمینگ (خیساندن در آب) (Finch-Savage et al., 2004)، اسموپرایمینگ (خیساندن در محلول‌های اسمزی) (Omid et al., 2005)، هالوپرایمینگ (خیساندن در محلول‌های نمکی) (Subedi & Ma, 2005) و هورمون

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۸۳۶۷۱۴۷۴، تلفن: ۰۸۶۱۳۱۳۱۶۵۹،
tahmacebi42@yahoo.com

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی ترکیبات پرایم‌کننده بر خصوصیات جوانه‌زنی، زراعی و کیفیت ارقام لوبیاقرمز آزمایشی در شرایط آزمایشگاه و مزرعه اجرا گردید. آزمایش در شرایط آزمایشگاهی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه ژنوتیپ لوبیاقرمز [لاین D81088 (ارتفاع بوته کم و تیپ رشدی بوته‌ای)، رقم گلی (ارتفاع بوته بلند و تیپ کاملاً رونده) و رقم اختر (ارتفاع بوته متوسط و تیپ بوته‌ای)] و چهار محلول [آب مقطر، تیمار بذرها با محلول سولفات روی، تیمار بذرها با اسیدسالیسیلیک و تلقیح بذرها با باکتری ریزوبیوم] در سه تکرار انجام شد. در ابتدا پتری‌دیش‌ها جهت جلوگیری از رشد و نمو عوامل بیماری‌زا با آب ژاول ضدعفونی شدند. بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم پنج درصد ضدعفونی و با آب مقطر دوبار شستشو شدند، سپس کاغذ صافی درون پتری‌دیش‌ها به قطر ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شد و تعداد ۵۰ عدد بذر درون دو پتری‌دیش (هر پتری‌دیش حاوی ۲۵ عدد بذر بود) قرار گرفت، سپس در هر ظرف محلول‌های آب مقطر، اسیدسالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و سولفات روی با غلظت ۰/۳ درصد در طول دوره آزمایش با فاصله زمانی ۲۸ ساعت اضافه شدند و برای تیمار بذر با ریزوبیوم، ابتدا بذرها با ۱/۵ گرم ریزوبیوم تلقیح و سپس به محیط پتری‌دیش منتقل شدند. باکتری *Rhizobium Leguminosarum Biovar Phaseoli* از شرکت مهرآسیا تولیدکننده کودهای بیولوژیک تهیه گردید. جهت محاسبه درصد جوانه‌زنی به مدت یک هفته هر ۲۴ ساعت یک مرتبه بذور جوانه‌زده شمارش گردیدند. با شمارش روزانه بذرها جوانه‌زده تا پایان آزمایش جمع کل بذور جوانه‌زده به دست آمد. درصد جوانه‌زنی از رابطه زیر محاسبه گردید (Agrawal, 1991).

$100 \times \text{تعداد کل بذور} / \text{تعداد کل بذور جوانه‌زده در روز نام}$

= درصد جوانه‌زنی نهایی

سرعت جوانه‌زنی روزانه که عکس جوانه‌زنی روزانه می‌باشد و از تقسیم عدد یک بر متوسط جوانه‌زنی روزانه حاصل می‌شود (Maguire, 1962).

متوسط جوانه‌زنی روزانه $1 / \text{سرعت جوانه‌زنی روزانه}$ در پایان روز هفتم، با انتخاب ۱۰ گیاهچه عادی به صورت تصادفی از هر پتری طول ریشه‌چه با استفاده از خط‌کش مدرج به دقت اندازه‌گیری شد. پس از خشک‌شدن گیاهچه‌ها در آن با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و توزین آن‌ها با ترازوی دقیق وزن خشک گیاهچه مشخص گردید و شاخص وزنی بنیه گیاهچه از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Abdul-Baki & Anderson, 1973).

شرکت می‌کند (Gonzalez-Guerrero et al., 2005). بنابراین روی در محدوده وسیعی از فرایندهای سلولی از قبیل دفاع در برابر رادیکال‌های آزاد، انتقال الکترون، بیوسنتز پروتئین و اکسین، تکثیر سلولی و رشد زایشی شرکت می‌کند (Xu et al., 2014). محققان گزارش نمودند که در بادام‌زمینی پرایمینگ بذور با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو اکسید روی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، رشد ساقه، رشد ریشه و شاخص قدرت رشد گیاه در مقایسه با سولفات روی کلاته شد (Rahchamandi, Prasad et al., 2012). et al., (2010) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر با روی موجب افزایش تعداد ساقه‌های اصلی و فرعی در گیاه سویا گردید. اسیدسالیسیلیک یک ماده شبه هورمونی است که بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی از جمله توسعه واکنش‌های ضدتنش و تسریع و از سرگیری فرایندهای رشد، کنترل جذب یون به وسیله ریشه، حفاظت در برابر اشعه ماوراءبنفش، جلوگیری از بیوسنتز اتیلن، القای گلدهی، کاهش نشت یونی، تولید پروتئین‌های شوک حرارتی و رشد گیاه تأثیر می‌گذارد. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر رازیانه با اسیدسالیسیلیک منجر به مقاومت گیاهچه در برابر شرایط تنش شوری گردید (Moradi & Rezvani moghadam, 2009). پرایمینگ بذر کلزا با سالیسیلیک اسید در سطوح صفر، ۷۵۰، ۱۵۰۰ و ۲۲۵۰ میکرومولار بر درصد سبز شدن، شاخص سبز شدن، وزن تر و خشک برگ گیاهچه، سطح برگ حقیقی و لپه‌ای، میانگین روزهای لازم برای سبز شدن، گستره سبز شدن و ارتفاع ساقه گیاهچه و وزن مخصوص برگ معنی‌دار بود (Sadeghi et al., 2009). در آزمایشی نشان داده شد غلظت‌های بالاتر از یک میلی‌مول اسیدسالیسیلیک درصد جوانه‌زنی کلزا را کاهش داد (Mazaheri & Manochchri, 2006). پرایمینگ بذرها با آفتابگردان با براسینوئید، اسیدسالیسیلیک و اسیدجاسمونیک اثرات مفیدی روی مقاومت گیاهچه‌های آفتابگردان به تنش سرما نشان داد (Gornik et al., 2014). پرایمینگ بذر گندم با یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک به شدت ارتفاع گیاه، وزن تر و وزن خشک اندام‌های هوایی و سطح برگ پرچم گندم را افزایش داد (Raifa et al., 2012). با توجه به موارد فوق و اهمیت فرایند پرایمینگ در افزایش عملکرد و کیفیت محصول، این تحقیق با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی، عملکرد و پروتئین ارقام لوبیاقرمز مورد بررسی قرار گرفت.

محلول شکر تیمار و بعد از یک ساعت جهت تلقیح بذر، به مزرعه منتقل گردید. ابعاد هر کرت ۵×۲/۵ متر بود.

کشت در اواسط خردادماه به‌وسیله دست و به‌صورت هیرم‌کاری انجام شد و آبیاری به‌صورت فاروئی و دور آبیاری بر اساس عرف منطقه شش روز یک‌بار در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر، روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و عمق کشت پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برداشت محصول مزرعه در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها انجام پذیرفت. در برداشت نهایی مساحتی معادل ۲/۴ متر از خطوط میانی هر کرت از سطح خاک برداشت، و عملکرد دانه با رطوبت ۱۵ درصد محاسبه گردید. با انتخاب ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت، صفات ارتفاع بوته و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شد. پروتئین دانه نیز از نمونه‌های ارسالی به آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری پروتئین دانه از روش کج‌لدال استفاده شد. برای این منظور پودر نمونه گیاهی در اسیدسولفوریک غلیظ در حضور کاتالیزور حاوی یون مس هضم شد تا نیتروژن به آمونیاک تبدیل شود. آمونیاک به‌وسیله اسیدبوریک جذب شد. یون‌های آمونیوم با اسیدکلریدریک و سپس محلول سود تیترو می‌شوند. به‌ازای هر یک مول اسیدکلریدریک مصرفی ۱۴ گرم نیتروژن در بافت اولیه وجود دارد. میزان پروتئین از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{پروتئین (درصد)} = \frac{6}{25} \times \text{نیتروژن (درصد)}$$

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

درصد جوانه‌زنی نهایی = وزن خشک گیاهچه / وزن بینه گیاهچه

تحقیق در شرایط مزرعه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در شهرستان اراک و مزرعه طهماسبی با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۷۰۸ متر بالاتر از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا شد. پیش از شروع عملیات کاشت از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌برداری شد و بر اساس آزمایش خاک (جدول ۱) توصیه کودی انجام شد. برای این‌منظور قبل از کاشت ۴۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره، ۱۰۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپرفسفات‌تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم در هکتار در زمین توزیع و با خاک مخلوط شد. همچنین ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌صورت سرک در دو مرحله (دومین سه برگچه‌ای و غلاف‌دهی) در زمین توزیع شد. تیمارهای این آزمایش شامل سه ژنوتیپ لوبیاقرمز (الاین D81088 (ارتفاع بوته کم و تیپ رشدی بوته‌ای)، رقم گلی (ارتفاع بوته بلند و تیپ کاملاً رونده) و رقم اختر (ارتفاع بوته متوسط و تیپ بوته‌ای)] و پنج سطح پرایمینگ [بدون پرایم، پرایم با آب‌مقطر، پرایم با سولفات روی، پرایم با اسیدسالیسیلیک و پرایم با باکتری ریزوبیوم] بودند. پرایم بذور با اسیدسالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و سولفات روی با غلظت ۰/۳ درصد انجام شد. بذور به‌مدت هشت ساعت در محلول‌های فوق خیسانده و سپس بذور پرایم شده در سایه خشک و جهت کشت به مزرعه انتقال داده شدند. ریزوبیوم با

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Results of soil physical and chemical properties of experimental location

عمق Depth (Cm)	هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	اسیدیته گل اشباع pH	فسفر Phosphor (mg kg ⁻¹)	پتاسیم Potassium (mg kg ⁻¹)	ازت Nitrogen (درصد)	کربن آلی Organic Carbon (درصد)	آهن Fe (mg kg ⁻¹)	روی Zn (mg kg ⁻¹)	منگنز Mn (mg kg ⁻¹)	مس Cu (mg kg ⁻¹)
0-30	2.2	7.7	8.9	195	0.08	0.83	4.8	0.78	4.4	0.4

درصد جوانه‌زنی ۸۷/۱۷ درصد از رقم گلی حاصل شد (جدول ۳). اثر محیط‌های کشت بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود، با وجود این، بالاترین درصد جوانه‌زنی ۹۴ درصد در تیمار حاوی آب‌مقطر و کمترین آن ۸۹/۹۰ درصد در تیمار حاوی سولفات روی دست آمد (جدول ۳). نتایج حاصله با نتایج به‌دست آمده از آزمایشی که نشان داد تیمار بذر چغندرقد به‌وسیله آب‌مقطر باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذور گردید، مطابقت دارد (Hoseini, 2008). همچنین در تحقیقی بر روی کلزا،

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی نهایی

جدول تجزیه واریانس صفات بیانگر معنی‌دار بودن اثر ارقام بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. اما اثر محیط‌های کشت بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی ۹۴/۶۷ درصد از رقم اختر حاصل شد که با لاین D81088 از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. کمترین

پرایمینگ بذر، فرایندهای متابولیکی جوانه‌زنی بذر به‌ویژه مراحل آبتوشی و فعالیت هیدرولیتیکی بذر بهتر صورت می‌گیرد لذا سرعت و درصد جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. در آزمایشی نشان داده شد که بذور پرایم شده یونجه از سرعت جوانه‌زنی بهتری نسبت به بذور پرایم نشده برخوردار بودند (Lou et al., 2004). گزارش شده است که اسموپرایمینگ سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی در گیاه برنج گردید (Basra et al., 2006). که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

طول ریشه‌چه

طول ریشه‌چه از جمله صفاتی است که می‌تواند در استقرار مناسب گیاهچه، شکل‌گیری بوته سالم و مقاوم نقش مهمی ایفا کند. جدول تجزیه واریانس صفات نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر ارقام و محیط‌های کشت بر طول ریشه‌چه در سطح یک درصد می‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه (۵/۹۷ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ D81088 و کمترین طول ریشه‌چه (۴/۴۶ سانتی‌متر) مربوط به رقم گلی بود (جدول ۳). اثر تیمار محیط‌های کشت نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه (۶/۱۲ سانتی‌متر) مربوط به تیمار با اسیدسالیسیلیک و کمترین مقدار آن (۳/۹۹ سانتی‌متر) مربوط به تیمار با سولفات روی بود (جدول ۳). تیمار با اسیدسالیسیلیک و ریزوبیوم به ترتیب ۱۷/۹ و ۱۳/۸ درصد طول ریشه‌چه را نسبت به شاهد (آب‌مقطر) افزایش دادند (جدول ۳). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد که رقم اختر و ژنوتیپ D81088 نسبت به محلول‌های مختلف از نظر طول ریشه‌چه واکنشی نشان دادند، ولی رقم گلی نسبت به محلول‌های مختلف از نظر این صفت واکنش نشان نداد. بیشترین طول ریشه‌چه (۷/۴۱ سانتی‌متر) از تیمار با اسیدسالیسیلیک در لاین D81088 حاصل شد کمترین طول ریشه‌چه (۳/۴۵ سانتی‌متر) از تیمار با سولفات روی در رقم اختر حاصل شد (جدول ۳). محققان در آزمایشی گزارش نمودند که اسیدسالیسیلیک اثر معنی‌داری بر بهبود طول ریشه‌چه دارد (Saffari et al., 2008). بررسی‌ها نشان داد اسیدسالیسیلیک با غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵ و ۰/۱ میلی‌مولار باعث افزایش طول ریشه‌چه شد (Allahdadi et al., 2008). از آنجایی‌که اسیدسالیسیلیک به‌وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود، لذا تیمار خارجی اسیدسالیسیلیک می‌تواند به‌عنوان مکمل نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل جذب یون و جوانه‌زنی ایفا نماید که از این طریق باعث بهبود طول ریشه‌چه می‌شود.

پرایمینگ بذر موجب افزایش درصد جوانه‌زنی نهایی گردید (Afzal et al., 2004). اثر متقابل تیمارها بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود (جدول ۲)، با این وجود تیمارها در گروه‌های مختلف قرار گرفتند. رقم اختر و ژنوتیپ D81088 نسبت به محلول‌های مختلف از نظر درصد جوانه‌زنی واکنشی نشان ندادند، ولی رقم گلی نسبت به محلول‌های مختلف از نظر این صفت واکنش نشان داد. در رقم گلی بیشترین درصد جوانه‌زنی از تیمار آب‌مقطر و کمترین آن از تیمار سولفات روی حاصل شد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد این واکنش متفاوت ارقام مربوط به تفاوت‌های ژنتیکی آن‌ها می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که کمترین درصد جوانه‌زنی ۸۳/۳۳ درصد مربوط به تیمار با سولفات روی در رقم گلی بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد سولفات روی از طریق نفوذ در بذر باعث تاثیرات زیان‌آور بر فرایندهای متابولیکی جوانه‌زنی می‌شود و در نتیجه درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد.

سرعت جوانه‌زنی روزانه

تجزیه واریانس صفات بیانگر اثر معنی‌دار ارقام بر سرعت جوانه‌زنی روزانه در سطح یک درصد بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین صفات نیز نشان داد که رقم گلی بیشترین (۸ عدد بذر در روز) و رقم اختر کمترین (۷/۳۲ عدد بذر در روز) سرعت جوانه‌زنی روزانه را نشان داد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد ترکیب صفات آزمایشگاهی شیمیایی مختلف ارقام می‌تواند میزان جذب آب توسط بذر را تحت تأثیر قرار دهد و لذا از این طریق سرعت جوانه‌زنی نیز تحت تأثیر قرار گیرد. در این تحقیق هرچند رقم گلی از کمترین درصد جوانه‌زنی برخوردار بود، ولی سرعت جوانه‌زنی بالاتری را نشان داد (جدول ۴). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد که رقم اختر و ژنوتیپ D81088 نسبت به محلول‌های مختلف از نظر سرعت جوانه‌زنی واکنشی نشان ندادند، ولی رقم گلی نسبت به محلول‌های مختلف از نظر این صفت واکنش نشان داد. بالاترین میزان سرعت جوانه‌زنی روزانه (۸/۳۶۷ عدد بذر در روز) با تیمار سولفات روی در رقم گلی و کمترین (۷/۲ عدد بذر در روز) تیمار با آب‌مقطر در رقم اختر حاصل شد (جدول ۴). (De & Kar 1994) در ماش گزارش نمودند در صورتی‌که فرایند جذب آب توسط بذر با مشکل مواجه شود و یا به آرامی صورت گیرد، در بذر فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی به آرامی انجام خواهند شد و خروج ریشه‌چه با تأخیر انجام می‌شود و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. از طرفی به‌نظر می‌رسد که ورود آب‌مقطر به‌صورت کنترل نشده نیز توسط بذر موجب خسارت و در نتیجه کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شود. به‌نظر می‌رسد که با

شاخص وزنی بنیه گیاهچه

جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد اثر ارقام و اثر محیط‌های کشت بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد که ژنوتیپ D81088 بیشترین میزان شاخص وزنی بنیه گیاهچه (۵/۹۲ گرم) را به خود اختصاص داد که با رقم اختر تفاوت معنی‌دار نشان نداد. کمترین میزان این شاخص (۴/۵۰ گرم) متعلق به رقم گلی بود (جدول ۳). بیشترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه (۶/۳۹ گرم) مربوط به تیمار با

ریزوبیوم بود (جدول ۳). (Gracia de Salamone (2000) در آزمایشی گزارش نمود که باکتری‌های همزیست با گیاهان لگوم به دلیل تولید فیتوهورمون‌های سیتوکنین باعث افزایش تقسیم سلولی و در نتیجه افزایش در صفات وزن گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه می‌گردند. تیمار با سولفات روی کمترین (۴/۱۲ گرم) اثر را در بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه داشت. کاربرد ریزوبیوم این شاخص را ۱۵ درصد و اسیدسالیسیلیک ۴/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

Table 2. Analysis of variance measured traits

میانگین مربعات Mean-square					
منبع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی روزانه	طول ریشه‌چه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه
Source of variation	df	Germination percentage	Germination rate	Radicle length	Weight seedling vigor index
رقم (V)	2	220.111 **	1.802**	6.917 **	7.174 **
محیط کشت (M)	3	17.037 ns	0.141ns	7.793 **	7.944 **
رقم×محیط کشت (V×M)	6	11.37 ns	0.098ns	1.103 ns	0.659 ns
خطا (e)	24	10.667	0.095	0.711	0.349
ضریب تغییرات (درصد) CV		3.55	4.07	16.17	10.96

ns, **, * and **: not significant, significant at 5% and 1% respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Table 3. Mean compared of the measured traits

تیمارها	جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی روزانه (بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	شاخص وزنی بنیه گیاهچه (گرم)
Treatments	Germination (%)	Daily germination rate (seed per day)	Radicle length (cm)	Weight seedling vigor index (gr)
رقم				
V1	94.5 a	7.35b	5.979 a	5.912 a
V2	87.17 b	8a	4.461 c	4.506 b
V3	94.67 a	7.32b	5.205 b	5.766 a
محیط کشت				
M1	94 a	7.38a	5.023 b	5.407 b
M2	90.89 a	7.67a	3.997 c	4.12 c
M3	91.33 a	7.62a	6.123 a	5.688 b
M4	92.22 a	7.55a	5.717 ab	6.363 a
رقم×محیط کشت				
V1 M1	94.67 a	7.33d	5.52 bcd	5.769 bcde
V1 M2	94 ab	7.4cd	4.533 cde	4.512 fg
V1 M3	94 ab	7.4cd	7.41 a	6.797 ab
V1 M4	95.33 a	7.26d	6.453 ab	6.569 abc
V2 M1	91.33 abc	7.63bcd	4.55 cde	4.787 ef
V2 M2	83.33 d	8.36a	4 de	3.623 g
V2 M3	86 cd	8.1ab	4.563 cde	4.325 fg
V2 M4	88 bcd	7.93abc	4.723 cde	5.288 def
V3 M1	96 a	7.2d	5 bcde	5.664 cde
V3 M2	95.33 a	7.26d	3.45 e	4.226 fg
V3 M3	94 ab	7.37cd	6.397 ab	5.941 bcd
V3 M4	93.33 ab	7.46cd	5.973 abc	7.232 a

میانگین‌های ارائه شده با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different on Duncan's multiple range test, 5%.

(V1=لاین D81088، (V2= رقم گلی) و (V3= رقم اختر) - (M1= آب‌مقطر، (M2= سولفات روی)، (M3= اسیدسالیسیلیک) و (M4= ریزوبیوم)

D81088 حاصل شد که با سایر تیمارها در این رقم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد که تأثیر ارقام بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، ولی تأثیر پرایمینگ و اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر تعداد دانه در غلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها، رقم گلی با میانگین تعداد ۵/۹۷ بیشترین تعداد دانه در غلاف را به خود اختصاص داد و رقم اختر با ۵/۳۷ و لاین D81088 با ۴/۵ عدد دانه در غلاف در گروه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد که علت برتری رقم گلی نسبت به دو رقم دیگر به خصوصیات ژنتیکی از قبیل تولید کانوپی بیشتر، فتوسنتز بیشتر و تولید دانه در غلاف بیشتری برمی‌گردد. نتایج نشان داد بیشترین تعداد دانه در غلاف (۵/۴۳ عدد) از تیمار با ریزوبیوم به دست آمد. نتایج این تحقیق با نتایج (Amini et al., 2003) که بیان نمودند نژادهای باکتری ریزوبیوم تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف در باقلا دارد، مطابقت می‌نماید. تیمار اسیدسالیسیلیک با میانگین ۵/۲۶ دانه در غلاف و سولفات روی با میانگین ۵/۲۳ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). کاربرد ریزوبیوم، تعداد دانه در غلاف را ۳/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در آزمایشی نشان داده شد اثر پرایمینگ اسیدسالیسیلیک بر لوبیا چشم‌بلبلی باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف در سطح یک درصد گردید (Shekari et al., 2009). گزارش شده است که پرایمینگ بذر لوبیا با سولفات روی تأثیر مثبت بر تعداد دانه در غلاف داشت (Latifzadeh et al., 2012). به نظر می‌رسد ریزوبیوم علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود. در بررسی اثر متقابل تیمارها، لاین D81088 و پرایمینگ با ریزوبیوم بیشترین تعداد دانه در غلاف (۵/۸۶ عدد) تولید نمود. رقم گلی در اثر متقابل تیمارها کاهش تعداد دانه در غلاف نسبت به شاهد را نشان داد و در رقم اختر، پرایمینگ با ریزوبیوم بهترین عملکرد را با میانگین تعداد دانه ۵/۶۳ نشان داد (جدول ۵).

درصد پروتئین دانه

جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد اثر تیمارهای پرایمینگ و اثر متقابل تیمارها بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که هر سه ژنوتیپ تحت تأثیر محلول‌های مختلف قرار گرفتند. بالاترین میزان این شاخص از تیمارهای ریزوبیوم در رقم اختر، اسیدسالیسیلیک و همچنین ریزوبیوم در ژنوتیپ D81088 حاصل شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد ریزوبیوم از طریق تولید مواد محرک رشد در محیط کشت سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن موجب افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و در نتیجه باعث افزایش طول ریشه و وزن گیاهچه شده است.

نتایج مزرعه‌ای

ارتفاع بوته

بر اساس جدول تجزیه واریانس صفات، اثر ارقام بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۸/۹۴ سانتی‌متر) از رقم گلی و کمترین ارتفاع بوته (۳۸/۹۱ سانتی‌متر) از لاین D81088 حاصل شد (جدول ۵). اثر پرایمینگ و اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۴). پرایمینگ با سولفات روی بیشترین تأثیر را در ارتفاع بوته داشت که نسبت به شاهد ۱۰ درصد افزایش نشان داد. گزارش شده است که پرایمینگ بذر با سولفات روی در سویا باعث افزایش ارتفاع بوته گردید (Rahchamandi et al., 2009). در آزمایشی نشان داده شد سولفات روی می‌تواند باعث افزایش ۱۹ درصدی ارتفاع بوته در ذرت گردد (Farajzadeh et al., 2008). به نظر می‌رسد که روی از طریق شرکت در فرایندهای متابولیسمی و تنظیم چرخه سلولی و به‌ویژه از طریق تنظیم سطح ایندول استیک اسید زمینه رشد طولی سلول و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته را فراهم نماید (Vitosh et al., 1994). پرایمینگ آب‌مقطر کمترین ارتفاع بوته را (۵۹/۸۷ سانتی‌متر) نشان داد (جدول ۵). همچنین ریزوبیوم ارتفاع بوته را ۳/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و با میانگین ۶۳/۷۱ سانتی‌متر بعد از تیمار سولفات روی بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته نشان داد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که ریزوبیوم از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد باعث افزایش ارتفاع بوته می‌شوند. محققان افزایش طول گیاهچه در سویا و ذرت را به تولید جیبرلین توسط باکتری محرک رشد نسبت داده‌اند (Cassana et al., 2009). اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۲۲/۲۶ سانتی‌متر) مربوط به پرایمینگ با سولفات روی در رقم گلی و کمترین ارتفاع بوته (۳۷/۳ سانتی‌متر) از پرایمینگ با اسیدسالیسیلیک در لاین

صفات نشان داد بالاترین میزان پروتئین مربوط به رقم گلی با ۱۹/۴۳ درصد و کمترین مقدار مربوط به لاین D81088 با ۱۸/۲۰ درصد بود (جدول ۵). اثر پرایمینگ بر پروتئین دانه بیانگر آن است که ریزوبیوم بیشترین اثر را با ۲۲/۸۲ درصد بر این صفت داشته و پرایمینگ اسیدسالیسیلیک با ۱۹/۹۴ درصد و سولفات روی با ۸/۳۷ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. پرایمینگ با سولفات روی، اسیدسالیسیلیک و ریزوبیوم به ترتیب ۱/۸، ۳/۳۷ و ۶/۲۵ درصد پروتئین دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند. ریزوبیوم از طریق تثبیت بیولوژیکی ازت زمینه افزایش میزان پروتئین را فراهم می‌کند. عنصر روی باعث افزایش فعالیت آنزیم RNA پلی‌مراز و در نتیجه باعث بهبود پروتئین دانه می‌شود (Vallee & Falchuk, 1993). نتایج محققان نشان داد که ریزوبیوم باعث افزایش پروتئین دانه در لوبیا گردید (Hemmati & Asadi, 2005). اسیدسالیسیلیک باعث افزایش پروتئین در گیاه گلرنگ (Mohammadi et al., 2011) و استفاده از سولفات روی اثر افزایشی بر پروتئین دانه ذرت نشان داد (Safian et al., 2010). در بررسی اثر متقابل تیمارها، رقم گلی و پرایمینگ با ریزوبیوم با میانگین ۲۳/۸۷ درصد بالاترین میزان پروتئین دانه را دارا بود. همچنین رقم اختر و پرایمینگ ریزوبیوم با متوسط پروتئین ۲۳/۱۷ درصد و لاین D81088 با پرایمینگ ریزوبیوم با میانگین پروتئین ۲۱/۴۲ درصد در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. لاین D81088 و پرایمینگ با آب مقطر با ۱۵/۶۵ درصد کمترین مقدار پروتئین دانه را نشان داد (جدول ۵). ریزوبیوم با تثبیت نیتروژن و افزایش آن جهت دسترسی گیاه، نیتروژن مورد نیاز را فراهم می‌کند. اسیدسالیسیلیک با سنتز پروتئین و کلروفیل می‌تواند بر میزان پروتئین دانه تأثیرگذار باشد. روی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین دخالت داشته و از عوامل اصلی تشکیل‌دهنده دیاستازها است (Kabata-Pendias & Pendias, 1999).

عملکرد دانه

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات اثر ارقام بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد و اثر پرایمینگ و اثر متقابل ژنوتیپ و پرایمینگ تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین صفات نشان داد بیشترین عملکرد دانه معادل ۲۹۳۴ کیلوگرم در هکتار از رقم گلی حاصل شد (جدول ۵). علت افزایش عملکرد در رقم گلی، افزایش اجزای عملکرد به‌ویژه تعداد دانه در غلاف می‌باشد. بالاترین عملکرد از تیمار پرایمینگ ریزوبیوم در رقم گلی بود که با تیمار سولفات روی و اسیدسالیسیلیک در همین رقم در

یک گروه آماری قرار گرفتند. پرایمینگ با ریزوبیوم، اسیدسالیسیلیک و سولفات روی عملکرد دانه را به ترتیب ۱۰/۳، ۹/۹ و ۸/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. Ashraf & Foolad (2005) گزارش نمودند که افزایش عملکرد ناشی از پرایمینگ، به دلیل استقرار سریع‌تر و مطلوب‌تر گیاهان است که منجر به استفاده بیشتر از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشید می‌گردد. در آزمایشی بر روی دو رقم لوبیا، تیمار تلقیح با ریزوبیوم افزایش عملکرد را در هر دو رقم به دنبال داشت (Osman et al., 1996). همچنین در آزمایشی روی لوبیا چشم‌بلبلی نشان داده شد در شرایط تنش کم‌آبی بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک عملکرد دانه بهتری نشان دادند (Shekari et al., 2009). در آزمایشی نشان داده شد پرایمینگ بذور ۱۰ میلی‌مولار سولفات روی + ۵۰ میلی‌مولار فسفر عملکرد دانه را به‌طور میانگین ۴۱ درصد افزایش داد (Abdorrahamani et al., 2009).

نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد که در رقم اختر، پرایمینگ با ریزوبیوم عملکرد دانه را ۱۷/۴، اسیدسالیسیلیک ۱۵/۵ و سولفات روی ۱۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. همچنین در لاین D81088، پرایمینگ با سولفات روی عملکرد دانه را ۲۶/۳، اسید سالیسیلیک ۲۷/۱ و ریزوبیوم ۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به رقم گلی و پرایمینگ ریزوبیوم با میانگین ۳۱۴۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). ریزوباکترهای محرک رشد از جمله ریزوبیوم از طریق تولید و ترشح مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه مثل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها و یا از طریق فراهم‌نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله نیتروژن موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود و مصرف این باکتری‌های زیستی به‌صورت تلقیح با بذر، بهترین روش استفاده می‌باشد. (Sharma, 2003). نتایج نشان داد که لاین D81088 با پرایمینگ اسیدسالیسیلیک عملکرد ۲۲۷۴ کیلوگرم در هکتار و رقم اختر با پرایمینگ سولفات روی عملکردی ۲۰۰۶ کیلوگرم در هکتار را تولید نمودند (جدول ۵). سولفات روی با فعال‌نمودن عوامل تنظیم‌کننده رشد و سنتز پروتئین و کاتالیز آنزیم‌ها در سیستم‌های گیاه نقش داشته و موجب بهبود عملکرد می‌گردند (Kabata-Pendias & Pendias, 1999). به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که پرایمینگ بذر با سولفات روی، اسیدسالیسیلیک و ریزوبیوم در هر سه رقم نسبت به تیمار با آب مقطر عملکرد دانه را افزایش داد. در بین ارقام مورد بررسی رقم گلی در صفات تعداد سرعت جوانه‌زنی روزانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، میزان پروتئین دانه، و عملکرد دانه نسبت

به سایر ارقام برتری نشان داد. بالاترین عملکرد دانه ۳۱۴۳ کیلوگرم در هکتار) و درصد پروتئین ۲۳/۸۷ درصد مربوط به رقم گلی و پرایم با ریزوبیوم بود. پرایمینگ بذر با ریزوبیوم و اسیدسالیسیلیک در رقم گلی عملکرد دانه را نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰/۳ و ۹/۹ درصد افزایش دادند.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

Table 4. Analysis of variance measured traits

میانگین مربعات (Mean-square)					
منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در غلاف	پروتئین دانه	عملکرد دانه
Source of variation	df	Plant height	Number of grain on pod	Seed protein	Grain yield
رقم (V)	2	23909.06 **	8.247 **	7.433 **	4610770.4**
پرایمینگ (P)	4	110.15 ns	0.09 ns	55.202 **	110991.922 ns
رقم×پرایمینگ (V×P)	8	61.43 ns	0.138 ns	0.552 **	24034.122 ns
خطا (e)	28	56.03	0.061	0.063	110543.871
ضریب تغییرات (درصد) CV		11.91	4.67	1.32	14.33

ns, **, *: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1%, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Table 5. Mean compared of the measured traits

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در غلاف	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Treatments	Plant height (cm)	Number of grain on pod	Seed protein (%)	Grain yield (kg ha ⁻¹)
رقم				
V1	38.91 b	4.5 c	18.02 b	2166 b
V2	108.94 a	5.974 a	19.43 a	2934 a
V3	40.7 b	5.378 b	19.4 a	1858 c
پرایمینگ				
P1	61.66 ab	5.233 ab	16.57 e	2166 a
P2	59.87 b	5.233 ab	17.34 d	2239 a
P3	68.53 a	5.233 ab	18.37 c	2371 a
P4	60.46 b	5.267 ab	19.94 b	2405 a
P5	63.71 ab	5.434 a	22.82 a	2416 a
رقم×پرایمینگ				
V1 p1	38.56 c	4.367 h	15.65 k	2013 c
V1 p2	38.26 c	4.317 h	16.67 j	2140 c
V1 p3	40.83 c	4.55 gh	17.89 h	2247 bc
V1 p4	37.3 c	4.4 h	19.35 f	2274 bc
V1 p5	39.6 c	4.867 fg	21.42 c	2153 c
V2 p1	108 b	6.167 a	17.26 i	2828 ab
V2 p2	101.96 b	6.067 ab	17.4 i	2860 ab
V2 p3	122.26 a	5.967 abc	18.68 g	2860 ab
V2 p4	101.36 b	5.867 abcd	19.95 e	2982 a
V2 p5	111.1 ab	5.803 abcd	23.87 a	3143 a
V3 p1	38.43 c	5.167 ef	16.81 j	1656 c
V3 p2	39.4 c	5.123 ef	17.95 h	1718 c
V3 p3	42.5 c	5.433 de	18.55 g	2006 c
V3 p4	42.73 c	5.533 cde	20.52 d	1960 c
V3 p5	40.43 c	5.633 bcd	23.17 b	1950 c

میانگین‌های ارائه شده با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different on Duncan's multiple range test, 5%.

(V1=لین D81088)، (V2=رقم گلی) و (V3=رقم اختر) - (P1=بدون پرایم)، (P2=آب مقطر)، (P3=سولفات روی)، (P4=اسیدسالیسیلیک) و (P5=ریزوبیوم)

منابع

1. Abdorahmani, B., Ghasemie Golozani, K., Valizadeh, M., Valifeizie Asl, V., and Tavakoli, K.H.R. 2009. Effects of seed priming on growth rate of power and seed yield of barley varieties of abidar in the cultivation by dry conditions. Iranian Journal of Agricultural Sciences 11(4): 352-337. (In Persian with English Summary).
2. Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science 13: 630-633.
3. Afzal, I., Aslam, N., Mahmood, F., Irfan, S., and Ahmad, G. 2004. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. Caderno de Pesquisa Ser. Bio Santa Cruz do Sul 16(1): 19-346.
4. Afzal, I., Basra, S.M.A, Shahid, M., Farooq, M., and Saleem, M. 2008. Priming enhances germination of spring maize (*Zea mays* L.) under cool conditions. Seed Science and Technology 36(2): 497-503.
5. Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Oxford an IBH. Publishing 658 pp.
6. Allahdadi, A., Saffari, GH., Arvin, S.M.J., Iran Nejad, H., and Akbari, GH.A. 2008. Effect of growth regulator salicylic acid on the characteristics of seed germination of rapeseed (*Brassica napus* L.). In: The first National Conference on Seed science and Technology in Iran. November 13-14, 2008. Gorgan University. No. 301. (In Persian with English Summary).
7. Amini Hajibashi, P., Ardakani, M.R., Ghanbari, A.A., and Asadi Rahmani, H. 2003. Effects of bacterial strains of *Rhizobium* on yield and yield components in the pinto bean genotypes. In: First National Conference on Pulses. November 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. No. 365. (In Persian with English Summary).
8. Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy 88: 223-271.
9. Basra, A.S., Farooq, M. Afzal, I., and Hussain, M. 2006. Influence of osmopriming on the germination and early seedling growth of coarse and fine rice. International Journal Agronomy Biological 8: 19-21.
10. Cassana, F., Perriga, D., Sgroya, V., Masciarellia, O., Pennab C., and Lunaa, V. 2009. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). European Journal of Soil Biology 45: 28-35.
11. De, F., and Kar, R.K. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress in duced by PEG-6000. Seed Science and Technology 23: 301-304.
12. Farajzadeh Memarie Tabrizi, A., Yarnia, M., Ahmadzadeh, V., Nobari, N., and Farajzadeh, N. 2008. The effects of different methods of consuming micro fertilizers on growth and yield components of corn varieties of jeta. Journal of Eco-physiology of Weeds and Crop Plants (Agricultural Sciences) 3(10): 95-111. (In Persian with English Summary).
13. Finch-Savage, W.E., Dent, K.C., and Clark, L.J. 2004. Soak conditions and temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). Field Crops Research 90: 361-374.
14. Ghasemie Pirbaluti, A., and Golparvar, A.R. 2005. A study on morphological and physiological traits of some of the ordinary bean in shahrekord area. In: First National Conference on Pulses. November 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. No. 88. (In Persian with English Summary).
15. Gonzalez-Guerrero, M., Azcon-Aguilar, C., Mooney, M., Valderas, A., MacDiarmid, C.W., Eide, D.J., and Ferrol, N. 2005. Characterization of a Glomus intraradices gene encoding a putative Zn transporter of the cation diffusion facilitator family. Fungal Genetics and Biology 42: 130-140.
16. Gornik, K., Badowiec, A., and Weidner, S. 2014. The effect of seed conditioning, short-term heat shock and salicylic, jasmonic acid or brasinolide on sunflower (*Helianthus annuus* L.) chilling resistance and polysome formation. Acta Physiol Plant 36: 2547-2554.
17. Gracia de Salamone, I.E.G. 2000. Direct Beneficial Effects of Cytokinin Producing *Rhizobacteria* on Plant Growth. Ph.D. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada.
18. Hemmati, A., and Asadi Rahmani, H. 2005. Effects of inoculation of *Rizobium* and nitrogen fertilizer consumption on the yield and protein of Pinto Bean. In: First National Conference on Pulses. November 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. No. 336. (In Persian with English Summary).
19. Hosseini, A. 2008. Effect of different treatment of priming on speed and germination percentage of four varieties of sugar beet seed. In: The First National Conference on Seed Science and Technology in Iran. November 13-14, 2008. Gorgan University. No. 197. (In Persian with English Summary).
20. Kabata-Pendias, A., and Pendias, H. 1999. Biogeochemistry of Trace Elements. Warsaw, Poland: PWN.

21. Kellman, A.V. 2008. *Rhizobium* inoculation cultivar and management effects on the growth development and yield of common bean. In: Peas. Ph.D. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy at Lincoln University of Canterbury, New Zealand.
22. Latifzadeh, M., Abotalebian, M.A., Zavareh, M., and Rabiei, M. 2012. 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 Crop Science* 44(1): 35-51. (In Persian with English Summary).
23. Lou, J.F., Xie, X., Hu, J., and Qiun, J. 2004. Effects of different priming treatment on germination of alfalfa and physiological and biochemical changes of alfalfa seedling under salt stress. Shanghai. Agro_Technology Extention Service Center, Shanghai, China. *Acta Agriculture Shanghai* 20(3): 86-89.
24. Maguire, J.D. 1962. Speed of germination. Aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177.
25. Mazaheri Tirani, M., and Manochehri Kalantari, KH. 2006. Effect of three factorse of salicylic acid and ethylene glycol, water stress and their interaction on germination of seeds of rapeseed. *Iranian Journal of Biology* 19(4): 408-418. (In Persian with English Summary).
26. Mbugua, G.W., Wachiuri, S.M., Karoga, J., and Kimamira, J. 2009. Effects of commercial *Rhizobium* strain inoculants and triple superphosphate fertilizer on yield of new dry bean lines in central Kenya. Kari-Thika P.O. Box 220-01000 Thika.
27. Mohammadi, L., Shekari, F., Saba, J., and Zangani, A. 2011. The effect of hydropriming and priming with salicylic acid on the Greens, stamina and some morphological characteristics of seedling of safflower. *Journal of Modern Knowledge of Sustainable Agriculture* 7(2): 63-72. (In Persian with English Summary).
28. Moradi, R., and Rezvani Moghadam, P. 2009. Effect of seed ahead of Timar with salicylic acid in the salt stress conditions on seed germination and plant growth characteristics in fennel seedling. *Iranian Journal of Agricultural Research* 8(3): 489-500. (In Persian with English Summary).
29. Omid, H., Soroushadeh, A., Salehi, A., and Ghezeli, F.D. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. *Iranian Journal of Science and Technology* 19: 125-136 (In Persian with English Summary).
30. Osman, A.G., Elamin, N.A., and Elsheikh, E.A.E. 1996. Effects of *rhizobium* inoculation and N-fertilization on the productivity of two Faba bean cultivars. *Elbuhuth Scientific Journal* 5: 127-137.
31. Prasad, T.N.V.K.V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T.S., Sajanlal, P.R., and Pradeep, T. 2012. Effect of Nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *Journal of Plant Nutrition* 35: 905-927.
32. Rahchamadi, H., Aboutalebian, M.A., Ahmadvand, G., and Jahedi, A. 2010. Effects seed priming in field and sowing date on yield and yield component of three soy bean in Hamedan. *Technology of Plant Productions* 2: 17-28.
33. Rahchamandi, H., Abotalebian, M.A., Ahmadvand, G., and Gahedi, A. 2009. Effects of on-farm seed priming and sowing date on yield and yield components of three soybean cultivars (*Glycine max* L.) in Hamedan. *Journal of Plant Production Technology* 10(2): 17-29. (In Persian with English Summary).
34. Raifa, A.H., Amal, F.A., Heba, A., AboBakr A.E.A., and El-Sherbiny. M.R. 2012. Grain-priming and foliar pretreatment enhanced stress defense in wheat (*Triticum aestivum* var. Gimaza 9) plants cultivated in drought land. *Australian Journal of Crop Science* 6(1): 121-129.
35. Sadeghi, S., Shekari, F., Fotovvat, R., and Zangani A. 2009. Effects of pre treatment with Salicylic acid on seedling vigor and growth of Canola under water deficit. *Journal of Plant Biology* 2(6): 55-70. (In Persian with English Summary).
36. Saffari, Q., Arvin, M.G., Gavahi, M., and Amirkhosravi, A. 2008. Effect of salicylic acid on germination of rapeseed in terms of salinity. In: The First National Conference on Seed Science and Technology in Iran. November 13-14, 2008. Gorgan University. No. 68. (In Persian with English Summary).
37. Safian, N., Naderi, M.R., Shams, M., and Darkhal, H. 2010. Study on leaf nutrition micro elements on growth and yield of corn varieties of related cross-302 in Isfahan region. In: The First National Conference on Modern Topics in Agriculture. November 2, 2010. Islamic Azad University of Saveh. (In Persian with English Summary).
38. Sharma, A.K. 2003. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India.
39. Shekari, F., Pakmehr, A., Rastgo, M., Saba, J., Vazayefi, M., and Zangani, A. 2009. of Salicylic acid priming effects on some morphological traits of copea cultivar (*Vigna unguiculata*) under water deficit at podding stage. *Modern Technologies in Agriculture* 4(1): 5-26. (In Persian with English Summary).
40. Singhal, N.C. 2009. Seed Science and Technology. Kalyani Publishers.
41. Subedi, K.D., and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. *Agronomy Journal* 97: 211-218.

42. Vallee, B.L., and Falchuk, K.H. 1993. The biochemical basis of zinc physiology. *Physiological Reviews* 73: 79-118.
43. Vitosh, M.L., Warncke, D.D., and Lucase R.E. 1994. Zinc determine of crop and soil science. *Michigan State University Extension* 136: 191-198.
44. Xing, W., and Rajashekar, C.B. 1999. Alleviation of water stress in beans by exogenous glycinebetaine. *Plant Science* 2: 185-192.
45. 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.

Evaluation effect of different solutions and seed priming treatments on germination, agronomic and quality characteristics of red bean genotypes

Tahmasebi^{1*}, R., Sajedi², N.A. & Shoaee³, Sh.

1- MSc. in Seed Science and Technology, Islamic Azad University, Ashtian Branch, Iran

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

3- Department of science and technology, Islamic Azad University, Ashtian Branch, Iran

Received: 23 September 2013

Accepted: 19 October 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.26145

Introduction

Some techniques such as seed priming and exogenous applications before and during cultivation are effective on yield. Seed priming is one of the methods in seed enhancement that is used for increasing the germination of seeds and improving seedling growth. Seed priming increase seed activity, germination percentage, germination rate under different environmental conditions, it also decrease mean germination time. Deficit nitrogen is one of the main factors decreasing plant growth. Result showed that seed priming with *Rhizobium* increased grain yield in bean cultivars. Zinc is one of the essential micronutrients for the growth and human and animals activities. Zinc can contribute in cellular processes such as defense against free radicals, electron transmit, Auxin and protein biosynthesis, cellular reproduction and reproductive growth. Salicylic acid is a common plant-produced phenolic compound having key roles such as stomatal movement, seed germination, ion absorption, and responses to environmental stresses. The exogenous application of SA helped the activation of a range of plant defense genes, increased resistance to infection; decreased damages caused by exposure to ultraviolet light and ozone and improved drought tolerance in plants. The current paper studies the effect of different solutions and seed priming treatments on germination, agronomic and quality characteristics of red bean genotypes.

Materials & Methods

In order to evaluate the effect of different treatments including solution and seed priming on germination, agronomic and protein characteristics at red bean genotypes, an experiment was carried out at laboratory and field. The research carried out as factorial experiment based on completely randomized design at laboratory and randomized complete block design with three replications in field conditions at 15 Km Arak road-Tehran in 2011. Factors were three red bean genotypes including Goli, Akhtar and D81088 and five levels of priming including control, distilled water, zinc sulphate, salicylic acid, and *Rhizobium Leguminosarum* Biovar Phaseoli in field conditions. At laboratory conditions, 25 bean seeds were planted in Petri dish as on paper. At field, bean seeds were planted 15 cm apart in 5-m rows, with a 40-cm spacing. At final harvest 2.4 m² was harvested from the middle of each plot and the grain yield was evaluated. The data were subjected to analysis of variance using MSTAT-C. Means were compared using Duncan's Multiple Range Test at P=0.05.

*Corresponding Author: tahmasebi42@yahoo.com; Mobile: 09183671474, Tel.: 08613131659

Results & Discussion

Results showed that maximum germination percentage (94.67%) were record for Akhtar cultivar. The interaction effect of treatments showed that, the highest germination percentage (94%) was obtained from Goli cultivar along with solution of water distilled.

The effect of cultivar on daily germination rate was significant. The maximum daily germination rate (seed per day) was observed from Goli cultivar. Seed treatment with solution of salicylic acid and Rhizobium increased radical length and seedling weight vigor index traits. Treatment with salicylic acid and Rhizobium increased radical length by 17.9 and 13.8% compared with seed priming with water distilled. It seems that salicylic acid by adjusting the physiological process can increase radical length. The maximum seedling weight vigor index (6.39 g) was recorded for seed treatment with Rhizobium solution. Rhizobium produced cytokinin and therefore can increase cellular division, seedling weight and seedling weight vigor index. The maximum number of grain per pod (5.97) was recorded for Goli cultivar. Seed priming with zinc sulfate, salicylic acid and Rhizobium increased protein percentage by 1.8, 3.37 and 6.25% compared with control, respectively. The interaction effect of treatments showed that, the highest protein percentage (23.87%) was obtained from seed priming with Rhizobium in Goli cultivar. Seed priming with zinc sulphate, salicylic acid and Rhizobium increased grain yield in three genotypes more than priming with water distilled. Goli cultivar was the best in daily germination rate, plant height, and number of grain per pod, seed protein amount and grain yield traits; compared to other genotypes. Seed priming with Rhizobium, salicylic acid and zinc sulphate increased grain yield by 10.3, 9.9 and 8.6 %, compared to the control, respectively.

Conclusion

In general, results showed that the maximum of seedling weight vigor index (7.23 g) was record for Akhtar cultivar along with seed treatment with Rhizobium solution. The maximum grain yield (3143 kg/ha) and protein percentage (23.87%) was observed in Goli cultivar and *Rhizobium* priming.

Key words: Red bean, *Rhizobium*, Salicylic acid, Seed priming, Zinc sulphate

اثر تاریخ کاشت و رقم بر تراکم و خسارت کرم‌های پيله‌خوار نخود *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) در شرایط دیم

عسگر جوزیان

استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی - باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام
سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳

چکیده

نخود در استان ایلام بعد از غلات بیشترین سطح زیرکشت را دارا بوده و از نظر درآمد زارعین و اجرای تناوب زراعی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. کشت این محصول در استان با دو تاریخ کاشت پاییزه (انتظاری) و بهاره (عرف محل) انجام می‌گیرد و در کشت پاییزه با وجود خسارت بیشتر عوامل زیان‌آور، عملکرد بیشتری تولید می‌گردد. آفت اصلی این زراعت، گونه *Helicoverpa virescens* است که با تغذیه از برگ و دانه‌های نخود باعث بروز خسارت می‌گردد. لذا به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و رقم بر میزان تراکم و خسارت آفت، این بررسی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل شش تیمار در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شیروان چرداول استان ایلام به‌مدت دو سال اجرا گردید. تیمارهای اصلی شامل دو تاریخ کاشت پاییزه و بهاره بود. کشت پاییزه در اواسط آبان‌ماه و کشت بهاره در اواسط اسفندماه انجام گرفت. تیمارهای فرعی شامل سه رقم نخود هاشم، آرمان و آزاد (فیلیپ ۹۳۹۳) در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که در کشت پاییزه تراکم لارو در بوته، تعداد دانه تولیدی در بوته و عملکرد به‌ترتیب ۱۶/۰ لارو، ۱۱/۸ دانه و ۴۳۶ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با کشت بهاره با ۴/۰ لارو، ۷/۷ دانه و ۲۸۸ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین ارقام آرمان و آزاد با عملکرد ۴۶۵ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با رقم هاشم با ۲۳۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کشت، رقم، کرم پيله‌خوار، گونه *Helicoverpa* spp.، نخود

مقدمه

کرم پيله‌خوار نخود در کشورهای مثل هند، مکزیک، استرالیا، آمریکا و ایران به محصول نخود خسارت وارد می‌کند (Henk et al., 1997) و در ایران نیز به‌عنوان آفت کلیدی زراعت نخود مطرح می‌باشد. نخود در استان ایلام بعد از غلات بیشترین سطح زیرکشت را دارا بوده و از نظر درآمد زارعین و اجرای تناوب زراعی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در این زراعت در استان ایلام سه گونه هلیوتیس به اسامی *Helicoverpa virescens*، *H. armigera* و *H. peltigera* باعث کاهش عملکرد می‌گردند. گونه *H. virescens* با ۹۴ درصد فراوانی نسبت به سایر گونه‌ها، گونه غالب در زراعت نخود بوده است (Jozeyan, 2002). بررسی بیولوژی کرم‌های پيله‌خوار نخود در تاریخ کاشت‌های متفاوت در استان ایلام نشان می‌دهد که حداکثر تراکم لاروها در دهه سوم اردیبهشت‌ماه مشاهده می‌گردند. تراکم آفت در کشت پاییزه (انتظاری) بالاتر از کشت عرف محل (بهاره) و دیر کاشت می‌باشد. بنابراین هرچه تاریخ

کاشت زودتر باشد تراکم آفت بیشتر خواهد بود (Jozeyan, 1997). در ارزیابی تاریخ کاشت‌های متفاوت در اسفند، فروردین و اردیبهشت‌ماه در استان لرستان مشخص شده است که در تاریخ کاشت اسفندماه تراکم لارو کرم‌های پيله‌خوار نخود، خسارت آفت و عملکرد محصول بیشتر بوده است (Ghorbani et al., 2013). از طرف دیگر کاشت پاییزه عملکرد بیشتری نسبت به کاشت بهاره داشته و حتی عملکرد تا دو برابر کشت بهاره گزارش شده است، زیرا کاشت پاییزه باعث استفاده بهتر از رطوبت خاک، فرار از تنش خشکی و گرما در زمان گلدهی و رسیدگی شده و رقابت کمتری با دیگر محصولات برای کارگر و ماشین آلات در زمان برداشت ایجاد خواهد کرد (Anonymus, 1987).

عملکرد بالا در برخی از ژنوتیپ‌های نخود ناشی از تسریع در گلدهی، تسریع در غلاف‌دهی و دوره گلدهی طولانی‌تر می‌باشد (Basu et al., 2002). در استان‌های کرمانشاه، لرستان، ایلام و گلستان که دارای زمستان معتدل هستند، کشت پاییزه به‌جای کشت بهاره با افزایش عملکرد ۱۷۲ درصد

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۸۳۴۱۰۳۱۵، jozeyan@yahoo.com

توصیه شده است (Sabaghpour et al., 2005). در منطقه مراغه کشت انتظاری نخود به دلیل عدم تطابق زمانی آن با مراحل زیستی و خسارت‌زایی آفت توان گریز از خسارت کرم‌های پيله‌خوار را داشته و جمعیت پایینی از آفت در کشت انتظاری در مقایسه با کشت بهاره مشاهده شده است (Seyyedi, 2005). نتایج تحقیقات قبلی در ایلام نشان می‌دهد که کنترل آفت در کشت پاییزه راحت‌تر خواهد بود، زیرا توصیه فنی مبارزه با کرم‌های پيله‌خوار نخود به محض مشاهده اولین خسارت بعد از تشکیل پيله می‌باشد و در دهه سوم اردیبهشت‌ماه (زمان ظهور حداکثر لارو) کشت پاییزه حدود ۴۶-۲۰ درصد کپسول‌دهی داشته و می‌تواند زمان مناسب برای مبارزه شیمیایی باشد و انجام مبارزه عوارض جانبی بر روی بوته نخود نخواهد داشت (Jozeyan, 1997). در استان لرستان انبوهی لاروهای ریز در منطقه سراب، نیمه دوم اردیبهشت و در منطقه گریت، نیمه اول خرداد بوده است (Shekarian, 2002). در استان کرمانشاه میانگین تراکم لاروها بر روی ۲۰ بوته نخود در منطقه درود فرامان ۷/۶ و میزان آلودگی پيله‌ها ۱۵/۴ درصد بوده است. میزان تراکم در منطقه بیستون ۷/۳ لارو و میزان آلودگی ۱۶/۲ درصد بوده است (Bahrami, 2002).

در استان کرمانشاه بهترین زمان مبارزه شیمیایی همزمان با ظهور حداکثر لاروهای ریز می‌باشد که این مرحله مصادف با اواسط تشکیل گل و اوایل پيله‌بستن بوته‌ها می‌باشد. مقایسه مزارع زود، متوسط و دیرکاشت نشان می‌دهد که زمان مناسب مبارزه در هر سه نوع مزارع مصادف با اواسط تشکیل گل و اوایل پيله‌بستن بوته‌ها می‌باشد (Mahjub & Kaviani, 2002). در کشور هند *H. armigera* مهم‌ترین آفت نخود است که باعث کاهش ۳۰-۲۰ درصدی عملکرد می‌گردد. لاروهای سنین ۵-۳ با سوراخ کردن غلاف نخود از دانه تغذیه می‌کنند. واریته‌هایی که مقاومت بالا به آفت داشته باشند، وجود ندارد ولی واریته‌های ICC10 و Vijay خسارت کمتری می‌بینند (Gaur et al., 2010).

در ارزیابی مقاومت نسبی خویشاوندان نخود وحشی در مقایسه با نخود زراعی در کشور هند مشخص گردیده است که تعدادی از ارقام غیرزراعی دارای مقاومت نسبی به آفت بوده‌اند و این منابع مقاومت می‌تواند در تولید ارقام جدید نخود زراعی مورد توجه قرار گیرد (Sharma et al., 2006). در ارزیابی دیگری مشخص گردیده که یک منبع مقاومت خوب در ژرم‌پلاس ICC5006 وجود دارد. به نظر می‌رسد ترشح اسیدگزالیک و اسیدمالیک منبع مقاومت در مقابل آفت می‌باشد (Henk et al., 1997). در شرایط وجود ۲۰ لارو ریز روی پنج بوته نخود میزان تغذیه از برگ پس از ۱۵ روز به طور معنی‌داری

در ژنوتیپ ICC506 کمتر از ژنوتیپ ICC37 بوده است. همچنین وزن لارو آفت به طور معنی‌داری بر روی ژنوتیپ ICC506 کمتر از وزن لاروهای بوده که روی ژنوتیپ ICC37 بوده‌اند. ضمناً کاهش عملکرد در ژنوتیپ ICC37 بیشتر بوده است (Sharma et al., 2005). در یک بررسی دیگر مشخص گردید که حشرات ماده هیچ ژنوتیپ خاصی از نخود را برای تخم‌ریزی ترجیح نداده‌اند (Cotter & Edwards, 2006). در کشور اوگاندا بیشترین و کمترین تراکم لارو به ترتیب در ارقام Annigeri و ICC506 با ۱/۳۴ و ۰/۲۲ لارو به ازای هر بوته و میزان خسارت از هشت تا ۴۴/۱ درصد بوده است (Going et al., 1994). در منطقه مراغه ارقام ILC482 و 12-60-31 همراه با شاهد محلی جم نسبت به سایر ارقام کابلی مورد استفاده مقاوم‌تر بوده‌اند. همچنین ارقام تیپ کابلی (سفید) حساس‌تر از ارقام تیپ دسی (سیاه) نسبت به کرم پيله‌خوار می‌باشند (Seyyedi Sahebari & Bahrami, 2004). در طرح شناسایی منابع مقاومت به کرم‌های پيله‌خوار نخود در ایستگاه تحقیقاتی سرارود کرمانشاه مشخص گردید که بیشترین درصد پيله‌های آلوده در ژنوتیپ‌های بیونج و Filip97-102C به ترتیب ۱۴/۳ و ۱۱/۸ درصد و کمترین در تیمارهای ILC482 و 87211, Ccl به ترتیب ۱ و ۲/۷ درصد بوده است (Bahrami, 1997). در ارزیابی میزان مقاومت ۱۶ رقم از ارقام نخود تیپ دسی و کابلی به کرم‌های پيله‌خوار نخود در استان کردستان مشخص شد که ارقام تیپ کابلی بیشتر مورد حمله و خسارت آفت قرار می‌گیرند ولی مکانیسم جبرانی در این ارقام قوی‌تر از تیپ دسی بود و در شرایط بدون مبارزه با آفت عملکرد بیشتری تولید کردند. همچنین ارقام ILC482 و پیروز بیشترین مقاومت به آفت را از خود نشان دادند (Khanizad & Khanooni, 2006). لذا با توجه به نقش کلیدی کرم‌های پيله‌خوار در تولید محصول نخود، در این تحقیق تأثیر تاریخ کاشت‌های پاییزه و بهاره و سه رقم نخود بر آفات مذکور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل شش تیمار در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شیروان چراول استان ایلام با ۹۹۵ متر ارتفاع از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۳۸۰ میلی‌متر که جزء مناطق معتدل سرد می‌باشد، به مدت دو سال اجرا گردید. تیمارهای اصلی طرح شامل دو تاریخ کاشت پاییزه و بهاره بود. کشت پاییزه در اواسط آبان‌ماه و کشت بهاره در اواسط اسفندماه انجام گرفت. تیمارهای فرعی طرح شامل سه رقم نخود هاشم، آرمان و آزاد (فیلیپ ۹۳۹۳) در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت

اندازه‌گیری که دارای اختلاف معنی‌دار هستند، با علامت ستاره مشخص شده و مقایسه میانگین صفات بررسی شده در جداول ۴-۷ درج شده‌اند.

اثر فاکتورهای بررسی شده بر عملکرد

همان‌طور که آمار جدول ۴ نشان می‌دهد، در سال اول اثر رقم بر عملکرد در سطح یک درصد و در سال دوم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و ارقام آرمان و آزاد عملکرد بیشتری داشتند. در تجزیه مرکب نیز صفت مذکور در سطح یک درصد معنی‌دار بود و ارقام آرمان و آزاد با عملکرد ۴۶۵ و ۴۰۰ کیلوگرم در مقایسه با هاشم ۲۳۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری داشتند.

همان‌طور که آمار جدول پنج نشان می‌دهد اثر تاریخ کاشت بر عملکرد در سال دوم و در تجزیه مرکب در سطح یک درصد معنی‌دار بود و در تاریخ کاشت پاییزه با ۴۳۶ کیلوگرم در مقایسه با کشت بهاره با ۲۸۸ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتر بود. اثر سال بر عملکرد در تجزیه مرکب در سطح یک درصد معنی‌دار بود و در سال اول عملکرد بیشتر بود (جدول ۶). اثرات متقابل سال در تاریخ کاشت بر عملکرد در تجزیه مرکب در سطح یک درصد معنی‌دار بود و در تاریخ کاشت بهاره سال دوم عملکرد کمتر و در تاریخ کاشت پاییزه در هر دو سال عملکرد بیشتری تولید شد (جدول ۷).

۳×۵ متر، فاصله ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر و فاصله بلوک‌ها از هم‌دیگر دو متر در نظر گرفته شد. در این طرح هیچ‌گونه مبارزه‌ای بر علیه آفات انجام نگرفت، ولی سایر فاکتورها از قبیل آماده‌سازی زمین، مبارزه با علف‌های هرز، بیماری برقی‌زدگی و غیره مطابق عرف منطقه انجام گرفت. در دهه سوم اردیبهشت‌ماه (زمان ظهور حداکثر لاروها) در هر تیمار به‌طور تصادفی ۵۰ بوته انتخاب و تعداد لاروها آفت یادداشت‌برداری گردید. همچنین قبل از برداشت محصول در هر تیمار به‌طور تصادفی ۱۰۰ بوته از هر تیمار انتخاب و در آن‌ها تعداد دانه‌های تولیدی، تعداد دانه‌های خورده‌شده (دانه‌های خورده‌شده در کیسول‌هایی که دارای سوراخ ورودی لارو بوده و قابل شناسایی هستند) به تفکیک شمارش گردید. همچنین عملکرد دانه‌های تولیدی هر تیمار نیز محاسبه شده و کل داده‌های طرح شامل میانگین دانه‌های تولیدی، میانگین دانه‌های خورده‌شده در هر بوته، میانگین تراکم لارو در بوته و عملکرد تیمارها پس از تبدیل داده‌ها با روش جذرگیری در قالب برنامه SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

میانگین پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در سال اول، دوم و تجزیه مرکب آن‌ها در جداول ۱ تا ۳ درج گردیده است. همان‌طور که از آمار جداول مذکور پیداست، فاکتورهای مورد

جدول ۱- میانگین مربعات پارامترهای اندازه‌گیری‌شده (MS) در سال اول
Table 1. Comparison of the mean square of measured parameters in the first year

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی DF	میانگین تعداد لارو Average number of larvae	میانگین تعداد دانه تولیدی Average number of grain production	میانگین تعداد دانه خورده شده Average number of grain ingested	عملکرد Yield
تکرار Rep.	2	0.00831768	0.23364759	0.8807359	22.09763305
Sowing date تاریخ کاشت	1	0.00679313 ^{ns}	0.000273700 ^{ns}	0.0213455 ^{ns}	1.5578098 ^{ns}
Error خطا	2	0.02530475	0.4725239	0.1297616	2.4656381
Cultivar رقم	2	0.01371719 ^{ns}	0.43125465 ^{ns}	0.4420394 ^{ns}	121.4586000 ^{**}
Cultivar × Sowing date تاریخ کاشت × رقم	2	0.00900268 ^{ns}	0.6350426 ^{ns}	0.00429781 ^{ns}	6.5656914 ^{ns}
Error خطا	8	0.01068282	0.15118566	0.02838359	6.4227390
Total کل	17				
C.V ضریب تغییرات		27.87	9.76	18.46	9.40

ns, ** و *: به ترتیب غیرمعنی، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, ** and *: no significant and significant at probability levels of 1% and 5%, respectively

جدول ۲- میانگین مربعات پارامترهای اندازه‌گیری شده (MS) در سال دوم
Table 2. Comparison of the mean square of measured parameters in the second year

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی DF	میانگین تعداد لارو Average number of larvae	میانگین تعداد دانه تولیدی Average number of grain production	میانگین تعداد دانه خورده شده Average number of grain ingested	عملکرد Yield
تکرار Rep.	2	0.04034326	0.71229908	0.00506002	191.9788972
تاریخ کاشت Sowing date	1	0.17214321**	1.89347105*	0.12922759 ^{ns}	354.7005534**
خطا Error	2	0.02763697	2.30716969	0.17436623	47.4038132
رقم Cultivar	2	0.00363530 ^{ns}	0.46986556 ^{ns}	0.02041789 ^{ns}	121.6381490*
تاریخ کاشت × رقم Cultivar × Sowing date	2	0.00074972 ^{ns}	0.01645397 ^{ns}	0.03328710 ^{ns}	15.0794709 ^{ns}
خطا Error	8	0.01169785	0.29931846	0.04231871	24.107462
کل Total	17				
C.V(%) ضریب تغییرات		35.09	17.61	28.64	25.26

^{ns}, ** و *: به ترتیب غیرمعنی، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, ** and *: no significant and significant at probability levels of 1% and 5%, respectively

جدول ۳- میانگین مربعات پارامترهای اندازه‌گیری شده (MS) در تجزیه مرکب
Table 3. Comparison of the mean square of measured parameters in the combined analysis

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی DF	میانگین تعداد لارو Average number of larvae	میانگین تعداد دانه تولیدی Average number of grain production	میانگین تعداد دانه خورده شده Average number of grain ingested	عملکرد Yield
سال Year	1	0.03530812 ^{ns}	6.88229110**	0.39902283**	507.6186030**
خطا Error	4	0.2433047	0.46797333	0.4656680	107.477618
تاریخ کاشت Sowing date	1	0.12366455 ^{ns}	0.92410761 ^{ns}	0.12778833 ^{ns}	201.6356915**
سال × تاریخ کاشت Sowing date × Year	1	0.05527180*	0.96963714 ^{ns}	0.02277381 ^{ns}	154.6226717**
خطا Error	4	0.02647086	1.17721104	0.09367119	24.9347256
رقم Cultivar	2	0.00280326 ^{ns}	0.89705660*	0.00530304 ^{ns}	193.260764**
تاریخ کاشت × رقم Cultivar × Sowing date	2	0.00728718 ^{ns}	0.7217502 ^{ns}	0.01127124 ^{ns}	20.5379356 ^{ns}
سال × رقم × تاریخ کاشت Cultivar × Year × Sowing date	2	0.1454923 ^{ns}	0.00406361 ^{ns}	0.05931879 ^{ns}	49.8359847 ^{ns}
رقم × سال × تاریخ کاشت Sowing date × Year × Cultivar	2	0.00246522 ^{ns}	0.00778321 ^{ns}	0.02631368 ^{ns}	1.1072267 ^{ns}
خطا Error	16	0.02482419	0.22525206	0.03535115	15.265100
کل Total	35				
C.V ضریب تغییرات		13.15	13.39	23.06	16.84

^{ns}, ** و *: به ترتیب غیرمعنی، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, ** and *: no significant and significant at probability levels of 1% and 5%, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر نوع رقم بر عملکرد و تعداد دانه تولیدی
Table 4. Comparing the effect of cultivar on yield and grain production

صفت Trait	آرمان Arman	هاشم Hashem	آزاد Azad
Yield mean in first year میانگین عملکرد سال اول	619 ^a	319 ^b	541 ^a
Yield mean in second year میانگین عملکرد سال دوم	216 ^{ab}	160 ^b	395 ^a
Yield mean in the combined analysis میانگین تعداد دانه تولیدی در تجزیه مرکب	465 ^a	233 ^b	400 ^a
Average number of grain production in the combined analysis	12.96 ^a	10.24 ^b	14.5 ^a

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر تعداد لارو، تعداد دانه تولیدی و عملکرد
Table 5. Comparing the effect of planting dates on number of larvae, grain production and yield

صفت Trait	تاریخ کاشت پاییزه Sowing date in Autumn	تاریخ کاشت بهاره Sowing date in Spring
Average number of larvae in second year میانگین تعداد لارو در سال دوم	0.1648 ^a	0.0443 ^b
Average number of grain production in second year عملکرد در سال دوم	11.8 ^a	7.7 ^b
Yield in second year عملکرد در تجزیه مرکب	380 ^a	150 ^b
Yield in the combined analysis	436 ^a	288 ^b

پنج درصد معنی دار بود و در ارقام آزاد و آرمان با ۱۴/۵ و ۱۲/۹۶ در مقایسه با رقم هاشم با ۱۰/۲۴ دانه، تعداد دانه بیشتری در بوته تولید شد. اثر سال بر میانگین تعداد دانه‌های تولیدی در تجزیه مرکب در سطح یک درصد معنی دار بود و در سال اول تعداد دانه بیشتری تولید شد (جدول ۶). در سال دوم اثر تاریخ کاشت بر میانگین تعداد دانه تولیدی در سطح پنج درصد معنی دار بود و در تاریخ کاشت پاییزه با ۱۱/۸ دانه در مقایسه با کشت بهاره با ۷/۷ تعداد دانه بیشتری تولید شد (جدول ۵). بنابراین در تعداد دانه‌های تولیدی نیز همانند عملکرد ارقام آزاد و آرمان در تاریخ کاشت پاییزه مناسب‌تر بودند.

اثر فاکتورهای بررسی شده بر تعداد لارو

آمار جدول ۵ نشان می‌دهد در سال دوم اثر تاریخ کاشت بر تعداد لارو در سطح یک درصد معنی دار بود و در تاریخ کاشت پاییزه با ۱۶/۰ لارو در مقایسه با کشت بهاره با ۴/۰ لارو به ازای هر بوته تراکم لارو بیشتری وجود داشت. اثرات متقابل سال در تاریخ کاشت بر تعداد لارو در تجزیه مرکب در سطح پنج درصد معنی دار بود و در تاریخ کاشت بهاره سال دوم تعداد لارو کمتری وجود داشت (جدول ۷). بنابراین در کشت پاییزه با

بررسی منابع علمی نشان می‌دهد که کاشت پاییزه عملکرد بیشتری نسبت به کاشت بهاره تولید می‌کند و حتی عملکرد تا دو برابر کشت بهاره گزارش شده است، به دلیل این که کاشت پاییزه باعث استفاده بهتر از رطوبت خاک، فرار از تنش خشکی و گرما در زمان گلدهی و رسیدگی خواهد شد (Anonymus, 1987). عملکرد بالا در برخی از ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه ناشی از تسریع در گلدهی، تسریع در غلاف‌دهی و دوره گلدهی طولانی می‌باشد (Basu et al., 2002). نتایج تحقیقات قبلی نگارنده در ایلام نشان می‌دهد که کنترل آفت در کشت پاییزه راحت‌تر خواهد بود، چون توصیه فنی مبارزه با کرم‌های پيله‌خوار نخود به محض مشاهده اولین خسارت بعد از تشکیل پيله می‌باشد و در دهه سوم اردیبهشت‌ماه (زمان ظهور حداکثر لارو) کشت پاییزه حدود ۴۶-۲۰ درصد کپسول‌دهی داشته و می‌تواند زمان مناسب برای مبارزه شیمیایی باشد و انجام مبارزه عوارض جانبی بر روی بوته نخود نخواهد داشت (Jozeyan, 1997).

اثر فاکتورهای بررسی شده بر تعداد دانه‌های تولیدی

همان‌طور که آمار جدول ۴ نشان می‌دهد، اثر رقم بر میانگین تعداد دانه‌های تولیدی در تجزیه مرکب در سطح

عملکرد بالا و تراکم بالای آفت مواجه خواهیم بود. این موضوع تابع شرایط آب‌وهوایی منطقه نیز قرار می‌گیرد؛ مثلاً در منطقه مراغه کشت انتظاری نخود به دلیل عدم تطابق زمانی آن با مراحل زیستی و خسارت‌زایی آفت توان گریز از خسارت کرم‌های پيله‌خوار را داشته و جمعیت پایینی از آفت در کشت انتظاری در مقایسه با کشت بهاره مشاهده شده است (Seyyedi Sahebari & Bahrami, 2005). همان‌طور که آمار جدول ۳ نشان می‌دهد، اثر رقم بر تعداد لارو معنی‌دار نبود. ولی در سایر نقاط در خصوص تفاوت ارقام در ارتباط با خسارت آفت بررسی‌هایی به شرح زیر انجام گرفته است. یک منبع مقاومت خوب در ژرم پلاس ICC 506 وجود داشته و به نظر می‌رسد ترشح اسید اگزالیک و اسید مالیک منبع مقاومت در مقابل آفت می‌باشد (Henk et al., 1997). در کشور اوگاندا بیشترین و کمترین تراکم لارو به ترتیب در ارقام Annigeri و ICC506 با ۱/۳۴ و ۰/۲۲ لارو به ازای هر بوته مشاهده شده است (Going et al., 1994). در یک بررسی

دیگر مشخص گردید که حشرات ماده هیچ ژنوتیپ خاصی از نخود را برای تخم‌ریزی ترجیح نداده‌اند (Cotter & Edwards, 2006) و واریته‌هایی که مقاومت بالا به آفت داشته باشند، وجود نداشته ولی واریته‌های ICC10 و Vijay خسارت کمتری دیده‌اند (Gaur et al., 2010). در ارزیابی مقاومت نسبی خویشتان‌دان نخود وحشی در مقایسه با نخود زراعی در کشور هند مشخص شد که تعدادی از ارقام غیرزراعی دارای مقاومت نسبی به آفت بوده‌اند و این منابع مقاومت می‌تواند در تولید ارقام جدید نخود زراعی مورد توجه قرار گیرد (Sharma et al., 2006). در ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های نخود در منطقه مراغه ارقام ILC482 و 31-60-12 همراه با شاهد محلی جم نسبت به سایر ارقام کابلی مورد استفاده مقاوم‌تر بوده‌اند. همچنین ارقام تیپ کابلی (سفید) حساس‌تر ارقام تیپ دسی (سیاه) نسبت به کرم پيله‌خوار می‌باشند (Seyyedi Sahebari & Bahrami, 2004).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر سال بر تعداد دانه‌های تولیدی، تعداد دانه خورده شده و عملکرد
Table 6. Comparing the effect of year on grain production, seed ingested and yield

صفت Trait	سال اول First year	سال دوم Second year
میانگین تعداد دانه تولیدی در تجزیه مرکب Average number of grain production in the combined analysis	15.8 ^a	0.51 ^b
میانگین تعداد دانه خورده شده در تجزیه مرکب Average number of grain ingested in the combined analysis	0.83 ^a	0.52 ^b
عملکرد در تجزیه مرکب Yield in the combined analysis	484 ^a	252 ^b

بیشترین درصد پيله‌های آلوده در ژنوتیپ‌های بیونج و Filip97-102C به ترتیب ۱۴/۳ و ۱۱/۸ درصد و کمترین در تیمارهای ILC482 و 87211، CCl به ترتیب ۱ و ۲/۷ درصد بوده است (Bahrami, 1997).

اثر فاکتورهای بررسی شده بر تعداد دانه خورده شده همان‌طور که آمار جدول ۶ نشان می‌دهد، اثر سال بر میانگین تعداد دانه خورده شده در تجزیه مرکب در سطح یک درصد معنی‌دار بود و در سال اول تعداد دانه بیشتری خورده شد. در طرح شناسایی منابع مقاومت به کرم‌های پيله‌خوار نخود در ایستگاه تحقیقاتی سرارود کرمانشاه مشخص گردید که

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل سال در تاریخ کاشت و تعداد لارو
Table 7. Mean Comparison the effect of year on sowing date and number of larvae

صفت Trait	سال اول First year		سال دوم Second year	
	پاییزه Autumn	بهاره Spring	پاییزه Autumn	بهاره Spring
عملکرد در تجزیه مرکب Yield in the combined analysis	495 ^a	474 ^a	380 ^a	150 ^b
تعداد لارو در تجزیه مرکب Number of larvae in the combined analysis	0.15 ^a	0.12 ^a	0.17 ^a	0.05 ^b

نتیجه‌گیری

این‌که نتایج نشان می‌دهد با وجود تعداد لارو بیشتر عملکرد نیز بیشتر است، کشت پاییزه توصیه می‌شود و خسارت آفت اصلی آن عامل محدودکننده‌ای از نظر توصیه تاریخ کاشت پاییزه نخواهد بود. همچنین از بین ارقام مورد آزمایش کشت ارقام آزاد و آرمان در تاریخ کاشت پاییزه توصیه می‌گردد.

نهایتاً می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در کشت پاییزه تعداد لارو، تعداد دانه تولیدی و عملکرد در مقایسه با کشت بهاره افزایش می‌یابند. بنابراین، هرچند در مورد اثر تاریخ کاشت بر آفات نخود تحقیقات کمی انجام گرفته است، ولی با توجه به

منابع

1. Anonymus, 1987. Chickpea international yield trail winter Mediterranean region. In: International Nursery Report no. 9-Finnl Legume Nurseries. ICARDA, April 1987. Aleppo, Syria. 47-70 pp.
2. Bahrami, N. 1997. The Final Report Identification of Sources to Podborers on Chickpea Promising Lines in Dryland Conditions. p. 11. (In Persian with English Summary).
3. Bahrami, N. 2002. Survey of chickpea pod borers density and damage in Kermanshah. (Abstract). In: Abstract Book of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Sept 7-11, 2002. Razi University of Kermanshah. P92. (In Persian with English Summary).
4. Basu, P.S., Ali, M., and Chaturvedi, S.K. 2002. Adaptation of Photosynthetic Components of Chickpea to Water Stress. ICAR, Kanpur-208024 (UP).
5. Cotter, S.C., and Edwards, O.R. 2006. Quantitative genetics of preference and performance on chickpeas in the noctuid moth, *Helicoverpa armigera*. Department of Biological Sciences, Lancaster Environment Centre, Lancaster University, Lancaster LA1 4YQ, UK.
6. Ghorbani, R., Seyed, K.M., Mohsen, G., and Javad K.E. 2013. The effect of sowing date and plant density on population and infestation of chickpea pod borers in Lorestan province. Iranian Journal of Pulses Research 2: 85-96. (In Persian with English Summary).
7. Gaur, P.M., Tripathi, S., Gouda, C.L.L., Range, Rao G.V., Sharma, H.C., Pander, S., and Sharma, M. 2010. Chickpea Seed Production Manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.
8. Going-Latigot, M.W., Obuo, J.E., and Orotin, P. 1994. Infestation and pod damage by *Helicoverpa armigera* (Hubner) on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Uganda. International Journal of Pest Management 40(3): 245-248.
9. Henk, A., Rheenens, V., and Singh, O. 1997. Chickpea in Icrisat Programmes. Lepoisichiche au sein des programmes de lcrisat. Grain Legumes 17: 24-26.
10. Jozeyan, A. 1997. Biology evaluation of chickpea pod borer *Helicoverpa* spp. in different days of cultivation. Final Report has announced with number 76/18 in Agricultural Research and Education Organization, 29 page. (In Persian with English Summary).
11. Jozeyan, A. 2002. Abundance of different species of chickpea pod borers in Ilam Province. (Abstract). In: Abstract Book of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Sept 7-11, 2002. Razi University of Kermanshah. P53. (In Persian with English Summary).
12. Khanizad, A., and Khanooni, H. 2006. Comparison of resistance rate of 16 varieties from Chickpea (Deci & Kabooli) respect to chickpea pod borers. Agricultural Science Journal 16(1): 12. (In Persian with English Summary).
13. Mahjub, S.M., and Kaviani, M. 2002. Most favorable time of chemical control for chickpea pod borers in main infestation areas of this crop in Kermanshah Province. (abstract). In: Abstract Book of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Sept 7-11, 2002. Razi University of Kermanshah. P55. (In Persian with English Summary).
14. Sabaghpour, S.H., Pezashkpour, P., Safikhani, M., Sarparast, R., Saeed, A., Baegi, A., Mahmoodi, F., and Zali. H. 2005. Study on yield and adaptability of chickpea varieties at autumn planting under dryland condition. (abstract). In: Abstract Book of the 1th Iranian Pulse Crops Symposium, Nov 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. 160-161pp. (In Persian).
15. Seyyedi Sahebari, F., and Bahrami, N. 2004. Evaluation of chickpea genotypes for resistance to pod borer (*Helicoverpa* spp) under field condition. (Abstract). In: Abstract Book of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Aug 28-1 Sep, 2004. University of Tabriz. P369. (In Persian with English Summary).

16. Seyyedi Sahebari, F. 2005. Determine the population and infestation of pod borers (*Helicoverpa* spp.) on expectation and spring planted chickpeas. (Abstract). In: Abstract Book of the 1th Iranian Pulse Crops Symposium, Nov 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. 492-493 pp. (In Persian).
17. Sharma, H.C., Pampapathy, G., and Kumar, R. 2005. Standardization of cage techniques to screen chickpeas for resistance to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in greenhouse and field conditions. Journal of Economic Entomology, Published by: Entomological Society of America 98(1): 210-216.
18. Sharma, H.C., Bhagwat, M.P., Pampapathy, G. Sharma, J.P., and Ridsdill-Smith, T.J. 2006. Perennial wild relatives of chickpea as potential sources of resistance to *Helicoverpa armigera*. Genetic Resources and Crop Evolution Genetic Resources and Crop Evolution 53(1): 131-138.
19. Shekarian, M.B. 2002. Population dynamics of pod borers, larvae on chickpea and effect of some microbial insecticides in Lorestan province. (Abstract). In: Abstract Book of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Sept 7-11, 2002. Razi University of Kermanshah. P54. (In Persian with English Summary).

The effects of varieties and sowing dates on density and damage inflicted by chickpea podborer *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) under dry farming conditions

Jozeyan*, A.

Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran

Received: 6 November 2013
Accepted: 14 November 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.27877

Introduction

Chickpea pod borer worm damages the chickpea crops in countries such as India, Mexico, Australia, the USA, Uganda and Iran. This worm is considered as the main pest in chickpea cultivation. After cereals, chickpea cultivation involves the highest cultivation area in Ilam province and it is of utmost importance regarding the farmers income as well as cultivation sequence plans. In Ilam, Kermanshah, Lorestan and Golestan Provinces, which have a mild winter, therefore autumn cultivation is recommended instead of spring cultivation and while the damage of negative factors is higher in the autumn cultivation, the yield is still higher than the spring cultivation. Regarding chickpea cultivation in Ilam province, there are three different species of *Helicoverpa* that reducing the yield, which are as follows: (1) *Helicoverpa viriplaca*, (2) *H. armigera* and (3) *H. peltigera*. The species of *H. viaplaca* with 94 percent higher frequency than other species is the dominant species in chickpea cultivation by feeding on chickpea leaves and grains, these pests inflict damages. Biological study of chickpea pod borer worm in different plantation dates in Ilam Province showed that the highest larvae and pest density was witnessed during the period between May 10 and May 21. Different varieties of chickpea cultivates in different countries show that the reaction of different varieties to the damage inflicted by the pest has been different; Based on the available literature, there was no reported high resistance against the pest.

Materials & Methods

In order to investigate the effects of the date of plantation and the variety on the density and the extent of damage caused by the pest, this study was carried out using complete randomized block design (CRBD) in split plots with six different treatments and three replications in Shirvan Chardavol research station (Ilam Province, Iran) for two years. The main plots included of two plantation dates in autumn (early November) and spring (late February). Sub plots included of three distinct varieties of chickpea including varieties of Hashem, Arman and Azad. The area of each treatment was three meters by five meters and the row distance was 25 cm, the distance between plants on each row was 10 cm, the distance between plots was 1.5 m and the distance between blocks was 2 m. During farm experiment there was no pest control; however, other factors such as land preparation, weed control, blight control and so on were considered. On May 10 (when the most larvae were present), in each treatment, 50 plants were selected randomly and the number of the pest larvae was measured. Moreover, before crop harvesting in each treatment, 100 plants were randomly selected and the number of produced grains and the number of eaten grains (the damaged grains are inside capsules consisting of a noticeable hole where the larva has entered) were counted. Furthermore, the yield in each treatment was weighted and all the data for the scheme including the average produced grains, the average eaten grains in each plant, the average density of larvae in each plants and the treatment yields were analyzed after the transformation of the data using the GLM procedure with SAS software method.

Results & Discussion

Results indicated that in autumn cultivation, larva density per plant, grain number per plant and yield per hectare were 0.16 larva, 11.8 grains and 436 Kg, respectively, and those in spring cultivation were 0.04 larva, 7.7 g and 288 Kg, respectively. The results from the literature indicate a high yield and performance for the autumn cultivation due to better utilization of soil humidity, flowering acceleration, pod formation

*Corresponding Author: jozeyan@yahoo.com; Mobile: 09183410315

acceleration and longer flowering period, which leads to the fact that autumn cultivation be recommended instead of spring cultivation. Therefore, while in this plantation period, the density of the pest has also increased, still the yield is higher than other cultivation dates. The Arman and Azad varieties with yield of 465 and 400 Kg/ha in comparison with Hashem with 233 Kg/ha had the higher yields. The results of different studies have shown that there are no varieties of chickpea with a high resistance towards pod borer worms; however, some of the varieties show lower extents of damage. For instance, in India, the damage in ICC506 genotype was lower than that of ICC37 genotype. In overall, Kabul (white) genotype was reported to be more sensitive than Desi (black) genotype towards chickpea pod borer worms.

Conclusion

Among the studied plantation dates and varieties, the density, damage inflicted by the pest and the yield, it is concluded that Arman and Azad varieties had the best yield in autumn cultivations.

Key words: Chickpea, *Helicoverpa* sp Species, Planting Date

تنوع ژنتیکی و روابط بین برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی انتهای فصل

مریم رضایی نیا^۱، محمدرضا بی‌همتا^{۲*}، سیدعلی پیغمبری^۲، علیرضا عباسی^۲ و فاطمه قراجه‌داغی^۱

۱- دانشجویان کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه تهران

۲- اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

چکیده

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و شناسایی روابط بین عملکرد با برخی صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های نخود در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی، آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بر روی ۲۸ ژنوتیپ نخود به همراه دو رقم شاهد جم و کوروش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهران اجرا شد. با توجه به نتایج حاصل از همبستگی‌های فنوتیپی، تجزیه رگرسیون و علیت، صفات وزن غلاف کامل در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در بوته از جمله صفات تأثیرگذار بر بهبود عملکرد دانه بودند که صفت وزن غلاف کامل در بوته به عنوان صفت مرتبط با عملکرد دانه معرفی شد. بر اساس تجزیه به عامل‌ها تحت شرایط بدون تنش و تنش به ترتیب سه و چهار عامل انتخاب شدند که در مجموع ۶۹/۳۹ و ۸۹/۶۶ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. در هر دو شرایط عامل‌های اول و دوم که شامل صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن غلاف کامل در بوته، طول و عرض غلاف و روز تا گلدهی و غلاف‌دهی بودند، بیشترین درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. بر اساس پراکنش ژنوتیپ‌ها در نمودار بای‌پلات در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های ۲۹، ۲۲، ۴۷۴، ۲۳۹، ۳۷۰ و شاهد جم (۹۹۸)، و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های ۵۰۸، ۲۳۶ به همراه شاهد جم (۹۹۸) و کوروش (۹۹۹) که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، به عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای در شرایط بدون تنش و تنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب در سه و چهار گروه قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه علیت، صفات مورفولوژیکی

مقدمه

بیش از سایر تنش‌ها باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌گردد (Bernier et al., 2007). تحمل به خشکی صفتی است کمی و روش اندازه‌گیری مستقیمی برای آن وجود ندارد. این موضوع باعث مشکل‌شدن شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌شود (Takeda & Matsuoka, 2008). اما به نظر می‌رسد عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی اولین قدم برای انتخاب ژنوتیپ‌ها برای استفاده در کارهای به‌نژادی در شرایط تنش خشکی باشد (Farshadfar et al., 2001). از آنجایی که فاکتورهای محیطی و ژنتیکی اجزاء اصلی تعیین‌کننده عملکرد و کیفیت در گیاهان هستند، هدف اصلی در انتخاب معیارهای اصلاحی، باید بیشتر روی اثر فاکتورهای ژنتیکی متمرکز شود (Gifci et al., 2004).

هدف از انجام برنامه‌های به‌نژادی، انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها است و به منظور دستیابی به این هدف، باید جامعه مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی دارای تنوع مطلوب باشد و آگاهی از این تنوع خود نیازمند ارزیابی ژرمپلاس

حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی انسان ایفا می‌کنند و در بین حبوبات به لحاظ اهمیت غذایی، نخود سومین محصول جهانی است که در ۴۸ کشور جهان با سطحی بیش از ۱۱/۱۲ میلیون هکتار و تولیدی بیش از هشت میلیون تن کشت می‌شود. اما با وجود وسعت کشت بالای این گیاه، تولید کل در اکثر کشورهای تولیدکننده نخود بسیار کم است و یک شکاف عمیق بین پتانسیل تولید (پنج تن در هکتار) و تولید واقعی (۰/۸ تن در هکتار) وجود دارد (FAO, 2008). از دلایل مهم پایین بودن عملکرد نخود در ایران کشت ارقام کم محصول (اغلب توده‌های بومی) و حساسیت آن‌ها به تنش‌های مختلف محیطی است.

پدیده خشکی عارضه‌ای فوق‌العاده پیچیده است که با توجه به تغییرات اقلیمی جهانی و کاهش بارندگی‌های سالیانه

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۲۱۵۹۴۳۳۸، pomato1960@yahoo.com

پژوهش انجام شده (۲۳ تا ۸۶ درصد)، نشان‌دهنده تنوع بالایی موجود میان ژنوتیپ‌ها در پاسخ به تنش خشکی بود. در نهایت بیان شده است که در محیط تنش همبستگی منفی و معنی‌دار میان روز تا گلدهی و عملکرد دانه، مؤید اتخاذ راهبرد فرار از خشکی در ژنوتیپ‌های زودگل‌ده است. در بررسی چندساله روی حبوبات (نخود، نخود فرنگی و ماش) گزارش شده است که همبستگی بالایی بین مصرف آب و عملکرد دانه وجود دارد، به‌طوری‌که بالاترین پاسخ مربوط به گیاه نخود بود و هر میلی‌متر افزایش در مصرف آب سبب افزایش عملکرد به‌میزان ۱۰/۶ کیلوگرم در هکتار می‌گردد (Nielsen, 2001).

این تحقیق به‌منظور بررسی و شناسایی تنوع ژنتیکی میان ژنوتیپ‌های نخود مورد آزمایش موجود در کلکسیون حبوبات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و همچنین شناسایی صفات مرتبط با عملکرد دانه برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی صفات مورفولوژیکی و شناسایی اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های نخود در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. ۲۸ ژنوتیپ نخود به‌همراه دو رقم شاهد (جم و کوروش) از کلکسیون حبوبات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب (جدول ۱) و در یک آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در دو شرایط بدون تنش (نرمال) و تنش خشکی کشت گردید. کشت در اسفندماه سال ۱۳۹۱ به‌صورت دستی در هر کرت آزمایشی که شامل سه خط دو متری با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین هر ردیف و فاصله‌ی حدود ۱۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها و عمق کاشت پنج سانتی‌متر بود، صورت گرفت. اولین آبیاری پس از کاشت به‌عنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته شد. آبیاری هر دو قطعه بدون تنش و تنش خشکی پس از کاشت، هر هفت روز یک بار معادل ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر صورت گرفت، اما آبیاری قطعه تحت تنش خشکی با گلدهی تقریباً ۳۰ درصد بوته‌های مربوط به هر ژنوتیپ قطع شد. یادداشت‌برداری‌ها در طول فصل رشد صورت گرفت. با رسیدگی کامل بوته‌ها در تیر ماه ۱۳۹۲ پس از حذف اثر حاشیه در هر کرت، هفت بوته به‌صورت تصادفی به‌عنوان نمونه برداشت شد.

می‌باشد (Broughton et al., 2003). تعیین همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد اقتصادی بوته و تعیین روابط علت و معلولی بین آن‌ها، این توانایی را به اصلاح‌گر می‌دهد تا مناسب‌ترین و منطقی‌ترین نسبت بین اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌گردد، انتخاب نماید (Mardi et al., 2003). معلوم شده است که مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه نخود شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن متوسط دانه می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه‌ای گزارش شده که عملکرد دانه در نخود را می‌توان با انتخاب ایدئوتیپ‌هایی که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه بیشتری دارند، بهبود بخشید (Zali et al., 2011). نتایج نشان داد که عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد شاخه‌های ثانویه همبستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی همبستگی منفی و معنی‌داری دارد (Meena et al., 2010; Ali et al., 2012). در مطالعه تعیین ارتباط بین عملکرد و اجزای عملکرد نخود با استفاده از روش‌های مختلف آماری، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد در نخود بودند؛ بنابراین با انتخاب برای این صفات می‌توان به عملکرد بالا در نخود دست یافت (Kayani & Adak, 2012). تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که عملکرد بوته، تعداد شاخه‌های اولیه و شاخص برداشت به‌ترتیب با ۲۲/۲، ۱۹/۴۹ و ۲۲/۲ درصد بیشترین تغییرات ژنتیکی در بین توده‌های نخود را داشتند. نتایج تجزیه به عامل‌ها به روش حداکثر درست‌نمایی نیز شش عامل پنهانی که جمعاً ۷۵/۸۲ درصد از کل تنوع داده‌ها را توجیه کردند، نشان داد (Fazeli & Cheghamirza, 2011). در آزمایشی نتایج نشان داد که وزن غلاف با دانه و تعداد کل غلاف به‌ترتیب بیشترین اثر مستقیم و غیر مستقیم را بر عملکرد بوته دارد (Mardi et al., 2003). در آزمایشی دیگر نتایج نشان داد که تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه دارای اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه بودند. نتایج تجزیه رگرسیون نیز نشان داد که تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه ۹۶ درصد از تنوع کل را توجیه می‌کند (Yucel et al., 2006).

آبیاری تکمیلی، به‌ویژه در مرحله پُرشدن غلاف، موجب افزایش عملکرد اقتصادی می‌شود (Acquaah et al., 1991). نتایج بررسی‌های Ganjali et al., (2011) نشان داد که صفت روز تا گلدهی عمده‌تأثیر ژنتیکی بوده و تأثیر عوامل محیطی، به‌ویژه شرایط رطوبتی خاک بر این صفت ناچیز است. طبق اظهار نظر آنان وجود دامنه وسیع کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی در

جدول ۱- اسامی و منشأ ۳۰ ژنوتیپ نخود مورد بررسی

Table 1. Names and origin of studied 30 chickpea genotypes

شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype Code	منشأ Origin	شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype Code	منشأ Origin
308	12-071-03833	جیرفت	508	12-071-06885	ارومیه
198	12-071-03703	ارومیه	22	12-071-02090	کرج
357	12-071-03900	تربت جام	474	12-071-04053	درگز
239	12-071-03753	ارومیه	128	12-071-03718	ارومیه
139	12-071-03885	تربت جام	289	12-071-03811	جیرفت
345	12-071-03884	تربت جام	999	Control	کوروش (شاهد)
466	12-071-04043	اصفهان	36	12-071-02316	اصفهان
29	12-071-02270	اصفهان	2	12-071-01834	کرج
38	12-071-02351	قوچان	394	12-071-03946	تربت جام
552	12-071-06931	میانه	306	12-071-03831	جیرفت
129	12-071-03746	ارومیه	370	12-071-03916	تربت جام
236	12-071-03750	ارومیه	245	12-071-03760	جیرفت
606	12-071-06985	ماهان	375	12-071-03922	تربت جام
629	12-071-07007	اصفهان	478	12-071-04063	اصفهان
998	Control	جم (شاهد)	109	12-071-06678	ممغان

نتایج و بحث

تعیین ضرایب همبستگی ساده

به منظور ارزیابی رابطه بین صفات مورد بررسی و تعیین میزان تغییرات مشترک آن‌ها از لحاظ فنوتیپی، ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در شرایط بدون تنش و تنش خشکی محاسبه شد (جدول ۲). نتایج حاصل از مطالعات پیشین نشان می‌دهد که همبستگی بین عملکرد دانه نخود با سایر صفات ثابت نیست (Yousefi et al., 1997; Ozdemir, 1996).

نتایج حاصل از تحلیل همبستگی در شرایط بدون تنش نشان داد که عملکرد دانه در بوته با صفات وزن غلاف کامل در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. بیشترین ضریب همبستگی بین وزن غلاف کامل در بوته با عملکرد دانه در بوته ($r=0.85^{**}$)، وزن غلاف کامل در بوته با تعداد دانه در بوته ($r=0.71^{**}$) و بین طول غلاف با عرض غلاف ($r=0.66^{**}$) مشاهده شد. سایر محققان (Mardi et al., 2003; Ali et al., 2012; Kayan & Adak, 2012) نیز همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و صفات فوق گزارش کردند.

در شرایط تنش عملکرد دانه در بوته با صفات وزن غلاف کامل در بوته و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. بیشترین ضریب همبستگی در این شرایط بین عملکرد دانه در بوته و وزن غلاف کامل در بوته

صفات مورد بررسی شامل: تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا غلاف‌دهی، تعداد شاخه اصلی، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول و عرض غلاف (میلی‌متر)، وزن غلاف کامل در بوته (گرم) تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته (گرم)، وزن ۱۰۰ دانه (گرم) و تعداد دانه در غلاف بود. تجزیه‌های آماری از قبیل آزمون نرمال بودن داده‌ها و یک‌نواختی واریانس‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها، همبستگی، رگرسیون و تجزیه علیت، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.2، Minitab 16، Path 74 و SPSS 19 انجام شد. در تجزیه رگرسیونی صفت عملکرد به عنوان متغیر وابسته و بقیه صفات به عنوان متغیرهای مستقل مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس با استفاده از رگرسیون گام به گام مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد، مشخص شد و بر روی متغیرها، تجزیه علیت انجام گرفت. ضرایب عامل‌ها پس از چرخش وریماکس^۱ بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد شدند. به منظور اطمینان از صحت داده‌ها برای تحلیل عاملی از دو شاخص KMO (کاریزر-میر-اولکین) و آزمون کرویت بارتلت استفاده شد. همچنین داده‌ها به دو قسمت تصادفی تقسیم شدند و سپس تجزیه به عامل‌ها برای هر قسمت به طور جداگانه انجام شد. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با استفاده از مربع فاصله اقلیدوسی انجام شد.

^۱ Varimax

($r^{**}=0/98$)، طول غلاف و عرض غلاف ($r=0/94^{**}$)، تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی ($r=0/83^{**}$) مشاهده شد (جدول ۲). بین عملکرد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. (Kanouni & Malhotra, 2003) نیز در مطالعه بر روی ژنوتیپ‌های نخود نشان دادند که بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار دارد، ولی در مطالعات آنان بین عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. در اغلب موارد گزارش شده است که دو صفت عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی مثبتی با یکدیگر دارند (Sharma & Maloo, 1988; Sing et al., 1990; Acikgoz & Acikgoz, 1994).

به نظر می‌رسد هر صفت کمی، صرف‌نظر از آثار منفی یا مثبت آن بر گیاه، به نوعی در شکل‌گیری عملکرد دانه نقش داشته باشد. این نقش می‌تواند به صورت مستقیم و یا از طریق سایر صفات ایفا گردد. در شرایط تنش خشکی بین وزن ۱۰۰ دانه با تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت. گزارش شده است که با افزایش تعداد دانه و غلاف در بوته، وزن (اندازه) دانه کاهش می‌یابد (Singh et al., 1990). همبستگی بین تعداد دانه در غلاف با تعداد دانه در بوته مثبت و معنی‌دار بود که با نتایج (Yousefi et al., 1997) و (Kanouni & Malhotra, 2003) مطابقت داشت. ولی در آزمایش دیگری خلاف این موضوع گزارش شده است (ICARDA, 1997). (Singh et al., 1990) اظهار داشتند که ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بالا توانایی تولید تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بیشتری در شرایط مطلوب دارند. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و صفات ذکر شده در آزمایشات دیگری نیز گزارش شده است (Yucel et al., 2006; Meena et al., 2010; Malik et al., 2010; Toker & Cagiran, Rezaeyan Zadeh et al., 2011; 2004).

تجزیه رگرسیون و علیت

با توجه به نتایج رگرسیون گام‌به‌گام تحت شرایط بدون تنش خشکی، صفات وزن غلاف کامل در بوته و وزن ۱۰۰ دانه وارد مدل رگرسیونی شدند که در مجموع ۷۶/۹ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه می‌کردند که وزن غلاف کامل در بوته بیشترین اثر مستقیم و غیر مستقیم را بر عملکرد دانه در بوته داشت و به عنوان صفت مرتبط با عملکرد معرفی شد (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی نیز صفات وزن غلاف

کامل در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه به ترتیب وارد مدل شدند که در مجموع ۹۱/۹ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه کردند. تجزیه علیت با استفاده از صفاتی که وارد معادله رگرسیونی شدند، صورت گرفت که صفاتی که در رگرسیون مرحله‌ای وارد مدل شده بودند، به عنوان متغیرهای عاملی در نظر گرفته شدند. تحت شرایط تنش خشکی نیز وزن غلاف کامل در بوته بیشترین اثر مستقیم و غیرمستقیم را بر عملکرد دانه در بوته داشت (جدول ۴) و می‌توان آن را به عنوان صفت مهم برای دست‌یافتن به ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش معرفی کرد.

در مطالعه (Viakumar (1991), Mardi et al, (2003), Uddin et al, (1990) وزن غلاف کامل و تعداد بذر در بوته، به عنوان مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد بوته اعلام شدند. (Yucel et al, (2006 با توجه نتایج تجزیه علیت نشان داد که تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف‌های پُر به ترتیب بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه داشتند.

تجزیه به عامل‌ها

ضرایب همبستگی ممکن است اطلاعات کاملی از ارتباط بین صفات مختلف را ارائه نکند و از آنجایی که در مطالعه همبستگی صفات ارتباط یک متغیر با متغیر دیگر بدون در نظر گرفتن نقش دیگر متغیرها بررسی می‌شود، رابطه و همبستگی متغیرهای مستقل با یکدیگر قابل دست‌یابی نیست و با توجه به روابط پیچیده‌ای که بین صفات مرتبط با عملکرد وجود دارد، نمی‌توان فقط بر مبنای ضرایب همبستگی ساده بین صفات در مورد روابط بین آن‌ها قضاوت کرد. بنابراین به منظور درک روابط داخلی صفات و تعیین گروهی متغیرهای با بیشترین همبستگی از تجزیه به عامل‌ها استفاده گردید.

تجزیه به عامل‌ها، با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بر مبنای مقادیر ویژه بزرگتر از یک و ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۵ صرف‌نظر از علامت مربوطه، به عنوان ضرایب معنی‌داری پس از چرخش وریماکس انجام شد. تحت شرایط بدون تنش سه مؤلفه اصلی انتخاب شدند که حدود ۶۹/۳۹ درصد از کل تنوع را توجیه کردند (جدول ۵). عامل اول با توجیه ۳۰/۳۲ درصد از تغییرات شامل صفات طول و عرض غلاف با بار مثبت و روز تا گلدهی و غلاف‌دهی با بار منفی بود. عامل دوم با توجیه ۲۶/۷۸ درصد از تغییرات شامل ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار برای صفات وزن غلاف کامل در بوته، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته و ضریب عاملی منفی و معنی‌دار برای صفت تعداد دانه در غلاف بود و لذا عامل عملکرد نامیده شد.

جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود در شرایط بدون تنش (پایین قطر) و تنش خشکی (بالای قطر)

Table 2. Simple correlation coefficients between traits and yield in chickpea genotypes under non-stress (down) and drought stress (up) condition

Traite	صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.Branches/plant	تعداد شاخه	1	0.10 ^{ns}	-0.006 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.13 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.26 ^{ns}
2.Plant height(cm)	ارتفاع	0.44*	1	0.18 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.33 ^{ns}	-0.42*	0.09 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	-0.28 ^{ns}
3.Seed and pod weight(g)	وزن غلاف کامل در بوته	0.35 ^{ns}	0.23 ^{ns}	1	0.79**	0.98**	0.06 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.26 ^{ns}
4.Seeds/plant	تعداد دانه در بوته	0.23 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.71**	1	0.81**	-0.50**	0.64**	-0.35 ^{ns}	-0.35 ^{ns}	0.59**	0.58**
5.Yield/plant(g)	عملکرد دانه در بوته	0.34 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.85**	0.65**	1	0.03 ^{ns}	0.27 ^{ns}	0.07 ^{ns}	-0.005 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.26 ^{ns}
6.100-seed weight(g)	وزن ۱۰۰ دانه	0.51*	0.45*	0.17 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.37*	1	-0.73**	0.75**	0.69**	-0.64**	-0.63**
7.seeds per pod	تعداد دانه در غلاف	-0.02 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.31 ^{ns}	-0.44*	-0.26 ^{ns}	0.22 ^{ns}	1	-0.62**	-0.56**	0.61**	0.53**
8.Pod length(cm)	طول غلاف	0.28 ^{ns}	0.11 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.27 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.60**	0.28 ^{ns}	1	0.94**	-0.60**	-0.58**
9.Pod width(cm)	عرض غلاف	0.18 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	0.28 ^{ns}	-0.004 ^{ns}	0.66**	1	0.53**	-0.48**
10.Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	-0.09 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.13 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.35 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	-0.47**	-0.30 ^{ns}	1	0.83**
11.Day to 50% podding	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	-0.23 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.11 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	-0.37 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	-	0.58**	-0.57**	1

ns و **: به ترتیب عدم اختلاف آماری معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns,*and **: Not-significant, Significant at 5% & 1% probability level, respectively

جدول ۳- تجزیه ضرایب علیت برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش خشکی

Table 3. Path analysis for grain yield in chickpea genotypes under non-drought stress condition

Traite	صفات	ضریب همبستگی Correlation Coff.	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect via	
				1	2
Seed and pod weight	وزن غلاف کامل در بوته	0.85	0.81	-	0.04
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.37	0.23	40.1	-

جدول ۴- تجزیه ضرایب علیت برای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی

Table 4. Path analysis for grain yield in chickpea genotypes under drought stress condition

Traite	صفات	ضریب همبستگی Correlation Coff.	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect via		
				1	2	3
Seed and pod weight	وزن غلاف کامل	0.98	0.76	-	0.21	0.01
Seeds/plant	تعداد دانه	0.81	0.27	0.60	-	-0.06
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.03	0.12	0.05	-0.13	-

گیاهی مؤثر هستند، دارای اهمیت بوده و روزبه‌روز گسترش می‌یابد. با توجه به استفاده از چرخش و ریماکس که واریانس بین عوامل را حداکثر می‌نماید، عواملی که درصد بیشتری از تغییرات بین صفات را توجیه نمایند، از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند و بایستی مورد بررسی قرار گیرند. سایر محققان (Ebrahimi et al., 2011; Alipour et al., 2011; Sabkdest & Khyalparast, 2008; et al., 2006; Yucel) نیز در بررسی‌های خود برای نشان دادن صفات مؤثر بر عملکرد دانه از تجزیه به عامل‌ها استفاده کرده‌اند.

با توجه به این‌که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی، دو عامل اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در این عامل‌ها قرار داشتند، از این دو عامل جهت به‌دست آوردن پراکنش و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد. تحت شرایط بدون تنش (شکل ۱)، ژنوتیپ‌های ۲۹، ۲۲، ۴۷۴، ۲۳۹، ۳۷۰ و ۹۹۸ که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، عملکرد دانه در بوته بیشتری در شرایط بدون تنش نشان دادند. تحت شرایط تنش خشکی نیز موقعیت ژنوتیپ‌ها براساس دو عامل اصلی اول و دوم بررسی شد (شکل ۲) و ژنوتیپ‌های ۵۰۸، ۲۳۶ به‌همراه ژنوتیپ‌های شاهد جم (۹۹۸) و کورش (۹۹۹) که دارای عامل اول و دوم مثبت و بالاتری بودند، عملکرد دانه در بوته بیشتری تحت شرایط تنش خشکی نیز نشان دادند.

با توجه به منفی بودن تعداد دانه در غلاف می‌توان گفت که دو و یا سه بذری بودن باعث می‌شود که بذرها اندازه کوچک‌تر و در نتیجه وزن کمتر و با عملکرد رابطه منفی داشته باشد. عامل سوم با توجیه ۱۲/۲۸ درصد از تغییرات شامل ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار برای صفات تعداد شاخه، ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه بود.

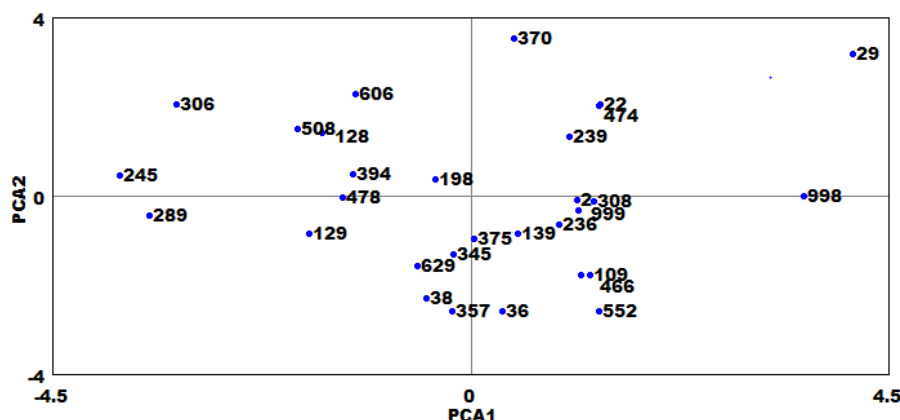
در شرایط تنش خشکی چهار عامل انتخاب شدند که در مجموع ۸۹/۶۶ درصد از تغییرات را توجیه کردند (جدول ۵). عامل اول با توجیه ۴۴/۸۶ درصد از تغییرات شامل صفات وزن ۱۰۰ دانه و طول و عرض غلاف با ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار و تعداد دانه در غلاف، تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی با ضرایب عاملی منفی و معنی‌دار بود. عامل دوم که ۲۳/۴۲ درصد از تغییرات را توجیه نمود، صفات وزن غلاف کامل در بوته، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته با ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار را شامل شد. بنابراین این عامل را می‌توان عامل مؤثر بر عملکرد نام‌گذاری کرد. در صورتی‌که انتخاب بر اساس این عامل صورت گیرد، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی خواهد داشت. عامل‌های سوم و چهارم که به‌ترتیب ۱۱/۸۱ و ۹/۵۵ درصد از تغییرات را به‌خود اختصاص دادند، دارای ضرایب عاملی مثبت و معنی‌دار برای صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه بودند.

استفاده از روش‌های چندمتغیره تجزیه به عامل‌ها در شناسایی عوامل مستقلى که به‌طور جداگانه بر صفات مهم

جدول ۵- تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی

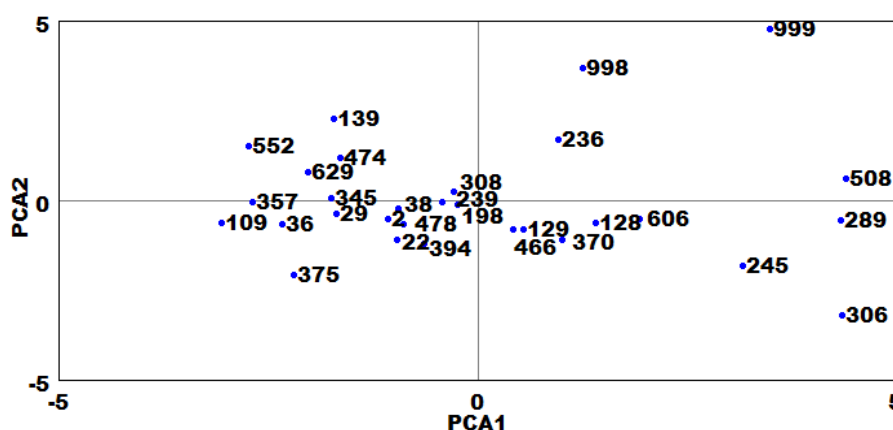
Table 5. Principal component analysis in chickpea genotypes under non-stress and drought stress conditions

Traite	صفات	عامل اول		عامل دوم		عامل سوم		عامل چهارم
		(First Factor)		(Second Factor)		(Third Factor)		(Forth Factor)
		نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	تنش
		non-stress	stress	non-stress	stress	non-stress	stress	stress
Pod length	طول غلاف	0.79	0.96	-0.18	0.07	0.35	-0.03	-0.10
Pod width	عرض غلاف	0.82	0.95	-0.01	0.02	-0.08	-0.19	-0.02
Day to 50% flowering	روز تا گلدهی	-0.69	-0.66	0.12	0.38	-0.13	-0.31	0.33
Day to 50% podding	روز تا غلاف‌دهی	-0.88	-0.61	-0.08	0.34	-0.07	-0.38	0.45
Seed and pod weight	وزن غلاف کامل	-0.10	-0.70	0.86	0.98	0.31	0.08	0.03
Seeds/plant	تعداد دانه	-0.20	-0.43	0.82	0.86	0.13	-0.14	-0.05
Yield/plant	عملکرد دانه	0.12	-0.02	0.75	0.98	0.43	0.07	-0.01
Seeds per pod	تعداد دانه در غلاف	0.01	-0.70	-0.70	0.32	0.35	-0.44	-0.14
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.42	0.86	-0.01	-0.03	0.77	0.33	0.03
Plant height	ارتفاع	-0.11	0.08	0.12	0.12	0.78	0.95	0.07
Branches/plant	تعداد شاخه	0.19	-0.03	0.24	-0.06	0.68	0.10	0.94
Eigen values	مقادیر ویژه	3.34	4.94	2.95	2.58	1.35	1.30	1.05
Proportion of variance	درصد واریانس نسبی	30.32	44.86	26.78	23.43	12.28	11.82	9.56



شکل ۱- پراکنش ژنوتیپ‌های نخود بر اساس عامل اول و دوم ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط بدون تنش خشکی

Fig. 1. Distribution of chickpea genotypes on the basis of the first and the second components under non-drought stress condition



شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ‌های نخود بر اساس عامل اول و دوم ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط تنش خشکی

Fig. 2. Distribution of chickpea genotypes on the basis of the first and the second components under drought stress condition

تجزیه خوشه‌ای

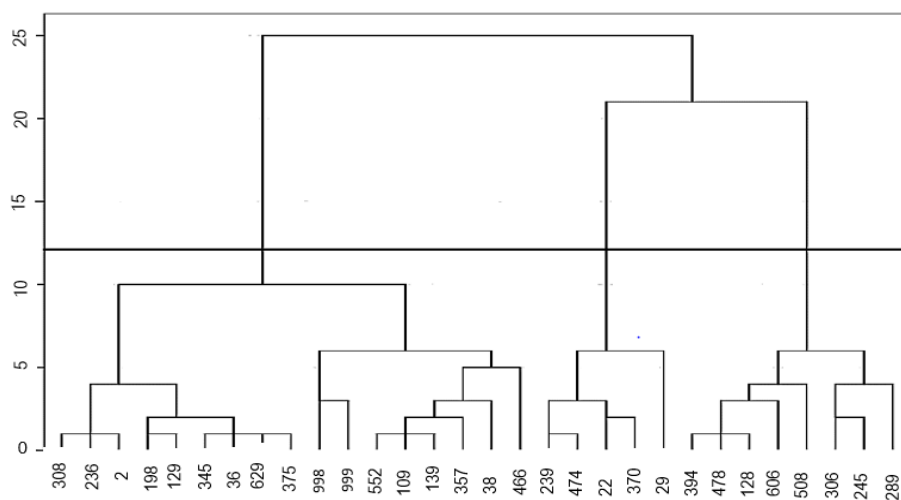
نتایج گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با روش ward و با استفاده از فاصله مربع اقلیدوسی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. بر اساس نتایج مذکور، ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش در سه کلاستر قرار گرفتند (شکل ۳) که ۱۷ ژنوتیپ به همراه ارقام جم (۹۹۸) و کورش (۹۹۹) در کلاستر اول، پنج ژنوتیپ در کلاستر دوم و هشت ژنوتیپ در کلاستر سوم قرار گرفتند. به منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌های به دست آمده از روش تجزیه خوشه‌ای، از تابع تشخیص استفاده گردید (جدول ۶). نتایج نشان داد که میزان موفقیت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها هنگامی که ژنوتیپ‌ها در سه گروه قرار می‌گیرند ۱۰۰ درصد می‌باشد که نشان از درستی گروه‌بندی دارد. همچنین به منظور بررسی بهتر گروه‌ها، برای تک تک صفات مورد بررسی به صورت جداگانه تجزیه واریانس

یک طرفه انجام شد، به طوری که بین گروه‌ها در کلیه صفات مورد بررسی به جز تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. بنابراین ژنوتیپ‌های قرار گرفته در درون گروه‌ها نسبت به ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه‌های متفاوت از نظر این صفات شباهت بیشتری با هم داشته و گروه‌بندی صحیح بوده است.

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین برای هر کلاستر (جدول ۷)، ژنوتیپ‌های گروه اول کمترین میانگین عملکرد را داشتند، ولی نسبت به دو گروه دیگر زودرس‌تر بودند. ژنوتیپ‌های گروه دوم از نظر اکثر صفات و عملکرد دانه میانگین بیشتری نسبت به دو گروه دیگر و میانگین کل داشتند که ژنوتیپ‌های قرار گرفته در این گروه، ژنوتیپ‌های انتخاب شده در نمودار بای پلات می‌باشند. از آنجایی که زودرسی یکی از اهداف مهم اصلاحی در نخود بوده (Singh & Saxena,

ژنتیکی (۸۴/۴۶) بودند، در حالی که ژنوتیپ‌های ۳۰۸ و ۲۳۶ دارای کمترین فاصله ژنتیکی (۲/۴۷) بودند. بنابراین در برنامه‌های اصلاحی مربوط به انتقال صفات کیفی بین ارقام از طریق تلاقی برگشتی می‌توان از ژنوتیپ‌های با فاصله ژنتیکی کم و برای برنامه اصلاحی جهت دستیابی به هتروزیس بالا می‌توان از ژنوتیپ‌های با فاصله ژنتیکی بالا جهت تلاقی با همدیگر استفاده نمود.

بنابراین از ژنوتیپ‌های موجود در این دو کلاستر می‌توان برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و زودرس در برنامه‌های تلاقی بعدی بهره گرفت. برای تعیین اختلاف ژنتیکی بین گروه‌ها، باید فاصله ژنتیکی بین آن‌ها محاسبه گردد. این اطلاعات برای تعیین والدین مناسب در برنامه‌های دورگ‌گیری مفید است. با استفاده از ماتریس تشابه بر اساس ضریب فاصله مربع اقلیدسی مشخص شد که ژنوتیپ‌های ۲۹ و ۲۸۹ دارای بیشترین فاصله



شکل ۳- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های نخود در شرایط بدون تنش خشکی

Fig. 3. Dendrogram of clustering chickpea genotypes under non-drought stress condition

ژنوتیپ‌ها در چهار کلاستر قرار می‌گیرند، اختلاف بیشتری بین صفات در گروه‌های مختلف وجود دارد. بنابراین ژنوتیپ‌های موردنظر در چهار کلاستر قرار داده شدند که ۹ ژنوتیپ در کلاستر اول، ۱۵ ژنوتیپ در کلاستر دوم، دو رقم جم و کورش در کلاستر سوم و چهار ژنوتیپ در کلاستر چهارم قرار گرفتند (شکل ۴).

در شرایط تنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چهار کلاستر قرار گرفتند. در این شرایط نیز برای اطلاع از صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تابع تشخیص برای چهار (جدول ۸) و دو کلاستر استفاده شد. با توجه به نتیجه تابع تشخیص در هر دو حالت میزان موفقیت تابع ۱۰۰ درصد بود، ولی با توجه به نتایج مقایسه میانگین و تجزیه واریانس مشاهده شد که وقتی

جدول ۶- نتایج تابع تشخیص برای صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط بدون تنش خشکی
Table 6. Result of discriminant analysis to confirmation chickpea genotype classification under non-drought stress condition

(Grouping)	اعضای گروه (Group)			جمع کل (Total)
	1	2	3	
مجموع (Sum)	1 17	0	0	17
	2 0	5	0	5
	3 0	0	8	8
درصد (%)	1 100	0	0	100
	2 0	10	0	100
	3 0	0	100	100

جدول ۷- مقایسه میانگین و انحراف معیار صفات گروه‌ها در تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط بدون تنش خشکی

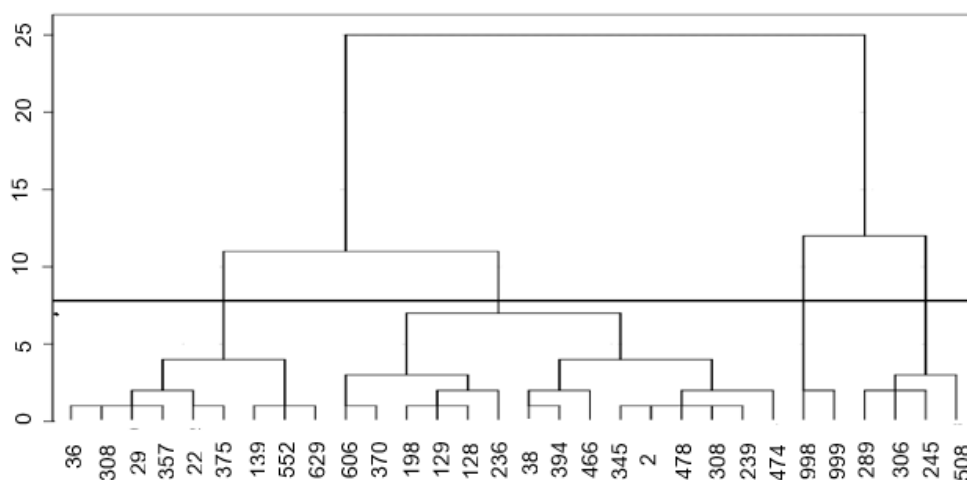
Table 7. Cluster analysis results in chickpea genotypes under non-drought stress condition

Traite	صفات	کلاستر اول Cluster I	کلاستر دوم Cluster II	کلاستر سوم Cluster III	میانگین کل Total mean
		17	5	8	
Branches.plant	تعداد شاخه	2.60 ^{ab} ±0.21	2.95 ^a ±0.64	2.41 ^b ±0.29	2.62
Plant height	ارتفاع	37.82 ^{ab} ±2.89	40.79 ^a ±2.55	36.10 ^b ±2.73	38.02
Seed and pod weight	وزن غلاف کامل در بوته	24.21 ^b ±5.39	41.26 ^a ±7.19	29.48 ^b ±4.27	28.40
Seeds.plant	تعداد دانه در بوته	74.86 ^c ±17.70	155.08 ^a ±16	108.80 ^b ±29.91	96.84
Yield.plant	عملکرد دانه در بوته	17.94 ^b ±5.78	29.18 ^a ±4.88	19.72 ^b ±4.67	20.31
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	21.55 ^a ±4.15	23.57 ^a ±3.38	16.15 ^b ±3.47	20.53
Seeds per pod	تعداد دانه در غلاف	1.05 ^a ±0.15	0.94 ^a ± 0.11	0.90 ^a ±0.22	0.99
Pod length	طول غلاف	19.76 ^a ±1.42	19.84 ^a ±1.17	16.77 ^b ± 1.31	19.08
Pod width	عرض غلاف	10.62 ^a ±1.84	10.25 ^{ab} ±0.93	8.76 ^b ±0.40	10.12
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	75.27 ^b ±2.71	75.80 ^b ±1.26	78.30 ^a ±3.17	75.93
Day to 50% poding	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	86.41 ^b ±1.83	87.07 ^{ab} ± 1.38	88.50 ^a ±1.41	86.96

*در هر ردیف، مقادیری با حروف غیرمشترک، اختلاف معنی‌داری با هم دارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد)
*Means by the uncommon letter in each row are significantly different according to Duncan's multiple range tests (5%)

مقدار را به خود اختصاص دادند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ژنوتیپ‌های موجود در کلاستر سوم اهمیت به‌سزایی در برنامه‌های گزینش برای دستیابی به عملکرد بالاتر و برنامه‌های تلاقی بعدی دارند. ژنوتیپ‌های موجود در کلاستر چهارم نسبت به سه گروه دیگر دیررس‌تر بودند. با توجه به اهمیت عملکرد دانه و زودرسی که از اهداف مهم اصلاحی نخود می‌باشد، می‌توان از تلاقی ژنوتیپ‌های موجود در گروه سوم و گروه اول برای تولید ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و زودرس استفاده کرد. در شرایط تنش نیز ژنوتیپ‌های ۹۹۹ (کوروش) و ۱۰۹ دارای بیشترین فاصله ژنتیکی (۸۴،۷۳) و ژنوتیپ‌های ۳۴۵ و ۲ دارای کمترین فاصله ژنتیکی (۴۸،۱) بودند.

نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین گروه‌ها در کلیه صفات مورد بررسی به‌جز تعداد شاخه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. با توجه به مقایسات میانگین و انحراف معیار برای هر کلاستر (جدول ۹)، مشخص شد که ژنوتیپ‌های گروه اول ژنوتیپ‌هایی زودرس هستند و کمترین میانگین را از نظر وزن غلاف با دانه، تعداد دانه و عملکرد دانه دارند. بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های زودرس در این تحقیق معرفی کرد. ژنوتیپ‌های گروه دوم از نظر اکثر صفات حد متوسطی را نشان دادند و نزدیک به میانگین کل بودند. ژنوتیپ‌های موجود در گروه سوم از نظر وزن غلاف با دانه، تعداد دانه، عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف بیشترین



شکل ۴- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش خشکی

Fig. 4. Dendrogram of clustering chickpea genotypes under drought stress condition

جدول ۸- نتایج تابع تشخیص برای صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های نخود تحت تنش خشکی

Table 8. Result of discriminant analysis to confirmation chickpea genotype classification under drought stress condition

	اعضای گروه (Group)		جمع کل (Total)		گروه‌بندی (Grouping)
	1	2	3	4	
مجموع (Sum)	1	9	0	0	17
	2	0	15	0	5
	3	0	0	2	8
	4	0	0	4	
درصد (%)	1	100	0	0	100
	2	0	100	0	100
	3	0	0	100	100
	4	0	0	100	100

جدول ۹- مقایسه میانگین و انحراف معیار صفات گروه‌ها در تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط تنش خشکی

Table 9. Cluster analysis results in chickpea genotypes under drought stress condition

Traits	صفات	کلاستر اول Cluster 1	کلاستر دوم Cluster 2	کلاستر سوم Cluster 3	کلاستر چهارم Cluster 4	میانگین کل Total mean
		9	15	2	4	
Branches/plant	تعداد شاخه	2.43 ^a ±0.08	2.42 ^a ±0.۲۴	2.26 ^a ±0.27	2.43 ^a ±0.۲۲	2.41
Plant height	ارتفاع	34.57 ^{ab} ±1.04	36.81 ^a ±2.43	34.84 ^{ab} ±1.17	32.15 ^{ab} ±2.36	35.38
Seed and pod weight	وزن غلاف کامل در بوته	16.12 ^b ±4.69	17.81 ^b ± 2.56	31.88 ^a ±3.63	18.18 ^b ±5.29	18.29
Seeds.plant	تعداد دانه در بوته	39.24 ^c ±9.24	56.48 ^c ± 10.39	130.71 ^a ±32.99	91.05 ^b ±3.19	60.87
Yield.plant	عملکرد دانه در بوته	10.86 ^b ±3.44	12.84 ^b ± 1.90	26.56 ^a ±1.92	3.28 ^b ±3.82	13.22
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	26.11 ^a ±3.47	22.35 ^a ±3.62	22.03 ^a ±5.70	14.92 ^b ±1.79	22.33
seeds per pod	تعداد دانه در غلاف	0.83 ^c ±0.07	0.93 ^c ±0.10	1.00 ^b ±0.08	1.21 ^a ±0.04	0.94
Pod length	طول غلاف	20.47 ^a ±0.78	18.08 ^b ±0.88	19.82 ^a ±0.06	15.11 ^c ±1.21	18.52
Pod width	عرض غلاف	10.86 ^a ±0.30	9.06 ^c ±0.47	10.05 ^b ±0.29	8.13 ^d ±0.53	9.54
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	74.70 ^b ±1.54	76.31 ^b ±1.96	80.00 ^a ±2.36	80.92 ^a ±2.70	76.69
Day to 50% podding	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	85.11 ^b ±1.49	^b 85.38±1.72	87.67 ^a ±0.47	89.50 ^a ±0.84	86

*در هر ردیف، مقادیری با حروف غیرمشترک، اختلاف معنی‌داری با هم دارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

*Means by the uncommon letter in each row are significantly different according to Duncan's multiple range tests (5%)

نتیجه‌گیری

تغییرات داده‌ها را توجیه کردند، به‌عنوان عامل‌های عملکرد و اجزای عملکرد معرفی شدند که پس از ترسیم بای‌پلات در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های ۲۹، ۲۲، ۴۷۴، ۲۳۹، ۳۷۰ و شاهد جم (۹۹۸)، و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های ۵۰۸، ۲۳۶ به‌همراه شاهد جم (۹۹۸) و کورش (۹۹۹) که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای در شرایط بدون تنش و تنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌ترتیب در سه و چهار گروه قرار گرفتند که در تمایز ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات موردنظر به‌صورت مطلوب عمل کرد و پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس نمودار بای‌پلات را تأیید می‌کرد.

نتایج همبستگی‌های فنوتیپی، رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه علیت صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود تحت دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی نشان داد که صفات وزن غلاف کامل در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه، از جمله صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه در بوته در هر دو شرایط بودند که برای گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا می‌توان گزینش هم‌زمانی را برای این صفات انجام داد. با توجه به این‌که بیشترین تنوع برای این صفات در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد، بنابراین می‌توان با انتخاب و اصلاح برای این صفات، عملکرد دانه در بوته را به‌نحو مطلوبی افزایش داد. در هر دو شرایط عامل‌های اول و دوم که بیشترین درصد

منابع

1. Acikgoz, N., and Acikgoz, N. 1994. Path analysis for evaluation of characters affecting seed yield in chickpeas at different sowing time. Crop Science Congress 2: 121-125.
2. Acquaah, G., Adams, M.W., and Kelly, J.D. 1991. Identification of effective indication of erect plant architecture in dry bean ideotype. Crop Science 31: 261-264.
3. Ali Pour Yamchi, H., Bihamta, M.R., Peighambari, S.A., Naghavi, M., and Shafiee Khorshidi, M. 2011. Evaluation of genetic diversity and classification of Kabuli chickpea genotypes in late season drought stress Journal of Crop Breeding 3(7): 53-70. (In Persian with English Summary).
4. Ali, Q., Ahsan, M., Khan, N.H., Ali, F., Elahi, M., and Elahi, F. 2012. Genetic analysis for various quantitative traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences 6(1): 51-57.
5. Bernier, J., Altin, G.N., Serraj, R., Kumar, A., and Spaner, D. 2007. Review: Breeding upland rice for drought resistance. International Rice Research Institute. 33P.
6. Broughton, W.J.G., Hernández, M., Blair, S., Beebe, P., and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp) model food legume. Plant Soil 252: 55-128.
7. Chaghamirza, K., and Farshadfar, E. 2005. Study of relationships between yield and yield components in chickpea. Abstracts of the 9th Iranian Congress of Crop Science and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. (In Persian).
8. Cheghamirza, S. 2007. Evaluation of Genetic Diversity in Chickpea using Agronomic Traits. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Kermanshah, Kermanshah, Iran (In Persian).
9. Ciftci, V., Togay, N., Togay, Y., and Dogan, Y. 2004. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Asian Journal of Plant Sciences 3(5): 632-635.
10. Ebrahimi, M., Bihamta, M.R., Hossein zadeh, A.H., Khiyalparast, F., and Golpashi, M. 2010. Evaluation of reaction yield and yield components of white bean genotypes under water stress. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 347-358. (In Persian).
11. FAO. 2008. Food Outlook, Global Market Analysis. <http://www.fao.Food outlook.com>.
12. Farshadfar, A., Zamani, M.R., Motallebi, M., and Emam Jomae, A. 2001. Selection for drought resistance in chickpea lines. Iranian Journal of Agricultural Sciences 32 (4): 65-77. (In Persian).
13. Fazeli, F., and Cheghamirza, K. 2011. Genetic variation in Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L. Kabuli type) based on agronomic traits and RAPD marker. Seed and Plant Improvement Journal 1-27(4): 555-579. (In Persian).
14. Ganjeali, A., Porsa, H., and Bagheri, A. 2011. Response of yield and morphophysiological characteristics of earliness chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Iranian Journal of Pulses Research 2(1): 65-80. (In Persian with English Summary).
15. ICARDA. 1997. Food Legume Improvement Program: Annual Report 1996. Aleppo, Syria: ICARDA.
16. Kanouni, H., and Malhotra, R.S. 2003. Genetic variation and relationships between traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under dryland conditions. Iranian Journal of Field Crop Science 5(3):185-193. (In Persian with English Summary).
17. Kayan, N., and Adak, M.S. 2012. Associations of some characters with grain yield in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal Botany 44(1): 267-272.
18. Malik, S.R., Bakhsh, A., Asif, M.A., Iqbal, U., and Iqbal, S.M. 2010. Assessment of genetic variability and interrelationship among some agronomic traits in chickpea. International Journal of Agriculture and Biology 12(1): 81-85.
19. Mardi, M., Taleei, A.R., and Omid, M. 2003. Study of genetic diversity and identification of yield components in desi chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science 34(2): 345-351. (In Persian).
20. Meena, H.P., Kumar, J., Upadhyaya, H.D., Bharadwaj, C., Chauhan, S.K., Verma, A.K., and Rizvi, A.H. 2010. Chickpea mini core germplasm collection as rich sources of diversity for crop improvement. Journal of SAT Agricultural Research 8: 1-5.
21. Nielsen, D.C. 2001. Production function for chickpea, field pea, and lentil in the central great plains. Agronomy Journal 93: 563-569.
22. Ozdemir, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter 3: 9-21.
23. Rezaeyan Zadeh, E., Parsa, M., Ganjali, A., and Nezami, A. 2011. Responses of yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) to supplemental irrigation in different phenology stages. Journal of Water and Soil 25(5): 1080-1095. (In Persian with English Summary).

24. Sabokdast, M., and Khyalparast, F. 2008. A study of relationship between grain yield and yield components in Common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural of Resource 11(42) : 123-134. (in Persian).
25. Sharma, P.P., and Maloo S.R. 1988. Correlation and path coefficient analysis in Bengal gram (*Cicer arietinum* L.). Journal of Maharashtra Agriculture University 75(3-4): 95-98.
26. Siddique, K.H.M., Loss S.P., and Thomsons, B.D. 2003. Cool seasons grain legume in dry land Mediterranean environment of western Australia: Significance of early flowering. pp: 151-163. In: N.P. Saxena (Ed.). Management of Agriculture Drought "Agronomic and Genetic Options". Science Publishers Inc, NH, USA.
27. Singh, K.B., and Saxena, M.C.1999. Studies on drought tolerance. Annual Report, ICARDA, Aleppo, Syria. pp: 108-113.
28. Singh, K.B., Bejiga, G., and Malhotra, R.S. 1990. Associations of some characters with seed yield in chickpea collection. Euphytica 49: 83-88.
29. Takeda, S., and Matsuoka, M. 2008. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population change. Nature 9: 444-457.
30. Toker, G., and Cagiran, M.I. 2004. The use of phenotypic correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Hereditas 140: 226-228.
31. Uddin, M.J., Hamid, M.A., Rahman, A.R.M.S., and Newaz, M.A. 1990. Variability, correlation and path analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Bangladesh. Bangladesh Journal, Plant Breeding and Genetics 3: 51-55.
32. Viakumar, C., Salmath, P.M., Goud, J.V., and Parameshw, R. 1991. Genetic variability and genotype environment interaction in Chickpea. Journal of Maharashtra Agriculture University 16(1): 37-39.
33. Yousefi, B., Kazemi Arbat, H., RahimZadeh Khoyi, F., and Moghadam, M. 1997. Study for some agronomic traits in chickpea cultivars under two irrigation regimes and path analysis of traits under study. Journal of Agricultural Sciences 147-162. (In Persian with English Summary).
34. Yucel, D.O., Anlarsal, A.E., and Yucel, C. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 183-188.
35. Zali, H., Farshadfar, E., and Sabaghpour, S.H. 2011. Genetic variability and interrelationships among agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Crop Breeding Journal 1(2): 127-132.

Genetic diversity and relationships between some agronomic traits of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under non-stress and terminal drought stress conditions

Rezaeinia¹, M., Bihamta^{2*}, M.R., Peyghambari², S.A., Abbasi², A.R. & Gharajedaghi¹, F.

1- MSc Student, College of Agronomy, University of Tehran

2- College of Agronomy, University of Tehran

Received: 06 September 2015

Accepted: 18 November 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.48717

Introduction

Legumes are one of the most important sources of protein in the diet of many people in developing countries and are the second largest source of human food. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) ranks 2nd in cultivated area of legumes in the world. Low chickpea performance in Iran with respect to environmental conditions and inaccessibility to adequate water and appropriate genotype and little breeding works has been done on it. Since the main components of genetic and environmental factors that determine the yield and quality of plants, the main purpose of the selection of breeding indices, should focus more on the effects of genetic factors. Genetic diversity in chick pea collection can be used in breeding program for selection of genotype with desirable agronomic traits. Studying relationships between agronomic traits would assist breeders to identify the effective traits and use proper selection intensity in their breeding programs.

Material & Methods

In order to evaluate the genetic diversity and identify relationships between yield with other morphological traits, in chickpeas genotype, 28 Kabuli genotypes with two controls i.e. Jam and Kourosh, under non-stress and terminal drought stress condition, an experiment was carried out in a complete block design with three replications on research farm of University of Tehran in 2013.

Results & Discussion

For most of the traits, results showed that there were significant differences among genotypes which revealed genetic variation among them. The results of phenotypic correlation under non-stress condition showed that seed yield per plant had significant and positive correlation with seed and pod weight per plant, number of seeds per plant and 100 seed weight. Results under drought stress condition showed that seed yield per plant with seed and pod weight and number of seeds per plant had significant and positive correlation at 1% probability level. According to the results of phenotypic correlations, stepwise regression, path analysis in both conditions (non-stress and with terminal stress), it could be concluded that, the traits such as seed and pod weight per plant, 100-seed weight, and number of seeds per plant were most important and effective traits affecting yield and considering that among the genotypes. Since most variation was observed among genotypes for these traits, therefore selecting and breeding for them could be ideal for improving yield. Based on factor analysis under the non-stress condition, the three factors were selected that explained 69.3 percent of the total variations. The first, second, and third factors were explained 30.32, 26.78 and 12.28 percent of the variations, respectively. The second factor that included five traits (seed and pod weights per plant, number of seeds per plant, seed yield per plant and number of seed per pod) was introduced as the components of yield. Under the terminal drought stress condition, four factors selected that totally were explained 89.6 percent of the variations. The first, second, third and fourth factors were explained as 44.86, 23.43, 11.82 and 9.56 percent of the variations, respectively. In these conditions also, the

*Corresponding Author: pomato1960@yahoo.com; Mobile: 09121594338

second factor that included four traits (seed and pod weights per plant, number of seeds per plant and seed yield per plant) was introduced as components of yield. Therefore, these two factors used to identify genotypes with high yield and yield components, in non-stress condition the genotypes 22,474,239,370 and control genotype Jam (No. 998), and in stress condition the genotypes 508,236 with two control genotypes Jam (No. 998) and Kourosh (No. 999) were selected as high yield and component yield genotypes. According to the results of cluster analysis based on the square Euclidian distance and Ward method, under non-drought stress condition the genotypes classified in 3 clusters. The genotypes of second cluster had high yield comparing with the other clusters and total genotypes average. According to the results of cluster analysis under drought stress condition, the genotypes classified in 4 clusters that the genotypes of third cluster, in seed and pod weights per plant, number of seeds per plant, seed yield per plant and number of seed per pod traits had the highest average comparing with other clusters and total genotypes average. According to the result of cluster analysis, the genotypes in third cluster with two control genotypes (Jam and Kourosh) could be use for produce hybrids and getting yield hybrids.

Conclusion

According to the results, the studied chickpea germplasm, are valuable resources, in addition to possess new traits provide high diversity for breeders to improve of the new varieties.

Key words: Cluster analysis, Factor analysis, Morphological traits, Path-analysis

تأثیر قارچ میکوریز، باکتری سودوموناس و اسیدهیومیک بر شاخص‌های رشدی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

شاهین شاهسونی^{۱*}، شاهرخ قرنچیک^۲ و ندا جدیدالاسلام^۳

۱- استادیار گروه علوم خاک (حاصلخیزی و تغذیه گیاه)، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات (بیوتکنولوژی)، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

۳- کارشناس ارشد رشته علوم خاک

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۶

چکیده

لوبیا یکی از حبوبات مهم است که به صورت مستقیم مورد استفاده انسان قرار گرفته و این محصول با داشتن حدود ۲۲ درصد پروتئین و ۵۰ تا ۶۰ درصد کربوهیدرات، ارزش غذایی بالایی دارد. کودهای بیولوژیک (مایع، جامد یا نیمه جامد) حاوی یک یا چندگونه میکروارگانیسم خاص بوده و باعث گسترش بیشتر و بهتر سیستم ریشه‌ای و جذب بهتر عناصر و در نتیجه رشد بیشتر گیاه شده و با بالابردن کمی و کیفی اجزای عملکرد گیاهان، موجب افزایش عملکرد می‌شوند. به منظور بررسی اثر قارچ میکوریز و باکتری سودوموناس به عنوان کودهای زیستی و اسیدهیومیک بر عملکرد گیاه لوبیا آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو سطح قارچ (M_0 : عدم مایه‌زنی با قارچ، M_1 : مایه‌زنی با قارچ *Glomusetunicatum*)، دو سطح باکتری (S_0 : عدم مایه‌زنی با باکتری و S_1 : مایه‌زنی با باکتری *Pseudomonas putida*) و سه سطح اسیدهیومیک (H_0 : عدم مصرف اسیدهیومیک، H_1 : مصرف ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، H_2 : مصرف ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) در پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ترکیب دو کود زیستی باکتری و قارچ میکوریز باعث افزایش معنی دار در وزن دانه و تعداد دانه در غلاف شد. کاربرد مایه‌زنی گیاه لوبیا با قارچ *Glomus etunicatum* میزان عملکرد دانه را به طور متوسط ۲/۸۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. نتایج آزمایش به طور کلی نشان داد که تیمارهای اعمال شده بر اکثر خصوصیات صفات زراعی لوبیا تأثیر مثبت داشتند و اسیدهیومیک توانست به طور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهیومیک، قارچ میکوریز، لوبیا، *Pseudomonas putida*

مقدمه

حبوبات به عنوان یکی از مهم ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین بعد از غلات، دومین منبع مهم غذایی انسان هستند و جزء اصلی رژیم غذایی بسیاری از مردم فقیر جهان را تشکیل می‌دهند؛ چراکه مقادیر قابل توجهی پروتئین مرغوب موجود در دانه این محصولات در ترکیب با غلات می‌تواند یک ترکیب ارزشمند غذایی فراهم نماید. این گیاهان با تثبیت زیستی نیتروژن ضمن بهبود حاصلخیزی خاک به صورت گیاهان پوششی و یا در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثر بوده و نقش مهمی در پایداری نظام‌های کشاورزی ایفا می‌نمایند و برای تنوع بخشی به نظام‌های کشت مبتنی بر غلات به عنوان محصولات ممتاز در نظر گرفته می‌شوند (Parsa & Bagheri, 2008).

به طور کلی افزایش محصول در گرو به کارگیری بهینه نهاده‌های کشاورزی از جمله کود می‌باشد. کودهای شیمیایی در ایران نیز از مهم ترین نهاده‌های کشاورزی به حساب می‌آیند. کودهای شیمیایی یکی از عوامل اصلی افزایش حاصلخیزی خاک می‌باشند، ولی استفاده بیش از اندازه از آن‌ها به ویژه هنگامی که با عملیات مدیریتی نامناسب مثل سوزاندن بقایای گیاهی همراه شود، میزان ماده آلی خاک را به شدت کاهش می‌دهد. این موضوع بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تأثیر گذاشته و امکان فرسایش را در این خاک‌ها افزایش می‌دهد. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی با تأثیر سوء روی ساختمان خاک، به عدم تعادل در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و در نتیجه کاهش جذب عناصر غذایی منجر می‌گردد (Adeleye et al., 2010; Seran et al., 2010). امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی توجه بیشتری به کودهای زیستی (بیولوژیک) برای جایگزینی با کودهای

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۲۳۷۳۱۶۶، shahsavani2001@yahoo.com

احیاء و حفظ محیط زیست می‌شوند. بررسی منابع نشان داده که باکتری‌ها اثر سودمندی بر رشد گیاه به‌وسیله تأمین مواد غذایی موردنیاز گیاه، تولید آنتی بیوتیک، افزایش تولید عوامل رشدی گیاه و جلوگیری از بیماری‌های ریشه دارند (Davison, 1998).

مواد هیومیک بخش اصلی و مهم تشکیل‌دهنده مواد آلی طبیعی در خاک است. اعتقاد بر این است که غلظت اسیدهیومیک در یک گرم خاک در حالت طبیعی کمتر از 10 mg L^{-1} است، اما همین مقدار نقش ویژه‌ای بر عناصر فلزی و انتقال، جذب و دفع آن‌ها دارد که از نظر زیست‌محیطی حائز اهمیت فراوان است و با حضور آن‌ها در محیط خاک به‌عنوان ماکرو مولکول در فاز کلئیدی وضعیت فلزات پیچیده‌تر می‌شود (Widada et al., 2007; Zahir et al., 2004). اسیدهیومیک بخش خاص و با ثباتی از مواد هوموسی است که دارای تعامل با طیف گسترده‌ای از مواد از جمله فلزات و آلایندگی‌های آلی موجود در آب و خاک می‌باشد (Wahyudi et al., 2011). اسیدهیومیک می‌تواند رفتاری شبیه مواد محرک رشد، خصوصاً هورمون‌های اکسینی، از خود بروز دهد و از این طریق موجب بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد گیاهان گردد. اراضی خشک و نیمه‌خشک نوعاً با شرایط قلیایی مواجه هستند و اسیدهیومیک به‌دلیل حالیت بیشتر می‌تواند اثرات مثبتی بر رشد گیاهان داشته باشد. منتهی کمبود مواد آلی در این اراضی مشکل اصلی به‌حساب می‌آید (Arancon et al., 2006). ورمی‌کمپوست منبع غنی از مواد هیومیک بوده و دارای ۳۶-۱۷ درصد اسیدهیومیک و ۳۰-۱۳ درصد اسید فولویک است (Orlov & Biryukova, 1996). با توجه به مطالب مذکور، هدف از انجام این مطالعه بررسی و مقایسه تأثیر متقابل قارچ میکوریز، باکتری سودوموناس و اسیدهیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی زادمایه قارچی: زادمایه قارچی قارچ میکوریز آربوسکولار گونه *Glomus etunicatum* (تهیه‌شده از آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه تبریز) در بستر خاک لوم شنی استریل با میزبان گیاهی سورگوم، به مدت سه-چهار ماه تکثیر شد. در این مدت از ۱۶ ساعت روشنایی (با نور تکمیلی فلورسنت) و هشت ساعت تاریکی استفاده شد. آبیاری گیاهان با آب مقطر و در فواصل منظم از محلول غذایی راریسون با نصف غلظت فسفر استفاده شد. در فواصل ۴۵ روز و ۳ ماه پس از کشت گلدانی، نمونه‌برداری و رنگ‌آمیزی ریشه به‌منظور ارزیابی میزان تکثیر قارچ در گلدان‌ها انجام شد. پس از اطمینان از

شیمیایی شده است. از آنجاکه مدیریت کود از عوامل اصلی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب می‌گردد، لذا جایگزینی تدریجی کودهای زیستی به‌دلیل مزایای نسبی این کودها و به‌علاوه ارزانی آن‌ها نسبت به کودهای شیمیایی خصوصاً کودهای نیتروژنی و فسفاتی می‌تواند بار سنگین یارانه را از دوش دولت برداشته و گامی دیگر در جهت شکوفایی اقتصاد کشور به‌حساب آید. از طرف دیگر مصرف کودهای زیستی بدون نگرانی از اثرات سوء زیست‌محیطی غالباً موجب بهبود شرایط فیزیکی-شیمیایی و زیستی خاک‌ها شده، افزایش حاصلخیزی و باروری اراضی را به‌دنبال دارد (Peiranosheh et al., 2010). چرخه بقایای آلی دارای یک ارزش جهانی برای کشاورزی پایدار و همچنین کاهش آلایندگی‌ها در محیط زیست می‌باشد. امروزه به‌کارگیری روش‌های زیستی به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه‌داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی مطرح می‌باشد (Darzei et al., 2008). کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی پایدار تولید را در سیستم‌های کشاورزی تضمین می‌کنند (Saleh Rastein, 2001).

استفاده از کودهای زیستی نظیر قارچ‌های میکوریزی و زیکولار آربوسکولار و میکروارگانیسم‌های محرک رشد در کشاورزی، علاوه‌بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهم‌کردن عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌گردند (Arancon et al., 2004).

باکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه بخش کوچکی (دو تا پنج درصد) از باکتری‌های محیط ریشه هستند که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Antouan & Kloppe, 2001). این باکتری‌ها علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر و کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک و تحریک رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌گردند. بدین‌لحاظ از نظر علمی این باکتری‌ها تحت نام کلی محرک رشد گیاهی (PGPR)^۱ نامیده می‌شوند. از آنجاکه این باکتری‌ها از خاک گرفته می‌شوند، مزایای فراوانی دارند. این گونه کودها منشاء طبیعی داشته بنابراین استفاده از آن‌ها رجوع به طبیعت و بهره‌برداری از اجزای طبیعت برای به‌ترساختن آن محسوب می‌شود. این کودها زیان‌های زیست‌محیطی کودهای شیمیایی را کاهش داده و خود موجب

^۱ Plant Growth Promoting Rhizobacteria

استخراج اسید هیومیک: اسید هیومیک (HA) در تیمارهای آزمایشی با روش (Kay et al., 2004) استخراج شد. برای این منظور نمونه‌های ورمی کمپوست با نسبت ۱:۱۰ (مایع:جامد) با سود نیم‌مولار مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت (زمان استخراج) در اتاق تاریک با شدت ۱۶۰ دور در دقیقه تکان داده شدند. فاز محلول از فاز رسوب با سانتریفیوژ (۶۰۰۰ rpm) جداسازی و با HCl شش مولار به pH < 2 رسانده شد تا اسید هیومیک رسوب کرده و از اسید فولیک جداسازی شود. اسید هیومیک جداسازی شده با HCl:HF (۳/۰:۱/۰ مولار) خالص‌سازی و با آب مقطر تا زمانی که pH به حدود چهار-پنج برسد، شسته شد و در نهایت در دمای زیر ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید.

انتخاب رقم و آماده‌سازی بذر لوبیا: بذر گیاه لوبیا *Phaseolus vulgaris* L. لاین Cos-16 از گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز تهیه شد. این رقم مقاوم به خشکی می‌باشد (Bayat et al., 2010).

آماده‌سازی خاک برای کشت گلدانی: خاک مورد نظر برای این آزمایش یک خاک با بافت متوسط بوده و از ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان از عمق صفر-۲۵ سانتی‌متر برداشت شده و پس از عبور از الک چهار میلی‌متر باروش آفتاب‌دهی استریل شد.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک: برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود خاک غیرشور، با ماده آلی کم و دارای بافت سبک می‌باشد.

تکثیر قارچ‌ها و کلنیزاسیون ریشه‌ها بخش هوایی گیاهان را قطع کرده و با قیچی استریل، ریشه‌های داخل خاک را خرد کرده و مخلوط داخل گلدان که حاوی هیف، اسپور و ریشه‌های میکوریزی بود به‌عنوان زادمایه استفاده شد (Aliasgharzad, 2000).

آماده‌سازی زادمایه باکتری: گونه باکتری *Pseudomonas putida* از آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه تبریز دریافت و مراحل زیر انجام گردید.

تهیه زادمایه: ابتدا درون ارلن‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری مقدار ۱۵ ml محیط کشت NB ریخته شد و ارلن‌ها در دمای ۲۱°C و فشار ۱/۲ بار درون اتوکلاو به مدت ۱۵ دقیقه استریل شدند. پس از سرد شدن ارلن‌ها، محیط کشت درون هر ظرف توسط یک لوپ از نمونه باکتری تلقیح شدند و کشت‌ها به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت (بسته به سرعت رشد باکتری) در دمای حدود ۲۸°C بر روی هم‌زن دورانی با سرعت چرخش ۱۲۰ دور در دقیقه هوادهی و خوابانده شد. پس از رشد کافی باکتری درون محیط کشت، ابتدا دانسیته نوری (OD) سوسپانسیون‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۷۰ نانومتر قرائت و آن‌گاه با استفاده از منحنی رشد (OD-CFU) و بر اساس فاکتور رقت و از طریق افزودن مقادیر لازم آب مقطر استریل جمعیت باکتری در تمامی سوسپانسیون‌ها در حد 4×10^9 cfu.ml⁻¹ تنظیم شد. به این ترتیب امکان برداشت و کاربرد تعداد یکسان سلول باکتری زنده برای آزمون‌های مورد نظر فراهم شد (Busato et al., 2002).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1. Physico-chemical properties of used soil

بافت Texture	درصد رطوبت وزنی Moisture (%)	pH	کربن آلی OC%	شوری EC _e (dS m ⁻¹)	پتاسیم K(mg kg ⁻¹)	فسفر P(mg kg ⁻¹)
شن لوم (Sandy Loam)	12	7.81	0.0128	1.1	182.6	4.4

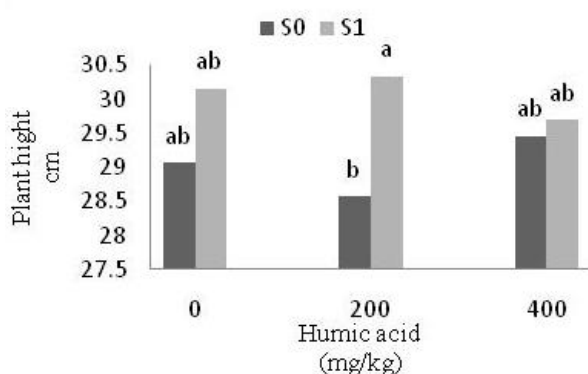
کشت گیاه و اعمال تیمارها: به هر گلدان به اندازه سه کیلوگرم خاک استریل اضافه شد. به منظور اعمال تیمارهای قارچی، ۷۰ گرم زادمایه به صورت یک لایه نازک در عمق پنج سانتی‌متری از سطح خاک قرار داده شد و در تیمارهای بدون قارچ، به همان مقدار زادمایه قارچی ابتدا اتوکلاو و سپس به خاک اضافه شد. برای انتقال باکتری به خاک گلدان، زادمایه جامد باکتری با حامل پرلیت استریل مخلوط گردیده و زادمایه به صورت لایه نازک در هر گلدان زیر بذر قرار گرفت و سپس

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به شرح زیر اندازه‌گیری شدند: اندازه‌گیری pH خاک با روش عصاره گل اشباع با دستگاه pH متر، رطوبت ظرفیت مزرعه با روش وزنی، EC با روش عصاره گل اشباع با دستگاه EC متر، بافت خاک با روش هیدرومتر، فسفر قابل جذب با روش (Olsen, 1954)، پتاسیم قابل جذب (استات آمونیوم pH=۷)، درصد کربن آلی با روش (Walkley & Black, 1934) و نیتروژن کل خاک به روش کج‌لدال.

نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT-C صورت گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال مربوطه استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج و بحث ارتفاع گیاه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ارتفاع بوته (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری در سطح احتمال یک درصد و قارچ میکوریز در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع گیاه لوبیا معنی‌دار می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کمترین میانگین ارتفاع در اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری مربوط به تیمار S_0H_1 (۲۸/۵۸cm) و بیشترین ارتفاع (۳۰/۳۵cm) نیز مربوط به تیمار S_1H_1 می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر متقابل باکتری و اسیدهیومیک بر ارتفاع گیاه
Fig. 1. Interaction effect of Humic acid and bacteria on plant height

نتایج مطالعات (Safapour, 2010) نشان داده که اثر قارچ میکوریز بر ارتفاع گیاه لوبیا قرمز مؤثر بوده است. برخی محققان (Ghanavati Nadeian, 2012) نیز دریافته‌اند اثر قارچ میکوریز *Glomus etunicatum* بر ارتفاع گیاه شبدر مؤثر بوده است. عمده‌ترین تأثیر قارچ‌های میکوریز آریاسکولار به افزایش گیاهان، کمک به جذب عناصر غذایی می‌باشد (Aliasgharzad, 1993). تحقیقات نشان داده است کاربرد باکتری‌های محرک رشد موجب تحریک رشد و افزایش ارتفاع از طریق مکانیسم‌های مختلفی چون تولید آنزیم ACC دآمیناز در گیاهان می‌شود. در آزمایشی (Zahir et al., 2004) گزارش شد که باکتری‌های محرک رشد با ترشح ترکیبات مختلفی مانند اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، ریبوفلاوین‌ها و

روی آن خاک اضافه شد و برای تیمارهای بدون باکتری به همان مقدار محیط کشت بدون باکتری به همراه حامل پرلیت به خاک اضافه شد. اسیدهیومیک مستخرج از ورمی‌کمپوست به صورت پودری مصرف شد و برای تیمارهای سطح ۲ به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گلدان و به تیمارهای سطح ۳ به مقدار ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گلدان به آن‌ها اضافه و به خوبی با خاک مخلوط شد. شرایط رشد گیاه در گلخانه، درجه حرارت روز در حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد توسط نور خورشید و در شب حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. پس از اعمال تیمارها بذور استریل شده لوبیا به تعداد پنج بذر در هر گلدان کشت شد. رطوبت تمامی گلدان‌ها در سطح ۹۰٪ FC تنظیم شد و جهت آبیاری، از آب مقطر با توزین گلدان‌ها در فواصل معین استفاده شد.

اندازه‌گیری برخی از صفات گیاه: پس از چهار ماه رشد رویشی و رسیدگی کامل بذرها، پارامترهای زیر در گیاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند:

اندازه‌گیری وزن تر بخش هوایی و ریشه: هنگام برداشت، بخش هوایی، گیاه از سطح خاک قطع شد و وزن تر به دست آمد. بعد از تعیین وزن تر، بذرها از گیاه جدا شده و بعد از برداشت بخش هوایی، خاک گلدان‌ها را روی پلاستیکی خالی کرده و بعد از گذشت مدت زمانی که خاک نیمه مرطوب شد، از الک عبور داده و ریشه‌ها از خاک جدا گردید. سپس ریشه‌ها را با آب مقطر شست و شو داده، بعد از خشک کردن آب اضافی، وزن تر آن به دست آمد.

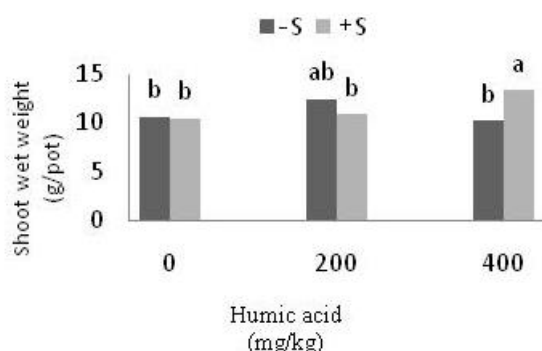
اندازه‌گیری وزن خشک بخش هوایی و ریشه: برای تعیین وزن خشک، بخش هوایی و ریشه‌ها در پاکت‌های مجزا، در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در آن قرار داده شد. بعد از تعیین وزن خشک، تمام نمونه‌های گیاهی جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر با آسیاب برقی به صورت پودر همگن درآورده شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه از ترازوی با دقت ± 0.001 گرم استفاده شد.

عملکرد دانه:

(تعداد بوته در گلدان) ۳ / (عملکرد ۳ بوته در گلدان X تعداد بوته در متر مربع) = عملکرد دانه

طرح آزمایش و تجزیه‌های آماری: آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در گلخانه دانشگاه تربیت معلم تبریز انجام شد. فاکتور اول و دوم در دو سطح، وجود و عدم وجود قارچ میکوریز (M_0 و M_1) و باکتری *P. putida* (S_0 و S_1) و فاکتور سوم مصرف اسیدهیومیک در سه سطح ($H_0=0$ ، $H_1=200$ ، $H_2=400$ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در سه تکرار انجام شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از

میانگین برای اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری کمترین میزان وزن تر گیاه لوبیا ($10/19$ g) را تیمار S_0H_2 و بیشترین میانگین وزن تر ($13/29$ g) را تیمار S_1H_2 نشان داد (شکل ۲). مقایسه میانگین اثر توأم قارچ و اسیدهیومیک نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد. کمترین میانگین وزن تر اندام هوایی ($9/90$ g) در تیمار M_0H_0 و بیشترین میانگین وزن تر اندام هوایی ($13/58$ g) در تیمار M_1H_2 مشاهده شد (شکل ۳). استفاده از باکتری محرک رشد باعث افزایش حجم ریشه‌ها می‌شود و در نهایت جذب آب و مواد معدنی بیشتر می‌گردد که در نهایت سبب افزایش وزن تر گیاه می‌شود (Banchio *et al.*, 2008).



شکل ۲- اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری بر وزن تر اندام هوایی

Fig. 2. Interaction effect of Humic acid and bacteria on shoot wet weight

افزایش داد (Gehan & Abo-Baker, 2010). کاربرد قارچ میکوریز آربوسکولار نسبت به باکتری سودوموناس فلورسنس در افزایش وزن تر اندام هوایی گیاه سورگوم از کارایی بیشتری برخوردار بوده است (Widada, 2007). مصرف توأم باکتری سودوموناس فلورسنس و قارچ میکوریز *Glomus mosseae* نیز تأثیر معنی‌دار بر وزن تر اندام هوایی گیاه ذرت نداشته است (Ghorchani *et al.*, 2012).

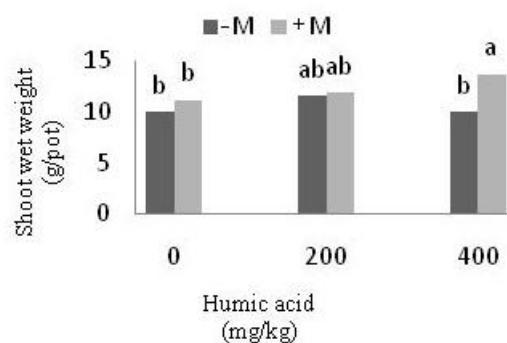
وزن خشک هوایی

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر اصلی اسیدهیومیک و قارچ میکوریز در سطح احتمال یک درصد و اثر باکتری و نیز اثر متقابل باکتری و قارچ میکوریز در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک بخش هوایی گیاه لوبیا معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده اسیدهیومیک نشان داد که افزایش میزان مصرف این کود آلی موجب افزایش

ویتامین‌ها با نفوذ در ریشه گیاهان غیرلگوم و لگوم از جمله سویا باعث افزایش رشد و طول سلول‌های اندام هوایی و در نتیجه موجب افزایش ساقه می‌گردند (Biswas *et al.*, 2000). استفاده از اسیدهیومیک بنا به دلیل خاصیت شبه هورمونی جذب عناصر غذایی مخصوصاً نیتروژن را افزایش می‌دهد که موجب افزایش رشد گیاه می‌شود (Muscolo *et al.*, 1996).

وزن تر و خشک بخش هوایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که فاکتور قارچ میکوریز در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل اسیدهیومیک و قارچ میکوریز و اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری بر صفت وزن تر اندام هوایی گیاه لوبیا داشت. بر اساس نتایج مقایسه



شکل ۳- اثر متقابل اسیدهیومیک و قارچ میکوریز بر وزن تر اندام هوایی

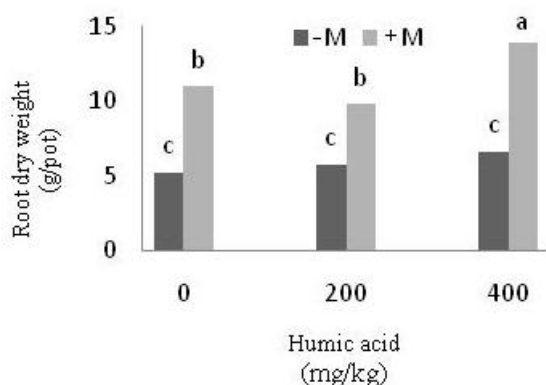
Fig. 3. Interaction effect of Humic acid and Mycorrhiza on shoot wet weight

گیاه *Strophostyles helvala* تلقیح‌شده با *Glomus mosseae* به‌طور معنی‌داری وزن تر اندام هوایی بیشتری نسبت به تیمارهای غیرمیکوریزی داشت (Tasang & Maum 1999). در بررسی‌های قبلی مشخص شد که میکوریز با فراهم کردن بیشتر میزان فسفر، منگنز و آهن در اندام هوایی گیاه آویشن موجب افزایش وزن تر اندام هوایی این گیاه شد (Dolatabadi *et al.*, 2011). Mirzakhani *et al.* (2009) افزایش وزن تر بخش هوایی گیاه گلرنگ را در حضور قارچ *G.intraradices* گزارش کردند. مصرف همزمان باکتری آزوسپریلیوم و اسیدهیومیک بر وزن تر اندام هوایی گیاه نعنای فلفلی مؤثر بوده است (Asgari *et al.*, 2011). استفاده از اسیدهیومیک بر روی نشاء گوجه فرنگی و بادمجان باعث افزایش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی شد (Guvenc & Duresun, 2000). مایه‌زنی گیاه آفتابگردان با باکتری *Azospirillum* وزن تر گیاه را به‌طور قابل‌توجهی

کاربرد ۱۰۰ میلی گرم اسیدهیومیک، وزن تر و خشک گیاه به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (Mishra *et al.*, 1998). مخلوط کردن اسیدهیومیک با خاک در مورد گیاهچه‌های فلفل و بادمجان وزن تر ساقه و وزن خشک را افزایش داد (Padem *et al.*, 1991). محقق اثر اسیدهیومیک بر گندم را بررسی نمود و دریافت که این ماده آلی وزن خشک ساقه و باروری سنبله را افزایش داد (Shariff, 2002). همچنین اسیدهیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (Delfine *et al.*, 2005).

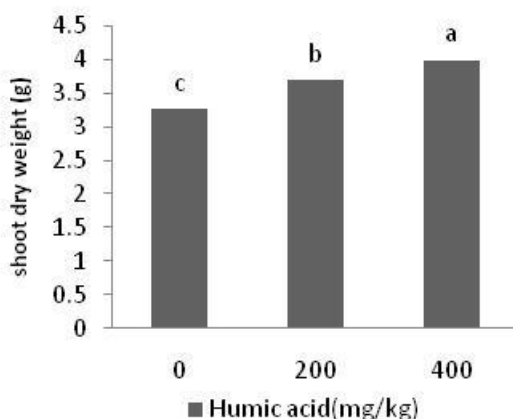
وزن خشک ریشه

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر اصلی قارچ میکوریز و اسیدهیومیک در سطح احتمال یک درصد و مصرف توأم قارچ میکوریز و اسیدهیومیک در سطح پنج درصد بر وزن خشک ریشه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ میکوریز و اسیدهیومیک (شکل ۵) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف تیمارها وجود دارد، به‌طوری‌که کمترین میانگین وزن خشک ریشه (۵/۲۲ g) مربوط به عدم مصرف قارچ میکوریز و اسیدهیومیک (تیمار M_0H_0) بود. همچنین بیشترین میانگین وزن خشک ریشه (۱۳/۹۰ g) مربوط به تیمار M_1H_2 بود. نتایج مقایسه میانگین اثر اسیدهیومیک نیز نشان داد که سطوح مختلف مصرف اسیدهیومیک اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند و کمترین و بیشترین میانگین وزن خشک ریشه به‌ترتیب در عدم مصرف اسیدهیومیک (۸/۰۹۳g) و مصرف 400 mg kg^{-1} اسیدهیومیک (۱۰/۲۷g) مشاهده شد.



شکل ۵- اثر متقابل اسیدهیومیک و قارچ بر وزن خشک ریشه
Fig. 5. Interaction effect of Humic acid and Mycorrhiza on root dry weight

وزن خشک گیاه لوبیا شد، به‌طوری‌که مصرف 400 mg kg^{-1} کیلوگرم اسیدهیومیک بیشترین میانگین وزن خشک بخش هوایی گیاه (۳/۹۸ g) و عدم مصرف اسیدهیومیک کمترین میانگین وزن خشک بخش هوایی گیاه (۳/۲۵g) را نشان داد و بین هر سه سطح اسیدهیومیک اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ و باکتری نیز نشان داد کمترین میانگین (۲/۶۰۸ g) مربوط به تیمار M_0S_0 و بیشترین میانگین (۳/۰۲۶ g) مربوط به تیمار M_0S_1 می‌باشد. در پژوهشی دو باکتری حل‌کننده فسفات از جنس *باسیلوس* و یک باکتری از جنس *سودوموناس*، در محیط آزمایشگاهی باعث افزایش معنی‌داری وزن خشک ساقه گیاه سیب زمینی شدند (Abdalla *et al.*, 2001). تأثیر مایه تلقیح باکتری *آزوسپیریلوم* و قارچ همزیست میکوریزا *Glomus intraradices* بر وزن خشک گیاه سیاه‌دانه را بررسی نمودند و دریافتند تلقیح بذر سیاه‌دانه با کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار در وزن خشک گیاه شده است (Khoramdel *et al.*, 2008).



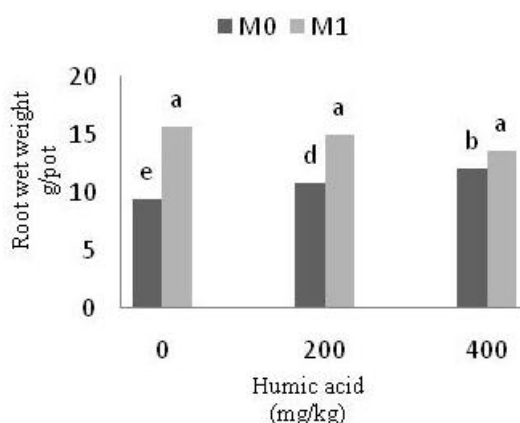
شکل ۴- اثر اسیدهیومیک بر وزن خشک اندام هوایی
Fig. 4. Effect of Humic acid on shoot dry weight

محققان در بررسی بر روی گیاه ذرت به نتایج مشابهی دست یافتند و اظهار داشتند اثر متقابل باکتری *سودوموناس فلورسنس* و قارچ میکوریز بر روی وزن خشک این گیاه مؤثر بوده است (Ghorchani *et al.*, 2012). باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل *آزوسپیریلوم*، *سودوموناس* و *آزوتوباکتر* از طریق همیاری با ریشه گیاهان موجب افزایش سطح جذب رطوبت می‌شود و این شبکه گسترده ریشه‌ای از طریق جذب آب و املاح و انتقال آن‌ها به گیاه میزبان موجب افزایش سطح برگ و در نتیجه وزن خشک آن می‌شود (Sprent & Sprent, 1990). در یک آزمایش گلخانه‌ای با

وزن تر ریشه

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر اصلی باکتری و قارچ میکوریز و اثر متقابل باکتری و قارچ در سطح احتمال یک درصد و اثر توأم اسیدهیومیک و قارچ میکوریز در سطح احتمال پنج درصد بر وزن تر ریشه معنی‌دار شد و سایر تیمارها اثر معنی‌دار نداشتند. نتایج نشان داد که استفاده از قارچ میکوریز و باکتری باعث افزایش وزن تر ریشه در گیاه لوبیا می‌شود. مقایسه میانگین اثر توأم باکتری و قارچ میکوریز

(جدول ۳) نشان داد که کمترین میانگین وزن تر ریشه (۱۰/۴۸ g) مربوط به تیمار S_1M_0 و بیشترین میانگین وزن تر ریشه (۱۶/۶۲ g) S_0M_1 بود. مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ میکوریز و اسیدهیومیک (شکل ۶) نشان داد که کمترین میانگین وزن تر ریشه گیاه (۹/۴۱۵ g) مربوط به تیمار M_0H_0 و بیشترین میانگین وزن تر ریشه (۱۵/۷۶ g) مربوط به تیمار M_1H_0 بود.



شکل ۶- اثر متقابل اسیدهیومیک و قارچ بر وزن تر ریشه

Fig. 6. Interaction effect of Humic acid and Mycorrhiza on root wet weight

بر فیزیولوژی گیاه داشته باشد و باعث توسعه ریشه و ریشه‌های جانبی گردند. محققان (Khazaei *et al.*, 2009) تأثیر هیومیک‌اسید را بر روی رشد ریشه ذرت مورد بررسی قرار دادند و دریافتند هیومیک‌اسید با مصرف ۳ میلی‌مولار می‌تواند باعث توسعه ریشه ذرت شود و نسبت وزن تازه و خشک ریشه را افزایش دهد (Orlov & Biryukova, 1996).

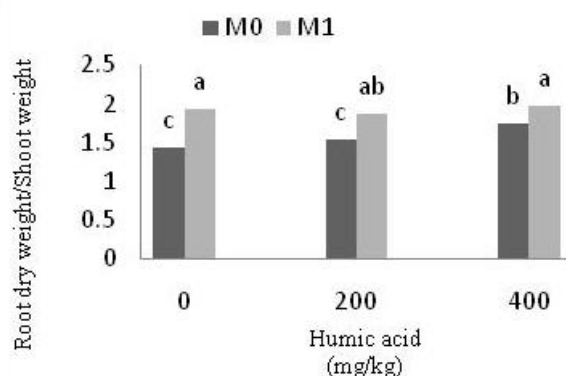
نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی

نتایج جدول ۲ تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد اثر اصلی قارچ میکوریز و باکتری در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی اسیدهیومیک و اثر متقابل اسیدهیومیک و قارچ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که مصرف قارچ میکوریز و باکتری باعث افزایش میانگین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی گردید. همچنین با توجه به شکل ۷، مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ میکوریز و اسیدهیومیک نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد و کمترین میانگین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (۱/۴۴۲) تیمار M_0H_0 و بیشترین میانگین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (۱/۹۷۲) به تیمار M_1H_2 اختصاص داشت. مقایسه میانگین مصرف اسیدهیومیک نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد و سطح صفر

اثر قارچ میکوریز *Glomus etunicatum* بر وزن خشک ریشه و تر گیاه شبدر مؤثر بود (Ghanavati & Nadeian, 2012). در تحقیقی (Azeimi *et al.*, 2013) بر روی گیاه آویشن، مشخص گردید که تلقیح گیاه آویشن با قارچ‌های میکوریز اثر معنی‌داری بر وزن خشک کل اندام هوایی، ریشه، ساقه و ارتفاع گیاه داشت. سازوکار این افزایش احتمالاً به این صورت است که ریشه‌ها وارد ریشه شده و سبب کاهش غلظت آب‌سبزیک‌اسید و باعث افزایش غلظت سیتوکینین شده است که این امر موجب گسترش سیستم ریشه‌ای و افزایش جذب آب و مواد غذایی شده است. قارچ‌ها با تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش فعالیت آنزیم‌ها می‌توانند رشد گیاه و ریشه را تشدید کنند؛ در نتیجه ظرفیت جذب عناصر غذایی را بالا برده و شانس گیاه را در اجتناب از خشکی بالا می‌برد (Barea *et al.*, 2005; Swift, 2004). آزمایشات نشان داد که به‌کاربردن اسیدهیومیک در سویا، بادام زمینی و شبدر رشد یافته در شن، رشد ساقه، وزن خشک گره‌ها و به‌خصوص رشد ریشه را افزایش داد (Tan & Tantiwiranond, 1983). مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری عملکرد ماده خشک ریشه و ساقه را افزایش داد (Malcolm & Vaghuan, 1979). اسیدهیومیک می‌تواند تأثیر بسیار مثبتی

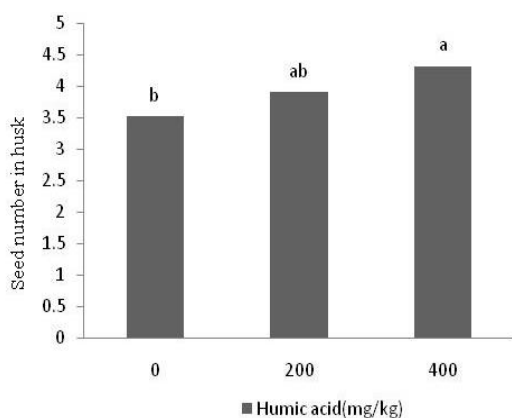
اسیدهیومیک H_0 کمترین میانگین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی ($1/688$) و سطح دوم اسیدهیومیک H_2 بیشترین میانگین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی ($1/862$) را دارا بود. محققان (Azeimi *et al.*, 2013) در پژوهشی دریافتند *G. intraradices* باعث افزایش نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی شد. مصرف اسیدهیومیک بر نسبت وزن خشک ریشه نسبت به اندام هوایی گیاه گندم اثر معنی‌دار داشت

نتایج مشابهی نیز در آزمایش دیگری (Taylor & Cooper, 2004) به‌دست آمد. گزارش‌ها، تأثیر مفید باکتری محرک رشد را بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی نشان می‌دهد که آن را به تولید هورمون‌هایی مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین نسبت می‌دهند (Cardoso & Kuyper, 2006; Barea *et al.*, 2005).



شکل ۷- اثر متقابل قارچ و اسیدهیومیک بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی
Fig. 7. Interaction effect of Humic acid and bacteria on root dry weight/shoot weight

اسیدهیومیک در بهبود فتوسنتز و افزایش جذب عناصر غذایی در گیاه بود. اسیدهیومیک به‌دلیل در دسترس قرار دادن عنصر فسفر و سایر عناصر غذایی برای گیاه، سبب افزایش عملکرد در واحد زایشی و دانه‌بندی شده است (Sharif, 2002).



شکل ۸- اثر اسیدهیومیک بر تعداد دانه در غلاف
Fig. 8. Effect of Humic acid on seed number in husk

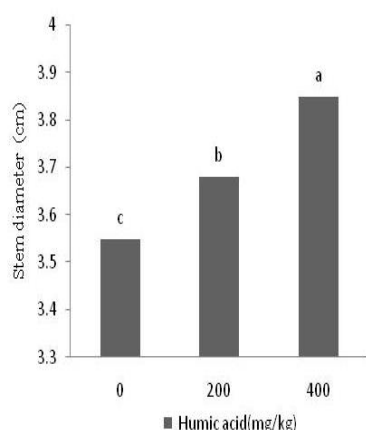
تعداد دانه

جدول ۲ تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر اصلی قارچ میکوریز و اسیدهیومیک (شکل ۸) در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی باکتری و اثر توأم باکتری و قارچ در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد دانه لوبیا معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ و باکتری (جدول ۳) نشان می‌دهد که بیشترین میانگین تعداد دانه در هر غلاف ($3/016$) و کمترین میانگین تعداد دانه در هر غلاف ($2/308$) به ترتیب مربوط به تیمار M_0S_0 و M_1S_1 می‌باشد. مقایسه میانگین اثر اصلی اسیدهیومیک نشان داد که افزایش مقدار اسیدهیومیک باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه می‌شود به‌طوری‌که بیشترین میانگین این صفت ($4/33$) مربوط به 400 mg kg^{-1} و کمترین میانگین آن ($3/53$) مربوط به عدم استفاده از اسیدهیومیک می‌باشد.

محققان در پژوهشی بر روی گیاه لوبیا سبز دریافتند که تیمار کودهای زیستی و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف نسبت به شاهد بودند (Karimi *et al.*, 2013; Smith *et al.*, 1997). فتوسنتز بیشتر، بهبود رشد گیاه و در نتیجه باعث افزایش زیست‌توده گیاه و تعداد دانه می‌گردد. اسید هیومیک سبب افزایش تعداد دانه در ذرت شد که دلیل آن تأثیر مثبت

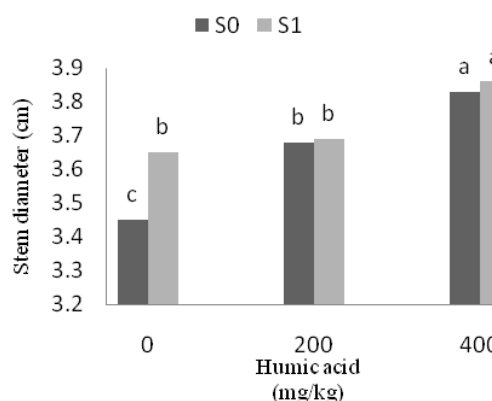
قطر ساقه

جدول (۲) تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر اصلی اسیدهیومیک (شکل ۱۰) و قارچ میکوریز در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی باکتری و اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری نیز در سطح احتمال پنج درصد بر قطر ساقه معنی‌دار شد (شکل ۹). نتایج مقایسه میانگین نشان داد کمترین میانگین قطر ساقه گیاه لوبیا (۳/۵۵ cm) مربوط به سطح صفر اسیدهیومیک H_0 و بیشترین میانگین قطر ساقه (۳/۸۵ cm)



شکل ۱۰- اثر اسیدهیومیک بر قطر ساقه

Fig. 10. Effect of Humic acid on stem diameter



شکل ۹- اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری بر قطر ساقه

Fig. 9. Interaction effect of Humic acid and Bacteria on stem diameter

بادمجان (Padem *et al.*, 1991) و فلفل (Shariff, 2002) بر قطر ساقه گیاه معنی‌دار بوده است.

وزن دانه در گلدان

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر اصلی قارچ میکوریز در سطح احتمال یک درصد و مصرف توأم قارچ و باکتری و اثر متقابل باکتری و اسیدهیومیک در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار بر صفت وزن دانه داشت. مقایسه میانگین اثر توأم باکتری و قارچ نشان داد که کمترین میانگین وزن دانه در گلدان (۱۹/۴۳ g) مربوط به تیمار M_0S_0 و بیشترین میانگین وزن دانه در گلدان (۲۱/۸۶g) مربوط به تیمار M_1S_1 بود. شکل ۱۲ مقایسه میانگین اسیدهیومیک را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که کمترین میانگین وزن دانه (۱۹/۶۲۱g) مربوط به تیمار H_0 و بیشترین میانگین وزن دانه (۲۱/۸۹۶g) به تیمار H_2 اختصاص داشت. شکل ۱۱ مقایسه میانگین مصرف توأم باکتری و اسیدهیومیک و اختلاف معنی‌دار در سطوح مختلف مصرف را نشان داد و کمترین میانگین وزن دانه (۱۸/۰۴g) را تیمار S_0H_0 و

قطر ساقه از صفاتی است که استحکام گیاه و به‌ویژه مقاومت آن را در برابر ورس مشخص می‌نماید. در پژوهشی بر روی گیاه سورگوم (Ghorchani *et al.*, 2012)، *G. mosseae* سبب افزایش قطر ساقه نسبت به عدم کاربرد قارچ میکوریز شد. باتوجه به نتایج حاصل می‌توان چنین نتیجه گرفت که گیاه به‌علت موجودبودن میکوریز در خاک توانسته است عناصر و املاح مورد نیاز خود را به مقدار زیاد تهیه کند که این امر افزایش قطر ساقه را دربرداشته است. در آزمایشی بر روی گیاه گلرنگ (Rahimi *et al.*, 2013)، باکتری *سودوموناس پوتیدا* نسبت به تیمار شاهد بیشترین طول و قطر ساقه را داشت. به‌نظر می‌رسد باکتری جنس *پوتیدا* با فعالیت بیشتر، رشد گیاه را به‌وسیله تغییر توازن هورمونی تسهیل و با تولید هورمون اکسین بر برخی از قسمت‌های گیاه از قبیل افزایش طول سلول، تقسیم سلولی، تمایز ریشه، قطر ساقه، بیوسنتز اتیلن و تغییر بیان ژن‌های خاص تحت تأثیر قرار می‌دهد (Rolfe *et al.*, 2011). مصرف اسیدهیومیک به‌صورت محلول و یا پودر در خاک باعث افزایش طول و قطر ساقه گندم شده است (Taylor & Cooper, 2004). کاربرد اسیدهیومیک بر روی گیاه

به‌خصوص در مراحل گرده‌افشانی و پُرشدن دانه ضروری است (Babaei *et al.*, 2012). افزایش عملکرد دانه گندم بر اثر تلقیح با سویه‌هایی از سودوموناس گزارش شده است (Ferrol 2009). کاربرد همزمان باکتری محرک رشد و اسیدهیومیک بر عملکرد دانه گندم افزایش معنی‌دار داشت (Davodifir *et al.*, 2012). اسیدهیومیک رشد گیاهان را از طریق تغییر فیزیولوژی گیاهان با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژی خاک تغییر می‌دهد (Balakumbahan & Rajamani, 2010). محققان افزایش عملکرد دانه با تلقیح باکتری‌های محرک رشد را به دلایلی همچون ترشح انواع هورمون‌ها که سبب افزایش رشد ریشه و جذب آب و مواد غذایی از خاک می‌شود، مربوط می‌دانند (Egamberdievva & Hoflich, 2004).

بیشترین میانگین وزن دانه (۲۳/۷۴۷g) را تیمار S_1H_2 داشت.

قارچ‌های میکوریز و باکتری‌های محرک رشد با بهبود تغذیه و رشد گیاهان باعث افزایش عملکرد می‌شود (Gehan & Abo-Baker, 2010). محققان گزارش کردند مایه‌زنی آفتابگردان با قارچ میکوریز *G. fasciculatum* وزن دانه را به میزان ۱۴ درصد افزایش داد (Chandrashekara *et al.*, 1995). نتیجه مشابهی با قارچ *G. intraradices* به‌دست آمد و قارچ میکوریز باعث افزایش مقدار فسفر در گیاه گردید (Babaei *et al.*, 2012). فسفر فتوسنتز گیاه را افزایش داده و به تبع آن موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود. این اثر به‌دلیل نقش‌های حیاتی فسفر در گیاه است. فسفر در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه درگیر است و

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا تحت تأثیر باکتری، قارچ و اسیدهیومیک

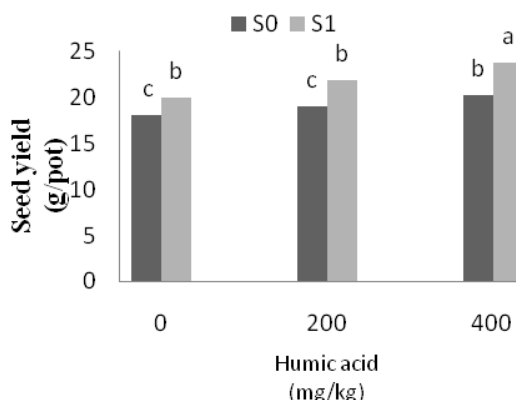
Table 2. Analysis of variance evaluated agronomy trait of bean influenced by humic acid, pseudomonas and Mycorrhiza

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		وزن دانه در گلدان	قطر ساقه	تعداد دانه در غلاف	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک هوایی	وزن تر هوایی	ارتفاع بوته
Sources of variation	df	Seed weight	Stem diameter	Seed no in husk	Root dry weight/shoot	Root wet weight	Root dry weight	Shoot dry weight	Wet shoot weight	Plant height
اسیدهیومیک	2	18.431 ^{ns}	51.368 ^{**}	24.071 ^{**}	7.443 [*]	0.317 ^{ns}	1.428 ^{**}	24.071 ^{**}	1.463 ^{ns}	0.308 ^{ns}
Humic acid										
باکتری	1	11.941 ^{ns}	10.315 [*]	5.033 [*]	7.0549 ^{**}	40.817 ^{**}	0.001 ^{ns}	5.033 [*]	0.451 ^{ns}	0.31 ^{ns}
Bacteria										
قارچ	1	23.16 ^{**}	76.001 ^{**}	14.261 ^{**}	71.009 ^{**}	141.385 ^{**}	0.123 ^{**}	14.261 ^{**}	6.276 ^{**}	3.894 [*]
Mycorrhiza										
اسیدهیومیک*باکتری	2	*21.221	6.526 [*]	1.607 ^{ns}	0.786 ^{ns}	0.218 ^{ns}	0.007 ^{ns}	1.607 ^{ns}	4.257 [*]	5.221 ^{**}
Ha* B.										
اسیدهیومیک*قارچ	2	19.659 ^{ns}	0.215 ^{ns}	0.434 ^{ns}	3.775 [*]	17.172 [*]	0.024 ^{**}	0.434 ^{ns}	4/289 [*]	0.679 ^{ns}
M.*Ha										
باکتری*قارچ	1	22.946 [*]	4.263 ^{ns}	4.964 [*]	1.640 ^{ns}	34.232 ^{**}	0.004 ^{ns}	4.964 [*]	0.0361 ^{ns}	0.635 ^{ns}
B.M.										
اسیدهیومیک*باکتری*قارچ	2	10.035 ^{ns}	0.263 ^{ns}	1.359 ^{ns}	1.561 ^{ns}	9.609 ^{ns}	0.002 ^{ns}	1.359 ^{ns}	0.736 ^{ns}	1.035 ^{ns}
Ha* M.*B.										
اشتباه آزمایشی	24	1.002	0.528	0.044	0.015	1.018	0.005	0.044	4.103	1.172
Error										
ضریب تغییرات/ CV%		10.43	1.97	5.88	7.06	7.90	12.67	5.88	17.96	3.66

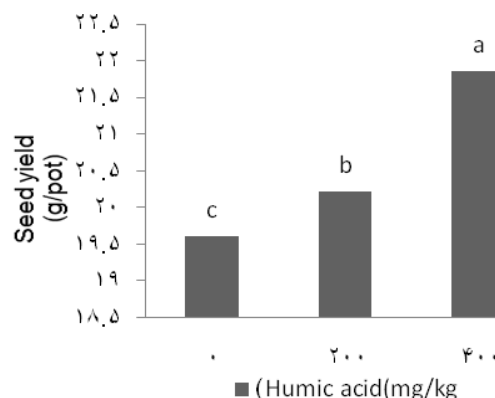
ns: * و **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح پنج و یک درصد

Ns, * and ** represent non significant, significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

Ha: Humic acid, B: Bacteria (*psodomunas*), M: Mycorrhiza



شکل ۱۱- اثر متقابل اسیدهیومیک و باکتری بر عملکرد دانه
Fig. 11. Interaction effect of Humic acid and Bacteria on seed yield



شکل ۱۲- اثر اسیدهیومیک بر عملکرد دانه
Fig. 12. Effect of Humic acid on seed yield

نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل تیمارهای مورد آزمایش در این تحقیق به‌طور کلی نشان داد که تیمارهای اعمال‌شده بر اکثر خصوصیات صفات زراعی لوبیا مثبت بوده و اسیدهیومیک توانست به‌طور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسیدهیومیک تحریک می‌شود، ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است و حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی سیستم ریشه می‌گردد. اسیدهیومیک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد. اثر افزایشی مایکوریزا را

پژوهشگران مختلف در درجه اول به افزایش سطح و گسترش ریشه‌های گیاه به‌واسطه تولید ریشه‌های قارچی و افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آب و سایر عناصر غذایی و در ادامه بهبود فتوسنتز و رشد و نمو و توسعه اندام‌های هوایی و در نهایت افزایش وزن خشک گیاه نسبت می‌دهند. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، می‌توان اظهار کرد که تلقیح باکتریایی گیاهان با باکتری *Sodomonas poutida* سبب بهبود رشد و جذب عنصر غذایی گردید. این موضوع در کاهش هزینه‌ها، حفظ سلامتی خاک و تولیدات کشاورزی تأثیر به‌سزایی می‌تواند داشته باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی مورد بررسی لوبیا تحت تأثیر باکتری، قارچ و اسیدهیومیک

Table 3. Mean comparison of bean agronomy traits influenced by mycorrhiza, bacteria and humic acid

تیمار (Treatment)	وزن تر ریشه Wet root weight (g pot ⁻¹)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی Dry root wt/shoot wt	تعداد دانه در غلاف Seed No in husk	وزن دانه در گلدان Seed weight (g pot ⁻¹)
M ⁻				
S ₀	11.08 ^c	1.496 ^c	2.608 ^d	19.43 ^b
S ₁	10.48 ^c	1.896 ^a	3.026 ^a	20.32 ^{ab}
M ⁺				
S ₀	16.62 ^a	1.658 ^b	2.824 ^c	20.56 ^{ab}
S ₁	12.93 ^b	1.952 ^a	2.927 ^b	21.865 ^a

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارد.

Means with similar letters in each column are not significantly different ($p < 0.05$)

S: *psodomonas*; M: *Mycorrhiza*

منابع

1. Abdalla, M.H., and Omar, S.A. 2001. Survival of *Rhizobia bradi* Rhizobia and aroch phosphate solubilization fungus *Aseorgillus nigeron* various carrier prom some agroinduster wastes and their effect on nodulation and growth of pahabean and soybean. Plant Natutrition 24: 72-261.
2. Adeleye, E.O., Ayeni, L.S., and Ojeniyi, S.O. 2010. Effect of poultry manure on soil physico-chemical properties, leaf nutrient contents and yield of Yam (*Dioscorea rotundata*) on Alfisol in Southwestern Nigeria. American Journal of Science 6: 870-878.

3. Aliasgharzad, N. 2000. Study on Dispersion and Compaction on Mycorrhiza Arbuscular Population in Salin Soil of Tabriz Plain and affect of Inoculation on Improvement Onion and Barely in Salinity Tolerance. Ph.D Thesis, Agriculture College, Tahran University, Iran. (In Persian with English Summary).
4. Antouan, H., and Kloppe, W.J. 2001. Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Academic Press. p: 1470-1488.
5. Arancon, NQ., Edwards, CA., Atiyeh, RM., and Metzger, JD. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on greenhouse peppers. Bioresource Technology 93: 139-144.
6. Arancon, NQ., Edwards, CA., Lee, S., and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology 42: 65-69.
7. Asadi, H., and Falah, A.R. 2000. Necessity of biological fertilizer production for plant growth and its propagation. Soil and Water Journal, Soil Biology 12(7): 97-105. (In Persian with English Summary).
8. Asgari, M., Habibi, D., and Brojerdi, G. 2011. Study on the application of vermicompost, growth stimulating bacteria and humic acid on growth index of peppermint in central province. Journal of Agronomy and Plant Breeding 7(4): 41-54. (In Persian with English Summary).
9. Azeimi, R., Jangjoo, M., and Asghari, H.R. 2013. Effect of Mycorrhiza on pre-establishment and physiological properties of garden oregano in natural condition. Iranian Journal of Agronomy Research 11(4): 666-676. (In Persian with English Summary).
10. Babaei, M., Ardakani, M.R., Rejali, F., Shirani Rad, A.H., Golzardi, F., and Mafakheri, S. 2012. Response of agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to co-inoculation with *Glomus intraradices* and *Pseudomonas fluorescens* under different phosphorus levels. Annals of Biological Research 3: 4195-4199. (In Persian with English Summary).
11. Balakumbahan, R., and Rajamani, K. 2010. Effect of Biostimulant on growth and yield of senna. Journal of Horticulture Science and Ornamental Plant 2(1): 16-18.
12. Banchio, E., Bagino, P., Zygodlo, J., and Giordano, W. 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. Biochemistry Systemic Ecology 36: 766-771.
13. Barea, J.M. Werner, D., Azcón-Guilar, C., and Azcón, R. 2005. Interactions of Mycorrhiza arbuscular and nitrogen-fixing symbiosis in sustainable agriculture. D. Werner and W.E. Newton (Eds.). Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment 4: 199-222.
14. Bayat, A.A., Sephri, A., Ahmad, G., and Dorri, H.R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield component of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 12(1): 42-54.
15. Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B., Yanni, Y.G., and Rolfe, B.G. 2000. Rhizobial inoculation influences seedling vigor and yield of rice. Agronomy Journal 92: 880-886.
16. Busato, JG., Lima, LS., Aguiar, N.O., Canellas, LP., and Olivares, F. L2002. Changes in labile phosphorus forms during maturation of vermicompost enriched with phosphorus-solubilizing and diazotrophic bacteria. Bioresource Technology 110: 390-395.
17. Journal of Crop Science 12(1): 42-54. (In Persian with English Summary).
18. Cardoso, I.M., and Kuyper, T.W. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture Ecosystems and Environment 116: 72-84.
19. Chandrashekara, C.P., Patil, V.C., and Sreenivasa, M.N. 1995. Response of two sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes to VA-mycorrhizal inoculation and phosphorus levels. Biotopia 8: 53-59.
20. Darzei, M.T. Ghalavand, A., and Rajali, F. 2008. Study on the mycorrhiza, vermicompost and bio-phosphate fertilizer application on flowering, biological yield and root symbiosis in fennel plant. Iranian Journal of Agronomy Science 10(1): 88-109. (In Persian with English Summary).
21. Davodifar, M., Habibi, D., and Davodifar, F. 2012. Study on the saline stress on sustainability of cytoplasm membrane, chlorophyll content and yield components of wheat inoculated with growth stimulating bacteria and humic acid. Journal of Agronomy and Plant Breeding 8(2): 71-86. (In Persian with English Summary).
22. Davison, J. 1998. Plant beneficial bacteria. Biotechnology 6: 282-286.
23. 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 Sustainable Development 25: 183-191.
24. Dolatabadi, H.K., Goltape, E.M., Moeini, A., Jaimand, B., Sardrood, P., and Varma, A. 2011. Effect of *Priformospora indica* and *sebacina vermifera* on plant growth and essential oil yield on *Thymus vulgaris* invitro and invivo experiments. Symbiosis 53: 29-35.
25. Duresun, A., and Guvenc, I. 2000. Effects of different level of humic acid on seedling growth of tomato and eggplant. ISHS Acta Horticultur 491.

26. Egamberdieva, D., and Hoflich, G. 2004. Influence of growth promoting bacteria on the growth wheat in different soils and temperature. *Soil Biology Biochemistry* 35: 973-978.
27. Ferrol, N., and Perez-Tienda, J. 2009. Coordinated nutrient exchange in arbuscular mycorrhiza In: C. Azcon-Aguilar, J. Barea, S. Gianiazzi and S. Pearson. *Mycorrhizas-Fanctional Processes and Ecological Impact*. Pp: 73-87.
28. Gehan, G.M., and Abo-Baker A. 2010. Effect bio and chemical fertilization on growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at south valley area. *Asian Journal of Crop Science* 2: 137-146.
29. Ghanavati, N., and Nadeian, H. 2012. Effect of mycorrhiza on berseem plant growth under three different swage. *Journal of Physiology of Agronomy Plants* 5(17): 17-30. (In Persian with English Summary).
30. Ghorchani, M., Akbari, G., Alikhanu, H., Zarei, M.V., and Dadi, A. 2012. Interaction of Mycorrhiza arbuscular and bacteria pseudomonas fluorescence on efficiency of phosphorus fertilizer use and Mycorrhiza dependence of maize under low water. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water* 17(63): 123-136. (In Persian with English Summary).
31. Karimi, K., Bolandnazar, S., and Ashori, S. 2013. Effect of biological fertilizers and mycorrhiza arbuscular on yield, growth properties and green bean qualities. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Products* 23(30): 392-400. (In Persian with English Summary).
32. Kay, D., Edwards, A.C., Ferrier, R.C., Francis, C., Kay, C., Rushby, L., Watkins, J., McDonald, A.T., Wyer, M., Crowther, J., and Wilkinson, J. 2007. Catchment microbial dynamics: the emergence of a research agenda. *Progress Physical Geology* 31: 59-76.
33. Khazaei, H., Sabzevari, S., and Kafi, M. 2009. Effect of humic acid on root and shoot growth of wheat varieties sayons and sabalan. *Journal of Water & Soil* 23(2): 87-94. (In Persian with English Summary).
34. Khoramdel, S., Kochakei, A.L., Naseirimahalatei, M., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biological fertilizer on *Nigella sativa* growth index. *Journal of Agricultural Research* 6(2): 285-294. (In Persian with English Summary).
35. Lue, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1996. Humic acid application affects synthesis root, and nutrient content of creeping bentgrass. *Horticultural Science* 33(6): 1023-1025.
36. Malcolm, R.E., and Vaghuan, D.A. 1979. Humic substances and phosphatase activities in plant tissues. *Soil Biology Chemistry* 11: 253-259.
37. Mirzakhani, M., Ardakani, M.R., Aeenband, A., Shiranirad, A.H., and Rejali, F. 2009. Effects of Co-inoculation of Azotobacter and Mycorrhiza under Nitrogen and Phosphorus Levels on Nutrients Absorbption Efficiency in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Ph.D Thesis of Agricultural on Agronomy. Islamic Azad University Science and Research Branch-Khuzestan, Iran. (In Persian with English Summary).
38. Mishra, M., Patjoshi, A.K., and Jena, D. 1998. Effect of biofertilization on production (*Zea mays*) of maize. *Indian Journal Agronomy* 43: 307-310.
39. Muscolo, A., Panuccio, M.R., Abenavoli, M.R., Concheri, G., and Nardi, S. 1996. Affect of molecular complexity and acidity of earthworm faeces humic fractions on glutamate dehydrogenase, glutamine synthetase, and phosphoenolpyruvate carboxylase in *Daucus carota* cells. *Boil fertile Soils* 22: 83-88.
40. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *United States Department of Agriculture Circular* 939: 1-19.
41. Orlov, D.S., and Biryukova, O. 1996. Humic substances of vermicomposts. *Agrokhimiya* 12: 60-67.
42. Padem, H., Ocal, A., and Alan, R. 1991. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. *Acta Horticulture* 491(35): 241-246.
43. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. *Pulses*. Mashhad University. 522p. (In Persian).
44. Peiranosheh, H.Y., Emmam, V., and Jamali, R. 2010. Comparison of biological fertilizer and chemical fertilizer on growth and yield and oil percentage of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in different levels of dry stress. *Agroecology Journal* 2(3): 491-501. (In Persian with English Summary).
45. Pinton, R., Cesco, S., Iacoletti, G., Astolfi, S., and Varanini, Z. 1999. Modulation NO₃- Uptake by water extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺ ATPase. *Plant and Soil* 215: 155-161.
46. Rahimi, A., Alahmadi, M., Khavazei, K., Sayari, M., and Yazdani, R. 2013. Different effect of pseudomonas fluorescence on quantity and quality properties of *Carthamus tinctorius*. *Journal of Plant Eco-physiology* 5(14): 1-16. (In Persian with English Summary).
47. Rolfe, B.G., Djordjevic, M.A., Weinman, J.J., Mathesius, U., Pittock, C., Gartner, E., Ride, K.M., Schnepf, A., Jones, D., and Roose, T. 2011. Modelling nutrient uptake by individual hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi: temporal and spatial scales for an experimental design. *Bulltain Mathematical Biology* 73: 2175-2200.

48. Sabzevari, S., and Khazaeii, H.R. 1999. Effect of foliar application with different levels of humic acid on growth properties, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*. L.) Pishtaz variety. Journal of Agricultural Ecology 1(2): 53-63. (In Persian with English Summary).
49. Safapour, M. 2010. Effect of binary inoculation of mycorrhiza and rizobium on three varieties of kidney bean. Journal of New Findings in Agriculture 5(1): 20-35. (In Persian with English Summary).
50. Saleh Rastein, N. 2001. Biological fertilizers and their role in their direction to sustainable agriculture. Report Papers in Essential of Biological Fertilizer Production in Country. P.1-54. (In Persian).
51. Seran, T.H., Srikrishnah. S., and Ahamed, M.M.Z. (2010). Effect of different levels of inorganic fertilizers and compost as basal application on the Effgrowth and yield of onion (*Allium cepa* L.). Journal of Agricultural Science 5(2): 64-70.
52. Shariff, M. 2002. Effect of Lignitic Coal Derived HA on Growth and Yield of Wheat and Maize in Alkaline Soil. Ph.D Thesis, NWFP Agriculture University Peshawar, Pakistan.
53. Smith, S.E., and Read, D.J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. 2nd Edn. London: Academic.
54. Sprent, J.I., and Sprent, P.1990. Nitrogen Fixing Organisms: Pure and Applied Aspects. Chapman and Hall London, 256.
55. Swift, C.E. 2004. Mycorrhiza and Soil Phosphorus Levels. Area Extension Agent. <http://www.colostate.edu/Depts/Coop Ext/TRA/Plants/ mycorrhiza>.
56. Tan. K.H., and Tantiwiranond, D. 1983. Effect of humic acids on nodulation and dry matter production of soybean, peanut, and clover. Soil Science Society American Journal 47: 1121-1124.
57. Tasang, A., and Maum, M.A. 1999. Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of *Strophostyles helvola* in coastal foredunes. University of Waterloo, Canada. Plant Ecology 144: 159-166.
58. Taylor, G., and Cooper, L. 2004. Humic Acid: The Root to Healthy Plant Growth. California State. Science Fair.
59. Walkley, A.J., and Black, I.A. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.
60. Wahyudi, A., Astuti, I., and Givanto, R. 2011. Screening of *Pseudomonas* sp. isolated from rhizosphere of soybean plant as plant growth promoter and bio-control Agent". American Journal of Agricultural and Biological Sciences 6(1): 134-144.
61. Widada, J., Damarjaya, D.I., and Kabirun, S. 2007. The interactive effect of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria on growth and nutrient uptake sorghum in acid soil. First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization Development. Plant Soil 102: 173-177.
62. Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy 81: 97-168.

Effect of mycorrhiza, pseudomonas bacteria and humic acid on growth indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Shahsavani^{1*}, Sh., Gharanjik², Sh. & Jadidoleslam³, N.

1- Assistant Professor, Soil Science Department (Soil Fertility and Plant nutrition) Faculty of Agriculture, Shahrood University

2- Assistant Professor, Agronomy and Plant Breeding Department (Biotechnology) Faculty of Agriculture, Shahrood University

3- MSc. student of Soil Science Department, Agriculture College, Shahrud University

Received: 06 October 2015
Accepted: 07 December 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.50327

Introduction

Legumes are very important source of protein after cereals. These plants are capable of biological nitrogen fixation and increasing soil fertility as cover crop or including in crop rotation and reducing soil erosion which improve sustainable agriculture. Increasing use of chemical fertilizer which has negative effect on soil structure which cause unbalance on physical and chemical properties of soil which ultimately reduce nutrient element absorption. Nowadays due to environmental problems use of biological fertilizers are good substitutions. On the other hand biological fertilizer use improve soil fertility. Protein quantity and quality are basic nutritional problem. According to use of more than 85000 tones chemical fertilizers in legume cultivation in Iran. It is necessary to conduct correct and efficient inoculation for each legume crop in the country including bean, which is one of the important crop for human consumption. In most cases biological fertilizers are complementary of chemical fertilizers in a sustainable agriculture. The aim of this study was to compare the effect of interaction effect of mycorrhiza vesicular, *Pseudomonas* bacteria and humic acid on yield and yield components of bean.

Material & Methods

Mycorrhiza inoculation was prepared in soil science Lab in Tabriz University in sterile sandy loam. Bacterial inoculation *Pseudomonas putida* prepared in soil biology of Tabriz University. Humic acid extraction was done with method of Kay et al., (2004). For Seed bean *Phaseolus vulgaris* variety Cos-16 from agronomy and plant breeding department of Tabriz University which is resistant to drought. Soils for this experiment were collected from Khalat Poshan research station from 0 to 25 cm depth and passed through 4mm sieve after sun sterile method. Soil physical and chemical properties were estimated with standard methods. Each pot was filled with three kilogram sterile soil. Seventy gram of mycorrhiza inoculation was spread in 5 cm of top soil and then bacteria inoculation was added to soil just below the seeds. Humic acid extracted from vermicompost and applied to soil in the powder form in three levels, control (H0), 200 mg kg⁻¹(H1), and 400 mg kg⁻¹ (H2). Pots were place in green house at 25C. After treatment application 5 seeds were sown in each pots and pot moisture kept at 0.9 FC. Pots were irrigated with distilled water whenever needed. After 4 months plant roots and shoot properties and plant yield and yield components were estimated. This experiment was conducted in the form of factorial on the base of complete randomize block design in Tarbiat Moalem University of Tabriz. First and second factor were in two levels, control and applied for mycorrhiza (M0 and M1) and bacteria *P. putida* (S0 and S1) and humic acid in three levels control (H0), 200 mg kg⁻¹ (H1) and 400 mg kg⁻¹ (H2) in three replications. Data analysis was done with MSTATC and SPSS and mean comparison were done with LSD test for significance and figures drawn with Excel 2007.

*Corresponding Author: shahsavani2001@yahoo.com; Mobile: 0912373166

Results & Discussion

Analysis of variance of data for plant height showed that interaction effects of humic acid and bacteria were significant at 1% level and mycorrhiza was significant at 5% level. Mean comparison of results showed that least plant height mean from interaction of humic acid and bacteria with S0H1 treatment with (28.58 cm) and the highest was (30.35cm) with S1H1 treatment. Analysis of variance showed that main effect of mycorrhiza were significant at 1% level and interaction effect of humic acid and bacteria at 5% level on shoot wet weight of bean. Analysis of variance for main effect of humic acid and mycorrhiza were significant at 1% level for shoot dry weight and main effect of bacteria and interaction effect of bacteria and mycorrhiza were significant at 5% level for shoot dry weight of bean. Analysis of variance showed that main effect of mycorrhiza and humic acid were significant at 1% level and interaction effect of mycorrhiza and humic acid at 5% level on root dry weight. Analysis of variance of Mycorrhiza and bacteria main effect on ratio of root dry weight to shoot were significant at 1% level and main effect of humic acid and interaction effect of humic acid and mycorrhiza were significant at 5% level. Analysis of variance showed that main effect of mycorrhiza and humic acid were significant at 1% level and main effect of bacteria and interaction effect of mycorrhiza and bacteria were significant at 5% level for seed numbers of bean. Analysis of variance showed that main effect of bacteria and mycorrhiza and interaction effect of bacteria and mycorrhiza were significant at 1% level and interaction effect of bacteria and mycorrhiza were significant at 5% level on stem length. Analysis of variance showed that main effect of humic acid and mycorrhiza were significant at 1% level and main effect of bacteria and interaction effect of humic acid and bacteria were significant at 5% level for stem diameter. Analysis of variance showed the main effect of mycorrhiza was significant at 1% level and main effect of humic acid and interaction effect of bacteria and mycorrhiza and interaction effect of bacteria and humic acid and main effect of humic acid were significant at 5% level for the seed yield.

Conclusion

Analysis of variance of experiment treatments in this research showed that treatment applied had positive effect on agronomic properties of bean and humic acid could have direct and positive effect on plant root and shoot growth.

Key words: Beans, Humic acid, Grain weight, Mycorrhizal fungi, *Pseudomonas putida*

اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی در شهر کرد

هدایت‌الله کریم‌زاده^۱، احمد نظامی^{۲*}، محمد کافی^۲، محمودرضا تدین^۳

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- اعضای هیئت علمی (استاد) دانشکده کشاورزی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه زراعت دانشگاه شهر کرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور و همچنین جایگاه ویژه لوبیاچیتی در ایران، بررسی خصوصیات گیاه لوبیا تحت تأثیر کمبود آب از اهمیت خاصی برخوردار است. به همین دلیل آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، جهت بررسی تأثیر کم آبیاری (سه رژیم آبیاری شامل تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، به عنوان فاکتور اصلی) بر ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی (پنج ژنوتیپ لوبیاچیتی شامل تیلور، صدری، C.O.S.16، KS21193 (کو شا ۱۹۳)، KS21486، به عنوان فاکتور فرعی) در دانشگاه شهر کرد اجرا شد. نتایج نشان داد اثر کم آبیاری بر تعداد و وزن دانه، تعداد غلاف بارور، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، از ژنوتیپ C.O.S.16 به دست آمد (به ترتیب ۵۹۴/۶ و ۲۸۹/۲ گرم در مترمربع)، در حالی که این ژنوتیپ در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی، موفق به تولید دانه نشد و در این سطح آبیاری ژنوتیپ KS21486 بیشترین عملکرد دانه (۹/۵ گرم در مترمربع) را به خود اختصاص داد. همچنین نتایج نشان داد از دو جزء اصلی عملکرد دانه (تعداد دانه، وزن دانه) تعداد دانه حساسیت بالاتری به کمبود آب دارد و در اثر کاهش میزان آب آبیاری با شدت بیشتری نسبت به وزن دانه کاهش می‌یابد. در اثر کاهش میزان آب، عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بیشتری کاهش یافت و به تبع آن شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز کمتر شد. آزمایش حاضر نشان داد در شرایط آبیاری بهینه و نسبتاً مناسب، ژنوتیپ C.O.S.16 و در شرایط کمبود آب شدید، ژنوتیپ KS21486 عملکرد بیشتری تولید کردند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شاخص برداشت، غلاف، وزن دانه

مقدمه

میزان تولید لوبیا خشک در ایران ۲۵۳ هزار تن با متوسط عملکرد ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2015). همچنین ۱۴/۹ درصد اراضی تحت کشت حبوبات و ۳۷/۶ درصد تولید سالانه حبوبات کشور متعلق به لوبیا می‌باشد (Agricultural Statistics, 2013). در این بین، لوبیاچیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین انواع لوبیا است که در ایران جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است (Lak et al., 2009).

خشکی از مهم‌ترین عوامل تنش‌زای محیطی است که تولید محصولات کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش تولید می‌شود (Farshadfar et al., 2001; Andrew et al., 2000; Eghdaie & Waines, 1993).

تنش رطوبتی باعث کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در عملکرد لوبیا می‌شود، البته مقدار کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد مطالعه، متفاوت است (Frahm et al., 2004; Shenkut & Brick et al., 2003). تنش خشکی در مرحله گلدهی و پُر شدن غلاف‌ها باعث کاهش شدید عملکرد

* FAO

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۵۳۱۶۳۳۴۸، nezamiahmad@yahoo.com

حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش کمبود آب شناخته شد (Bayat *et al.*, 2010).

با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور، ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر تنش کم‌آبی از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی تحت شرایط کم‌آبیاری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر لوبیاچیتی آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد و طی آن سه رژیم آبیاری (تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) بر روی پنج ژنوتیپ لوبیاچیتی تهیه شده از مرکز تحقیقات لوبیا خمین (صدری، KS21193، C.O.S.16 (کوشا ۱۹۳)، لاین تیلور و KS21486) اعمال شد. بعد از شخم زمین، به‌منظور خرد کردن کلوخه‌ها دوبار دیسک به‌صورت عمود برهم زده شد و پس از آن پشته‌هایی به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شد. سپس کشت با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع در هفته اول خرداد و به‌صورت دستی انجام شد. بذرها قبل از کشت با قارچ کش بنومیل (دو در هزار) ضدعفونی شدند. اندازه هر کرت ۷/۵ مترمربع (۳/۵×۳ متر) بود. برخی ویژگی‌های خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس توصیه کودی مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در سه نوبت (۴۰ کیلوگرم قبل از کاشت، ۳۰ کیلوگرم در زمان باز شدن برگ‌های اولیه (V2) و ۳۰ کیلوگرم در زمان باز شدن سومین برگ سه برگچه‌ای (V4)) در اختیار گیاه قرار گرفت. پس از کشت، آبیاری برای کلیه تیمارها به‌صورت یکسان و بر مبنای نیاز آبی محاسبه شده به‌وسیله روش پنمن-مانتیس اصلاح شده توسط فائو (رابطه ۱) صورت گرفت و با ضرب کردن ضریب گیاهی (Kc) در مراحل مختلف رشد، میزان تبخیر و تعرق روزانه محاسبه شد. تیمارهای آبیاری همزمان با شروع مرحله V4 (باز شدن سومین برگ سه‌برگچه‌ای) اعمال شد و تا پایان فصل رشد ادامه داشت، بدین‌نحو که میزان آب مورد نیاز گیاه محاسبه شد و ۱۰۰ درصد میزان محاسبه شده در اختیار تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۸۰ درصد میزان محاسبه شده در اختیار تیمار تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی و ۶۰ درصد میزان محاسبه شده در اختیار تیمار آبی تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی قرار گرفت.

شده است که به‌دلیل کاهش اجزای عملکرد دانه از جمله وزن دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته بوده است (Boutraa & Sanders, 2001). همچنین کمبود میزان آب باعث کاهش کیفیت لوبیا نیز می‌شود (Ramirez-Vallejo & Kelly, 1998). کمبود آب طی دوره بعد از گلدهی باعث اختلال در نمو دانه و در نهایت افزایش تعداد دانه‌های چروکیده و در نهایت کاهش وزن دانه می‌گردد (Isik *et al.*, 2005; Nemeske'ri *et al.*, 1994). تجمع ماده خشک به‌عنوان یک صفت مهم برای حصول عملکرد بالا در حبوبات مورد توجه است. گزارش شده است که تجمع ماده خشک ارقام لوبیایی که تحت تنش رطوبتی متوسط تا شدید قرار داشتند، به‌طور متفاوتی تحت تأثیر قرار گرفته است (Rosales-Serna *et al.*, 2002). بررسی‌های دیگر نیز نشان داده‌اند که تنش خشکی باعث کاهش بیوماس گیاه، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، عملکرد دانه، وزن دانه، کیفیت دانه در لوبیا می‌گردد (Padilla-Frahm *et al.*, 2004; Ramirez-Ramirez *et al.*, 2005; Tera'n, H. & Singh, Vallejo P. & Kelly, 1998; Mun'oz-Perea *et al.*, 2007).

پژوهشگران در بررسی ۱۵ ژنوتیپ لوبیاچیتی تحت شرایط رطوبتی مطلوب و محدودیت آب مشاهده کردند از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت و این امر بر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها دلالت دارد (Habibi & Bihanta, 2005). بررسی ۱۰۰ ژنوتیپ لوبیاچیتی تحت شرایط تنش خشکی مشخص کرد از نظر عملکرد و اجزای عملکرد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود دارد (Asadi *et al.*, 2011). مطالعه چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی در شرایط تنش آب و عدم تنش نشان داد ژنوتیپ C.O.S.16 بیشترین میزان فتوسنتز و محتوای نسبی آب برگ را در هر دو شرایط وجود و عدم وجود تنش خشکی به‌خود اختصاص داد. همچنین بیشترین عملکرد دانه در شرایط وجود تنش خشکی از ژنوتیپ C.O.S.16 به‌دست آمد (Nazari Nasi *et al.*, 2012). محققان طی مطالعه ۹ ژنوتیپ لوبیاچیتی در سه رژیم رطوبتی مشاهده کردند که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه واکنش متفاوتی نسبت به تنش کمبود آب داشتند، به‌نحوی که عملکرد ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و Tylor در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر حساسیت کمتری به تنش کمبود آب نشان داد. آن‌ها اظهار داشتند که به‌نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های مذکور را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش کمبود آب معرفی کرد؛ در صورتی که ژنوتیپ KS21193 با کاهش عملکرد ۳۳ و ۶۹ درصد به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of soil

Cu	Fe	Mn	Zn	K	P	نیتروژن	کربن آلی	pH	هدایت الکتریکی
مس	آهن	منگنز	روی	پتاسیم	فسفر	N	Organic carbon		EC(dS m ⁻¹)
g kg ⁻¹						%			
0.88	3.29	8.11	0.55	306	33.2	0.152	1.12	7.71	0.512
ماسه		سیلت		شن		جرم مخصوص ظاهری		رطوبت خاک	
Clay		Silt		Sand		Bulk density		Soil moisture (%)	
%						g.cm ⁻³		PWP	ظرفیت زراعی
34.5		35.5		30.0		1.5		0.13	0.25

WC ارتفاع آب خاک در عمق توسعه ریشه (mm)
 WC_{PWP} ارتفاع آب خاک در نقطه پژمردگی دائم (mm)
 M_s وزن خاک خشک
 WC_{FC} ارتفاع آب خاک در نقطه ظرفیت زراعی (mm)
 V_t حجم خاک

پس از رسیدگی و حذف اثرات حاشیه، جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد از هر کرت ۱۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و تعداد غلاف بارور و نابارور در آن شمرده شد. سپس دانه‌ها از غلاف‌ها جدا شده، توزین و شمارش شدند. از تقسیم تعداد بذرها بر تعداد بوته، تعداد دانه در بوته و از تقسیم تعداد دانه‌ها بر تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف به دست آمد. همچنین از تقسیم وزن دانه‌ها بر تعداد دانه، متوسط وزن دانه به دست آمد. همچنین از هر کرت وزن خشک هفت بوته (پس از قرار گرفتن در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد) تعیین شد تا مقادیر محاسبه شده بر مبنای رطوبت یکسان بیان گردند. برای تعیین عملکرد از هر کرت گیاهان یک مترمربع برداشت شده و پس از جدا کردن دانه، عملکرد ثبت شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS(9.1) تجزیه شدند. پس از انجام تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ در کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار شد، لذا جهت مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر عوامل مورد بررسی از روش برش‌دهی اثرات متقابل (Slicing) استفاده شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

غلاف نابارور

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر تعداد و وزن غلاف نابارور در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد و وزن غلاف نابارور در واحد سطح (مترمربع) مربوط به ژنوتیپ KS21193 در رژیم آبیاری تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی بود و کمترین تعداد و وزن غلاف نابارور را ژنوتیپ‌های

برای اعمال تیمار آبیاری ابتدا با نمونه‌برداری از خاک مزرعه (در ۱۰ نقطه تصادفی در مزرعه) و محاسبه رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی (θ_{mFC}) و نقطه پژمردگی دائم (θ_{mPWP}) و اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک (ρ_b) و در نظر گرفتن عمق توسعه ریشه (Z) میزان آب قابل دسترس (AW) برای گیاه محاسبه شد (معادله‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) (Alizadeh, 2008; Munˆoz-Perea et al., 2007).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \quad \text{معادله ۱:}$$

ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm day^{-1})

R_n تشعشع خالص در سطح گیاه ($\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$)

Δ شیب منحنی فشار بخار ($\text{KPa } ^\circ\text{C}^{-1}$)

G جریان گرمای خاک ($\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$)

T متوسط درجه حرارت روزانه در ارتفاع دو متری ($^\circ\text{C}$)

γ ثابت سایکرومتری ($\text{KPa } ^\circ\text{C}^{-1}$)

u_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری (m s^{-1})

e_s فشار بخار اشباع (KPa)

e_a فشار بخار واقعی (KPa)

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_t} \quad \text{معادله ۲}$$

$$\theta_v = \frac{\rho_b \times \theta_m}{\rho_w} \quad \text{معادله ۳}$$

$$\theta_m = \frac{M_w}{M_s} \quad \text{معادله ۴}$$

$$WC = 10Z(\rho_b)(\theta_m) \quad \text{یا} \quad WC = 10Z\theta_v \quad \text{معادله ۵}$$

$$AW = WC_{FC} - WC_{PWP} \quad \text{معادله ۶}$$

θ_m رطوبت وزنی خاک

θ_v رطوبت حجمی خاک

ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک (g cm^{-3})

ρ_w وزن مخصوص آب

AW میزان آب قابل دسترس

θ_{mPWP} رطوبت وزنی خاک در نقطه پژمردگی دائم

θ_{mFC} رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی

آبی نسبت به ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت وزنی غلاف نابارور به بارور در واحد سطح روند کاهشی داشت، زیرا در اثر کاهش میزان آب آبیاری از ۸۰ درصد به ۶۰ درصد نیاز آبی، وزن غلاف‌های نابارور با شدت بیشتری نسبت به غلاف‌های بارور کاهش داشتند.

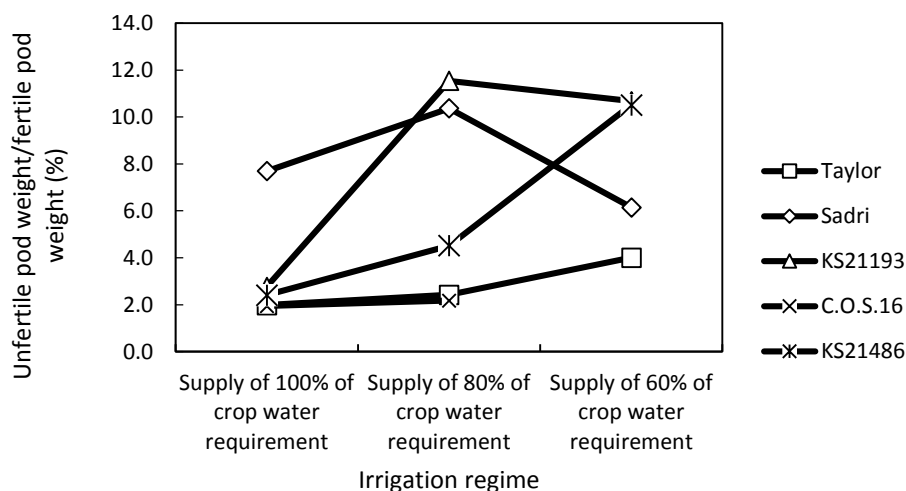
C.O.S.16 و صدی در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی داشتند (جدول ۳). هرچند تعداد و وزن غلاف نابارور کمتری از رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی به دست آمد، ولی نسبت وزنی غلاف نابارور به بارور در واحد سطح (مترمربع) در اثر کاهش میزان آب آبیاری روند افزایشی نشان داد (شکل ۱). در ژنوتیپ‌های صدی و KS21193 در رژیم آبیاری ۶۰ درصد نیاز

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات تعداد و وزن غلاف در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری
Table 2. Source of variation, df and mean square of pod number and weight in bean genotypes affected by irrigation regimes

میانگین مربعات MS						درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد غلاف بارور	تعداد کل غلاف در بوته	وزن غلاف بارور	تعداد غلاف بارور	وزن غلاف نابارور	تعداد غلاف نابارور		
Fertile pod per Plant	Total pod Number per Plant	Fertile pod weight	Fertile pod number	Unfertile pod weight	Unfertile pod number	df	S.O.V
0.2ns	1.3ns	769ns	201ns	0.2ns	562.7*	2	بلوک Block
290.5**	404.1**	753976**	261311**	262.1**	12060**	2	رژیم آبیاری Irrigation regime
0.5	0.8	1414	480.8	0.8	46.2	4	بلوک*رژیم آبیاری (خطا اول) Block*Irrigation(Ea)
33.4**	55.9**	110716**	30373**	192.8**	13419**	4	ژنوتیپ Genotype
33.7**	50.6**	87655**	30424**	160.3**	749378.2**	8	رژیم آبیاری*ژنوتیپ Irrigation*Genotype
0.18	0.15	542	164.1	0.4	78.2	24	خطای دوم E(b)
5.1	3.4	7.6	5.1	5.1	10.3		ضریب تغییرات CV (%)

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively



شکل ۱- تأثیر رژیم‌های آبیاری بر نسبت وزنی غلاف نابارور/غلاف بارور ژنوتیپ‌های لوبیا

Fig. 1. Effect of irrigation regimes on unfertile/fertile pod weight percentage of bean genotypes

جدول ۳- مقایسات میانگین تعداد و وزن غلاف در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم آبیاری

Table 3. Mean comparison of pod number and weight in bean genotypes affected by irrigation regimes

رژیم آبیاری Irrigation regime						ژنوتیپ Genotype	صفات Traits
تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 60% of crop water requirement		تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 80% of crop water requirement		تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 100% of crop water requirement			
36.00	hi	36.00	hi	44.00	hi	Taylor	تعداد غلاف نابارور (مترمربع) Unfertile Pod Number (m ²)
30.00	i	74.00	fg	168.00	b	Sadri	
72.00	g	234.00	a	130.00	c	KS21193	
30.00	i	108.00	d	86.00	ef	C.O.S.16	
100.00	de	86.00	efg	50.00	h	KS21486	
6.79	g	5.54	h	7.34	g	Taylor	وزن غلاف نابارور (گرم در مترمربع) Unfertile Pod Weight (g/m ²)
5.20	h	12.92	e	21.70	b	Sadri	
5.64	h	31.53	a	20.59	c	KS21193	
4.00	i	10.06	f	17.78	d	C.O.S.16	
17.31	d	13.14	e	9.42	f	KS21486	
160.37	i	160.37	i	235.40	gh	Taylor	تعداد غلاف بارور (مترمربع) Fertile Pod Number/m ²
134.70	j	166.80	i	316.93	f	Sadri	
49.57	k	241.83	g	440.30	b	KS21193	
0.00	l	411.27	c	492.83	a	C.O.S.16	
214.60	h	355.40	e	386.33	d	KS21486	
169.35	g	228.81	f	369.03	d	Taylor	وزن غلاف بارور (گرم در مترمربع) Fertile Pod Weight (g/m ²)
84.64	i	124.62	h	281.99	e	Sadri	
52.88	i	273.22	e	744.55	b	KS21193	
0.00	j	461.50	c	914.61	a	C.O.S.16	
164.71	g	290.97	e	390.60	d	KS21486	
6.53	h	6.53	h	9.30	f	Taylor	تعداد غلاف در بوته Pod Number (Plant)
5.47	i	8.03	g	16.17	c	Sadri	
4.07	j	15.87	c	19.00	a	KS21193	
1.00	k	17.30	b	19.30	a	C.O.S.16	
10.50	e	14.70	d	14.53	d	KS21486	
5.37	h	5.37	h	7.87	g	Taylor	تعداد غلاف بارور در بوته Fertile Pod/Plant
4.47	i	5.53	h	10.57	f	Sadri	
1.67	j	8.07	g	14.67	b	KS21193	
0.00	k	13.70	c	16.43	a	C.O.S.16	
7.13	e	11.83	e	12.87	d	KS21486	

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل، ندارند.

Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05

غلاف بارور

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش ژنوتیپ×آبیاری بر تعداد و وزن غلاف در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد و وزن غلاف بارور در واحد سطح را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ نیاز آبی داشت (جدول ۳) و بیشترین و کمترین درصد کاهش تعداد غلاف بارور در واحد سطح در رژیم آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی را به‌ترتیب ژنوتیپ‌های صبری و KS21486 به خود اختصاص دادند. در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی نیز بیشترین و کمترین درصد کاهش این صفت به‌ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و تیلور بود. همچنین بیشترین و کمترین درصد کاهش وزن غلاف بارور در واحد سطح در رژیم آبیاری تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های KS21193 و KS21486 و در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی در ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و تیلور مشاهده شد. پژوهشگران گزارش کردند کاهش میزان آب آبیاری باعث کاهش تعداد غلاف بارور در لوبیا می‌گردد (Bayat et al., 2010; Habibi & Bihamta,)

(2007; Ramirez Builes et al., 2011). در شرایط کم‌آبی به‌دلیل

آسیب‌دیدن فرایندهای فیزیولوژیک گیاه از جمله فتوسنتز، تولید گیاه کم شده و تعداد بیشتری از غلاف‌های تولید شده توسط گیاه به‌صورت نابارور می‌شوند.

تعداد کل غلاف در بوته

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد کل غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). هرچند با کاهش میزان آب آبیاری تعداد کل غلاف در بوته تمامی ارقام کاهش یافت، ولی در رقم تیلور کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی سبب ۳۰ درصد کاهش تعداد غلاف در بوته شد، در صورتی‌که در ژنوتیپ C.O.S.16 کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد تأمین نیاز آبی، به‌ترتیب کاهش ۱۰ و ۹۵ درصدی تعداد غلاف را به‌دنبال داشت (جدول ۳). در ژنوتیپ KS21486 نیز کاهش آبیاری به ۸۰ درصد نیاز آبی تأثیری بر

C.O.S.16 (۷/۷در صد) و در رژیم آبیاری تأمین ۶۰در صد نیاز آبی در ژنوتیپ‌های C.O.S.16 (۱۰۰در صد) و KS21486 (۳۹/۵در صد) مشاهده شد. پیامد کاهش تعداد غلاف بارور و تعداد دانه در غلاف، کاهش تعداد دانه در واحد سطح است. در این پژوهش مشخص شد هم در رژیم آبیاری تأمین ۸۰در صد نیاز آبی و هم تأمین ۶۰در صد نیاز آبی، در بین صفات مورد بررسی، تعداد دانه در واحد سطح (و تعداد دانه در بوته) بیشترین درصد کاهش نسبت به تیمار آبیاری شاهد را به خود اختصاص دادند (۳۴/۵در صد و ۶۹/۵در صد به ترتیب برای تأمین ۸۰در صد و ۶۰در صد نیاز آبی) و این امر مبین آن است که این صفت به شرایط کم‌آبی حساسیت زیادی دارد. به نظر می‌رسد که کاهش حساسیت این صفت به شرایط کمبود آب می‌تواند به عنوان هدف در برنامه‌های اصلاح و دست‌ورزی ژنتیکی گیاهان مورد توجه قرار گیرد.

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۴). روند تغییرات تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های مورد بررسی در اثر کم‌آبیاری، متفاوت بود. به عنوان مثال تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های تیلور، صدری و KS21193 در اثر کاهش میزان آب آبیاری روند کاهشی نشان دادند و این در حالی است که تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و KS21486 روند افزایشی داشت. پژوهشگران در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط آبیاری بهینه و تنش خشکی اعلام کردند تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف می‌گردد، ولی شدت کاهش برای تمامی ژنوتیپ‌ها یکسان نیست (Martinez et al., 2007). با بروز تنش خشکی، ماده خشک تولیدشده در گیاه کاهش یافته و متعاقب آن تعدادی از دانه‌های تولید شده، سقط می‌گردند.

تعداد دانه در بوته

تأثیر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۴). در رژیم آبیاری تأمین ۸۰در صد نیاز آبی بیشترین درصد کاهش تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ صدری (۳۱در صد) مشاهده شد، در صورتی که در رژیم آبیاری تأمین ۶۰در صد نیاز آبی بیشترین درصد کاهش تعداد دانه در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و صدری بود. کاهش میزان آب آبیاری باعث وقوع روند کاهشی در تعداد دانه در بوته تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی شد، ولی شدت کاهش در ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشابه نبود (شکل ۲). علت این امر کاهش تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته در اثر کم‌آبیاری می‌باشد. در گزارشات ذکر شده است تأمین آب مورد نیاز و دمای بهینه در حین دوره گلدهی باعث حصول عملکرد بالا در گیاه لوبیا می‌گردد، طی این دوره (گلدهی) تنش خشکی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می‌شود (Lesznayk et al., 2008; Bonfil et al., 2007; Boutraa & Sanders, 2001).

تعداد غلاف نداشت، در صورتی که در ژنوتیپ صدری در این شرایط تعداد غلاف ۵۰در صد کاهش یافت.

در بررسی اثر تنش خشکی بر شش ژنوتیپ لوبیا مشخص شد که هرچند تعداد غلاف در بوته در اثر تنش خشکی در همه ژنوتیپ‌ها کاهش یافته است، ولی کاهش تعداد غلاف در بوته بسته به ژنوتیپ بین ۲۰ تا ۷۳در صد بود (Ter'an & Singh, 2002). نگهداری و عدم سقط غلاف عامل مهمی در تعیین عملکرد دانه و صفت مطلوبی جهت ارقام جدید لوبیا می‌باشد. در پژوهش روی ارقام لوبیا مشخص شد در رقم Arroz Tuscola که عملکرد گیاه کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته بود، تعداد غلاف آن نیز تحت تأثیر تنش خشکی کاهش چندانی نداشت (Martínez et al., 2007).

تعداد غلاف بارور در بوته

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد غلاف بارور در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). کم‌آبیاری باعث کاهش تعداد غلاف بارور در بوته در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد، البته شدت کاهش بسته به ژنوتیپ متفاوت بود، به طوری که بیشترین تعداد غلاف بارور در بوته از ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰در صد نیاز آبی به دست آمد، در حالی که ژنوتیپ مذکور در رژیم آبیاری تأمین ۶۰در صد نیاز آبی، نتوانست هیچ غلاف باروری تولید کند. کمترین درصد کاهش تعداد غلاف بارور در بوته در رژیم‌های آبیاری تأمین ۸۰در صد و ۶۰در صد نیاز آبی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KS21486 (هشت در صد) و تیلور (۳۱/۸در صد) بود. همچنین در رقم تیلور در اثر کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰در صد به ۸۰ و ۶۰در صد نیاز آبی ۳۱/۸در صد کاهش غلاف بارور مشاهده شد. در بررسی اثر تنش آب طی دو دوره گلدهی و پُرشدن غلاف در دو ژنوتیپ لوبیا نیز مشخص شد اثر تنش آب بر وزن دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در گیاه بسیار معنی‌دار بود (Boutraa & Sanders, 2001).

تعداد دانه در مترمربع

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد دانه در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۴). هرچند با کاهش میزان آب آبیاری تعداد دانه در واحد سطح تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت، ولی شدت این کاهش یکسان نبود. در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ و ۸۰در صد نیاز آبی بیشترین تعداد دانه در واحد سطح (مترمربع) را ژنوتیپ C.O.S.16 داشت، در صورتی که این ژنوتیپ در رژیم آبیاری تأمین ۶۰در صد نیاز آبی موفق به تولید دانه نشد (جدول ۵). بیشترین و کمترین درصد کاهش تعداد دانه در واحد سطح در رژیم آبیاری تأمین ۸۰در صد نیاز آبی به ترتیب در ژنوتیپ‌های KS21193 (۲در صد) و

جدول ۴- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات تعداد و وزن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری

Table 4. Source of variation, df and mean square of grain number and weight traits, grain yield, biological yield and harvest index in bean genotypes affected by irrigation regimes

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در مترمربع	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
S.O.V	Df	Grain m ⁻²	Grain plant ⁻¹	Grain Pod ⁻¹	1000 grain weight	Biological yield	Grain yield	Harvest index
بلوک	2	839ns	0.9ns	0.2ns	0.7ns	68ns	841ns	0.002ns
Block								
رژیم آبیاری	2	2503450**	2780**	3.9**	77285**	1457006**	330482**	0.18**
Irrigation regime								
بلوک*رژیم آبیاری (خطا اول)	4	25.8	0.02	0.08	1972	2013	421.6	0.0002
Block*Irrigation(Ea)								
ژنوتیپ	4	385180**	427.6**	1.1**	32245**	279002**	45759**	0.04**
Genotype								
رژیم آبیاری*ژنوتیپ	8	308942**	343.6**	2.1**	16150**	224652**	34132**	0.02*
Irrigation*Genotype								
خطا دوم	24	2029	2.2	0.1	1691	1438	346	0.001
E(b)								
ضریب تغییرات		6.3	6.4	14.1	17.3	6.2	9.7	13.4
CV (%)								

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Non-significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

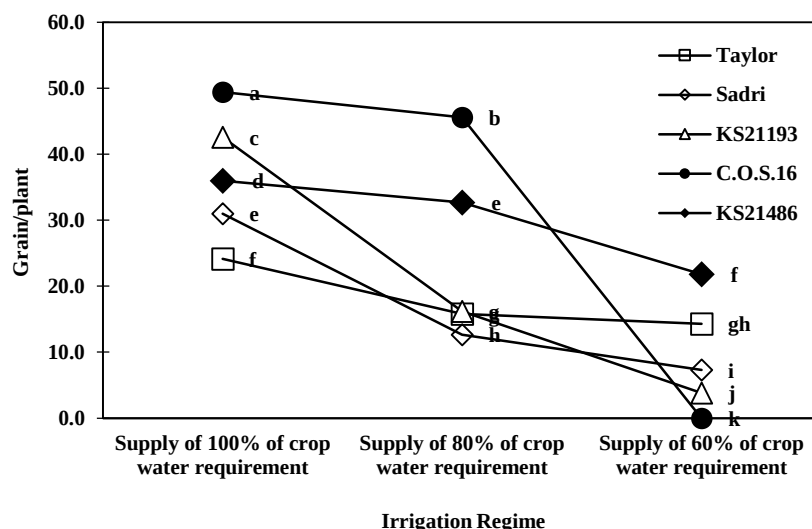
جدول ۵- مقایسات میانگین صفات مرتبط با تعداد و وزن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری

Table 5. Mean comparison of grain number and weight traits, grain yield, biological yield and harvest index in bean genotypes affected by irrigation regimes

آبیاری Irrigation						ژنوتیپ Genotype	صفات Traits
تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 60% of crop water requirement		تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 80% of crop water requirement		تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 100% of crop water requirement			
2.67	bcd	2.97	abc	3.10	ab	Taylor	تعداد دانه در غلاف Grain/pod
1.60	f	2.27	de	2.93	abc	Sadri	
2.43	cde	2.00	ef	2.90	abc	KS21193	
0.00	g	3.33	a	3.00	abc	C.O.S.16	
3.07	ab	2.77	abcd	2.80	abcd	KS21486	
428.50	gh	474.70	g	723.80	f	Taylor	تعداد دانه در مترمربع Grain/m ²
218.50	i	379.50	h	929.20	e	Sadri	
115.43	j	485.40	g	1276.70	c	KS21193	
0.00	k	1368.40	b	1482.60	a	C.O.S.16	
653.63	f	980.50	e	1080.10	d	KS21486	
223.63	ef	294.63	bcd	340.03	abc	Taylor	وزن هزار دانه (گرم) 1000grain weight (g)
154.03	g	168.50	fg	217.70	efg	Sadri	
283.43	cde	301.87	bc	359.77	ab	KS21193	
0.00	h	212.03	fg	401.00	a	C.O.S.16	
167.50	fg	198.50	fg	227.77	def	KS21486	
0.29	f	0.36	bcde	0.42	a	Taylor	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%)
0.09	h	0.16	g	0.32	def	Sadri	
0.13	gh	0.14	gh	0.39	abc	KS21193	
0.00	i	0.35	cde	0.41	ab	C.O.S.16	
0.30	ef	0.33	def	0.36	abcd	KS21486	

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل، ندارند.

Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05



شکل ۲- تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تعداد دانه در بوته ژنوتیپ‌های لوبیا
Fig. 2. Effect of irrigation regime on grain number per plant of bean genotypes

متوسط مقادیر کاهش تعداد دانه برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط تأمین ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۳۲/۸ درصد و ۷۴/۲ درصد بود. این امر نشان از ثبات نسبی وزن دانه در شرایط آزمایش دارد. در واقع به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب ابتدا تعداد دانه در بوته کاهش یافته و وزن دانه در مرحله بعدی کاهش می‌یابد. در این بین ممکن است کاهش وزن دانه تا حدودی در اثر انتقال مجدد جبران شده باشد.

عملکرد بیولوژیک

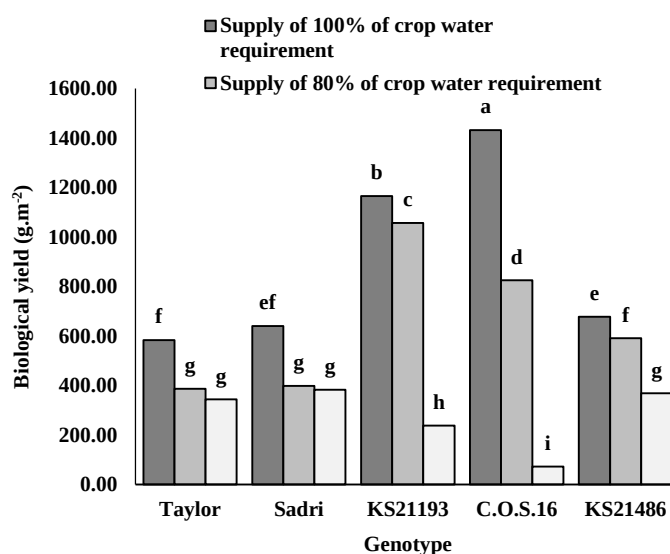
نتایج نشان داد، اثر تیمار رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۴). با کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپ KS21193 به ترتیب ۹/۳ و ۷۹/۷ درصد و در ژنوتیپ C.O.S.16 به ترتیب ۴۲/۴ و ۹۵ درصد کاهش داشت. کمترین نوسان کاهش عملکرد بیولوژیک (۳۷/۸) در صد کاهش در شرایط تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی و ۴۰/۳ درصد کاهش در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی) در اثر کاهش آب آبیاری نیز در ژنوتیپ صدری مشاهده شد (شکل ۳). تفاوت در تجمع ماده خشک ارقام لوبیا که تحت تنش رطوبتی متوسط تا شدید قرار داشتند، در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (Rosales-Serna *et al.*, 2002). Ramirez Builes *et al.* (2011) در بررسی شش ژنوتیپ لوبیا در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که کمبود آب باعث کاهش متفاوتی در زیست‌توده هر شش ژنوتیپ شد. در مطالعه ایشان میزان کاهش در اثر کمبود آب برای تمامی ژنوتیپ‌ها

وزن هزار دانه

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). با کاهش میزان آب آبیاری وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های لوبیا به‌طور متفاوتی کاهش یافت. ژنوتیپ KS21486 با کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۱۲/۸ درصد و ۲۶/۵ درصد کاهش در وزن هزار دانه داشت و این در حالی است که ژنوتیپ C.O.S.16 در اثر کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۴۷/۱ درصد و ۱۰۰ درصد کاهش در وزن هزار دانه نشان داد. قابل‌ذکر است کمترین نوسان کاهش وزن هزار دانه در اثر کاهش میزان آب آبیاری مربوط به ژنوتیپ KS21193 بود (۱۶/۱) درصد کاهش در شرایط تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی و ۲۱/۲ درصد کاهش در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی). بیشترین وزن هزار دانه را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشت (۴۰۱ گرم) که در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های KS21193 (۳۵۹/۸ گرم) و تیلور (۳۴۰) در همین رژیم آبیاری نداشت (جدول ۵). کمبود آب باعث اختلال در نمو دانه، افزایش تعداد دانه‌های چروکیده و در نهایت کاهش وزن دانه می‌گردد (Isik *et al.*, 2005; Nemeske'ri, 1994). در پژوهش حاضر وزن دانه نسبت به تعداد دانه حساسیت پایین‌تری نسبت به کمبود آب نشان داد. متوسط کاهش وزن هزار دانه ارقام مورد بررسی در شرایط تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی ۲۲/۴ درصد و در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی ۴۴/۲ درصد بود و این در حالی است که

بین اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژی یک نشان‌دهنده تغییرات یک‌سویه این صفات است؛ بدان معنا که با کاهش ماده خشک تولیدی، اجزای عملکرد دانه (تعداد دانه، وزن دانه و غیره) کاهش می‌یابد. بنابراین تجمع ماده خشک به‌عنوان یک صفت مهم برای حصول عملکرد بالا در حبوبات مورد توجه است.

یکسان نبود. همچنین در بررسی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیاچیتی مشخص شد تنش آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژی یک در این ژنوتیپ‌ها (شدت کاهش یکسان نبود) می‌گردد (Bayat *et al.*, 2010)، به‌نحوی که در شرایط بدون تنش خشکی، وجود تنش خشکی ملایم و شدید بیشترین عملکرد بیولوژی یک از ژنوتیپ KS21193 به‌دست آمد. همبستگی مثبت و معنی‌دار



شکل ۳- تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد بیولوژی یک ژنوتیپ‌های لوبیا

(میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل ندارند).

Fig. 3. Effect of irrigation regime on biological yield of bean genotypes
(Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, $p=0.05$)

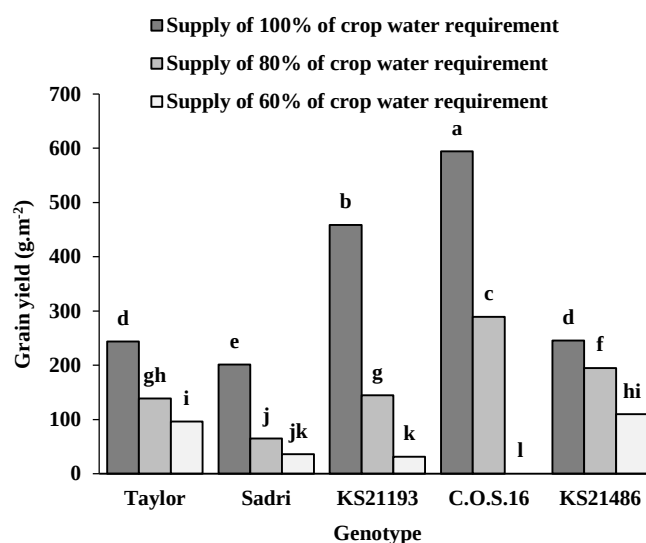
بسیاری از پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Rosales-Serna *et al.*, 2004; Porch *et al.*, 2009; Tera'n & Singh, 2002). در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز و چیتی مشخص شد، عملکرد دانه در اثر تنش خشکی برای کلیه ژنوتیپ‌ها کاهش می‌یابد؛ درعین حال مقادیر کاهش در همه ژنوتیپ‌ها یکسان نبود، به‌نحوی که مقادیر کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی بین ۳۴ تا ۷۶ درصد گزارش شد (Mun'oz-Perea *et al.*, 2007). همبستگی بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه مثبت ($r=0.71^{**}$) بود، ولی با توجه به ضرایب همبستگی مشخص شد که تأثیر افزایش تعداد دانه در واحد سطح (مترمربع) بر افزایش عملکرد دانه، بیشتر از تأثیر وزن هزار دانه در افزایش عملکرد دانه می‌باشد (ضریب همبستگی بالاتر، $r=0.90^{**}$). همچنین بررسی ضرایب همبستگی نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژی یک ($r=0.89^{**}$) بود. این بدان معنا است که با کاهش

عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، ژنوتیپ KS21486 به‌ترتیب ۲۰/۵ و ۵۵/۴ درصد کاهش و ژنوتیپ KS21193 به‌ترتیب ۶۸/۵ و ۹۳/۲ درصد کاهش در عملکرد دانه نشان دادند. همچنین بیشترین عملکرد دانه را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشت. ژنوتیپ مذکور در رژیم آبیاری تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی نیز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، ولی در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی موفق به تولید دانه نشد (شکل ۴). این امر احتمالاً حاکی از حساسیت بالای این ژنوتیپ به کم‌آبیاری شدید می‌باشد، زیرا در این سطح آبیاری بیشترین عملکرد دانه را ژنوتیپ KS21486 داشت (شکل ۴). کاهش عملکرد دانه لوبیا در اثر کمبود آب در

بسیاری از گل‌ها و بذرها، در نتیجه تولید غلاف‌های نابارور می‌گردد. از طرفی همان‌گونه که در بالا اشاره شد، کمبود آب علاوه‌بر کاهش تعداد دانه (کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف) باعث کاهش وزن دانه نیز می‌گردد و نتیجه کاهش این دو جزء، کاهش عملکرد دانه خواهد بود.

زیست‌توده تولیدی در شرایط تنش، عملکرد دانه نیز کاهش خواهد یافت، از این‌رو برنامه‌های اصلاحی با هدف جلوگیری از کاهش زیست‌توده تولیدی در شرایط تنش، شاید به کاهش افت عملکرد دانه در این شرایط منجر شود. در شرایط تنش خشکی مخصوصاً در مراحل حساس دوره زندگی گیاه، از جمله گلدهی و تولید دانه، کمبود آب باعث کاهش سقط



شکل ۴- تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های لوبیا

(میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل ندارند).

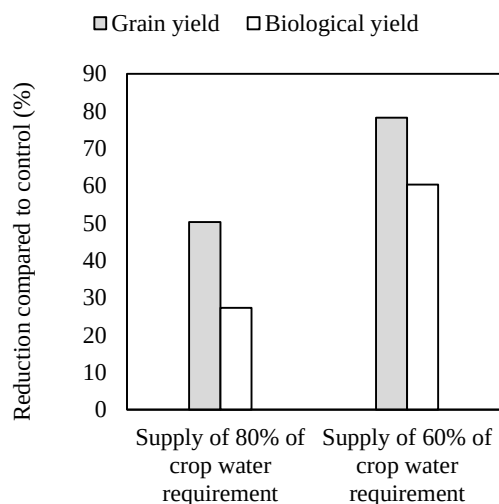
Fig. 4. Effect of irrigation regimes on grain yield of bean genotypes

(Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, $p=0.05$)

($r=0.75^{**}$) وجود داشت. به عبارت دیگر یکی از عوامل کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود آب، کاهش شاخص برداشت می‌باشد. (Ramirez Builes et al, 2011) بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا در سه رژیم رطوبتی اعلام کردند که تنش خشکی باعث کاهش شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردید. به نظر می‌رسد کاهش شاخص برداشت در شرایط کم‌آبیاری به دلیل این است که عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بی‌شتی کاهش یافته است (شکل ۵).

شاخص برداشت

کم‌آبیاری باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد (جدول ۵). در اثر کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد، ژنوتیپ KS21486 به ترتیب ۹/۳ و ۱۷/۶ درصد کاهش در شاخص برداشت داشت، در حالی که کاهش در شاخص برداشت در ژنوتیپ KS21193 در شرایط فوق به ترتیب ۶۵/۳ و ۶۶/۹ درصد بود. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین شاخص برداشت و عملکرد دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری



شکل ۵- درصد کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

Fig. 5. Reduction percentage of biological and grain yield

جدول ۶- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد بررسی در لوبیا

Table 6. Correlation coefficient of measured traits

FPPP	PPP	HI	BY	GW	GPPL	GPP	GN	GY	PW	PN
1.0**	0.95**	0.77**	0.86**	0.56*	0.98**	0.65**	0.98**	0.89**	0.89**	1
0.89**	0.82**	0.73**	0.91**	0.72**	0.89**	0.53*	0.89**	0.99**	1	
0.89**	0.82**	0.75**	0.89**	0.71**	0.90**	0.54*	0.90**	1		
0.98**	0.91**	0.81**	0.80**	0.53*	1.0**	0.68**	1			
0.65**	0.60*	0.87**	0.44	0.67**	0.68**	1				
0.98**	0.91**	0.81**	0.80**	0.53*	1					
0.56*	0.56*	0.67**	0.72**	1						
0.86**	0.89**	0.55*	1							
0.77**	0.65**	1								
0.95**	1									
1										

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

PN (Pod.m⁻²: تعداد غلاف در مترمربع), PW (Pod weight: وزن غلاف), GY (Grain yield: عملکرد دانه), GN (Grain.m⁻²: تعداد دانه در مترمربع), GPP (Grain.pod⁻¹: تعداد : عدد), GPPL (Grain.plant⁻¹: تعداد دانه در بوته), GW (1000 grain weight: وزن هزار دانه), BY (Biological yield: عملکرد بیولوژیک), HI (Harvest index: شاخص : عدد), GPPL (Grain.plant⁻¹: تعداد دانه در بوته), FPPP (Fertile pod.plant⁻¹: تعداد غلاف بارور در بوته), PPP (Pod.plant⁻¹: تعداد غلاف در بوته), (برداشت

نتیجه گیری

در اثر کاهش میزان آب، عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بیشتری کاهش یافت و به دنبال آن، شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز کمتر شد. در شرایط رطوبتی مطلوب و کمبود آب خفیف، ژنوتیپ C.O.S.16 عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تولید کرد، در صورتی که در شرایط کمبود آب شدید ژنوتیپ KS21486 عملکرد بهتری داشت. تعداد دانه نسبت به وزن دانه حساسیت بالاتری به کمبود آب داشت و در اثر کمبود آب، تعداد دانه با شدت بیشتری نسبت به وزن دانه کاهش یافت.

سیاسگزاری

از مرکز تحقیقات لوبیای خمین جهت تأمین بذر، از اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری جهت تأمین داده‌های هواشناسی، از گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد و همچنین معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشکده کشاورزی شهرکرد جهت تأمین امکانات لازم برای انجام این آزمایش قدرانی می‌شود.

منابع

1. Agricultural Statistics. 2013. Ministry of Agriculture Press. 167 pages.
2. Alizadeh, A. 2008. Water, Soil and Plant Relationship. Imam Reza University Press. Eighth Edition. 484 pages. In Persian.
3. Andrew, K.B., Hammer, G.L., and Henzell, R.G. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Science* 40: 1037-1048.
4. Bayat, A., Sepehri, A., Ahmadvand, A.G., and Dorri, H. R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences* 12(1):42-54. (In Persian with English Summary).
5. Bonfil, D.J., Goren, O., Mufradi, I., Lichtenzveig, J. & Abbo, S. 2007. Development of early-flowering Kabuli chickpea with compound and simple leaves. *Plant Breeding* 126: 125-129.
6. Boutraa, T., and Sanders, F.E. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 187(4): 251-257.
7. Ehdaie, B., and Waines, J.G. 1993. Water requirement and transpiration efficiency of primitive wheats: A model for their use. pp. 187-197. In: A.B. Damania (Ed.) *Biodiversity and Wheat Improvement*. John Wiley and Sons, New York, USA.
8. Farshadfar, E., Ghannadha, M., Zahravi, M., and Sutka, J. 2001. Genetic analysis of drought tolerance in wheat. *Plant Breeding* 114: 542-544.
9. Frahm, M.A., Rosas, J.C., Mayek-Perez, N., Lopez-Salinas, E.J., Acosta-Gallegos, A., and Kelly, J.D. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. *Euphytica* 136(2): 223-232.
10. Habibi, Gh.R., and Bihamta, M.R. 2005. Study of seed yield and some associate characteristics in pinto bean under reduced irrigation. *Pajouhesh and Sazandegi* 74: 34-46. (In Persian).
11. Isik, M., O'nceler, Z., Cakir, S., and Altay, F. 2005. Effect of different irrigation regimes on the yield and yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Agronomica Sinica* 52(4): 381-389.
12. Lak, M.R., ghanbari, A.A., Dori, H.R., and Ghadiri, A. 2009. Effect of planting date on seed yield and fusarium root rot disease severity in Chitti bean in Khomein. *Seed and Plant Production Journal* 25(2): 275-286. (In Persian with English Summary).
13. Lesznya'k, M., Hunyadi-Borbe'ly, E., and Csajbo'k, J. 2008. The role of nutrient-water-supply and the cultivation in the yield of pea (*Pisum sativum* L.). *Cereal Research Community* 36: 1079-1082.
14. Mart'inez, J.P., Silva, H., Ledent, J.F., and Pinto, M. 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy* 26: 30-38.
15. Mun'oz-Perea, C.G., Allen, R.G., Westermann, D.T., and Wright, J.L. 2007. Water use efficiency among dry bean landraces and cultivars in drought-stressed and non-stressed environments. *Euphytica* 155: 393-402.
16. Nemeske'ri, E. 1994. Investigation of the adaptability of legumes in the Hungarian climate. In: O.A. Rognli (Ed). *Breeding Fodder Crops for Marginal Conditions*. Kluwer, Dordrecht, pp 69-80.
17. Padilla-Rami'rez, J.S., Acosta-Gallegos, J.A., Acosta-Dı'az, E., Mayek-Pe'rez, N., and Kelly, J.D. 2005. Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought-stressed and non-stressed dry bean genotypes. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 48: 152-153.
18. Porch, T.G., Ramirez, V.H., Santana, D., and Harmsen, E.W. 2009. Evaluation of common bean for drought tolerance in Juana Diaz, Puerto Rico. *Journal of Agronomy and Crop Science* 195: 328-334.
19. Ramirez Builes, V.H., Porch, T.G., and Harmsen, E.W. 2011. Genotypic differences in water use efficiency of common bean under drought stress. *Agronomy Journal* 103: 1206-1215.
20. Ramirez-Vallejo, P., and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica* 99: 127-136.
21. Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-Lo'pez, C., Ortiz-Cereceres, J., and Kelly, J.D. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Research* 85: 203-211.
22. Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-Lo 'pez, C., Ortiz-Cereceres, J., and Kelly, J.D., 2002. Yield and phenological adjustment in four drought-stressed common bean cultivars. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 45: 198-199.
23. Shenkut, A.A., and Brick, M.A. 2003. Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. *Euphytica* 133(3): 339-347.
24. Tera'n, H., and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crop Science* 42: 64-70.

Effects of deficit irrigation on yield and yield components of pinto bean genotypes in Shahrekord

Karimzadeh¹, H., Nezami^{2*}, A., Kafi², M. & Tadayon³, M.R.

1- Crop physiology student, Ferdowsi University of Mashhad, karimzadeh.he@gmail.com

2- Professor of Crop physiology, College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

3- Assistant Professor of Crop physiology, Shahrekord University

Received: 06 October 2015
Accepted: 07 December 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.49118

Introduction

Pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important bean types in Iran. Cultivation area of pinto bean is about 50% of total bean cultivation area and more than half of grain bean production belongs to this type of bean. Drought is the most important environmental stresses that affects agricultural production in arid and semiarid areas and reduces crop productions. According to FAO reports, 90% of cultivation area in Iran is under arid and semi-arid conditions, so water deficit severely affects crop quantity and quality of most crop. About 60% of bean cultivation area in the world are faced with drought. Bean yield loss due to drought stress depends on severity and duration of stress and genetic variations of genotypes. Bean yield components such as grain weight, grain number per plant and pod number per plant decrease by drought stress. According to the 15 bean genotypes evaluation in favorable moisture conditions and water deficit, there were significantly differences between genotypes for most of yield related traits. Due to limited water resources in the Iran, evaluation of bean genotypes under water stress is important. So this study was conducted to evaluate the changes in yield and yield components of pinto bean genotypes under deficit irrigation conditions.

Material and Methods

An experiment as split plot in randomized complete block design base was conducted for evaluation of effect of deficit irrigation at three levels (supply of 100, 80 and 60 percent of crop water requirement as main plot) on pinto bean genotypes in five levels (Taylor, Sadri, C.O.S.16, KS21193(Koosha193) and KS21486 as sub plot) in Shahrekord university. Before planting, seeds were disinfected with Benomyl fungicide. Then planting was conducted in 30 plant m⁻² density. Crop water requirements calculated by Penman-Monteith equation amended by FAO. Irrigation treatments was applied at beginning of V4 stage (unfolding of third trifoliolate leaf) and continued in the growing season. At the end of experiment one square meter of each plot harvested and yield and yield components were measured. Data were analyzed in SAS software (version 9.1). Slicing method was used for interaction mean comparison.

Results & Discussion

The effects of irrigation regime, genotype and the interaction of irrigation regime and genotype on unfertile pod number, unfertile pod weight, Fertile pod number, fertile pod per plant, grain number, grain weight, biological yield, grain yield and harvest index were significant.

COS16 had the greatest fertile pod number and weight per unit area in supply of 100% of crop water requirement condition. Sadri and KS21486 had the highest and lowest percentage of reduction in the number of fertile pods per unit area in supply of 80% of crop water requirement condition respectively. Supply of 100 and 80 percent of water requirement conditions COS16 resulted in greatest grain number m⁻². But this genotype did not produce grain by supply of 60% of water requirement condition.

* Corresponding Author: nezamiahmad@yahoo.com; Mobile: 09153163348

Reducing the amount of irrigation water reduced grain weight differently. KS21486 showed 12.8% and 26.5% reduction in grain weight in supply of 80 and 60 percent of crop water requirement conditions, respectively. While COS16 showed 47.1% and 100% reduction in grain weight in supply of 80 and 60 percent of crop water requirement conditions, respectively. Reducing the amount of irrigation water reduced genotypes grain yield. Grain yield of KS21486 decreased by 20.5% and 55.4% in supply of 80% and 60% of crop water requirement conditions, respectively. While KS21193 showed 68.5% and 93.2% grain yield reduction in 80% and 60% of crop water requirement condition, respectively. The highest seed yield by supply of 100 and 80% of plant water requirement condition was observed in C.O.S.16 (594.6 and 289.2 g.m⁻² respectively), while C.O.S.16 in supply of 60% of plant water requirement did not produce seed. In supply of 60 percent of plant water requirement condition KS21486 had highest seed yield (109.5 g.m⁻²).

Conclusion

Grain number is more sensitive than grain weight to water deficit condition. Grain number reduced with greater intensity rather than grain weight reduction. In optimum irrigation and moderate water deficit condition C.O.S.16 and in severe water deficit condition KS21486 produced more grain than the other genotypes.

Key words: Drought stress, Harvest index, Pod, Seed weight

بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از نشانگر مولکولی SSR

رضا میردريکوند*

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۶

چکیده

بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی یکی از عوامل مهم در به‌نژادی گیاهان زراعی است. این تحقیق به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی ۳۵ ژنوتیپ نخود با استفاده از ۱۵ جفت آغازگر SSR، انجام شد. پس از استخراج DNA، انجام واکنش‌های PCR و الکتروفورز، آغازگرها در مجموع ۴۹ آلل را در تمام ژنوتیپ‌ها تکثیر کردند. متوسط تعداد آلل تکثیر شده به ازای هر آغازگر ۳/۲۶ آلل بود. آغازگر SSR35 با پنج آلل، همراه با آغازگرهای SSR14، SSR21، SSR26 و SSR63 با چهار آلل، بیشترین و آغازگرهای SSR61 و SSR7 با ۲ آلل، کمترین آلل را تکثیر نمودند. بر اساس ضرایب تشابه به‌دست‌آمده ارزش‌های تشابه دامنه‌ای از ۰/۱۰ تا ۰/۸۰ با میانگین ۰/۴۰ درصد را داشتند. میزان اطلاعات چندشکلی (PIC)، از ۰/۲۰ تا ۰/۸۸ متغیر بود (با متوسط ۰/۵۰). بیشترین و کمترین میزان PIC به‌ترتیب مربوط به آغازگرهای SSR21 و SSR62 بود. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از ضریب تشابه جاکارد و روش UPGMA انجام شد و ژنوتیپ‌ها در هشت گروه قرار گرفتند. گروه‌بندی تا حدودی توانست ژنوتیپ‌های مختلف نخود را از همدیگر تفکیک نماید. تفکیک ژنوتیپ‌ها از طریق تجزیه هماهنگ اصلی و پلات‌های دو و سه‌بعدی نیز تقریباً تأییدکننده تجزیه خوشه‌ای بود. ضریب همبستگی کوفنتیک بالا بیانگر ارتباط مؤثر بین داده‌های مولکولی، روش تجزیه خوشه‌ای و صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بود. از تنوع موجود می‌توان در برنامه‌های اصلاح نخود استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، میزان اطلاعات چندشکلی (PIC)، نخود، نشانگر SSR

مقدمه

دانه نخود دارای حدود ۲۰ درصد پروتئین بوده و منبع مناسبی برای تأمین کالری مورد نیاز انسان است (Singh *et al.*, 2008). در بین حبوبات، نخود رتبه سوم دنیا را دارد. ایران از نظر سطح زیرکشت این محصول رتبه چهارم و از نظر تولید رتبه ششم دنیا را دارد (FAO, 2012). در ایران حدود ۷۷۰ هزار هکتار معادل ۶/۲ درصد از اراضی محصولات سالانه برداشت شده در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به حبوبات اختصاص یافته است. از این مقدار نخود ۶۱/۳ درصد، عدس ۲۰/۲ درصد و لوبیا ۱۴/۹۵ درصد از سطح برداشت را به خود اختصاص داده‌اند (Ministry of jihade-agriculture, 2014). آگاهی از میزان تنوع و فاصله ژنتیکی بین افراد یا جوامع، در انتخاب والدین مناسب جهت تولید هیبریدهای برتر از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. ضمن این‌که تنوع ژنتیکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (Sharma *et al.*, 2002). با اطلاع از میزان تنوع منابع ژنتیکی و بهره‌برداری از آن می‌توان ارقام جدید و مطلوب‌تر برای مناطق مختلف ایجاد و توصیه نمود. ساده‌ترین راهی که پیش روی به‌نژادگران جهت افزایش

عملکرد در واحد سطح وجود دارد، گزینش رگه‌های پرمحصول است (Joshig & Nguyen, 1993). اما لازمی گزینش، تنوع است و بایستی از میزان تنوع ژنتیکی موجود در گیاهان زراعی و خویشاوندان وحشی آن‌ها و فاصله‌ی ژنتیکی در بین افراد یا جمعیت‌ها اطلاع کافی داشت تا بتوان در برنامه‌های به‌نژادی، امکان سازماندهی ژرم‌پلاسما و نمونه‌گیری مؤثر از ژنوتیپ‌ها را فراهم آورد (Ismaili *et al.*, 2010).

آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی، به‌عنوان اجزاء مهم طرح‌های اصلاح نباتات تلقی می‌شوند. در واقع تنوع مبنای همه گزینش‌هاست و دسترسی به تنوع ژنتیکی، اساس کارهای اصلاحی و انتخاب ژنوتیپ‌ها و نمونه‌های گیاهی مورد نظر می‌باشد. روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد که از آن جمله می‌توان استفاده از صفات مورفولوژیکی (یا نشانگرهای مورفولوژیک)، اگرانومیک، سیتولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی (نشانگرهای مولکولی مبتنی بر DNA) را نام برد. به‌نژادگران گیاهی معمولاً استفاده از نشانگرهای مولکولی مبتنی بر DNA را نسبت به سایر نشانگرها جهت اطمینان از صحت تنوع بر اساس نشانگرهای مورفولوژیک، ترجیح می‌دهند. این نشانگرها ابزاری قوی در

*نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۶۳۶۷۷۷۷۰، drikvand_r@yahoo.com

وحشی تنوع بیشتر و مکان‌های ژنی متنوع‌تری نسبت به وارسته‌های زراعی داشتند. تجزیه هم‌هنگ اصلی، تفاوت بین وارسته‌های زراعی و نمونه‌های وحشی را به خوبی از هم متمایز نمود.

هدف از انجام این مطالعه بررسی تنوع ژنتیکی ۳۵ ژنوتیپ نخود با استفاده از ۱۵ آغازگر SSR بود. تنوع این ژنوتیپ‌ها با استفاده از نشانگر SSR قبلاً بررسی نشده بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۳۵ ژنوتیپ نخود شامل ارقام اصلاح‌شده، ژنوتیپ‌های امیدبخش و دو رقم محلی که بذر آن‌ها از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان تهیه شده بودند، مورد استفاده قرار گرفت. اسامی آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

استخراج DNA با استفاده از روش CTAB انجام شد (Doyle & Doyle, 1990). برای حذف RNA و پروتئین، آنزیم‌های RNase و پروتئیناز به نمونه‌ها اضافه شد. کیفیت نمونه‌های DNA با استفاده از ژل آگارز ۰/۸ درصد و دستگاه پیکودراپ مدل Pico 200 (ساخت کمپانی Pico drop انگلستان) تعیین گردید. سپس از DNA نمونه‌هایی با غلظت ۵۰ ng (Qadir et al., 2007)، تعداد ۱۵ آغازگر SSR انتخاب و مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۲). واکنش‌های PCR به صورت زیر انجام گرفت. یک چرخه در دمای ۹۴ درجه و به مدت یک دقیقه، ۴۰ چرخه در دمای ۹۴ درجه و به مدت پنج دقیقه، اتصال آغازگرها به مدت یک دقیقه و در دمای بین ۵۰ تا ۶۵ درجه (بسته به نوع آغازگر)، سپس تکثیر نمونه‌ها به مدت ۲ دقیقه و در دمای ۷۲ درجه و تکثیر نهایی در همین دما و به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. واکنش در حجم ۱۵ میکرولیتر با استفاده از دستگاه ترموسایکلر My cycler ساخت کمپانی Bio Rad انجام شد. پس از انجام مراحل تکثیر، به هر نمونه سه میکرولیتر از محلول رنگ‌آمیزی ژل رد و بافر بارگیری (به نسبت ۱/۵: ۱/۵ میکرولیتر) افزوده شد. ژل ۳/۵ درصد که ترکیبی از ۵۰ درصد آگارز معمولی و ۵۰ درصد آگارز متافور بود، با استفاده از بافر TBE^۳ تهیه شد. سپس نمونه‌ها در چاهک بارگیری شدند. الکتروفورز با ولتاژ ۱۰۰ و به مدت دوساعت و نیم اجرا گردید.

تهیه نقشه‌های ژنتیکی، مکان‌یابی ژن‌ها و بررسی تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسما گیاهی می‌باشند (Khush, 1999).

در مطالعات متعددی با استفاده از نشانگرهای مولکولی بخصوص نشانگر SSR تنوع ژنتیکی نخود مطالعه شده است که می‌توان به چند مورد اشاره نمود.

Aggarwal et al, (2015) تنوع ژنتیکی ۱۲۵ رقم زراعی نخود هندوستان را با استفاده از نشانگرهای ISSR بررسی نمودند. میزان اطلاعات چندشکلی آغازگرها بین ۰/۲۶ تا ۰/۹۱ با متوسط ۰/۷۲ بود. محققان (Torutaeva et al., 2014) در بررسی تنوع ژنتیکی ۲۴ نمونه نخود در قرقیزستان با استفاده از ۹ نشانگر SSR، میزان پروتئین و مواد معدنی مشخص نمودند که میزان اطلاعات چندشکلی آغازگرها بین ۰/۷۱ تا ۰/۹۰ با متوسط ۰/۸۳ است. Ghaffari et al, (2014) تنوع ژنتیکی و تمایزات جغرافیایی ۶۰ نمونه نخود شامل ارقام محلی، وارسته‌های زراعی و لاین‌های معرفی شده از مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک^۱ (ICARDA) را با استفاده از صفات مورفولوژیک و ۱۴ نشانگر ریزماهواره مورد بررسی قرار دادند. نشانگرها سطح بالایی از چندشکلی را در ارقام مورد بررسی نشان دادند. میزان اطلاعات چندشکلی^۲ (PIC) آغازگرها از ۰/۳۱ تا ۰/۸۹ متغیر بود. اغلب نشانگرها PIC > ۰/۵ داشتند که بیانگر کارآبودن این نشانگرها در برآورد تنوع ژنتیکی نمونه‌های مورد مطالعه بود. در بررسی‌های دیگری (Sefera et al., 2011)، محققان تنوع ژنتیکی ۴۸ رقم نخود را با استفاده از ۴۸ نشانگر SSR مورد بررسی قرار دادند. اطلاعات چندشکلی آغازگرها بین ۰/۳۷-۰/۹۱ و میانگین ۰/۷۷ بود. Naghavi et al, (2012) تنوع ژنتیکی ۳۰۷ وارسته محلی نخود را که در چهار منطقه ایران جمع‌آوری شده بود، با ۱۶ نشانگر ریزماهواره مورد بررسی قرار دادند. تعداد آلل در هر مکان نشانگر ریزماهواره از هشت تا ۲۸ متغیر بود (با متوسط ۱۹/۳۱). بالاترین سطح تنوع ژنتیکی در بین نخودهای ناحیه شمال وجود داشت. تجزیه کلاستر بر اساس داده‌های مولکولی نشان داد که نخودهای ناحیه شمال به طور کاملاً مجزایی از نخودهای سه منطقه دیگر تفکیک شده‌اند. (Choudhary et al., 2012)، با استفاده از ۱۰۰ آغازگر SSR تنوع ۳۸ نمونه نخود بانک ژن را مورد بررسی قرار دادند. تعداد آلل تکثیرشده در هر مکان ژنی از ۲ تا ۱۱ متغیر بود (با متوسط ۴/۸ آلل در هر مکان). اطلاعات چندشکلی آغازگرها از ۰/۰۴ تا ۰/۸۰ متغیر بود و متوسط آن برابر ۰/۳ بود. در این مطالعه ژنوتیپ‌های

^۱ International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)

^۲ Polymorphic Information Content

^۳ Tris Boric Acid EDTA

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های نخود مورد استفاده در تحقیق

Table 1. Names or identity of chickpea genotypes used in the study

شماره	نام/شناسه	منشأ	شماره	نام/شناسه	منشأ
No.	Name/Identity	Origin	No.	Name/Identity	Origin
1	ILC-249	ICARDA	19	Flip03-123c	ICARDA
2	ILC-1929	ICARDA	20	Flip03-71c	ICARDA
3	Flip03-135c	ICARDA	21	Flip05-18c	ICARDA
4	ILC-3279	ICARDA	22	Flip06-23c	ICARDA
5	ILC-3996	ICARDA	23	Flip05-28c	ICARDA
6	ILC-202	ICARDA	24	Flip05-11c	ICARDA
7	ILC-72	ICARDA	25	Flip05-19c	ICARDA
8	Flip05-46c	ICARDA	26	Flip07-31c	ICARDA
9	ILC-5928	ICARDA	27	Flip08-12c	ICARDA
10	ILC-194	ICARDA	28	Flip05-15c	ICARDA
11	ILC-482	ICARDA	29	Flip08-58c	ICARDA
12	Gerit	LOCAL-IRAN	30	Flip03-110c	ICARDA
13	Arman	ICARDA	31	Flip98-55c	ICARDA
14	Hashem	ICARDA	32	Flip01-50c	ICARDA
15	Be Vanij	LOCAL-IRAN	33	Flip04-18c	ICARDA
16	Flip05-16c	ICARDA	34	Flip08-14c	ICARDA
17	Flip88-85c	ICARDA	35	Flip93-93c	ICARDA
18	Flip03-87c	ICARDA			

با ۲ آلل کمترین آلل را تکثیر نمودند. در مجموع آغازگرها ۴۹ آلل را در تمام ژنوتیپ‌ها تکثیر کردند، متوسط تعداد آلل تکثیرشده به‌ازای هر آغازگر ۳/۲۶ آلل بود. در مطالعه‌ای (Hajibarati et al., 2014) تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نخود، با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره بررسی شد و متوسط آلل تکثیرشده به‌ازای هر آغازگر ۳/۵ گزارش گردید. اغلب آغازگرها چندشکلی مناسبی را ایجاد کردند. تعداد آلل تکثیرشده توسط آغازگرها متفاوت است. با توجه به‌این که هر آغازگر شامل دو انتهای ۳' و ۵' است که در هنگام تکثیر DNA قطعات جدید در امتداد ۳' و ۵' شروع به تکثیر می‌کنند، انتهای ۳' آغازگر مهم‌ترین قسمت جهت اتصال مؤثر آغازگر در واکنش PCR می‌باشد (Erllich, 1989). بنابراین ممکن است در برخی موارد انتهای ۳' آغازگر اتصال مؤثر با ناحیه مکمل خود نداشته است و باند کمتری تکثیر شده باشد. میزان اطلاعات چندشکلی به‌دست‌آمده در جدول ۲ آورده شده است. این مقادیر از ۰/۲۰ تا ۰/۸۸ متغیرند (با متوسط ۰/۵۰). بیشترین مقدار میزان اطلاعات چندشکلی مربوط به آغازگرهای SSR1 و SSR21 است که به‌ترتیب برابر ۰/۸۸ و ۰/۶۶ درصد بود و کمترین آن به‌میزان ۰/۲۰ و ۰/۲۵ به‌ترتیب مربوط به آغازگرهای SSR25 و SSR62 است.

میانگین تعداد آلل هر نشانگر ریزماهواره مناسب‌بودن هر مکان ژنی را برای تخمین تنوع ژنتیکی نشان می‌دهد (Roder et al., 1998). بنابراین آغازگرهایی که تعداد آلل زیادی نشان داده‌اند برای بررسی تنوع ژنتیکی مناسب تشخیص داده می‌شوند. با توجه به‌میزان PIC و تعداد آلل (اطلاعات موجود در جدول فوق)، در این تحقیق مشخص شد که آغازگرهای شماره ۱۳، ۱۱، ۸، ۷، ۶، ۴، ۱ و ۱۵ برای بررسی تنوع ژنتیکی نیست به‌سایر آغازگرها مناسب‌تر هستند.

برای تعیین اندازه قطعات از نشانگر با باندهای استاندارد ۱۰۰ bp استفاده گردید. مشاهده و عکس‌برداری زیر نور UV به‌کمک دستگاه Gel Doc XR ساخت کمپانی Bio Rad انجام شد. داده‌ها بدین‌صورت امتیازدهی شدند که به‌حضور نوار کد ۱ و عدم حضور نوار کد صفر داده شد. در حقیقت وجود یا عدم وجود نوار (چندشکلی) با اعداد صفر و یک برای هر ژنوتیپ مشخص گردید. برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس داده‌های مولکولی، از ضریب تشابه جاکارد و روش UPGMA^۱ استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تجزیه هم‌هنگ اصلی نیز با استفاده از نرم‌افزار NTSYS (Rohlf, 1998) انجام شد. اطلاعات چندشکلی آغازگرها (PIC) با استفاده از رابطه $PIC = 1 - \sum p_{ij}^2$ محاسبه شد که در این رابطه p_{ij} فراوانی آلل j در مکان ژنی i است (Anderson et al., 1993).

نتایج و بحث

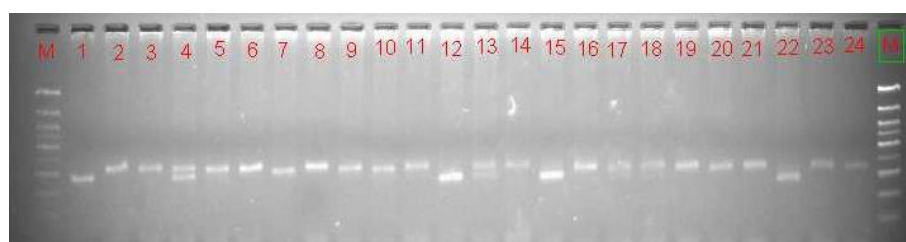
در نتیجه استفاده از ۱۵ جفت آغازگر SSR جهت تکثیر DNA در ۳۵ ژنوتیپ نخود، چندشکلی مشاهده شد (شکل ۱). اطلاعات مربوط به چندشکلی و تعداد نوارهای تکثیرشده توسط هر یک از این آغازگرها، در جدول ۲ آورده شده است. آغازگرها در تمام ژنوتیپ‌ها مکانی برای تکثیر داشته‌اند، به‌طوری‌که در تمام ژنوتیپ‌ها باند قابل امتیازدهی تکثیر شد، بنابراین این آغازگرها توالی مکمل بر روی ژنوم ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشتند. آغازگر SSR35 با پنج آلل و آغازگرهای SSR14، SSR21، SSR26 و SSR63 با تعداد چهار آلل بیشترین آلل را تکثیر کردند. آغازگرهای SSR61 و SSR7 نیز

² Unweighted Pair Group Method whit Arithmetic Average

جدول ۲- نام، دمای اتصال و اطلاعات چندشکلی به دست آمده آغازگرهای مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Name, annealing temperature and polymorphic information of primers

ردیف No.	نام آغازگر Primer	دمای اتصال Annealing temperature	تعداد باندهای تکثیر شده Number of amplified bands	تعداد باندهای چندشکل Number of polymorphic bands	درصد چندشکلی Polymorphic %	میزان اطلاعات چندشکلی PIC
1	SSR1	60	3	2	66	0.66
2	SSR42	52	3	2	66	0.44
3	SSR38	52	3	1	33	0.38
4	SSR21	52	4	2	50	0.88
5	SSR25	60	3	2	66	0.25
6	SSR28	50	3	2	66	0.61
7	SSR26	52	4	2	50	0.58
8	SSR22	55	3	1	33	0.55
9	SSR35	55	5	2	40	0.37
10	SSR62	55	3	2	66	0.20
11	SSR61	59	2	2	100	0.62
12	SSR58	60	3	1	33	0.28
13	SSR7	65	2	2	100	0.64
14	SSR14	60	4	2	50	0.48
15	SSR63	65	4	2	50	0.57



شکل ۱- الگوی نواری تعدادی از ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از آغازگر SSR61 در ژل آگارز

Fig. 1. Banding pattern of some chickpea genotypes using SSR61 primer in agarose gel

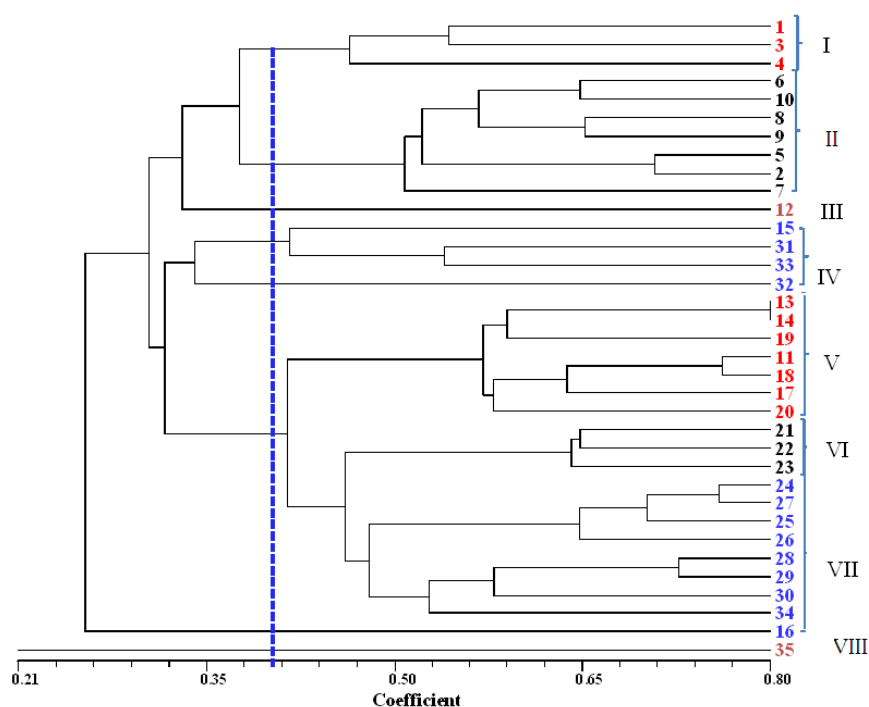
متوسط ۰/۸۳ است. (Ghaffari *et al.*, 2014) تنوع ژنتیکی ۶۰ نمونه نخود شامل ارقام محلی، واریته‌های زراعی و لاین‌های معرفی شده از ICRDA را با استفاده از صفات مورفولوژیک و ۱۴ نشانگر ریزماهواره مورد بررسی قرار دادند. میزان اطلاعات چندشکلی آغازگرها از ۰/۳۱ تا ۰/۸۹ متغیر بود. اغلب نشانگرها ۰/۵ > PIC داشتند. نتایج مطالعه ایشان در خصوص دامنه تغییرات PIC تقریباً مشابه نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر است. در بررسی‌های دیگری (Sefera *et al.*, 2011) تنوع ژنتیکی ۴۸ رقم نخود که در ۹ کشور معرفی شده بودند، با استفاده از ۴۸ نشانگر SSR مورد بررسی قرار گرفت. محتوای اطلاعات چندشکلی آغازگرها (PIC)، بین ۰/۳۷-۰/۹۱ و میانگین ۰/۷۷ بود. با توجه به مواد ژنتیکی و توالی آغازگرهای مورد استفاده در مطالعات مختلف، میزان PIC ممکن است در دامنه‌های متفاوتی قرار گیرد. (Botstian *et al.*, 1980) گزارش دادند که آغازگرهایی که PIC بزرگ‌تر از ۰/۵ داشته باشند، حاوی اطلاعات مفید زیاد، آن‌هایی که مقادیر PIC بین ۰/۲۵ و ۰/۵ دارند اطلاعات مفید و آغازگرهایی که PIC کمتر

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که نشانگرهایی که بیشترین PIC را دارند، بهتر از دیگر نشانگرهای مورد استفاده توانسته‌اند فاصله ژنتیکی ارقام را مشخص کنند. در حالی که سایر نشانگرهای با مقدار کم PIC، به خوبی توانایی جداسازی ژنوتیپ‌ها را ندارند. نتیجه دیگر این است که ارتباط خاصی بین افزایش تعداد آلل و مقدار PIC محاسبه شده وجود ندارد (جدول ۲). محققان (Hajibarati *et al.*, 2014)، متوسط اطلاعات چندشکلی آغازگرهای ریزماهواره را در بررسی تنوع ژنتیکی نخود، ۰/۴۸ گزارش نمودند که نتایج تحقیق حاضر تقریباً با آن مطابقت دارد. در بررسی Aggarwal *et al.* (2015) که تنوع ژنتیکی ۱۲۵ رقم زراعی نخود با استفاده از نشانگرهای ISSR بررسی گردید، میزان اطلاعات چندشکلی آغازگرها بین ۰/۲۶ تا ۰/۹۱ با متوسط ۰/۷۲ گزارش شده است. (Torutaeva *et al.*, 2014) تنوع ژنتیکی ۲۴ نمونه نخود قرقیزستان را با استفاده از ۹ نشانگر SSR برای صفات میزان پروتئین و مواد معدنی مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که میزان اطلاعات چندشکلی آغازگرها بین ۰/۷۱ تا ۰/۹۰ با

از ۰/۲۵ دارند، حاوی اطلاعات مفید اندکی هستند. در تحقیق حاضر میزان اطلاعات چندشکلی آغازگرها به‌طور متوسط برابر ۰/۵۰ بود این موضوع بیانگر این است که آغازگرها حاوی اطلاعات مفیدی بوده و به‌عبارت دیگر دارای توالی‌های مکمل مکان‌هایی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی هستند که این توالی‌ها در ژنوتیپ‌ها تغییراتی دارند؛ به‌عبارتی از نظر طول با هم متفاوتند، زیرا پس از تکثیر چندشکلی نشان دادند.

ماتریس تشابه بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از ضریب تشابه جاکارد و روش UPGMA تشکیل گردید. ارزش‌های تشابه دامنه‌ای از ۰/۱۰ تا ۰/۸۰ درصد را داشتند. متوسط ضرایب تشابه ۰/۴۰ بود. کمترین تشابه ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های شماره ۳۵ و ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۱ و ۱۲، (۰/۱۰) و بین ژنوتیپ‌های ۵ و ۳۰، (۰/۱۲) وجود داشت. رقم محلی گریت (شماره ۱۱) با اکثر لاین‌ها ضریب تشابه کمی داشت. به‌نظر می‌رسد چون گریت از ارقام محلی لرستان است و سایر ژنوتیپ‌ها از مراکز بین‌المللی وارد کشور شده‌اند، تشابه کمتری با رقم گریت دارند. بیشترین تشابه بین ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۴ یعنی ارقام هاشم (FILIP84-48C) و آرمان (FILIP90-96C) (۰/۸۰)، وجود داشت. این دو رقم حاصل پروژه‌های اصلاحی مشترک مراکز تحقیقاتی کشور با مؤسسه ICARDA هستند، خصوصیات زراعی مطلوب و تقریباً مشابه هم را دارند و بیشتر در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیر دیم کشور کشت می‌شوند. تنوع تقریباً بالایی بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت؛ به‌طوری‌که ژنوتیپ‌هایی با درصد تشابه ژنتیکی کم و ژنوتیپ‌هایی با درصد تشابه ژنتیکی بالا در بین آن‌ها وجود داشت. در مطالعات مختلف ضریب تشابه بین ژنوتیپ‌های مختلف نخود محاسبه شده است؛ از جمله می‌توان به مطالعه Gemechu & Endashaw (2012) اشاره کرد که در آن تنوع ژنتیکی ۱۵۵ نمونه نخود زراعی اتیوپی با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که دامنه تنوع در داخل جمعیت‌ها ۷۳ درصد و در بین جمعیت‌ها ۲۷ درصد است. در حالی که تنوع در بین توده‌های محلی از ۳۶ تا ۵۷ درصد متغیر بود. (Hajibarati et al, (2014 با محاسبه ضریب تشابه جاکارد، ارزش‌های تشابه بین ژنوتیپ‌ها نخود را از ۰/۴۷ تا ۰/۹۴ گزارش دادند. با توجه به این‌که در مطالعات مختلف از ژنوتیپ‌های مختلف و نشانگرهای با توالی متفاوت استفاده می‌شود، دامنه تشابه ژنوتیپ‌ها نیز متفاوت خواهد بود. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. در این شکل میانگین ضرایب تشابه جهت تعیین محل برش

دندروگرام ژنوتیپ‌ها تعیین شد (Jamshidi, 2011). با قطع دندروگرام در نقطه ۴۰ درصد، هشت گروه به‌دست آمد که به‌صورت زیر می‌باشند. گروه یک: شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳ و ۴ که هر سه ژنوتیپ منشأ ایکاردا دارند. گروه دو: شامل ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ است که همه منشأ ایکاردا دارند. گروه سه: در این گروه ژنوتیپ شماره ۱۲ (رقم محلی گریت) به‌تنهایی قرار گرفته است. به‌نظر می‌رسد این ژنوتیپ با سایر ژنوتیپ‌ها در سطح مولکولی تفاوت‌هایی دارد. البته در کنار این ژنوتیپ، ژنوتیپ شماره ۱۵ (رقم محلی بیوه‌نیج) قرار گرفته است، البته در گروهی دیگر، چون این دو ژنوتیپ جزو ارقام محلی کشور هستند، بنابراین احتمال دارد توالی‌های مشابهی را داشته باشند و تکثیر این توالی موجب شده باشد که در گروه‌بندی کنار هم قرار گیرند. علاوه‌براین در گروهی که رقم بیوه‌نیج قرار گرفته (گروه ۴)، ژنوتیپ‌های ۳۱، ۳۲ و ۳۳ قرار گرفته‌اند که همگی از ژنوتیپ‌های با منشأ ایکاردا هستند. گروه پنج: در این گروه ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ قرار گرفته‌اند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ (آرمان، FILIP90-96C) و ۱۴ (هاشم، FILIP84-48C) جزو ارقام زراعی اصلاح‌شده با منشأ ایکاردا هستند. این دو ژنوتیپ از نظر بسیاری صفات شبیه به‌هم بوده و در سطح وسیع در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیر دیم کشور کاشت می‌شوند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در کنار همدیگر در این گروه قرار دارند. سایر ژنوتیپ‌های این گروه از مرکز بین‌المللی ایکاردا معرفی شده‌اند. در گروه شش، ژنوتیپ‌های شماره ۲۱، ۲۲ و ۲۳ قرار گرفته‌اند که همگی از مرکز ایکاردا معرفی شده‌اند. گروه هفت شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰ و ۳۴ است. البته در کنار این گروه، ژنوتیپ شماره ۳۵ در گروهی جداگانه قرار گرفته است (گروه هشت). تمامی این ژنوتیپ‌ها جزو لاین‌های پیشرفته‌اند که از مرکز ایکاردا معرفی شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، گروه‌بندی فوق تا حدودی توانسته ژنوتیپ‌ها را از هم تفکیک نماید، ولی به‌طور کامل این کار انجام نشده است. به‌عنوان مثال ژنوتیپ‌های محلی گهر و بیوه‌نیج تقریباً در کنار هم قرار گرفته‌اند، یا ارقام اصلاح‌شده هاشم و آرمان نیز در یک گروه قرار دارند، ولی لاین‌های پیشرفته با منشأ ایکاردا در گروه‌های متفاوتی قرار گرفته‌اند. ممکن است این ژنوتیپ‌ها در سطح مولکولی تفاوت‌هایی با هم داشته باشند یا این‌که نشانگر مورد استفاده نتوانسته است تنوع موجود را نشان دهد.



شکل ۲- دندروگرام ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از روش UPGMA بر اساس ضریب تشابه جاکارد

Fig. 2. Dendrogram of chickpea genotypes using UPGMA method based on Jaccard's similarity coefficient

تحقیق مبین آن است که همبستگی تقریباً مناسبی بین ماتریس ضرایب تشابه جاکارد و کوفنتیک وجود دارد که این موضوع صحت گروه‌بندی انجام شده را تأیید می‌کند. به‌منظور توزیع فضایی ژنوتیپ‌ها بر اساس فاصله آن‌ها از همدیگر از روش تجزیه هم‌هنگ اصلی (PCoA)^۱ استفاده شد. تجزیه هم‌هنگ اصلی در شکل ۳ به‌صورت دوبعدی و در شکل ۴ به‌صورت سه‌بعدی نشان داده شده است.

با مقایسه فواصل فضایی و فواصل ژنتیکی که در روش تجزیه خوشه‌ای به‌دست آمده است، مشاهده می‌شود که هر دو روش ژنوتیپ‌ها را تقریباً به‌طور مشابهی از همدیگر تفکیک نموده‌اند. همان‌طور که در شکل دو بعدی ملاحظه می‌شود، ارقام محلی گریت و بیوه‌نیج (شماره‌های ۱۲ و ۱۵)، نزدیک هم و در ناحیه ۲ قرار گرفته‌اند. همچنین دو رقم زراعی اصلاح‌شده آرمان و هاشم (شماره‌های ۱۳ و ۱۴) نیز در مجاور هم، ولی در نواحی ۳ و ۴ قرار گرفته‌اند. بنابراین در این مورد نتایج تجزیه کلاستر را تأیید می‌نمایند.

علاوه‌براین اغلب لاین‌های پیشرفته با منشأ ایکاردا در ناحیه ۱ این پلات قرار گرفتند. در پلات سه‌بعدی نیز ارقام محلی گریت و بیوه‌نیج (شماره‌های ۱۲ و ۱۵) در کنار هم و ارقام اصلاح‌شده هاشم و آرمان (شماره‌های ۱۳ و ۱۴)

ضریب همبستگی بین ماتریس ضرایب کوفنتیک و ماتریس تشابه که به این همبستگی اصطلاحاً همبستگی کوفتینک گویند، در این مطالعه، $r = 0.76$ بود که برازش تقریباً مناسب ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها است و صحت گروه‌بندی را نشان می‌دهد. این ضریب همبستگی می‌تواند به‌عنوان معیاری برای نکویی برازش گروه‌بندی باشد (Ismaili et al., 1999 & Rohlf, 1998). در بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دیم با استفاده از نشانگر نیمه تصادفی ISJ، همبستگی بین ماتریس ضرایب کوفنتیک و ماتریس ضرایب تشابه جاکارد را ۰/۸۶ برآورد نمودند که بیانگر برازش مناسب ژنتیکی بین ارقام و صحت گروه‌بندی بود. نتایج تحقیق حاضر نیز تقریباً با نتایج تحقیق فوق تطابق دارد.

همچنین (Panwar et al., 2010) در بررسی روابط ژنتیکی ژنوتیپ‌های ارزن با استفاده از نشانگرهای RAPD، SSR و ژن نشانگر سیتوکروم P450، با انجام آزمون مانتل ضریب همبستگی کوفنتیک بالای (۰/۹۵) بین ماتریس تشابه نشانگرها به‌دست آوردند. برخی محققان بر این نکته تأکید دارند که ضریب همبستگی کوفنتیک بالا دلالت بر مؤثر بودن تجزیه خوشه‌ای در تفکیک ژنوتیپ‌ها بر اساس داده‌های مولکولی دارد (Tilman et al., 1996). نتایج این

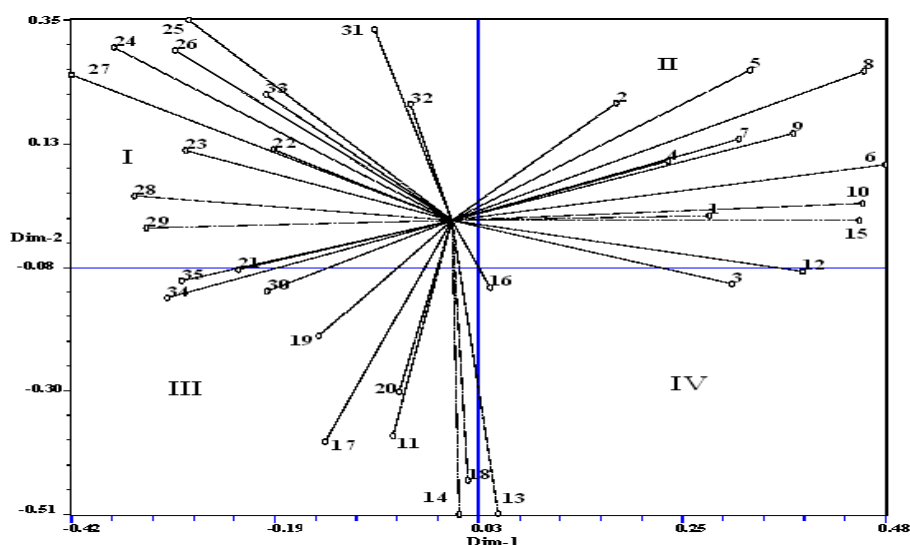
^۱ Principle Coordinate Analysis

نتایج به دست آمده با استفاده از نشانگرهای SSR و محاسبه میزان اطلاعات چندشکلی آغازگرها (PIC) نشان داده که مقدار PIC این آغازگرها در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تقریباً بالا بوده و بیانگر این است که آغازگرها نواحی مکمل برای تکثیر در ژنوتیپ‌ها را داشته و برای بررسی تنوع ژنتیکی نخود مناسب هستند. گروه‌بندی صورت گرفته تا حدودی توانست ژنوتیپ‌های نخود شامل ارقام محلی، ارقام زراعی اصلاح شده و لاین‌های معرفی شده از یکاردا را از هم تفکیک نماید، به طوری که این ژنوتیپ‌ها تقریباً در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند. همچنین این گروه‌بندی توانست فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های نخود را نشان دهد.

چنانچه تنوع ژنوتیپ‌ها با استفاده از صفات زراعی نیز بررسی شود، می‌توان از این تنوع ژنتیکی و فاصله ژنتیکی که بین ژنوتیپ‌های نخود مورد مطالعه مشاهده شده است، برای کارهای اصلاحی بعدی و انجام تلاقی بین ژنوتیپ‌ها، به منظور بالا بردن کیفیت و کمیت عملکرد که هدف نهایی در اصلاح گیاهان است و همچنین سایر صفات، استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود تنوع ژنوتیپ‌ها با استفاده از صفات زراعی نیز بررسی شود تا با تلفیق نتایج دو روش، بتوان نتیجه بهتری گرفت و از آن بهره بیشتری برد.

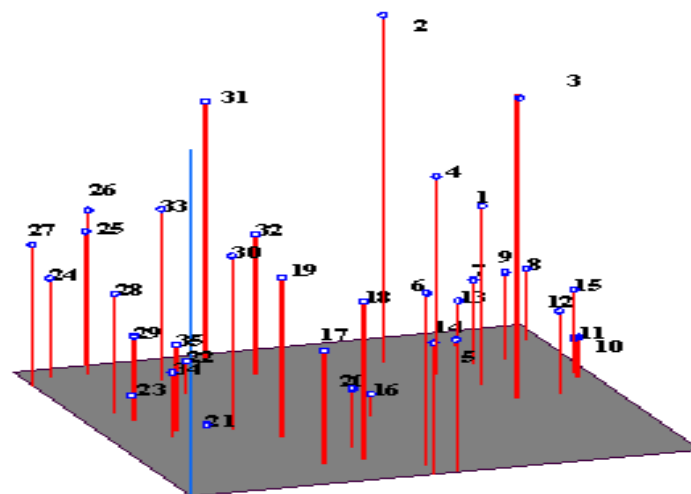
نزدیک به هم قرار گرفته‌اند و اغلب لاین‌های معرفی شده با منشأ یکاردا در قسمت سمت چپ این پلات قرار گرفته‌اند. بنابراین نتیجه گرفته می‌شود که از پلات‌های دو و سه بعدی می‌توان جهت تأیید روش گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده نمود.

Choudhary *et al*, (2012) در بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نخود با نشانگرهای SSR و سپس استفاده از تجزیه هم‌هنگ اصلی توانستند تفاوت بین واریته‌های زراعی و نمونه‌های وحشی نخود را به خوبی تشخیص دهند. Schaut & Stam (1997) از تجزیه هم‌هنگ اصلی با استفاده از داده‌های به دست آمده از نشانگر AFLP، نشان دادند که این تجزیه، اطلاعات حاصل از تجزیه خوشه‌ای را تأیید نموده و ارقام دو ردیفه و شش ردیفه جو را به صورت گرافیکی متمایز می‌نماید. (Ismaili *et al*, (2010) با استفاده از داده‌های به دست آمده از نشانگر ISJ نشان دادند که تجزیه هم‌هنگ اصلی و پلات‌های دو بعدی و سه بعدی ژنوتیپ‌های گندم نان و گندم دوروم را به خوبی از هم تفکیک می‌نمایند و نتایج این پلات‌ها با نتایج به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای با هم مطابقت دارند.



شکل ۳- نمودار پراکنش دو بعدی ژنوتیپ‌های نخود بر اساس تجزیه هم‌هنگ اصلی با استفاده از داده‌های آغازگر SSR

Fig. 3. dimensional graph of chickpea genotypes based on principle co-ordinate analysis using SSR primers data



شکل ۴- نمودار سه بعدی ژنوتیپ‌های نخود بر اساس تجزیه هم‌هنگ اصلی با استفاده از داده‌های آغازگر SSR

Fig. 4. Three dimensional graph of chickpea genotypes based on principle co-ordinate analysis using SSR primers data

منابع

1. Aggarwal, H., Rao, A., Kumar, A., Singh, J., Rana, S.J., Naik, P.K., and Chhonkar, V. 2105. Assessment of genetic diversity among 125 cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.) of Indian origin using ISSR markers. Turkish Journal of Botany 39: 218-226.
2. Anderson, J.A., Churchill, G.A., Autrique, J.E., Tanksley, S.D., and Sorrells, M.E. 1993. Optimization parental selection for genetic linkage maps. Genome 36: 181-186.
3. Botstein, D., White, R.L., Skolnick, M., and Davis, R.W. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. American Journal of Human Genetics 32: 314-331.
4. Choudhary, P., Khanna, S.M., Jain, P.K., Bharadwaj, C., Kumar, J., Lakhera, P.C., and Srinivasan, R. 2012. Genetic structure and diversity analysis of the primary gene pool of chickpea using SSR markers. Genetics and Molecular Research 11: 891-905.
5. Doyle, J.J., and Doyle, J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-15.
6. Erlich, H.A. 1989. Polymerase Chain Reaction. Journal of Clinical Immunology 9(6): 437-447.
7. Food and Agricultural Organization. 2012. Food and Agricultural Organization Statistical Database. Rome. Available at Web site www.faostat.fao.org
8. Ghaffari, P., Talebi, R., and Keshavarzi, F. 2014. Genetic diversity and geographical differentiation of Iranian landrace, cultivars, and exotic chickpea lines as revealed by morphological and microsatellite markers. Physiology and Molecular Biology of Plants 20(2): 225-233.
9. Gemechu, K., and Endashaw, B. 2012. Genetic diversity and population structure of Ethiopian chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm accessions from different geographical origins as revealed by microsatellite markers. Plant Molecular Biology Reporter 30(3): 654-665.
10. Hajibarat, Z., Saidi, A., Talebi, R., and Hajibarat, Z. 2014. Assessment of genetic diversity of chickpea germplasm (*Cicer arietinum* L.) by using SSR molecular marker. Crop Biotechnology 6: 85-94. (In Persian with English Summary).
11. Ismaili, A., Nazarian, F., Samiei, K., and Drikvand, R. 2010. Evaluation of genetic diversity among rainfed wheat genotypes using semi-random ISJ molecular marker. Final Research Report Lorestan University. (In Persian with English Summary).
12. Jamshidi, S. 2011. NTSYSpc 2.02, implementation in molecular biodata analysis (clustering, screening, and individual selection). Proceedings of 4th International Conference on Environmental and Computer Science. Singapore, 16-18 September, 2011, pp. 165-169.
13. Joshig, C.P., and Nguyen, H.T. 1993. RAPD analysis based intervarietal genetic relationships among hexaploid wheat's. Plant Science 93: 95-103.
14. Khush, G.S. 1999. Green revolution: preparing for the 21st century. Genome 42: 646-655.

15. Ministry of Jihade-Agriculture of Iran. 2014. Crop Agricultural Statistical Database. Volume I. Available at Web site [www http://amar.maj.ir](http://amar.maj.ir). (In Persian).
16. Naghavi, M.R., Rashidi Monfared, S., and Huberto, G. 2012. Genetic diversity in Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces as revealed by microsatellite markers. Czech Journal of Genetic and Plant Breeding 48 (3): 131-138.
17. Panwar, P., Nath, M., Yadav, V.K., and Kumar, A. 2010. Comparative evaluation of genetic diversity using RAPD, SSR and cytochrome p450 gene based markers with respect to calcium content in finger millet (*Eleusine coracana* L. Gaertn.). Journal of Genetics 89: 121-133.
18. Qadir, S.A., Datta, S., Singh, N.P., and Kumar, S. 2007. Development of highly polymorphic SSR markers for chickpea (*Cicer arietinum* L.) and their use in parental polymorphism. Indian Journal of Genetetic 67(4): 329-333.
19. Roder, M.S., Korsun, V., Wendehake, K., Plaschke, J., Tixier, M.H., Leroy, P., and Ganal, M.W. 1998. A microsatellite map of wheat. Genetics 149: 2007-2023.
20. Rohlf, M. 1998. NTSYSpc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 20.02. Department of Ecology and Evaluation. State University of New York.
21. Schaut, J.W., Qi, X., and Stam, P. 1997. Association between relationship measures based on AFLP markers, pedigree data and morphological traits in barely. Theoretical and Applied Genetics 95: 1169-1168.
22. Sefera, T., Abebie, B., Gaur, P.M., Assefa, K., and Varshney, R.K. 2011. Characterization and genetic diversity analysis of selected chickpea cultivars of nine countries using simple sequence repeat (SSR) markers. Crop and Pasture Science 62(2): 177-187.
23. Sharma, K.K., Crouch, J.H., and Hosh, C. T. 2002. Application of biotechnology for crop improvement: prospects and constraints. Plant Science 163: 381-395.
24. Singh, R., Sharma, P., Rajeev, K., Varshney, R., Sharma, S.K., and Singh, N.K. 2008. Chickpea improvement. Role of wild species and Genetic Markers. Biotechnology & Genetic Engineering Reviews 25: 267-314.
25. Tilman, D., Wedin, D., and Knopps, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. Nature 379: 718- 720.
26. Torutaeva, E., Asanaliev, A., Prieto-Linde, M.L., Zborowska, A., Ortiz, R., Bryngelsson, T., and Garkava-Gustavsson, L. 2014. Evaluation of microsatellite-based genetic diversity, protein and mineral content in chickpea accessions grown in Kyrgyzstan. Hereditas 151: 81-90.

Investigation of genetic diversity among chickpea genotypes using SSR markers

Mir Drikvand*, R.

Department of Plant Breeding, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

Received: 11 July 2015
Accepted: 16 January 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.48163

Introduction

Utilization of genetic diversity in crop plants is very important for breeding objectives. Chickpea is the third most important grain legume and its seeds contain protein that is an important energy source for human. It ranks third worldwide among grain legumes. In Iran this crop cultivated at about 473000 hectares with an average annual production of 195000 tons. Genetic diversity of chickpea genotypes using SSR markers were examined in several studies. The objective of this study was investigation of genetic diversity among some chickpea genotypes using molecular data obtained from SSR primers.

Materials & Methods

Genetic diversity of 35 chickpea genotypes (Including cultivated, local variety and promising line) were assessed using 15 SSR primers. These primers were selected from previous study. DNA was extracted from two-week old plants of each genotype following the protocol of CTAB-method. After DNA extraction, the quantity of DNA was measured under 0.8% agarose gel electrophoresis. DNA concentration was estimated using Picodrop. The final DNA concentration of each template stock was adjusted to 50 ng/μl. The PCR was performed in a Thermal Cycler (Bio-Rad Model thermal cycler) in a volume of 15 μL. The amplification step was as follows: 1 cycle at 94°C for 1 min, then 40 cycles comprising 94°C for 5 min, annealing of primer at 50-65°C (depending on the primer) for 1 min. The final extension was carried out at 72°C for 10 min. The amplification products were electrophoresed on 3.5% agarose gels (combination of 50% Metaphor and 50% LE Agarose), and for staining, 3 μL Gel Red and dye (the 1.5:1.5 ratio) was added to each sample. Photographed was performed using the Bio-Rad Gel Doc. Molecular data was analyzed using the NTSYS-pc software version 2.02.

Results & Discussion

All of fifteen SSR primers were generated scorable bands. Totally 49 alleles (ranged between 2 to 5 alleles per each locus) with an average 3.26 allele per locus was distinguished. These results are agreement with the results of some study and did not match to other. One of the reasons may be due to the use of different genetic material and SSR markers.

Majority of primers identified high level of polymorphism. Jaccard similarity coefficient values among genotypes, ranged from 0.10 to 0.80, average value of similarity coefficient was 0.40. The highest similarity was found between Hashem and Arman genotypes. Polymorphic information content (PIC) ranged from 0.20 to 0.88 (average 0.50). The highest (0.88) and the lowest (0.20) value of PIC was pertained to SSR21 and SSR62 Primers, respectively. A high mean PIC value can be attributed to the use of more informative markers. Unweighted pair group method of the arithmetic average (UPGMA), based on Jaccard similarity clustering form a dendrogram with eight genotypes group. Eight groups can be distinguished by truncating the dendrogram at mean similarity coefficient value of 0.40. Clustering somewhat was distinguished chickpea genotypes, as cultivated genotypes and local were put together. In the present study SSR markers almost succeed in separation of genotypes but this marker could not separate promising chickpea completely. Principal co-ordinate analysis (PCoA) was carried out on the mean pairwise genetic distances to display the

*Corresponding Author: drikvand_r@yahoo.com; Mobile: 09163672770

genetic relationship of genotypes in the PCoA 2D and 3D plot. 2 and 3D plot were confirmed the results of cluster analysis. Cophenetic correlation showed that molecular data and cluster was corresponded.

Conclusion

SSR primers that used in this study are more informative in chickpea genotypes. The genotypes almost showed diverse and distinct SSR patterns. It was concluded that SSR marker was suitable for evaluation of genetic diversity in chickpea genotypes and this genetic diversity can be used in chickpea breeding programs. To achieve better results in crossing programs, we recommended also these genotypes get evaluated using morphological and agronomic traits.

Key words: Chickpea, Genetic diversity, PIC, SSR marker

اثر حذف مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* var. ILC 482) تحت تأثیر سطوح نیتروژن و آبیاری

زهره امینی^{۱*}، مهدی پارسا^۲، مهدی نصیری محلاتی^۳ و محمد بنایان اول^۳

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۸

چکیده

به منظور بررسی اثر نیتروژن و رژیم‌های آبیاری و غلاف‌زدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم (ILC482)، آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل مقادیر کود نیتروژن (۰، ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی، رژیم‌های آبیاری (آبیاری کامل: آبیاری در تمام دوره رشد به فاصله ۱۰ روز؛ و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و مراحل گلدهی و غلاف‌دهی) به عنوان عامل فرعی و غلاف‌زدایی (شاهد: (۰)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) به عنوان عامل فرعی-فرعی بود. وزن خشک برگ و ساقه، وزن دانه در بوته، وزن خشک اندام هوایی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث بهبود اکثر صفات مورد مطالعه شد. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن با ۳/۸ گرم دانه در بوته بیشترین وزن دانه در بوته را تولید کرد. بیشترین شاخص برداشت (۳۶ درصد) به تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت. تیمار آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با وزن دانه ۴/۴ گرم در بوته نسبت به دو سطح دیگر آبیاری برتری داشت. بالاترین شاخص برداشت (۳۹ درصد) نیز به همین سطح آبیاری تعلق داشت. در دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی وزن دانه را ۶۰ درصد کاهش داد، اما این کاهش در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی ۴۵ درصد بود. در این برهم‌کنش، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی همراه با غلاف‌زدایی جزئی (۲۵ درصد) بیشترین شاخص برداشت (۴۵ درصد) را داشت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی از تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (۱۲/۸ گرم در بوته) و آبیاری کامل (۱۴/۳ گرم در بوته) به دست آمد. غلاف‌زدایی تمام صفات فوق (به جز وزن برگ) را به طور معنی‌داری کاهش داد. ۷۵ درصد غلاف‌زدایی، وزن دانه و وزن خشک اندام هوایی را به ترتیب ۵۶ و ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. کمترین شاخص برداشت نیز (۲۳ درصد) به تیمار ۷۵ درصد غلاف‌زدایی تعلق داشت. در شرایط تنش خشکی (یک نوبت آبیاری)، مصرف بالای کود نیتروژن تأثیری بر وزن دانه در بوته نداشت، لذا می‌توان با مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن به عنوان کود آغازگر، عملکرد قابل قبول (۱۶۶ گرم دانه در مترمربع) را به دست آورد. به طور کلی با مصرف نیتروژن، می‌توان خسارت ناشی از حذف غلاف‌ها را تا حدی بهبود بخشید. همچنین در شرایطی که محدودیت آب وجود دارد، می‌توان با آبیاری تکمیلی در مراحل زایشی با کمبود آب مقابله کرد. تمام صفات از جمله تعداد غلاف، تعداد دانه، شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن دانه داشتند. در این بین، تعداد غلاف در مترمربع بیشترین همبستگی (۷۵ درصد) را با وزن دانه داشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، تنش خشکی، غلاف‌زدایی، گل‌زدایی

مقدمه

منبع پروتئین انسان اهمیت بسیار زیادی در سبد مصرف خانواده دارد. در بوم‌نظام‌های زراعی جهان، حبوبات به دلیل برخورداری از توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفر در همزیستی با باکتری‌ها بخش عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی بعد از خود را فراهم می‌سازند (Hajikhani et al., 2011). نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده

حبوبات از منابع مهم غذایی سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام به شمار می‌روند. حبوبات با دارا بودن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی مردم به ویژه افراد کم‌درآمد، از نظر تغذیه‌ای به عنوان

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۵۶۵۶۲۴۳۸، zohre2438@yahoo.com

بنابراین انتظار می‌رود با انجام آبیاری تکمیلی در این مراحل رشد گیاه، از شدت خسارت تنش کاسته شود و عملکرد افزایش یابد (Fallah et al., 2005). در مطالعه‌ای تأثیر آبیاری تکمیلی در زراعت دیم نخود مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی عملکرد دانه را افزایش داد. این افزایش از طریق افزایش رشد رویشی و وزن هزار دانه حاصل شد. افزایش عملکرد دانه ناشی از اثر آبیاری تکمیلی در مراحل غنچه‌دهی، غلاف‌بندی و پُرشدن دانه نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۸، ۴۰ و ۵۶ درصد بود. لذا آبیاری در مراحل آخر رشد موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه گردید (Ashraftaliai & Sayadian, 2000). (Ullah et al., 2002) و (Fallah et al., 2005) اظهار داشتند آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و پُرشدن غلاف‌ها عملکرد دانه را افزایش داد.

در طول تولید دانه، رشد گیاه، گلدهی و عملکرد دانه تحت تأثیر عوامل زیستی و غیرزیستی و عملیات مدیریتی قرار می‌گیرد. لوبیا چشم‌بلبلی تعداد زیادی سینک تشکیل می‌دهد که تعداد کمی از آن‌ها بارور می‌شود، به این خاطر که گیاه شاخ و برگش را به‌علت پیری برگ از دست می‌دهد. جدا از این عامل، برداشت غلاف‌های سبز جهت مصرف خوراکی یا حمله غلاف‌خوارها نیز باعث کاهش بار مخزن و تغییر نسبت منبع به مخزن می‌شود. غلاف‌زدایی یک تکنیک است که سرعت رشد را از طریق تغییر تعادل منبع و مخزن تغییر می‌دهد و به سرعت رشد بیشتر و در نهایت تولید بیشتر گل و دانه در گیاه منجر می‌شود (Rathod, 2009). مطالعه روی تأثیر سطوح حذف غلاف‌ها (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰) روی عملکرد سویا نشان داد که اکثر پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد با هر ۱۰ درصد افزایش در حذف غلاف به‌طور خطی کاهش یافت (Kurtakoti, 2001). (Kasai et al., 2008) با اعمال دو درجه متفاوت از محدودیت مخزن روی سویا (نصف غلاف‌های توسعه‌یافته، همه غلاف‌های توسعه‌یافته) دریافتند که درجه بزرگ‌تر، میزان فتوسنتز بیشتری داشت و منجر به افزایش اندازه دانه شد. این پرسش که آیا در عملکرد یک گیاه زراعی، مبدأ محدودکننده است یا مقصد، بسیار پیچیده است، چون بی‌شک در طول رشد و نمو، رابطه بین مقصد و منبع تغییر می‌کند. از جمله عوامل تأثیرگذار روی رابطه منبع و مقصد، مقدار رطوبت در دسترس و نیتروژن خاک می‌باشد. تحقیق حاضر به‌منظور برآورد کاهش عملکرد ناشی از حذف اثر خسارت ناشی از حذف غلاف‌ها و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و رژیم‌های آبیاری انجام گرفت.

بقولات است که در اکثر نقاط دنیا کشت می‌شود (Ganjeali et al., 2009). بذر نخود حاوی ۲۴/۶۳ درصد پروتئین، ۶۴/۶۰ درصد کربوهیدرات و ۵/۶۲ درصد روغن می‌باشد. علاوه‌براین، منبع غنی معدنی نظیر کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم، روی، آهن، مس و ویتامین‌ها نیز به‌شمار می‌آید. همین‌طور قابلیت تثبیت نیتروژن از دیگر دلایل اهمیت این گیاه می‌باشد (Abu salem & Abu arab, 2001).

نیتروژن یکی از عناصر اصلی تعیین‌کننده در تغذیه، رشد گیاه و عملکرد آن محسوب می‌شود، به‌طوری‌که میزان نیتروژن قابل‌دسترس برای گیاه می‌تواند محتوی پروتئین دانه، کلروفیل برگ، اندازه و حجم پروتوپلاسم سلولی و همچنین سطح برگ و فرآیند فتوسنتز را تحت تأثیر قرار دهد (Janmohamadi & et al., 2010). فراهمی مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن سبب بهبود وضعیت رشد رویشی می‌شود. در نتیجه گسترش اندام هوایی و توسعه برگ‌ها مواد فتوسنتزی بیشتری تولید و به مصرف اندام‌های زایشی می‌رسد (Ghosh et al., 2004). مقادیر بالاتر کود نیتروژن در صورتی که بذور با باکتری تلقیح نشده باشند، باعث افزایش محصول شده است (Ashraftaliai & Sayadian, 2000). برآوردهای صورت گرفته از مقدار تثبیت نیتروژن توسط نخود بسیار متغیر بوده و از یک تا ۱۴۱ کیلوگرم در هکتار متفاوت است. بررسی ۳۱۴ مزرعه در شرایط آب‌وهوایی هند نشان داد که تنها در ۳۶ درصد مزارع گره‌بندی در سطح بسیار خوب و خوب بوده است. علاوه‌براین فعالیت همزیستی و تثبیت نیتروژن فقط تا شروع گلدهی ادامه دارد و پس از آن متوقف می‌شود، در صورتی‌که دوره زایشی آن طولانی است و بخشی از رشد رویشی نیز در مرحله زایشی اتفاق می‌افتد و دانه‌ها در این مرحله تشکیل می‌شوند که به‌تبع به نیتروژن زیادی نیاز دارند (Bagheri et al., 1997). کمبود آب مهم‌ترین عامل غیرزیستی محدودکننده برای دستیابی به عملکرد پتانسیل گیاهان زراعی محسوب می‌شود. تغییر شرایط آب‌وهوایی در چند دهه اخیر منجر به کاهش میزان بارندگی و تغییر در توزیع آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است. به‌نظر می‌رسد با توجه به تغییر الگوهای بروز خشکی، تغییر در راهبردهای مناسب برای کاهش اختلاف عملکرد واقعی و پتانسیل گیاهان زراعی در این مناطق ضروری است (Sasani et al., 2004).

آبیاری تکمیلی یکی از جمله روش‌های مؤثر در جبران کمبود رطوبت خاک و بالابردن کارایی مصرف آب و جلوگیری از نوسان عملکرد و دستیابی به تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. با توجه به‌این‌که حساس‌ترین مرحله تنش رطوبتی در نخود مرحله گلدهی و پُرشدن دانه می‌باشد،

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن به عنوان عامل اصلی بود که در سه سطح ۳۰، ۷۵ و

و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اعمال شد. مقدار کود نیتروژن مورد نیاز (به صورت اوره ۴۶ درصد) جهت دستیابی به هر یک از سطوح فوق، بر اساس آزمایش تجزیه شیمیایی خاک قبل از کاشت مشخص شد (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental field

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	درصد نیتروژن کل %N	فسفر قابل دسترس Available P (PPM)	پتاسیم قابل دسترس Available K (PPM)	درصد مواد آلی %OM	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	بافت Texture
0-20	0.087	20	286	1.2%	8.4	2.5	سیلتی لوم

نتایج و بحث

تعداد دانه در بوته

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲). در شرایط کمبود آب، مصرف بالای نیتروژن اثر سوء بر تعداد دانه در بوته ایجاد کرد، به طوری که در تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، آبیاری در مرحله گلدهی تعداد دانه در بوته را به طور متوسط حدود ۴۶ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داد، در حالی که این کاهش در تیمار ۳۰ کیلوگرم تنها هشت درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر این صفت معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲).

در این مورد، بیشترین تعداد دانه (۸۳۸) از تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۷۶ درصد کاهش از همین سطح نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد. غلاف‌زدایی در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، کمترین کاهش را در تعداد دانه ایجاد کرد (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی نیز بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲)، به طوری که بیشترین تعداد دانه (۸۶۷) مربوط به تیمار آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بود که با تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی و بدون غلاف‌زدایی تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین تعداد دانه (۲۱۸) نیز از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد (جدول ۵). تعداد دانه در بوته در تیمار آبیاری کامل بیش از دو سطح دیگر آبیاری، تحت تأثیر غلاف‌زدایی قرار گرفت. در این سطح آبیاری، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی باعث کاهش حدود ۶۸ درصد عملکرد نسبت به شاهد شد.

حدود نیمی از کود نیتروژن سطح ۱۵۰ کیلوگرم، به عنوان کود سرک همزمان با گلدهی توزیع شد. آبیاری نیز به عنوان عامل فرعی شامل سه سطح آبیاری کامل (آبیاری به فاصله ۱۰ روزه در طول فصل رشد)، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود. قبل از آماده‌سازی زمین، از خاک مزرعه نمونه برداری و سپس عملیات خاک‌ورزی و ایجاد جوی و پشته انجام شد. در هر کرت بذره‌های نخود (رقم ILC482) در پنج ردیف به طول پنج متر، فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف شش سانتی‌متر در عمق پنج سانتی‌متر در ۲۵ اسفندماه ۱۳۹۰ کشت شد. جهت مبارزه با آفت *Heliothis armigera* دو مرتبه عملیات سم‌پاشی با سم متاسیستوکس با غلظت دو در هزار در خردادماه صورت گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز نیز به صورت دستی در یک مرحله انجام شد. در حدود سه هفته بعد از گلدهی (خردادماه) سطوح مربوط به تیمار غلاف‌زدایی شامل حذف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد غلاف‌ها روی شش بوته از هر کرت اعمال شد؛ به طوری که بین بوته‌های تحت تیمار، دو بوته به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عملیات برداشت سطح کل کرت‌ها به صورت دستی در دهم تیرماه انجام گرفت. همزمان با برداشت تعداد پنج بوته از هر کرت، به منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد برداشت شد. بوته‌های مربوط به هر کدام از سطوح تیمار غلاف‌زدایی نیز جداگانه برداشت و اجزای عملکرد آن‌ها تعیین شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، بوته‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده شده و سپس توزین شدند. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C انجام و جهت رسم نمودارها از Excel استفاده شد. مقایسات میانگین داده‌ها نیز با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات زراعی نخود تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، آبیاری و غلاف‌زدایی
 Table 2. Analysis of variance (MSS) for some agronomic traits of chickpea affected by different levels of nitrogen, irrigation and depodding

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	تعداد دانه در بوته Seeds/ Plant	تعداد غلاف در بوته Pods/ plant	وزن صد دانه 100-seed weight	خشک برگ Leaf dry weight	ماده خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weigh	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	2	10.93 ^{ns}	7.11 ^{ns}	90.70 ^{ns}	0.07 ^{ns}	1.21 ^{ns}	0.63 ^{ns}	92.77 ^{ns}
نیتروژن Nitrogen (N)	2	129.20*	141.68**	13.27 ^{ns}	7.93**	21.12**	5.84**	642.0**
خطای اصلی error	4	14.16	5.18	20.19	0.28	0.18	0.13	22.77
آبیاری Irrigation (I)	2	612.22**	404.43**	473.37**	19.96**	107.76**	56.46**	1642**
نیتروژن*آبیاری N*I	4	221.26**	70.51*	142.67**	3.32**	5.52**	7.52**	64.17 ^{ns}
خطای فرعی error	12	11.60	14.10	19.05	0.10	0.90	0.57	23.97
غلاف‌زدایی Depodding (D)	3	741.62**	553.49**	38.71 ^{ns}	0.79**	9.82**	33.06**	936.9**
نیتروژن*غلاف‌زدایی N*D	6	129.36**	75.06**	78.30**	1.67**	3.78**	3.67**	243.3**
آبیاری*غلاف‌زدایی I*D	6	52.72**	36.37**	131.46**	2.25**	5.45**	2.37**	186**
نیتروژن*آبیاری* غلاف‌زدایی N*I*D	12	83.93**	46.63**	205.30**	0.92**	1.80**	1.98**	60.57**
خطای فرعی-فرعی (error)	54	4.66	4.84	15.70	0.08	0.40	0.15	17.62
%CV		14.7	17.46	16.66	17.64	13.5	11.4	13.47

ns: Non-significant, * and **: Significant at $\alpha = 0.05$ & $\alpha = 0.01$, respectively

تعداد غلاف در بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، برهم‌کنش کلیه تیمارها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری نشان داد بیشترین تعداد غلاف در بوته (۵۷۲) مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل می‌باشد که با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی از نظر آماری تفاوت نداشت (جدول ۳). (Varughese & Gheetha 2001) دریافتند که کود نیتروژن بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی مؤثر بوده و باعث افزایش تعداد غلاف و دانه می‌شود. در برهم‌کنش بین رژیم‌های آبیاری و غلاف‌زدایی، تیمار آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۷۷۷) و تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی در سطح ۷۵ درصد غلاف‌زدایی با ۱۷۱ غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (جدول ۵). نتایج نشان داد در هر دو تیمار آبیاری کامل و

آبیاری در مرحله گلدهی، غلاف‌زدایی تعداد غلاف در بوته را به یک میزان کاهش داد. مقایسه سطوح غلاف‌زدایی در بین رژیم‌های آبیاری کامل و آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی نشان می‌دهد که در هر سطح از غلاف‌زدایی از ۲۵ تا ۷۵ درصد، تعداد غلاف در بوته در بین این دو رژیم آبیاری تفاوت کمی را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد تعداد دفعات آبیاری تأثیری بر خسارت ناشی از غلاف‌زدایی نداشت.

در برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی بیشترین تعداد غلاف (۷۱۹) را تولید کرد. کمترین تعداد غلاف (۱۶۸) نیز از همین سطح نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد (جدول ۴). در سطوح پایین نیتروژن، غلاف‌زدایی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر تعداد غلاف داشت، به‌طوری‌که در سطوح ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در تیمار ۷۵ درصد غلاف‌زدایی، تعداد غلاف نسبت به شاهد به‌ترتیب حدود ۵۶ و ۷۷ درصد کاهش نشان داد، اما در سطح ۱۵۰ کیلوگرم

نیتروژن، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی تعداد غلاف را تنها ۳۳ درصد کاهش داد. به نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن و همچنین استفاده از کود سرک در این سطح کودی، تا حدی توانسته با افزایش برگ‌ها و مواد فتوسنتزی و انتقال آن به گل‌ها و غلاف‌ها، کاهش تعداد غلاف از جبران کند (Ghosh et al., 2004).

وزن ۱۰۰ دانه

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با میزان ۳۱ گرم بیشترین وزن صد دانه را تولید کرد، اما مصرف این مقدار نیتروژن در شرایط کمبود آب در مرحله غلاف‌دهی تأثیر منفی به دنبال داشت، به طوری که کمترین وزن صد دانه (۱۸/۶ گرم) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی به دست آمد که با تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در همین سطح آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). گرچه برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲)، اما در هر سه سطح نیتروژن، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح

مختلف غلاف‌زدایی از نظر وزن صد دانه مشاهده نشد. با این‌حال، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه (۲۸ گرم) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ درصد غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۱۹ گرم از همین سطح نیتروژن و ۵۰ درصد غلاف‌زدایی حاصل شد (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲).

نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه با شاهد، حذف غلاف وزن ۱۰۰ دانه را افزایش داده است و البته مقدار افزایش دقیقاً متناسب با افزایش درصد غلاف‌زدایی نبوده است.

بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در شرایط آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و در سطح ۲۵ درصد غلاف‌زدایی مشاهده شد. بقیه سطوح غلاف‌زدایی و شاهد در هر کدام از رژیم‌های آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. در یک بررسی با اعمال محدودیت مخزن روی سویا در دو سطح حذف نصف غلاف‌ها و همه غلاف‌های توسعه یافته، نتایج نشان داد با حذف بیشتر غلاف میزان فتوسنتز افزایش یافت و منجر به افزایش اندازه دانه شد (Kasai et al., 2008).

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن و آبیاری
Table 3. Mean comparison of chickpea traits affected by nitrogen and irrigation

وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع)	وزن دانه (گرم در مترمربع)	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع)	وزن خشک برگ (گرم در مترمربع)	وزن ۱۰۰ دانه 100 seed weight	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد دانه در مترمربع	آبیاری	نیتروژن (کیلوگرم)
Shoot dry weight (g m ⁻²)	Seed weight (g m ⁻²)	Stem dry weight (g m ⁻²)	Leaf dry weight (g m ⁻²)	100 seed weight	Pods m ⁻²	Seeds m ⁻²	irrigation	Nitrogen (kg)
205f	73d	81f	31d	21.23de	292de	350e	گلدهی Flowering	30
401c	168a	146d	43c	22.75d	532ab	772a	گلدهی، غلایف‌دهی Flowering, podding	
345d	102c	174c	49c	26.87bc	363c	380de	کامل Full	
218f	52e	111e	31d	18.94e	248e	277f	گلدهی Flowering	75
287e	104c	117e	29d	23.64cd	355c	437d	گلدهی، غلایف‌دهی Flowering, podding	
505b	139b	220b	75b	27.27b	486b	534c	کامل Full	
279e	73d	124e	46c	18.64e	325cd	371e	گلدهی Flowering	150
428c	164a	166c	46c	30.82a	570a	573c	گلدهی، غلایف‌دهی Flowering, podding	
567a	138b	259a	117a	23.94bcd	572a	670b	کامل Full	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دامنه‌ای دانکن دارند، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ probability level- using Duncan Multiple Range Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن و غلاف‌زدایی

Table 4. Mean comparison of chickpea traits affected by nitrogen and depodding

شاخص برداشت	وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع)	وزن دانه (گرم در مترمربع)	ماده خشک ساقه (گرم در مترمربع)	ماده خشک برگ (گرم در مترمربع)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد دانه در مترمربع	غلاف‌زدایی	نیتروژن (کیلوگرم)
Harvest index (%)	Shoot dry weight (g m ⁻²)	Seed weight (g m ⁻²)	Stem dry weight (g m ⁻²)	Leaf dry weight (g m ⁻²)	100 seed weight (g)	Pods/m ²	Seeds/m ²	Depodding	Nitrogen (kg)
26.79e	274g	74.73g	146de	47d	20.68de	245g	351e	75%	30
39.1ab	300fg	117.6d	133e	44de	25.78ab	362ef	422de	50%	
42.82a	312f	136b	106f	28f	23.57bcd	428de	582c	25%	
35.27bc	380cd	132.7bc	150de	47d	24.42a-d	548b	647bc	0	
16.74f	293fg	46.02h	179bc	48d	22.5b-e	168h	200f	75%	75
23.76e	295fg	71.39g	137e	35ef	24.53a-d	213gh	251f	50%	
31.95c	330ef	103.7e	130e	62c	25.11abc	352f	375e	25%	
40.03a	428.5b	177a	152de	36ef	21.01cde	719a	838a	0	
26.33e	355de	90.41f	160cd	71b	25.43ab	388ef	391e	75%	150
27.36de	435b	120.3cd	197b	88a	19.27e	466cd	606c	50%	
31.23cd	407bc	128bcd	149de	71b	27.93a	524bc	469d	25%	
32.72c	500a	166.1a	226a	49d	25.22abc	578b	686b	0	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$ probability level- using Duncan Multiple Range Test.

وزن خشک برگ

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). افزایش مقدار مصرف نیتروژن همراه با فراهمی رطوبت باعث افزایش وزن خشک برگ در بوته گردید. تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری کامل بیشترین (۱۱۷ گرم) وزن خشک برگ را تولید کرد (جدول ۳). در شرایط مصرف بالای نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر وزن خشک برگ شدیدتر بوده است، به‌طوری‌که کاهش وزن خشک برگ در تیمار یک‌بار آبیاری نسبت به آبیاری کامل در سطوح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، به‌ترتیب ۳۷، ۵۸ و ۶۰ درصد بود (جدول ۳). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). در سطح ۳۰ کیلوگرم نیتروژن، غلاف‌زدایی وزن خشک برگ را به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر قرار نداد، اما در سطوح بالاتر (۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم)، غلاف‌زدایی باعث افزایش وزن برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۴). می‌توان گفت علاوه‌بر حذف گل‌ها و غلاف‌ها، مصرف بالای نیتروژن، پیری و در نتیجه ریزش برگ‌ها را به تأخیر انداخته است. در نتیجه در شرایطی که غلاف‌ها از دست رفته‌اند می‌توان با مصرف کود نیتروژن، تعداد و دوام سطح برگ را افزایش و از این طریق به تولید گل و غلاف بیشتر کمک کرد. در بررسی *Crafts et al*, (1984) روی سویا حذف غلاف الگوی تخصیص ترکیبات گیاهی را تحت تأثیر قرار داد و برگ‌ها و ساقه گیاهان غلاف‌زدایی‌شده به‌عنوان یک مخزن جایگزین برای تجمع ماده خشک بود و افتادن برگ در این گیاهان به تأخیر افتاد. این گیاهان حتی دو هفته بعد از بلوغ نیز برگ سبز داشتند. رژیم‌های آبیاری همراه با

غلاف‌زدایی وزن خشک برگ را تحت تأثیر قرار داد. در شرایط در دسترس بودن رطوبت (آبیاری کامل)، غلاف‌زدایی سبب افزایش وزن خشک برگ نسبت به شاهد شد، اما در شرایط تنش خشکی (آبیاری تکمیلی)، غلاف‌زدایی تأثیر منفی بر ماده خشک برگ داشت و باعث کاهش آن شد (جدول ۵).

وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر ماده خشک ساقه معنی‌دار ($P \leq 0.05$) بود (جدول ۲). با افزایش مقدار نیتروژن و همچنین فراهمی رطوبت، ماده خشک ساقه افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری کامل بیشترین ماده خشک ساقه (۲۵۹ گرم در مترمربع) و در تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و آبیاری در مرحله گلدهی کمترین ماده خشک ساقه (۸۱ گرم در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۳). در شرایط مصرف کم نیتروژن، تأثیر کمبود آب بر ماده خشک ساقه افزایش یافت، اما این افزایش نسبت به دو سطح دیگر نیتروژن قابل‌توجه نبود. به‌نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب، مصرف نیتروژن تأثیر قابل‌توجهی بر ماده خشک ساقه نداشت. برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر ماده خشک ساقه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲)، اما روند مشخصی بین تیمارها مشاهده نشد. با این حال بیشترین ماده خشک ساقه (۲۲۶ گرم در مترمربع) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در بوته‌های بدون غلاف‌زدایی و کمترین آن با ۵۳ درصد کاهش از تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ درصد غلاف‌زدایی به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر آبیاری و غلاف‌زدایی
Table 5. Mean comparison of chickpea traits affected by irrigation and depodding

شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع) Shoot dry weight (g m ⁻²)	وزن دانه (گرم در مترمربع) Seed weight (g m ⁻²)	وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) Stem dry weight (g m ⁻²)	وزن خشک برگ (گرم در مترمربع) Leaf dry weight (g m ⁻²)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100- seed weight(g)	تعداد غلاف در مترمربع Pods/m ²	تعداد دانه در مترمربع Seeds/ plant	غلاف‌زدایی depodding	آبیاری Irrigation
20.57gh	195g	40g	107d	29e	18.51g	171g	218f	75%	گلدهی Flowering
24.76f	201g	48g	95d	47c	20.01fg	259f	242f	50%	
31.67de	235f	74f	90d	31de	18.37g	310ef	387e	25%	
34.26bcd	305e	102e	129c	38cd	21.52efg	414d	482cd	0	
32.32cde	289e	96e	132c	43c	21.76efg	322ef	448de	75%	گلدهی، غلاف‌زدایی Flowering, podding
41.68a	357d	150c	139c	39cd	26.03bcd	445d	575b	50%	
45.3a	352d	161c	104d	32de	32.98a	523c	533bc	25%	
36.5bc	490ab	174b	197b	46c	22.17d-g	653b	821a	0	
16.96h	438c	74f	245a	94a	28.34b	308ef	275f	75%	کامل Full
23.78fg	473bc	108e	233a	82b	23.55c-f	338e	462cd	50%	
29.03e	463bc	129d	191b	99a	25.26b-e	471cd	507cd	25%	
37.27b	515a	195a	201b	47c	26.96bc	777a	867a	0	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha=0.05$ probability level- using Duncan Multiple Range Test.

برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن دانه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). در تمام سطوح آبیاری، غلاف‌زدایی باعث کاهش وزن دانه شد. غلاف‌زدایی در دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری در مرحله گلدهی تأثیر یکسانی بر وزن دانه داشت، به‌طوری‌که در هر دو، ۷۵ درصد غلاف‌زدایی باعث کاهش حدود ۶۰ درصد وزن دانه نسبت به شاهد شد، اما این کاهش برای آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌زدایی ۴۵ درصد بود. این‌گونه به‌نظر می‌رسد که در شرایط فراهمی رطوبت (آبیاری کامل) حذف غلاف‌ها سبب شده است که سایر اندام‌ها به‌عنوان مخزن جایگزین برای مواد فتوسنتزی عمل کنند. در شرایط تنش خشکی نیز گیاه به‌دلیل کاهش میزان فتوسنتز نتوانسته حذف گل‌ها و غلاف‌ها را جبران کند. با این‌حال آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین (۱۹۵ گرم در مترمربع) و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌همراه ۷۵ درصد غلاف‌زدایی کمترین وزن دانه (۴۰ گرم در مترمربع) را تولید کردند (جدول ۵). در برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی، تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و بدون غلاف‌زدایی بیشترین وزن دانه (۱۷۷ گرم در مترمربع) را به‌همراه داشت که با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در همین سطح غلاف‌زدایی تفاوت معنی‌دار نداشت. این تیمار همچنین کمترین وزن دانه (۴۶ گرم در مترمربع) را در سطح ۷۵ درصد غلاف‌زدایی داشت که نسبت به شاهد ۷۴ درصد کاهش نشان می‌دهد و این مقدار کاهش در مقایسه با سایر سطوح نیتروژن، بیشتر است (جدول ۴).

برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی نیز بر ماده خشک ساقه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). در هر سه رژیم آبیاری، غلاف‌زدایی اثر تقریباً یکسانی بر ماده خشک ساقه داشت، به‌طوری‌که غلاف‌زدایی تا سطح ۲۵ درصد، وزن ساقه را کاهش و سپس افزایش داد (جدول ۵). این می‌تواند به این علت باشد که با حذف گل‌ها و غلاف‌ها، الگوی تخصیص مواد به سمت ساقه تغییر کرده است. در مطالعه انجام‌شده روی سویا، با حذف گل‌ها و غلاف‌ها ماده خشک ساقه افزایش پیدا کرد (Kofi Amuti, 1983).

وزن دانه در مترمربع

برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر وزن دانه در مترمربع معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). در تیمار آبیاری کامل بین تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری از نظر وزن دانه در مترمربع مشاهده نشد. در تیمارهای آبیاری تکمیلی نیز بین تیمار ۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی، مصرف بالای نیتروژن تأثیری بر وزن دانه نداشته است. در این شرایط می‌توان با مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌عنوان آغازگر، عملکرد قابل‌قبولی تولید کرد. در این برهم‌کنش بیشترین و کمترین وزن دانه با ۱۶۶ و ۵۲ گرم در مترمربع به‌ترتیب به تیمارهای ۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌زدایی ۷۵ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری در مرحله گلدهی تعلق داشت (جدول ۳).

وزن خشک اندام هوایی

در برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری، بالاترین سطح نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم) همراه با آبیاری کامل، بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۵۶۷ گرم در مترمربع) را تولید کرد. تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نیز کمترین وزن خشک اندام هوایی (۲۰۵ گرم در مترمربع) را داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن همراه با فراهمی رطوبت در افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه مؤثر بوده است. مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویشی و تجمع ماده خشک بیشتر در شاخساره و اجزای عملکرد دانه مؤثر است (Rezvani moghadam et al., 2009). برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی نیز بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار ($P \leq 0.05$) شد (جدول ۲). در هر سطح از نیتروژن با افزایش شدت غلاف‌زدایی وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت، به‌طوری که ۷۵ درصد غلاف‌زدایی، وزن خشک اندام هوایی را در هر سه سطح نیتروژن حدود ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. در گیاهان در جایی که نمو غلاف کاهش پیدا می‌کند یا منع می‌شود، مجموع ماده خشک تجمع‌یافته به‌وسیله گیاه کاهش پیدا می‌کند. این به علت کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی به‌خاطر کاهش تقاضای سینک می‌باشد (Pandy, 1984).

با این حال تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به‌همراه بدون غلاف‌زدایی بیشترین (۵۰۰ گرم در مترمربع) و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی کمترین وزن خشک اندام هوایی (۲۷۴ گرم در مترمربع) را داشتند (جدول ۴). برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). تیمار آبیاری کامل و بدون غلاف‌زدایی بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۵۱۵ گرم در مترمربع) را تولید کرد. در این برهم‌کنش، کمترین وزن خشک اندام هوایی (۱۹۵ گرم در مترمربع) به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی اختصاص داشت (جدول ۵). با توجه به نتایج می‌توان گفت در شرایط فراهمی رطوبت (آبیاری کامل) با حذف غلاف‌ها، تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های رویشی افزایش یافته و این امر باعث شد که با اعمال ۷۵ درصد غلاف‌زدایی وزن خشک اندام هوایی تنها ۱۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یابد، حال آن‌که این کاهش در شرایط یک‌بار آبیاری و دو بار آبیاری به‌ترتیب حدود ۳۶ و ۴۱ درصد نسبت به شاهد بود.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نیتروژن، آبیاری و غلاف‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت (۳۶ درصد) از تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. اما بین سطوح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). به نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن رشد رویشی را تحریک نموده و باعث شده گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را به رشد شاخساره تخصیص دهد. در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی با شاخص برداشت ۳۹ درصد، نسبت به دو سطح دیگر برتری داشت. اما آبیاری کامل و آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌ترتیب با ۲۶/۷ و ۲۷/۸ درصد، شاخص برداشت کمتری داشتند که از نظر آماری مشابه بودند (جدول ۳). در آبیاری کامل، تأمین رطوبت به‌ویژه در مرحله زایشی، رشد رویشی را تحریک کرده و رقابت بین اندام‌های زایشی و رویشی به نفع اندام‌های رویشی تشدید شد، لذا شاخص برداشت کاهش یافت. در تیمار یک‌بار آبیاری در زمان گلدهی، به دلیل کمبود رطوبت در مرحله پُرشدن دانه و کاهش شدید فتوسنتز جاری و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن عملکرد دانه کاهش یافت و این امر به کم‌شدن شاخص برداشت منجر گردید. برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۲). در برهم‌کنش آبیاری و غلاف‌زدایی، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی همراه با ۲۵ و ۵۰ درصد غلاف‌زدایی به‌ترتیب با شاخص برداشت ۴۵ و ۴۱/۷ درصد، بیشترین شاخص برداشت را به‌خود اختصاص دادند. بهبود فتوسنتز جاری و انتقال مجدد آن در شرایط بروز تنش خشکی متوسط (دو بار آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی) و همچنین غلاف‌زدایی با شدت متوسط که منجر به تخصیص بیشتر مواد به غلاف‌های باقی‌مانده می‌شود، به افزایش شاخص برداشت در این تیمارها کمک کرده است. آبیاری کامل و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی نیز کمترین شاخص برداشت (۱۷ درصد) را تولید کرد (جدول ۵). حذف غلاف‌ها و کاهش دانه‌ها و از طرفی فراهم‌بودن آب برای انجام فتوسنتز و انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به شاخساره‌ها سبب شد تا شاخص برداشت کاهش یابد. برهم‌کنش نیتروژن و غلاف‌زدایی بر شاخص برداشت معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین شاخص برداشت با مقادیر ۴۳ و ۲۳ درصد به‌ترتیب به تیمارهای ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۵ درصد غلاف‌زدایی و تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ درصد غلاف‌زدایی تعلق داشت (جدول ۴).

همبستگی صفات مورد مطالعه

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که کلیه صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن دانه در بوته دارند. صفاتی که بیشترین همبستگی را با وزن دانه داشتند، به ترتیب تعداد غلاف (۰/۷۵)، تعداد دانه و شاخص برداشت (۰/۷۱)، وزن خشک اندام هوایی (۰/۶۵) و وزن ۱۰۰ دانه (۰/۳۳) بودند (جدول ۷). در مطالعه‌ای که توسط Ciftci et al, (2004) بر روی رقم نخود صورت گرفت، همبستگی مثبت و بالایی برای صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد غلاف

در گیاه با عملکرد نهایی مشاهده شد. همچنین Guler et al, (2001) در مورد نخود و Ebadi et al, (2010) و Bangar et al, (2003) در مورد سویا نتایج مشابهی ارائه کردند. (2007) Sabokdast & khiyalparast نشان دادند که عملکرد دانه با تعداد غلاف و تعداد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد، ولی بین عملکرد و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی معنی‌دار مشاهده نشد.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در نخود تحت تأثیر نیتروژن، آبیاری و غلاف‌زدایی

Table 6. Correlation coefficients between traits in chickpea under nitrogen, irrigation and depodding

6	5	4	3	2	1	
					1	تعداد دانه در مترمربع (1) Seeds m ⁻²
				1	0.86**	تعداد غلاف در مترمربع (2) Pods m ⁻²
			1	0.05 ^{ns}	-0.24*	وزن ۱۰۰ دانه (3) 100- seed weight
		1	0.33**	0.75**	0.71**	وزن دانه (گرم بر مترمربع) (۴) Seed weight (g m ⁻²)
	1	0.65**	0.21*	0.6**	0.55**	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر مترمربع) (5) Shoot weight (g m ⁻²)
1	-0.01 ^{ns}	0.71**	0.28**	0.42**	0.43**	شاخص برداشت (درصد) (6) Harvest index (%)

ns: * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non-significant, *and **: Significant at $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively

غلاف‌زدایی در تمام صفات مورد مطالعه اثر منفی داشت و تنها در مواردی مانند وزن برگ و ساقه، حذف گل‌ها و غلاف‌ها اثر افزایشی داشت. وجود مقدار بالای نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم) توانایی گیاه را در جهت جبران غلاف‌های ازدست‌داده تا حدی بهبود بخشید و باعث آغاز گل‌ها و غلاف‌های جدید شد، در نتیجه تعداد غلاف در بوته در این سطح نیتروژن کمتر تحت تأثیر غلاف‌زدایی قرار گرفت. همچنین مصرف این مقدار نیتروژن علاوه بر تولید برگ‌های جدید، با تخصیص مقدار بیشتری از مواد فتوسنتزی در شرایط کمبود مخازن زایشی باعث افزایش ماده خشک برگ نسبت به تیمار بدون غلاف‌زدایی شد. به‌طور کلی با افزایش شدت حذف غلاف‌ها، عملکرد نیز روندی کاهشی را طی کرد، اما مصرف نیتروژن در شدت‌های پایین‌تر غلاف‌زدایی افت عملکرد را جبران کرد. لذا می‌توان در شرایطی که غلاف‌ها از بین رفته‌اند، با مصرف کود نیتروژن، توانایی گیاه را در برابر جبران غلاف‌های ازدست‌داده بهبود بخشید.

در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف و دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد داشتند، لذا فراهم‌نمودن شرایط مناسب (کود نیتروژن، رطوبت) جهت بالابردن تعداد غلاف‌ها و در نهایت تعداد دانه، در داشتن عملکرد مطلوب ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین این دو صفت می‌توانند به‌عنوان صفات انتخابی جهت اصلاح عملکرد دانه نخود مورد مطالعه قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم، اجزای عملکرد را در نخود بهبود بخشید و تنها اثر منفی آن بر شاخص برداشت بود. به‌نظر می‌رسد مصرف بالای نیتروژن الگوی تخصیص مواد را تاحدی به‌سمت اندام‌های رویشی سوق داده است. در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته نسبت به دو تیمار دیگر برتری داشت و در سایر صفات نیز با آبیاری کامل مشابه بود. لذا می‌توان در شرایطی که محدودیت منابع آب وجود دارد، با آبیاری تکمیلی در مراحل زایشی (گلدهی و غلاف‌دهی) نسبت به کمبود آب مقابله کرد.

منابع

1. Abu Salem, F.M., and Abou Arab, E.A. 2011. Physico- chemical properties of tempeh produced from chickpea seeds. *Journal of American Science* 7: 107-118.
2. Ashraf T.A., and Sayadian, K. 2000. Effect of supplementary irrigation and nutrition requirement of chickpea in dryland conditions. *Iranian Journal of Agronomic Science* 2(3):63-70. (In Persian).
3. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjali, A., and Parsa, M. 1997. *Agronomy and Breeding of Chickpea*. Jihad Daneshgahi Pub. Mashhad. 444 pages. (In Persian).
4. Crafts Brandner, S.J., Below, F.E., Harper, J.E., and Hageman, R.H., 1984, Effects of pod removal on metabolism and senescence of nodulating and nonnodulating soybean isolines. *Plant Physiology* 75 (2): 311-317.
5. Geetha, V., and Varughase, K. 2001. Response of vegetable cowpea to nitrogen and potassium under varying methods of irrigation. College of Agriculture, Vellayani 695522, rivandrum, India. *Journal of Tropical Agriculture* 39: 111-113.
6. Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., and Hati, K.M. 2004. Comprative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology* 95: 85-93.
7. Hajikhani, S., Habibi, H., Shekari, F., and Fotokian, M.H. 2011. Effect of seed priming on yield and yield components of pinto bean cultivars under water stress. *Iranian Journal of Crops Science* (42)1: 191-197.
8. Jalilian, J., Modares Sanavi, A., and Sabaqpur, H. 2005. Effect of plant density and supplementary irrigation on yield, components yield and protein contents of four dryland chickpae cultivars. *Journal of Agriculture Science* 12(5):1-9. (In Persian).
9. Janmohammadi, M., Ahmadi, A., and Poustini, K. 2010. Effect of leaf area reduction and nitrogen application on stomatal characteristics of flag leaf and grain yield of wheat under deficit Irrigation. *Electronic Journal Crops Production* 3(4): 177-194. (In Persian with English Summary).
10. Kasai, M., Naxata, H., Seino, H., Kamata, D., and Isukiyama, T. 2008. Effect of sink limitation on leaf photosynthetic rate and related characteristics in soybean plants. *Plant Production Science* 11(2): 223-227.
11. Kashfi, S.M.H., Majnoun Hosseini, N., and Zeinali Khaneghah, H. 2010. Effect of plant density and starter nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) at Karaj conditions. *Iranian Journal of Pulses Research* (1)2: 11-20. (In Persian with English Summary).
12. Kofi, A. 1983. Effect of removal of flower buds, open flowers, young pods and shoot apex on growth and pod set in soybean. *Journal of Experimental Botany* 34(143): 719-725.
13. Kurtakoti, S.B., 2001. Influence of Source to Sink Relationship on Seed Yield and Quality in Soybean. MSc. Thesis, University of Agriculture Science, Dharwad.
14. Mousavi, S.K., Pezeshkpoor, P., Khorgami, A., and Noori, M.N. 2009. Effects of supplementary irrigation and crop density on yield, and yield components of Kabuli chickpea cultivars. *Iranian Journal of Agronomic Research* 7(2): 657-672. (In Persian with English Summary).
15. Pandey, R.K. 1984. Influence of source and sink removal on seed yield of chickpea (*Cicer arietinum*). *Field Crops Research* 8: 159-168.
16. Rathod, V.D. 2009. Influence of source-sink relationship on seed yield and quality of cowpea varieties. MSc Thesis. University of Agriculture Sciences, Dharwad.
17. Rezvani Moghaddam, P., and Sadeghi Samarjan, R. 2009. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar ILC3279). *Iranian Journal of Agronomic Research* 6(2): 315-325. (In Persian with English Summary).
18. Sabokdast, M., and Khiyalparast, F. 2007. Study the relationship between yield and yield components in 30 varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* l.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 4(2): 123-133. (In Persian).
19. Sajadi Nik, R., and Yadavi, A.R. 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phonological stages and grain yield of Sesame. *Electronic Journal Crops Production* 6(2): 73-99. (In Persian with English Summary).
20. Sasani, S.H., Jahansooz, M.R., and Ahmadi, A. 2004. The effects of deficit irrigation on water use efficiency, yield and quality of forage pearl millet. *Proceeding of 4th International Crop Sience Congress*, Brisbane, Australia, September 2004.

Effect of sink removal on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under different nitrogen fertilizer levels and irrigation regimes

Amini^{1*}, Z., Parsa², M., Nasiri Mahallati³, M. & Bannayan aval³, M.

1- MSc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture; Department of Legumes, Research Center for Plant Sciences; Ferdowsi University of Mashhad

3&4- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 01 February 2015

Accepted: 18 January 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.43989

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.), an annual with indeterminate growth, is one of the most important food legumes. Loss of seeds due to pod borer (*Heliothis armigera*) attack is prevalent. Such loss of pods may affect the yield and yield components. The source-sink relationship changes during growth stages. Some factors influence this relationship including nitrogen fertilizer and water. This experiment was conducted in order to study the effects of nitrogen fertilizer, supplementary irrigation and depodding on yield and yield components of chickpea (var. ILC482).

Materials & Methods

The experiment was conducted as split-split plot based on a randomized complete block design with three replications at Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad, during growing season of 2012. Main plot was nitrogen fertilizer including 30, 75 and 150 kg N/ha and sub plot was irrigation regimes including full irrigation, supplementary irrigation at flowering and supplementary irrigation at flowering, seed podding and depodding including 0, 25%, 50% and 75% as sub subplot. Leaf and stem dry weight, seed weight per plant, shoot weight, pod number per plant, grain number per plant, 100-seed weight and harvest index of chickpea were all recorded.

Results & Discussion

The results indicated that all traits excluded of harvest index were higher in 150 kg N/ha treatment than other treatments. Nitrogen rate of 150 kg/ha produced the highest seed weight (3.8 g/plant). The highest harvest index (36%) was obtained from 30 kg/ha N treatment. Supplementary irrigation at flowering and podding stages with grain yield 4.4 g/plant was higher than full and supplementary irrigation at flowering. Supplementary irrigation at flowering and podding stages produced the highest harvest index (39%). In irrigation regimes including full irrigation and supplementary irrigation at flowering stage, 75% depodding decreased seed weight to 60%, but this was 45% in Supplementary irrigation at flowering and podding stages. In this interaction, full irrigation and 0% depodding (control), produced the highest seed weight (195 g/m²). The lowest seed weight (40 g/m²) was obtained from supplementary irrigation at flowering stage and 75% depodding. Supplementary irrigation at flowering and podding stages with 25% depodding produced the highest harvest index (45%) too. Increase of harvest index mostly was related to improve photosynthesis and remobilization in mid drought stress and also low depodding (by devotion photosynthetic assimilates to un-removed pods). The highest shoot weight was obtained from 150 kg N/ha (12.8 g/plant) and full irrigation (14.3 g/plant). Depodding decreased the most of mentioned traits significantly. 75% depodding decreased seed weight and shoot dry weight to 56% and 30% respectively compared to control. The lowest harvest

*Corresponding Author: zohre2438@yahoo.com; Mobile: 09156562438

index (23%) was obtained from 75% depodding. In nitrogen rate of 75 kg/ha, the highest (177 g/m²) and lowest (46 g/m²) seed weight was obtained from 0% and 75% depodding, respectively. This result also was observed in traits of seed number and pod number in this interaction. High N application improved the ability of plant to compensate the pods that removed. All of traits including pod number, seed number, harvest index and shoot dry weight had positive and significantly correlation with seed weight. Pod number (75%) had highest correlation with yield.

Conclusion

Generally, increasing depodding intensity decreased grain yield. But nitrogen fertilizer application decreased the negative effects of depodding in low levels. Among irrigation regimes, supplementary irrigation at flowering and depodding stages was best treatment, therefore under water deficit condition, supplementary irrigation at flowering and podding stages recommend. Under severe stress condition (supplementary irrigation at flowering stage), high nitrogen application did not effect on seed weight. In this condition, favorite yield will obtain by 30 kg nitrogen fertilizer application as starter.

Key words: Deflowering, Depodding, Drought stress, Supplementary irrigation

پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود به کشت مخلوط غلات-لگوم در شرایط رقابت با علف‌های هرز

لیلا سلیمانپور^۱، روح‌اله نادری^{۲*}، احسان بیژن‌زاده^۲ و یحیی امام^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی داراب، دانشگاه شیراز

۲- استادیار دانشکده کشاورزی داراب، بخش اگرواکولوژی، دانشگاه شیراز

۳- استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

چکیده

کشت مخلوط غلات-لگوم یکی از بهترین راه‌ها برای افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. به منظور، بررسی تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود در ترکیب با برخی غلات، این آزمایش در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. در این آزمایش ۱۶ تیمار شامل ۱۰ تیمار تک‌کشتی (گندم، جو، تریتیکاله، نخود و باقلا با و بدون حضور علف‌هرز) و شش تیمار کشت مخلوط (گندم+ نخود، گندم+ باقلا، جو+ نخود، جو+ باقلا، تریتیکاله+ نخود و تریتیکاله+ باقلا با علف‌هرز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش که شامل تیمارهای کشت مخلوط و تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز بودند، تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت لگوم‌ها و نسبت برابری زمین داشتند. نتایج نشان داد که تیمارهای تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز بالاترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را تحت تأثیر تیمارهای آزمایش داشتند. با وجود این، تیمارهای کشت مخلوط از لحاظ عملکرد دانه و شاخص برداشت، مشابه یا برتر از تک‌کشتی‌های با علف‌هرز بودند. عملکرد دانه و شاخص برداشت در کشت مخلوط گندم + باقلا در مقایسه با تک‌کشتی با علف‌هرز باقلا، به ترتیب ۱۰۲ و ۹۳ درصد بیشتر بود. نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای کشت مخلوط، در مقایسه با تک‌کشتی‌های با علف‌هرز بیشتر از یک بود. از آنجا که غلات نسبت به لگوم‌ها دارای قدرت رقابت بیشتری هستند، به نظر می‌رسد که برای افزایش کارایی باید تراکم بیشتری از لگوم‌ها را در ترکیب با غلات به کار برد. همچنین برای کاهش تداخل علف‌های هرز و افزایش عملکرد در نخود و باقلا، کشت مخلوط آن‌ها با غلات توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تریتیکاله، جو، کشاورزی پایدار، گندم، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشاورزی مدرن منجر به مشکلاتی می‌شود که امروزه به‌خوبی شناخته شده‌اند. از جمله این مسائل می‌توان به فرسایش خاک، آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودها و سموم شیمیایی و مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها اشاره کرد. یکی از راه‌حل‌های مناسب، افزایش تعداد گونه‌های زراعی از طریق کشت مخلوط است (Bedoussac & Justes, 2011).

کشت مخلوط عملکرد بیشتری در واحد سطح نسبت به تک‌کشتی تولید می‌کند که به دلایل مختلفی مانند استفاده بهتر از منابع غذایی، نور و آب و همچنین سرکوب رشد علف‌های هرز می‌باشد (Barker & Dennett, 2013). کشت مخلوط به‌علت کارایی بیشتر نسبت به تک‌کشتی و کاهش خطر از بین رفتن

محصول برای کشاورزان، به‌صورت گسترده در کشورهای Podgórska-Lesiak & (Sobkowicz, 2013) در حال توسعه استفاده می‌شود (Jensen 2010). گزارش کرد که کشت مخلوط باقلا (*Vicia faba* L.) با غلات موجب کاهش رشد علف‌های هرز نسبت به تک‌کشتی باقلا شد. در آزمایشی مشاهده شد که سودمندی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) در هر دو حالت آلودگی به علف‌هرز و عدم آلودگی به علف‌هرز، برتر از تک‌کشتی آن‌ها بود (Hamzei & Seyed, 2013). Chapagain (2014) نشان داد که LER در تیمارهای کشت مخلوط جو-نخود نسبت به تیمارهای تک‌کشتی ۳۲ درصد بیشتر بود. در آزمایش دیگری عملکرد کل در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و باقلا بیشتر از تک‌کشتی هر دو گیاه بود، به‌طوری‌که LER در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک شد (Stoltz et al., 2014). در پژوهشی

*نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۷۰۴۰۷۶۰۰، rnaderi@shirazu.ac.ir

مشاهده شد که کشت مخلوط جو و باقلا سبب افزایش عملکرد کل و کاهش زیست‌توده علف‌های هرز شد (Agegnehu et al., 2006). گرایش به استفاده از نخود و باقلا در سیستم‌های ارگانیک یا سایر سیستم‌های تولید سازگار با محیط زیست افزایش یافته است که هدف آن‌ها دستیابی به بازیابی مؤثر مواد غذایی می‌باشد (Stoltz & Nadeau, 2014). بنابراین با در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی، استفاده از سامانه‌های زراعی با کارایی بالاتر که دارای تنوع بیشتری هستند، به‌ویژه سامانه‌های کشت مخلوطی که از لگوم‌ها استفاده می‌کنند، می‌تواند در رسیدن به ثبات و پایداری در تولید بسیار مفید باشد (Bedoussac & Justes, 2011). با توجه به این امر، هدف از اجرای پژوهش حاضر، ارزیابی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود در کشت مخلوط با گندم، جو و تریتیاله در جنوب استان فارس بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط غلات-لگوم بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود در شرایط رقابت علف‌های هرز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز در سال زراعی ۹۴-۹۳ اجرا گردید. طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا شهرستان داراب به ترتیب ۵۴ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی، ۲۸ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و ۱۸۰ متر می‌باشد. ۱۶ تیمار الگوی کاشت در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد آزمایش قرار گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: پنج تیمار تک‌کشتی گندم، جو، تریتیاله، نخود و باقلا بدون علف‌هرز، پنج تیمار تک‌کشتی گندم، جو، تریتیاله، نخود و باقلا با علف‌هرز و شش تیمار کشت مخلوط گندم + نخود، گندم + باقلا، جو + نخود، جو + باقلا، تریتیاله + نخود و تریتیاله + باقلا با علف‌هرز. در تیمارهای بدون علف‌هرز پس از عملیات وجین علف‌های هرز به‌طور کامل کنترل شدند و در تیمارهای با علف‌هرز هیچ‌گونه عملیات کنترل علف‌هرزی انجام نشد. تیمارهای کشت مخلوط به‌صورت جایگزینی اعمال شدند.

ابعاد کرت‌ها ۳×۲ متر در نظر گرفته شد. کرت‌ها به‌صورت جوی‌وپشته تهیه شد. عرض پشته‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین پشته‌ها نیز ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب نیم‌ویک متر بود. قبل از کاشت تست جوانه‌زنی بر روی بذرها انجام شد که قوه نامیه تمام بذرها بیش از ۹۵ درصد بود. برای گندم رقم چمران ۲، جو رقم یوسف و تریتیاله رقم ET-8318 و برای باقلا و نخود از رقم بومی منطقه استفاده شد. عملیات کاشت غلات و لگوم‌ها به‌صورت همزمان در تاریخ ۱۲ آذر ۱۳۹۳ انجام شد. میزان بذر مورد استفاده برای غلات، باقلا و نخود

به ترتیب بر اساس ۲۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که در تیمارهای کشت مخلوط نصف این میزان استفاده شد. آبیاری به‌صورت جوی‌وپشته انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت انجام شد و دور آبیاری‌های بعدی بر اساس دمای هوا (جدول ۱) ۸ و ۱۲ روز بود. حجم آبیاری در هر دور آبیاری تقریباً ۲۳۰ متر مکعب در هکتار بود. بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی بود. بر اساس آزمایش خاک مزرعه، تنها کودی که استفاده شد کود اوره بر اساس ۶۵ کیلوگرم در هکتار بود که به‌صورت سرک در دو مرحله کاشت و ساقه رفتن غلات، به کرت‌های آزمایش اضافه شد. روی هر پشته دو ردیف از گیاهان زراعی کاشته شد. در تیمارهای کشت مخلوط نسبت کاشت ۱:۱ بود و بنابراین بر روی هر پشته یک ردیف از غلات و یک ردیف از لگوم‌ها کاشته شد. وجین دو بار در مراحل پنجه‌زنی و اوایل خوشه رفتن غلات به‌صورت دستی انجام شد. برداشت نهایی در تاریخ‌های ۱۱ اردیبهشت (برداشت غلات و باقلا) و ۱۸ اردیبهشت (برداشت نخود) انجام گرفت. برای تعیین اجزای عملکرد (وزن هزاردانه، تعداد غلاف در واحد سطح و تعداد دانه در غلاف) و عملکرد گیاهان زراعی در سطح یک مترمربع با حذف اثر حاشیه برداشت صورت گرفت. شاخص برداشت با استفاده از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد.

نسبت برابری زمین (LER) جزئی و کل با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد:

معادله ۱: Mazaheri (2006)

$$LER = LER_i + LER_j = (Y_{ij}/Y_{ii}) + (Y_{ji}/Y_{jj})$$

Y_{ii} = عملکرد گونه i در کشت خالص؛ Y_{jj} = عملکرد گونه j در کشت خالص؛ Y_{ij} = عملکرد گونه i در کشت مخلوط؛ Y_{ji} = عملکرد گونه j در کشت مخلوط؛ LER_i :LER جزئی گونه i

اگر LER کل برابر با یک باشد، یعنی تفاوتی بین سودمندی تک‌کشتی و کشت مخلوط وجود ندارد و اگر بیشتر از یک باشد به این معنی می‌باشد که کارایی کشت مخلوط بیشتر از تک‌کشتی است. بر این اساس، LER جزئی بیشتر از ۰/۵ به این معنی است که سودمندی گیاه زراعی در کشت مخلوط بیشتر از تک‌کشتی آن می‌باشد.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار (MSTAT-1991) C ver2.10 آنالیز شدند و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار (Microsoft Office Excel (2010) استفاده شد. به‌علت این که در پژوهش جاری بررسی تأثیر تیمارهای آزمایش بر نخود و باقلا مدنظر بود، برای آنالیز داده‌ها تیمارهای تک‌کشتی غلات حذف شدند. به‌علت تعداد بوته متفاوت در هر کرت که ناشی از عوامل مختلف محیطی بود، بر روی داده‌ها تجزیه کوواریانس انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات هواشناسی مکان آزمایش در سال ۹۴-۱۳۹۳

Table 1. Meteorological data of experimental site in 2014-2015

	آذر December	دی January	بهمن February	اسفند March	فروردین April	اردیبهشت May
میانگین بارندگی (میلی‌متر) Mean of precipitation (mm)	1.2	1.3	0.0	3.1	0.8	0.2
متوسط دما (سانتی‌گراد) Mean of temperature (°C)	12.9	11.5	13.3	13.5	20.3	26.1
حداقل رطوبت نسبی (درصد) Minimum RH (%)	32	26	28	31	28	15
حداکثر رطوبت نسبی (درصد) Maximum RH (%)	80	75	77	68	70	46

نتایج و بحث

وزن هزار دانه

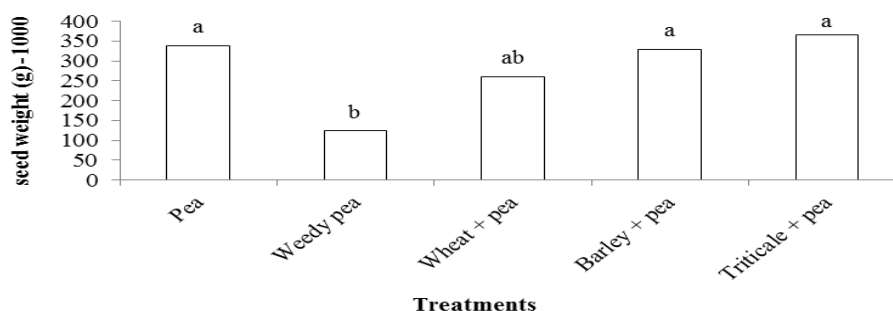
نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بر وزن هزار دانه نداشت، اما بر وزن هزاردانه باقلا تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین وزن هزاردانه نخود در تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۳۶۶/۷ گرم)، تک‌کشتی نخود بدون علف‌هرز (۳۳۸/۶ گرم) و کشت

مخلوط جو + نخود (۳۲۸/۹ گرم) به‌دست آمد. کمترین وزن هزاردانه نخود هم در تیمار تک‌کشتی با علف‌هرز (۱۲۳/۳ گرم) مشاهده شد. با مقایسه الگوهای کاشت، مشاهده می‌شود که بین تیمارهای کشت مخلوط و تک‌کشتی بدون علف‌هرز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. (Abdulahi 2013) نیز تفاوت معنی‌داری از تیمار الگوی کاشت بر وزن ۱۰۰ دانه نخود مشاهده نکرد.

جدول ۲- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر وزن هزار دانه نخود و باقلا

Table 2. ANCOVA (analysis of covariance) of treatments effect 1000- seed weight of pea and faba bean

منبع تغییرات S.O.V	Df	وزن هزاردانه نخود (گرم)	
		1000- seed weight of pea (g)	1000- seed weight of faba bean (g)
تکرار Replication	2	2035.51 ^{ns}	102.4 ^{ns}
تیمار Treatment	4	8766.06 *	44608.44 ^{ns}
متغیر مستقل Covariate	1	1603.21 ^{ns}	809.2 ^{ns}
خطا Error	7	1556.46	10882.53
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		13.91	10.24



شکل ۱- وزن هزار دانه نخود تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 1. Effect of the treatments on 1000 seed weight of pea

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

کشت مخلوط استفاده شوند. در آزمایش دیگری گزارش شد که کشت مخلوط و کنترل علف‌هرز تعداد غلاف لگوم را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به‌طوری‌که در کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum* L. و لوبیا، تیمارهای عدم کنترل علف‌هرز تعداد غلاف کمتری تولید کردند (Alizadeh et al., 2009).

تعداد دانه در غلاف

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر تعداد دانه در غلاف لگوم‌ها داشتند (جدول ۳ و شکل ۳). تیمارهای کشت مخلوط جو + باقلا (۳/۷)، تک‌کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۳/۲۹) و کشت مخلوط گندم + باقلا (۲/۹۳) بیشترین تعداد دانه در غلاف را به‌خود اختصاص دادند که با تیمارهای تک‌کشتی باقلا با حضور علف‌هرز (۲/۷۹) و کشت مخلوط تربیتی‌کاله + باقلا (۲/۵۹) تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد دانه در غلاف هم مربوط به تک‌کشتی نخود با علف‌هرز بود. تیمارهای کشت مخلوط، تعداد دانه بیشتری نسبت به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز و حتی در برخی تیمارها نسبت به تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز تولید کردند. (Seyedi 2012) نیز گزارش کرد که تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز و با حضور علف‌هرز نخود به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را نشان دادند (بدون در نظر گرفتن تیمارهای کشت مخلوط بدون حضور علف‌هرز). همچنین تعداد دانه در غلاف در کشت مخلوط جو + نخود با نسبت ۵۰:۵۰، بیشتر از تک‌کشتی بدون کنترل علف‌هرز نخود بود که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. همچنین مشاهده شد که تداخل علف‌های‌هرز موجب کاهش تعداد دانه در غلاف لوبیا شد (Ghamari & Ahmadvand, 2013).

در آزمایشی دیگر نیز مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری بین وزن هزاردانه نخود در تک‌کشتی و کشت مخلوط آن با سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) (نسبت ۵۰:۵۰) وجود نداشت (Gholinezhad & Chiyaneh, 2014). در این آزمایش رشد بیشتر علف‌های‌هرز در تک‌کشتی با علف‌هرز موجب کاهش وزن هزار دانه نخود در این تیمار شد.

تعداد غلاف در مترمربع

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر تعداد غلاف لگوم‌ها در مترمربع نشان دادند (جدول ۳). تک‌کشتی نخود بدون علف‌هرز با ۱۳۱۷ غلاف در مترمربع دارای بیشترین تعداد غلاف در مترمربع بود. پس از آن تیمارهای کشت مخلوط تربیتی‌کاله + نخود (۲۹۰۶ غلاف در مترمربع) و تک‌کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۲۱۶ غلاف در مترمربع) بیشترین تعداد غلاف در مترمربع را نشان دادند (شکل ۲). به‌طور کلی به‌جز تیمار کشت مخلوط تربیتی‌کاله + نخود، تعداد غلاف در تیمارهای تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز بیشتر از سایر تیمارها بود که به‌علت عدم تداخل علف‌های‌هرز در این تیمارها بود. لگوم‌ها به‌علت رقابت ضعیف‌تر در مقایسه با غلات و علف‌های‌هرز، در تیمارهای با حضور علف‌هرز و کشت مخلوط تعداد غلاف کمتری تولید کردند، زیرا علف‌های‌هرز موجب کاهش استفاده از منابع محیطی برای گیاهان زراعی می‌شوند. تعداد غلاف در مترمربع در تیمارهای کشت مخلوط و تک‌کشتی با حضور علف‌هرز تفاوت معنی‌دار نداشت. این امر به‌علت کاهش تداخل علف‌های‌هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی با علف‌هرز لگوم‌ها می‌باشد. (Lithourgidis 2011) بیان کرد که لگوم‌ها نسبت به غلات قدرت رقابت کمتری دارند و باید برای افزایش کارایی آن‌ها، با تراکم بیشتری نسبت به غلات در

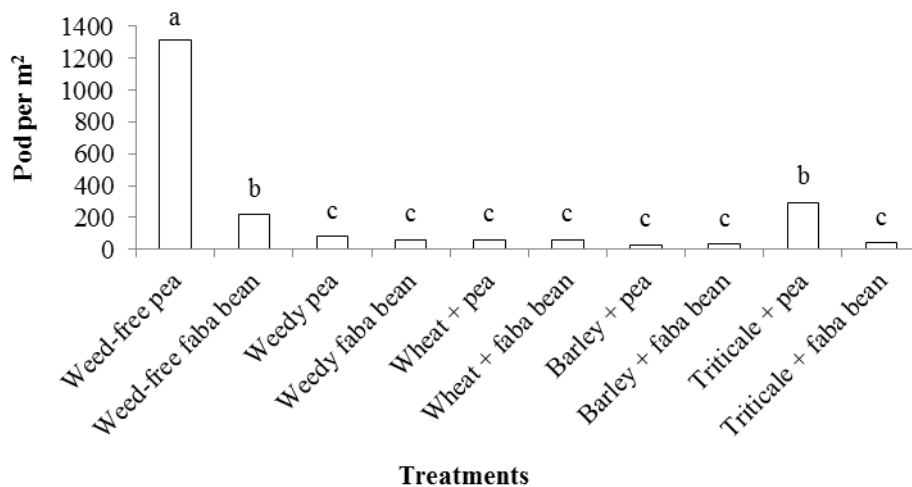
جدول ۳- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود و باقلا

Table 3. ANCOVA (analysis of covariance) of treatments effect on yield and yield components of pea and faba bean

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha ⁻¹)	تعداد غلاف در مترمربع No. of pod per m ²	تعداد دانه در غلاف No. of seed per pod	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	2364182 ^{ns}	6648 ^{ns}	1695 ^{ns}	0.379 ^{ns}	6.44 ^{ns}
تیمار Treatment	9	22623700 ^{**}	5508823 ^{**}	448856 ^{**}	1.37 ^{ns}	504.57 ^{**}
متغیر مستقل Covariate	1	11115 ^{ns}	1007 ^{ns}	3.59 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.98 ^{ns}
خطا Error	17	970120	3678	543.89	0.131	2.89
ضریب تغییرات C.V %		18.41	5.86	10.68	19.24	12.22

ns, * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج و معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشند.

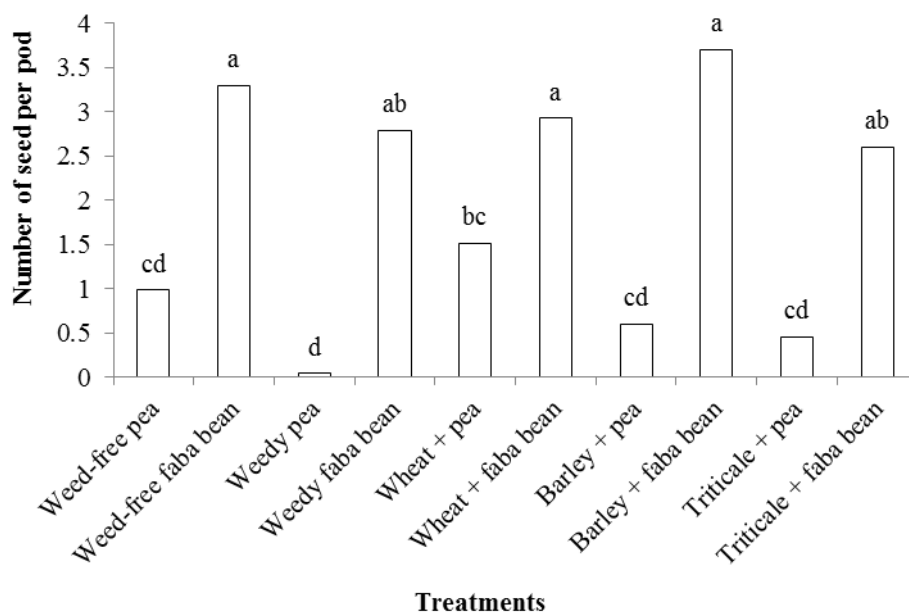
ns, * & **: non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۲- تعداد غلاف نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)
* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 2. Effect of the treatments on pod number of pea and faba bean

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).



شکل ۳- تعداد دانه در غلاف نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)
* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 3. Effect of the treatments on number of seed per pod of pea and faba bean

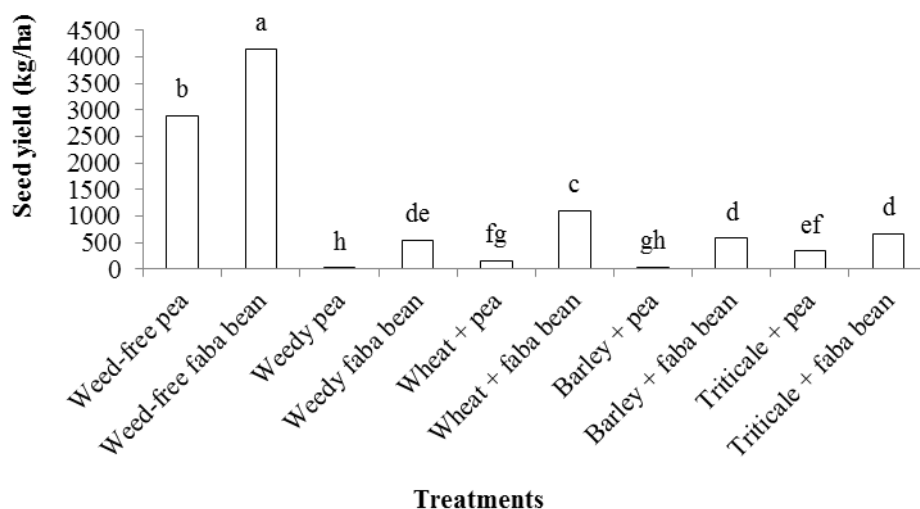
* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

نخود با علف‌هرز (پنج کیلوگرم در هکتار) بود که تفاوت معنی‌داری با کشت مخلوط جو + نخود (۳۸/۸۱ کیلوگرم در هکتار) نداشت. عملکرد دانه لگوم‌ها به‌ویژه نخود، به‌علت رشد ضعیف در برابر غلات، نسبت به تک کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها، در این آزمایش بسیار پایین بود. با توجه به مطالعه (2014)

عملکرد دانه
تیمارهای آزمایش عملکرد دانه لگوم‌ها را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند (شکل ۴ و جدول ۳). تک کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۴۱۴۹ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را نشان داد و کمترین عملکرد دانه مربوط به تک کشتی

باقلا به سایه، باعث عملکرد دانه بیشتر در شرایط سایه، مانند کشت مخلوط با درختان یا گیاهان زراعی می‌شود (Nasrollah-zadeh *et al.*, 2011). Mei (2012) گزارش کرد که عملکرد دانه باقلا در تیمارهای کشت مخلوط با ذرت، ۱۹۷-۳۰ درصد نسبت به تک‌کشتی آن افزایش یافت، البته در بیشتر آزمایش‌ها گزارش شده است که عملکرد دانه در تک‌کشتی بیشتر از کشت مخلوط بود (Chapagain, 2014; Agegnehu, 2006) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت ندارد. دلایل زیادی برای این امر وجود دارد، از جمله تأثیر غلات در کاهش علف‌های هرز در کشت مخلوط با نخود و باقلا، نوع گیاهان زراعی، نوع الگوی کاشت، تراکم‌های مختلف، نوع خاک، شرایط اقلیمی متفاوت و عوامل بسیار دیگر که می‌توانند بر نتایج آزمایش‌ها تأثیرگذار باشند.

Neugschwandtner یولاف (*Avena sativa* L.) رقابت شدیدی با نخود در کشت مخلوط داشت که باعث کاهش عملکرد نخود (۹۱ درصد در سال ۲۰۱۰ و ۸۳ درصد در سال ۲۰۱۱) شد. به‌طور کلی عملکرد تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز بیشتر از سایر تیمارها بود. عملکرد دانه لگوم‌ها در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای با حضور علف‌هرز بیشتر بود. این امر به‌علت فراهم کردن کنترل علف‌هرز قابل‌ملاحظه نسبت به تیمارهای با حضور علف‌هرز بود. در آزمایشی بر کشت مخلوط باقلا-گندم، مشاهده شد که با وجود عملکرد دانه کم در اکثر تیمارها، عملکرد دانه باقلا در تیمارهای کشت مخلوط آن با گندم، بیشتر از تک‌کشتی آن‌ها بود (Tosti & Guiducci, 2010). در مطالعه‌ای گزارش شد که مقاومت



شکل ۴- عملکرد دانه نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 4. Effect of the treatments on yield of pea and faba bean

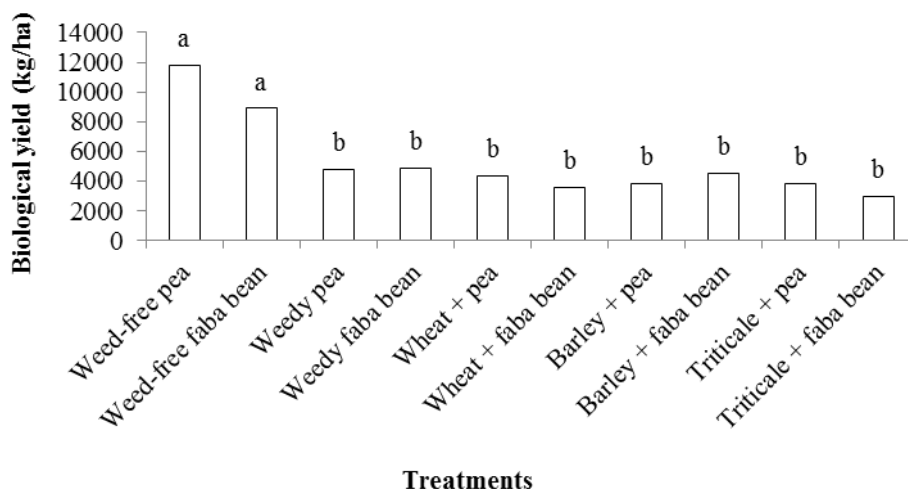
* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

شاخص برداشت لگوم‌ها

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر شاخص برداشت لگوم‌ها نشان دادند (جدول ۳ و شکل ۶). بیشترین شاخص برداشت لگوم‌ها در تیمار تک‌کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۴۶/۴۶ درصد) به‌دست آمد. پس از باقلا، بیشترین شاخص برداشت در تیمار تک‌کشتی نخود بدون علف‌هرز (۲۶/۰۳ درصد) مشاهده شد. کمترین شاخص برداشت هم در تیمار تک‌کشتی نخود با علف‌هرز (۰/۰۱ درصد) بود که با تیمار کشت مخلوط جو + نخود (۰/۹۶ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی باقلا نسبت به نخود شاخص برداشت بیشتری داشت.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک یک فاکتور مهم است که تفاوت‌های گیاهان زراعی را در رقابت با علف‌های هرز توضیح می‌دهد (Poggio, 2005). بر اساس نتایج به‌دست آمده، تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) از تیمارهای آزمایش بر عملکرد زیست‌توده لگوم‌ها مشاهده شد (جدول ۳ و شکل ۵). بیشترین زیست‌توده لگوم در تیمارهای تک‌کشتی نخود بدون حضور علف‌هرز (۱۱۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) و تک‌کشتی باقلا بدون حضور علف‌هرز (۸۸۹۴ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. اگرچه تک‌کشتی بدون کنترل علف‌هرز زیست‌توده بیشتری نسبت به کشت مخلوط تولید کرد، اما این اختلاف‌ها معنی‌دار نبود. در پژوهشی بر کشت مخلوط باقلا-گندم نیز مشاهده شد که زیست‌توده باقلا در تک‌کشتی بیشتر از کشت مخلوط بود (Barker *et al.*, 2013).



شکل ۵- زیست توده نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

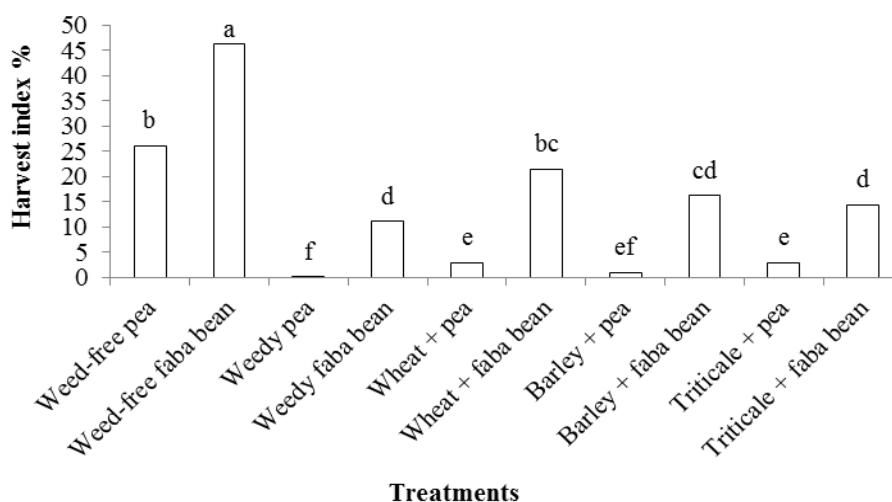
* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 5. Effect of the treatments on dry matter yield of pea and faba bean

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

علف‌های هرز را کاهش داده بودند، دارای شاخص برداشت بیشتری نسبت به تیمارهای با حضور علف‌هرز بودند. در آزمایشی بر کشت مخلوط نخود-جو نیز مشاهده شد که شاخص برداشت نخود در کشت مخلوط با جو بیشتر از تک کشتی، و در تیمارهای بدون حضور علف‌هرز کمتر از تیمارهای با حضور علف‌هرز بود (Seyedi et al., 2012).

همچنین شاخص برداشت تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی با حضور علف‌هرز افزایش معنی‌داری نشان داد، اما شاخص برداشت تک کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. با توجه به این‌که علف‌های هرز موجب کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه لگوم‌ها شده‌اند، بنابراین سیستم‌های کشت مخلوط که تداخل



شکل ۶- شاخص برداشت نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 6. Effect of the treatments on harvest index of pea and faba bean

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

لگوم‌ها و کلی گیاهان زراعی تحت تأثیر تیمارهای کشت مخلوط در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

نسبت برابری زمین (LER) معیار مهمی برای بررسی کارایی کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که نسبت برابری زمین (LER) جزئی

جدول ۴- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر LER جزئی و کل نخود و باقلا در تیمارهای کشت مخلوط

Table 4. ANCOVA (analysis of covariance) of treatments effect on total LER and partial LER of pea and faba bean in intercropping treatments

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	LER _L	LER _{LW}	LER _T	LER _{TW}
تکرار Replication	2	0.002 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.023 ^{ns}
تیمار Treatment	5	0.031 ^{**}	0.12 ^{**}	0.211 ^{**}	0.29 ^{**}
متغیر مستقل Covariate	1	0.001 ^{ns}	0.024 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}
خطا Error	9	0.002	0.005	0.004	0.013
ضریب تغییرات (درصد) CV %		13	9.24	6.6	6.95

LER_L: LER جزئی لگوم نسبت به تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز؛ LER_{LW}: LER جزئی لگوم نسبت به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز؛ LER_T: LER کل کشت مخلوط نسبت به

تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز؛ LER_{TW}: LER کل کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز

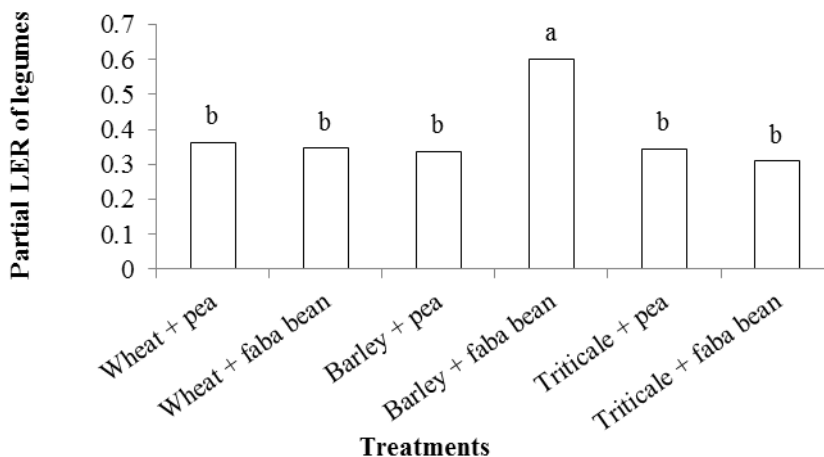
ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج درصد و معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشند.

LER_L: Partial LER of pea and faba bean compared to weed-free monocultures; LER_{LW}: Partial LER of pea and faba bean compared to weedy monocultures; LER_T: Total LER compared to weed-free monocultures; LER_{TW}: Total LER compared to weedy monocultures

ns, * & **: non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

مخلوط نسبت به تک‌کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها کمتر از نیم باشد. علت بالاتر بودن LER جزئی باقلا در کشت مخلوط با جو هم شاید به علت کنترل خوب علف‌های هرز توسط جو و رشد بهتر باقلا در کشت مخلوط نسبت به نخود باشد.

LER جزئی لگوم‌ها نسبت به تک‌کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها، در کشت مخلوط جو + باقلا (۰/۶۰) حداکثر بود، ولی در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۷). نخود و باقلا در رقابت با علف‌های هرز و غلات بسیار ضعیف عمل کردند و این امر موجب شد که LER جزئی لگوم‌ها در تیمارهای کشت



شکل ۷- LER جزئی نخود و باقلا (بر اساس تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز)

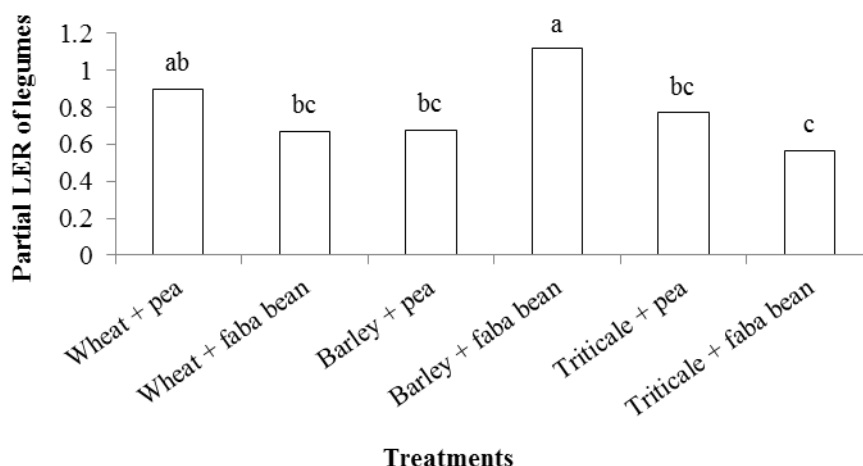
* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 7. Effect of the treatments on partial LER of pea and faba bean (based on weed-free monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

کاهش چشمگیر رشد علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی با علف‌هرز لگوم‌ها شدند، LER جزئی لگوم‌ها نسبت به تک‌کشتی با علف‌هرز آن‌ها بیشتر از LER جزئی لگوم‌ها بر اساس تک‌کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها بود. بنابراین، کشت مخلوط لگوم‌ها با غلات می‌تواند در کاهش خسارت علف‌های هرز و افزایش کارایی لگوم‌ها مفید باشد.

در مقایسه با تک‌کشتی با حضور علف‌هرز، تیمار کشت مخلوط جو + باقلا (۱/۱۲) بیشترین LER جزئی لگوم‌ها را به‌خود اختصاص داد که با تیمار کشت مخلوط گندم + نخود (۰/۹) تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا (۰/۵۶) هم کمترین LER جزئی لگوم‌ها را نشان داد (شکل ۸). به‌طور کلی با توجه به این‌که غلات موجب



شکل ۸- LER جزئی نخود و باقلا (بر اساس تک‌کشتی‌های با حضور علف‌هرز)

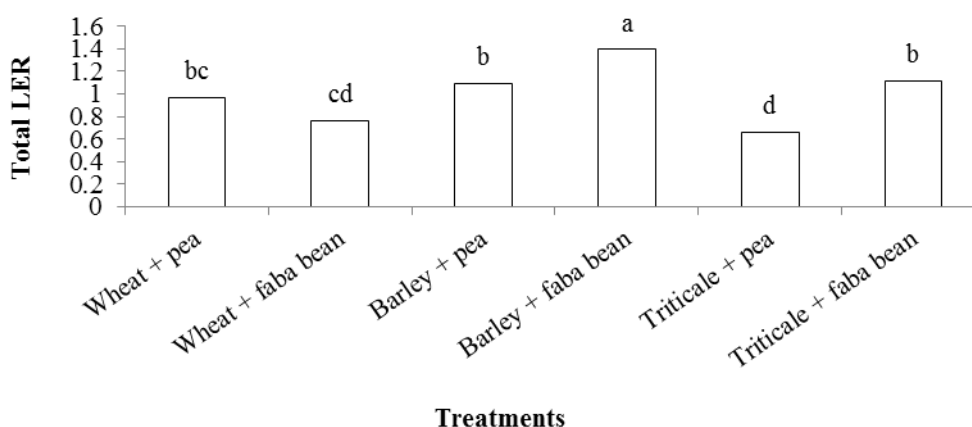
* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 8. Effect of the treatments on partial LER of pea and faba bean (based on weedy monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

(۱/۳۹) حداکثر بود، و در تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۰/۶۶) حداقل بود (شکل ۹).

LER کل در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای بدون حضور علف‌هرز، در تیمار کشت مخلوط جو + نخود



شکل ۹- LER کل (بر اساس تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز)

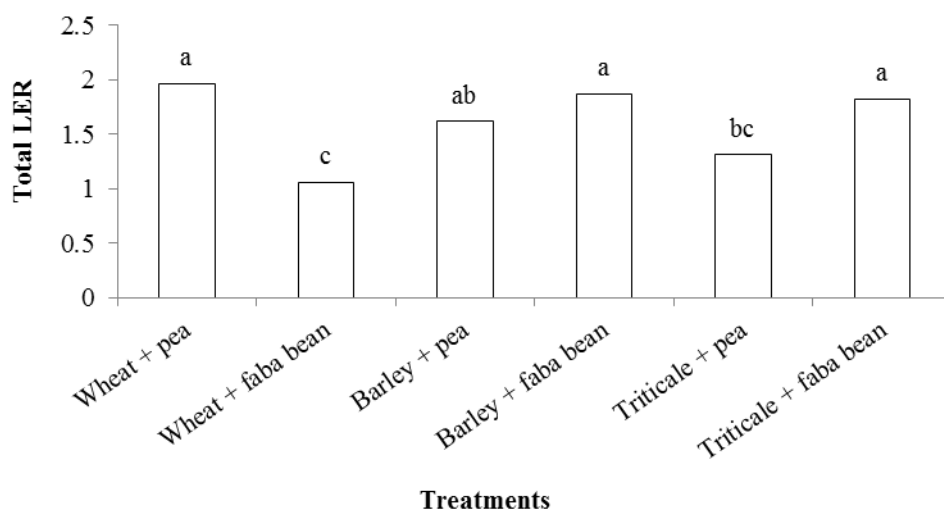
* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 9. Effect of the treatments on total LER (based on weed-free monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

(۱/۸۲) به‌دست آمد. کمترین LER کل هم در تیمار کشت مخلوط گندم + باقلا (۱/۰۶) بود (شکل ۱۰).

با توجه به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز، بیشترین LER کل در تیمارهای کشت مخلوط در تیمارهای کشت مخلوط گندم + نخود (۱/۹۷)، جو + باقلا (۱/۸۷) و تریتیکاله + باقلا



شکل ۱۰- LER کل (بر اساس تک‌کشتی‌های با حضور علف‌هرز)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 10. Effect of the treatments on total LER (based on weedy monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

توجه به این نتایج، سودمندی تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای تک‌کشتی با علف‌هرز بیشتر می‌باشد که نشان می‌دهد در شرایط رقابت با علف‌های هرز کشت مخلوط به‌علت کنترل بیشتر علف‌های هرز و استفاده بهینه از منابع غذایی و نور، کارایی بالاتری را نسبت به تک‌کشتی دارد. حتی در تیمارهای کشت مخلوط جو + نخود، جو + باقلا و تریتیکاله + باقلا، LER کل در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بدون علف‌هرز نیز بیشتر از یک بود. در واقع کشت مخلوط عملکرد کل در واحد سطح را افزایش داده است. (2011) Lithourgidis در بررسی کشت مخلوط غلات- نخود، (2012) Pelzer برای کشت مخلوط گندم- نخود، (2013) Podgórska-Lesiak در کشت مخلوط جو - نخود و (2012) Mei در مطالعه بر کشت مخلوط ذرت- باقلا گزارش کردند که نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نخود و باقلا در تیمارهای تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز بیشتر از تک‌کشتی با حضور علف‌هرز و تیمارهای کشت مخلوط بود. همچنین عملکرد دانه و شاخص برداشت در

اگر ویژگی‌های اگرواکولوژیکی اجزای کشت مخلوط دقیقاً مشابه باشد، LER باید یک باشد و LER جزئی باید برای هر محصول ۰/۵ باشد. LER کل بیشتر از یک نشان می‌دهد که علاوه بر اثرات تداخلی مثبت بین ارقام یا محصولات در کشت مخلوط، رقابت بین گونه‌ای کمتر از رقابت درون گونه‌ای می‌باشد (Mazaheri et al., 2006). به عبارت دیگر اگر LER بیشتر از یک باشد، نشان دهنده آن است که تسهیل‌سازی جذب مواد و روابط متقابل به نحو مؤثری بیشتر از رقابت در کشت مخلوط بوده است (Husseini et al., 2009). در این آزمایش در مقایسه با تیمارهای تک‌کشتی با علف‌هرز، LER جزئی لگوم‌ها بیشتر از ۰/۵ بود. همچنین LER جزئی لگوم‌ها به‌جز تیمار کشت مخلوط جو + باقلا، در مقایسه با تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز کمتر از ۰/۵ بود. این امر نشان‌دهنده رقابت ضعیف‌تر لگوم‌ها نسبت به غلات، همچنین تأثیر علف‌های هرز در کاهش کارایی گیاهان زراعی می‌باشد. LER کل در تمام تیمارهای کشت مخلوط نیز در مقایسه با تیمارهای تک‌کشتی با حضور علف‌هرز بیشتر از یک بود، همچنین LER کل بر اساس تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز به‌جز تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا، گندم + نخود و تریتیکاله + نخود، در سایر تیمارها بالاتر از یک بود.

نشان دادند. با توجه به نتایج آزمایش کشت مخلوط غلات-لگوم به‌ویژه کشت مخلوط جو و + باقلا و کشت مخلوط جو + نخود، به‌منظور کاهش خسارت علف‌های هرز و افزایش سودمندی لگوم‌ها پیشنهاد می‌شود که با غلات کشت مخلوط شوند که البته برای کارایی بیشتر در کشت مخلوط با غلات توصیه می‌شود تراکم بالاتری از لگوم‌ها استفاده شود.

تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بدون کنترل علف‌هرز مشابه یا بیشتر بود. LER کل و جزئی لگوم‌ها در تمام تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی با علف‌هرز آن‌ها، به‌ترتیب بیشتر از ۱ و ۰/۵ بود. به‌طور کلی با وجود فضای کمتری که لگوم‌ها در تیمارهای کشت مخلوط در اختیار داشتند که ناشی از جایگزینی لگوم‌ها با غلات بود، نسبت به تک‌کشتی‌های بدون کنترل علف‌هرز خود کارایی بیشتری

منابع

1. Abdulahi, A., Nasrolahzadeh, S., Dabbagh Mohammadi, A., Zehtab Salmasi, S., and Pourdard, S.S. 2013. Study on effect of weed interference and nitrogen fertilizer on performance of chickpea in intercropping with wheat. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 23(4): 85-100. (In Persian with English Summary).
2. Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy* 25: 202-207.
3. Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(2): 553-541. (In Persian with English Summary).
4. Barker, S., and Dennett, M.D. 2013. Effect of density, cultivar and irrigation on spring sown monocrops and intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and faba beans (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy* 51: 108-116.
5. Bedoussac, L., and Justes, E. 2011. A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. *Field Crops Research* 124: 25-36.
6. Chapagain, T., and Riseman, A. 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Research* 166: 18-25.
7. Ghamari, H., and Ahmadvand, G. 2013. The effect of different interference periods and weed control on height, yield and yield components of red bean. *Journal of Crop Production and Processing* 3(9): 71-79. (In Persian).
8. Gholinezhad, E., and Rezaei-Chiyaneh, E. 2014. Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences* 16(3): 236-249. (In Persian with English Summary).
9. Hamzei, J., and Seyedi, M. 2013. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare*) and chickpea (*Cicer arietinum*) intercropping systems using advantageous indices of intercropping under weed interference conditions. *Journal of Agronomy Sciences* 6(9): 1-21. (In Persian with English Summary).
10. Hussein, S.A., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M., and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2009. The influence of nitrogen and weed interference periods on corn (*Zea mays* L.) yield and yield components. *Journal of Plant Protection* 23(1): 97-105.
11. Jensen, E.S., Peoples, M.B., and Hauggaard-Nielsen, H. 2010. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research* 115: 203-216.
12. Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy* 34: 287-29.
13. Mazaheri, D. Madani, A., and Oveysi, M. 2006. Assessing the land equivalent ratio (LER) of two corn (*Zea mays* L.) varieties intercropping at various nitrogen levels in Karaj, Iran. *Journal of Central European Agriculture* 7(2): 359-364.
14. Mei, P.P., Gui, L.G., Wang, P., Hung, J.C., Long, H.Y., Christie, P., and Li, L. 2012. Maize/Faba bean intercropping with rhizobia inoculation enhances productivity and recovery of fertilizer P in a reclaimed desert soil. *Field Crops Research* 130: 19-27.
15. Nasrollah-zadeh, S., Ghassemi-Golezani, K., and Raey, Y. 2011. Effects of shading on rate and duration of grain filling and yield of faba bean cultivars. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 21(3): 75-87. (In Persian with English Summary).

16. Neugschwandtner, R., and Kaul, H.P. 2014. Sowing ratio and N fertilization affect yield and yield components of oat and pea in intercrops. *Field Crops Research* 155: 159-163.
17. Pelzer, E., Bazot, M., Makowski, D., Corre-Hellou, G., Naudin, C., Al Rifai, M., Baranger, E., Bedoussac, L., Biarnès, V., Boucheny, P., Carrouée, B., Dorvillez, D., Foissy, D., Gaillard, B., Guichard, L., Mansard, M.C., Omon, B., Prieur, L., Yvergniaux, M., Justes, E., and Jeuffroy, M.H. 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *European Journal of Agronomy* 40: 39-53.
18. Podgórska-Lesiak, M., and Sobkowicz, P. 2013. Prevention of pea lodging by intercropping barley with peas at different nitrogen fertilization levels. *Field Crops Research* 149: 95-104.
19. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109: 48-58.
20. Seyedi, M., Hamzei, J., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M.A. 2012. The evaluation of weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 22(3): 101-114. (In Persian with English Summary).
21. Stoltz, E., and Nadeau, E. 2014. Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research* 169: 21-29.
22. Tosti, G., and Guiducci, M. 2010. Durum wheat-faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. *European Journal of Agronomy* 33: 157-165.

Response of faba bean and pea yield and yield components to cereal-legume intercropping under weed competitions

Soleimanpur¹, L., Naderi^{2*}, R., Bijanzadeh², E. & Emam³, Y.

1- MSc. Student, College of Agriculture of Darab, Shiraz University

2- Assistant Professor, College of Agriculture of Darab, Shiraz University

3- Professor, College of Agriculture, Shiraz University

Received: 09 December 2015

Accepted: 20 January 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.51248

Introduction

Cereal-legume intercropping is one of the best ways to increase the yield per unit area (to decrease the detrimental effect caused by weeds and to reduce application of fertilizers and herbicides. Stoltz *et al.* (2014) in a study on corn-pea intercropping reported that crops yield in intercropped plots was significantly greater than that of monoculture. It has been reported that barley-faba bean intercropping led to an increase in total grain yield and it could cause a decrease in weed biomass. Considering the importance of intercropping to reach stability and sustainability in production, the aim of this study was to assess the changes in yield and yield components of faba bean and pea in intercropping with wheat, barley and triticale under weedy conditions in southern Fars Province.

Materials & Methods

A field experiment was performed in the College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University during 2014-2015. Treatments included 10 monoculture (wheat, barley, triticale, pea and faba bean with and without weeds) and 6 intercropping (wheat + pea, wheat + faba bean, barley + pea, barley + faba bean, triticale + pea and triticale + faba bean with weeds) which laid out based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Irrigation intervals were 8 and 12 days based on environmental conditions. Weeds were hand weeded twice, at tillering and booting stages of cereals. After crop maturity, plants were hand harvested to measure yield and yield components. Additionally, partial land equivalent ratio (LER) was calculated. The partial land equivalent ratio has been defined as a measure of efficiency of an intercrop or mixture. The LER compares land areas required under single or sole cropping to give the yields obtained from the component crops of the mixture. Values greater than 0.5 indicate intercropping to be more efficient than sole cropping in terms of land use, while values less than 0.5 indicate a loss in efficiency due to intercropping. Values equal to 0.5 indicate that the components fully share the same limiting resource. The data analyzed by using MSTATC ver2.10 software (1991). Since the number of the plants was not similar in all the plots, the data was subjected to analysis of covariance.

Results & Discussion

Results showed a significant effect of treatments on 1000-seed weight of pea, number of pod per m², number of seed per pod, grain yield, biological yield, harvest index and LER. The greatest 1000-seed weight of pea, number of pod per m², seed yield and harvest index obtained in intercropping of wheat + pea (366.7 g), weed-free pea monoculture (1317), weed-free faba bean monoculture (4149 kg/ha) and weed-free faba bean monoculture (46.46 %), respectively. The highest number of seed per pod was obtained in intercropping of barley + faba bean (3.7), weed-free faba bean monoculture (3.29) and intercropping of wheat + faba bean (2.93), respectively. Total and partial LER of legumes in all intercropping treatments

*Corresponding Author: rnaderi@shirazu.ac.ir; Mobile: 09170407600

compared to weedy monoculture was greater than 1 and 0.5, respectively. The results showed that weed-free monoculture treatments had the highest grain yield, biological yield and harvest index. However, crop yield and harvest index in intercropping treatments were similar or superior to weedy monocultures. For instance, grain yield and harvest index in intercropping of wheat + faba bean was higher than those of in weedy faba bean monoculture, 102 and 93 %, respectively. In general, grain yield, biological yield and harvest index of pea and faba bean in weed-free monocultures treatments was higher than weedy monocultures and intercropping treatments. Grain yield and harvest index of intercropping was similar or higher than those of weedy monocultures.

Conclusion

Total and partial LER of legumes in all intercropping treatments compared to weedy monoculture was greater than 1 and 0.5, respectively. Since cereals are more competitive than legumes, it seems for increasing the efficiency of intercropping; a higher density of legumes should be used. Additionally, for reducing weed interference and increasing yield in pea and faba bean, the use of cereal-legume intercropping is recommended.

Key words: Barley, LER, Sustainable agriculture, Triticale, Wheat

برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی یک جزئی و دوجزئی نخود رقم بیونج (*Cicer arietinum* L.) در شرایط لایسیمتری و مقایسه با مدل SIMDualKc

هوشنگ قمرنیا^{۱*}، بی نظیر نظری^۲ و محمد اقبال قبادی^۳

۱- استاد گروه مهندسی آب رشته مهندسی آب-آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

۲- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۴

چکیده

استفاده بهینه از منابع آب مستلزم محاسبه میزان آب مصرفی و تعیین ضرایب گیاهی متناسب با هر منطقه است. مطالعه حاضر در دو سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ و ۱۳۹۲-۹۳ به منظور تعیین ضرایب گیاهی یک جزئی و دو جزئی گیاه نخود (رقم بیونج) در منطقه کرمانشاه با شرایط آب‌وهوایی نیمه خشک با استفاده از لایسیمتر زهکش دار انجام شده است. بدین منظور از پنج لایسیمتر زهکش دار استوانه‌ای با قطر ۱/۲ متر و ارتفاع ۱/۴ متر و با سطح مقطع ۱/۱۳ مترمربع، در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه استفاده گردید. یک لایسیمتر به گیاه مرجع (چمن)، یک لایسیمتر به خاک (بدون پوشش گیاهی) و سه لایسیمتر دیگر آن به گیاه مورد مطالعه (نخود رقم بیونج) اختصاص داده شد. نیاز آبی نخود در دو سال به ترتیب ۳۷۹/۰۵ و ۴۸۰/۴۵ میلی‌متر محاسبه شد. متوسط ضرایب گیاهی منفرد و ضرایب گیاهی پایه در مراحل اولیه، توسعه، میانی و پایانی برای گیاه نخود در دو سال اجرای طرح، به ترتیب برابر (۰/۵۴، ۰/۸۲، ۱/۱۱ و ۰/۶۹) و (۰/۳۹، ۰/۷۱، ۱/۰۱ و ۰/۶۲) به دست آمد. همچنین با مقایسه نتایج به دست آمده از مدل SIMDualKc و روش لایسیمتری مشاهده گردید که نتایج مدل با نتایج محاسباتی همبستگی بالایی دارند، به طوری که در سال ۱۳۹۲، $R^2=0/85$ و در سال ۱۳۹۳، $R^2=0/86$ به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر-تعرق، شرایط آب‌وهوایی نیمه خشک، گیاه مرجع، لایسیمتر زهکش دار

مقدمه

ضرایب گیاهی^۲ (Kc) استاندارد در مناطق و اقلیم‌های گوناگون و پذیرش آن به عنوان پارامتری مهم در محاسبات مربوط به نیاز آبی گیاهان شده است (Grattan et al., 1998). ضریب گیاهی (Kc) بیان کننده اثرات پوشش گیاهی و رطوبت خاک گیاه غیرمرجع نسبت به گیاه مرجع است (Doorenbos & Pruitt, 1977). در پژوهشی که (Namdaryan et al., 2012) در منطقه خرم‌آباد بر روی نخود انجام دادند، مقادیر ضرایب گیاهی را در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برای گیاه نخود به ترتیب ۰/۴۸۸، ۰/۹۵۵، ۱/۰۸۵ و ۰/۳۷ به دست آوردند. در پژوهشی طی دو سال زراعی در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ در منطقه‌ای نیمه خشک در شمال اتیوپی، تبخیر تعرق گیاه Teff (نوعی چمن) با استفاده از لایسمتر، ۲۶۰ تا ۳۱۷ میلی‌متر به دست آمد و ضرایب گیاهی در مراحل اولیه، میانی و انتهایی رشد به ترتیب ۰/۸-۱، ۰/۸-۱/۱ و ۰/۵-۰/۴ محاسبه گردید (Araya et al., 2011).

در حال حاضر کشاورزی تکیه گاه مهم امنیت غذایی و حیات اقتصادی کشور می‌باشد. از طرف دیگر آب به عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین عامل تولید در این خصوص است. امروزه کمبود آب مشکل اصلی اغلب کشورهای جهان است، زیرا منابع آب تجدیدشونده جهان محدود می‌باشد. همچنین مشکلات ناشی از کمبود آب برای آن دسته از کشورها نظیر ایران که اغلب نقاطش در شرایط آب‌وهوایی خشک و نیمه خشک با بارش ناکافی قرار گرفته و فاقد منابع کافی آب شیرین هستند، بسیار بیشتر است. مدیریت آب، خاک و گیاه تأثیر زیادی بر شدت تبخیر تعرق دارد (Saxena & Singh, 1987). برای بهبود بهره‌وری مصرف آب در شبکه‌های آبیاری، تعیین دقیق نیاز آبی گیاهان و برآورد دقیق تبخیر-تعرق امری ضروری است. این ضریب به طور عمده به ویژگی‌های گیاه و به طور محدودتر، به اقلیم بستگی دارد و همین ویژگی موجب به کارگیری

^۲ Single crop coefficient

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۸۱۳۲۳۹۵۶، hghamarnia@razi.ac.ir

ضرایب گیاهی در گیاه سیاه‌دانه با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار انجام دادند. در این تحقیق میزان نیاز آبی سیاه‌دانه با استفاده از معادله بیلان آبی محاسبه و تبخیر-تعرق گیاه مرجع از روش پنمن‌مانتیت به‌دست آمد. ضرایب گیاهی سیاه‌دانه در مراحل چهارگانه رشد به‌ترتیب ۰/۵۹، ۰/۹۱، ۱/۲۹ و ۰/۷۸ محاسبه گردید. نخود زراعی (*Cicer arietinum L.*) گیاهی یک‌ساله است که ارتفاع بوته آن ۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است. ریشه نخود بسیار قوی بوده و به‌خوبی گسترش می‌یابد. نخود در نقاط گرم‌وخشک و همچنین سرد به‌خوبی محصول می‌دهد. در بین حبوبات، نخود دارای مواد پروتئینی باارزشی است و به‌عنوان مکمل غذایی در الگوی تغذیه‌ای انسان جایگاه ویژه‌ای دارد (Saxena & Singh, 1987). نخود از لحاظ سطح زیرکشت در ایران نسبت به سایر حبوبات مقام اول را دارا می‌باشد (Anonymous, 2011). از آنجایی که رقم نخود بیونج و به‌طور گسترده‌ای در استان‌های غربی کشور و به‌ویژه استان کرمانشاه کشت شده و همچنین تاکنون ضریب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد توسط هیچ مرجعی گزارش نشده است، لذا به‌منظور تعیین ضرایب گیاهی یک‌جزئی و دو جزئی و برآورد نیاز آبی آن در شرایط اقلیمی نیمه‌خشک، آزمایشاتی با استفاده از روش بیلان آبی در شرایط لایسیمتری در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳، در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب واقع در پردیس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۱۹ متری از سطح دریا اجرا گردید. در طی مدت انجام تحقیق داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی تمام اتوماتیک که به‌فاصله ۱۰۰ متری از محل آزمایش قرار داشت، به‌صورت روزانه دریافت گردید. میانگین ماهانه پارامترهای هواشناسی مورد استفاده در طول دوره آزمایش در جدول ۱ ارائه گردیده است. برای اجرای این طرح از پنج عدد لایسیمتر زهکش‌دار به قطر ۱/۲ متر و عمق ۱/۴ متر استفاده شد که در سه عدد از لایسیمترها گیاه نخود (رقم بیونج)، در یک لایسیمتر گیاه مرجع (چمن) و در لایسیمتر دیگر تبخیر از خاک بدون پوشش برآورد گردید. بافت خاک به‌کاررفته در لایسیمترها، سیلتی رسی و میزان رطوبت آن در محدوده ظرفیت زراعی خاک ۲۴ درصد وزنی و جرم مخصوص ظاهری آن ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک موجود در لایسیمترها در جداول ۲ و ۳ آمده است.

(Simon et al, 1998) نیز مقادیر ضرایب گیاهی در مراحل مختلف رشد با لایسیمتر زهکش‌دار را تحت تغییرات زمانی آب‌وهوا (فصول خشک و مرطوب) بر روی K_c ذرت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقادیر K_c در فصول مرطوب (۱/۱۳ تا ۱/۴۱) بزرگتر از K_c در فصول خشک (۰/۹۴ تا ۰/۷۳) بوده است. Bossie et al, (2009) ضرایب گیاهی پیاز را در اتیوپی با استفاده از سه دستگاه لایسیمتر زهکش‌دار مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها مقادیر ET_c^1 در مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی رشد را به‌ترتیب برابر ۵/۱۳، ۱۴۰/۵، ۱۴۴/۸ و ۵۳/۹ میلی‌متر محاسبه و سپس با استفاده از ET_o^2 مقادیر K_c را برای مراحل ابتدایی، میانی و پایانی رشد به‌ترتیب ۰/۴۷، ۰/۹۹ و ۰/۴۶ گزارش نمودند. Rahimian & Kakhaki (2007) نیاز آبی و ضریب گیاهی پنبه را به‌روش لایسیمتری در منطقه کاشمر در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۷۹ مطالعه کردند. در این تحقیق از لایسیمتر زهکش‌دار استفاده شد. نتایج نشان داد که تبخیر-تعرق گیاه پنبه در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ به‌ترتیب برابر ۸۳۸/۳، ۱۲۱۹/۶ و ۱۲۷۵/۵ و ۱۴۴۷/۹ میلی‌متر، متوسط تبخیر-تعرق ۱۱۸۳ میلی‌متر و مقدار ضرایب گیاهی پنبه در دوره‌های رشد اولیه، میانی و پایانی به‌ترتیب ۰/۴، ۱/۱۵ و ۰/۷ به‌دست آمد. در نهایت آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در سال‌هایی که گرما و درجه‌حرارت بالا بوده است، می‌توان تبخیر-تعرق را تا ۲۰ درصد بیشتر از نتایج مندرج در کتاب نیاز آبی گیاهان در نظر گرفت. Saremi (2013) پژوهشی را در منطقه خرم‌آباد بر روی گیاه عدس انجام داد. با بررسی نتایج لایسیمتری، مقدار تبخیر-تعرق گیاه عدس ۴۷۶/۳۳ میلی‌متر و طول دوره‌های مختلف رشد عدس و مقادیر ضریب گیاهی آن در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب ۱۹، ۲۰، ۳۳ و ۲۴ روز و ۰/۴۵، ۰/۸۹، ۰/۱۹ و ۰/۵۶ به‌دست آمد. Ghamarnia et al, (2011) طی پژوهشی دوساله در منطقه کرمانشاه، ضریب گیاهی پایه و نیاز آبی گیاه گشنیز را با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار محاسبه کردند. بر همین اساس تبخیر تعرق واقعی گیاه گشنیز ۶۴۷ میلی‌متر برآورد گردید و همچنین ضرایب گیاهی پایه در مراحل چهارگانه رشد به‌ترتیب (۰/۲۱، ۰/۷۲، ۱/۱، ۰/۷۹) گزارش شد.

Zare abyaneh et al, (2010) نیاز آبی و ضرایب گیاهی یک‌جزئی و دو جزئی گیاه سیر را با استفاده از لایسیمتر زهکش‌دار در آب‌وهوای نیمه‌خشک سرد اندازه‌گیری نمودند. نتایج نشان داد که ضریب گیاهی دوجزئی از ضریب گیاهی یک‌جزئی دقیق‌تر است، اما استفاده از ضریب گیاهی یک‌جزئی برای کاربران ساده‌تر می‌باشد. Ghamarnia et al, (2011) مطالعه دوساله‌ای را به‌منظور تعیین

^۲ Reference evapotranspiration

^۱ Crop evapotranspiration

جدول ۱- میانگین پارامترهای هواشناسی در سال ۱۳۹۱-۹۲ و ۱۳۹۲-۹۳

Table 1. The average of climatic parameters in 2013 and 2014

سال	ماه	میانگین حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین سرعت باد (متر بر ثانیه)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	میانگین ساعات آفتابی (ساعت)	بارندگی ماهانه (میلی‌متر)	تبخیر ماهانه تحت تبخیر (میلی‌متر)
Year	Month	The average of minimum temperature (°C)	The average of maximum temperature (°C)	The average of wind speed (m/s)	The average of relative humidity (%)	The average of sunshine hours (hr)	Monthly rainfall (mm)	Monthly evapotranspiration (mm)
1392-1393	2013	Esfand 2.3	16.1	3.84	52.37	5.83	19.5	0
		Farvardin 4.4	21.9	3.31	42.45	7.29	10.8	96.7
		Ordibehesht 7.7	22.9	3.47	54.24	5.33	69.5	131.4
		Khordad 12.4	32.3	3.54	27.35	9.24	0.2	268
	2014	Esfand 2	16	2.64	55.39	6.09	47.4	0
		Farvardin 3.8	19.3	3.13	53.13	8.10	31.1	64
		Ordibehesht 9.2	27.2	2.84	44.71	8.39	12.4	194.1
		Khordad 13	33	3.35	26.39	9.54	7.9	283.4

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی خاک لایسیمترها

Table 2. Physical properties soil in lysimeters

عمق نمونه‌گیری (سانتی‌متر)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
Sampling Depth (cm)	Soil texture	Bulk Density (g cm ⁻³)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
0-30	(سیلتی رسی) Silt-Clay	1.3	3.7	42.3	45
30-60	(سیلتی رسی) Silt-Clay	1.3	3.7	42.3	45

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی خاک منطقه محل آزمایش

Table 3. Chemical properties of soil experimental area

قلیائیت	هدایت الکتریکی	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
Alkalinity pH	(دسی زیمنس بر متر) Ec (ds m ⁻¹)	Absorbable Phosphorus (mg kg ⁻¹)	Absorbable Potassium (mg kg ⁻¹)	Organic Carbon (%)	Mn (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)
7.3	1.2	26	44	1.38	7.8	11.9	1.26	1.64

در هر اندازه‌گیری مقادیر عمق آبیاری، بارندگی، زهکش و تغییرات ذخیره رطوبتی خاک ثبت و با استفاده از معادله بیلان آب، تبخیر و تعرق واقعی گیاه نخود و چمن و خاک بدون پوشش تعیین گردید. هدف از انجام این تحقیق، فراهم‌آوردن بهترین شرایط برای رشد گیاه بود. بنابراین دور آبیاری به‌گونه‌ای انتخاب گردید که تنش‌ی به گیاه وارد نگردد. برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق گیاهی توسط لایسیمتر زهکش‌دار برای دوره زمانی معین، از رابطه بیلان آبی خاک استفاده شد (Alizadeh, 2004; Vaziri et al., 2008):

$$ETC = I + P - D \pm \Delta S \quad \text{رابطه (۱)}$$

I: آبیاری عمق آب (mm)

کشت نخود در هفته آخر اسفند سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام گرفت. با توجه به تعداد مطلوب بذر کشت شده در هکتار (۵۰ بذر در مترمربع) و انجام محاسبات بر اساس قطر لایسیمتر، برای لایسیمتر با قطر ۱/۲ متر تعداد ۵۰ بذر که با سم مانکوزب نیز آغشته شده بود، به صورت ردیفی کشت گردید و با شروع فصل رشد، نمونه‌برداری‌ها آغاز گردید. سعی شد که زمان و حجم آبیاری به گونه‌ای تنظیم شود که رطوبت از ۷۰ درصد ظرفیت زراعی کمتر نشود، تا گیاه دچار تنش رطوبتی قرار نگیرد. بر این اساس، رطوبت قبل از آبیاری تعیین شد و با محاسبه اختلاف این میزان و حد ظرفیت زراعی نیاز آبی تعیین شد و به‌طور متوسط دور آبیاری هر دو روز یکبار صورت گرفت.

روش ضریب گیاهی دو جزئی به مراتب پیچیده‌تر از روش یک‌جزئی است. هنگامی که برآورد دقیق ضریب گیاهی برای تعیین زمان واقعی آبیاری و توازن آب و خاک لازم باشد از ضریب گیاهی دوگانه استفاده می‌شود. در برنامه‌های مطالعاتی که تأثیرات روزانه و تغییرات رطوبت خاک را در نظر می‌گیرند، هم‌چنین برای آبیاری با راندمان‌های بالا در آبیاری قطره‌ای، آبیاری میکرو و سنترپیوت کاربرد آن توصیه شده است (Alizadeh & Kamali, 2007). ضریب گیاهی در روش دو جزئی، به دو ضریب جداگانه که یکی ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) برای توصیف فرآیند تعرق گیاه و ضریب (K_{ce}) برای توصیف فرآیند تبخیر از خاک استفاده شد. در این روش، ضریب گیاهی (K_c) به صورت رابطه (۳) تعیین گردید (Alizadeh & Kamali, 2007; Vaziri, et al., 2008)

$$K_c = K_{cb} + K_s \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن: K_{cb} : ضریب گیاهی پایه و K_e : ضریب مربوط به تبخیر از سطح خاک می‌باشد.

بر اساس پژوهشی که Allen & Pereira, (2009) انجام دادند. برای K_{cb} رابطه (۴) ارائه شده است:

$$K_{cb} = K_{c,min} + K_d(K_{cb,full} - K_{c,min}) \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن: K_{cb} : ضریب گیاهی پایه، $K_{c,min}$: حداقل ضریب گیاهی برای خاک خشک بدون پوشش (۰/۱۵-۰/۲) که در این مقاله ۰/۱۶ را استفاده کردیم، K_d : ضریب تراکم و $K_{cb,full}$: مقدار K_{cb} در دوره پیک رشد گیاه (هنگامی که پوشش گیاه کامل باشد) محاسبه گردید.

$$K_d = (1 - e^{(-0.7LAI)}) \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$K_d = \min(1, M_L f_{c,eff}, f_{c,eff}^{\frac{1}{1+h}}) \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن: LAI: شاخص سطح برگ ($m^2 m^{-2}$)، $f_{c,eff}$: کسر مؤثر پوشش زمین توسط گیاه یا سطح سایه‌انداز گیاه که بین (۰/۱-۰/۱۵): M_L : تراکم پوشش گیاه یا سایه‌اندازی که بین (۰/۲-۰/۵) که در این پژوهش عدد ۰/۷ در نظر گرفته شد و h : متوسط ارتفاع گیاه در طول دوره رشد (m) که برای هر مرحله ارتفاع گیاه در آن مرحله در روابط قرار داده می‌شد می‌باشند

$$K_{cb,full} = F_r(\min(1 + 0.1h, 1.2) + [0.04(U_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)]((h/3)^{0.3})) \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$f_c = \left(\frac{K_{cb} - K_{cmin}}{K_{cmax} - K_{cmin}} \right)^{(1+0.5h)} \quad \text{رابطه (۸)}$$

که در آن: F_r : فاکتور اصلاحی برای کنترل روزنه گیاه که مقدار آن بین (۰-۱) متغیر است.

$$K_{cmax} = \left\{ \left[1.2 + [0.04(U_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \frac{h^{0.3}}{3} \right] (K_{cb} + 0.05) \right\} \quad \text{رابطه (۹)}$$

P: بارندگی ارتفاع (mm)

D: عمق آب زهکشی (mm)

ΔS : تغییرات رطوبت خاک در دوره معین (mm)

زمان آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت و با استفاده از دستگاه TDR (Time Domain Reflectometry) به گونه‌ای تعیین شد که رطوبت خاک در حد رطوبت سهل الوصول باشد. در هر دور آبیاری، آب اضافی خارج شده از لایسیمترها نیز با استفاده از لوله‌های زیرزمینی جمع‌آوری و به داخل مخازن موجود در اتاقک دسترس‌پذیر مجاور لایسیمترها تخلیه و سپس توسط ظرف مدرج اندازه‌گیری گردید و بدین ترتیب نفوذ عمقی تعیین شد.

ضریب گیاهی منفرد

ضریب گیاهی منفرد اثر متفاوت بودن ویژگی‌های یک محصول و سطح چمن با ظاهر ثابت و پوشش گیاهی کامل را در یک ضریب می‌گنجاند. بنابراین، انواع محصولات دارای ضرایب گیاهی متفاوتی هستند. تغییرات ویژگی‌های گیاه در طول دوره رشد نیز بر ضریب گیاهی مؤثر است. هم‌چنین، شرایط مؤثر بر تبخیر بر ضریب گیاهی نیز تأثیرگذار است (Bossio et al., 2009). ضریب گیاهی منفرد برای لایسیمتر مورد آزمایش از رابطه (۲) به‌دست آمد (Alizadeh, 2002; Alizadeh, 2004; Vaziri et al., 2008).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این آزمایش مقادیر ET_c از معادله بیلان آبی خاک برای گیاه به‌دست آمد و پارامترهای موردنیاز با اندازه‌گیری مستقیم از لایسیمتر، برای گیاه مرجع اندازه‌گیری و مقدار ET_o محاسبه شد. ضریب گیاهی یک مقدار ثابت نبوده و مقدار آن در طول دوره رویش تغییر می‌کند (Alizadeh, 2004). در این تحقیق، تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه چمن بطور مستقیم از لایسیمتر و روش بیلان آبی محاسبه شد.

ضریب گیاهی دو جزئی

$$K_c = \left(\frac{K_{cb} - K_{cmin}}{K_{cmax} - K_{cmin}} \right)^{(1+0.5h)} \quad \text{رابطه (۸)}$$

$$K_c = \left(\frac{K_{cb} - K_{cmin}}{K_{cmax} - K_{cmin}} \right)^{(1+0.5h)} \quad \text{رابطه (۸)}$$

H: حداکثر ارتفاع گیاه در دوره مورد نظر و U_2 : سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (ms^{-1}): RH_{min} : میانگین روزانه حداقل رطوبت نسبی (درصد) می‌باشد.

$$MBE = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

$$t = \sqrt{\frac{(n-1)MBE^2}{RMSE^2 - MBE^2}} \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

که در آن‌ها: x : مقادیر اندازه‌گیری شده ضریب‌گیاهی دوجزئی، $\bar{x}$: میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده، y : مقادیر برآورد شده توسط مدل، $\bar{y}$: میانگین مقادیر برآورد شده، d_i : اختلاف بین مقادیر برآورد شده با مقادیر اندازه‌گیری شده، n : تعداد مشاهدات، می‌باشند.

نتایج و بحث

تبخیر-تعرق و نیاز آبی

نمودار مقدار آبیاری و بارندگی و تغییرات متوسط دما در لایسیمترها در دو سال انجام آزمایش در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. در تاریخ‌هایی که در منطقه مورد مطالعه، بارندگی رخ داده نیازی به آبیاری نبوده و همچنین در ماه‌های گرم که نیاز آبی گیاه بیشتر می‌باشد، میزان آبیاری نیز بیشتر بوده است. ضمناً اشکال ۳ و ۴ نیز تبخیر-تعرق گیاه مرجع را نشان می‌دهند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در طول دوره رشد با گرم‌تر شدن هوا و نزدیک شدن به فصل تابستان، تبخیر-تعرق مرجع (ETO)، روندی صعودی داشته است. این روند صعودی به دلیل بلند بودن طول روز، افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت نسبی هوا می‌باشد. به‌طور کلی روند تغییرات نیاز آبی گیاه مرجع در طی این پژوهش با نتایج تحقیقات Ghamarnia et al, (2013) که در این منطقه انجام گرفته هم‌خوانی دارد.

نرم‌افزار SIMDualKc

نرم‌افزار کاربردی SIMDualKc با هدف برآورد ضریب‌گیاهی دوجزئی به‌منظور استفاده در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی آبیاری توسط (Allen et al., 2005) تهیه شده است. این نرم‌افزار با دریافت اطلاعاتی از قبیل شرایط خاک، گیاه، اقلیم و آبیاری ضریب‌گیاهی دوجزئی را برآورد می‌کند. روابط به کار رفته در این نرم‌افزار همانند روابط گفته شده در بخش ضریب‌گیاهی دوجزئی می‌باشد. در این مطالعه نتایج به‌دست آمده از لایسیمتر با نتایج به‌دست آمده از مدل مقایسه شده‌اند.

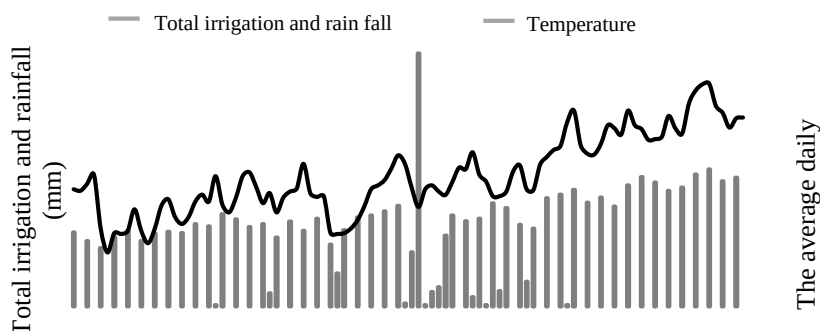
شاخص‌های ارزیابی

در این تحقیق برای ارزیابی دقت مدل و مقایسه نسبی نتایج ضریب‌گیاهی دوجزئی با مقادیر اندازه‌گیری شده توسط لایسیمترها از شاخص‌های آماری مختلفی استفاده شده است. این شاخص‌ها عبارتند از: ضریب رگرسیون (r)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، خطای اریبی (MBE) و معیار جاکوویدز (t).

معادلات مورد استفاده جهت محاسبه شاخص‌های عنوان شده در روابط زیر ارائه شده‌اند:

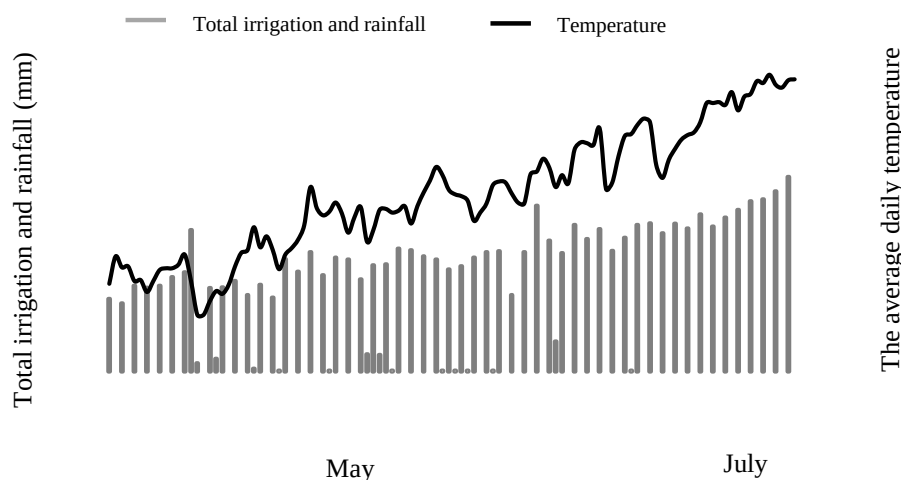
$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2}} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

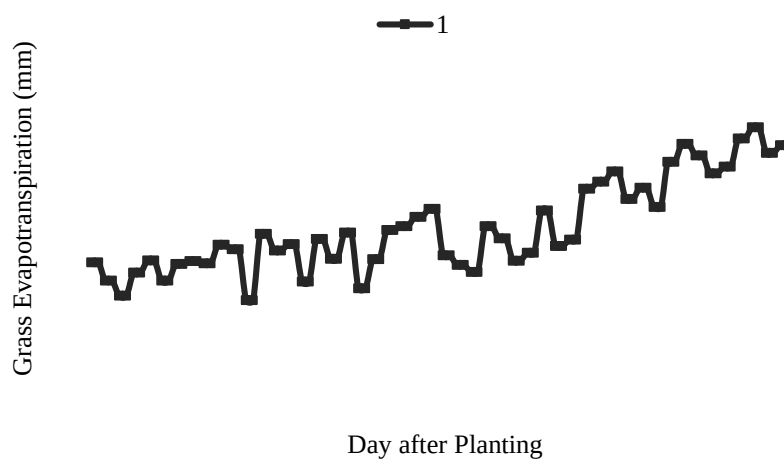


شکل ۱- زمان و مقدار آبیاری و بارندگی و تغییرات متوسط دما (سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲)

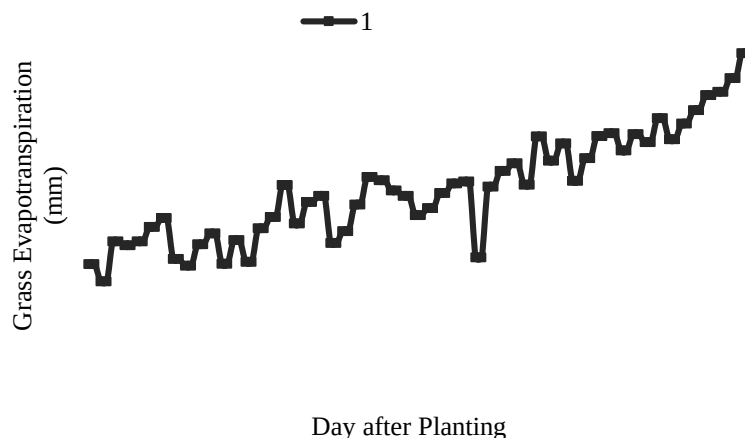
Fig. 1. Time, irrigation, rainfall and average temperature changes values in 2013



شکل ۲- زمان و مقدار آبیاری و بارندگی و تغییرات متوسط دما (سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳)
Fig. 2. Time, irrigation, rainfall and average temperature changes values in 2014



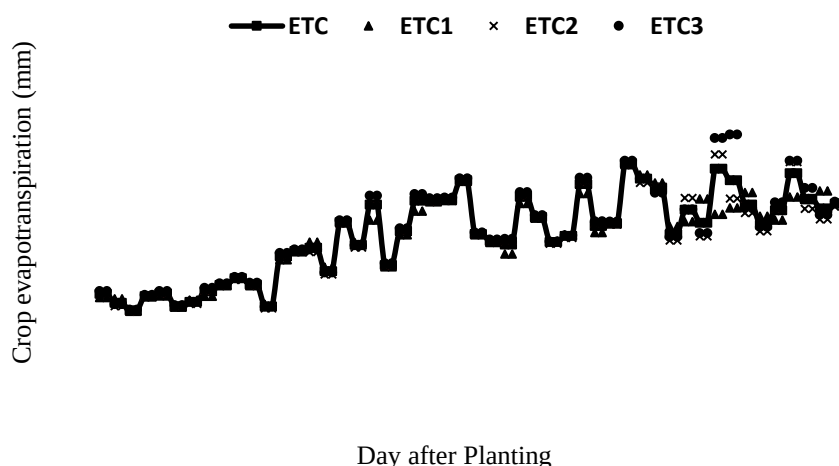
شکل ۳- تبخیر تعرق گیاه مرجع (چمن) در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲
Fig. 3. Reference evapotranspiration (Grass) in 2013



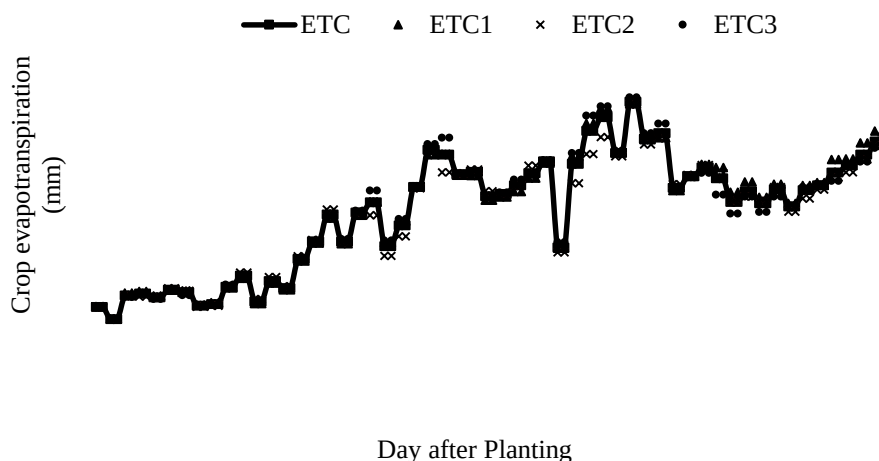
شکل ۴ - تبخیر تعرق گیاه مرجع (چمن) در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳
Fig. 4. Reference evapotranspiration (Grass) in 2014

کشت به دلیل رشد کم گیاه و کوچک بودن آن سهم تبخیر بیشتر از تعرق بوده و لذا در این ماه نیاز آبی از ماه‌های دیگر کمتر است. در تاریخ‌هایی که در منطقه مورد مطالعه بارندگی بوده با در نظر گرفتن میزان آب زهکشی نیازی به آبیاری نبوده و در ماه‌های گرم که نیاز آبی گیاه بیشتر می‌باشد. میزان آبیاری نیز بیشتر بوده است.

تبخیر-تعرق نخود با استفاده از معادله بیلان آب محاسبه شد. پارامترهای معادله بیلان در دور آبیاری اندازه‌گیری می‌شدند و مقدار تبخیر-تعرق نیز در دور آبیاری محاسبه شد. و در نهایت با تقسیم آن بر تعداد روزهای موجود در دور تبخیر-تعرق گیاه به صورت روزانه به دست آمد. شکل‌های ۵ و ۶ نیز تبخیر-تعرق گیاه نخود را به خوبی نشان می‌دهند. در ماه اول



شکل ۵ - تغییرات تبخیر تعرق گیاه نخود در سه لایسیمتر و متوسط آن‌ها در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲
Fig. 5. Chickpea plant evapotranspiration in three lysimeter and their average during growing season in 2013



شکل ۶ - تغییرات تبخیر و تعرق گیاه نخود در سه لایسیمتر و متوسط آن‌ها در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳
Fig. 6. Chickpea plant evapotranspiration in three lysimeter and their average during growing season in 2014

۳۷۹/۰۵ میلی‌متر بوده که در طی دوره رشد ۱۰۰ روزه و در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ برابر ۴۸۰/۴۵ میلی‌متر در طی دوره رشد ۱۱۰ روزه بوده است.

مقادیر تبخیر-تعرق نخود ETC در مراحل مختلف رشد در جدول ۴ آورده شده است. بررسی نتایج این جدول نشانگر آن است که در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ مقدار ETC لایسیمتر برابر

جدول ۴- تبخیر-تعرق نخود در مراحل مختلف رشد (میلی‌متر)

Table 4. Chickpea evapotranspiration values In different growth stages (mm)

سال Year	مرحله اولیه Initial	مرحله توسعه Development	مرحله میانی Medial	مرحله پایانی End	جمع Sum
1391-1392 2013	24.33	67.42	171.2	116.1	379.05
1392-1393 2014	27.83	75.1	232.51	145.02	480.45
میانگین Average	26.08	71.26	201.86	130.65	429.85

مرحله پایانی از انتهای مرحله میانی تا برداشت محصول ادامه داشت. در جدول ۵ طول مراحل مختلف رشد نخود در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و جداول ۶ و ۷ مقادیر ضرایب گیاهی برای دوره‌های مختلف رشد در دو سال و همچنین در شکل‌های ۷ و ۸ ضرایب گیاهی منفرد نخود در طی دوره رشد برای دو سال مورد آزمایش نشان داده شده است.

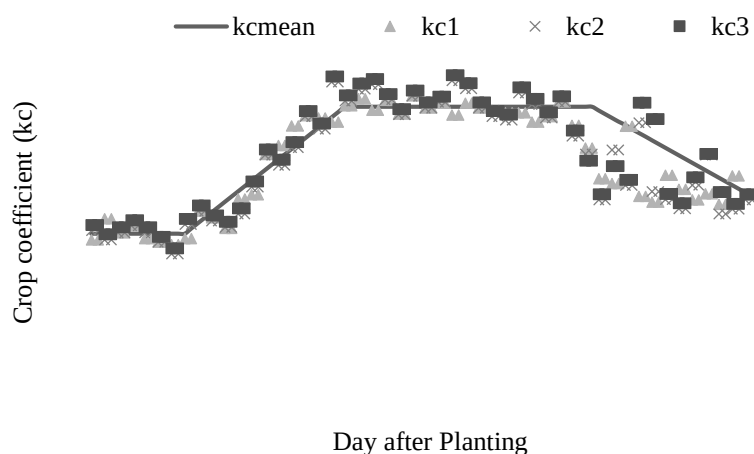
ضریب گیاهی منفرد

در طول این تحقیق، دوره رشد نخود با بازدهی‌های منظم و یادداشت برداری‌های مستمر، به چهار مرحله (ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی) تقسیم شد. مرحله اولیه از تاریخ کاشت بذرها تا ۱۰ درصد رشد گیاه، مرحله توسعه از ۱۰ درصد رشد تا شروع گل‌دهی، مرحله میانی از آغاز گل‌دهی تا رسیدن محصول و

جدول ۵- طول مراحل مختلف رشد نخود در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

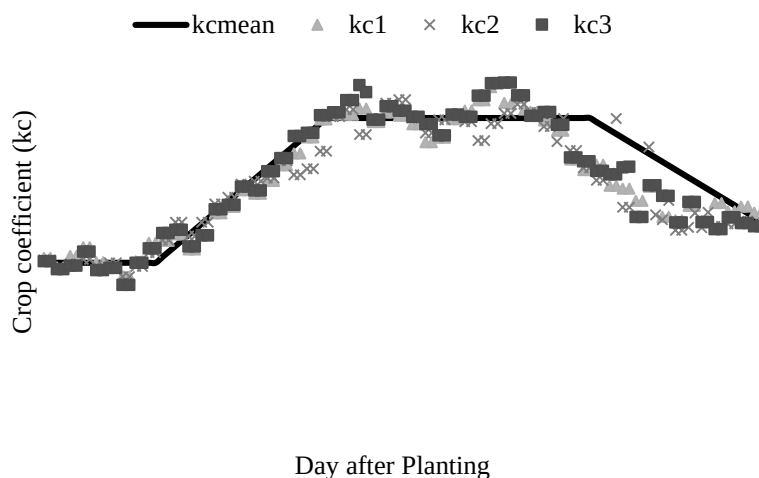
Table 5. Length of different growth stages of chickpea in 1392 and 1393

مراحل رشد Growth Stages	1391-1392 (2013)			1392-1393 (2014)			میانگین Average
	شروع Start	پایان End	طول دوره رشد Length The Period (Day)	شروع Start	پایان End	طول دوره رشد Length The Period (Day)	
اولیه Initial	91/12/24	92/1/8	15 day	92/12/26	93/1/14	18 day	16 day
توسعه Development	92/1/9	92/1/31	23 day	93/1/15	93/2/8	25 day	24 day
میانی Medial	92/2/1	92/3/7	38 day	93/2/9	93/3/17	41 day	39 day
پایانی End	92/3/8	92/3/31	24 day	93/3/18	93/4/12	26 day	25 day



شکل ۷- منحنی میانگین ضرایب گیاهی مراحل چهارگانه رشد نخود در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲

Fig. 7. The average crop coefficient curve of four Chickpea growth stages in 2013



شکل ۸- منحنی میانگین ضرایب گیاهی مراحل چهارگانه رشد نخود در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳
Fig. 8. The average crop coefficient curve of four Chickpea stages in 2014

جدول ۶- میانگین ضرایب گیاهی منفرد نخود در مراحل رشد در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲
Table 6. The average of single crop coefficients of Chickpea in growth stages in 2013

مراحل رشد	لاسیمتر ۱	لاسیمتر ۲	لاسیمتر ۳	میانگین
Growth Stages	Lysimete 1	Lysimete 2	Lysimete 3	Average
مرحله ابتدایی	0.541	0.536	0.56	0.546
Initial Stage				
مرحله توسعه	0.818	0.812	0.835	0.822
Medial Stage				
مرحله میانی	1.066	1.088	1.108	1.087
Development Stage				
مرحله پایانی	0.72	0.69	0.713	0.704
End Stage				

جدول ۷- میانگین ضرایب گیاهی منفرد نخود در مراحل رشد در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳
Table 7. The Average of single crop coefficients of Chickpea in growth stages in 2014

مراحل رشد	لاسیمتر ۱	لاسیمتر ۲	لاسیمتر ۳	میانگین
Growth Stages	Lysimete 1	Lysimete 2	Lysimete 3	Average
مرحله ابتدایی	0.54	0.522	0.519	0.527
Initial Stage				
مرحله توسعه	0.85	0.811	0.828	0.815
Medial Stage				
مرحله میانی	1.135	1.112	1.166	1.138
Development Stage				
مرحله پایانی	0.67	0.678	0.676	0.675
End Stage				

میانگین ضرایب گیاهی منفرد در مراحل رشد در دو سال آزمایش به ترتیب برابر ۰/۵۴، ۰/۸۲، ۱/۱۱ و ۰/۶۹ به دست آمدند. با توجه به نتایج به دست آمده می توان نتیجه گرفت، که در مرحله ابتدایی که رشد گیاه کم و اندازه گیاه کوچک است، سهم تبخیر بیشتر از تعرق بوده بنابراین، مقدار ضریب گیاهی در این مرحله بیشتر تحت تأثیر تبخیرکنندگی اتمسفر (کمبود فشار بخار در دمای واقعی هوا و در نتیجه ET_0) است

نمودار K_C میانگین دو سال به دلیل یکسان نبودن طول دوره رشد، ارائه نشد و فقط میانگین آن ها آمده است، به نظر می رسد علت این ۱۰ روز تفاوت، را می توان اختلاف بین آب و هوا در طول دو سال دانست. مقادیر K_C در سال ۹۲-۱۳۹۱ در مراحل رشد ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی به ترتیب برابر ۰/۵۴۶، ۰/۸۲۲، ۱/۰۸۷ و ۰/۷۰۴ و در سال ۹۳-۱۳۹۲ در مراحل رشد به ترتیب برابر ۰/۵۲۷، ۰/۸۱۵، ۱/۱۳۸ و ۰/۶۷۵ و

به‌دست آمد. مقادیر ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) در مراحل اولیه، توسعه، میانی و پایانی در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و میانگین دو سال در جدول ۸ ارائه شده است. شکل‌های ۹ و ۱۰ نیز ضریب گیاهی دو جزئی را برای گیاه نخود در دو سال آزمایش، نشان می‌دهند. هم‌چنان که مشاهده می‌شود، مقدار ضریب گیاهی پایه (جزء تعرق) با گذر از مرحله اولیه به تدریج زیاد شده و در مرحله میانی به حداکثر مقدار می‌رسد. مقدار ضریب تبخیر از سطح خاک (K_e) پس از خیس شدن لایه خاک سطحی با بارندگی یا آبیاری، بیشترین مقدار است. با خشک شدن این لایه، ضریب تبخیر کاهش می‌یابد. در شرایطی که آب در لایه خاک سطحی باقی نمانده باشد، ضریب تبخیر به صفر می‌رسد. با در نظر گرفتن نمودارهای ارائه شده، در مرحله اولیه که پوشش سبز گیاه کم می‌باشد، مقدار تبخیر از خاک حداکثر است و این ضریب به تدریج کاهش می‌یابد تا این که در مرحله میانی به حداقل مقدار می‌رسد. ضریب گیاهی دوگانه که مجموع جزء تعرق و تبخیر می‌باشد نیز به تدریج کاهش می‌یابد. نوساناتی که در نمودارها مشاهده می‌شود به دلیل کوتاه بودن دور آبیاری می‌باشد.

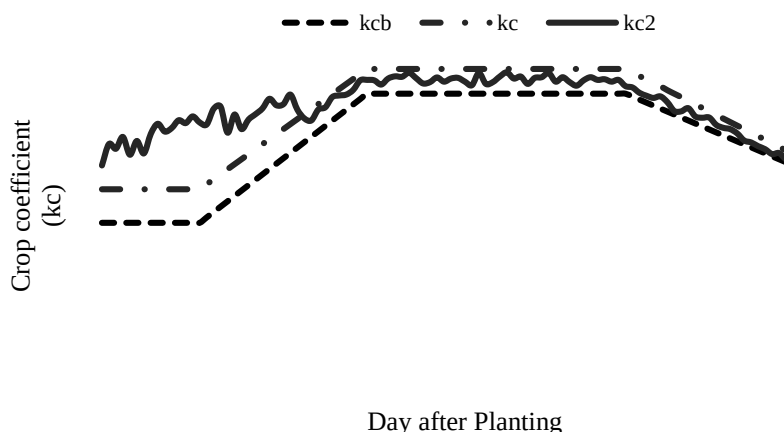
(Vaziri *et al.*, 2008). لذا مقدار تبخیر تعرق گیاه (ET_c) و در نتیجه مقادیر K_c پایین تر است. در مرحله توسعه، که گیاه در حال رشد است. در واقع تبخیر از سطح خاک با افزایش سایه‌اندازی گیاه کاهش می‌یابد و به تدریج تعرق جزء اصلی تلفات آب محسوب می‌شود. و ضریب گیاهی منفرد متناسب با رشد گیاه و پوشش زمین متغیر و در حال زیاد شدن است و مرحله میانی با توسعه اندام‌های هوایی گیاه میزان تعرق افزایش یافته و ضریب گیاهی به بیشترین مقدار خود می‌رسد. اما در خصوص ضریب گیاهی دوره انتهایی رشد از آنجا که گیاه تا زمانی نزدیک به برداشت آبیاری شد، لایه خاک سطحی مرطوب بوده و علاوه بر تعرق، تبخیر هم در تعیین نیاز آبی مؤثر بود به همین دلیل برای مقدار ضریب گیاهی مرحله پایانی، عدد بالایی حاصل شد. تحقیقات (Ghamarnia *et al.*, 2011)، نیز، مقدار این ضریب در مرحله ابتدایی پایین بوده، سپس به تدریج افزایش یافته و در مرحله میانی به حداکثر خود رسیده و در مرحله پایانی روندی کاهشی داشته است.

ضریب گیاهی دو جزئی

در این تحقیق در هر دو سال آزمایش مقادیر ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) و ضریب گیاهی دو جزئی برای لایسیمترها در هر روز

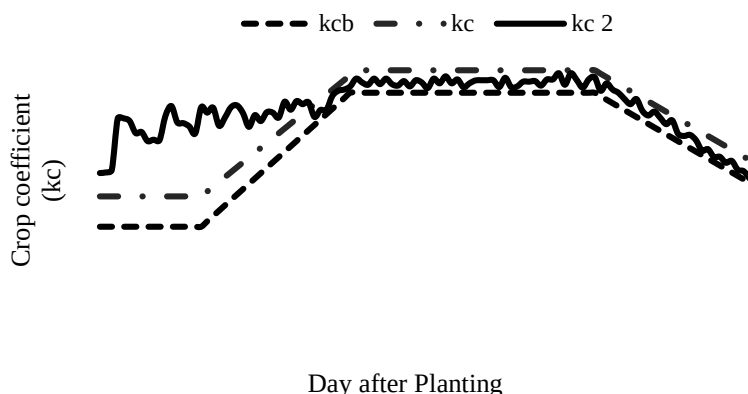
جدول ۸- میانگین ضرایب گیاهی پایه نخود در مراحل رشد طی دو سال
Table 8. Basal crop coefficient of chickpea in different growth stages in two years

سال	مرحله اولیه	مرحله توسعه	مرحله میانی	مرحله پایانی
Year	Initial	Development	Medial	End
1391-1392	0.4	0.69	0.98	0.65
2013				
1392-1393	0.38	0.72	1.03	0.59
2014				
میانگین دو سال	0.39	0.71	1.01	0.62
average				



شکل ۹- ضرایب گیاهی دو گانه نخود در مراحل رشد در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲

Fig. 9. A dual crop coefficients of Chickpea during growth stages in 1391-1392

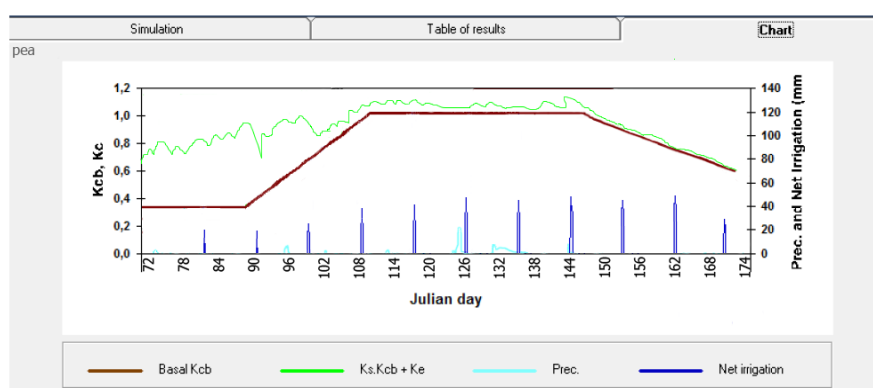


شکل ۱۰ - ضرایب گیاهی دوگانه نخود در مراحل رشد در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲
Fig. 10. A dual crop coefficients of Chickpea during growth stages in 1392-1393

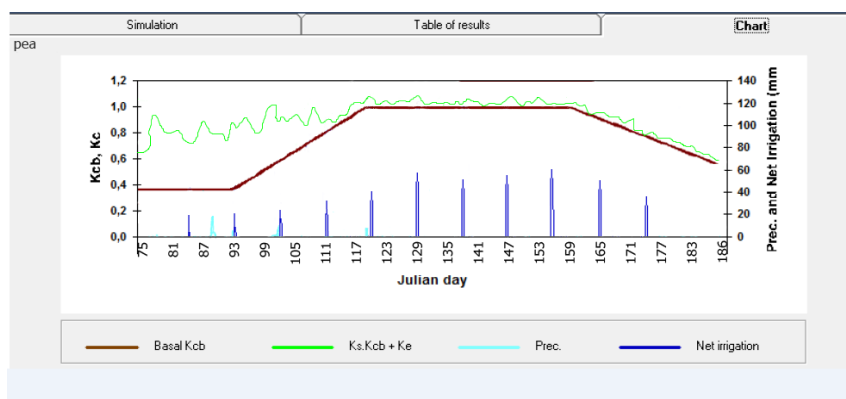
ضریب گیاهی دو جزئی نخود مشاهده می‌شود. در این شکل ضریب گیاهی پایه ($Basal K_{cb}$)، بارندگی ($Prec.$)، آبیاری ($Net Irrigation$) و ضریب گیاهی دو جزئی ($K_s K_{cb} + K_e$) ارائه شده است. ضریب گیاهی دو جزئی حاصل جمع ضریب گیاهی پایه و ضریب تبخیر از خاک می‌باشد.

مدل SIMDUALKc

در این تحقیق پس از ورود داده های مورد نیاز نرم افزار و اطلاعات گیاه نخود، ضریب گیاهی دو جزئی توسط نرم افزار شبیه سازی شد. در شکل های ۱۱ و ۱۲ مدل شبیه سازی شده



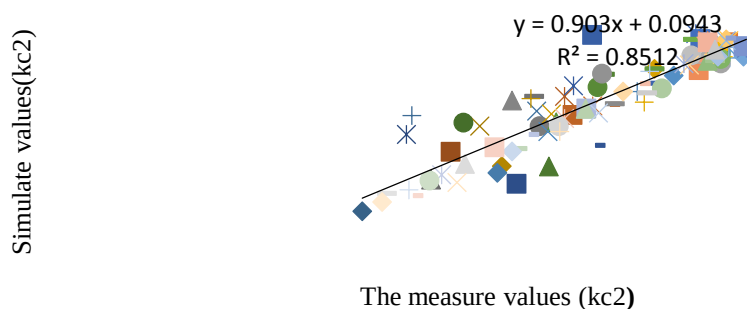
شکل ۱۱ - مدل شبیه سازی شده ضریب گیاهی دو جزئی نخود توسط نرم افزار SIMDUALKc در سال ۱۳۹۲
Fig. 11. Dual chickpea crop coefficients simulated by SIMDUALKc model in 2013



شکل ۱۲ - مدل شبیه سازی شده ضریب گیاهی دو جزئی نخود توسط نرم افزار SIMDUALKc در سال ۱۳۹۳
Fig. 12. Dual chickpea crop coefficients simulated by SIMDUALKc model in 2013

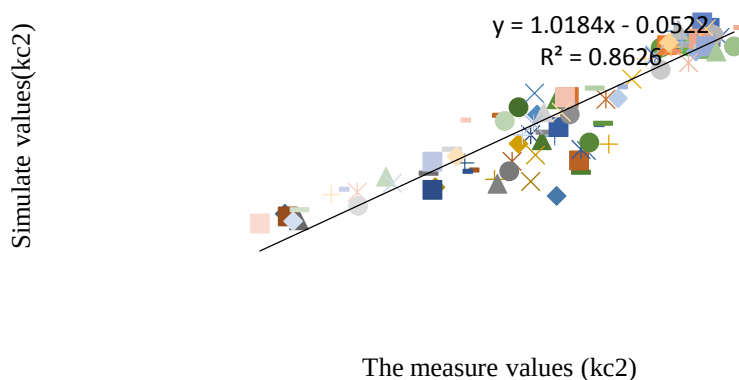
به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۸۶ به دست آمدند که در اشکال ۱۳ و ۱۴ نمودار مقایسه نتایج لایسیمتری با مدل و همچنین سایر اطلاعات آماری در جدول ۱۰ ارائه شده است.

با مقایسه نتایج به دست آمده از مدل و روش لایسیمتری مشاهده می‌شود، که نتایج مدل با نتایج اندازه‌گیری شده، همبستگی بالایی دارند. ضمناً میزان R^2 برای سال اول و دوم



شکل ۱۳- نمودار مقایسه ی بین نتایج اندازه‌گیری شده و نتایج مدل SIMDUALKc در سال ۱۳۹۲

Fig. 13. Chart comparing the measured and SIMDUALKc model results in 2013



شکل ۱۴- نمودار مقایسه ی بین نتایج اندازه‌گیری شده و نتایج مدل SIMDUALKc در سال ۱۳۹۳

Fig. 14. Chart comparing the measured and SIMDUALKc model results in 2014

جدول ۱۰- نتایج شاخص‌های آماری و مقایسه ضریب گیاهی دوجزئی مدل SIMDualKc و روش لایسیمتری

Table 10. Statistical indicators comparison of model and lysimetric data results

سال year	RMSE	MBE	R ²	R/t
1391-1392(2013)	0.044	0.004	0.85	1.1
1392-1393(2014)	0.064	-0.035	0.86	6.685

میانگین نیاز آبی نخود در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب برابر با ۳۷۹/۰۵ و ۴۸۰/۴۵ و میانگین دو سال برابر با ۴۲۹/۷۵ میلی‌متر برآورد شد. میانگین ضرایب گیاهی منفرد در دو سال برابر با (۰/۵۴، ۰/۸۲، ۱/۱۱ و ۰/۶۹) و میانگین ضرایب گیاهی پایه در دو سال آزمایش برابر با (۰/۳۹، ۰/۷۱، ۱/۰۱ و ۰/۶۲) به ترتیب در مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی محاسبه شد. با مقایسه نتایج به دست آمده از محاسبات ضریب گیاهی دو جزئی با نتایج به دست آمده از مدل R^2 (به طور متوسط مقدار R^2 در هر دو سال برابر با ۰/۸۵۵) به دست آمد. ارزیابی‌ها نشان داد که مدل دقت مناسبی در برآورد ضریب گیاهی دو جزئی دارد. بنابراین به نظر می‌رسد که مقادیر مورد نظر جهت مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب گیاه نخود در مناطقی که با اقلیم نیمه خشک کشت می‌شود کاربرد داشته و می‌تواند مورد استفاده محققان، طراحان و مهندسين مشاور قرار گیرد.

هر چقدر مقدار RMSE و قدر مطلق MBE کوچکتر باشد، دقت مدل بالاتر است. مقادیر مثبت نشان‌دهنده آن است، که مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل بیشتر از مقادیر واقعی و مقادیر منفی نشان‌دهنده آن است، که مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل از مقادیر واقعی کمتر است. همچنین عملکرد هر یک از این روش‌ها، براساس مقدار R سنجیده می‌شود. هر چقدر که مقدار R کمتر باشد، به معنی کم‌بودن اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده است و در نسبت R/t، هر چه مقادیر R/t بالاتر، بیانگر سازگاری بهتر مدل با واقعیت می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق مقادیر تبخیر-تعرق گیاه نخود با استفاده از روش‌های لایسیمتری و با روش بیلان آب تعیین گردید.

منابع

1. Alizadeh, A. 2002. Designing of irrigation systems. Publications University of Imam Reza. (In Persian).
2. Alizadeh, A. 2004. The relationship between water, soil and plan. Publications University of Imam Reza. (In Persian).
3. Alizadeh, A., and Kamali, Gh. 2007. Water need plants in Iran. University of Imam Reza, 227. (In Persian)
4. Allen, R.G., Pereira, L.S., Smith, M., Raes, D., and Wright, J.L. 2005. FAO-56 dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions. J. Irrigation. Drain. Eng., 131: 2-13.
5. Allen, R. G., and Pereira, L.S. 2009. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. Irrigation Science 28: 17-34.
6. Anonymous. 2011. Agricultural Statistics. Ministry of Agriculture, Deputy for Planning and Economic, Technology Center of Information and Communication. The first volume of crops. (In Persian)
7. Araya, A., Stroosnijder, L., Girmay, G., and Keesstra, S.D. 2011. Crop coefficient, yield response to water stress and water productivity of Teff *Eragrostis tef* (Zucc.). Agricultural Water Management 98: 775-783.
8. Bossie, M., Tilahun, K. and Hordofa, T. 2009. Crop coefficient and evapotranspiration of onion at Awash Melkassa, Central Rift Valley of Ethiopia. Irrigation Drainage System 23: 1-10.
9. Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, NO. 24, Rome.
10. Ghamarnia, H., Jafarizade, M., Meri, E., and Gobadi, M.A. 2011. Lysimetric determination of *Coriandrum sativum* L. water requirement and single and dual crop coefficients in a Semiarid Climate. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 139(6): 447-455.
11. Ghamarnia, H., Meri, E., Jafarizade, M., and Gobadi, M.A. 2011. Determination of crop coefficient *Nigella* (*Nigella sativa* L.) in the different stages of growth using lysimetry. Journal of Water Research in Agricultural 25(2): 133-146. (In Persian).
12. Ghamarnia, H., Jafarizade, M., Meri, E., and Gobadei, M. 2013. Lysimetric Determination of (*Coriandrum sativum* L.) Water Requirement and Single and Dual Crop Coefficients in a Semiarid Climate. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. (ASCE) IR.1943-4774.0000561.
13. Grattan, S.R., Bowers, W., Dong, A., Snyder, R.L., Carroll, J., and George, W. 1998. New crop coefficients estimate water use of vegetables, row crop. California Agriculture 52(1): 16-21.
14. Namdaryan, C., Nasser, A.A., Izadpanah, Z., Maleki, A. 2012. The estimated of plant coefficient of peas with lysimeters in the area Khorramabad. The first National Conference on Sustainable Agriculture and Medicinal Plants. Community Environmental Assessment of Hegmataneh. (In Persian)

15. Rahimiyan, M.H., and Kakhaki, A. 2007. Cotton water requirement and crop coefficient KC Related to Lysimeter method in the area of Kashmar. Ninth Seminar irrigation and evaporation reduce, Kerman. (In Persian)
16. Saremi, M. 2013, Estimated using micro-lysimeter water lentil in Khorramabad. M.Sc.Thesis. University of Khorramabad.
17. Saxena, M.C., and Sing, K. 1987. The chickpea: 417 p.p.
18. Simon, C.M., Ekwue, E.I., Gumbs, F.A. and Narayan, C.V. 1998. Evapotranspiration and crop coefficients of irrigated Maize (*Zea mays L.*) in Trinidad. Tropical Agriculture 75(3): 342-346.
19. Vaziri, Zh., Salamat, A., Entesari, M., Meschi, M., Heidari, N., and Dehghani Sanych, H. 2008. Evapotranspiration (water consumption instructions required by plants). Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. (In Persian).
20. Zare Abyaneh, H., Bayat Vrkshy, M., Sabziparvar, A.A., Maroofi, S., and Ghasemi, A. 2010. Assess different methods for estimating reference crop evapotranspiration and zoning it in Iran. Physical Geography Research, 74: 95-110. (In Persian).

Estimation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (Bivanij) water requirement, single and dual crop coefficient in lysimeter conditions and comparison with the SIMDualKc model

Ghamarnia^{1*}, H., Nazari², B. & Ghobadi³, M.E.

1- Professor of Water Engineering Group, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University

2- Irrigation and Drainage MSc Student of Water Engineering Group, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University

3- Assistant Professor of Agriculture and Plants Breeding Group, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University

Received: 25 July 2015
Accepted: 24 January 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.48100

Introduction

The chickpea (*Cicer arietinum* L.) especially Bivanij cultivar is one of the most important bean crops cultivated in the Kermanshah Province. The high value of protein in chickpea is the reason for its cultivation. For an efficient and optimum use of water resources in each area, the water requirement and crop coefficients of each plant is necessary. The crop evapotranspiration and irrigation water requirement can be estimated from meteorological data. Although, a precise values of mentioned parameters determination can be obtained by lysimeter in the field condition. Determination of crop coefficients is necessary for an accurate irrigation water requirement and irrigation scheduling. Also, crop water estimation at different crop stages makes it a precise determination of total water requirement. However, water requirement and the crop coefficients of chickpea (Bivanij cultivar) have not been determined in semiarid area in Kermanshah province for practical purposes and proper irrigation management use.

Materials & Methods

In this study the water requirement, single and dual crop coefficients of chickpea (Bivanij) cultivar was determined by using water balance lysimeter during two years from 2013 to 2014. Five water balance drainable lysimeters in the lysimetric station belong to Department of Irrigation and Water Resources Engineering in Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University were used. One lysimeter was used for grass evapotranspiration and one lysimeter was used for bare soil evapotranspiration estimation. Therefore, three Lysimeters were used for determination of chickpea evapotranspiration. Drainable lysimeters were used with an internal diameter of 1.20 m and a depth of 1.40 m. Both inside and outside of each lysimeter were painted with epoxy paint to prevent rusting. A Time Domain Reflectometer system (Trime -Fm with P2G probes) was used to measure soil moisture. TDR probes were 6 mm in diameter and 160 mm long. The probes were installed in all lysimeters at 6 different depths of 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, 1.0 and 1.2 m. The irrigation was carried out in all lysimeters after 30% depletion of available soil moisture to avoid any water stresses during the growing period. The collected water from lysimeters was measured by a graded container. Silty clay soil consisting of 54% clay, 42.3% silt and 3.7% sand was used in lysimeters. In this study, the SIMDualKc model were calibrated and validated for chickpea crop to find its ability for proper and accurate water resources management. Regression coefficients (r), root mean square error (RMSE), mean bias error (MBE) and t-statistic test (t) were used for SIMDualKc model evaluation by comparing observed and simulated Dual Kc values over time, for the experimental area.

* Corresponding Author: Hghamarnia@razi.ac.ir; Mobile: 09181323956

Results & Discussion

Water requirement of chickpea (Bivanij cultivar) was determined as 379.05 and 480.45 mm for 2013 and 2014 respectively. In this study, the average length of the four stages of chickpeas during years 2013 and 2014 were determined as 16, 24, 39 and 25 days. The chickpea growing period in lysimeters was divided into four stages (initial, development, middle and end). The average single crop coefficients for different periods of growth were obtained as 0.54, 0.82, 1.11 and 0.69, respectively. Moreover, the basal crop coefficients of chickpeas values for different periods of growth in two years and the average values were obtained as 0.39, 0.71, 1.01 and 0.62, respectively. Also, by comparing the results of lysimetric data with SIMDualKc model it was observed that the results of the model with calculation results were highly correlated as ($R^2 = 0.85$) in the year 2013 and ($R^2 = 0.86$) in year 2014.

Conclusion

The seasonal ETC of chickpea (Bivanij cultivar) was determined in semiarid area of Kermanshah province. According to obtained results during of two years investigation, it can be suggest that the estimated water requirement and irrigation management of chickpea's plant in dry and semi-dry climate with acceptable accuracy was possible. The results of this research showed the ability of SIMDualKc model for estimating all irrigation management parameters with high accuracy conditions.

Key words: Drainable lysimeter, Reference plant, Semi-dry climatic conditions, Water requirement

واکنش گیاه ماش (ژنوتیپ VC-1973A) به تاریخ کاشت، تراکم بوته و آبیاری در منطقه گرگان

جواد فدایی^{۱*}، ابوالفضل فرجی^۲، محمدرضا داداشی^۳ و آسیه سیاهمرگویی^۴

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

۲- استادیار زراعت، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

۳- استادیار اصلاح نباتات، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

۴- استادیار زراعت، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش (ژنوتیپ VC-1973A) آزمایشی در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان انجام شد. در این بررسی از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار استفاده شد. سه تاریخ کاشت ۱۵ تیر، ۳۰ تیر و ۱۵ مرداد و دو تراکم بوته ۱۲/۵ و ۲۵ بوته در مترمربع به صورت فاکتوریل با همدیگر ترکیب شدند. آزمایش در دو شرایط آبیاری (مراحل شروع گلدهی و شروع غلاف‌بندی) و دیم انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط آبی و دیم، تأثیر تاریخ کاشت بر روی تمامی صفات از نظر آماری معنی‌دار بود. تاریخ کاشت ۱۵ تیر در هر دو شرایط آبی و دیم بهترین تاریخ کاشت بود. میزان عملکرد دانه در شرایط آبی در تاریخ کاشت ۱۵ تیر ۲۹۰۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم ۱۶۳۶ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین در شرایط آبی، آبیاری در دو مرحله شروع گلدهی و شروع غلاف‌بندی باعث شد میزان عملکرد دانه و ماده خشک افزایش قابل توجهی داشته باشد. در کشت دیر، گیاه سریع‌تر وارد مرحله زایشی شد و در نتیجه موجب کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شد که کاهش عملکرد دانه را به دنبال داشت. نتایج نشان داد گیاه ماش پتانسیل تولید بالایی در شرایط آب‌وهوایی منطقه دارد و تحت هر دو شرایط دیم و آبی، تاریخ کاشت ۱۵ تیر و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع می‌تواند برای زراعت ماش در منطقه توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد دانه، گرگان، ماده خشک، ماش

مقدمه

اقتصادی است را فراهم می‌کند (Koochaki & Bonayan, 1996). George & Barrens (2000) با بررسی ۱۶ واریته ماش در کوینزلند استرالیا نتیجه گرفت که تاریخ کاشت اثر عمده‌ای بر ماده خشک و عملکرد دانه دارد؛ به‌طوری‌که حداکثر تجمع ماده خشک و عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت خرداد و تیر که شرایط محیطی مناسب بود، حاصل شد. همچنین ماده خشک و عملکرد دانه در گروه ماش‌های سیاه بیشتر از ماش‌های سبز و دیررس بود. (Nanda & Saini, 1989) با مقایسه دو واریته ماش سبز در تاریخ‌های کاشت مختلف (از فروردین تا مرداد) در دهلی‌نو دریافتند که با تأخیر در کاشت وزن صد دانه کاهش و شاخص برداشت افزایش می‌یابد. نتایج بررسی‌های Dhingra & Sekhon (1988) روی ماش سبز، Pandey et al, (1978) روی ژنوتیپ‌های ماش سیاه و Anderson & Vasilas (1985) روی سویا نشان داد که عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت زودتر به خاطر طولانی‌تر بودن

ماش با نام علمی *Vigna radiata* L. یکی از حبوبات بالارزش بوده و دانه آن از نظر مواد پروتئینی غنی و حدود ۲۵ درصد پروتئین دارد. در حال حاضر ظرفیت افزایش عملکرد حبوبات نظیر ماش در مقایسه با غلات فاصله زیادی تا حد نهایی مطلوب خود دارد. تعیین بهترین تاریخ کاشت و تراکم بوته جهت دستیابی به حداکثر عملکرد از اهمیت فراوانی برخوردار است (Ghavami, 1997). از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد دانه تراکم مطلوب بوته است که از طریق تنظیم فاصله بوته‌ها در بین و روی ردیف‌ها تنظیم می‌شود (Aradatmand (Asli & Baer, 2009). Lawn (2000) رعایت تراکم بوته مناسب امکان استفاده بهینه از منابع به‌ویژه آب، عناصر غذایی و نور و همچنین تعادل دوره رشد و نمو گیاه که تعیین‌کننده عملکرد بیولوژیک و

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۱۲۷۱۹۰۷۹، j.fadaei1364@gmail.com

بررسی عملکرد ماش سبز در تاریخ‌های کشت و تراکم‌های متفاوت به این نتیجه رسیدند که ژنوتیپ ML-131 در تاریخ کشت شروع فصل باران‌های موسمی و تراکم‌های بالا در این آزمایش بالاترین عملکرد را ایجاد نمود. در این تحقیق سعی شد تا به صورت علمی و با اندازه‌گیری صفات مختلف مرتبط با عملکرد نهایی محصول و تأثیر تاریخ‌های کشت مختلف و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ماش، بهترین و مناسب‌ترین تاریخ کاشت و تراکم برای ماش تحت دو شرایط آبی و دیم جهت افزایش حداکثر عملکرد دانه، به کشاورزان منطقه گرگان و مناطقی با شرایط آب‌وهوایی مشابه آن معرفی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان انجام شد. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی، عرض ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳۰ متر از سطح دریا و دارای بارندگی سالانه ۴۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر است. جدول ۱ آمار هواشناسی را در طول دوره رشد ماش در ایستگاه گرگان، طی سال زراعی ۱۳۹۰ در مقایسه با آمار بلندمدت شهرستان گرگان نشان می‌دهد.

دوره رشد رویشی بیشتر بود. پژوهشگران در تحقیقی در اهواز، مناسب‌ترین زمان کاشت ژنوتیپ ۳۲-۶۲-۱ ماش را پنجم خرداد با میانگین عملکرد دانه ۱۳۰۹ کیلوگرم در هکتار اعلام کردند (Hatami & Lakzadeh, 1993). در گرگان Sarparast (2004) طی بررسی سازگاری و مقایسه ژنوتیپ‌های ماش به عنوان کشت دوم بعد از غلات گزارش کرد که ژنوتیپ VC-1973A برتری معنی‌داری نسبت به شاهد پرتو داشت. Esmaili (2003) در بررسی سازگاری ارقام و لاین‌های ماش اختلاف بین ژنوتیپ‌های موردبررسی را به لحاظ تعداد دانه در غلاف، معنی‌دار گزارش کرد.

طی آزمایشی در منطقه گنبد در استان گلستان و تحت شرایط دیم از بین چهار تاریخ کشت یک تیر، ۱۵ تیر، ۳۰ تیر و ۱۵ مرداد، مناسب‌ترین زمان کاشت ماش ژنوتیپ ۱۶-۶۱-۱، اول تیرماه با میانگین عملکرد دانه ۱۶۱۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شد (Daneshmand Khosravi & Sabaghpour, 1994). Littlejohns et al, (1998) با بررسی تأثیر سه تراکم بوته و چهار تاریخ کاشت بر عملکرد چهار واریته ماش گزارش کردند که عملکرد دانه در تاریخ کاشت نیمه اول بهار و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به علت تولید غلاف بیشتر نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت بیشتر است. (Tomar & Tiwari (1991 در هند با

جدول ۱- آمار هواشناسی در طول دوره رشد ماش در ایستگاه گرگان در طی سال زراعی ۱۳۹۰

Table 1. Meteorological statistics period of Mung bean in Gorgan field station in growing season 2011

ماه Month	حداقل درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) Average min. temperature (C)		حداکثر درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) Average max. temperature (C)		بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)		ساعات آفتابی (ساعت) Sun hour (hour)	
	سال ۱۳۹۰ Year 2011		سال ۱۳۹۰ Year 2011		سال ۱۳۹۰ Year 2011		سال ۱۳۹۰ Year 2011	
	بلندمدت Long time	بلندمدت Long time	بلندمدت Long time	بلندمدت Long time	بلندمدت Long time	بلندمدت Long time	بلندمدت Long time	بلندمدت Long time
Jul. تیر	23.1	19.3	35.1	32.7	51.2	43.4	306.1	132
Aug. مرداد	25.4	22	40.8	37.7	43.3	23.4	328.1	134
Sep. شهریور	20.8	15.8	32.8	28.8	49.3	25.8	269.7	131.2

تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان ارسال و بر اساس نتایج حاصل، مقادیر کودهای موردنیاز تعیین شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در جدول ۲ آمده است. بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاک، ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم مصرف شد. از آنجایی که گیاه ماش، به دلیل تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم، نیاز چندانی به کود نیتروژن ندارد؛ تنها جهت رشد اولیه سریع‌تر ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره مصرف شد.

دو آزمایش جداگانه (شرایط آبی و دیم) به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شدند. سه تاریخ کاشت ۱۵ تیر، ۳۰ تیر و ۱۵ مرداد به عنوان فاکتور اول و دو تراکم بوته ۲۵ (فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) و ۱۲/۵ (فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر) بوته در مترمربع به عنوان فاکتور دوم انتخاب شدند. آزمایش در دو شرایط آبیاری (مراحل شروع گلدهی و شروع غلاف‌بندی) و دیم انجام شد. فاصله بین دو کرت یک متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای آزمایش در زمینی که برای این منظور در نظر گرفته شده بود، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک برای تعیین عناصر غذایی تهیه و به آزمایشگاه بخش

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۰-۳۰ سانتی‌متر) محل اجرای آزمایش
Table 2. Chemical and physical characteristics of soil (0-30 Cm) in experimental field

بافت Texture	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی‌متر مربع) EC (mmhos cm ⁻²)	اسیدیته pH	نیترژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام) Absorbable P (ppm)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام) Absorbable K (ppm)
سیلت-کلی-لوم Silt-Clay-Loam	1.6	7.6	0.13	6.1	190

عملیات زراعی شامل شخم، کود پایه، دیسک و نرم‌کردن کلوخه‌ها و پیاده‌کردن نقشه آزمایش برای هر تاریخ کاشت انجام شد. در طی دوره رشد جهت مبارزه با علف‌های هرز اقدام به دوبار وجین دستی شد. علف‌های هرز مشاهده‌شده در مزرعه شامل گاوپنبه، اویارسلام، قیاق و توق بودند. در هر تاریخ کاشت، بعد از وارد شدن بوته‌های ماش به مرحله دو تا سه برگ، عمل تنک‌کردن بر روی ردیف‌های کاشت صورت گرفت. در طول فصل رشد هیچ‌گونه علایم آفت و بیماری روی محصول مشاهده نشد و نیازی به مبارزه با آن‌ها نبود. تحت شرایط آبی، جهت رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه و تأمین نیاز رطوبتی گیاه، در دو مرحله شروع گلدهی و شروع غلاف‌بندی اقدام به آبیاری تکمیلی شد. در رسیدگی فیزیولوژیک، بعد از حذف خطوط حاشیه، بوته‌های خط سوم و چهارم با رعایت حاشیه برداشت گردید و دانه‌ها بعد از جدا کردن از پوسته غلاف با احتساب رطوبت ۱۲ درصد توزین شدند. برای تعیین وزن هزاردانه، از دانه‌های برداشت‌شده هر تیمار تعداد هزاردانه، به‌وسیله دست و به‌صورت تصادفی انتخاب و بعد از وزن شدن به‌عنوان وزن هزاردانه برای هر تیمار یادداشت شد. تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام گرفت و نمودارهای مربوطه با نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم، از نظر تعداد غلاف در بوته، بین تاریخ‌های کاشت اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) وجود داشت، اما بین دو تراکم ۲۵ و ۱۲/۵ بوته در مترمربع، هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته در بین تیمار تاریخ‌های کاشت مختلف در شرایط آبی نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۵۸/۷ عدد غلاف و کمترین متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۲۴/۸ عدد غلاف در بوته بود (جدول ۴).

همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در شرایط دیم نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت ۱۵ تیر و به تعداد ۳۳/۸ عدد و کمترین غلاف در بوته هم در این شرایط متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ مرداد و به تعداد ۱۸/۹ عدد غلاف در بوته بود (جدول ۵). به‌طور کلی تعداد غلاف در بوته یکی از صفاتی است که در ارقام مختلف، متفاوت است. تعداد غلاف در بوته یکی از متغیرترین اجزای عملکرد دانه حبوبات می‌باشد (Esmaeli, 2003). (Khademhamzeh et al, 2004) آزمایشی بر روی گیاه سویا در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۷۳ به تاریخ‌های کاشت اول خرداد، پانزدهم خرداد، چهارم تیرماه (پس از برداشت گندم) انجام دادند و در شرایط آب‌وهوایی اصفهان تاریخ کاشت در اوایل تیرماه را توصیه کردند. (Afsharmanesh 1998) در بررسی ارقام ماش در شرایط دیم جیرفت بیشترین اختلاف بین ارقام مورد بررسی را مربوط به تعداد غلاف در بوته گزارش و بیشترین میزان این صفت را برای ژنوتیپ ۶۲-۶-۱ به‌میزان ۵۱ غلاف در بوته اعلام کرد. کم‌بودن تعداد غلاف را با تأخیر در کاشت می‌توان این‌طور توجیه کرد که کاهش طول دوره زایشی گیاه و همچنین اختلاف دما در مرحله گلدهی باعث عدم تلقیح گل‌ها در بوته و در نتیجه کاهش تعداد غلاف گردیده است. به‌عبارتی، وقتی میزان مواد فتوسنتزی کافی در دسترس گل‌ها قرار داشته باشد، تعداد بیشتری از آن‌ها بارور شده و به تولید تعداد غلاف بیشتر منجر می‌گردد. بدین ترتیب، پدیده ریزش گل‌ها که یکی از سازوکارهای خودتنظیم در ماش محسوب می‌شود، کمتر رخ می‌دهد. با کم‌شدن تعداد گره، تعداد غلاف در کل گیاه اعم از ساقه اصلی و شاخه فرعی نیز کاهش می‌یابد. برخورد دوره زایشی تاریخ کاشت‌های آخر با کاهش درجه حرارت، باعث کاهش تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی و همچنین دانه‌بندی ضعیف گیاه می‌شود. در این آزمایش تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و با تأخیر در کاشت به‌طور مشخص کاهش یافت. با تأخیر در کاشت، از طول دوره رشد دانه و وزن خشک برگ کاسته شد؛ همچنین با کاهش

دمای هوا طی دوره پُرشدن دانه، دریافت تشعشع کم و سطح فتوسنتز کاهش و در نتیجه تشکیل تعداد غلاف مناسب کاهش یافت. نتایج این تحقیق با نتایج (Shahmoradi 2003) در سویا، (Sabaghpour 2002) در نخود کابلی و (Shahsavari 1993) در لوبیای معمولی مطابقت داشت.

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف یکی از اجزای عملکرد در حبوبات می‌باشد. با توجه به جدول تجزیه واریانس هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم، از نظر تعداد دانه در غلاف، بین تاریخ‌های کاشت اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۳). همچنین تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تعداد دانه در غلاف، بین دو تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) و ۱۲/۵ بوته در مترمربع (فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر) هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف در بین تیمارهای تاریخ‌های کاشت مختلف در شرایط آبی نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۱۰/۵ عدد دانه و کمترین متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۷/۹ عدد دانه در غلاف بود (جدول ۴).

همچنین نتایج در شرایط دیم نشان داد که تاریخ کاشت ۱۵ تیر و ۳۰ تیر بیشترین میانگین تعداد دانه در غلاف را به ترتیب با تعداد ۸/۳۰ و ۸/۰۸ عدد دانه در غلاف به خود اختصاص دادند که از این نظر هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین تعداد دانه در غلاف هم در این شرایط متعلق به تاریخ ۱۵ مرداد و به تعداد ۷/۵۵ عدد دانه در غلاف بود (جدول ۵). افزایش تعداد دانه در غلاف در تاریخ‌های کاشت زودتر و در شرایط آبی می‌تواند ناشی از شرایط مطلوب محیطی از نظر درجه حرارت مناسب طی دوره گرده افشانی و لقاح باشد که موجب افزایش تعداد دانه در غلاف می‌گردد (Ahmadi 2008). به منظور بررسی اثر آرایش‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ماش رقم گوهر، تحقیقی در مرکز تحقیقات کشاورزی ایلام به مرحله اجرا درآمد. سه تیمار فاصله بین ردیف‌های کاشت (۵۰، ۶۵ و ۸۰ سانتی‌متر) به عنوان کرت‌های اصلی و سه تیمار فاصله بوته روی ردیف (پنج، ۷/۵ و ۱۰ سانتی‌متر) به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد دانه در واحد سطح به ترتیب به تیمارهای فاصله بین ردیف ۵۰ و ۸۰ سانتی‌متر (به ترتیب ۱۲۰ و ۹۴/۶ گرم در مترمربع) اختصاص داشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای صفات اندازه‌گیری شده در ماش تحت دو شرایط آبی و دیم

Table 3. Combined analysis of variance for measured traits in Mung bean under two irrigated and rainfed conditions

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	تعداد غلاف در بوته Seed no. per pod	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
شرایط (محیط)	Condition (C)	1	1824 **	8.51 **	207**	11018305**	29716126**	788**
خطای اصلی	Error a	4	48.7	0.201	1.36	62786	1600280	2189
تاریخ کاشت	Planting date (P)	2	1816**	5.95**	133**	6997633**	21203557**	374**
تراکم بوته	Plant density (D)	1	72.6 ns	0.303 ^{ns}	0.401 ^{ns}	219820 ^{ns}	939833 ^{ns}	0.562 ^{ns}
تاریخ کاشت × تراکم	P×D	2	285.1 ^{ns}	0.066 ^{ns}	1.16 ^{ns}	114485 ^{ns}	113737 ^{ns}	17.9 **
تاریخ کاشت × شرایط	P×C	2	16.4 ^{ns}	1.42 ^{ns}	0.257 ^{ns}	11018305**	3582241**	3.14 ^{ns}
تراکم × شرایط	D×C	1	10786 ^{ns}	0.047 ^{ns}	8.41 ^{ns}	11610 ^{ns}	136296 ^{ns}	13.1 ^{ns}
تاریخ کاشت × تراکم × شرایط	P×D×C	4	33.3 ^{ns}	0.083 ^{ns}	2.02 ^{ns}	104377 ^{ns}	140493 ^{ns}	11.4 ^{ns}
خطای فرعی	Error b	20	36.6	0.149	1.76	58344	164495	3.61
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)		9.35	4.57	2.25	10.8	9.18	5.21

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5 and 1% respectively; ns: no significant

جدول ۴- میانگین عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد ماش در تاریخ کاشت و تراکم‌های بوته مختلف در شرایط آبی گرگان (۱۳۹۰)
Table 4. Mean comparison of planting date and plant density on seed yield and related traits of Mung bean under irrigated condition of Gorgan (2011)

شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha ⁻¹)	وزن هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته Seed no. per pod	تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant
تاریخ کاشت Planting date					
45.3 a	6400 a	2900a	64.5 a	10.5 a	58.7 a
42.3b	5049 b	2137 b	61.5 b	8.8 b	37.6 b
35.2 c	3614 c	1274 c	58.1 c	7.9 c	24.8 c
تراکم بوته (تعداد در مترمربع) Plant density (Plant m ⁻²)					
41.6 a	5203 a	2169 a	60.7 a	8.82 a	38.9 a
42.5 a	5550 a	2361 a	61.9 a	9.07 a	41.8 a

* میانگین‌ها در هر ستون، که دارای حرف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means in each column, followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability level-using LSD, Range Test.

جدول ۵- میانگین عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد ماش در تاریخ کاشت و تراکم‌های بوته مختلف در شرایط دیم گرگان (۱۳۹۰)
Table 5. Mean comparison of planting date and plant density on seed yield and related traits of Mung bean under rainfield condition of Gorgan (2011)

شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha ⁻¹)	وزن هزاردانه (گرم) 1000 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته Seed no. per pod	تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant
تاریخ کاشت Planting date					
38.2 a	4276 a	1636 a	60.3 a	8.30 a	33.8 a
31.7 b	3580 b	1138 b	56.6 b	8.08 a	25.8 b
26.3 c	2673 c	703 c	53.1 c	7.55 b	18.9 c
تراکم بوته (تعداد در مترمربع) Plant density (Plant m ⁻²)					
31.9 a	3409 a	1098 a	56.2 a	7.92 a	26.2 a
33.7 a	3612 a	1219 a	56.9 a	8.03 a	28.3 a

* میانگین‌ها در هر ستون، که دارای حرف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means in each column, followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability level-using LSD, Range Test.

دانه و غلاف بیشتر، طولانی‌تر شدن طول دوره رشد رویشی، گسترش اندام‌های رویشی و افزایش پتانسیل و انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای مانند دانه شد. Hassanzadeh (1991) طی آزمایش خود در منطقه اصفهان تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت بر تعداد دانه در غلاف را گزارش کرد. Sadaghipour (2001) در بررسی بر روی اثر تاریخ‌های کاشت مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام ماش در منطقه شهر ری گزارش کرد بیشترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۶/۹۸ عدد برای تاریخ کاشت ۲۵ خرداد به‌دست آمد. Esmaeli (2003) در بررسی سازگاری ارقام و لاین‌های ماش

افزایش عملکرد دانه در واحد سطح، با کاهش فاصله بین ردیف‌ها، به دلیل افزایش تعداد دانه در غلاف (۸/۷)، وزن خشک غلاف (۷۳/۲ گرم در مترمربع) و عملکرد بیولوژیکی (۳۱۵/۴ گرم در مترمربع) بود. تیمار فاصله بوته روی ردیف تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و اجزای آن به استثنای وزن هزاردانه و شاخص برداشت نداشت. بیشترین عملکرد در مترمربع در آرایش کاشت (۵*۵۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. کاهش عملکرد دانه با کاهش فاصله بوته‌ها معنی‌دار نبود (Mirzaei & Modhej, 2005). به‌نظر می‌رسد در این آزمایش کاشت به‌موقع، موجب تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب و در نتیجه تشکیل تعداد

تاریخ کاشت به موقع (۱۵ تیر)، چه در شرایط آبی و چه شرایط دیم، به دلیل وجود شرایط آب‌وهوایی و درجه حرارت مناسب جهت پُرسیدن دانه‌ها، باعث افزایش وزن هزاردانه می‌شود. نزدیک‌بودن میانگین‌های وزن هزاردانه در این آزمایش نشان داد که صفت مذکور تا حد زیادی توسط مکانیسم‌های ژنتیکی تعیین می‌شود. اما از طرفی نباید تأثیر تاریخ کاشت، دیررس یا زودرس بودن، آبیاری و تیپ رشد نادیده گرفته شود. آبیاری نقش به‌سزایی در افزایش وزن و تعداد دانه در غلاف دارد که در نهایت باعث افزایش عملکرد در گیاه می‌شود. تعداد غلاف و تعداد دانه در گیاه بزرگترین همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی را با عملکرد دانه دارند. به نظر می‌رسد که در این آزمایش تاریخ کاشت به موقع (۱۵ تیر) به دلیل وجود شرایط آب‌وهوایی و درجه حرارت مناسب جهت پُرسیدن دانه‌ها در غلاف، باعث افزایش وزن هزاردانه می‌شود. همچنین آبیاری در دو مرحله شروع گلدهی و شروع غلاف‌بندی تأثیر زیادی در افزایش وزن هزاردانه و بهتر پُرسیدن دانه‌ها در غلاف داشت. تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به‌عنوان معیار انتخابی برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا استفاده شوند.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر عملکرد دانه، بین تاریخ‌های کاشت، هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود داشت (جدول ۳)، درحالی‌که بین دو تراکم بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شرایط آبی، تاریخ کاشت ۱۵ تیر با میانگین ۲۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با میانگین ۱۲۷۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۴). همچنین در شرایط دیم، تاریخ کاشت اول با ۱۶۳۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۷۰۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۵). Kane et al, (2004) به‌منظور بررسی اثر تاریخ کشت بر دو رقم سویا، آزمایشی را در پاکستان انجام دادند. آن‌ها گزارش نمودند با تأخیر در کاشت، عملکرد و اجزای عملکرد دانه به‌طور مداوم کاهش یافت. در این آزمایش میزان آبیاری مناسب و بهینه و همچنین کشت در یک تاریخ کاشت به‌موقع (۱۵ تیر) باعث شد که گیاه با تأمین مواد غذایی موردنیاز و انجام فتوسنتز مناسب بتواند از کلیه شرایط به‌خوبی استفاده و تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف بیشتری تولید و در نهایت دارای عملکرد دانه بالایی شود. آبیاری باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف و همچنین سنگین‌ترشدن

اختلاف بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به لحاظ تعداد دانه در غلاف معنی‌دار گزارش کرد. این محقق بیشترین میزان این صفت را برای رقم پرتو با ۱۰/۶۶ عدد بیان نمود. Ghafarikhaliq & Zand (2005) در مقایسه عملکرد و تعیین سازگاری لاین‌ها و ارقام ماش در دو منطقه دزفول و ورامین اختلاف معنی‌داری را بین ارقام و لاین‌های ماش، از جمله ژنوتیپ VC-1973A برای صفت تعداد دانه در غلاف گزارش کردند و اعلام نمودند که بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به ژنوتیپ pusa-9173 با میانگین تعداد ۸/۷۳ دانه بود؛ در حالی‌که این تعداد برای ژنوتیپ VC-1973A، ۸/۲۵ عدد دانه و در شاهد‌های آزمایش یعنی پرتو و گوهر به‌ترتیب ۷/۰۶ و ۶/۹۶ بود. دوره بحرانی تعیین تعداد دانه در غلاف با پایان مرحله طویل‌شدن غلاف و شروع پُرسیدن دانه مصادف بوده و نقش شرایط آب‌وهوایی در طی این دوره که خود به تاریخ کاشت وابسته است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طول و مدت‌زمان سپری‌شدن دوره پُرسیدن دانه از اهمیت ویژه‌ای در تشکیل‌شدن تعداد دانه در غلاف برخوردار است (Ghangali & Malakzadeh, 2003). مهم‌ترین زمان اهمیت آب برای گیاه ماش زمانی است که گیاه در مرحله توسعه غلاف‌ها و پُرسیدن دانه می‌باشد. به‌طور کلی عملکرد در گیاه ماش علاوه بر آبیاری به‌مدت و توزیع بارندگی نیز بستگی دارد و رشد و نمو گیاه در طول دوره رشد از آب تأثیر می‌پذیرد.

وزن هزاردانه

در هر دو شرایط آبی و دیم، از نظر وزن هزاردانه، بین تاریخ‌های کاشت و دو تراکم بوته اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود داشت (جدول ۳). در شرایط آبی، تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۶۴/۵ گرم بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۵۸/۱ گرم کمترین وزن هزاردانه را داشتند (جدول ۴). به‌همین ترتیب در شرایط دیم، تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۶۰/۳ گرم بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۵۳/۱ گرم کمترین وزن هزاردانه را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۵). آبیاری در مراحل اوایل گلدهی و اوایل غلاف‌بندی تأثیر زیادی در افزایش وزن هزاردانه و بهتر پُرسیدن دانه‌ها در ژنوتیپ VC1973A داشت. در مطالعه‌ای دیگر، Hassanzadeh (1991) در بررسی سه رقم ماش در دو منطقه اصفهان اثر تاریخ کاشت بر وزن هزاردانه را معنی‌دار گزارش کرد. با تأخیر در کاشت، از طول دوره رشد دانه و وزن خشک کاسته می‌شود. همچنین با کاهش دمای هوا طی دوره پُرسیدن دانه در تاریخ کاشت دیرهنگام، دریافت تشعشع کم و سطح فتوسنتز کاهش و در نتیجه انتقال مواد غذایی به دانه و وزن دانه کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که

عملکرد بیولوژیک

ماده خشک تولیدشده در واحد سطح یکی از متغیرهای مهم در تحقیقات به‌زراعی است. این صفت بیانگر توان تولیدی گیاه در طول فصل رشد می‌باشد. هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم، بین تاریخ‌های کاشت، از نظر عملکرد بیولوژیک در رسیدگی فیزیولوژیک، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود داشت؛ درحالی‌که بین دو تراکم بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). تحت شرایط آبی، تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۶۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۳۶۱۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۴). به‌همین ترتیب، در شرایط دیم تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۴۲۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۲۶۷۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۵). با تغییر تاریخ کاشت، بسیاری از شرایط محیطی تغییر نموده و به‌دنبال این تغییرات، بسیاری از خصوصیات گیاهی مؤثر در عملکرد از جمله تولید ساقه و گره، ظهور جوانه‌های گل، غلاف‌ها و دانه‌ها و پُرسیدن آن‌ها که تحت تأثیر مستقیم طول روز و حرارت روز و شب هستند، در جهت افزایش یا کاهش عملکرد تغییر می‌نماید (Lawn, 2000). Ahmadi (2008) گزارش کرد که در ماش، اختلاف بین تاریخ‌های کاشت از نظر میزان تولید ماده خشک (عملکرد بیولوژیکی) در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان ماده خشک برای تاریخ کاشت دوم (۳۰ خردادماه) به‌میزان ۵۹۸۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. (Kane et al, 2004) به‌منظور بررسی اثر تاریخ کشت بر روی دو رقم سویا آزمایشی را در پاکستان انجام دادند. آن‌ها گزارش نمودند با تأخیر در کاشت، عملکرد و اجزای عملکرد دانه به‌طور مداوم کاهش یافت. بررسی‌های انجام‌شده Anderson & Vasilas (1985) روی ماش، Pandey et al, (1978) روی لوبیای معمولی و Dhingra & Sekhon (1988) روی سویا نشان داد که تولید ماده خشک در تاریخ کاشت به‌موقع به‌دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی بیشتر می‌باشد. (Muchow & Edwards (1982) با بررسی گیاه ماش در استرالیا، گزارش کردند که در کاشت دیر هنگام تجمع ماده خشک در واحد سطح تنها ۶۰ درصد کاشت به‌موقع بود. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که تاریخ کاشت مناسب میزان تجمع وزن خشک اندام‌های هوایی در واحد سطح و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. دلیل این امر افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه جذب تشعشع خورشیدی بیشتر و افزایش سرعت رشد محصول می‌باشد (Purcell et al, 2002). کاهش مقدار تجمع ماده خشک سبب کاهش تعداد غلاف در ماش می‌شود، به‌طوری‌که با کاشت

دانه‌ها گردید و باعث شد از پوچ شدن دانه‌ها جلوگیری شود. با تأخیر در کاشت، از طول دوره رشد دانه و وزن خشک برگ کاسته می‌شود. همچنین با کاهش دمای هوا در تاریخ کاشت دیرتر طی دوره پُرسیدن دانه، دریافت تشعشع کم و سطح فتوسنتز کاهش و در نتیجه انتقال مواد غذایی به دانه کم و در نهایت عملکرد دانه کاهش یافت. (Hassanzadeh (1991 منطقه دستگرد اصفهان، بهترین تاریخ کاشت ژنوتیپ 1-61-16 ماش را ۱۷ تیرماه با میانگین عملکرد دانه ۱۹۵۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آورد. Daneshmand (1992) Khosravi & Sabaghpour طی آزمایشی در منطقه گنبد، از بین چهار تاریخ کشت یک تیر، ۱۵ تیر، ۳۰ تیر و ۱۵ مرداد، مناسب‌ترین زمان کاشت ماش ژنوتیپ 1-61-16 را یک تیر با میانگین عملکرد دانه ۳۶۱۸ کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند. در تحقیقی در اهواز در شرایط دیم مناسب‌ترین زمان کاشت ژنوتیپ 1-62-32 ماش پنج خرداد و با میانگین عملکرد دانه ۱۳۰۹ کیلوگرم در هکتار اعلام شد (Hattami & Lakzadeh, 1993) کاشت ماش به‌عنوان محصول دوم پس از برداشت جو و کلزا در نواحی اقلیمی با زمستان سرد و نیمه‌سرد امکان‌پذیر می‌باشد. برای موفقیت در این کشت لازم است از ارقام و ژنوتیپ‌های زودرس نظیر VC-1973A استفاده شود. کاشت بایستی هرچه زودتر و پس از برداشت محصول بهاره به‌عمل آید تا دوره رسیدگی محصول با سرمای زودرس پاییزی برخورد نکند (Kochaki & Bonayan Aval, 1994). (Khademhamzadeh et al, (2004 طی آزمایشی بر روی گیاه سویا در اصفهان اعلام کردند که تعداد دانه در غلاف با تأخیر در کاشت افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که تاریخ کاشت سوم (چهارم تیرماه) با ۲/۴ دانه در غلاف، افزایشی معادل ۹ درصد را نسبت به تاریخ کاشت اول (اول خرداد) داشت. جهت حصول بهترین نتیجه از کشت هر محصول نیاز به مدیریتی دقیق و حساب‌شده می‌باشد. یکی از اقدامات مدیریتی در هر عملیات زراعی آبیاری می‌باشد، یعنی این‌که گیاه اندازه نیاز خود و در زمان مناسب آب دریافت کند و آبیاری کمتر باعث ایجاد تنش در گیاه شده و افت عملکرد را سبب می‌شود و آبیاری بیش از حد نیز موجب هدر رفتن این سرمایه عظیم ملی (آب) و همچنین افزایش احتمال ورس می‌شود. حداکثر عملکرد دانه نیازمند تاریخ کاشت، تراکم، آبیاری، مصرف کود و تأمین نیاز حرارتی مناسب می‌باشد. به‌طور کلی تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف یکی از صفات مهمی هستند که در ارقام مختلف متفاوت است؛ به‌طوری‌که کاهش تعداد شاخه فرعی در برخی ارقام با آبیاری و تاریخ‌های کاشت مختلف دال بر کاهش تعداد غلاف در بوته می‌باشد.

داشت. به نظر می‌رسد که در این آزمایش یک رابطه مستقیم بین عملکرد با شاخص برداشت وجود دارد؛ به‌طوری‌که در تاریخ کاشت به‌موقع به‌همراه آبیاری در زمان مناسب، تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف و میزان عملکرد افزایش یافت که این موضوع باعث بالارفتن شاخص برداشت در این آزمایش شد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و تراکم بوته ماش از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب در منطقه گرگان برخوردار است. تاریخ کاشت و تراکم بوته عوامل مهمی هستند که بر طول دوران رشد رویشی و زایشی و توازن بین آن‌ها و سایر عوامل تولید، کیفیت برداشت و نهایتاً عملکرد محصول اثر می‌گذارند. کاشت به‌موقع منجر به تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت و طول روز مناسب و در نتیجه تشکیل تعداد غلاف و دانه بیشتر می‌گردد. نتایج این تحقیق به‌خوبی نشان داد که کشت گیاه ماش در صورت مدیریت مناسب زراعی در منطقه گرگان مطلوب بوده و این گیاه پتانسیل تولید بالایی را در شرایط آب‌وهوایی منطقه داراست. با تأخیر در کاشت طول دوره رشد گیاه به‌طور محسوس کاهش پیدا کرد و این کاهش تأثیر قابل‌توجهی روی اجزای عملکرد داشت. در بین تاریخ‌های کشت و تراکم‌های مختلف تحت هر دو شرایط دیم و آبی، تاریخ کاشت ۱۵ تیر و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) برای ژنوتیپ VC-1973A می‌تواند توصیه شود. در هر دو شرایط آبی و دیم، در بین تاریخ‌های کاشت مورد بررسی، ژنوتیپ VC-1973A در تاریخ‌های کاشت به‌موقع و تراکم بوته بیشتر دارای رشد رویشی بیشتری بوده و میزان ماده خشک تولیدی آن بالاتر بود که این امر ناشی از طول دوره طولانی رشد رویشی این لاین بود. تاریخ کاشت ۱۵ تیر در هر دو شرایط آبی و دیم بهترین تاریخ کاشت بود؛ به‌طوری‌که میزان عملکرد دانه در شرایط آبی ۲۹۰۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم ۱۶۳۶ کیلوگرم در هکتار بود. انجام آبیاری در دو مرحله اوایل گلدهی و اوایل غلاف‌بندی باعث شد میزان عملکرد دانه و ماده خشک نسبت به شرایط دیم افزایش قابل‌توجهی داشته باشد. با توجه به نتایج این مطالعه به‌نظر می‌رسد که تاریخ کاشت ۱۵ تیر و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع می‌تواند گزینه مناسبی برای کشت ماش در منطقه باشد.

در تاریخ ۱۵ مرداد میزان تجمع ماده خشک بین مرحله رشد رویشی و زایشی کاهش می‌یابد. همچنین در این آزمایش اثبات شد که تولید بیشتر ماده خشک در تاریخ‌های کاشت زود به‌خاطر طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی و زایشی می‌باشد. در این آزمایش تاریخ کاشت به‌موقع و آبیاری مناسب موجب بلندشدن طول دوره رشد رویشی و تجمع ماده خشک بیش‌تر می‌شود که با تغییر تاریخ کاشت بسیاری از شرایط محیطی تولید تغییر می‌کند. به‌دنبال این تغییرات بسیاری از خصوصیات گیاهی مؤثر در عملکرد از جمله تولید ساقه و گره، ظهور جوانه‌های گل، غلاف‌ها و دانه‌ها و پُرسدن آن‌ها که تحت تأثیر مستقیم طول روز و حرارت روز و شب هستند، در جهت افزایش یا کاهش عملکرد بیولوژیک تغییر می‌نماید.

شاخص برداشت

شاخص برداشت یا ضریب انتقال و یا شاخص کشاورزی، کارایی توزیع مواد فتوسنتزی تولیدشده در گیاه به‌سمت دانه‌ها را نشان می‌دهد. شاخص برداشت گیاه بیانگر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه (مبدأ) به دانه‌ها (مقصد) می‌باشد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اختلاف بین تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر شاخص برداشت هم در شرایط آبی و هم شرایط دیم در سطح یک‌درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر شاخص برداشت بین دو تراکم ۲۵ و ۱۲/۵ بوته در مترمربع هم در شرایط آبی و هم در شرایط دیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مطابق جدول ۴ در شرایط آبی تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۴۵/۳ درصد دارای بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۳۵/۲ درصد دارای کمترین شاخص برداشت بود. همچنین در شرایط دیم نتایج مقایسه میانگین تاریخ‌های کاشت نشان داد که تاریخ کاشت ۱۵ تیر با ۳۸/۲ درصد بیشترین و تاریخ کاشت ۱۵ مرداد با ۲۶/۳ درصد کمترین شاخص برداشت را دارا بودند (جدول ۵). Sabaghpour (2002) در آزمایشی سه‌ساله برای بررسی و تعیین بهترین تراکم بوته و تاریخ کاشت رقم جدید نخود هاشم در استان گلستان و در منطقه گرگان و گنبد دریافت که از بین تاریخ‌های کشت اول تیر، پانزده تیر، اول مرداد و پانزده مرداد تاریخ کشت اول تیر، با میانگین شاخص برداشت ۴۵/۵ درصد مناسب‌ترین تاریخ کاشت بود. با تأخیر در کشت، به‌علت کاهش دما و مواجه‌شدن برداشت با باران‌های پاییزه از عملکرد و شاخص برداشت کاسته شد. همبستگی مثبت عملکرد دانه و شاخص برداشت در بوته با تعداد غلاف و گل‌آذین در بوته و تعداد دانه در غلاف در این آزمایش وجود

منابع

1. Ahmadi, A. 2008. Effect of sowing date and planting rows on yield, quality and other characteristics of Mung bean area Rey.college of Agriculture. Islamic Azad University, Varamin Branch. (In Persian).
2. Akinola, J.D. 1988. Effects of sowing date on forage and seed production varieties of cowpea. *Experimental Agriculture* 14: 197-203.
3. Anderson, L.R., and Vasilas, B.L. 1985. Effects of planting date on two soybean cultivars: seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop Science* 25: 999-1004.
4. Aradatmand Asli, D., and Baer, N. 2007. Agricultural sustainability and growth performance of Mung bean in different planting densities. Abstract Proceedings of the National Conference Grains, Iran. P:4. (In Persian with English Summary).
5. Afsharmanesh, GH. 1998. Comparison of the Degree of Product Compatibility Vetch Cultivars in Jiroft. The Final Report of the Research Project Agricultural. Research and Education Organization Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian).
6. Barlis, E.C. 2005. Response of Mung bean planted at varying population density and levels of NPK. *CLSU. Scientific Journal (Philippines)* p:128-138.
7. Daneshmand Khosravi, K., and Sabaghpour, H. 1992. Effect of planting density and sowing date crop Mung bean (cultivar 16-61-1) yield in the Gonbad. Seed and Plant Improvement Institute Preparation.
8. Dhingra, K.K., and Sekhon, H.S. 1988. Agronomic management for high productivity of Mung bean in different seasons, Punjab, India Pp: 376-385.
9. Ghanjali, A., and Malakzadeh, S. 2003. Effect of planting date and row spacing on yield and yield components of Mung bean. In: Proc. Abstract of the 8th Iranian Crop Protection and Breeding Congress. Iran, Gilan University. p: 38. (In Persian with English Summary).
10. Ghafarikhaligh, H., and Molaii, A. 2005. Compare Performance and Compatibility Setting Bean Cultivar. Final Report of the Research Project Ministry of Agriculture. Agricultural Research and Education Organization. (In Persian).
11. Ghavami, F. 1997. Explore the Diversity of Morphological Traits, Phonological and Mung Bean Seed Protein Electrophoresis Pattern. Isfahan University. (In Persian).
12. George, D.L., and Barrens, M. 2000. Row spacing effects on two cultivars of Mung bean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) at gatten. School of Land and Food Gatton College, university of Queensland, p: 25-32
13. Hattami, A., and Lakzadeh, A. 1993. Effects of Sowing Date and Plant Density on Yield and Mung Bean in Ahvaz. Report of the Ministry of Agricultur. Agricultural Research and Education Organization. (In Persian).
14. Hassanzadeh, A. 1991. Effects of Sowing Date and Planting Density Effects on Protein Content, Yield and Yield Components of *Mungbean* in Isfahan Region Isfahan University. (In Persian).
15. Ismaeli, A. 2003. Compare Performance and Compatibility Setting Bean Cultivars. The Final Report of the Research Project. Ministry of Agriculture. Agricultural Research and Education Organization Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian).
16. Khademhamzeh, H., Karimi, M., Rezaei, A., and Ahmadi, M. 2004. Effects of sowing date and plant density on yield and its components and their vertical di distribution in crop soybean. *Journal of Agricultural Sciences Iran* 35: 357-367. (In Persian).
17. Kane, A.Z., Shah, P.S., Khalil, K., and Ahmad, B. 2004. Yield of soybean cultivars as affected by planting date under Peshawar-vally conditions. *The Neclieus* 42: 93-95.
18. Koochaki, A., and Bonayan-Aval, M. 1994. *Agricultural Crops* (Third Edition). Mashhad University of Jihad publications. (In Persian).
19. Lawn, R.J. 2000. Response of four legumes to water stress in south easter Queensland. I. Physiological response mechanisms. *Australian Journal of Agriculture* 33: 481-496.
20. Littlejohns, G., Heule, L., Brinsmead, R., Holland, J., and Thompson, P. 1998. A Mung bean cultivar×population and row spacing study. Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference.
21. Mirzaei, A., and Modhej, A. 2005. Effects of plan spacing on grain yield and yield components of *Vigna radiata* L. (cv. Gohar) in Ilam condition. Abstract of the 1st Iranian Congress. Research Plant Science. Mashhad University College, Institute of Plant Science. 1: 78-80. (In Persian with English Summary).
22. Muchow, R.C., and Edwards, D.A.C. 1982. An analysis of the growth of Mung bean at a range of plant densities in tropical Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 33(1): 53-61.
23. Nanda R., and Saini, A.D. 1989. Solar radiation interception, green area and dry matter production in green gram [*Vigna radiate* (L.) Wilczk]. *Indian Journal of Agricultural Science* 59: 305-311.

24. Pandey, R.K., Saxena, M.C., and Singh, V.B. 1978. Growth analysis of black gram genotypes. Indian Journal of Agricultural Science 48: 466-473.
25. Purcell, L.C., Rosalind, A., Reaper, B.D.G., and Vories, E.D. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population, densities. Crop Science 42: 172-177.
26. Rezaei, A., and Hassanzadeh, A. 2005. Effects of sowing date and plant density on yield and its components and their vertical distribution in there Mung bean cultivars. Iranian Journal of Agricultural Sciences 26: 19-26. (In Persian).
27. Sabaghpour, S.H. 2002. The appropriate plant density and date of sowing for Hashem improved chickpea variety. In: Proc. Abstract of the 7th Iranian Crop Protection and Breeding Congress, Sep, 2002, Karaj, Iran. Agricultural. Research and Education Organization Seed and Plant Improvement Institute. p. 206. (In Persian with iEnglish Summary).
28. Sadeghipour, A. 2001. Science, Crop Production. First Part: Legumes (translation). Publications Pizishkiyan, Tehran. (In Persian).
29. Sarparast, GH. 2004. Compatibility and Performance Comparison Mung bean Cultivars as Second Crop after Cereals. The Final Report of the Ministry of Agriculture. Agricultural Research and Education, Organization Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian).
30. Shahsavari, M. 2006. Evaluation of Phenotypic Contribution of Yield Growth Parameters on the Formation and Characterization of Al-Brigade Ideas in Common Bean Faculty of Agriculture. College of Agriculture, Isfahan University. (In Persian).
31. Shahmoradi, SH. 2003. Effects of Drought Stress on Quantitative and Qualitative Traits of Soybean Varieties and Advanced Lines. College of Agriculture, Tehran University. (In Persian).
32. Singh, J., Mathur, N., Bohra, S., Bohra, A., and Vyas, A. 2006. Comparative performance of Mung bean (*Vigna radiate* L.) varieties under rainfed condition in Indian Thar Desert. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 1: 48-50.
33. Ktumar, S.S., and Tiwari, A.C. 1991. Effect of plant density on genotypes of green gram (*Vigna radiate*) and Black gram (*Vigna Mungo*). Indian Journal of Agricultural Science 61: 126-127.

The response of mung bean crop (VC-1973A genotype) to planting date, plant density and irrigation in Gorgan condition

Fadaei^{1*}, J., Faraji², A., Dadashi³, M.R. & Siahmarguee⁴, A.

1- Former Graduate MSc. Student, Islamic Azad University Gorgan Branch

2- Assistant Professor, Agronomy, Member of Scientific, Agricultural and Natural Resources Research Center, Golestan

3- Assistant Professor, Members of Scientific, Islamic Azad University, Gorgan Branch

4- Assistant Professor, Agronomy, Member of Scientific, Agricultural and Natural Resources Gorgan University

Received: 16 April 2014
Accepted: 6 February 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.33490

Introduction

The food legumes are given high priority in world agriculture because they constitute 2.3 or more of protein in the diet of the inhabitants of the tropics and they are the potential source to fill the protein-gap. Mung bean belongs to plant family Fabaceae, and is the most important pulse crops of the world. It has great value as a food, fodder and green manure. Potential yield of Mung bean can be achieved through optimum use of inputs and agronomic practices. Plant density and suitable sowing time are the most important factors affecting the yield. Plant density is considered as one of the important determinative factors of yield of this plant. The purpose of proper density is more efficient use of the plant from different environmental potential such as water, nutrients, light, etc. to achieve higher yield. Too early sowing may not successfully germinate, while yield from too late sown crop may be low due to unfavorable condition for growth and development of Mung bean. The aim of this study was to determine the optimum sowing date and plant density to achieve maximum performance of the Mung bean in both irrigated and rainfed conditions.

Material & Methods

In order to evaluate the effects of planting date, plant density and irrigation on yield and yield components of Mung bean (VC-1973A genotype) an experiment was performed in Research Station of Islamic Azad University, Gorgan Branch at 2012. In this study, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was used. Three planting dates (6 July, 21 July and 6 August) and two densities (12.5 and 25 plant per square meter) were the treatments. The experiments were conducted in two separate conditions of irrigation (at the beginning to flower and pod stages) and rainfed. Dry weight of the seeds in physiological maturity was determined. Also in full maturity, after removing the effect marginal, yield and yield components were calculated. Analysis of variance was carried out using the SAS software. Comparison of means also was performed using LSD test at 5% level and corresponding graphs were plotted with Excel software.

Results & Discussion

The results of analysis variance showed that both in irrigation and rainfed conditions, there was a significant difference between planting dates in terms of number of pods per plant, seeds per pod, seed weight, biological yield and harvest index. But there was no statistically significant difference for these factors between densities (12.5 and 25 plant/m²). The highest and lowest number of pods per plant, number of seeds per pod and seed weight observed in 6 July and 6 August planting dates, respectively. In irrigation condition, planting dates of 6 July and 6 August had the highest (6400 kg per hectare) and lowest (3614 kg per hectare) biological yield. Also, in rainfed condition, maximum and minimum of biological yield were obtained for planting date of 6 July (4276 kg) and 6 August (2673 kg per hectare), respectively. Planting date

* Corresponding Author: j.fadaei1364@gmail.com; Mobile: 09112719079

July 6th had the highest harvest index under both irrigated (45.3%) and rainfed (38.2%) conditions. Planting date July 6th also had the highest seed yield under both irrigated (2900 kg/ha) and rainfed (1636 kg/ha) conditions. Irrigation in beginning of flowering and pod stages increased seed yield and aboveground dry mater, significantly. Late planting date decreased vegetative stage, caused reducing in pod number per plant and seed number per pod, resulted in reduction of seed yield. The results showed that Mung bean crop has a high production potential under climate condition of the Gorgan.

Conclusion

The results of analysis variance showed that under both irrigation and rainfed conditions, there was significantly differences between planting dates in terms of number of pods per plant, seeds per pod, seed weight, biological yield and harvest index. But there was no statistically significant difference for these factors between densities (12.5 and 25 plant/m²). In both irrigated and rainfed conditions, date of planting 6 July, was the best planting date. The grain yield under irrigated and rainfed conditions were 2900 and 1636 kg per hectare, respectively. Irrigation at early flowering and early pod stages, led to an increase in grain yield and dry matter compared to the rainfed conditions. The results showed that this plant has a high production potential in weather conditions of Gorgan. Thus, cultivation of Mung bean in Gorgan is recommended. Moreover, planting date July 6th and density of 25 plants /m² can be a good choice for Mung bean cultivation in this region.

Key words: Drought stress, Dry material, Gorgan, Grain yield, Mung bean

ارزیابی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات مؤثر بر عملکرد نخود تحت شرایط دیم

سیدسعید موسوی^{۱*}، محمدرضا عبداللهی^۱، فرزاد کیان ارثی^۲ و داود احمدی دهرشید^۳

۱- استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات (ژنتیک مولکولی) دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۴

چکیده

شدت انتخاب، میزان وراثت‌پذیری و تنوع فنوتیپی، سه عامل مهم مؤثر در پاسخ به گزینش برای هر صفت می‌باشند. برای این منظور، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار جهت شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد و برآورد وراثت‌پذیری و تنوع ژنتیکی این صفات در ۲۰ ژنوتیپ نخود (شامل ۱۸ لاین امید بخش و دو رقم شاهد) در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ تحت شرایط دیم انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات دارای تفاوت معنی‌دار ($P < 0.01$) بودند که این بیانگر تنوع قابل توجه آن‌ها از نظر این صفات، به‌ویژه صفت عملکرد دانه بود. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که به‌ترتیب ژنوتیپ‌های ۱۷، ۱ و ۷ کمترین و ژنوتیپ‌های ۱۳، ۳ و ۱۹ بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این بود که به‌طور کلی لاین‌های مطلوب با عملکرد بالا دارای مقادیر بالاتری از صفات زیست‌توده، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و محتوای آب نسبی بودند، درحالی‌که به‌طور نسبی تعداد شاخه‌های اصلی در بوته کمتری داشتند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه با صفات زیست‌توده، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و محتوای آب نسبی همبستگی مثبت و با صفت تعداد شاخه اصلی در بوته همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نیز بیانگر این بود که مهم‌ترین صفت تأثیرگذار بر عملکرد دانه در شرایط دیم به‌ترتیب شامل زیست‌توده، شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته بودند که ۹۸/۷۳ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. بالاترین میزان وراثت‌پذیری به‌ترتیب مربوط به صفات وزن صد دانه، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه و کمترین وراثت‌پذیری مربوط به صفات روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، روز تا گلدهی و تعداد غلاف در بوته بود. نتایج نشان داد که بیشترین تغییرات ژنوتیپی مربوط به صفات وزن صد دانه، زیست‌توده و عملکرد دانه بود و کمترین مقدار تغییرات ژنوتیپی هم مربوط به صفات روز تا رسیدگی، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و روز تا گلدهی بود. در واقع این نتیجه بیانگر تنوع زیاد و کم این ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب برای این صفات بود. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفت زیست‌توده دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و صفت تعداد غلاف در بوته هم (از طریق افزایش زیست‌توده) دارای بیشترین اثر غیرمستقیم بر روی عملکرد دانه بودند و به‌عنوان مطلوب‌ترین صفات جهت انتخاب غیرمستقیم عملکرد شناسایی شدند. نتایج مقایسه گروهی ژنوتیپ‌ها نشان داد که دو گروه کابلی و دسی فقط از نظر دو صفت ارتفاع بوته و وزن صد دانه دارای تفاوت معنی‌دار آماری بودند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مسیر، رگرسیون گام‌به‌گام، مقایسات گروهی، نخود زراعی، همبستگی فنوتیپی

مقدمه

دانه بیشتر از ۲۶ گرم هستند، درحالی‌که تیپ دسی دارای شکل‌های نامنظم و رنگ‌های مختلف و با وزن صد دانه کمتر از ۲۶ گرم می‌باشد. به‌طور معمول، نخودهای دانه‌سیاه از لحاظ مقاومت به آفات و بیماری نسبت به نخودهای دانه سفید مقاوم‌تر هستند (Kanouni, 1998).

از بین تنش‌های غیرزیستی، تنش خشکی مهم‌ترین عامل محیطی محدودکننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان است (Ashraf & Harris, 2006). کشور ایران، با متوسط بارندگی سالانه حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال، جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود (FAO, 2010). باوجود

در بین حبوبات، نخود سومین لگوم دانه‌ای مهم است. ضمن این‌که این گیاه نقش مهمی در تامین نیازهای غذایی و پروتئینی جوامع بشری را دارد، قابلیت کشت در شرایط محدود رطوبتی را نیز داراست (Krishnamurthy et al., 2013). نخود زراعی بر اساس اندازه، شکل و رنگ دانه به دو تیپ کابلی (ماکروکارپا) و دسی (میکروکارپا) تقسیم‌بندی می‌شود. تیپ کابلی دانه‌های آن مدور و کم‌رنگ و به‌طور معمول با وزن صد

* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۸۸۵۲۶۹۴۰، s.moosavi@basu.ac.ir

سازگاری نسبی برخی از گیاهان خانواده حبوبات با محیط‌های کم‌آب ایران، متأسفانه ظرفیت تولید آن‌ها تحت این شرایط پایین است. برای مثال، هرچند که در ایران حدود ۹۸ درصد سطح زیر کشت نخود به‌صورت دیم است، متوسط عملکرد آن به‌ترتیب در شرایط دیم و آبی حدود ۳۵۰ و ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anonymous, 2009) که بر اساس گزارش‌های فائو (FAO, 2014) این عدد نسبت به متوسط کشورهای مهم تولیدکننده نخود بسیار پایین است. در راستای حل این مشکل، با توجه به بحران آب و کشت عمده نخود در شرایط دیم در ایران، شناسایی لاین‌ها و ارقام متحمل به شرایط تنش رطوبتی و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. در واقع، سه عامل وراثت‌پذیری بالا، تنوع فنوتیپی بالا و شدت گزینش شدید، عوامل مؤثر در افزایش پاسخ به گزینش می‌باشند (Falconer & Mackay, 1996). در این راستا، چون به‌طور معمول عملکرد دانه دارای وراثت‌پذیری خصوصی بالایی نیست، بنابراین استفاده صحیح و کارآمد از روش‌های مختلف آماری جهت تعیین تنوع لاین‌ها و امکان شناسایی صفات با وراثت‌پذیری بالا و مرتبط با عملکرد، یک هدف اساسی و پایه‌ای در شروع هر برنامه به‌نژادی می‌باشد. جهت نیل به هدف فوق، تحقیقات مختلفی در حال انجام می‌باشد که این پژوهش‌ها خاص مقطع زمانی خاصی نمی‌شوند و انجام مکرر آن‌ها در هر منطقه متناسب با شرایط آب‌وهوایی خاص آن منطقه لازم و ضروری است. در این راستا، Chaghamirza et al, (2013) اظهار داشتند که توده‌های نخود کابلی دارای تنوع معنی‌دار برای بیشتر صفات مهم اگرومورفولوژیک بودند. در تحقیقی دیگر (Mohammadali-Pouryamchi et al., 2012) تنوع صفات فنولوژیک و رابطه بین عملکرد تک‌بوته و سایر صفات ارزیابی شد و تنوع معنی‌دار برای بیشتر صفات گزارش گردید. Sabaghpour et al, (2010) تنوع معنی‌دار و قابل توجهی را در بین ژنوتیپ‌ها نخود برای صفت عملکرد دانه گزارش کردند. همچنین در مطالعه‌ای (Dwevedi & Gaibriyal, 2009) تفاوت قابل توجهی در بین ژنوتیپ‌ها برای صفات مورد مطالعه مشاهده شد. نتایج بررسی تنوع ژنتیکی در ۴۱ ژنوتیپ نخود دسی (Mardi et al., 2003) نشان داد که برای صفات وزن غلاف‌های پُر در بوته و تعداد دانه در بوته، تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. همچنین (Saleem et al, 2002) تفاوت معنی‌دار آماری برای کلیه صفات مورد مطالعه در نخود گزارش نمودند. در تحقیقی (Chaghamirza et al., 2013) بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با صفات

زیست‌توده، تعداد غلاف تک‌بذر و شاخص برداشت گزارش شد. Nasri et al, (2012) بیشترین همبستگی را بین صفات زیست‌توده و شاخص برداشت با صفت عملکرد در شرایط دیم به‌دست آوردند. (Meena et al, 2010) نشان دادند که عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، زیست‌توده و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی، همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. همچنین در تحقیقی دیگر (Saman et al., 2010) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و صفات وزن غلاف‌های پُر، زیست‌توده، تعداد غلاف‌های پُر، وزن صد دانه، عرض دانه و قطر شاخه اصلی گزارش شد. (Guler et al, 2001) نیز با ارزیابی ارقام نخود، همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه در بوته با صفات تعداد غلاف در بوته و زیست‌توده گزارش کردند. (Pouresmael et al, 2009) در ارزیابی صفات مختلف نخود در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که صفات زیست‌توده، شاخص برداشت و وزن صد دانه، بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه تک‌بوته داشته، درصد بالایی از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. با توجه به کارایی بالای رگرسیون گام‌به‌گام Mansourfar, (2013)، در تحقیقات زیادی از این روش استفاده شده است که به‌طور معمول عملکرد اقتصادی (بسته به نوع گیاه) به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات هم‌به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شود (Zinali et al., 2004; Fayaz & Talebi, 2009; Nasri et al., 2012; Chaghamirza et al., 2013). در تحقیق (Chaghamirza et al, 2013) صفات تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، زیست‌توده و شاخص برداشت مهم‌ترین صفاتی بودند که وارد مدل رگرسیونی متغیر وابسته (عملکرد دانه) شدند. در پژوهشی دیگر (Nasri et al., 2012) به‌ترتیب صفات شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته وارد مدل رگرسیونی شدند و بیشترین تأثیر را بر تغییرات عملکرد دانه داشتند. بر اساس نتایج تحقیق (Pouresmael et al, 2009) مشخص شد که صفات زیست‌توده، شاخص برداشت و وزن صد دانه به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند. (Fayyaz & Talebi, 2009) گزارش کردند که صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، زیست‌توده و شاخص برداشت صفات مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشند و می‌توان جهت افزایش عملکرد انتخاب گردید. (Mardi et al, 2003) نشان دادند که سه صفت وزن بذر با غلاف، شاخص برداشت و تعداد شاخه اصلی در بوته، مهم‌ترین صفاتی بودند که به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی مربوط به عملکرد دانه (به‌عنوان متغیر وابسته) شدند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش شامل ۱۸ لاین امیدبخش به‌علاوه دو رقم شاهد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) بود (جدول ۱) که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت شرایط دیم در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، ایستگاه سنجندج با عرض جغرافیایی ۱۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۱۴ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۳۸-۱۴۵۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا گردید.

بر اساس داده‌های ۳۰ ساله هواشناسی، میانگین بارندگی سالیانه محل اجرای آزمایش ۳۴۹/۷ میلی‌متر بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل انجام شخم و دو مرحله دیسک عمود برهم بود. توزیع کودهای پایه نیتروژن (حدود ۲۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع کود اوره)، فسفر (حدود ۲۰ کیلو گرم در هکتار فسفر خالص از منبع کود فسفات آمونیوم) و پتاس (حدود ۱۰ کیلو گرم در هکتار) براساس آزمایش خاک و توصیه‌های کودی مربوطه انجام گرفت. هرکرت آزمایشی از سه ردیف پنج متری تشکیل شد که فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، محتوای نسبی آب (Siddique et al., 1990)، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد شاخه‌های اصلی در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه، بارعایت اثر حاشیه و براساس انتخاب تصادفی ۱۰ بوته از هرکرت اندازه‌گیری شدند. همچنین جهت افزایش اعتبار اندازه‌گیری‌ها، صفات مهم عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت بر اساس میانگین کل بوته‌های کاشته‌شده در واحد سطح، پس از در نظر گرفتن اثر حاشیه محاسبه شدند.

جهت ارزیابی تنوع لاین‌ها بر اساس صفات مهم اگرهموفولوژیک و برای شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه، از روش‌های آماری مختلف از جمله تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها، ضرایب همبستگی فنوتیپی، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام (به‌منظور شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه) و تجزیه علیت (به‌منظور تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه) استفاده شد. همچنین بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات صفات، ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی برآورد گردیدند (Falconer & Mackay, 1996).

ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی معیاری مطلوب جهت برآورد میزان تنوع یک صفت در جامعه است که در این راستا، Dwevedi & Gaibriyal (2009) بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی را به‌ترتیب برای صفات تعداد نیام در بوته و شاخص برداشت گزارش کردند.

Nasri et al, (2012) گزارش کردند که در شرایط دیم صفت شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم و صفت تعداد دانه در بوته نیز بیشترین اثر غیرمستقیم (از طریق افزایش شاخص برداشت) را بر عملکرد دانه داشتند. در حالی‌که (2010) Guler et al, اظهار نمودند که به‌ترتیب صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته، بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه نمود داشتند. در تحقیقی توسط Fayyaz & Talebi (2009) اظهار شد که به‌ترتیب صفات شاخص برداشت، زیست‌توده و تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد داشتند. (2004) Ciftci et al, نشان دادند که صفات زیست‌توده، شاخص برداشت و تعداد غلاف در گیاه بیشترین اثرات مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه دارند. (2003) Padi نیز اظهار داشت که صفات زیست‌توده، شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته بیشترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دانه دارند و پیشنهاد نمود که این صفات در برنامه‌های اصلاحی در اولویت انتخاب قرار بگیرند. در تحقیق Mardi et al, (2003) صفات وزن بذر با غلاف و زیست‌توده دارای بیشترین اثر مستقیم و صفت تعداد کل غلاف (از طریق افزایش زیست‌توده) دارای بیشترین اثر غیرمستقیم بودند. این در حالی‌است که (2003) Kanouni & Malhotera اظهار داشتند که صفت تعداد شاخه فرعی در بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر افزایش عملکرد دانه در شرایط دیم دارد. در تحقیقی دیگر (Jahansouza et al., 2004) وزن صد دانه و تعداد کل دانه مؤثرترین صفات با اثر مستقیم بر عملکرد دانه شناسایی شدند. این در حالی‌است که Kamel & Moradi (2008) دو صفت تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد روز تا گلدهی را به‌عنوان مهم‌ترین صفات با بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه در شرایط دیم معرفی کردند.

در واقع با توجه به این‌که دو اصل اساسی در هر برنامه به‌نژادی، وجود تنوع کافی اولیه و سپس انجام عمل انتخاب می‌باشد، بنابراین اهداف این تحقیق شامل ارزیابی میزان تنوع و برآورد وراثت‌پذیری برخی از صفات مهم اگرهموفولوژیک و نیز شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و ارزیابی اثر مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها در ۲۰ ژنوتیپ نخود در شرایط دیم بودند.

جهت تجزیه داده‌ها از نرم‌افزارهای مختلف بر اساس کارایی بهتر آن‌ها شامل SAS Ver. 9.1 (برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها)، SPSS Ver. 19 (برای محاسبه ضرایب همبستگی)، MINITAB Ver. 14 (برای انجام رگرسیون گام‌به‌گام و انجام آزمون نرمالیت) و PATH2 (برای تجزیه مسیر) استفاده شد.

$$PCV = \frac{\sqrt{\delta^2_{ph}}}{\delta^2_{\bar{x}}} \times 100 \quad GCV = \frac{\sqrt{\delta^2_g}}{\bar{x}} \times 100$$

$$H^2_b = \frac{\delta^2_g}{\delta^2_g + \delta^2_e}$$

در روابط فوق H^2_b ، PCV و GCV به ترتیب بیانگر وراثت پذیری عمومی، ضریب تغییرات فنوتیپی و ضریب تغییرات ژنوتیپی می‌باشند.

جدول ۱- مشخصات ژرم پلاسما مورد استفاده

Table 1. The characters of the used germplasm

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ
Gen. number	Gen. name	Gen. number	Gen. pedigree	Gen. name	Gen. number
1	ICCV10302	11	ICCV2 × ICC17109	ICCV10314	ICCV92311 × ICC17109
2	ICCV10303	12	ICCV2 × ICC17109	ICCV10315	ICCV92311 × ICC17109
3	ICCV10304	13	ICCV2 × ICC17109	Jam (Con. 1)	ICCC37 × ICC12451
4	ICCV10305	14	ICCV2 × ICC17109	ICCV10105	ICCC37 × ICC12451
5	ICCV10307	15	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10111	ICCC37 × ICC12451
6	ICCV10308	16	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10112	ICCC37 × ICC12451
7	ICCV10309	17	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10114	ICCC37 × ICC12451
8	ICCV10310	18	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10115	ICCC37 × ICC12451
9	ICCV10311	19	ICCV92311 × ICC17109	ICCV10117	ICCV93954 × ICC11321
10	ICCV10312	20	ICCV92311 × ICC17109	Pirouz (Con. 2)	ICCV93954 × ICC11321

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد بررسی شامل محتوای آب نسبی، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد شاخه‌های اصلی در بوته، تعداد بذر در بوته، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، وزن صد دانه، شاخص برداشت، زیست‌توده، عملکرد دانه، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و روز تا گلدهی دارای اختلاف معنی‌دار آماری ($p < 0.05$) بودند که این بیانگر تنوع قابل توجه آن‌ها از نظر این صفات می‌باشد. با توجه به این‌که وجود تنوع لازمه و اساس انتخاب لاین‌های برتر و مطلوب می‌باشد، بنابراین نتیجه فوق جهت فعالیت‌های بعدی به‌نژادی، امیدبخش و قابل توجه است. در واقع لازمه انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی، وجود تنوع اولیه است که بدون وجود این تنوع، انتخاب مفهومی ندارد. اثر بلوک‌بندی هم بر روی تعدادی از صفات معنی‌دار بود که این نشان‌دهنده مطلوب بودن و درست بودن عمل بلوک‌بندی می‌باشد.

در این راستا مطالعات زیادی انجام شده است به‌طوری‌که Chaghmirza *et al.* (2013) در تحقیق خود اظهار داشتند که توده‌های نخود کابلی دارای تنوع معنی‌دار برای بیشتر صفات مهم اگر مورفولوژیک بودند. در تحقیقی دیگر در ۶۴ ژنوتیپ نخود (Mohammadali-Pouryamchi *et al.*, 2012) تنوع معنی‌داری برای بیشتر صفات گزارش گردید. در

تحقیقی بر روی ۱۷ ژنوتیپ نخود (Sabaghpour *et al.*, 2010) تنوع معنی‌دار و قابل توجهی در بین ژنوتیپ‌ها برای صفت عملکرد دانه گزارش شد. همچنین Saleem *et al.* (2002) در مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف نخود، تفاوت معنی‌دار آماری برای کلیه صفات مورد مطالعه گزارش نمودند. در واقع سه عامل مهم وراثت‌پذیری خصوصی بالا، تنوع فنوتیپی بالا و شدت گزینش شدید، عوامل مؤثر در افزایش پاسخ به گزینش در هر صفت می‌باشند. بنابراین بالابودن تنوع موجود در بین ژنوتیپ‌ها نشانگر مطلوبیت آن‌ها برای عمل گزینش و برنامه‌های به‌نژادی آتی می‌باشد.

محتوای آب نسبی

نتایج نشان داد که برای صفت محتوای آب نسبی، لاین‌های شماره ۱، ۱۱ و ۱۷ کمترین مقدار و لاین‌های شماره ۱۳، ۱۹ و ۳ بیشترین مقدار را دارا بودند (جدول ۳). بر اساس این نتایج و نتایج تجزیه همبستگی (جدول ۴) مشخص شد که با کاهش میزان این صفت در شرایط دیم (لاین‌های ۱ و ۱۷)، عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد. از طرف دیگر لاین‌های ۱۳، ۱۹ و ۳ که بیشترین محتوای نسبی آب را به‌خود اختصاص دادند، بیشترین عملکرد دانه را نیز داشتند. بنابراین به‌نظر می‌رسد که افزایش این صفت تحت شرایط محدود رطوبتی مناسب و مطلوب است و در انتخاب غیرمستقیم برای عملکرد دانه مناسب می‌باشد. نتایج تجزیه همبستگی نیز یافته‌های فوق را

تأیید کرد، به‌طوری‌که نتایج نشان داد که این صفت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0.50^*$) داشت (جدول ۴). میزان محتوی آب نسبی یکی از روش‌های مفید جهت تعیین کمیت آب گیاه در شرایط تنش رطوبتی برای مقابله نسبی با شدت تنش است، به‌طوری‌که می‌توان بر اساس این معیار ژنوتیپ‌های متحمل و حساس را تا حدودی مجزا کرد (Viakumar et al., 1991). Matin et al., (1989) بر اساس این پارامتر ارقام متحمل و حساس به خشکی را در جو غربال نمودند. (Saman et al., 2010) اظهار داشتند که توانایی افزایش و حفظ محتوای آب در پتانسیل آبی پایین، ممکن است نشان‌دهنده استحکام بیشتر دیواره سلولی و توانایی آن برای تحمل تلفات ناشی از اتلاف آب بافت‌ها باشد. در برخی از تحقیقات همبستگی مثبت و معنی‌داری بین RWC بالا در شرایط تنش رطوبتی و زیست‌توده و عملکرد دانه گزارش شده است (Viakumar et al., 1991).

تعداد شاخه‌های فرعی

نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد شاخه فرعی (جدول ۳) حاکی از این امر بود که لاین‌های شماره ۵ و ۱۴ کمترین تعداد و لاین‌های شماره ۹ و ۱۸ بیشترین تعداد شاخه فرعی را دارا بودند. همبستگی این صفت با عملکرد دانه معنی‌دار نبود و روند خاصی در تغییرات این صفت در لاین‌ها مشاهده نشد. از طرفی چون صفت تعداد شاخه اصلی با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار ($r=0.44^*$) داشت و چون صفت تعداد شاخه اصلی و فرعی هم با همدیگر همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0.49^*$) داشتند، بنابراین در کل افزایش این دو صفت تحت شرایط محدود رطوبتی مناسب و مطلوب نیست، چراکه با افزایش بیش

از حد این دو صفت، رشد رویشی بوته‌ها افزایش یافته، بخش عمده‌ای از رطوبت محدود خود را در مرحله رویشی مصرف می‌کند و در نتیجه گیاه در مرحله زایشی با مشکل محدودیت آب روبرو می‌شود و عملکرد نهایی کاهش می‌یابد. این ارتباط منفی با عملکرد در حالی است که در تحقیقی (Meena et al., 2010) تحت شرایط نرمال رطوبتی، مشخص شد که عملکرد دانه با صفت تعداد شاخه‌های فرعی در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین بر اساس مطالعه Acikgoz & Acikgoz, (1994) عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفت تعداد شاخه‌های فرعی داشت.

تعداد شاخه‌های اصلی

نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد شاخه اصلی (جدول ۳) نشان داد که لاین‌های ۶ و ۳ کمترین و لاین‌های ۱۷ و ۱۸ بیشترین تعداد این صفت را دارا بودند. این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد دانه در لاین‌های گروه اول نسبت به گروه دوم بیشتر است، به‌طوری‌که شاید بتوان اظهار داشت که افزایش این صفت در شرایط تنش رطوبتی، باعث افزایش رشد رویشی و کاهش سهم مرحله زایشی از رطوبت محدود و در نتیجه تقلیل اجزای نهایی عملکرد و خود عملکرد دانه خواهد شد. نتایج همبستگی فنوتیپی این صفت با سایر صفات (جدول ۴) نشان داد که باوجود این که صفت تعداد شاخه‌های اصلی با صفات تعداد شاخه فرعی و شاخص برداشت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری می‌باشد، ولی با صفات تعداد بذر در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه ($r=0.44^*$) و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی منفی و معنی‌داری دارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف در ۲۰ ژنوتیپ نخود

Table 2. Results of analysis of variance for different traits in 20 genotypes of chickpea

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات صفات Mean of squares of traits						وزن صد دانه 100-kernel weight
		محتوای آب نسبی Relative water content	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches	تعداد شاخه‌های اصلی Number of main branches	تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	ارتفاع بوته Plant height	
بلوک Block	2	6.31 ^{ns}	38.43 ^{**}	1.28 ^{**}	18.47 ^{**}	40.14 ^{**}	65.93 ^{**}	4.81 [*]
ژنوتیپ Genotype	19	25.23 ^{**}	3.66 ^{**}	0.21 ^{**}	18.68 ^{**}	18.59 [*]	20.98 ^{**}	236.81 ^{**}
خطا Error	38	11.57	1.73	0.11	9.02	10.07	9.18	2.65
ضریب تغییرات Coefficient of variation		11.64	17.07	17.47	16.78	19.62	13.24	5.27

*, **, ns: به ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

*, **, and ns indicate significant at 5%, 1% probability levels and non-significant respectively.

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف در ۲۰ ژنوتیپ نخود
Continue Table 2. Results of analysis of variance for different traits in 20 genotypes of chickpea

میانگین مربعات صفات Mean of square of traits							
منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom	شاخص برداشت Harvest index	زیست توده Biomass	عملکرد دانه Grain yield	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to 50% podding	روز تا گلدهی Days to flowering
بلوک Block	2	169.95**	1274.54*	18.94 ^{ns}	3.35 ^{ns}	0.35 ^{ns}	1.05 ^{ns}
ژنوتیپ Genotype	19	19.12*	2181.22**	334.19**	9.93*	3.28**	6.18*
خطا Error	38	9.03	434.23	67.84	5.06	1.04	3.014
ضریب تغییرات Coefficient of variation		7.38	15.89	13.52	2.81	1.92	3.79

*, **, ns: به ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

*, **, ns indicate significant at 5%, 1% probability levels and non-significant respectively.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین برای صفات مختلف در ۲۰ ژنوتیپ نخود
Table 3. Results of mean comparison for different traits in 20 genotypes of chickpea

ژنوتیپ Genotype	محتوای نسبی آب Relative water content	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub- branches	تعداد شاخه‌های اصلی Number of main- branches	تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	ارتفاع بوته Plant height	وزن صد دانه 100-kernel weight
1	21.66 ^C	7.33 ^{A-F}	1.73 ^{B-D}	18.67 ^{A-E}	16.40 ^{A-C}	24.13 ^{A-E}	33.66 ^D
2	29.33 ^{AB}	7.53 ^{A-F}	2.06 ^{A-C}	17.06 ^{A-E}	16.53 ^{A-C}	21.86 ^{B-E}	34.66 ^{CD}
3	32.33 ^{AB}	7.20 ^{A-F}	1.53 ^{CD}	21.73 ^{AB}	21.60 ^A	24.06 ^{A-E}	40 ^{AB}
4	28.33 ^{AB}	9.06 ^{A-D}	2.06 ^{A-C}	15.73 ^{C-E}	15.60 ^{A-C}	25.86 ^{A-C}	40.66 ^A
5	31.33 ^{AB}	5.96 ^F	2.06 ^{A-C}	17.66 ^{A-E}	16.73 ^{A-C}	22.06 ^{B-E}	39 ^{AB}
6	29 ^{AB}	7.06 ^{A-F}	1.33 ^D	22.46 ^A	21.93 ^A	26.26 ^{AB}	40 ^{AB}
7	30.33 ^{AB}	6.73 ^{B-F}	1.93 ^{A-D}	14.86 ^{C-E}	16.46 ^{A-C}	22.86 ^{B-E}	33.33 ^D
8	31.66 ^{AB}	7.60 ^{A-F}	2.20 ^{A-C}	14.40 ^{DE}	14.46 ^{BC}	22.06 ^{B-E}	39.33 ^{AB}
9	26.33 ^{BC}	9.40 ^A	1.93 ^{A-D}	20.04 ^{A-E}	21.53 ^A	25.23 ^{A-D}	38 ^{AB}
10	30.66 ^{AB}	8 ^{A-F}	2.13 ^{A-C}	19.20 ^{A-E}	18.93 ^{A-C}	29.13 ^A	37.66 ^{AB}
11	26 ^{BC}	6.66 ^{C-F}	1.60 ^{B-D}	17.80 ^{A-E}	17.40 ^{A-C}	25 ^{A-D}	37.33 ^{BC}
12	27 ^{A-C}	8.86 ^{A-E}	1.93 ^{A-D}	14.20 ^E	16.06 ^{A-C}	24.53 ^{A-E}	39.33 ^{AB}
13	33.66 ^A	7.93 ^{A-F}	2.13 ^{A-C}	20.80 ^{A-C}	20.33 ^{AB}	21.40 ^{B-E}	21.66 ^E
14	31.66 ^{AB}	6.33 ^{EF}	1.73 ^{B-D}	15.66 ^{C-E}	15.66 ^{A-C}	18.80 ^E	18.33 ^F
15	29.66 ^{AB}	7.86 ^{A-F}	1.86 ^{A-D}	19.53 ^{A-E}	17.66 ^{A-C}	19.73 ^{DE}	21.33 ^E
16	28 ^{A-C}	6.46 ^{D-F}	1.73 ^{B-D}	16.06 ^{B-E}	15.73 ^{A-C}	20.60 ^{B-E}	21.66 ^E
17	26 ^{BC}	9.20 ^{A-C}	2.46 ^A	16.13 ^{B-E}	13.20 ^C	20.93 ^{B-E}	19.66 ^{EF}
18	29 ^{AB}	9.30 ^{AB}	2.26 ^A	15.26 ^{C-F}	15.13 ^{A-C}	23.33 ^{A-E}	20.66 ^{EF}
19	33.33 ^A	6.66 ^{C-F}	1.80 ^{B-D}	20.26 ^{A-D}	19.73 ^{A-C}	19.86 ^{CD}	22.33 ^E
20	29 ^{AB}	9 ^{A-D}	1.80 ^{B-D}	18.67 ^{A-E}	18.33 ^{A-C}	20 ^{C-E}	19.33 ^{EF}

حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05).

گیاه می‌شود (Slafer, 1994). این در حالی است که (2010) Meena *et al*, اظهار کردند که عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه اصلی در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری می‌باشد که البته در تحقیق فوق شدت تنش رطوبتی کمتر از تنش تحقیق حاضر بوده است و شاید این دلیل متفاوت بودن نتیجه حاصله باشد.

در واقع همان‌طور که نتیجه همبستگی (جدول ۴) نشان داد، افزایش بیش از حد تعداد شاخه‌های فرعی و اصلی در بوته تحت شرایط دیم، که دارای محدودیت رطوبتی است، مطلوب نیست، به‌طوری‌که باعث ایجاد کانوپی بیشتر و رشد رویشی بیشتر در گیاه می‌شود. از طرفی دیگر، چون گیاه در شرایط محدود رطوبتی قرار دارد، در مراحل حساس زایشی با مشکل محدودیت رطوبتی مواجه شده و باعث کاهش عملکرد دانه در

ادامه جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین برای صفات مختلف در ۲۰ ژنوتیپ نخود

Continue Table 3. Results of mean comparison for different traits in 20 genotypes of chickpea

ژنوتیپ	شاخص برداشت	زیست توده	عملکرد دانه	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی	روز تا گلدهی
Genotype	Harvest index	Biomass	Grain yield	Days to physiological maturity	Days to 50% podding	Days to flowering
1	44.88 ^{BC}	89.50 ^F	40 ^G	83.66 ^{AB}	63 ^{AB}	47.33 ^{A-C}
2	49.59 ^{A-C}	95.50 ^{EF}	47.50 ^{E-G}	84.33 ^{AB}	63.66 ^{AB}	48.66 ^{A-C}
3	42.93 ^C	181 ^A	77.66 ^A	86.33 ^{AB}	61.66 ^{BC}	47.33 ^{A-C}
4	51.88 ^{AB}	113.67 ^{C-F}	59 ^{B-F}	82.66 ^B	64.33 ^A	51 ^A
5	47.99 ^{A-C}	127.33 ^{B-E}	60.66 ^{A-E}	83.66 ^{AB}	62 ^{A-C}	50.66 ^{AB}
6	43.82 ^C	174.67 ^A	75.66 ^{AB}	85 ^{AB}	62.66 ^{A-C}	46.33 ^C
7	49.46 ^{A-C}	96 ^{EF}	47 ^{E-G}	87 ^{AB}	63.66 ^{AB}	49.33 ^{A-C}
8	44.98 ^{BC}	110 ^{C-F}	49.33 ^{D-G}	82.66 ^B	63.66 ^{AB}	51 ^A
9	44.26 ^{BC}	152.67 ^{A-C}	67 ^{A-D}	85 ^{AB}	63 ^{AB}	49.66 ^{ABC}
10	46.50 ^{A-C}	154 ^{A-C}	71.50 ^{AB}	85 ^{AB}	61.33 ^{BC}	49 ^{A-C}
11	44.93 ^{BC}	143.33 ^{A-D}	63 ^{A-E}	84.66 ^{AB}	63.66 ^{AB}	47 ^{BC}
12	48.98 ^{A-C}	125.50 ^{B-E}	61 ^{A-E}	83.66 ^{AB}	60.33 ^C	49.33 ^{A-C}
13	46.51 ^{A-C}	168.20 ^{AB}	78 ^A	83 ^B	63.33 ^{AB}	48.33 ^{A-C}
14	46.85 ^{A-C}	114 ^{C-E}	53.33 ^{C-G}	88 ^A	63 ^{AB}	49.66 ^{A-C}
15	47.32 ^{A-C}	127.67 ^{B-E}	60.67 ^{A-E}	82.66 ^B	61.66 ^{BC}	48.33 ^{A-C}
16	47.16 ^{A-C}	137.50 ^{A-E}	64.50 ^{A-E}	85.33 ^{AB}	61.66 ^{BC}	48.33 ^{A-C}
17	49.41 ^{A-C}	87.67 ^F	43 ^{FG}	83.66 ^{AB}	62.66 ^{ABC}	47 ^{BC}
18	47.93 ^{A-C}	105 ^{DF}	50 ^{D-G}	82.33 ^B	62.66 ^{ABC}	48.33 ^{A-C}
19	52.79 ^A	146 ^{A-D}	77 ^A	85.33 ^{AB}	61.33 ^{BC}	48.66 ^{A-C}
20	45.14 ^{BC}	152.33 ^{A-C}	68 ^{A-C}	84 ^{AB}	63 ^{AB}	48.66 ^{A-C}

حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی دار می باشد.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different ($P < 0.05$).

تعداد بذر در بوته

طبق نتایج (جدول ۳) مشخص شد که لاین‌های ۱۲ و ۸ کمترین و لاین‌های شماره ۶ و ۳ بیشترین تعداد بذر در بوته را دارا بودند. نتایج حاصله (جدول ۴) بیانگر این است که این صفت با صفات تعداد غلاف، زیست توده و عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی داری ($r = 0.77^{**}$) و با صفت روز تا گلدهی همبستگی منفی معنی دار ($r = 0.50^{**}$) داشت. طبق نتایج (Mardi et al, 2003) دو صفت وزن بذر با غلاف و تعداد بذر در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند و به عنوان اجزای عملکرد معرفی شدند. بر اساس مطالعه Acikgoz & Acikgoz (1994) عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه‌های ثانویه داشت.

تعداد غلاف در بوته

با توجه به نتایج (جدول ۳) مشخص گردید که لاین‌های شماره ۱۷ و ۸ کمترین تعداد و لاین‌های شماره ۶ و ۳ بیشترین تعداد این صفت را دارا بودند. بر اساس نتایج همبستگی (جدول ۴) مشاهده گردید که این صفت با صفات تعداد بذر، زیست توده و عملکرد دانه ($r = 0.82^{**}$) دارای همبستگی مثبت و معنی دار بود که این بیانگر این است که افزایش این صفت منجر به افزایش عملکرد دانه می گردد. از طرفی این صفت، با صفات تعداد شاخه اصلی و شاخص برداشت

دارای همبستگی منفی و معنی داری به ترتیب در سطح یک و پنج درصد می باشد. (Sandu et al, 1991) تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و وزن صد دانه را به عنوان اجزای عملکرد در نخود تیپ دسی معرفی کردند. همچنین (1991) Viakumar et al, همبستگی بالا و معنی داری را بین عملکرد دانه و طول غلاف گزارش کردند. بر اساس مطالعه Acikgoz & Acikgoz (1994) عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با تعداد غلاف در بوته داشت.

ارتفاع بوته

نتایج (جدول ۳) بیانگر این بود که لاین‌های ۱۴ و ۱۵ دارای کمترین و لاین‌های شماره ۱۰ و ۶ دارای بیشترین مقدار برای صفت مذکور می باشند. نتایج همبستگی فنوتیپی (جدول ۴) حاکی از آن است که بین ارتفاع بوته و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی داری در سطح یک درصد وجود دارد ($r = 0.75^{**}$)، ولی با توجه به عدم همبستگی معنی دار این دو صفت با عملکرد دانه، بنابراین می توان نتیجه گرفت که هرچند افزایش ارتفاع بوته در شرایط نرمال رطوبتی ممکن است موجب افزایش دریافت نور بیشتر و در نتیجه منجر به فتوسنتز بیشتر، مواد پرورده بیشتر و ذخیره آن در ساقه و در نتیجه انتقال مجدد بیشتر و عملکرد دانه بیشتری گردد (Viakumar et al., 1991)، ولی نتایج حاصله از این تحقیق (جدول ۳ و ۴) نشان داد که افزایش این صفت تحت شرایط دیم باعث افزایش

بایستی مبتنی بر انتخاب بوته‌های پاکوتاه با تعداد غلاف در بوته بیشتر و تعداد بذر در بوته بیشتر باشد.

معنی‌دار عملکرد دانه نمی‌شود، به‌طوری‌که Phadnis *et al*, (1970) و Acikgoz & Acikgoz (1994) با به‌دست آوردن نتایج مشابه ابراز داشتند که اصلاح برای افزایش عملکرد دانه

جدول ۴- همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در ۲۰ ژنوتیپ نخود

Table 4. Phenotypic correlation of different traits in 20 genotypes of chickpea

صفات	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
محتوای آب نسبی (X ₁) Relative water content	1												
تعداد شاخه‌های فرعی (X ₂) Number of sub-branches	0.31 ^{ns}	1											
تعداد شاخه‌های اصلی (X ₃) Number of main branches	0.06 ^{ns}	0.49*	1										
تعداد بذر در بوته (X ₄) Number of seed per plant	0.18 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.50*	1									
تعداد غلاف در بوته (X ₅) Number of pod per plant	0.28 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.57**	0.89**	1								
ارتفاع بوته (X ₆) Plant height	-0.28 ^{ns}	0.23 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.30 ^{ns}	1							
وزن صد دانه (X ₇) 100-kernel weight	-0.14 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.75**	1						
شاخص برداشت (X ₈) Harvest index	-0.15 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	-0.45*	0.42*	-0.43*	0.24 ^{ns}	0.22 ^{ns}	1					
زیست‌توده (X ₉) Biomass	0.40*	-0.10 ^{ns}	-0.53**	0.75**	0.86**	0.24 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.47*	1				
عملکرد دانه (X ₁₀) Grain yield	0.50*	-0.10 ^{ns}	-0.44*	0.70**	0.82**	0.17 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.96**	1			
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (X ₁₁) Days to maturity	0.20 ^{ns}	-0.53**	-0.51**	0.11 ^{ns}	0.27 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.12 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	0.16 ^{ns}	1		
روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی (X ₁₂) Days to 50% podding	-0.13 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.15 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	-0.34 ^{ns}	-0.40*	-0.11 ^{ns}	1	
روز تا گل‌دهی (X ₁₃) Days to flowering	0.32 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.42*	-0.50*	-0.29 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.21 ^{ns}	-0.35 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.15 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	0.16 ^{ns}	1

ns، * و ** به ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

ns, * and ** indicate significant at 5%, 1% probability levels and non-significant respectively.

می‌باشد. Singh *et al*, (1990) اظهار نمودند که عملکرد تحت اثر مستقیم صفات زیست‌توده، تعداد بذر در بوته و وزن صد دانه قرار دارد. وزن صد دانه هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه یا صفات دیگر نشان نداد (Acikgoz & Acikgoz, 1994).

شاخص برداشت

نتایج مقایسه میانگین شاخص برداشت (جدول ۳) نشان داد که لاین‌های شماره ۳ و ۶ دارای کمترین و لاین‌های شماره ۱۹ و ۴ دارای بیشترین مقادیر برای صفت مذکور می‌باشند. همبستگی فنوتیپی (جدول ۴) نشان داد که این صفت با تعداد بذر، تعداد غلاف، زیست‌توده و عملکرد دانه

وزن صد دانه

با بررسی نتایج جدول مقایسه میانگین برای صفت وزن صد دانه (جدول ۳)، لاین‌های ۱۴ و ۱۷ کمترین و لاین‌های شماره ۴ و ۳ بیشترین مقادیر وزن صد دانه را داشتند. شاید دلیل کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی به‌واسطه کاهش صفت وزن صد دانه، به دلیل محدودیت مواد فتوسنتزی است که در زمان بروز تنش رطوبتی رخ می‌دهد. این عامل باعث می‌شود که وزن صد دانه به حد پتانسیل باقوه خود نرسد و به عبارتی دیگر رقابت دانه‌های موجود در غلاف برای مواد فتوسنتزی محدود باعث کاهش وزن صد دانه می‌گردد. بر اساس نتایج جدول همبستگی مشخص گردید که این صفت با صفت ارتفاع بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری

نمود. عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، زیست‌توده و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی، همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (Meena et al., 2010).

روز تا رسیدگی فیزیولوژیک

برای صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیک لاین‌های شماره ۱۸، ۴ و لاین‌های شماره ۱۴ و ۱۹ به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقادیر بودند (جدول ۳). نتایج آزمایشات نشان داد که بین عملکرد دانه و تعداد روز تا رسیدگی و گلدهی، همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد (Yousefi et al., 1997). ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی رشد رویشی خود را سریع سپری کرده، زودتر به مرحله زایشی برسند، بر اساس مکانیزم فرار از تنش، عملکرد بالایی خواهند داشت (Singh & Saxena, 1999).

روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی

مطابق جدول ۲، لاین‌های شماره ۱۲ و ۱۹ به ترتیب دارای کمترین و لاین‌های شماره ۴ و ۲ دارای بیشترین مقدار صفت روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی بودند. نتایج همبستگی بیانگر همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0.40^*$) این صفت با عملکرد دانه بود. در واقع روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی بیانگر طول دوره فنولوژیک است که افزایش طول دوره فنولوژیک تحت شرایط تنش رطوبتی مطلوب نیست و باعث محدودیت در دوره زایشی و کاهش عملکرد می‌شود.

روز تا گلدهی

مقایسه میانگین صفت روز تا گلدهی (جدول ۳) نشان داد که لاین‌های شماره ۶ و ۱۷ دارای کمترین و لاین‌های شماره ۴، ۵ و ۸ دارای بیشترین مقدار بودند. همبستگی فنوتیپی عملکرد دانه با تعداد روز تا روز کاشت تا گلدهی منفی و معنی‌دار بود. به‌طور کلی، ارقامی از نخود که فاصله زمانی جوانه‌زنی تا گلدهی آن‌ها طولانی‌تر است، با تنش خشکی انتهای فصل مواجه شده، تعداد غلاف و دانه کمتری در واحد بوته تولید می‌کنند (Singh et al., 1990).

نتایج مقایسات گروهی^۱

نتایج مقایسه گروهی اول، یعنی مقایسه بین میانگین دو گروه نخودهای تیپ کابلی (ژنوتیپ‌های شماره ۱ تا ۱۳،

دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0.21^*$) و با صفت تعداد شاخه اصلی همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد دارد. (Ozdemir (1996) همبستگی‌های مثبت و قوی عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه و شاخص برداشت را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه کرد.

زیست‌توده

لاین‌های شماره ۱۷ و ۱ کمترین و لاین‌های شماره ۳ و ۶ بیشترین مقدار زیست‌توده را داشتند (جدول ۳). کمبود آب قابل‌دسترس سبب کاهش چشمگیر در عملکرد زیست‌توده می‌گردد و از طرفی آبیاری تکمیلی اراضی دیم اثر مستقیم و مثبت در افزایش شاخص برداشت و افزایش تولید دانه دارد. نتایج (جدول ۴) حاکی از این است که همبستگی زیست‌توده با صفات عملکرد دانه، تعداد بذر در بوته و تعداد غلاف در بوته مثبت و معنی‌دار و با تعداد شاخه اصلی و شاخص برداشت همبستگی منفی معنی‌داری می‌باشد. زیست‌توده بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0.92^{**}$) را با عملکرد دانه داشت. در واقع در هنگام برداشت نخود چون بوته تقریباً خشک شده است و در هنگام برداشت بیشتر برگ‌ها می‌ریزد، پس بخش اصلی وزن زیست‌توده مربوط به وزن دانه است و به چنین دلیلی همبستگی مثبت و بالایی بین زیست‌توده و عملکرد دانه وجود خواهد داشت. (Yousefi et al., 1997) مطالعه ۲۰ رقم نخود تیپ دسی اظهار داشتند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد شاخه‌های اولیه، وزن صد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت وجود دارد.

عملکرد دانه

کمترین عملکرد دانه مربوط به لاین‌های شماره ۱، ۱۷ و ۷ و بیشترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به لاین‌های شماره ۱۳، ۳ و ۱۹ بود. جدول همبستگی (جدول ۴) نشان داد که این صفت با صفات زیست‌توده، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و محتوای آب نسبی دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت تعداد شاخه اصلی ($r = 0.44^*$) همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها و همبستگی مشخص شد که صفاتی مانند محتوای آب نسبی، تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت و تعداد شاخه اصلی بر عملکرد دانه تأثیرگذار بودند، باعث تغییر عملکرد دانه شده‌اند. در واقع لاین‌هایی که دارای عملکرد بالایی بودند، این افزایش عملکرد تحت تأثیر صفاتی همچون محتوای آب نسبی، تعداد غلاف و زیست‌توده است. بنابراین این صفات را می‌توان به‌عنوان معیارهای مؤثر در گزینش در شرایط گرم و خشک پیشنهاد

^۱ Orthogonal comparisons

تفاوت بین میانگین گروه کابلی و شاهد اول (رقم جم) برای صفت محتوای آب نسبی در سطح پنج درصد و برای صفات وزن صد دانه، زیست توده و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار بود. در مقایسه سوم نیز تفاوت بین میانگین گروه دسی و شاهد دوم (رقم پیروز) فقط برای دو صفت زیست توده و عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی دار بود. بر اساس نتایج فوق چنین استنباط می شود که وجود تفاوت بین میانگین هر دو گروه با شاهدهای مربوطه برای عملکرد دانه، بیانگر وجود تنوع درون گروهی مناسب نخودهای کابلی و دسی به صورت جداگانه در مقایسه با شاهد مربوطه می باشد که می توان از این تنوع در برنامه های به نژادی آتی استفاده کرد.

جدول ۱) و تیپ دسی (ژنوتیپ های شماره ۱۴ تا ۲۰، جدول ۱)، (جدول ۵) نشان داد که دو گروه فوق فقط از نظر دو صفت ارتفاع بوته و وزن صد دانه دارای تفاوت معنی دار آماری ($p < 0.01$) بودند و میانگین دو گروه فوق از نظر صفت مهم عملکرد دانه تفاوت معنی دار نداشتند که این بیانگر این است که در کل تفاوت بین ژنوتیپ ها از نظر صفات مختلف (جدول ۲) وابسته به نوع و تیپ (کابلی و دسی) ژنوتیپ ها نبوده، مقایسه همزمان این دو تیپ مطلوب می باشد. در تحقیقی (Khanizad & Kanouni, 2006) نتایج مقایسه گروهی نشان داد که ژنوتیپ های تیپ کابلی و دسی دارای تفاوت معنی داری برای بیشتر صفات بودند. نتایج مقایسه دوم، یعنی مقایسه ژنوتیپ های کابلی با شاهد مربوطه (جدول ۵) بیانگر این بود که

جدول ۵- مقایسه گروهی بین دو گروه نخودهای کابلی و دسی (مقایسه اول)، گروه کابلی با شاهد اول (مقایسه دوم) و گروه دسی با شاهد دوم (مقایسه سوم) برای صفات مختلف

Table 5. Orthogonal comarision between two checkpea Kabuli and Desi groups (first comparision), Kabuli group with first control (second comparision) and Desi group with second control (theird comparision) for different traits

صفات Traits	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات صفات Mean of squares of traits		
		مقایسه اول First comparision	مقایسه دوم Second comparision	مقایسه سوم Third comparision
محتوای آب نسبی Relative water content	1	10.70 ^{ns}	69.23 [*]	0.96 ^{ns}
تعداد شاخه های فرعی Number of sub-branches	1	0.0075 ^{ns}	0.27 ^{ns}	4.72 ^{ns}
تعداد شاخه های اصلی Number of main branches	1	0.12 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.08 ^{ns}
تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	1	5.33 ^{ns}	24.55 ^{ns}	4.42 ^{ns}
تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	1	31.36 ^{ns}	17.69 ^{ns}	11.82 ^{ns}
ارتفاع بوته Plant height	1	180.7 ^{**}	25.34 ^{ns}	0.76 ^{ns}
وزن صد دانه 100-kernel weight	1	3524.89 ^{**}	716.32 ^{**}	4.19 ^{ns}
شاخص برداشت Harvest index	1	28.80 ^{ns}	6.91 ^{ns}	21.89 ^{ns}
زیست توده Biomass	1	1003.92 ^{ns}	3409.81 ^{**}	2475.26 [*]
عملکرد دانه Grain yield	1	34.45 ^{ns}	590.06 ^{**}	250.83 [*]
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity	1	0.08 ^{ns}	6 ^{ns}	0.79 ^{ns}
روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی Days to 50% podding	1	3.7 ^{ns}	1.03 ^{ns}	1.78 ^{ns}
روز تا گلدهی Days to flowering	1	3 ^{ns}	0.85 ^{ns}	0.19 ^{ns}

*, **, ns: به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطح آماری پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی داری می باشد.

*, **, and ns indicate significant at 5%, 1% probability levels and non-significant respectively.

نتایج رگرسیون گام به گام

نتایج (جدول ۶) نشان داد که به ترتیب سه صفت زیست توده، شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته، به عنوان مهم ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه، با ضریب رگرسیونی مثبت وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۹۸/۷۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. این موارد، با نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) و تجزیه همبستگی (جدول ۴) هم مطابقت داشتند. بر اساس نتایج حاصله در این پژوهش، می توان انتظار داشت که برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی، انتخاب لاین‌هایی با مقادیر بالایی از صفات مذکور، مطلوب و مؤثر خواهد بود. در تحقیقی (Pouresmael *et al.*, 2009) مشخص شد که صفات زیست توده، شاخص برداشت و وزن صد دانه به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شده و

بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. (Fayyaz & Talebi, 2009) گزارش کردند که صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، زیست توده و شاخص برداشت، مهم ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه می باشند و می توانند جهت افزایش عملکرد انتخاب گردند. در تحقیق (Chaghamirza *et al.*, 2013) صفات تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، زیست توده و شاخص برداشت مهم ترین صفاتی بودند که وارد مدل رگرسیونی متغیر وابسته (عملکرد دانه) شدند. در پژوهشی دیگر (Nasri *et al.*, 2012) به ترتیب صفات شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته وارد مدل رگرسیونی شدند و بیشترین تأثیر را بر تغییرات عملکرد دانه داشتند.

جدول ۶- نتایج رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه، به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مورد ارزیابی، به عنوان متغیرهای مستقل در ۲۰ ژنوتیپ مختلف نخود

Table 6. The results of stepwise regression for grain yield as the dependent variable and other assessed traits as independent variables in 20 genotypes of chickpea

مراحل رگرسیون گام به گام Step	صفات Traits	عرض از مبدأ Intercept	ضرایب رگرسیونی Regression coefficient			ضریب تبیین تجمعی Cumulative determination coefficient
			X ₁	X ₂	X ₃	
1	زیست توده (X ₁) Biomass	13.42	0.36			83.50**
2	شاخص برداشت (X ₂) Harvest index	-58.11	0.44	1.27		95.56**
3	تعداد غلاف در بوته (X ₃) Number of pod per plant	-55.89	0.41	1.21	0.29	98.73**

** بیانگر معنی دار بودن مدل رگرسیونی در سطح یک درصد می باشد.

** indicates that regression model is significant at 1% probability levels.

نتایج وراثت پذیری، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی

نتایج وراثت پذیری صفات (جدول ۷) نشان داد که بالاترین وراثت پذیری مربوط به صفات وزن صد دانه، زیست توده و عملکرد دانه و کمترین وراثت پذیری مربوط به صفات روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی و تعداد غلاف بوده است. در حقیقت هرچقدر میزان وراثت پذیری برآوردی از طریق امید ریاضی در صفتی بالا باشد، به این مفهوم است که آن صفت بیشتر تحت تأثیر و کنترل عوامل ژنتیکی بوده، تنوع ژنتیکی بالایی را در بین ژنوتیپ‌ها مربوطه دارد. اگرچه وراثت پذیری عمومی به خوبی وراثت پذیری خصوصی نمی تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید، اما بالا بودن میزان آن معرف انتقال نسبی بهتر صفات از والدین به نسل می باشد. مطالعه تنوع ژنتیکی ۲۵ ژنوتیپ نخود زراعی نشان

داد که ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی بالا به ترتیب جهت صفات تعداد نیام در بوته و شاخص برداشت مشاهده گردید که برای بهبود عملکرد از آن‌ها به نحو مفیدی استفاده کردند (Dwevedi & Gaibriyal, 2009).

جهت تعیین میزان تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی موجود در صفات مختلف، اقدام به محاسبه ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی گردید. در کلیه صفات تغییرات فنوتیپی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بود. بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را صفات وزن صد دانه، زیست توده و عملکرد دانه و کمترین ضریب را صفات روز تا رسیدگی، روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی و روز تا گلدهی به خود اختصاص دادند.

جدول ۷- برآورد ضریب تغییرات ژنوتیپی، ضریب تغییرات فنوتیپی و وراثت پذیری عمومی برای صفات مختلف در ۲۰ ژنوتیپ نخود

Table 7. Estimation of GCV, PCV, and broad sense heritability for different traits in 20 genotypes of chickpea

صفات Traits	ضریب تغییرات ژنوتیپی GCV (%)	ضریب تغییرات فنوتیپی PCV (%)	(%) وراثت پذیری عمومی Broad Sense Heritability
محتوای آب نسبی Relative water content	15.83	19.65	64.88
تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches	22.77	28.46	64.06
تعداد شاخه‌های اصلی Number of main branches	21.80	27.87	61.18
تعداد بذر در بوته Number of seed per plant	22.24	27.92	63.47
تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	22.01	29.55	55.51
ارتفاع بوته Plant height	18.50	22.75	66.13
وزن صد دانه 100-kernel weight	49.76	50.02	86.89
شاخص برداشت Harvest index	7.71	10.69	52.12
زیست توده Biomass	34.41	37.91	82.42
عملکرد دانه Grain yield	28.99	32	82.12
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity	2.66	3.87	47.30
روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی Days to 50% podding	2.67	3.29	65.86
روز تا گلدهی Days to flowering	4.13	5.61	54.25

نتایج تجزیه علیت

برای شناسایی ارقام پرمحصول، لازم است صفاتی که دارای رابطه مثبت معنی داری با عملکرد دانه هستند، شناسایی شوند تا با گزینش آن‌ها، نسبت به گردآوری ژن‌های مطلوب در ارقام اصلاح شده اقدام گردد. استفاده از ضرایب همبستگی در تعیین روابط بین صفات گاهی اوقات گمراه کننده است، چراکه گاهی اوقات همبستگی بالای بین دو صفت، نتیجه اثرات غیرمستقیم صفات دیگر می باشد (Ali *et al.*, 2003) که در این حالت متخصصان اصلاح نباتات، از روش تجزیه علیت به عنوان روشی مطلوب برای شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه به طور گسترده استفاده می کنند (Emam & Borjan, 2000).

بر اساس نتایج، صفت زیست توده بیشترین تأثیر مثبت مستقیم را بر روی افزایش عملکرد دانه داشت (جدول ۸). در مرحله بعد، مقدار اثر مستقیم مثبت صفت تعداد غلاف در بوته مثبت و به طور نسبی بالا بود. نتایج حاصله بیانگر این بود که ارقام دارای زیست توده بیشتر، عملکرد دانه بالاتری داشته اند و چون ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با صفات شاخص

برداشت و زیست توده به طور تقریبی برابر با ضریب علیت (اثر مستقیم) بوده است، لذا در این صورت ضریب همبستگی بیان کننده میزان رابطه واقعی بین دو متغیر می باشد و انتخاب مستقیم از طریق این صفات، می تواند در افزایش عملکرد دانه مفید باشد. بنابراین گزینش ارقامی با زیست توده بالا، موجب افزایش عملکرد اقتصادی گیاه خواهد گردید و در صورتی که تنوع مطلوبی در بین ژنوتیپ‌ها داشته باشد، می توان از آن به عنوان شاخصی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد دانه استفاده کرد. در حقیقت چون بخش عمده زیست توده نخود در هنگام برداشت را وزن دانه تشکیل می دهد، پس رابطه مستقیم و مثبت بالایی بین زیست توده و عملکرد دانه وجود خواهد داشت که به عبارتی دیگر زیست توده نماینده خوبی برای عملکرد دانه بوده است. نتایج مشابه با استفاده از ضرایب تجزیه علیت مبنی بر وجود رابطه مثبت، معنی دار و اثرات غیرمستقیم بین عملکرد دانه و شاخص برداشت گزارش شده است (Mohan *et al.*, 1993). صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر غیرمستقیم و مثبت را بر روی مقدار عملکرد دانه از طریق افزایش

Guler *et al*, (2001) گزارش کردند که صفات وزن دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته به ترتیب بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند. (2004) Ciftci *et al*, اظهار داشتند که صفات زیست‌توده، شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته بیشترین اثرات مستقیم مثبت را با عملکرد نهایی داشتند.

زیست‌توده داشت، یعنی تحت شرایط تنش رطوبتی، اگر تعداد غلاف در بوته بیشتر شود، زیست‌توده مفید افزایش می‌یابد که به تبع آن میزان عملکرد دانه هم افزایش خواهد یافت. در گام بعد بیشترین اثر غیرمستقیم مربوط به اثر شاخص برداشت از طریق افزایش زیست‌توده بود (۰/۵۱)، به‌طوری‌که شاخص برداشت از طریق افزایش زیست‌توده که بخش عمده آن وزن دانه است، موجب افزایش مقدار عملکرد دانه خواهد شد.

جدول ۸- نتایج تجزیه مسیر در ۲۰ ژنوتیپ نخود

Table 8. The results of path analysis in 20 genotypes of chickpea

نام صفت Name of trait	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect by			ضریب همبستگی با عملکرد دانه Coefficient of correlation to grain yield
		1	2	3	
زیست‌توده Biomass	1.09		-0.146	0.007	0.96
شاخص برداشت Harvest index	-0.31	0.515		0.003	0.21
تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	0.009	0.944	-0.134		0.82

اثر باقیمانده Error=0.06

نتیجه‌گیری

تعداد شاخه اصلی و فرعی، ارتفاع بوته و صفات فنولوژیکی خیلی مناسب و مطلوب این شرایط نبود. در مجموع طبق نتایج، دو صفت زیست‌توده (البته به دلیل ریزش کاه و کلس در هنگام برداشت، بخش عمده آن را عملکرد دانه تشکیل می‌دهد) و تعداد غلاف در بوته مطلوب‌ترین صفات مرتبط با افزایش عملکرد دانه در شرایط این آزمایش معرفی شدند.

نتیجه کلی این تحقیق بیانگر این بود که لاین‌های امیدبخش دارای تنوع کافی و قابل توجهی از نظر کلیه صفات موردنظر بودند که این نشان‌دهنده مناسب و امیدبخش بودن استفاده از آن‌ها در برنامه‌های آتی به‌نژادی می‌باشد. افزایش صفات زیست‌توده، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و محتوای آب نسبی برگ‌ها مطلوب شرایط دیم و افزایش بی‌رویه

منابع

- Acikgoz, N., and Acikgoz, M. 1994. Path analysis for evaluation of characters affecting yield in chickpeas at different sowing time. Crop Science Congress 2: 121-125.
- Anonymous. 2009. Ministry of Jihad Agriculture. Agriculture Statistical Yearbook of Iran. Volume 1. (In Persian).
- Ali, N., Javidfar, F., Yazdi Elmira, J., and Mirza, M.Y. 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter repseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany 35(2): 167-174.
- Ashraf, M., and Harris P.J.C. 2006. Abiotic stresses plant resistance through breeding and molecular approaches. Published by International Book, Lucknow.
- Ciftci, V., Togay, N., Togay, Y., and Dogan, Y. 2004. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Asian Journal of Plant Sciences 3(5): 632-635.
- Chaghamirza, Sh., Chaghamirza, K., and Mohamadi, R. 2013. Assessing variates and landrace of chickpea (*Cicer arietinum* L.) based on agro-physiological traits under rainfed condition. Iranian Journal of Field Crops Research 11(3): 460-472. (In Persian).
- Dwevedi, K.K., and Gaibriyal, M. 2009. Assessment of genetic diversity of cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.). Asian Journal of Agricultural Sciences 1: 7-8.
- Emam, Y., and Borjan, A.R. 2000. Yield and yield components of two winter wheat cultivars in response to rate and time of foliar application. Journal of Agricultural Science and Technology 2: 263-270.

9. FAO. 2010. FAOSTAT. Available in <http://faostat.fao.org/> [28 May 2010].
10. FAO, 2014. Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy (<http://www.apps.fao.org>).
11. Falconer, D.S., and Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman New York, Fourth Edition. 464 pp.
12. Fayyaz, F., and Talebi, R. 2009. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Agriculture Research 7(1): 135-141. (In Persian with English Summary).
13. Guler, M., Sait Adak, M., and Ulkan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal of Agronomy 14: 161-166.
14. Jahansouz, M., Naghavi, M., and Dolati Tape-Rasht, M. 2004. A Study of relationships between different traits in white and black chickpea. Iranian Journal of Agriculture Science 35(3): 573-579. (In Persian with English Abstract).
15. Kanouni, H. 1998. Assessing Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Germplasm for Resistance to Drought Stress. MSc. Thesis of Faculty of Agriculture of Tabriz University. 107 pp.
16. Kanouni, H., and Malhotra, R.S. 2003. Genetic variation and relationships between traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under dryland conditions. Iranian Journal of Crop Science 5(3): 185-191. (In Persian with English Summary).
17. Khanizad, A., and Kanouni, H. 2006. The comparison of the resistance of 16 Desi and Kabuli chickpea cultivars to *Chloridea viriplaca* using pheno-morphological traits. Agriculture Science 16(1): 61-72. (In Persian).
18. Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Upadhyaya, H.D., Gowda, C.L.L., Gaur, P.M., Singh, S., Purushothaman, R., and Varshney, R.K. 2013. Partitioning coefficient-a trait that contributes to drought tolerance in chickpea. Field Crops Research 149: 354-365.
19. Kamel, M., and Moradi, P. 2008. Determination of traits effective on seed yield of 36 lines of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in northwest provinces of Iran in dryland conditions. Seed and Plant Improvement Journal 24(2): 347-361. (In Persian).
20. Matin, M.A., Brown, J.H., and Ferguson, H. 1989. Leaf water potential, relative water content, and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. Agronomy Journal 81: 100-105.
21. Mardi, M., Talei, A., and Omidi, M. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components in Desi chickpea. Iranian Journal of Agriculture Science 34(2): 345-351. (In Persian with English Summary).
22. Mansourfar, K. 2013. Advanced Statistical Methods. Tehran University Press. Pp: 460.
23. Mohammadali-Pouryamchi, H., Bihamta, M.R., Peighambari, S.A., and Naghavi, M.R. 2012. Effect of terminal drought stress on grain yield and yield components in Kabuli chickpea genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 14(3): 202-217. (In Persian with English Summary).
24. Mohan, D.S.R., Harbir, S., Khola, O.P.S., and Singh, H. 1993. Correlation and path analysis in late sowed bread wheat cultivares, WH-291. Field Crop Resource 6(1): 72-77.
25. Meena, H.P., Kumar, J., Upadhyaya, H.D., Bharadwaj, C., Chauhan, S.K., Verma, A.K., and Rizvi, A.H. 2010. Chickpea mini core germplasm collection as rich sources of diversity for crop improvement. SAT Electronic Journal 8: 1-5.
26. Nasri, R., Heydari-Moghadam, A., Siadat, A., Paknezhad, F., and Sadeghi-Shoja, M. 2012. Path analysis of traits correlation and supplemental irrigation on yield and yield components of chickpea in Ilam. Journal of Agronomy and Plant Breeding 8(2): 161-172. (In Persian).
27. Ozdemir, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter 3: 9-21.
28. Padi, F.K. 2003. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in pigeonpea. Pakistan Journal of Biology Science 6(19): 1689-1694.
29. Phadnis, B.A., Ekbote, A.P., and Ainchwars, S. 1970. Path coefficient analysis in gram (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal Agricultural Science 40: 1013-1016.
30. Pouresmael, M., Akbari, M., Vaezi, Sh., and Shahmoradi, Sh. 2009. Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection. Iranian Journal of Agriculture Science 11(4): 307-324. (In Persian with English Summary).
31. Saman, M., Sepehri, A., Ahmadvand, G., and Sabbaghpour, S.H. 2010. Season final drought stress effects on yield and yield component on five chickpea genotypes. Iranian Journal of Agriculture Science 41(2): 259-269. (In Persian with English Summary).

32. Sabaghpour, S.S., Pezeshkpour, P., Sarparast, R., Saeid, A., Safi-Khani, M., Hashembeygi, A., and Karami, I. 2010. Study of grain yield stability in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in autumn planting in dryland conditions. Seed and Plant Improvement Journal 1(26): 173-191. (In Persian).
33. Saleem, M., Nadeertahir, M.H., Kabir, R., Javid, M., and Kashif, S.h. 2002. Interrelationships and path analysis of yield attributes in chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Agriculture and Biology 4: 404-406.
34. Sandhu, T.S., Gumber, R.K., and Bhatia, R.S. 1991. Path analysis in chickpea. Journal of Research Punjab Agricultural University 28(1): 1-4.
35. Slafer, G.A. 1994. Genetic Improvement of Field Crops. 470 pp.
36. Singh, K.B., Bejiga, G., and Malhorta, R.S. 1990. Association of some characters with seed yield in chickpea collection. Euphytica 49(1): 83- 88.
37. Siddique, K.H.M., Tennant, D., Perry, M.W., and Belford, R.K. 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a mediterranean-type environment. Australian Journal of Agricultural Research 41: 431-439.
38. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1999. Chickpeas. Macmillan Education LTD, London and Bisigtone.
39. Viakumar, C., Salmath, P.M., Goud, J.V., and Parameshw, R. 1991. Genetic variability and genotype environment interaction in chickpea. Journal of Maharashtra Agricultural University 16(1): 37-39.
40. Yousefi, B., Kazemi Arbat, H., Rahimzade Khoei, F., and Moghadam, M. 1997. Study chickpea varieties in two moisture levels and path analysis of agronomic traits. Iranian Journal of Agriculture Science 28(4): 147-162. (In Persian with English Summary).
41. Zinali, H., Naser-Abadi, E., Hossein-zadeh, H., Chugan, R., and M, Sabokdast, M. 2004. Factor analysis on hybrid of cultivar grain maize. Iranian Journal of Agriculture Science 36(4): 895-902. (In Persian with English Summary).

Assessing genetic diversity and heritability of effective traits on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed condition

Moosavi^{1*}, S.S., Abdollahi¹, M.R., Kian Ersi², F. & Ahmadi Dehrashid³, D.

1-Respectively, Assistant and Associated Professor of Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2- Ph.D Student of Plant Breeding (Molecular Genetics), Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3- MSc. Student of Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: 21 June 2014
Accepted: 13 February 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.47588

Introduction

Drought stress is one of the most important abiotic stresses in the world. Chickpea play very important role for human life in the developing countries. Kanouni and Malhotra (2003) mentioned that the traits of pod number per plant, sub-branches per plant, biomass and harvest index had positive and significant and the phonological traits showed a negative and significant correlation with grain yield. In a research (Fayyaz & Talebi, 2009), the traits of number of pod and number of seed per plant were proposed as the most important traits for yield increasing in chickpea. Saleem et al., (2002) reported that the chickpea genotypes were significantly difference for the majority of traits. In a research the traits of seed weight per pod and seed number per plant had the maximum direct effect on grain yield. Stepwise regression showed that the traits of biomass, harvest index and 100-kernel weight had the great effect on chickpea grain yield, so that the traits explained main part of yield variance. Identifying the most effective traits on chickpea grain yield was the main objective of the current research.

Materials & Methods

In order to identify the most important and effective traits on grain yield this experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in 20 chickpea promising lines under moisture stress condition in 2011-2012. The experiment was conducted in agricultural and natural resources research of Kurdistan under normal moisture condition. The traits of day to 50 percent flowering, day to 50 percent podding, day to maturity, relative water content, number of sub-branches, number of main-branches, seed number per plant, pod number per plant, plant height, 100- kernel weight, grain yield, harvest index and biomass were measured. The analysis of variance, mean comparison, correlation analysis, stepwise regression analysis, path analysis was used for identifying the best genotypes and traits in the current experiment. According to the traits expected value, phenotypic coefficient variation, genotypic coefficient variation and broad sense heritability were estimated for all traits.

Results & Discussion

ANOVA results showed that the lines were significantly different for all traits. The above result indicated high genetic diversity for the lines. Mean compression results showed that the lines number 1, 17 and 7 had the minimum and the lines number 13, 3 and 19 had the maximum grain yield. General results indicated that the suitable lines with high grain yield had a maximum amount of biomass, pod number per plant, seed number per plant and RWC and had a minimum amount of main branch number per plant. The result showed a positive significant correlation between RWC, seed number, pod number, harvest index, biomass and grain yield. The correlation for grain yield and number of main branch per plant was significantly negative. The results of stepwise regression showed that the traits of harvest index, biological

* Corresponding Author: s.moosavi@basu.ac.ir; Mobile: 09188526940

yield and pod number per plant were the most effective traits on wheat yield respectively under current research condition. The maximum and minimum broad sense heritability were recorded for the traits of 100-kernel weight, biomass and grain yield, days to physiological maturity, days to flowering and pod number per plant, respectively. Results of path analysis showed that the traits of biomass and pod number per plant had maximum direct and indirect positive effects on grain yield. The results of orthogonal comparison showed that Kabuli and Dasi Groups were significantly difference for plant height and 100-kernel weight.

Conclusion

Identifying and detection of the traits with high correlation with the traits of grain yield is a suitable strategy for indirect selection of grain yield. In this way, using of simple and multivariate statistical method can be useful and suitable method. According to the results, the traits of biomass and pod number per plant were recognized as the best suitable traits for indirect grain yield selection.

Key words: Chickpea, Orthogonal comparison, Path analysis, Phenotypic correlation, Stepwise regression

پژوهش‌های حوالبات ایران

دوفضلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

مشخصات داوران جلد ۸ شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۶، شماره پیاپی: ۱۵

(به ترتیب حروف الفبا)

دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	اسدی	قربانعلی	دکتر
مجتمع آموزش عالی گناباد	اسماعیلیان	یاسر	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی	افکاری سیاح	امیرحسین	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	امامی	حجت	دکتر
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	ایزدی	ابراهیم	دکتر
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	آزادبخت	محسن	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد	بیابانی	عباس	دکتر
دانشکده آزاد شیروان	تاتاری	مریم	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	تقی زاده	مسعود	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند	جامی‌الأحمدی	مجید	دکتر
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی	جلینی	محمد	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	حاج‌محمدنیا قالیباف	کمال	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	خرمدل	سرور	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه اصفهان	رزمجو	جمشید	دکتر
مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور - مراغه	صادق‌زاده اهری	داود	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	صادقی نامقی	حسین	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز	عدالت	محسن	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد شیروان	عظیم‌زاده	مرتضی	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (دانشجوی دکتری)	غدیری	عادل	مهندس
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	فارسی	محمد	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	قهرمان	بیژن	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز	کاظمینی	سید عبدالرضا	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز	کامگار حقیقی	علی‌اکبر	دکتر
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان	کانونی	همایون	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	کریم‌زاده سورشجانی	هدایت‌اله	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	گلدانی	مرتضی	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد	لکزیان	امیر	دکتر
مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (دانشجوی دکتری)	محمودی	علی‌اکبر	مهندس
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان	موسوی	سیدکریم	دکتر
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی	نوروززاده	شهرام	دکتر
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد	وصال	سعیدرضا	دکتر
دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (دانشجوی دکتری)	ولی‌زاده	محرم	مهندس



پژوهش‌های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

فرم اشتراک

خواهشمند است فرم زیر را پس از تکمیل، به نشانی زیر ارسال فرمایید:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی
دفتر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، صندوق پستی: ۹۱۷۷۵-۱۶۵۳، کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

مشخصات متقاضی: (لطفاً با ذکر جزئیات، مشخص فرمایید)

نام: (وزارت / سازمان / مؤسسه / شرکت / دانشگاه / دانشکده / کتابخانه / بخش خصوصی / شخصی / سایر)

.....

نشانی دقیق پستی:

.....

.....

.....

تلفن (با کد شهرستان):

تلفن همراه:

نمابر:

نحوه اشتراک:

مایل به اشتراک نشریه از تاریخ تا می‌باشم.

بهای هر شماره از نشریه، ۵۰۰۰ ریال می‌باشد. خواهشمند است مبلغ مربوط به تعداد شماره‌های مورد نیاز را به حساب شماره ۹۹۶۵۴ به نام عواید اختصاصی پژوهشکده علوم گیاهی نزد بانک تجارت شعبه دانشگاه فردوسی واریز نموده و فیش آن را همراه با فرم، به دفتر نشریه ارسال فرمایید. هزینه‌های پستی به‌عهده متقاضی می‌باشد.

امضاء:

تاریخ:

Title	Author(s)	Page
• Estimation of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) (Bivani) water requirement, single and dual crop coefficient in lysimeter conditions and comparison with the SIMDualKc model	Ghamarnia, H., Nazari, B. & Ghobadi, M.E.	164
• The response of mung bean crop (VC-1973A genotype) to planting date, plant density and irrigation in Gorgan condition	Fadaei, J., Faraji, A., Dadashi, M.R. & Siahmarguee, A.	180
• Assessing genetic diversity and heritability of effective traits on the yield of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) under rainfed condition	Moosavi, S.S., Abdollahi, M.R., Kian Ersi, F. & Ahmadi Dehrashid, D.	192

Iranian Journal of Pulses Research

List of Articles
Vol. 8, No. 1, 2017, S. No.: 15

Title	Author(s)	Page
• Effect of defoliation on yield and yield components of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) under different amount of nitrogen fertilizer and irrigation regimes	Amini, Z., Parsa, M., Nasiri Mahallati, M. & Bannayan Aval, M.	9
• Integrated weed control (chemical & mechanical) in chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) under Shoushtar conditions	Modhej, A. & Alikhani, Z.	22
• Study of properties of lentils and weed of <i>Euphorbia helioscopia</i> and the parameters affecting the separation that from lentils by gravity table separator	Bagheri, H., Rasekh, M. & Kianmehr, M.H.	33
• Effect of fish waste, chemical fertilizer and biofertilizer on yield and yield components of bean (<i>Vigna sinensis</i>) and some soil properties	Shahsavani, Sh., Abaspour, A., Parsaeian, M. & Unesi, Z.	45
• Evaluation effect of different solutions and seed priming treatments on germination, agronomic and quality characteristics of red bean genotypes	Tahmasebi, R., Sajedi, N.A. & Shoaie, Sh.	60
• The effects of varieties and sowing dates on density and damage inflicted by chickpea podborer <i>Helicoverpa</i> spp. (Lepidoptera: Noctuidae) under dry farming conditions	Jozeyan, A.	73
• Genetic diversity and relationships between some agronomic traits of chickpea genotypes (<i>Cicer arietinum</i> L.) under non-stress and terminal drought stress conditions	Rezaeinia, M., Bihamta, M.R., Peyghambari, S.A., Abbsi, A.R. & Gharajedaghi, F.	83
• Effect of mycorrhiza, pseudomonas bacteria and humic acid on growth indices of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Shahsavani, Sh., Gharanjik, Sh. & Jadidoleslam, N.	97
• Effects of deficit irrigation on yield and yield components of pinto bean genotypes in Shahrekord	Karimzadeh, H., Nezami, A., Kafi, M. & Tadayon, M.R.	113
• Investigation of genetic diversity among chickpea genotypes using SSR markers	Mir Drikvand, R.	127
• Effect of sink removal on yield and yield components of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) under different nitrogen fertilizer levels and irrigation regimes	Amini, Z., Parsa, M., Nasiri Mahallati, M. & Bannayan aval, M.	138
• Response of faba bean and pea yield and yield components to cereal-legume intercropping under weed competitions	Soleimanpur, L., Naderi, R., Bijanzadeh, E. & Emam, Y.	150

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 8, No. 1, 2017, S. No.: 15

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

Associate 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

Associate Professor, Zabol University

Serrollah Galeshi

Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Ali Ganjeali

Associate Professor, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Gholam Hossein Haghnia

Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Mohammad Kafi

Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Nasser Majnoun Hosseini

Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Hossain Massumi

Associate Professor, University of Shahid Bahonar Kerman

Ahmad Moieni

Associate Professor, Tarbiat Modares University

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.); Malihe Akbarpour (MSc.)

Assistant: Talachian, Asadi

Circulation: 20

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>)

Address:

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Azadi Square, Mashhad- Iran
P.O. Box: 91775-1653; **ZIP Code:** 9177948974; **Tel.:** +98-51-38804801 & 38804812; **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 2008-725X

Research Center for Plant Sciences
Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 8(1) June 2017 S.No.15

- Effect of defoliation on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under different amount of nitrogen fertilizer and irrigation regimes
Amini, Z., Parsa, M., Nasiri Mahallati, M. & Bannayan Aval, M.
- Integrated weed control (chemical & mechanical) in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Shoushtar conditions
Modhej, A. & Alikhani, Z.
- Study of properties of lentils and weed of *Euphorbia helioscopia* and the parameters affecting the separation that from lentils by gravity table separator
Bagheri, H., Rasekh, M. & Kianmehr, M.H.
- Effect of fish waste, chemical fertilizer and biofertilizer on yield and yield components of bean (*Vigna sinensis* L.) and some soil properties
Shahsavani, Sh., Abaspour, A., Parsaean, M. & Unesi, Z.
- Evaluation effect of different solutions and seed priming treatments on germination, agronomic and quality characteristics of red bean genotypes
Tahmasebi, R., Sajedi, N.A. & Shoaee, Sh.
- The effects of varieties and sowing dates on density and damage inflicted by chickpea podborer *Helicoverpa* spp. (*Lepidoptera*: *Noctuidae*) under dry farming conditions
Jozeyan, A.
- Genetic diversity and relationships between some agronomic traits of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under non-stress and terminal drought stress conditions
Rezaeinia, M., Bihamta, M.R., Peyghambari, S.A., Abbsi, A.R. & Gharajedaghi, F.
- Effect of mycorrhiza, pseudomonas bacteria and humic acid on growth indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)
Shahsavani, Sh., Gharanjik, Sh. & Jadidoleslam, N.
- Effects of deficit irrigation on yield and yield components of pinto bean genotypes in Shahrekord
Karimzadeh, H., Nezami, A., Kafi, M. & Tadayon, M.R.
- Investigation of genetic diversity among chickpea genotypes using SSR markers
Mir Drikvand, R.
- Effect of sink removal on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under different nitrogen fertilizer levels and irrigation regimes
Amini, Z., Parsa, M., Nasiri Mahallati, M. & Bannayan aval, M.

(Complete list, inside the journal...)



پژوهشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی
فردوسی مشهد



دانشگاه صنعتی مازندران



دانشگاه تربیت مدرس



دانشگاه شهید بهشتی تهران



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان



دانشگاه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

جلد ۸ شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۶