نشریه پژوهش های حبوبات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد۶، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۴

• اثر فاصله کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا در استان گیلان	محمد ربیعی و مهرداد جیلانی
• کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت	حسان صابری، غلامرضا محسن‌آبادی، مجید مجیدیان و سیدمحمدرضا احتشامی
• اثر پوشش بذر با زئولیت و پرایم با کلات آهن بر عملکرد پروتئین و دانه ارقام ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط اهواز	محمود بهادر، علیرضا ابدالی مشهدی، سیدعطاءالله سیادت، قدرت الله فتحی و امین لطفی جلال‌آبادی
• تأثیر متانول بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) تحت تنش خشکی	نظام آرمند، حمزه امیری و احمد اسماعیلی
• اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمّی و کیفی لوبیاقرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)	روح‌الله سعیدی ابواسحقی و علیرضا یدوی
• اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد	سیدرضا امیری، مهدی پارسا، محمد بنایان، مهدی نصیری‌محلاتی و رضا دیهیم‌فرد
• تأثیر آبیاری تکمیلی و تراکم‌های مختلف گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه نخود(*Cicer arietinum* L.) در منطقه سیروان در استان ایلام	رحیم ناصری، محمدجواد رحیمی، سیدعطاءالله سیادت و امیر میرزایی
• مقایسهٔ روش فائو پنمن مانتیث و تشت تبخیر کلاس A با داده‌های لایسیمتری در برآورد تبخیر و تعرق گیاه نخود در منطقهٔ خرم‌آباد	کبری نامداریان، عبدعلی ناصری، زهرا ایزدپناه و عباس ملکی
• بررسی تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی	مجتبی لطفی آغمیونی، محمدجعفر آقایی، شاهین واعظلی و اسلام مجیدی هروان
• استفاده از بستر دروغین و دُزهای کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر در مدیریت علف‌های هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)	علیرضا یوسفی و محمدعلی پیری
• بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)	ابراهیم ایزدی و زهرا سلیمان‌پور
• کاربرد شاخص مالم‌کوئیست در تحلیل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران	پریسا خلیق خیاوی، محمد کاوسی کلاشمی و بهروز اسکندرپور

با همکاری

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده علوم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

جلد۶، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۴

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

با مجوز شمارهٔ ۸۸/۶۱۲۴ مورخ ۱۳۸۸/۰۸/۲۵ از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
و درجه علمی‌پژوهشی به شمارهٔ ۳/۱۱/۳۷۸۵ مورخ ۱۳۸۹/۰۳/۱۷ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

جلد۶، شمارهٔ ۱، نیمهٔ اوّل ۱۳۹۴

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی

مدیر مسئول: دکتر محمّد کافی

سردبیر: 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	دانشیار اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان
محمّد 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 زهرا طاهری

همکاران این شماره: حامد طلاچیان- سیدمهدی میرشاه‌ولای- رحمان اسدی

ناشر: پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

چاپ: مؤسسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

شمارگان: ۸۰ نسخه

این نشریه در قالب تفاهم‌نامهٔ 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:

- پایگاه استنادی علوم جهان اسلام http://www.isc.gov.ir
- پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی http://fa.journals.sid.ir
- بانک اطلاعات نشریات کشور http://www.magiran.com
- گوگل اسکالر http://scholar.google.com

نشانی:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی

دفتر نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران، صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

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

پُست الکترونیک: **ijpr@um.ac.ir**

تارنما: **http://ijpr.um.ac.ir/index.php/ijpr** و **http://rcps.um.ac.ir**

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد۶، شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل۱۳۹۴

عنوان مقاله	نویسنده(گان)	صفحه
• اثر فاصله کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا در استان گیلان	محمد ربیعی و مهرداد جیلانی	۹
• کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت	حسان صابری، غلامرضا محسن‌آبادی، مجید مجیدیان و سیدمحمدرضا احتشامی	۲۱
• اثر پوشش بذر با زئولیت و پرایم با کلات آهن بر عملکرد پروتئین و دانه ارقام ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط اهواز	محمود بهادر، علیرضا ابدالی مشهدی، سیدعطاءالله سیادت، قدرت‌الله فتحی و امین لطفی جلال‌آبادی	۳۲
• تأثیر متانول بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) تحت تنش خشکی	نظام آرمند، حمزه امیری و احمد اسماعیلی	۴۲
• اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمّی و کیفی لوبیاقرمز (*Phaseolous vulgaris* L.)	روح‌الله سعیدی ابواسحقی و علیرضا یدوی	۵۴
• اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد	سیدرضا امیری، مهدی پارسا، محمد بنایان، مهدی نصیری‌محلاتی و رضا دیهیم‌فرد	۶۶
• تأثیر آبیاری تکمیلی و تراکم‌های مختلف گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در منطقه سیروان در استان ایلام	رحیم ناصری، محمدجواد رحیمی، سیدعطاءالله سیادت و امیر میرزایی	۷۸
• مقایسهٔ روش فائو پنمن مانتیث و تشت تبخیر کلاسA با داده‌های لایسیمتری در برآورد تبخیر و تعرق گیاه نخود در منطقهٔ خرم‌آباد	کبری نامداریان، عبدعلی ناصری، زهرا ایزدپناه و عباس ملکی	۹۲
• بررسی تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی	مجتبی لطفی آغمیونی، محمدجعفر آقایی، شاهین واعظی و اسلام مجیدی هروان	۱۰۰
• استفاده از بستر دروغین و دُزهای کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر در مدیریت علف‌های‌هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)	علیرضا یوسفی و محمدعلی پیری	۱۰۸
• بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)	ابراهیم ایزدی و زهرا سلیمان‌پور	۱۱۷
• کاربرد شاخص مالم‌کوئیست در تحلیل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران	پریسا خلیق خیاوی، محمد کاوسی کلاشمی و بهروز اسکندرپور	۱۲۷

سخن سردبیر

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

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

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

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

باسمه‌تعالی

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی-پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

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

الف- معرفی نشریه

«پژوهش‌های حبوبات ایران» نشریه‌ای است با درجهٔ علمی‌پژوهشی که به‌وسیلهٔ پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب تفاهم‌نامهٔ همکاری با شِش دانشگاه کشور شامل دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، تربیت‌مدرس، شهیدباهنر کرمان، علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، به تعداد دو شماره در سال انتشار می‌یابد. این نشریهٔ 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، دال‌عدس و خلّر است.

ب- فراخوان و شرایط پذیرش مقاله

ب-۱- مقالات باید نتیجهٔ پژوهش‌های اصیل در زمینه حبوبات بوده و پیش‌تر در نشریهٔ دیگری چاپ نشده و یا همزمان به نشریهٔ دیگری ارسال نشده باشند. مراحل ارسال مقاله و پیگیری وضعیت آن، از طریق پایگاه اختصاصی نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران در سامانهٔ یکپارچهٔ مدیریت نشریه‌های علمی دانشگاه فردوسی مشهد به نشانی http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR 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 باید به امضای نویسندهٔ مسئول و نیز یکایک سایر نویسندگان مقاله، رسیده و پس از اسکن، از طریق سامانهٔ اینترنتی نشریه در بخش بارگذاری فایل‌های الحاقی، بارگذاری گردد.

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

ب-۴- مقالات به‌وسیلهٔ 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 ردّ یا پذیرش و نیز ویراستاری و تنظیم مطالب مقالات، آزاد است.

ب-۵- زبان اصلی نشریه، فارسی است و مقالات، حاوی چکیده 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 فاصلهٔ ۲/۵سانتی‌متر از لبه‌ها و فاصلهٔ۱/۵ بین خطوط با قلم فارسی B Nazanin اندازهٔ۱۲ و قلم انگلیسی Times New Roman اندازهٔ۱۱ تایپ شود. لازم است تمام سطرهای متن مقاله، به‌صورت ادامه‌دار (Continuous) شماره‌گذاری (Line numbering) شوند. همهٔ صفحه‌های مقاله باید دارای شماره بوده و تعداد آن از۲۰ تجاوز نکند. هرگونه شکل، جدول و فرمول نیز به‌صورت واضح به همین نرم‌افزار انتقال یابد.

ج-۲- اجزای مقاله

هر مقالهٔ تخصصی، حداقل باید در دو فایل جداگانه شامل فایل صفحهٔ مشخصات و فایل متن مقاله، تهیه و ارسال شود. بخش‌های ضروریِ هر یک از این دو فایل و نیز اصول لازم که در تهیهٔ آنها باید رعایت شوند، به‌شرح زیر است:

ج-۲-۱- در فایل صفحهٔ مشخصات، موارد زیر باید به‌دقت به هردو زبان فارسی و انگلیسی قید گردند: عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده(گان)، درجهٔ علمی، عنوان شغلی، محل خدمت، آدرس دقیق پستی، پُست الکترونیک، تلفن ثابت و تلفن همراه. چنانچه مقاله توسط بیش از یک‌نفر تهیه شده باشد، نام مسئول مکاتبه (Corresponding Author) با گذاشتن ستاره‌ای روی آن، مشخص و در پاورقی همین صفحه درج شود. صفحهٔ مشخصات، بدون شماره است. چنانچه مقاله، خلاصه یا بخشی از پایان‌نامه (رساله) دانشجویی باشد، لازم است موضوع در پاورقی صفحهٔ مشخصات با قید نام استاد راهنما و دانشگاه مربوط، منعکس شود. فایل صفحهٔ مشخصات به‌صورت 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، چکیدهٔ فارسی و واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، سپاسگزاری (در صورت لزوم)، فهرست منابع و چکیدهٔ انگلیسی باشد. در اولین صفحه، عنوان مقاله بدون هرگونه ذکر نام و مشخصات نویسنده(گان)، درج شود. عنوان باید خلاصه، روشن و بیان‌کنندهٔ موضوع پژوهش بوده و از ۲۰کلمه تجاوز نکند. چکیده، حداکثر در ۲۵۰کلمه نوشته شده و همهٔ 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 اختصاریِ 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 چکیدهٔ مقاله از آنها ذکری به‌میان نیامده باشد.

ج-۲-۴- در مقدمه، باید سوابق پژوهشی مربوط به موضوع تحقیق، توجیه ضرورت و نیز اهداف تحقیق، به‌خوبی ارائه شوند.

ج-۲-۵- مواد و روش‌ها باید کاملاً گویا و روشن بوده و در آن، مشخصات محل و نحوهٔ اجرای آزمایش همراه با روش گردآوری داده‌ها و پردازش و تحلیل آنها با ذکر منابع، به‌روشنی ارائه شود. در صورت کاربرد معادلات ریاضی، باید همهٔ اجزای معادله به‌طور دقیق تعریف شده و در صورت استخراج معادله توسط نگارنده(گان)، نحوهٔ حصول آن در پیوست، آورده شود.

ج-۲-۶- نتایج و بحث باید به‌صورت 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. این عناوین باید گویای کامل نتایج ارائه شده در جدول یا شکل بوده و همهٔ اطلاعات و تعاریف لازم را شامل شوند، به‌طوری‌که نیاز به مراجعه به متن مقاله نباشد. ترجمهٔ انگلیسی عنوان‌ها و زیرعنوان‌های جداول و شکل‌ها و نیز واحدها و توضیحات علایم و اختصارات، در زیر نوشتهٔ فارسی آنها درج شود. ساختار جداول به‌صورت چپ‌چین تنظیم شده و محتوای آنها (اعداد) تنها به انگلیسی نوشته شود. شکل‌ها کاملاً به انگلیسی تهیه شوند. شکل‌ها و جدول‌ها بدون کادر باشند و حروف، عناوین و علائم به‌کاررفته در آنها، کاملاً خوانا و تفکیک‌پذیر باشند. شکل‌ها و جدول‌ها، هر کدام به‌طور مستقل دارای شمارهٔ 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" بعد از نتایج و بحث آورده شود.

ج-۲-۸- در بخش منابع، یک فهرست شماره‌گذاری شده از منابعِ استفاده‌شده که همگی به‌ترتیب حروف الفبا تنظیم شده باشند، ارائه شود. تنها منابعی باید ذکر شوند که در ارتباطِ نزدیک با کار نویسنده بوده و مستقیماً از آنها استفاده شده باشد. همهٔ منابعی که در متن ذکر شده‌اند، باید در فهرست منابع با مشخصات کامل نوشته شوند. در مواردی که فقط چکیدهٔ مقاله در اختیار بوده است، پس از نام منبع، کلمه (abstract) داخل پرانتز ذکر شود. نحوه ارجاع به منابع در متن به‌صورت اسم نویسنده(گان) و تاریخ انتشار منبع باشد. حتی‌الامکان از نام بردن 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، به‌صورت نام (سال) نوشته شود مانند Parsa (2007). اسامی فارسی نیز باید به لاتین و سال شمسی به میلادی، برگردان شوند.

ج-۲-۹- بخش انتهایی مقاله، شامل چکیدهٔ مبسوط انگلیسی است که روش تهیهٔ آن در ادامه توضیح داده می‌شود. از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان در این صفحه خودداری شود.

ج-۲-۱۰- تهیهٔ چکیدهٔ مبسوط انگلیسی (Extended Abstract):

بر اساس رویکرد تازهٔ دانشگاه فردوسی مشهد و اهمیت توجه به نظام‌های رتبه‌بندی و علم‌سنجی رسمی، مقرر گردید از این پس، چکیدهٔ انگلیسی کل مقاله، در قالب جدیدی تحت عنوان "چکیدهٔ مبسوط" (Extended Abstract) نگارش یابد. لذا ضروری است در ارسال مقالات خود، "چکیدهٔ مبسوط" را با قالب زیر تهیه نموده و ضمن درج در انتهای مقاله (بدون مشخصات نویسندگان)، در قالب یک فایل جداگانه (به‌همراه مشخصات نویسندگان) به ضمیمهٔ مقالهٔ خود برای بررسی و داوری ارسال نمایید.

"چکیدهٔ مبسوط"، باید حداقل ۷۰۰ و حداکثر ۱۰۰۰ کلمه داشته و به تفکیک دارای بخش‌های زیر باشد:

1. Title
2. Author(s)
3. Affiliation
4. Introduction
5. Materials & Methods
6. Results & Discussion
7. Conclusion
8. Key words

ج-۳- نحوهٔ تنظیم فهرست منابع

کلیهٔ منابع فارسی و انگلیسی، به زبان انگلیسی و با قلم Times New Roman اندازهٔ۱۲در فهرست منابع نوشته شوند. لازم است منابع فارسی به زبان انگلیسی برگردان شده و در آخر هر منبع، در صورت داشتن خلاصهٔ انگلیسی، عبارت In Persian with English Summary و در صورت نداشتن خلاصهٔ انگلیسی، عبارت In Persian در داخل پرانتز نوشته شود. در نوشتن منابع، نام نشریات به‌صورت کامل درج شود. از ذکر منابع بی‌نام و خارج از دسترس، خودداری شود.

مثال‌هایی از نحوهٔ 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 تدوین‌شده (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 نشریهٔ 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 Jahad 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 را نیز در گام چهارم از فرایند ارسال مقاله، بارگذاری نمایید.

نشانی:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دفتر نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴
تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۲ و ۳۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱)، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴ (۰۵۱)
پست الکترونیک: ijpr@um.ac.ir
تارنما: http://ijpr.um.ac.ir/index.php/ijpr
http://rcps.um.ac.ir

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۲۰-۹ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 9-20

اثر فاصله کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در استان گیلان

محمد ربیعی[1*] و مهرداد جیلانی[2]

۱- پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران
۲- کارشناس ارشد زراعت، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر فاصله کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا، آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقاتی کشت دوم مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به مرحله اجرا درآمد. عامل‌های مورد بررسی شامل فاصله کشت در سه‌سطح ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر به‌عنوان عامل اصلی، ارقام لوبیا در دوسطح خالدار باقلای گرم و قرمز کیاشهری و میزان بذر در سه‌سطح ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل فرعی منظور شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین اثر سال، فواصل کشت، ارقام و میزان بذر از نظر عملکرد غلاف و دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن بود که بیشترین عملکرد غلاف و دانه در سال دوم آزمایش (به‌ترتیب با میانگین ۲۶۸۹/۷ و ۱۴۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار)، فاصله‌کاشت ۲۰ سانتی‌متر (به‌ترتیب با میانگین ۲۶۱۷/۶ و ۱۳۹۶/۳ کیلوگرم در هکتار)، رقم خالدار باقلای گرم (به‌ترتیب با میانگین ۲۴۷۵/۶ و ۱۳۹۸/۸ کیلوگرم در هکتار) و میزان بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب با میانگین ۲۵۵۱/۱ و ۱۴۱۴/۱ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. نتایج تجزیه به عامل‌ها صفات مورد بررسی را در سه گروه مجزا قرار داد و صفات تراکم بوته در واحد سطح، تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه در واحد سطح در یک گروه به‌همراه عملکرد غلاف و دانه قرار داشتند. استفاده از فواصل ردیف باریک (۲۰سانتی‌متر)، میزان بذر بیشتر (۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) و رقم خالدار باقلای گرم منجر به افزایش عملکرد غلاف و دانه گردیده و جهت کشت لوبیا در منطقه گیلان توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل اقتصادی، تراکم بوته، عملکرد غلاف، فاصله بین ردیف، کشت دوم

مقدمه

یکی از مشکلات حاد تغذیه‌ای در کشورهای در حال توسعه، کمبود مصرف پروتئین می‌باشد. از این‌رو، توجه به‌کشت گیاه لوبیا جهت رفع این معضل با توجه به درصد پروتئین بالای آن از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. لوبیا مهم‌ترین عضو خانواده حبوبات است که بالاترین متوسط عملکرد را داشته و دانه خوراکی آن بیشترین ارزش غذایی را بین حبوبات دارد (Hossain *et al.*, 2008). با توجه به آن‌که این گیاه گسترده‌ترین سطح زیرکشت و بالاترین ارزش اقتصادی را بین حبوبات داراست، اعمال مدیریت زراعی بهینه به‌منظور بهره‌گیری هرچه بیشتر از پتانسیل عملکرد آن ضروری است (Golchin *et al.*, 2008).

در آزمایشی جهت تعیین بهترین تراکم بوته بر عملکرد لاین‌های لوبیا قرمز در چهارمحال بختیاری، صفات وزن ۱۰۰دانه، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته، روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت، ولی تعداد غلاف در بوته کاهش و عملکرد دانه افزایش یافت (Salehi, 2005). مدنی و همکاران (Madani *et al.*, 2008) در بررسی فواصل روی ردیف کاشت بر ارقام لوبیا گزارش نمودند که در فاصله ۱۵ سانتی‌متر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در مقایسه با فواصل باریک‌تر برتر بود، اما طول غلاف و عملکرد دانه صرفاً تحت تأثیر رقم قرار گرفت. فرجی و همکاران (Faraji *et al.*, 2010) بیان کردند که وزن ۱۰۰دانه و تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر ژنوتیپ قرار داشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری بر آن

* **نویسنده مسئول:** رشت، کیلومتر ۵ جاده رشت قزوین، مؤسسه تحقیقات برنج کشور
کدپستی: ۴۱۹۹۶۱۳۴۷۵؛ تلفن: ۰۱۳۱۶۶۹۰۰۵۲؛ rabiee_md@yahoo.co.uk

ایجاد ننمود. آنها گزارش نمودند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد غلاف در واحد سطح افزایش یافت. وایت و همکاران (White *et al.*, 1992) و مدنی و همکاران (Madani *et al.*, 2008) گزارش نمودند که در نواحی گرم در لاین‌های رشد محدود، تغییرات عملکرد در مقایسه با ارقام رشد نامحدود کمتر بوده و لوبیاهای بذر درشت معمولاً عملکرد کمتری از لوبیاهای بذر ریز دارند. بر اساس گزارش فرجی و همکاران (Faraji *et al.*, 2010) بیشترین همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در واحد سطح و شاخص برداشت به‌ترتیب با ۰/۹۴ و ۰/۸۵ مشاهده شد. پرویزی و همکاران (Parvizi *et al.*, 2011) در بررسی تراکم بر ارقام لوبیا نشان دادند که با افزایش تراکم، صفات روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه و درصد پروتئین کاهش یافت هرچند به‌دلیل افزایش تعداد غلاف در واحد سطح عملکرد دانه افزایش یافت. جتنر و همکاران (Jettner *et al.*, 1999) بیان نمودند که در تراکم‌های بسیار بالا، تعداد غلاف بوته کاهش چشمگیری می‌یابد. طی گزارشی عنوان شد که افزایش تراکم بوته در ماش سبب کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود (Hayate *et al.*, 2003).

نتیجه بررسی فاصله ردیف و فواصل بوته روی ردیف بر لوبیا سفید بدین صورت بود که با افزایش فاصله ردیف و فواصل بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کاهش ولی شاخص برداشت افزایش یافت (Kahrarian & Fatemi, 2005). در بررسی فواصل کاشت و تراکم بوته بر عملکرد لاین‌های امیدبخش لوبیا اعلام شد که اثر فاصله کاشت بر ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار نگردید ولی با کاهش فاصله کاشت، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت (Jafari *et al.*, 2010). آنها گزارش نمودند که با کاهش فاصله کاشت از ۶۰ به ۴۰ سانتی‌متر عملکرد ۱۵/۵ درصد افزایش یافت. طی بررسی فواصل کاشت بر ارقام لوبیا گزارش دادند که در ارقام رشد ایستاده و نیمه‌ایستاده، بهترین فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر بوده و عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با صفات تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته داشت (Moeini *et al.*, 2009). بر اساس نتایج آنها صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه و عملکرد دانه تحت‌تأثیر فواصل ردیف قرار نگرفت. در گزارش اثر فاصله کاشت (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر) بر لوبیا چشم بلبلی گزارش نمودند که اثر فواصل ردیف بر صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه معنی‌دار بود، ولی وزن ۱۰۰دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نگردید (Moshatati *et al.*, 2010). بر اساس گزارش آنها بیشترین تعداد غلاف در بوته در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر و بیشترین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در فاصله ردیف ۱۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. آندراده و همکاران (Andrade *et al.*, 2002) نیز گزارش کردند که کشت گیاهان در فواصل ردیف باریک سبب توزیع متعادل بوته‌ها، ایجاد الگوی کاشت مناسب، بهبود جذب مواد غذایی از خاک، کاهش رقابت علف‌های هرز، افزایش نور و افزایش عملکرد می‌گردد. طی تحقیقی در اثر فاصله خطوط کشت (۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر) بر گیاه لوبیا گزارش شد که صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در گیاه، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه با کاهش فاصله ردیف، کاهش یافتند (Babaeian *et al.*, 2012). در بررسی اثر تراکم بر توده‌های لوبیا در کشور کلمبیا، بیشترین عملکرد دانه را از تراکم بیشتر گزارش دادند (Singh & Gutierrez, 1990). در بررسی سه فاصله کشت ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متر در دو رقم لوبیا عنوان شد که با کاهش فاصله بین ردیف یا افزایش تراکم بر میزان سرعت رشد محصول افزوده شده و بالاترین عملکرد دانه در فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر حاصل شد (Torabi Jafroudi *et al.*, 2004). در گزارشی دیگر بیان کردند که تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر فاصله بین ردیف قرار نمی‌گیرد (Adams & Weaver, 1998). در طی گزارشی بر این نکته تأکید شد که فواصل بین و روی ردیف بر محل تشکیل اولین غلاف نسبت به‌سطح زمین مؤثر بوده و افزایش فاصله‌ها سبب ایجاد غلاف در ارتفاعی کمتر نسبت به سطح زمین می‌شود (Bashtani, 1997). در تحقیقی بر آرایش‌های مختلف کاشت در زراعت لوبیا گزارش شد که می‌توان با کاهش فواصل بین ردیف میزان عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داد (Powelson *et al.*, 1999). آنان دلیل اصلی کاهش عملکرد لوبیا در تراکم‌های بسیار زیاد بوته را کمبود نور در جامعه گیاهی دانستند. با توجه به عدم تحقیقات کافی و نظر به اهمیت گیاه لوبیا به‌جهت دارا بودن درصد پروتئین و عملکرد اقتصادی بالا، این آزمایش با هدف بررسی اثر فاصله کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا در منطقه گیلان طراحی و به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر فاصله کاشت و میزان بذر بر عملکرد و برخی از صفات زراعی ارقام لوبیا، این آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به‌صورت کشت دوم، طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا شد. در این آزمایش سه فاصله بین ردیف کشت (۲۰، ۳۰ و ۴۰

سانتی‌متر) به‌عنوان کرت‌های اصلی و سه میزان بذر (۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) و ارقام لوبیا شامل ۱- خالدار باقلای گرم ۲- رقم قرمز کیاشهری به‌عنوان کرت‌های فرعی منظور شدند. ارقام کشت شده از نوع ایستاده و رشد محدود بوده و رقم خالدار باقلای گرم بیشترین سطح زیرکشت در استان را دارا می‌باشد. هر تیمار شامل شش خط کشت به‌طول شش متر بوده و فواصل بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. بعد از برداشت برنج عملیات شخم حداقل با استفاده از رتیواتور طی دو مرحله در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر انجام گرفته و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان دو لیتر در هکتار استفاده شد. قبل از انجام تحقیق نمونه مرکبی از خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه تحقیقات آب و خاک مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین گردید. بر اساس نتایج، بافت خاک رسی، اسیدیته گل اشباع ۶/۳۸ و میزان کربن آلی ۱/۶ درصد بود. بر اساس نتایج تجزیه خاک، میزان ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار، ۷۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار و ۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به مزرعه داده شده و سپس عملیات دیسک زدن صورت پذیرفت. جهت خروج زه‌آب، دورتادور زمین زهکش‌هایی به عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متر و به عرض ۳۰-۲۵ سانتی‌متر احداث گردید. کاشت بذور نیز به‌صورت دستی و در ردیف‌های تعیین شده در تاریخ ۱۰ شهریور و در عمق ۵-۴ سانتی‌متر صورت‌پذیرفت. میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن به گیاه داده شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی و در مرحله چهار برگی انجام گرفته و برای مبارزه با آفت حلزون از سم متالدهاید ۰/۰۶ در مراحل ابتدایی رشد گیاه استفاده گردید. در هنگام برداشت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان حاشیه حذف و بقیه به‌عنوان سطح برداشت انتخاب گردید. قبل از برداشت جهت محاسبه تعداد بوته در متر مربع (تراکم بوته) در چهار نقطه از هر کرت کادر چوبی مربعی (در ابعاد ۱ متر) انداخته و پس از شمارش بوته‌ها، میانگین آنها به‌عنوان تراکم بوته در واحد سطح تعیین گردید. میانگین دمای هوا، میزان بارندگی و مجموع ساعات آفتابی ماهانه دو سال اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. برای اندازه‌گیری صفاتی چون تعداد شاخه جانبی در بوته و تعداد غلاف در بوته، تعداد ۱۰بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و میانگین آنها به‌عنوان صفت مورد نظر ثبت گردید. برای محاسبه تعداد دانه در غلاف تعداد ۱۰عدد غلاف از ۱۰بوته مورد نظر به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه در آنها محاسبه گردید. تعداد دانه در بوته از حاصل‌ضرب تعداد غلاف در بوته در تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در واحد سطح از حاصل‌ضرب تعداد دانه در بوته در تراکم بوته به‌دست آمد. عملیات برداشت غلاف پس از حذف اثر حاشیه، به‌صورت دستی از چهار متر مربع و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (طی دو سال) انجام گرفت. برای به‌دست‌آوردن عملکرد دانه، مقدار دو کیلوگرم غلاف از هر تیمار انتخاب و پس از جدا کردن بذور، آن را به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه قرار داده و عملکرد دانه بر حسب ۱۴ درصد رطوبت دانه محاسبه گردید. جهت تعیین وزن ۱۰۰دانه، چهار نمونه ۵۰ تایی از دانه‌های هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و توزین شد و میانگین آن به‌عنوان وزن ۱۰۰دانه تعیین گردید. برای محاسبه وزن دانه در واحد سطح، وزن ۱۰۰دانه در تعداد دانه در واحد سطح ضرب و بر ۱۰۰ تقسیم شد.

جدول۱- آمار هواشناسی محل اجرای آزمایش در طول دوره رشد و نمو گیاه لوبیا

Table 1. Weather statistics of meteorological experiment during the implementation of local development in Common bean

Month	ماه	دما (درجه سانتیگراد) Temperature (°C)				میزان بارندگی (میلی‌متر) Total rainfall (mm)		میزان ساعات آفتابی Sunny hours level	
		۱۳۸۷ (2008)		۱۳۸۸ (2009)					
		کمینه min	بیشینه max	کمینه min	بیشینه max	۱۳۸۷ 2008	۱۳۸۸ 2009	۱۳۸۷ 2008	۱۳۸۸ 2009
September	شهریور	20.4	28.8	18.6	27.5	50.3	46.1	82.2	100.5
October	مهر	16.3	24.2	14.7	23.9	163.1	130.5	97.5	159.5
November	آبان	8.8	16.7	11.9	20.9	377.6	243.8	89.0	133.7
December	آذر	10.9	19.3	6.4	17.0	1.9	23.3	32.9	36.7
میانگین (Average)		14.2	22.3	14.2	23.3				
مجموع (Sum)						592.9	443.9	301.6	430.4

تجزیه مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. قبل از انجام تجزیه مرکب، به‌منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید. به‌دلیل یکنواختی واریانس خطای صفات برای تمامی آنها تجزیه مرکب به‌عمل آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) و همچنین برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی در سطح ۵ درصد استفاده شد. همچنین جهت محاسبه روابط بین صفات مورد ارزیابی و صفاتی که رابطه نزدیک‌تری با عملکرد داشتند، تجزیه به عامل‌ها توسط نرم افزار SPSS (نسخه ۱۹)، پردازش گردید.

نتایج و بحث

تعداد شاخه جانبی

نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش و میزان بذر اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد شاخه جانبی وجود داشت، ولی اثر رقم و فواصل کاشت بر آن معنی‌دار نبود (جدول ۲). در بین مقادیر بذر نیز مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۶/۳ شاخه بیشترین تعداد شاخه فرعی را تولید نمود (جدول ۳). کمترین تعداد شاخه فرعی از تیمار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۵/۳ شاخه به‌دست آمد. با توجه به آنکه در تراکم‌های بیشتر فواصل روی ردیف کاهش می‌یابند، به‌دلیل عدم وجود فضای کافی، بوته‌ها نمی‌توانند تعداد شاخه‌های جانبی بیشتری تولید کنند. کاهش تعداد شاخه جانبی در مقادیر بیشتر بذر را می‌توان به کاهش میزان نفوذ نور در بخش‌های پایین پوشش گیاهی و عدم فعالیت جوانه‌های تشکیل‌دهنده‌ی شاخه نسبت داد. مطالعه برخی محققین نشان داد که افزایش میزان بذر در لوبیا باعث کاهش معنی‌دار در تعداد شاخه جانبی می‌گردد (Jafari *et al.*, 2010). در تراکم‌های پایین، تولید شاخه جانبی به‌دلیل تحریک جوانه‌های تولیدکننده شاخه جانبی در زاویه بین برگ‌ها و ساقه اصلی صورت می‌گیرد. اگرچه افزایش تراکم سبب کاهش تعداد شاخه جانبی در بوته می‌گردد، اما به‌دلیل افزایش تعداد شاخه در واحد سطح، عملکرد لوبیا افزایش خواهد یافت (Jafari *et al.*, 2010).

تعداد غلاف در بوته

یکی از صفات مؤثر بر عملکرد گیاه لوبیا، تعداد غلاف در بوته می‌باشد که در صورت عدم کاهش این صفت در فواصل باریک و تراکم‌های بالا، سبب افزایش عملکرد غلاف و دانه در گیاه لوبیا خواهد گردید. نتایج حاصل از تجزیه مرکب بیانگر آن بود که بین سال‌ها و مقادیر بذر اختلاف معنی‌داری از نظر صفت تعداد غلاف در بوته وجود داشت. در بین مقادیر بذر، مقدار بذر ۷۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین تعداد ۵/۶ بیشترین و مقدار بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین تعداد ۵/۰ کمترین تعداد غلاف در بوته را داشتند (جدول۳). علت افزایش تعداد غلاف در میزان بذر کمتر را می‌توان اینگونه توجیه نمود که بیشترین تعداد غلاف در بوته وقتی مشاهده می‌شود که تراکم و آرایش کاشت مطلوبی برای گیاه در نظر گرفته شود. به‌طور معمول با افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. زیرا به‌دلیل افزایش رقابت برای دریافت نور و عناصر غذایی مورد نیاز، از تعداد گره و گل‌های بارور کاسته شده و تعداد شاخه جانبی به‌میزان چشمگیری کاهش یافته که در نتیجه آن تعداد غلاف در بوته کاهش خواهد یافت. فواصل کاشت اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته ایجاد نکرد. در بررسی انجام شده در ارقام لوبیا عنوان شد که تعداد غلاف در بوته در ارقام لوبیا تحت تأثیر فواصل ردیف قرار نگرفت (Moeini *et al.*, 2009). باتوجه به تعداد شاخه‌جانبی بیشتر در میزان بذر کمتر، تعداد غلاف بیشتر در این تیمار قابل‌توجیه بود. به‌طور معمول با افزایش تراکم مطلوب تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. زیرا به‌دلیل افزایش رقابت برای دریافت نور و عناصر غذایی مورد نیاز، از تعداد گره و گل‌های بارور کاسته شده و تعداد شاخه جانبی به‌میزان چشمگیری کاهش می‌یابد. عنوان شده است که با افزایش تعداد غلاف در تراکم‌های پایین، افزایش تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی حاصل گردید (Redden *et al.*, 1987). بر اساس تحقیقی با افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، کاهش معنی‌داری در تعداد غلاف به‌وجود آمد (Jafari *et al.*, 2010).

تعداد دانه

نتایج حاصل از تجزیه مرکب بیانگر آن بود که هیچ یک از فاکتورهای اعمال شده اثر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه در غلاف نداشت (جدول ۲). بر اساس گزارشی صفت تعداد دانه در غلاف، یکی از با ثبات‌ترین صفات در حبوبات می‌باشد (Jafari *et al.*, 2010). بر اساس گزارش آنها صفت تعداد دانه در غلاف تحت‌تأثیر ژنوتیپ قرار داشته و تراکم بوته اثر معنی‌داری بر این صفت ایجاد ننمود. افزایش تعداد دانه در غلاف محدود بوده و بیشتر بستگی به‌طول غلاف دارد که این صفت تحت‌تأثیر ساختار ژنتیکی است. نتایج این تحقیق نیز مؤید این مطلب بود که با توجه به آنکه کاهش یکی از اجزای عملکرد معمولاً منجر

به افزایش سایر اجزا می‌شود و همچنین با توجه به اینکه وزن ۱۰۰دانه معمولاً کمتر دستخوش تغییرات می‌شود، به‌نظر می‌رسد برای حصول به عملکرد بالا برنامه‌های اصلاحی و فیزیولوژیک باید بر معرفی ارقامی با پتانسیل تولید بیشتر غلاف و تراکم‌پذیری بالا متمرکز گردد. در تحقیقی دیگر طی بررسی فواصل کاشت بر ارقام لوبیا گزارش شد که تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر فواصل ردیف قرار نداشت (Moeini *et al.*, 2009).

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال، رقم و میزان بذر بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر فاصله کاشت بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار نبود که دلیل عمده آن عدم اختلاف معنی‌دار بین فواصل کاشت از نظر صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می‌باشد (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد رقم خالدار باقلای‌گرم و میزان بذر ۷۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۱۶/۸ و ۱۷/۴ دانه، تعداد دانه در بوته بیشتری داشتند (جدول ۳). با افزایش میزان بذر، تراکم بوته در واحد سطح افزایش یافته و در نتیجه به‌دلیل محدودیت منبع تعداد دانه در بوته کاهش یافت (جدول ۳).

تعداد دانه در واحد سطح، صفتی است که می‌تواند از عوامل تعیین‌کننده برای حصول عملکرد مطلوب تلقی شود. بر اساس نتایج به‌دست آمده اثر سال، رقم و میزان بذر بر تعداد دانه در واحد سطح معنی‌دار بود. رقم خالدار باقلای گرم با دارا بودن تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و تراکم بیشتر با میانگین ۴۸۷/۷ دانه در واحد سطح در مقایسه با رقم قرمز کیاشهری با میانگین ۴۴۳/۴ دانه در واحد سطح در گروه آماری متفاوتی قرار گرفت (جدول ۳). در بین مقادیر بذر، میزان ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با متوسط ۴۶۹/۳ دانه و تیمار ۷۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۴۳۵/۲ دانه به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در واحد سطح را به‌خود اختصاص دادند. با توجه به آنکه تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته در تیمار ۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار بیشترین مقدار را دارا بود، به‌نظر می‌رسد عدم تراکم مطلوب در این تیمار از اصلی‌ترین دلایل کاهش دانه در واحد سطح محسوب می‌شود.

وزن ۱۰۰دانه

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که وزن ۱۰۰دانه تحت تأثیر سال و رقم قرار داشت ولی اثر فواصل کاشت و مقادیر بذر بر آن معنی‌دار نبود (جدول ۲). بین ارقام، رقم خالدار باقلای گرم با میانگین ۳۷/۸ گرم نسبت به‌رقم قرمز کیاشهری با میانگین ۳۷/۱ گرم از برتری معنی‌داری برخوردار بود. اثر میزان بذر بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار نبود. با توجه به‌آنکه با افزایش میزان بذر، تراکم بوته افزایش یافته و از سوی دیگر با افزایش تراکم در واحد سطح، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در گیاه کاهش یافت، تحت این شرایط پایداری و ثبات در وزن ۱۰۰دانه در مقادیر مختلف بذر مشاهده گردید. در حبوبات عملکرد دانه تابعی از اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه می‌باشد. در بین این اجزا، وزن ۱۰۰دانه از اهمیت بیشتری برخوردار است. اکثر محققان گزارش نمودند که وزن ۱۰۰دانه بیشتر درکنترل عوامل ژنتیکی مؤثر بوده و شرایط محیطی کمتر آن را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. با این حال به‌نظر می‌رسد که عوامل به‌زراعی همچون مدیریت زراعی، تاریخ کاشت، فواصل کشت، میزان بذر مناسب و شرایط تغذیه‌ای مطلوب به‌دلیل ایجاد پوشش گیاهی مناسب و توسعه سطوح سبز گیاهی، قابلیت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه را افزایش داده و دانه سنگین‌تری تولید می‌شود. نتایج تحقیقات دیگری نیز مؤید این مطلب است که فاصله‌ردیف‌کشت تأثیر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰دانه ندارد (Ghanbari & Taheri-Mazandarani, 2003). با توجه به این امر که صفت وزن ۱۰۰ دانه بیش از آنکه تحت تأثیر محیط باشد صفتی ارثی محسوب می‌گردد، نتایج حاصل قابل انتظار بود.

عملکرد دانه و غلاف

نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش، فاصله کاشت، ارقام و میزان بذر تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود داشت (جدول ۲). در بین فواصل کاشت، فاصله ۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۳۹۶/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و فاصله کاشت ۴۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۲۹۳/۹ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۳). در بین ارقام لوبیا نیز، رقم خالدار باقلای گرم به‌دلیل برتری در صفات تراکم بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صددانه و وزن دانه در واحد سطح نسبت به رقم قرمز کیاشهری عملکرد دانه بیشتری تولید نموده و در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت (جدول ۳). نتایج حاصل از بررسی اثر میزان بذر بر عملکرد دانه نشان داد که به‌کارگیری مقدار بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌دلیل افزایش تراکم بوته در واحد سطح و افزایش تعداد دانه در واحد سطح توانست وزن دانه در واحد سطح بیشتری داشته و در نتیجه عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر تیمارها به‌دست آورد (جدول ۳). بر اساس گزارشی افزایش تراکم سبب کاهش تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه گردید ولی عملکرد دانه به‌دلیل افزایش تعداد غلاف در واحد سطح افزایش یافت (Parvizi *et al.*, 2011).

جدول۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه لوبیا بر اساس میانگین مربعات

Table 2. Combined analysis of variance of common bean studied traits based on mean squres

S. O. V	منابع تغییرات	درجه آزادی Df	تراکم بوته در واحد سطح N. of plant per m^2	تعداد شاخه جانبی N. of branch	تعداد غلاف دربوته N. of Pod per Plant	تعداد دانه در غلاف N. Seed per Pod	تعداد دانه در بوته N. of Seed $Plant^{-1}$	تعداد دانه در واحد سطح N of Seed per m^2	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight	وزن دانه در واحد سطح Seed weight per m^2	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد غلاف Pod yield
Year (Y)	سال	1	731.1 **	2.74 *	34.34 **	0.12 ^{ns}	269.8 **	807802 **	65.9 **	138804 **	1941982 **	8870327 **
R/Year	تکرار/سال	2	17.56	0.21	0.24	0.001	2.94	9666	5.96	1968	7023	7009
Row spacing (RS)	فاصله کشت	2	14.1 ^{ns}	2.4 ^{ns}	0.54 ^{ns}	0.09 ^{ns}	2.43 ^{ns}	4743 ^{ns}	7.94 ^{ns}	277.6 ^{ns}	94323.3 **	1391048 **
Error1	خطای ۱	4	25.1	0.41	0.45	0.04	8.96 **	1019 **	12.9	80.1 **	9845.7 **	10518
Cultivar (C)	رقم	1	70.08 **	0.27 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.15 ^{ns}	11.65 **	52947 **	11.2 *	9557.9 **	271281.5 **	567857 **
Seed rates (SR)	میزان بذر	2	430.56 **	9.53 **	4.24 **	0.04 ^{ns}	29.2 **	33543 **	2.48 ^{ns}	3804.2 **	193495.3 **	828204 **
RS × C	فاصله کشت× رقم	2	13.02 ^{ns}	0.27 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.69 ^{ns}	1968 ^{ns}	4.67 ^{ns}	622.1 ^{ns}	18249.8 ^{ns}	915227 ^{ns}
RS × SR	فاصله کشت× میزان بذر	4	1.73 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.15 *	4.45 ^{ns}	5068 ^{ns}	0.96 ^{ns}	575.3 ^{ns}	10058.2 ^{ns}	33416 ^{ns}
C × SR	رقم× میزان بذر	2	2.86 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.03 ^{ns}	2.46 ^{ns}	618 ^{ns}	0.19 ^{ns}	120.2 ^{ns}	2254.9 ^{ns}	15581 ^{ns}
RS × C× SR	فاصله کشت× رقم× میزان بذر	4	6.22 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.48 *	0.06 ^{ns}	5.22 ^{ns}	2859 ^{ns}	2.15 ^{ns}	253.6 ^{ns}	2164.0 ^{ns}	12246 ^{ns}
Y × RS	سال×فاصله کشت	2	3.73 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.02 ^{ns}	5.89 ^{ns}	1711 ^{ns}	10.16 **	765.9 ^{ns}	95741.3 **	291995 **
Y × C	سال×رقم	1	17.12 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.99 ^{ns}	3422 ^{ns}	10.57 *	972.0 ^{ns}	287969.4 **	866851 **
Y × SR	سال× میزان بذر	2	3.51 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.55 *	0.05 ^{ns}	1.49 ^{ns}	2661 ^{ns}	2.49 ^{ns}	446.9 ^{ns}	6551.9 ^{ns}	1718 ^{ns}
Y × RS × C	سال×فاصله کشت×رقم	2	0.17 ^{ns}	0.57 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.44 ^{ns}	1928 ^{ns}	3.79 ^{ns}	104.3 ^{ns}	12382.9 ^{ns}	32654 ^{ns}
Y × RS × SR	سال×فاصله کشت× میزان بذر	4	10.45 ^{ns}	0.32 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.01 ^{ns}	2813 ^{ns}	1.46 ^{ns}	296.1 ^{ns}	1571.8 ^{ns}	3943 ^{ns}
Y × C × SR	سال×رقم× میزان بذر	2	3.95 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.46 ^{ns}	2795 ^{ns}	0.96 ^{ns}	522.3 ^{ns}	27020.3 ^{ns}	53751 ^{ns}
Y × RS × C × SR	سال× فاصله کشت× رقم× میزان بذر	4	4.42 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.13 ^{ns}	6.17 *	4525 ^{ns}	0.84 ^{ns}	715.8 ^{ns}	8047.6 ^{ns}	10952 ^{ns}
Error	خطا	64	7.43	0.39	0.17	0.05	2.23	2619	1.99	357.1	10572	39464
C.V(%)	ضریب تغییرات (درصد)	-	9.64	10.89	7.9	7.31	9.09	10.16	3.77	10.80	7.65	8.26

ns: غیر معنی دار، * و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد خطا

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

جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه لوبیا در طی دو سال زراعی

Table 3. Means Comparison of common bean studied traits in two cropping years

Treatment / Year	تراکم بوته در متر مربع N. of plant per m^2	تعداد شاخه جانبی N. of branch	تعداد غلاف در بوته N. of Pod per Plant	تعداد دانه در غلاف N. Seed per Pod	تعداد دانه در بوته N. of Seed $Plant^{-1}$	تعداد دانه در واحد سطح N of Seed per m^2	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100-grain weight (g)	وزن دانه درواحد سطح (گرم در متر مربع) Seed weight per m^2 ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار) Pod yield ($kg.ha^{-1}$)
2008	25.7 b	5.6 b	4.7 b	3.2 a	14.9 b	379.1 b	36.7 b	139.1 b	1210.6 b	2116.5 b
2009	30.9 a	5.9 a	5.8 a	3.1 a	18.0 a	552.1 a	38.2 a	210.8 a	1478.8 a	2689.7 a
Row spacing (cm)										
20	29.0 a	5.5 a	5.1 a	3.2 a	16.3 a	474.9 a	37.2 a	178.0 a	1396.3 a	2617.6 a
30	28.1 a	5.8 a	5.4 a	3.1 a	16.7 a	469.1 a	37.2 a	174.4 a	1343.9 ab	2360.3 b
40	27.8 a	6.0 a	5.3 a	3.1 a	16.3 a	452.8 a	38.0 a	172.5 a	1293.9 b	2231.5 c
Cultivar										
خالدار باقلای گرم (V1)	29.1 a	5.7 a	5.3 a	3.2 a	16.8 a	487.7 a	37.8 a	184.4 a	1398.7 a	2475.6 a
قرمز کیاشهری (V2)	27.5 b	5.8 a	5.2 a	3.1 a	16.1 b	443.4 b	37.1 b	165.6 b	1294.5 b	2330.6 b
Seed Rates ($kg.ha^{-1}$)										
70	24.8 c	6.3 a	5.6 a	3.1 a	17.4 a	435.2 c	37.7 a	164.5 b	1268.0 c	2248.0 c
90	28.3 b	5.8 b	5.2 b	3.2 a	16.4 b	465.3 b	37.6 a	175.5 a	1352.0 b	2410.2 b
110	31.8 a	5.3 c	5.0 b	3.1 a	15.6 b	496.3 a	37.2 a	185.0 a	1414.1 a	2551.1 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column followed by the similar letters are not significantly different at the 5% of probability level based on Tukey test

V1= Khaldar bean Cultivar V2= Red Kiashahri Cultivar

نتایج این تحقیق نشان داد کـه کمتـرین عملکـرد دانـه از تیمار ۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین ۱۲۶۸ کیلـوگرم در هکتار به‌دست آمد.

در استان‌های شـمالی کشـور عملکـرد غـلاف گیـاه لوبیـا بـه‌عنـوان عملکـرد اقتصـادی مطـرح بـوده و ارزش اقتصـادی استحصالی را تعیین می‌نماید.

بر این اساس محاسبه عملکرد غلاف دارای اهمیتـی ویـژه می‌باشد. نتایج بیانگر آن بود که عملکرد غلاف تحت تأثیر سال، فاصله کاشت و میزان بذر قرار داشـت، ولـی اثـر متقابـل آن‌هـا معنی‌دار نگردید (جـدول ۲). بـین ارقـام مـورد آزمـایش، رقـم خالدار باقلای گرم بـه‌دلیـل بهـره‌گیـری مناسـب‌تـر از شـرایط محیطی نسبت به رقم قرمز کیاشهری توانسـت عملکـرد غـلاف بیشتری تولید نماید. بین فواصل کشت، فاصله ۲۰ سانتی‌متـر و میزان بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۲۶۱۷/۶ و ۲۵۵۱/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد غلاف را داشتند (جدول ۳). بررسی دیگر نیز نشان داد کـه در ارقـام امیـدبخش لوبیا فاصله کاشت اثر معنی‌داری بر اجزای عملکرد ایجاد نکرد و با کاهش فاصله‌کاشت از ۶۰ به ۴۰ سانتی‌متر، به‌دلیـل افـزایش تعداد بوته، عملکرد ۱۵/۵ درصد افزایش یافـت (Jafari *et al.*, 2010).

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه لوبیا انجام شد (جدول ۴). در این تجزیه سه عامل مستقل و پنهانی در مجموع ۸۴/۷۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند که میزان واریانس توجیه شده به‌وسیله این سه عامـل بـه‌ترتیـب ۴۶/۱۲، ۲۵/۴۳ و ۱۳/۱۸ درصد بود. عامل اول که بیشترین سـهم را در توجیه تغییرات صـفات داشـت، شـامل عملکـرد دانـه، عملکـرد غلاف، تراکم بوته، تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه در واحد سطح بود که ضرایب عاملی کلیه صفات فوق مثبـت بودنـد، بـه این معنی که صفات مذکور نقـش مـؤثری در افـزایش عملکـرد دانه داشتند. با توجه به نتایج به‌دسـت آمـده عامـل اول، عامـل عملکـرد و اجـزای عملکـردی نـام گرفـت کـه بیشـترین تـأثیر مستقیم را بر عملکرد داشتند و به‌تنهایی بـیش از ۴۶ درصـد از تنوع صفات مـورد مطالعـه را توجیـه کردنـد. عامـل دوم دارای ضرایب عاملی بالا و مثبت برای تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بود. با توجه به اثر عوامل به‌زراعـی همچون مقادیر بذر بر تعداد شاخه جـانبی، بـا توجـه بـه آنکـه تعداد واحدهای زایشی با تغییرات در تعداد شاخه جانبی تغییـر می‌نمایند، وجود علامت مثبت بـین ایـن صـفات قابـل توجیـه می‌باشد.

جدول۴- تجزیه به عامل‌های صفات مورد محاسبه در گیاه لوبیا طی دو سال زراعی

Table 4. Factor analysis of common bean studied traits in two cropping years

Evaluated values	مقادیر مورد ارزیابی	ضریب عاملی (Component coefficient)			میزان اشتراک (Extraction)
		1	2	3	
Grain yield	عملکرد دانه	0.907	0.160	0.045	0.851
Pod yield	عملکرد غلاف	0.873	0.133	0.028	0.780
Number of plant/m^2	تراکم بوته در واحد سطح	0.887	- 0.343	- 0.076	0.910
Number of branch	تعداد شاخه جانبی	- 0.343	0.759	- 0.366	0.828
Number of pod/plant	تعداد غلاف در بوته	0.330	0.881	- 0.162	0.912
Seed number/pod	تعداد دانه در غلاف	0.123	- 0.022	0.927	0.875
Seed number/m^2	تعداد دانه در واحد سطح	0.911	0.289	0.138	0.933
Seed number/plant	تعداد دانه در بوته	0.396	0.855	0.301	0.978
100-grain weight	وزن ۱۰۰دانه	0.407	0.324	- 0.422	0.449
Grain weight/m^2	وزن دانه در واحد سطح	0.920	0.329	0.046	0.957
Percent of variance	درصد واریانس	46.12	25.43	13.18	
Percent of Cumulative variance	درصد واریانس تجمعی	46.12	71.55	84.73	
Eigenvalues	مقادیر ویژه	4.61	2.54	1.32	

روش مقایسه: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

روش چرخش: واریماکس به همراه نرمال‌سازی کایزر

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

جدول ۵- هزینه‌های پایه مربوط به زراعت لوبیا

Table 5. Basic cost of common bean croppings

Renting the field (5 months)	اجاره زمین برای یک فصل زراعی (۵ ماه)	1 ha	یک هکتار	1200000	Rial
Nitrogen fertilizer	کود نیتروژن (اوره)	100 kg	۱۰۰ کیلوگرم	50000	Rial
Phosphorous fertilizer	کود فسفر (فسفات آمونیوم)	150 kg	۱۵۰ کیلوگرم	105000	Rial
Potassium fertlizer	کود پتاس (سولفات پتاسیم)	150 kg	۱۵۰ کیلوگرم	82500	Rial
Herbicide	علف‌کش	2 liter	دو لیتر	140000	Rial
Worker cost	هزینه کارگر	4 day	چهار روز	800000	Rial
Harvesting cost	هزینه برداشت	1 ha	یک هکتار	2000000	Rial
Sum of basic cost	مجموع هزینه‌های پایه	1 ha	یک هکتار	4377500	Rial

جدول ۶- برآورد هزینه‌ها و سود کشت ارقام لوبیا در فواصل کشت و میزان بذر مورد بررسی

Table 6. Calculation of cost and profit of common bean cultivars cropping in row spacing and seed rates that estimated

تیمارهای آزمایشی Treatment		هزینه کل (هزار ریال) Total Cost (1000-Rial)			عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield ($kg.ha^{-1}$)		درآمد حاصل از فروش (هزار ریال) Sales income (1000- Rial)		سود خالص (هزار ریال) Net profit (1000-Rial)	
Row Spacing	فاصله کشت	هزینه پایه Basic cost	هزینه بذر Seed cost	مجموع Sum	غلاف Pod	دانه Grain	غلاف Pod	دانه Grain	غلاف Pod	دانه Grain
20 cm	۲۰ سانتی‌متر	5.4377	6300	10677.5	2617.6	1396.3	31411.2	66234.3	20733.7	55646.8
30 cm	۳۰ سانتی‌متر	5.4377	6300	10677.5	2360.3	1343.9	28323.6	63835.3	17646.1	53157.8
40 cm	۴۰ سانتی‌متر	5.4377	6300	10677.5	2231.5	1293.9	26778.0	61460.3	16100.5	50782.8
Cultivar	**ارقام**									
Khaldar baghala	خالدار باقلای گرم	5.4377	6750	11127.5	2475.6	1398.7	33482.8	69935.0	22355.3	58807.5
Red Kiashahri	قرمز کیاشهری	5.4377	5850	10227.5	2330.6	1294.5	25636.6	58252.5	15409.1	48025.0
Seed rate	**میزان بذر**									
70 $kg.ha^{-1}$	۷۰ کیلوگرم در هکتار	5.4377	4900	9277.5	2248.0	1268.0	26976.0	60230.0	17698.5	50925.5
90 $kg.ha^{-1}$	۹۰ کیلوگرم در هکتار	5.4377	6300	10677.5	2410.2	1352.0	28922.4	64220.0	18244.9	53542.5
110 $kg.ha^{-1}$	۱۱۰کیلوگرم در هکتار	5.4377	7700	12077.5	2551.1	1414.1	30613.2	67169.8	18535.7	55092.3

این عامل که به‌عنوان عامل تیپ بوته نام‌گذاری گردید و در حدود ۲۶ درصد از تغییرات کل صفات را توجیه نمود. عامل سوم هم دارای ضرایب عاملی بالا برای صفات وزن ۱۰۰دانه و تعداد دانه در غلاف بوده که این دو صفت با علامت‌های مختلف در این گروه جای داشتند. بر اساس گزارشی وزن ۱۰۰دانه و تعداد دانه در غلاف به‌طور مستقل در یک گروه ولی با علامت متفاوت قرار گرفتند، که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد (Azizi *et al.*, 2001).

بالا بودن ضرایب صفات تراکم بوته و صفاتی که ناشی از تراکم بوته بود (تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه در واحد سطح) و قرار گرفتن آنها در عامل اول به‌همراه عملکرد نشان می‌دهد که برای افزایش عملکرد در ارقام رشد محدود مورد استفاده در آزمایش باید توجه کافی به‌دستیابی به فاکتور تراکم مناسب را مبذول داشت. زیرا با کاهش تراکم مطلوب عملکرد کاهش خواهد یافت. در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا گزارش شد که با تجزیه به عامل‌ها صفات مورد بررسی در چهار گروه قرار

گرفتند. بر اساس نتایج آنها عامل اول عامل رویشی، عامل دوم و سوم عوامل اجزای عملکرد و عامل چهارم، ویژگی رشد رویشی نام گرفت که در مجموع ۸۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند (Azizi *et al.*, 2001).

تجزیه و تحلیل اقتصادی

به‌منظور تجزیه و تحلیل اقتصادی تیمارهای آزمایشی و برآورد سود و زیان حاصله، ابتدا هزینه‌های پایه زراعت لوبیا محاسبه شد (جدول ۵). هزینه‌های پایه، شامل هزینه‌هایی بود که به‌طور معمول در طی یک فصل زراعی صرف تولید محصول می‌شود. برآورد هزینه‌های پایه از سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان اخذ گردید. قیمت هر کیلوگرم بذر مرغوب با قدرت جوانه‌زنی بالا برای ارقام خالدار باقلای گرم و قرمز کیاشهری به‌ترتیب ۷۵۰۰۰ و ۶۵۰۰۰ کیلوگرم بود. در برآورد درآمد حاصل از فروش محصول، قیمت هر کیلوگرم غلاف و دانه رقم خالدار باقلای گرم با توجه به‌بازارپسندی آن به‌ترتیب، ۱۳۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ ریال و رقم قرمز کیاشهری به‌ترتیب، ۱۱۰۰۰ و ۴۵۰۰۰ ریال محاسبه شد. با توجه به‌میانگین عملکرد ذکر شده برای هر تیمار، قیمت فروش هر کیلوگرم غلاف و دانه لوبیا به‌ترتیب ۱۲۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ ریال (بر اساس قیمت در سال ۹۰) محاسبه شد. جدول ۶ نشان می‌دهد که با توجه به‌آنکه در فواصل مختلف کاشت هزینه‌ی کل ثابت بود، استفاده از فاصله باریک به‌دلیل افزایش عملکرد دانه و غلاف، سبب افزایش چشمگیر سود خالص حاصل گردید. بین ارقام کشت شده به‌دلیل عملکرد و قیمت فروش بیشتر رقم خالدار باقلای گرم، این رقم سود خالص بیشتری را نسبت به‌رقم قرمز کیاشهری کسب نمود. سود خالص حاصل از به‌کارگیری ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به‌مقادیر بذر ۹۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود. در مجموع به‌نظر می‌رسد که کشت لوبیا پس از برداشت برنج، با توجه به‌سود خالص و بازارپسندی مطلوب این گیاه، می‌تواند گزینه مناسبی برای کشاورزان استان گیلان محسوب گردد.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از فواصل ردیف باریک ۲۰ سانتی‌متر، میزان بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار و رقم خالدار باقلای گرم، بیشترین عملکرد غلاف و دانه را دارا بوده و از این‌رو با توجه به سودآوری اقتصادی آن جهت کشت در منطقه گیلان قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

نتایج این مقاله از پروژه تحقیقاتی با شماره مصوب:۸۸۰۶۴-۰۴۰۴-۲ استخراج گردیده است و بدین‌وسیله نگارندگان مقاله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و مؤسسه تحقیقات برنج کشور به‌جهت حمایت‌های مالی از اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Adams, P.D., and Weaver, D.B. 1998. Brachytic stem traits, row spacing and plant population effects on soybean yield. Crop Science 38: 750-755.
2. Andrade, F.H., Calvino, P.A., Ciriloc, A., and Barbieria, P. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agronomy Journal 94: 975-980.
3. Azizi, F., Rezai, A., and Maybodi, S. 2001. Genetic and phenotypic variability and factor analysis for morphological traits in genotypes of Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 5(3): 127-141. (In Persian with English Summary).
4. Babaeian, M., Javaheri, M., and Asgharzade, A. 2012. Effect of row spacing and sowing date on yield and yield components of Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). African Journal of Microbiology Research 6(20): 4340-4343.
5. Bashtani, A. 1997. The investigation of plant density on yield and yield components of common bean. M.Sc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary).
6. Faraji, H., Gholizadeh, S., Owliaiee, H.R., and Azimi Gandomani, M. 2010. Effect of plant density on grain yield of three spotted bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars in Yasouj condition. Iranian Journal of Pulses Research 1(1): 43-50. (In Persian with English Summary).
7. Ghanbari A.A., and Taheri-Mazandarani, M. 2003. Effects of sowing date and plant density on yield of spotted bean. Seed and Plant Journal 19(4): 384-496. (In Persian with English Summary).
8. Golchin, A. Mousavi, S.F. Ghasemi Golezani, K., and Saba, J. 2008. Relationship between plant density and grain yield of three pinto bean cultivars at different sowing dates. Journal of Agricultural Science 18(1): 101-117. (In Persian with English Summary).

9. Hayate, F., Arif, M., and Kakar, K.M. 2003. Effects of seed rates on mung bean varieties under dry land conditions. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 5(1): 160-161.
10. Hossain, M.K., Islam, M.S., and Sutardhar, G.N.C. 2008. Effect of nitrogen and molybdenum on the growth and yield of bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agroforestry and Environment 2(2): 95-98.
11. Jettner, R.J., Siddique, K.H.M., Loss, S.P., and French, R.J. 1999. Optimum plant density of desi chickpea (*Cicer arietinum*) increasing yield potential in south-western Australia. Australian Journal of Agricultural Research 50: 1017-1025.
12. Jafari, A.R., Ardakani, M.R., Dorri, H.R., Ghanbari, A.K., and Ilikayi, M.N. 2010. Effect of row spacing and plant density on yield and yield component of two White bean (*Phaseolus vulgaris*) promising lines in presence and absence of weeds. Iranian Journal of Field Crops Research 8(1): 34-41. (In Persian with English Summary).
13. Kahrarian, B., and Fatemi, R. 2005. The effect of row spacing and planting space on the grain yield in white bean cv. Daneshkadeh. Iranian Journal of Crop science 6(4): 438-440. (In Persian with English Summary).
14. Madani, H., Shirzadi, M.H., Darini, F. 2008. Effect of plant density on yield and yield components of vigna and tepary local beans germplasm in Jiroft, Iran. New findings in Agriculture 3(1): 93-104. (In Persian with English Summary).
15. Moeini, M.R., Nazarkakhki, H., Razazi, A., and Kamel Shikharjeh, M. 2009. Survey of yield and yield component in three common bean cultivars in cropping pattern. Journal of Agrisearch 1(2): 78-92. (In Persian with English Summary).
16. Moshatati, A., Moussawi, S.H., Siadat, S.A., and Fathi, G. 2010. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of Cow Pea (*Vigna sinensis* L.) in Ahwaz. Electronic Journal of Crop Production 3(3): 229-238. (In Persian with English Summary).
17. Parvizi, S., Amirnia, R., Bernosy, I., Paseban Islam, B., Hasanzadeh Ghorttapeh, A., and Raeii, Y. 2011. Evaluation of different plant densities effects on rate and process of grain filling, yield and yield components in varieties of dry bean. Journal of Plant Production 18(1): 69-87. (In Persian with English Summary).
18. Powelson, A., Udy, R.I., and Peachy Manath, D. 1999. Row spacing effect on while mold and snap bean yield. Horticulture Weed Control 8: 220-227.
19. Redden, R., Usher, J., Younger, T., Mayer, D., Hall, R., Fernandes, A., and Kirton D. 1987. Response of navy beans to row width and plant population density in Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture 27: 455-463 .
20. Salehi, F. 2005. Study of plant density in promising red bean lines. The 1st Iranaian Pulses Symposium. November 20 and 21, 2005. Mashhad. p. 117-120. (In Persian).
21. Singh, S.P., and Gutierrez, J.A. 1990. Effect of plat density on selection for seed yield in two population types of *Phaseolus vulgaris* L. Euphytica 51:173-178.
22. Torabi Jafroudi, A., Hasanzadeh, A.A., and Fayaz moghadam, A. 2004. Effect of plant population on some morph physiological characteristics of two Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Pajouhesh & Sazandegi 20(1): 63-71. (In Persian with English Summary).
23. White, J.W., Kornegay, J., Castillo, J., Molano, C.H., Cajiao, C., and Tejada, G. 1992. Effect of growth habit on yield of large-seeded bush cultivars of common bean. Field Crops Research 29(2): 151-161.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 9-20

Effect of row spacing and seed rate on yield and yield component of Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars in Guilan Province

Rabiee[1*], M., & Jilani[2], M.

1. Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran
2. M.Sc. Graduated in Agronomy, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran

Received: 24 December 2013
Accepted: 25 November 2014

Abstract

In order to evaluate the effects of row spacing and seed rate on yield and yield component of Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, a split plot factorial experiment based on randomized complete block design with 3 replications was conducted at second crop research station of Rice Research Institute of Iran (Rasht) during 2008 and 2009. Experimental factors were row spacing in three levels (20, 30 and 40 cm) as main plot and seed rate in three levels (70, 90 and 110 kg.ha^{-1}) and common bean cultivars including Khaldar bean short maturation and Red Kiashahri cultivars as sub plots. The results of the combined analysis of variance showed significant differences between the years, row spacing, cultivars and seed rate in pod and grain yields. The results of mean comparisons showed that maximum pod and grain yields were obtained from the second year (with average of 2689.7 and 1478.8 kg.ha^{-1}), row spacing of 20 cm (with average of 2617.6 and 1396.3 kg.ha^{-1}), Khaldar bean short maturation cultivar (with average of 2475.6 and 1398.8 kg.ha^{-1}) and seed rate of 110 kg.ha^{-1} (with average of 2551.1 and 1414.1 kg.ha^{-1}). Results of factor analysis placed the studied traits in three separate groups and plant density per square meter, number of seed per square meter and seed weight per square meter among with the pod and grain yields were in the same group. The use of narrow row spacing (20 cm), more amount of seed (110 kg.ha^{-1}) and Khaldar bean short maturation cultivar may increase the pod and grain yields of Phaseolus vulgaris cultivars and is recommended for planting Common bean in the Guilan area.

Key words: Economical analysis, Plant density, Pod yield, Row spacing, Second crop

* **Corresponding Author:** rabiee_md@yahoo.co.uk, Tel.: 0131-6690052

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۳۱-۲۱ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 21-31

کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت

حسان صابری[۱]، غلامرضا محسن‌آبادی[۲*]، مجید مجیدیان[۲] و سیدمحمدرضا احتشامی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۰

چکیده

این تحقیق با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی، با تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی در زراعت لوبیا در منطقه رشت، در سال زراعی ۱۳۹۱ انجام شد. قالب آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار بود. تیمارها شامل: ۱- شاهد (بدون کود)، ۲- کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و تیمارهای تلفیقی کودهای بیولوژیک شامل جنس‌های *Bacillus sp*، *Pseudomonas sp* و *Rhizobium sp* با کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر به‌صورت ۳- رایزوبیوم + سودوموناس و باسیلوس (بیولوژیک) + ۱۰۰ درصد فسفر، ۴- (بیولوژیک)، ۵- (بیولوژیک) + ۲۵٪ فسفر، ۶- (بیولوژیک) +۵۰٪ فسفر، ۷- (بیولوژیک) + ۷۵٪ فسفر، ۸- نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس + ۱۰۰٪ فسفر، ۹- نیتروژن+ سودوموناس و باسیلوس ۱۰- نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس+ ۲۵٪ فسفر، ۱۱- نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس+ ۵۰٪ فسفر و ۱۲- نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس + ۷۵٪ فسفر بود. نتایج نشان داد تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌دار بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار حاوی کودهای بیولوژیک+۵۰ درصد کود فسفر و کود شیمیایی نیتروژن (تیمار ۸) مناسبترین تیمار بود که با تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک (تیمارهای ۸ و ۱۲) تفاوت معنی‌داری نداشت. سایر صفات کمی و کیفی در تیمارهای فوق نسبت به شاهد برتری داشتند. نهایتاً نتایج نشان داد امکان تلفیق کودهای زیستی فسفر با کود شیمیایی فسفر در این شرایط برای تأمین فسفر مورد نیاز محصول وجود دارد. اما کود ریزوبیوم در شرایط این منطقه کارایی مناسبی نداشت و تولید در تیمار ریزوبیوم نسبت به کود شیمیایی، کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، فسفر، کود زیستی، لوبیا، نیتروژن

مقدمه

آمار بیست سال گذشته سازمان خواروبار جهانی نشان می‌دهد که روش‌های کشاورزی رایج در سطح دنیا موفقیت قابل قبولی را در استفاده و مدیریت منابع نداشته و با اتکای بیش از حد به نهاده‌های مصنوعی و تزریق انرژی‌های کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ناپایداری اکوسیستم‌های زراعی شده است (Roberts, 2008). رفع مشکلات ناشی از این شیوه کشاورزی از قبیل مسایل زیست محیطی و کاهش تولید در واحد سطح به‌همراه حفظ پایداری سیستم‌های تولید کشاورزی از دغدغه‌های اصلی محققان بخش کشاورزی بوده است (Nasiri mahallati *et al.*, 2008). دانشمندان این بخش راه‌کارهای گوناگونی را برای مقابله با چالش‌های موجود برای تأمین غذای سالم و کافی برای جمعیت رو به رشد مورد توجه قرار داده‌اند که نگرش اکولوژیک برای تولید پایدار یکی از این راه‌کارهاست. روش‌های مصرف کود باید به‌گونه‌ای تغییر کند که مواد غذایی مورد نیاز گیاه در طول یک مدت طولانی و بدون تلفات در اختیار گیاه قرار گیرد. در بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی وجود رابطه متقابل بین گیاهان و ریز موجودات خاک تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ساختار خاک، چرخه عناصر غذایی، رشد گیاه و سازگاری آن با تغیرات محیط دارد (Bashan *et al.*, 2004). لذا انجام مطالعه در مورد استفاده از کودهای زیستی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی از اولویت‌های تحقیقات کشاورزی می‌باشد (Nazeri *et al.*, 2010).

*نویسنده مسئول: گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
تلفن: ۰۱۳۱-۳۲۲۶۷۰۲ ؛ grmohsenabadi@yahoo.com

عمده باکتری‌های محرک رشد گیاه که استفاده از آنها در سال‌های اخیر مورد توجه بوده شامل *Bacillus*، *Pseudomonas*، *Azotobacter* و *Rhizobium* می‌باشند (Yasari & Patwardhan, 2007). در بسیاری از مطالعات، مشخص شده است که تلقیح توأم باکتری‌های محرک رشد اثرات بیشتر و سودمندتری بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی در مقایسه با کاربرد منفرد آنها داشته است (Bashan & Holguin, 1997). درگزارشی استفاده از کودهای زیستی به‌خصوص تلقیح بذرهای نخود با ریزوبیوم در مقایسه با تیمار بدون تلقیح، اثر مثبتی در افزایش غلظت نیتروژن گیاه، پروتئین دانه، فسفر دانه و افزایش ماده خشک داشت (Malakoti, 2005). فسفر بعد از نیتروژن به‌عنوان دومین عنصر محدودکننده رشد رویشی به‌حساب می‌آید (Khavazi *et al.*, 2005). کودهای زیستی فسفر حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفید حل‌کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی کردن خاک و یا ترشح آنزیم‌های فسفاتاز موجب رهاسازی یون فسفات از ترکیبات معدنی شده که قابل جذب توسط گیاهان است (Nazeri *et al.*, 2010). لوبیا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* با داشتن ۲۲ درصد پروتئین، ۶۲ درصد نشاسته و ۲ درصد چربی از مهمترین محصولات کشاورزی جهان و منبع ارزان قیمت پروتئین به‌حساب می‌آید و پتانسیل مناسبی را برای تأمین پروتئین مورد نیاز رژیم غذایی جامعه دارد (Troeh & Loynachan, 2003). بنابراین، این آزمایش با هدف مطالعه امکان استفاده تلفیقی از کودهای زیستی و شیمیایی و بررسی امکان کاهش مصرف کودهای شیمیایی در زراعت لوبیا طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحت پوشش سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، شهرستان رشت اجرا شد. محل اجرای آزمایش در ۳۷ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده و ۸ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. قبل از کاشت نمونه مرکبی از خاک مزرعه از عمق ۳۰ -۰ سانتی‌متری تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن با هدف تعیین نیاز کودی تعیین گردید (جدول ۲). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: T_1- شاهد (بدون کود)، T_2- کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر بر اساس آزمون خاک، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل)، T_3- تلقیح بذور با رایزوبیوم + سودوموناس و باسیلوس (کود بیولوژیک) + ۱۰۰ درصد کود فسفر، T_4- تلقیح بذور با رایزوبیوم + سودوموناس و باسیلوس + بدون کود فسفر، T_5- تلقیح بذور با رایزوبیوم + سودوموناس و باسیلوس + ۲۵ درصد کود فسفر، T_6- تلقیح بذور با رایزوبیوم + سودوموناس و باسیلوس +۵۰ درصد کود فسفر، T_7- تلقیح بذور با رایزوبیوم + سودوموناس و باسیلوس + ۷۵ درصد کود فسفر، T_8- کود نیتروژن (جایگزین رایزوبیوم) + سودوموناس و باسیلوس + ۱۰۰ درصد کود فسفر T_9- کود نیتروژن+ سودوموناس و باسیلوس+ بدون کود فسفر، T_{10}- کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس+ ۲۵ درصد کود فسفر، T_{11}- کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس+ ۵۰ درصد کود فسفر و T_{12}- کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس + ۷۵ درصد کود فسفر بودند.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil physical and chemical characteristics of experimental field

بافت خاک	پتاسیم قابل جذب (واحد در میلیون)	فسفر قابل جذب (واحد در میلیون)	درصد نیتروژن	درصد کربن آلی	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	عمق خاک (سانتی‌متر)
Soil texture	**Potassium (PPM)**	**Phosphorus (PPM)**	**Nitrogen (%)**	**Organic carbon (%)**	**EC ($ds.m^{-1}$)**	**PH**	**Soil Depth (cm)**
لوم Loam	251	8.16	0.11	1.44	0.82	7.42	0-30

مزرعه مورد نظر در زمستان سال ۱۳۹۰ در حالت آیش بود. برای تهیه بستر کاشت در ابتدا به عمق ۳۰ سانتی‌متر با گاوآهن برگرداندار شخم و در ادامه جهت خردکردن کلوخه‌ها دو مرحله دیسک زده شد. بعد از پیاده کردن نقشه طرح و تصادفی کردن تیمارها، برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز طبق آزمون خاک ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در کرت‌هایی که نیاز به کود شیمیایی فسفر و نیتروژن داشتند، قبل از کاشت به خاک اضافه شد. کود اوره نیز در تیمارهای کودی نیتروژن در سه مرحله (۱/۳ قبل از کاشت، و

بقیه در مرحله گلدهی) اعمال شد. لوبیای مورد استفاده در این آزمایش، لوبیای محلی (پاچ باقلا) توده‌ی بومی رگه قرمز بود. عملیات کاشت در ۲۰ مرداد سال ۱۳۹۱ به‌صورت جوی و پشته و با دست صورت گرفت و بلافاصله پس از کاشت آبیاری انجام شد. ابعاد هر واحد آزمایشی ۴×۲/۵ متر در نظر گرفته شد و هر کرت دارای ۵ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مایه تلقیح باکتریایی به‌صورت بسته‌های جدا که شامل صمغ عربی، باکتری حل‌کننده فسفات (سودوموناس و باسیلوس) و باکتری رایزوبیوم از بانک میکروبی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شد. بدین ترتیب که تیمارهایی که بایستی با باکتری تلقیح شوند مقدار بذر لازم را برای هر تیمار درون کیسه نایلونی ریخته با محلول ۲۰ درصد ساکاروز آغشته نموده و پس از تکان دادن کیسه به‌مدت یک دقیقه مایه تلقیح به کیسه اضافه و مجدداً به‌مدت ۵ دقیقه تکان داده شد، سپس بذور تلقیح شده را روی یک ورق آلومینیوم در سایه پهن نموده تا بذور خشک شوند، سپس به سرعت اقدام به کاشت بذور شد. آبیاری لوبیا با توجه به نیاز گیاه هر ۷ الی ۸ روز انجام گرفت. وجین علف‌های هرز نیز در دو مرحله از رشد رویشی گیاه به‌صورت دستی انجام شد. ۱۵ روز بعد از سبز شدن نمونه‌گیری هر ۱۰ روز یک بار انجام شد. در هر مرحله نمونه‌برداری پنج بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت با رعایت اثر حاشیه انجام گرفت. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه گروه زراعت دانشگاه گیلان به برگ، ساقه و غلاف تفکیک شدند. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل ΔTساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد. سپس، هر کدام از اجزای نمونه به‌صورت جداگانه در داخل پاکت کاغذی قرار داده شده و در داخل آون تهویه‌دار به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پس از خشک شدن، وزن خشک هر کدام از اجزای بوته‌ها توسط ترازوی دیجیتال مدل JP300W با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. با اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک کل، شاخص‌های رشد شامل شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد محصول (CGR) به روش شی و همکاران اندازه‌گیری شد (Shi *et al*., 1981).

$$LAI = LA/GA$$

$$CGR = \{(W_2-W_1/ (M_2-M_1)\} \times (1/GA) \times 100$$

GA: سطح نمونه‌برداری، LA: سطح برگ نمونه، W_1: وزن نمونه اولیه، W_2: وزن نمونه‌گیری دوم، M_1: زمان نمونه‌گیری اول M_2: زمان نمونه‌گیری دوم

برداشت نهایی به تعداد ۲۰ بوته به‌صورت تصادفی در تاریخ پنج آبان ماه سال ۱۳۹۱ انجام و عملکرد زیستی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه) و صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری محتوای پروتئین دانه لوبیا بر اساس استخراج پروتئین به‌روش Bradford, (1976) انجام شد. تجزیه واریانس و محاسبه ضرایب همبستگی با استفاده از نرم افزار SAS نسخه 9.2 و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2010 صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌دار بر عملکرد دانه داشتند (جدول۲). همانگونه که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) مشاهده شد، بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار هشتم (کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس + ۱۰۰ درصد کود فسفر) با متوسط عملکرد ۱۵۵۴ کیلوگرم در هکتار که با تیمارهای ۱۱ (کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس+ ۵۰ درصد کود فسفر) و ۱۲ (کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس + ۷۵ درصد کود فسفر) اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد با متوسط ۵۸۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در یک مطالعه مشابه بیشترین عملکرد دانه لوبیا در تیمار مصرف توأم کود زیستی و ۷۵ درصد کود شیمیایی با متوسط ۳۱۱۳ کیلوگرم درهکتار به‌دست آمد (Nazeri *et al*., 2010) این نتایج با تحقیقات Rosen *et al*., (2010) مبنی بر افزایش عملکرد سیب زمینی در اثر کاربرد تلفیقی با فسفر مطابقت دارد، این پژوهشگران گزارش کردند که استفاده از کود فسفر عملکرد را نسبت به شاهد ۶۵ درصد افزایش داد. در آزمایش بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر هیبریدهای ذرت مشخص شد که کاربرد کودهای زیستی طول دوره گرده‌افشانی، کاکل‌دهی، تطابق گلدهی، پر شدن دانه و عملکرد دانه را افزایش داد (Hamidi *et al*., 2009). در مطالعه‌ای دیگر بر روی گیاه نخود مشخص شد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد ۳۵ درصد عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد افزایش داد. بیشترین عملکرد در نتیجه‌ی کاربرد مخلوطی از باکتری و کود شیمیایی مشاهده شد (Mishra *et al*., 2010) Stancheva *et al*., (1992) در یک بررسی نشان دادند که در اثر تلقیح ذرت با کودهای زیستی وزن خشک بوته افزایش یافت. آنان دلیل این موضوع را بهبود دسترسی و جذب عناصر غذایی ذکر کردند و بیان داشتند که این موضوع در نهایت باعث افزایش تجمع ماده خشک در ذرت

شد. Gholami, (2000) دلایل افزایش عملکرد دانه ذرت در تیمارهای تلقیح شده با کودهای زیستی را افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و روی، تولید هورمون‌های محرک رشد و مقاومت در برابر عوامل بیماریزا و همچنین افزایش جذب سطح ریشه‌ها در جهت دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتری از خاک مطرح کرد. Tohidi Moghadam *et al*., (2004) نیز در یک تحقیق به این نتیجه رسیدند که کودهای زیستی فسفر همراه با کودهای شیمیایی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه سویا شد. این نتایج می‌تواند نشان‌دهنده این مطلب باشد که احتمالاً تلفیق تیمار کود زیستی سودوموناس و باسیلوس با کود شیمیایی فسفر قادر به تأمین فسفر مورد نیاز گیاه بوده، به‌طوری که حتی در تیمارهای تلفیقی ۵۰ درصد تا ۱۰۰ درصد کود فسفر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی لوبیا در سطوح مختلف کودی

Table 2. Analysis of variance the effects of fertilizers on quantitative and qualitative bean characteristics

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات MS					
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	درصد پروتئین	وزن صد دانه	غلاف در بوته	شاخه فرعی
S.O.V.	df	Seed yield	Biological yield	Protein percent	100 seed weight	Pod No.	Branch No.
تکرار Rep.	2	49527	23413	23.65	5.391	0.881	5.376
تیمار Treat.	11	351064**	2415050**	64.50**	17.809**	3.232*	6.775**
خطا Error	22	65206.10	117937	9.47	2.062	1.340	0.710
ضریب تغییرات C.V. %	–	10.48	10.14	18.07	3.51	24.33	11.38

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

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

بنابراین به‌نظر می‌رسد در شرایط کاربرد تلفیقی باسیلوس و سودوموناس با کود فسفر شیمیایی فعالیت باکتری‌ها باعث تغییر اسیدیته خاک و افزایش حلالیت و دسترسی گیاه به یون‌های قابل جذب فسفات و حتی باعث افزایش جذب عناصر غذایی دیگر و بهبود رشد شده است. نتایج این مطلب را تأیید کرد که تلفیق کودهای بیولوژیک و شیمیایی فسفره امکان‌پذیر است چرا که کودهای بیولوژیک فسفره آزادزی هستند و با کاربرد کود شیمیایی فسفره فعالیت آنها کاهش نمی‌یابد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که دلیل افزایش عملکرد دانه در شرایط تلفیق کود شیمیایی و زیستی سودوموناس و باسیلوس، افزایش جذب عناصر غذایی از خاک در نتیجه‌ی افزایش فراهمی عناصر باشد. اما از سوی دیگر در تیمارهایی که از رایزوبیوم به جای نیتروژن استفاده شد (تیمار شماره ۳ تا تیمار شماره ۷)، کود زیستی رایزوبیوم به‌تنهایی قادر به تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه نبوده و در نتیجه در این تیمارها افت عملکرد مشاهده شد. در شرایط کاربرد توأم رایزوبیوم و کود نیتروژن نیز به‌خاطر ماهیت و نوع رابطه همزیستی، باکتری‌ها از فعالیت باز مانده و افزایشی در عملکرد مشاهده نشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد در این تحقیق کاربرد تلفیقی رایزوبیوم و کود نیتروژن موفقیت‌آمیز نبوده است.

تعداد غلاف در بوته

همانطور که در جدول ۲ دیده می‌شود، صفت تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد، به‌طوری‌که در جدول مقایسه میانگین تیمار هشتم (تلفیق کود شیمیایی اوره، فسفر و کود زیستی) دارای بالاترین تعداد غلاف در بوته بود که با تیمار شماره ۱۲ اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمارهایی بود که کودهای تلفیقی دریافت کرده بودند. کمترین تعداد غلاف در تیمار شاهد بود. کودهای زیستی به‌دلیل توانایی در حلالیت و افزایش جذب فسفر نامحلول موجود در خاک، در مرحله زایشی و باروری گیاه تأثیر دارد(Estrada-Luna & Davies, 2003). Turk & Taeaha, (2002) طی یک بررسی اعلام کردند که تعداد غلاف در بوته به شدت تحت تأثیر کود فسفر قرار می‌گیرد هر قدر تعداد غلاف در بوته افزایش یابد، عملکرد دانه نیز بیشتر خواهد شد. بررسی نتایج ضرایب همبستگی این آزمایش نشان داد که تعداد غلاف در بوته با صفات عملکرد دانه (r=۰/۷۷**)، قطر ساقه (r=۰/۹۱**)، وزن صد دانه (r=۰/۷۱**)، تعداد دانه در غلاف (r=۰/۸۰**)، عملکرد زیستی (r=۰/۹۴**) و پروتئین (r=۰/۷۳**) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. Farzana & Radizah, (2005) گزارش دادند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی باعث توازن بین مخزن و منبع شد، به‌طوری‌که فسفر باعث افزایش ظرفیت مخزن گردید و تأمین سایر عناصر غذایی به‌همراه فسفر از طریق کاربرد تلفیقی کودها، باعث افزایش قدرت منبع شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا تحت تأثیر سطوح کودی مختلف

Table 3. Comparison of yield and yield component of bean under different levels of fertilizer.

تیمارهای مختلف کودی Fertilizer treatments	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biol. Yield ($kg.ha^{-1}$)	غلاف در بوته Pod No.	شاخه فرعی در بوته Branch No.	درصد پروتئین Protein percent	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 seed weight (g)
1- Control	581.53 e	1188 h	3.33 c	5.16 g	9.62 e	36.16 e
2- Chemical fertilizers (N + P)	1353.27 b	2639 cd	5.08 bc	8.41 abcd	22.04 a	44.51 a
3- Biological fer. + P 100%	610.27e	1876 ef	4.50 bc	5.16 g	15.9 bcd	38.84 d
4- Biological fer. + P 0%	833.7 d	1349 gh	4.25 bc	7.25 ecd	13.37 ed	40.78 cd
5- Biological fer. + P 25%	807.60 d	2017 ef	4.08 bc	5.75 gf	14.24 ed	40.41 cd
6- Biological fer. + P 50%	834.10 d	1875 f	3.91 bc	6.41 efg	15.60 cd	38.98 d
7- Biological fer. + P 75%	834.47 d	1620 f	4.25 bc	7.08 ed	11.96 ed	39.44 d
8-Bacil.+ Pesud.+ N+ P100%	1554.43 a	4711 a	7.33 a	8.66 abc	23.21 a	43.76 ab
9- Bacil.+ Pesud.+ N+ P 0%	1041 c	2242 ed	5 bc	7.83 bcde	14.01 ed	42.07 bc
10- Bacil.+ Pesud.+ N + P25%	1354.07 b	2629 cd	5 bc	8.66 abc	20.7 abc	43.95 ab
11- Bacil.+ Pesud.+ N + P50%	1395.20 ab	2972 cb	4.50 bc	9.41 a	22.38 a	40.06 cd
12- Bacil.+ Pesud.+N+ P75%	1393.00 ab	3324 b	5.83 ab	9 ab	21.13 ab	40.91 cd
LSD	186.27	406	1.96	1.42	5.21	2.43

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Similar letters in each column indicate no significant difference according to $LSD_{5\%}$ Test

تعداد شاخه فرعی

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی داشت (جدول ۲). بیشترین شاخه فرعی با ۹/۴۱ عدد مربوط به تیمار ۱۱ بود که با تیمارهای ۲، ۸، ۱۰ و ۱۲ از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد شاخه‌ی فرعی با ۵/۱۶ عدد مربوط به تیمار شاهد بود. آزمایش‌هایی که در این زمینه انجام شده به نقش اکسین‌ها که در نتیجه حضور باکتری‌های محرک رشد تولید شده و در تحریک تقسیمات سلولی نقش دارد و همچنین نقش نیتروژن در افزایش رشد رویشی و افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته اشاره دارد. در همین مورد نتایج این بررسی با تحقیقات Nazeri *et al.*, (2010) مطابقت داشت.

وزن صد دانه

وزن صد دانه از مهمترین اجزای عملکرد بوده و تأثیر به‌سزایی در عملکرد دارد. تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه داشت (جدول ۳). بیشترین وزن صد دانه در تیمار کود کامل شیمیایی با میانگین ۴۴/۵۱ گرم و در تیمارهای تلفیق کود زیستی و شیمیایی اروه و فسفر کامل و ۷۵٪ فسفر با میانگین ۴۳/۷۶ و ۴۳/۹۵ گرم و کمترین وزن صد دانه در تیمار شاهد با میانگین ۳۶/۱۶ گرم به‌دست آمد. نتیجه‌ی بررسی‌های مختلف انجام شده توسط Musavi Janghali *et al*, (2006) در استفاده از باکتری‌های سودوموناس حاکی از آن است که میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات سبب افزایش حلالیت فسفر از منبع فسفر خاک و ارتقاء شاخص‌های عملکرد گیاه ذرت گردید. Gholami, (2000) نیز در بررسی که روی ذرت انجام داد بیان کرد بوته‌های تلقیح‌یافته با سودوموناس و آزوسپریلیوم وزن دانه بالاتری داشتند. عباس‌پور و همکاران Abbaspoor *et al.*, (2009) نیز بیان کردند که تلقیح گندم با باکتری‌های سودوموناس موجب افزایش وزن دانه در گندم شد. Rajabi Darvishan, (2011) نیز طی بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد بر روی برنج، نتایج مشابهی در زمینه افزایش وزن دانه گزارش داد. Majidian *et al*, (2006) نیز در مطالعه‌ی تلفیق کودهای دامی و شیمیایی افزایش وزن دانه‌های بلال را گزارش کردند، ایشان علت نتایج خود را بهبود شرایط حاصلخیزی خاک مطرح نمود.

عملکرد زیستی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد تلفیقی کودها در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد زیستی معنی‌دار شد. جدول مقایسه میانگین‌ها حاکی از این است که تیمار هشتم (کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس+ ۱۰۰ درصد کود فسفر) با متوسط ۴۷۱۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد و تیمار شاهد با میانگین ۱۱۸۸ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را دارا بود.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر شاخص‌های رشد لوبیا

Table 4. Analysis of variance the effect of integrated biological and chemical fertilizers on bean growth index

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات MS		
S.O.V.	df	LAI	CGR	TDW
بلوک Rep.	2	168733.3 ns	0.802569 ns	10984.69 ns
تیمار Treat.	11	0.6038**	137.19**	2698940.27**
خطا Error	22	2.11839914	3.5416	45429.00
ضریب تغییرات (٪) C.V.	_	13.88	15.33	11.99

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

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

در حالی‌که تیمارهای تلفیق کود اوره و کود زیستی فسفر و سطوح کود شیمیایی فسفر تفاوت معنی‌داری نداشت. کودهای زیستی از طریق افزایش جذب نیتروژن و فسفر موجب ایجاد شاخ و برگ بیشتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه و تولید ماده خشک بیشتر می‌شود (Allen *et al*., 1981). افزایش عملکرد زیستی در سطوح کود زیستی فسفر به‌علاوه ۷۵ درصد فسفر شیمیایی نسبت به شاهد با نتایج Ghazi & Zak, (2004) مطابقت دارد. Mehana & Abdul Wahid, (2002) نیز در طی پژوهشی گزارش دادند که عملکرد زیستی باقلا با کاربرد قارچ‌های حل‌کننده فسفر، سطوح فسفر معدنی و رایزوبیوم همزیست باقلا افزایش یافت، که این افزایش را به افزایش فعالیت متابولیکی فسفر در گیاه نسبت دادند. نتیجه این آزمایش احتمالاً به این دلیل است کودهای زیستی استفاده شده با بهبود شرایط جذب عناصر غذایی نیاز به مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داده است و در نتیجه بین سطوح ۲۵ درصد کود شیمیایی فسفر با ۱۰۰ درصد کود فسفر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بررسی ضرایب همبستگی (جدول ۶) نیز نشان داد که عملکرد زیستی با صفات عملکرد دانه (r= ۰/۸۸**)، تعداد دانه در غلاف (r=۰/۶۴**)، قطر ساقه (r=۰/۹۴**)، ارتفاع بوته (r=۰/۸۶**)، وزن صد دانه (r=۰/۷۳**)، تعداد غلاف در بوته (r=۰/۹۴**)، تعداد شاخه فرعی (r=۰/۷۸**) و پروتئین (r=۰/۷۸**) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های رشدی لوبیا تحت تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی

Table 5. Comparison of growth index bean under integrated application of biological and chemical fertilizers

تیمارها	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)	شاخص سطح برگ	ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار)
Treatmants	CGR ($g.m^{-2}.day^{-1}$)	LAI	TDW ($kg.ha^{-1}$)
1- Control	3.75 f	0.58 g	693 f
2- Chemical fertilizers (N + P)	13.68 c	1.67 cb	1965 c
3- Biological fer. + P 100%	7.79 ef	0.73 gf	835 ef
4- Biological fer. + P 0%	15.09 bc	0.93 ef	1360 d
5- Biological fer. + P 25%	4.81 g	0.77 gf	1138 ed
6- Biological fer. + P 50%	10.21 ed	1.02 ef	1019 edf
7- Biological fer. + P 75%	6.80 gf	0.77 gf	903 ef
8- Bacil.+ Pesud.+ N+ P100%	24.70 a	2.95 a	3579 a
9- Bacil.+ Pesud.+ N+ P 0%	7.96 ef	1.20 ed	1938 c
10- Bacil.+ Pesud.+ N + P25%	17.35 b	1.46 cd	2107 bc
11- Bacil.+ Pesud.+ N + P50%	12.06 dc	1.96 b	2448 b
12- Bacil.+ Pesud.+N+ P75%	22.85 a	1.90 b	3257 a
LSD	3.186	0.313	360.91

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Similar letters in each column indicate no significant difference according to $LSD_{5\%}$ Test

درصد پروتئین

در این آزمایش درصد پروتئین دانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۱). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین در تیمار دوم (کود کامل شیمیایی)، تیمار هشتم (کود نیتروژن+ سودوموناس و باسیلوس+ ۱۰۰ درصد کود فسفر)، دهم (کود نیتروژن+ سودوموناس و باسیلوس+ ۲۵ درصد کود فسفر)، یازدهم (کود نیتروژن +

سودوموناس و باسیلوس+ ۵۰ درصد کود فسفر) و دوازدهم (کود نیتروژن +سودوموناس و باسیلوس+ ۷۵ درصد کود فسفر) به‌دست آمد. نتایج این آزمایش با تحقیقات Nazeri *et al.*, (2010) مطابقت داشت. همچنین Yolcen *et al.*, (2011) نیز در نتیجه‌ی استفاده از تلفیق کود زیستی و کود آلی در گیاه یولاف بیشترین درصد پروتیئن را نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند. البته Eberahim ghuchi, (2011) با استفاده از تلفیق کود آلی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری در درصد پروتئین مشاهده نکرد که دلیل این امر را تأثیر شرایط محیطی و ویژگی‌های خاک محل آزمایش عنوان کرد.

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ تعیین‌کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است، که تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط است. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس در مرحله چهارم نمونه‌برداری سطح برگ نشان داد که اثر استفاده تلفیقی از کودهای زیستی در سطح احتمال یک درصد بر شاخص سطح برگ معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین داده‌های سطح برگ نشان داد که تیمار هشتم (کود نیتروژن+ سودوموناس و باسیلوس+ ۱۰۰ درصد کود فسفر) با میانگین ۲/۹۵ بیشترین سطح برگ و تیمار شاهد با میانگین ۰/۵۸کمترین شاخص سطح برگ را به‌خود اختصاص داد. تیمارهای تلفیق کود زیستی و شیمیایی نسبت به تیمار شاهد دارای شاخص سطح برگ بالاتری بودند. همچنین کاربرد کودهای زیستی به‌تنهایی و بدون حضور کود اوره تأثیر معنی‌داری نسبت به شاهد بر روی شاخص سطح برگ نداشت. افزایش سطح برگ، شاخصی از افزایش رشد رویشی گیاه محسوب می‌شود و توسعه آن در افزایش تولید و عملکرد نقش به‌سزایی دارد (Nezarat & Gholami, 2008). Ganjali *et al.*, (2000) گزارش کردند که توسعه کندتر سطح برگ باعث جذب کمتر تابش شده و در نتیجه کاهش سرعت رشد محصول را به‌دنبال دارد. در یک بررسی با استفاده از محلول‌پاشی باکتری‌های محرک رشد بر روی گیاه ذرت گزارش شد که تولید جیبرلین و اسید ایندول استیک در گیاه افزایش یافته و منجر به افزایش طول و پهنای برگ ذرت و در ادامه افزایش سطح برگ گیاه شد آنها پیشنهاد کردند که به‌نظر می‌رسد سیگنال‌های هیدرولیکی و شیمیایی در گیاهان تلقیح شده رشد برگ را کنترل می‌کنند (Amal *et al.*, 2010). درگیاهان تلقیح‌شده با باکتری‌های محرک رشد به‌دلیل افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه، جذب آب و مواد غذایی افزایش می‌یابد و برگ رشد بیشتری می‌یابد (Hu *et al.*, 2007). احتمالاً در این آزمایش نیز، افزایش رشد و نمو و عملکرد گیاه به‌دلیل اثرات مثبت باکتری‌های محرک رشد در توسعه سطح برگ بوده است. نتایج این آزمایش نشان داد که شاخص سطح برگ لوبیا در تیمارهای مختلف کودی روند مشابهی در طول دوره رشد داشت. با گذشت زمان مقدار شاخص سطح برگ افزایش یافت و در دوره گلدهی به حداکثر میزان خود رسید و سپس به‌دلیل پیری و ریزش برگ‌ها روند نزولی داشت. نتایج بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که بین شاخص سطح برگ با عملکرد زیستی (r=۰/۸۳**)، سرعت رشد محصول (r=۰/۹۷**) و دوام سطح برگ (r= ۰/۸۵**)، رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت. همانطور که در جدول همبستگی صفات دیده شد وزن خشک کل با سطح برگ دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری (r= ۰/۸۲۷**) بود (جدول ۶). تولید ماده خشک نتیجه فتوسنتز گیاه می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان کرد تیمارهایی که از شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند، وزن خشک بالاتری هم داشته باشند. در این آزمایش مشخص شد که تیمارهای تلفیقی کود زیستی به‌دلیل شاخص سطح برگ بیشتر و به‌تبع آن جذب تابش و فتوسنتز بیشتر و نهایتاً با توسعه بیشتر اندام‌های هوایی و زیر زمینی در جذب نور و آب و مواد و عناصر غذایی، از تجمع ماده خشک بیشتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند.

جدول ۶- جدول ضرایب همبستگی شاخص‌های رشدی لوبیا

Table 6. Corrolation coefficient of bean growth index

صفات	TDW	CGR	LAI	RGR	LAD
TDW	1	0.778**	0.827**	0.686*	0.773**
CGR		1	0.978**	0.625*	0.766**
LAI			1	0.578*	0.857**
RGR				1	0.279
LAD					1

تجمع ماده خشک

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی در مرحله چهارم نمونه‌برداری نشان داد که استفاده تلفیقی کودهای زیستی در سطح احتمال یک درصد بر ماده خشک کل معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌های ماده خشک کل نشان داد که در این مرحله تیمار هشتم (کود نیتروژن + سودوموناس و باسیلوس+ ۱۰۰ درصد کود فسفر) با میانگین ۳۵۷۹ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین وزن خشک و تیمار شاهد با میانگین ۶۹۳ کیلوگرم در هکتار کمترین ماده خشک را به‌خود اختصاص داد (جدول ۶). روند تجمع ماده خشک نیز نشان داد که در مراحل اولیه رشد به‌دلیل فقدان رقابت بین بوته‌ها، ماده خشک به‌تدریج افزایش و تا ۸۵۰ درجه روز رشد به‌دلیل وجود فضای کافی جهت استفاده بهینه از نور و مواد

غذایی به حداکثر رسید. Naderia & Ghadiri, (2010) نیز در طی آزمایش تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر روی گیاه ذرت در مورد افزایش تجمع ماده خشک در تیمارهای تلفیق کود شیمیایی و زیستی اظهارات مشابهی داشتند. توران و همکاران Turan *et al*., (2006) نیز بیشترین میزان تجمع ماده خشک را در گیاه گوجه‌فرنگی در تیمارهای تلفیق کود زیستی باسیلوس و کود شیمیایی گزارش دادند.

سرعت رشد محصول

نتایج جدول تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی در مرحله چهارم نمونه‌برداری نشان داد که سرعت رشد محصول در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر سطوح تیماری معنی‌دار شد (جدول ۴). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین، در این مرحله بیشترین سرعت رشد محصول با میانگین ۲۴/۷۰ مربوط به تیمار هشتم و کمترین آن با میانگین ۳/۷۵ مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. نتایج نشان داد تیمارهای تلفیق کود زیستی و شیمیایی به‌دلیل استفاده بهینه از عناصر غذایی و در دسترس داشتن شرایط مطلوب رشدی در سطوح بالاتری نسبت به تیمار شاهد قرار می‌گیرند. Eberahim ghuchi, (2011) گزارش کرد که در تیمارهای تلفیقی به‌علت فراهمی و جذب بیشتر عناصر غذایی و به‌دنبال آن افزایش سطح برگ و ماده خشک، سرعت رشد محصول نسبت به سایر تیمارها افزایش پیدا کرد.

نتیجه‌گیری

همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد می‌توان از باکتری‌های حل‌کننده فسفات به‌صورت تلفیقی برای کاهش مصرف کودهای فسفره شیمیایی و بهبود جذب و افزایش کارایی مصرف کود فسفر و جذب بهتر فسفر موجود در خاک سود برد. چرا که تقریباً بیشتر صفات مورد مطالعه در تیمارهای تلفیقی سودوموناس و باسیلوس با کود فسفر از نظر کمی و کیفی برتری داشتند. در صورتی‌که باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در شرایط ادافیکی و اقلیمی این آزمایش کارایی مناسبی نداشت و تیمار کود زیستی ریزوبیوم (تیمار سوم) در شرایط این آزمایش قادر به تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه و جایگزینی به‌جای کود نیتروژن نبود، تیمار تلفیقی نیز گزینه‌ی مناسبی نبود. نهایتاً احتمالاً این امکان وجود خواهد داشت که در این منطقه از کودهای زیستی فسفره به‌صورت تلفیقی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی سود جست که البته به مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز است.

منابع

1. Abbaspoor, A., Zabihi, H.R., Movafegh, S., and Akbari Asl, M.H. 2009. The efficiency of plant growth promoting rhizobacteria (PGRP) on yield and yield components of two varieties of wheat in salinity conditions. American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 3(4): 824-828.
2. Allen, M.F., Smith, W.K., Moore, T.S., and Christensen, M. 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Bouteloua gracilis*. New Phytologist 88: 683-693.
3. Amal, G.A., Orabi, S., and Gomaa, A.M. 2010. Bio-organic farming of grain sorghum and its effect on growth, physiological and yield parameters and antioxidant enzymes activity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 6(3): 270-279.
4. Bashan, Y., Holguin, G., de-Bashan, L. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances. Canadian journal of microbiology 50: 521-577.
5. Bashan, Y., and Holguin, G. 1997. Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances. Canadian Journal of Microbiology 43:103-121.
6. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-256.
7. Eberahim ghuchi, Z. 2011. Influence of integrated use of farmyard manure, chemical fertilizer and biofertilizers on quantity and quality of fodder corn (*Zea mays* L.) M.Sc. Thesis. University of Guilan, Iran.

8. Estrada-Luna, A.A., and Davies, F.T. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, Abscisic acid and growth of micro propagated chile ancho pepper (*Capsicum annum* L.) plantlets during acclimatization and post-acclimatization. Journal of Plant Physiology 160(9): 1073-1084
9. Farzana, Y., and Radizah, O. 2005. Influence of Rhizobacterial inoculation on growth of the sweet potato cultivar. Online Journal of Biological Sciences 1(3): 176-179.
10. Ganjeali, A., Malekzadeh, S., and Bagheri, A. 2000. Effect of plant population density and planting pattern on trend of growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Neishabour region. Journal of Agricultural Science and Technology 14(2): 31-41.
11. Ghazi, M., and Zak, J.B. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress Mycorrhiza. 14: 263-269.
12. Gholami, A. 2000. Effect of Mycorrhizal mushrooms on growth and yield indexes of maize (*Zea mays* L.) in Shahrod region. Ph.D. Thesis. Tarbiat Modarres University of Tehran. P: 85-170. (In Persian).
13. Hamidi, A., Asqarzadeh, A., Chokan, R., Dehghan Shoar, M., Ghalavand, A., and Jafarmalakoti, M. 2007. Study of plant growth promoting rihizobacteria (PGPR) biofertilizers application in maize cultivation by adequate input. Journal of Environmental Science 4: 1-20. (In Persian with English Summary).
14. Hamidi, A., Chokan, R., Asghar Zadeh, A., Dehghanshoaar, M., Ghalavand, A., and Malakoti, M.J. 2009. The effect of use bacterial growth promoting (PGPR) on the phenology of late maturity hybrid. Iranian Journal of Crop Science 11: 270-249.
15. Hu, Y., Burucs, Z., Tucher, S., and Schmidhalter, U. 2007. Short-term effect of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves of maize seedlings. Environmental and Experimental Botany 60: 268-725.
16. Khavazi, K., Asadi Rahmani, H., and Malakoti, M.J. 2005. Necessity of biologic dunks industrial product in country. Sana Publication. 420 pp.
17. Malakoti, M. 2005. Constant agronomy and enhance yield by optimum use of fertilizer in Iran. Instruction Emission Agronomy.
18. Majidian, M., Ghalavand, E.A.L., and Karimian, N.A. 2006. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and organic fertilizer at different growth stages on corn crop characteristics. Conference ecological Iran. October 26-25, Gorgan University. 3099-3108.
19. Mehana, T.A., and Abdul Wahid, O.A. 2002. Associative effect of phosphate dissolving fungi, rhizobium and phosphate fertilizer on some soil properties, yield components and the phosphorus and nitrogen concentration and uptake by (*Vicia faba* L.) under field conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences 5(11): 1226-1231.
20. Mishra, A., Prasad, K., and Rai, G. 2010. Effect of bio-fertilizer inoculations on growth and yield of dwarf field pea (*Pisum sativum* L.) in conjunction with different dose of chemical fertilizers. Journal of Agronomy 9(4): 163-168.
21. Musavi Janghali, S.A., Sani, B., Sharifi, M., and Hoseini Nejad, Z. 2006. Assessing the effect of phosphate solvent bacteria and mycorrhizae on *Zea mayes* (SC 704) quantitative traits. Abstract articles 8th Congress of Agronomy Science. Iran, Guilan University, page 184. (In Persian).
22. Naderia, R., and Ghadiri, H. 2010. Urban waste compost, manure and nitrogen fertilizer effect on the initial growth of corn (*Zea mays* L.). Desert. 15:159-165.
23. Nasiri Mahallati, M., Koochaki, A.R., Rezvani Moghaddam, P., and Beheshti, A.R. 2008. Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad Press. 640 pages.
24. Nazeri, P., Kashani, A., Khavazi, K., Ardekani, M.R., Mirakhori, V.M., and Pursiahbidi, M. 2010. Response of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to rhizobium inoculation and strip placed granulated phosphate application. Journal of Agroecology 2(1): 175-185. (In Persian).

25. Nezarat, S., and Gholami, A. 2008. Evaluation of Azospirillum and Pseudomonas on maize growth. 2nd National Congress of Ecological Agriculture in Iran, pp. 2037-2049. (In Persian).
26. Rahmati Khorshidi, Y., and Ardakani, M.R. 2011. Response of yield and yield components of rice (*Oryza sativa*) to *Pesudomonas flouresence* and *Azospirilum lipoferum* under different nitrogen levels. American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 10(3): 387-395.
27. Rajabi Darvishan, Z. 2011. The study of spray of Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) and their metabolites on rice quantitative and qualitative yield (Var. Hashemi). M.Sc. Thesis. University of Guilan, Iran.
28. Roberts, T.L. 2008. Improving Nutrient Use Efficiency. Turkish journal of agriculture and forestry 32: 177-182.
29. Rosen, C., Mcnearney, M., and Bierman, P. 2010. Evaluation of specialty phosphorus fertilizer sources for potato. Northern plains potato growers association research reporting meeting. Available at Web site http://www.nppga.org/crop_science/research_reports_17_2768967167. pdf. USA.
30. SAS. Institue. 1996. The SAS System Version 9.0. SAS Institute, Cary, NC.
31. Sharifi, R., Khavazi, S.K., and Gholipur, A. 2011. Effect of seed priming with plant growth promoting rhizobacteria (PGRP) on dry matter accumulation and yield of maize (*Zea mays* L.) International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics 1(3): 76-83.
32. Somasegaran, P., and Jhoben, H. 1994. Hand book for rhizobia: methods in legume-Rhizobium technology. New York: Springer-Verlag, USA.
33. Shi, S.F., Goscho, G.J., and Rahil, G.S. 1981. Biomass production o sweet sorghum. Agronomy Journal 173:1027-1031.
34. Stancheva, I., Dimitrev, N., Kuloyanov, A., Dimitrova, and Anyelov, M. 1992. Agronomie 12: 319-324.
35. Tohidi Moghadam, H., Sni, B., Sharifi, M., and Ghoshchi, F. 2004. Effect of nitrogen stabilizer and phosphate solver bacteria on some of quantitative index of soybean in constant agronomy. Abstract Articles 8th Congress of Agronomy Science, Guilan University Iran, p: 147. (In Persian).
36. Turk, M.A., and Taeaha, A.R.M. 2002. Impact of seeding rate, seeding date. Rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* L.) in the absence of moisture stress. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment 6(3): 171-178.
37. Turan, M., Ataoglu, N., and Sahin, F. 2006. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture. Sustainable Agriculture 28: 99-108.
38. Turan, M., Gulluce, M., Cakmakci, R., Oztas, T., and Sahin, F. 2010. The effect of PGPR strain on wheat yield and quality parameters. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. www.cabdirect.org/abstracts/20113309723.html.
39. Troeh, Z.I., and Loynachan, T.E. 2003. Endomycorrhozal fungal survival in continuous corn, soybean, and fallow. Agronomy Journal 95: 224-230.
40. Yasari, E., and Patwardhan, A.M. 2007. Effects of Azotobacter and Azospirillium inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. Asian Journal of Plant Science 6: 77-82.
41. Yolcen, H., Turan, M., Lithourgidis, A., Cakmakcl, R., and Koc, A. 2011. Effect of plant growth – promoting and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi arid condition. Australian Journal of Crop Science 5(13): 1730-1736.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 21-31

Integrated application of biological and chemical fertilizers on bean (*Phaseolus vulgaris*) under Rasht climate conditions

Saberi[1], H., Mosenabadi[2*], Gh., Majidian[2], M., & Ehteshami[2], S.M.

1. Graduate student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran

Received: 07 October 2013
Accepted: 01 December 2014

Abstract

This research, for lowering the use of chemical fertilizer, was carried out using combinations of biological and chemical fertilizer on bean in Rasht region in 2012 growing season. The experiment was conducted based on randomized complete blocks design with 12 treatments and three replications. Experimental treatments included: control (no fertilizers and no inoculants), chemical fertilizers (nitrogen and phosphorus) and 10 combinations of inoculated biological (Rhizobium, Pseudomonas, and Bacillus) fertilizers together with chemical fertilizers. Results showed that grain yield, biological yield, 100 grain weight, stem diameter, protein content and protein yield were significantly affected ($p<0.01$) by treatments. The mean comparisons showed that the highest amount of grain yield, biological yield, 100 grain weight, stem diameter were obtained from combination of bacillus and pseudomonas with proportions of chemical P fertilizer levels. These results suggest that the integrated application of phosphorus biofertilizers and chemical phosphorus fertilization could improve growth and nutrient uptake from soil; hence, it might be a good strategy for sustainable production. However, crops need chemical nitrogen which could not be replaced by rhizobium inoculation. Overall, the results revealed that integrated biofertilizer and phosphorus fertilization are good choices for decreasing chemical fertilization application.

Key words: Bean, Biological fertilizer, Nitrogen, Phosphorus, Protein

* **Corresponding Author:** grmohsenabadi@yahoo.com, Tel.: 0131-3226702

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۴۱-۳۲ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 32-41

اثر پوشش بذر با زئولیت و پرایم با کلات آهن بر عملکرد پروتئین و دانه ارقام ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط اهواز

محمود بهادر[1*]، علیرضا ابدالی مشهدی[2]، سیدعطاءاله سیادت[3]، قدرت‌اله فتحی[3] و امین لطفی جلال‌آبادی[2]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و دانشجوی فعلی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳- استاد گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۱

چکیده

در حبوبات گرمسیری از جمله ماش، استفاده از زئولیت با هدف ذخیره رطوبت خاک اهمیت دارد. به‌منظور بررسی اثر پوشش بذر با زئولیت و پرایمینگ بذر با کلات آهن بر عملکرد پروتئین و دانه ارقام ماش در شرایط اهواز، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه رامین در تابستان ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارها شامل سیستم بهینه‌سازی کشت در شش سطح زئولیت + پرایم بذر، زئولیت، پوشش بذر با زئولیت + پرایم بذر، پوشش بذر، پرایم بذر و شاهد به‌همراه سه رقم هندی، NM54 و VC11-18-b بود. نتایج نشان داد که رقم بر تمامی صفات اثر معنی‌داری داشت اما اثر سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش سیستم و رقم بر تمام صفات به‌جز وزن هزاردانه و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. ترکیب پوشش بذر هندی با زئولیت بالاترین تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و پروتئین، درصد پروتئین دانه و شاخص برداشت را به‌دست آورد. بررسی ضرایب همبستگی حاکی از ارتباط معنی‌دار صفت تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه و پروتئین بود. رقم هندی با بیشترین وزن هزاردانه و تعداد دانه در غلاف، پتانسیل بالایی در تولید اجزای عملکرد دانه نشان داد. بالاترین درصد پروتئین دانه با کاربرد زئولیت در هر سه رقم به‌دست آمد. بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار پرایم رقم هندی، نویدبخش کاربرد آن به‌عنوان کود سبز بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تیمار پیش کاشت بذر، حبوبات، درصد پروتئین دانه، کود سبز

مقدمه

ماش به‌عنوان یکی از حبوبات گرمسیری و نیمه‌گرمسیری از نظر تغذیه، علوفه، کود سبز و بهبود حاصلخیزی خاک مهم بوده و منبع ارزانی از پروتئین برای مصرف مستقیم انسان می‌باشد. این گیاه نه تنها نیتروژن اتمسفری را تثبیت می‌کند بلکه خاک را از نیتروژن غنی کرده و زمینه‌ی یک کشت موفق را فراهم می‌کند و از دیرباز در مناطق خشک و نیمه‌خشک هندوستان، ایران و دیگر مناطق خاورمیانه کشت می‌شود (Majnoun-Hoseini, 2008). زئولیت به معنی سنگ جوشان، از دو واژه با ریشه یونانی «زین» به معنی جوشیدن و «لیتوس» به معنی سنگ گرفته شده است (Abebi-Koupaei *et al.*, 2010). در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای بهبود شرایط جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه برای کشت در محیط‌های ویژه انجام شده است (Abdolrahmani *et al.*, 2009).

تعداد غلاف در بوته از متغیرترین و مهم‌ترین صفات در بین اجزای عملکرد حبوبات محسوب می‌شود (Majnoun-Hoseini, 2008). در پژوهشی، رقم پرتو، تعداد غلاف در بوته بیشتری نسبت به رقم VC6368 به‌دست آورد (Sadeghipour, 2008). دیگر پژوهشگران نیز اختلاف معنی‌داری بین ارقام گزارش کردند و دلایل آن‌را تفاوت در پتانسیل ژنتیکی ارقام و هم‌چنین سطح برگ بیشتر و سرعت رشد محصول بالاتر بیان نمودند (Mathur *et al.*, 2007)، ولی برخی دیگر اختلافی بین ارقام مشاهده نکردند و دلیل آن‌را شباهت بسیار نزدیک ارقام از نظر ژنتیکی بیان کردند (Asghar *et al.*, 2000). تعداد دانه در غلاف با ثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است، که البته به‌طور قابل ملاحظه‌ای متأثر

[*]**نویسنده مسئول:** دانشگاه شهرکرد، گروه زراعت. تلفن: ۰۳۸۳۳۳۴۶۸۳۶
همراه: ۰۹۱۳۲۸۲۸۷۴۱؛ Mahmoudbahador@gmail.com

از شرایط هنگام تلقیح گل‌هاست. طول دوره از تشکیل غلاف تا پرشدن دانه نیز بر تعداد دانه‌ها مؤثر است (Majnoun-Hoseini, 2008). در پژوهشی، ویژگی تعداد دانه در غلاف، افزایش عملکرد بیشتری نسبت به ویژگی وزن هزاردانه به‌وجود آورد (Ayeneband & Aghasizade, 2007). دیگر پژوهشگران نیز بر تفاوت معنی‌دار ارقام از نظر صفت مذکور صحه گذاشتند (Mathur *et al.*, 2007 & Sadeghipour, 2008). مقایسه ارقام قدیمی و جدید حبوبات نشان داده که افزایش عملکرد اقتصادی بالقوه بر اثر بهبود شاخص برداشت بوده و به‌طور کلی مجموع عملکرد در بالای سطح زمین (بیولوژیک) بدون تغییر باقی مانده است (Imam & Niknejad, 2004).

با استفاده از کلینوپتیلولیت‌ها به‌عنوان یک همراه خاک در گیاهان علوفه مرتعی، غلات، سبزیجات و میوه‌ها به‌طور معنی‌داری محصول تا بیش از ۶۳ درصد افزایش می‌یابند. نتایج پژوهش بر تأثیر زئولیت و سلنیوم بر برگ، بر عملکرد کلزا نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین کاربرد زئولیت و عدم کاربرد آن بر ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک وجود داشت، ولی بر درصد روغن و شاخص برداشت اثرگذار نبود (Zahedi *et al.*, 2009). پژوهشگران دیگر نیز نشان دادند که عملکرد پروتئین تحت تأثیر تیمارهای زئولیتی قرار گرفت (Gholamhoseini *et al.*, 2008).

مدت زمان بین کاشت تا استقرار گیاهچه، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد مزرعه‌ای گیاهان زراعی دارد. در همین رابطه سرعت و درصد جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. پرایمینگ بذر یکی از روش‌های کم‌هزینه به شمار می‌رود که علاوه بر بهبود جوانه‌زنی، در شرایط محدودیت عناصر ریز مغذی، مزایایی برای گیاه زراعی دارد. آهن یک کوفاکتور برای بیش از ۱۴۰ آنزیم است که واکنش‌های بیوشیمیایی را تسریع می‌کنند. بنابراین آهن در رشد و نمو گیاه، از جمله سنتز کلروفیل، ساخت تیلاکوئید و نمو کلروپلاست نقش زیادی به عهده دارد (Lopez-Millan *et al.*, 2001). با افزودن مواد غیرآلی به توده بذر، سهولت کاشت و طول مدت انبارداری آن‌ها را می‌توان افزایش داد. در این فرآیند بذور با مواد پودری مانند خاک دیاتومه، کربنات کلسیم، تالک، زئولیت و غیره به‌همراه چسباننده‌های محلول در آب مانند نشاسته، پلی‌وینیل الکل، ژلاتین و مواد دیگر پوشیده می‌شوند (Kitamura *et al.*, 1981). پژوهشگران به‌منظور رفع کمبود عناصر ریزمغذی و بهبود تولید، محلول حاوی عنصر روی را به‌عنوان پیش‌جوانه‌زنی بذر، در مزرعه به‌کار بردند که موجب افزایش گیاهچه‌های جوانه‌زده در مقایسه با تیمار شاهد شد (Harris & Rashid, 2007). در پژوهشی در ترکیه، پوشش دادن سطحی بذرهای گندم با روی و فسفر، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد شد. هم‌چنین پرایمینگ بذر با غلظت‌های مختلف روی و فسفر بر صفات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در مزرعه اثر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین صفات نشان داد که افزایش غلظت روی در محلول بر صفات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در مزرعه اثر منفی داشت (Yilmaz *et al.*, 1998). در پژوهشی دیگر اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر صفات تعداد روز تا گلدهی، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار شد و رقم NM-92 به‌عنوان رقم برتر نسبت به رقم NM-98 قرار گرفت (Khan *et al.*, 2008). هم‌چنین گزارش شد که پرایم بذر با محلول حاوی عناصر ریزمغذی، عملکرد بذور را در گیاهان ذرت (۲۷٪)، گندم (۱۷٪) و نخود (۱۸٪) افزایش داد (Harris & Rashid, 2007).

با توجه به ویژگی‌های بیولوژیکی گیاه ماش، کمبود مواد آلی، قلیایی بودن خاک، عدم دسترسی به عنصر آهن مورد نیاز برای تشکیل گره در خاک‌های منطقه اهواز و احتمالاً عدم همزیستی مناسب با ریزوبیوم‌ها، پژوهشی به‌منظور بررسی اثر زئولیت به‌عنوان پوشش بذر و پرایم بذر با کلات آهن بر عملکرد ارقام ماش در شرایط اهواز صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز و در حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۲۵ متر از سطح دریا، اجرا شد. میانگین دمای هوای سالانه‌ی محل آزمایش ۲۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل و حداکثر دما به‌ترتیب ۱۴/۵ و ۳۱/۸ درجه سانتی‌گراد بود.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل رقم هندی (C_1) (رقم مرسوم در منطقه) و دو لاین امیدبخش NM-54 (C_2) و VC11-18-b (C_3) و سیستم بهینه‌سازی کشت در شش سطح مصرف ۲ تن در هکتار زئولیت+ پرایم بذر با کلات آهن (O_1)، مصرف ۲ تن در هکتار زئولیت (O_2)، پرایم بذر با کلات آهن+ پوشش بذر با زئولیت (O_3)، پوشش بذر با زئولیت (O_4)، پرایم بذر با کلات آهن (O_5) و بدون استفاده از زئولیت و پرایم کلات آهن (O_6) در نظر گرفته شد. سطوح مختلف این تیمار در دو

نوبت اعمال شدند. در نوبت اول، بذر تیمارهای O_1، O_3 و O_5 با محلول کلات آهن (۷/۳ گرم کلات آهن در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر که ابتدا به‌صورت چند پیش‌آزمایش متوالی، جوانه‌زنی بذور تحت غلظت‌های مختلف قرار گرفته و بهترین نتیجه در غلظت مذکور به‌دست آمد) پرایم شدند.

جدول۱- ویژگی‌های خاک

Table 1. Characteristics of soil

پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N ($mg.kg^{-1}$)	ماده آلی OM (%)	هدایت الکتریکی EC ($mmohs.cm^{-1}$)	اسیدیته pH	بافت Texture
128	7	6.3	0.47	3.1	8.1	رسی- لومی

در فرآیند پرایم، بذور در محلول‌های با غلظت مذکور به مدت ۲ تا ۴ ساعت قرار گرفتند. پس از خروج از محلول، در معرض هوا در سایه تا زمان خشک شدن قرار گرفته و سپس بذر تیمارهای O_3 و O_4 با نسبت ۱:۳:۴ (بذر: زئولیت: سریش) پوشش‌دار شدند. در نوبت دوم، زئولیت با مقدار کاربرد ۲ تن در هکتار، به واحدهای آزمایشی تیمارهای O_1 و O_2 در هر سه تکرار اضافه و با خاک مخلوط شد. میزان کود مصرفی طبق آزمون خاک و توصیه بخش تحقیقات آب و خاک، کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت پایه و کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم به‌صورت تقسیط در سه نوبت شامل پایه، ۴ برگی و ۸ برگی استفاده شد. هر کرت به طول سه و عرض دو متر و فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها، یک متر در نظر گرفته شد. در هر کرت فاصله بین دو ردیف کشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود. بذر مورد نیاز برای کشت از مرکز تحقیقات صفی‌آباد دزفول تهیه و در تاریخ اول مردادماه کشت شد. آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاهان در منطقه انجام شد. علف‌های هرز به‌صورت دستی کنترل شدند. برداشت از هر کرت از یک متر مربع انجام شد. کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت، پس از بسته‌بندی و اتیکت‌گذاری توزین شدند. نمونه‌های مربوط به هر واحد آزمایشی به‌صورت جداگانه بوجاری شدند و بدین ترتیب عملکرد دانه به‌دست آمد. سپس شاخص برداشت با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$HI\ (\%) = (GY / BY) \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن GY و BY به‌ترتیب عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

جهت تعیین اجزای عملکرد دانه از کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد غلاف در بوته شمارش شد. برای تعیین تعداد دانه در غلاف، از هر کرت ۵۰ عدد غلاف به‌طور تصادفی از اشکوب‌های بالایی، میانی و پایینی گل‌آذین انتخاب گردید و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذور موجود در آن‌ها، تعداد دانه در غلاف مشخص شد. وزن هزار دانه نیز به روش تصادفی و بر اساس قوانین ISTA (International Seed Testing Association) تعیین گردید. درصد پروتئین دانه از روش کجلدال و عملکرد پروتئین دانه نیز از ضرب درصد پروتئین دانه در عملکرد دانه محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت، مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel و همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار Minitab14 انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

سیستم بهینه‌سازی کشت، رقم و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشتند (جدول ۲). هم‌چنین بیشترین تعداد غلاف در بوته در اثر متقابل رقم هندی و پوشش و رقم هندی و زئولیت خاک کاربرد، به‌ترتیب با ۵۴ و ۵۳ درصد نسبت به کمترین تیمار، برهمکنش رقم NM-54 و زئولیت خاک کاربرد و پرایم بذر، مشاهده شد (جدول ۳). از آن‌جا که ویژگی تعداد غلاف در بوته به‌عنوان مهم‌ترین جز عملکرد در ماش، همبستگی بالایی با عملکرد دانه داشت (Habibzade *et al.*, 2007; Fathi, 2010) و نیز از نظر پژوهشگران، اختلاف معنی‌دار بین ارقام در صفت تعداد غلاف در بوته، ناشی از پتانسیل ژنتیکی ارقام (Sadeghipour, 2008)، تولید کمتر اندام‌های زایشی و یا ریزش زیاد آنها (Habibzade *et al.*, 2007)، استفاده از امکانات محیطی برای تبدیل تعداد بیشتری گل به غلاف و هم‌چنین توانایی استفاده بیشتر از تشعشع و تولید مواد فتوسنتزی (Fathi, 2010) بود. احتمالاً توانایی بالاتر رقم هندی در تشکیل جوانه گل، گل و غلاف و نیز حفظ آنها

موجب شده است که از نظر صفت مذکور، اختلاف معنی‌دار نشان داده شود. هم‌چنین احتمالاً با توجه به تسهیل رشد ریشه‌های جوان گیاه در خاک و در نتیجه استقرار بهتر به‌همراه استفاده بیش‌تر از فضای خاک اطراف بوته در تیمارهای کاربرد زئولیت، می‌توان چنین احتمال داد که کمک به استقرار بهتر گیاهچه ماش در تیمار پوشش بذر، دلیل اختلاف معنی‌دار بود. برخی دلیل این اختلاف را جذب مواد غذایی به‌وسیله زئولیت و شرکت در فعالیت‌های هورمونی و ساختمان بعضی از آنزیم‌ها دانستند که سبب افزایش انتقال هورمون‌های گیاهی مؤثر در افزایش رشد گیاهچه شد (Armandpishe *et al.*, 2009). اثر معنی‌دار زئولیت در بهبود اجزای عملکرد در سایر گیاهان زراعی مانند سیب‌زمینی (Madani, 2009)، کلزا (Safaei *et al.*, 2008; Armandpishe *et al.*, 2009)، برنج (Kavoosi, 2010) و توتون (Ranjbar *et al.*, 2004) نیز گزارش شده است. از طرفی سطوح مربوط به پرایمینگ با کلات آهن، تعداد غلاف در بوته را کاهش داد.

جدول۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد

Table 2. Analyze of Variance of yield and yield components

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (Mean of Squares)					
		تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	وزن هزاردانه 1000 grain weight	تعداد دانه در غلاف Grain.pod^{-1}	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield
بلوک (R)	2	2.2 ^{ns}	79.3 ^{ns}	1.2 ^{ns}	20255^{ns}	90.6**	961891**
سیستم بهینه‌سازی (O)	5	42.7 **	17.5 ^{ns}	0.7 ^{ns}	742873**	143.9**	2071090**
رقم (C)	2	226.0 **	396.2 **	1.0 *	5463399**	167.4**	29576632**
سیستم × رقم (C×O)	10	39.4 **	22.2 ^{ns}	0.4 ^{ns}	440124**	87.4**	1062270**
خطا (E)	34	7.5	39.4	0.4	101420	11.6	177169
ضریب تغییرات (%CV)		12.5	9.2	7.1	15.3	8.4	13.8

ns، * و **به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non significant and significant at α=0/05 & α=0/01, respectively

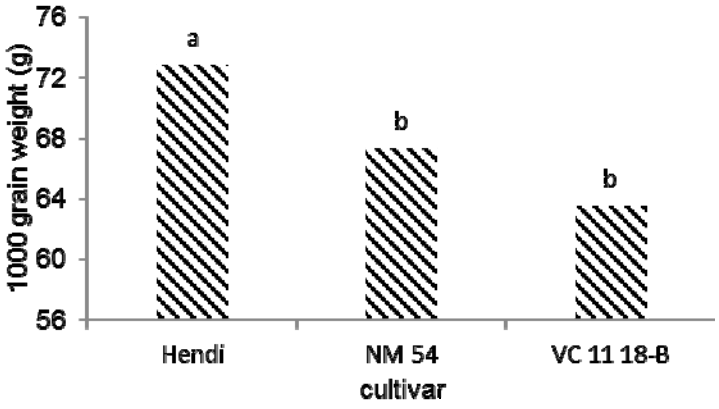
وزن هزاردانه

اثر سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، از نظر آماری معنی‌دار نبود و تنها اثر رقم بر ویژگی وزن هزاردانه معنی‌دار شد (جدول ۲). در بررسی اثر رقم بر وزن هزاردانه، بالاترین وزن هزاردانه مربوط به رقم هندی با ۷۲/۸ گرم بود که به‌ترتیب با ۷/۲ درصد نسبت به رقم NM-54 و ۱۲/۷ درصد نسبت به رقم VC اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۱) که احتمالاً در انتهای مرحله طویل شدن غلاف، مواد ذخیره‌ای را با سرعت بالاتری در دانه‌ها انباشته کرده است. اگرچه نقش وزن هزاردانه در افزایش عملکرد دانه، به‌عنوان یک جز عملکرد، نسبت به تعداد غلاف در بوته کم‌تر است، اما همبستگی بالای صفت مذکور با عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک (Habibzade *et al.*, 2007)، نشان از اهمیت بالای این صفت در تعیین عملکرد دانه بود. نتایج آزمایشات انجام شده نشان داد که تفاوت در وزن هزاردانه ارقام، به‌دلیل تفاوت پتانسیل ژنتیکی ارقام بود (Fathi, 2010). هم‌چنین نبود اختلاف معنی‌دار بین ارقام اصلاح شده VC و Barymung در صفت وزن هزاردانه، با نتایج این آزمایش همخوانی داشت (Sadeghipour, 2008).

تعداد دانه در غلاف

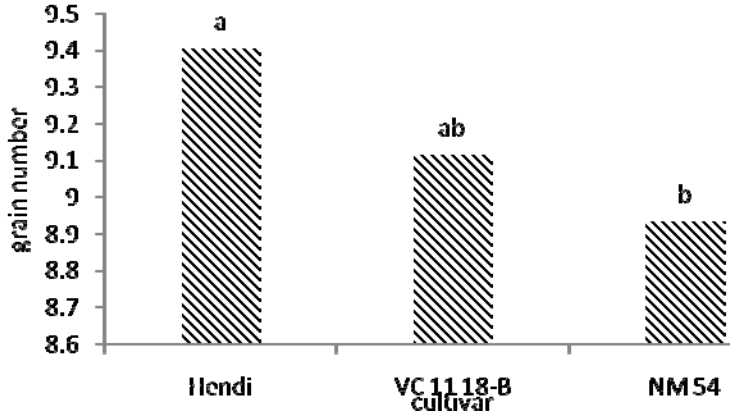
اثر سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، از نظر آماری معنی‌دار نبود و تنها اثر رقم بر ویژگی تعداد دانه در غلاف معنی‌دار شد (جدول ۲). در بررسی اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف، بالاترین مقدار مربوط به رقم هندی با ۹/۴ عدد و رقم VC با ۹/۱ عدد بود که هر کدام به‌ترتیب با ۵/۳ درصد و ۲/۱ درصد نسبت به رقم NM-54 اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۲). ویژگی تعداد دانه در غلاف احتمالاً به‌دلیل برابر بودن تعداد سلول‌های تخم در هر تخمدان، به‌عنوان باثبات‌ترین جزء عملکرد در ماش محسوب شده است. هم‌چنین معنی‌دار نبودن اثر سیستم بهینه‌سازی در صفت مذکور بیانگر این نکته بود که شاید روش‌های زراعی تغییرات اندکی در آن ایجاد کرد. علاوه بر آن، احتمالاً اثر غالب ژنتیک، اختلاف معنی‌داری بین ارقام جدید VC و NM ایجاد نکرد.

پیش از این، نبود تفاوت معنـی‌دار بـین ارقـام VC و NM نیـز گزارش شد (Fathi, 2010).



شکل ۱- اثر رقم بر وزن هزاردانه

Fig. 1. Effect of Cultivar on 1000 grain weight



شکل ۲- اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف

Fig. 2. Effect of Cultivar on number of grain per pod

عملکرد دانه

اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آنها، بر عملکـرد دانه در سطح اطمینـان ۹۹ درصـد معنـی‌دار شـد (جـدول ۲). بالاترین عملکرد دانه حاصل برهمکنش رقـم هنـدی و پوشـش بذر و رقم هنـدی و زئولیـت خـاک کـاربرد بـود و بـا کمتـرین عملکرد دانه در تیمار رقم NM و زئولیت خاک کاربرد و پـرایم بذر، بـه‌ترتیـب بـا ۶۳ و ۶۰ درصـد، تفـاوت معنـی‌دار داشـتند (جدول ۳). پتانسیل تولید دانه حاصل‌ضرب اجزا عملکرد در هر گیاه است. با نگاهی به اختلاف معنی‌دار اجـزا عملکـرد در رقـم هندی با دو رقم دیگر، روشن اسـت کـه عملکـرد رقـم هنـدی بیش‌تر از دو رقم دیگر است. رقـم هنـدی بـا دارا بـودن تعـداد بیشتری غلاف در بوته به‌همراه تعداد دانه در غـلاف بـیش‌تـر و وزن هزاردانه سنگین‌تر، تفاوت خـود را بـا ارقـام دیگـر از نظـر آماری حفظ کرد. پتانسیل تولید عملکرد بالاتر در رقـم هنـدی به‌همراه کودپذیری بالاتر آن موجب اختلاف معنی‌دار استفاده از زئولیت در رقم هندی بـا دیگـر سـطوح ترکیـب تیمـاری شـد. هم‌چنین اثر مثبت زئولیت در افزایش عملکرد بـه سـبب حفـظ آب بیشتر در خاک، موجب شد تـا در تیمارهـای فاقـد کـاربرد زئولیت، عملکرد دانه چشم‌گیر نباشد. پژوهش‌های انجـام شـده بیان کردند هیدروپرایم و اسموپرایم بذور ماش در مزرعه موجب کاهش عملکرد ماش شد که با نتایج حاصل از تیمارهای مربوط به پرایم در مزرعه همخوانی داشت (Khan *et al.*, 2008).

عملکرد بیولوژیک

اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آنها، بر عملکـرد بیولوژیک در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌کارگیری زئولیت به همراه پرایم بذر در رقم هنـدی، عملکـرد بیولوژیک را ۱۶/۵۶ درصد نسبت به سطح آماری پایین‌تر و ۲/۵ برابر نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). وجـود همبسـتگی بالا با صفات تعداد غلاف در بوته، وزن هزاردانه و عملکـرد دانـه

به روشنی نشان داد که رقم هندی پتانسیل ژنتیکی بالایی در تولید بیوماس و در دوره رشد طولانی‌تر داشت (جدول ۵) که می‌توان آن‌را به‌عنوان کود سبز در جهت افزایش حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار داد. این نتایج با نتایج سایر پژوهشگران همخوانی داشت (Fathi, 2010; Mathur *et al.*, 2007). با توجه به به‌کارگیری عوامل زراعی در تولید بیوماس بیشتر در تیمارهای مذکور، احتمالاً استفاده از تیمارهای پیش کاشت (Seed enhancement) نظیر پرایم بذر، در کنار به‌کارگیری از موادی نظیر زئولیت، در تولید بیوماس بیشتر و در نتیجه استفاده به‌عنوان کود سبز تأکید داشت. پژوهشگران دیگر نیز اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای پرایم شده و پرایم نشده در ارقام NM92 و NM98 را گزارش کردند (Khan *et al.*, 2008).

شاخص برداشت

اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آن‌ها، بر عملکرد دانه در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). هم‌چنین برهمکنش زئولیت خاک کاربرد و رقم هندی (۴۹/۶۳ درصد)، شاهد و رقم VC (۴۷/۵۹ درصد) و هندی پوشش‌دار شده (۴۷/۰۶ درصد) بالاترین شاخص برداشت را به‌دست آورد و کمترین این شاخص مربوط به ترکیب تیماری زئولیت خاک کاربرد و هندی پرایم شده (۲۷/۳۵ درصد)، هندی پرایم شده (۲۷/۹۳ درصد) و هندی پوشش و پرایم شده (۳۲/۰۳ درصد) بود (جدول ۳). با توجه به مقدار کم عملکرد بیولوژیک در ترکیب زئولیت خاک کاربرد و رقم هندی، بالاترین مقدار شاخص برداشت در ترکیب مذکور به‌دست آمد. عملکرد بیولوژیک بالا در استفاده از زئولیت و پوشش بذر (جدول ۳) موجب کاهش شاخص برداشت در این سطوح از سیستم بهینه‌سازی شد. اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در اثر استفاده از زئولیت در شاخص برداشت توسط پژوهشگران گزارش شد (Kavoosi, 2010). در نتیجه به‌منظور تولید عملکرد دانه و شاخص برداشت بالاتر در رقم هندی ترکیب مذکور قابل توصیه است. این در حالی است که ترکیب پرایم بذر رقم هندی با کلات آهن، به‌دلیل داشتن بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک، با هدف زراعت کود سبز مناسب است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش

Table 3. Mean comparison of interaction effects of measured traits in experiment

عملکرد پروتئین Protein yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد پروتئین دانه Seed protein (%)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	غلاف در بوته $Pod.plant^{-1}$	تیمار Treatment
558 b-d	26.1 ij	5847 a	27.35 g	2550 b-d	23 bc	C_1*O_1
354 f	26.4 g-i	1909 gh	40.42 de	1342 h	15 e	C_2*O_1
432 d-f	26.3 h-j	2288 f-h	40.86 c-e	1643 d-h	20 b-e	C_3*O_1
879 a	25.9 j	3302 c-e	49.63 a	3384 a	32 a	C_1*O_2
460 c-f	27.0 a-d	2151 f-h	43.62 a-e	1703 c-h	19 b-e	C_2*O_2
394 e-f	27.4 a	1899 gh	42.8 b-e	1438 gh	16 de	C_3*O_2
669 b	27.2 a-c	5016 b	32.03 fg	2460 b	23.3 b	C_1*O_3
513 b-f	26.8 c-f	2364 f-h	42.30 b-e	1909 b-h	20 b-e	C_2*O_3
464 c-f	25.4 k	2712 e-g	40.15 de	1824 c-h	21 b-d	C_3*O_3
998 a	27.3 ab	3928 c	47.06 a-c	3651 a	33a	C_1*O_4
524 b-e	26.5 f-h	2550 e-g	43.21 b-e	1972 b-g	21.6 bc	C_2*O_4
560 b-e	26.7 d-g	2922 d-f	41.30 b-e	2098 b-f	22 bc	C_3*O_4
592 b-d	27.1 a-c	5396 ab	27.93 g	2184 b-e	21 b-d	C_1*O_5
507 b-f	24.3 l	2502 fg	44.49 a-c	2085 b-f	22 bc	C_2*O_5
440 d-f	27.2 a-c	2649 e-g	37.20 ef	1618 e-h	20 b-e	C_3*O_5
621 bc	26.9 b-e	3629 cd	38.24 de	2303 bc	23 bc	C_1*O_6
414 ef	26.6 e-h	2020 gh	42.80 b-e	1558 f-h	17 c-e	C_2*O_6
495 c-f	26.2 a-c	1650 h	47.59 ab	1823 c-h	21.6 bc	C_3*O_6

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha=0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

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

درصد پروتئین دانه

اثر رقم، سیستم و اثر متقابل آنها بر درصد پروتئین دانه از نظر آماری در سطح آماری ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و سیستم بهینه‌سازی نشان داد که ترکیب زئولیت خاک کاربرد و رقم VC (۲۷/۴۰ درصد)، پوشش بذر رقم هندی (۲۷/۳۷ درصد)، پرایم بذر رقم VC (۲۷/۲۲ درصد)، پوشش بذر رقم هندی پرایم شده و شاهد رقم VC (هر دو با ۲۷/۲۰ درصد) و زئولیت خاک کاربرد و رقم NM (۲۷/۰۶ درصد) بالاترین میزان درصد پروتئین را نشان دادند، در حالی‌که پرایم بذر رقم NM با ۲۴/۳۸ درصد کم‌ترین میزان بود (جدول ۳). درصد پروتئین دانه توسط عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی کنترل می‌شود. از بین عوامل محیطی، میزان رطوبت خاک در زمان گلدهی و بعد از آن، شرایط تغذیه‌ای و دمای هوا بیشترین تأثیر را بر درصد پروتئین دارند (Radmehr, 1997). نتایج به‌دست آمده بیانگر تفاوت ارقام در ویژگی‌های ژنتیکی و هم‌چنین واکنش به عوامل به‌زراعی از جمله نوع کاربرد زئولیت و حتی پرایم بذر بود. نکته قابل‌توجه، کاربرد زئولیت خاک کاربرد در رقم NM54 بود که توانست در سطح آماری برتر در کنار ارقام VC و هندی قرار گیرد که نشان از واکنش‌پذیری بالای رقم مذکور در استفاده از زئولیت دارد. پژوهشگران دلیل این امر را نقش زئولیت در جلوگیری از شست‌وشوی نیترات موجود در خاک بیان کرده که موجب افزایش غلظت آن در اندام گیاهی و انتقال به دانه شد (Tsadilas & Argyropoulos, 2010). هم‌چنین گزارش شد که اختلاف ارقام در غلظت پروتئین مربوط به تفاوت در کارایی تبدیل نیتروژن به آمینواسید و سپس پروتئین‌ها می‌باشد که یک ویژگی ژنتیکی است (Ahmad *et al.*, 2004). هم‌چنین پژوهشگران با کاربرد زئولیت در زراعت گندم نتیجه گرفتند که زئولیت موجب افزایش درصد پروتئین گردید و سطوح پرایم شده موجب کاهش درصد پروتئین دانه به میزان ۲/۳ درصد نسبت به کل در مقایسه با شاهد شدند (Tsadilas & Argyropoulos, 2010).

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات پروتئین دانه و عملکرد پروتئین

Table 4. Analyze of variance of seed protein and protein yield

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (Mean of Squares)	
Source of variation	(df)	پروتئین دانه (Seed protein)	عملکرد پروتئین (Protein yield)
بلوک (R)	2	0.7 **	2671 ns
سیستم بهینه‌سازی (O)	5	0.8 **	59101 **
رقم (C)	2	1.1 **	409516 **
سیستم × رقم (C×O)	10	2.3 **	26753 **
خطا (E)	34	0.04	7252.4
ضریب تغییرات (%CV)		0.7	15.4

ns، * و **به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **non significant and significant at α=0/05 & α=0/01, respectively

عملکرد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل بر عملکرد پروتئین نشان داد که رقم، سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، اثر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که پوشش بذر رقم هندی و زئولیت خاک کاربرد به‌ترتیب با ۹۹۸/۴ و ۸۷۹/۶ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد پروتئین را داشتند. سطوح ترکیبی دیگر نیز اختلاف معنی‌دار چندانی با یکدیگر نداشتند. احتمالاً تأثیرپذیری بالای عملکرد پروتئین از عملکرد دانه منجر به وجود اختلاف معنی‌دار بین رقم هندی و دو رقم دیگر و در عین حال عدم وجود تفاوت آماری بین ارقام اصلاح شده VC و NM شد. وجود همبستگی بالا با عملکرد دانه (جدول ۵) موجب شد که رقم هندی در کنار استفاده از زئولیت بیشترین عملکرد پروتئین در پژوهش حاضر را نشان دهد. نتایج به‌دست آمده بیانگر نقش زئولیت در افزایش عملکرد پروتئین بود که در گزارشات پژوهشگران نیز بیان شد (Gholamhoseini *et al.*, 2008). پژوهشگران دیگر نیز همبستگی بالایی بین عملکرد پروتئین و عملکرد دانه در ماش مشاهده کردند (Habibzade *et al.*, 2007).

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در شرایط آزمایش

Table 5. Simple correlation index between traits in exreriment

8	7	6	5	4	3	2	1	صفات (Traits)
							1	عملکرد دانه (Seed yield)
						1	-0.001 ns	درصد پروتئین دانه (Seed protein)
					1	0.09 ns	0.99**	عملکرد پروتئین (Protein yield)
				1	0.19 ns	-0.05 ns	0.20 ns	شاخص برداشت (Harvest index)
			1	-0.69 **	0.52 **	0.04 ns	0.51 **	عملکرد بیولوژیک (Biological yield)
		1	0.20 ns	0.03 ns	0.31 *	0.13 ns	0.29 *	تعداد دانه در غلاف ($Grain.Pod^{-1}$)
	1	0.15 ns	0.40 **	0.27 *	0.93 **	-0.05 ns	0.94 **	تعداد غلاف در بوته ($Pod.Plant^{-1}$)
1	0.30 **	-0.30 *	0.49 **	-0.15 ns	0.49 **	-0.01 ns	0.49 **	وزن هزاردانه (Grain weight)

منابع

1. Abdolrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Feizi-Asl, V., and Tvakoli, A.R. 2009. Effects of seed priming on seed vigor and grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Abidar) in rainfed conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 11(4): 337-352. (In Persian with English Summary).
2. Abedi-Koupaei, J., Mousavi, S.F., and Motamedi, A. 2010. Effect of clinoptilolite zeolite application on reducing urea leaching from soil. Journal of Water and Wastewater 3: 51-57. (In Persian with English Summary).
3. Ahmad, R., Mahmoud, I., Kamal, J. and Bukhari, S.A.H. 2004. Growth and Yield Response of three mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivars to varying seeding rates. International Journal of Agricultural & Biology 6(3): 538-540.
4. Armandpishe, A., Irannejad, H., Alahdadi, A., Amiri, R., and Kalyaei, A.A. 2009. Effect of zeolite application on germination and seed vigor of rape seed on drought stress. Scientific Journal of Crop Ecophysiology 1(1): 53-62. (In Persian).
5. Asghar, A., Choudhry, A.M., and Tanveer, A. 2000. Response of mung bean (*Vigna radiata* L.) genotypes to Rhizobia culture. Pak. Journal Agri. Sci 37(1): 80-82.
6. Ayeneband, A., and Aghasizade, W. 2007. Effect of different methods of agronomy management on yield and yield component of Mung bean (*Vigna radiata*). Journal of agricultural science 30(1): 71-84. (In Persian).
7. Fathi, Gh. 2010. Effect of plant density on yield and yield component in Mung bean cultivars on Khuzestan climatic conditions. Journal of Iranian Crop Science 41(1): 19-27. (In Persian).
8. Gholamhoseini, M., Agha alikhani, M., and Malakouti, M.J. 2008. Effect of different nitrogen and zeolite levels on quantity and quality yield of winter feed rape seed. Journal of Agriculture and Natural resources science and techniques 12 (45-b): 537-548. (In Persian).
9. Habibzade, Y., Mamghani, R., and Kashani, A. 2007. Effect of different plant density on seed yield, yield component and seed protein in three Mung bean variety in Ahvaz condition. Journal of agricultural science 30(3): 1-13. (In Persian).
10. Harris, D., and Rashid, A. 2007. Priming seeds with zinc sulphate solution increases yields of maize (*Zea mais* L.) on zinc-deficient soils. Field Crops Res. submitted.

11. Imam, Y., and Niknejad, M. 2004. An introduction to physiology of agronomic plants yield. Shiraz U. Pub. Second. Ed. 571 pp. (In Persian).
12. Kavoosi, M. 2010. Effects of zeolite application on Rice yield, nitrogen recovery, and nitrogen use efficiency. Communications in soil science and plant analysis 38(1): 69-76.
13. Khan, A., Khalil, S.K., Khan, A.Z., Marwat, K.B., and Afzal, A. 2008. The role of seed priming in semi-arid area for mung bean phonology and yield. Pak. J. Bot. 40(6): 2471-2480.
14. Kitamura, S., Watanabe, M., and Nakayama, M. 1981. Process for producing coated seed. United States Patent No. 4250660.
15. Lopez-Millan, A.F., Morales, F., Abadia, A., and Abadia, J. 2001. Changes induced by Fe deficiency and Fe resupply in the organic and metabolism of sugar but (*Beta vulgaris*) leaves. Physiologia Plantarum 112: 31-38.
16. Madani, H., Farhadi, A., Pazoki, A.R., and Changizi, M. 2009. Effect of different levels of nitrogen and zeolite on quantity and quality characteristics potato var. Agria on Arak condition. Journal of Agricultural new investigation 3(4): 379-391. (In Persian).
17. Majnoun-Hoseini, N. 2008. Grain Legume Production. Tehran Jahad-daneshgahi pub. 283 pp. (In Persian).
18. Mathur, N., Singh, J. Bohra, S., Bohra, A., and Vyas, A. 2007. Agronomic evaluation of promising genitypes of mung bean under hyper arid conditions of Indian Thar Desert. International Journal of Agricultural Research 2(6): 537-544.
19. Radmehr, M. 1997. Effect of heat stress on physiology of growth and development of wheat. Ferdowsi University of Mashhad publication, No. 225. 201 pp.
20. Ranjbar, M., Esfahany, M., Kavousi, M., and Yazdani, M.R. 2004. Effect of irrigation and natural zeolite application on yield and quality of Tobacco (*Nicotiana tabaccum* var. Coker 347). Journal Agric. Sci. 1(2): 63-76. (In Persian with English Summary).
21. Sadeghipour, O. 2008. American-Eurasian Journal Agric. & Environ. Sci 4(5): 590-594.
22. Safaei, R., Shiranirad, A.H., Mirhadi, M.J., and Delkhosh, B. 2008. Effect of zeolite on agronomic traits of two rape seed cultivars on drought stress. Journal of Plant and environment 15: 63-79. (In Persian).
23. Tavalali, H., and Semnani, A. 2002. Methods of Analyze of Soils, Plants, Waters and Dungs. Chamran U. pab. 219 pp. (In Persian).
24. Tsadilas, C.D., and Argyropoulos, G. 2010. Effect of clinoptilolite addition to soil on wheat yield and nitrogen uptake. Communications in Soil Science and Plant Analysis 37(15): 2691-2699.
25. Yilmaz, A., Ekiz, H., Gultekin, I., Torun, B., Barut, H., Karanlik, F., and Cakmak, I. 1998. Effect of seed Zink content on grain yield and Zink concentration of wheat grown in Zink- deficient calcareous soils. Journal Plant Nutr 21: 2257-2264.
26. Zahedi, H., Noor-Mohamadi, Gh., Shirani Rad, A.H., Habibi, D., and Akbar Boojar, M. 2009. The effects of zeolite and foliar applications of selenium on growth, yield and yield components of three canola cultivars under drought stress. World Applied Sciences 7: 255-262.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 32-41

Effect of seed pelleting with zeolite and priming with Iron chelate on protein and seed yield of Mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties in Ahvaz

Bahador[1*], M., Abdali Mashhadi[2], A., Siadat[3], S.A., Fathi[3], Gh. & Lotfi Jalal-abadi[2], A.

1. Former MS.c. student of Agronomy, Ramin agriculture and natural Resources university, and Current Ph.D. student of Crop physiology, Shahrekord University
2. Assistant Professor of Agronomy, Ramin agriculture and natural Resources University
3. Professor of Agronomy, Ramin agriculture and natural Resources University

Received: 06 May 2013
Accepted: 20 April 2015

Abstract

In tropical pulses such as Mung bean use of zeolite due to keep of moisture is important. To study of effects of seed pelleting with zeolite and seed priming with Iron chelate on protein and grain yield of Mung bean cultivars in Ahvaz conditions, an experiment was conducted as a factorial in Randomized Completely Block Design (RCBD) with three replication in experimental farm of the Ramin University in August 2011. Factors included Culture System Optimization (CSO) in six levels, zeolite + seed priming (O_1), Zeolite (O_2), seed pelleting + seed priming (O_3), seed pelleting (O_4), seed priming (O_5) and control (O_6) with three Mung bean cultivars included Hendi (C_1), NM-54 (C_2) and VC11-18b (C_3). The results showed that cultivar was a significant effect on all of the evaluated traits; however the effects of CSO and interaction of cultivar and CSO on all traits except grain weight and number of seed per pod were significant. Hendi cultivar with high grain weight and number of seed per pod was showed a high potential in the production of yield components. The highest seed protein content was obtained in zeolite application in all of three cultivars. Production of the highest biological yield in Hendi seed primed was the promising of green manure planting.

Key words: Green manure, Pulses, Seed protein content, Yield components

* **Corresponding Author:** mahmoudbahador@gmail.com, Mobile: 09132828741

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۵۳-۴۲ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 42-53

تأثیر متانول بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) تحت تنش خشکی

نظام آرمند[۱]، حمزه امیری[۲*] و احمد اسماعیلی[۳]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۲- دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۳- دانشیار بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر متانول بر میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و آندوسپرم مصرفی گیاه لوبیا رقم صدری در شرایط تنش خشکی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌اجرا درآمد. عامل اول غلظت‌های متانول با ۴ سطح (شامل شاهد یا بدون متانول، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی) و عامل دوم خشکی ایجاد شده با پلی‌اتیلن گلایکول 6000 در ۴ سطح (۰، ۳-، ۶- و ۹- بار) بود. نتایج نشان داد بین سطوح مختلف متانول اختلاف معنی‌داری از نظر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، شاخص بنیه بذر و آندوسپرم مصرفی وجود داشت ($p\leq 0.01$). با افزایش غلظت متانول، کاهش معنی‌داری در کلیه صفات مورد بررسی نسبت به سطح شاهد مشاهده شد. تنش خشکی در سطح ۹- بار موجب کاهش معنی‌داری ($p\leq 0.01$) در میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و آندوسپرم مصرفی نسبت به دیگر سطوح شد. نتایج نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی، متانول باعث کاهش معنی‌دار در کلیه صفات مورد بررسی شد. در شرایط تنش خشکی، متانول در کلیه سطوح به‌صورت معنی‌داری درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آندوسپرم مصرفی، تنش کم آبی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر

مقدمه

حبوبات پس از غلات، اصلی‌ترین منبع غذایی بشر و لوبیا مهم‌ترین آنها محسوب می‌شود (Bagheri *et al.*, 2001). سطح زیر کشت این گیاه در ایران حدود ۱۱۲ هزار هکتار است که از این سطح بیش از ۲۵۷ هزار تن محصول برداشت می‌شود. عملکرد لوبیا در کشور (۱۵۷۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر حبوبات، از متوسط عملکرد بالاتری برخوردار است (Bagheri *et al.*, 2001). تنش خشکی یکی از مشکلات عمده تولید کشاورزی در ایران و جهان به‌شمار می‌رود و تهدید جدی برای تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی است (Ober, 2001). میانگین کاهش محصول ناشی از تنش خشکی در بخش‌های مختلف دنیا بیش از ۵۰ درصد گزارش شده است (Zlatev & Yordanov, 2004). جوانه‌زنی بذرهای حبوبات از قبیل نخود و لوبیا تحت تأثیر مستقیم شرایط نامطلوب محیطی قرار دارد که از مهم‌ترین شرایط نامطلوب، می‌توان به تنش‌های غیرزیستی مثل خشکی، شوری و یخزدگی اشاره کرد (Bagheri *et al.*, 2001). جوانه‌زنی یک مرحله مهم در حیات گیاه است و می‌تواند تأثیر به‌سزایی در میزان تولید و عملکرد گیاهان داشته باشد. عملکرد گیاه به نوع بذر، شرایط محیطی و رشد بذر وابسته است (Mensah *et al.*, 2006). بنیه و قابلیت زیست بذر دو عامل مهم تأثیرگذار بر استقرار گیاهچه، رشد و عملکرد گیاه به‌شمار می‌روند (Zakaria *et al.*, 2009). کمبود آب، دماهای بالا، شوری، اسیدیته خاک، عوامل بیماری‌زا و شرایط بی‌هوازی که مستقیماً بر رشد و جوانه‌زنی بذرها تأثیر می‌گذارند، می‌توانند به‌طور غیر مستقیم بر نمو دانه، ذخایر غذایی و کیفیت زیست اثر بگذارند (Ganjeali *et al.*, 2008). جوانه‌زنی بذر یکی از اولین رفتارهای فیزیولوژیکی بیان شده توسط گیاهان می‌باشد. این واقعیت پیامدهای متعددی برای تکامل صفات بعد از جوانه‌زنی، نیچ‌های اکولوژیکی و محدوده جغرافیایی گیاه دارد (Donohue *et al.*, 2010). در مناطق خشک و نیمه‌خشک مشاهده شد که هرگونه عملیات زراعی که

* **نویسنده مسئول:** خرم آباد، کیلومتر۵ جاده تهران، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان
همراه: ۰۹۱۶۶۶۳۴۰۶۴، amiri_h_lu@yahoo.com

موجب تسریع جوانه‌زنی و سبز شدن بذر شود، عملکرد دانه را افزایش خواهد داد (Gan *et al.*, 2002).

آب یکی از عوامل اصلی فعال‌کننده جوانه‌زنی است و قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی کم می‌شود. پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و در نتیجه جوانه‌زنی گیاه دارد (Gamze *et al.*, 2005). برای ایجاد محیط‌های مصنوعی کنترل پتانسیل آب، از ماده‌ای با جرم مولکولی بالا به نام پلی اتیلن گلایکول استفاده می‌شود که نقشی در تغذیه بافت‌ها نداشته و جذب گیاه نمی‌شود لذا برعکس موادی همچون کلرید سدیم، مانیتول و ساکارز باعث صدمه به گیاه نمی‌شوند، این ماده به‌دلیل ایجاد محلولی با شرایط مشابه طبیعی بیشترین کاربرد را در تحقیقات تحمل به خشکی پیدا کرده است (Emmerich & Hardegree, 1991).

در تحقیقات مختلف، کاربرد متانول به‌عنوان یک منبع کربن برای گیاهان زراعی رواج پیدا کرده است (Hosseinzadeh *et al.*, 2011; Gout *et al.*, 2000). گیاهان می‌توانند متانول محلول‌پاشی شده بر روی برگ‌ها را به‌راحتی جذب کرده و آن را به‌عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفر مورد استفاده قرار دهند (Hosseinzadeh *et al.*, 2013; Downie *et al.*, 2004). متانول در گیاهان عالی به آسانی با اتصال به گروه‌های متیل می‌تواند تبدیل به مولکول‌هایی مثل سرین، متیونین و فسفاتیدیل کولین شود (Nadali *et al.*, 2010). کاربرد خارجی متانول به‌طور مستقیم با فرآیندهای متابولیکی رشد و نمو گیاه و همچنین با فرآیندهای مرتبط با مکانیسم‌های دفاعی از قبیل فعال شدن ژن‌های درگیر در بیوسنتز اسید جاسمونیک مرتبط است (Hosseinzadeh *et al.*, 2012). برخی مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب عناصر غذایی مختلف به‌همراه متانول و محلول‌پاشی آنها روی گیاهان زراعی می‌تواند کارایی جذب عناصر را افزایش دهد. از این رو محلول‌پاشی متانول به‌همراه سایر عناصر معدنی می‌تواند راه‌کار مناسبی جهت تأمین عناصر مختلف مورد نیاز گیاهان باشد (Downie *et al.*, 2004). در مناطقی که بذرهای گیاهان با تنش خشکی مواجه هستند به‌دلیل بالا بودن اسیدیته خاک، جذب عناصر ریزمغذی معمولاً کم است و ممکن است مقدار مواد غذایی جذب شده از خاک کافی نباشد (Veberic *et al.*, 2005). از طرف دیگر ذخایر ناکافی عناصر مغذی در بذرها می‌تواند اثرات نامطلوبی را بر قدرت زیست بذرها و ظهور گیاهچه‌ها باقی گذارد (Aref, 2011). تاکنون مطالعات متعددی مبنی بر اثرات مثبت محلول‌پاشی متانول بر برخی گیاهان زراعی در مراحل گیاهچه‌ای و گلدهی صورت گرفته که منجر به نتایج مثبت در افزایش عملکرد و جذب عناصر غذایی در آنها شده است (Gout *et al.*, 2000; Downie *et al.*, 2004; Hosseinzadeh *et al.*, 2011). بر این اساس هدف این تحقیق بررسی اثر متانول بر صفات جوانه‌زنی بذرهای لوبیا تحت تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر دو عامل متانول و تنش خشکی بر روی بذرهای لوبیا (رقم صدری) آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل عامل محلول‌پاشی در ۴ سطح شاهد (بدون متانول)، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی متانول بود و عامل خشکی در ۴ سطح (۰، ۳-، ۶- و ۹- بار) بود که طبق دستورالعمل میچل و کافمن (Michael & Kaufman, 1976) ایجاد شد (جدول ۱) و برای پتانسیل صفر بار (شاهد) از آب مقطر استفاده شد. هر پتری دیش که در کف آن کاغذ صافی استریل قرار داده شده بود به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد که با توجه به محدودیت بسیار زیاد بذر، تنها ۲۰ عدد بذر در هر واحد آزمایشی قرار گرفت. به‌منظور پرهیز از آلودگی‌های قارچی بذرها با استفاده از قارچ‌کش بنومیل ۲ در هزار ضدعفونی و سپس با آب مقطر آب‌کشی شدند. به هر واحد آزمایشی، هشت سی سی محلول تهیه شده شامل ترکیب سطوح مختلف خشکی و غلظت‌های مختلف متانول اضافه شد. اطراف پتری دیش‌ها با پارافیلم بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵°C و رطوبت ۴۵ درصد در تاریکی گذاشته شدند. بازدید از نمونه‌ها به‌طور روزانه یکبار و به مدت ۱۲ روز انجام شد و تعداد بذرهای جوانه زده (دارای طول ریشه‌چه ۲ الی ۳ میلی‌متر) ثبت شدند. برداشت پتری دیش‌ها ۱۲ روز بعد از شروع آزمایش انجام شد. پس از برداشت، ریشه‌چه و ساقه‌چه از بذر جدا شدند و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین وزن خشک اندام‌های فوق، ساقه‌چه و ریشه‌چه در آون ۷۰ °C به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شده و وزن خشک آنها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی از رابطه (۱) محاسبه شد. سرعت جوانه‌زنی (day^{-1}) از رابطه (۲) محاسبه شد (Agrawal, 1991).

$$Gp\% = \sum \frac{n_i}{N} \times 100 \quad (۱)$$

$$GS = \sum \frac{ni}{Di} \quad (۲)$$

در روابط فوق GP درصد جوانه‌زنی، ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر بار شمارش، N تعداد کل بذرها، Di تعداد روز پس از آغاز آزمایش و GS سرعت جوانه‌زنی است. با به‌دست آوردن طول گیاهچه از طریق مجموع طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

می‌توان شاخص بنیه بذر را از رابطه (۳) به‌دست آورد (Agrawal, 1991):

(۳) ۱۰۰ / طول گیاهچه× درصد جوانه زنی = شاخص بنیه بذر

میزان آندوسپرم مصرفی بذرها از طریق محاسبه اختلاف وزن آنها قبل و بعد از جوانه‌زنی محاسبه شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Mstat-C انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۱ درصد ($p \leq 0.01$) استفاده شد.

جدول ۱- نحوه ایجاد پتانسیل خشکی در هر واحد آزمایشی

Table 1. Formation of dry potential in unit experiment

PEG 6000	مقدار محلول	نوع محلول (پتانسیل خشکی)
	Content solution	Type of solution
55.2 g	400 ml	-3 Bar
75.6 g	400 ml	-6 Bar
88.8 g	400 ml	-9 Bar

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که اثر تیمارهای مختلف متانول و سطوح متفاوت خشکی به‌تنهایی بر درصد نهایی جوانه‌زنی بذرهای لوبیا معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$). اثر متقابل متانول و تنش خشکی نیز تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بر این صفت داشت. در میان سطوح متانول بیشترین درصد جوانه‌زنی در سطح شاهد (بدون متانول) مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین درصد نیز در غلظت ۱۵ درصد حجمی متانول بود که نسبت به دیگر سطوح کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۳). در بین سطوح خشکی سطح شاهد (بدون تنش خشکی) با ۶۳/۷۵ درصد بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی را داشت که با کلیه سطوح خشکی تفاوت معنی‌داری داشت و اما سطح خشکی ۹- بار با ۲۰ درصد کمترین مقدار این صفت را به‌خود اختصاص داد (جدول ۴). در برهم‌کنش متقابل متانول و تنش خشکی بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی با ۹۶/۶۷ درصد در سطح شاهد (بدون متانول و تنش خشکی) مشاهده شد که با کلیه سطوح به‌جز تیمار خشکی ۳- بار در شرایط بدون کاربرد متانول اختلاف معنی‌داری دارد و کمترین درصد جوانه‌زنی با ۱/۶۶ درصد به سطح ۱۵ درصد حجمی متانول در تیمار خشکی ۹- بار اختصاص داشت (شکل ۱). جوانه‌زنی یکی از مراحل مهم و حیاتی رشد در گیاهان بوده و اعتقاد بر این است که جوانه‌زنی، یک عامل مهم تعیین‌کننده عملکرد نهایی گیاهان می‌باشد (Derek Bewely & Black, 1994). در مطالعه‌ای که بر روی خصوصیات جوانه‌زنی گیاه نخود صورت گرفت، گزارش کردند که کاهش پتانسیل آب کمتر از ۳- بار جذب آب را در این گیاهان کاهش داده و فرآیند جوانه‌زنی را به تأخیر انداخت (Auld *et al.*, 1988). در این مطالعه نیز کاهش پتانسیل آب منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی شد. کاهش جوانه‌زنی می‌تواند به‌دلیل کاهش جذب آب توسط بذر باشد که منجر به کاهش فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی بذر گردیده و لذا وفور مواد لازم برای ادامه حیات گیاه را با مشکل روبه‌رو می‌سازد (De and Kar, 1994). کاهش درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی در بررسی بر روی نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) نیز گزارش شده است (Gamze *et al.*, 2005). ترکیباتی از قبیل متانول و اتانول با وجود اثرات مثبت بر فاز رویشی گیاهان به‌دلیل افزایش میزان CO_2 درون سلول و فتوسنتز (Hosseinzadeh *et al.*, 2013; Makhdum *et al.*, 2002) دارای اثرات متنوع بر روی جوانه‌زنی هستند (Nonomura & Benson, 1997). در مطالعه‌ای که بر روی برخی گیاهان از قبیل پیاز، هویج و گوجه‌فرنگی صورت گرفت، گزارش کردند که اثر تیمار الکلی اتانول منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی در بذرهای این گیاهان شد. این محققین علت کاهش میزان جوانه‌زنی را تأثیر الکل بر ساختار لیپیدی غشاء و اثر آن بر شکل فضایی پروتئین‌های غشائی بیان کردند (Albrecht, 1995). اما در مطالعه بر روی گیاه شنبلیله مشاهده شد که متانول منجر به افزایش معنی‌دار برخی صفات جوانه‌زنی از قبیل درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه شد (Mehrafarin *et al.*, 2011). نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر منفی افزایش غلظت متانول در کلیه سطوح تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی بذرهای لوبیا بود. با دقت بیشتر در نتایج به‌نظر می‌رسد متانول در سطوح بالای خشکی، تأثیر محدودکنندگی بیشتری بر کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی دارد.

سرعت جوانه‌زنی

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متانول و تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار است ($p \leq 0.01$). برهم‌کنش متقابل متانول و تنش خشکی بر این صفت معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) در ارتباط با اثرات ساده متانول نشان داد که سطح شاهد (بدون کاربرد متانول) بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی را در بذرهای لوبیا داشت که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار سرعت در سطح ۱۵ درصد حجمی متانول مشاهده شد که با سطح ۱۰ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت. یکی از آنزیم‌های مهم در جوانه‌زنی آلفا آمیلاز می‌باشد که موجب

شکسته‌شدن قندها و نشاسته بذر شده و آنها را به مواد قابل استفاده جنین تبدیل می‌کند (Fabian *et al.*, 2008). تحت تیمارهای الکلی از قبیل اتانول کاهش فعالیت این آنزیم مشاهده شده است (Albrecht, 1995). David (2010) گزارش کرد که اتانول منجر به کاهش فعالیت هورمون جیبرلین و در نهایت منجر به کاهش فعالیت آلفا آمیلاز می‌شود. از طرف دیگر استفاده از تیمارهای الکلی در کاهش تقسیم سلولی نیز نقش دارند (Liga *et al.*, 2003). کاهش در تقسیم سلولی با کاهش در فعالیت هورمون جیبرلین ارتباط مستقیم دارد (David, 2010). در مطالعه‌ای که بر روی شکست خواب بذرهای گونه‌های *Albizia* صورت گرفت، گزارش کردند بذرهایی که با متانول، اتانول و اسید سولفوریک تیمار شده بودند با کاهش میزان هورمون ژیبرلین رو به‌رو شدند و درنتیجه این تیمارها در شکست خواب بذر ناموفق بودند (Tigabu & Oden, 2001). با توجه به نتایج، کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذرها را می‌توان به کاهش فعالیت آلفا آمیلاز نسبت داد. در بین سطوح خشکی سطح شاهد (بدون تنش خشکی) و سطح ۹- بار به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار برای این صفت را داشتند که نسبت به دیگر سطوح تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴). در شرایط تنش خشکی، کاهش جذب آب با کاهش فعالیت‌های آنزیمی مربوط به فرآیندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی همراه است که علت اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی است. در سطوح بالای تنش خشکی، آسیب‌های احتمالی ناشی از واسرشته شدن ساختمان سه بعدی آنزیم‌ها می‌تواند یکی از دلایل اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی باشد (Fabian *et al.*, 2008). از طرف دیگر اگر جذب آب توسط بذر مختل و یا به کندی صورت گیرد، سرعت انجام فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی در داخل بذر کاهش یافته و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Mensah *et al.*, 2006). Zeng و همکاران (۲۰۱۰) نیز، کاهش جوانه‌زنی به‌دلیل محدودیت آب را یک راه‌کار تکاملی در گیاهان مناطق خشک می‌دانند. در واقع کاهش جوانه‌زنی در تنش‌های خشکی، یک راه‌کار سازشی است تا زمانی که شرایط مساعدی برای جوانه‌زنی ایجاد شود.

در این ارتباط در تحقیقی بر روی ژنوتیپ‌های عدس گزارش کردند که شاخص‌های جوانه‌زنی از قبیل سرعت و درصد جوانه‌زنی تحت تنش خشکی کاهش یافت (Kafi *et al.*, 2005).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا تحت تأثیر متانول و تنش خشکی

Table2. Analysis of variance of germination characteristics of bean under methanol and drought stress

منابع تغییر (S. O. V.)	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Percent germination	سرعت جوانه‌زنی Speed germination	طول ساقه‌چه Plumule lenght	طول ریشه‌چه Radicial lenght	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight plumule	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight radicial	طول گیاهچه Plant lenght	شاخص بنیه بذر Vigor index	آندوسپرم مصرفی Consumed andosperm
				میانگین مربعات	Mean Squar					
متانول Methanol	3	9028.472**	894.557**	4.466**	274.654**	2.602**	765.172**	348.269**	504.252**	7502.188**
تنش Stress	3	4481.250**	443.525**	4.882**	280.013**	1.356**	546.247**	355.212**	184.247**	2695.521**
متانول×تنش Stress×Methanol	9	172.454*	18.964 ns	0. ns282	10.937*	0.107*	47.602*	13.281*	710 ns.23	317 ns.183
خطای آزمایش Eror	32	69.271	14.371	0.378	4.910	0.047	8.265	5.256	11.975	115.917

ns, *, ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *, ** Respectivly: Non-significant, and Significant at P ≤ 0.05 & P ≤ 0.01

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی گیاه لوبیا در غلظت‌های مختلف متانول

Table3. Comparison of germination characteristics of bean under different levels of methanol

آندوسپرم مصرفی Consumed andosperm (mg)	شاخص بنیه بذر Vigor index	طول گیاهچه Plant lenght (cm)	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight radicial (mg)	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight plumule (mg)	طول ریشه‌چه Radicial lenght (cm)	طول ساقه‌چه Plumule lenght (cm)	سرعت جوانه‌زنی Speed germination	درصد جوانه‌زنی Perecent germination	متانول Methanol
64.58 a	15.78 a	17.70 a	22.35 a	1.176 a	15.62 a	2.03 a	24.52 a	72. 08 a	0
52.83 a	9.668 b	12.60 b	14.15 b	0.579 b	11.11 b	1.517 ab	18.44 b	54.17 b	5%
21.08 b	4.454 c	9.825 c	8.564 c	0.202 c	8.81 b	0.916 bc	9.325 c	27.50 c	10%
12.25 b	0.891 c	4.796 d	3.757 d	0.178 c	4.12 c	0.675 c	5.50 d	10.42 d	15%

*میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

The columns with a letter in common are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to Dunkan test.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی گیاه لوبیا در سطوح مختلف تنش خشکی

Table4. Comparison of germination characteristics of bean under different levels of drought

آندوسپرم مصرفی Consumed andosperm (mg)	شاخص بنیه بذر Vigor index	طول گیاهچه Plant lenght (mm)	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight radicial (mg)	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight plumule (mg)	طول ریشه‌چه Radicial lenght (mm)	طول ساقه‌چه Plumule lenght (mm)	سرعت جوانه‌زنی Speed germination	درصد جوانه‌زنی Perecent germination	تنش خشکی Drought stress (Bar)
52.08 a	12.77 a	16.95 a	19.95 a	0.92 a	15.01 a	1.98 a	21.58 a	63.75 a	0
43.25 ab	8.944 ab	13.80 b	14.48 b	0.68 b	12.11 b	1.60 ab	16.77 b	49.17 b	-3
38.58 b	6.662 bc	9.813 c	10.43 c	0.35 c	8.80 c	1.01 bc	11.94 c	31.25 c	-6
16.83 c	2.959 c	4.346 d	3.948 d	0.175 c	3.75 d	0.537 c	7.49 d	20 d	-9

*میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

The columns with a letter in common are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to Dunkan test.

طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات (جدول ۲) نشان داد که کاربرد متانول و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه دانه رست‌های لوبیا داشت ($p\leq0.01$). اثر متقابل متانول و تنش خشکی بر این صفت معنی‌دار نبود. در بین سطوح متانول سطح شاهد (بدون کاربرد متانول) با ۲/۰۳ میلی‌متر بیشترین میزان طول ساقه‌چه را داشت که با سطح ۵ درصد حجمی (۱/۵۱۷ میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار این صفت با ۰/۶۷۵ میلی‌متر در سطح ۱۵ درصد حجمی متانول مشاهده شد که با سطح ۱۰ درصد حجمی متانول تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). جوانه‌زنی و رشد دانه رست‌های برخی از گیاهان زراعی در غلظت‌های بالاتر از ۱۰ درصد حجمی متانول به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این محققین دلیل کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه را به کاهش فعالیت تقسیم سلولی در بذر و سمیت متانول نسبت دادند (Ramberg *et al.*, 2002). در مطالعه‌ای بر روی سیب‌زمینی مشاهده شد که در غلظت ۵ درصد حجمی اتانول رشد بافت کالوس به‌علت کاهش شدید در تقسیم سلولی متوقف شد (Liga *et al.*, 2003). نتایج این مطالعه نیز با نتایج این محققین مطابقت دارد. در میان سطوح خشکی، سطح شاهد (بدون تنش خشکی) با ۱/۹۸ میلی‌متر بیشترین و سطح ۹- بار با ۰/۵۳۷ میلی‌متر کمترین میزان طول ساقه‌چه را داشتند (جدول ۴). کاهش رشد بخش ساقه‌چه و ریشه‌چه در اثر تنش خشکی، به‌دلیل کاهش جذب آب توسط بذر و متعاقباً کاهش انتقال مواد غذایی مورد نیاز برای رشد، به محور زیر لپه می‌باشد (Mensah *et al.*, 2006). علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه شامل ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Kafi *et al.*, 2005). در مطالعه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های نخود گزارش کردند که کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی در ارتباط با کاهش سرعت فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بذر است (Bibi *et al.*, 2009). در این مطالعه نیز کاهش طول ساقه‌چه در سطوح مختلف تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش مشاهده شد.

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که اثر متانول و تنش خشکی بر طول ریشه‌چه معنی‌دار است ($p\leq0.01$). اثر متقابل متانول و تنش خشکی نیز بر این صفت معنی‌دار بود ($p\leq0.05$). در میان سطوح متانول، سطح شاهد با ۱۵/۶۲ میلی‌متر بیشترین و سطح ۱۵ درصد حجمی متانول با ۴/۱۲ میلی‌متر کمترین میزان طول ریشه‌چه را داشت که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). با کاهش پتانسیل آب از صفر به ۹- بار میزان طول ریشه‌چه کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان طول ریشه‌چه در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) با ۱۵/۰۱ میلی‌متر مشاهده شد که با دیگر سطوح تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین مقدار برای این صفت با ۳/۷۵ میلی‌متر در سطح ۹- بار مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). افزایش تنش خشکی، آب قابل دسترس بذرها را جهت جوانه‌زنی کاهش می‌دهد، لذا سرعت فعالیت‌های متابولیکی بذر کاهش یافته و منجر به کاهش طول ریشه‌چه می‌شود. این مطلب توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Khalid *et al.*, 2001; Gamze *et al.*, 2005; Mensah *et al.*, 2006). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۲) در ارتباط با اثرات متقابل متانول و تنش خشکی نشان داد که بیشترین مقدار برای طول ریشه‌چه با ۲۱/۷۷ میلی‌متر در سطح شاهد متانول در شرایط بدون تنش خشکی مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار نیز با ۱/۱۶۷ میلی‌متر در سطح ۱۵ درصد حجمی متانول در تیمار خشکی ۹- بار مشاهده شد. علت کاهش طول ریشه‌چه در این سطح از اثرات متقابل را می‌توان به عوامل متعددی چون کاهش تقسیمات میتوزی در مریستم ریشه، کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالیزکننده فرآیندهای جوانه‌زنی گیاه و اختلال در جذب آب در سطوح بالای متانول و تنش خشکی اشاره کرد.

وزن خشک ساقه چه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که متانول و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه بذرهای لوبیا داشت ($p\leq0.01$). برهم کنش متقابل متانول و تنش خشکی نیز تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشتند ($p\leq0.05$). در میان اثرات ساده متانول سطح شاهد (بدون کاربرد متانول) بیشترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه را داشت که با تمامی سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار این صفت در سطح ۱۵ درصد حجمی متانول مشاهده شد که با کلیه سطوح تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳). در بین سطوح خشکی بیشترین میزان وزن خشک ساقه‌چه در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری نسبت به دیگر سطوح داشت و کمترین میزان نیز در سطح خشکی ۹- بار مشاهده شد که با سطح ۶- بار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). در برهم‌کنش متقابل متانول و تنش خشکی

بیشترین میزان این صفت در سطح شاهد متانول در شرایط بدون تنش خشکی مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان وزن خشک ساقه‌چه متعلق به سطح ۱۵ درصد حجمی متانول در تیمار خشکی ۹- بار بود (شکل ۳). کاهش وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه یکی از رخدادهای رایجی است که در اکثر گیاهان در شرایط تنش خشکی اتفاق می‌افتد (Khalid *et al.*, 2001). یکی از دلایل کاهش وزن ساقه‌چه در پتانسیل‌های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه به محور جنینی می‌باشد (Mensah *et al.*, 2006). Opoku و همکاران (۱۹۹۶) در مطالعه‌ای بر روی لوبیا گزارش کردند که رابطه مستقیمی بین میزان تجمع ماده خشک و رشد طولی ساقه‌چه گیاهان وجود داشت. بنابراین کاهش وزن خشک ساقه‌چه در غلظت‌های بالای متانول و سطوح پایین‌تر پتانسیل آب را می‌توان به کاهش رشد ساقه‌چه در این سطوح نسبت داد.

وزن خشک ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که اثر متانول و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه بذرهای لوبیا معنی‌دار بود ($p\leq 0.01$). اثرات منقابل متانول و تنش خشکی نیز بر این صفت معنی‌دار بود ($p\leq 0.05$). در میان سطوح متانول، سطح شاهد (بدون کاربرد متانول) با ۲۲/۳۵ میلی‌گرم بیشترین و سطح ۱۵ درصد حجمی متانول با ۳/۷۵۷ میلی‌گرم کمترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه را داشت که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). در میان اثرات ساده تنش با کاهش پتانسیل آب از صفر به ۹- بار میزان وزن خشک ریشه‌چه کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) با ۱۹/۹۵ میلی‌گرم مشاهده شد که با دیگر سطوح تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین مقدار برای این صفت با ۳/۹۴۸ میلی‌گرم در سطح ۹- بار مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). یکی از دلایل کاهش طول و وزن خشک ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های نخود تأخیر در انتقال پروتئین از لپه عنوان شده است (Bibi *et al.*, 2009). در میان اثرات متقابل متانول و تنش خشکی بیشترین مقدار این صفت در سطح شاهد متانول در شرایط بدون تنش خشکی (۳۶/۵۹ میلی‌گرم) مشاهده شد که با کلیه سطوح تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین میزان وزن خشک ریشه‌چه به سطح ۱۵ درصد حجمی متانول در تیمار خشکی ۹- بار (۰/۸۳۳ میلی‌گرم) اختصاص داشت (شکل ۴). Pahlevani و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که استفاده از عصاره‌های آبی متانول و اتانول در غلظت‌های بالاتر از ۱۰ درصد حجمی منجر به کاهش خصوصیات جوانه‌زنی از قبیل درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. به‌نظر می‌رسد متانول با کاهش فعالیت جیبرلین و اثر بر تقسیم سلول منجر به کاهش طول و وزن خشک ریشه‌چه می‌شود.

طول گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات (جدول ۲) نشان داد که اثر متانول، تنش خشکی و برهم‌کنش متقابل متانول و تنش بر طول گیاهچه دانه رست‌های لوبیا به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) در ارتباط با اثرات ساده متانول نشان داد که سطح شاهد (بدون کاربرد متانول) بیشترین میزان طول گیاهچه را داشت که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار این صفت در سطح ۱۵ درصد حجمی متانول مشاهده شد که با کلیه سطوح تفاوت معنی‌داری داشت. در میان سطوح خشکی سطح شاهد (بدون تنش خشکی) و سطح ۹- بار به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را برای این صفت داشتند که نسبت به دیگر سطوح تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴). در برهم‌کنش متقابل متانول و تنش خشکی بیشترین مقدار طول گیاهچه با ۲۴/۶۰ میلی‌متر در سطح شاهد متانول در تیمار بدون تنش خشکی مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان این صفت با ۱/۵۳۳ میلی‌متر در سطح ۱۵ درصد حجمی متانول در تیمار تنش خشکی ۹- بار مشاهده شد (شکل۵). در مطالعه‌ای که بر روی ژنوتیپ‌های مختلف نخود صورت گرفت، علت کاهش طول گیاهچه در شرایط تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ کاهش شدید در صفات ریشه‌چه از قبیل سطح، طول و قطر ریشه‌چه گزارش شد (Bibi *et al.*, 2009). با افزایش سطوح متانول و تنش خشکی طول گیاهچه کاهش یافت که می‌توان به کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در این سطوح نسبت داد.

شاخص بنیه بذر

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متانول و تنش خشکی بر شاخص بنیه بذرهای لوبیا معنی‌دار بود ($p\leq 0.01$). برهم‌کنش متقابل متانول و تنش خشکی بر این صفت معنی‌دار نبود. در میان سطوح متانول بیشترین میزان شاخص بنیه در سطح شاهد (بدون کاربرد متانول) مشاهده شد که با کلیه سطوح تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین میزان برای این صفت در سطح ۱۵ درصد حجمی متانول مشاهده شد

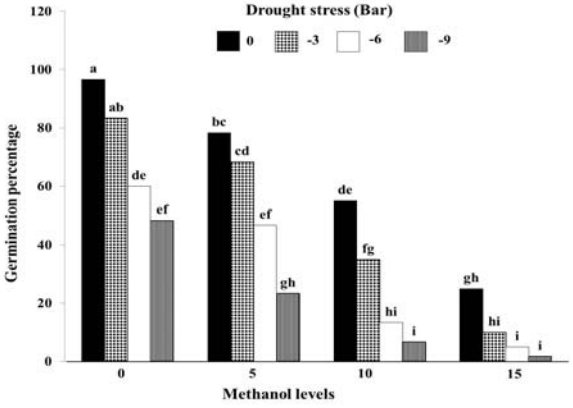
که با سطح ۱۰ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در بین سطوح خشکی با کاهش پتانسیل آب شاخص بنیه بذر روند نزولی داشت به‌طوری‌که بیشترین میزان این صفت در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) بود که با سطح ۳- بار تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان نیز در سطح ۹- بار مشاهده شد که با سطح ۶- بار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با توجه به اینکه تعیین شاخص بنیه بذر از حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه به‌دست می‌آید (Agrawal, 1991). بنابراین کاهش شاخص بنیه بذر را می‌توان به کاهش درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه در سطوح فوق نسبت داد.

آندوسپرم مصرفی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان داد که اثر متانول و تنش خشکی بر میزان آندوسپرم مصرفی بذرهای لوبیا معنی‌دار بود ($p\leq0.01$). اثرات متقابل متانول و تنش خشکی بر این صفت معنی‌دار نبود. در میان سطوح متانول، سطح شاهد (بدون کاربرد متانول) با ۶۴/۵۸ میلی‌گرم بیشترین میزان آندوسپرم مصرفی را داشت که با سطح ۵ درصد حجمی متانول تفاوت معنی‌داری نداشت و سطح ۱۵ درصد حجمی متانول با ۱۲/۲۵ میلی‌گرم کمترین میزان را داشت که با سطح ۱۰ درصد حجمی متانول تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) در ارتباط با اثرات ساده تنش خشکی نشان داد که سطح شاهد (بدون تنش خشکی) با ۵۲/۰۸ میلی‌گرم بیشترین میزان را داشت که با سطح ۳- بار اختلاف معنی‌داری نداشت و سطح ۹- بار با ۱۶/۸۳ میلی‌گرم کمترین میزان آندوسپرم مصرفی را داشت که با کلیه سطوح تفاوت معنی‌داری داشت. افزایش آندوسپرم مصرفی در پتانسیل صفر و ۳- بار را می‌توان این گونه توجیه کرد که جوانه حاصل از بذر، قبل از اینکه برگ‌های اولیه آن بتوانند با استفاده از نور خورشید فتوسنتز انجام دهند از مواد غذایی ذخیره شده در درون بذر استفاده می‌کنند، بنابراین ظهور سریعتر و رشد بیشتر ساقه‌چه و ریشه‌چه در سطوح پایین خشکی می‌تواند دلیلی بر افزایش برداشت مواد غذایی از درون لپه باشد (Kafi *et al.*, 2005). از طرفی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در پتانسیل‌های بالای آب بیشتر است که در نتیجه آن میزان استفاده از اندوخته لپه نیز بیشتر خواهد بود (Mensah *et al.*, 2006). کاهش آندوسپرم مصرفی در سطوح متانول را می‌توان به کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه نسبت داد.

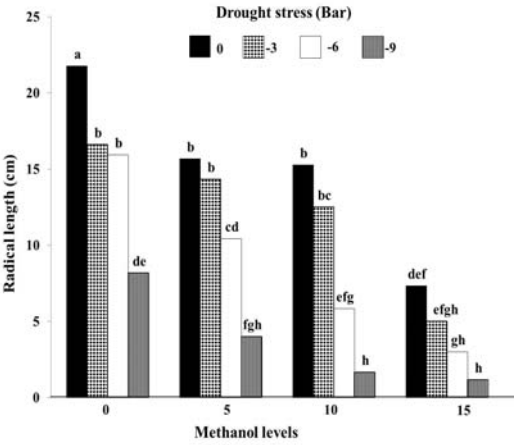
نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش فوق مؤید این است که تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌داری در کلیه صفات مورد بررسی شد. در شرایط بدون تنش خشکی، متانول باعث کاهش معنی‌داری در تمامی صفات جوانه‌زنی گیاه لوبیا شد. در اثرات توأم کاربرد متانول و تنش خشکی مشاهده شد که متانول علاوه بر اینکه نتوانست اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را جبران کند بلکه منجر به کاهش بیشتری در صفاتی از قبیل درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد. به‌طور کل می‌توان گفت، با توجه به اینکه مطالعات نشان می‌دهد که محلول‌پاشی متانول در مرحله رویشی و گلدهی اثر مثبتی بر خصوصیات مورفولوژیکی اکثر گیاهان زراعی دارد و نظر به اینکه در مزارع کشت استان خوزستان به‌خصوص شهر بهبهان مشاهده شد که در مرحله رویشی و گلدهی برخی حبوبات از قبیل نخود و لوبیا در مجاورت بوته‌ها علف‌های هرز جوانه می‌زند، پیشنهاد می‌شود استفاده از متانول علاوه بر اثر مثبت بر مرحله رویشی این گیاهان می‌تواند در کاهش جوانه‌زنی علف‌های هرز مفید باشد.



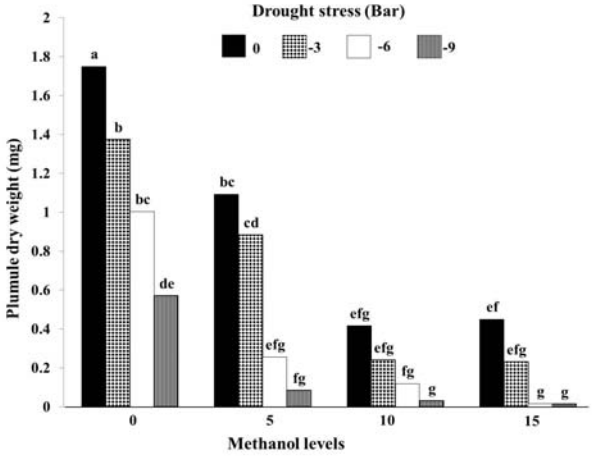
شکل۱- اثر برهم‌کنش متانول و تنش خشکی بر میزان درصد جوانه‌زنی

Fig. 1. The effect of methanol and drought stress intraction on germination percent



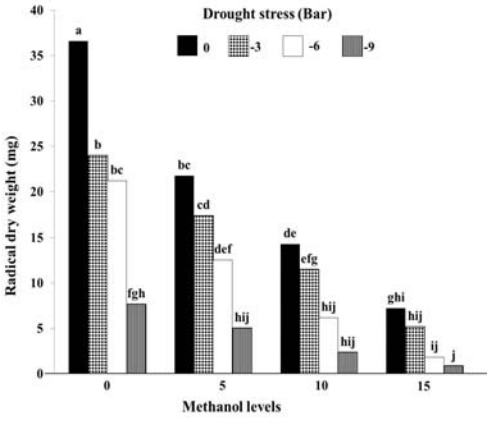
شکل۲- اثر برهم‌کنش متانول و تنش خشکی بر میزان طول ریشه‌چه

Fig. 2. The effect of methanol and drought stress intraction on radicle lenght



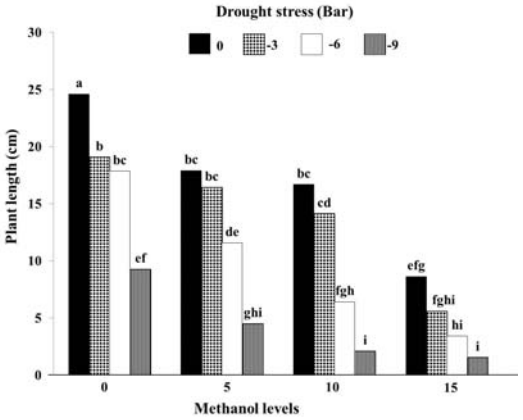
شکل۳- اثر برهم‌کنش متانول و تنش خشکی بر میزان وزن خشک ساقه‌چه

Fig. 3. The effect of methanol and drought stress intraction on plumule dry weight



شکل۴- اثر برهم‌کنش متانول و تنش خشکی بر میزان وزن خشک ریشه‌چه

Fig. 4. The effect of methanol and drought stress intraction on radicle dry weight



شکل۵- اثر برهم کنش متانول و تنش خشکی بر میزان طول گیاهچه

Fig. 5. The effect of methanol and drought stress intraction on plant length

منابع

1. Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Second edition, Oxford and IBH press. New York and London, 445 pp.
2. Albrecht, S.L. 1995. Effects of foliar ethanol application on crop yield. Crop Science 35: 1642-46.
3. Aref, F. 2011. Concentration of zinc and boron in corn leaf as affected by zinc sulphate and boric acid fertilizers in a deficient soil. Life Science Journal 8: 26-31.
4. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence, and seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agriculture 80: 909-914.
5. Bagheri, A., Mahmoudi, A., and Ghezeli, F. 2001. Common Bean: Research for Crop Improvement. Publications Jahad University of Mashhad. (In Persian).
6. Bibi, N., Hameed, A., Ali, H., Iqbal, N., Haq, M.A., Atta, B.M., Shah, T.M., and Alam, S.S. 2009. Water stress induced variations in protein profiles of germinating cotyledons from seedlings of Chickpeas genotypes. Pakistan Journal of Botany 41:731-736.
7. David, C. 2010. The effect of gibberellins (GA3 and GA47) and ethanol on seed germination of *Rosa eglanteria* and *Rosa glauca*. Journal of Plant Growth Regulation 41: 1-10.
8. De, F., and Kar, R.K. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science and Technology 23:301-304.
9. Derek Bewely, J., and Black, M. 1994. Seeds Physiology of Development and Germination. 2nd Ed, Pleum press, London, 577 pp.
10. Donohue, K., Rubio De Casas, R., Burghardt, L., Kovach, K., Willis, C.G. 2010. Germination, postgermination adaptation, and species ecological ranges. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 41: 293-319.
11. Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry M., and Haslam, R. 2004. Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. Journal of Phytochemistry 65: 2305-2316.
12. Emmerich, W.E., and Hardegree S.P. 1991. Seed germination in polyethylen glycol solution. Effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Journal of Crop Science 31: 454-458.
13. Fabian, A., Jager, K., and Barnabas, B. 2008. Effects of drought and combined drought and heat stress on germination ability and seminal root growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. Journal of Acta Biological 52: 157-159.
14. Gamze, O.K.U., Mehmet Demir, K.A.Y., and Mehmet A.T.A. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture 29: 237-242.
15. Gan, Y.T., Miller, P.R., Stevenson, F.C., and McDonald, C.L. 2002. Seedling emergence, pod development and seed yields of chickpea and dry pea in a semi arid environment. Canadian Journal of Plant Science 82: 531-553.
16. Ganjeali, A., Parsa, M., and Khatib, M. 2008. Quantifying seed germination response of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) influenced temperature and drought stress regimes. Agricultural Research: water, soil and plant agriculture 8: 77-88. (In Persian with English Summary).
17. Gout, E., Aubert, S., Blingy, R., Rebeille, P., and Nonomura, A.R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Plant Physiology 123: 287-296.
18. Hosseinzadeh, S.R. Salimi, A. Ganjeali, A., and Ahmadpour, R. 2012. Effects of foliar application of methanol on growth and root characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. European Journal of Experimental Biology 2(5): 1697-1702.
19. Hosseinzadeh, S.R., Salimi, A., and Ganjeali, A. 2011. Effects of foliar application of methanol on morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Environmental stresses in crop science 4: 140-150. (In Persian with English Summary).

20. Hosseinzadeh, S.R., Salimi, A., Ganjeali, A., and Ahmadpour, R. 2013. Effects of foliar application of methanol on photosynthetic characteristics chlorophyll fluorescence and chlorophyll content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Iranian Journal of Plant Biology 5: 116-129. (In Persian with English Summary).
21. Kafi, M., Nezami, A., Hosaini, H., and Masomi, A. 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 69-80. (In Persian with English Summary).
22. Khalid, M.N., Iqbal, H.F., Tahir, A., and Ahmad A.N. 2001. Germination potential of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under saline condition. Journal of Biology Science 4: 395-396.
23. Liga, M.V., Eraso I., and Sturte, G.W. 2003. Effect of ethanol on the growth and development. Seed Science and Technology 21: 427-435.
24. Makhdum, I.M., Nawaz, A., Shabab, M., Ahmad, F., and Illahi, F. 2002. Physiological response of Cotton to methanol foliar application. Journal of Research Pakistan University 13: 37-43.
25. Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., Noormohammadi, G., Zand, E., Rezazadeh, S., and Qaderi, A. 2011. Effects of environmental factors and methanol on germination and emergence of Persian Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). African Journal of Agricultural Research 6(19): 4631-4641.
26. Mensah, J.K., Obadoni, B.O., Eruotor, P.G., and Onome, F. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). Africian Journal Biology 5: 1249-1253.
27. Michael B.E., and Kaufman M.R. 1976. The osmotic potential of polyethylenglycol-6000. Plant Physiology 51: 914-916.
28. Nadali, I., Paknejad, F., Moradi, F., and Vazan, S. 2010. Effect of methanol on yield and some quality characteristics of sugar beet (Beta vulgaris L.) cv. rasoul in drought and non-drought stress conditions. Journal of Seed and Plant Improvement 26: 95-108. (In Persian with English Summary).
29. Nonomura, A.M., and Benson, A. 1997. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. National Academy Science 89: 9794-9798.
30. Ober, E. 2001. The search for drought tolerance in sugar beet. British Sugar Beet Review. 69: 40-43.
31. Opoku, G., Davies, F., M. Zetrio, E.V., and Camble, E.E. 1996. Relationship between seed vigor and yield of white beans (*Phaseolos vulgaris* L). Journal of Plant Variety Seed 9: 119-125.
32. Pahlevani, A.H., Rashed, M.H., Ghorbani, R. 2008. Effects of environmental factors on germination and emergence of Swallowwort. Journal of Weed Technology 22: 303-308.
33. Ramberg, H.A., Bradley, J.S.C., Olson, C., Nishio, J.N., Markwell, J., and Osterman, J.C. 2002. The role of methanol in promoting plant growth. Plant Biochemistry and Biotechnology 1: 113-126.
34. Tigabu, M., and Oden, P.C. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose *albizia* species from Ethiopia. Seed Science and Technology 29: 11-20.
35. Veberic, R., Vodnic, D., and Stampar, F. 2005. Influence of foliar-applied phosphorus and potassium on photosynthesis and transpiration of Golden Delicious apple leaves (*Malus domestica* Borkh.). Journal of Agriculture Slovenia 85: 143-155.
36. Welch, R.M. 1986. Effects of nutrient deficiencies on seed production and quality. Advanced Plant Nutrition 2: 205-247.
37. Zakaria, M.S., Ashraf, H.F., and Serag, E.Y. 2009. Direct and residual effects of nitrogen fertilization, foliar application of potassium and plant growth retardant on Egyptian cotton growth, seed yield, seed viability and seedling vigor. Acta Ecological Science. 29: 116-123.
38. Zeng, Y.J., Wang, Y.R., and Zhang, J.M. 2010 Is reduced seed germination due to water limitation a special survival strategy used by xerophytes in arid dunes. Journal of Arid Environments 74:508-511.
39. Zlatev, Z.S., and Yordanov, I.T. 2004. Effects of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in bean plants. Bulgharestan Journal of Plant Physiology 30: 3-18.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 42-53

Effect of methanol on germination characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) under drought stress condition

Armand[1], N., Amiri*[2], H., & Ismaili[3], A.

1. Ph.D Student, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran
2. Department of Biology, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran
3. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran

Received: 31 January 2015
Accepted: 03 March 2015

Abstract

In order to evaluate the effects of methanol on germination percentage, germination speed index, plumule and radicle length, plumule and radicle dry weigh, vigor index and consumed endosperm of bean in condition of water deficit, a factorial experiment done based on completely randomized design with three replications. The first factor was different levels of methanol included 0 (control), 5, 10 and 15 volumetric percentage, and second factor was negative water deficit in four levels of 0, -3, -6 and -9 bar. Results of this study showed that there was a significant difference among different methanol concentrations regarding germination percentage, germination speed index, plumule and radicle length, plumule and radicle dry weight, vigor index and consumed endosperm ($p \leq 0.01$). Different levels of methanol caused significant decrease on germination characteristics compared with control. Drought stress at -9 bar level significantly decreased germination percentage, germination speed index, radicle length, radicle dry weigh and consumed endosperm compared with other levels. Results showed that in non-stress condition, methanol levels led to significant decrease on germination characteristics compared with control. In drought stress condition, methanol levels caused significant decrease on germination percentage, plumule dry weigh, radicle length and radicle dry weight compared with control.

Key word: Consumed endosperm, Germination rate, Seed vigour, Water deficit stress

* **Corresponding Author:** amiri_h_lu@yahoo.com, Mobile: 09166634064

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۶۵-۵۴ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 54-65

اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris* L.)

روح‌الله سعیدی ابواسحقی[1] و علیرضا یدوی[2*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris* L.)، آزمایشی به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان لردگان در تابستان ۱۳۹۰ اجرا شد. سطوح آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح: آبیاری پس از ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، و محلول‌پاشی به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح: محلول‌پاشی با آب (شاهد)، سولفات آهن (سه گرم در لیتر)، سولفات روی (سه گرم در لیتر) و ترکیب سولفات آهن و روی (سه گرم در لیتر) در نظر گرفته شد. در این آزمایش عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی دانه لوبیا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد آبیاری بر کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز تعداد دانه در غلاف و میزان آهن و روی دانه معنی‌دار گردید. بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه به‌ترتیب برابر با ۲۵/۶ و ۱۹/۸ درصد در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد. تأثیر محلول‌پاشی بر کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز شاخص برداشت معنی‌دار گردید. بیشترین تعداد دانه در غلاف (۳/۸۶)، تعداد غلاف در بوته (۸/۵۳)، عملکرد بیولوژیک (۷۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) و پروتئین دانه (۲۳/۷۱ درصد) در تیمار محلول‌پاشی توأم آهن و روی، و کمترین آنها به‌ترتیب برابر با ۳/۳۸، ۶/۴۸، ۶۲۵۹ کیلوگرم در هکتار و ۲۲/۱۸ درصد در تیمار شاهد به‌دست آمد. محلول‌پاشی آهن و روی غلظت این عناصر در دانه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. تأثیر محلول‌پاشی بر وزن صد دانه در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۷۵ میلی‌متر تبخیر معنی‌دار گردید، به‌طوری‌که بیشترین وزن صد دانه در هر دو سطح آبیاری مربوط به تیمار محلول‌پاشی توأم آهن و روی و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. اثر متقابل آبیاری و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه نشان داد که در تیمارهای آبیاری پس از ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین عملکرد در تیمار محلول‌پاشی آهن و روی برابر با ۲۵۱۳ و ۱۷۴۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد برابر با ۲۰۰۵ و ۱۰۶۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، پروتئین، عملکرد، عناصر کم مصرف

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از حبوبات مهم است که بعد از گندم و برنج از جمله مهم‌ترین محصولات کشاورزی مورد استفاده در تغذیه انسان محسوب می‌شود. با توجه به ضرورت وجود پروتئین، در جیره غذایی روزانه مردم و مشکلات هزینه تولید پروتئین حیوانی، بخشی از این نیاز بایستی از منابع گیاهی تأمین گردد. مقدار پروتئین حبوبات حدود ۲ تا ۴ برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر گیاهان غده‌ای است (Bagheri *et al.*, 2006).

قرار گرفتن ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک جهان توجه به اثرات تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد گیاه را ضروری می‌نماید. تنش رطوبتی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید لوبیا در سراسر جهان است (Tran & Singh, 2002). با توجه به سریع‌الرشد بودن گیاه لوبیا، در دسترس بودن آب کافی برای این گیاه جهت حصول رشد و عملکرد مطلوب آن امری ضروری می‌باشد (Khoshvaghti, 2006). بر این اساس گزارش شده که تنش رطوبتی کاهش

* **نویسنده مسئول:** یاسوج، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۹۱۳۳۲۸۳۵۹۸؛ yadavi@yu.ac.ir

معنی‌دار عملکرد دانه لوبیا را به‌دنبال دارد و البته مقدار این کاهش بسته به طول مدت تنش، شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد مطالعه می‌تواند متفاوت باشد (Farajzadeh Memary & Rashidi, 2011). غالباً کاهش عملکرد دانه لوبیا تحت تأثیر تنش خشکی، به اثر آن بر اجزای عملکرد نسبت داده می‌شود. در گیاهانی مانند لوبیا اجزای عملکرد دانه را تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن متوسط دانه تشکیل می‌دهند. در آزمایش Khoshvaghti (2006) تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از مهم‌ترین اجزای عملکرد لوبیا شناخته شده‌اند، که میزان آنها تحت تأثیر تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در آزمایش دیگری میانگین کاهش عملکرد دانه لوبیا در اثر تنش خشکی ۵۰ درصد گزارش شده که این نقصان در نتیجه کاهش صفاتی چون وزن غلاف (۵۶ درصد)، عملکرد بیولوژیک (۴۷/۸۱ درصد)، تعداد غلاف (۳۸ درصد) و تعداد دانه در غلاف (۳۳ درصد) بوده است Habibi, (2011). تنش خشکی میزان پروتئین دانه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد و میزان تأثیر، به زمان اعمال تنش بستگی دارد. بررسی اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی سویا نشان داده که با افزایش شدت تنش آبی، درصد روغن دانه‌ها کاهش و درصد پروتئین دانه‌ها افزایش یافت (Pourmousavi, 2006).

بعضی محققین گزارش کرده‌اند که مصرف عناصر کم مصرف می‌توانند مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی همچون خشکی و شوری افزایش دهد. ایشان نقش اساسی عناصر کم مصرف به‌خصوص آهن، مس، بر، روی و منگنز را در تشکیل جدار سلولی و مقاومت گیاهان به آفات، امراض و تنش‌های محیطی مربوط دانستند (Mosavi *et al*., 2007). نتایج برخی تحقیقات در سویا نشان داده است که محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در این محصول افزایش عملکرد کمی و کیفی آن را در شرایط تنش خشکی باعث می‌شود (Odeley & Animashaun, 2007). عنصر روی یا به‌عنوان بخش فلزی آنزیم‌ها در ساختمان آنها، و یا به‌عنوان فعال‌کننده شماری از آنها از جمله سوپراکسید دیسموتاز می‌باشد (Odeley & Animashaun, 2007). آنزیم سوپراکسید دیسموتاز آنزیمی است که در کلروپلاست مستقر بوده و مس و روی در ساختمان آن وجود دارد که در برطرف کردن رادیکال آزاد اکسیژن تولید شده در اثر تنش خشکی نقش مهمی را ایفا می‌کند. با توجه به اثرات مثبت عناصر کم مصرف در بهبود پاسخ گیاهان به تنش خشکی، این آزمایش به‌منظور بررسی عکس‌العمل لوبیا قرمز به مصرف عناصر آهن و روی در سطوح مختلف آبیاری و ارزیابی اثر این عناصر در کاهش خسارت ناشی از تنش و مقاومت گیاه به تنش خشکی طرح‌ریزی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شهر مال‌خلیفه از توابع شهرستان لردگان با ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارش سالیانه ۵۵۰ میلی‌متر، در تابستان ۱۳۹۰ اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش سطوح آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل: I_1: آبیاری کرت‌ها پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (شاهد)، I_2: آبیاری کرت‌ها پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و I_3: آبیاری کرت‌ها پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بودند. سطوح محلول‌پاشی نیز به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل: F_1: محلول‌پاشی با آب (شاهد)، F_2: محلول‌پاشی با سولفات آهن با غلظت ۳ در هزار، F_3: محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت سه در هزار و F_4: محلول‌پاشی توأم سولفات آهن و روی هر کدام با غلظت سه در هزار بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله نموی چهار برگی و شروع گل‌دهی انجام شد. نمونه مرکب از خاک محل آزمایش تهیه شد. خلاصه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

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

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

بافت خاک Soil Texture	آهن قابل جذب Available Iron ($mg.kg^{-1}$)	روی قابل جذب Available Zinc ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل Total Nitrogen (%)	پتاسیم قابل جذب Available Potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available Phosphor ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی Organic Carbon (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته گل اشباع pH	عمق Depth (cm)
Silty Clay Loam	3.98	0.61	0.052	227	14.1	0.68	5.21	8.01	0-30

زمین مورد نظر در سال قبل از اجرای آزمایش به‌صورت آیش بود. در بهار و ۱۰ روز قبل از کاشت به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد، سپس به‌وسیله دیسک کلوخه‌ها خرد و تسطیح کامل با ماله صورت گرفت. سپس زمین مورد نظر کرت‌بندی و پس از آبیاری کرت‌ها و در زمان گاورو شدن مزرعه عملیات کاشت با استفاده از دستگاه خطی‌کار و در تاریخ دوم تیرماه صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۱۲ خط کاشت به طول ۷ متر بود. فاصله خطوط کاشت در کرت‌های آزمایشی ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر (۴۰ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی ۳ متر، فاصله بین کرت‌های فرعی ۱ متر و فواصل بین بلوک‌ها با پیش‌بینی جوی هرزآب در پایین هر تکرار به‌طور جداگانه (به‌منظور عدم انتقال آب یک تکرار بر روی تکرار بعدی) ۳ متر تعبیه شد. با توجه به کم بودن میزان قابل جذب عناصر پرمصرف در خاک، عناصر فسفر (به‌میزان ۷۵ کیلوگرم خالص در هکتار از منبع سوپر فسفات‌تریپل) و پتاسیم (به‌میزان ۷۵ کیلوگرم خالص در هکتار از منبع سولفات پتاسیم) قبل از کاشت هم‌زمان با عملیات تهیه بستر و عنصر نیتروژن (به میزان ۱۰۰ کیلوگرم خالص در هکتار از منبع اوره) در سه مرحله؛ قبل از کاشت، هشت برگی و شروع گل‌دهی مورد استفاده قرار گرفتند. رقم مورد استفاده لوبیا قرمز رقم اختر بود. این رقم حساس به خشکی است که فرم بوته‌ای دارد. بذور مورد نیاز از مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی (ایستگاه خمین) تهیه شدند. در این آزمایش صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و پروتئین دانه اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، در زمان رسیدگی ده بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت برداشت شد. برداشت و تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک، با حذف دو خط کناری و ۵۰ سانتی‌متر از طرفین، از ده خط به طول ۵ متر از سطحی معادل ده متر مربع انجام شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. همچنین بعد از پاک کردن بذور مربوط به هر تیمار، وزن ۱۰۰ دانه به‌صورت تصادفی، با شمارش و سپس توزین، تعیین شد. درصد پروتئین دانه با دستگاه کجلدال به روش Emami (1996)، و میزان عناصر آهن و روی در دانه توسط دستگاه جذب اتمی مدل (Perkin 400) انجام گرفت (Emami, 1996). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها برای صفاتی که تنها اثرات اصلی فاکتورهای آزمایشی بر آنها معنی‌دار شدند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. برای صفاتی که برهم‌کنش بین دو عامل آبیاری و محلول‌پاشی برای آنها معنی‌دار گردید، تجزیه واریانس اضافی مربوط به برش‌دهی اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری صورت گرفت و مقایسه میانگین اثرات متقابل به روش L.S.means انجام گردید.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد

تعداد غلاف در بوته

آنالیز داده‌ها نشان داد اثر آبیاری و محلول‌پاشی بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری بر تعداد غلاف در بوته نشان داد بیشترین تعداد غلاف در بوته (۸/۷۴) در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین تعداد غلاف در بوته (۶/۳۰) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر نداشت (جدول ۳). این نتیجه نشان‌دهنده حساسیت زیاد این صفت به تنش خشکی در این رقم لوبیا قرمز می‌باشد که در تنش‌های ملایم خشکی نیز کاهش معنی‌داری نشان دادند. در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین صفت در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد. عوامل گیاهی که تقسیم و توسعه سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مانند میزان آب بافت و غلظت هورمون‌های مؤثر گیاهی مانند آبسیزیک اسید مسئول تنظیم تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی می‌باشند (Saini & Westgate, 2000). یکی از دلایل کاهش تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی، می‌تواند کاهش طول دوره رشد گیاه باشد که در نتیجه آن تولید مواد فتوسنتزی نقصان می‌یابد. کاهش ساخت مواد فتوسنتزی و افزایش رقابت درون بوته‌ای حاصل از آن به‌همراه ریزش گل‌ها در اثر تنش کمبود آب، باعث کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود. Sadeghipour& Aghaei, (2012) هم نتیجه مشابهی را در لوبیا گزارش دادند، آنان کاهش تعداد غلاف در بوته بر اثر تنش خشکی را با بسته شدن روزنه‌ها در پاسخ به محتوای رطوبت پایین خاک و در نتیجه کاهش مصرف CO_2 و کاهش فتوسنتز مرتبط دانستند.

تعداد غلاف در بوته در سطوح مختلف محلول‌پاشی نیز متفاوت بود، به‌طوری‌که بیشترین تعداد غلاف در بوته (۸/۵۲) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی بود که نسبت به تیمار

شاهد ۳۱٪ افزایش نشان داد. کمترین تعداد غلاف در بوته در تیمار شاهد به‌دست آمد که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت (جدول ۳). کم‌مصرف‌ها به‌ویژه سولفات روی دارای اثر مثبت بر تشکیل پرچم و دانه گرده می‌باشند، لذا با توجه به اینکه فعالیت پرچم در گیاهان خودگرده‌افشان به‌طور طبیعی بالاست، در نتیجه گل‌ها به‌خوبی بارور شده و تعداد غلاف بیشتری در گیاه تولید شد، لذا می‌توان افزایش تعداد غلاف در بوته را به این ویژگی سولفات روی نسبت داد (Seifi Nadergholi *et al*., 2011). محلول‌پاشی عنصر روی در سویا نیز از طریق افزایش سطح برگ، وزن خشک و طول دوره گل‌دهی باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه شده است (Kobraee *et al*., 2011). محلول‌پاشی آهن نیز به‌دلیل افزایش ماندگاری گل و تبدیل آن به غلاف، از طریق افزایش آسیمیلات‌ها، به‌واسطه نقشی که این عنصر در فتوسنتز دارد، موجب افزایش تعداد غلاف در گیاه می‌گردد (Marschner, 1995).

تعداد دانه در غلاف

آنالیز داده‌ها نشان داد تیمارهای مختلف محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف داشتند، اما اثر آبیاری و برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر تعداد دانه در غلاف نشان داد بیشترین تعداد دانه در غلاف (۳/۸۶) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۴/۲٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). با توجه به نقش عناصر آهن و روی در آنزیم‌های دخیل در فرآیند فتوسنتزی گیاه، محلول‌پاشی این عناصر باعث بهبود فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و از طریق بهبود دسترسی اندام‌های زایشی گیاه به مواد فتوسنتزی تعداد دانه تشکیل شده در غلاف می‌تواند افزایش یابد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر آبیاری و محلول‌پاشی برای صفات کمی و کیفی لوبیا قرمز

Table 2. Analysis of variance for the effects of irrigation and foliar application on quantitative and qualitative traits of the red bean

		میانگین مربعات Mean Squares								
منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	وزن صد دانه 100-Seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه protein content of seed	آهن دانه Iron content of seed	روی دانه Zinc content of seed
تکرار Replication	2	2.95 *	0.09 ns	3.99 ns	1600942**	167944**	71.95 **	0.08 ns	1758.54ns	22.85 ns
آبیاری Irrigation	2	18.14 *	1.01 ns	245.44 **	25808741**	5997986**	204.98 *	106.31**	140.09ns	19.00 ns
خطای اصلی Main Error	4	1.29	0.19	2.82	97803	64535	12.98	0.27	1221.73	4.66
محلول‌پاشی Foliar Application	3	6.45 **	0.40 **	39.85 **	2498731**	293568**	11.68 ns	5.45 *	8923.71**	466.14**
آبیاری × محلول‌پاشی Irrigation × Foliar Application	6	1.55 ns	0.07 ns	9.16 *	208048ns	53710*	10.38 ns	0.89 ns	420.44 ns	7.33 ns
خطای فرعی Sub Error	18	0.74	0.04	2.71	264681	19802	7.79	1.24	496.17	10.30
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	11.60	5.84	4.59	7	6	9.06	4.84	13.72	9.96

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال α= 0.05 و α= 0.01.

ns: Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 and α= 0.01, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات کمی و کیفی لوبیاقرمز تحت تأثیر آبیاری و محلول‌پاشی

Table 3. Mean comparisons for quantitative and qualitative traits of the red bean, affected by irrigation and foliar application

	تیمارهای آزمایشی Treatments	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	محتوی پروتئین دانه Protein content of seed (%)	غلظت آهن دانه Iron content of seed (mg.kg^{-1})	غلظت روی دانه Zinc content of seed (mg.kg^{-1})
آبیاری ioIrrigatn	پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر (شاهد) After 50 mm evaporation (Control)	8.74 a	3.80 a	8271.5 a	34.07 a	19.80 c	164.6 a	33.53 a
	پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر after 75 mm evaporation	7.26 b	3.69 ab	6990.6 b	32.11 a	23.60 b	163.82 a	32.06 a
	پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر after 100 mm evaporation	6.30 b	3.25 b	5346.0 c	26.13 b	25.66 a	158.33 a	31.03 a
محلول‌پاشی Application Foliar	آهن (Iron)	7.22 bc	3.45 bc	6752.8 bc	31.94 a	22.52 b	191.85 a	25.57 b
	روی (Zinc)	7.50 b	3.61 b	6929.4 b	29.30 a	23.67 a	149.45 b	38.77 a
	آهن + روی (Iron + Zinc)	8.53 a	3.86 a	7535.6 a	31.32 a	23.71 a	183.79 a	38.09 a
	محلول‌پاشی با آب (شاهد) (Control)	6.48 c	3.38 c	6259.6 c	30.52 a	22.18 b	123.91 c	26.40 b

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level-using Duncan's Multiple Range test.

Abdili *et al*, (2010) گزارش کردند تغذیه گیاه با سولفات روی به‌دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده، باعث افزایش طول عمر دانه گرده شده، در نتیجه منجر به افزایش تلقیح و تشکیل تعداد بیشتری دانه در غلاف می‌گردد. گزارش Nasri *et al*, (2011) هم نشان دادند محلول‌پاشی با سولفات روی تعداد دانه در غلاف لوبیا را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد.

وزن صد دانه

آنالیز داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر آبیاری، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آنها بر وزن صد دانه بود (جدول ۲). جدول برش‌دهی اثر محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری نشان داد، محلول‌پاشی تنها در سطوح آبیاری پس از ۵۰ و ۷۵ میلی‌متر تبخیر تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی نشان داد که با تأخیر در آبیاری میانگین وزن صد دانه در تمامی تیمارهای محلول‌پاشی کاهش یافت. در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین وزن صد دانه (۴۵/۲۳ گرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی و کمترین وزن صد دانه (۳۶/۶۰ گرم) در تیمار شاهد بود که البته این تیمار تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت. در تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر هم بیشترین وزن صد دانه (۳۸/۱۰ گرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌تنهایی نداشت و کمترین وزن صد دانه (۳۳/۹۰ گرم) در تیمار شاهد بود (جدول ۵). با توجه به اینکه در این تحقیق از اجزاء عملکردی، تعداد دانه در غلاف کمتر تحت تأثیر تنش رطوبتی قرار گرفته، به‌هر حال به‌دلیل وجود تنش رطوبتی در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر فعالیت فتوسنتزی گیاه با نقصان روبه‌رو شده و لذا کاهش قابل توجه وزن صد دانه (جزء دیگر از اجزاء عملکرد) به‌دلیل چروکیده شدن دانه‌ها در اثر این افت فعالیت فتوسنتزی دور از انتظار نیست. همچنین با توجه به نقش محلول‌پاشی در تأمین عناصر آهن و روی که در فعالیت آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز نقش کلیدی ایفا می‌کنند می‌توان افزایش وزن صد دانه را انتظار داشت. همچنین به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی گیاه برای بقای خود تلاش می‌کند تا با افزایش طول ریشه به آب بیشتر و عمقی‌تر خاک دسترسی پیدا کند، بنابراین مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت ریشه رفته و صرف توسعه ریشه شده و وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. Sadeghipour & Aghaei (2012) نیز کاهش وزن دانه لوبیا را بر اثر تنش

خشکی کاهش تقسیمات سلولی در درون بذر و در نتیجه جذب آسیمیلات کمتر و همچنین کاهش فعالیت آنزیم‌های سنتز نشاسته و ساکاروز دانستند.

Heidarian *et al*, (2011) با محلول‌پاشی آهن و روی اظهار نمودند که وزن دانه سویا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ایشان گزارش نمودند که عناصر کم مصرف باعث افزایش سطح برگ و دوام آن می‌شوند، در نتیجه مقدار بیشتری آسیمیلات تولید می‌کنند و دانه‌ها که مخزن اصلی آسیمیلات‌ها هستند با جذب آنها افزایش وزن می‌یابند. نقش محلول‌پاشی عنصر روی در افزایش وزن دانه لوبیا افزایش تعداد سلول‌های گیاهی و به‌دنبال آن افزایش نیاز مخزن و بنابراین تجمع ماده خشک بیشتر در دانه‌ها گزارش گردیده است (Nasri *et al*., 2011).

جدول ۴- تجزیه واریانس برش‌دهی برای اثر محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری بر صفات وزن صد دانه و عملکرد

Table 4. Analysis of variance for slicing the effect of foliar application in different level of irrigation on 100- Seeds weight and yield traits

آبیاری Irrigation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	
			وزن صد دانه 100 – Seeds Weight	عملکرد دانه Seed yield
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	Irrigation after 50 mm evaporation	3	44.45 **	108.27 ns
آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر	Irrigation after 75 mm evaporation	3	10.75 *	1423.36 **
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	Irrigation after 100 mm evaporation	3	2.97 ns	2478.25 **

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 0.05 =α و 0.01 =α.

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

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی در هر سطح آبیاری برای صفات عملکرد و وزن صد دانه به روش L.S.Means

Table 5. Mean comparison effect of foliar application in the each level of irrigation for yield and 100-Seed weight per L.S.Means method

آبیاری Irrigation	محلول‌پاشی Foliar Application	وزن صد دانه (گرم) 100 - Seed weight (g)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg.ha^{-1})
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 50 mm evaporation	شاهد (Control)	36.60 c	2809.56 a
	آهن (Fe)	37.70 bc	2776.66 a
	روی (Zn)	40.46 b	2736.60 a
	آهن + روی (Fe+Zn)	45.23 a	2878.56 a
آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 75 mm evaporation	شاهد (Control)	33.90 b	2005.46 c
	آهن (Fe)	37.00 a	2289.33 ab
	روی (Zn)	37.63 a	2138.30 bc
	آهن + روی (Fe+Zn)	38.10 a	2513.13 a
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 100 mm evaporation	شاهد (Control)	29.60 a	1062.40 c
	آهن (Fe)	31.40 a	1467.03 b
	روی (Zn)	31.33 a	1305.33 b
	آهن + روی (Fe+Zn)	31.86 a	1747.10 a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level-using Duncan's Multiple Range test.

عملکرد بیولوژیک

اثر آبیاری و محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار گردید ولی تأثیر برهم‌کنش آنها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با تأخیر در آبیاری عملکرد بیولوژیک روند کاهشی داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۸۲۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد و نسبت به تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر ۵۴ درصد افزایش نشان داد. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک (۵۳۴۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول ۳). این نتیجه مؤید این مطلب است که فتوسنتز و به‌طور کلی تولید ماده خشک در گیاه رابطه مستقیم با میزان

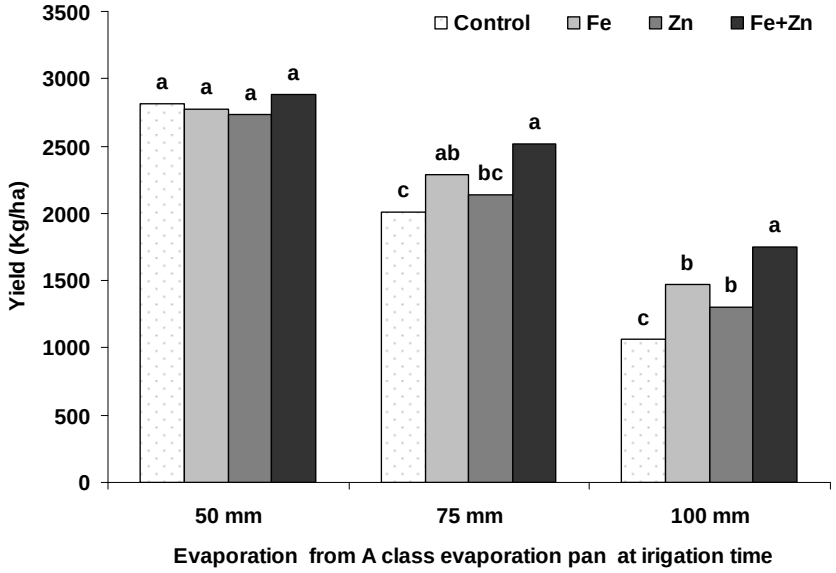
آب در دسترس دارد و کاهش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه به‌دلیل کاهش تعداد برگ‌های فعال در اثر کمبود آب بوده است. در اثر کمبود آب حجم سلول، تقسیم سلولی، اندازه کلی گیاه و وزن تر و خشک گیاه کاهش می‌یابد. Habibi (2011) گزارش کرد که با تأخیر در آبیاری عملکرد بیولوژیکی لوبیا سفید کاهش پیدا می‌کند. وی گزارش نمود که افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری مطلوب، می‌تواند به‌دلیل گسترش بیشتر سطح برگ و نیز دوام آن باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هر چه بیشتر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک شده است.

در بین سطوح محلول‌پاشی بیشترین عملکرد بیولوژیک (۷۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی و کمترین عملکرد بیولوژیک (۶۲۵۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد حاصل شد که البته این تیمار با تیمار محلول‌پاشی با آهن تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). محلول‌پاشی عناصر کم مصرف باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند که این احتمالاً به‌دلیل بهبود جذب کربن، افزایش سنتز متابولیت‌ها و حفظ و نگهداری وضعیت آب در بافت‌های گیاه می‌باشد (Sadeghipour & Aghaei, 2012). عنصر روی در تشکیل بیشتر میوه و دانه و فعال کردن آنزیم کربونیک‌آنهیدراز نقش اساسی دارد. بدیهی است که در حضور این عنصر سنتز کربوهیدرات‌ها در گیاه در سطح بالاتری صورت می‌گیرد و باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (Cakmak, 2008). Nasri *et al*, (2011) با محلول‌پاشی روی توانستند عملکرد بیولوژیک لوبیا را به‌طور معنی‌داری افزایش دهند. عنصر آهن نیز در ساختار کلروفیل نقش دارد و افزایش کلروفیل باعث افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش وزن خشک می‌شود. در آزمایش (Kamaraki & Gelavi, 2012) روی گلرنگ، محلول‌پاشی آهن توانست عملکرد بیولوژیک را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهد. ایشان اظهار داشتند آهن در فعال‌سازی فتوسنتز نقش دارد و کمبود آن سبب کاهش شدید فتوسنتز شده که خود باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد.

عملکرد دانه

آنالیز داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر آبیاری و محلول‌پاشی (در سطح احتمال ۱٪) و برهم‌کنش آنها (در سطح احتمال ۵٪) بر عملکرد دانه می‌باشد (جدول ۲). جدول برش‌دهی اثر محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که محلول‌پاشی در تیمارهای آبیاری پس از ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد دانه داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر بیشترین عملکرد دانه (۲۵۱۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت و کمترین میزان عملکرد (۲۰۰۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با روی نداشت (شکل ۱). در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر هم بیشترین عملکرد دانه (۱۷۴۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی و کمترین میزان عملکرد دانه (۱۰۶۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد بود (شکل ۱). با توجه به این نتایج، در شرایط عدم تنش خشکی محلول‌پاشی عناصر آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه لوبیا قرمز ندارد، اما با افزایش شدت تنش خشکی تأثیر محلول‌پاشی این دو عنصر بر افزایش میزان عملکرد دانه لوبیا قرمز بیشتر می‌شود، به‌طوری‌که در تیمار تنش ملایم خشکی (آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر)، میزان عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نسبت به تیمار محلول‌پاشی با آب ۲۵/۳ درصد افزایش، و در تیمار تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر)، میزان عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نسبت به تیمار محلول‌پاشی با آب ۶۴/۴ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱).

بر اثر تنش خشکی رشد گیاه و توسعه آن کاهش می‌یابد که منجر به اختلال در گل‌دهی، پر شدن دانه‌ها و در نتیجه عملکرد کمتر گیاه می‌شود. کمبود آب در مرحله گل‌دهی باعث افزایش سقط جنین در دانه گرده می‌شود و از طریق افزایش ABA و کاهش شدت فتوسنتز باعث کاهش بارگیری آسیمیلات‌ها شده که در نهایت با ریزش گل‌ها و غلاف‌ها عملکرد را کاهش می‌دهد (Zadehbagheri *et al*., 2012). گزارش شده که محلول‌پاشی روی در شرایط تنش آب تأثیر مثبتی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان دارد (Thalooth *et al*., 2006). Baniabbass *et al*, (2012) بیان داشتند با توجه به نقش اساسی عنصر روی در گیاه که به‌طور مستقیم در بیوسنتز مواد رشد همانند اکسین دخالت دارد، بنابراین می‌تواند سلول‌های گیاهی بیشتر و در نتیجه مواد خشک بیشتری را تولید و در دانه به‌عنوان مخزن ذخیره نماید که موجب افزایش عملکرد بیش از حد انتظار می‌گردد. ایشان گزارش دادند عنصر روی در افزایش غلظت کلروفیل و افزایش جذب نیتروژن و فسفر نقش داشته و از این طریق هم باعث افزایش عملکرد می‌شود.



شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری و محلول پاشی برای عملکرد دانه

Fig. 1. Mean comparisons of irrigation and foliar application interaction for seed yield

Thalooth *et al*, (2006) گزارش دادند عنصر روی نقش مهمی در سنتز تریپتوفان (آمینو اسید لازم برای سنتز اکسین) دارد که موجب افزایش ارتفاع و تعداد گره در ساقه می‌شود. افزایش تعداد گره در ساقه، افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در ساقه و در نهایت تعداد غلاف در بوته را در پی دارد. از طرف دیگر این عنصر در ساختمان فسفو اینول پیرووات کربوکسیلاز نیز نقش اساسی دارد و به این ترتیب در حضور عنصر روی توان فتوسنتزی و در نتیجه میزان کربوهیدرات‌های گیاه افزایش می‌یابد. افزایش عملکرد دانه با مصرف عنصر روی در باقلا توسط EL-Gizawy & Mehasen (2009) نیز گزارش گردید. آهن نیز در سنتز کلروفیل و انتقال الکترون در فتوسنتز نقش حیاتی دارد؛ بنابراین طبیعی است که با افزایش آهن در برگ میزان کلروفیل برگ نیز افزایش یافته، فعالیت فتوسنتزی بیشتر شده و در نهایت افزایش عملکرد را در پی داشته باشد (Goos & Johnson, 2000). افزایش عملکرد دانه با مصرف عناصر آهن و روی در سویا توسط Mostafavi, (2012) نیز گزارش گردید. ایشان گزارش دادند محلول‌پاشی آهن و روی از طریق تأثیر بر تعداد دانه در گیاه و وزن دانه باعث افزایش عملکرد گردید. در مجموع تأثیر عناصر کم‌مصرف بر عملکرد دانه به این صورت توجیه می‌گردد که این عناصر با افزایش میزان فتوسنتز و بهبود دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردند.

شاخص برداشت

اثر آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار شد، اما اثر محلول‌پاشی و برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر آبیاری بر شاخص برداشت نشان داد که با تأخیر در آبیاری شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت (۳۴/۰۷ درصد) در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر بود که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر نداشت و کمترین شاخص برداشت (۲۶/۱۳ درصد) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول ۳). کاهش شاخص برداشت در اثر تأخیر در آبیاری می‌تواند به‌دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده و کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتز شده در مرحله پر شدن دانه‌ها باشد. علاوه بر تجمع ماده خشک، تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های مختلف گیاه نیز مهم است. تنش خشکی در مراحل مختلف رشد باعث شد که بخش بیشتری از مواد فتوسنتز شده صرف ریشه‌ها شده تا آب بیشتری برای گیاه تأمین نماید، بنابراین در چنین شرایطی شاخص برداشت کاهش یافت. (Masoumi *et al*. 2011) نیز نتیجه مشابهی را در سویا به‌دست آوردند.

محتوی پروتئین دانه

نتایج نشان داد اثر آبیاری و محلول‌پاشی بر غلظت پروتئین دانه معنی‌دار، ولی اثر برهم‌کنش آنها بر این صفت

معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری بر پروتئین دانه نشان داد با تأخیر در آبیاری غلظت پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین (۲۵/۶۶ درصد) و کمترین (۱۹/۸۰ درصد) درصد پروتئین دانه به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول ۳). بالاتر بودن درصد پروتئین در شرایط محدودیت آب نسبت به شرایط آبیاری کامل می‌تواند با کاهش طول دوره رشد و نمو در تیمارهای با محدودیت آب مرتبط باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات‌ها (به‌علت کاهش فراوانی آنزیم‌های سنتز نشاسته) به پروتئین و در نتیجه افزایش درصد پروتئین در این تیمارها شده باشد. گزارش شده تنش آب به ایجاد اختلال در فرآیند فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌ها و سنتز پروتئین منجر می‌شود که جابه‌جایی متابولیت‌ها را به سمت دانه تحت تأثیر قرار می‌دهند (Thalooth *et al*., 2006). البته Sadeghipour & Aghaei (2012) علت افزایش پروتئین دانه لوبیا در شرایط تنش خشکی را سنتز پروتئین‌های جدید در شرایط تنش خشکی عنوان کردند.

در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین میزان پروتئین دانه (۲۳/۷۰ درصد) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با روی نداشت. کمترین میزان پروتئین دانه (۲۲/۱۸ درصد) در تیمار شاهد به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت (جدول ۳). اولین علائم احتمالی کمبود روی، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول‌هاست. این کاهش در ساخته شدن RNA، منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می‌شود در صورتی‌که مقدار گلوکز، نیتروژن غیر پروتئینی و DNA نسبتاً افزایش می‌یابد. همچنین عنصر روی در فعالیت‌های دهیدروژناز و پروتیناز دخالت دارد و بدین‌وسیله نقش کلیدی در تولید پروتئین ایفا می‌نماید (Marschner, 1995). نتایج به‌دست آمده توسط Thalooth *et al*, (2006) نیز نشان داد که استفاده از سولفات روی، پروتئین دانه ماش را افزایش داد. آهن نیز، یکی از مهم‌ترین عناصری است که در متابولیسم نیتروژن و در نتیجه افزایش سطح برگ گیاه نقش دارد، پس می‌توان انتظار داشت که با اعمال تیمار آهن پروتئین‌سازی در گیاه افزایش یابد. نتایج به‌دست آمده توسط Jalil Sheshbahreh (2012) حاکی از آن است که محلول‌پاشی آهن و روی پروتئین دانه سویا را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. وی گزارش داد عناصر آهن و روی از عناصری هستند که در ساختار آنزیم‌هایی نقش دارند که در سنتز آمینو اسیدها درگیر هستند و آمینو اسیدها اساس سنتز پروتئین‌ها می‌باشند. لذا مصرف این عناصر مقدار پروتئین دانه را افزایش داد.

غلظت آهن دانه

اثر محلول‌پاشی بر غلظت آهن در دانه معنی‌دار شد، اما اثر آبیاری و برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر غلظت آهن در دانه نشان داد بیشترین میزان آهن دانه (۱۹۱/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نداشت و کمترین میزان آهن در دانه (۱۲۳/۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار شاهد بود (جدول ۳). Panjtandoost *et al*, (2011) با محلول‌پاشی آهن بر گیاه بادام‌زمینی مقدار آهن در دانه‌ها را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند که نتایج این آزمایش را تأیید می‌کند. Baybordy & Mamedov (2010) نیز با محلول‌پاشی آهن بر روی کلزا میزان آهن در دانه را افزایش دادند.

غلظت روی دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین تیمارهای آبیاری، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آنها، تنها تیمار محلول‌پاشی بر غلظت روی در دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر غلظت روی در دانه نشان داد بیشترین میزان روی در دانه (۳۸/۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار محلول‌پاشی با روی به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نداشت و کمترین میزان روی در دانه (۲۵/۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (جدول ۳). میزان عناصر کم‌مصرف در دانه بستگی به مقدار جذب این عناصر به‌وسیله ریشه در طی مرحله توسعه دانه و انتقال مجدد این عناصر از بافت گیاه به دانه از طریق آوند آبکش دارد و مقدار انتقال مجدد از این طریق بستگی زیادی به حرکت هر عنصر در آوند آبکش دارد و عنصر روی انتقال مجدد قابل توجهی از برگ‌ها به دانه دارد (Garnett & Graham, 2005).

Kazemi Poshtmasari *et al*, (2008) با محلول‌پاشی سولفات روی در لوبیا غلظت این عنصر را در دانه افزایش دادند که نتایج این آزمایش را تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد عناصر آهن و روی نقش مثبتی در عملکرد و میزان پروتئین دانه لوبیا بـه‌ویـژه در شـرایط تـنش کمبـود آب دارد. همچنین با توجه به محدودیت جذب عناصـر آهـن و روی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک محلول‌پاشـی عناصـر جهت بالا بردن میزان عناصـر کـم مصـرف در گیـاه یـک روش منطقی کاربرد کود می‌باشد.

منابع

1. Abdili, j., Roshdi, M., Majidi, A., Hasanzadeh Ghorttappeh, A., and Hanareh, M. 2010. Effect of zinc sulfate on the soybean cultivar Williams. Journal of Agricultural Science 1(4): 39-50. (In Persian with English Summary).
2. Bagheri, A., Nezami, A., and Porsa, H. 2006. An analysis to pulse research strategies in Iran based on the first national pulse symposium approaches. Iranian Journal of Field Crop Research 4(1): 1-13. (In Persian with English Summary).
3. Baniabbass, Z., Zamani, G.H., and Sayyari, M. 2012. Effect of drought stress and zinc sulfat on the yield and some physiological characteristics of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Advances in Environmental Biology 6(2): 518-525.
4. Baybordy, A., and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola *(Brassica napus* L.) Notulae Scientia Biologicae 2(1): 94-103.
5. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or denetic bio fortification. Plant and Soil Journal 302: 1-17.
6. EL-Gizawy, N.Kh.B., and Mehasen, S.A.S. 2009. Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal 6: 1359-1365.
7. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Journal of Research Organ Education and Agricultural Extension 982: 11-28.
8. Farjzadeh Memari Tabrizi, N., and Rashidi, V. 2011. Drought effects on morphological traits of bean *(Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Annals of Biological Research 2(5): 95-99.
9. Garnett, T.P., and Graham, R.D. 2005. Distribution and remobilization of iron and cupper in wheat. Annals of Botany 95: 817-826.
10. Goos, R.J., and Johnson, B.E. 2000. A comparison of three methods for reducing iron-deficiency chlorosis in soybean. Agronomy Journal 92: 1135-1139.
11. Habibi, Gh. 2011. Influence of drought on yield and yield components in white bean. World Academy of Science. Engineering and Technology 55: 244-253.
12. Heidarian, A., Kord, R., Mostafavi, K., Parviz Lak, A., and Amini Mashhadi, F. 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) at different growth stages. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development 3(9): 189 -197.
13. Jalil Sheshbahreh, M. 2012. Effect of foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of soybean under drought stress. Master's Thesis, Faculty of Agriculture, Yasouj University. 103 pp. (In Persian with English Summary).
14. Kamaraki, H., and Gelavi, M. 2012. Evaluation of foliar application of micronutrient elements iron and zinc on quantitative and qualitative characteristics of safflower. Journal of Agroecology 4(3): 201-206. (In Persian with English Summary).
15. Kazemi Poshtmasari, H., Bahmanyar, M.A., Pirdasht, H., and Ahmadi Shad, M.A. 2008. Effects of Zn rates application forms on protein and some micronutrients accumulation in common bean *(Phaseolus vulgaris* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 11: 1042-1046.
16. Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivars. Master's Thesis, Faculty of Agriculture. Tabriz University. 95 pp. (In Persian with English Summary).
17. Kobraee, S., Noormohamadi, G., Heidari Sharifabad, H., DarvishKajori, F., and Delkhosh, B. 2011. Influence of micronutrient fertilizer on soybean nutrient composition. Indian Journal of Science and Technology 4(7): 763-769.
18. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic Press Inc London. 891 pp.

19. Masoumi, H., Darvish, F., Daneshian, J., Normohammadi, Gh., and Habibi, D. 2011. Effects of water deficit stress on seed yield and antioxidants content in soybean cultivars. Agricultural Resrarch Journal 6(5): 1209-1218.
20. Mosavi, S.R., Galavi, M., and Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian Journal of Plant Sciences 6: 1256-1260.
21. Mostafavi, Kh. 2012. Grain yield and yield components of soybean upon application of different micronutrient foliar fertilizers at different growth stages. International Journal of Agricultural Research and Reviews 2(4): 389-394.
22. Nasri, M., Khalatbari, M., and Aliabadi Farahani, H. 2011. Zn-foliar application influence on quality and quantity features in *phaseolous vulgaris* under different levels of N and K fertilizers. Advances in Environmental Biology 5(5): 839-846.
23. Odeley, F., and Animashaun, M.O. 2007. Effects of nutrient foliar spray on soybean growth and yield (*Glaycine max* L.) in south west Nigeria. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 1842-1850.
24. Panjtandoost, M., Soroosh Zadeh, A., and Ghanati, F. 2011. Effect of soil method and foliar application of iron on some quality characteristics of peanut seed in alkaline soils. Journal of Plant Biology 2(5): 37-50. (In Persian with English Summary).
25. Pourmousavi, M. 2006. Effect of manure on growth and physiological characteristics of soybean crops in drought conditions. Master's Thesis, Department of Agriculture. Zabol University. 143 pp. (In Persian with English Summary).
26. Sadeghipour, O., and Aghaei, P. 2012. Response of common bean to exogenous application of salicylic asid under water stress conditions. Advances in Environmental Biology 6(3): 1160-1168.
27. Saini, H.S., and Westgate, M.E. 2000. Reoroductive development in grain crops during drought. Advances in Agronomy 68: 59-95.
28. Seifi Nadergholi, M., Yarnia, M., and Rahimzade Khoei, F. 2011. Effect of zinc and manganese and their application method on yield and yield components of common bean *(Phaseolus vulgaris* L. CV. Khomein). Middle-East Journal of Scientific Research 8(5): 859-865.
29. Teran, H., and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Science 42(1): 64-70.
30. Thalooth, A.T., Tawfik, M.M., and Magda Mohamed, H. 2006. Comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress conditions. World Journal of Agricultural Sciences 2: 37-46.
31. Zadehbagheri, M., Kamelmanesh, M.M., Javanmardi, Sh., and Sharafzadeh, Sh. 2012. Effect of drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, proline and potassium ion accumulation in different white bean genotype. African Journal of agricultural Research 7(42): 5661-5670.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 54-65

Effects of irrigation levels and foliar application with iron and zinc on quantitative and qualitative traits of red bean (*Phaseolous vulgaris* L.)

Saeidi Aboueshaghi[1], R., & Yadavi[2*], A.

1. MSc. Student, Deptartment of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University
2. Associated Professor, Deptartment of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University

Received: 28 May 2013
Accepted: 11 July 2014

Abstract

In order to evaluate the effects of irrigation levels and foliar application with Fe and Zn on quantitative and qualitative traits of red bean, an experiment was designed as split plot based on a completely randomized block design with three replications in Lordegan country in summer 2011. Irrigation as the main plot at three level such on: irrigation after 50, 75 and 100 mm evaporation, and foliar application as the sub-plot included four level: foliar application with water (control), ferrous sulfate (3 $g.L^{-1}$), zinc sulfate (3 $g.L^{-1}$), and mixture of ferrous sulfate and zinc (3 $g.L^{-1}$). In this experiment yield, yield component and qualitative traits of seed bean was evaluated. The results showed that irrigation had a significant effect on all traits of red bean, except for seed number and seed iron and zinc contents. The highest and the lowest pod number, biological yield and harvest index achieved in irrigation after 50 and 100 mm evaporation, respectively. Also, the highest (25.6 %) and the lowest (19.8 %) seed protein content belonged in irrigation after 100 and 50 mm evaporation, respectively. The effect of foliar application on all traits except harvest index was significant. The highest number of seeds per pod (3.86), number of pods per plant (8.53), biological yield (7535 $kg.ha^{-1}$) and seed protein (23.71 %), obtained with iron and zinc foliar application treatment and lowest of them (3.38, 6.48, 6259 $kg.ha^{-1}$ and 22.18 % respectively) obtained in the control treatment. Foliar application with iron and zinc increased the concentrations of these elements in seed compared to control significantly. The effect of spray on 100-seeds weight in treatments irrigation after 50 and 75 mm evaporation was significant. So, that the highest 100-seeds weight in two surface irrigation was in foliar application with iron and zinc treatments, and the lowest was in the control. Interaction between irrigation and foliar application on seed yield showed that in treatments irrigation after 75 and 100 mm evaporation, the highest yield (2513 and 1747 $kg.ha^{-1}$) achieved in iron and zinc foliar application and the lowest (2005 and 1062 $kg.ha^{-1}$) obtained in control.

Key words: Micro element, Protein, Water stress, Yield

* **Corresponding Author:** yadavi@yu.ac.ir, Mobile: 09133283598

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۷۷-۶۶ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 66-77

اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

سیدرضا امیری[1*]، مهدی پارسا[2]، محمد بنایان اول[3]، مهدی نصیری محلاتی[4] و رضا دیهیم‌فرد[5]

۱- استادیار مجتمع آموزش عالی سراوان، دانشکده کشاورزی، گروه تولیدات گیاهی

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات و پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

۴- استاد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

۵- استادیار، دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده علوم محیطی، گروه کشاورزی اکولوژیک

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۹

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (ژنوتیپ ILC۴۸۲)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح نیتروژن ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت کود اوره و آبیاری در سه سطح: آبیاری کامل، یکبار آبیاری در مرحله گلدهی و دو مرتبه آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بود. نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف، غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت داشتند. اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن به‌جز شاخص برداشت در تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. در این بررسی تیمار آبیاری کامل + ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها باعث افزایش معنی‌دار کلیه صفات (به‌جز عملکرد بیولوژیکی) شد. همچنین یکبار آبیاری در مرحله گلدهی به‌همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث کاهش معنی‌دار کلیه صفات مورد مطالعه شد. تیمار آبیاری کامل و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۸/۹ تن در هکتار) را داشت، در حالی‌که عملکرد دانه آن ۱۸۵۴ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین حفظ رطوبت طی دوران بحرانی رشد نخود و کاربرد سطوح متعادل تغذیه‌ای به‌ویژه نیتروژن در سطوح ۳۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد نخود خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: دوره بحرانی، رطوبت، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، گلدهی

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) محصولی است که در سرتاسر دنیا کشت می‌شود و به شرایط آب و هوایی متفاوت از معتدل تا گرم و از مرطوب تا خشک سازگار است. خصوصیاتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده‌است که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی در کشاورزی پایدار ایفا نماید. در برخی نقاط دنیا نیز جایگزینی حبوبات به جای آیش در سیستم‌های زراعی گندم-آیش با موفقیت‌های مطلوبی همراه بوده‌است (Gangeali *et al.*, 2008). نخود به‌عنوان سومین محصول در بین حبوبات در جهان و اولین محصول در غرب آسیا و شمال آفریقا مطرح است این گیاه یک محصول دانه‌ای مهم در نظام‌های کشاورزی دیم این مناطق به‌شمار می‌رود (Soltani, 2001; Malhotra & Sexana, 2002). در ایران نیز نخود مهم‌ترین گیاه از گروه حبوبات است و بیش از ۵۰ درصد از سطح زیر کشت حبوبات را به‌خود اختصاص می‌دهد (Soltani, 2001). ایران در مقیاس جهانی با سطح زیر کشت ۵۶۰۱۹۱ هکتار پس از هند، پاکستان و ترکیه بیشترین سطح زیر کشت را داراست ولی از لحاظ عملکرد با متوسط عملکرد

* **نویسنده مسئول:** مجتمع آموزش عالی سراوان، دانشکده کشاورزی، گروه تولیدات گیاهی، صندوق پستی: ۹۹۵۱۶۳۴۱۴۵
همراه: ۰۹۱۳۹۹۵۸۳۱۱؛ seyedrezaamiri@yahoo.com

۴۶۳ کیلوگرم در هکتار در رتبه ۴۵ قرار دارد (FAO, 2012). هرچند که مقاومت نخود به خشکی بیشتر از سایر حبوبات سرما دوست است ولی تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد در این گیاه محسوب می‌شود (Kashiwagi *et al.*, 2006)، که این کاهش از ریزش غلاف‌ها ناشی می‌شود. در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها در اثر کمبود آب آغاز شده باشد. اصولاً کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش خشکی، به‌علت اثرات منفی این تنش بر روی سطح برگ، فتوسنتز پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای عملکرد می‌باشد (Siddique *et al.*, 2000).

در نواحی خشک و نیمه‌خشک مهم‌ترین منبع محدودکننده برای افزایش عملکرد کمبود آب می‌باشد و افزایش بهره‌وری آب در مقایسه با محصول در واحد زمین بهترین راه‌کار برای زراعت دیم می‌باشد. در چنین شرایطی باید روش‌های مدیریت کارآمد آب به‌کار گرفته شود. آبیاری تکمیلی یکی از این گونه روش‌ها با کارایی بالا برای افزایش محصولات کشاورزی و بهبود قابل‌توجه و پایدار در بهره‌وری آب از طریق مدیریت یکپارچه و هماهنگ منابع مزرعه است (Oweis *et al.*, 2005). آبیاری تکمیلی به‌منظور رفع تنش در مراحل بحرانی رشد گیاه تأثیر جدی در افزایش عملکرد نخود داشته است. در هندوستان آبیاری تکمیلی در اوایل دوره رشد رویشی در خاک سبک با ظرفیت کم نگهداری آب، یا در اواخر رشد رویشی در اوایل مرحله پر شدن غلاف‌ها در خاک عمیق عملکرد نخود را افزایش داده است (Malhotra *et al.*, 1997). براساس گزارش‌های Tuba Bicer *et al*, (2004) و Ullah *et al*, (2002) عملکرد نخود با انجام آبیاری تکمیلی افزایش یافت. براساس گزارش بیشترین عملکرد دانه با انجام آبیاری در مرحله گلدهی حاصل شده است. با توجه به اینکه حساس‌ترین مرحله تنش رطوبتی در نخود مرحله گلدهی و شروع پر شدن دانه می‌باشد، بنابراین انتظار می‌رود با انجام آبیاری تکمیلی در این مراحل رشد گیاه از شدت خسارت تنش کاسته و عملکرد افزایش یابد (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010; Fallah *et al.*, 2005).

تحقیقات در غرب آسیا و هندوستان نشان داده است که برای دستیابی به عملکرد بالای گیاه نخود، کاربرد سطوح بالای نیتروژن ضروری است زیرا در این مناطق گره‌بندی ضعیف است و وضعیت مانند حالتی است که گیاه تلقیح نشده در منطقه‌ای که جمعیت ریزوبیوم‌های بومی آن کم است، کشت شده باشد و مصرف نیتروژن به دفعات مختلف بهتر از مصرف یکباره‌ی آن است. همچنین گیاه نخود در طی فصل رشد جذب کل عناصر غذایی آن ۶۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۵ تا ۱۵ کیلوگرم فسفر در هکتار و ۶۰ تا ۱۷۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار می‌باشد (Saxina & Singh, 1997 ; Oweis *et al.*, 2005). Ghalambaran *et al.* (1996) اعلام کردند که استفاده از کود آغازگر نیتروژن، موجب افزایش سطح برگ و افزایش تولید سویا شده است، همچنین تولید ماده خشک و عملکرد نهایی دانه در واحد سطح را افزایش داده است. در آزمایش Bilsborrow *et al.* (1993) عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی با افزایش سطح نیتروژن افزایش یافت. اجزای عملکرد مانند تعداد غلاف، وزن دانه در بوته و همچنین وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار گرفت. آنها همچنین اظهار داشتند که این افزایش ممکن است به‌علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی برای قسمت‌های زایشی بوده باشد. افزایش مصرف نیتروژن ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی و عملکرد بیولوژیکی را به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد افزایش داد. در مطالعه دیگری، عملکرد دانه تا بالاترین مقدار نیتروژن مصرفی افزایش یافت. نیتروژن به‌طور معنی‌داری هم تعداد کل غلاف و هم تعداد غلاف‌های بارور را افزایش داد (Bahr, 2007). بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی عملکرد و اجزای عملکرد نخود در سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل در چهار تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی در سال زراعی ۹۱-۹۰ اجرا شد. مقدار کود نیتروژن خالص در سه سطح ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری در سه سطح (آبیاری کامل، یکبار آبیاری در مرحله گلدهی، دو مرتبه آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی) به‌عنوان فاکتور مدنظر قرار گرفتند. آبیاری کامل طی فصل رشد، بعد از کاشت و به فواصل ۱۰ روز یکبار انجام گرفت. آبیاری در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی زمانی انجام شد که ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت وارد فاز گلدهی و غلاف‌دهی شده بودند. برای تعیین و کنترل مقدار آب آبیاری از لوله‌های مجهز به کنتور استفاده گردید. آبیاری به‌صورت نشتی انجام شد و مقدار آب توزیع شده بین کرت‌ها به‌صورت یکسان و به مقدار ۱/۵ متر مکعب در هر دور آبیاری بود به‌طوری‌که پس از خروج آب ثقلی، مقدار آب خاک کرت‌ها در حد ظرفیت مزرعه بود. بنابراین مقدار آب برای تیمار آبیاری کامل در هر کرت در طی فصل رشد حدود ۱۳/۵ متر مکعب بود. با توجه به اینکه گیاه نخود برای تولید هر تن عملکرد بین

۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم نیتروژن از خاک برداشت می‌کند (Saxina & Singh, 1997) برای دستیابی به عملکرد پتانسیل، مقدار حداکثر کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. همچنین در این آزمایش تیمار عدم کاربرد نیتروژن استفاده نشد زیرا در این منطقه کشاورزان در هنگام کاشت از کود نیتروژن استفاده می‌کنند. بنابراین مقدار ۳۰ کیلوگرم کود آغازگر طبق عرف منطقه استفاده شد. تحقیقات گذشته نیز نشان می‌دهد که مصرف مقدار کمی نیتروژن برای شروع رشد گیاه (۱۵ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار)، در تحریک رشد و افزایش عملکرد در خاک‌های شنی و لومی شنی که از نظر نیتروژن فقیر هستند، مؤثر است. برای مثال، بررسی اقتصادی ۱۲۳ آزمایش کودی نشان داده است که مصرف ۳۰ تا ۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای نخود مفید است (Gangeali *et al.*, 2008). تیمار کودی بعدی نیز بینابین این دو سطح یعنی ۷۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کود نیتروژن هم‌زمان با کاشت مطابق تیمارها و به‌صورت جایگذاری در داخل شیارهای موازی خطوط کشت در داغ‌آب پشته‌ها مورد استفاده قرار گرفت. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil before the experiment

بافت خاک Soil texture	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل دسترس P (ppm)	پتاسیم قابل دسترس K (ppm)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
لوم سیلتی Silty loam	0.087	20	286	2.5	7.40

هیچ نوع کودی به‌جز کود اوره (براساس تیمار کودی) به کرت‌های آزمایشی داده نشد. قبل از عملیات کاشت، برای حصول از درصد اطمینان از درصد مطلوب جوانه‌زنی بذر، آزمایش قوه نامیه استاندارد روی بذر (با ۹۸ درصد جوانه‌زنی) انجام گرفت. عملیات آماده‌سازی بستر بذر در اسفند ماه با انجام شخم، دیسک و سپس تسطیح انجام شد. کشت دستی در ۲۵ اسفندماه انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایش ۵×۲/۵ متر مربع و هر کرت دارای ۵ پشته بود. بدین صورت که بر روی هر پشته یک ردیف نخود با فاصله ۱۰ سانتی‌متر کاشته شد. تراکم کاشت برای تمام تیمارها ۳۳ بوته در متر مربع و عمق کاشت ۴ تا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله‌ی بین بلوک‌ها به‌منظور جلوگیری از اثر اختلاط تیمارها ۳ متر در نظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، بین دو کرت مجاور دو پشته (۵۰ سانتی‌متر) به‌صورت کاشته نشده رها شد. برای دستیابی به تراکم مورد نظر، ۱۵ روز پس از سبز شدن بوته‌های اضافی حذف شدند. علف‌های هرز مزرعه در طول فصل رشد دو بار و در زمان ۲۵ و ۵۰ روز بعد از کاشت با دست وجین شدند.

در انتهای فصل رشد نخود، بوته‌های هر کرت پس از حذف نیم متر حاشیه از دو طرف به طول ۴ متر (مساحت ۶ متر مربع) با دست از خاک جدا شدند و جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک (برحسب کیلوگرم در هکتار) به آزمایش منتقل شدند. برای شمارش تعداد غلاف در بوته از هر تیمار در زمان رسیدگی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی برداشت شد و تعداد غلاف و دانه‌های هر بوته شمارش و سپس میانگین تعداد غلاف و تعداد دانه‌های هر بوته تعیین گردید. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده و متقابل کود نیتروژن و آبیاری بر کلیه صفات مورد مطالعه نخود (به‌غیر از شاخص برداشت) معنی‌دار بودند (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی (سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن) بر صفات مورد مطالعه، لذا در ادامه تنها به بررسی اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی بر صفات مورد مطالعه پرداخته شده است.

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری کامل و سطح نیتروژن ۳۰ کیلوگرم در هکتار (۲۶۴۵ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱). بعد از این تیمار، بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و سطح نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. به‌نظر می‌رسد که در شرایط آبیاری کامل و کاربرد سطوح پایین نیتروژن در ابتدای فصل رشد سبب استقرار سریع‌تر نخود در مزرعه خواهد شد و این موضوع تا قبل از این‌که گیاه از نظر نیتروژن مورد نیاز خودکفا شود، بسیار حائز اهمیت است.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد نخود در سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن.

Table 2. Analysis of variance (MS) for yield and yield components of chickpea at different levels of irrigation and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	دانه در غلاف Seeds per pod	غلاف در بوته Pods.plant^{-1}	وزن هزار دانه 1000- seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	0.037^{ns}	3.2^{ns}	129.3^{ns}	7100^{ns}	210405^{ns}	2.7^{ns}
نیتروژن Nitrogen	2	1.382**	242.1**	20067**	1134471**	1214769**	34.5*
آبیاری Irrigation	2	0.531**	57.6**	44139**	510093**	1047804**	134.6**
آبیاری×نیتروژن	4	0.464**	63.0**	2865**	323807**	497712**	2.2^{ns}
خطا (Error)	16	0.018	0.854	267.5	33545	123216	7.2
ضریب تغییرات (C.V)		10.71	5.69	7.49	8.98	11.21	9.74

ns ، * و**: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح α= 0.05 و α= 0.01

ns: Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن

Table 3. Mean comparison of yield and yield components of chickpea as affected by different levels of irrigation and nitrogen fertilizer

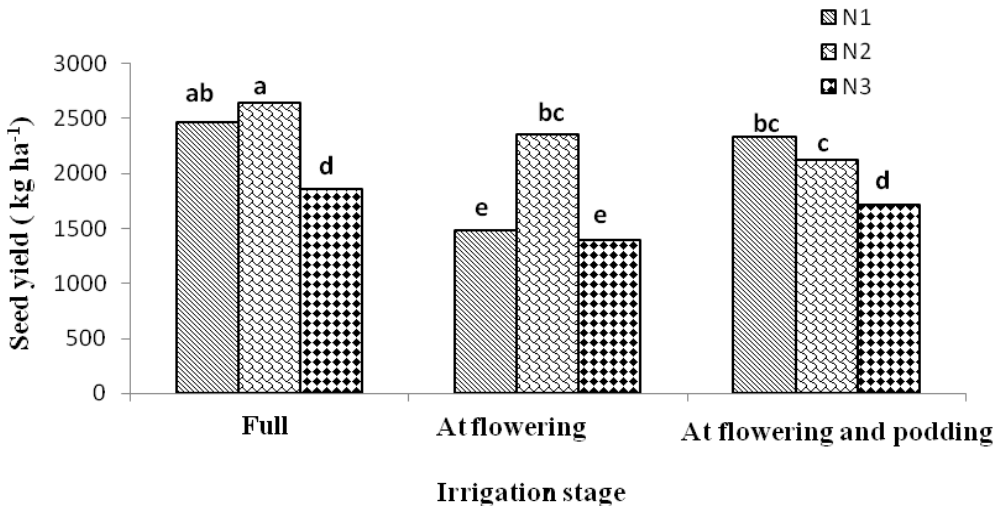
تیمارها Treatments	دانه در غلاف Seeds per pod	غلاف در بوته Pods.plant^{-1}	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed Weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) yield Seed (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیکی (تن در هکتار) Biological yield (t.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%)
			سطوح آبیاری Irrigation level			
آبیاری کامل Full irrigation	1.61^{a}	21.56^{a}	338.06^{a}	2264^{a}	7.70^{a}	31.72^{a}
آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation at flowering stage	1.17^{b}	17.10^{b}	199.46^{c}	1790^{c}	7.04^{b}	24.03^{c}
آبیاری در مرحله گلدهی و غلافدهی Irrigation at flowering & podding stages	1.21^{b}	21.39^{a}	251.25^{b}	2062^{b}	7.22^{b}	27.15^{b}
			سطوح نیتروژن(کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg.ha^{-1})			
30	1.18^{b}	22.00^{b}	261.3^{b}	2095^{b}	6.94^{b}	27.34^{ab}
75	1.77^{a}	23.92^{a}	310.9^{a}	2362^{a}	7.35^{a}	29.72^{a}
150	1.03^{c}	14.13^{c}	216.5^{c}	1659^{c}	7.67^{a}	25.84^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح α= 0.05 اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

همچنین تیمارهای آبیاری در مرحله گلدهی و سطح نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۲۳۵۶ کیلوگرم در هکتار) و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی و سطح نیتروژن ۳۰ کیلوگرم در هکتار (۲۳۳۸ کیلوگرم در هکتار) در رتبه‌های بعدی بودند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۵). با توجه به اینکه عمده نخود در این منطقه و حتی کشور به‌صورت دیم است و تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش طول دوره گلدهی، تعداد گل و عملکرد دانه می‌شود (Ganjeali & Nezami, 2008). بنابراین با کاربرد یک یا دو دور آبیاری در مراحل بحرانی گیاه (گلدهی و غلاف‌دهی) و کاربرد ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌عنوان کود آغازگر می‌توان عملکردهای قابل قبولی تولید و در ضمن عملکردها را به شرایط آبیاری کامل نزدیک کرد که در این شرایط به افزایش کارایی مصرف آب که مشکل بزرگی در مناطق تحت کشت

نخود است کمک به‌سزایی می‌شود. در این آزمایش، کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب ۱۳۹۵ و ۱۴۸۱ کیلوگرم در هکتار) بود. بنابراین هر چه از میزان آبیاری کاسته می‌شود واکنش گیاه نسبت به نیتروژن نیز کاهش می‌یابد زیرا کاربرد سطوح بالای کود نیتروژن در مناطق خشک باعث افزایش رشد رویشی و برخورد گیاه با شرایط خشک آخر فصل رشد شده که این امر منجر به کاهش چشمگیر عملکرد می‌شود. تنش خشکی قادر است میزان تثبیت نیتروژن، تنفس گره‌ها و وزن خشک ساقه را کاهش دهد. یکی از دلایل کاهش عملکرد در شرایط خشکی برهم زدن تعادل تغذیه‌ای گیاه در این شرایط است. در شرایط تنش شدید اغلب پیری تسریع می‌شود و این به‌خصوص در مقادیر بالاتر نیتروژن شدیدتر است. بنابراین بین تنش خشکی و نیتروژن رابطه متقابل وجود دارد و مصرف نیتروژن در شرایط خشک اثر منفی بر عملکرد دانه دارد. تنش خشکی در بادام‌زمینی از مرحله گلدهی تا شروع مرحله رشد غلاف، عملکرد را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. همچنین تنش خشکی اعمال شده در مراحل انتهایی پر شدن دانه نسبت به مراحل آغازین این دوره از تأثیر سوء کمتری بر روی عملکرد برخوردار بود. زیرا در مراحل انتهایی، غلاف تشکیل شده و با پیر شدن برگ‌ها مصرف آب رو به کاهش می‌گذارد (Boote *et al.*, 1995).



شکل ۱- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

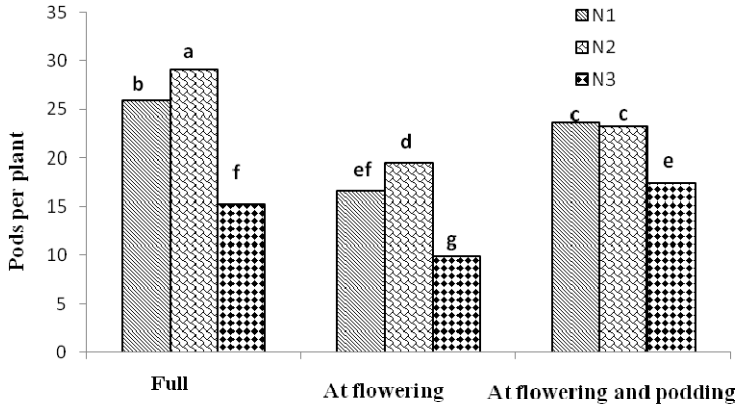
Fig. 1. Effect of irrigation and nitrogen interactions on seed yield (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

تعداد غلاف در بوته

در بررسی اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به آبیاری کامل و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۹ غلاف در بوته) و کمترین تعداد مربوط به تیمار آبیاری گلدهی و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۹ غلاف در بوته) بود (شکل ۲)، زیرا کاربرد سطوح بالای نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه در ابتدای رشد و تخلیه رطوبتی سریع خاک شد و از طرفی کاربرد یک دور آبیاری کمک چندانی به افزایش تعداد غلاف نکرد. بنابراین هرچه آب آبیاری بیشتر شود و به‌همراه آن نیز سطوح متعادل کود نیتروژن به‌کار رود، گیاه دارای کانوپی بزرگتری می‌شود که قادر است مخزن زایشی بزرگتری را نیز تغذیه نماید و به‌میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد، در نتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007). همچنین یکی از دلایل مؤثر در کاهش تعداد غلاف در رژیم‌های کم آبیاری، کاهش دوره گرده‌افشانی و نتیجتاً کاهش تعداد غلاف می‌باشد. در واقع با کاهش رطوبت و تنش خشکی طی مراحل زایشی، جوانه‌های مولد گل تحت تأثیر خشکی قرار گرفته و ریزش گل‌ها باعث کاهش تولید غلاف می‌شود (Rezvani Moghaddam & Sadeghi Samarjan, 2008). از طرفی Kashfi *et al.* (2010) اعلام کردند گیاه نخود در آبیاری کامل و تیمار ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بالاترین و تیمار عدم کاربرد نیتروژن پایین‌ترین تعداد غلاف در بوته را تولید کرد. فراهمی

رطوبت قابل دسترس و سطوح متعادل نیتروژن، سبب افـزایش توسعه کانوپی گیاه شده، در نتیجه انـرژی تشعشـعی بیشـتری جذب گیاه می‌شود که منجر به افزایش اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف در گیاه می‌گردد (Jalota *et al.*, 2006).



شکل ۲- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته نخود

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 2. Effect of irrigation and nitrogen on number of pods per plant (α= 0.05)

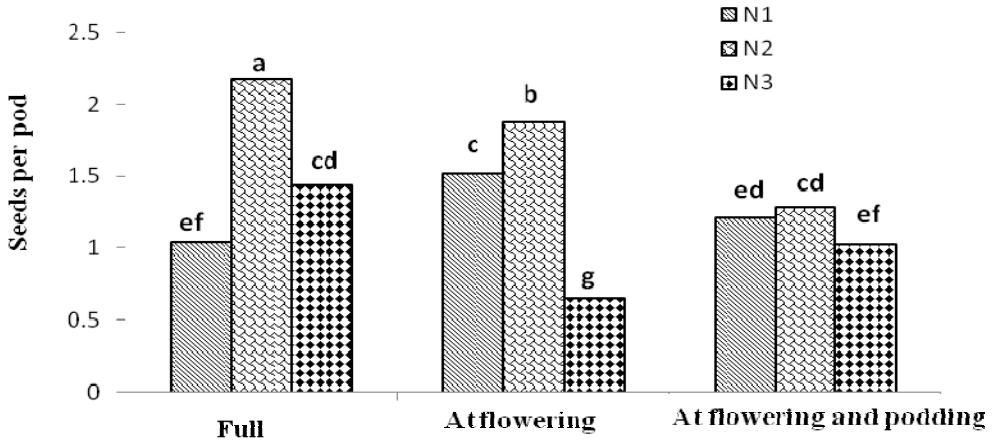
N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

تعداد دانه در غلاف

در بررسی اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری مشـخص گردید که بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار آبیـاری کامل و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲/۱۷ دانـه در غـلاف و همچنین ۲۰۷۶ دانه در متر مربع) و کمترین مربوط بـه تیمـار آبیاری گلدهی و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتـار (۰/۶۵ دانـه در غلاف و همچنین ۱۹۳ دانه در متـر مربـع) بـود (شـکل ۳). به‌نظر می‌رسد که فراهمـی رطوبـت طـی دوره‌ی رشـد گیـاه و سطح متعادل نیتروژن که در این آزمایش ۷۵ کیلوگرم نیتروژن بود، باعث افزایش رشد رویشی و به‌دنبال آن افزایش تعداد دانـه در غلاف می‌شود و آبیاری در مرحلـه گلـدهی و سـطوح بـالای نیتروژن باعث افزایش بیش از حد رشد رویشی و برخـورد گیـاه به خشکی انتهای فصل و در نتیجه کاهش تعداد دانه در غـلاف می‌شود که با نتایج دیگر محققان نیز مطابقت دارد (Nezami *et al.*, 2009). با افزایش میزان آب آبیـاری، رشـد غـلاف‌هـا و بلوغ آنها در یک دوره طولانی‌تر انجـام مـی‌شـود و بـرگ‌هـا بـا سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند، در نتیجه تعـداد دانـه در غـلاف افزایش می‌یابد. در مقابل، کاهش میزان آب آبیاری و همچنـین افزایش ناگهانی درجه حرارت سبب پیری زودرس گیاه می‌شود (Saxina & Singh, 1997). گیاه نخود در آغاز گلـدهی دارای رشد رویشی سریعی است که در شـرایط فـراهم بـودن رطوبـت قابل دسترس، طول دوره رشد زایشی و میزان فتوسـنتز جـاری آن افزایش می‌یابد. که نتیجه افزایش فتوسنتز جـاری، تشـکیل گل‌های بیشتر در گیاه خواهد بود که بر تشکیل غلاف‌های بارور و تولیـد دانـه مـؤثر اسـت (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010a). عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشـد جنـین و تکامل بذر، یکی از دلایل عمده کاهش تعـداد دانـه در بوتـه در شرایط تنش خشـکی مـی‌باشـد. Parsa *et al.* (2012) اعـلام کردند که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود. علت کاهش تعداد دانـه در شـرایط تـنش خشکی، کاهش تعداد غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی است.

وزن هزار دانه

در بررسی اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری مشـخص شد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری کامـل و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۳۹۲ گرم) و کمترین مربوط به تیمار آبیاری در مرحلـه گلـدهی و ۱۵۰ کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار (۱۵۰ گرم) بود (شـکل ۴). در واقـع در شـرایط آبیـاری کامل و سطح متعادل کود نیتروژن گیاه با رشد رویشی مناسبی وارد مرحله زایشی می‌شود که این امر موجب حمایـت مناسـب اندام‌های زایشی، خصوصاً غلاف‌های در حال پر شدن می‌شود و به‌دنبال آن وزن دانه افزایش می‌یابد. برخی مطالعات نشان داده است که غلاف‌های در حال پر شدن نسبت به غلاف‌های جـوان از نظـر دریافـت مـواد فتوسـنتزی در اولویـت هسـتند و مـواد فتوسنتزی بیشتر به سمت آنها اختصاص می‌یابـد (Gangeali & Nezami, 2008).



شکل ۳- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر دانه در غلاف نخود

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 3. Effect of irrigation and nitrogen on Seeds per pod (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30,75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

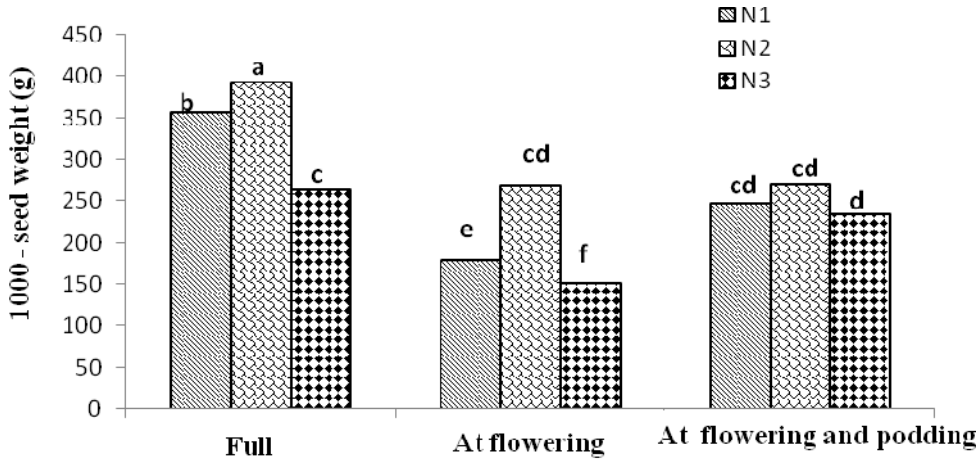
Ullah *et al.* (2002) با بررسی روی گیاه نخود نشان دادند که محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و غلاف‌دهی موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه می‌شود. فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی باعث طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اختصاص به دانه‌ها فراهم می‌شود.

تنش خشکی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد نخود است، این کاهش عمدتاً به ریزش غلاف‌ها مربوط می‌شود. در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها به‌دلیل تنش خشکی آغاز شده باشد (Siddique *et al.*, 2006). مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود و در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی تا دانه‌بستن ضروری است (Jalota *et al.*, 2006). در مناطق خشک، فراهمی رطوبت طی دوره‌ی رشد نخود به‌همراه مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار که گره‌بندی ضعیف و به‌ندرت اتفاق می‌افتد باعث افزایش چشمگیر وزن دانه شد. در واقع مصرف مقدار کافی نیتروژن معدنی در خاک، زمانی اهمیت پیدا می‌کند که ریزوبیوم همزیست نخود در خاک وجود نداشته و یا کم و پراکنده باشد (Saxina & Singh, 1997). Oweis *et al*, (2005) اعلام کردند در مناطق خشک زود کاشتن باقلا و عدس نه تنها عملکرد را افزایش می‌دهد بلکه وقتی با آبیاری تکمیلی همراه می‌شود می‌تواند به گیاه کمک کند تا از خشکی انتهایی فصل اجتناب وثبات عملکرد را تضمین نماید.

عملکرد بیولوژیکی

بیشترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به تیمار آبیاری کامل و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸/۹ تن در هکتار) بود. با کاهش آبیاری و کود نیتروژن، عملکرد بیولوژیکی کاهش معنی‌داری یافت به‌طوری‌که تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و سطح نیتروژن ۳۰ کیلوگرم در هکتار (۶/۶ تن در هکتار) کمترین عملکرد بیولوژیکی را به‌خود اختصاص داد (شکل ۵).

کاربرد سطوح بالای نیتروژن و آبیاری کامل باعث افزایش ماده خشک رویشی در گیاه نخود شد که این نتایج با یافته‌های Ganjeali *et al,* (2011) مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد فراهمی رطوبت و نیتروژن با افزایش طول دوره رشد رویشی و افزایش عمق مؤثر کانوپی، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود (Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007). اثر رطوبت بر کاهش عملکرد بیولوژیکی را می‌توان به کاهش طول دوره‌ی رشد، به‌خصوص گرده‌افشانی تا رسیدگی و نیز اثر آن بر کاهش سرعت رشد محصول نسبت داد. همچنین تنش خشکی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی باعث کاهش میزان ماده خشک می‌شود زیرا تنش باعث ریزش گل‌ها، غلاف‌ها و عدم تشکیل دانه می‌شود. (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010b). در گیاه نخود فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی بسیار حائز اهمیت است چون در این زمان گیاه نخود دارای رشد رویشی فعال است.

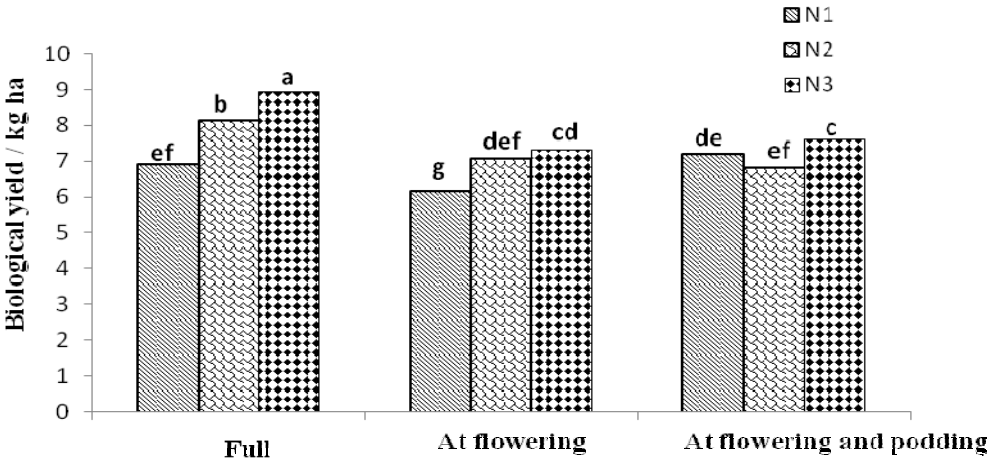


شکل ۴- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر وزن هزار دانه

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 4. Effect of irrigation and nitrogen on 1000 - seeds weight (g) (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.



شکل ۵- اثر متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی

N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار.

Fig. 5. Effect of irrigation and nitrogen on biological yield (α= 0.05)

N_1, N_2 and N_3: 30, 75 and 150 kg N ha^{-1} respectively.

ضمن اینکه نخود گیاهی است رشد نامحدود و الگوی تجمع ماده خشک در نخود دارای یک مرحله رشد رویشی سریع بعد از گلدهی و سپس کاهش در مرحله غلاف‌دهی است (Gangeali & Nezami, 2008). نتایج بررسی‌های (Parsa *et al.*, 2012; Karimi & Farneya, 2009) در گیاه نخود نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی کاهش بیوماس گیاهی به‌منزله‌ی کاهش تعرق گیاه است تا تعادل مناسبی بین تعرق و نگهداری سطح برگ بحرانی برای فتوسنتز وجود داشته باشد و در شرایط تنش کاهش سطح برگ یک روش سازگاری مهم است، چون اولین راه‌کاری است که گیاه هنگام کمبود آب آن‌را اتخاذ می‌کند. این موضوع در مورد باقلا هم صادق است، در این گیاه هنگامی که تنش خشکی حادث می‌شود، ارتفاع گیاه و گسترش سطح برگ کاهش یافت که

منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی نیز شد (Oweis *et al.*, 2005).

شاخص برداشت

سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار آبیاری کامل با ۳۱/۷ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با ۲۴ درصد بود (جدول ۳). با توجه به اینکه در مراحل تشکیل دانه‌ها کمبود رطوبت باعث کاهش فتوسنتز برای پر شدن دانه‌ها می‌شود. در نتیجه شاخص برداشت کاهش می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین شاخص برداشت نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود، زیرا با رشد رویشی مناسبی وارد مرحله زایشی می‌شود که می‌تواند غلاف‌های در حال پر شدن را تغذیه کند. در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی تا دانه بستن ضروری است (Jalota *et al.*, 2006). Liu *et al*, (2004) گزارش کردند تنش خشکی شدید در اوایل گسترش غلاف‌ها، رشد غلاف‌ها را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش قابل ملاحظه در مجموع تعداد غلاف و در نتیجه کاهش شاخص برداشت می‌شود. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که فراهمی رطوبت در مرحله پر شدن دانه از طریق افزایش فتوسنتز جاری و سهولت در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شود. Siddique *et al*, (2000) نیز گزارش کردند که با افزایش رطوبت خاک در مرحله غلاف‌دهی نخود، شاخص برداشت افزایش یافت.

کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار با ۲۹/۷ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با ۲۵/۸ درصد بود. اگرچه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد (جدول ۳)، اما به همان نسبت عملکرد دانه را افزایش نداد که منجر به کاهش شاخص برداشت شد. اثر متقابل بین کود نیتروژن و آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۲). Kashfi *et al*, (2010) اعلام کردند کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش شاخص برداشت در گیاه نخود می‌شود. زیرا کود نیتروژن در ابتدای فصل رشد سبب استقرار سریع‌تر نخود در مزرعه، افزایش رشد رویشی و افزایش ارتفاع گیاه خواهد شد. همچنین، وجود نیتروژن در ابتدا و تا قبل از این‌که تثبیت نیتروژن توسط گرهک‌های ریشه‌ها در گیاه صورت گیرد نیتروژن مورد نیاز آن را تأمین می‌کند.

ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در جدول۴ نشان داده شده است. صفاتی نظیر وزن هزار دانه (۰/۸۸)، تعداد غلاف در بوته (۰/۷۵) و شاخص برداشت (۰/۷۱) بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند. وجود همبستگی بالا بین عملکرد دانه و صفات ذکر شده حاکی از آن است که این صفات به‌طور مستقیم بر روی عملکرد تأثیر دارند.

جدول ۴- ضرایب همبستگی میان عملکرد و اجزای عملکرد

Table 4. Correlation coefficients between yield and yield components

	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	غلاف در بوته Pods.plant^{-1}	دانه‌در غلاف Seeds per pod	وزن هزار دانه 1000 seed weight
عملکرد در واحد سطح Seed yield	1					
عملکرد بیولوژیکی Biological yield	0.05^{ns}	1				
شاخص برداشت Harvest index	0.71**	0.27^{ns}	1			
غلاف در بوته Pods/plant	0.75**	-0.32^{ns}	0.53**	1		
دانه در غلاف Seeds per pod	0.26^{ns}	-0.18^{ns}	-0.002^{ns}	0.40*	1	
وزن هزار دانه 1000 seed weight	0.88**	0.23^{ns}	0.87**	0.68**	0.14^{ns}	1

ns، * و**: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح α= 0.05 و α= 0.01

ns: Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively

افزایش وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته در شرایطی حاصل می‌شود که رقابت بین بوته‌ها و داخل بوته‌ها حداقل باشد (Siddique *et al.*, 2000). از طرف دیگر تولید ماده خشک بالا خصوصاً قبل از وقوع رشد زایشی باعث افزایش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و گیاه قادر خواهد بود که مواد فتوسنتزی لازم برای پر شدن دانه‌ها را تولید نماید و در نهایت عملکرد افزایش یابد.

در بین اجزای عملکرد، وزن هزار دانه بالاترین همبستگی را با عملکرد نشان می‌داد که این امر بیانگر نقش به‌سزای این صفت در تعیین عملکرد نهایی دانه است. نتایج حاصل با گزارشات سایر محققان (Amiri Dehahmadi *et al.*, 2010a ; Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007; Fallah *et al.*, 2005) نیز مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تیمار آبیاری کامل به‌همراه سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش معنی‌دار کلیه صفات (به‌جز عملکرد بیولوژیکی) مورد اندازه‌گیری شد. کاربرد تنها یک دور آبیاری در مرحله گلدهی و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش رشد رویشی و برخورد گیاه به شرایط تنش خشکی در انتهای فصل رشد شد که منجر به کاهش عملکرد دانه شد. همچنین کاربرد آبیاری کامل و سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی شد که بیشتر در بخش رویشی گیاه بود و کمتر عملکرد دانه را افزایش داد. از طرف دیگر، فراهمی رطوبت طی مراحل بحرانی رشد نخود (گلدهی و غلاف‌دهی) و کاربرد سطوح متعادل نیتروژن با تولید رشد رویش مناسب قبل از دوره رشد زایشی باعث افزایش عملکرد نخود در این مناطق خواهد شد زیرا اطلاع دقیقی از میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن وجود ندارد.

منابع

1. Amiri Dehahmadi, S.R., Parsa, M., and Gangeali, A. 2010a. The effects of drought stress at different phenological stages on morphological traits and yield component of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 8(1):157-166. (In Persian with English Summary).
2. Amiri Dehahmadi, S.R., Parsa, M., Nezami, A., and Gangeali, A. 2010b. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research 2(1): 69-84. (In Persian with English Summary).
3. Bahr, A.A. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Res. J. Agri. and Biological Sci. 3: 220-223.
4. Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., and Zhao, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components. J Agric Sci. 120: 219-224.
5. Boote, K.J., Schubert, A.A., Stansell, J.R., and Stone, J.F. 1995. Irrigation, water use and water relation. In: H.E. Patte and Young C.T. (Ed.). Peanut Science and Technology. Am. Peanut. Res. Inc: Yoakum, Texas. PP: 164-205.
6. Fallah, S., Ehsanzadeh, P., and Daneshvar, M. 2005. Study of the effects of planting density and supplementary irrigation on yield and it's components using three chickpea cultivars in KhoramAbad, Loretan. Iranian J Agric Sci. 36: 719-731. (In Persian with English Summary).
7. Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. The FAOSTAT Database. Available at Web site http://faostat.fao.org/default.aspx (verified 12 June 2012).
8. Gangeali, A., and Nezami, A., 2008. Ecophysiology and determinatives yield of pulses. In: M. Parsa and A.R. Bagheri (Eds.). Pulses. JDM Press. Iran. pp. 500. (In Persian).
9. Gangeali, A., Parsa, M., and Sabaghpour, S. 2008. Farming and agrosystems of pulses. In: M. Parsa and A.R. Bagheri (Eds.). Pulses. JDM Press. Iran. pp. 500. (In Persian).
10. Ganjeali, A., Joveynipour, S., Porsa, H., and Bagheri, A., 2011. Selection for drought tolerance in Kabuli chickpea genotypes in Nishabur region. Iranian. J. Pulses Res. 2: 27-38. (In Persian with English Summary).
11. Ghalambaran, M.R., Hashemi-Dezfuli, S.A., Siadat, S.A., and Fathi, G. 1996. Study the yield variation and morphological traits of soybean under the effects of starter nitrogen at different planting densities and patterns. In: Proc. of the 4th Iranian Crop Production and Breeding Congress, Aug. 26-29, 1996. Technical University of Isfahan, Isfahan-Iran. p. 157. (In Persian).

12. Goldani, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2007. The effects of different irrigation regims and planting dates on phenology and growth indices of tree chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in mashhad.J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 229-242. (In Persian with English Summary).
13. Jalota, S.K., Sood, A., and Harman, W.L. 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer aeritinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. Agricultural Water Management 79: 312-320.
14. Karimi, B., and Farneya, A., 2009. Evaluation of cultural traits, yield and yield components of rainfed chickpea cultivars with supplemental irrigation. Modern Agric. J. 17: 83-90. (In Persian with English Summary).
15. Kashiwagi. J., Krishnamurthy LCrouch, J.H., and Serraj, R. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Res. 95:171-181.
16. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11:279-291.
17. Liu, F., Jensen, C.R. and Andersen, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. Field Crops Research 86: 1-13.
18. Malhotra, R.S., and Sexana, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. Icarda 17: 20- 23.
19. Malhotra, R.S., Singh, K.B. and Saxena, M.C. 1997. Effect of irrigation on winter-sown chickpea in a Mediterranean environment. J Agron Crop Sci. 178: 237-243.
20. Nezami, A., Sedaghat Khahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A. 2009. Evaluation of fall sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to cold under supplemental irrigation in Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 415-423. (In Persian with English Summary).
21. Oweis, T., Hachum, A., and Pala, M. 2005. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management 68: 251-265.
22. Parsa, M., Ganjeali, A., Rezaeyanzadeh, E., and Nezami, A. 2012. Effects of supplemental irrigation on yield and growth indices of three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal Crop Sci. 9: 1-14. (In Persian with English Summary).
23. 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 Field Crops Research 6: 315-325. (In Persian with English Summary).
24. Saxina, M.C., and Singh, K.B. 1997. The chickpea. C.A.B. International. 409 pp.
25. Siddique, K.H.M., Sedegly, R.H., and Marshal, C. 2000. Effects of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Res. 31: 193-203.
26. Silim, S.N., Saxana, M.C., and Singh, K.B. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin.II.Factors influencing yield under drought. Field Crops Res. 34:137-141.
27. Soltani, A., Khooie, F.R., Khassemi_Golozani, K., and Moghaddam, M. 2001. A stimulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agric. Water Manage. 49: 225 - 237.
28. Tuba Bicer, B., Kalender, A.N., and Akar, D.A. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. J. Agron. Asian Network for Scientific Infor. 2: 154-158.
29. Ullah, A., Bakht, J., Shafi, M., and Islam, W.A. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. Asian J Plant Sci. 53: 355-357.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 66-77

Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Mashhad climatic conditions

Amiri[1]*, S.R., Parsa[2], M., Bannayan Aval[3], M., Nassiri Mahallati[4], M., & Deihimfard[5], R.

1. Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Higher Educational Complex of Saravan, Iran
2. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
5. Assistant professor, Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University

Received: 25 September 2013
Accepted: 20 July 2014

Abstract

In order to study the effects of different irrigation regimes and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (ILC482), a field experiment involving chickpea genotype ILC482 was conducted as factorial arrangement based on a randomized complete block design with four replications in the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during growing season of 2012-2013. Experimental treatments were including nitrogen fertilizer (as urea) at three levels: 30, 75, 150 kg N ha^{-1} and irrigation regimes at three levels: full irrigation, irrigation at flowering, irrigations at both flowering and podding. Studied traits were included seed yield, biological yield, harvest index, 1000- seed weight, seeds per pod, pods per plant. The results showed that the different irrigation regimes and nitrogen fertilizer levels had significant effect on seeds per pod, pods per plant, 1000- seed weight, seed weight per plant, seed yield, biological yield and harvest index. Interaction between irrigation and nitrogen was significant except for harvest index. In this study, the highest values of the traits (except for biological yield) were obtained under full irrigation along with 75 kg N ha^{-1}. In addition, applying irrigation at flowering accompanied with 150 kg N ha^{-1} decreased yield and its components. Full irrigation plus 150 kg N ha^{-1} produced highest (8.9 t ha^{-1}) biological yield, while grain yield was 1854 kg ha^{-1}. Overall, full irrigation along with nutritive optimal levels, especially nitrogen at 30 and 75 kg ha^{-1} levels, during critical growth periods of chickpea could increase grain yield of chickpea.

Key words: Biological yield, Critical period, Flowering, Harvest index, Moisture

* **Corresponding Author:** seyedrezaamiri@yahoo.com, Mobile: 09139958311

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۹۱-۷۸ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 78-91

تأثیر آبیاری تکمیلی و تراکم‌های مختلف گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در منطقه سیروان در استان ایلام

رحیم ناصری[1*]، محمد جواد رحیمی[2]، سید عطاءاله سیادت[3] و امیر میرزایی[4]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
۲- مدرس گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران، ایران
۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ایران
۴- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۲

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر آبیاری تکمیلی و تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود، رقم هاشم، در ایلام، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سیروان به‌صورت اسپیلت پلات در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ۲۵ آبان ماه اجرا شد. تیمار آبیاری در سه سطح شامل بدون آبیاری (دیم)، یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله نیام‌بندی به‌عنوان عامل اصلی و تراکم‌های مختلف گیاهی در چهار سطح (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان عامل فرعی قرار گرفتند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد تأثیر آبیاری تکمیلی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه، میزان پروتئین دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولویک معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۱۵۰۴ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری در مرحله گلدهی و کمترین عملکرد دانه (۶۱۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار دیم به‌دست آمد. تراکم‌های مختلف گیاهی نیز بر کلیه صفات به‌جز میزان پروتئین دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تراکم ۵۰ و ۲۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد، اگرچه بین تراکم ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. اثر برهمکنش آبیاری تکمیلی در تراکم گیاهی بر تعداد شاخه اصلی، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه (۲۰۰۶ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و کمترین عملکرد دانه (۴۸۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون آبیاری و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع حاصل شد. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان‌دهنده آن است که آبیاری تکمیلی بدون در نظر گرفتن مرحله کاربرد آن نسبت به عدم آبیاری عملکرد دانه نخود دیم را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، تراکم گیاهی، عملکرد دانه

مقدمه

به‌طور کلی حبوبات به‌دلیل برخورداری از پروتئین بالای دانه از اهمیت غذایی بالایی برخوردارند. این گیاهان به‌دلیل قابلیت همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده مولکولی، در تعادل عناصر معدنی خاک در اکوسیستم زراعی حائز اهمیت هستند. نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از گیاهان این خانواده است. سطح زیر کشت گیاه نخود در دنیا حدود ۱۱ میلیون هکتار بوده و ایران با سطح زیر کشت حدود ۷۰۰ هزار هکتار، چهارمین رتبه را در جهان پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه داراست (Naseri *et al.*, 2011). نخود در بین حبوبات، مقاوم‌ترین محصول نسبت به خشکی و گرما است و همچنین قادر است تحت شرایط خاک‌های فقیر رشد کند، نخود همچنین به‌عنوان یک محصول کم‌هزینه در نظام‌های زراعی مناطق گرمسیری نیمه‌خشک مطرح است و به‌خاطر قابلیت سازگاری با طیف وسیعی از شرایط محیطی و خاک از قبیل اراضی حاشیه‌ای، برای کشت دیگر محصولات، حایز اهمیت می‌باشد، از آنجا که تولید نخود در بیشتر مناطق در اثر کمبود رطوبت به‌خصوص در طی دوره رشد زایشی، محدود می‌شود، لذا انجام آبیاری می‌تواند در بهبود عملکرد و نیز ثبات آن مؤثر

* **نویسنده مسئول:** ایلام، بلوار پژوهش، دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۹۱۸۸۴۱۰۱۳۴؛ rahim.naseri@gmail.com

باشد از آنجا که تولید نخود در بیشتر مناطق در اثر کمبود رطوبت به‌خصوص در طی دوره رشد زایشی، محدود می‌شود، لذا انجام آبیاری می‌تواند در بهبود عملکرد و نیز ثبات آن مؤثر باشد (Zaferanieh *et al.*, 2010). آبیاری تکمیلی به‌منظور رفع تنش در مراحل بحرانی رشد گیاه تأثیر جدی بر افزایش عملکرد نخود داشته است. وقوع تنش خشکی در برخی از مراحل رشد گیاهان می‌تواند خسارت جبران ناپذیری وارد نماید. از این رو شناخت مراحل حساس رشد گیاهان به تنش خشکی و تأمین به‌موقع نیاز آنها می‌تواند ما را در جهت حصول حداکثر عملکرد یاری نماید (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011). انتخاب تراکم بوته مناسب که براساس عوامل گیاهی و محیطی صورت می‌گیرد، روی عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. حداکثر عملکرد زمانی به‌دست می‌آید که رقابت درون و برون بوته‌ای برای عوامل رشد به حداقل رسیده و گیاه بتواند از این عوامل حداکثر استفاده را بنماید (Fallah *et al.*, 2005). کارایی جذب انرژی خورشیدی که بر سطح یک محصول می‌تابد، نیاز به سطح برگ کافی دارد که به‌طور یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین را کاملاً بپوشاند، این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها روی سطح خاک میسر است (Naseri *et al.*, 2010). در فواصل ردیف زیاد به‌دلیل عدم پوشش کامل سطح خاک ممکن است کارایی استفاده از منابع طبیعی را نداشته باشد، درحالی‌که فواصل ردیف باریک ممکن است باعث رقابت شدید درون و بین بوته‌ها شود. استفاده از فواصل ردیف باریک باعث افزایش دریافت نور، کاهش تبخیر از سطح خاک، بهبود جذب عناصر غذایی از خاک و جلوگیری از رشد علف‌های هرز می‌شود (Mazaheri & Chghakhor, 2011). نشان داده شده است که در تراکم‌های بالاتر تعداد زیاد بوته سبب تعرق بیشتر و محدود شدن رطوبت خاک برای مراحل تشکیل دانه می‌شود و بنابراین مواد فتوسنتزی کمتری به پر کردن دانه‌ها اختصاص می‌یابد و به‌تبع آن شاخص برداشت کاهش می‌یابد (Mousavi *et al.*, 2010). Beeh & Leach (1989) طی دو سال آزمایش بر نخود زراعی در شرایط دیم دریافتند که عملکرد دانه با افزایش تراکم از ۱۴ تا ۵۶ بوته در متر مربع به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و اعلام نمودند که تراکم حداقل ۴۰ بوته در متر مربع برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد دانه لازم است. در آزمایش‌های Gandjali *et al.*, (2000) نشان داده شد که تراکم گیاهی بر عملکرد دانه معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری‌که تراکم‌های ۷۰ و ۳۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند، آنها کم بودن عملکرد دانه در تراکم پایین را عدم وجود پوشش گیاهی کافی بیان داشتند، که این امر در مراحل اولیه رشد، سبب از دست دادن قسمت زیاد تابش نور و بنابراین موجب کاهش سرعت رشد محصول گردید.

در آزمایش‌های Mousavi *et al.*, (2010) نشان داده شد که عملکرد دانه نخود در تراکم کاشت ۳۰ بوته در مترمربع به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تراکم‌ها بود. با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۴ بوته در متر مربع عملکرد دانه نخود در واحد سطح به‌طور تقریباً خطی افزایش یافت. Majnoon Hosseini *et al*, (2003) اظهار داشتند که افزایش تراکم کاشت وزن صد دانه نخود را کاهش می‌دهد، همچنین در بین تراکم‌های ۲۷، ۳۶، ۴۶ و ۵۷ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۴۶ بوته در مترمربع مشاهده گردید. Kobota *et al*, (1992) در آزمایش خود بر گندم تحت تنش رطوبتی نشان دادند، تنش‌های شدید کمبود آب در مقایسه تنش‌های خفیف به‌طور معنی‌داری اندازه و وزن دانه‌ها را به‌علت تقلیل انتقال مجدد آسمیلات‌ها کاهش می‌دهد و کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. در یک بررسی دیده شد که تنش خشکی شامل آبیاری کامل و آبیاری محدود (یک نوبت آبیاری در مراحل فنولوژیک، شاخه‌دهی، گلدهی یا تشکیل نیام) مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد در نخود است که این کاهش از ریزش نیام‌ها ناشی می‌شود، در این مورد نیام‌ها زمانی شروع به ریزش کردند که پیری برگ‌ها بر اثر تنش کمبود آب آغاز شده بود (Mohamadi *et al.*, 2006). Tomar *et al*, (1999) نشان دادند که مرحله پر شدن دانه در گیاه نخود بیشترین حساسیت را به تنش خشکی داشته و آبیاری در این مرحله بسیار ضروری است. Malhorta *et al*, (1997) نیز هر دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه را به‌عنوان مرحله رشدی حساس گیاه نخود معرفی نمودند. در مناطق دیم و به‌خصوص در نیمه غربی ایران، نخود به‌دلیل قرار گرفتن در تناوب با گندم و جو دیم نقش بسیار مهمی در حفظ و بقای کشاورزی ایفا می‌کند. نشان داده شده است که بیشترین عملکرد دانه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌دست آمد. در نتیجه آن دسته از عملیات زراعی که سرعت رشد گیاه را در مرحله پر شدن دانه افزایش دهد و دوام بافت‌های سبز گیاه را طی این مرحله طولانی‌تر نماید، می‌تواند میزان رشد و اندازه دانه را در حبوبات بهبود بخشد (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011). در آزمایش Fallah *et al*, (2005) نشان داده شد که افزایش تراکم با تسریع و تشدید تخلیه رطوبت خاک سبب محدودیت بیش از پیش رطوبت خاک در مرحله دانه‌بندی شده که در نهایت کاهش عملکرد دانه و شاخص برداشت را به‌دنبال داشته است. با توجه به این‌که یکی از اصول مهم مدیریت کشاورزی در این مناطق، حفظ رطوبت و استفاده مطلوب از آن می‌باشد

بایستی توجه داشت که تراکم نامناسب گیاهی می‌تواند رطوبت خاک را در اوایل فصل رشد تخلیه و باعث مواجه شدن گیاه با تنش خشکی در دوران رشد زایشی شود، به‌همین دلیل استفاده از گونه گیاهی مناسب و شناخت مطلوب گیاهان و ارقام سازگار با این مناطق از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشند (Jalilian *et al.*, 2005). با توجه به این‌که کشت نخود در سطح استان ایلام رایج و کشت غالب مزارع دیم را تشکیل می‌دهد بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی آبیاری تکمیلی و تراکم گیاهی نخود در شرایط دیم استان ایلام در منطقه سیروان به‌اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سرابله، شهرستان سیروان واقع در ۳۰ کیلومتری شرق ایلام اجرا شد. محل آزمایش در عرض جغرافیایی حداقل ۳۳ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۹۷۵ متر اجرا گردید. نتایج مربوط به بارندگی و دمای ماهانه در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به‌صورت اسپیلت پلات در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ۲۵ آبان ماه اجرا شد. تیمار آبیاری در سه سطح شامل بدون آبیاری (دیم)، یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله نیام‌بندی به‌عنوان عامل اصلی، تراکم گیاهی گیاه نخود رقم هاشم در چهار سطح (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان عامل فرعی قرار گرفتند. بذر مورد استفاده در این آزمایش دارای قوه نامیه ۹۸-۹۶ در هزار و درجه خلوص آن ۱۰۰ در هزار بود. رقم مورد آزمایش در این پژوهش رقم هاشم بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام تهیه گردید. زمین مورد آزمایش در سال زراعی قبل به‌صورت آیش قرارداده شد و جهت ذخیره و حفظ نزولات آسمانی در پاییز سال قبل با استفاده از گاوآهن قلمی شخم زده شد و سپس مراحل آماده‌سازی انجام شد. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متری و فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها در این پژوهش ۱/۸×۶ متر بین هر تکرار نیز دو متر فاصله در نظر گرفته شد. برای اطمینان از دست‌یابی به تراکم بوته مورد نظر در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف شد و بعد از استقرار بوته‌ها، در موقع تنک کردن فاصله بوته‌ها در هر ردیف تنظیم شد. برای صاف و هموار کردن زمین، توسط ماله زمین را صاف کرده و سپس مبادرت به کشت گردید. بذور به‌صورت خطی و به‌وسیله دست روی یک خط در خاک قرار داده شدند. عمق کاشت حدود ۳ سانتی‌متر بود. بذور قبل از کاشت با استفاده از سم بنومیل به‌میزان دو در هزار جهت کاهش شدت بیماری فوزاریوم ضدعفونی گردیدند. همزمان با تنک کردن، وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز، کود اوره به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. با توجه به آزمون خاک (جدول ۲) نیازی به استفاده از کود فسفر و پتاسیم در این پژوهش نبود. آبیاری توسط کنترل حجمی و به‌صورت مساوی و یکسان در بین تیمارها استفاده گردید.

جدول ۱- مجموع بارندگی ماه‌های سال و میانگین روزانه درجه حرارت ماهانه در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در منطقه سیروان

Table 1. The average of monthly precipitation and daily temperature during 2008-2009 at Sirvan region

ماه Month	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.	اسفند March	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد Jun	تیر July	مرداد Aug.	شهریور Sept.	مهر Oct.
بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	27	62.3	45.8	50.4	6.3	67.7	14.6	0	0	0	0	2.8
حرارت (سانتی‌گراد) Temperature (ºC)	15.9	10.8	5.1	7.7	8.3	12.6	20	27	28.5	29.7	21	22

جدول ۲- خصوصیات خاک محل آزمایش

Table 2. Soil properties of experimental location

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن (درصد)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام)	فسفر قابل جذب (پی پی ام)	کربن آلی (درصد)	اسیدتیه	بافت خاک Soil texture		
EC $ds.m^{-1}$	Nitrogen (%)	Available K (ppm)	Available P (ppm)	O.M (%)	Ph	سیلت Silt	رس Clay	شن Sand
0.5	0.152	310	15.25	1.25	7.5	51.6	23.4	25

جهت مبارزه با بیماری برق‌زدگی نخود به‌میزان دو در هزار از سم کاپتان به‌صورت سمپاشی استفاده گردید، که توانست بیماری را کنترل کند. جهت اندازه‌گیری، تعداد نیام در بوته، تعداد شاخه اصلی، فرعی و ارتفاع بوته در زمان رسیدگی وزنی، ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک برداشت پس از حذف خطوط حاشیه و کلیه خطوط مربوط به نمونه‌برداری از دو خط میانی با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط از سطحی معادل ۶ متر مربع انجام گرفت. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. همچنین بعد از پاک کردن دانه‌ها، هزار دانه به‌صورت تصادفی از هر تیمار شمارش و پس از توزین وزن دانه بر حسب گرم به‌دست آمد. به‌منظور تعیین میزان پروتئین دانه به روش کجلدال از محصول به‌دست آمده از هر کرت آزمایش میزان ۱۰۰ گرم جدا و با استفاده از آسیاب‌کن آنها را آسیاب کرده و نمونه‌ها را جهت اندازه‌گیری به آزمایشگاه تحقیقات استاندارد استان ایلام منتقل و به روش کجلدال میزان پروتئین محاسبه شد (Naseri *et al.*, 2011). برای تجزیه آماری از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته است (جدول۳). آبیاری در مرحله گلدهی باعث افزایش ارتفاع بوته گردید، تیمار شاهد با میانگین ارتفاع ۲۴/۹ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع بوته و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین ۳۷/۷ سانتی‌متر دارای بیشترین میزان ارتفاع بوته بود (جدول ۴). ارتفاع بوته حاصل‌ضرب تعداد گره‌ها در فاصله میان‌گره‌ها است که بررسی‌ها نشان داده است که مواد غذایی و حلالیت و جذب و فراهمی مناسب عناصر غذایی تعداد گره‌های گیاه را افزایش می‌دهد و آب می‌تواند فاصله میان‌گره‌ها را طولانی‌تر کند. همچنین Doss & Thulow (1974) بیان داشتند که تنش آب در مراحل اولیه نمو می‌تواند بر کاهش ارتفاع بوته اثر زیادی داشته باشد، تحقیقات متعدد نشان داده که ارتفاع گیاه در اثر کمبود آب قابل استفاده کاهش می‌یابد (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011).

مطالعات نشان داده است که کاهش میزان آب قابل دسترس به‌خصوص در ابتدای دوره گلدهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن رشد زایشی به‌طور غیر مستقیم روی ارتفاع بوته نیز تأثیر منفی دارد. ارتفاع بیشتر گیاه در شرایط آبیاری تکمیلی نسبت به تیمار دیم را احتمالاً می‌توان به رشد نامحدود گیاه نخود نسبت داد چرا که عدم محدودیت رطوبت موجب تداوم رشد رویشی و نتیجه آن افزایش ارتفاع گیاه می‌باشد (Rezaeyan Zadeh1 *et al.*, 2011). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته است (جدول ۲). استفاده از تراکم ۵۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین ارتفاع بوته و تراکم۲۰ بوته در متر مربع کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۳). ارتفاع بوته تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد البته در تراکم‌های بالا به‌دلیل رقابت برای نور ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد افزایش سرعت نمو و کاهش دوره رشد به‌دلیل محدودیت رطوبت سبب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. مطالعات نشان داده است که کاهش میزان آب قابل دسترس به‌خصوص در ابتدای دوره گلدهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن رشد زایشی به‌طور غیرمستقیم روی ارتفاع بوته نیز تأثیر منفی دارد (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011).

تعداد شاخه اصلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و نیام‌دهی و تیمار دیم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳) تیمار دیم دارای کمترین تعداد شاخه اصلی و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی دارای بیشترین تعداد شاخه اصلی بود، اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). به‌طور کلی تعداد شاخه در گیاهان صفتی ژنتیکی است که تا حدودی هم تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Jalilian *et al.*, 2005). مقایسه میانگین‌های تعداد شاخه اصلی در سطوح مختلف آبیاری نشان‌دهنده این واقعیت است که تنش خشکی در دوره رشد زایشی تأثیری بر این صفت نداشت و کاهش معنی‌داری نداشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد شاخه اصلی بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که تراکم ۲۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین شاخه اصلی با میانگین ۶/۵۸ و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۴/۷۵ شاخه دارای کمترین شاخه اصلی بود (جدول ۴).

اثر متقابل آبیاری و تراکم بر روی تعداد شاخه‌های اصلی در سطح احتمال یک در هزار معنی‌دار گردید (جدول ۳). تیمار

آبیاری در مرحله گلدهی و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین تعداد شاخه اصلی بود (جدول ۵). گیاه در تراکم مناسب هم از مواد غذایی به‌خوبی استفاده می‌کند و هم در رقابت با علف‌های هرز موفق است و در تراکم نامناسب گیاه رطوبت خاک را در اوایل فصل رشد تخلیه کرده و با تنش خشکی در مواقع ضروری به‌خصوص دوران رشد زایشی مواجه می‌شود. Mohamad Negad & Soltani (2003) بیان کردند که با افزایش تراکم نخود رقم هاشم در منطقه گنبد، تعداد شاخه‌های اصلی کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم بر تعداد شاخه‌های اصلی در سطح احتمال ۱٪ است (جدول ۱). به‌طوری‌که بیشترین تعداد شاخه اصلی به تعداد ۳/۷۱ شاخه در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع و کمترین تعداد شاخه اصلی به تعداد ۱/۶۷ شاخه در تیمار دیم و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع مشاهده شد (جدول ۵).

تعداد شاخه‌های فرعی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال یک در هزار بر تعداد شاخه‌های فرعی بود (جدول ۳). تیمار دیم و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی بودند (جدول۴). Jalilian *et al*, (2005) مشاهده کردند که آبیاری تکمیلی موجب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در چهار رقم نخود دیم در اسلام‌آباد غرب شد. در تحقیقات دیگری نیز که در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب صورت گرفت آبیاری تکمیلی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی و درنهایت عملکرد دانه نخود شد (Pezeshkpour *et al*., 2005). در آزمایشات Gholdani & Rezvani Moghadam (2007) نیز نشان داده شد که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی دارای اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های تولیدی و موجب افزایش این صفت می‌گردد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۵ در هزار بر تعداد شاخه‌های فرعی می‌باشد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد تراکم مناسب به‌دلیل نفوذ نور کافی و همچنین رقابت کمتر بر سر عوامل غذایی و فراهم و در دسترس بودن آب و عناصر غذایی باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی گردید.

Siddigue & Sedgley (1985) گزارش دادند که در نخود تعداد شاخه‌های فرعی تحت تأثیر تراکم قرار دارد و با افزایش تراکم تعداد آنها کاهش می‌یابد بنابراین احتمال دارد که در اثر تنظیم تراکم به‌نحوی که تعداد ساقه اصلی در واحد سطح افزایش و تعداد شاخه‌های فرعی کاهش داشته باشد عملکرد افزایش یابد. به‌طورکلی تعداد شاخه اصلی و فرعی در گیاهان صفتی ژنتیکی بوده که تا حدودی هم تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. در واقع تیپ رشد گیاه مشخص‌کننده تعداد شاخه‌های جانبی در آن می‌باشد، در ارقام دارای تیپ گسترده تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر از ارقام با تیپ ایستاده است (Jalilian *et al*., 2005).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال یک در هزار بر تعداد نیام در بوته بود (جدول ۳). تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی بیشترین و تیمار دیم کمترین تعداد نیام در بوته را داشتند البته بین تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی و آبیاری در مرحله گلدهی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و نیام‌دهی و فراهم شدن شرایط رطوبتی سبب بهتر شدن وضعیت باروری نخود شده است. پتانسیل حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل، گل‌ها و نیام‌ها بسیار بالاست اما دستیابی به این پتانسیل به شرایط محیطی بستگی دارد.

آنچه مشخص است تنش رطوبت باعث می‌شود گل‌ها ریزش کند یا نسبت گل‌های بارور در روی ساقه اصلی کاهش یابد که بدین ترتیب تعداد غلاف روی ساقه کم شود (Rezaeyan Zadeh *et al*., 2011). Pezeshkpour *et al*, (2005) در آزمایشی که در ایستگاه تحقیقاتی ساب چنگایی خرم‌آباد به‌منظور مطالعه اثرات آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود انجام دادند مشاهده کردند که تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله ۵۰ در هزار گلدهی دارای بیشترین تعداد نیام در بوته نسبت به سایر تیمارهای آبیاری تکمیلی بود. Saxena *et al*, (1993) بیان داشتند که آبیاری در طول دوره گلدهی تعداد نیام‌های موجود در گیاه را افزایش می‌دهد. Shbiri *et al*, (2005) گزارش دادند که میانگین تعداد نیام در بوته با کاهش تعداد آبیاری کاهش یافت، گیاهان تحت شرایط آبیاری کامل در مقایسه با سایر تیمارها تعداد نیام بیشتری تولید کرده و تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها داشتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد نیام در بوته است (جدول ۳). تراکم ۲۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین تعداد نیام در بوته و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع دارای کمترین نیام در بوته بود. بین تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع هم از لحاظ آماری اختلاف آماری مشاهده نشد (جدول ۴). افزایش تراکم گیاهی سبب تشدید رقابت گیاهان برای تصاحب عوامل رشد می‌شود.

جدول ۳- درجه آزادی و میانگین مربعات تیمار آبیاری، تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط آب و هوایی سیروان

Table 3. Analysis of variance and mean square for irrigation treatment, plant density on yield and its components of chickpea in Sirvan climate

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد شاخه اصلی The number of main branch	تعداد شاخه فرعی The number of sub branch	تعداد نیام در بوته The number of pod per plant	تعداد دانه در نیام The number of grain per pod	وزن هزار دانه 1000-grain weight	میزان پروتئین دانه Protein content	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار	Replication	2	52.52	0.93	23	22.52	0.07	186.77	2.1	29926.78	375594	6.61
آبیاری	Irrigation (I)	2	517.44**	3.67ns	30.1**	215.1**	0.36ns	32293.02*	73.2*	2712935.4*	7240172*	488.36*
خطا۱	Error 1	4	48.77	0.87	1.7	11.6	0.05	3981.06	8.48	182340.5	81253	32.95
تراکم	Plant density (PD)	3	204.32**	1.79**	7.2*	46.92**	1.25**	2487.8*	0.52ns	632861.9**	2314149.4**	21.43ns
آبیاری*تراکم	IxPD	6	7.4ns	1.33**	1.4ns	14.65**	0.104ns	574.8ns	1.49**	947018.1**	411156.96**	21.43ns
خطا۲	Error 2	18	5.7	0.14	1.02	2.14	0.025	522.3	0.29	17075.97	69516.2	11.56
ضریب تغییرات	C.V (%)	-	7.4	17.6	18.2	18.8	20.29	11.9	4.3	11.3	10.9	7.9

ns ، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: non-significant, * and **: significant at 5% and 1%, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر آبیاری تکمیلی و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 4. Comparison of effects of supplementary irrigation and plant density on yield and its components of chickpea

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد شاخه اصلی The number of main branch	تعداد شاخه فرعی The number of sub branch	تعداد نیام در بوته The number of pod per plant	تعداد دانه در نیام The number of grain per pod	وزن هزاردانه (گرم) 1000-grain weight(g)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protein content (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
آبیاری Irrigation										
دیم Check	24.9b	1.54a	3.85b	8.83b	1.18a	142.7b	24.4a	613b	1728b	35.88b
آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation at flowering stage	37.7a	2.59a	6.99a	16.16a	1.46a	240.8a	19.57b	1504a	3178a	46.96a
آبیاری در مرحله نیام‌دهی Irrigation at podding stage	33.7ab	2.38a	5.77ab	16.18a	2.50a	221.08a	21.1b	1346ab	2936a	45.91a
تراکم بوته (بوته در متر مربع) Plant density (plant.m^{-2})										
20	26.5c	2.78a	6.58a	16.1a	1.02c	223.3a	21.67a	872b	2067b	41.37a
30	30.6b	2.15ab	5.98ab	15.01ab	1.17c	202.8ab	21.87a	1002b	2336b	41.81a
40	33.4b	2.04b	4.82b	12.7ab	1.51b	196.5ab	21.77a	1292ab	2860ab	44.33a
50	37.8a	1.71b	4.75b	11.01b	1.84a	183.4b	21.45a	1453a	3193a	45.21a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵ در هزار اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

از این رو در تراکم‌های پایین، معمولاً منابع بیشتری نسبت به تراکم‌های بالا در اختیار گیاه قرار دارد و گیاه می‌تواند تعداد گل بارور و در نتیجه تعداد نیام بیشتری تولید نماید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم بر تعداد نیام در بوته در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۳). آبیاری در مرحله نیام‌دهی و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با متوسط ۱۹/۳ نیام در بوته بیشترین مقدار نیام در بوته را دارا بود (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و فراهم شدن شرایط رطوبتی سبب بهتر شدن وضعیت باروری نخود شده است. افزایش تعداد نیام در بوته تحت شرایط آبیاری تکمیلی از جمله دلایل افزایش عملکرد نخود در مقایسه با شاهد می‌باشد. پتانسیل حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل، گل‌ها و نیام‌ها بسیار بالاست اما دستیابی به این پتانسیل به شرایط محیطی بستگی دارد (Mousavi *et al*., 2009). Dahiya *et al*, (1993) گزارش کردند که یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی باعث تشکیل نیام‌های بیشتر و در نهایت محصول دانه بالاتر در گیاه نخود شد.

تعداد دانه در نیام

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده عدم معنی‌دار شدن آبیاری بر تعداد دانه در نیام بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار دیم، آبیاری در مرحله گلدهی و نیام‌دهی وجود ندارد (جدول ۴). تعداد دانه در نیام باثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است (Mousavi *et al*., 2009). این صفت متأثر از خصوصیات ژنتیکی گیاه است و در این آزمایش هم تحت تأثیر آبیاری قرار نگرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در نیام بود (جدول ۳). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱/۸۴ و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱/۰۲ دانه در نیام به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در نیام بودند. اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تراکم ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع مشاهده نشد (جدول ۴).

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر وزن هزار دانه بود (جدول ۳). آبیاری باعث افزایش وزن هزار دانه گردید به‌گونه‌ای که تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار دیم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند. البته از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری در مرحله گل‌دهی و آبیاری در مرحله نیام‌دهی مشاهده نشد (جدول ۲). محدودیت رطوبت در زمان گل‌دهی و نیام‌بندی و پر شدن دانه موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه‌ها می‌شود. آبیاری تکمیلی محدودیت رطوبتی را تا حدودی مرتفع نمود و در نتیجه گلدهی بهبود یافت و دوره پر شدن دانه تا حدودی طولانی شد و مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها اختصاص یافت به‌گونه‌ای که آبیاری در مرحله گلدهی و نیام‌دهی باعث افزایش وزن هزار دانه شد. که با نتایج Fallah *et al,* (2005) مطابقت دارند، آنها در مطالعات خود روی گیاه نخود نشان دادند که وجود رطوبت در محیط باعث می‌شود که ریشه‌ها بتوانند آب و عناصر غذایی بیشتری را جذب کرده و به تجمع ماده خشک بیشتر به‌ویژه در دانه‌ها ادامه دهند. Talei & Sayadian (2000) نشان دادند که آبیاری تکمیلی بر وزن هزار دانه اثرات معنی‌داری داشته است و هر چه آبیاری در مراحل آخر رشد انجام گرفته است موجب افزایش بیشتر عملکرد دانه و وزن هزار دانه شده است. با توجه به اینکه آبیاری در زمان گلدهی و نیام‌بندی صورت گرفت. به‌عبارت دیگر وجود رطوبت در محیط باعث می‌شود که ریشه‌ها بتوانند آب و عناصر غذایی بیشتری را جذب کرده و به تجمع ماده خشک بیشتر به‌ویژه در دانه‌ها ادامه دهند (Fallah *et al*., 2005). محققان معتقدند که گیاه نخود در مرحله گلدهی و اوایل تشکیل غلاف نسبت به تنش رطوبت بسیار حساس است و هر گونه تنش رطوبت در این مرحله سبب عقیم شدن گل‌ها و عدم تکامل بذرها می‌شود که نهایتاً وزن هزار دانه، شاخص برداشت و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Rezaeyan Zadeh *et al*., 2011).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۵٪ بر وزن هزاردانه می‌باشد (جدول ۳). تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین وزن هزار دانه ۲۲۳/۳ گرم و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین وزن هزار دانه ۱۸۳/۴ گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که تراکم کمتر از طریق کاهش رقابت بر آب و عناصر غذایی و فراهم بودن آنها و همچنین وجود نور کافی و تأثیر بر روی فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی منجر به افزایش وزن هزار دانه شده به‌گونه‌ای که دانه‌ها در تراکم ۲۰بوته در متر مربع بزرگتر و وزن بیشتری نسبت به تراکم ۵۰ بوته در متر مربع داشتند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری تکمیلی و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 5. Interaction effect between supplementary irrigation and plant on yield and its components of chickpea

اثر متقابل Interaction effect		ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant Height (cm)	تعداد شاخه اصلی The number of main branch	تعداد شاخه فرعی The number of sub branch	تعداد نیام در بوته The number of pod per plant	تعداد دانه در نیام The number of grain per pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight	میزان پروتئین دانه (درصد) Poreitin content (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
دیم Check	20	20.3e	1.67def	4.23c	10.3defg	1.13c	152.3f	24.3ab	488f	1346g	36.59c
	30	22.3d	1.56ef	3.93cd	9.6efg	1.3bc	139.6fg	24.16b	589ef	1711fg	34.41cd
	40	28cd	1.77def	3.76d	8.3fg	1.65b	152f	25.43a	639ef	1701g	38.32bc
	50	29cd	1.17f	3.46de	7g	1.93a	127g	23.73b	736e	2154ef	34.21cd
آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation at flowering stage	20	32c	3.71a	7.83a	18.6a	1.03d	258.6a	20.23def	1022d	2309d	43.81ab
	30	36b	2.56bc	8.13a	17.6ab	1.19c	240.3c	19.76efg	1247d	2538de	48.56a
	40	38b	2.19bcde	6.13ab	14.6abcd	1.7a	232.2b	18.9g	1739b	3647b	47.87a
	50	45a	1.88cde	5.86b	13.6bcde	1.89a	232b	19.4fg	2006a	4217a	47.59a
آبیاری در مرحله نیام‌دهی Irrigation at podding stage	20	27cd	2.85b	7.7a	19.3a	0.83e	259a	20.5cdef	1107d	2547de	43.72ab
	30	23d	2.34bcd	5.9b	17.6ab	1.02d	228bc	21.7c	1170d	2759cd	42.45b
	40	34bc	2.27bcde	4.56bc	15.3abc	1.17c	205d	21cde	1498c	3232b	46.79a
	50	39b	2.08cde	4.93bc	13.3cdef	1.7b	191e	21.23cd	1617bc	3207bc	50.67a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵ در هزار اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

معمولاً افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد کل دانه می‌شود ولی بر روی تک بوته نتیجه عکس می‌دهد یعنی میزان نیام در بوته، اندازه بذر، وزن دانه و شاخص برداشت کاهش پیدا می‌کند (Silim & Saxena, 1993).

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد دانه بود (جدول ۳). تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین ۱۵۰۴ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد دانه و تیمار دیم با میانگین ۶۱۳ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد دانه بود. تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی از نظر عملکرد حد واسط تیمار دیم و آبیاری در مرحله گلدهی بود (جدول ۴). بالا بودن عملکرد دانه در تیمار آبیاری در مرحله گلدهی نخود گویای نیاز رطوبتی این گیاه زراعی برای دستیابی به پتانسیل تولید است. Gupta & Agrawal (1977) مشاهده کردند در هندوستان آبیاری تکمیلی در اوایل دوره رشد رویشی در خاک سبک با ظرفیت کم نگهداری آب، یا در اواخر رشد رویشی و اوایل مرحله پر شدن نیام‌ها در خاک عمیق، عملکرد نخود را افزایش داده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه بود (جدول ۳). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱۴۵۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین ۸۷۲ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه بودند. البته از نظر آماری بین تیمارهای ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمارهای ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع هم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل افزایش تعداد دانه در بوته به‌خاطر افزایش تعداد دانه در نیام میزان عملکرد دانه افزایش یافته است. افزایش تراکم کاشت از ۲۰ بوته در مترمربع به ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب سبب افزایش ۱۴/۵ درصدی عملکرد دانه نخود در واحد سطح شد. افزایش تراکم کاشت از ۴۰ به ۵۰ بوته در مترمربع افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نخود را در پی نداشت؛ چنین افزایش تراکمی فقط موجب افزایش ۱۲ درصدی عملکرد دانه نخود شد (جدول ۴). از این رو به‌نظر می‌رسد افزایش تراکم کاشت نخود فراتر از ۵۰ بوته در مترمربع صرفه اقتصادی چندانی در پی نداشته باشد. در این ارتباط Mousavi *et al*, (2009) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند، آنها نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۶۶ بوته در متر مربع به‌دست آمد، اما با تراکم ۵۴ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشت.

Lopez-Billido *et al*, (2008). طی آزمایشی گزارش کردند افزایش تراکم گیاهی از طریق کاهش فاصله ردیف‌ها عملکرد نخود زمستانه را افزایش داده است. Yadav & Singh (1989) طی آزمایشی بر روی نخود زراعی با فاصله ردیف ثابت ۵۰ سانتی‌متر و تراکم‌های ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۵۵ بوته در متر مربع، روی خطوط اعمال نمودند و بالاترین عملکرد را از تراکم ۵۵ بوته در متر مربع به‌دست آوردند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه بود، به‌گونه‌ای که تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با عملکرد ۲۰۰۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد دانه بود (جدول ۵).

به‌طورکلی آبیاری تکمیلی و افزایش تراکم بوته بر عملکرد دانه افزود. در محیط دیم میزان اختلاف بین تراکم‌های مختلف کاشت بیشتر از محیط دیم با آبیاری تکمیلی بود و همین امر سبب پیدایش اثر متقابل بین تیمارهای آبیاری و تراکم‌های مختلف گیاهی شد. در محیط دیم میزان تنش رطوبتی بیشتر بوده و با افزایش تراکم حجم رویشی زیاد در واحد سطح باعث تلفات آب و درنتیجه کاهش عملکرد دانه به‌واسطه محدودیت رطوبتی می‌شود. اگرچه با افزایش تراکم بوته تعداد بوته در واحد سطح افزایش یافت اما در اثر تشدید رقابت عملکرد تک بوته‌ها با شدت بیشتری کاهش یافت، به‌طوری‌که مجموع کاهش عملکرد تک بوته‌ها بیشتر از افزایش عملکرد حاصل از زیاد شدن تعداد بوته در واحد سطح بود (Fallah *et al*., 2005). در آزمایش‌های Mousavi *et al*, (2009) آبیاری تکمیلی نسبت به تیمار دیم موجب افزایش عملکرد دانه به‌طور قابل توجهی شد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد (جدول ۳). آبیاری باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد. تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین عملکرد بیولوژیک ۳۱۷۸ کیلوگرم در هکتار و تیمار دیم با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۷۲۸ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک بودند، اما از نظر آماری بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). آبیاری

تکمیلی در زمان گلدهی و نیام‌دهی به‌دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک مؤثر بود. Pezeshkpour *et al,* (2005) در آزمایشی که در ایستگاه تحقیقاتی ساب چنگایی خرم‌آباد به‌منظور مطالعه اثرات آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود انجام دادند مشاهده کردند که تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله ۵۰ در هزار گلدهی دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک نسبت به سایر تیمارهای آبیاری تکمیلی بود. Singh & Saxena (1990) تعداد ۲۵ ژنوتیپ نخود را در سوریه در دو شرایط آبی و دیم مورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که با انجام آبیاری عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۳). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین عملکرد بیولوژیک ۳۱۹۳ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین عملکرد بیولوژیک ۲۰۶۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک بودند. از نظر آماری بین تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بین تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع هم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴) اثر متقابل آبیاری و تراکم بر عملکرد بیولوژیک هم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین عملکرد بیولوژیک ۴۲۱۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). سایر محققان نشان دادند که با افزایش تراکم بوته میزان شاخ و برگ در واحد سطح زیاد می‌شود که سطح تعرق‌کننده زیاد شده و با مصرف رطوبت خاک، تنش رطوبتی زودتر رخ می‌دهد که این امر باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (Fallah *et al.*, 2005). آنچه مشخص است آبیاری تکمیلی در زمان گلدهی و پر شدن غلاف‌های نخود به‌دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک مؤثر است.

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر شاخص برداشت بود (جدول ۱). تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار دیم به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین شاخص برداشت بودند اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی مشاهده نشد (جدول ۲). Singh & Saxena (1990) تعداد ۲۵ ژنوتیپ نخود را در سوریه در دو شرایط آبی و دیم مورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که با انجام آبیاری شاخص برداشت افزایش می‌یابد. در این پژوهش اثر تراکم بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

میزان پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر میزان پروتئین دانه بود (جدول ۳). تیمار دیم و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه بودند، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی مشاهده نشد (جدول ۴). میزان پروتئین گیاه صفتی است که تحت تأثیر ژنوتیپ رقم، غذاسازی گیاه، فراهمی عناصر غذایی و شرایط اقلیمی قرار می‌گیرد. هر عامل غذایی و اقلیمی که سبب شود دوره‌ی رشد گیاه و خصوصاً دوره‌ی پر شدن دانه‌ها کاهش یابد میزان پروتئین را افزایش می‌دهد. به‌طورکلی در شرایط تنش مانند گرما و خشکی برای افزایش مقاومت پروتئین و اسیدهای آمینه گیاه افزایش می‌یابد که پرولین معروف‌ترین اسید آمینه و پروتئین‌های Hsps (پروتئین‌های شوک گرمایی) می‌باشند و خنک شدن هوا و وفور آب با افزایش دوره‌ی دانه‌بندی نسبت تولید نشاسته به پروتئین را افزایش می‌دهد. اما خشکی و گرما نسبت پروتئین به نشاسته را افزایش می‌دهد. تأثیر تراکم بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار نبود. نتایج همچنین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر میزان پروتئین دانه بود (جدول ۳) به‌گونه‌ای که تیمار دیم و تراکم ۴۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین میزان پروتئین بود (جدول ۵). بالاتر بودن میزان پروتئین دانه در شرایط دیم نسبت به شرایط آبیاری تکمیلی می‌تواند مرتبط با کاهش دوره رشد و نمو در پلات‌های دیم باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدارت به پروتئین و در نتیجه افزایش میزان پروتئین در این پلات‌ها شده است، که با نتایج Jalilian *et al,* (2005) همخوانی دارد، آنها نیز بیان داشتند که کاهش طول دوره رشد و نمو در کرت‌های دیم موجب کاهش نسبت کربوهیدرات به پروتئین می‌گردد.

نتیجه‌گیری

درمجموع، نتایج این آزمایش نشان‌دهنده آن است که آبیاری تکمیلی بدون در نظر گرفتن مرحله کاربرد آن نسبت به عدم مصرف آبیاری تکمیلی، عملکرد دانه نخود را افزایش داد.

هرکدام از مراحل رشد از نظر واکنش به آب، از حساسیت زیادی برخوردار می‌باشد و می‌تواند به‌طور مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه تأثیرگذار باشد. آبیاری تکمیلی موجب افزایش تعداد نیام در بوته گردید زیرا از عقیمی گل‌ها جلوگیری کرد. افزایش تراکم بوته نیز موجب افزایش عملکرد و تعداد دانه در نیام گردید، اما همان‌طوری که مشاهده گردید بین تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

منابع

1. Beeh, D.F., and Leach, G.Y. 1989. Effect of plant density and raw spacing on the yield of chickpea grown on the daily downs. J. Agric. 29(2): 241-246.
2. Dahiya, S., Singh, M., and Singh, R.B. 1993. Economic and water use efficiency of chickpea as effected by genotypes, irrigation and fertilizer application. Crop Reasearch. Hisar 6: 532-534.
3. Doss, B.D., and Thulow, D.L. 1974. Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of tow soybean cultivars, Agron, J. 66: 620-623.
4. Fallah, S., Ehsanzadeh, P., and Daneshvar, M. 2005. Grain yield and yield components in three chickpea genotypes under dryland conditions with and without supplementary irrigation at different plant densities in Khorram-Abad, Lorestan. Iranain. J. Agric. Sci. 36(3): 719-731. (In Persian with English Summary).
5. Gandjali, A., Malekzadeh, S., and Bagheri, A.R. 2000. Effect of plant population density and planting pattern on trend of groth indices of vhicpea (*Cicer arientium* L.) in Neishabour region. Agric. Sci. Tech. 14(2): 33-41. (In Persian with English Summary).
6. Gholdani, M., and Rezvani Moghadam, P. 2007. Effect of different regime of moisture and sowing date on phonological taits and growth indices of three rainfed and irrigated chickpea cultivars. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14(1): 229-242. (In Persian with English Summary).
7. Gupta, P.K., and Agrawal, G.G. 1977. Consumptive use of water by gram and limsed. India. Agric. Sci. 47: 22-26.
8. Jalilian, J., Modarres Sanavy, S.A.M., and Sabaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and supplementary irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under dry land condition. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 12(5): 1-9. (In Persian with English Summary).
9. Kobota, T.J., Palta, A., and Turner, N.C. 1992. Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. Crop. Sci. 32: 1238-1242.
10. Lopez-Billido F.J., Lopez- Billido, R.J., Khalil, S.K., and Lopez-Billido, L. 2008. Effect of planting date on winter Kabuli Chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean condition. Agron. J. 100: 957-967.
11. Majnoon Hosseini, N., Mohammadi, H., Poustini, K., and Zeinaly Kh. 2003. Effect of plant density on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). Iranian, J. Agric. Sci. 34(4): 1011-1019. (In Persian with English Summary).
12. Malhorta, R.S., Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1997. Effect of irrigation on winter-sown chickpea in a Mediterranean environment. J. Agron. Crop Sci. 178: 237-243.
13. Mazaheri, M., and Chghakhor, A. 2011. Effect of plant density and row spacing on some morphological characteristics, yield and protein content of two chickpea (*Cicer arietinum* L.). Agron. Sci. 6: 97-107. (In Persian with English Summary).
14. Mohamad Negad, Y., and Soltani, A. 2003. The proportion of main stem and branches on yield of chickpea at various planting dates and densities. The first Congress on Pulses. Research Center for Plant Science Ferdowsi University of Mashhad. 257-259. (In Persian).
15. Mohamadi, Gh. Ghasem Ghozeani, K., Javanshir, K., and Moghadam, M. 2006. Effect of water limitation on grain yield of three chickpea cultivar. J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resource. 10(2): 109-119. (In Persian with English Summary).
16. 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. J Agron. Res. 7(2): 657-672. (In Persian with English Summary).
17. Mousavi, S.K., Pezeshkpoor, P., Khorgami, A., and Noori, M.N. 2010. Effects of supplemental irrigation and crop density on yield, and yield components of Kabuli chickpea cultivars. Iranian J. Agron Res. 7 (2): 657-672. (In Persian with English Summary).
18. Naseri, R., Fasihi, Kh., Hatami, A., and Nad. Poursiahbidi M.M. 2010. Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower *cv.* Sina under rainfed conditions. Iranian J. Crop Sci. 12(3): 227-238. (In Persian with English Summary).

19. Naseri, R., Siyadat, S.A., Soleymanifard, A., Soleymani, R., and Khosh Khabar, H. 2011. Effect of planting date and density on yield, yield components and protein content of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions in Ilam province. Iranian J of Pulses Res. 2(2): 7-18. (In Persian with English Summary).
20. Pezeshkpour, P., Daneshvar, M., and Ahmadi, A.R. 2005. Effect of plant density on Agronomic characteristics, SPAD reading as indicator and light influence bottom of the canopy in chickpea cultivers. The first Congress on Pulses. Research Center for Plant Science Ferdowsi University of Mashhad. 202-204. (In Persian).
21. Rezaeyan Zadeh, E., Parsa, M., Ganjali, A., and Nezami, A. 2011. Responses of yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) to supplementary irrigation in different phenology stages. Journal of Water and Soil 25: 1080-1095. (In Persian with English Summary).
22. Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool season food legumes. In: Breeding for Stress toleramce in Cool-Season Food Legumes. (Eds. Singh, K.B., and M.C. Saxena) John wiley & sons, New York, NY. PP. 3-14.
23. Saxena, N.P., Tohansen, C., Saxena, M.C., and Silim, S.N. 1993. Selection for drought and salinity tolerance in cool-season food legumes. In and M. C. saxena (eds). Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes. Johan Wiley and sons, chichestar, u.k.pp. 245-270.
24. Shbiri, S., Ghasem Ghozeani, K., Golchin, A., and Sabah, V. 2005. The effect f the rate of irrigation on morphology and grin yield of three chickpea cultivar. Agri. Sci. 16(2): 137-147. (In Persian with English Summary).
25. Siddigue, K.H.M., and Sedgley, R.H. 1985. The Effect of reduced branching on yield and water use of chickpea *(Cicer areitinum.* L*)* in the Mediterranean type of environment. Field.Crop Res. 12: 251-259.
26. Silim S.V., and Saxena, M.C. 1993. Adaptation of spring- sown the Mediterranean- earn basin. II. Factors in fluencing yield under drought. Field.Crop Res. 34: 137-146.
27. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1990. Studies on drought tolerance annual report. ICARDA. Aleppo, Syria. Accomplishments and future challenges in dry land soil fertility research in the Mediterranean area, ICARDA, Aleppo, Syria.
28. Talei, A., and Sayadian, K. 2000. Effect of supplementary irrigation and nutrition requirement of chichpea in dryland conditions Iranian J. Crop Sci. 2(3): 63-72. (In Persian with English Summary).
29. Tomar, R.K.S., Sharma, P. Yadav, L.N., and Sharma, P. 1999. Comparison of yield and economics of irrigated chickpea under improved and local management practices. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter. 6: 22-23.
30. Yadav, D.S., and Singh V.K. 1989. Effect of sowing dates and plant densities on the performance of kabali chiclpea genotypes. J. pulses Res. 2: 192-194.
31. Zaferanieh, M., Nezami, A., Parsa, M., Porsa, H., and Bagheri A. 2010. Evaluation of fall sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms under complementary irrigation in Mashhad condition: 2- Yield and yield components. Iranian J. Field Crop Res. 7(2): 483-492. (In Persian with English Summary).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 78-91

The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Sirvan region in Ilam province

Naseri[1*], R., Rahimi[2], M.J., Siyadat[3], S.A., & Mirzaei[4], A.

1. PhD. Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture. Ilam University, Iran
2. Department of Agriculture, Pyame Noor University, Tehran, Iran
3. Professor, Agriculture and Natural Resources, The University of Ramin, Ahvaz, Iran
4. Center of Agricultural Research and Natural Resources of Ilam, Iran

Received: 28 July 2013
Accepted: 13 July 2014

Abstract

In order to study the effect of supplementary irrigation and different plant densities on grain yield and yield components of chickpea *cv Hashem*, an experiment was conducted as split plot arrangement in a randomized complete block design with three replications in Sirvan, Ilam during 2008-2009 cropping season. Main plot included supplementary irrigation (check as non-irrigation, supplementary irrigation at flowering and podding stages) and subplot included plant density (20, 30, 40, 50 plant.m^{-2}). The results showed that supplementary irrigation had significant effect on plant height, number of sub branch, number of pod per plant, 1000-grain weight, protein content, grain yield and biological yield. The highest grain yield (1504 kg.ha^{-1}) was obtained from supplementary irrigation at flowering and the lowest grain yield (613 kg.ha^{-1}) Observed from check treatment respectively. Plant density had significant effect on studied traits expect protein content and harvest index. The highest grain yield was obtained from 50 plant.m^{-2} and the lowest obtained from 20 plant.m^{-2} respectively; but there was not significant difference between 40 and 50 plant.m^{-2}. Interaction effect of supplementary irrigation and plant density was significant on number of main branch, number of pod per plant, grain yield and biological yield. The highest grain yield (2006 kg.ha^{-1}) was obtained from supplementary irrigation at flowering stage and 50 plant.m^{-2} and the lowest grain yield (488 kg.ha^{-1}) observed from check treatment and 20 plant.m^{-2}, respectively.

Key words: Grain yield, Plant density, Supplementary irrigation

* **Corresponding Author:** rahim.naseri@gmail.com, Mobile: 09188410134

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۹۹-۹۲ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 92-99

مقایسهٔ روش فائو پنمن مانتیث و تشت تبخیر کلاس A با داده‌های لایسیمتری در برآورد تبخیر و تعرق گیاه نخود در منطقهٔ خرم‌آباد

کبری نامداریان[1*]، عبدعلی ناصری[2]، زهرا ایزدپناه[3]، عباس ملکی[4]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
۲- استاد دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
۳- استادیار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز
۴- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۱

چکیده

استان لرستان و منطقهٔ خرم‌آباد یکی از بزرگترین تولیدکننده‌های نخود در کشور می‌باشد. نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان استان لرستان است که نسبت به سایر گیاهان مشابه، سطح قابل توجهی را به‌خود اختصاص داده است. با این حال تاکنون پژوهشی برای برآورد نیاز آبی نخود به‌صورت دقیق در این منطقه انجام نشده است. پژوهش حاضر به‌منظور تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی نخود در مزرعه ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. بدین منظور از چهار لایسیمتر زهکش‌دار به قطر ۴۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر استفاده شد. داخل هر چهار لایسیمتر، گیاه نخود با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع کشت شد و سپس با استفاده از معادله بیلان آب تبخیر و تعرق محاسبه گشت. براساس نتایج به‌دست آمده میزان آب مورد نیاز نخود ۴۳۸ میلی‌متر برآورد گردید. در همین مدت تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از ۴ لایسیمتر محاسبه و این پارامتر ۵۵۴/۲ میلی‌متر برآورد گردید. همچنین با استفاده از روابط ارائه شده برای ضریب تشت و محاسبه نیاز آبی با این روش و در نهایت مقایسه آن با داده‌های لایسیمتری، رابطه‌ای که بهترین برآورد از تبخیر و تعرق واقعی نخود را دارد تعیین شد. در این خصوص از شاخص‌های آماری RMSE، MBE، MAE و R^2 استفاده شد و به‌کمک آن‌ها، روش فائو با مقدار خطای RMSE، ۰/۱۷۴ و وضعیت مناسب سایر شاخص‌های آماری به‌عنوان روش بهینه و روش اشنایدر اصلاح شده در رتبه دوم دقت قرار گرفت. استفاده از روش فائو پنمن مانتیث در محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در این منطقه ۴/۸ درصد برآورد کمتری نسبت به مقادیر لایسیمتری دارد.

واژه‌های کلیدی: ضریب تشت، ضریب گیاهی، نخود، نیاز آبی

مقدمه

یکی از پیش‌نیازهای اساسی بهبود مدیریت مصرف آب در مزرعه، تخمین دقیق میزان آب مصرفی گیاه است. از آن‌جایی‌که محاسبه تبخیر تعرق برای انواع پوشش گیاهی امری بسیار مشکل است، در ابتدا تبخیر و تعرق مرجع محاسبه و سپس با استفاده از آن تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر برآورد می‌گردد. یکی از روش‌های موجود برای تعیین تبخیر و تعرق گیاهان استفاده از لایسیمتر است. تعیین ضریب گیاهی به‌صورت کاشت گیاه مرجع (چمن) و گیاه اصلی همواره، مورد تأکید پژوهشگران بوده است درحالی‌که، این مسئله از نظر اقتصادی پرهزینه و از نظر زمانی وقت‌گیر است؛ زیرا باید با کاشت همزمان گیاه مرجع و گیاه اصلی در لایسیمتر، ضریب گیاهی طی مراحل مختلف رشد تعیین شود. تبخیر از تشت تبخیر نیز می‌تواند به‌عنوان شاخصی مناسب، برای برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع و درنهایت گیاه اصلی قلمداد شود. به‌منظور تعیین تبخیر و تعرق استاندارد گیاه چغندرقند آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان انجام شد. میزان تبخیر و تعرق در شرایط استاندارد با لایسیمتر و به روش بیلان آبی اندازه‌گیری شد. میانگین نسبت تبخیر و تعرق چغندرقند به تبخیر از تشت کلاس A در طول فصل رشد ۰/۷۹ محاسبه شد (Panahi *et al.*, 2006). همچنین با استفاده از داده‌های تشت تبخیر ایستگاه هواشناسی گرگان، مقادیر تبخیر و تعرق

* **نویسنده مسئول:** خرم آباد، انتهای بلوار ولیعصر، خیابان زاگرس، کوچه زاگرس۹
تلفن: ۰۶۶۱-۳۲۲۴۹۴۶؛ namdark63@yahoo.com

مرجع محاسبه و نتایج آن با مقادیر تبخیر و تعرق مرجع روش استاندارد مقایسه شد. در این تحقیق با استفاده از معادله‌های گوناگون نظیر کونیکا، آلن پروت، اشنایدر، اشنایدر اصلاح شده و اورنگ مقادیر ضریب تشت محاسبه و پس از ضرب در داده‌های روزانه تبخیر از تشت، مقادیر تبخیر و تعرق مرجع روزانه برآورد گردید. بررسی‌های رگرسیونی و آماری نشان داد که از روش‌های اورنگ و اشنایدر اصلاح شده برای برآورد مقادیر تبخیر و تعرق مرجع روزانه و از روش‌های کونیکا و اشنایدر اصلاح شده و آلن پروت برای تخمین مقادیر تبخیر و تعرق مرجع، ۱۰ روزه و از روش‌های اشنایدر اصلاح شده و کونیکا برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع ماهانه در منطقه مطالعاتی و سایر مناطقی که دارای این اقلیم هستند، می‌توان استفاده نمود (Sharifan & Ghahraman, 2006). برای تعیین تبخیر تعرق سطح مرجع در مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی در منطقه ولنجک تهران از یک دستگاه میکرولایسیمتر و نوعی تشت تبخیر به نام Reduced Pan در داخل گلخانه و یک تشت تبخیر کلاس A در خارج گلخانه استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان تبخیر و تعرق سطح مرجع اندازه‌گیری شده توسط میکرولایسیمتر به‌ترتیب برابر ۶۲/۲ و ۴۵/۶ درصد تبخیر از تشت کلاس A و تشت تبخیر داخل گلخانه بوده است. ضریب همبستگی بین داده‌های میکرولایسیمتر با تشت تبخیر کلاس A و تشت تبخیر داخل گلخانه به‌ترتیب برابر ۰/۷۲ و ۰/۸۳ بود (Shahabifar *et al.*, 2007). با توجه به سابقه دیرینه کشت نخود در استان لرستان و خرم‌آباد و مصرف بالای آن هنوز مطالعه خاصی در مورد نیاز آبی آن در این منطقه انجام نشده است. در این مطالعه تبخیر و تعرق گیاه نخود براساس اطلاعات اقلیمی به روش تشت تبخیر و روش فائو پنمن مانتیث در مقایسه با مقادیر تبخیر و تعرق لایسیمتر برآورد شد. برای این منظور ضریب تشت از مدل‌های مختلف محاسبه و در مقادیر تبخیر از تشت اعمال شد. مقادیر تبخیر و تعرق مرجع به‌دست آمده از تشت تبخیر با ضرب شدن در ضریب گیاهی با مقادیر تبخیر و تعرق محاسبه شده از روش لایسیمتری با هم مقایسه شدند. براساس محاسبات آماری و کمترین خطای به‌دست آمده ضریب تشت مناسب برای منطقه پیشنهاد شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان واقع در شهرستان خرم‌آباد با ارتفاع ۱۱۴۸ متر از سطح دریا در مختصات جغرافیایی طول ۴۸ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی انجام شد. این منطقه براساس طبقه‌بندی اقلیمی آمبروژه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. در این تحقیق پارامترهای هواشناسی مورد نیاز شامل دمای بیشینه و کمینه، رطوبت نسبی بیشینه و کمینه، میزان بارندگی، سرعت باد، ساعات آفتابی و سایر پارامترهای مورد نیاز اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها در سازمان هواشناسی خرم‌آباد در مجاورت دانشکده کشاورزی که ایستگاه سینوپتیک اصلی در منطقه است و در بازه زمانی آغاز اسفند ماه ۱۳۹۱ تا پایان خرداد ماه ۱۳۹۲ انجام شد. میانگین پارامترهای مذکور از ۲۶ اسفند ماه تا پایان خرداد ماه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین پارامترهای هواشناسی در طول انجام پژوهش

Table 1. Average climatic parameters during the study

سال Year	ماه Month		بارندگی P (mm)	تابش R (hr)	سرعت باد U_2 (m.s^{-1})	رطوبت نسبی RH (%)	متوسط درجه حرارت T (°C)
1391	Mar	اسفند	0.94	6.38	6.57	54.38	10.75
1392	Apr	فروردین	0.98	8.66	6.37	48.53	14.52
1392	May	اردیبهشت	3.38	7.39	7.10	53.35	16.87
1392	Jun	خرداد	0.01	11.29	6.50	27.75	23.98

در این پژوهش از چهار دستگاه میکرولایسیمتر زهکش‌دار به قطر ۴۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و از جنس پلی‌اتیلن استفاده شد. در ۲۶ اسفند ماه سال ۱۳۹۱ بذر نخود با تراکم ۵۰ بوته در متر مکعب در داخل لایسیمترها کشت شد. به‌منظور سهولت در زهکشی، از کف لایسیمترها تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر شن درشت ریخته شد و بقیه حجم آن ها توسط خاک مزرعه همراه با کود حیوانی پوسیده پر گردید. برای یکسان‌سازی شرایط رشد گیاه در داخل لایسیمتر با محیط، لایسیمترها در داخل مزرعه با کشت یکسان قرار داده شدند. در طول فصل رشد، برای تأمین کامل نیازهای غذایی گیاه و افزایش حاصلخیزی خاک، از کودهای ازت، پتاس و فسفات به‌ترتیب به‌میزان ۱۷۷، ۸۸ و ۸۸ کیلوگرم در هکتار استفاده

شد. طی انجام آزمایش، آب اضافی موجود در لایسیمترها از طریق لوله زهکش تخلیه و با استفاده از ظروف مدرج اندازه‌گیری شد. بافت خاک موجود با آزمایش هیدرومتری سیلت‌لومی تشخیص داده شد. میزان رطوبت خاک با استفاده از صفحه‌های فشاری در سه عمق ۲۰، ۴۵ و ۶۵ سانتی‌متری در نقطه زراعی به‌ترتیب ۲۹، ۲۸/۱۸ و ۲۲/۷۹ و در نقطه پژمردگی به‌ترتیب ۱۷/۷، ۲۰/۲۲ و ۱۹/۸ درصد جرمی اندازه‌گیری شد. جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۲۸۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب تعیین شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 2. Physical and chemical characteristics of the soil

عمق (cm)	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	درصد آهک T.N.V	درصد کربن آلی O.C	فسفر قابل جذب P (ppm)	پتاسیم قابل جذب K (ppm)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)
0-60	0.95	7.5	37.1	0.53	3.3	330	15.20	54.56	30.20

زمان و حجم آبیاری در این تحقیق به‌گونه‌ای تنظیم شد که رطوبت خاک از ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) کمتر نگردد تا گیاه با تنش رطوبتی مواجه نشود بدین منظور بایستی رطوبت خاک قبل از آبیاری تعیین شده و با محاسبه اختلاف این میزان و حد ظرفیت زراعی، حجم آب آبیاری تعیین شود. از آنجا که لایسیمتر یک محیط کنترل شده و قابل زهکشی است، همواره حجمی بیش از این میزان در نظر گرفته شد تا حداکثر ۱۰ درصد زه‌آب ایجاد شود. میزان رطوبت خاک قبل از آبیاری با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج (IDRG) توسط نصب حسگر در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد.

تبخیر و تعرق گیاه مرجع از مدل فائو پنمن مانتیث به‌عنوان مدل استاندارد و روش تشت تبخیر کلاس A به‌دلیل دسترسی آسان به داده‌های مورد نیاز طبق روابط (۱) و (۲) برآورد شد.

$$ET_0 = \frac{0.408\,(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+237} U_2\,(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma\,(1 + 0.34\,U_2)} \qquad (۱)$$

$$ET_0 = K_p \times E_{pan} \qquad (۲)$$

که در آن‌ها ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع چمن ($mm.d^{-1}$)، R_n تابش خالص در سطح تبخیر و تعرق ($MJ.d^{-1}m^{-2}$)، G شار حرارتی خاک ($MJ.d^{-1}m^{-2}$)، $\bar{T}$ متوسط درجه حرارت هوا (°C)، e_s فشار بخار اشباع (kPa)، e_a فشار بخار واقعی (kPa)، $(e_s - e_a)$ کمبود فشار بخار اشباع (kPa)، Δ شیب منحنی فشار بخار در مقابل درجه حرارت ($kPa°C^{-1}$)، γ ثابت سایکرومتریک ($kPa°C^{-1}$)، U_2 سرعت باد در ارتفاع ۲ متری ($m.s^{-1}$) و K_p ضریب تشت (بدون بعد) است. در این مطالعه، برای تعیین ضریب تشت از روابط کونیکا (رابطه ۳)، آلن و پروت (رابطه ۴)، اشنایدر (رابطه ۵)، اشنایدر اصلاح شده (رابطه ۶)، اورنگ (رابطه ۷) و فائو (رابطه ۸) استفاده شد.

$$K_p = 0.475 - (2.4 \times 10^{-4} \times U) + (5.16 \times 10^{-3} \times RH) + (1.18 \times 10^{-3} \times F) - (1.6 \times 10^{-5} \times RH) - (1.01 \times 10^{-6} \times F^2) - (8 \times 10^{-9} \times RH^2 \times U) - (1 \times 10^{-8} \times RH^2 \times F) \qquad (۳)$$

$$K_p = 0.108 - (3.31 \times 10^{-4} \times U) + (0.0422 \times Ln\,(F)) + (0.1434 \times Ln(RH)) - (6.31 \times 10^{-4} \times [Ln(F)]^2 \times Ln(RH)) \qquad (۴)$$

$$K_p = 0.482 - (3.76 \times 10^{-4} \times U) + (0.024 \times Ln\,(F)) + (0.0045 \times RH) \qquad (۵)$$

$$K_p = 0.5321 - (3 \times 10^{-4} \times U) + (0.0249 \times Ln\,(F)) + (0.0025 \times RH) \qquad (۶)$$

$$K_p = 0.51206 - (3.21 \times 10^{-4} \times U) + (0.031886 \times Ln\,(F)) + (0.00288945 \times RH) - (1.07 \times 10^{-4} \times RH \times Ln\,(F)) \qquad (۷)$$

$$K_p = 0.61 + 0.00341\,RH_{mean} - (0.000162 \times U \times RH_{mean}) - (0.00000959 \times U \times F) + (0.00327 \times U \times Ln\,(F)) - (0.00289 \times U \times Ln\,(86.4U)) - (0.0106 \times Ln\,(86.4U) \times Ln\,(F)) + (0.00063 \times [Ln(F)]^2 \times Ln(86.4U)) \qquad (۸)$$

که در آن‌ها K_p ضریب تشت، U سرعت باد برحسب ($km.d^{-1}$) (در رابطه فائو $m.s^{-1}$)، RH رطوبت نسبی برحسب درصد، F فاصله سبزینگی از جهتی که باد به سمت تشت می‌وزد (m).

تمامی اطلاعات مربوط به روابط فوق از ایستگاه هواشناسی مذکور به‌دست آمد و در معادلات فوق جاگذاری شد. در کل هفت سری داده شامل یک سری داده تبخیر و تعرق گیاه مرجع از روش فائو پنمن مانتیث و شش سری داده تبخیر و تعرق از روش تشت تبخیر کلاس A حاصل شد. از بین روابط ضریب تشت، رابطه‌ای مناسب است که پس از اعمال در مقادیر تبخیر از تشت کمترین اختلاف را با ET_0 به‌دست آمده از لایسیمتر داشته باشد. میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه نخود یا ET_C از داده‌های لایسیمتری به‌دست آمد. مقدار ضریب

گیاهی در هر مرحله از رشد با تقسیم میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه بر تبخیر و تعرق مرجع که با استفاده از لایسیمتر محاسبه شده بود، به‌دست آمد. با ضرب کردن ضریب گیاهی در ET_0 به‌دست آمده در روابط بالا برای تشت کلاس A و روش فائو پنمن مانتیث مقدار تبخیر و تعرق گیاه نخود محاسبه شد. از داده‌های لایسیمتری به‌عنوان داده‌های مرجع جهت مقایسه استفاده شد. به‌عبارت دیگر، کلیه‌ی مقایسه‌ها براساس مقادیر لایسیمتری و معیارهای خطا بود. برای این منظور از برخی معیارهای آماری مانند ضریب همبستگی[1] (R^2)، جذر میانگین مربعات خطا[2] (RMSE)، میانگین خطای متوسط[3] (MBE) و میانگین خطای مطلق[4] (MAE) به شکل زیر استفاده شد.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i-\bar{O})(P_i-\bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(O_i-\bar{O})^2(P_i-\bar{P})^2}} \quad (۹)$$

$$\mathrm{RMSE} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i-O_i)^2}{n} \quad (۱۰)$$

$$\mathrm{MBE} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i-O_i)}{n} \quad (۱۱)$$

$$\mathrm{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|P_i - O_i| \quad (۱۲)$$

که در آن P_i مقدار برآورد شده، O_i مقدار مشاهده شده، $\bar{O}$ میانگین مقادیر مشاهده شده، $\bar{P}$ میانگین مقادیر برآورد شده و n تعداد داده‌هاست.

نتایج و بحث

در ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد میزان تبخیر از تشت تا ۱۳ فروردین ثبت نمی‌شود، لذا از ۱۳ فروردین ضریب تشت با استفاده از معادلات برای هر روز در دوره رشد نخود محاسبه شد (شکل۱) و متوسط ماهانه آن نیز برای دوره رشد نخود در روزهایی که قرائت از تشت تبخیر صورت گرفته در جدول ۳ ارائه شده است. دوره رشد نخود در خرم‌آباد، بسته به شرایط آب و هوایی از اواخر اسفند تا اوایل تیر ماه می‌باشد. در این پژوهش دوره رشد با توجه به شرایط مساعد آب و هوایی و پوشش گیاهی، از ۲۶ اسفند ماه ۹۱ تا پایان خرداد ماه ۹۲ تعیین شد.

در جدول ۴ نیاز آبی و ضریب گیاهی ۱۰ روزه نخود برای هرکدام از لایسیمترها و متوسط ۴ لایسیمتر ارائه شده است. دور آبیاری با توجه به اندازه‌گیری روزانه‌ی رطوبت خاک، دو الی سه روزه در نظر گرفته شد تا هیچ تنش رطوبتی به گیاه وارد نشود. در محاسبه ضریب گیاهی ۱۰ روزه از روش میانگین‌گیری استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که حداکثر و حداقل متوسط نیاز آبی ۱۰ روزه گیاه به‌ترتیب ۸۰/۴ و ۱۹/۴ میلی‌متر در ۱۰ روز می‌باشد. براساس نتایج بیلان آب خاک به‌دست آمده در این دوره، مقدار تبخیر و تعرق واقعی سالانه گیاه نخود در سال ۹۲-۱۳۹۱، ۴۳۸ میلی‌متر و میزان تبخیر و تعرق مرجع محاسبه شده در این مدت ۵۵۴/۲ میلی‌متر به‌دست آمد.

میانگین ضریب گیاهی در این مدت برای مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب ۰/۴۸۸، ۰/۹۵۵، ۱/۰۸۳ و ۰/۳۷ به‌دست آمد. حداکثر مقدار ضریب گیاهی در دوره میانی که فعالیت بیولوژیک گیاه در حد اعلای خود است اتفاق افتاد و این پارامتر در دوره پایانی به کمترین مقدار خود افول می‌کند. برای گیاه نخود، سازمان FAO با تقسیم طول رشد این گیاه به سه مرحله ابتدایی، میانی و انتهایی این مقادیر را برای اقلیم نیمه‌خشک به‌ترتیب ۰/۴، ۱ و ۰/۳۵ ارائه کرده است (Vaziri *et al.*, 2008). همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر به‌دست آمده نزدیک به مقادیر پیشنهاد شده از سوی سازمان FAO می‌باشد. در شکل ۲ روند کلی تغییرات ضریب گیاهی نخود در سال ۹۲-۱۳۹۱ نشان داده شده است.

نیاز آبی گیاه نخود در این پژوهش ۴۳۸ میلی‌متر برآورد شد که با نتایج کومار و همکاران (۲۰۱۰) و سینگ و همکاران (۲۰۱۱) برای گیاه نخود در منطقه تارای از اوتارخاند هند که منطقه‌ای با اقلیم مشابه است هم‌خوانی دارد. این محققان نیاز آبی را در این منطقه ۴۱۶/۵ و ۴۷۵/۶ میلی‌متر برآورد کردند.

نتایج حاصل از محاسبات آماری مقایسه تبخیر و تعرق محاسبه شده با استفاده از معادله فائو پنمن مانتیث و تشت تبخیر با استفاده از ضرایب مختلف و مقایسه آن‌ها با داده‌های لایسیمتری در جدول ۵ آورده شده است.

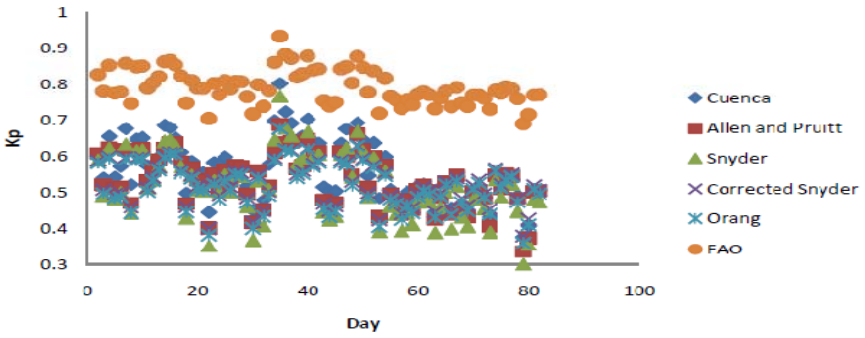
جدول ۵ نشان می‌دهد که استفاده از معادله فائو پنمن مانتیث در برآورد میزان تبخیر و تعرق خطای RMSE کمتری نسبت به استفاده از تشت تبخیر دارد. استفاده از روش فائو پنمن مانتیث در محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در این منطقه ۴/۸ درصد برآورد کمتری نسبت به مقادیر لایسیمتری دارد. نتایج روش فائو در مقایسه با روش‌های دیگر کمترین RMSE را دارد و مقادیر ضریب همبستگی (r) و میانگین خطای متوسط (MBE) و میانگین قدر مطلق خطا (MAE) آن نیز از وضعیت مناسبی برخوردار است. ضریب اشنایدر اصلاح شده از این لحاظ در رتبه دوم دقت قرار گرفته است که با نتایج یزدانی و همکاران (۲۰۱۱) برای منطقه آمل و نتایج شریفان و قهرمان (۲۰۰۶) برای منطقه گرگان هم‌خوانی دارد.

[1] Correlation coefficient
[2] Root mean square error
[3] Mean bias error
[4] Mean absolute error

جدول ۳- ضریب تشت در دوره رشد گیاه نخود

Table 3. Pan coefficient in pea growth during the study

کونیکا Cuenca	آلن و پروت Allen & Pruitt	اشنایدر Snyder	اشنایدر اصلاح شده Corrected Snyder	اورنگ Orang	فائو FAO	ماه Month	
0.60	0.57	0.55	0.55	0.54	0.81	فروردین	Apr
0.60	0.56	0.55	0.54	0.53	0.81	اردیبهشت	May
0.49	0.48	0.45	0.49	0.48	0.76	خرداد	Jun



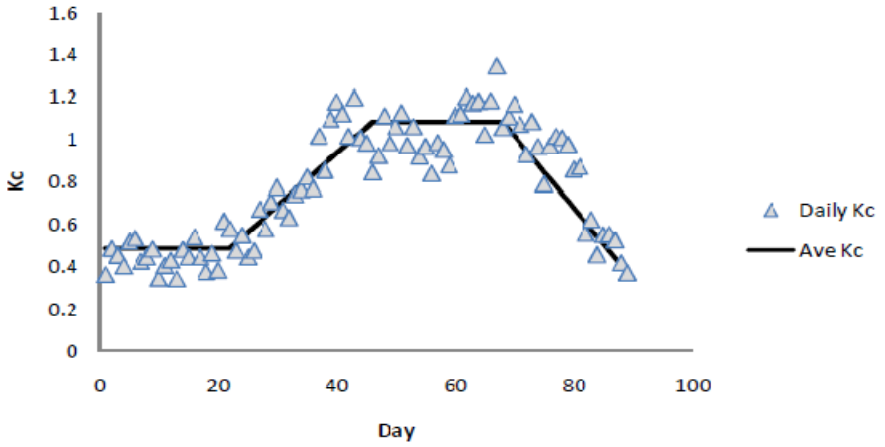
شکل ۱- ضرایب تشت مختلف شامل کونیکا، آلن و پروت، اشنایدر، اشنایدر اصلاح شده، اورنگ و فائو

Fig. 1. Pan coefficient calculated Cuenca, Allen & Pruitt, Snyder, Corrected Snyder, Orang, FAO

جدول ۴- نیاز آبی و ضریب گیاهی نخود در دوره های ده روزه

Table 4. 10 day water requirement and crop coefficient Peas (mm)

Ave		Lysimeter4		Lysimeter3		Lysimeter2		Lysimeter1		ET0 (mm)	10 Day
Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)	Kc	Etc (mm)		
0.45	19.4	0.45	19.6	0.45	19.6	0.55	23.9	0.34	14.7	43.6	1
0.43	24.2	0.45	25.0	0.43	24.2	0.49	27.7	0.35	19.8	56.0	2
0.59	29.7	0.70	34.9	0.70	34.9	1.02	51.4	0.37	19.0	50.5	3
0.86	46.3	0.97	52.4	0.97	52.4	1.17	63.1	0.47	25.4	54.1	4
1.03	55.3	1.13	60.8	1.07	57.5	0.99	53.3	0.74	40.1	53.9	5
0.98	58.1	1.03	60.6	0.6	35.5	1.13	66.8	0.93	55.1	59.1	6
1.16	76.4	1.19	78.8	1.11	73.5	1.04	68.8	1.19	78.7	66.0	7
0.97	80.4	0.89	73.5	0.88	72.8	0.94	78.0	1.07	88.7	82.9	8
0.55	48.2	0.46	40.5	0.51	44.6	0.57	50.3	0.74	65.3	87.9	9
	438.0		446.1		415.0		483.2		406.8	554.2	SUM



شکل ۲- نمودار ضریب گیاهی روزانه نخود

Fig. 2. Diagram of daily crop coefficient for Peas

جدول ۵- مقایسه آماری شاخص‌های آماری مقادیر ضرایب تشتک

Table 5. Comparison of statistical indicators calculated values of the coefficients pan

اشنایدر Snyder	کونیکا Cuenca	آلن‌پروت Allen & Pruitt	اورنگ Orang	اشنایدر اصلاح شده Corrected Snyder	فائو FAO	معادله فائوپنمن مانتیث FAO-Penman-Monteith	
0.620	0.629	0.642	0.652	0.654	0.654	0.672	**R**
0.192	0.186	0.186	0.185	0.183	0.174	0.142	**RMSE**
0.043	-0.006	0.028	0.148	0.045	0.012	-0.098	**MBE**
0.152	0.143	0.137	0.145	0.143	0.134	0.098	**MAE**

جدول ۶- مقایسه ضرایب معادله رگرسیونی ضرایب تشت

Table 6. Comparison of different pan coefficients using regression plot

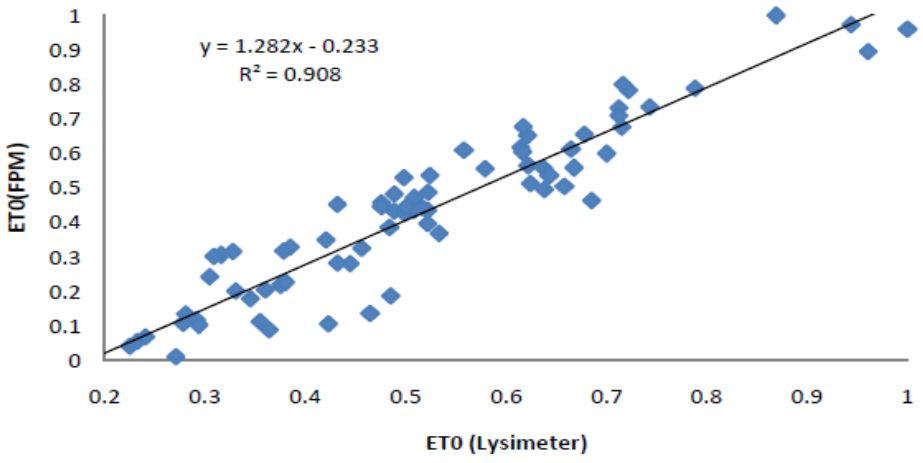
اشنایدر Snyder	آلن‌پروت Allen & Pruitt	کونیکا Cuenca	اورنگ Orang	اشنایدر اصلاح شده Corrected Snyder	فائو FAO	معادله فائوپنمن مانتیث FAO-Penman-Monteith	
0.647	0.703	0.708	0.723	0.738	0.825	1.274	a
0.213	0.171	0.135	0.184	0.171	0.096	-0.230	b
0.376	0.415	0.412	0.442	0.452	0.504	0.904	R^2

بدیهی است که هرچه RMSE کوچک‌تر باشد، برآورد به‌دست آمده دقیق‌تر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع با روش تشت تبخیر در منطقه مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود از ضریب فائو استفاده شود.

علاوه بر معیارهای آماری ذکر شده، با ترسیم نتایج در نمودار رگرسیونی مطابق مدل خطی ($ET_{(model)}$ = a + b ET_{lys}) نیز مناسب بودن عملکرد معادلات ارزیابی گردید. نزدیک بودن ضریب a (عرض از مبدأ) به صفر و ضریب b (شیب خط) به یک، نشان‌دهنده مطلوبیت معادله است (Zare Abyaneh *et al.*, 2010). نتایج استفاده از این روش در جدول ۶ ارائه شده است.

شکل ۳ تغییرات تبخیر و تعرق گیاه نخود با استفاده از معادله فائو پنمن مانتیث نسبت به داده‌های لایسیمتری را نشان می‌دهد.

چنانچه دیده می‌شود در این روش مقایسه هم، همچنان ضریب فائو و اشنایدر اصلاح شده با بیشترین شیب خط و کوچک‌ترین عرض از مبدأ دارای بالاترین دقت می‌باشند. البته از این حیث استفاده از معادله فائو پنمن مانتیث خطای کمتری نسبت به تشت تبخیر دارد.



شکل ۳- رابطه بین تبخیر و تعرق مشاهده‌ای و محاسبه شده با استفاده از معادله پنمن مانتیث فائو

Fig. 3. Relationship between observed and calculated evapotranspiration by the equation FPM

نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که از روش تشت تبخیر به‌عنوان یک روش ساده و ارزان می‌توان برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع در منطقه مورد مطالعه با دقت قابل قبولی استفاده کرد. نتایج به‌دست آمده با نتایج سبزی‌پرور و همکاران (۲۰۱۰)، یزدانی و همکاران (۲۰۱۱)، طبری و همکاران (۲۰۱۳) و بیات‌ورکشی و زارع‌ابیانه (۲۰۱۴) که استفاده از تشت تبخیر را برای تخمین تبخیر و تعرق در مناطق نیمه‌خشک ایران مناسب دانستند مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به ارزش غذایی نخود و اهمیت اقتصادی آن در منطقه مورد مطالعه، پژوهشی برای تعیین نیاز آبی و انتخاب روش مناسب تخمین تبخیر و تعرق گیاه نخود انجام شد. تبخیر و تعرق با اندازه‌گیری مستقیم (لایسیمتر) و یا به‌طور غیر مستقیم (معادلات تجربی) برآورد می‌شود. در شرایط عدم دسترسی به داده‌های دقیق لایسیمتری می‌توان از روش فائو پنمن مانتیث به‌عنوان روش استاندارد و روش تشت تبخیر برای برآورد میزان تبخیر و تعرق گیاه استفاده کرد. با بررسی نتایج لایسیمتری، تبخیر و تعرق گیاه نخود در دوره رشد خود ۴۸۳ میلی‌متر و میزان تبخیر تعرق مرجع محاسبه شده در این مدت ۵۵۴/۲ میلی‌متر به‌دست آمد. مقایسه‌ی روش‌های برآورد تبخیر و تعرق گیاه نخود نشان داد با تخمین تبخیر و تعرق گیاه مرجع از روش تشت تبخیر و اعمال ضریب گیاهی، نتایج به مقادیر واقعی نزدیک است. در بین روش‌های مختلف برآورد ضریب تشت نیز، رابطه فائو مناسب‌تر از دیگر روش‌ها ارزیابی شد. استفاده از روش فائو پنمن مانتیث در محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در این منطقه ۴/۸ درصد برآورد کمتری نسبت به مقادیر لایسیمتری دارد. در مجموع یافته‌های پژوهش نشان داد، با تخمین تبخیر و تعرق گیاه مرجع از روش‌های فائو پنمن مانتیث و تشت تبخیر و اعمال ضریب گیاهی، می‌توان تبخیر و تعرق گیاه نخود را برای منطقه خرم‌آباد با دقت مطلوب و نزدیک به مقادیر واقعی محاسبه کرد. که برای مناطق با اقلیم مشابه کاربردی و مناسب است.

منابع

1. Bayatvarkeshi, M., and Zare Abyaneh, H. 2014. Validating pan coefficient equations to estimate reference evapotranspiration in comparing with Lysimeter data of grass crop. Global Journal on Advances Pure and Applied Sciences, Vol 2. 1st Global Conference on Energy, Soil, Water, Air and Environment (ESWAE-2013).
2. Panahi, M., Aghdaei, M., and Rezaei, M.A. 2006. Determination of sugar beet standard evapotranspiration by lysimeter method in Kabotar-Abad. Esfahan. Journal of Sugar Beet. (In Persian with English Summary).
3. Sabziparvar, A.A, Tabari, H., Aeini, A., and Ghafouri, M. 2010. Evaluation of class A pan coefficient models for estimation of reference crop evapotranspiration in cold semi-arid and warm arid climates. Water Resources Management 24(5): 909-920.
4. Shahabifar, M., Asari, M., Kuchakzadeh, M., and Azizi Zohan, A.A. 2007. Determined using pan evaporation-transpiration reference level under greenhouse conditions. The first technical workshop on improving water use efficiency in greenhouse crops. (In Persian).
5. Sharifan, H., and Ghahraman, B. 2006. Evaluation and comparison of estimated reference evapotranspiration from evaporation pan with ET0 standard method in Gorgan, J.Agric. Sci. Natur. Resour. 13(5). (In Persian).
6. Tabari, H., Grismer, M.E., and Trajkovic, S. 2013. Comparative analysis of 31 reference evapotranspiration methods under humid conditions. Irrigation Science 31(2): 107-117.
7. Vaziri, J., Salamat, A., Entesari, M., Meschi, M., Haidari, N., and Dehghani Sanich, H. 2008. Plant evapotranspiration (guidelines for computing water requirements of plants), the working group on sustainable use of water resources for agricultural production. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. Bulletin 122. 362 p.
8. Yazdani, V., Liaghat, A.M., Nuri, H., Nuri, H., and Zare Abyaneh, H. 2011. Determine the best model in Amol pan coefficient based on sensitivity analysis. Journal of Water and Irrigation Management 42(2): 9-17. (In Persian).
9. Zare Abyaneh, H., Bayat Varkeshi, M., Marofi, S., and Amiri Chayjan, R. 2010. Evaluation of artificial neural network and adaptive neuro fuzzy inference system in decreasing of reference evapotranspiration parameters. Water and Soil (Agr. Sci. and Thechnology) 24(2): 297-305. (In Persian).
10. Zare Abyaneh, H., Nuri, H., Liaghat, A.M., Nuri, H., and Karimi, V.A. 2010. Comparison of penman-monteith FAO and pan lysimeters with data in estimating evapotranspiration in rice in Amol. Geography Research 76: 71-83. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 92-99

Comparsion of the FAO Penman-Monteith method and class A evaporation pan with lysimeter data in estimating evapotranspiration (*Cicer arietinum* L.) in Khorramabad

Namdarian[1]*, K., Naseri[2], A., Izadpanah[3], Z., & Maleki[4], A.

1. A graduate student, Chamran University, College of Water Sciences and Engineering
2. Professor of Irrigation Drainage Chamran University, College of Water Sciences and Engineering
3. Assistant Professor of Irrigation Drainage Chamran University, College of Water Sciences and Engineering
4. Assistant Professor of Irrigation Drainage Lorestan University, Faculty of Agriculture

Received: 23 January 2014
Accepted: 02 December 2014

Abstract

Lorestan and Khorramabad province has major share in chickpea production region are the one of the largest producer of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Iran, Chickpea with more cultivation area compare to the other plants, to estimate the chickpea water requirement. The aim of this research was to determine the crop coefficients of chickpea in a research field in Lorestan agriculture faculty in 2013 to find (*Cicer arietinum* L.) water requirement and different crop coefficients. For that, 4 drainable lysimeter was selected in which diameter and height were 0.45 and 0.8 m, respectively. The crop density was 50 plant per m^2. The water requirement of chickpea was estimated equal to 438mm. The potential evapotranspiration also was estimated equal to 554.2mm. More ever, the best pan coefficient also was determined by comparing with lysimetric results. Different parameters such as RESE, MBE, MAE and R^2 were used to determine chickpea evapotraspiration. Finally, the results showed that the FAO model with error RMSE, 0.174 is an optimum model for this region and Snyder method was modified in the second accurately. The FAO Penman Monteith method for calculating reference evapotranspiration in the region of 4.8 percent less than the amount of the lysimeters.

Key words: Chickpea, Crop coefficient, Pan coefficient, Water requirement

* **Corresponding Author:** namdark63@yahoo.com, Tel.: 0661-3224946

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۱۰۷-۱۰۰ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 100-107

بررسی تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی

مجتبی لطفی آغمیونی[1]، محمدجعفر آقایی[2*]، شاهین واعظی[2] و اسلام مجیدی هروان[3]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران
۲- استادیار بانک ژن گیاهی ملی ایران، مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۳- استاد دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۹

چکیده

به‌منظور بررسی ذخایر توارثی نخود کابلی ایران تعداد ۵۷ لاین نخود تیپ کابلی (*Cicer arietinum* L.) انتخابی از آزمایشات قبلی طی دو سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشت و برای صفات مهم زراعی و مورفولوژیکی ارزیابی شدند. نتایج بیانگر تنوع قابل ملاحظه‌ای در بین نمونه‌ها بود. در تجزیه واریانس مرکب، بین میانگین سال‌ها و نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت. معنی‌دار بودن اثر متقابل نمونه × سال برای صفات نشان‌دهنده واکنش متفاوت نمونه‌ها در سال‌های مختلف بود. در تجزیه به مختصات اصلی، چهار مؤلفه اول حدود ۸۵ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. مؤلفه اول با توجیه ۵۹ درصد از تغییرات با صفات عادت رشد، کرک بوته، گل و غلاف در گل آذین، رنگ دانه، نقاط سیاه دانه، بافت پوسته مرتبط بود. صفات طول گلدهی، گل و غلاف در بوته، تعداد غلاف بوته، تعداد دانه غلاف به‌ترتیب دارای تنوع ژنتیکی (ضریب تغییرات ژنتیکی) برابر با ۲۱/۵۸، ۲۴/۸۸، ۵۲/۵۱، ۲۷/۰۱ بودند. وراثت‌پذیری این صفات به‌ترتیب برابر با ۹۳/۴۹، ۶۶/۶۷، ۹۴/۷۲، ۸۲/۸۶ بود. انتخاب مستقیم برای صفات یاد شده موجب افزایش عملکرد دانه در نخود تیپ کابلی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، نخود زراعی، وراثت‌پذیری

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از گونه‌های جنس *Cicer*، گیاهی است خود گشن و دیپلوئید با تعداد کروموزم 2n=2x=16 و از منابع مهم پروتئین گیاهی به‌شمار می‌رود که دارای ۱۶ تا ۲۴ درصد پروتئین است و در اکثر غذاهای مردم به‌خصوص اقشار کم درآمد استفاده می‌شود. (Majnoon Hosieni, 1993) پروتئین موجود در دانه حبوبات مکمل مناسبی برای غلات شناخته شده است (Bagheri *et al.*, 2007). نخود از نظر اهمیت، پس از لوبیا و نخود فرنگی رتبه سوم را در بین حبوبات جهان دارد و در ایران مهمترین گیاه از رده حبوبات است (Kanouni, 2012). سطح زیر کشت نخود در سال ۲۰۱۲ در جهان ۱۲ میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۹۳۱ کیلوگرم در هکتار و در ایران سطح زیر کشت ۵۶۵ هزار هکتار و متوسط عملکرد ۵۵۷ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (FAO, 2012).

هر برنامه موفق به‌نژادی گیاهی بر دسترسی به دامنه وسیعی از تنوع ژنتیکی در میان والدین اولیه استوار است. گیاهان بومی ژرم پلاسم مناسبی برای برنامه‌های اصلاحی می‌باشند و منابع مفیدی از تنوع ژنتیکی هستند و تنوع وسیع‌تر احتمال یافتن ژن‌ها یا ترکیبات ژنتیکی مورد نظر اصلاح‌گر را بیشتر می‌کند (Kia Mohammadi *et al.*, 2012).

کشور ایران به‌عنوان یکی از مراکز پیدایش نخود از تنوع ژنتیکی بسیار بزرگی برخوردار بوده و در شرایط مساعدی برای اصلاح نژاد و معرفی ارقام جدید گیاهان به بازارهای جهانی قرار دارد و استفاده از ژرم‌پلاسم ایرانی در برنامه‌های

* **نویسنده مسئول:** کرج، بلوار شهید فهمیده، مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، مدیریت بخش آمار و کامپیوتر
تلفن: ۰۲۶۱-۲۷۰۵۰۸۴؛ mjaghaei@spii.com

پیش به‌نژادی[1] نخود می‌تواند غنای بیشتری به پایه ژنتیکی مواد اصلاحی بخشیده و کارآیی آنها را افزایش دهد. نتایج ارزیابی‌های متعدد بر روی نمونه‌ها نخود تیپ کابلی بیانگر تنوع ژنتیکی وسیع در میان این نمونه‌ها بوده (Chegamirza *et al.*, 2012; Aghaei *et al.*, 2005; Jahansouz *et al.*, 2005) که نشان می‌دهد صفات تعداد شاخه‌های ثانویه، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته (Kanouni, 2001) تعداد شاخه‌های ثانویه و تعداد غلاف در هر بوته (Manzoor Atta *et al.*, 2008) تأثیر مثبت معنی‌دار بر عملکرد دانه داشتند.

هدف از این تحقیق ارزیابی لاین‌های برتر و برآورد تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی در لاین‌های برگزیده ژرم پلاسم نخودهای کابلی بانک ژن گیاهی ملی ایران بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی دو آزمایش جداگانه در سال‌های زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ با ۵۷ لاین نخود تیپ کابلی (*Cicer arietinum* L.) انتخابی از آزمایشات ارزیابی اولیه از بین ۱۵۰۰ لاین در بانک ژن گیاهی ملی ایران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۲۰ متری از سطح دریای آزاد به مرحله اجرا درآمد. خاک مزرعه محل اجرای آزمایش دارای خاک زراعی عمیق با بافت لومی شنی و ساختمان دانه‌ای کلوخه‌ای بود. اقلیم مزرعه نیمه‌خشک بوده و متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۵۱ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به‌ترتیب ۴۲ و ۲۰- درجه سانتی‌گراد بود. هر کرت آزمایش شامل دو خط دو متری به فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر، و یک خط فاصله میان دو کرت مجاور بدون کشت در نظر گرفته شد و بذور به فاصله ۱۰ سانتی‌متری روی ردیف‌ها کشت شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق در پاییز و شخم سطحی، دیسک و تسطیح در زمستان به‌طور معمول در آزمایش‌های حبوبات انجام شد. در این طرح از هیچ‌گونه علف‌کش و هیچ‌گونه تنشی هم استفاده نشد. در طول اجرای تحقیق در مزرعه ۲۱ صفت براساس دیسکریپتور مؤسسه بین‌المللی ذخایر توارثی گیاهی (IPGRI, 1993) یاداشت‌برداری شدند که عبارت بودند از: تیپ رشد، رنگ‌دانه بوته، کرک بوته، اندازه برگچه، رنگ گل‌ها، رنگ‌دانه، نقاط سیاه دانه، شکل دانه، بافت پوسته، تاریخ جوانه‌زنی، تعداد برگچه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع کانوپی، زمان گلدهی، طول گلدهی، زمان رسیدن، گل و غلاف در بوته، اندازه غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در هر غلاف، وزن صد دانه. تجزیه واریانس مقدماتی (برای هر سال) و تجزیه واریانس مرکب برای دو سال و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

برای برآورد ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی ابتدا با توجه به امید ریاضی واریانس ژنوتیپ‌ها و خطا در جدول تجزیه واریانس، مقادیر واریانس ژنوتیپی (V_G) و واریانس فنوتیپی (V_P) محاسبه شد.

سپس مقادیر ضریب تغییرات فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی محاسبه شده و با استفاده از این مقادیر به‌دست آمده پیشرفت ژنتیکی بر اثر انتخاب به روش زیر محاسبه شد:

$$G_s = (K)(\delta_p)(H)$$

که در آن G_s پیشرفت ژنتیکی و K ضریب انتخاب و δ_p انحراف معیار فنوتیپی جامعه اولیه و H وراثت‌پذیری صفات مورد نظر بود. واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری و تعیین تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS16 و Excel 2007 محاسبه شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه مرکب صفات مورد ارزیابی در دو سال، اثر سال روی صفات تعداد برگچه، اندازه برگچه، ارتفاع کانوپی، اندازه غلاف، تعداد غلاف بوته در سطح احتمال ۱ ٪ و گل و غلاف در بوته در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار بودند (جدول ۱) اما اثر سال روی تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود.

اثر رقم در مجموع دو سال در بین نمونه‌های مورد بررسی برای کلیه صفات بررسی شده دارای اثر معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل بین نمونه (رقم) و سال برای همه صفات معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده واکنش متفاوت نمونه‌ها در سال‌های مختلف بود. در بررسی کانونی (Kanouni, 2001) نیز اثر متقابل رقم در سال برای صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۱).

در میان لاین‌های مورد بررسی لاین مطلوب برای همه صفات مورد بررسی مشاهده نشد. اما برخی از لاین‌ها برای تعداد زیادی از صفات مطلوب زراعی برتر از سایرین بودند. از جمله لاین شماره ۲۵ با ارتفاع کانوپی بیشتر، تعداد گل و غلاف بیشتر در هر بوته، اندازه غلاف‌های بزرگتر، تعداد بیشتر غلاف در هر بوته و تعداد بیشتر دانه در هر غلاف و لاین ۳۷ با ارتفاع کانوپی بیشتر، طول دوره گلدهی بیشتر، تعداد گل و غلاف

[1] Pre-Breeding

بیشتر در هر بوته، اندازه غلاف‌های بزرگتر و تعداد بیشتر غلاف در هر بوته از سایر لاین‌ها برتر بودند. البته تعداد بیشتری از لاین‌ها نیز برای سه یا چهار صفت مهم زراعی برتر بودند (جدول ۲). لاین‌های شماره ۵۴ و ۳۰ دارای وزن صددانه بیشتری از سایر لاین‌ها بودند اما وزن صددانه در این نمونه‌ها حتی از حداقل مطلوب برای ارقام تجارتی نخود کابلی در ایران که حدود ۳۳ گرم برای هر یکصد دانه است کمتر بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های نخود کابلی طی دو سال زراعی ۹۰-۱۳۸۸

Table 1. Combined analysis of variance for studied traits of Kabuli chickpea genotypes

منابع تغییرات Source of variation	میانگین مربعات سال Mean square of year	میانگین مربعات ژنوتیپ Mean square of genotypic	میانگین مربعات ژنوتیپ × سال Mean square of phenotypic
تعداد برگچه Number of leaflet	4.26**	4.73**	4.15**
اندازه برگچه Leaflet size	34.28**	4.27**	5.37**
ارتفاع کانوپی Plant canopy height	560.89**	184.95**	184.52**
گل و غلاف در بوته Number of flower and pod per plant	4354.70*	3.55**	3.82**
اندازه غلاف Pod size	290.81**	3.35**	3.04**
تعداد غلاف بوته Number of pod per plant	481337.96**	4200.44**	4165.81**
تعداد دانه غلاف Number of seed per Pod	1.84^{ns}	1.78**	1.02**

ns، *،** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** indicating non-significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively

تجزیه به مختصات اصلی[1] PCO

با توجه به اینکه برخی از صفات مورد بررسی کیفی بودند از روش غیر پارامتریک تجزیه به مختصات اصلی (PCO) برای بررسی روابط میان صفات استفاده شد. هدف از این روش کاهش حجم داده‌ها، بررسی روابط بین صفات و علت بروز همبستگی بین متغیرها و کاهش تعداد زیادی متغیر به تعداد محدودی مؤلفه است. ترتیب مؤلفه‌های تولید شده به‌گونه‌ای است که اولین مؤلفه دارای بزرگترین واریانس بوده و بیشترین تغییرات داده‌ها را در بر می‌گیرد (Jalili *et al.*, 2011). با استفاده از این روش داده‌ها به چهار مؤلفه اصلی تقلیل داده شدند که در مجموع ۸۵ درصد تغییرات جامعه را در بر می‌گرفتند و دو مؤلفه اول به‌تنهایی ۷۳ درصد تغییرات را شامل می‌شدند (جدول۳). اندازه بزرگ دو مؤلفه اول به‌علت هم‌خطی بودن صفات مورد بررسی و وجود روابط همبستگی شدید در میان آنان بود.

مقدار مطلق ضرایب هرکدام از صفات در معادله مؤلفه‌ها یا همان مقادیر بردارهای ویژه بیانگر تأثیر نسبی هرکدام از صفات در مؤلفه مورد نظر است. صفاتی مانند عادت رشد، تعداد گل و غلاف در بوته، رنگ بافت و نقاط سیاه روی دانه در عامل اول قرار گرفته‌اند (جدول ۴). این عوامل شاید مهمترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد در نخود نباشند اما از آنجا که مهمترین خصوصیات متمایزکننده نخودهای تیپ کابلی از تیپ دسی هستند دارای اهمیت زیادی در تمایز ارقام نخود می‌باشند. از آنجا که معمولاً مجموعه‌ای از این صفات تیپ نخود را تعیین می‌کنند دور از واقعیت نیست که مجموعه این صفات دارای همبستگی نزدیکی با یکدیگر بوده و باهم در یک مؤلفه دیده شوند. صفات فنولوژیکی تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن در مؤلفه دوم ظاهر شده‌اند که بیانگر اهمیت نسبی این صفات در سازگاری ارقام نخود است. صفات عملکردی مهم مانند تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه در مؤلفه سوم ظاهر شده و دارای ضرایب بسیار کوچکی در مؤلفه اول و دوم هستند. به این ترتیب یک رابطه همخطی میان صفات تعیین‌کننده تیپ ارقام و صفات فنولوژیکی و صفات عملکردی وجود نداشته و امکان انتخاب و اصلاح برای هرکدام از آنها بدون توجه به سایرین مقدور است.

[1] Principal Components Ordination

جدول ۲- میانگین صفات مطلوب زراعی در میان لاین‌هایی که برای این صفات به‌طور معنی‌داری برتر از سایر لاین‌ها بودند

Table 2. Mean of desirable agronomic traits among lines for these traits was significantly higher than the other lines

تعداد بذردر غلاف	تعداد غلاف در بوته	اندازه غلاف	تعداد گل و غلاف در بوته	زمان رسیدن	طول دوره گلدهی	زمان گلدهی	ارتفاع کانوپی	شماره لاین
Number of seed per pod	Number of pod per plant	Pod size	Number of flower and pod per plant	Days to maturity	Flowering duration	Days to 50% flowering	Plant canopy height	No line
		5		114.44	37.55			2
1.6		4.77			43.88			4
1.42		4.77	3.83		41.44			6
		4.77	3.44		38.88			7
		5.58			36.11			12
		5	3.55		39.77		32.55	14
		5	4.38		39.66			15
3.16			3.44	115.77				18
1.58			3.35	113				19
			3.55	110.66		58.88		20
1.67		4.87		107.11				21
1.5			3.77	111.66	43.44			23
1.72	61.33	5	4.05				33.77	25
	60.88		4.16					26
				110.22		59.11		27
		4.6			36.66			29
1.77			4.27	114.22				30
1.611		4.82	3.41					36
	105.88	4.88	3.61		37.44		37.944	37
1.63		4.88	4.27					38
1.77	60.38		3.5			54.88		39
1.48			3.38	114.66				40
1.61			4.11	114.23		57.11		41
			3.33		35.55			42
	78			110.11		56.66		43
1.4				116.22		59.44		46
1.77	96.44			110.55				49
	71.58	4.75			40.33		34.58	53
			3.35	109		50		54
	79.77	4.66					45.11	55
1.4	63.33						36.66	56
		4.62		112.85	40.28			57
1	22	1	1	101	13	42	12	Min
4	132	6	5	149	64	87	52	Max
1.4	37.5	4	3.1	120.6	33	67	29	Mean
0.6	38.44	1	2.9	12.8	10	8.07	6.1	STDV

Min، Max، Mean و STDV به‌ترتیب حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار مقادیر مشاهده شده در میان همه لاین‌ها و همه تکرارهای آزمایش

Min, Max, Mean and STDV are respectively the minimum, maximum, average and Standard deviation values were observed among all lines and all repetitions of the experiment.

جدول ۳- مقادیر ویژه و درصد واریانس صفات مختلف در دسته‌بندی به مؤلفه‌های اصلی

Table 3. Eigenvalues and percentage of variance for different traits in principal components ordination

مؤلفه‌ها Components	مقدار ویژه Eigenvalue	درصد واریانس Percentage of variance	درصد واریانس تجمعی
1	1.42	59	59
2	0.33	14	73
3	0.15	6	80
4	0.11	4	85

در یک ارزیابی مشابه سینسور و همکاران Cinsor *et al*., (1997) در میان ۱۱۷ نمونه نخود زراعی، ۱۱ صفت مورفولوژیک را با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مورد بررسی قرار دادند که رنگ گل، رنگ دانه و تعداد برگچه در هر برگ در اولین مؤلفه اصلی قرار گرفت که نمایانگر اهمیت تیپ بوته‌ها بود. در مطالعه حاضر نیز صفات وجود کرک روی بوته و شکل دانه در مؤلفه دوم ظاهر شدند که به‌نظر می‌رسد بیانگر تیپ بوته است.

جدول ۴- ضرایب تجزیه به مختصات اصلی مربوط به صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های نخود کابلی

Table 4. Coefficients principal components ordination related studied traits of chickpea Kabuli genotypes

صفت Traits	مؤلفه اول First components	مؤلفه دوم Secound components	مؤلفه سوم Third components
عادت رشد Growth habit	**-0.3185**	0.0348	-0.0167
تعداد برگچه Number of leaflet	0.0905	-0.0292	-0.2123
ارتفاع کانوپی Plant canopy height	-0.0108	-0.0905	-0.3295
زمان گلدهی Days to 50% flowering	0.0498	**-0.3575**	-0.0089
طول گلدهی Flowering duration	0.0246	-0.1242	0.0048
زمان رسیدن Days to maturity	0.111	**-0.3499**	-0.2209
گل و غلاف در بوته Flower and pod per plant	**0.3886**	-0.0842	0.0819
تعداد غلاف بوته Number of pod per plant	-0.0739	0.0456	**-0.6114**
رنگ دانه Seed color	**0.3715**	0.1485	-0.1289
نقاط سیاه دانه Black dots	**-0.3461**	-0.3276	-0.0302
بافت پوسته Testa texture	**-0.4187**	-0.2481	-0.0044
وزن صد دانه 100 seed weight	0.0442	-0.1095	**0.5327**

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده است دارای نقش بیشتری در مؤلفه‌های اصلی هستند.

The numbers that are underline have more roles in principal components

با استفاده از نتایج تجزیه واریانس، واریانس فنوتیپی مشاهده شده به واریانس ژنتیکی و واریانس محیطی تجزیه گردید. واریانس ژنتیکی بخشی از تنوع مشاهده شده برای صفات است که تحت تأثیر اثرات افزایشی، غالبیت و یا اپیستازی ژن‌های کنترل‌کننده صفات بروز می‌کند و حداقل بخشی از آن قابل انتقال به نسل بعد است. واریانس محیطی بخشی از تغییرات است که تحت تأثیر عوامل محیطی در میان افراد بروز یافته و قابل انتخاب و انتقال به نسل بعد نیست. با استفاده از واریانس ژنتیکی ضریب تغییرات ژنتیکی محاسبه گردید که یک پارامتر بی‌مقیاس بوده و امکان مقایسه تنوع در صفات مختلف را مقدور می‌سازد. در میان صفات مورد بررسی طول دوره گلدهی، تعداد گل و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و به‌ویژه صفات تعداد غلاف در بوته و وزن صددانه دارای ضرایب تنوع بسیار بالایی هستند که نشان می‌دهد این صفات

از واریانس ژنتیکی نسبتاً بالایی برخوردار هستند. در ارزیابی‌های کانونی روی ۶۰ ژنوتیپ نخود کابلی نشان داده شد که بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به عملکرد دانه و تعداد غلاف در گیاه بود (Kanouni, 2012).

از واریانس ژنتیکی برای برآورد وراثت‌پذیری عمومی استفاده شده است. وراثت‌پذیری عمومی در واقع بیانگر تأثیر انتخاب در میان جوامع پایه برای صفت مورد نظر است و می‌تواند برآوردی از وضعیت نتاج مورد انتظار حاصل از انتخاب برای صفت مورد نظر فراهم نماید.

جدول ۵- ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی و درصد پیشرفت ژنتیکی کل صفات ژنوتیپ‌های نخود کابلی

Table 5. Genotypic and phenotypic coefficient of variation and Heritability and genetic advance of all traits of Kabuli chickpea genotypes

صفت Traits	واریانس فنوتیپی Phenotypic variance	واریانس ژنوتیپی Genotypic variance	ضریب تغییرات فنوتیپی phenotypic coefficient of variation	ضریب تغییرات ژنتیکی Genotypic coefficient of variation	وراثت‌پذیری Heritability	درصد پیشرفت ژنتیکی Genetic advance
تعداد برگچه Number of leaflet	0.38	0.34	10.23	9.76	90.87	2.81
اندازه برگچه Leaflet size	0.72	0.58	15.18	13.69	81.22	3.44
تعداد شاخه فرعی Branch number	0.20	0.061	19.87	10.83	29.70	0.67
ارتفاع کانوپی Plant canopy height	16.69	14.85	14.33	13.52	88.95	18.17
زمان گلدهی Days to 50% flowering	39.17	38.43	9.32	9.23	98.11	30.70
طول گلدهی Flowering duration	55.87	52.24	22.32	21.58	93.49	34.94
زمان رسیدن Days to maturity	67.07	61.28	6.77	6.47	91.37	37.41
گل و غلاف در بوته Flower and pod per plant	0.91	0.61	3.46	24.88	66.67	3.18
تعداد غلاف بوته Number of pod per plant	410.70	389.04	53.95	52.51	94.72	95.98
تعداد دانه غلاف Number of seed per pod	0.16	0.13	29.67	27.01	82.86	1.68
وزن ۱۰۰ دانه 100 seed weight	105.21	26.4	70.49	35.31	25.09	12.86

در میان لاین‌های نخود کابلی مورد بررسی برخی از صفات مانند وزن صددانه از ضریب تغییرات ژنتیکی نسبتاً بالایی برخوردار است اما وراثت‌پذیری برای این صفت ناچیز بوده و انتظار نمی‌رود با انتخاب والدین با وزن صددانه بالاتر به نتاجی با دانه‌های درشت‌تر منجر گردد (جدول ۵). صفاتی مانند تعداد برگچه، اندازه برگچه، ارتفاع کانوپی، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بودند اما به‌دلیل تنوع ژنتیکی ناچیز مشاهده شده برای این صفات امکان انتخاب والدین مطلوب در میان لاین‌های مورد بررسی چندان زیاد نیست. صفت تعداد شاخه‌های فرعی هم دارای ضریب تغییرات ژنتیکی پایین و هم وراثت‌پذیری پایینی بود. اما مهمترین صفات طول دوره گلدهی، تعداد گل و غلاف در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه غلاف هستند که هم دارای ضریب تغییرات ژنتیکی بالا بوده و هم از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار هستند. بنابراین انتخاب مستقیم برای این صفات در میان لاین‌های نخود کابلی به‌خوبی مؤثر بوده و استفاده از این صفات در برنامه‌های اصلاحی مقدور است.

در ارزیابی‌های موچشی (Moucheshi *et al*., 2010) بر روی ۲۰ ژنوتیپ نخود زراعی در بررسی وراثت‌پذیری نشان داده شد که بیشترین وراثت‌پذیری مربوط به تعداد غلاف بوته و تعداد دانه در هر گیاه و وزن صد دانه بود. میزان پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای شدت انتخاب ۵ درصد محاسبه شد و به‌ترتیب صفت تعداد غلاف بوته، زمان رسیدن، طول گلدهی، زمان گلدهی بیشترین و صفت تعداد شاخه فرعی کمترین پیشرفت ژنتیکی را دارا بودند. وراثت‌پذیری بالا به‌همراه بازده ژنتیکی بالا برای صفاتی مثل تعداد غلاف بوته، زمان رسیدن، طول گلدهی، زمان گلدهی مشاهده گردید که شاید نشان‌دهنده اثرات افزایشی در توارث این صفات می‌باشد.

در مجموع با توجه به نتایج مقایسات میانگین‌ها یک نمونه معین که برای همه صفات زراعی مورد بررسی مطلوب باشد یافت نشد ولی از آنجا که برخی از لاین‌ها برای بعضی صفات بسیار مناسب هستند کاربرد این لاین‌ها در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد. از جمله، لاین‌هایی با تعداد شاخه فرعی، وزن صددانه، ارتفاع کانوپی، تعداد غلاف در بوته و تعداد گل و غلاف در بوته بیشتر، زمان گلدهی و زمان رسیدن زودتر و همچنین طول دوره گلدهی طولانی‌تر در میان نمونه‌های مورد بررسی وجود داشت که می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد و با توجه به وجود این تنوع ژنتیکی نسبتاً بزرگ برای این صفات استفاده از این لاین‌ها در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند به نتایج مطلوبی منجر گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان برخود لازم می‌دانند از مدیریت مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و همچنین بخش بانک ژن گیاهی ملی ایران که امکانات اجرایی این تحقیق را فراهم نمودند، قدردانی نمایند.

منابع

1. Aghaei, M., Kohpaiegani, A., Vaezi, Sh., and Jahangiri, A. 2005. Potential of genetic diversity in Iranian Chickpea collection. Articles of the first National Congress Pulses, Institute for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
2. Bagheri, A., Zand, E., and Parsa, M. 2007. Legumes. Mashhad University Publisher. p524. (In Persian).
3. Chegamirza, Sh., Chegamirza, K., and Mohammadi, R. 2012. Study of genetic variation in cultivars and landraces of chickpea based on agronomic traits in dry land conditions. Iranian journal of Agriculture Science 1(1): 108-119. (In Persian).
4. Cinsor, A.S., Acikoz, N., Yaman, M., and Kitiki, A. 1997. Characterization of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genetic resources material collected from the Aegean region. II. Qualitative characters. Anadolu. 7(2): 1-16.
5. FAO. 2012. http://faostat.fao.org.
6. International Plant Genetic Resources Institute. 1993. Descriptors for Chickpea. Rome.
7. Jahansouz, M., Naghavi, M., and Dolati Tape Rasht, M. 2005. A study of relationships between different traits in white and black chickpea. Iranian journal of Agriculture Science 35(3): 573-579. (In Persian).
8. Jalili, A., Rabie, M., Azamiand, and Daghestani, M. 2011. Genotype diversity of plums and tomatoes using morphological characteristics in Maragheh region. Seed and Plant Improvement Journal 27(3): 376. (In Persian).
9. Kanouni, H. 2001. Study of seed yield and some effective traits in chickpea genotypes under drought stress conditions. Iranian journal of Agriculture Science 2(5): 146-155. (In Persian).
10. Kanouni, H. 2001. The yielding ability and adaptability of chickpea cultivars under rain fed conditions of Kurdistan. Journal of seed and plants 17(1): 1-11. (In Persian).
11. Kanouni, H. 2012. Evaluation of seed yield and some traits in chickpea cultivars in winter planting in rainfed farmers' fields in Kurdistan. Research achievements for field and horticulture crops journal.
12. Kia Mohhamadi, F., Abdosi, V., Moradi, P., Shafiei, M., and Arab, S. 2012. Evaluation of genetic diversity among some of Iranian chrysanthemum cultivar using morphological characteristics. J. Agriculture and breeding 8(3): 43-54. (In Persian).
13. Majnoon Hosieni, N. 1993. Legumes in Iran, Tehran University Publisher. P240. (In Persian).
14. Manzoor Atta, B., Ahsanul Haq, M., and Mahmud Shah, T. 2008. Variation and inter-relationships of quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan. Journal. Botanic 40(2): 637-647.
15. Moucheshi, A., Heidari, B., and Dadkhodaie, A. 2010. Genetic variation and agronomic evaluation of chickpea cultivars for grain yield and its components under irrigated and rain fed growing conditions. Iran Agricultural Research 29(1-2). (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 100-107

Evaluation of genetic diversity, heritability and genetic progress in Kabuli type chickpea genotypes

Lotfi Aghmioni[1], M., Aghaei[2*], M.J., Vaezi[2], Sh., & Majidi Heravan[3], E.

1. Former M.Sc. Student. Islamic University, Science and Research branch, Tehran, Iran
2. Assistant Prof., National Plant Gene Bank of Iran, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
3. Professor, Islamic University, Science and Research branch, Tehran, Iran

Received: 02 October 2013
Accepted: 20 July 2014

Abstract

To study breeding resource of Kabuli chickpea lines of National Plant Gene Bank of Iran, two separate experiments were conducted during 2010 and 2011. In this study, 57 lines of Kabuli type chickpeas- selected from primary evaluation experiments, out of 1500 accessions were planted at farm of Seed and Plant Improvement Research Institute in Karaj, Iran, according a randomized complete block design with three replications. All 57 lines were evaluated for different morphological and agronomical traits. Results showed high diversity for most of traits among accessions. Combined analysis of variance showed significant differences for years, genotypes and year × genotype interaction. Principal Coordinte Analysis resulted to four premier factors contributed around 85% of variations. Growth habit, number of flower and pod in plant, seed color, seed black dots and testa texture had higher coefficients in the first factor which contributed 59% of total variation. The yield components such as flowering duration, number of flower and pod in plant, number of pod per plant and number of seeds per pod showed high genetic diversity (21.58, 24.88, 52.51, and 27.01 respectively), and high heritabilities (93.49, 66.67, 94.72, and 82.86 respectively). So, these traits are suggested as most important indices for selection of superior chickpea line in breeding programs.

Key words: Chickpea, Genetic diversity, Heritability

* **Corresponding Author:** mjaghaei@spii.com, Tel.: 0261-2705084

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۱۱۶-۱۰۸ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 108-116

استفاده از بستر دروغین و مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر در مدیریت علف‌های‌هرز لوبیا (*Phaseolus vulgari* L.)

علیرضا یوسفی[1*] و محمدعلی پیری[2]
۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۵

چکیده

به‌منظور ارزیابی کارایی مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر در تلفیق با بسترهای دروغین جهت کنترل انتخابی علف‌های‌هرز لوبیا آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰ به‌اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. فاکتورها شامل مقادیر مختلف علف‌کش (کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر در مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و بستر کاشت (بستر دروغین و بستر مرسوم) بودند. همچنین یک تیمار به‌عنوان شاهد با وجین برای مقایسه در نظر گرفته شد. در شرایط عدم استفاده از علف‌کش بین دو بستر از لحاظ زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و مجموع علف‌های هرز اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.01$) دیده شد. به‌طوری‌که استفاده از بستر دروغین زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و مجموع علف‌های هرز را به‌ترتیب ۲۸ و ۲۱ درصد کاهش داد. با این حال زیست‌توده تولید شده در پهن‌برگ‌ها تحت تأثیر روش تهیه بستر قرار نگرفت ($P=0.053$). کاربرد ایمازتاپیر نیز به‌شدت رشد و تولید زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ را تحت تأثیر قرار داد. در بستر دروغین، بین کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف‌کش ایمازتاپیر در کنترل مؤثر علف‌های هرز باریک‌برگ اختلاف معنی‌داری دیده نشد. درحالی‌که در بستر مرسوم برای کنترل مؤثر علف‌های هرز به ۷۵ گرم در هکتار از این علف‌کش نیاز بود. رقابت علف‌های هرز در طول فصل عملکرد دانه لوبیا را در بستر مرسوم و بستر دروغین به‌ترتیب ۷۳ و ۶۸ درصد نسبت به شاهد عاری از علف هرز کاهش داد. با این حال کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر افت عملکرد دانه در بستر مرسوم و بستر دروغین را به‌ترتیب به ۲/۹ و ۴/۷ درصد کاهش داد. نتایج این تحقیق نشان دادکه کنترل قابل قبول علف‌های هرز در لوبیا با طیف علف هرزی مشاهده شده در این تحقیق، با استفاده از ۵۶ گرم از ماده مؤثر در هکتار ایمازتاپیر در تلفیق با بستر دروغین که ۹۰٪ عملکرد پتانسیل را فراهم می‌نماید، قابل دستیابی است.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، دز-پاسخ، مدیریت تلفیقی علف‌های هرز

مقدمه

لوبیا با نام علمی (*Phaseolus vulgari* L.) یکی از با اهمیت‌ترین حبوبات می‌باشد که سطح زیر کشت آن درکشورمان در سال ۱۳۹۰ برابر ۹۲۷۵۲ هکتار بود (FAOSTAT, 2012). رقابت علف‌های هرز در لوبیا به‌عنوان یکی از موانع اصلی تولید در نظر گرفته می‌شود که عملکرد آن را کاهش می‌دهد. عملکرد لوبیا در رقابت با علف‌های هرز ممکن است تا ۷۰ درصد کاهش یابد (Malik *et al*., 1993).

روش‌های مختلفی همچون کنترل مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به‌عنوان روش‌های کنترل علف‌های هرز در منابع مختلف ذکر شده است. نکته مهم در بحث کنترل علف‌های هرز توجه به جنبه‌های مختلف کنترل (از جمله پایداری کنترل، هزینه و محیط زیست) در نتیجه روش اعمال شده است. در نگرش نوین مدیریت علف‌های هرز، به‌جای حذف علف‌های هرز تأکید بر مدیریت جوامع علف‌های هرز است که خود مستلزم شناخت دقیق روابط علف هرز با گیاه زراعی است (Mortimer, 1997). عموماً کنترل شیمیایی به‌عنوان اصلی‌ترین روش

* **نویسنده مسئول:** زنجان، کیلومتر ۶ جاده تبریز، دانشگاه زنجان، گروه زراعت و اصلاح نباتات
تلفن: ۰۲۴۳-۳۰۵۲۳۴۶؛ yousefi.alireza@znu.ac.ir

کنترل علف‌های هرز مد نظر قرار می‌گیرد که آلودگی منابع زیست‌محیطی، مقاوم شدن علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، تجمع سموم در زنجیره انسان و دام، افزایش هزینه تولید از جمله مشکلات عدیده‌ی ناشی از استفاده بی‌رویه از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها می‌باشد. این مشکلات و توجه به سیستم‌های کشاورزی پایدار محققین را به تجدیدنظر درباره نحوه و دفعات مصرف علف‌کش وادار نموده است. به‌طورکلی تلاش در جهت کاهش قیمت تمام شده محصول، کاهش صدمه به گیاه زراعی، کاهش مشکلات مربوط به بادبردگی علف‌کش‌ها، کاهش امکان ظهور مقاومت به علف‌کش‌ها در علف‌های هرز و کاهش نگرانی‌های زیست‌محیطی از دلایلی هستند که گرایش به کاهش مقدار مصرف علف‌کش‌ها را سبب شده‌اند. بنابراین، امروزه هدف مدیریت علف‌های هرز نگه داشتن جمعیت علف‌های هرز در سطوح قابل قبول است و نابودی کامل مد نظر قرار نمی‌گیرد. کنترل قابل قبول شاید با مقادیر پایین‌تر نیز حاصل آید (Bostrom & Foglfors, 2002; Zhang *et al*., 2000). مقدار توصیه شده علف‌کش‌ها توسط کارخانه سازنده مقداری است که بتواند در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی، مرحله رشدی و طیف علف هرزی مختلف کارایی مناسب داشته باشد در نتیجه معمولاً شرکت سازنده به دلایل ذکر شده و همچنین سود بیشتر، گرایش به توصیه مقادیر بالاتر دارند ولی کاربرد علف‌کش‌ها در مقدار توصیه شده، افزایش هزینه‌های تولید محصولات زراعی و آسیب به محیط‌زیست را در پی خواهد داشت. مطالعات مختلف نشان داده است کاهش کاربرد علف‌کش‌ها با استفاده از مقادیر کاهش یافته و نیز قدرت رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز در گیاهانی مانند جو بهاره (Salonen, 1992)، ذرت (Oveise *et al*., 2008) و سویا (Yousefi *et al*., 2012) امکان‌پذیر می‌باشد.

کاهش بانک بذر علف‌های هرز قبل از کشت گیاه زراعی از طریق تهیه بسترهای دروغین به‌عنوان یک راه‌کار جهت کاهش خسارت علف‌های هرز در طول رشد گیاه زراعی پیشنهاد شده است (Monaco *et al*., 2002). هدف اصلی این سیستم تحریک جوانه‌زنی علف‌های هرز قبل از کشت گیاه زراعی از طریق تهیه زود هنگام بستر و نابودی علف‌های هرزی که قبل از گیاه زراعی سبز شده‌اند با کاربرد علف‌کش‌های عمومی است. کارایی این سیستم در سرکوب علف‌های هرز در گیاهانی مثل پنبه (Dogan *et al*., 2009)، خیار (Lonsbary *et al*., 2003) و کاهو (Riemens *et al*., 2007) تأیید شده است. این احتمال وجود دارد که استفاده تلفیقی از تکنیک تهیه بستر دروغین و مقادیر کاهش یافته علف‌کش‌ها کارایی لازم در کنترل علف هرز را داشته باشد. به‌عبارت دیگر می‌توان با تلفیق استفاده از بستر کشت دروغین و مقادیر کاهش یافته علف‌کش ضربه اولیه را به علف‌های هرز زد تا در ادامه گیاه زراعی با رقابت مؤثر خود عملاً علف‌های هرز را از صحنه رقابت خارج سازد. با توجه به موارد ذکر شده این تحقیق با هدف بررسی امکان استفاده تلفیقی از مقادیر کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر و بستر دروغین در مدیریت علف‌های هرز در لوبیا به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای آزمایش و نحوه اعمال تیمارها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان (واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول ۴۷ درجه و ۱ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۶۳۴ متر از سطح دریا) انجام شد. در این آزمایش کارایی مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) در دو بستر کشت مرسوم و بستر دروغین در کنترل علف‌های هرز لوبیا ارزیابی شد. همچنین یک تیمار وجین در طول فصل به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. خاک مزرعه از نوع لومی رسی شامل ۳۱٪ رس، ۲۷٪ سیلت، ۴۲٪ شن، ۱/۲۱٪ ماده آلی و pH آن برابر ۸/۱۱ بود. کود پتاس به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود فسفر نیز از منبع فسفات آمونیوم براساس ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به خاک اضافه شد. زمین محل اجرای آزمایش در پاییز سال ۱۳۸۹ شخم زده شد و مراحل آماده‌سازی نهایی زمین شامل دیسک، تسطیح و ایجاد جوی و پشته برای تیمار بستر دروغین در ۱۵ فروردین ۱۳۹۰ و برای تیمار بستر مرسوم در ۸ خرداد ۱۳۹۰ انجام شد. در تیمار بستر دروغین علف‌های هرز سبز شده (از ۱۵ فروردین تا زمان کاشت) ۲ روز قبل از کشت لوبیا با کاربرد علف‌کش پاراکوات (گراماکسون، فرمولاسیون SL، ۲۰۰ گرم ماده مؤثره در لیتر) به مقدار سه لیتر ماده تجاری در هکتار کنترل شدند.

کرت‌های آزمایشی در ابعادی به طول ۷ متر و عرض ۲ متر تنظیم شدند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کشت با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. فاصله دو کرت در هر تکرار از یکدیگر نیم متر و فواصل تکرارها نیز پنج متر در نظر گرفته شد. نهر ورودی و فاضلاب هر یک از تکرارهای آزمایش به‌صورت جداگانه در نظر گرفته شد تا از حرکت علف‌کش از یک بلوک به بلوک دیگر جلوگیری شود. در این تحقیق از رقم لوبیا "ناز" که از مرکز

تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، تهیه شده بود، استفاده شد. بذر تهیه شده در هنگام کاشت دارای، درصد خلوص ۹۹٪ و قوه نامیه ۹۸/۵ ٪ بود. کاشت در ۱۰ خرداد ۱۳۹۰ به‌صورت دستی در کپه‌های با فاصله ۵ سانتی‌متر انجام شد.

تیمار علف‌کش ایمازتاپیر در مرحله ۴ تا ۶ برگی علف‌های هرز و ۴ برگی (برگ مرکب) لوبیا اعمال شد. جهت اعمال تیمارهای علف‌کش از سمپاش پشتی ماتابی با نازل شره‌ای در فشار ۱/۸ بار استفاده شد. با تنظیم ارتفاع پاشش، عرض پاشش ۰/۵متر فراهم شد. حجم پاشش ۲۸۰ لیتر در هکتار بود. برای تأثیر بهتر ایمازتاپیر از مویان سیتوگیت به نسبت ۰/۰۲ استفاده شد (Sikkema *et al*., 2005).

نمونه‌برداری

جهت اندازه‌گیری زیست‌توده علف‌های هرز در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی لوبیا از دو ردیف وسطی هر کرت در سطحی معادل دو متر مربع نمونه‌برداری انجام شد و علف‌های هرز براساس گونه تفکیک شده و پس از قرار دادن نمونه‌ها در داخل آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک آنها ثبت شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد لوبیا نیز در زمان رسیدگی کامل بوته‌های لوبیا در سطح دو متر مربع نمونه‌برداری انجام و پس از خشک کردن نسبت به اندازه‌گیری و ثبت عملکرد دانه اقدام شد.

تجزیه تحلیل آماری

از رگرسیون غیر خطی به‌منظور بررسی واکنش علف‌های هرز و عملکرد لوبیا به مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر استفاده شد. برای این منظور داده‌های زیست‌توده علف‌های هرز و درصد کاهش عملکرد دانه لوبیا به تابع دز پاسخ استاندارد برازش داده شد.

$$Y = \frac{\max}{1+\left(\frac{Dose}{EC50}\right)^{b}} \qquad (1)$$

که در آن، Y زیست‌توده علف هرز و یا درصد کاهش عملکرد دانه و max بیانگر زیست‌توده علف هرز و یا درصد کاهش عملکرد در شرایط بدون علف‌کش و EC_{50} دزی از علف‌کش است که زیست‌توده علف هرز و یا افت عملکرد را ۵۰٪ کاهش می‌دهد. تجزیه رگرسیونی و رسم نمودارها با نرم‌افزار SigmaPlot 11 انجام شد.

نتایج و بحث

واکنش علف‌های هرز به مقادیر مختلف ایمازتاپیر

در مزرعه آزمایشی دو گونه باریک‌برگ شامل سوروف (*Echinocloa crus-galli* L.) و دم روباهی [*Setaria viridis* (L.) P. Beauv] و پنج گونه علف‌های هرز پهن‌برگ شامل تاج خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.)، توق (*Xanthium strumarium* L.)، دیوکنف (*Hibiscus trionum* L.) و شیرتیغی (*Sonchus olevaeus* L.) مشاهده شدند. از آنجایی‌که اثر تیمارها بر جمعیت طبیعی بررسی شد و در آلودگی طبیعی علف‌های هرز به‌دلیل پراکنش لکه‌ای در تراکم یکسان در همه کرت‌ها حضور نداشتند، مجموع وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ و نیز پهن‌برگ غالب و نیز وزن خشک کل علف‌های هرز بررسی شدند.

معادله دز-پاسخ به‌خوبی توانست روند تغییرات زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ غالب و همچنین مجموع کل علف‌های هرز را در رابطه با مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر پیش‌بینی نماید به‌طوری‌که اختلاف بین داده‌های مشاهده شده زیست‌توده علف‌های هرز و پیش‌بینی مدل بین ۶/۵ تا ۲۰/۳ گرم در متر مربع بود (جدول ۱). زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ در شرایط عدم کنترل علف هرز (پارامتر max) در هر دو بستر مرسوم ($p\leq0.000$) و دروغین ($p\leq0.000$) به‌طور معنی‌داری بیشتر از باریک‌برگ بود (جدول۱). به‌طوری‌که علف‌های هرز پهن‌برگ در بستر مرسوم و دروغین به‌ترتیب ۳۹ و ۴۸ درصد زیست‌توده بیشتری نسبت به باریک‌برگ‌ها داشتند.

استفاده از بستر دروغین به‌طور معنی‌داری زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ ($P=0.0012$) و مجموع علف‌های هرز ($P=0.0022$) را نسبت به بستر مرسوم کاهش داد. به‌طوری‌که زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و مجموع علف‌های هرز را به‌ترتیب ۲۸ و ۲۱ درصد کاهش داد (جدول ۱). حداکثر زیست‌توده تولید شده در پهن‌برگ‌ها در سطح ۵٪ تحت تأثیر روش تهیه بستر قرار نگرفت ($P=0.0532$). با این حال استفاده از بستر دروغین موجب کاهش ۱۶ درصدی زیست‌توده پهن‌برگ‌ها شد.

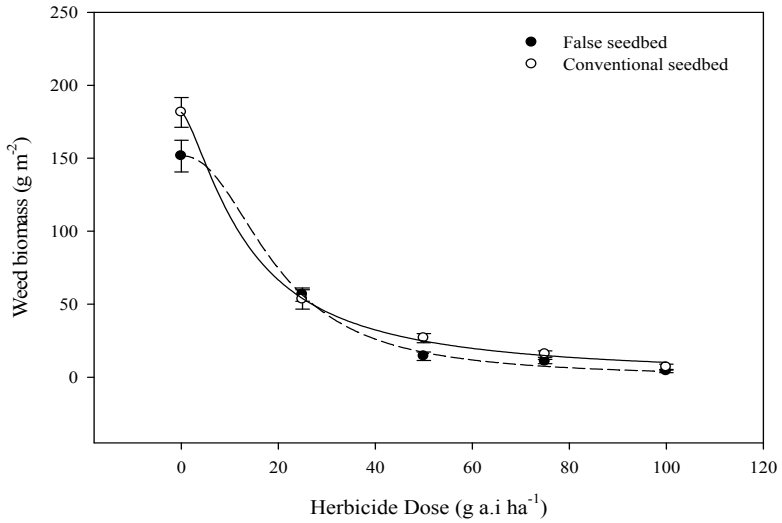
با کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر زیست‌توده علف‌های هرز غالب نسبت به شرایط عدم مصرف علف‌کش در هر دو بستر کشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل‌های ۱ تا ۳). در بستر دروغین در مقادیر پایین بین علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ تفاوت معنی‌داری در مقدار علف‌کش مورد نیاز جهت

درصد کاهش معین در زیست‌توده دیده نشد. به‌طوری‌که طبق درصدی زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب ۱۳ و ۱۷/۷ گرم ماده مؤثره در هکتار بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (P=0.124). ولی در بستر مرسوم مقدار علف‌کش مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب ۲۶/۷ و ۱۳/۶ گرم ماده مؤثره در هکتار بود که از لحاظ آماری در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری داشتند (P=0.025). همچنین پیش‌بینی مدل، مقدار علف‌کش مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ مقایسه پارامتر EC_{50} در دو بستر مرسوم و دروغین نشان داد که برای پهن‌برگ‌ها (P=0.339) و مجموع علف‌های هرز (P=0.365) این پارامتر تحت تأثیر نوع بستر قرار نگرفته است. ولی استفاده از بستر دروغین مقدار این پارامتر را به‌طور معنی‌داری (P=0.0002) و به‌میزان ۵۱ درصد نسبت به بستر کشت مرسوم در باریک‌برگ‌ها کاهش داد (جدول ۱).

جدول۱- پارامترهای برآورد شده مدل دز-پاسخ زیست‌توده علف‌های هرز در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در دو بستر دروغین و مرسوم (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشد)

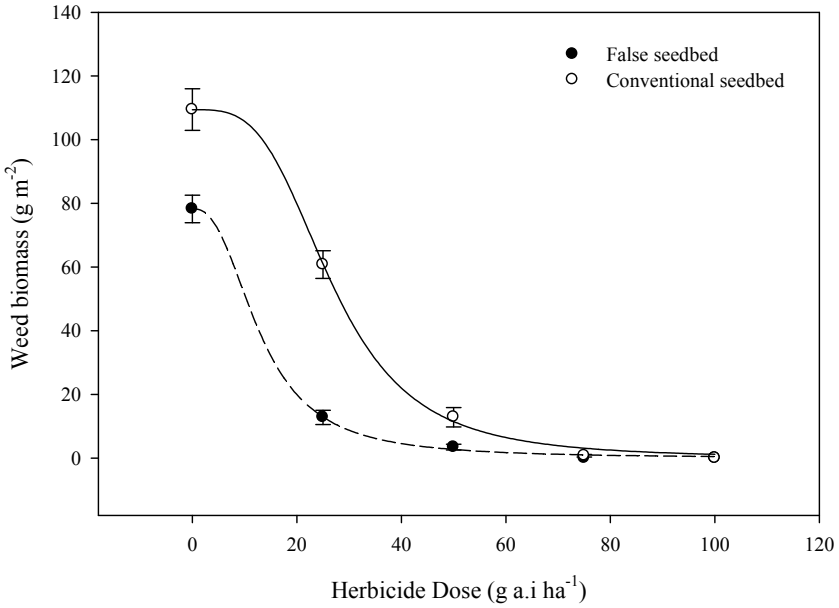
Table 1. Parameter estimated of dose response model fitted to weed biomass at different rates of imazethapyr in conventional and false seedbed (Values in the parentheses are standard errors)

طیف علف هرز Weed spectrum	بستر کاشت Seedbed	Parameters			RMSE	R^2
		Max	EC_{50}	b		
باریک‌برگ Grass	بستر دروغین False seedbed	78.2 (4.02)	13.03 (1.72)	2.48 (0.45)	6.5	0.95
	بستر مرسوم Conventional seedbed	109.3 (6. 91)	26.74 (2.15)	3.42 (0.93)	10.7	0.91
پهن‌برگ Broad leaf	بستر دروغین False seedbed	151.5 (10.06)	19.71 (3.68)	2.22 (0.79)	15.5	0.92
	بستر مرسوم Conventional seedbed	181.4 (10.64)	13.62 (5.07)	1.41 (0.51)	16.48	0.92
کل علف‌های هرز Total weed	بستر دروغین False seedbed	229.7 (12.23)	16.10 (3.96)	2.11 (0.80)	18.9	0.95
	بستر مرسوم Conventional seedbed	290.8 (13.03)	20.40 (2.47)	2.12 (0.46)	20.30	0.96



شکل ۱- واکنش علف‌های هرز پهن‌برگ به مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در دو بستر کاشت مرسوم و دروغین (خطوط پاسخ برآورد شده به‌وسیله رگرسیون غیر خطی و علامت بار خطای استاندارد می‌باشند)

Fig. 1. Response of grass weeds to different rates of imazethapyr in conventional and false seedbed. (Line is the response curves predicted from nonlinear regression and bar represented standard error)



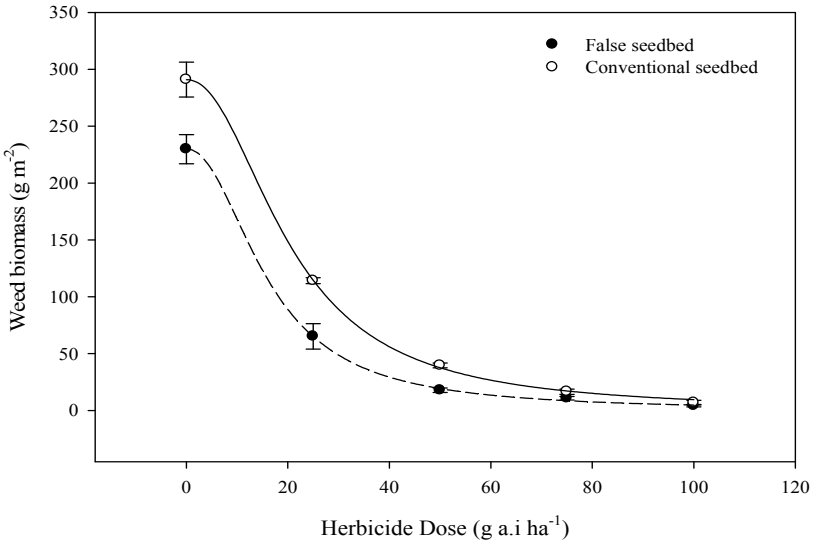
شکل ۲- واکنش علف‌های هرز باریک‌برگ به مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در دو بستر کاشت مرسوم و دروغین (خطوط پاسخ برآورد شده به‌وسیله رگرسیون غیر خطی و علامت بار خطای استاندارد می‌باشند)

Fig. 2. Response of broad leaf weeds to different rates of imazethapyr in conventional and false seedbed (Line is the response curves predicted from nonlinear regression and bar represented standard error)

با کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر در مقادیر ۲۵ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ در بستر دروغین به‌ترتیب ۶۲ و ۹۰ درصد کاهش یافت ولی در بستر مرسوم همین مقادیر علف‌کش به‌ترتیب ۷۰ و ۸۵ درصد کاهش در زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ ایجاد کردند (شکل ۱). با افزایش مقدار علف‌کش به ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار اختلاف دو بستر در کاهش زیست‌توده به ۲ درصد کاهش یافت که نشان می‌دهد در صورت استفاده از مقادیر بالا بستر دروغین مزیتی نسبت بستر کشت مرسوم ندارد. در بستر دروغین زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ غالب در مقادیر ۲۵ و ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار علف‌کش ایمازتاپیر به‌ترتیب به ۱۲/۷ و ۳/۴ گرم در واحد سطح رسید که کاهش ۸۳ و ۹۵ درصدی را نسبت به شرایط عدم کاربرد علف‌کش نشان می‌دهد. در حالی‌که در بستر مرسوم علف‌های هرز باریک‌برگ در همین مقادیر علف‌کش به‌ترتیب ۶۰/۵ و ۱۲/۸ گرم در واحد سطح زیست توده تولید کردند که نسبت به شرایط عدم کاربرد علف‌کش ۴۴ و ۸۷ درصدی نشان می‌دهد (شکل ۲). همچنین در مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ گرم در باریک‌برگ‌ها نیز اختلافی بین دو بستر وجود نداشت. این نتایج با نتایج Soltani *et al*, (2007) که گزارش کردند ۱۵ گرم ماده مؤثر در هکتار علف‌کش ایمازتاپیر توانست تاج خروس را ۸۸ درصد کنترل نماید در تضاد است. این محققان همچنین عنوان داشتند که سلمه تره حساسیت کمتر نسبت به تاج خروس به این علف‌کش نشان داد. به‌طوری‌که، به‌ترتیب ۴ و ۲۷ گرم برای ۸۰ درصد کنترل تاج خروس و سلمه تره علف‌کش نیاز بود. در کل مقایسه حساسیت گونه‌های نازک‌برگ و پهن‌برگ به مقادیر مختلف ایمازتاپیر نشان‌گر این موضوع می‌باشد که این علف‌کش بر گونه‌های نازک‌برگ تأثیر بیشتری داشته و جهت کنترل مؤثر آنها به مقادیر پایین‌تری نسبت به گونه‌های پهن‌برگ نیاز است. نتایج یک بررسی نشان داد که با مصرف مقدار کاهش یافته ایمازاتاپیر (۷۰ گرم در هکتار)، علف‌های هرز توق و تاج خروس در مرحلۀ سه برگی، ۹۰ درصد و یا بیشتر کنترل شدند. همچنین سوروف و قیاق در مرحلۀ کوتیلدونی یا تک برگی با این مقدار علف‌کش به‌خوبی کنترل شدند (Kelingman *et al.*, 1992).

در شرایط عدم کاربرد علف‌کش مقدار زیست‌توده تولید شده توسط مجموع علف‌های هرز در بستر دروغین و بستر مرسوم به‌ترتیب به ۲۲۹ و ۲۹۰ گرم در واحد سطح رسید (جدول ۱ و شکل ۳). در بستر دروغین مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و۱۰۰ گرم در هکتار علف‌کش ایمازتاپیر به‌ترتیب موجب کاهش ۷۱، ۹۲، ۹۵ و ۹۸ درصدی زیست‌توده کل علف‌های هرز شد. درحالی‌که همین مقادیر علف‌کش به‌ترتیب کاهش ۶۰، ۸۶، ۹۴

و ۹۷ درصدی را در بستر مرسوم در مجموع علف‌های هرز ایجاد کردند (شکل ۳). کارایی مقادیر کاهش یافته علف‌کش (به‌طور ویژه در بستر دروغین) نشان می‌دهد که مقادیر بسیار کمتر از مقدار توصیه شده توسط شرکت سازنده جهت کنترل مناسب علف‌های هرز در شرایط مشابه این آزمایش نیاز است. کاهش مقدار علف‌کش در واحد سطح کاهش هزینه‌های تولید و کاهش اثرات منفی علف‌کش‌ها بر محیط زیست را در پی خواهد داشت (Fogelofros, 1990). آزمایشی دیگر نشان داد که مقادیر ۳۰ و۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار ایمازتاپیر تفاوت معنی‌دار از لحاظ آماری در کنترل تاج خروس ریشه قرمز در نخودفرنگی نداشتند. همچنین مقادیر ۴۵ و۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار آن در کنترل سلمه تره کارایی یکسان داشتند (Sikkema *et al*., 2005).



شکل ۳- واکنش مجموع علف‌های هرز به مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در دو بستر کاشت مرسوم و دروغین (خطوط پاسخ برآورد شده به‌وسیله رگرسیون غیر خطی و علامت بار خطای استاندارد می‌باشند)

Fig. 3. Response of total weeds to different rates of imazethapyr in conventional and false seedbed (Line is the response curves predicted from nonlinear regression and bar represented standard error)

عملکرد لوبیا

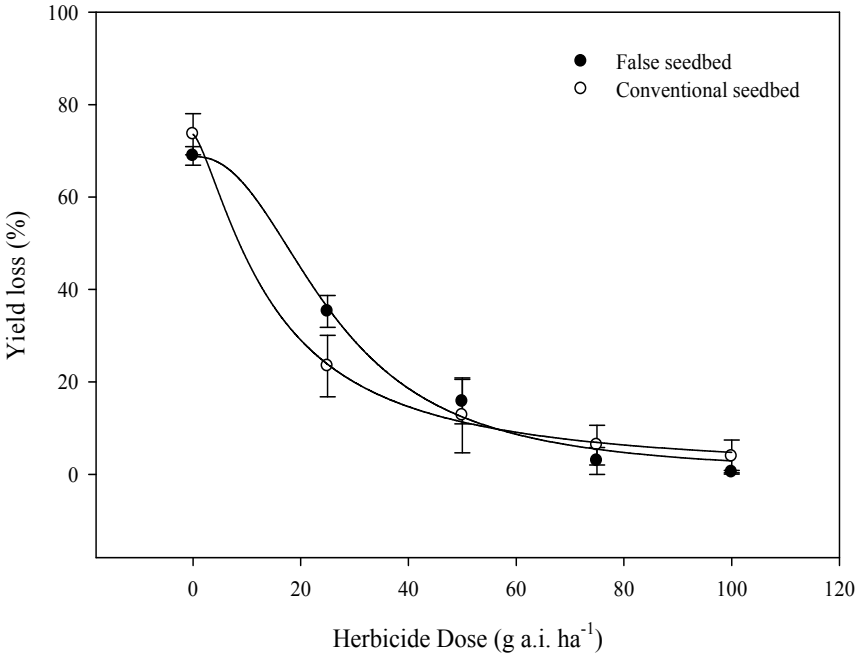
عملکرد لوبیا در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز در بستر مرسوم و بستر دروغین به‌ترتیب ۱۸۶۲/۹ و ۲۰۱۳/۳۴ کیلوگرم در هکتار بود. ولی تداخل علف‌های هرز عملکرد دانه لوبیا را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. نتایج حاصل از برازش معادله دز-پاسخ نشان داد که در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز عملکرد دانه در بستر مرسوم و بستر دروغین به‌ترتیب ۷۳ و ۶۸ درصد نسبت به شاهد عاری از علف هرز کاهش داشته است (جدول ۲ و شکل۴). البته تفاوت بین دو بستر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P=0.382). کاهش عملکرد لوبیا در اثر تداخل علف‌های هرز تا ۷۰٪ نیز گزارش شده است (Malik *et al*., 1993). با این حال با اعمال مقدار توصیه شده (۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) افت عملکرد دانه در بستر مرسوم و بستر دروغین به‌ترتیب به ۲/۹ و ۴/۷ درصد کاهش یافت. به‌طورکلی اگر ۵٪ افت عملکرد از لحاظ اقتصادی قابل قبول باشد، طبق برآورد مدل در بستر مرسوم و بستر دروغین به‌ترتیب اعمال ۷۸ و ۹۵ گرم ماده مؤثره در هکتار برای این منظور کافی خواهد بود. همچنین در هر دو بستر کاشت می‌توان با کاربرد ۵۶ گرم ماده مؤثره در هکتار افت عملکرد را به کمتر از ۱۰ درصد کاهش داد و به ۹۰ درصد عملکرد پتانسیل دست یافت (شکل۴). Soltani *et al*, (2006) گزارش کرده‌اند با مصرف مقدار کامل علف‌کش ۵٪ کاهش در عملکرد لوبیا مشهود بود و شیب کاهش خسارت به محصول هیچ‌گاه به یک کنترل کامل نرسید و علف‌کش هرگز نتوانست به‌طور صددرصد کاهش عملکرد لوبیا را کنترل کند.

جدول ۲- پارامترهای برآورد شده مدل دز-پاسخ افت عملکرد دانه لوبیا در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در دو بستر دروغین و مرسوم

Table 2. Parameter estimate of dose response model fitted to common bean seed yield loss at different rates of imazethapyr in conventional and false seedbed (Values in the parentheses are standard errors)

بستر کاشت Seedbed	Parameters			RMSE	R^2
	Max	EC_{50}	B		
بستر دروغین False seedbed	68.76 (3.15)	26.09 (2.2)	2.32 (0.38)	4.8	0.96
بستر مرسوم Conventional seedbed	73.57 (4.39)	14.73 (5.5)	1.39 (0.57)	7.6	0.91

همچنین گزارش شده که تیمار علف‌های هرز تـوق و تـاج خروس با ۳۵ گرم ماده مؤثره در هکتار از این علف‌کش به‌همراه مویان سیتوگیت، می‌تواند با کارایی مناسبی از کاهش عملکـرد سویا در تراکم‌های پایین‌تـر از ۱۰ بوتـه در متـر ردیـف از ایـن علف‌های هرز جلوگیری نماید (Yousefi *et al.*, 2012).



شکل ۴- افت عملکرد دانه لوبیا در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر در دو بستر کاشت مرسوم و دروغین (خطوط پاسخ برآورد شده به‌وسیله رگرسیون غیر خطی و علامت بار خطای استاندارد می‌باشند)

Fig. 4. Common bean yield loss at different rates of imazethapyr in conventional and false seedbed (Line is the response curves predicted from nonlinear regression and bar represented standard error)

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که بسته به طیف علف هرزی مزرعه مقدار علف‌کش مورد نیاز جهت دستیابی به مقدار کنترل معین با استفاده از علف‌کش ایمازتاپیر متفاوت است. همچنـین استفاده از بستر دروغین می‌تواند با کاهش معنی‌دار زیست‌توده علف‌های هرز به‌خصوص باریک‌برگ‌های همچون سـوروف و دم روباهی، کارایی مقادیر کاهش یافته ایـن علـف‌کـش را افـزایش دهد. همچنین در زراعت لوبیا (در شرایط مشابه این آزمایش) با استفاده تلفیقی از بستر دروغین و کاربرد ۵۶ گرم ماده مؤثر در هکتار ایمازتاپیر می‌توان به ۹۰٪ عملکـرد پتانسـیل رسـید کـه حاکی از امکان استفاده از مقادیر کاهش یافته این علف‌کـش در لوبیا جهت کاهش هزینه‌های تولید و نیز کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از شرکت بازرگان کالا به‌خاطر فراهم‌آوری علف‌کش ایمازتاپیر (پرسویئت) و همچنین از معاونت پژوهشی دانشگاه زنجان جهت تقبل قسمتی از هزینه‌های این تحقیق تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

1. Bostrom, U., and Fogelfors, H. 2002. Response of weeds and crop yield to herbicide dose decision-support guidelines. Weed Science 50: 186-195.
2. Dogan, M.N., Unay, A., Boz, O., and Ogut, D. 2009. Effect of pre-sowing and pre-emergence glyphosate applications on weeds in stale seedbed cotton. Crop Protection 28:503-507.
3. FAOSTAT AGRICULTURE DATA. 2012. Available at: http://faostat3.fao.org (verified 10 June 2013).
4. Fogelfors, H. 1990. Different doses of herbicide for control of weeds in cereals final report from the long-term series. In: 31st Swedish Crop Protection. Conf. Weeds and Weed Control Reports, pp. 139-151.
5. Klingaman, T.E., King, C.A., and Oliver, L.R. 1992. Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on imazethapyr activity. Weed Science 40: 227-232.
6. Lonsbary, S.K., O'Sullivan, J., and Swanton, C.J. 2003. Stale-seedbed as a weed management alternative for machine-harvested cucumbers (*Cucumis sativus*). Weed Technology 17(4): 724-730.
7. Malik, V.S., Swanton, C.J., and Michaels, T.E. 1993. Interference of white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars, row spacing and seeding density with annual weeds. Weed Science 41: 62-68.
8. Monaco, T.J., Weller, S.C., and Ashton, F.M. 2002. Weed Science: principles and practices, 4th edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
9. Mortimer, M. 1997. The need for studies on weed ecology to improve weed management. Expert consulation on weed ecology and management. F.A.O. Report.
10. Oveisi, M., Rahimian-Mashhadi, H., Baghestani, M.A., and Alizade, H.M. 2008. Modelling herbicide dose effect and multiple weed species interference in corn. Iranian Weed Science 4: 47-63. (In Persian with English Summary).
11. Riemens, M.M., Van Der Weide, R.Y., Bleeker, P.O., and Lotz, L.A.P. 2007. Effect of stale seedbed preparations and subsequent weed control in lettuce (cv. Iceboll) on weed densities. Weed Research 47: 149-156.
12. Salonen, J. 1992. Yield responses of spring cereals to reduced herbicide doses. Weed Research 32: 439-499.
13. Sikkema, P., Deen, W., and Vyas, S. 2005. Weed control in pea with reduced rates of imazethapyr applied preemergence and postemergence. Weed Technology 19: 14-18.
14. Soltani, N., Robinson, D.E., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2006. Otebo bean (*Phaseolus vulgaris*) sensitivity to pre-emergence herbicides. Crop Protection 25(5): 476-479.
15. Soltani, N., Van Eerd, L.L., Vyn, R., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2007. Weed management in dry beans (*Phaseolus vulgaris*) with dimethenamid plus reduced doses of imazethapyr applied preplant incorporated. Crop Protection 26(5): 739-745.
16. Yousefi, A.R., Gonzalez-Andujar, J.L., Alizadeh, H., Baghestani, M.A., Rahimian, H., and Karimmojeni, H. 2012. Interactions between reduced rate of imazethapyr and multiple weed species–soyabean interference in a semi-arid environment. Weed Research 52: 242-251.
17. Zhang, J., Weaver, S.E., and Hamill, A.S. 2000. Risks and reliability of using herbicides at below-labeled doses. Weed Technology 14: 106-115.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 108-116

Use of false seedbed and reduced doses of imazethapyr for weed management in common bean (*Phaseolus vulgari* L.)

Yousefi[1*], A.R. & Peri[2], M.A.

1. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan
2. MSc. Graduated, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan

Received: 15 July 2013
Accepted: 27 October 2014

Abstract

Experiment was conducted in 2011 to evaluate the efficacy of reduced herbicide rates in combination with false seedbed for selective weed control in common bean. The experiment was carried out with a completely randomized factorial design. Factors were herbicide dose (post-emergence application of imazethapyr at the rates of 0, 25, 50, 75, and 100 g a.i. ha^{-1}) and seedbed preparation (false seedbed and conventional seedbed). A hand weeding control was also included as check. In the absence of herbicide, there were significant differences in grass and total weeds biomass between two seedbeds ($p< 0.01$), however, biomass of broadleaved weeds was not significantly different in two seedbeds ($P=0.053$). The false seedbed decreased grass and total weed biomass by 28 and 21%, respectively, as compared with conventional seedbed. Imazethapyr application greatly affected grass and broadleaf weed growth and biomass production. The rate of 50 g a.i. $ha^{-1}$of imazethapyr was as effective as the 100 g a.i.ha^{-1} rate to maintain consistent weed control in the false seedbed, while, the rate of 75 g a.i. ha^{-1} was required to maintain effective weed control in conventional seedbed. Season-long weed competition resulted in 68 and 73% yield loss in common bean in the false and conventional seedbed, respectively. However, imazethapyr application decreased yield loss down to 4.7 and 2.9% in false and conventional seedbed, respectively. The study suggests that acceptable weed control in common bean of the weed species observed in the present study could be achieved using imazethapyr at the rate of 56 g a.i. ha^{-1} in combination with false seedbed, which can save the yield by 90%.

Key words: Dose-Response, Integrated Weed Management, Seedbed

* **Corresponding Author:** yousefi.alireza@znu.ac.ir, Tel.: 0243-3052346

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۱۲۶-۱۱۷ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 117-126

بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)

ابراهیم ایزدی[1*] و زهرا سلیمانپور[2]

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، و پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل ژنوتیپ‌های نخود در ۴ سطح (هاشم، آی ال سی، کاکا، کرمانشاهی) و غلظت‌های علف‌کش تریفلورالین در خاک در ۷ سطح (۰، ۴/۶، ۹/۲، ۱۸، ۲۷/۶، ۳۶/۸، ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک) بودند. یک هفته پس از ظهور گیاهان، درصد سبز شدن آنها تعیین و در ابتدای مرحله گلدهی، درصد بقاء، ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، زیست‌توده اندام هوایی، ریشه، تعداد و وزن تر گره آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که همه صفات اندازه‌گیری شده گیاهان مورد مطالعه تحت تأثیر معنی‌دار بقایای تریفلورالین در خاک قرار گرفت. با افزایش غلظت تریفلورالین در خاک صفات مذکور در تمام ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در کمترین غلظت تریفلورالین در خاک، تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه به‌ترتیب ۴۸/۶۴ و ۳۹/۸ درصد بود. در بیشترین غلظت تریفلورالین در خاک، نیز زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان به‌ترتیب ۹۷/۹۶ و ۹۶/۳۹ درصد کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌های نخود، بیشترین (۷۴/۹۳ و ۷۱/۵۱ درصد) تلفات زیست‌توده ساقه و ریشه در ژنوتیپ کاکا و کمترین تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی (۶۴/۸۲ درصد) و ریشه (۵۵/۹۶ درصد) نیز به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های کرمانشاهی و هاشم مشاهده شدند. براساس شاخص ED_{50}، ژنوتیپ آی ال سی (۳/۲۳ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و کرمانشاهی (۸/۲۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک) به‌ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های نخود به بقایای تریفلورالین در خاک بودند. باتوجه به نتایج حاصل و براساس شاخص ED_{50} اندام‌های هوایی، ژنوتیپ‌های نخود از نظر تحمل به بقایای تریفلورالین به‌صورت کرمانشاهی > هاشم > کاکا > آی ال سی طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: دی نیتروآنلین‌ها، گره‌زایی، ماندگاری علف‌کش‌ها، نخود

مقدمه

کاربرد علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز در بوم نظام‌های کشاورزی نوین، به‌دلیل صرفه اقتصادی و سرعت عمل آنها از مهمترین روش‌های کنترل علف‌های‌هرز می‌باشد. با وجود تمام مزیت‌های ناشی از کاربرد این آفت‌کش‌ها، مقاومت علف‌های هرز به آنها، تهدید سلامت انسان، آلودگی محیط‌های طبیعی و آب‌های زیرزمینی، برهم خوردن تنوع زیستی از مهمترین مشکلات ناشی از کاربرد آنها می‌باشد (Zand *et al.*, 2008; Mosavi, 2008). در این ارتباط، باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک و بروز اثرات سوء آن بر محصولات بعدی، از مشکلات دیگر مصرف علف‌کش‌ها است. این مسئله به‌خصوص در کشور ما حائز اهمیت است. زیرا شرایط خاک‌های ایران از جمله خشکی، کمی مواد آلی، سردی زمستان و جمعیت اندک میکروارگانیسم‌های خاک به‌گونه‌ای است که علف‌کش‌ها در آن دوام زیادی خواهند داشت (Mosavi, 2008). در این میان، علف‌کش‌های گروه دی نیتروآنلین‌ها از مهمترین علف‌کش‌هایی هستند که در ایران به‌طور وسیعی برای کنترل علف‌های هرز باریک و پهن‌برگ در محصولات زراعی مختلفی از جمله سویا، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و غیره به‌کار می‌روند (Zand *et al.*, 2008). این گروه از علف‌کش‌ها خاک مصرف بوده و از بازدارندگان قوی تقسیم سلولی هستند که در فرآیند تقسیم سلولی با ممانعت از تشکیل میکروتوبول‌ها در مرحله پروفاز

* **نویسنده مسئول:** دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۹۱۵۳۲۱۶۲۳۷؛ eizadi2000@yahoo.com

تقسیم میتوز، در مناطق مریستمی مانع از تقسیم سلولی می‌شوند (Mosavi, 2008). علی‌رغم کارایی بالای این گروه از علف‌کش‌ها در کنترل طیف وسیعی از علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ، ماندگاری و نیمه عمر نسبتاً بالای آنها در خاک از مهمترین مشکلاتی است که می‌تواند ضمن تأثیر سوء بر پایداری اکوسیستم خاک، تناوب زراعی را نیز محدود کرده و در محصولاتی از قبیل نخود که از مهمترین اجزای تناوب به‌شمار می‌روند با تأثیر بر روابط همزیستی باکتری-لگوم مانع از گره‌زایی و تثبیت زیستی نیتروژن شوند (Zand *et al.*, 2008). در بین این گروه از علف‌کش‌ها تریفلورالین از مهمترین و پرکاربردترین علف‌کش‌ها در کشور به‌شمار می‌رود (Zand *et al.*, 2008). که براساس گزارش‌های موجود از ماندگاری نسبتاً بالایی در خاک برخوردار است و این امکان وجود دارد که در محصولات تناوبی با تأثیر بر رشد آنها منجر به محدودیت تناوب شود به‌طوری‌که گزارش‌های موجود دال بر این واقعیت هستند. در این ارتباط Gerwing & McKercher (1992) باقیمانده تریفلورالین در خاک را یک سال بعد از کاربرد آن تعیین کردند. در مطالعه دیگر که توسط Corbin *et al*, (1994) انجام شد باقیمانده اندکی از تریفلورالین (۰/۰۰۶ تا ۰/۱۴ کیلوگرم در هکتار) را ۳۰ ماه پس از کاربرد آن در خاک مشاهده کردند.

در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از کربن نشاندار، پس از ۳۵۰ روز از کاربرد علف‌کش تریفلورالین در خاک‌های مناطق مختلف، نشان داده شد که بقایای علف‌کش تریفلورالین در این خاک‌ها از ۱۸ تا ۴۱ درصد کل مقدار کاربرد علف‌کش در خاک بوده است (Tiryaki *et al.*, 2004). پژوهش‌های دیگر صورت گرفته نیز متوسط نیمه عمر علف‌کش تریفلورالین را در مزرعه ۴۵ و در شرایط خشک و سرد تا ۱۲۰ روز گزارش کرده‌اند (William *et al.*, 2011). براساس گزارش نامبردگان، نیمه عمر علف‌کش تریفلورالین در خاک بین ۸ الی ۱۴ ماه متغیر است. از این‌رو به‌نظر می‌رسد بررسی احتمال اثرات منفی ناشی از باقیمانده این علف‌کش بر گیاهان تناوبی مهم و مفید باشد.

در بین گیاهان زراعی موجود در کشور، نخود (*Cicer arietinum* L.) از مهمترین محصولات زراعی است که در بسیاری از نقاط کشور در تناوب با محصولاتی که توسط علف‌کش تریفلورالین تیمار می‌شوند قرار می‌گیرد (Parsa & Bageri, 2008). ویژگی‌های مطلوبی از جمله بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، اختلال در چرخه زندگی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و به‌خصوص توانایی تثبیت نیتروژن در نخود باعث شده است که این گیاه جایگاه ویژه‌ای را در تناوب گیاهان زراعی دارا باشد (Parsa & Bageri, 2008). این مساله هرچند در بهبود عملکرد گیاهان زراعی تناوبی پس از آن مفید و مؤثر است، اما محدودیت‌هایی نیز ممکن است برای آن به‌ویژه به‌دلیل پسماند علف‌کش‌های محصول قبل به‌دنبال داشته باشد (Izadi-darbandi, & Akram, 2012).

در مطالعه‌ای که توسط Warner *et al*, (1987) در ارتباط با حساسیت چغندرقند به بقایای علف‌کش‌های تریفلورالین، پندیمتالین، فلوکورالین و پروفلورالین انجام شد، مشاهده شد که پندیمتالین و تریفلورالین سمیت بیشتری برای چغندرقند نسبت به دو علف‌کش دیگر ایجاد نمودند. در بررسی دیگری Hanson & Thill (2001) در آزمایش خود نشان دادند که علف‌کش‌های به‌کار رفته در مزرعه عدس و نخود سبز (ایمازاتاپیر و پندیمتالین) باعث آسیب به محصول بعدی که در تناوب با این گیاهان قرار گرفته بودند شد. نامبردگان اعلام داشته‌اند که مقدار ۲/۲۴ گرم در هکتار علف‌کش پندیمتالین به‌کار رفته در مزرعه عدس، منجر به کاهش ۳۵ تا ۵۱ درصد زیست‌توده و ۱۱ تا ۱۷ درصد عملکرد دانه در گندم شد. ترکیب علف‌کش‌های پندیمتالین (۱/۱۲ گرم در هکتار) و ایمازاتاپیر (۱۰۶ گرم در هکتار) نیز منجر به کاهش ۲۴ درصدی در زیست‌توده گندم شد. براساس گزارش‌های موجود سمیت این گروه از علف‌کش‌ها در خاک می‌توانند بر روی سایر صفات رشدی در گیاهان ازجمله گره زایی که شاخصی از میزان تثبیت بیولوژیک نیتروژن در بقولات دارد، اثرگذار باشد.

اعتقاد بر این است که علف‌کش‌ها به چندین روش می‌توانند رابطه همزیستی لگوم- رایزوبیوم را تحت تأثیر قرار دهند. این آفت‌کش‌ها می‌توانند از طریق تأثیر مستقیم بر رشد گیاه، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن را متأثر سازند و یا از طریق تأثیر مستقیم بر بقاء و رشد رایزوبیوم‌ها توانایی آنها برای همزیستی با گیاهان میزبان را کاهش دهند. در این ارتباط ممانعت از تشکیل سیگنال‌های بیوشیمیایی بین رایزوبیوم‌ها و گیاهان و نیز کاهش توانایی تقسیم سلولی در ریشه گیاه جهت تشکیل گره از دیگر اثرات علف‌کش‌ها بر همزیستی لگوم- رایزوبیوم بوده که متعاقب آن تثبیت زیستی نیتروژن را مختل می‌کند (Anderson *et al.*, 2004; Fox *et al.*, 2007). در آزمایش‌های Gonzalez *et al*, (1999) که به‌منظور بررسی تأثیر برخی علف‌کش‌ها بر تثبیت بیولوژیکی سویا انجام شد، مشاهده شد که علف‌کش‌های متری بیوزین، استوکلر، متولاکلر، فلومیاکسازین، تریفلورالین، ایمازتاپیر باعث کاهش گره‌زایی، تعداد و وزن گره در آغاز مرحله گلدهی سویا شدند. Bolich *et al*, (1985) نیز کاهش در تعداد گره، وزن خشک و تثبیت نیتروژن را در اثر کاربرد با علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین در گیاه سویا اعلام کرده‌اند.

از آنجایی‌که در ارتباط با اثرات احتمالی باقیمانده علف‌کش تریفلورالین در خاک بر ویژگی‌های رشدی و گره‌زایی نخود در کشور مطالعاتی انجام نشده است. این آزمایش با هدف بررسی پاسخ رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود به بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین در خاک در شرایط کنترل‌شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی حساسیت ۴ ژنوتیپ نخود به بقایای شبیه‌سازی شده تریفلورالین در خاک، در پاییز سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، در سه تکرار و در دو مرحله انجام شد. میانگین دمای روز و شب در طی دوره رشد گیاهان در گلخانه به ترتیب ۲۶ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود. در مرحله اول که در واقع یک پیش‌آزمایش بود تأثیر غلظت‌های مختلف باقیمانده علف‌کش تریفلورالین شامل ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد مقدار توصیه شده تریفلورالین (۲ لیتر ماده تجاری در هکتار) بر رشد ژنوتیپ‌های هاشم، آی ال سی، کاکا و توده کرمانشاهی مورد بررسی قرار گرفت که براساس نتایج اولیه این پیش‌آزمایش همه ژنوتیپ‌های نخود از بین رفتند و زیست‌توده‌ای تولید نکردند. از این‌رو در مرحله بعد که آزمایش اصلی را تشکیل می‌داد دنبال شد که عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف علف‌کش تریفلورالین در خاک در هفت سطح (۰، ۴/۶، ۹/۲، ۱۸، ۲۷/۶، ۳۶/۸ و ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک) که به‌ترتیب شامل ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد ۵۰ درصد مقدار توصیه شده تریفلورالین (۱ لیتر ماده تجاری در هکتار) و ژنوتیپ های نخود در ۴ سطح شامل هاشم، آی ال سی، کاکا و توده کرمانشاهی بودند. برای این منظور پس از تهیه خاک، ابتدا با استفاده از فرمولاسیون تجاری تریفلورالین (EC ۴۸٪)، مقدار کاربرد علف‌کش و میزان چگالی خاک (۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب)، مقدار ماده مؤثره لازم (برحسب میکروگرم در کیلوگرم خاک) از هر سطح شبیه‌سازی شده باقیمانده علف‌کش در خاک محاسبه و مقدار معادل آن از ماده تجاری برداشته و در ۵۰ سی سی آب حل گردید. به‌منظور اختلاط کامل علف‌کش با خاک پس از محاسبه وزن خاک خشک هر گلدان با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و عمق ۱۲ سانتی‌متر، به مقدار گلدان‌های مربوط به هر غلظت، خاک مورد نظر تهیه (حدود ۱۵ کیلوگرم) و برای سهولت در اختلاط و اطمینان از یکنواختی اختلاط علف‌کش، ابتدا یک کیلوگرم از خاک مذکور آماده شد، سپس ۵۰ میلی‌لیتر از هریک از محلول‌های تهیه شده برای هر غلظت علف‌کش با استفاده از بورت مدرج به‌طور یکنواخت روی خاک مذکور ریخته و پس از تبخیر آب از سطح خاک، کاملاً با خاک مخلوط شد. نمونه یک کیلوگرمی خاک مخلوط شده برای هر غلظت علف‌کش سپس با سایر خاک‌های مربوط به هر تیمار مجدداً به‌طور کامل و یکنواخت مخلوط شد. پس از اختلاط و آماده‌سازی خاک‌های آلوده شده با علف‌کش تریفلورالین، به گلدان‌های با ابعاد مذکور منتقل و بذور گیاهان نخود پس از تلقیح با باکتری مزورایزوبیوم، به تعداد ۸ عدد در هر گلدان و در عمق مناسب کشت شدند. برای ممانعت از آبشویی علف‌کش، گلدان‌ها به‌طور یکنواخت در حدی آبیاری شدند که فاضلاب خروجی نداشته باشد. برای این منظور زیر گلدانی نیز در زیر تمام گلدان‌ها گذاشته شد. یک هفته پس از سبز شدن گیاهان و در مرحله ۲ تا ۳ برگی نخود درصد سبز شدن آنها محاسبه و گیاهان تنک و تراکم آنها به سه بوته در هر گلدان تنظیم شد. در ابتدای مرحله زایشی (۱۰ الی ۲۰ درصد گلدهی)، پس از تعیین درصد بقاء، ارتفاع و تعداد شاخه جانبی، گیاهان مورد نظر در هر گلدان را از محل طوقه برداشت و پس از خاک‌شویی ریشه، تعداد گره و وزن تر گره اندازه‌گیری شدند. سپس ریشه و اندام‌های هوایی به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند (Datta *et al.*, 2009). سپس وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه با ترازوی دیجیتال هزارم توزین شد.

داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. تجزیه رگرسیون داده های حاصل با استفاده از نرم‌افزار R و از برازش زیست‌توده تولید شده گیاهان به معادله سیگموئیدی چهار پارامتری استفاده شد و غلظت لازم برای ۵۰ درصد بازدارندگی زیست‌توده ارقام نخود (ED_{50}) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به‌کار گرفته شدند (Santin-Montanya *et al.*,, 2006) (معادله ۱).

$$f\big((b,c,d,e)\big) = c + \frac{d-c}{1+\exp\{b(\log(x)-\log(e)\}} \quad (1)$$

در این معادله b شیب منحنی، c حد پایین منحنی پاسخ (وقتی‌که بیشترین مقدار علف‌کش استفاده شد)، e غلظتی از علف‌کش که سبب ۵۰ درصد کاهش در مقدار پاسخ می‌شود و d حد بالای منحنی پاسخ (وقتی‌که میزان کاربرد علف‌کش صفر است). لازم به ذکر است زمانی‌که در معادله فوق اثر پارامتر c معنی‌دار نبود با حذف آن، از معادله سه پارامتری برای برازش داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج آزمایش، باقیمانده علف‌کش تریفلورلین در خاک، سبزشدن، بقاء، ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد گره، وزن تر گره، رشد ریشه و اندام‌های هوایی تمام ژنوتیپ‌های نخود مورد بررسی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در صفات مذکور در پاسخ به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک داشتند (جداول ۱ و ۲). با افزایش غلظت علف‌کش تریفلورالین در خاک، درصد سبزشدن و بقاء گیاهان مورد بررسی کاهش یافت. کمترین (۳۲/۴۰ درصد) و بیشترین (۹۷/۲۲ درصد) میزان بقاء به‌ترتیب از غلظت‌های ۵۵ و ۴/۶ و در غلظت ۳۶/۸ و ۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک نیز به‌ترتیب کمترین (۳۹/۶۵ درصد) و بیشترین (۷۷/۱۳ درصد) درصد سبزشدن مشاهده شد. درصد سبزشدن ژنوتیپ کاکا کمتر و آی ال سی بیش از سایر ارقام تحت تأثیر علف‌کش قرار گرفت. درصد بقاء ژنوتیپ‌های کاکا و هاشم نیز بیشتر تحت تأثیر اثر سوء بقایای تریفلورالین قرار گرفت. به‌طوری‌که کمترین درصد بقاء (۵۹ درصد) را نیز در میان بقیه ژنوتیپ‌ها به‌خود اختصاص داده بود.

در بررسی اثر غلظت علف‌کش تریفلورالین در خاک بر زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه مشاهده شد که با افزایش غلظت علف‌کش در خاک، صفات مذکور کاهش یافتند. بر این اساس کمترین غلظت تریفلورالین (۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک) منجر به کاهش بیش از ۵۰ درصدی در زیست‌توده اندام‌های هوایی گیاهان شد و تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۲۷/۶، ۳۶/۸ و ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک وجود نداشت. با این وجود بیشترین تلفات در زیست‌توده اندام‌های هوایی (۹۷/۹۶درصد) در ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک به‌دست آمد. بیشترین (۹۶/۳۹ درصد) و کمترین (۳۹/۸ درصد) تلفات زیست‌توده کل ریشه نیز به‌ترتیب از غلظت‌های ۵۵ و ۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک به‌دست آمد (جدول ۲). پاسخ ژنوتیپ‌های نخود نیز به باقیمانده تریفلورالین در خاک به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول۱ و شکل ۱). در بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ - باقیمانده تریفلورالین در خاک نیز مشاهده شد که در همه ژنوتیپ‌های نخود صفات مورد بررسی در اثر افزایش باقیمانده تریفلورالین در خاک کاهش یافت. با این وجود ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک تفاوت معنی‌داری داشتند (جداول ۱ و ۲ و شکل‌های ۱ و ۳). بیشترین (۷۴/۹۳ و ۷۱/۵۱ درصد) تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه در ژنوتیپ کاکا و کمترین تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی (۶۴/۸۲ درصد) و ریشه (۵۵/۹۶ درصد) نیز به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های کرمانشاهی و هاشم مشاهده شد. در این ارتباط، Santos *et al*, (2012) در بررسی خود نشان دادند که واریته‌های لوبیا و سویا پاسخ متفاوتی به بقایای علف‌کش تریفلورالین داشتند. به‌طوری که بر اساس گزارش آنها بقایای علف‌کش تریفلورالین منجر به کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل و ماده خشک واریته IAPAR 81 لوبیا، ۲۸ روز بعد بذرکاری شد. حال اینکه در واریته CD 214 سویا، محتوای کلروفیل تحت تأثیر قرار نگرفت، ولی وزن خشک آن به‌طور محسوسی کاهش یافت Brewer *et al*, (1982) در بررسی اثر بقایای علف‌کش‌های فلوکلورالین، پروفلورالین و تریفلورالین بر رشد گیاهان برنج و سورگوم گزارش کرده‌اند که تمام علف‌کش‌های مذکور هنگامی که به مقدار ۰/۱ کیلوگرم در هکتار مصرف شدند باعث آسیب به گیاه برنج و کاهش در عملکرد آن شدند. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که بقایای علف‌کش‌های USB 3153، پروفلورالین و تریفلورالین به‌ترتیب منجر به کاهش در رشد و عملکرد گندم و سورگوم شدند (Abernathy & Keeling, 1978).

جدول۱- میانگین مربعات (MS) مربوط به درصد سبزشدن، درصد بقا، ارتفاع تعداد شاخه‌های جانبی، تعدادگره، وزن ترگره، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های نخود تحت تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک

Table 1. Mean of squares (MS) of chikpea genotypes emergence, survival, height, lateral shoot number, nodule number nodule fresh matter, root dry matter and shoot dry matter under different trifluralin soil residual concentration

Source of variation	df	Emergence	Survival	Height	Lateral shoot number	Nodule number	Nodule fresh matter	Root dry matter	Shoot dry matter
Variety (V)	3	864.29**	1606.30**	970.79**	2531.26**	41.89**	225.10**	857.20**	433.38**
Herbicide concentration (HC)	6	5005.72**	9964.61**	17708.70**	17860.49**	16683.53**	16728.24**	14272.81**	15565.17**
V×HC	18	233.93**	414.01**	500.73**	1304.78**	38.62**	207.06**	318.31**	234.55**
Error	56	113.17	39.68	37.46	6.82	0.10	1.37	90.12	12.66
CV%		16.81	9.4	16.41	9.69	2.04	6.53	26.54	11.76

** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

**significantly at 1% levels

جدول ۲- مقایسه میانگین مربوط به درصد سبزشدن، درصد بقا، ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد گره، وزن تر گره، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین در خاک در ژنوتیپ‌های نخود

Table 2. Means comparisons of chickpea different genotypes emergence survival, height, lateral shoot number, nodule number nodule fresh matter, root dry matter and shoot dry matter in different trifluralin soil residual concentration

Variety	Herbicide concentration (µg kg^{-1}soil)	Emergenece (% of control)	Survival (%)	Height (% of control)	Lateral shoot Number (% of control)	Nodule number (% of control)	Nodule fresh matter (% of control)	Root dry matter (% of control)
هاشم Hashem	0	87.50^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}(28.24)	100.00 ^{b}(1.69)	100.00^{a}(9.66)	100.00 ^{a}(0.013)	100.00^{a} (0.068)
	4.6	70.83^{cd}	92.59^{a}	79.62^{bc}(22.23)	120.72 ^{a}(2.04)	20.68 ^{b}(2.00)	43.80^{b} (0.0059)	96.69^{a} (0.065)
	9.2	75.00^{bc}	96.29^{a}	45.78^{e}(12.85)	65.65^{c}(1.11)	0.76^{e} (0.074)	1.39 ^{d}(0.00018)	46.86^{b} (0.032)
	18	41.66^{h}	37.03^{de}	30.29^{f}(8.61)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	22.08^{c} (0.015)
	27.6	45.83^{gh}	59.25^{c}	5.04^{hij}(1.38)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	20.17^{cde} (0.013)
	36.8	37.50^{hi}	29.62^{e}	3.75^{ij}(1.00)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	22.51^{c} (0.015)
	55	37.50^{hi}	0.00^{l}	0^{j}(0.00)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	0.00 ^{g}(0.00)
آی ال سی Ilc	0	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a} (31.32)	100.00^{b} (2.37)	100.00 ^{a}(28.44)	100.00^{a} (0.083)	100.00^{a} (0.14)
	4.6	65.27^{cde}	96.29^{a}	62.10 ^{d}(19.46)	45.20^{e} (1.07)	8.85 ^{d}(2.51)	12.24^{c} (0.010)	53.12^{b} (0.076)
	9.2	66.66^{cd}	100.00^{a}	76.22 ^{bc}(23.73)	13.87^{f} (0.33)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	53.82^{b} (0.077)
	18	58.33^{defg}	40.74^{d}	32.60 ^{f}(10.27)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	14.78^{cdefg}(0.021)
	27.6	37.50^{hi}	70.37^{b}	16.22 ^{g}(5.08)	2.38 ^{g} (0.05)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	11.31^{cdefg} (0.016)
	36.8	25.00^{i}	42.59^{d}	4.28 ^{hij}(1.36)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	13.41^{cdefg} (0.019)
	55	47.22^{fgh}	59.25^{c}	1.91 ^{j}(0.58)	0.00^{g} (0.00	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	3.67^{fg} (0.0052)
کاکا Kaka	0	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a} (30.20)	100.00^{b} (1.07)	100.00^{a}(7.11)	100.00^{a} (0.015)	100.00^{a} (0.071)
	4.6	87.50^{ab}	100.00^{a}	69.93 ^{cd}(21.12)	3.66 ^{g}(0.03)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	45.50^{b} (0.032)
	9.2	75.00^{bc}	62.96^{bc}	9.05 ^{ghij}(2.75)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	20.85^{cd} (0.014)
	18	66.66^{cd}	33.33^{de}	1.31 ^{j}(0.40)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	4.11^{fg} (0.003)
	27.6	59.72^{cdefg}	62.96^{bc}	8.53 ^{ghij}(2.58)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	9.25^{cdefg} (0.006)
	36.8	48.61^{fgh}	29.62^{e}	1.86 ^{j}(0.56)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	14.56^{cdefg} (0.010)
	55	62.50^{cdef}	29.62^{e}	1.87 ^{j}(0.56)^{l}	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	5.16^{efg} (0.003)
کرمانشاهی kermanshahi	0	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a} (30.89)	100.0 ^{b} (2.33)	100.00^{a}(15.18)	100.00^{a}(0.034)	100.00^{a} (0.14)
	4.6	75.00^{bc}	100.00^{a}	83.22 ^{b}(25.66)	42.82 ^{e} (0.99)	18.61c (2.82)	43.00^{b} (0.014)	45.50^{b} (0.06)
	9.2	45.83^{gh}	100.00^{a}	74.12 ^{bc}(22.78)	58.65 ^{d} (1.36)	0.48^{ef}(0.07)	1.51^{d} (0.0005)	48.01^{b} (0.06)
	18	50.00^{efgh}	59.25^{c}	13.70 ^{ghi}(4.22)	1.58^{g}(0.03)	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	16.31^{cdef} (0.02)
	27.6	58.33^{efgh}	70.37^{b}	14.18 ^{gh}(4.45)	(0.00) 0.00^{g}	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	13.00^{cdef} (0.018)
	36.8	41.66^{h}	62.96^{bc}	6.20 ^{hij}(2.00)	(0.00) 0.00^{g}	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	14.87^{cdefg} (0.021)
	55	44.44^{gh}	40.74^{d}	2.04 ^{j}(0.63)	(0.00) 0.00^{g}	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	5.62^{defg} (0.008)

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با هم ندارند. اعداد داخل پرانتز داده‌های واقعی مربوط به نتایج آزمایش هستند.

با افزایش بقایای تریفلورالین در خاک، زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه همه ژنوتیپ‌های نخود کاهش یافتند. اما تأثیر منفی بقایای تریفلورالین در خاک بر رشد ریشه به‌مراتب نسبت به رشد اندام‌های هوایی بیشتر بود (شکل ۲). از آنجایی‌که تریفلورالین از علف‌کش‌های خاک مصرف و از بازدارندگان تقسیم سلولی در منطقه مریستم ریشه می‌باشد (Ghadiri, 2007)، به‌نظر می‌رسد این نتیجه دور از انتظار نباشد. در این ارتباط سایر محققین نیز بر حساسیت رشد ریشه گیاهان چغندرقند و ذرت نسبت به باقیمانده علف‌کش‌های پندیمتالین و تریفلورالین اشاره کرده‌اند (Hatzinikolaou *et al.*, 2004; Radovanov & Elezovic, 2003). اعتقاد براین است که حساسیت بیشتر ریشه نسبت به اندام‌های هوایی به بقایای علف‌کش‌ها، می‌تواند به‌عنوان ابزاری سودمند در تشخیص باقیمانده علف‌کش‌ها از طریق آزمایش‌های زیست‌سنجی باشد (Kortekamp, 2011). از این‌رو در علف‌کش‌های خاک مصرفی از قبیل تریفلورالین و نیز در سایر علف‌کش‌ها می‌تواند به‌عنوان شاخص قابل قبولی در این ارتباط باشد. برای مثال در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثرات سمی علف‌کش تریفلورالین بر سه هیبرید ذرت انجام شد، گزارش گردید که بقایای علف‌کش مذکور تأثیر معنی‌داری بر رشد هیبریدهای ذرت از جمله طول و وزن تر ریشه داشته است. براساس گزارش مذکور در بین هیبریدهای مورد بررسی، ریشه هیبرید ZPSC 633، حساسیت بیشتری به باقیمانده علف‌کش نشان داد؛ به‌طوری‌که ۱۹۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از باقیمانده تریفلورالین، در یک سال پس از کاربرد، منجر به بازدارندگی ۳۰ درصدی در طول و وزن تر ریشه هیبرید (ZPSC 633) ذرت گردید (Elezovic, 2003 & Radovanov). بررسی نتایج حاصل از تأثیر بقایای تریفلورالین در خاک بر صفات درصد سبزشدن، درصد بقاء، ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد گره و وزن تر گره ژنوتیپ‌های نخود نیز نشان از تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مذکور داشت. بقایای علف‌کش به‌طور معنی‌داری گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). براساس نتایج حاصل در غلظت‌های ۴/۶ و ۹/۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک

تریفلورالین، تعداد گره تشکیل شده و وزن آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و با افزایش میزان باقیمانده تریفلورالین به بیش از ۹/۲ میکروگرم؛ بیشتر ژنوتیپ‌ها، قادر به تشکیل گره نشدند (جدول ۲). در بین ژنوتیپ‌های نخود تفاوت معنی‌داری از نظر حساسیت به تشکیل و رشد گره در پاسخ به مقدار باقیمانده تریفلورالین در خاک مشاهده شد (جدول ۱). براین اساس گره‌زایی ژنوتیپ کاکا بیش از سایر ژنوتیپ‌ها تحت تأثیر قرار گرفت. به‌طوری‌که کمترین تعداد و زیست‌توده گره را تولید نمود و ژنوتیپ‌های هاشم و کرمانشاهی بیشترین تعداد گره و زیست‌توده آن را تولید نمودند به‌طوری‌که گره‌زایی ژنوتیپ‌های هاشم و کرمانشاهی تا غلظت ۹/۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک ادامه یافت، در ژنوتیپ آی ال سی تنها تا غلظت ۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک گره‌زایی مشاهده شد. درحالی‌که در ژنوتیپ کاکا در هیچ یک از مقادیر مربوط به تیمارهای مربوط به غلظت تریفلورالین در خاک گره‌زایی تشکیل نشد (جدول ۲). به‌طور کلی در ارتباط با تأثیر بقایای علف‌کش‌ها بر رشد و گره‌زایی لگوم‌ها منابع بسیار محدود است و نتایج موجود در این ارتباط مربوط به تأثیر کاربرد علف‌کش‌ها در گیاهان مذکور بر رشد و گره‌زایی آنها بوده است. با این وجود با توجه به نتایج این مطالعه به‌نظر می‌رسد اثرات بقایای علف‌کش‌ها در خاک بر رشد آنها مشابه تأثیر کاربرد آنها به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز آنها است. در این ارتباط در مطالعه‌ای نشان داده شد که کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و لنتاگران به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز نخود، منجر به اثرات منفی و زیانباری بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود شدند (Rasoli, 2012). در بررسی دیگری مشاهده شد که کاربرد علف‌کش‌های تریفلورلین و کاربتامید منجر به کاهش در گره‌زایی و رشد در در واریته‌های مختلف شبدر گردید (Brock, 1972). نامبرده اعلام داشته است که این کاهش در نتیجه تأثیر مستقیم علف‌کش‌های مذکور بر رشد گیاهان بوده است. در مطالعات دیگری نیز نشان داده شد که کاربرد مقادیر زیاد علف‌کش تریفلورالین، در ۴۲ روز بعد از سبزشدن سویا، گره‌زایی را کاهش داده است (1993 ,Antonio marenco *et al.*).

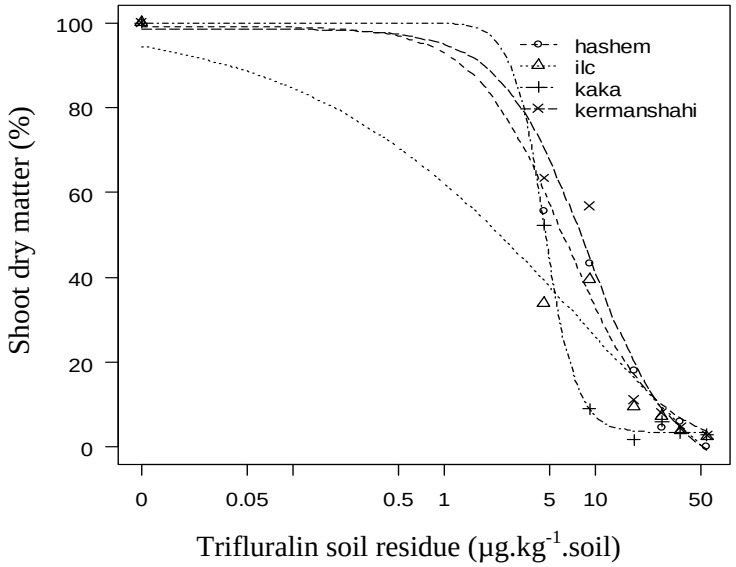
در مطالعه‌ای مشابه گزارش شد که کاربرد علف‌کش‌های بنتازون و ایمازاتاپیر، تعداد و زیست‌توده گره در گیاه نخود را بیش از ۹۰ درصد کاهش داده است. اما علف‌کش پیریدیت کاهش کمتری را در گره‌زایی گیاه نخود نسبت به دو علف‌کش مذکور ایجاد نمود (Izadi-Darbandi & Akram, 2012). مطالعات محدود انجام شده در ارتباط با تأثیر بقایای علف‌کش‌ها بر رشد، گره‌زایی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نیز در تطابق با مطالعات مذکور و نیز نتایج حاصل از این بررسی بوده است. در بررسی تأثیر بقایای علف‌کش‌های کلروسولفورون، فلومتسولام و ایمازتاپیر در خاک بر نخود مشاهده شد که بقایای علف‌کش‌های مذکور، وزن خشک اندام‌هوایی وگره‌زایی و میزان تثبیت نیتروژن را در مرحله بلوغ گیاه نخود، کاهش داده است (Rogers & Baldick, 2003). در آزمایشی که به‌منظور بررسی اثرات باقیمانده علف‌کش متری بیوزین بر تثبیت نیتروژن در نخودفرنگی (*Pisum sativum*) و نخود (*Cicer arietinum* L.) انجام شد، مشاهده شد که در این گیاهان، اثرات منفی علف‌کش بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن در مرحله اولیه رشد گیاه، بلافاصله بعد مصرف علف‌کش رخ داد و در مراحل انتهایی رشد، گیاه قادر به تحمل اثرات منفی علف‌کش بود (Parsa & Bagheri, 2008).

به‌طور کلی اعتقاد بر این است که علف‌کش‌ها به چندین روش ممکن است علاوه بر تأثیر منفی بر رشد بقولات، مانع از گره‌زایی و در نتیجه تثبیت بیولوژیکی نیتروژن شوند. علف‌کش‌ها می‌توانند تأثیر مستقیم بر رشد (Anderson *et al.*, 2004) و بقا رایزوبیا (Singh &Wright, 2002) بگذارند. از طرف دیگر این امکان وجود دارد که علف کش ها فعالیت آنزیم نیتروژناز در گره‌ها را تحت تأثیر قرار دهند (Anderson *et al.*, 2004). با این وجود برخی از علف‌کش‌ها ممکن است به توانایی رایزوبیوم برای تشخیص گیاه میزبان آسیب بزنند (Fox *et al.*, 2004). یکی دیگر از اثرات احتمالی علف‌کش‌ها در کاهش تعداد گره، تأثیر آنها بر روی آغازش گره می‌باشد (Walley *et al.*, 2006). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش، به‌نظر می‌رسد که بقایای تریفلورالین در خاک با محدود نمودن رشد ریشه و متعاقب آن رشد کل گیاه، گره زایی ارقام مورد مطالعه نخود را تحت تأثیر خود قرار داده است و از آنجا که کمترین رشد ریشه در این مطالعه به رقم کاکا اختصاص یافته بود منطقی به‌نظر می‌رسد که گره‌زایی این رقم نیز بیشتر از سایر ارقام، تحت تأثیر قرار بگیرد.

در بسیاری از مطالعات مربوط به آزمایشات زیست‌سنجی بقایای علف‌کش‌ها شاخص‌های ED_{10}، ED_{30} و به‌ویژه ED_{50} برای زیست‌توده اندام های هوایی گیاه از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی حساسیت گیاهان به بقایای علف‌کش و طبقه‌بندی آنها بر این اساس می‌باشد (Santin-Montanya *et al.*, 2006). براساس نتایج حاصل از این آزمایش، بیشترین و کمترین شاخص ED_{50} تریفلورالین به ترتیب در ژنوتیپ‌های کرمانشاهی (۸/۲۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و آی ال سی (۳/۲۳ میکروگرم در کیلوگرم خاک) بود (جدول ۳ و شکل ۲). اگرچه در بین سایر ژنوتیپ‌ها، بیشترین تلفات ماده خشک تولیدی در بالاترین غلظت تریفلورالین در واریته کاکا ۱۰۰ درصد مشاهده

شد (پارامتر d)؛ بر این اساس و با توجه به نتایج حاصل، به‌نظر می‌رسد در بین ژنوتیپ‌های نخود، رقم آی ال سی حساس‌ترین و توده کرمانشاهی متحمل‌ترین گیاهان به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک باشد و سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس پارامتر مذکور به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۳).

کرمانشاهی>هاشم >کاکا>آی ال سی



شکل ۱- پاسخ ماده خشک اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک

Fig. 1. Shoot dry matter of chickpea gynotypes in response to trifluralin residue in soil

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش معادله سه پارامتری لجستیک به وزن خشک اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های نخود

Table 3. Parameters estimated fitting 3-parametered logistic model to chickpea genotypes shoot dry weight data

Variety	b	d	ED_{50} (µg.kg^{-1}.soil)
Hashem	1.46 (0.28)*	99.14 (7.15)	6.23(1.15)
Ilc	1.04 (0.26)	99.65 (7.10)	3.23(1.11)
Kaka	(3.33 (1.29	100.03 (7.06)	4.72(0.43)
Kermanshahi	1.79856(0.36)	97.51435(7.41)	8.22(1.38)

* خطای استاندارد (Standard error)

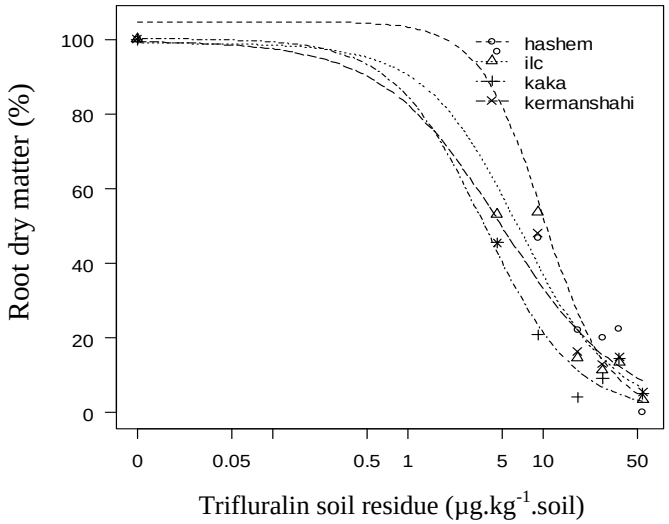
ازسوی دیگر براساس نتایج حاصل از برازش زیست‌توده ریشه ژنوتیپ‌های نخود به معادله لجستیک ۳ پارامتری مشاهده شد که کمترین (۳/۷۰ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و بیشترین (۱۰/۱۰ میکروگرم در کیلوگرم خاک) شاخص ED_{50} ریشه به ترتیب در ژنوتیپ‌های کاکا و هاشم به‌دست آمد و بر این اساس در بین ژنوتیپ‌ها؛ کاکا و هاشم به‌ترتیب حساسیت و تحمل بیشتری به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک نشان داده‌اند و سایر ژنوتیپ‌ها براساس شاخص مذکور به‌صورت زیر طبقه‌بندی شدند (جدول ۴).

کاکا < کرمانشاهی < آی ال سی < هاشم

به‌طور کلی براساس نتایج حاصل از این مطالعه بقایای تریفلورالین در خاک، می‌تواند آسیب‌پذیری بالایی در ژنوتیپ‌های نخود داشته باشد. از این رو محدودیت در تناوب زراعی می‌تواند از مهم‌ترین مشکلات ناشی از کاربرد تریفلورالین در محصولات قبل از نخود باشد. از سوی دیگر با توجه به تفاوت در حساسیت ژنوتیپ‌های نخود در پاسخ به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک، این مهم نیز می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ مناسب در شرایطی که احتمال آلودگی به بقایای آن وجود دارد، مورد توجه قرار گیرد.

هرچند، عوامل متعددی نظیر عمق اختلاط علف‌کش با خاک، دما و رطوبت خاک در ماندگاری این علف‌کش در خاک مؤثراست (Grover *et al.*, 1997)؛ اما با توجه به نتایج حاصل به‌نظر می‌رسد لزوم رعایت فاصله تناوب برای کاشت نخود پس از برداشت محصولاتی نظیر سویا و پنبه که این علف‌کش در

آنها کـاربرد گسـترده دارد؛ بـرای کـاهش غلظـت بقایـای آن از آستانه، ضروری است.



شکل ۲- پاسخ ماده خشک ریشه ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک

Fig. 2. Root dry matter of chickpea gynotypes in response to trifluralin residue in soil

جدول ۴- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌های نخود به معادله سه پارامتری لجستیک

Table 3. Parameters estimated fitting 3-parametered logistic model to chickpea genotypes root dry weight data

Variety	b	d	ED_{50} (µg.kg^{-1}.soil)
Hashem	1.83 (0.39)*	104.74 (8.20)	10.10(1.59)
Iilc	1.24 (0.31)	98.99 (9.14)	6.66(1.81)
Kaka	1.29 (0.53)	100.22 (8.97)	3.70(1.32)
Kermanshahi	0.98 (0.27)	99.53 (9.06)	5.01(1.81)

*خطای استاندارد (Standard error)

در ایـن ارتبـاط انجـام آزمایشـات تکمیلـی در شـرایط مزرعه‌ای جهت یافتن فواصل کاشت و نیز آزمایشـات تکمیلـی در شرایط مختلـف مزرعـه‌ای و خـاک‌هـای مختلـف پیشـنهاد می‌شود.

منابع

1. Abernathy, J.R., and Keeling, J.W. 1978. Efficacy and rotational crop response to level and dates and dinitroanaline herbicide applications. Weed Sciences 27: 312-317.
2. Anderson, A., Baldock, J.A., Rogers, S.L., Bellotti, W., and Gill, G. 2004. Influence of chlorsulfuron on Rhizobial growth, nodulation formation, and nitrogen fixation with chickpea. Australian Journal of Agricultural Research 55: 1059-1070.
3. Antonio Marenco, R., Lopes, N., and Mosquim, P.R. 1993. Nodulation and nitrogen fixation in soybeans treated with herbicides. Research Brasileira. Fisiol. Vegetal 5: 121-126.
4. Bollich, P.K., Dunigan, E.P., and Jadi, A.W.M. 1985. Effects of seven herbicides on N_2 (C_2H_2) fixation by soyabean. Weed Science 33: 427-430.
5. Brewer, F., Lavy, T., and Talbert, R. 1982. Effect of three dinitroanaline herbicide on rice (*Oryza sativa*) growth. Weed Science 30:153-158.
6. Brock, J.L. 1972. Effects of the herbicides trifluralin and carbetamide on nodulation and growth of legumes seedlings. Weed Research 12: 150-154.
7. Corbin, B.R., McCllelland, M., Frans, R.E., Talbert, R.E., and Horton, D. 1994. Dissipation of fluometuron and trifluralin residues after long-term use. Weed Science 42: 445-438.
8. Datta, A., Sindel, B.M., Kristiansen, P., Jessop, R.S., and Felton, W.L. 2009. Effect of isoxaflutole on the growth, nodulation and nitrogen fixation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Crop Protection 28: 923-927.

9. Fox, J.E., Gulledge, J., Engelhaupt, E., Burow, M.E., and McLachlan, J.A. 2007. Pesticides reduce symbiotic efficiency of nitrogen-fixing rhizobia and host plants. PNAS 104: 10282-10287.
10. Fox, J.E., Starcevic, M., Jones, P.E., Burow, M.E., and McLachlan, J.A. 2004. Pyhotestrogen signaling and symbiotic gene activation are disrupted by endocrine-disrupting chemicals. Environment Health Perspect 112: 648-653.
11. Gerwing, P.D., and McKercher, R.B. 1992. The relative persistence of trifluralin (545 EC and 5 G) and ethafluralin in prairie soils. Canadian. Journal. Soil Scince 72: 255-266.
12. Ghadiri, H. 2007. Weed Science Principles and Practices. Shiraz University press 346. (In Persian).
13. Gonzalez, N., EyherabIide, J., Ignacia barcelona, M., Gaspari, A., and Sanmartino, S. 1999. Effect of soil interacting herbicides on soybean nodulation in Balcarc, Argentina. Pesquisa Agropecuária Brasileira 7: 1167-1173.
14. Grover, R., Wolt, J., Cessna, A., and Schiefer, H. 1997. Environmental fate of trifluralin, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 153:1-16.
15. Hanson, B., and Thill, D. 2001. Effects of imazethapyr and pendimethalin on lentil (*Lens culinaris*), pea (*Pisum sativum*), and a subsequent winter wheat (*Triticum aestivum*) crop. Weed Technology 15: 190-194.
16. Hatzinikolaou, A., Eleftherohorinos, I., and Vasilakoglou, I. 2004. Influence of formulation on the activity and persistence of pendimethalin. Weed Technology 18: 397-403.
17. Izadi-darbandi, E., and Akram, L. 2012. Effect prydate, bentazon and imazathapyr herbicides on growth, nodulation and nitrogen biological fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L). Iranian Journal of Pulses Research 3: 105-118.
18. Kortekamp, A. 2011. Herbicide and Environment. InTech Press. 937 pp.
19. Mosavi, M.R. 2008. Weed Control (Principles and Practices). Tehran Gohar Press. (In Persian).
20. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulse Crops. Mashhad University Jihad press. (In Persian).
21. Radovanov, K., and Elezovic, I. 2003. Fitotoxic effects of trifluralin to hybrid maize (*Zea mays*) and their persistence. Pesticide Scince 18: 77-98.
22. Rasoli, R. 2012. The impact lentagran, persoeet and treflan herbicides on growth nodulation and nitrogen fixation in chickpea variety three (*Cicer arietinum* L.). MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.
23. Rogers, S., and Baldock, J. 2003. Herbicide link to low legume nitrogen fixation. Farming Ahead 134: 39-40.
24. Sanntin-Montanya, I., Alonso-pradose, L., Villarroya, M., and Garcia-Baudin, J.M. 2006. Bioassay for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. Journal of Environmental Science and Health 41: 781-793.
25. Santos, G., Francischini, A.C., Constantin, J., and Oliveirajr, R.S. 2012. Carry-over effect of S-metolachlor and trifluralin on bean, corn and soybean crops. Planta Daninha 30: 827-834.
26. Singh, G., and Wright, D. 2002. In vitro studies on the effects of herbicides on the growth of rhizobia. Letters in Applied Microbiology 35: 12-16.
27. Tiryaki, O., Ülkü, Y., Sezen, G. 2004. Biodegradation of trifluralin in harran soil. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 39: 747-756.
28. Wally, F., Taylor, A., and Lupwayi, N. 2006. Herbicide residues & effects on nitrogen fixation in pulse crops. Presented at Farm Tech. 2006. Herbicide Effects on Pulse Crop Nodulation and Nitrogen Fixation p: 52-55.
29. Warner, J.E., Winter, S.R., and Wiese, A.F. 1987. Persistence of dinitroaniline herbicides and potential for injury to sugar beets. Journal American Society Sugar Beet Tecnologhy 24:57-66.
30. William, E. Gillespie, G.C., and Hager, A.G. 2011. Pesticide fate in the environment: A guide for field inspectors. Illinois State Water Survey. Institute of Natural Resource Sustainability.University of Illinois at Urbana-Champaign.
31. Zand, E., Mosavi, S.K., and Sadri, A. 2008. Herbicides and application methods. Ferdowsi University of Mashhad press (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 117-126

Effect of Trifluralin herbicide residues in soil on growth and nodulation of chickpea genotypes

Izadi[1*], E., & Soleimanpour[2], Z.

1. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2. MSc. student of Crop Ecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 24 October 2013
Accepted: 14 February 2015

Abstract

In order to study the effect of Trifluralin herbicide soil residues on growth and nodulation of chickpea genotypes, a greenhouse experiment was conducted at Ferdowsi University of Mashhad. A factorial experimental was conducted based on completely randomized design with three replications. Treatments included of four genotyps of chickpea (Hashem, Ilc, Kaka and Kermanshahi) and seven concentration of Trifluralin herbicide residue in soil (0, 6.4, 9.2, 18, 27.6, 36.8 and 55 µg.kg^{-1}.soil). Plants emergence percentage was determined 7 days after their emergence and at the beginning flowering stage, plants survival, height, number of lateral branches, shoot and root biomass, nodule number and nodule fresh weight were recorded. Results showed, all measured traits were decreased significantly in all genotypes by increasing of Trifluralin concentration in soil. At the lowest concentration (6.4 µg.kg^{-1}.soil) of trifluralin in soil, chickpea shoot and root biomass were decreased 48.64 and 39.80 percent respectively and their lost reached to 97.96 and 96.39 percent respectively, when Trifluralin concentration in soil was at the highest level (55 µg.kg^{-1}.soil). Among the studied genotypes of cheakpea, the highest of shoot (74.93%) and root (71.51%) biomass lost were observed in Kaka genotype and the lowest shoot (64.72%) and root (55.96%) biomass lost were observed in the varieties of kermanshahi and hashem respectively. Based on ED_{50} parameter, among the chickpea genotypes, Ilc (3.23 µg.kg^{-1}.soil) and Kermanshah (8.22 µg.kg^{-1}.soil) appeared to be the most susceptible and tolerant genotypes to trifluralin soil residue respectively. The other chickpea genotypes were classified by tolerant to Trifluralin soil residual to: kermanshahi> Hashem> Kaka> Ilc.

Key words: Chickpea, Dinitroanalines, Herbicide persistence nodulation

* **Corresponding Author:** eizadi2000@yahoo.com, Mobile: 09153216237

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۱۳۳-۱۲۷ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 127-133

کاربرد شاخص مالم‌کوئیست در تحلیل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران

پریسا خلیق خیاوی[1*] و محمد کاوسی کلاشمی[2]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

در این مطالعه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران شامل نخود آبی، نخود دیم، عدس آبی، عدس دیم و لوبیا آبی با استفاده از روش ناپارامتریک مالم‌کوئیست طی سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۱۳۶۸ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. دراین‌راستا، مقادیر مصرف نهاده‌های بذر، کود حیوانی، کود شیمیایی، علف‌کش، سم، نیروی کار، آب مصرفی و سطح زیر کشت و مقدار ستانده حبوبات ایران مدنظر قرار گرفت. نتایج نشان داد که تولید نخود آبی نسبت به سایر حبوبات مورد بررسی از کمترین رشد بهره‌وری در دوره زمانی مورد مطالعه برخوردار می‌باشد. همچنین محصولات عدس آبی، عدس دیم و نخود آبی با توجه به تغییرات تکنولوژی و کارایی دارای رشد منفی در بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشند و محصولات لوبیا آبی و نخود دیم دارای رشد مثبت در بهره‌وری کل عوامل تولید طی سال‌های مورد بررسی بوده است. بررسی تغییرات سالانه بهره‌وری حبوبات و اجزای آن نشان می‌دهد بالاترین رشد بهره‌وری در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ برابر با ۸۵ درصد و بیشترین رشد منفی در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ برابر با ۳۶/۹ درصد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ایران، بهره‌وری کل عوامل تولید، حبوبات، شاخص مالم‌کوئیست

مقدمه

بهره‌وری به‌عنوان میزان ستانده حاصل از مقدار معینی از یک یا چند نهاده تعریف می‌شود. این معیار آثار سه‌گانه‌ی تغییر تکنولوژی، تغییر مقیاس و تغییر در راندمان استفاده از نهاده‌ها، یعنی حرکت به‌سوی تابع تولید مرزی را در بر می‌گیرد. به‌طور کلی عوامل افزایش بهره‌وری اقتصادی را می‌توان به استفاده کارآمدتر از منابع با توجه به تکنولوژی خاص تولید، رشد تکنولوژیکی، تخصیص بهینه اقتصادی منابع و نیز تولید با توجه به بازدهی‌های نسبت به مقیاس، نسبت داد. افزایش بهره‌وری بهترین و مؤثرترین روش دستیابی به رشد اقتصادی است. رشد بهره‌وری از فاکتورهای لازم برای رشد مداوم اقتصاد ملی هر کشور می‌باشد، به‌طوری که بیش از نیمی از رشد تولید در اقتصادهای پیشرفته از طریق افزایش بهره‌وری تأمین می‌شود. افزایش بهره‌وری توان بخش کشاورزی را در رقابت با سایر بخش‌های اقتصادی و بازارهای جهانی افزایش می‌دهد (Salami, 1997).

در میان بخش‌های اقتصادی یک کشور در حال توسعه، بخش کشاورزی به‌عنوان تأمین‌کننده غذای جامعه از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. بخش کشاورزی در ایران به‌دلیل مشخصه‌های بارز در کشور مانند زمین‌های حاصلخیز و مستعد برای کشت محصولات کشاورزی، چهار فصل متفاوت آب و هوایی به‌ویژه تابش زیاد آفتاب و نیروی کار فراوان از مهمترین شکل‌های فعالیت‌های تولیدی در اقتصاد ایران به‌شمار می‌آید. (Yazdani & Doorandish, 2003). به‌منظور افزایش بهره‌وری در اقتصاد ایران نیز باید به بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم و عمده فعالیت اقتصادی در کشور توجه خاص کرد. این بخش در سال ۱۳۸۹ حدود ۱۵ درصد از تولید ناخالص داخلی، ۱۹ درصد از اشتغال، ۲۲ درصد صادرات غیر نفتی کشور را به‌خود اختصاص می‌دهد. (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۲۰۰۹). بیشترین سهم از تولیدات بخش کشاورزی مربوط به محصولات زراعی است که عمده محصولات استراتژیک (گندم، جو، ذرت دانه‌ای و غیره) مربوط به این زیر بخش می‌باشد، اما وضعیت بهره‌وری محصولات زراعی مهم از جمله گندم در استان‌های مختلف نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری گندم در اکثر استان‌های کشور منفی می‌باشد. لذا می‌بایستی به افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی از جمله زیر

* **نویسنده مسئول:** استان گیلان، رشت، خیابان سردار جنگل، کوچه شهید شعاعی، ساختمان مریم
تلفن: ۰۱۳۱-۵۵۲۳۸۰۹ ؛ p.khaligh@srbiau.ac.ir

بخش زراعت به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم در کشور توجه خاص کرد، زیرا افزایش رشد بهره‌وری می‌تواند در جهت دستیابی به اهداف اقتصادی کمک‌کننده باشد. حبوبات پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی می‌باشد. از نظر زراعی و تقویت حاصلخیزی خاک و کشاورزی پایدار حائز اهمیت هستند. حبوبات یکی از اساسی‌ترین مواد غذایی و حاوی غنی‌ترین مواد پروتئینی مورد نیاز انسان است، حبوبات برای فقرا و اقشار کم درآمد جامعه جایگزین گوشت است لذا باید با افزایش تولید و کاهش قیمت آن، مصرف سرانه حبوبات در کشور را افزایش دهیم. توجه به معیار بهره‌وری و محاسبه شاخص‌های مربوط به آن می‌تواند راهنمای مناسبی باشد تا با بهره جستن از آن بتوان راه صحیح استفاده مؤثر از عوامل تولید را با توجه به کمبود منابع انتخاب کرد (Akbari & Rnjkesh, 2003).

تغییرات بهره‌وری یکی از بحث‌انگیزترین موضوعات رشد اقتصادی است و مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. Gholizadeh & Saleh (2005) تغییرات بهره‌وری در هفت بخش کلان اقتصاد ایران را با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست محاسبه کردند. نتایج بیانگر آن است که در بخش کشاورزی بهره‌وری عوامل تولید به‌دلیل بهبود کارایی مدیریتی افزایش یافته است. Yzdani & Doorandish(2003) بهره‌وری کل عوامل تولید ارقام برنج را در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان با استفاده از شاخص ناپارامتری ترنکویست-تیل محاسبه نمودند. نتایج نشان داد که در تمامی استان‌ها رقم پرمحصول دارای میانگین رشد بهره‌وری مثبت و رقم مرغوب دارای میانگین رشد بهره‌وری منفی می‌باشد. Mojaverian (2003) با انجام مطالعه‌ای به برآورد شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست برای محصولات گندم، جو، پنبه، برنج و چغندر پرداخته است. نتایج تحقیق نشان داد که بهره‌وری در تولیدات آبی (به‌جز جو) افزایش یافته است.

مطالعات خارجی متعددی در مورد رشد بهره‌وری عوامل تولید در بخش کشاورزی انجام شده است. Thirtle *et al,* (2003) بهره‌وری و کارایی چند عاملی را با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست زنجیره‌ای در ۱۸ بخش بوتسوانا محاسبه کردند که متوسط رشد شاخص بهره‌وری کل ۱/۷درصد برآورد شده است. Jayasuriya (2003) در مطالعه خود نشان داد که کاهش هزینه‌های تولید در نتیجه تغییر تکنولوژی بخش چای سریلانکا می‌باشد، به‌طوری‌که علی‌رغم کاهش چشمگیر مقدار نهاده‌ها، مقدار تولید در طی این دوره زمانی ثابت مانده است. Bayarsaihan & Coelli (2002) در مطالعه‌ای در مغولستان نشان دادند که سطح تغییرات تکنولوژیک برای حبوبات روند نزولی دارد. Lal *et al,* (2002) با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست رشد بهره‌وری در ۳۰ کشور غرب اقیانوس اطلس را محاسبه نمودند. براساس نتایج به‌دست آمده میانگین رشد بهره‌وری آمریکای شمالی ۱/۰۱۹، کشورهای آمریکای لاتین ۰/۹۹۷ و حوزه کارائیب ۰/۹۸۶ بوده است. Nghiem & Coelli (2001) رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برنج را در ۸ ایالت ویتنام با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست محاسبه کرده‌اند؛ نتایج حاکی از رشد سالانه ۳/۳ درصد رشد بهره‌وری است. Coelli & Rao (2003) در مطالعه‌ای با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست به بررسی روندهای بهره‌وری کشاورزی در ۹۳ کشور توسعه‌یافته و در حال توسعه از جمله ایران پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که چین و کلمبیا دارای بالاترین رشد بهره‌وری می‌باشند و ایران در رتبه ۵۴ در بین ۹۳ کشور از لحاظ تغییرات رشد بهره‌وری قرار دارد.

می‌بایست به افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی از جمله محصولات گروه حبوبات به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم در کشور توجه خاص کرد، زیرا افزایش رشد بهره‌وری می‌تواند در جهت دستیابی به اهداف اقتصادی کمک‌کننده باشد. با توجه به اهمیت حبوبات در ایران، در این مطالعه به بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران با استفاده از روش ناپارامتری مالم‌کوئیست طی سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۱۳۶۸ پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

بهبود بهره‌وری به‌عنوان بهترین و مؤثرترین روش دستیابی به رشد اقتصادی با توجه به کمیابی منابع تولید، مطرح است. از طریق محاسبه شاخص بهره‌وری عوامل تولید می‌توان میزان کارایی بخش‌های اقتصادی را در استفاده از منابع تولید مورد بررسی قرار داد. بهره‌وری به دو صورت بهره‌وری جزئی و بهره‌وری کل عوامل تولید قابل محاسبه است. اشکال استفاده از بهره‌وری جزئی در تحلیل بهره‌وری یک بنگاه آنست که آثار دیگر عوامل در فرآیند تولید نادیده گرفته می‌شود. ولی بهره‌وری کل، اثر مشترک تمامی نهاده‌های به‌کار رفته در تولید را نشان می‌دهد. (McErlean & Wu, 2003)

برای محاسبه رشد بهره‌وری کل دو روش پارامتریک (اقتصادسنجی) و غیر پارامتریک پیشنهاد شده است. در روش پارامتری رشد بهره‌وری براساس تکنیک‌های اقتصادسنجی برآورد می‌شود. در روش غیرپارامتری می‌توان با استفاده از روش عدد شاخص[1] یا برنامه‌ریزی ریاضی بهره‌وری کل عوامل

[1] Index Number

تولید را محاسبه نمود. در این روش شاخصی از ستانده‌ها و همچنین نهاده‌ها ساخته می‌شود و براساس آن شاخص بهره‌وری محاسبه می‌گردد. شاخص مالم‌کوئیست[1] یکی از شاخص‌های محاسبه بهره‌وری عوامل کل تولید در روش برنامه‌ریزی ریاضی است (Emami Mybodi, 2000).

شاخص مذکور اولین بار در سال ۱۹۵۳ ارائه گردید و سپس توسط Chavez *et al*, (1989) برای محاسبه بهره‌وری مورد استفاده قرار گرفت. این شاخص براساس تابع فاصله[2] تعریف شده و برداری از محصولات را در بر گرفته که تحت تکنولوژی ثابت و با استفاده از بردار مشخص نهاده‌ها قابل تولید است. در این صورت p(x) بیانگر کلیه بردارهای محصول (y) است که می‌تواند با استفاده از نهاده (x) تولید گردد.(Cavez *et al.*, 1982)

Shepherd (1970) تابع فاصله محصول با توجه به مجموعه محصول p(x) را به‌صورت زیر تعریف می‌کند:

$$d_0(x,y) = \min\{\delta : (y/\delta) \in (p(x)\} \quad (۱)$$

$d_0(x,y)$ نسبت به y غیر نزولی و همگن بوده، تابع فاصله نسبت به x نیز صعودی است. اگر y بر روی منحنی امکانات باشد آنگاه مقدار تابع فاصله برابر با یک خواهد بود. در رابطه بالا δ یک کمیت اسکالر و نشان‌دهنده فاصله تولید واقعی از تولید مرزی هست. اگر δ حداقل گردد عبارت $\frac{y}{\delta}$ ماکزیمم خواهد شد. بنابراین تابع فاصله حداکثر تولید ممکن را در یک سطح مشخص از مصرف نهاده‌ها اندازه‌گیری کرده و نشان‌دهنده کارایی فنی می‌باشد. با توجه به ماهیت تابع فاصله، شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست به‌صورت زیر تعریف می‌شود (Fare *et al.*, 1994).

$$m_0(y_s,x_s,y_t,x_t) = \left[\frac{d_0^s(y_t,x_t)}{d_0^s(y_s,x_s)} \times \frac{d_0^t(y_t,x_t)}{d_0^t(y_s,x_s)}\right]^{1/2} \quad (۲)$$

در رابطه فوق $d_0^s(y_t,x_t)$ بیانگر تابع فاصله محصور است که براساس میزان مصرف نهاده دوره t (x_t) با استفاده از تکنولوژی s و در نظر گرفتن مقدار تولید دوره t (y_t) به‌دست می‌آید. اگر مقدار m_0 بزرگتر از یک باشد، رشد بهره‌وری کل عوامل را در طی دوره زمانی t تا s شاهد بوده، درصورتی‌که مقدار فوق کوچکتر از یک باشد، بهره‌وری کل عوامل سیر نزولی را دارا می‌باشد. از اشکالات رابطه (۲) این است که تغییر در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را که مجموعه‌ای از تغییرات در تکنولوژی، مقیاس تولید و کارایی فنی است، به‌صورت یک عدد نشان می‌دهد. Fare *et al*, (1994) برای رفع این نقیصه نشان دادند که رابطه زیر با رابطه (۲) برابر می‌باشد:

$$m_o(y_s,x_s,y_t,x_t) = \frac{d_o^t(y_t,x_t)}{d_o^s(y_s,x_s)}, \left[\frac{d_o^s(y_t,x_t)}{d_o^t(y_t,x_t)} \cdot \frac{d_o^s(y_s,x_s)}{d_o^t(y_s,x_s)}\right]^{1/2} \quad (۳)$$

در رابطه فوق کسر خارج از کروشه، تغییرات در کارایی فنی را در زمان‌های t و s اندازه‌گیری می‌کند. کسر داخل کروشه نیز تغییرات تکنولوژیکی را اندازه‌گیری می‌نماید و برابر میانگین هندسی تغییرات تکنولوژیکی در دوره t و s است (Fare *et al.*, 1994).

داده‌های مورد نیاز برای انجام پژوهش حاضر شامل میزان تولید و سطح زیر کشت حبوبات در کل کشور (عدس، لوبیا و نخود) از دفتر آمار و فناوری اطلاعات (بانک اطلاعات زراعت) وزارت جهاد کشاورزی و هم‌چنین مقدار بذر مصرفی، کود حیوانی، کود شیمیایی، علف‌کش، سم، نیروی کار و آب مصرفی به تفکیک هر یک از این محصولات در طی سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۱۳۶۸ از سیستم هزینه تولید محصولات وزارت جهاد کشاورزی اخذ گردید.

نتایج و بحث

در این مطالعه برای بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران به تفکیک محصولات، نهاده‌های مصرفی در ۸ گروه شامل نیروی کار، سطح زیر کشت، میزان مصرف کود شیمیایی و کود حیوانی، علف‌کش، سم، آب و میزان بذر مصرفی تقسیم‌بندی شد. جدول ۱ تغییرات بهره‌وری در تولید حبوبات ایران و اجزاء آن را طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۶۸ نشان می‌دهد. تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات کشور ناشی از تغییرات کارایی فنی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات خالص در کارایی فنی و تغییرات کارایی مقیاس می‌باشد. نتایج مربوط به تغییر در کارایی، تغییر در تکنولوژی، تغییر خالص در کارایی فنی و تغییر در بهره‌وری کل عوامل تولید در مورد محصولات مختلف متفاوت می‌باشد ولی تغییر در کارایی مقیاس برای تمامی محصولات مورد بررسی یکسان بوده و مثبت می‌باشد. در میان محصولات مورد بررسی، تولید نخود آبی بدترین وضعیت را به لحاظ رشد بهره‌وری داراست. محصولات عدس آبی، عدس دیم و نخود آبی با توجه به اجزای متغیر بهره‌وری کل، دارای رشد منفی در بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشند و محصولات لوبیا آبی و نخود دیم دارای رشد مثبت در بهره‌وری کل عوامل تولید طی سال‌های مورد بررسی بوده است. با توجه به اجزای متغیر بهره‌وری کل و محاسبه‌ی

[1] Malmquist
[2] Distance Function

این اجزا برای محصولات ذکر شده مشاهده می‌شود که در محصول لوبیا آبی تغییرات تکنولوژی و تغییر کارایی مقیاس باعث بهبود بهره‌وری کل عوامل شده است هرچند این محصول با عدم کارایی فنی و تغییر خالص در کارایی فنی در تولید مواجه بوده است. همچنین در محصول نخود دیم تغییر در کارایی علی‌رغم رشد منفی تکنولوژی سبب رشد مثبت بهره‌وری کل گردیده است. در مورد محصولات عدس آبی، عدس دیم و نخود آبی تمام اجزای بهره‌وری کل به‌جز تغییر کارایی مقیاس کاهش یافته است که نهایتاً منجر به رشد منفی بهره‌وری کل این محصولات گردیده است.

جدول۱ - متوسط تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید محصولات عمده حبوبات ایران طی سال‌های زراعی ۶۹-۶۸ تا ۸۷-۸۶

Table 1. The average changes of total factor productivity growth of pulses in Iran during of farming years 1368-1369 through 1386-1387

محصولات Products	تغییر در کارآیی فنی Change in technical efficiency	تغییر در تکنولوژی Change in tTechnology	تغییر خالص در کارآیی فنی Net change in technical efficiency	تغییر در کارایی مقیاس Change in scale efficiency	تغییر در بهره‌وری کل عوامل Change in total factor productivity
عدس آبی Irrigated lentil	0.995	0.982	0.886	1.123	0.977
عدس دیم Dry lentil	0.987	0.954	0.936	1.054	0.941
لوبیا آبی Irrigated bean	0.984	1.022	0.978	1.006	1.005
نخود آبی Irrigated pea	0.99	0.941	0.955	1.036	0.932
نخود دیم Dry pea	1.061	0.959	1.06	1.001	1.018

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲ متوسط تغییرات سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران را طی سال‌های مورد نظر نشان می‌دهد. مطابق جدول ۲، طی سال‌های ۷۱-۷۰، ۷۲-۷۱، ۷۴-۷۳، ۷۵-۷۴، ۷۶-۷۵، ۷۸-۷۷، ۸۰-۷۹، ۸۲-۸۱، ۸۴-۸۳ و ۸۵-۸۴ بهره‌وری کل عوامل تولید با توجه به تغییرات تکنولوژی و کارایی دارای رشد مثبت می‌باشد. بررسی تغییرات سالانه بهره‌وری و اجزای آن نشان می‌دهد بالاترین رشد بهره‌وری در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ برابر با ۸۵ درصد و بیشترین رشد منفی در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ برابر با ۳۶/۹ درصد می‌باشد زیرا در سال زراعی ۱۳۷۹-۱۳۷۸ علی‌رغم کوشش‌های دولت در فراهم آوردن تسهیلات مالی مورد نیاز بخش کشاورزی و واگذاری تسهیلات مورد نیاز خصوصاً در بخش زراعت کاهش نزولات آسمانی در اکثر استان‌های کشور خشکسالی گسترده‌ای را باعث گردید که این امر به نوبه خود موجب کاهش شدید تولید محصولات عمده زراعی از جمله حبوبات گردید. براساس جدول فوق در سال‌های زراعی ۷۱-۷۰، ۷۲-۷۱، ۷۳-۷۲، ۷۴-۷۳، ۷۵-۷۴، ۷۸-۷۷، ۷۹-۷۸، ۸۲-۸۱، ۸۳-۸۲ و ۸۶-۸۵ کارایی فنی تولید حبوبات ایران رشد مثبت داشته است، این در حالی است که در سال‌های زراعی ۷۰-۶۹، ۷۵-۷۴، ۷۶-۷۵، ۷۷-۷۶، ۷۸-۷۷، ۸۰-۷۹، ۸۴-۸۳ و ۸۵-۸۴ شاهد رشد مثبت در متوسط تغییرات سالانه در تکنولوژی عوامل تولید محصولات مورد مطالعه بودیم. در سال زراعی ۷۳-۷۲ با رشد منفی در بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات مواجه بودیم علی‌رغم اینکه رشد مثبت در کارایی فنی را شاهد بودیم زیرا در این سال زراعی سطح زیر کشت از ۱۰۴۸ هزار هکتار به ۹۴۶ هزار هکتار کاهش یافته بود که همین امر منجر به کاهش تولید این محصولات از ۶۴۳ هزار تن به ۶۲۷ هزار تن گردیده است. در سال زراعی ۸۲-۸۱ علی‌رغم اینکه سطح زیر کشت حبوبات از ۱۰۹۶ هزار هکتار به ۱۰۱۴ هزار هکتار کاهش یافته بود ولی تولید حبوبات از ۶۷۰ هزار تن به ۶۷۱ هزار تن افزایش یافته بود لذا تغییر مثبت در کارایی فنی و تغییر خالص در کارایی فنی منجر به رشد مثبت بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات در این سال گردیده است ضمن اینکه در این سال تولید اکثر محصولات زراعی نسبت به سال قبل افزایش یافت که عمدتاً به‌دلیل اوضاع مساعد جوی و بارش‌های مناسب در استان‌های قطب کشاورزی، تداوم سیاست‌های حمایتی دولت و نیز افزایش

قیمت خرید تضمینی محصولات عمده کشاورزی از جمله حبوبات بوده است. در سال زراعی ۸۳-۸۲ سطح زیر کشت حبوبات از ۱۰۱۴ هزار هکتار به ۹۳۰ هزار هکتار کاهش یافت و منجر به کاهش تولید این محصولات از ۶۷۱ هزار تن به ۶۶۵ هزار تن گردید. در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ بخش کشاورزی با خشکسالی کم سابقه و سرمازدگی شدید در اغلب استان‌ها مواجه بود به‌گونه‌ای که تولید این بخش با ۱۲/۳ درصد کاهش همراه گردید. ضمن اینکه در همین سال، سطح زیر کشت حبوبات نیز از ۹۵۶ هزار هکتار به ۶۹۷ هزار هکتار کاهش یافته بود و همین امر منجر به کاهش شدید تولید حبوبات در سال زراعی مذکور گردید به‌طوری‌که تولید حبوبات در این سال با کاهش چشمگیری مواجه بود و از ۷۱۱ هزار تن به ۳۸۸ هزار تن کاهش یافت و همین عوامل باعث شده بود که رشد منفی بهره‌وری کل عوامل تولید را برای حبوبات در این سال شاهد باشیم.

جدول۲- متوسط تغییرات سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات ایران طی سال‌های زراعی ۷۰-۶۹ تا ۸۷-۸۶

Table 2. The average annual changes of total factor productivity growth of pulses in Iran during of farming years 1369-1370 through 1386-1387

سال زراعی Farming years	تغییر در کارآیی فنی Change in technical efficiency	تغییر در تکنولوژی Change in technology	تغییر خالص در کارآیی فنی Net change in technical Efficiency	تغییر در مقیاس Change in scale	تغییر در بهره‌وری کل عوامل Change in total factor productivity	درصد تغییر در بهره‌وری کل عوامل Percentage change in total factor productivity
1369-1370	0.067	12.662	0.183	0.366	0.851	-14.9
1370-1371	15.35	0.084	3.912	3.971	1.304	30.4
1371-1372	1.147	0.9	1.036	1.108	1.033	3.3
1372-1373	1.095	0.848	1.046	1.047	0.929	-7.1
1373-1374	1.034	0.973	1.043	0.099	1.006	0.6
1374-1375	1.011	1.04	1.039	0974	1.051	5.1
1375-1376	0.783	1.446	0.825	0.949	1.132	13.2
1376-1377	0.98	1.029	1.113	0.88	1.008	0.8
1377-1378	1.023	1.075	0.78	1.131	1.099	9.9
1378-1379	1.108	0.57	1.244	0.891	0.631	-36.9
1379-1380	0.88	2.109	0.789	1.115	1.856	85.6
1380-1381	0.744	0.994	0.948	0.785	0.739	-26.1
1381-1382	1.467	0.723	1.271	1.154	1.06	6
1382-1383	1.157	0.811	1.285	0.901	0.939	-6.1
1383-1384	0.901	1.14	0.786	1.147	1.021	7.2
1384-1385	0.165	6.594	0.526	0.315	1.091	9.1
1385-1386	5.866	0.14	1.716	3.419	0.819	-18.1
1386-1387	0.956	0.941	1.091	0.877	0.9	-10

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری

در این مقاله بهره‌وری کل عوامل تولید حبوبات با استفاده از روش ناپارامتری شاخص مالم‌کوئیست اندازه‌گیری و تحلیل شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که نخود آبی بدترین وضعیت را به لحاظ رشد بهره‌وری داراست. همچنین محصولات عدس آبی، عدس دیم و نخود آبی با توجه به اجزای متغیر بهره‌وری کل، دارای رشد منفی در بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشند و محصولات لوبیا آبی و نخود دیم دارای رشد مثبت در بهره‌وری کل عوامل تولید طی سال‌های مورد بررسی بوده است. با توجه به اجزای متغیر بهره‌وری کل مشاهده می‌شود که در محصول لوبیا آبی تغییرات تکنولوژی و تغییر کارایی مقیاس باعث بهبود بهره‌وری کل عوامل شده است هرچند این محصول با عدم کارایی فنی و تغییر خالص در کارایی فنی در تولید مواجه بوده است. در محصول نخود دیم تغییر در کارایی علی‌رغم رشد منفی تکنولوژی سبب رشد مثبت بهره‌وری کل گردیده است. در مورد محصولات عدس آبی، عدس دیم و نخود آبی تمام اجزای بهره‌وری کل به‌جز تغییر کارایی مقیاس کاهش یافته است که نهایتاً منجر به رشد منفی بهره‌وری کل این محصولات گردیده است.

بررسی تغییرات سالانه بهره‌وری و اجزای آن نشان می‌دهد بالاترین رشد بهره‌وری در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ برابر با ۸۵ درصد و بیشترین رشد منفی در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ برابر با ۳۶/۹ درصد می‌باشد زیرا در سال زراعی ۱۳۷۹-۱۳۷۸ علی‌رغم کوشش‌های دولت در فراهم آوردن تسهیلات مالی مورد نیاز بخش کشاورزی، خصوصاً در بخش زراعت کاهش

نزولات آسمانی در اکثر استان‌های کشور خشکسالی گسترده‌ای را باعث گردید که این امر به نوبه خود موجب کاهش شدید تولید محصولات عمده زراعی از جمله حبوبات گردید.

منابع

1. Akbari, N., and Ranjkesh, M. 2003. Investigate total factor productivity growth in agricultural sector of Iran for the period covering 1965-1996. Journal of Agricultural Economics and Development. 43 & 44: 117-142. (In Persian).
2. Bayarsaihan, T., and Coelli, T.J. 2003. Productivity growth in pre-1990 Mongolian agriculture: spiraling disaster or emerging success. Journal of Agricultural Economics 28: 121-137.
3. Chavez, F.P., and Brber, K.T. 1989. An estimate of new production in the equatorial pacific, Deep sea research 34:1229.
4. Coelli, T.J., and Prasada Rao, D.S. 2003. Total factor productivity growth in agriculture: A Malmquist index analysis of 93 countries, School of Economics, University of Queensland, Working Paper Series No. 02/2003.
5. Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., and Zhang, Z. 1994. Productivity growth, technical progress and efficiency changes in industrialised countries. Journal of American Economic Review 84: 66-83.
6. Fare, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., and Roos, P. 1992. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: A non parametric Malmquist approach. Journal of Productvity Analysis 3: 81-97.
7. Gholizadeh, H., and Saleh, A. 2007. Investigate total factor productivity in economic sectors of Iran for the period 1978-2002 (with emphasize on agriculture sector and capital role). Iranian journal of agriculture science 36(5): 1131-1141. (In Persian).
8. IRI central bank, 2009. www.cbi.ir
9. Jayasuriya, R.T. 2003. Economic assessment of technological change and land degradation in agriculture: application to the Sri Lanka tea sector. Journal of Agricultural Systems 78: 405-423.
10. Lall, P., Featherstone, A.M., and Norman, D.W. 2002. Productivity growth in the Western Hemisphere (1978-94): The Caribbean in Perspective Journal Prod 18: 213-231.
11. Mazhari, M., and Mohaddes, S.A. 2007. Measuring and comparison factors productivity of strategic crops in Khorasan Razavi province. Journal of Agricultural Economics 2: 15-30. (In Persian).
12. McErlean, S., and Wu, Z. 2003. Regional labor productivity convergence in China. Food Policy 28:237-252.
13. Mojaverian, M. 2003. Estimates of Malmquist index for strategic crops for the period covering 1990-1999. Journal of Agricultural Economics and Development 43: 143-162. (In Persian).
14. Nghiem, H.S., and Coelli, T.J. 2001.The effect of incentive reforms upon productivity: Evidence from the Vietnamese rice industry. CEPA Working papers, 3/2001, School of Economic Studies, University of New England, Armidale. Australia.
15. Salami, H. 1997. Concepts and measuring productivity in agricultural sector. Journal of Agricultural Economics and Development 18: 7-31. (In Persian).
16. Shepherd, R.W. 1970. Theory of cost and production function. Princeton Univ. Press. USA.
17. Suhariyanto, M. 2001. Agricultural productivity growth in Asian countries: tomorrow's agriculture: incentives, institutions, infrastructure and innovation. Proceedings of the twenty-fourth international conference of agricultural economists. Berlin. Germany. 376-382.
18. Tahamipour, M., and Shahmoradi, M. 2007. Measuring total factor productivity growth in agricultural sector and serving its proportion of added value growth. Journal of Economic and Agriculture 2: 317-332. (In Persian).
19. Thirtle, C., Piesse, J., Lusigi, A., and Suhariyanto, K. 2003. Multi- factor agricultural productivity, efficiency and convergence in Bostwana, 1981-1996. Journal of Development Economics 71: 605-624.
20. Yazdani, S., and Doorandish, A. 2003. Comparing total factor productivity of Rice in main regions: Application of Malmquist index. Agricultural Sciences and Tecnology Journal 17(1): 3-11. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 127-133

Application of Malmquist approach in analysis of total factor productivity growth of pulses in Iran

Khaligh Khiyavi1[1]*, P., & Kavoosi Kalashami[2], M.

1. PhD. of Agricultural Economics and lecturer of Economics, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Science, Guilan University, Iran

Received: 08 February 2012
Accepted: 19 April 2015

Abstract

In this study, total factor productivity growth of Iran's pulses (including irrigated pea, dry pea, irrigated lentil, dry lentil, irrigated soybean, dry soybean and irrigated bean) during of farming years 1989-1990 though 2007-2008 had been analyzed, using Nonparametric Malmquist approach. So, amounts of inputs usages include seeds, fertilizers, dung, poison, herbicide, labor, water and acreages and also, output quantity include pulses production had been considered. Results showed chickpeas production minimum TFP growth in mentioned time period. Products like irrigated and dry lentil, irrigated pea have negative growth on the basis of technology variation and efficiency and products like irrigated bean and dry land pea have positive growth in total factor productivity during the studied years. Examining the annual variation and its components show that the highest growth in 2000-2001 was 85 percent and the highest negative growth in 1999-2000 was 36.9 percent.

Key words: Iran, Malmquist Index, Pulses, Total Factor Productivity

* **Corresponding Author:** p.khaligh@srbiau.ac.ir, Tel.: 0131-5523809

نشریه پژوهش های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی-پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
مشخصات داوران جلد۶، شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل۱۳۹۴
(به‌ترتیب حروف الفبا)

دکتر	علیرضا	آستارایی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	زینب	اورسجی	دانشگاه گنبد کاووس
دکتر	ابراهیم	ایزدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	عباس	بیابانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد
دکتر	فرزاد	پاک نژاد	دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
مهندس	حسن	پُرسا	پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محسن	جهان	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	جواد	حمزه‌ای	دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان
دکتر	سرور	خرمدل	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مهدی	راستگو	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مجید	رستمی	دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، همدان
دکتر	راهله	رهباریان	دانشگاه پیام نور مرکز مشهد
دکتر	محمد	زارع مهرجردی	دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی شیروان
دکتر	سیدحسین	صباغ‌پور	مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، کرمانشاه
دکتر	علی‌نقی	ضیائی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	افسانه	عالی‌نژادیان بیدآبادی	دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
دکتر	مجید	عباس‌پور	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی خراسان رضوی
دکتر	الهام	عزیزی	دانشگاه پیام‌نور سبزوار
دکتر	محمد	فارسی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	بیژن	قهرمان	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	همایون	کانونی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی کردستان
مهندس	هدایت‌اله	کریم‌زاده سورشجانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	حسن	مکاریان	دانشگاه صنعتی شاهرود
دکتر	علی	نخ‌زری‌مقدم	دانشگاه گنبد کاووس
دکتر	مهدی	نصیری محلاتی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سعید	یزدانی	پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران

نشریه پژوهش های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی- پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

فُرم اشتراک

خواهشمند است فُرم 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: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

مشخصات متقاضی: (لطفاً با ذکر جزئیات، مشخص فرمایید)

نام: (وزارت/ سازمان/ مؤسسه/ شرکت/ دانشگاه/ دانشکده/ کتابخانه/ بخش خصوصی/ شخصی/ سایر)

.....

نشانی دقیق پُستی: .....

.....

.....

.....

تلفن (با کُد 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 شمارهٔ ۹۹۶۵۴ به‌نام عواید اختصاصی پژوهشکدهٔ علوم گیاهی نزد بانک تجارت شعبه دانشگاه فردوسی واریز نموده و فیش آن را همراه با فُرم، به دفتر نشریه ارسال فرمایید. هزینه‌های پستی به‌عهدهٔ متقاضی می‌باشد.

تاریخ: امضاء:

Iranian Journal of
Pulses Research

List of Articles
Vol. 6, No. 1, 2015

Title	Author(s)	Page
• **Effect of row spacing and seed rate on yield and yield components of common bean cultivars in Guilan province**	Rabiee, M. & Jilani, M.	**9**
• **Integrated application of biological and chemical fertilizers on bean (*Phaseolus vulgaris*) under Rasht climate conditions**	Saberi, H., Mohsenabadi, Gh., Majidian, M. & Ehteshami, S.M.R.	**21**
• **Effect of seed pelleting with Zeolite and priming with Iron chelate on protein and seed yield of Mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties in Ahvaz**	Bahador, M., Abdali Mashhadi, A., Siadat, S.A., Fathi, Gh. & Lotfi Jalal-abadi, A.	**32**
• **Effect of methanol on germination characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) under drought stress condition**	Armand, N., Amiri, H. & Ismaeili, A.	**42**
• **Effects of irrigation levels and foliar application with iron and zinc on quantitative and qualitative traits of red bean (*Phaseolous vulgaris* L.)**	Saeidi Aboueshaghi, R.& Yadavi, A.	**54**
• **Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Mashhad climatic conditions**	Amiri Deh Ahmadi, S.R., Parsa, M., Bannayan M., Nassiri Mahallati, M. & Deihimfard, R.	**66**
• **The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Sirvan region in Ilam province**	Naseri, R., Rahimi, M.J., Siyadat, S.A. & Mirzaei, A.	**78**
• **Comparsion of the FAO Penman-Monteith method and class A evaporation pan with lysimeter data in estimating evapotranspiration *Cicer arietinum* L. in Khorramabad**	Namdarian, K., Naseri, A., Izadpanah, Z. & Maleki, A.	**92**
• **Evaluation of genetic diversity, heritability and genetic progress in Kabuli type chickpea genotypes**	Lotfi Aghmioni, M., Aghaei, M.J., Vaezi, Sh. & Majidi Heravan, E.	**100**
• **Use of false seedbed and reduced doses of imazethapyr for weed management in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**	Yousefi, A. & Piri, M.A.	**108**
• **Effect of trifluralin herbicide residues in soil on growth and nodulation of chickpea genotypes**	Izadi, E. & Solaimanpour, Z.	**117**
• **Application of Malmquist approach in analysis of total factor productivity growth of pulses in Iran**	Khaligh, P., Kavoosi, M. & Skandarpur, B.	**127**

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 6, No. 1, 2015

Published by: Research Center for Plant Sciences, 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
Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Hamadan

Editor: Zahra Taheri (MSc.)
Assistant: Talachian, Mirshah-Velay, Asadi
Circulation: 80

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: Islamic World Science Citention Center (http://www.isc.gov.ir); Iranian Journals Database (http://www.magiran.com); Scientific Information Database (www.SID.ir)

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://rcps.um.ac.ir; http://ijpr.um.ac.ir/index.php/ijpr

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

ISSN 2008-725X

Research Center for Plant Sciences
Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 6 (1) June 2015

- Effect of row spacing and seed rate on yield and yield components of common bean cultivars in Guilan province — Rabiee, M. & Jilani, M.
- Integrated application of biological and chemical fertilizers on bean (*Phaseolus vulgaris*) under Rasht climate conditions — Saberi, H., Mohsenabadi, Gh., Majidian, M. & Ehteshami, S.M.R.
- Effect of seed pelleting with Zeolite and priming with Iron chelate on protein and seed yield of Mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties in Ahvaz — Bahador, M., Abdali Mashhadi, A., Siadat, S.A., Fathi, Gh. & Lotfi Jalal-abadi, A.
- Effect of methanol on germination characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) under drought stress condition — Armand, N., Amiri, H. & Ismaeili, A.
- Effects of irrigation levels and foliar application with iron and zinc on quantitative and qualitative traits of red bean (*Phaseolous vulgaris* L.) — Saeidi Aboueshaghi, R.& Yadavi, A.
- Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Mashhad climatic conditions — Amiri, S.R., Parsa, M., Bannayan M., Nassiri Mahallati, M. & Deihimfard, R.
- The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Sirvan region in Ilam province — Naseri, R., Rahimi, M.J., Siyadat, S.A. & Mirzaei, A.
- Comparsion of the FAO Penman-Monteith method and class A evaporation pan with lysimeter data in estimating evapotranspiration *Cicer arietinum* L. in Khorramabad — Namdarian, K., Naseri, A., Izadpanah, Z. & Maleki, A.
- Evaluation of genetic diversity, heritability and genetic progress in Kabuli type chickpea genotypes — Lotfi Aghmioni, M., Aghaei, M.J., Vaezi, Sh. & Majidi Heravan, E.
- Use of false seedbed and reduced doses of imazethapyr for weed management in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) — Yousefi, A. & Piri, M.A.
- Effect of trifluralin herbicide residues in soil on growth and nodulation of chickpea genotypes — Izadi, E. & Solaimanpour, Z.
- Application of Malmquist approach in analysis of total factor productivity growth of pulses in Iran — Khaligh, P., Kavoosi, M. & Skandarpur, B.