نشریه پژوهش های حبوبات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۴، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۲

- مطالعهٔ عملکرد دانه و غلاف سبز و اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف در باقلا رقم برکت — اسماعیل گل‌چین، ابراهیم زینلی و کامبیز پوری
- ارزیابی کاشت بقولات به‌عنوان گیاهان جایگزین در نظام زراعی آیش-گندم در استان خراسان شمالی — احمد نظامی، عبدالرضا باقری، مرتضی عظیم‌زاده، علی‌اکبر محمودی و علی بزرگمهر
- بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در نمونه‌های انتخابی کلکسیون لوبیا — شاهین واعظی، رقیه چراغ‌افروز و احمد عباسی‌مقدم
- مطالعهٔ بیان ژن *Cu/ZnSOD* و فعالیت آنزیم SOD در ژنوتیپ‌های نخود زراعی *(Cicer arietinum* L.*)* تحت تنش خشکی — سیدرضا هاشمی، سعید ملک‌زاده شفارودی، سیدحسن مرعشی و علی گنجعلی
- بررسی تأثیر تلقیح سویه‌های مختلف ریزوبیومی و مصرف کود بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود بومی نیشابور درخراسان رضوی — محمد قاسم‌زاده گنجه‌ای و احمد اصغرزاده
- بررسی خصوصیات فنولوژی و مورفولوژی و همبستگی آنها با عملکرد در ارقام نخود زراعی *(Cicer arietinum* L.*)* تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه در استان کرمانشاه — مراد شعبان، سیروس منصوری‌فر، مختار قبادی و سیدحسین صباغ‌پور
- ارزیابی تحمل به سرما در کشت پاییزه نخود زراعی *(Cicer arietinum* L.*)* با استفاده از صفات فنولوژیک و مورفولوژیک در منطقه کردستان — حیدر نادری، مجید شکرپور، علی اصغری، همایون کانونی‌وعزت‌الله‌اسفندیاری
- تأثیر برهم‌کُنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر برخی از صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهچه‌های لوبیاقرمز رقم‌درخشان *(Phaseolus vulgaris* L.*)* — عبدالله بیک خورمیزی، علی گنجعلی، پروانه ابریشم‌چی و مهدی پارسا
- بررسی اثر مقدار و زمان مصرف خشکاننده پاراکوات در تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا *(Vicia faba* L.*)* در استان گیلان — مهرداد جیلانی، جهانفر دانشیان و محمد ربیعی
- تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و بیماری‌زایی جدایه‌های *Fusarium solani* عامل پوسیدگی ریشهٔ لوبیا در استان زنجان — مریم خداقلی، رقیه همتی، بیتا ناصری و علیرضا معرفت

با همکاری

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

جلد ۴، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۲

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

جلد ٤، شمارهٔ ۱، نیمهٔ اوّل ۱۳۹۲

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی
مدیر مسئول: دکتر محمّد کافی
سردبیر: دکتر عبدالرضا باقری
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 علوم و تحقیقات فارس
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 حسن پُرسا
همکاران این شماره: مهندس حامد طلاچیان- سیدمهدی میرشاه‌ولای- رحمان اسدی
ناشر: پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
چاپ: مؤسسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
شمارگان: ۱۵۰ 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 علوم و تحقیقات فارس و علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و با هدف گسترش همکاری‌های علمی و پژوهشی منتشر می‌شود.

این نشریه در پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی به نشانی www.SID.ir نمایه می‌شود.

نشانی:
مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی
دفتر نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران، صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴
تلفن: ۸۸۰۴۸۱۶ و ۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱۱)، نمابر: ۸۸۰۴۸۲۵ (۰۵۱۱)
پُست الکترونیک: rcps@um.ac.ir
تارنما: http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR و http://rcps.um.ac.ir

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد ٤، شمارهٔ ١، نیمهٔ اوّل ١٣٩٢

عنوان مقاله	نویسنده(گان)	صفحه
• مطالعهٔ عملکرد دانه و غلاف سبز و اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف در باقلا رقم برکت	اسماعیل گل‌چین، ابراهیم زینلی و کامبیز پوری	۹
• ارزیابی کاشت بقولات به‌عنوان گیاهان جایگزین در نظام زراعی آیش-گندم در استان خراسان شمالی	احمد نظامی، عبدالرضا باقری، مرتضی عظیم‌زاده، علی‌اکبر محمودی و علی بزرگمهر	۲۱
• بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در نمونه‌های انتخابی کلکسیون لوبیا	شاهین واعظی، رقیه چراغ‌افروز و احمد عباسی‌مقدم	۳۱
• مطالعهٔ بیان ژن *Cu/znSOD* و فعالیت آنزیم SOD در ژنوتیپ‌های نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت تنش خشکی	سیدرضا هاشمی، سعید ملک‌زاده شفارودی، سیدحسن مرعشی و علی گنجعلی	۴۳
• بررسی تأثیر تلقیح سویه‌های مختلف ریزوبیومی و مصرف کود بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود بومی نیشابور درخراسان رضوی	محمد قاسم‌زاده گنجه‌ای و احمد اصغرزاده	۵۱
• بررسی خصوصیات فنولوژی و مورفولوژی و همبستگی آنها با عملکرد در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه در استان کرمانشاه	مراد شعبان، سیروس منصوری‌فر، مختار قبادی و سیدحسین صباغ‌پور	۵۹
• ارزیابی تحمل به سرما در کشت پاییزه نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از صفات فنولوژیک و مورفولوژیک در منطقه کردستان	حیدر نادری، مجید شکرپور، علی اصغری، همایون کانونی و عزت‌الله اسفندیاری	۶۹
• تأثیر برهم‌کُنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر برخی از صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهچه‌های لوبیاقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.)	عبدالله بیک خورمیزی، علی گنجعلی، پروانه ابریشم‌چی و مهدی پارسا	۸۱
• بررسی اثر مقدار و زمان مصرف خشکانندهٔ پاراکوات در تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.) در استان گیلان	مهرداد جیلانی، جهانفر دانشیان و محمد ربیعی	۹۹
• تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و بیماری‌زایی جدایه‌های *Fusarium solani* عامل پوسیدگی ریشهٔ لوبیا در استان زنجان	مریم خداقلی، رقیه همتی، بیتا ناصری و علیرضا معرفت	۱۱۱

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.

با احترام

عبدالرضا باقری

سردبیر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

باسمه تعالی

نشریه پژوهش های 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، شهید باهنر کرمان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، به تعداد دو شماره در سال انتشار می‌یابد. این نشریهٔ تخصصی، نتایج تحقیقات حبوبات را در زمینه‌های مختلف پژوهشی، منتشر خواهد کرد. 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 نویسندگان مقاله (در صورت وجود)، 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 شورای نویسندگان (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 دو و نیم سانتی‌متر از لبه‌ها و فاصلهٔ ۱/۵ بین خطوط با قلم نازنین اندازهٔ ۱۲ 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 از ۲۰ 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 به‌کار رفته 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 به صورت نام (سال) نوشته شود مانند Parsa (2007). اسامی فارسی نیز باید به لاتین و سال شمسی به میلادی برگردان شوند.

ج-۲-۹- صفحهٔ آخر، شامل عنوان مقاله به انگلیسی، چکیدهٔ انگلیسی و کلمات کلیدی به زبان انگلیسی است. از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان در این صفحه خودداری شود. چکیدهٔ انگلیسی تا حد امکان منطبق با چکیدهٔ فارسی تنظیم شود.

ج-۳- نحوهٔ تنظیم فهرست منابع

کلیهٔ منابع فارسی و انگلیسی، به زبان انگلیسی و با قلم Times New Roman اندازهٔ ۱۲در 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: ۸۸۰۴۸۱۶ و ۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱۱)، نمابر: ۸۸۰۴۸۲۵ (۰۵۱۱)

پست الکترونیک: rcps@um.ac.ir

تارنما: http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR

http://rcps.um.ac.ir

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۲۰-۹، نیمهٔ اول۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 9-20

مطالعهٔ عملکرد دانه و غلاف سبز و اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف در باقلا رقم برکت

اسماعیل گل‌چین[1*]، ابراهیم زینلی[2] و کامبیز پوری[3]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت
۲- عضو هیأت علمی گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، e.zeinali@yahoo.com
۳- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، kambizpoori@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۱۸

چکیده

گسترش کشت باقلا (*Vicia faba* L.) می‌تواند پایداری سیستم‌های زراعی را بهبود بخشیده و مزایای مهم دیگری را درپی داشته باشد. با این حال، در رابطه با جنبه‌های مختلف مدیریت تولید این گیاه، اطلاعات اندکی وجود دارد. از این‌رو، این آزمایش به‌منظور مطالعه واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه و غلاف سبز و تعدادی دیگر از ویژگی‌های زراعی باقلا رقم برکت به فاصلهٔ بین و داخل ردیف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل در سه تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاصلهٔ بین ردیف (۱۵،۳۰، ۴۵ و۶۰سانتی‌متر) و فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف (۵،۱۰و ۱۵سانتی‌متر) بود. نتایج تجزیه واریانس، حاکی از تأثیر معنی‌دار فاصلهٔ بین و داخل ردیف و اثر متقابل آنها بر عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود. با افزایش فاصلهٔ بین ردیف‌ها عملکردها کاهش یافتند و در هر یک از فاصلهٔ بین ردیف‌ها به‌استثنای فاصلهٔ ۱۵سانتی‌متر، با افزایش فاصلهٔ داخل ردیف‌ها عملکرد کاهش یافت. در فاصلهٔ بین ردیف ۱۵سانتی‌متر، کمترین عملکرد دانه و غلاف سبز از فاصلهٔ داخل ردیف ۵سانتی‌متر به‌دست آمد؛ اما بین دو فاصلهٔ دیگر، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌طورکلی، در این مطالعه با افزایش تراکم بوته بین ۱۱ و ۶۷بوته و همچنین در تراکم‌های برابر، در تیمارهای با توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها عملکردها بهبود یافتند. در میان اجزای عملکرد، اندازهٔ دانه تحت تأثیر فاکتورهای آزمایش قرار نگرفت. تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثیر فاصلهٔ داخل ردیف قرار گرفت؛ اما تعداد غلاف در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر هر دو فاکتور و اثر متقابل آنها قرار گرفت. تغییر تعداد غلاف در واحد سطح، مهم‌ترین دلیل تغییرات عملکرد بود. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از واکنش قابل‌توجه عملکرد باقلا به فاصلهٔ بین و داخل ردیف و ضرورت مطالعه اثر متقابل این فاکتورها با سایر عوامل مانند تاریخ کاشت و رقم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: باقلا، فاصلهٔ بین و داخل ردیف، عملکرد دانه، عملکرد غلاف سبز

مقدمه

سطح زیرکشت باقلا در ایران حدود ۳۵هزارهکتار و گرگان یکی از مهم‌ترین مناطق کشت آن می‌باشد (Majnoon Hosseini, 2008). عملکرد باقلا در کشور به‌طور میانگین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰کیلوگرم دانه خشک و ۱۵ تا ۱۸تُن در هکتار غلاف سبز است (Najafi, 2001). در ایران، باقلا با دو هدف تولید غلاف سبز و دانه خشک کشت می‌شود؛ ضمن این‌که پس از برداشت غلاف سبز، از شاخ و برگ آن نیز به‌عنوان کود سبز یا علوفه استفاده می‌کنند. گسترش کشت باقلا به‌دلیل ویژگی‌های ارزشمند این گیاه از جمله داشتن دانه و علوفه‌ای غنی از پروتئین، توان زیاد برای تثبیت بیولوژیک نیتروژن، سرمادوست‌بودن و در نتیجه امکان کشت به‌صورت پاییزه و به‌تبع آن نیاز کم یا حتی عدم نیاز به آبیاری (در مناطق شمالی کشور)، برداشت زودهنگام در بهار و در نتیجه امکان کشت بیشتر گیاهان زراعی گرمادوست در تناوب با آن، می‌تواند پایداری سیستم‌های زراعی را بهبود بخشیده و مزایای مهم دیگری را درپی داشته باشد.

تراکم بوته از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد باقلا به‌شمار می‌رود (Khalil *et al.*, 2010). در شرایط بدون تنش خشکی، افزایش تراکم بوته تا حدی که موجب بهبود استفاده از تشعشع شود، با افزایش عملکرد مادهٔ خشک و دانه همراه خواهد بود (Banayan Aval *et al.*, 2007). به‌طور معمول، در گیاهان زراعی محدودیتی برای تنظیم فاصلهٔ بوته‌ها در داخل ردیف وجود ندارد؛ اما در گیاهان زراعی وجینی، نیاز به انجام مکانیزهٔ

* نویسنده مسئول: همراه: ۰۹۱۱۳۷۴۲۴۶۵، golchin811@yahoo.com

مراقبت‌های زراعی، کاهش فاصلهٔ ردیف‌ها برای افزایش تراکم بوته یا توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها در زمین را محدود ساخته است (Khajeh Pour, 2009). این مسئله به‌ویژه در کشت‌های دیرهنگام حایز اهمیت است که انعطاف‌پذیری و قدرت ترمیم بوته‌ها کمتر و تراکم مطلوب بیشتر است (Kashiri *et al*., 2006).

Majnoon Hosseini (2008) فاصلهٔ مناسب بین ردیف‌های کاشت باقلا را ۴۵ تا ۶۰ و فاصلهٔ مناسب بین بوته‌ها در ردیف‌های کاشت را ۱۰ تا ۱۵سانتی‌متر گزارش کرد. در مطالعهٔ Silim & Saxena (1993) بیشترین عملکرد باقلا از فاصلهٔ ردیف ۲۲/۵سانتی‌متر یا تراکم ۲۲بذر در مترمربع به‌دست آمد. Osrosh *et al,* (2000) با بررسی اثر فاصلهٔ بین و داخل ردیف بر عملکرد دانه باقلا در منطقه دزفول بیشترین عملکرد دانه را از فاصلهٔ ردیف‌های کاشت ۴۵ تا ۷۵سانتی‌متر و فاصلهٔ بین بوته در ردیف۱۰سانتی‌متر به‌دست آوردند. Ghanbari *et al,* (2003) با مطالعه فاصلهٔ بین ردیف ۴۵، ۵۵ و ۶۵سانتی‌متر و فاصلهٔ داخل ردیف۱۰،۲۰ و۳۰سانتی‌متر بر عملکرد باقلا نتیجه گرفتند که با افزایش فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌های کاشت، عملکرد باقلا کاهش می‌یابد. در مطالعهٔ ایشان، عملکرد باقلا در فاصلهٔ ردیف کاشت ۴۵سانتی‌متر (۳/۰۶تُن در هکتار) در مقایسه با فاصلهٔ بین ردیف ۶۵سانتی‌متر (۲/۲۲تُن در هکتار)، ۳۳درصد بیشتر بود. همچنین، عملکرد باقلا در فاصلهٔ داخل ردیف۱۰سانتی‌متر (۲/۶۳تُن در هکتار)، ۳۲درصد بیشتر از فاصلهٔ داخل ردیف۳۰سانتی‌متر (۱/۹۸تُن در هکتار) بود. در فاصلهٔ ردیف‌های زیاد به‌دلیل کاهش تراکم بوته به زیر تراکم مطلوب و در فاصلهٔ ردیف‌های خیلی‌کم به‌دلیل شدت زیاد رقابت درون‌گونه‌ای، عملکرد دانه باقلا کاهش می‌یابد (Hashem Abadi & Sedaghat Hour, 2006).

Khalil *et al,* (2010) تأثیر تراکم بوته (از۱۵۰تا۶۰۰ هزاربوته در هکتار) بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در واحد سطح را معنی‌دار گزارش کردند. ایشان بیشترین ارتفاع بوته را در بیشترین تراکم (۶۰بوته در مترمربع)، اما بیشترین عملکرد را در تراکم ۴۵بوته در مترمربع به‌دست آوردند. Idris (2008) گزارش کرد که با افزایش فاصلهٔ بوته‌ها از۱۰به۳۰سانتی‌متر، تعداد غلاف در بوته و ساقهٔ اصلی و در نتیجه عملکرد دانه در بوته افزایش یافت. وی اظهار داشت که تعداد دانه در غلاف، کمتر از تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر فاصلهٔ بین بوته‌ها قرار گرفت؛ ولی اندازهٔ دانه با تغییر فاصلهٔ بوته‌ها تغییر نکرد.

با افزایش تراکم گیاهی، تعداد شاخه‌های فرعی و درنتیجه عملکرد دانه در بوته کاهش می‌یابد که علت این کاهش، افزایش رقابت بین بوته‌ها و کاهش فضای قابل استفاده هر بوته است (Shukla & Dixit, 2000; Mokhtar, 2001). در واقع، در فاصلهٔ ردیف‌های کم، سهم ساقه اصلی از عملکرد کل دانه، بیشتر است. با افزایش فاصلهٔ بین ردیف‌ها از سهم ساقهٔ اصلی از عملکرد کُل، کاسته و بر سهم شاخه‌های فرعی افزوده می‌شود. همچنین، در رقم‌هایی که پتانسیل عملکرد ساقه اصلی زیاد است، شاخص سطح برگ و ماده خشک بیشتری در فاصلهٔ ردیف‌های کم نسبت به فاصلهٔ ردیف‌های زیاد تولید می‌شود. در واقع در این گونه واریته‌ها، مواد فتوسنتزی با کارآیی بیشتری به غلاف‌های ساقهٔ اصلی تخصیص می‌یابد و درنتیجه، عملکرد بیشتری در فاصلهٔ ردیف‌های کم نسبت به فاصلهٔ ردیف‌های زیاد تولید می‌شود (Norsworthy & Emerson, 2005).

با توجه به کمبود اطلاعات در زمینهٔ واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه و نیز عملکرد غلاف سبز به فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌های کاشت در باقلا رقم برکت به‌عنوان مهم‌ترین رقم باقلای مورد استفاده در منطقه گرگان، انجام مطالعه حاضر مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش درسال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان واقع در عرض جغرافیایی ۳۶/۸۵درجهٔ شمالی و طول جغرافیایی۵۴/۲۷درجه شرقی و ارتفاع ۱۳متر از سطح دریا انجام شد. میانگین بارندگی سالیانه محل انجام آزمایش ۵۵۴میلی‌متر، بافت خاک مزرعه، لوم رُسی سیلتی (۱۰درصد شن، ۵۲درصد سیلت و ۳۸درصد رُس)، هدایت الکتریکی۰/۶دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیتهٔ آن ۶/۸ بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاصلهٔ بین ردیف در چهار سطح (۱۵،۳۰، ۴۵ و۶۰سانتی‌متر) و فاصلهٔ داخل ردیف در سه سطح (۵،۱۰ و ۱۵سانتی متر) بود. زمین مورد استفاده در سال قبل از آزمایش، آیش بود. بر اساس نتیجهٔ تجزیه خاک و توصیه کودی، قبل از کاشت۱۰۰کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم،۱۵۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و۵۰کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌عنوان آغازگر[1] به خاک اضافه شد. هر کرت شامل۶ردیف کاشت به طول۶متر بود. رقم مورد مطالعه، رقم برکت بود که کاشت آن در منطقه متداول است. کاشت بذرها با دست و در

1. Starter

تاریخ۳۰آذرماه۱۳۸۸ انجام شد. برای اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر، در هر محل، دو عدد بذر کاشته شد و به‌منظور تنظیم تراکم بوته، پس از استقرار کامل بوته‌ها به حذف بوته‌های اضافی اقدام شد؛ به‌طوری‌که تراکم بوته در تیمارهای (فاصلهٔ داخل ردیف- فاصلهٔ بین ردیف) ۵ × ۱۵، ۱۰× ۱۵، ۱۵× ۱۵، ۵ ×۳۰، ۱۰×۳۰، ۱۵×۳۰، ۵ × ۴۵، ۱۰× ۴۵، ۱۵× ۴۵، ۵ ×۶۰، ۱۰×۶۰ و ۱۵×۶۰ به‌ترتیب برابر ۱۳۳/۳، ۶۶/۷، ۴۴/۴، ۶۶/۷، ۳۳/۳، ۲۲/۲، ۴۴/۴، ۲۲/۲، ۱۴/۸، ۳۳/۳، ۱۶/۷ و ۱۱/۱ بوته در متر مربع بود. مبارزه با علف‌های‌هرز در طول فصل رشد در سه نوبت به صورت وجین دستی انجام شد. برای تعیین عملکرد غلاف سبز و دانه در واحد سطح، نمونه‌گیری به مساحت یک مترمربع با رعایت اثر حاشیه در دو نوبت به‌ترتیب در مرحلهٔ پُرشدن غلاف‌ها و رسیدگی برداشت دانه انجام شد. برای تعیین اجزای عملکرد دانه (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه)، ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد شاخه و عملکرد بیولوژیک، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت۱۰بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (Soltani، 2007) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. همچنین، همهٔ مقایسات میانگین به‌روش LSD انجام شد. در مواردی که اثر متقابل فاکتورهای آزمایش، معنی‌دار بود، برای مقایسهٔ میانگین‌ها از روش برش‌دهی فیزیکی استفاده شد (Soltani, 2006).

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر فاصلهٔ بین بوته‌ها در داخل ردیف بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود؛ اما اثر فاصلهٔ بین ردیف و همچنین اثر متقابل این دو فاکتور بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول۱). با کاهش فاصلهٔ بوته‌ها در داخل ردیف از۱۰ به ۵سانتی‌متر، افزایش معنی‌داری در میانگین ارتفاع بوته‌های باقلا مشاهده شد؛ درحالی‌که افزایش ارتفاع بوته در نتیجهٔ کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها از ۱۵ به ۱۰سانتی‌متر، معنی‌دار نبود. ارتفاع بوته در سه فاصلهٔ ۵، ۱۰ و ۱۵سانتی‌متر به‌ترتیب ۱۰۷/۰۵، ۹۸/۹۲ و ۹۶/۹۸سانتی‌متر بود. همچنین، با وجود معنی‌دارنبودن تأثیر فاصلهٔ بین ردیف‌ها، روندی افزایشی در ارتفاع نهایی بوته‌ها به‌موازات کاهش فاصلهٔ بین ردیف‌ها، به‌ویژه در هنگام کاهش فاصلهٔ از۳۰ به ۱۵سانتی‌متر اتفاق افتاد؛ به‌این‌ترتیب که ارتفاع بوته از ۹۸/۱۲سانتی‌متر در فاصلهٔ بین ردیف۶۰سانتی‌متر تا ۱۰۵/۴۴در ۱۵سانتی‌متر، متغیر بود. نتایجی مشابه توسط Khalil *et al,* (2010) و Stringi *et al,* (1988) برای باقلا گزارش شده است. علت این افزایش، تشدید رقابت بین بوته‌ها برای نور با افزایش تراکم می‌باشد. در واقع با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها، سایه‌اندازی بوته‌های مجاور روی هم زودتر شروع شده و رقابت برای نور تشدید می‌شود که نتیجهٔ آن، افزایش طول میانگره‌های ساقه و در نهایت، افزایش ارتفاع بوته است(Silim & Saxena, 1993). معنی‌دارنبودن تأثیر فاکتورهای آزمایش بر تعداد گره در ساقه (جدول۱) مؤید این مطلب است که افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف، بیشتر ناشی از تفاوت طول میانگره‌های ساقه بوده است تا تعداد گره در ساقه اصلی. مشابه با این نتایج، یافته‌های Khadem Zadeh *et al,* (2004) و Kashiri *et al,* (2006) نیز حاکی از اثر معنی‌دار تراکم گیاهی و یا فاصلهٔ ردیف در سویا بر ارتفاع بوته و عدم تأثیر آن بر تعداد گره در ساقه اصلی بود.

تعداد شاخه در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر تعداد شاخه‌های فرعی در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول۱). در تیمارهای مختلف، میانگین تعداد شاخه در بوته از ۰/۰۳ تا ۱/۸۸ متغیر بود که مطابق انتظار، کمترین آن در تیمار ۵ × ۱۵ (بیشترین تراکم بوته) و بیشترین آن در تیمار ۱۵×۶۰ (کمترین تراکم بوته) مشاهده شد (جدول۲). به‌طورکلی، با افزایش فاصلهٔ بین و داخل ردیف و به بیان دیگر با افزایش فضای هر بوته، بر میانگین تعداد شاخه در بوته افزوده شد. بااین‌حال، میزان افزایش تعداد شاخه در بوته در نتیجهٔ افزایش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف در فاصلهٔ بین ردیف‌های متفاوت یکسان نبود. بدین‌ترتیب که به‌طورکلی با افزایش فاصلهٔ بین ردیف، واکنش تعداد شاخه در بوته به فاصلهٔ بوته‌ها در ردیف، افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد با افزایش فاصلهٔ بین و داخل ردیف و به‌عبارتی کاهش تراکم بوته به‌دلیل افزایش قابلیت دسترسی به نور و کاهش رقابت بین بوته‌ها جهت دستیابی به منابع، امکان شاخه‌دهی بیشتر برای هر بوته فراهم گردیده و درنتیجه بر تعداد شاخه‌ها افزوده می‌شود. البته واکنش شاخه‌دهی گیاه به تغییر تراکم بوته، بسته به محیط و ژنوتیپ، متفاوت است. نکتهٔ قابل‌توجه این که تعداد شاخهٔ فرعی در بوته در این مطالعه حتی در فواصل زیاد، کم بود که می‌توان آن را به کاشت نسبتاً دیر باقلا، به‌علاوه شکل خاص و زمان شاخه‌دهی باقلا نسبت داد. Husain *et al,* (1999)، Mokhtar (2001) و El-Metwally *et al,* (2003) نیز طی آزمایشات خود دریافتند که افزایش تراکم بوته در باقلا باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته می‌شود. همچنین Norsworthy & Emerson (2005) نتایج مشابهی را برای سویا (*Glycine max* L.) گزارش کردند.

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه اصلی، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک. (A فاصلهٔ بین ردیف و B فاصلهٔ داخل ردیف).

Table 1. ANOVA Results (means squares) of Plant Height, Node Number per Stem, Branch Number per Plant, Pod Number per Plant, Seed Number per Pod, 100-Seed Weight, Green Pod Yield (t.ha^{-1}), Grain Yield (t.ha^{-1}) and Biological Yield (t.ha^{-1}). (A and B: inter and intra row spacing respectively).

منابع تغییر S.O.V	درجهٔ آزادی DF	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد گره در ساقه اصلی Node Number per Stem	تعداد شاخه در بوته Branch Number per Plant	تعداد غلاف در بوته Pod Number per Plant	تعداد دانه در غلاف Seed Number per Pod	وزن صد دانه 100-Seed Weight	عملکرد غلاف سبز Green Pod Yield	عملکرد دانه Grain Yield	عملکرد بیولوژیک Biological Yield
بلوک Block	2	33.4 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.27 ^{ns}	100.33 ^{ns}	12.6 ^{ns}	0.63 ^{ns}	0.81 ^{ns}
A	3	97.0 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.01 **	4.47 **	0.31 ^{ns}	219.88 ^{ns}	389.15 **	12.42 **	88.36 **
B	2	342.4 **	0.07 ^{ns}	2.77 **	5.89 **	1.35 *	345.25 ^{ns}	207.73 **	7.47 **	73.42 **
A×B	6	26.1 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.26 **	0.30 **	0.46 ^{ns}	227.13 ^{ns}	141.96 **	4.48 **	3.50 **
خطا Error	22	45.4	0.57	0.01	0.11	0.37	134.6	10.61	0.45	0.49

ns، *، **، به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **, non significant, and significant difference at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود؛ درحالی‌که تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثیر فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف قرار گرفت (در سطح احتمال ۵درصد) و وزن دانه تحت تأثیر هیچ‌یک از فاکتورهای آزمایش و اثرات متقابل آنها قرار نگرفت (جدول۱). میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای مختلف بین ۰/۸۷ (مربوط به تیمار ۵ × ۱۵) و ۴/۳۴ (مربوط به تیمار ۱۵×۶۰) متغیر بود. روند کلی تغییرات میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که با افزایش فاصلهٔ بین ردیف‌ها و بوته‌ها، بر تعداد غلاف در بوته افزوده شده است (جدول۳). با این حال، معنی‌دارشدن اثرات متقابل دو فاکتور در رابطه با تعداد غلاف در بوته حاکی از آن است که میزان افزایش تعداد غلاف در بوته در نتیجهٔ افزایش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف در فواصل مختلف بین ردیف، متفاوت بوده است؛ به‌این‌صورت که در فاصله‌ردیف‌های بیشتر، اولاً تعداد غلاف در بوته در هریک از فواصل بین بوته در ردیف، بیشتر از فاصله‌ردیف‌های کمتر بود و ثانیاً افزایش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف با افزایش بیشتر تعداد غلاف در بوته، همراه بود (جدول ۲). کاهش تعداد غلاف در بوته با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها به‌ویژه در فاصله‌ردیف‌های کمتر را می‌توان به کاهش تعداد کل گره بارور در بوته در نتیجهٔ کاهش تعداد شاخه فرعی و همچنین ریزش ساختمان‌های زایشی به‌دلیل رقابت بین بوته‌ها برای نور نسبت داد. بیشترین میانگین تعداد دانه در غلاف (۴/۵۶) مربوط به فاصلهٔ داخل ردیف ۱۵سانتی‌متر و کمترین آن (۳/۹۷) مربوط به فاصلهٔ داخل ردیف ۵سانتی‌متر بود. بین فاصلهٔ داخل ردیف ۵ و ۱۰سانتی‌متر به‌لحاظ آماری، اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد.

به‌طور معمول، در میان اجزای عملکرد دانه در بقولات، تعداد غلاف در بوته، بیشترین تغییرات را در واکنش به تغییرات محیطی و دست‌کاری‌های مدیریتی از جمله تغییر فضای هر بوته نشان می‌دهد و علت اصلی تغییر عملکرد دانه به‌شمار می‌رود. در مقابل، تعداد دانه در غلاف و به‌ویژه اندازهٔ دانه (وزن دانه) تغییرپذیریِ به‌مراتب کمتری در مقایسه با تعداد غلاف نشان می‌دهند. Agung & Mcdonald (1998) و Mohdal *et al,* (2004) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد دانه بوده و بیشترین سهم را در تغییرات عملکرد دانه دارد و با کاهش تراکم گیاهی یا افزایش فاصلهٔ بین ردیف، بر شمار آن در بوته افزوده می‌شود. Idris (2008) نیز افزایش تعداد غلاف در بوته و ساقهٔ اصلی و درنتیجه عملکرد دانه در بوته را در نتیجهٔ افزایش فاصلهٔ بوته‌ها

از۱۰به۳۰سانتی‌متر گزارش کرد. وی اظهار داشت که تعداد دانه در غلاف، کمتر از تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر فاصلهٔ بین بوته‌ها قرار گرفت؛ ولی وزن دانه با تغییر فاصلهٔ بوته‌ها تغییر نکرد. Liu *et al,* (2010) گزارش کردند با وجود این که تعداد دانه در غلاف به‌وسیلهٔ مکانیسم‌های ژنتیکی تعیین می‌شود و یک مؤلفهٔ نسبتاً ثابت است؛ اما تا حدودی تحت تأثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد. نتایج مشابهی مبنی بر عدم تأثیر یا تأثیر کم تراکم گیاهی بر تعداد دانه در غلاف توسط Norsworthy & Emerson (2005) برای گیاه سویا و توسط Agung & Mcdonald (1998) و Mohdal *et al,* (2004) برای گیاه باقلا گزارش شده است. مطابق با یافته‌های این مطالعه، نتایج Salih & Salih (1980) و Graf & Rowland (1987) نیز بر عدم تأثیر تراکم گیاهی بر وزن دانه دلالت داشت. بااین‌حال، مغایر با این یافته‌ها، Stringi *et al,* (1988) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، وزن دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین‌های اثرات متقابل فاصلهٔ بین و داخل ردیف برای تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

Table 2. Mean comparisons of inter- and intra- row spacing interactions for branch number per plant, pod number per plant, green pod yield (t.ha^{-1}), grain yield (t.ha^{-1}) and biological yield (t.ha^{-1})

عملکرد بیولوژیک (تُن در هکتار) Biological yield (t.ha^{-1})	عملکرد غلاف سبز (تُن در هکتار) Green pod yield (t.ha^{-1})	عملکرد دانه (تُن در هکتار) Grain yield (t.ha^{-1})	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد شاخه در بوته Branch number per plant	فاصلهٔ داخل ردیف Intra row spacing	فاصلهٔ بین ردیف Row spacing
14.91 a	24.85 b	5.23 b	0.87 b	0.03 c	5	**15**
13.49 a	36.54 a	7.13 a	2.23 a	0.18 b	10	
11.91 b	32.35 a	6.68 a	2.32 a	0.51 a	15	
1.55	**4.56**	**1.27**	**0.22**	**0.25**		LSD
11.49 a	31.42 a	6.05 a	1.81 b	0.13 c	5	**30**
7.39 b	20.13 a	3.94 b	2.08 b	0.41 b	10	
6.17 b	19.91 b	3.88 b	3.30 a	1.03 a	15	
2.35	**7.07**	**1.47**	**0.50**	**0.18**		LSD
11.9 a	29.87 a	6.05 a	2.52 a	0.25 b	5	**45**
6.83 b	16.52 b	3.61 b	2.87 a	1.16 a	10	
4.48 c	11.97 b	2.93 b	3.44 a	1.20 a	15	
0.72	**7.36**	**1.58**	**1.20**	**0.41**		LSD
8.35 a	23.43 a	4.71 a	2.60 b	0.38 c	5	**60**
5.49 b	14.51 ab	3.40 ab	3.40 ab	0.69 b	10	
4.81 b	10.08 b	2.94 b	4.34 a	1.89 a	15	
0.99	**9.98**	**1.50**	**1.00**	**0.28**		LSD

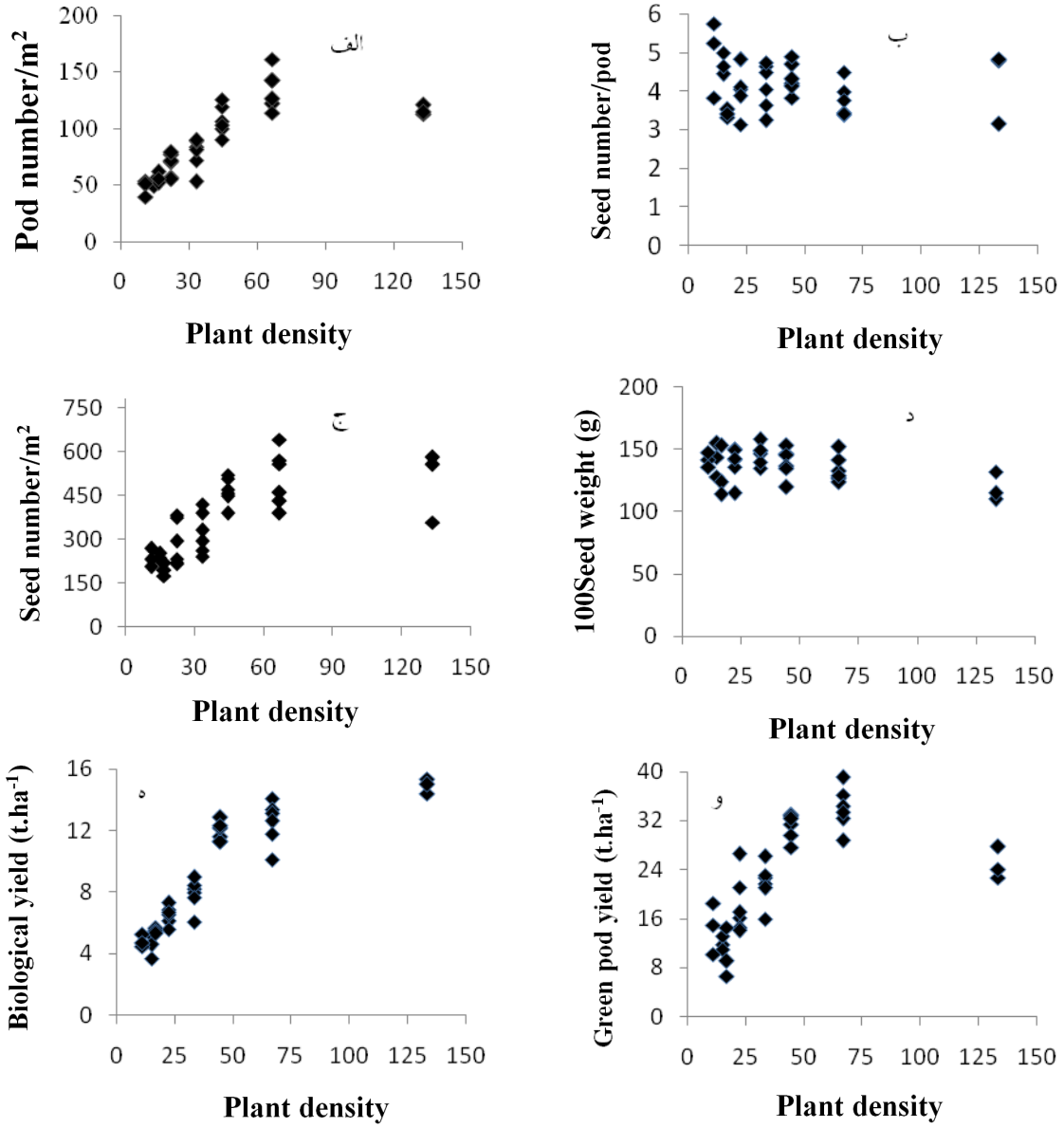
* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال ۵درصد) با یکدیگر ندارند.

* Within columns, means followed by the same letter are not different (P= 0.05), statistically.

عملکرد غلاف سبز و دانه

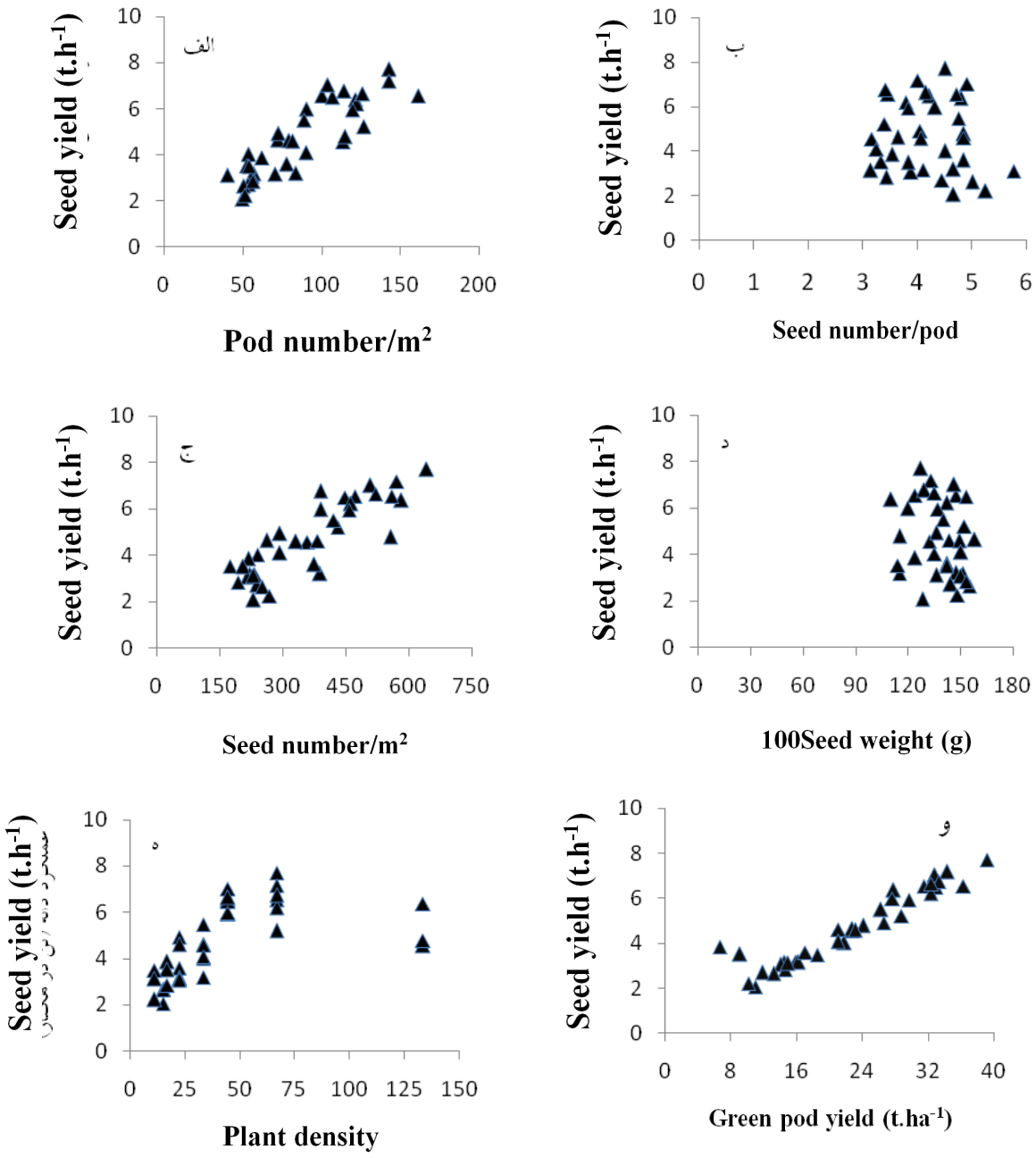
الگوی کلی واکنش عملکرد غلاف سبز و دانه در رقم باقلای مورد مطالعه به تغییرات فاصله‌های بین و داخل ردیف‌ها، و همچنین تراکم بوته (شکل‌های ۱-و ، ۲-ه) بسیار مشابه بود. به‌همین دلیل، رابطهٔ بسیار نزدیکی بین عملکرد غلاف سبز و عملکرد دانه وجود داشت (شکل ۲-و). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر عملکرد غلاف سبز و دانه در سطح احتمال یک‌درصد بود (جدول ۱). عملکرد غلاف سبز در تیمارهای مختلف بین ۱۰/۰۷ و ۳۶/۵۴تُن در هکتار و عملکرد دانه در تیمارهای مختلف بین ۲/۴۶ و ۷/۱۴تُن در هکتار متغیر بود. به‌طور کلی، نتایج نشان‌دهندهٔ رابطهٔ معکوس فاصلهٔ بین ردیف‌ها با عملکرد غلاف سبز و دانه بود؛ به‌طوری‌که با افزایش فاصلهٔ ردیف‌ها از ۱۵ به ۶۰سانتی‌متر، عملکرد غلاف سبز و دانه در واحد سطح کاهش یافت. همچنین، در همهٔ فواصل بین ردیف به‌جُز فاصلهٔ ۱۵سانتی‌متر، بیشترین عملکرد از فاصلهٔ ۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها به‌دست آمد. در مقابل، در فاصله ردیف ۱۵سانتی‌متر، کمترین عملکرد از فاصلهٔ داخل ردیف ۵ و بیشترین عملکرد از فاصلهٔ ۱۰سانتی‌متر به‌دست آمد؛ ضمن این‌که بین فواصل ۵ و۱۰سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه و غلاف سبز وجود نداشت. در فاصله ردیف‌های۳۰، ۴۵ و۶۰سانتی‌متر بین فواصل۱۰و ۱۵سانتی‌متر، اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد تراکم بوته در آرایش کاشت ۵ × ۱۵ (۱۳۳بوته در

مترمربع) بیشتر از حد مطلوب بوده که به رقابت شدید بین بوته‌ها برای دریافت نور و سایر منابع مؤثر بر رشد و ایجاد ورس و در نهایت به کاهش عملکرد غلاف سبز و دانه منجر شده است؛ اما تراکم بوته در سه آرایش کاشت ۱۰× ۱۵ (۶۷بوته)، ۱۵× ۱۵ (۴۴بوته) و ۵ × ۳۰ (۶۷بوته) برای دستیابی به حداکثر عملکرد در شرایط محیطی این آزمایش کافی بوده است. بالابودن عملکردها در تیمار ۱۰× ۱۵ نسبت به ۵ × ۳۰ (با تراکم مساوی ۶۷بوته در مترمربع) را می‌توان به توزیع یکنواخت بوته‌ها (نزدیک‌تر شدن به آرایش کاشت مربع) و درنتیجه تأخیر در شروع و همچنین کاهش شدت رقابت بین بوته‌ها به‌علاوه بهبود راندمان استفاده از عوامل محیطی نسبت داد و کمتربودن عملکرد به‌دست‌آمده در آرایش کاشت مربع ۱۵× ۱۵ باوجود توزیع کاملاً یکنواخت بوته‌ها نسبت به آرایش مستطیلی ۱۰× ۱۵ را می‌توان به ناکافی‌بودن تعداد بوته‌ها در واحد سطح برای به حداکثر رسانیدن راندمان استفاده از نهاده‌ها به‌ویژه تشعشع نسبت داد.



شکل ۱- رابطهٔ تراکم بوته با تعداد غلاف در مترمربع (الف)، تعداد دانه در غلاف (ب)، تعداد دانه در مترمربع (ج)، وزن۱۰۰دانه (د)، عملکرد مادهٔ خشک (ه) و عملکرد غلاف سبز (و)

Fig. 1. Relationship between plant density and pod number/m^2 (a), seed number/pod (b), seed number/m^2 (c), 100seed weight (d), dry matter yield (e) and green pod yield (f)



شکل ۲- رابطهٔ تعداد غلاف در مترمربع (الف)، تعداد دانه در غلاف (ب)، تعداد دانه در مترمربع (ج)، وزن۱۰۰دانه (د)، تراکم بوته (ه) و عملکرد غلاف سبز (و) با عملکرد دانه

Fig. 2. Relationships between grain yield and pod number/m^2 (a), seed number/ pod (b), seed number/m^2 (c), 100seed weight (d), plant density (e) and green pod yield (f)

در ایـن آزمـایش، کمتـرین عملکردهـا از تیمارهـای ۱۵×۶۰، ۱۰×۶۰ و ۱۵×۴۵ به‌دست آمدند (جدول ۲)؛ یعنی تیمارهایی که در آنها بسته‌شدن کانوپی بسیار دیر اتفاق افتاد و تعداد و توزیع بوته‌ها در زمین برای دریافت کامل تشعشع خورشیدی کافی و مناسب نبود.

Hashem Abadi & Sedaghat Hour (2006) اظهار داشتند که در فاصلهٔ ردیف‌های زیاد، به‌دلیل کاهش تراکم

بوته به زیر تراکم مطلوب، و در فاصلهٔ ردیف‌های خیلی‌کم به‌دلیل شدت زیاد رقابت درون‌گونه‌ای، عملکرد دانهٔ باقلا کاهش می‌یابد. Caballero (1987) در آزمایشی به این نتیجه رسید که افزایش تراکم بوته باقلا از ۱۰به۵۰بوته در مترمربع عملکرد دانه را افزایش می‌دهد که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. Ghanbari *et al*, (2003) نیز با مطالعه فاصلهٔ بین و داخل ردیف بر عملکرد باقلا نتیجه گرفتند که با افزایش این فواصل کاشت، عملکرد باقلا کاهش می‌یابد. البته ایشان فواصل بین ردیف کمتر از ۴۵ و فواصل داخل ردیف کمتر از ۱۰سانتی‌متر را بررسی نکردند. همچنین، در مطالعهٔ Silim & Saxena (1993) بیشترین عملکرد باقلا از فاصلهٔ ردیف ۲۲/۵سانتی‌متر به‌دست آمد. با این حال، Osrosh *et al*, (2000) با بررسی اثر فاصلهٔ بین و داخل ردیف بر عملکرد دانه باقلا در منطقه دزفول بیشترین عملکرد دانه را برای فاصلهٔ ردیف‌های ۴۵ تا ۷۵سانتی‌متر و فاصلهٔ داخل ردیف۱۰سانتی‌متر گزارش کردند که مغایرت نتایج آنها با نتایج مطالعهٔ حاضر را می‌توان به تفاوت شرایط محیطی (خاک، دما، رطوبت)، زمان کاشت و ژنوتیپ نسبت داد.

تغییر عملکرد دانه در واحد سطح می‌تواند از طریق تغییر تعداد دانه در واحد سطح، وزن دانه و یا هر دو جزء اتفاق افتاده باشد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از عدم تأثیرپذیری اندازهٔ دانه از تغییرات فاکتورهای آزمایشی بود (جدول ۱). شکل ۱ نیز عدم وجود رابطهٔ مشخص بین وزن دانه و فاکتورها را به روشنی نشان می‌دهد. از این‌رو، تغییر عملکرد به‌طور عمده ناشی از تغییرات تعداد دانه در واحد سطح بوده است. همچنین، از بین دو جزء تعیین‌کنندهٔ تعداد دانه در واحد سطح (یعنی تعداد غلاف در واحد سطح و تعداد دانه در غلاف) تعداد دانه در غلاف واکنش چندانی به فاکتورهای آزمایش نشان نداده است (شکل ۱-ب). در مقابل، رابطه‌ای قوی بین تراکم بوته و تعداد غلاف در واحد سطح (شکل ۱-الف) دیده می‌شود؛ رابطه‌ای که بسیار شبیه رابطهٔ تراکم بوته با عملکرد غلاف سبز (شکل ۱-و) و عملکرد دانه (شکل ۲-ه) می‌باشد. از این‌رو، تغییرات عملکردهای دانه و غلاف سبز در تیمارهای مختلف را می‌توان به‌طور عمده به تغییر تعداد غلاف در واحد سطح نسبت داد. بررسی روابط عملکرد دانه با تعداد غلاف در واحد سطح (شکل ۲-الف)، تعداد دانه در غلاف (شکل ۲-ب)، تعداد دانه در واحد (شکل ۲-ج)، تراکم بوته و وزن۱۰۰دانه (شکل ۲-د) مؤید مطالب یادشده مبنی بر رابطهٔ قوی عملکرد دانه با تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در واحد سطح و تراکم بوته (تا یک حد معین) و فقدان رابطهٔ مشخص عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه است.

رابطهٔ تراکم بوته و آرایش کاشت با عملکرد

هدف ما در این مطالعه، تفکیک تأثیر آرایش کاشت از تراکم بوته بر صفات مورد بررسی نبود؛ چون در این صورت بایستی در تراکم (های) ثابت، آرایش‌های مختلف کاشت با یکدیگر مقایسه می‌شدند، بلکه ما با هدفی کاربردی تیمارهای آزمایش را تنظیم کردیم. در نتیجه، با تغییر سطوح فاکتورهای آزمایش (فاصلهٔ بین ردیف‌ها و بین بوته‌ها در ردیف) دامنهٔ وسیعی از تراکم‌ها (از ۱۱ تا ۱۳۳بوته در مترمربع) به‌وجود آمد. با این حال، در تعدادی از تیمارها (۱۰× ۱۵ با ۵ × ۳۰، ۱۵× ۱۵ با ۵ × ۴۵، ۱۰ × ۳۰ با ۵ × ۶۰، و ۱۵× ۳۰ با ۱۰ × ۴۵) آرایش کاشت متفاوت اما تراکم بوته برابر بود که این برابری تراکم بوته، امکان بررسی تأثیر آرایش کاشت را به‌طور نسبی فراهم می‌کند.

به‌طور کلی، داده‌های حاصله نشانگر افزایش عملکرد غلاف سبز و دانه با افزایش تراکم بوته از ۱۱به۶۷بوته در مترمربع است در حالی که افزایش بعدی تراکم بوته (از ۶۷ به ۱۳۳بوته) که از کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف از۱۰به۵سانتی‌متر در فاصلهٔ ردیف ۱۵سانتی‌متر به‌دست آمد، نه‌تنها با افزایش عملکرد همراه نبود بلکه کاهش نسبی عملکرد غلاف سبز و دانه را نیز در پی داشت (شکل ۱-و، برای عملکرد غلاف سبز و شکل ۲-ه برای عملکرد دانه). تیمارها و نتایج این آزمایش، اطلاعات کافی در رابطه با عملکردهای غلاف سبز و دانه در تراکم‌های بین دو تیمار ۶۷ و ۱۳۳بوته را به‌دست نمی‌دهد و نمی‌توان با استفاده از داده‌های آزمایش، نقاط شروع و پایان دامنهٔ تراکم‌های مطلوب رقم مورد آزمایش را مشخص کرد، اما از آن‌جایی که اختلاف معنی‌داری بین عملکردهای دو آرایش ۱۵× ۱۵ و۱۰× ۱۵ وجود نداشت می‌توان نتیجه گرفت که افزایش بیشتر تراکم بوته نسبت به تراکم ۶۷بوته در مترمربع نمی‌توانست به افزایش بیشتر عملکرد دانه منتهی شود. از سوی دیگر، کاهش تراکم بوته نسبت به تراکم ۴۴بوته در مترمربع به کاهش میانگین عملکرد دانه و غلاف سبز منتهی شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط آزمایش، تراکم مطلوب احتمالاً بین ۴۴ و ۶۷بوته قرار داشته است. اگرچه شاید این تراکم‌ها کمی بیشتر از مقدار مورد انتظار به‌نظر برسند اما نباید فراموش کرد که زمان کاشت این آزمایش همانند بسیاری از مزارع کشاورزان در سال آزمایش، دیرتر از زمان معمول بوده است. از این‌رو، ممکن است آرایش کاشت

و تراکم مطلوب در شرایط کاشتِ به‌موقع باقلا نسبت به آنچه در این‌جا به‌دست آمد، متفاوت و کمی کمتر باشد. مشابه با این نتیجه، Mohdal *et al*, (2004) در مورد یک رقم بومی باقلا و Board *et al*, (1992) در مورد سویا، افزایش عملکرد در واحد سطح با افزایش تراکم بوته تا یک حد معین (تراکم مطلوب) را گزارش کردند. مقایسهٔ عملکردها در تیمارهای یادشده (با آرایش متفاوت اما تراکم برابر) نشان‌دهندهٔ برتری آرایش کاشت۱۰× ۱۵ بر ۵ × ۳۰، ۱۵× ۱۵ بر ۵ × ۴۵، و ۱۵ × ۳۰ بر۱۰ × ۴۵ بود. به بیان دیگر، در یک تراکم ثابت، عملکرد در آرایش‌های کاشتی که در آنها بوته‌ها به‌طور یکنواخت‌تر توزیع شده و آرایش کاشت به مربع نزدیک‌تر بود، بیش‌تر از آنهایی بود که بوته‌ها به‌طور غیریکنواخت‌تر توزیع شده بودند. این نتیجه را می‌توان به استفادهٔ کارآمدتر از عوامل محیطی مؤثر بر رشد و عملکرد و نیز کاهش شدت رقابت بین بوته‌های باقلا نسبت داد. البته در این میان، برتری آرایش ۵ × ۶۰ بر۱۰ × ۳۰ یک استثنا بود که با توجه به یکساله‌بودن آزمایش نمی‌توان به‌طور قاطع دربارهٔ آن اظهارنظر کرد؛ اما به‌نظر می‌رسد بیش‌تر ناشی از خطاهای آزمایشی به‌ویژه نایکنواختی احتمالی زمین آزمایشی بوده است.

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج، تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر عملکرد بیولوژیک (عملکرد کل مادهٔ خشک در مرحلهٔ رسیدگی) در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). هم‌چنان که انتظار می‌رفت، با کاهش فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌ها، بر عملکرد بیولوژیک افزوده شد به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۴/۹۱تُن در هکتار) در تیمار ۵ × ۱۵ و کمترین عملکرد بیولوژیک (۴/۸۱تُن در هکتار) در تیمار ۱۵ × ۶۰ به‌دست آمد (جدول۲). بدیهی است رابطهٔ منفی بین عملکرد بیولوژیک و فواصل بین و داخل ردیف‌ها ناشی از افزایش تعداد بوته در واحد سطح و در نتیجه تسریع در بسته‌شدن کانوپی و دریافت کامل تشعشع بوده است (Banayan Aval *et al*, 2007)؛ ضمن این‌که عملکرد بیولوژیک حتی با افزایش تراکم بوته از ۶۷ به ۱۳۳ روند افزایشی خود را دنبال کرد که واکنشی متفاوت با عملکرد دانه و غلاف سبز و مطابق انتظار بود. رابطهٔ مثبت بین تراکم بوته و عملکرد مادهٔ خشک در شکل ۱-ه به‌خوبی مشاهده می‌شود. به‌طور مشابه، Mohdal *et al*, (2004) افزایش عملکرد ماده خشک با افزایش تراکم بوته را گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، عملکرد غلاف سبز و دانهٔ خشک، به‌شدت به تغییر فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌ها واکنش نشان داد به‌طوری‌که با کاهش فاصلهٔ بین ردیف‌ها از ۶۰ به ۱۵سانتی‌متر، عملکرد دانه و غلاف سبز باقلا به‌ترتیب از ۳/۶۸ و ۱۶تُن در هکتار به ۶/۳۵ و ۳۱/۲۵تُن در هکتار افزایش یافت. همچنین، میانگین عملکرد غلاف سبز و دانه در سه فاصلهٔ داخل ردیف ۵، ۱۰، و ۱۵سانتی‌متر به‌ترتیب ۵/۵۴ و ۲۷/۳۹، ۴/۵۲ و ۲۰/۸۲، و ۳/۹۹ و ۱۹/۶۹تُن در هکتار بود که حاکی از افزایش عملکرد با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف می‌باشد. داده‌ها همچنین نشان می‌دهند که تأثیر تغییر فاصلهٔ بین ردیف‌ها از تغییر فاصلهٔ داخل ردیف بیشتر بوده است. نتایج این آزمایش نشان‌دهندهٔ افزایش عملکرد با افزایش تراکم بوته از تراکم ۱۱ (آرایش کاشت ۱۵× ۶۰) تا ۶۷ (آرایش۱۰× ۱۵) بوته در مترمربع و کاهش نسبی آن با افزایش بیشتر تراکم از ۶۷ به ۱۳۳بوته (آرایش کاشت ۵ × ۱۵) بود. در این مطالعه، بیشترین عملکردها از تیمارهای فواصل بین و داخل ردیف۱۰× ۱۵، ۱۵× ۱۵ و ۵ × ۳۰ به‌دست آمدند که تراکم بوته در آنها به‌ترتیب ۶۷، ۴۴ و ۶۷ بوته در مترمربع بود. علاوه بر این، نتایج گویای آن هستند که در تراکم‌های مساوی، عملکرد در آرایش‌های کاشتی بیشتر بود که در آنها بوته‌ها به‌طور یکنواخت‌تری در زمین توزیع شده بودند. بررسی واکنش اجزای مختلف عملکرد به فواصل بین و داخل ردیف و همچنین رابطهٔ بین این اجزاء و عملکرد دانه و غلاف سبز نشان داد که علت عمدهٔ تغییرات عملکرد، تغییر تعداد غلاف در بوته و در واحد سطح بوده است. به‌هرحال، اگرچه برای قابل‌توصیه‌شدن نتایج بایستی آزمایش در چند سال و محیط انجام شود، ولی بر اساس این نتایج، تراکم‌های معمول منطقه (کمتر از ۳۰بوته در مترمربع) به‌ویژه در تاریخ‌های کاشت دیرتر برای دستیابی به حداکثر عملکرد کافی نیستند و تراکم بایستی دستِ‌کم به ۴۵بوته در مترمربع افزایش یافته و با کاهش فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت تا حد امکان، بوته‌ها به‌طور یکنواخت‌تری توزیع شوند.

منابع

1. Agung, S., and McDonald, G.K. 1998. Effects of seed size and maturity on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). Aust. J. Agric. Res. 49: 79-88.
2. Banayan Aval, M., Jami Alahmad, M., Kamkar, B., Mahdavi Damghani, A., and Salehi, M. 2007. In Foundation of Tropical Agriculture. (Translation), Ferdowsi University of Mashhad Press. 334 p.
3. Board, J.E., and Harville, B.G. 1992. Explanation for greater light interception in narrow- vs. wide-row soybean. Crop Sci. 32: 198-202.
4. Caballero, R. 1987. The effect of plant population and row width on seed yields and yields components of field beans. Res. Dev. Agric. 4: 147-150.
5. El-Metwally, A.M., Abdalla, M.M.F., Darwish, D.S., and Waffa, K. 2003. Performance of two faba bean cultivars under different plant distribution patterns. Abstract of Proc. 10th National Conf. Agron., 7-10 Oct. El-Arish, Egypt. 24-25.
6. Ghanbar Birani, D., Sekhavat, R., Osrosh, R., and Shimi, S. 2003. The effect of Hebrides and plant density on populations of weeds and faba bean yield. Iranian J. Crop Sci. 5: 315-327.
7. Graf, R.J., and Rowland, G.G. 1987. Effect of plant density on yield and components of yield of faba bean. Can. J. Plant Sci. 67: 1-10.
8. Hashem Abadi, D., and Sedaghat Hour, SH. 2006. Effect of density and sowing date on yield and yield components of winter Mazandarani faba bean (*Vicia faba* L.) J. Agri Sci. 12: 135-142.
9. Husain, M.M., Hill, G.D., and Gallagher, J.N. 1988. The response of field beans (*Vicia faba* L.) to irrigation and sowing date. I. yield and yield components. J. of Agric. Sci. Camb. 111: 211-232.
10. Idris, A.L.Y. 2008. Effect of seed size and plant spacing on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). Res. J. Agric. & Bio. Sci. 4: 146-148.
11. Kashiri, H., Kashiri, M., Zeinali, E., and Bagheri, M. 2006. Effect of row spacing and plant density on yield and yield components of soybean cultivars grown in the summer. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 147-156.
12. Khadem Hamzeh, H., Karimi, R.M., Rezai, A., and Ahmadi, M. 2004. Effect of plant density and planting date on agronomic traits, yield and yield components of soybean. Iranian J. Agri. Sci. 35: 357-367.
13. Khajeh Pour, M.R. 2009. Principles and Fundamentals of Agronomy. Jehad of Isfahan University of Technology Press. 654 p.
14. Khalil, S.K., Wahab, A., Rehman, A., and Amin, R. 2010. Density and planting date influences on phenological development assimilate partitioning and dry matter production of faba bean. Pak. J. Bot. 42: 3831-3838.
15. Liu, X.B., Herbert, S.J., Hashemi Zhand, M., Wang, C., and Jin, J. 2010. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. Intl. J. Plant Prod. 4: 1-10.
16. Lopez-Bellido, F.J., Lopz-Bellido, L., and Lpoez- Bellido, R.J. 2005.Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). Eur. J. Agron. 23: 359-378.
17. Majnon Hoseyni, N. 2008. Pulse Crops. 4th Edition. Jehad of Tehran University Publication. 283 p.
18. Mason, W.K., Rowse, H.R., Bennie, A.T.P, Kaspar, T.C., and Taylor, H.M. 1982. Response of soybeans to two row spacing and two soil water levels. II. Water use, root growth and plant water status. Field Crops Res. 5: 15-29.
19. Mohdal, A.R., Munira, T., and Tahawa, M. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). J. Agri. Bio. 6: 294-299.
20. Mokhtar, A. 2001. Response of yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) to increasing level of nitrogen and phosphorus under two levels of plant stand density. Ann. Agric. Sci. Ain Shams Univ. 46: 143-154.
21. Nezami, A., and Rashed Mohasel, M.H. 1995. Effect of planting date and density on yield and yield components of soybean in Mashhad region. J. Agri. Sci. Technol. 9: 22-39.
22. Norsworthy, J.K., and Emerson, R. 2005. Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield. Agron. J. 97: 919-23.
23. Salih, F.A., and Salih, S.H. 1980. Influence of seed size on yield and yield components of broad bean (*Vicia faba* L.). Seed Sci. Technol. 8: 175-81.
24. Shukla, K.N., and Dixit, R.S. 2000. Nutrient and plant population management in summer green gram. Indian J. Agron. 41: 78-83.
25. Silim, S.N., and Saxena, M.C., 1993. Yield and water use efficiency of faba bean sown at two row spacing and seed densities. Exp. Agric. 29: 173-181.

26. Soltani, A. 2006. Reconsideration of Application of Statistical Method in Agricultural Researches. Jehad of Mashhad University Press, 74 p.
27. Soltani, A. 2007. Application of SAS in Statistical Analysis. Second Edition. Jehad of Mashhad University Press, 182 p.
28. Stringi, L., Amato, G.S., and Gristina, L. 1988. The effect of plant density on faba bean in semi-arid Mediterranean conditions: 1. *Vicia faba* L. var. equina (c.v. Gemini). Rivista di Agronomia 22: 293-301.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 9-20

Studying grain and green pod yield, and grain yield components as affected by inter- and intra- row spacing in faba bean, Barakat cultivar

Golchin[1*], E., Zeinali[2], E. & Pouri[3], K.

1. MSc. Student in agronomy
2. Assistant professor, Department of Agronomy,
Gorgan University Agricultural Science & Natural Resources, e.zeinali@yahoo.com
3. MSc. Student in agronomy, kambizpoori@yahoo.com

Received: 18 February 2012
Accepted: 8 August 2012

Abstract

Spreading faba bean (*Vicia faba*) cultivation can enhance the sustainability of cropping systems and have other important benefits. However, there is little information on the various aspects of production management for this crop. Then, this experiment was carried out to study the response of some agronomic characteristics of faba bean cv Barakat to inter- (15, 30, 45 and 60 cm) and intra-row (5, 10 and 15 cm) spacing. The experiment was conducted at the Research Field of Gorgan University of Agricultural Sciences in 2009-2010 growing season in a randomized complete block design as factorial arrangement with three replications. The results of analysis and variance indicated the significant effects of inter- and intra-row spacing, and their interactions on green pod, grain and biological yield. The yields reduced as inter-row and intra-row spacing increased with an exception about 15 cm inter-row spacing in which the lowest grain and green pod yield was attained from 5 cm intra-row spacing. There was no significant difference between 10 and 15 cm intra-row spacing in 15 cm inter-row spacing. In this study, the yields increased with increasing plant density between 11 and 67 plants/m^2, and with more uniform planting arrangement in even plant density, generally. Among yield components, the effect of experimental factors on the seed size was not significant, the seed per pod only affected significantly by intra-row spacing, while the pod number per plant affected by both factors. The change in the pod number/m^2 was the main reason for the yield alteration. The obtained results indicated the substantial response of faba bean yield to inter- and intra-row spacing, and the necessity of investigating the interactions between these factors and other factors such as planting date and genotype.

Key words: Faba bean, Grain yield, Green pod yield, Inter- and intra- row spacing

*** Corresponding Author:** golchin811@yahoo.com, Mobile: 09113742465

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۳۰-۲۱ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 21-30

ارزیابی کاشت بقولات به‌عنوان گیاهان جایگزین در نظام زراعی آیش–گندم در استان خراسان شمالی

احمد نظامی[1*]، عبدالرضا باقری[1]، مرتضی عظیم‌زاده[2]، علی‌اکبر محمودی[3] و علی بزرگمهر[4]

۱- اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان
۳- عضو هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم خراسان شمالی، برزل‌آباد- شیروان
۴- کارشناس ایستگاه تحقیقات منابع‌طبیعی و امور دام خراسان شمالی، سیساب- بجنورد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۲

چکیده

نتایج بررسی‌های برخی از محققان نشان می‌دهد که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاربرد طولانی‌مدت آیش در نظام‌های زراعی متکی بر کشت گندم، سبب افزایش فرسایش و کاهش حاصل‌خیزی خاک می‌شود و کاشت بقولات به‌عنوان محصول جایگزین آیش ممکن است سبب بهبود پایداری تولید گردد. این پژوهش با هدف مطالعهٔ امکان جایگزینی بقولات در سیستم تناوبی رایج کشت غلات (آیش-گندم) در خراسان شمالی با استفاده از شش الگوی تناوبی دوساله شامل گندم-گندم، آیش-گندم، نخود-گندم، عدس-گندم، ماشک علوفه‌ای-گندم و یونجهٔ یکساله-گندم در استان خراسان شمالی (ایستگاه تحقیقات منابع‌طبیعی و امور دام خراسان در سیساب-بجنورد) طیّ چهار سال (از سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ تا سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴) و در قالب دو دورهٔ تناوبی دوساله اجرا شد. در بررسی میانگین بیوماس گیاهان جایگزین آیش در دو سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۴-۱۳۸۳ مشاهده شد که بیوماس گندم، بیش از بیوماس بقولات بود و در بین بقولات مورد مطالعه، بیوماس ماشک و عدس نیز بیش از بیوماس نخود و یونجه بوده است. از نظر عملکرد دانه نیز عملکرد گندم (۱۵۹/۹گرم در مترمربع) بیش از عملکرد عدس و نخود (به‌ترتیب با ۸۶/۸ و ۸۳/۳گرم در مترمربع) بوده است. میانگین عملکرد گندم در دو دورهٔ تناوبی به‌طور معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) تحت‌تأثیر محصولات جایگزین آیش قرار گرفت. عملکرد گندم در تیمار آیش-گندم (۱۸۰/۸گرم در مترمربع) بیش از سایر تیمارها بود و عملکرد گندم در تیمارهای عدس-گندم و ماشک-گندم نیز ضمن نداشتن تفاوت معنی‌دار با عملکرد تیمار آیش-گندم، بیش از سایر تیمارها بود؛ درحالی‌که در تیمار گندم-گندم کمترین عملکرد (۱۱۰/۴گرم در مترمربع) حاصل شد. با توجه به نتایج حاصله، به‌نظر می‌رسد گیاهان عدس و ماشک بتوانند به‌عنوان گیاهان کاندیدا جهت جایگزینی آیش در استان خراسان شمالی مدّنظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تناوب، تولید پایدار، عدس، عملکرد، ماشک

مقدمه

در اکثر مناطق دیم ایران به‌دلیل نوسان در شرایط آب‌وهوایی، تولید و عملکرد غلات از ثبات کافی برخوردار نبوده و چندان پایدار نیست؛ به‌طوری‌که در برخی از سال‌ها به‌دلیل خشکسالی تقریباً هیچ‌گونه محصولی به‌دست نمی‌آید و در بعضی از سال‌ها به‌دلیل ریزش مناسب نزولات جوی، عملکرد و تولید محصولات دیم، نسبتاً قابل‌توجه می‌باشد. در این مناطق، نظام‌های زراعی غالباً به‌صورت گندم-آیش است و دورهٔ آیش، زمانی در ذخیره‌سازی رطوبت مؤثر است که آب حاصل از بارندگی در طول این دوره بتواند به اعماق خاک نفوذ کند. مثلاً ذخیرهٔ مقدار ۸۰ تا ۱۰۰میلی‌متر بارندگی در سال آیش می‌تواند موفقیت تولید محصول سال بعد را تا حد زیادی تضمین کند (Alizadeh & Koochaki, 1986; Rashed Mohassel & Koochaki, 1990).

با وجود این، آیش به‌صورت درازمدت ممکن است منجر به افزایش فرسایش (Halvorson *et al.,* 2000) و کاهش حاصلخیزی خاک شود؛ به‌طوری‌که نتایج گزارش‌های موجود حاکی از آن است که در نتیجهٔ فرسایش و اکسیداسیون مواد

* **نویسنده مسئول:** عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات و قطب علمی گیاهان ویژه، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، همراه: ۰۹۱۵۳۱۶۳۳۴۸، nezami@um.ac.ir

آلی خاک در طول نیمۀ اول قرن گذشته در دشت‌های وسیع آمریکا، میزان مادۀ آلی خاک، ۴۰ تا ۷۰درصد کاهش یافته است (Haas *et al.,* 1957). در واقع، کاشت محصولات زراعی و به‌دنبال آن آیش باعث می شود که خاک در شرایط مناسبی برای تجزیۀ مواد آلی قرار گیرد و از طرف دیگر شرایط مساعد برای فرسایش خاک نیز فراهم گردد (Black *et al.,* 1981; Pannkuk *et al.,* 1997) و این وضعیت، تلفات مواد آلی را تسریع می‌کند (Aase *et al.,* 1996; Rasmussen & Parton, 1994). لذا دستیابی به یک نظام زراعی مطلوب که در آن، عملکرد گندم و حاصلخیزی خاک از ثبات و پایداری مطلوبی برخوردار باشد، ضروری است (Bagheri *et al.,* 1997). در همین راستا در برخی از مناطق نیمه‌خشک دنیا تحقیقات متعددی روی کشت بقولات، به‌عنوان محصولی جایگزین آیش، با تأکید بر ایجاد ثبات در تولید محصولات زراعی و بهبود حاصلخیزی خاک انجام شده است (Durutan *et al.,* 1990; Biederbeck *et al.,* 1993; Badaruddin & Meyer, 1990)؛ زیرا حضور بقولات در نظام های زراعی از طریق تثبیت نیتروژن (Sarrantonio & Gallandt, 2003) و افزایش مواد آلی خاک سبب بهبود حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول می‌شود، ضمن این‌که فرسایش خاک را نیز کاهش خواهد داد (Sheaffer & Seguin, 2003; Schlegel & Havlin, 1997).

بررسی انواع نظام‌های زراعی ازجمله تناوب دوسالۀ گیاهان آفتابگردان، گلرنگ، جو، زیره، عدس، نوعی ماشک و نخود (به‌عنوان گیاهان جایگزین آیش) با گندم در ترکیه نشان داد که بقولات در مقایسه با محصولاتی نظیر گلرنگ و جو رطوبت بیشتری را برای گندم سال بعد باقی می‌گذارند. در این آزمایش، عملکرد گندم بعد از بقولات تقریباً معادل عملکرد گندم بعد از آیش بوده است. تداوم این مطالعه و حصول داده‌های طولانی‌مدت نیز مشخص ساخت که بقولاتی مانند عدس، نخود، ماشک و اسپرس، محصولات مناسبی برای جایگزینی آیش در این کشور هستند و به‌دنبال آن در مدتی کمتر از ۱۰سال، حدود ۲/۶میلیون‌هکتار از اراضی آیش در این کشور توسط کشت جایگزین (بقولات) مورد استفاده قرار گرفتند. بر اساس نتایج این آزمایش‌ها محصولاتی نظیر عدس، نخود و ماشک برای نواحی مسطح و محصولی نظیر اسپرس برای مناطق دارای شیب بیشتر از ۸درصد توصیه شدند (Durutan *et al.,* 1990).

حضور بقولات در سال آیش، همچنین ممکن است از طریق مصرف آب، سبب کاهش آب قابل‌دسترس برای گندم در سال بعد شود و تولید آن را کاهش دهد. به‌طور مثال با وجود این‌که نتایج آزمایش انجام‌شده در ایالات متحده (در شمال داکوتا) نشان داد که نظام زراعی بقولات-گندم بهاره اثر معنی‌داری بر کاهش مقدار آب خاک در مقایسه با کاشت متوالی گندم و یا نظام زراعی گندم-آیش نداشته است (Badaruddin & Meyer, 1989)، ولی شواهدی در دسترس است که در شرایطی که نزولات جوی کم باشند، بقولات تا حد زیادی آب خاک را کاهش داده و سبب کاهش عملکرد غلات در سال بعد می‌شوند (Utomo *et al.,* 1987; Schlegel & Havlin, 1997). از سوی دیگر، بررسی (McGuire *et al.,* 1998) نشان داد که هرچند در نظام زراعی بقولات-گندم، رطوبت بیشتری از خاک نسبت به نظام زراعی آیش-گندم تخلیه شد، ولی هرگونه اثر مضرّ این وضعیت بر روی عملکرد گندم به‌دلیل بارندگی فراوان در طول زمستان سال بعد، حذف گردید. در برخی از آزمایش ها در نواحی مرطوب نیز مشاهده شده است که آب تخلیه‌شده توسط بقولات جایگزین آیش، مشابه با تلفات آب در دورۀ آیش بوده است (Badaruddin & Meyer, 1990; Badaruddin & Meyer, 1989).

در کشور ما، دیم‌کاری و زراعت در مناطق خشک به‌عنوان یک تکنیک و فن و نیز منبع عظیم تولید مواد غذایی، کمتر مطرح است و غالباً به‌عنوان یک فعالیت جنبی به‌حساب می‌آید. با وجودی که در سال‌های اخیر، بسیاری از اصول علمی در کشاورزی ما وارد شده است، ولی به‌نظر می‌رسد که دیم‌کاری از این رهگذر، نصیب چندانی نبرده است. در همین راستا انجام هرگونه فعالیت تحقیقاتی که منجر به افزایش ثبات تولید گندم در مناطق دیم و حفظ و بهبود حاصلخیزی خاک گردد، ضروری می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف بررسی امکان جایگزینی بقولات دانه‌ای (مانند نخود و عدس) و علوفه‌ای (مانند یونجۀ یکساله و ماشک) در سیستم تناوبی رایج آیش- غلات در خراسان شمالی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور مطالعه شش الگوی تناوبی دو ساله شامل: گندم-گندم، آیش-گندم، نخود-گندم، عدس-گندم، ماشک علوفه‌ای-گندم و یونجۀ یکساله-گندم در استان خراسان شمالی، ایستگاه تحقیقات منابع‌طبیعی و امور دام خراسان در سیساب- بجنورد (۳۷درجه و ۲۸دقیقه شمالی و ۵۷درجه و ۲۷دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۵۰متر از سطح دریا با متوسط بارندگی ۲۸۰میلی‌متر در سال) طی چهار سال از سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ تا سال زراعی۸۵-۱۳۸۴ و در قالب دو دورۀ تناوبی دوساله اجرا شد.

عملیات زراعی و تأمین مقادیر کود و میزان بذر جهت کاشت گیاهان زراعی بر اساس تجارب و توصیه‌های ایستگاه تحقیقاتی انجام شد. جهت اجرای عملیات آماده‌سازی ابتدا در اواسط پاییز زمین شخم برگردان زده شد و معادل ۶۰کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل پخش و سپس توسط دیسک با خاک مخلوط شد. طول هرکرت ۹متر و عرض آن ۶متر درنظر گرفته شد و محصولات زراعی نیز به این صورت کشت شدند: گندم (رقم سرداری) توسط عمیق‌کار در اواخر پاییز (آذرماه) در ردیف‌هایی با فاصله ۲۵سانتی‌متر از یکدیگر و بر اساس ۱۲۰کیلوگرم بذر در هکتار کاشت و در زمان رسیدگی کامل برداشت شد. قبل از کاشت نیز معادل ۳۰کیلوگرم در هکتار کود اوره به زمین داده شد. یونجۀ یکساله (*Medicago scutellata*) در اسفندماه و بر اساس ۱۰کیلوگرم بذر در هکتار، کشت و در مرحلۀ ۵۰درصد گلدهی برداشت شد. ماشک گُل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*) در اسفندماه و بر اساس میزان ۲۰کیلوگرم بذر در هکتار کشت و در مرحلۀ ۵۰درصد گلدهی برداشت شد. عدس (*Lens culinaris*)، توده محلی رباط، بر اساس تراکم ۲۰۰بوته در مترمربع در اسفندماه کشت و در زمان رسیدگی کامل برداشت شد. نخود (*Cicer arietinum* L.) رقم ILC482 نیز در اسفندماه و بر اساس تراکم ۳۰بوته در مترمربع کشت و در زمان رسیدگی کامل برداشت شد. همچنین برای هر چهار گیاه لگوم، ۳۰کیلوگرم در هکتار کود اوره قبل از کاشت در هر کرت پخش شد و فاصلۀ ردیف‌ها نیز ۲۵سانتی‌متر درنظر گرفته شد. علف‌های‌هرز کرت‌های گندم، در صورت نیاز، با علف‌کش 2,4-D و علف‌های‌هرز قطعات لگوم به‌روش دستی حذف شدند. علف‌های‌هرز قطعات آیش نیز توسط دیسک یک‌بار در بهار و در صورت نیاز یک‌بار در تابستان کنترل شدند.

به‌منظور پایش تغییرات درصد وزنی رطوبت خاک، نمونه‌گیری خاک در پاییز (قبل از کاشت محصول زراعی) از هرکدام از کرت‌ها و در دو تکرار از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری انجام شد. درصد رطوبت خاک از طریق فرمول زیر اندازه‌گیری شد:

درصد وزنی رطوبت خاک =
{وزن خاک خشک/ (وزن خاک خشک- وزن خاک مرطوب)} ×۱۰۰

جدول ۱ – میانگین دمای ماهانه و مجموع بارندگی ماهانه طی چهار سال زراعی و میانگین بلندمدت آنها در خراسان شمالی

Table 1. Monthly mean temperature and rainfall during four years of experiment in Sisab, Northern Khorasan

Long term Ave.		2005-2006		2004-2005		2003-2004		2002-2003		
Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	Month
10.4	16.2	9.0	18.7	5.9	15.6	1.9	15.8	1.0	19.7	مهر 23 Sep-22 Oct
31.4	10.4	63.9	9.3	19.5	11.8	45.6	11.4	30.9	11.5	آبان 23Oct-21Nov
18.0	4.8	10.9	6.1	39.0	4.2	24.9	4.1	24.5	2.2	آذر 22Nov-21Dec
19.6	3.0	38.1	0.1	37.0	1.3	19.3	4.1	28.5	2.5	دی 22Dec-20Jan
28.8	2.2	21.6	4.7	30.2	0.6	19.2	5.2	37.4	2.6	بهمن 21Jan-19Feb
35.0	5.9	12.5	8.2	78.8	8.0	27.2	6.9	77.8	4.7	اسفند 20Feb-19Mar
43.7	11.4	47.2	12.1	44.0	9.5	69.1	10.2	79.5	10.2	فروردین 20Mar-20Apr
33.6	16.3	23.1	17.9	19.4	17.1	36.3	16.7	48.3	13.7	اردیبهشت 21Apr-21May
16.4	21.0	9.9	21.8	69.4	20.9	1.7	20.5	21.0	18.7	خرداد 22May-21Jun
4.9	24.6	8.6	25.8	0.0	25.7	12.0	23.4	0.0	24.6	تیر 22Jun-22Jul
13.0	25.1	0.0	25.5	18.1	24.3	31.5	25.3	0.0	24.8	مرداد 23Jul-21Aug
9.7	22.3	1.4	21.8	0.1	22.0	0.0	22.0	0.0	22.1	شهریور 22Aug-22Sep
264.3		**246.2**		**356.4**		**288.7**		**348.4**		**Total**

به منظور تعیین وزن‌خشک و عملکرد محصولات دانه‌ای (گندم، عدس و نخود) با حذف یک‌متر از اطراف هر کرت، مساحت ۲۸مترمربع برداشت و پس از اندازه‌گیری و ثبت وزن‌خشک کُل، دانه‌ها به‌صورت دستی (کوبیدن، غربال‌کردن و باددادن) جدا و توزین شدند. به‌منظور تعیین عملکرد محصولات علوفه‌ای (یونجهٔ یک‌ساله و ماشک علوفه‌ای)، این محصولات در زمان ۵۰درصد گلدهی با حذف اثرات حاشیه، برداشت شده و به‌منظور تعیین وزن‌خشک علوفهٔ تولیدی، ۲۰۰گرم علوفهٔ تَر در آون ۷۰درجه سانتی‌گراد گذاشته شده و بعد از ۷۲ساعت وزن‌خشک آن اندازه‌گیری شد.

آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و شِش تیمار تناوب زراعی اجرا شد. تجزیهٔ داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

میزان بارندگی و میانگین دمای ماهانه مربوط به منطقهٔ مورد مطالعه طی چهار سال آزمایش در جدول ۱ آمده است. میزان بارندگی طی سه سال زراعی۸۲-۱۳۸۱، ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ به‌ترتیب ۳۲، ۹ و ۳۵ درصد بالاتر از میانگین بلندمدت این منطقه (۲۶۴/۳ میلی‌متر) و در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ هفت درصد کمتر از میانگین بلندمدت منطقه بود.

در بررسی میانگین بیوماس گیاهان جایگزین آیش طی دو مرحله اجرای سیستم تناوبی در سال‌های زراعی۸۲-۱۳۸۱ و ۸۴-۱۳۸۳ مشاهده شد که بیوماس گندم (۴۷۱گرم در مترمربع) بیش از بیوماس بقولات بوده و در بین بقولات نیز بیوماس ماشک و عدس (به‌ترتیب با ۲۵۳ و ۲۴۶گرم در مترمربع) بیش از بیوماس نخود و یونجه (به‌ترتیب با ۱۸۰ و ۱۴۵گرم در مترمربع) بوده است (جدول ۲). از نظر عملکرد دانه نیز هرچند عملکرد گندم (۱۵۹/۹گرم در مترمربع) بیش از عملکرد دانه در عدس (۸۶/۸گرم در مترمربع) و نخود (۸۳/۳گرم در مترمربع) بود، ولی حصول عملکرد نسبتاً مناسب عدس و نخود طی دو سال زراعی، که از میانگین عملکرد کشوری دو محصول مذکور نیز بالاتر می‌باشد، قابل‌توجه است. میانگین تولید علوفه توسط ماشک و یونجه در دو سال مذکور نیز به‌ترتیب ۲۵۳/۱ و ۱۴۵/۲گرم ماده خشک در مترمربع بود. در بررسی پیشین در این منطقه، در سالی که میزان نزولات جوّی کمتر از ۸۰درصد میانگین بلندمدت آن بود، نه‌تنها بیوماس تمام گیاهان جایگزین آیش به‌شدت کاهش یافت، بلکه گیاهانی نظیر نخود و عدس حتی نتوانستند تولید دانهٔ چندانی داشته باشند؛ ضمن این‌که تولید دانه در گندم نیز بیش از ۲۱گرم در مترمربع نبود و میزان تولید علوفه گیاهی نظیر ماشک و یونجه نیز به‌ترتیب حدود ۸/۳ و ۱۱گرم ماده خشک در مترمربع بوده است (Nezami *et al.*, 2005).

جدول ۲- بیوماس و عملکرد دانه (گرم در مترمربع) در گیاهان جایگزین آیش طی دو مرحله اجرای سیستم تناوبی در سال‌های زراعی۸۲-۱۳۸۱ و ۸۴-۱۳۸۳ در خراسان شمالی

Table 2. Biomass and yield ($g.m^{-2}$) of substituting crops for fallow in two stages of rotation during 2002-2003 and 2004-2005 growing season in northern Khorasan

گیاه جایگزین آیش fallow substituting crops	سال زراعی۸۲-۱۳۸۱ 2002-2003		سال زراعی۸۴-۱۳۸۳ 2004-2005		میانگین دو سال Two years average	
	بیوماس Biomass	عملکرد دانه Yield	بیوماس Biomass	عملکرد دانه Yield	بیوماس Biomass	عملکرد دانه Yield
یونجه Medic	136.6	0.0	153.8	0.0	145.2	0.0
ماشک Vicia	237.4	0.0	268.8	0.0	253.1	0.0
عدس Lentil	217.7	88.7	274.3	85.0	246.0	86.8
گندم Wheat	498.3	156.1	443.3	163.7	470.8	159.9
نخود Chickpea	197.3	104.7	163.7	62.0	180.5	83.3

همان‌طور که در جدول۱ مشاهده می‌شود، میزان بارندگی در سال‌های زراعی۸۲-۱۳۸۱و ۸۴-۱۳۸۳به‌ترتیب ۳۲ و ۳۵درصد بیش از میانگین بارندگی بلندمدت این منطقه بوده است؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد شرایط مطلوب از نظر ریزش نزولات جوی طی این دو سال، منجر به تولید نسبتاً مناسب تمام محصولات جایگزین آیش شده است.

میانگین عملکرد دانهٔ گندم طی دو مرحله اجرای سیستم تناوبی کشت جایگزین آیش در دو سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲و ۸۵-۱۳۸۴به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) تحت‌تأثیر محصولات جایگزین آیش قرار گرفت (جدول۳). عملکرد گندم در تیمار آیش-گندم (با ۱۸۰/۸گرم در مترمربع) بیشتر از سایر تیمارها بود درحالی‌که تیمار گندم-گندم، کمترین عملکرد (با ۱۱۰/۴گرم در مترمربع) را داشت. در بین تیمارهای بقولات علوفه‌ای نیز عملکرد گندم پس از ماشک بیش از عملکرد آن پس از یونجه بود، ضمن این‌که در بین تیمارهای بقولات دانه‌ای نیز عملکرد گندم پس از عدس، بیشتر از عملکرد آن پس از نخود بود.

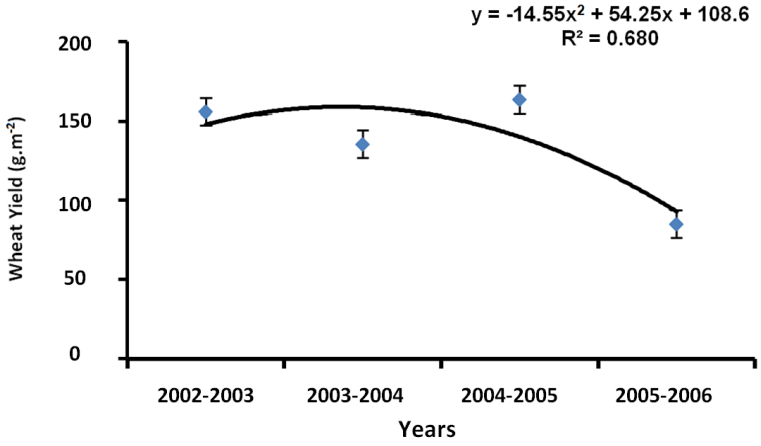
جدول ۳- بیوماس و عملکرد دانه (گرم در مترمربع) گندم پس از گیاهان جایگزین آیش طی دو مرحله اجرای تناوب در سال‌های زراعی۸۳-۱۳۸۲ و ۸۵-۱۳۸۴ در خراسان شمالی

Table 3. Biomass and yield ($g.m^{-2}$) of wheat after substituting crops for fallow in two stages of rotation during 2003-2004 and 2005-2006 growing season in northern Khorasan

میانگین دو ساله Two years average		سال زراعی۸۵-۱۳۸۴ 2005-2006		سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ 2003-2004		تناوب Rotation
عملکرد دانه Yield	بیوماس Biomass	عملکرد دانه Yield	بیوماس Biomass	عملکرد دانه Yield	بیوماس Biomass	
127.6	439.9	111.4	337.5	143.8	542.3	یونجه-گندم Medic-Wheat
180.8	551.6	188.9	518.7	172.6	585.1	آیش-گندم Fallow-Wheat
161.0	527.5	155.5	468.7	166.4	586.3	ماشک-گندم Vicia-Wheat
166.2	462.4	176.4	376.1	155.9	548.8	عدس-گندم Lentil-Wheat
110.4	400.7	85.1	354.3	135.7	447.0	گندم-گندم Wheat-Wheat
135.1	416.1	113.0	322.6	157.2	509.5	نخود-گندم Chickpea-Wheat
40.9	**ns**	**41.9**	**ns**	**ns**	**ns**	**LSD (0.05)**

بررسی عملکرد گندم در هر کدام از سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۲و ۸۵-۱۳۸۴ نشان می‌دهد که عملکرد گندم در سال اول تحت‌تأثیر محصولات جایگزین آیش قرار نگرفته است (جدول۳)، درحالی‌که در سال دوم جایگزینی آیش با محصولات دیگر سبب کاهش معنی‌دار عملکرد گندم نسبت به تیمار آیش شده است؛ به‌عنوان مثال، جایگزینی آیش با گندم سبب کاهش ۵۵درصدی عملکرد گندم در تیمار گندم-گندم در مقایسه با تیمار آیش-گندم شده است. در سال۸۳-۱۳۸۲ عملکرد گندم در تیمارهای یونجه-گندم و نخود-گندم تفاوت معنی‌داری با عملکرد آن در تیمار آیش-گندم نداشت، درصورتی‌که در سال ۸۵-۱۳۸۴ عملکرد گندم در تیمارهای یونجه و نخود حدود۴۱درصد نسبت به تیمار آیش-گندم کاهش داشت، درحالی‌که تفاوت چندانی بین عملکرد گندم در تیمارهای عدس و ماشک با عملکرد آن در تیمار آیش مشاهده نشد. در بررسی Durutan *et al.* (1990) نیز مشاهده شد که عملکرد گندم بعد از بقولات (به‌ویژه محصولات زمستانه) تقریباً معادل عملکرد گندم بعد از آیش بوده است؛ درحالی‌که بررسی دیگران (Schlegel & Havlin, 1997; Vigil & Nielsen, 1998) نشان داد که عملکرد گندم بعد از کشت بقولات کاهش یافته است. در سال زراعی۸۵-۱۳۸۴ همچنین عملکرد گندم پس از کاشت گیاهانی نظیر عدس و تیمار آیش نسبت به عملکرد آن در

تیمارهای مشابه در سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ افزایش داشته است، درصورتی‌که عملکرد گندم در تیمار کشت گندم پس از هرکدام از محصولاتی مانند یونجه، ماشک، گندم و نخود در سال۸۵-۱۳۸۴، کمتر از عملکرد آن نسبت به سال۸۳-۱۳۸۲ بوده است (جدول ۳). نکتۀ قابل‌توجه در این آزمایش، کاهش شدید عملکرد گندم در تیمار گندم-گندم در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴در مقایسه با عملکرد این محصول در دورۀ تناوبی قبلی آن می‌باشد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد کشت مستمرّ گندم در طول چهار سال زراعی در این آزمایش، سبب کاهش عملکرد این محصول شده است؛ البته به‌جُز در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴که به‌دلیل ریزش مناسب نزولات جوّی (جدول ۱) عملکرد گندم در این نظام زراعی بهبود نسبتاً قابل‌توجهی در مقایسه با سال‌های دیگر داشته است (شکل ۱)؛ درصورتی‌که کاشت یک‌سال‌درمیان گندم در تیمار آیش-گندم به‌دلیل ذخیرۀ رطوبت در طول سال‌های آیش، منجر به بهبود عملکرد گندم شده است. بررسی داده‌های درصد رطوبت خاک پیش از کاشت گیاهان در سال‌های۸۳-۱۳۸۲و ۸۵-۱۳۸۴ در این منطقه نشان می‌دهد که در هر دو سال زراعی، درصد رطوبت در اعماق مختلف خاک در تیمار آیش-گندم غالباً به‌طور معنی‌داری بیش از درصد رطوبت آن در سایر تیمارها بوده است (جدول۴). از سوی دیگر با وجود این‌که در تیمار گندم-گندم درصد رطوبت خاک در سال۸۳-۱۳۸۲ کمتر از سایر تیمارهای جایگزین آیش بود، ولی این وضعیت در سال ۸۵-۱۳۸۴ مشاهده نشده است. بنابراین به‌نظر می‌رسد که عامل (یا عوامل) دیگری نیز به‌جُز رطوبت خاک ممکن است در کاهش عملکرد گندم در تیمار گندم-گندم تأثیر داشته است. در همین راستا محققان اظهار داشته‌اند که کاشت مستمرّ یک محصول زراعی ممکن است از طریق افزایش آفات و بیماری‌ها (Karlen *et al.*, 1994) و به‌ویژه کاهش حاصل‌خیزی خاک، سبب کاهش عملکرد آن محصول گردد.



شکل ۱- عملکرد گندم در نظام زراعی گندم-گندم در خراسان شمالی طی چهار سال زراعی

خطوط عمودی نشاندهندۀ خطای استاندارد (SE) می‌باشد.

Fig. 1. Wheat yield in wheat-wheat based system during four years growing season in northern Khorasan

Vertical lines indicate standard error (SE).

نتیجه‌گیری

بررسی دو دورۀ تناوبی نشان داد عملکرد گندم پس از آیش، بیشتر از سایر تیمارها بود؛ درحالی‌که عملکرد گندم در نظام زراعی گندم-گندم کاهش یافت و لذا به‌نظر می‌رسد هرچند نظام زراعی گندم-گندم ممکن است تاحدی سبب بهبود درآمد کشاورز شود، ولی در درازمدت سبب کاهش عملکرد گندم خواهد شد. در مقابل، کشت بقولات به‌ویژه عدس و ماشک منجر به تولید بیوماس و عملکرد قابل‌مقایسه‌ای نسبت به تیمار گندم و آیش شد و لذا به‌نظر می‌رسد این محصولات می‌توانند به‌عنوان گیاهان کاندیدا جهت جایگزینی آیش در این منطقه مدّ نظر باشند. نتایج حاصله در سایر مناطق دنیا نیز حاکی از جایگزینی برخی

بقولات علوفه‌ای مانند نوعی ماشک در سیستم‌های تناوبی می‌باشد (Schlegel & Havlin, 1997).

در این آزمایش، بقولات دانه‌ای مشابه با نظام زراعی رایج در منطقه به‌صورت بهاره مورد مطالعه قرار گرفتند. کاشت بهارۀ این محصولات، که عمدتاً متکی به ریزش نزولات جوّی هستند، سبب می‌شود که گیاه با گرما و تنش خشکی (به‌ویژه در مرحلۀ زایشی) مواجه شود و لذا عملکرد دانه کاهش یابد (Nezami & Bagheri, 2005). از سوی دیگر با توجه به موفقیت‌های نسبی در خصوص شناسایی ارقام عدس و نخود متحمل به سرما جهت کاشت پاییزۀ آنها (Bagheri *et al.*, 2004; Nezami & Bagheri, 2005) استفاده از این ارقام به‌جای آیش (در نظام زراعی آیش-گندم) احتمالاً سبب بهبود بیشتر تولید و درآمد کشاورزان خواهد شد. Durutan *et al.* (1990) نیز اظهار داشته‌اند که سودمندی بقولات زمستانه از نظر ذخیره‌سازی رطوبت برای گندم سال بعد، بیش از بقولات بهاره است.

جدول ۴- درصد وزنی رطوبت درعمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک مزرعه قبل از کاشت گیاهان زراعی در هر کدام از سال‌های زراعی مورد مطالعه

Table 4. Moister percentage in 0-30 and 30-60 depth (cm) of field soil before crop planting in each growing season

۱۳۸۴-۸۵		۱۳۸۳-۸۴		۱۳۸۲-۸۳		۱۳۸۱-۸۲		تناوب
۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	
2005-2006		2004-2005		2003-2004		2002-2003		Rotation
30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	
8.6	14.8	6.5	7.1	4.5	8.6	10.2	15.7	یونجه-گندم Medic-Wheat
16.0	18.5	7.6	8.1	6.7	12.1	8.0	14.8	آیش-گندم Fallow-Wheat
10.8	16.4	6.9	8.1	5.2	8.0	9.3	15.6	ماشک-گندم Vicia-Wheat
9.3	14.7	6.8	8.7	3.7	7.2	9.8	15.6	عدس-گندم Lentil-Wheat
9.2	14.9	4.7	6.5	3.0	6.1	10.4	15.5	گندم-گندم Wheat-Wheat
12.9	16.8	6.0	6.7	4.1	8.8	9.1	14.7	نخود-گندم Chickpea-Wheat
4.0	**ns**	**ns**	**ns**	**0.75**	**1.2**	**ns**	**ns**	**LSD (0.05)**

سپاسگزاری

اعتبار این پروژه از طریق قطب علمی گیاهان ویژه، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که به این وسیله سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از مسئولان و کارکنان محترم ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی شمال خراسان- بجنورد به‌خاطر دراختیارقراردادن امکانات اجرای طرح و نیز کمک‌های بی‌دریغ آنها تشکر می‌شود.

منابع

1. Aase, J.K., Pikul, J.L., Prueger, J.H., and Hatfield, J.L. 1996. Lentil water use and follow water losing in a semiarid climate. Agron. J. 88: 723-728.
2. Alizadeh, A., and Koochaki, A. 1986. Principles of Agronomy in Dry Area (Vol. 2, translated). Astan Ghods Razavi Pub. Mashhad, Iran.
3. Badaruddin, M., and Meyer, D.W. 1989. Water use by legumes and its effect on soil water status. Crop Sci. 29: 1212-1216.
4. Badaruddin, M., and Meyer, D.W. 1990. Green-manure legume effects on soil nitrogen, grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. Crop Sci. 30: 819-825.
5. Bagheri, A., Nezami, A., and Parsa, M. 1997. Strategies for optimal using of fallow area with emphasis of sustainability for dryland farming systems of Iran. World Food Day Papers, Iranian Ministry of Agriculture, Office of International and Local Organizations, p. 27-37.
6. Bagheri, A., Nezami, A., and Hojjat, S.S. 2004. Evaluation of cold tolerance in lentil for fall planting in the highlands of Iran. Final Report of Research Project, Ferdowsi University of Mashhad.
7. Biederbeck, V.O., Bouman, O.T., Looman, J., Slinkard, A.E., Bailey, L.D., Rice, W.E., and Janzen, H.H. 1993. Productivity of four annual legumes as green manure in dryland cropping systems. Agron. J. 85: 1035-1043.
8. Black, A.L., Brown, P.L., Halvorson, A.D., and Siddoway, F.H. 1981. Dryland cropping strategies for efficient water-use to control saline seeps in the Northern Great Plains. U.S.A. Agric. Water Manage. 4: 295-311.
9. Durutan, N., Meyveci, K., Karaca, M., Avci, M., and Eguboglu, H. 1990. Annual cropping under dry land conditions in Turkey: a case study. P. 239-255. In: A.E. Osman (Ed.). The Role of the Legumes in the Farming Systems of the Mediterranean Areas. ICARDA. The Netherlands.
10. Haas, H.J., Evans, C.E., and Miles, E.F. 1957. Nitrogen and Carbon Changes in Great Plains Soils as Influenced by Cropping and Soil Treatments. USDA Tech. Bull. 1164. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
11. Halvorson, A.D., Black, A.L., Krupinsky, J.M., Merrill, S.D., Wienhold, B.J., and Tanaka, D.L. 2000. Spring wheat response to tillage and nitrogen fertilization in rotation with sunflower and winter wheat. Agron. J. 92: 136-144.
12. Karlen, D.L., Varvel, G.E., Bullock, D.G., and Cruse, R.M. 1994. Crop rotation for 21st century. Adv. Agron. 53: 1-45.
13. McGuire, A.M., Bryant, D.C., and Denison, R.F. 1998. Wheat yields, nitrogen uptake, and soil moisture following winter legume cover crop vs. fallow. Agron. J. 90: 404-410.
14. Nezami, A., Bagheri, A., Kafi, M., Mahmudi A., and Abedi, K. 2005. Effects of legumes as alternative crops for fallow period in wheat-based cropping systems of Northern Khorasan. Iranian Agric. J. of Sic. and Ind. 19: 191-204.
15. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 156-170.
16. Pannkuk, C.D., Papendick, R.I., and Saxton, K.E. 1997. Fallow management effects on soil water storage and wheat yields in the Pacific Northwest. Agron. J. 89: 386-391.
17. Rashed Mohassel, M.H., and Koockaki, A. 1990. Principles of Dry Farming (translated). Mashhad Jahad University Pub. Iran.
18. Rasmussen, P.E., and Parton,V. 1994. Long-term effects of residue management in wheat-fallow: I. Inputs, yield, and soil organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 523-530.
19. Sarrantonio, M., and Gallandt,V. 2003. The role of cover crops in North American cropping systems. p. 53-74. In: A. Shrestha (Ed.). Cropping Systems: Trends and Advances. The Haworth Press, Inc.
20. Schlegel, A.J., and Havlin, J.L. 1997. Green fallow for the Central Great Plains. Agron. J. 89: 792-767.
21. Sheaffer, C.C., and Seguin, P. 2003. Forage legumes for sustainable cropping systems. p. 187-215. In: A. Shrestha (Ed.). Cropping Systems: Trends and Advances" The Haworth Press, Inc.

22. Utomo, M., Blevins,V., and Frye, W.W. 1987. Effect of legume cover crops and tillage on soil water, temperature, and organic matter. p. 5-6. In: J.F. Power (Ed.). The Role of Legumes in Conservation Tillage Systems. Soil & Water Conserv. Soc., Ankeny, IA.
23. Vigil, M.F., and Nielsen, D.C. 1998. Winter wheat yield depression from legume green fallow. Agron. J. 90: 727-734.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 21-30

Evaluation of legumes as substituting crops for fallow in wheat-based rotation on North Khorasan Province

Nezami[1*], A., Bagheri[1], R., Azim-Zadeh[2], M., Mahmoudi[3], A. & Bozorgmehr[4], A.

1. Contributions from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Azad University, Shirvan Branch
3. Contribution from Dryland Research Center, Shirvan, Northern Khorasan
4. Research Station for Natural Resources, Bojnourd, Northern Khorasan,

Received: 29 August 2011
Accepted: 2 January 2012

Abstract

Long term use of fallow in wheat-based cropping system of dry and semi-dry lands can increase erosion and decrease soil fertility. Legumes as substituting crops for fallow could improve sustainability in this area. This study was conducted to evaluate the substituting of some legumes for fallow in a 2-yr wheat rotation at Research Stations in North Khorasan Province (Natural Resources Research Station of North Khorasan, Sisab-Bojnord) from 2002 till 2006. Six cropping systems, follow-wheat, wheat-wheat, chickpea-wheat, lentil-wheat, vicia-wheat and annual medic-wheat, were used on three replications. According to the average data from biomass and yield of substituting crops, wheat biomass was more than the legumes biomass in 2002-03 and 2004-05, and among the legumes, vicia and lentil biomass was more than that from chickpea and annual medic. Also, wheat yield (159.9 $g.m^{-2}$) was more than lentil and chickpea yield (86.8 and 83.3 $g.m^{-2}$). Average wheat yield on the two rotation cycles ($P<0.05$) affected by previous substituting crops, significantly. The most and the least wheat yield was achieved on the fallow-wheat (180.8 $g.m^{-2}$) and wheat-wheat (110.4 $g.m^{-2}$) rotations. However, the wheat yield on the lentil-wheat and vicia-wheat rotations had not significantly different from wheat-wheat cropping system. According to the results, it seems that lentil and vicia could be introduced as a crop candidate for substituting for fallow at the North Khorasan province.

Kew words: Lentil, Rotation, Sustainable production, Vicia, Yield

* **Corresponding Author:** nezami@um.ac.ir; Mobile: 09153163348

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۴۲-۳۱ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 31-42

بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در نمونه‌های انتخابی کلکسیون لوبیا

شاهین واعظی[1*]، رقیه چراغ‌افروز[2] و احمد عباسی‌مقدم[1]

۱- استادیاران بخش تحقیقات ژنتیک و بانک‌ژن گیاهی ملی ایران وابسته به مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال‌وبذر
واعظی: svaezi2003@yahoo.com؛ عباسی‌مقدم: abbasimoghadam@gmail.com

۲- دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات؛ rcheraghafroz@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۹/۱۹

چکیده

تنوع ژنتیکی موجود برای صفات در لوبیا می‌تواند در برنامه‌های بِه‌نژادی آن و انتخاب ژنوتیپ‌های با صفات زراعی مطلوب مورد استفاده قرار گیرد. به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی صفات زراعی و کیفیت دانه و تعیین روابط میان عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیکی، تعداد ۵۲نمونه لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در مزرعه تحقیقاتی بانک‌ژن گیاهی ملی ایران در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال‌وبذرکرج در سال ۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار انجام پذیرفت. صفات مورد مطالعه مطابق دستورالعمل مؤسسه بین‌المللی ذخایر توارثی گیاهی، اندازه‌گیری شدند. نتایج آمار توصیفی صفات نشان داد که تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در ارتباط با صفات تعداد گره در ساقه اصلی، وزن۱۰۰دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته وجود دارد. دامنه تغییرات برای صفات تعداد دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه، تعداد روز تا رسیدگی و عملکرد بذر تک‌بوته به‌ترتیب برابر با ۳۲ تا۱۵۰دانه، ۱۴/۸ تا ۷۴/۲۲گرم، ۴۶ تا ۹۶روز و ۱۱/۲ تا ۵۵/۱گرم برآورد گردید. ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی نیز برای صفات تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد بذر تک‌بوته بالا بود. همچنین وراثت‌پذیری عمومی بالا (بین ۶۲/۸ تا ۸۲/۹درصد) برای کلیه صفات به‌جز تعداد روز تا گلدهی (۲۲/۳درصد) و تعداد روز تا غلاف‌دهی (۷/۹درصد) مشاهده شد. تجزیهٔ خوشه‌ای نیز ژنوتیپ‌ها را به سه گروه تقسیم نمود که دو گروه دارای بیشترین عملکرد بذر تک‌بوته بودند. در میان صفات کیفی حداکثر تنوع برای وضعیت نخ غلاف و حداقل آن برای انحنای نوک غلاف مشاهده شد. نتایج همبستگی‌های ساده، رگرسیون چندگانه و تجزیه علیت نشان داد که صفات غلاف در بوته، وزن۱۰۰دانه و تعداد بذر در بوته به‌عنوان اجزای عملکرد بیشترین تأثیر را بر عملکرد بذر تک‌بوته دارا بودند. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، چهار مؤلفه حدود ۶۷/۶۰درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، لوبیا، صفات مورفولوژیکی، وراثت‌پذیری، صفات زراعی، همبستگی بین صفات، تجزیه و تحلیل چندمتغیره

مقدمه

نگهداری و دردسترس‌قراردادن ژرم‌پلاسم به‌عنوان تنوع ژنتیکی، برای برآوردن نیازهای روزافزون بِه‌نژادگران از اهمیت خاصی برخوردار است. گسترش ارقام جدید باید موجب چشم‌پوشی از نیاز به نگهداری منابع ژنتیکی شود (Frankel & Hawkes, 1975). آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی به‌عنوان گام مهم پروژه‌های اصلاح‌نباتات تلقی می‌شود. تنوع و گزینش، دو رُکن اصلی هر برنامهٔ اصلاحی بوده و گزینش در صورتی ممکن است که برای صفت مورد مطالعه تنوع مطلوبی در مواد آزمایشی موجود باشد؛ به‌طوری‌که تنوع ژنتیکی گیاهی را یکی از اجزای کلیدی سامانه‌های واقعی تولید کشاورزی در هر اکوسیستم می‌دانند (Vejdani *et al*., 1994). یک برنامهٔ اصلاحی، زمانی موفق است که دو عامل تنوع و انتخاب در گیاه مورد آزمایش وجود داشته باشد. استفاده از واریته‌های محلی و توده‌های بومی در جهت ایجاد تنوع موردنیاز، بسیارمفید می‌باشد (Abdmishani & Boshehri, 2007).

لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) گیاهی دیپلوئید با ۲۲کروموزوم و با منشأ مناطق جنوبی و مرکزی قارهٔ آمریکا می‌باشد که دانه‌های این گیاه از نظر خوراکی، باارزش‌ترین دانهٔ حبوبات بوده و دارای بیشترین سطح زیرکشت در بین حبوبات است (Vaezi *et al*., 2000).

لوبیا در ایران حدود نصف سطح زیرکشت حبوبات را به خود اختصاص داده و به‌همین دلیل بِه‌نژادی آن اهمیت

* **نویسنده مسئول:** کرج، بلوار شهیدفهمیده، صندوق پستی: ۴۱۱۹-۳۱۵۸۵، تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۱۲۶۰، همراه: ۰۹۱۲۳۳۰۸۱۵۶

روزافزونی یافته است (Marjani *et al*., 1995). Dargahi *et al*, (2006) در بررسی صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های رشدنامحدود لوبیا، از تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران عامل‌ها به روش وریماکس بهره بردند و تجزیه تمام ژنوتیپ‌ها، سه عامل را نمایان ساخت که به‌ترتیب ۱۳/۳، ۳۱ و ۱۴/۸درصد و به‌طورکلی ۷۷/۱درصد از نوع تنوع کل را توجیه کرد.

با بررسی ضرایب همبستگی ساده صفات در۵۷۶نمونه لوبیا نشان داده شده که تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته، تعداد گره در ساقه، وزن۱۰۰دانه و ارتفاع بوته، بیشترین تأثیر را بر عملکرد بذر و دانه دارند و بررسی تنوع صفات نشان دادند که صفات تعداد بذر در بوته، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه و وزن۱۰۰دانه از تنوع زیادی برخوردار می‌باشند. در همین بررسی، تجزیه مؤلفه اصلی نیز نشان داد که پنج مؤلفهٔ اصلی در مجموع ۷۳/۱۹درصد از کل تغییرات متغیرها را توجیه می‌کند (Amini *et al*., 2002). Rahnamaie Tak *et al*, (2007) با بررسی۲۵۰نمونه از کلکسیون لوبیاقرمز بانک ژن گیاهی ملی ایران، بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، هفت مؤلفه اصلی را با استفاده از صفات کمّی مشخص نمودند که ۶۹/۴درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. Aggarwal & Singh (1973) با بررسی ۳۵رقم لوبیا گزارش کردند که عملکرد به‌طور معنی‌داری با تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف و وزن۱۰۰دانه همبستگی دارد. در همین بررسی، زمان گلدهی با زمان رسیدن غلاف‌ها، تعداد غلاف‌ها در بوته با تعداد بذر در غلاف و نیز زمان رسیدگی کامل با تعداد بذر در غلاف، همبستگی مثبت نشان دادند؛ ولی همبستگی غلاف در بوته با وزن۱۰۰دانه، منفی محاسبه شد. Escribano *et al*, (1997) با بررسی ۵۹رقم لوبیا نتیجه گرفتند که تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در مورد صفات طول و عرض غلاف و طول و ضخامت دانه وجود دارد. Denis *et al*, (2007) در بررسی صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های رشدمحدود و نامحدود لوبیا با استفاده از فشرده‌سازی متغیرهای مورد مطالعه به روش تجزیهٔ عامل‌ها، سه عامل را معرفی نمودند که به‌ترتیب با ۳۱/۳۱، ۳۱ و ۸/۱۴درصد و جمعاً ۷۷/۱درصد از کل تنوع صفات مورد مطالعه را توجیه کردند.

با توجه به ضرورت ارزیابی ذخایر ژنتیکی گیاهی به‌منظور به‌کارگیری پتانسیل این مواد در بِه‌نژادی و افزایش تولید گیاهان زراعی از جمله لوبیا، این تحقیق با هدف بررسی الگوی تنوع و تعیین فاصلهٔ ژنتیکی در نمونه‌های انتخابی لوبیا، تعیین روابط عملکرد بوته و اجزای آن و برخی دیگر از صفات مهم مورفولوژیکی و شناسایی سهم هر یک از آنها در گوناگونی کُل جمعیت مورد مطالعه با استفاده از برخی روش‌های چندمتغیره به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

در این پروژه، ۵۲ نمونه انتخابی لوبیا موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار، کِشت شدند و مورد مطالعه قرارگرفتند. هر کرت شامل دو ردیف به طول دو متر و به فاصله ۵۰سانتی‌متر از هم درنظرگرفته شد. فاصله بوته‌ها روی هر خط، ۲۵سانتی‌متر و عمق کاشت بذور حدود پنج سانتی‌متر بود و کرت‌ها نیز از هم یک‌متر فاصله داشتند.

نمونه‌ها در اوایل اردیبهشت‌ماه و در مزرعهٔ تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال‌وبذر کرج با عرض جغرافیایی ۳۵درجه و ۴۹دقیقه و طول جغرافیایی ۵۰درجه و ۵۸دقیقه به ارتفاع ۱۲۹۲/۹متر از سطح دریا کشت شدند. این منطقه از نظر اقلیمی در محدودهٔ گرم‌وخشک مدیترانه‌ای قرار دارد. در طول دورهٔ رشد، مهم‌ترین صفات رویشی-مورفولوژیکی و آگرومورفولوژیکی شامل: رنگ گلبرگ استاندارد و تعداد غلاف در بوته؛ برخی از صفات فنولوژیکی شامل تعداد روز تا گلدهی، روز تا تشکیل غلاف و روز تا پُرشدن غلاف و صفات مربوط به غلاف و دانه شامل طول غلاف، عرض غلاف، طول نوک غلاف، رنگ غلاف، فیبر دیواره غلاف، انحنای غلاف، شکل نوک غلاف، نخ غلاف، تعداد حفره در غلاف و تعداد بذر در غلاف، طبق دستورالعمل IPGRI (IBPGRI, 1982) اندازه‌گیری شدند.

در مورد صفاتی که اثر ژنوتیپ در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار بود، آمار توصیفی کمّی بر اساس محاسبه میانگین، انحراف‌معیار، حداقل و حداکثر و ضریب تغییرات فنوتیپی، ضریب تنوع ژنوتیپی و ضریب تنوع فنوتیپی برای صفات کمّی محاسبه گردید. تعیین نما و نیز شاخص شانون (H`) و شانون استانداردشده (نسبی) (J´) با استفاده ازفرمول‌های زیر برای صفات کیفی صورت گرفت:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (ni/N)\log(ni/N)$$

$$J' = H'/\log(s)$$

در این فرمول‌ها به‌ترتیب ni/N نشان‌دهندهٔ فراوانی نسبی هر گروه فنوتیپی در صفت مربوطه و s تعداد گروه‌های فنوتیپی هر صفت می‌باشد. هر چه مقدار این شاخص برای صفتی بیشتر باشد، نشان‌دهندهٔ تنوع بیشتر آن صفت خواهد بود (Chaudhray *et al*., 2004). شاخص شانون استانداردشده (نسبی) امکان مقایسه شاخص صفات مختلف را فراهم می‌کند (Grenier *et al*., 2001).

جدول ۱- نحوه ارزیابی و امتیازدهی صفات کیفی در کلکسیون لوبیا مطابق دستورالعمل IPGRI

Table 1. Evaluating and scoring method of quality attributes in bean collection accordance with IPGRI descriptor

صفات Traits	گروه‌های فنوتیپی groups Phenotypic
رنگ غلاف Pod color	۱- بنفش‌تیره؛ ۲- جگری؛ ۳- سبز با نوار ارغوانی؛ ۶- سبزتیره؛ ۷- سبزمعمولی؛ ۸- طلایی یا زردکمرنگ 1. purple Dark; 2. Hepatic; 3.Green with tape purple; 6. Dark green; 7. Normal green; 8. Golden or pale yellow
انحنای غلاف Pod shape	۳- راست؛ ۵- کمی انحنا؛ ۷- انحنای زیاد؛ ۹- با انحنای مکرّر 3. Right; 5. A curve; 7. High curvature; 9. Constant curvature
انحنای نوک غلاف Pod tip angle	۱- نامشخص؛ ۳- انحنای بالا؛ ۵- راست؛ ۷- افتاده 1. Unknown; 3. High curvature; 5. Right; 7. Fallen
شکل مقطع عرضی غلاف Pod transect	۱- خیلی‌پهن؛ ۲- گلابی‌شکل؛ ۳- گِرد؛ ۴- شکل عدد ۸ لاتین 1. Very broad; 2. Pear shaped; 3. Circular; 4. Figure 8 Latin
نخ غلاف Pod string	صفر- بدون‌نخ؛ ۳- نیمه‌نخدار؛ ۵- نخدار 0. Without yarn; 3. Half cord; 5. Pull cord
فیبر دیواره غلاف Pod wall quality	۳- بسیارچسبنده؛ ۵- غلاف چرمی؛ ۷- غلاف شکننده 3. Very sticky; 5. Leather sheath; 7. Fragile sheath

همبستگی فنوتیپی (rp) وهمبستگی ژنوتیپی (rg) از طریق روابط زیر محاسبه گردید:

$$rp = Covp\ (x1, x2)/[Vp(x1)\cdot Vp(x2)]^{½}$$
$$rg = Covg\ (x1, x2)/[Vg(x1)\cdot Vg(x2)]^{½}$$

که در آن، Cov_p و Cov_g به‌ترتیب بیانگر کواریانس فنوتیپی و ژنوتیپی است و همچنین Vp و Vg به‌ترتیب نماد واریانس فنوتیپی و واریانس ژنتیکی می‌باشند که اوّلی برابر است با میانگین واریانس کُل فنوتیپی (Vp/r) و دیگری حاصل کسر میانگین مربعات اشتباه (MSe) از واریانس کل فنوتیپی می‌باشد (Johnson *et al.*, 1998).

وراثت‌پذیری عمومی صفات(h2B) نیز بر اساس نسبت کلی (Vg) به (Vp) برآوردگردید (Allard, 1999).

محاسبه ضرایب همبستگی ساده با استفاده از ضریب پیرسون جهت معرفی مهم‌ترین صفات کمّی مؤثر در افزایش عملکرد و از تجزیه رگرسیون‌گام‌به‌گام نیز به‌منظور تعیین نقش صفات مختلف و اهمیت آنها در میزان عملکرد بذر تک‌بوته استفاده شد (Marjani *et al.*, 1995). همچنین از تجزیه علیت جهت تجزیه ضرایب همبستگی و یافتن ارتباط حقیقی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه استفاده گردید (Agrama *et al.*, 1996). به‌منظور تعیین سهم هرصفت در تنوع کُل، کاهش حجم داده‌ها و تغییر داده‌ها و تفسیر بهتر روابط از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد (Senath & Sokal, 1973). گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تعیین تنوع و نیز والدین مناسب و همچنین تجزیه خوشه‌ای به روش وارد انجام گرفت. تجزیه‌های آماری اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و SPSSبه‌ترتیب نسخه ۹ و ۱۸ انجام شدند.

نتایج و بحث

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی به‌جُز تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا غلافدهی و وزن۱۰۰دانه برای ژنوتیپ‌ها در سطح ۰/۰۱ معنادار می‌باشد. همچنین صفات تعداد گره در ساقه اصلی، طول‌گل‌آذین، تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها، تعداد بذردرغلاف و وزن۱۰۰دانه در بلوک‌ها به‌طور متفاوتی عمل کرده‌اند. بنابراین مواد ژنتیکی مورد مطالعه دارای تنوع لازم هستند. (جدول نشان داده نشده است).

در جدول۲، میانگین و انحراف‌معیار، کمینه، بیشینه و سایر آماره‌های صفات مورد اندازه‌گیری آورده شده است.

ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای دو صفت تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا غلاف‌دهی، زیاد نبود؛ ولی باتوجه به پایین‌بودن وراثت‌پذیری عمومی صفات مذکور، به‌نظر می‌رسد عوامل محیطی تأثیر زیادی بر بروز فنوتیپی این صفت داشته باشند (جدول۲). ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی صفت تعداد گره در ساقه اصلی به‌ترتیب برابر ۴۷/۵، ۳۸/۹ و ۶۲/۸درصد بود. با توجه به تنوع ژنتیکی بالا برای تعداد گره در ساقه اصلی، می‌توان این صفت را با برنامه‌های انتخاب بهبود داد. در این ارزیابی ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای صفت ارتفاع بوته به‌ترتیب ۲۲/۴ و ۲۴/۶درصد بود. نظر به این‌که ارتفاع بوته از وراثت‌پذیری عمومی بالایی (۸۱/۳درصد) برخوردار بود، می‌توان ژنوتیپ‌های با ارتفاع مناسب را انتخاب کرد و در برنامه‌های بِه‌نژادی مورد استفاده قرار داد. ارتفاع زیاد بوته‌ها موجب افزایش خوابیدگی و در نتیجه کاهش عملکرد شده و از طرف

دیگر ارتفاع خیلی‌کم نیز برداشت مکانیزه را غیرممکن می‌سازد.

ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی برای صفت طول گل آذین به‌ترتیب برابر ۲۴/۵، ۲۱/۶ و ۶۸/۷درصد برآورد شد که با توجه به میزان وراثت‌پذیری عمومی می‌توان نتیجه گرفت که هر دو عامل محیطی و ژنتیکی نقش نسبتاً زیادی در بروز این صفت داشته‌اند.

تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها دارای ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی پایین و نزدیک به‌هم (۱۸/۱ و ۱۶درصد) و وراثت‌پذیری عمومی بالا بود که بیان‌کنندهٔ تأثیر بیشتر عوامل ژنتیکی بر این صفت می‌باشد. طول دورهٔ رشد در گیاه لوبیا مخصوصاً در مواردی که زودرسی مطلوب باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و وجود تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا امکان انتخاب ژنوتیپ‌های زودرس را از بین لاین‌های ارزیابی‌شده فراهم می‌سازد.

ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی برای صفات طول غلاف، عرض غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد بذر تک‌بوته، نشان می‌دهد که تنوع مشاهده‌شده برای این صفات، بیشتر منشأ ژنتیکی داشته و انتخاب می‌تواند در بهبود آن موثر باشد.

نتایج ارزیابی صفات کمّی (جدول۲) نشان داد که نمونه‌های مورد بررسی از تنوع زیادی برای صفات کمّی برخوردار هستند. صفت تعداد گره در ساقه اصلی، بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی را به خود اختصاص داد و پس از آن، صفت عملکرد دانهٔ تک‌بوته، بالاترین تغییرات فنوتیپی را داشت. بعد از این دو صفت، صفات وزن۱۰۰دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته، به‌ترتیب دارای بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی بودند.

همان‌طورکه مشاهده می‌شود (جدول۲)، عملکرد و اجزای آن از تنوع زیادی برخوردارند که این تنوع می‌تواند در اصلاح ژنتیکی ارقام لوبیا به‌کارگرفته شود. (Dargahi *et al*, 2006)، (Amini *et al*, 2002)، (Azizi & Rezayi 2001)، (Garcia *et al*, 1997)، (Zeven *et al*, 1999) و Raffi & Nath (2004) نیز وجود تنوع زیاد و قابل‌ملاحظه بذر تک‌بوته و سایر صفات ذکرشده را گزارش نموده‌اند.

کلاس‌های فنوتیپی مشاهده‌شده برای صفات کیفی در جدول۳ درج شده است. نتایج این جدول نشان‌دهندهٔ این است که در ژرم‌پلاسم لوبیاهای مورد بررسی با استفاده از شاخص‌های شانون، صفت نخ غلاف، دارای بیشترین تنوع در توده‌های مورد بررسی بود. پس از این صفت، صفات فیبر دیواره غلاف، انحنای غلاف و رنگ غلاف به‌ترتیب دارای بیشترین تنوع بودند. در تطابق با سایر کارهای انجام شده، Hornakova *et al*, (2003)، تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه‌ای را در ارتباط با صفات فیبر دیواره غلاف و شکل بذر مشاهده کردند. Dargahi *et al*, (2006) نیز در تنوع توده‌های مورد بررسی، تنوع زیاد صفات فیبر دیواره غلاف و خوابیدگی بوته را گزارش کردند.

نتایج همبستگی بین صفات کمّی در جدول ۴ ارائه شده است. مشاهدات نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار به‌ترتیب در بین صفات تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها با تعداد روز تا غلافدهی (r =۰/۸۲۲)، تعداد روز تا غلاف‌دهی با تعداد روز تا گلدهی (r=۰/۷۲۵)، تعداد دانه در بوته با تعداد غلاف در بوته (r=۰/۷۱۲)، عملکرد دانه تک‌بوته با تعداد غلاف در بوته (r=۰/۶۸۳)، تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها با تعداد روز تا گلدهی (r=۰/۶۴۴)، عملکرد دانه تک‌بوته با تعداد دانه در بوته (r=۰/۵۸۵) و عملکرد دانه تک‌بوته با وزن۱۰۰دانه (r=۰/۵۰۷)، مشاهده شد که همگی در سطح ۱درصد معنی‌دار شدند.

بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۱درصد در بین صفات تعداد غلاف در بوته با طول غلاف (r= -۰/۳۶۱)، وزن۱۰۰دانه با تعداد دانه در بوته (r= -۰/۳۴۵) و طول غلاف با طول گل آذین (r= -۰/۳۰۴) مشاهده شد.

با توجه به قاعدهٔ ارائه‌شده توسط (Skinner *et al*, 1999) با درجهٔ آزادی ۴۸۶، تنها همبستگی بالای r= ۰/۷ یا پایین‌تر از r= -۰/۷ را می‌توان معنی‌دار دانست.

به نظر Snedcor (1980) برای این حدود می‌توان تا ۵۰درصد تغییرات خطی یک متغیر توسط متغیر همبسته‌اش را قابل پیش‌بینی دانست. دو جزء عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در بوته، بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را به‌ترتیب با مقادیر ۰/۶۸۳ و ۰/۵۸۵ با عملکرد بذر تک‌بوته نشان دادند (جدول۴).

جدول ۲- آماره‌های صفات کمی در کلکسیون لوبیای مورد بررسی

Table 2. Descriptive statistics of quantitative traits in the bean collection

صفات Traits	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation	حداکثر Maximum	حد اقل Minimum	دامنه تغییرات Range	ضریب تنوع فنوتیپی(٪) Coefficient of phenotypic variation (%)	ضریب تنوع ژنتیکی(٪) Coefficient of genetic variation (%)	وراثت پذیری عمومی(٪) Heritability (%)
تعداد گره در ساقه اصلی Number of nodes per main stem	4.73	2.247	11	2	9	47.5	38.9	62.8
تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	40.40	5.201	59	30	29	12.5	5.27	22.3
ارتفاع بوته Plant height	41.65	9.350	61	25	36	22.4	24.6	81.3
طول گل آذین Inflorescence	2.1660	.53281	3.60	1.00	2.60	24.5	21.6	68.7
تعداد روز تا غلافدهی Days to pod emergence	53.5200	6.42671	71.00	42.00	29.00	12	2.83	7.9
تعداد روز تا رسیدن غلاف ها Days to pod maturity	73.69	11.811	96	46	50	16	18.1	86
طول غلاف Pod length	9.3758	2.56527	20.40	1.40	19.00	27.3	32	86.5
عرض غلاف Pod width	1.1400	.21973	1.80	.60	1.20	19.2	18.6	75
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	15.25	4.894	29	7	22	32	37.5	86.6
تعداد بذر در غلاف Number of seeds per pod	5.22	1.268	8	1	7	24.2	24.2	77.2
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	78.16	25.483	150	32	118	32.6	33	75.5
وزن ۱۰۰دانه 100 seed weight	36.2389	12.65786	74.22	14.80	59.42	34.9	30.4	66.1
عملکرد بذر در تک بوته Seed yield per plant	27.2536	10.18099	55.10	11.20	43.90	32.3	41.7	82.9

جدول۳- آماره‌های نما و شاخص شانون تنوع صفات کیفی در کلکسیون لوبیا
Table 3. Mode, Shannon index of variation for the quality traits in the bean collection

صفات Traits	انواع مشاهده (فراوانی نسبی به درصد) Of view (the percent relative abundance)	نما (امتیاز) Façade (Score)	شانون Shannon index	شانون استانداردشده Shannon standardized index
رنگ غلاف Pod color	(76.92)7: (23.07)3	7	3.873	0.99
انحنای غلاف Pod shape	(11.53)9 : (76.92)5: (11.53)3	5	3.879	0.992
انحنای نوک غلاف Pod tip angle	(38.46)7 : (28.84)5 : (32.69)3	7	3.853	0.985
شکل مقطع عرضی غلاف Pod transect	(25)4 : (40.38)3 : (5.76)2 : (28.84)1	3	3.802	0.972
نخ غلاف Pod string	(84.61)5 : (15.38) 0	5	3.874	1
Pod wall quality	(42.30)7 : (50)5 :(7.69)3	5	3.892	0.995

در تطابق با این نتیجه، Ramaltto *et al*, (1980)، Neinhuis & Singh (1986)، Raffi & Nath (2004) و Dargahi *et al*, (2006) نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار دو صفت فوق را با عملکرد بذر تک‌بوته گزارش کردند. Chalyk *et al*, (2004) نیز بیشترین همبستگی عملکرد را با تعداد غلاف در بوته برابر ۷۲درصد گزارش کردند. بین دو صفت تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در بوته نیز همبستگی مثبت معنی‌داری (۷۱۲درصد) وجود داشت که با نتایج Chang (1984) و Dargahi *et al*, (2006) مطابقت دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت همان‌طورکه ضرایب همبستگی موجود بین صفات نشان می‌دهد، صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن۱۰۰دانه بیشترین نقش مثبت را در بهبود صفات عملکرد دانه تک‌بوته دارا می‌باشد که با نتایج Beyzaie (2002) و Ramaltto *et al*, (1980)، مطابقت دارد؛ لذا می‌توان آنها را به‌عنوان اصلی‌ترین و شاخص‌ترین معیارهای انتخاب استفاده کرد.

به‌منظور شناسایی نوع اثرگذاری‌ها و همچنین میزانی از سهم صفات در توجیه‌پذیری تغییرات مقادیر عملکرد دانه، تجزیه ضرایب علیت انجام شد و نتایج آن در جدول۵ ارائه گردید. ابتدا با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام، صفات مؤثر بر تغییرات عملکرد دانه مشخص شدند (نتایج، نشان داده نشده است)، ولی مشخص شد که صفات تعداد غلاف در بوته، پس از آن وزن۱۰۰دانه و در آخر نیز تعداد بذر در بوته با مقدار واریانس تبیین‌شده ۰/۷۲۴درصد، وارد مدل شدند. تجزیه ضرایب علیت نشان داد که تعداد غلاف در بوته و وزن۱۰۰دانه به‌ترتیب دارای بیشترین اثرگذاری مستقیم بر عملکرد می‌باشند. تعداد بذر در بوته، کمترین تأثیر مستقیم (۴۸۲درصد) را بر عملکرد دارا بوده ولی اثر غیرمستقیم قابل‌توجه این صفت از طریق تعداد غلاف در بوته (۳۲۸درصد) در نهایت باعث افزایش همبستگی آن با عملکرد شد. Amini *et al*, (2002) اظهار داشت برای عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته اثر مستقیم و مثبتی دارد. بِه‌نژادگران علاقمند به شناسایی ویژگی‌هایی غیر از عملکرد هستند که بتوانند از آنها به‌عنوان معیاری در انتخاب والدین و یا تک‌بوته در نسل‌های درحال تفکیک آنها استفاده کنند. بر اساس پژوهش‌های گذشته، انتخاب بر اساس اجزای عملکرد، پیشرفت ژنتیکی بیشتری را نسبت به انتخاب بر اساس خود عملکرد در افزایش عملکرد داشته است (Siahposh *et al*., 2003).

تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر اساس توجیه دستِ‌کم ۶۷درصد از تغییرات موجود در ماتریس کواریانس داده‌های مربوط به صفات انجام شد. در نتیجه این تحلیل تعداد چهار مؤلفه اصلی استخراج گردید که جزئیات ضرایب مؤلفه‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است. این نوع تجزیه موجب تبدیل متغیرهای اولیه به متغیرهای جدیدی به نام مؤلفه‌های اصلی می‌شود که با استفادهٔ همزمان از تغییرات آنها ایدهٔ کامل‌تری از هر یک از آنها به‌تنهایی به‌دست می‌آید (Lezzoni & Prits 1991). بزرگترین ضرایب مثبت مؤلفه اصلی با توجیه۲۴/۷۰درصد از تغییرات ساختار کواریانس داده‌های مربوط به صفات تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا غلاف‌دهی و تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها می‌باشد که با همبستگی‌های معناداری این متغیرها در جدول ۴ همخوانی دارد.

جدول۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات کمّی در کلکسیون لوبیا

Table 4. Simple correlation coefficients of quantitative traits in bean collection

صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
۱-تعداد گره در ساقه اصلی Number of nodes per main stem	1												
۲-تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	0.377**	1											
۳-ارتفاع بوته Plant height	0.336**	0.330**	1										
۴-طول گل‌آذین Inflorescence	0.377**	0.082	0.239*	1									
۵-تعداد روز تا غلافدهی Days to pod emergence	0.393**	0.725**	0.376**	0.258**	1								
۶-تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها Days to pod maturity	0.488**	0.644**	0.405**	0.389**	0.822**	1							
۷-طول غلاف Pod length	-0.132	-0.024	-0.030	-0.304**	0.051	-0.082	1						
۸-عرض غلاف Pod width	0.063	-0.029	-0.101	-0.039	-0.089	0.028	0.203*	1					
۹-تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	0.094	-0.125	0.098	0.058	-0.016	-0.059	-0.361**	-0.191	1				
۱۰-تعداد بذر در غلاف Number of seeds per pod	0.085	0.253*	0.027	-0.095	0.081	0.014	0.334**	0.055	-0.243	1			
۱۱-تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.063	-0.046	0.101	0.016	-0.040	-0.135	-0.219*	-0.117	0.712**	0.009	1		
۱۲-وزن۱۰۰ دانه 100 seed weight	0.064	0.033	-0.111	0.109	0.029	0.088	-0.025	0.207*	0.065	-0.095	-0.345**	1	
۱۳-عملکرد بذر تک‌بوته Seed yield per plant	0.052	-0.063	0.002	0.107	-0.059	-0.093	-0.197*	0.044	0.683*	-0.005	0.585**	0.507**	۱

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد

*&**: Significant at 5% &1%

جدول ۵- تجزیه ضرایب علّیت برای عملکرد بذر تک‌بوته در نمونه‌های مورد مطالعه لوبیا

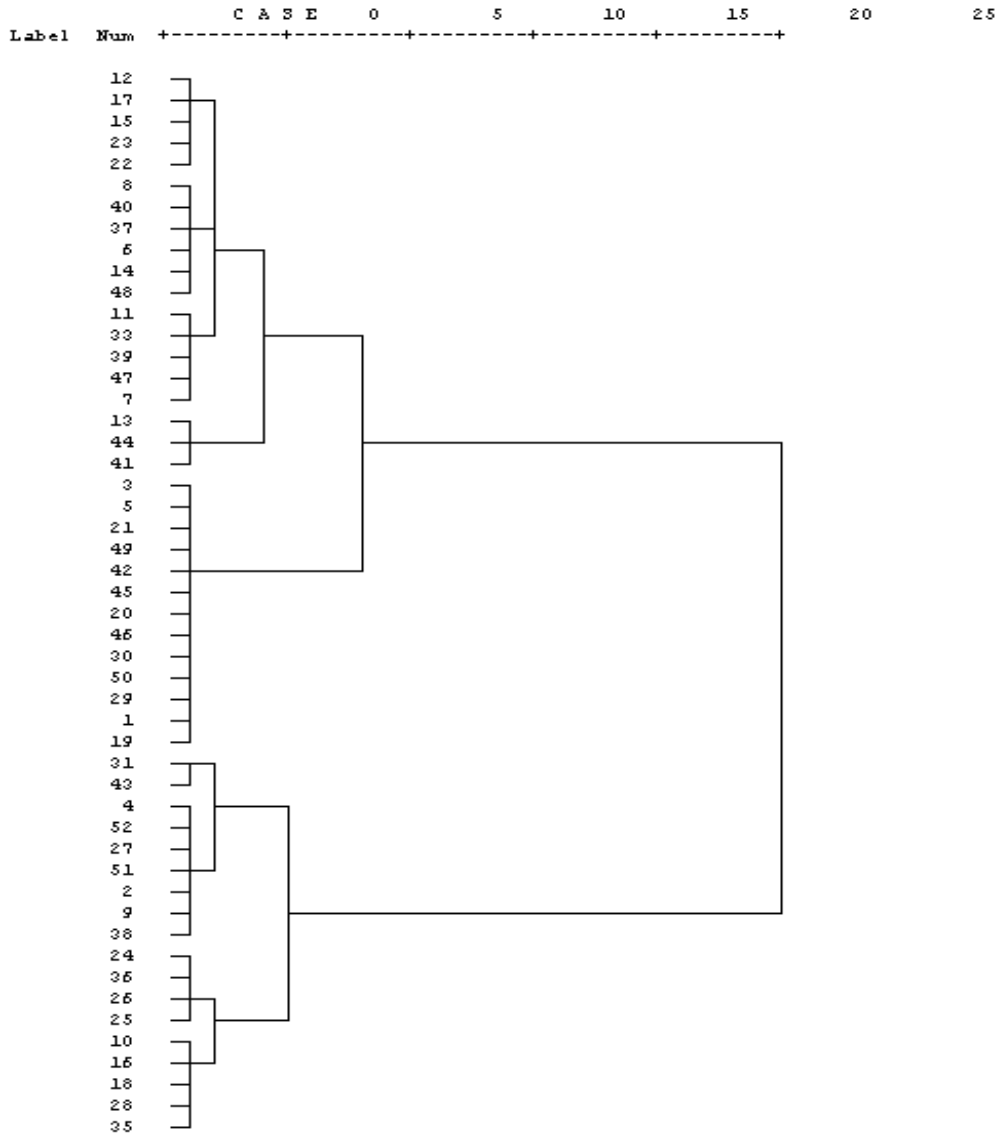
Table 5. Path coefficient analysis for seed yield per plant in the collection of beans

صفات Traits	ضریب همبستگی Correlation coefficient	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect		
			تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	وزن۱۰۰دانه 100 seed weight	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	0.683	0.656	-	0.031	-0.004
وزن۱۰۰دانه 100 seed weight	0.507	0.654	-0.044	-	-0.103
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.585	0.482	0.328	-0.225	-

جدول ۶- مقادیر ویژه، بردارهای ویژه و واریانس‌های نسبی شش مؤلفه اصلی اول در کلکسیون لوبیا

Table 6. Eigen values, Eigen vectors and the relative variance of six main components in the collection of beans

صفات Traits	مؤلفه اول (First)	مؤلفه دوم (Second)	مؤلفه سوم (Third)	مؤلفه چهارم (Fourth)
تعداد گره در ساقه اصلی Number of nodes per main stem	0.3690	0.0940	-0.0680	0.0050
تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	0.4370	-0.0830	0.0500	0.2050
ارتفاع بوته Plant height	0.3230	0.0760	0.1990	0.0130
طول گُل‌آذین Inflorescence	0.2640	0.1530	-0.1470	-0.3490
تعداد روز تا غلاف‌دهی Days to pod emergence	0.4850	-0.0390	0.0400	0.0820
تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها Days to pod maturity	0.5010	-0.0400	-0.0650	-0.0630
طول غلاف Pod length	-0.0590	-0.3390	-0.0140	0.4670
عرض غلاف Pod width	-0.0260	-0.1270	-0.4210	0.2350
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	-0.0180	0.5600	0.0580	0.1020
تعداد بذر در غلاف Number of seeds per pod	0.0690	-0.1800	0.1070	0.5870
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	-0.0320	0.4770	0.3250	0.2970
وزن۱۰۰دانه 100 seed weight	0.0340	0.0780	-0.7290	0.0400
عملکرد بذر تک‌بوته Seed yield per plant	-0.0260	0.4910	-0.3110	0.3270
مقدار ویژه Eigen value	3.2128	2.6217	1.5602	1.3965
واریانس نسبی توجیه‌شده Proportion of explained variance	0.2470	0.2020	0.1200	0.1070
واریانس نسبی تجمعی توجیه‌شده Cumulative of explained variance	0.2470	0.4490	0.5690	0.6760



شکل ۱- نمودار درختی حاصل از تجزیه کلاستر۵۲تودهٔ لوبیا با استفاده از صفات مورفولوژیک
Fig. 1. Dendrogram of cluster analysis of 52 accession of bean using morphological traits

مؤلفه دوم که میزان ۲۰/۲درصد از تغییرات کواریانس داده‌ها را توجیه می‌نماید، دارای بزرگترین ضرایب مثبت در صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و عملکرد بذر می‌باشد که این ارتباط نیز در جدول ۵ (نتایج همبستگی ساده صفات) به‌طور معنی‌داری به‌دست آمده بود.

Amini *et al*, (2002) نیز گزارش داد که عملکرد بذر تک‌بوته با اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در بوته با اثر مثبت در یک مؤلفه قرار گرفتند.

مؤلفه سوم که ۱۲درصد از کُل تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه می‌نماید با قدرمطلق بزرگ‌ترین ضریب، تأکید بر وزن۱۰۰دانه و عرض غلاف داشت.

مؤلفه چهارم، ۱۰/۷۰درصد از واریانس صفات را توضیح داد. در این مؤلفه، صفات طول گل‌آذین، طول غلاف و تعداد بذر در غلاف، بزرگ‌ترین اثر مثبت را داشتند. در مجموع، میزان ۶۷/۶۰درصد از واریانس داده‌ها توسط این مؤلفه‌ها توجیه‌پذیر بوده است.

طبق نتایج حاصله، به‌نظر می‌رسد بِه‌نژادی لوبیا به دومین مؤلفه از اولویت بیشتری نسبت به مؤلفه اول که شامل صفات فنولوژیک متوالی است، برخوردار است؛ زیرا این مؤلفه متشکل از عملکرد و صفات وابسته به آن می‌باشد. چنین نتیجه‌ای را Azizi & Rezayi (2001) نیز با توجه به عامل دوم از نتیجه تجزیه به عامل‌ها بر روی ژنوتیپ‌های لوبیا ارائه داده‌اند.

با توجه به شکل۱، گروه‌بندی نمونه‌های مورد بررسی براساس صفات ارزیابی‌شده در فاصله ۲/۵واحد فاصله اقلیدسی باعث قرارگیری نمونه‌ها در سه گروه مجزا شد؛ به‌طوری‌که در کلاستر اول ۱۹ نمونه، در کلاستر دوم ۱۳ نمونه، در کلاستر سوم هم ۱۸ نمونه قرار گرفت.

Rahnamaie Tak *et al*, (2007) نمونه‌های لوبیاقرمز را به شِش دسته تقسیم کرد و Dargahi *et al*, (2006) نمونه‌های لوبیاسفید مورد بررسی را بر اساس اقلیم به سه‌دسته تفکیک کرد. این تقسیم‌بندی نشانگر وجود تنوع خوبی در بین نمونه‌ها می‌باشد که می‌توان از آن در برنامه‌های اصلاحی و دورگ‌گیری استفاده کرد.

توده‌های گروه اول از نظر طول غلاف، دارای بیشترین مقدار نسبت به گروه‌های دیگر بودند.

گروه دوم دارای تعداد گره در ساقه اصلی، عرض غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه تک‌بوته بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها بود.

در گروه سوم نیز طول گل‌آذین، وزن۱۰۰دانه، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد روز تا غلاف‌دهی، تعداد روز تا رسیدن غلاف‌ها و تعداد بذر در غلاف بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها مشاهده شد.

در گروه دوم با توجه به قرارگرفتن دو جزء اصلی عملکرد و عملکرد دانه تک‌بوته در این گروه، بیشترین ضریب تنوع و در گروه اول، کمترین ضریب تنوع مشاهده شد. همچنین در گروه سوم، بیشترین تعداد ضریب تغییرات برای صفات مورد بررسی قرار گرفت.

در برنامه‌های اصلاحی برای اهداف مورد نظر می‌توان براساس این گروه‌بندی، نمونه‌های مطلوب را انتخاب کرد.

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی برای صفات زراعی مختلف از جمله عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های لوبیا مورد بررسی وجود دارد و بعضی از ژنوتیپ‌ها از پتانسیل ژنتیکی بسیارخوبی برای افزایش عملکرد دانه برخوردار هستند. لذا با توجه به این تنوع ژنتیکی و همچنین میزان وراثت‌پذیری عمومی بالا برای اکثر صفات، امکان بهبود آنها از طریق برنامه‌های انتخاب فراهم می‌باشد.

از حیث انتخاب ژنوتیپ‌های برتر می‌توان نمونه‌های متعلق به کلاستر دوم یعنی ۱۳نمونۀ قرارگرفته در این گروه را برای مقایسه با ارقام تجاری و اعتبار پایداری عملکردی و به‌عبارتی ورود به چرخۀ بِه‌نژادی، مورد توجه قرارداد.

منابع

1. Abd-Mishani, S., and Shah-Nejat Boshehri, A.A. 1997. Advanced Plant Breeding (Vol. l). Tehran University Publishers.
2. Aggarwal, V.D., and Singh, T.D. 1973. Genetic variability in agronomic traits in common bean. Crop Sci. 123-132.
3. Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its component in maize. Plant Breeding 115: 343-346.
4. Allard, R.W. 1999. Principles of Plant Breeding. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York.
5. Amini, A. 2002. Genetic and geographical evaluation of 576 kinds of beans with one gene in agricultural faculty of Karaj using multivariable methods. Agricultural Science Journal of Iran 33: 605-615.
6. Ayaz, S., McKenzie, B.A., Hill, G.D., and McNeil, D.L. .2004. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment I. Yields and harvest index. Journal of Agricultural Science 142: 9-19.
7. Azizi, F., Rezai, A., and Maybodi, S.M. 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 5: 127-141.
8. Beizaee, A. 2002. The evaluation of the phenotype and genotype variety of quantitative characteristics and their correlation with the performance of the beans. M.S. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch, 157pp.
9. Cchaudhray, P., Gauchan, D., Rana R.B., Sthapit, B.R., and Jarvis D.I. 2004. Potential loss of rice landraces from a terai community in Nepal: a case study from Kachrowa, Bara. Plant Genetic Resources Newsletter 137: 14-21.

10. Chalyk, L.V., Balashov, T.N., and Zuchenka, A.A. 2004. Relationship between yield in rench bean varieties and its structural components. Genetic heskie osnovy selektsii selskoknozyaist vennykh ratenii zhivotnykh. Biology Bulletin 29: 53-55.
11. Chang, C.H. 1984. Effects of growth environments on yield and its components in kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Annual Report 1983-1984, Institute of Botany, Academia Sinica 30-31.
12. Dargahi, H.R., Vaezi, Sh., Aghaeei, M.J., and Rahnamei Tak, A. 2006. The evaluation of the genetic variety present in some of the types of the white bean lines and accessions in Iran using multivariable analysis method (Abstract). In: Abstract Book of the Ninth Genetic Convention in Iran, Tehran, Milad Symposium Center.
13. Denis, J.C., and Adams, M.W. 1972. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18: 71-78.
14. Escribano, M.R., Santalla,V., and de Ron, A.M. 1997. Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from northwestern Spain. Euphytica 93: 71-81.
15. Frankel, O.H., and Hawkes, J.G. 1975. Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. Cambridge University Press.
16. Garcia, H., Rogelio Aguirre, J.R., and Muruaga J.S. 1997. Morphological and agronomic traits of a wild population and an improved cultivar of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Annals of Botany 79: 207-213.
17. Grenier, C., Hamon, P., and Bramel-Cox, P.J. 2001. Core collection of sorghum: II Comparison of three random sampling strategies. Crop Sci. 41: 241-246.
18. Hayes, Richard, Singh, and Shree, P. 2007. Response of cultivars of race Durango to continual dry bean versus rotational production systems. Agronomy Journal 99: 1458-1462.
19. Hornakova, O., Zavodna, M., Zakova, M., Kraic, J., and Deber, F. 2003. Diversity of common bean landraces collected in the western and eastern Carpatien. Czech J. Genet. Plant Breed. 39: 73-83.
20. IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1982. Descriptors for *Phaseolus vulgaris*. IBPGR, Rome, Italy.
21. Johnson, H.W., Robinson , H.F., and Comstock, R.E. 1955. Estimation of genetic and environmental variability in soybeans. Agron. J. 47: 314-318.
22. Joshi, B.D., and Mehra, K.L. 1984. Path analysis of productivity in French bean. Prog Hort 16: 78-84.
23. Lezzoni, A.F., and Prits, M.P. 1991. Applications of principal component analysis to horticulture research. Hortsicence 26: 334-338.
24. Marjani, A. 1995. The evaluation of the phenotype changes in quantitative characteristics of beans and studying the correlation between them and the performance using causal analysis. M.A. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch.
25. Neinhuis, J., and Singh, S.P. 1986. Combining ability analysis and relationships among yield, yield component and architectural traits in dry bean. Crop Sci. 26: 21-27.
26. Raffi, S.A., and Nath, U.K. 2004. Variability, heritability, genetic advance and relationships of yield and yield contributing characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Bio. Sci. 4:157-159.
27. Rahnamaee Tak, A., Vaezi. SH., Mozafari, J., and Shah Nejat Boushehri, A. 2006. Correlation and path analysis the performance of the seeds and its relative characteristics in red beans. (Abstract). In: Abstract Book of the Ninth Genetic Convention in Iran, Tehran, Milad Symposium Center.
28. Ramaltto MAP., Deb, A.L., and Teixeira, N.C.S. 1980. Genetic and phenotypic correlations among different characters in beans. Abs on Field beans (*P. vulgaris*). Vol. 5, CIAT, Colombia.
29. SAS Institute. 1997. The SAS System for Windows. Release 6. 12. SAS Inst., Cary. NC.
30. Siah Poush, M.A., Nourmohammadi, GH., and Saeedi, A. 2003. Genetic difference, inheritance capability, and correlation coefficients and seed performance, components as well as some morphologic characteristics of wheat. Agricultural Science Journal of Iran 2: 86-101.
31. Singh, G., and Singh, M. 1994. Correlation and path analysis in black gram (*Phaseolus mungo*). Indian J. Agri. Sci. 64: 462-464.
32. Skinner, D.Z., Bauchan, G.R., Auricht, V., and Hughes, S. 1999. A method for the efficient management and utilization of large germplasm collection. Crop Sci. 39: 1237-1242.
33. Sneath, P.H.A., and Sokal, R. 1973. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. Freeman, San Francisco, CA.
34. Vaezi, SH., Abdmishani, S., and Yazdi Samadi, B. 2000. Correlation analysis and the causality of seed performance and related characteristics in corn. Agricultural Science Journal 31: 71-83.
35. Zeven, A.C., Waninge J., Hintum, T.V., and Singh, S.P. 1999. Phenotypic variation in a core collection of common bean in the Netherlands. Euphytica 109: 93-106.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 31-42

Evaluation of genetic diversity and relationship among agronomic traits in selected accessions bean collection

Vaezi[1*], S., Cheraghafrooz[2], R. & Abbasimoghddam[1], A.

1. Assistance professor, Department of genetic & plant genetic resources- Seed & Plant Improvement Institute, Karaj- Iran (Vaezi: svaezi2003@yahoo.com; Abbasimoghddam: abbasimoghadam@gmail.com)
2. Former MSc. Student, Science & Research Branch, Islamic Azad University, rcheraghafroz@gmail.com

Received: 29 May 2012
Accepted: 9 December 2012

Abstract

Genetic diversity in bean collection can be used in breeding program for selection of genotype with desirable agronomic traits. Fifty two accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris*) has been evaluated for genetic diversity of agronomic traits, grain quality and determination of association between grain yield and some morphological traits at Research Farm of National Plant Gene Bank of Iran, Seed and Plant Improvement Institute in Karaj during 2011. Complete randomized block design with two replications has been used for conduction of experiment and statistical analysis. According to Biodiversity International descriptors traits understudy has been recorded. Descriptive statistics results of traits analysis indicated considerable diversity regarding node number on main stem, 100 seed weight, seed number per plant and pod number per plant. Variation for traits of seed number per plant, 100 seed weight, days to maturity and seed yield per plant ranged between 32-150 seeds, 14.8-74.22 g, 46-96 days and 11.2-55.1 g, respectively. Coefficients of variation for genetic and phenotypic were high regarding traits of node number on main stem, pod number per plant, seed number per plant, 100 seed weight and seed yield per plant. All traits except days to flowering (22.3%) and days to forming pod (7.9%) had high heritability between 62.8-82.9%. Based on cluster analysis genotypes understudy classified in tree groups among them two had highest single plant seed yield. Among qualitative characters maximum variation has been observed for pod string and minimum for pod tip curve. According to results of simple correlation, multiple regression and path analysis; pod number per plant, 100 seed weight and seed number per plant as components of yield had the greatest impact on performance of single plant seed yield. During principal component analysis 67.60% of recorded traits variations were due to four factors.

Key words: Agronomic traits, Common bean, Genetic diversity, Heritability, Morphological traits, Multivariate analysis

*** Corresponding Author:** Tel.: 02632701260, Mobile: 09123308156

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۵۰-۴۳، نیمهٔ اول۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 43-50

مطالعهٔ بیان ژن *Cu/znSOD* و فعالیت آنزیم SOD در ژنوتیپ‌های نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت تنش خشکی

سیدرضا هاشمی[1*]، سعید ملک‌زاده شفارودی[2]، سیدحسن مرعشی[2] و علی گنجعلی[3]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد بیوتکنولوژی، گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- به‌ترتیب استادیار و دانشیار گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۱۸

چکیده

نخود عمدتاً در نظام‌های کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک کشت می‌شود و تنش خشکی، عامل اصلی محدودکنندهٔ عملکرد این گیاه محسوب می‌شود. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تنش خشکی بر روی بیان ژن *Cu/znSOD* با استفاده از تکنیک Real time PCR اجرا شد. برای نرمال‌سازی داده‌ها از ژن خانگی *Elongation factor* استفاده شد و با روش اندازه‌گیری نسبی، داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای یافتن رابطه محتمل بین سطح مولکولی و فیزیولوژیک اثرات تیمارها، میزان پروتئین کل محلول برگی و همچنین میزان فعالیت آنزیم SOD (EC: 1.15.1.1) اندازه‌گیری شد. تنش رطوبتی با ۳۰درصد ظرفیت زراعی در مرحلهٔ گلدهی اِعمال گردید و نمونه‌برداری در سه زمان قبل از تنش، ۴۸ساعت بعد از تنش و ۲۴ساعت بعد از آغاز دورهٔ بازیابی‌گیاه، صورت گرفت. این تحقیق با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج آنالیز داده‌های Real time PCR حاکی از آن بود که بیان ژن *Cu/znSOD* در ژنوتیپ متحمل بین‌المللی (MCC877)، نسبت به دو ژنوتیپ کاندیدای متحمل (MCC696) و ژنوتیپ حساس (MCC759) در شرایط کنترل، بیشتر بود ($P< 0.05$). مطابق با برخی از نتایج مطالعات گذشته، میزان بیان ژن *Cu/znSOD* نسبت به شاهد، در زمان بعد از تنش خشکی کاهش داشت و در دورهٔ بازیابی گیاه نسبت به شاهد، روند افزایشی پیدا کرد. اندازه‌گیری میزان پروتئین‌های کُل محلول برگی و همچنین فعالیت آنزیم SOD تحت تیمارهای خشکی و SA نسبت به شرایط کنترل، تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، نخود زراعی، *Cu/znSOD*، SOD

مقدمه

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) گیاهی خودگرده‌افشان، یک‌ساله، دیپلوئید (n2=x2=۱۶) و دارای ژنوم کوچک (Mb 740) است (Roorkiwal & Sharma, 2012). نخود با تولید جهانی معادل ۸میلیون‌تُن، سومین حبوبات مهم دنیا می‌باشد. این گیاه همچنین جایگاه نخست آسیا و مناطق شمال آفریقا را دارا می‌باشد (Malhorta & Saxena, 2002). نخود، یک لگوم سرمادوست است که می‌تواند در مناطق گرمسیری نیمه‌خشک کشت‌وکار شود. انتشار این محصول در منطقه مدیترانهٔ کهن، بین مراکش در غرب تا هیمالیا در شرق، گزارش شده است. درحال‌حاضر، نخود در بیش از ۴۰کشور جهان کشت‌وکار می‌شود (Parsa & Bagheri, 2007).

بذر نخود به‌دلیل داشتن ۲۰ تا ۳۰درصد پروتئین، ۴۰درصد کربوهیدرات و ۳ تا ۶درصد روغن، از گیاهان مهم در کشاورزی محسوب می‌شود. نخود، اغلب در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان تحت شرایط دیم کشت می‌شود؛ بنابراین تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدودکنندهٔ عملکرد، به‌شمار می‌رود (Millan *et al*., 2006).

در ایران، نخود معمولاً در مناطقی کشت می‌شود که رطوبت خاک در انتهای فصل رسیدن گیاه، محدودکنندهٔ تولید است و گیاه با خشکی انتهای فصل مواجه می‌شود. در چنین مناطقی سازوکارهای کارآمد مرتبط با ریشه و اندام هوایی در ثبات عملکرد موثر خواهند بود. به‌طورکلی در برنامه‌های اصلاح کلاسیک برای مقاومت به خشکی دو روش مورد توجه است. روش اول، یک روش تحلیلی است که گزینش بر اساس صفات مقاومت به خشکی انجام می‌شود و دوم، روش تجربی است که در این روش گزینش بر اساس عملکرد دانه انجام می‌شود. استفاده توأم از این دو روش برای گزینش ارقام و ژنوتیپ‌های

* **نویسنده مسئول:** اسفراین، خیابان شهیدمنفردی۷، پلاک۶۳. کُد پستی: ۹۶۶۱۹۷۶۴۴۳، همراه: ۰۹۱۵۸۸۴۷۲۷۸، تلفن: ۰۵۸۵۷۲۲۷۲۱۸
rhashemi83@yahoo.com

متحمل به خشکی منجر به حصول نتایج مؤثرتری خواهد شد (Parsa & Bagheri, 2007). تنش خشکی به‌وسیلهٔ تغییر فعالیت آنزیم‌ها و تغییر در نرخ فتوسنتز گیاه و وضعیت آب برگ، باعث کاهش رشد گیاه می‌شود. برگ‌ها حساس‌ترین اندام گیاه نسبت به سایر اندام‌ها در تنش خشکی می‌باشند. کاهش رشد برگ و در نتیجه کاهش تعرق، یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های مواجههٔ گیاهان با خشکی است (Jaleel *et al.*, 2007).

تنش‌های غیرزیستی از طریق ایجاد تغییراتی در مسیر متابولیسم کربوهیدرات‌ها بر افزایش یا کاهش سطح بیان ژن‌های مربوطه، اثرگذار می‌باشند (Gupta & Kaur, 2005) بنابراین باعث القای بیان و یا ممانعت از بیان ژن‌های خاصی می‌شوند (Kasuga *et al.*, 1999)، لذا شناسایی ژن‌های کاندیدای مربوطه درلاین‌های متحمل و حساس به کمک ارزیابی تغییرات بیان ژن‌ها در حالت اِعمال تنش نسبت به حالت بدون تنش، برای اجرای برنامه‌های افزایش مقاومت گیاه نخود زراعی به تنش خشکی می‌تواند نقطهٔ آغاز بسیارمناسبی باشد. مطالعهٔ واکنش این ژن‌ها در ژنوتیپ‌های مورد بررسی به اِعمال تنش خشکی، با هدف انتخاب برای ژنوتیپ‌های متحمل صورت می‌گیرد و همچنین معرفی ژن‌های مؤثر در مقاومت به تنش خشکی، می‌تواند نقطهٔ شروعی برای تولید گیاهان تراریخته باشد.

تحقیق حاضر به تفاوت بیان ژن *Cu/znSOD*، کُدکنندهٔ آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز، که اولین سدّ دفاعی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن است، می‌پردازد. در این تحقیق با استفاده از تکنیک Real time PCR میزان بیان ژن تحت شرایط تنش خشکی و بدون خشکی در سه ژنوتیپ منتخب گیاه نخود زراعی اندازه‌گیری شده است. مطالعهٔ بیوشیمیایی در جهت ارتباط احتمالی نتایج مولکولی و بیوشیمیایی نیز صورت گرفت. از آنجایی که محصول نهایی ژن مورد مطالعه در این تحقیق، آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز است، لذا جهت شناسایی ارتباط احتمالی سطح بیان ژن با فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز، فعالیت آنزیم مذکور نیز اندازه‌گیری شد. برای آنالیز داده‌های حاصل از فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز که توسط دستگاه اسپکتوفتومتری اندازه‌گیری شد، میزان پروتئین کُلّ محلول برگی نیز توسط دستگاه مذکور بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی

جهت بررسی میزان بیان ژن *Cu/znSOD* تحت شرایط تنش خشکی و ارتباط احتمالی میزان بیان این ژن با میزان فعالیت آنزیم SOD تحت شرایط مذکور، سه ژنوتیپ مختلف شامل ژنوتیپ متحمل بین‌المللی (MCC877)، ژنوتیپ کاندیدای متحمل (MCC696) و ژنوتیپ حساس (MCC759) انتخاب و بذور آنها از بانک بذر پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دریافت شد. این MCC877 با نام بین‌المللی ICC4958، به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ نخود به تنش خشکی شناخته می‌شود (Millan *et al.*, 2006). این ژنوتیپ، دارای تیپ دسی بوده و سایر ژنوتیپ‌های انتخابی، تیپ کابلی داشتند. دو لاین MCC696 و MCC759، به‌ترتیب ژنوتیپ‌های‌کاندیدای بومی متحمل و حساس معرفی شده بودند (Ganjeali *et al.*, 2011). در آزمایش‌های مذکور، شاخص‌های کمّی مقاومت و حساسیت به تنش خشکی محاسبه شده و از نتایج آنها در انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب برای تحقیق جاری بهره گرفته شد. ژنوتیپ MCC696 که از نظر شاخص‌های مقاومت و پاسخ به خشکی از سایرین برتر بود، به‌عنوان کاندیدای مقاومت به خشکی و ژنوتیپ MCC759 با دارابودن ضعیف‌ترین شاخص‌ها از قبیل شاخص‌های کمّی مقاومت و حساسیت به تنش خشکی، به‌عنوان کاندیدای حساسیت نسبت به تنش خشکی معرفی شدند (Ganjeali *et al.*, 2011).

خاک مورد استفاده برای کشت، با نسبت مساوی از مخلوط خاک‌برگ، ماسهٔ بادی سرندشده و خاک باغچه تهیه شد. به‌دلیل این‌که مسیرهای پاسخ سیگنال‌های خشکی و شوری در بسیاری از موارد همپوشانی دارند، نمونه‌ای از خاک برای تعیین هدایت الکتریکی (EC) در گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی مورد آزمایش قرار گرفت. از آن جایی که EC بیش از ۴۰۰۰میلی زیمنس، شور محسوب می‌شود و نتیجهٔ آزمایش ۴۷۰۰میلی زمینس تعیین شد، بنابراین خاک پس از توزیع در گلدان‌ها و پیش از کاشت، چندبار مورد آبشویی سنگین قرار گرفت تا EC آن به حد متعادل برسد. جهت کاشت از ۹۰گلدان مشابه استفاده شد که مجموع وزن هر گلدان با خاک، سه‌کیلوگرم بود. در هر گلدان، پنج بذر به‌طور یکسان در تمامی تیمارها کشت شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌اجرا درآمد. سه ژنوتیپ نخود در دو سطح تنش خشکی به‌ترتیب شامل۸۰درصد ظرفیت زراعی (شاهد بدون تنش) و ۳۰درصد ظرفیت زراعی (تنش خشکی)، و زمان نمونه‌برداری از برگ‌ها در سه‌سطح شامل قبل از تنش، ۴۸ساعت بعد از اِعمال تنش و ۲۴ساعت بعد از آغاز دورهٔ بازیابی، مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از سبزشدن گیاهان در هر گلدان، بوته‌ها در اوایل

مرحلهٔ رشد سریع و قبل از گل‌دهی، تُنک شده و به یک‌بوته در هر گلدان کاهش یافت. این آزمایش در سال ۱۳۹۰ انجام شد.

در تحقیق جاری، اِعمال تنش خشکی بر اساس ظرفیت زراعی صورت گرفت، پیش از کاشت، ظرفیت زراعی به‌صورت دقیق اندازه‌گیری شد. برای این کار از پنج‌گلدان که آنها نیز با خاکِ تهیه‌شده جهت کاشت، پُر شده بودند و وزن دقیق آنها به سه‌کیلوگرم (W1) رسیده بود، استفاده شد. این گلدان‌ها به‌صورت کاملاً اشباع، آبیاری‌شدند، به‌صورتی‌که آب، روی سطح خاک ایستاده و از سوراخ‌های کف گلدان خارج شد و برای ممانعت از تبخیر به‌صورت سرپوشیده، در محیط سایه قرار گرفتند. وزن آنها پس از گذشت ۲۴ساعت، مجدداً تعیین شد. به‌علت بالابودن رطوبت نسبی گلخانه، توزین در ساعات ۴۸ و ۷۲ساعت نیز صورت گرفت، تا زمانی‌که آب ثقلی کاملاً خارج و وزن گلدان‌ها (W2) ثابت شد. تفاضل دو عدد میزان رطوبت گلدان، درصد ظرفیت زراعی می‌باشد. پنج گلدان به‌منزلهٔ پنج تکرار برای تعیین ظرفیت زراعی می‌باشند که برای کاهش خطا در تعیین ظرفیت زراعی، از میانگین اعداد حاصل از آنها استفاده شد. تنش خشکی که در این آزمایش اِعمال شد، معادل ۳۰درصد ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد. اعمال تنش خشکی به گیاهان، در مرحلهٔ گلدهی صورت پذیرفت. پیش از اِعمال تنش خشکی، گلدان‌ها توزین شده و وزن آنها به‌صورت ثابت در حالت ۸۰درصد ظرفیت زراعی نگه داشته شد.

بررسی ترانس‌کریپتومی ژن *Cu/znSOD* در ژنوتیپ‌های مختلف گیاه نخود تحت شرایط تنش خشکی

نمونه‌برداری از گیاهان، در سه مرحلهٔ مختلف شامل پیش از اِعمال تنش با ظهور گل‌ها در هر ژنوتیپ، ۴۸ساعت بعد از اِعمال تنش و ۲۴ساعت بعد از آغاز دورهٔ بازیابی گیاه، صورت گرفت. دو برگ مرکب ما قبل آخر، به‌وسیلهٔ قیچی از گیاه جدا شد و بلافاصله در نیتروژن مایع قرار گرفت. سپس، نمونه‌ها به فریزر ۸۰-درجهٔ سانتی‌گراد منتقل شدند.

استخراج RNA

از نمونه‌های فریزشده با روش سیترات سدیم، RNA استخراج شد (Sanchez & Carbajosa, 2008).

حذف DNA با تیمار DNase

به‌منظور حصول RNA خالص، RNAهای استخراج‌شده با استفاده از آنزیم DNase 1 شرکت Fermentas (USA, 2001)، طبق دستورالعمل شرکت سازنده مورد تیمار قرار گرفتند.

تعیین غلظت و کیفیت RNA با نانودراپ

جهت تعیین غلظت و کیفیت نمونه‌های RNA، نانودراپ (Nanodrop 2000 spectrophotometer) نمونه‌ها با نسبت‌های ۲۶۰/۲۳۰ و ۲۶۰/۲۸۰ انجام شد. غلظت داده‌شده توسط دستگاه، برای ساخت cDNA مورد استفاده قرار گرفت.

سنتز رشته مکمل cDNA

به‌منظور سنتز cDNA از کیت Fermentas (USA, 2000) طبق دستورالعمل شرکت سازنده استفاده شد.

طراحی آغازگر

برای طراحی آغازگر مناسب از توالی mRNA ی ژن SOD مربوط به *Cicer arietinum* (AJ012739) با استفاده از نرم‌افزار Primer Premier 5 استفاده شد. ژن خانگی *Elongation factor* (AJ004960.1) به‌عنوان ژن کنترل داخلی در سنجش بیان ژن مورد استفاده قرار گرفت (جدول۱).

جدول۱- پرایمرهای مورد استفاده

Table 1. Primers used in this study

آغازگر Primer	توالی آغازگر Primer sequence	اندازه محصول Product size	دمای اتصال Annealing temperature
Cu/zn SOD-F	5TAACTTCAGTCAGGAGGGAG3´	277bp	47
Cu/zn SOD-R	´GGAGTTTGGTCCAGTGAGA35		
Elongation factor-F	5CTCCAAGGATGACCCTGCTAA3´	101bp	47
Elongation factor-R	´CGAGGACTGGGGCATAACC35		

تجزیه و تحلیل الگوی بیان ژن *Cu/znSOD* با استفاده از Real time PCR

در این آزمایش به‌منظور نرمال‌کردن داده‌ها، از ژن خانگی *Elongation factor* به‌صورت کنترل درونی استفاده شد. برای انجام Real time PCR از آغازگرهای اختصاصی جدول۱ برای تکثیر ژن هدف و ژن خانه‌دار استفاده شد. برنامهٔ حرارتی مطابق جدول۲ به دستگاه داده شد. اجزای واکنش به‌صورت مسترمیکس سایبرگرین ۱۲/۵ میکرولیتر، آغازگر رفت‌وبرگشت هر کدام ۰/۵میکرولیتر، نمونه cDNA ۲/۵میکرولیتر، آب دوبار تقطیر ۹میکرولیتر و در حجم کل ۲۵میکرولیتر آماده شد.

جدول۲- چرخه دمایی واکنش Real time PCR
Table 2. Reaction temperature cycle in Real time PCR

چرخه Cycle	زمان Time	دما Temperature (°C)	مرحله Stage
1	10 min	95	واسرشت اولیه (Primary denature)
40	15 s	95	واسرشت ثانویه (Secondary denature)
	30 s	47	اتصال (Annealing)
	30 s	72	بسط (Extension)
1	7 min	72	بسط نهایی (Final extension)

در نهایت، محصولات PCR بر روی ژل آگارز یک‌درصد مشاهده شدند تا از تکثیر اختصاصی ژن با اندازه موردنظر اطمینان حاصل گردد. از آنجایی که ژن موردنظر دارای اینترون می‌باشد، با توجه به تفاوت اندازهٔ محصول cDNA و DNA پس از روی‌ژل‌بُردن محصولات PCR، عدم آلودگی cDNA به DNA ژنومی تأیید شد. واکنشReal time PCR در۴۰چرخه و حجم نهایی۲۰میکرولیتر در دستگاه ABI PRISM 7300 Real time Amplification Thermal Cycling System صورت گرفت. با استفاده از فرمول ΔΔ CT تغییرات بیان ژن نسبت به نمونه‌های شاهد محاسبه گردید.

برای cDNAی مربوط به هر آزمایش، سه تکرار تکنیکی گذاشته شد که این تکرارها در آزمون آماری مورد استفاده قرار گرفتند. سپس داده‌ها با آزمون توکی در نرم‌افزارJMP4 در سطح معنی‌داری ۵درصد، مقایسه میانگین شد.

روش استخراج و سنجش پروتئین‌های محلول در بافت گیاهی

پروتئین‌های محلول (سیتوپلاسمی) با کمک بافر فسفات پتاسیم ۰/۱مولار (pH=۷/۴) در دمای ۴-۰درجهٔ سانتی‌گراد با نسبت w/v (1:20) استخراج شدند. مقدار پروتئین در طول موج۶۶۰نانومتر با کمک اسپکتروفتومتر و به‌روش (Lowry, 1951) اصلاح‌شده، اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد با کمک آلبومین سرم گاوی رسم گردید و در نهایت غلظت پروتئین بر حسب گرم در۱۰۰گرم وزن تر نمونهٔ گیاهی محاسبه شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز

برای اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم از روش (Beauchamp & Fridovich, 1971) استفاده شد. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از سنجش مهار احیای نوری نیتروبلوتترازولیوم (NBT) در طول موج ۵۶۰نانومتر انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

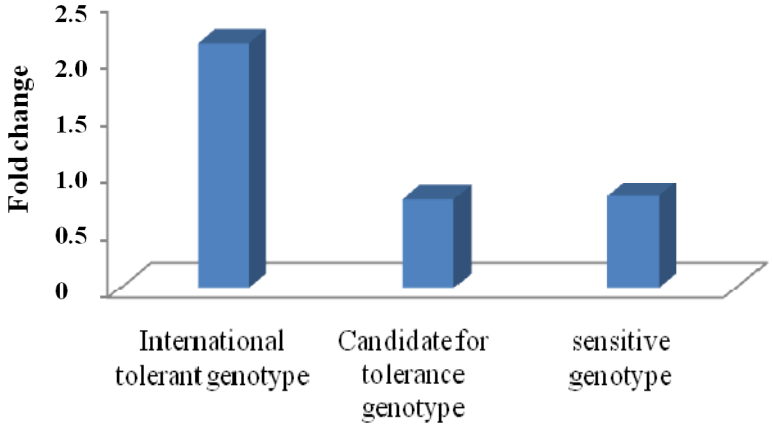
برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش‌های بیوشیمیایی، از نرم‌افزارهای Excel و JMP استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون توکی در سطح معنی‌داری $P< 0.05$ صورت گرفت.

نتایج و بحث

بررسی اثر ژنوتیپ در میزان بیان ژن *Cu/znSOD*

در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در بیان ژن *Cu/znSOD* بین ژنوتیپ متحمل بین‌المللی و دو ژنوتیپ حساس به خشکی و کاندیدای متحمل دیده شد. در شرایط کنترل، بیان ژن مذکور در ژنوتیپ متحمل بین‌المللی نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بیشتر بود (شکل ۱). از آنجایی‌که ژن *Cu/znSOD* یک ژن پُراهمیت در تنش خشکی محسوب می‌شود، افزایش بیان این ژن در ژنوتیپ متحمل بین‌المللی که یک ژنوتیپ مقاوم به خشکی است، دور از انتظار نبود. احتمالاً

این نتیجه مؤید این مطلب است که ژنوتیپ متحمل بین‌المللی، در شرایط نرمال، سطح بیان ژن *Cu/znSOD* را برای مقابله با تنش خشکی، بالا نگه می‌دارد.



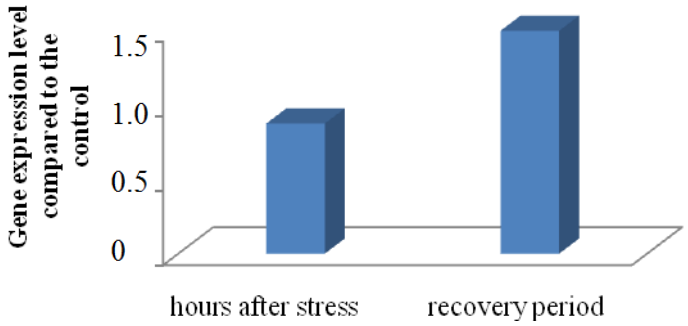
شکل۱- بیان نسبی ژن *Cu/znSOD* در سه ژنوتیپ در شرایط کنترل

Fig. 1. Relative gene expression of *Cu/znSOD* in three genotypes in control condition

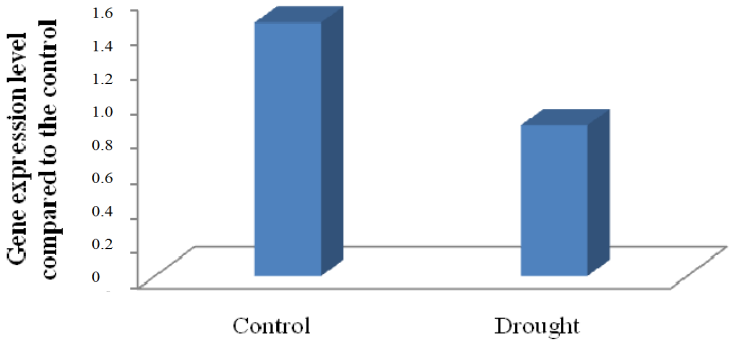
بررسی اثر تنش خشکی و زمان نمونه‌برداری در بیان ژن *Cu/znSOD*

در شرایط تنش خشکی، روزنه‌ها متعاقب افزایش غلظت ABA در سلول‌های مزوفیل برگ، بسته می‌شوند و به‌دنبال آن، غلظت CO_2 در بافت مزوفیل کاهش می‌یابد. در این شرایط، واکنش‌های تاریکی فتوسنتز متوقف شده و محصولات حاصل از واکنش‌های روشنایی (ATP و NADPH)، مصرف نمی‌شوند. در چنین شرایطی به‌دلیل عدم اکسیداسیون مولکول NADPH، مصرف NADP+ جهت دریافت الکترون کاهش می‌یابد. بنابراین مولکول اکسیژن در مسیر زنجیرهٔ انتقال الکترون به‌عنوان پذیرندهٔ الکترون عمل می‌کند و رادیکال آزاد سوپر اکسید تولید می‌شود (Sairam & Saxena, 2000) . این گونه‌های فعال اکسیژن به‌عنوان پیام‌رسان، در مسیر انتقال پیام تنش‌های غیرزیستی ایفای نقش می‌کنند. در ساعات اولیه تنش که سطح بیان فاکتورهای رونویسی بالاست، احتمالاً این فاکتورهای رونویسی، باعث افزایش بیان ژن‌های تأخیری که در ارتباط با تنش خشکی از جمله *Cu/znSOD* هستند، می‌شوند. افزایش پروتئین‌های پاسخ به تنش در نتیجهٔ بیان ژن‌های مرتبط، احتمالاً مهار پس‌نورد را به‌دنبال خواهد داشت که در نتیجهٔ آن، بیان ژن‌های فاکتورهای رونویسی مانند دهیدرین‌ها، کاهش خواهد یافت. کاهش بیان ژن‌های فاکتورهای رونویسی، احتمالاً کاهش بیان ژن‌های تأخیری از جمله *Cu/znSOD* را در ساعت‌های بعدی تنش، به‌دنبال خواهد داشت.

احتمالاً فاکتورهای رونویسی که بیان ژن‌های تأخیری ازجمله *Cu/znSOD* را کنترل می‌کنند، در ساعات اولیهٔ تنش افزایش بیان دارند و روند کاهشی را در ساعات بعدی، در پی خواهند داشت. ارتباط بین دهیدرین‌ها و ژن *Cu/znSOD* توسط تحقیقات قبلی تأیید شده است (Uno *et al.*, 2000; Jiang & Zhang, 2002) . در این تحقیق نیز بیان ژن *Cu/znSOD* در زمان ۴۸ساعت بعد از تنش خشکی نسبت به شاهد،کاهش پیدا کرد و در دورهٔ بازیابی گیاه روند افزایشی نشان داد (شکل ۲). نتایج تحقیق روی برگ‌های گیاه *Kentucky bluegrass* در رابطه با بیان ژن *Cu/znSOD* در سه زمان نمونه‌برداری قبل از تنش، ۴۸ساعت بعد از تنش و دورهٔ بازیابی گیاه منطبق با نتایج این تحقیق بود (Bian & Jiang, 2009). همچنین Nistal *et al*, (2002) نشان دادند که تیمار خشکی در گیاه نخود باعث کاهش بیان ژن *Cu/znSOD* شده است. در این تحقیق نیز منطبق با نتایج این پژوهشگران، تیمار تنش خشکی باعث کاهش بیان ژن *Cu/znSOD* شد (شکل ۳).



شکل۲- بیان نسبی ژن *Cu/znSOD* در زمان‌های نمونه‌برداری ۴۸ساعت بعد از تنش خشکی و ۲۴ساعت بعد از دورهٔ بازیابی
Fig. 2. Relative gene expression of *Cu/znSOD* in sampling times of 48 hours after drought stress and 24 hours after recovery period



شکل۳- بیان نسبی ژن *Cu/znSOD* در شرایط تنش خشکی (۴۸ساعت بعد از تنش) نسبت به کنترل
Fig. 3. Relative gene expression of *Cu/znSOD* in drought stress condition (48 hours after stress) than control

بررسی اثر تنش خشکی روی میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و پروتئین کل محلول برگی

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز نداشت. این نتیجه منطبق با نتایج Nistal *et al*, (2002) بود. آنها اعلام کردند که تحت تنش خشکی، فعالیت آنزیم SOD تغییر نکرد. همچنین Bian & Jiang (2009) گزارش کردند که فعالیت آنزیم SOD در برگ‌ها بدون تغییر ماند که این نتیجه نیز منطبق با نتایج این تحقیق بود.

برخی از تحقیقات برخلاف نتایج مذکور، اعلام کردند که تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی نخود باعث کاهش فعالیت آنزیم SOD می‌شود (Rahbarian, 2011). برخلاف این گزارش، Diaz *et al,* (2005) و Jaleel *et al,* (2007) افزایش فعالیت آنزیم SOD تحت تنش خشکی را گزارش کردند.

با این اوصاف، این فرضیه که پاسخ آنزیم SOD به تنش رطوبتی متغیر است، تقویت می‌شود. این فرضیه در برخی دیگر از تحقیقات (Nistal *et al.*, 2002) گزارش شده است.

میزان پروتئین‌های کُل محلول برگی تحت تیمار تنش خشکی، معنی دار نشد. این نتایج با برخی از نتایج تحقیقات گذشته همخوانی نشان داد. Rahbaarian (2011) اعلام کرد که پروتئین کل محلول برگی در ژنوتیپ MCC877 در شرایط تنش خشکی و بدون تنش، تغییر معنی‌داری نداشته است.

نتیجه‌گیری

آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز کـه محصـول ژن *Cu/znSOD* است، به‌عنوان اولین خط دفاعی در برابر گونه‌های فعـال اکسـیژن ناشی از تنش‌های غیرزیستی، ایفای نقـش مـی‌کنـد. لـذا در ایـن تحقیـق، واکـنش اولـین خـط دفـاعی گیاهـان در سیسـتم‌هـای آنتی‌اکسیدان مورد بررسی قرار گرفـت. بیـان ژن *Cu/znSOD* در شرایط کنترل، در ژنوتیپ متحمل بین‌المللی نسبت به دو ژنوتیـپ کاندیدای متحمل و ژنوتیپ حساس، بیشتر بود. از آنجایی‌کـه ایـن ژن، یک ژن پُراهمیت در تنش خشـکی محسـوب مـی‌شـود، لـذا افزایش بیان این ژن در ژنوتیپ متحمل بین‌المللی که یک ژنوتیپ مقاوم به خشکی اسـت، دور از انتظـار نبـود. بـر اسـاس بعضـی از تحقیقات گذشته نیز این ژن در زمان‌های قبل از تنش، ۴۸سـاعت بعد از تنش و دورهٔ بازیابی گیاه، میزان بیان متفاوتی را نشـان داده بود. در نتایج تحقیقات حاضر نیز در زمان ۴۸ساعت بعد از تـنش خشکی، میزان بیان این ژن نسبت به شـاهد کـاهش داشـت و در دورهٔ بازیابی گیاه، روند افزایشی نسبت به شاهد پیدا کرد.

منابع

1. Beauchamp, C., and Fridovich, I. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and applicable to acryl amide gels. Annu. Biochem. 44: 276-287.
2. Bian, S., and Jiang, Y. 2009. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of *Kentucky bluegrass* in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulturae 120: 264-270.
3. Diaz, P., Monza, J., and Marquez, A. 2005. Drought and saline stress, Lotus japonicus, Handbook 39-50.
4. Ganjeali, A., Porsa, H., and Bagheri, A. 2011. Assessment of Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms for drought tolerance. Agricultural Water Manangement 98: 1477-1484.
5. Gupta, A., and Kaur, N. 2005. Sugar signaling and gene expression in relation to carbohydrate metabolism under abiotic stresses in plants. J. Biosci. 30: 761-776.
6. Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2007. Induction of drought stress tolerance by ketoconazole in *Catharanthus* roseus is mediated by enhanced antioxidant potentials and secondary metabolite accumulation. Colloids Surf B Biointerfaces 60: 201-206.
7. Jiang, M., and Zhang, J. 2002 . Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. J. Exp. Bot. 53: 2401-2410.
8. Kasuga, M., Liu, Q., Miura, S., Yamaguchi-Shinozaki, K., and Shinozaki, K. 1999. Improving plant drought, salt and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. Nature Biotechnology 17: 287-291.
9. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randapp, R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biological Chemistry 191: 265-275.
10. Malhorta, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea, ICARDA Caravan 17: 20-22.
11. Millan, T., Clarke, H.J., Siddique, K.H.M., Buhariwalla, H.K.B., Gaur, P.M., Kumar, J., Gil, J., Kahl, G., and Winter, P. 2006. Chickpea molecular breeding, new tools and concepts. Euphytica 147: 81-103.
12. Nistal, J.H., Dopico, B., and Labrador. 2002. Cold and salt stress regulates the expression and activity of a chickpea cytosolic Cu/Zn superoxide dismutase. Plant Science 163: 507-514.
13. Parsa, M., and Bagheri, A. 2007. Pulses. Publications Mashhad University Jihad. p. 65 & 106.
14. Rahbarian, R. 2011. Morphological and physiological and biochemical markers for evaluating the achievement of drought tolerant genotypes of chickpea. Ph.D. Thesis. Tarbiat Moallem University. p. 182 & 152.
15. Roorkiwal, M., and Sharma, P.C. 2012. Sequence similarity based identification of abiotic stress responsive genes in chickpea. Bioinformation 8: 92-97.
16. Sairam, R.K., and Saxena, D.C. 2000. Oxidative stress and antioxidant in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 55-61.
17. Sanchez. L.O., and Carbajosa, J.V. 2008. DNA-free RNA isolation protocols for *Arabidopsis thaliana* including seeds and siliques. Biomed Centerl. 1: 93.
18. Uno, Y., Furihata, T., Abe, H., Yoshida, R., Shinozaki, K., and Yamaguchi-Shinozaki, K. 2000. Arabidopsis basic leucine zipper transcription factors involved in an abscisic acid-dependent signal transduction pathway under drought and high-salinity conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 97: 11632-11637.

Study of gene expression pattern of *Cu/znSOD* and SOD enzyme activity under drought treatment in tolerant and sensitive lines of Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Hashemi[1*], S.R., Malekzadeh Shafaroudi[2], S., Marashi[2], S.H. & Ganjeali[3], A.

1. MSc. Student of Biotechnology and Plant Breeding, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad
2. Faculty members of Biotechnology and Plant Breeding Department, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad
3. Department of Biology, College of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; ganjeali@um.ac.ir

Received: 22 August 2012
Accepted: 8 May 2013

Abstract

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is mainly cultivated in arid and semi-arid agricultural systems. Drought stress is a major factor delimiting maximum yield. This research evaluated the effects of drought stress treatments on expression of *Cu/znSOD* as a gene involving in drought tolerance by Real time PCR technique. To find the probable relationship between the molecular and physiological effects of treatments, total soluble leaf protein and enzyme activity of SOD (EC: 1.15.1.1) were measured. Drought stress was applied by 30% of field capacity in flowering stage. Sampling was arranged on three times; pre stress, 48 hours after stress and 24 hours after recovery period. This study conducted as a factorial experiment in randomized complete block design with three replications. Real time PCR data analysis indicated that the expression of *Cu/znSOD* between the two genotypes, candidate for tolerance (MCC696) and sensitive genotype (MCC759) was not significantly different from control condition. But the gene expression of *Cu/znSOD* in international genotype (MCC877) was more than other two genotypes in control condition. Consistent with some previous research results, gene expression levels of *Cu/znSOD* was reduced in two days after drought time than control, and increased in recovery stage compared to control plants. The measurement of total soluble leaf proteins and SOD enzyme activity under drought condition treatments revealed no significant difference compared to control conditions.

Key words: Chickpea, Drought stress, Enzyme superoxide dismutase, The gene *Cu/znSOD*

*** Corresponding Author:** rhashemi83@yahoo.com, Tel.: 05857227218, Mobile: 09158847278

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۵۸-۵۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 51-58

بررسی تأثیر تلقیح سویه‌های مختلف ریزوبیومی و مصرف کود بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود بومی نیشابور درخراسان‌رضوی

محمد قاسم‌زاده گنجه‌ای[1*] و احمد اصغرزاده[2]

۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی خراسان‌رضوی
۲- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات خاک‌وآب

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۱۸

چکیده

به‌منظور بررسی کارآیی تلقیح بذر نخود با سویه‌های مختلف ریزوبیوم و همچنین کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد محصول نخود، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی نیشابور واقع دراستان خراسان‌رضوی انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۳تیمار که ۹تیمار شامل سویه‌های برتر باکتری معرفی‌شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک‌وآب (15، 14، 13، 12، 9، 6، 3، 2،1 SWRI) و دو تیمار مصرف ۷۰ و ۱۴۰میلی‌گرم بر کیلوگرم نیتروژن بدون تلقیح از منبع کود اوره و یک تیمار مصرف کود سولفات روی به‌میزان ۲۵کیلوگرم در هکتار و نیز شاهد (عُرف زارع) در چهار تکرار اجرا شد. براساس نتایج، تفاوت‌های معنی‌داری در بین تیمارها از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. تیمار تلقیحی SWRI12 بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را تولید نمود که نسبت به تیمار شاهد، ۷۷ تا ۱۳درصد و نسبت به تیمارهای فاقد تلقیح، ۲۵ تا ۴۰درصد افزایش عملکرد داشت. از نظر تعداد و وزن گره‌ها، تیمارهای تلقیحی از وضعیت بهتری برخوردار بودند و حداکثر تعداد گره در تیمار تلقیحی SWRI12 با میانگین ۱۲/۷۵گره و در تیمارکودی نیتروژنه با مقدار کم با میانگین ۳/۵ گره کمترین تعداد را داشت. از نظر درصد نیتروژن، تیمار SWRI15 با ۴/۵درصد نیتروژن، بالاترین درصد را دارا بود. در مجموع دو سال، استفاده از مایه‌تلقیح در تمامی موارد سبب افزایش وزن خشک، درصد نیتروژن و عملکرد محصول گردید که این مقدار از ۷درصد (سویه SWRI3) تا ۲۵درصد (سویه SWRI2) متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: ریزوبیوم، عملکرد، نخود، نیتروژن

مقدمه

یکی از پایه‌های اساسی کشاورزی پایدار، مدیریت صحیح نیتروژن است. معادل ۸۰درصد از نیتروژن تثبیت‌شده در سیستم‌های زراعی، مربوط به همزیستی بین گیاهان لگوم باگونه‌هایی ازجنس‌های ریزوبیوم، برادی‌ریزوبیوم، مزوریزوبیوم، سینوریزوبیوم و آزوریزوبیوم می‌باشد. گونه‌های مختلف ریزوبیوم دارای میزبان‌های تخصصی هستند (Stephan, 2000). افزایش محصول در واحد سطح و بهبود کیفیت آن می‌تواند از طریق تلقیح این گیاه با مایه‌تلقیح مناسب صورت پذیرد. مطالعهٔ جمعیت مزوریزوبیوم تلقیح‌کنندهٔ نخود در کشورهای هند و پاکستان نشان می‌دهد که با توجه به جمعیت پایین این باکتری‌ها در خاک، افزایش محصول قابل‌توجهی (حدود ۲۰ تا ۵۰درصد) با تلقیح اینکولوم مناسب امکان‌پذیر است (Wani, 1995). درصورتی‌که مقدار نیتروژن قابل‌استفادهٔ خاک زیاد باشد، بقولات از تثبیت زیستی نیتروژن استفاده نخواهند کرد (Singleton, 1993). در خاک‌های برخی از مناطق، تعداد کافی ریزوبیوم برای تثبیت زیستی نیتروژن وجود ندارد (Asgharzadehetal., 1999)؛ بنابراین مایهٔ تلقیح و گیاه باید به نحو صحیحی انتخاب شود تا نتیجهٔ مناسب به‌دست آید (Hill, 1995). از جمله روش‌های تلقیح، پوشش بذر با پایه تلقیح پودری است. ریزوبیوم همراه با بذر، در خاک قرار می‌گیرد و می‌تواند ریشه‌های اولیه را آلوده کند (Horn *et al.*, 1996). تلقیح نخود با مزوریزوبیوم می‌تواند به‌طور متوسط، ۳۴۲کیلوگرم در هکتار افزایش محصول به‌بار آورد (Subba Rao, 1976). دامنهٔ این افزایش در ۱۶منطقه، ۱۰ تا ۳۰کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. نخود، سومین بقول دانه‌ای مورد کشت در جهان و مهم‌ترین بقول دانه‌ای کشت‌شده در ایران بوده و سطح زیرکشت آن در ایران نزدیک

* **نویسنده مسئول:** مشهد، مجتمع کشاورزی طرق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی خراسان‌رضوی، بخش تحقیقات خاک‌وآب، کُد پستی: ۹۱۷۳۵، صندوق پستی: ۴۸۸، همراه: ۰۹۱۵۳۱۷۸۵۳۵، تلفن: ۴-۰۵۱۱۳۸۲۲۳۰۱، farshidganjehie@yahoo.com

به یک‌میلیون هکتار است (Ministry of Jihad-e-Agriculture,2006). باتوجه به اهمیت موضوع در راستای کاهش مصرف کودهای نیتروژن‌دار و بررسی تأثیر تلقیح باکتری و همچنین مصرف نیتروژن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در منطقهٔ خراسان‌رضوی، این تحقیق در ایستگاه تحقیقات نیشابور انجام شد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی نیشابور در قسمت مرکزی استان خراسان‌رضوی با مختصات جغرافیایی ۳۵درجه و۴۰دقیقه و ۳۶ثانیه عرض شمالی و ۵۸درجه و ۱۷دقیقه و۳۰ثانیه طول شرقی بود. خاک محل آزمایش از ردهٔ اریدی‌سول‌ها بود. قبل از انجام آزمایش، نمونهٔ مرکب از خاک مزرعه موردنظر، تهیه و جهت انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی به بخش خاک‌وآب منتقل گردید. نتایج خصوصیات خاک و آب مزرعه در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است. نیتروژن کُل به روش کجلدال (Hinds & Lowe, 1980) فسفر قابل‌جذب به روش اولسن (Jackson, 1958)، پتاسیم قابل‌جذب به روش استات آمونیوم و روی باروش عصاره‌گیر DTPA و قرائت با دستگاه جذب اتمی (Lindsay & Norvell, 1978) اندازه‌گیری شدند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۳تیمار اجرا شد. این تعداد شامل ۹تیمار مشتمل بر سویه‌های برتر باکتری و معرفی‌شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک وآب (15، 14، 13، 12، 9، 6، 3، 2،1 SWRI)، دو تیمار مصرف۷۰ و ۱۴۰میلی‌گرم بر کیلوگرم نیتروژن بدون تلقیح از منبع کود اوره، یک تیمار مصرف کود سولفات روی به‌میزان ۲۵کیلوگرم در هکتار و نیز شاهد (عرف زارع) بودند که در چهار تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند. در این آزمایش از سویه‌های باکتری مزوریزوبیوم خالص‌سازی‌شده از مؤسسه تحقیقات خاک‌وآب استفاده شد. در این روش از محیط کشت دارای آگار (Yeast Mannitol Agar) YMA برای تکثیر باکتری استفاده شد.

تعداد ۱۲سویهٔ تهیه‌شده، از نظرکارآیی تثبیت نیتروژن، در جارلئونارد حاوی شن استریل و محیط بدون نیتروژن، مقایسه شدند تا برترین آنها مشخص شوند. سویه‌های برتر در شرایط ذکرشده بر روی حامل مناسب به‌صورت بسته‌های حاوی مایه‌تلقیح در آزمایش‌های مزرعه‌ای مورد آزمایش قرار گرفتند (Asgharzadeh *et al.*, 1999). لذا در آزمایش‌های اولیه، برتری نسبی یکی از سویه‌ها (SWRI12) (با سه سال آزمایش) در شرایط مزرعه در منطقهٔ نیشابور مشخص گردید که در این تحقیق از آن استفاده شد.

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

Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental location

بافت خاک	روی قابل جذب	مس قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	آهک	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	عمق خاک
Soil texture	**Zn**	**Cu**	**Mn**	**Fe**	**K**	**P**	**N**	**Organic carbon**	**T.N.V**	**pH**	**EC**	**SP**	**Depth**
				(mg.kg^{-1})			%				dsm^{-1}	(%)	(cm)
Silty clay loam	0.64	1.3	7.46	3.16	195	8.0	0.042	0.4	14.9	7.7	0.90	34.0	0-30

تلقیح با روش Sprinkle application بود به‌طوری‌که بذرها پس از آغشته‌شدن با محلول چسباننده، با ماده‌ای تلقیحی مخلوط گردیدند. بعد از خشک‌شدن سطح بذور، به‌سرعت اقدام به کشت شد (Karasu *et al.*, 2009). سولفات روی به‌عنوان منبع روی به مقدار ۲۵کیلوگرم در هکتار و اوره به‌عنوان منبع نیتروژن در مقادیر ۷۰ و ۱۴۰میلی‌گرم بر کیلوگرم در موقع کشت مصرف شدند. بذر نخود توده بومی نیشابور با تراکم ۲۶بوته در مترمربع کاشته شد. فاصلهٔ بین کرت‌ها، ۵۰سانتی‌متر بود و شش خط شش‌متری با فواصل ۳۰سانتی‌متری در هر کرت با چهار تکرار در فواصل دومتری درنظر گرفته شد. برداشت با حذف دو خط کناری و ۱/۵متر از طرفین، از چهار خط به‌طول سه‌متر انجام شد. سپس عملکرد دانه و کاه، درصد نیتروژن و درصد پروتئین در دانه تعیین شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن و روی دانه، نمونه‌های مناسب پس از تهیه و آسیاب‌کردن، به‌ترتیب با روش‌های کجلدال و جذب اتمی، تجزیه شیمیایی و اندازه‌گیری شدند. پس از تجزیه‌واریانس داده‌ها، مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون چنددامنه ای دانکن و نرم‌افزارهای SPSS وMSTATC انجام شد.

جدول ۲ – نتیجه شیمیایی آب

Table 2. Water chemical properties of experimental location

هدایت الکتریکی	اسیدیته گِل‌اشباع	کربنات	بی‌کربنات	کلر	سولفات	مجموع آنیون‌ها	کلسیم	منیزیوم	سدیم	مجموع کاتیون‌ها	نسبت جذب سدیم
EC	pH	Co_3^{-2}	HCO_3^-	CL^-	$SO_4^=$	Total anions	Ca^+	Mg^+	Na^+	Total cations	SAR
(ds/m)			(meq/I)						(meq/l)		
0.65	8.0	ندارد	3.0	1.5	1.3	5.8	2.4	0.8	2.4	5.6	1.9

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک نشان داد که کمبود مواد آلی و کمبود نیتروژن و عناصر کم‌مصرف باتوجه به شرایط آهکی خاک، به‌چشم می‌خورد (جدول ۱). خلاصه نتایج تجزیه واریانس و میانگین عملکرد دانه و کاه، درصد پروتئین، مقدار روی دانه و وزن‌خشک گِرِه در تیمارهای مختلف تلقیح با مزوریزوبیوم و سطوح کودی مورد آزمایش در جدول‌های ۳ و۴ آمده است. تغییرات عملکرد دانه متأثر از تغییرات اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد بوته در مترمربع است.

اجزای عملکرد

تیمارهای آزمایش، تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف داشتند و بر این اساس، تیمار تلقیح مزوریزوبیوم افزایش معنی‌داری در تعداد غلاف در بوته و نیز وزن۱۰۰دانه نسبت به شاهد ایجاد نمودند (جدول ۴). این افزایش در مورد تعداد غلاف در بوته و وزن۱۰۰دانه نشان داد که در بین اجزای عملکرد، تلقیح بر تعداد غلاف در بوته و پس از آن بر وزن۱۰۰دانه مؤثرتر است. همچنین تیمارهای تلقیح بیشترین تعداد غلاف در بوته را حاصل نمودند که نسبت به تیمارهای مصرف نیتروژن و روی اختلاف معنی‌داری داشتند. مصرف نیتروژن از طریق مصرف کود و یا تلقیح بذر با مزوریزوبیوم به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد گیاه تأثیر دارد و با مصرف۵۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌عنوان استارتر و تلقیح ریزوبیومی بذر نخود با سویه‌های مزوریزوبیوم، اجزای عملکرد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. همچنین همبستگی معنی‌داری بین عملکرد و تعداد غلاف در بوته و وزن۱۰۰دانه و تعداد دانه در غلاف به‌دست آمد (Guler *et al.*, 2001).

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

تیمارها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گذاشتند (جدول ۲). در سال اول، تیمار SWRI12 با ۱۰۲۶کیلوگرم در هکتار از لحاظ مقدار محصول و عملکرد بیولوژیک ۲۲۰۱کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد حدود ۳۰درصد افزایش بیشتری داشت. در همزیستی مزوریزوبیوم با نخود، نیتروژن تثبیت‌شده توسط باکتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Koutroubas *et al.*, 2009). تغییرپذیری تعداد غلاف در بوته و وزن۱۰۰دانه در تیمارهای مذکور در نهایت، منجر به تفاوت در عملکرد دانه در تیمارهای آزمایشی شد. در تأیید تأثیر مثبت تلقیح بر عملکرد نخود، محققان در ساسکاچوان و ترکیه نشان دادند که با تلقیح ریزوبیومی، عملکرد دانه نخود، به‌ترتیب دراین دو مکان، ۳۶ و۲۰ درصد افزایش یافت (Stephan, 2000; Kantar *et al.*, 2003).

در تحقیقی مشخص شد که هرچند تفاوت بین عملکرد در دو حالت تلقیح و مصرف کود، معنی‌دار نبود، اما تلقیح باعث صرفه‌جویی در مصرف کود نیتروژن‌دار شد (Saini *et al.*, 2004).

جدول۳- خلاصه تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table3. Analysis of valiance of chickpea yield and yield components

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد گیاه در ۵۰٪ گل دهی به صورت ماده خشک	میانگین مربعات درصد ازت در اندام هوایی در ۵۰٪ گل دهی	کل جذب ازت در گیاه در ۵۰٪ گل دهی	درجه غده بندی
Source of variation	df	Seed yield	Yield stalk	Plant yield at 50% flowering as dry matter	% percent N at shoot in 50% flowering	Total N uptake in plant at 50% flowering	Nodulation level
سال year	1	19.723 ns	23028.8 ns	33781.7**	87.373**	12072.9**	0.321 ns
خطا Error	6	1086.3	7852.4	21928.03	0.666	72.483	0.207
تیمارTreatment	13	22419.2**	17685.1**	17560.6**	0.439*	341.8**	2.455**
تیمار× سال Year*treatment	13	3651.4 ns	5332.4 ns	11074.6 ns	0.199 ns	62.036 ns	0.341 ns
خطا Error	78	3187.4	4007.6	32441.6	0.207	71.214	0.231
ضریب تغییراتC.V		% 6.03	% 4.92	% 13.22	% 16.66	% 22.84	% 14.86

** :معنی دار در سطح ۰،۰۱ **:Significant at 0.01

ns : عدم معنی دار ns:non-significant

جدول ۴- تأثیر تلقیح و سطوح کود بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود

Table 4. The effect of inoculation and fertilizer amounts on chickpea yield and yield components

تیمار treatment	عملکرد دانه Seed yield	شرح تیمار Yield stalk	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار) Plant yield at 50% flowering as dry matter	کل جذب ازت در گیاه در ۵۰٪ گل دهی (کیلوگرم درهکتار) Total N uptake in plant at 50% flowering	درصد ازت در اندام هوایی در ۵۰٪ گل دهی % percent N at shoot in 50% flowering	درجه غده بندی Nodulation level	درجه غده بندی Nodulation level
SWRI 1	945 ABCD	1284.4 AB	1381.1 ABC	34.15 B	2.55 ABC	ABC	3.75
SWRI 2	ABCD 947.5	1307.5 AB	1348.2 ABC	35.39 B	2.67 AB	BCD	3.5 ABC
SWRI 3	1015.1 AB	1355.7 A	1585.5 A	48.54 A	3.08 A	ABC	3.63 ABCDE
SWRI 6	930.6 BCD	1287.2 AB	1346.4 ABC	38.85 AB	2.92 AB	DEF	3 DEF
SWRI 9	882.6 DE	1255 B	1235.2 CD	34.46 B	2.76 AB	DEF	3 DEF
SWRI 12	1026 A	1345.5 AB	1585.2 A	43.61 AB	2.79 AB	AB	4 AB
SWRI 13	ABCD 941.9	1303.7 AB	1322.1 ABC	35.51 B	2.76 AB	BCD	3.5 ABCDE
SWRI 14	890.5 CDE	1272.7 AB	1328.6 ABC	36.75 AB	2.81 AB	CDE	3.31 BCDE
SWRI 15	951 ABCD	1329.4 AB	1543 AB	46.73 AB	3.04 AB	A	4.13 A
ازت ۱ (N1)	972 ABC	1287.5 AB	1408.7 ABC	35.58 B	2.53 BC	FG	2.56 FG
ازت ۲ (N2)	921.7 CD	1256 B	1348.4 ABC	34.92 B	2.65 AB	G	2.13 G
شاهد (سولفات روی)(Znso4)	949 ABCD	1297.2 AB	1355.1 ABC	37.6 AB	2.84 AB	BCD	3.5 ABCDE
شاهد(عرف زارع)(Control)	816.1 E	1164.5 C	1010.9 D	21.38 C	2.14 C	EF	2.81 EF
LSD	% 1=74.53	% = 83.57 1	% 1= 237.8	% 1=11.14	% 5= 0.452	% 5= 0.478	% 1= 0.634
سال اول(First year)					3.61A	3.22	
سال دوم (Second year)					1.85B	3.33	

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از اجرای مزرعه‌ای طرح و اندازه‌گیری مقدار محصول، درصد نیتروژن و دیگر فاکتورها نشان می‌دهد که در سال اول، تیمارهای SWRI3 و SWRI12 معرفی‌شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک‌وآب، با ۱۰۱۵ و ۱۰۲۶ کیلوگرم در هکتار از لحاظ مقدار محصول و درصد نیتروژن با برتری معنی‌داری در سطح ۵درصد نسبت به دیگر تیمارها از جمله تیمارهای نیتروژنه (۱۰۰ و ۲۰۰کیلوگرم در هکتار اوره) در صدر قرار گرفته و به‌ترتیب سبب ۱۹۹ و ۲۱۰کیلوگرم در هکتار افزایش محصول نسبت به شاهد شدند. درسال دوم نیز تقریباً این برتری ادامه یافت و عملکرد تیمارهای تلقیحی SWRI15 و SWRI13 نسبت به سایر تیمارها از برتری نسبی بالایی برخوردار بودند. وضعیت گره‌بندی، هم از لحاظ تعداد و هم از لحاظ وزن‌خشک گره‌ها در تیمارهای تلقیحی نسبت به سایر تیمارها از برتری نسبی بالایی برخوردار بودند. از نظر درصد نیتروژن، تیمار SWRI15 با ۴/۱۵درصد نیتروژن، بالاترین درصد نیتروژن را دارا بود. بیشترِ نیتروژن تثبیت‌شده توسط مزوریزوبیوم در اختیار گیاه میزبان قرار گرفته و باعث افزایش غلظت نیتروژن به‌خصوص در اندام‌های هوایی گیاه می‌شود. در مجموع دو سال آزمایش ملاحظه گردید که استفاده از مایه‌تلقیح نخود در تمامی موارد، سبب افزایش وزن‌خشک، درصد نیتروژن و عملکرد محصول گردید که این افزایش از ۵ تا ۳۰درصد متغیر بود. این افزایش محصول، بیش از اثر مصرف ۲۲۰کیلوگرم اوره در هکتار می‌باشد. بنابراین با استفاده از مایه‌تلقیح، نه‌تنها می‌توان از مصرف کودهای نیتروژنه پرهیز نمود؛ بلکه به‌دلیل اثرات متعدد مایه‌تلقیح ریزوبیومی می‌توان محصول بیشتر و غنی‌تری نیز تولید نمود و این در حالی است که از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری شده و از صرف هزینهٔ کود نیتروژنه نیز پرهیز می‌گردد.

منابع

1. Asgharzadeh, A., and Ghasemzadeh-ganjehie, M. 2011. Reducing nitrogen fertilizers through increasing nitrogen fixation potential in chickpea farming areas. Final Report, Iranian Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran.
2. Asgharzadeh, A., SalehRastin, N., and Mohhammadi, M. 1999. Investigation of potential of symbiosis nitrogen fixation of indigenous *Mesorhizobium ciceri* with two varieties of *Cicer arietinum* in Iran. Iranian Soil and Water Research Institute, Soil Water J. 12: 1-8.
3. Guler, M., Adak, M.S., and Ulukan, H. 2001. Determining relationships among yield and yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European J. Agronomy 14: 161-166.
4. Hinds, A., and Lowe, L.E. 1980. Application of the Berthelot reaction to the determination of ammonium-N in soil extracts and soil digests. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 11: 469-475.
5. Horn, C.P., Dalal, R.C., Birch, C.J., and Doughton, J.A. 1996. Nitrogen fixation in chickpea as affected by planting time and tillage practice. In: Proceeding of the 8th Australian Agronomy Conference, Jan. 28-30, 1996. The University of Toowoomba, Australia. p. 512.
6. Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
7. Koutroubas, S.D., Parageorgiou, M., and Fotiadis, S. 2009. Growth and nitrogen dynamics of spring chickpea genotypes in a Mediterranean-type climate. J. Agric. Sci. 147: 445-458.
8. Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
9. Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 23: 467-474.
10. Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2006. Agricultural Statistics for Agronomy, 2002- 2003. Department of Statistics and Information, Planning and Budget.
11. Saini, V.K., Bhandari, S.C., and Tarafdar, J.C. 2004. Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. Field Crops Research 89: 39-47.
12. Soleymani, R., and Asgharzadeh, A. 2010. Effects of *Mesorhizobium* inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea. Iranian Journal of Pulses Research 1: 1-9.
13. Stephan, K.B. 2000. Evaluation of granular *Rhizobium* inoculant for chickpea. Ph.D. Thesis. University of Saskatchewan, Canada.

14. Subba Rao, N.S. 1976. Field response of legumes in India to inoculation and fertilizer applications. In: P.S. Nutman (Ed.). Symbiotic nitrogen fixation in plants. p. 285-288. Cambridge University Press, London.
15. Wani, S.P., Rupela, O.P., and Lee. K.K. 1995. Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. Plant and Soil 174: 29-49.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 51-58

Effects of rhizobiums sush inoculation and fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) in Khorasan-Razavi

Ghasemzadeh-Ganjehie[1*], M. & Asgharzadeh[2], A.

1. Student of PhD Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Agriculture and Natural Resources Center of Khorassan-Razavi
2. Soil and Water Research Institute

Received: 25 February 2012
Accepted: 8 August 2012

Abstract

In order to evaluate the efficiency of inoculation of chickpea seeds with Mesorhizobium and application of nitrogen on yield and yield components of chickpea an experiment was conducted in Research Station of Neishobour, Khorasan-Razavi. The experiment was conducted in randomized complete block design (RCBD) with four replications and 13 treatments including Mesorhizobium (SWRI 1, 2, 3, 6, 9, 12, 13, 14, 15), nitrogen levels (70 and 140 mg/Kg from urea source), zinc (25 $Kg.ha^{-1}$ from zinc sulphate source), and the control. Results showed that differences of grain and biological yield among treatments were significant ($P<0.01$). The highest grain yield (1026 $Kg.ha^{-1}$) and biological yield was obtained from SWRI12 inoculation. That was 7 to 13 percent greater than control for grain yield while for without inoculation was 25 to 40 percent greater. Maximum number of nodes was obtained SWRI12 treatment (12.75 node per plant), while minimum number of nodes was obtained from 70 mg/Kg N (3.5 node per plant). Maximum nitrogen content was obtained from SWRI12 treatment (4.5 percent). Combine analysis of two years result showed that inoculation treatments increased dry weight, N percent and yield.

Key words: Chickpea, Nitrogen, Rhizobium, Yield

*** Corresponding Author:** farshidganjehie@yahoo.com, Mobile: 09153178535

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۶۸-۵۹، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 59-68

بررسی خصوصیات فنولوژی و مورفولوژی و همبستگی آنها با عملکرد در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه در استان کرمانشاه

مراد شعبان[1*]، سیروس منصوری‌فر[2]، مختار قبادی[2] و سید حسین صباغ‌پور[3]

۱- دانشجوی دورهٔ دکتری علوم و تکنولوژی بذر و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، بروجرد، ایران
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
۳- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۱۴

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اثرات تنش خشکی و کود نیتروژنه بر فنولوژی و مورفولوژی و همبستگی آنها با عملکرد دانهٔ ارقام نخود زراعی اجرا شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار تنش خشکی شامل سطح بدون تنش خشکی (آبیاری کامل)، سطح تنش خشکی متوسط (آبیاری در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و سطح تنش خشکی شدید (بدون آبیاری)، در کرت‌های اصلی قرار گرفت. فاکتور تیمارهای کود نیتروژنه (در دو سطح مصرف‌کود و بدون مصرف کود) و رقم (با چهار رقم آزاد، بیونیج، هاشم و ILC482) در کرت فرعی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد تنش خشکی، اثر معنی‌داری روی صفات موفولوژیک و فنولوژیک، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه گیاه نخود داشت. با افزایش شدت تنش خشکی، طول دورهٔ رشد گیاه، ارتفاع گیاه، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه کاهش یافت. در بین ارقام، رقم بیونیج در کوتاه‌ترین زمان، رسیدگی خود را کامل کرد و در شرایط تنش شدید، در طی ۸۲روز مراحل فنولوژیک را طی کرد و دارای بالاترین میزان عملکرد ماده خشک و دانه بود. رقم هاشم، طولانی‌ترین طول دورهٔ رشد را داشت. در شرایط بدون تنش نیز کود نیتروژن اثر مثبتی روی عملکرد دانه داشت.

واژه‌های کلیدی: رسیدگی، عملکرد، نخود

مقدمه

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) از جمله گیاهان زراعی متداول در مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده و تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل در کاهش صفات وابسته به عملکرد در این گیاه مطرح شده است (Singh & Saxena, 1999). مراحل فنولوژیک در نخود به افزایش درجه‌حرارت و تنش خشکی حساس بوده و طول این مراحل به‌وسیله عوامل محیطی (درجه‌حرارت، نور و رطوبت خاک) و عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود (Buddenhagen & Richrds, 1988). با افزایش شدت تنش خشکی، مراحل نموّی گیاه با سرعت بیشتری طی شده تعداد روز تا گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی دچار نقصان می‌گردد (Ortega *et al.*, 1996). تنش خشکی ارتفاع گیاه نخود را کاهش داده و باعث کاهش وزن برگ‌های نخود می‌گردد (Gupta *et al.*, 1993). نتایج آزمایشات مختلف نشان می‌دهد که تنش کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود شده است (Plancqaert *et al.*, 1990; Singh, 1995; Salam *et al.*, 2006) کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی در گندم به‌دلیل اثر منفی روی سطح برگ، فتوسنتز و سرعت رشد محصول می‌باشد (Muchow, 1985). ماده خشک تولیدی در گیاه نخود به توسعهٔ سطح برگ، دوام سطح برگ و مصرف آب وابسته است (Samin *et al.*, 2006) . واکنش‌های فنولوژیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه به کمبود آب، بسته به شدت و طول دورهٔ تنش، متفاوت می‌باشد. کود نیتروژن یکی از نهاده‌های مهم در بخش کشاورزی بوده که اثر مثبت و معنی‌داری روی افزایش عملکرد گیاهان مختلف دارد. تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که کاربرد کود نیتروژن در گیاه نخود سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه شده و سبب افزایش تجمع ماده خشک در این گیاه می‌گردد (Dahiya, 1993; Plancqaert, 1990). دراین تحقیق به بررسی تغییرات صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و همبستگی

* **نویسنده مسئول:** گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
shaban.morad@yahoo.com

آنها با عملکرد دانه در چهار رقم نخود تحت شرایط تنش خشکی و استفاده از کود نیتروژنه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

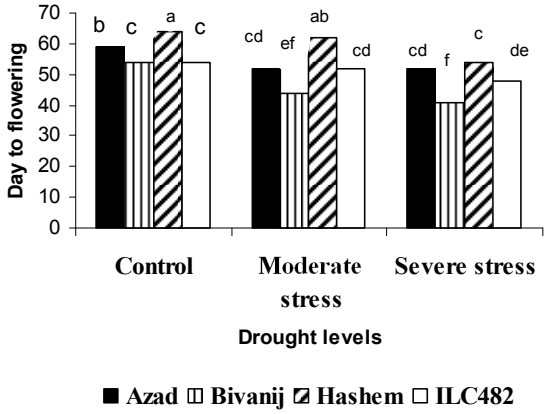
آزمایش در سال زراعی ۸۸- ۱۳۸۷ در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. مختصات جغرافیایی محل انجام آزمایش در ۳۳درجه و۳۶دقیقه عرض شمالی و ۴۵درجه و۲۴دقیقه طول خاوری از نصف‌النهار گرینویچ با ارتفاع ۱۳۱۹متر از سطح دریا قرار داشت. شرایط آب‌وهوایی محل آزمایش، سرد معتدل با متوسط درجه‌حرارت ۲۲/۶ و ۵/۹درجه سانتی‌گراد با متوسط بارندگی ۴۵۰میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت رسی بود. بذور در تاریخ ۱۹فروردین سال۱۳۸۸ کشت گردید و بلافاصله آبیاری شدند. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های‌کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش، عامل آبیاری در سه سطح تنش شدید S2 (بدون آبیاری)، تنش متوسط S1 (آبیاری در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و بدون تنش S0 (آبیاری در زمان کاشت، اوایل گلدهی، شروع غلاف‌دهی و در زمان پُرشدن دانه‌ها به‌عنوان شاهد) در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. همچنین ترکیب چهار رقم نخود شامل هاشم، آزاد، رقم محلی بیونیج و رقم ILC482 توأم با کاربرد کود نیتروژن شامل اوره به‌میزان ۲۵کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (N1) و سطح بدون مصرف کود نیتروژنه (N0) فاکتوریل شد و در کرت‌های فرعی قرارگرفتند. هر کرت فرعی دارای ۶ ردیف کشت به طول پنج‌متر، با فاصله بین ردیف ۲۵سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰سانتی‌متر بود. بذور قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین‌تیرام ضدعفونی شد. قبل از شروع غلاف‌دهی مزرعه با سم سوین به میزان ۳کیلوگرم در هکتار علیه آفت هلیوتیس[1] سمپاشی شد. از هر واحد آزمایشی دو ردیف کاشت به‌عنوان حاشیه و از سایر ردیف‌ها برای بررسی صفات مورفولوژیک و عملکرد ماده خشک و دانه استفاده گردید. برای ثبت مراحل فنولوژیک شامل تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی و۵۰درصد غلاف‌دهی، به‌ترتیب بر اساس بازشدن حدود۵۰درصد گُل‌ها و تبدیل ۵۰درصدگُل‌ها به غلاف صورت گرفت و تعداد روز تا رسیدگی نیز بر اساس رسیدگی فیزیولوژیک (حداکثر وزن بذور) تعیین گردید. اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک بر روی پنج بوته تصادفی از هر کرت انجام شد. در زمان رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته و فاصله اولین غلاف از سطح خاک اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک و دانه در زمان رسیدگی، دو ردیف وسط از هر کرت برداشت و پس از خشک‌کردن و توزین بیوماس کل، عملکرد ماده خشک، محاسبه و با توزین دانه‌ها عملکرد دانه نیز محاسبه گردید.

ویرایش و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL، SAS و MSTAT-C انجام شد. برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

روز تا۵۰درصد گل‌دهی

تنش خشکی اثر معنی‌داری روی تعداد روز تا گلدهی در ارقام مختلف نخود داشت. همچنین برهم‌کنش تنش خشکی×کود و رقم×کود اثر معنی‌داری روی این صفت داشت (جدول۱). گیاه نخود در شرایط بدون تنش، دارای بالاترین میزان تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی بود و با افزایش شدت تنش خشکی از میزان تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی کاسته شد. تنش خشکی سبب افزایش سرعت نموّ و کاهش دورهٔ نموّی شده (Goldani & Rezvani, 2007) و در نتیجه تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی نسبت به شاهد کاهش می‌یابد. در هر سه تیمار تنش، رقم هاشم بیشترین تعداد روز را تا۵۰درصد گلدهی طی کرد. تنش خشکی باعث گردید که تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی در رقم هاشم به‌طور معنی‌داری کاهش یابد. همچنین کمترین تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی مربوط به رقم محلی بیونیج بود (شکل۱). این تفاوت ارقام به تفاوت ژنتیکی و سازگاری‌های مختلف آنها به منطقه برمی‌گردد. این نتایج با نتایج سایر محققان (Keating & Cooper, 1983; Ortega *et al*., 1996) همخوانی داشت.



شکل۱- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی در ارقام نخود

Fig. 1. Interaction effect of drought stress and cultivar on day to 50% flowering in chickpea cultivars

1. *Heliothis armigera*

روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی

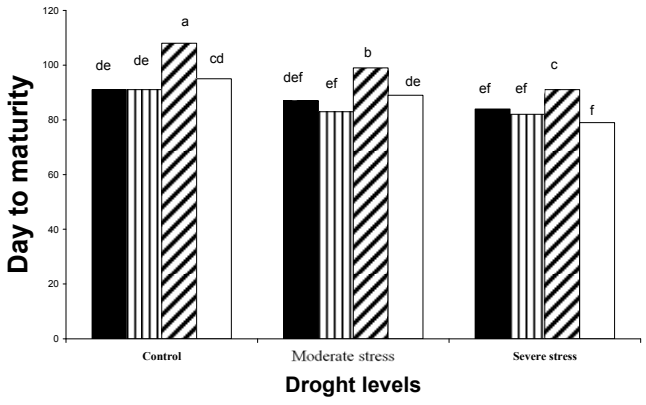
تأثیر تنش خشکی، رقم و همه اثرات متقابل، به‌جُز اثر متقابل دوگانه تنش×رقم، بر تعداد روز تا غلاف‌دهی معنی‌دار بودند (جدول۱). در شرایط تنش خشکی شدید، ارقام، تعداد روز کمتری را تا ۵۰درصد غلاف‌دهی طی کردند و در شرایط عدم تنش، این تعداد روز بیشتر شد به‌طوری‌که اختلاف بین آنها معنی‌دار بود. تنش خشکی تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی را کاهش داده و سبب زودرسی گیاه می‌گردد (Ortega *et al*., 1996). در بین ارقام، بیشترین تعداد روز تا غلاف‌دهی مربوط به رقم هاشم بود (۷۴روز) و کمترین میزان نیز مربوط به ارقام بیونیج (۵۹ روز) و ILC482 (۵۸ روز) بود (جدول۲). مصرف کود نیتروژن در شرایط تنش شدید، سبب شد تا ارقام، تعداد روز بیشتری را تا۵۰درصد غلاف‌دهی طی نمایند که در مقایسه با عدم مصرف کود نیتروژن در این شرایط، اختلاف معنی‌داری داشت که دلیل آن نیز این است که افزایش مصرف نیتروزن سبب افزایش رشد سبزینه‌ای، افزایش حجم گیاه و در نهایت، افزایش تعرق و تسریع در مرحله غلاف‌دهی گیاه می‌گردد (Read *et al*., 1982; Dahiya *et al*., 1993). مصرف کود نیتروژن سبب افزایش سطح سبز در تیمار بدون تنش شده و در این شرایط، تعداد روز تا غلاف‌دهی نیز نسبت به شرایط عدم مصرف کود نیتروژنه افزایش یافت. در شرایط عدم وجود تنش خشکی و تنش متوسط، مصرف کود نیتروژنه اثر معنی‌داری روی تسریع در مرحله غلاف‌دهی نداشت (شکل۲). این نتایج با نتایج (Auld *et al*., 1988; Ortega *et al*., 1996, Keating & Cooper, 1983) همخوانی داشت.

روز تا رسیدگی

تنش خشکی، رقم و تمامی اثرات متقابل، به‌جُز اثر متقابل تنش×کود، بر تعداد روز تا رسیدگی اثر معنی‌داری داشتند (جدول۱).

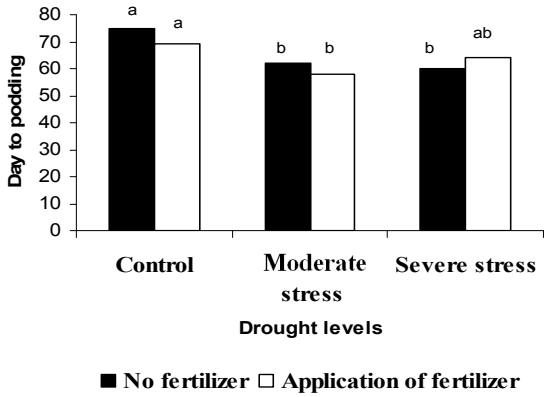
با افزایش شدت تنش خشکی، گیاه تعداد روز کمتری را تا رسیدگی سپری کرده و در این شرایط، گیاه زودتر رسیده و با افزایش میزان آبیاری بر تعداد روز تا رسیدگی نیز افزوده شد. در شرایط بدون تنش، گیاه از منابع محیطی بهتر استفاده نموده و افزایش تولید فتوآسیمیلات‌ها در این شرایط، ذخیرهٔ کافی برای ادامهٔ رشد را فراهم کرده و با به‌تأخیرافتادن دوران زایشی گیاه، دورهٔ رشد گیاه افزایش یافته (Ortega *et al*., 1996; Goldani & Rezvani, 2007) و در نتیجه، تعداد روز تا رسیدگی نسبت به شرایط تنش افزایش می‌یابد. در تمامی سطوح تیمار تنش خشکی، بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را رقم هاشم به‌خود اختصاص داد. این رقم در شرایط عدم تنش، دورهٔ رشد خود را طیّ حدود ۱۰۸روز به اتمام رساند که در مقایسه با زمان رسیدگی سایر ارقام، اختلاف بسیارمعنی‌داری داشت. رقم هاشم در شرایط تنش متوسط و شدید، به‌ترتیب دورهٔ رشد خود را طی ۹۹ و ۹۱روز تکمیل نمود. کمترین طول دورهٔ رشد در شرایط عدم تنش، مربوط به رقم بیونیج و در شرایط تنش شدید، مربوط به رقمILC482 بود (شکل۳)؛ با این حال می‌توان از رقم هاشم در کشت‌های انتظاری که طول فصل رشد گیاه در آنها افزایش می‌یابد یا در مناطقی که سرمای زمستان آنها زیان‌آور نیست، به‌صورت پاییزه بهره برد.

این نتایج، با نتایج (Ortega *et al*., 1996; Keating & Cooper, 1983) مطابقت داشت.



شکل۳- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر تعداد روز تا رسیدگی در ارقام نخود

Fig. 3. Interaction effect of drought stress and cultivar on day to maturity in chickpea cultivars



شکل۲- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و کود نیتروژن بر تعداد روز تا۵۰درصد غلاف‌دهی در ارقام نخود

Fig. 2. Interaction effect of drought stress and N fertilizer on day to 50% podding in chickpea cultivars

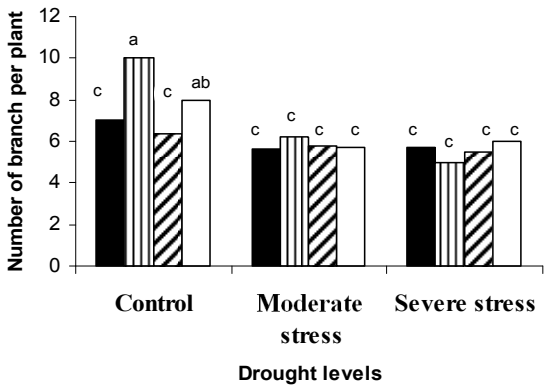
ارتفاع بوته

همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود، فقط اثر تنش خشکی و رقم روی ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول۱). بیشترین ارتفاع برای بوته‌های نخود در شرایط عدم‌تنش به‌دست آمد و تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته‌ها گردید. در شرایط تنش، افزایش سرعت رشد و کاهش دورهٔ رشد گیاه سبب کاهش ارتفاع گیاه شده و در شرایط بدون تنش، افزایش دورهٔ رشد گیاه سبب افزایش فتوسنتز گیاه شده و با افزایش فراهمی مواد فتوسنتزی برای گیاه، رشد آن نیز افزایش یافته و به‌دنبال آن، ارتفاع گیاه نیز افزایش می‌یابد (Goldani & Rezvani, 2007). در بین ارقام نیز بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۳۸سانتی‌متر مربوط به رقم هاشم و کمترین میزان آن با ۲۷سانتی‌متر مربوط به رقم محلی بیونیج بود (جدول۲) که ویژگی پابلندی رقم هاشم و فرم خوابیدهٔ بوتهٔ رقم بیونیج نیز تأییدکنندهٔ این مطلب بوده و این نتایج با نتایج کار محققان دیگر (Shobiri *et al*., 2007; Rezvani & Sadeghi, 2007; Goldani & Rezvani, 2007) نیز مطابقت داشت.

تعداد شاخه فرعی در بوته

اثر تنش خشکی روی تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح یک‌درصد و اثر رقم و برهم‌کنش تنش×رقم روی تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح پنج‌درصد معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، از تعداد شاخه فرعی در بوته کاسته شده است و بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته در شرایط بدون تنش به‌دست آمد. افزایش میزان آبیاری سبب افزایش رشد گیاه، افزایش حجم اندام‌های هوایی و زیرزمینی و افزایش تعداد شاخه فرعی در تک‌بوته می‌گردد (Palled *et al*., 1985). در تیمار بدون تنش، بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته مربوط به رقم بیونیج بود و کمترین میزان آن در همین تیمار مربوط به رقم هاشم بود (شکل۴) و با توجه به این خصوصیت می‌توان تراکم کشت رقم هاشم را افزایش داد. رقم بیونیج ارتفاع کمتری داشته و دارای فرم خوابیده‌تری نسبت به سایر ارقام بوده و به‌جای افزایش ارتفاع، تعداد شاخهٔ فرعی خود را افزایش داده ولی رقم هاشم برعکس رقم بیونیج بوده و با توجه به فرم ایستا و بیشتربودن ارتفاع آن نسبت به سایر ارقام، دارای تعداد شاخه فرعی کمتری نسبت به سایر ارقام بود. تحقیقات مختلف نیز نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش و آبیاری سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در ارقام مختلف نخود گردیده است (Dahiya *et al*., 1993; Goldani & Rezvani, 2007).



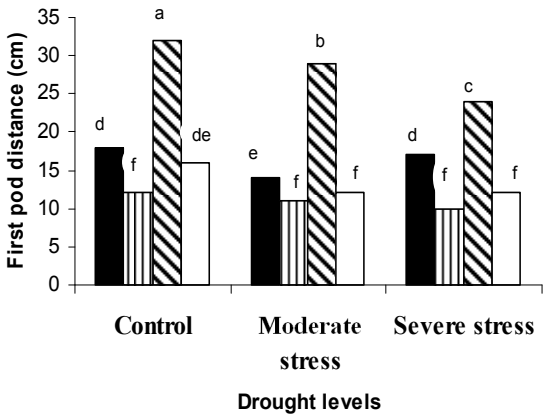
شکل۴- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر تعداد شاخهٔ فرعی در بوته در ارقام نخود

Fig. 4. Interaction effect of drought stress and cultivar on number of branch per plant in chickpea cultivars

فاصله اولین غلاف ازسطح خاک

اثر تنش خشکی، رقم و برهم‌کنش آنها روی فاصلهٔ اولین غلاف از زمین در سطح یک‌درصد معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱).

در شرایط بدون تنش، اولین غلاف بیشترین فاصله را از سطح زمین داشت و با افزایش شدت تنش خشکی از این میزان کاسته شد. گیاه در شرایط تنش خشکی با کاهش سنتز آسیمیلات مواجه شده و ضمن کاهش ارتفاع بوته از میزان فاصله اولین غلاف از زمین نیز کاسته می‌گردد (Rezvani & Sadeghi, 2007). در بین همهٔ تیمارهای تنش، بیشترین میزان فاصلهٔ اولین غلاف از زمین مربوط به رقم هاشم بود. بیشترین میزان فاصله اولین غلاف از زمین در این رقم در تیمار بدون تنش و کمترین میزان آن در تیمار تنش شدید حاصل شد. پس از رقم هاشم، رقم آزاد بیشترین میزان فاصله اولین غلاف از زمین را داشت. کمترین میزان فاصلهٔ اولین غلاف از زمین نیز مربوط به رقم بیونیج بود و این صفت در بین تیمارهای تنش در این رقم، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (شکل۵). با توجه به این‌که رقم هاشم دارای بیشترین میزان فاصله اولین غلاف از زمین است، می‌توان با داشتن کمترین میزان تلفات از این رقم در برداشت مکانیزه استفاده نمود؛ ولی رقم بیونیج حتی اگر در شرایط بدون تنش نیز کشت گردد پتانسیل برداشت مکانیزه را دارا نمی‌باشد. این یافته‌ها با نتایج محققان دیگر (Ortega *et al*., 1996; Rezvani & Sadeghi, 2007) نیز هماهنگی داشت.



شکل۵- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر فاصله اولین غلاف از زمین در ارقام نخود

Fig. 5. Interaction effect of drought stress and cultivar on first pod distance in chickpea cultivars

عملکرد ماده خشک

اثر تنش خشکی روی عملکرد ماده خشک در سطح یک‌درصد معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میزان عملکرد ماده خشک به‌میزان ۴۲۷۷کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش حاصل شد که این میزان با شرایط تنش متوسط، به‌میزان ۲۶۴۵کیلوگرم در هکتار و همچنین با شرایط تنش شدید به‌میزان ۱۷۷۱کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری داشت (جدول۲). عملکرد ماده خشک در شرایط بدون تنش، بیش از دوبرابر آن در شرایط تنش شدید می‌باشد که نشان‌دهندهٔ تأثیر کاهندهٔ تنش خشکی روی عملکرد ماده خشک می‌باشد. کاهش عملکرد ماده خشک در شرایط تنش خشکی به‌دلیل کاهش میزان سطح برگ و به‌دنبال آن کاهش فتوسنتز برگ‌ها می‌باشد (Sinaki *et al*., 2007). در شرایط عدم تنش خشکی، گیاه طول دورهٔ رشد بیشتری داشته و در این دوره با افزایش سطح برگ، تولید فتوسنتزی بیشتری داشته و در نتیجه عملکرد ماده خشک آن نسبت به شرایط تنش شدید، افزایش می‌یابد (Latiri-Soki *et al*., 1998). بین مصرف و عدم‌مصرف کود نیتروژنه از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در بین ارقام، بیشترین میزان عملکرد مادهٔ خشک به‌میزان ۳۲۷۹کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم هاشم بود که این رقم از این نظر با سایر ارقام، اختلاف معنی‌داری داشت. پس از آن، رقم بیونیج بیشترین میزان عملکرد مادهٔ خشک به‌میزان ۲۹۴۷کیلوگرم در هکتار را داشت. بیشتربودن عملکرد مادهٔ خشک در رقم هاشم به‌دلیل ارتفاع زیاد و همچنین طولانی‌بودن طول دورهٔ رشد آن می‌باشد. کمترین میزان عملکرد مادهٔ خشک در بین ارقام به‌میزان ۲۶۰۰کیلوگرم در هکتار در رقمILC482 به‌دست آمد.

عملکرد دانه

تأثیر تنش خشکی، رقم و اثر متقابل تنش خشکی×رقم×کود نیتروژن روی عملکرد دانه، معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۲۲۶کیلوگرم در هکتار) در شرایط بدون تنش حاصل شد و کمترین میزان آن (۸۱۵کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش شدید به‌دست آمد (جدول ۲)؛ به‌طوری‌که در شرایط بدون تنش، عملکرد دانه ۶۴درصد بیشتر از شرایط تنش شدید بود. در شرایط تنش خشکی به‌دلیل کاهش دورهٔ پُرشدن دانه، عملکرد دانه تا حدود ۵۰درصد کاهش می‌یابد (Araus *et al*., 2002; Goldani & Rezvani, 2007; Shobiri *et al*., 2007; Singh & Saxena, 1999). در تیمار تنش متوسط نیز در بین همه ارقام، بیشترین عملکرد را رقم بیونیج به‌خود اختصاص داد و کمترین میزان عملکرد هم مربوط به رقم هاشم بود. بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط تنش شدید در رقم بیونیج به‌دست آمد و این میزان حدود شِش‌برابر عملکرد رقم هاشم در این شرایط بود (جدول۳). این نتایج با نتایج حاصل از آزمایشات محققان دیگر (Ortega *et al*., 1996; Plancqaert *et al*., 1990; Singh, 1995; Salam *et al*., 2006) مطابقت داشت. مصرف کود نیتروژنه در شرایط بدون تنش، عملکرد سه رقم بیونیج، هاشم و ILC482 را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار عدم مصرف کود نیتروژنه افزایش داد؛ به‌طوری‌که در هر کدام از سه رقم یادشده، مصرف کود نیتروژنه، عملکرد دانه را حدود۶۰۰کیلوگرم در هکتار افزایش داد ولی رقم آزاد به مصرف کود نیتروژنه، واکنش منفی نشان داد؛ به‌طوری‌که مصرف کود نیتروژنه باعث کاهش عملکرد این رقم به‌میزان حدود۶۰۰کیلوگرم در هکتار شد. رقم بیونیج با میزان ۲۷۳۰کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد دانه در هکتار در شرایط مصرف کود نیتروژنه بود. در تیمار تنش متوسط در همه ارقام، بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط مصرف کود نیتروژنه حاصل شد. در شرایط عدم مصرف کود نیتروژنه، رقم آزاد با ۲۵۸۳کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد در تیمار بدون تنش بود. افزایش عملکرد همراه با مصرف کود نیتروژنه، به افزایش رشد گیاه و افزایش تولید مادهٔ خشک در شرایط عدم وجود تنش نسبت داده می‌شود (Plancqaert *et al*., 1995; Dahiya *et al*., 1993). در شرایط عدم وجود تنش خشکی، کود نیتروژنه باعث افزایش

رشد سبزینه‌ای سه رقم بیونیج، هاشم و ILC482 شد و با توجه به پتانسیل بیشتر این ارقام برای افزایش تولید مادهٔخشک، دیده می‌شود که عملکرد دانهٔ آنها در این شرایط افزایش یافته است.

جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مراحل فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیک ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for phenology and morphological traits in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)							
			روزتا ۵۰درصد گل‌دهی Day to flowering	روزتا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	روز تا رسیدگی Day to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch per plant	فاصله اولین غلاف از زمین First pod distance	عملکرد ماده خشک Biomass yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار	Replication	2	5.5	77.5	30.1	21.14	12.9	0.7	418114.1	938519.3
تنش خشکی	Drought stress (A)	2	504**	600**	954**	872.9**	30.6**	68**	38766584**	25713402.7**
خطای a	Error a (Ea)	4	6.7	10.4	15	9.9	9.35	2.56	62798.3	970269.4
کود نیتروژنه	N fertilizer (B)	1	15.1^{ns}	0.01^{ns}	29^{ns}	3.5^{ns}	8.22^{ns}	7.77^{ns}	369871.3 ^{ns}	816011.1 ^{ns}
رقم	Cultivar(C)	3	567**	956**	2108**	522**	13.2*	1046.2**	1504421 ^{ns}	4155662.9**
تنش×کود	A×B	2	8.3^{ns}	94.8**	32^{ns}	1.94^{ns}	0.12^{ns}	0.51^{ns}	1203572 ^{ns}	279752.7 ^{ns}
رقم×کود	B×C	3	31.9*	104**	376**	7.46^{ns}	2.36^{ns}	0.87^{ns}	460928 ^{ns}	200018.5 ^{ns}
تنش×رقم	A×C	6	29.6*	20^{ns}	70**	13.7^{ns}	8.4*	27.05**	605401.1 ^{ns}	936594.4 ^{ns}
تنش×کود×رقم	A×B×C	6	1.73^{ns}	35*	101**	12.9^{ns}	0.98^{ns}	3.91^{ns}	450704.7 ^{ns}	2826761.1**
خطای b	Error b (Eb)	42	11	14.78	12.8	369	31.2	3.08	23061040	181122.41
ضریب تغییرات	%CV		6.2	5.9	3.8	10.6	29.2	10	25.8	25.8

ns: غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱درصد

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

جدول۲- مقایسه میانگین مراحل فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیک در ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

Table 2. Mean comparisons for phenology and morphological traits in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

تیمارها	Traits	روزتا ۵۰درصد گل‌دهی Day to flowering	روزتا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	روز تا رسیدگی Day to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch per plant	فاصله اولین غلاف از زمین First pod distance	عملکرد ماده خشک Biomass yield	عملکرد دانه Grain yield
تنش خشکی									
Drought stress:									
بدون تنش	No stress (S0)	58^{a}	70^{a}	99^{a}	36.5^{a}	7.66^{a}	19.4^{a}	4277^{a}	2229.6^{a}
تنش متوسط	Moderate stress (S1)	52^{b}	60^{b}	92^{b}	28.3^{b}	5.8^{b}	16.7^{b}	2654.8^{b}	1196.3^{b}
تنش شدید	Severe stress (S2)	49^{c}	62^{b}	86^{c}	24.8^{c}	5.56^{b}	16.2^{b}	1771.2^{c}	815^{b}
LSD		2.08	2.58	3.17	2.53	2.45	1.84	200.8	558.2
کودنیتروژن									
N fertilizer:									
بدون مصرف	No fertilizer (N0)	52	64.3	92	30.1	6.71	17.8	2972.7	1388.8^{a}
با مصرف	Used fertilizer (N1)	53	64.33	93	29.6	6.03	17.16	28.29	1438.3^{b}
LSD		1.57		1.7	1.52	2.45	0.83	390.5	120.6
ارقام									
Cultivars:									
آزاد	Azad	54^{b}	64^{b}	87^{b}	28.4^{b}	6.09^{ab}	16.9^{b}	2777^{ab}	1518.3^{a}
بیونیج	Bivanij	46^{d}	59^{c}	85^{b}	26.7^{b}	7.11^{a}	11.2^{d}	2947^{ab}	1675.5^{a}
هاشم	Hashem	60^{a}	74^{a}	108^{a}	37.8^{a}	5.33^{b}	28.3^{a}	3279.2^{a}	914.4^{b}
ILC482	ILC482	51^{c}	58^{c}	88^{b}	27.5^{b}	6.96^{a}	13.4^{c}	2600.6^{b}	1546.1^{a}
LSD		2.23	2.58	2.4	2.15	1.25	1.18	552.3	170.5

در هر ستون، مقادیر فاقد یک حرف مشترک، دارای تفاوت معنی‌دار آماری در سطح پنج‌درصد بر اساس آزمونLSD می‌باشند.

In each column, amounts without one common letter are significantly different ($p<0.05$) based on LSD test.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش×کود×رقم برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) **ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژن**

Table 3. Mean comparisons for interaction between stress, nitrogen, cultivar for seed yield (kg/ha) in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

ارقام Cultivars		Control بدون تنش		Moderate stress تنش متوسط		Severe stress تنش شدید	
		عدم مصرف کود No fertilizer	مصرف کود Application of fertilizer	عدم مصرف کود No fertilizer	مصرف کود Application of fertilizer	عدم مصرف کود No fertilizer	مصرف کود Application of fertilizer
آزاد	Azad	2583^{a}	2000^{abcd}	1130^{def}	1356^{bcdef}	923^{efg}	1116^{def}
بیونیج	Bivanij	2106^{abc}	2730^{a}	1343^{bcdef}	1696^{bcde}	1143^{def}	1033^{ef}
هاشم	Hashem	1580^{bcdef}	2196^{ab}	670^{fg}	733^{fg}	156^{g}	150^{g}
ILC482	ILC482	2076^{abc}	2563^{a}	1280^{cdef}	1360^{bcdef}	1066^{ef}	930^{efg}

در هر ستون، مقادیر فاقد یک حرف مشترک، دارای تفاوت معنی‌دار آماری در سطح پنج‌درصد بر اساس آزمونLSD می‌باشند.

In each column, amounts without one common letter are significantly different ($p<0.05$) based on LSD test.

همبستگی صفات فنولوژیک و مورفولوژیک با عملکرد دانه

جدول ۴ نشان می‌دهد که همبستگی بین عملکرد دانه و ماده خشک مثبت و معنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که در جریان افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک تأثیر به‌سزایی داشته است. در شرایط بدون تنش، افزایش فتوسنتز درگیاه، منجر به افزایش تولید ماده خشک شد که به‌دنبال آن، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد که نشان دهندهٔ همبستگی مثبت این دو می‌باشد (Plancqaert *et al*., 1990; Singh, 1995; Salam *et al*., 2006). تعداد روز تا گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی نیز با عملکرد مادهٔ خشک و در نتیجه عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت؛ یعنی افزایش تعداد روز تا گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی نشان‌دهندهٔ شرایط مطلوب برای رشد گیاه بود و گیاه بدون برخورد با عوامل تنش‌زا و فراهمی مواد غذایی رشد کرده و به‌دنبال آن عملکرد مادهٔخشک و دانه نیز افزایش یافته است. پس می‌توان نتیجه گرفت که تأثیرات مثبت خصوصیات فنولوژیک می‌تواند بر عملکرد دانه اثر مثبت داشته باشد. افزایش ارتفاع نیز با افزایش رشد گیاه و عدم وجود تنش همراه است که به‌دنبال آن، فاصلهٔ اولین غلاف از سطح خاک نیز افزایش یافته و نشان‌دهندهٔ همبستگی مثبت آنها می‌باشد که در این شرایط، عملکرد مادهٔخشک و دانه نیز افزایش یافته است. افزایش ارتفاع و تعداد شاخه در بوته با افزایش عملکرد ماده خشک همراه می‌باشد که این اتفاق نیز جُز در شرایط بدون تنش، رخ نمی‌دهد و در شرایط تنش شدید هر دوی آنها کاهش می‌یابند. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات دیگر (El-Gizawy & Mehasen, 2004) مطابق بود.

جدول۴- همبستگی بین صفات فنولوژیک و مورفولوژیک ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

Table 4. Correlation between phenological and morphological parameters of chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

		Day to flowering	Day to podding	Day to maturity	Plant height	Branch per plant	First pod distance	Biomass yield	Grain yield
روز تا ۵۰درصدگل‌دهی	Day to flowering	1							
روز تا ۵۰درصدغلاف‌دهی	Day to podding	0.89^{**}	1						
روز تا رسیدگی	Day to maturity	0.89^{**}	0.89^{**}	1					
ارتفاع بوته	Plant height	0.91^{**}	0.90^{**}	0.94^{**}	1				
تعداد شاخه فرعی در بوته	Branch per plant	-0.14^{ns}	-0.18^{ns}	-0.19^{ns}	0.07^{ns}	1			
فاصله اولین غلاف از زمین	First pod distance	0.88^{**}	0.91^{**}	0.92^{**}	0.82^{**}	-0.46^{ns}	1		
عملکرد ماده خشک	Biomass yield	0.65^{*}	0.77^{*}	0.82^{**}	$^{*}0.65$	$^{*}0.69$	0.79^{**}	1	
عملکرد دانه	Grain yield	0.88^{**}	0.89^{**}	0.92^{**}	0.79^{*}	$^{**}0.56$	0.77^{*}	0.96^{**}	1

ns: غیر معنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

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

نتیجه‌گیری

در نتیجهٔ این تحقیق مشخص شد که هر چه تنش خشکی شدیدتری به گیاه نخود وارد شد، مراحل نموّی خود را با سرعت بیشتری طی کرده به‌طوری‌که از تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی کاسته شد و گیاه در مدت زمان کمتری رسیدگی خود را کامل نمود. همچنین تنش خشکی با اثر منفی بر فتوسنتز گیاه باعث کاهش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی در بوته، فاصله اولین غلاف از سطح خاک و تجمع ماده خشک در گیاه گشت. مصرف کود نیتروژن در شرایط بدون تنش سبب طولانی‌شدن طول دورهٔ رشد گیاه شده و مصرف آن در این شرایط با توجه به مصرف آب برای عملکرد دانه مثبت ارزیابی شده و در شرایط تنش شدید تا اندازه‌ای تأثیر منفی گذاشته است. با توجه به سازگاری رقم بیونیج به شرایط منطقه و همچنین سرعت رشد بالای این رقم و با توجه به این‌که در کمترین زمان ممکن، بیشترین میزان ماده خشک در این رقم تجمع یافت، در هر دوشرایط آبی و دیم دارای بالاترین میزان عملکرد دانه بود و نشان می‌دهد که این رقم پتانسیل بالایی برای افزایش عملکرد در این شرایط را داشته و قادر است شرایط نامساعد را به خوبی تحمل کرده و عملکرد قابل‌قبولی در این شرایط داشته باشد. همچنین با توجه به طولانی‌بودن طول دورهٔ رویش رقم هاشم، این رقم در شرایط دیم و به‌صورت کاشت بهاره، عملکرد اقتصادی تولید نکرد، زیرا مرحلهٔ زایشی این گیاه با زمان کم‌آبی منطقه منطبق شده و در مرحلهٔ بحرانی پُرشدن دانه‌های آن، با کمبود آب مواجه شده است. لذا بایستی یا در پاییز کشت شود یا در بهار به‌صورت آبی کشت شود تا عملکرد قابل‌قبولی تولید نماید.

منابع

1. Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? Annual Botany 89: 925-940.
2. 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. Agronomy Journal 80: 909-914.
3. Buddenhagen, I.W., and Richards R.A. 1988. Breeding cool-season food legumes for improved performance in stress environments. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool-Season Food Legumes. Kluwer, Dordrecht. The Netherlands.
4. Dahiya, S., Singh, M., and Singh, R.B. 1993. Economics and water use efficiency of chickpea as effected by genotypes, irrigation and fertilizer application. Crop Research-Hisar 6: 532-534.
5. El-Gizawy, N., and Mehasen, S.A.S. 2004. Yield and seed quality responses of chickpea to inoculation with phosphorein, phosphourus fertilizer and spraying with iron. The 4th Scientific Conference of Agricultural Sciences, Assiut., p. 1-12.
6. Goldani, M., and Rezvani, P. 2007. The effects of different irrigation regimes and planting dates on phenology and growth indices of three chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Agricultural Science 14:12 pages. (In Persian with English Summary).
7. Gupta, A.K., Singh, J., Kaur, N., and Singh, R. 1993. Effect of polyethylene glycol-induced water stress on uptake interconversion and transport of sugars in chickpea seedlings. Plant Physiology & Biotechnology 31: 743-747.
8. Jongdee, B., Fukai, S., and Cooper, M. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. Field Crops Res. 76: 153-163.
9. Keating, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1983. Kabuli chickpea as winter sown crop in Northen Syria: Moisture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science Camb. 100: 667-680.
10. Latiri-Soki, K., Noitclitt, S., and Lawlor, D.W. 1998. Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiency for durum wheat under semi-arid conditions. European Journal of Agronomy 9: 21-34.
11. Muchow, R.C. 1985. Phenology, seed yield and water use of grain legumes growth under different soil water regimes in a semi-arid tropical environment. Field Crops Research 11: 81-97.
12. Ortega, P., Jose, F., Grageda, G., and Morales, G. 1996. Effect of sowing dates, irrigation, plant densities, and genotypes on chickpea in Sonora, Mexico. Inter. Chickpea and Pigeon pea Newsletter 3: 24-26.
13. Palled, Y.B., Chandrashekharaiah, A.M., and Radder, G.D. 1985. Response of Bengal gram to moisture stress. Indian Journal of Agronomy 30: 104-106.
14. Plancqaert, Ph., Braun, Ph., and Werry, J. 1990. Agronomic studies on chickpea (*Cicer arietinum* L.). Options Mediterraneans-Sevie Seminaries. NO. 9: 87-92.
15. Read, D.W.L., Wander, F.G., and Cameron, D.R. 1982. Factors affecting fertilizer nitrogen response of wheat in southwestern Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 62: 577-588.

16. Rezvani, M.P., and Sadeghi, S.R. 2007. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar ILC3279). Journal of Agricultural Research of Iran 6: 314-325. (In Persian with English Summary).
17. Salam, M.A., Ahmed, S., Shahjahan, M., Islam, M.S., and Hossain, M.F. 2006. Response of chickpea varieties to different levels of irrigation in High Barind Tract. International Journal of Sustainable Agriculture and Technology 2: 32-39.
18. Samin, M., Sepahri, A., Ahmadvand, G., and Sabaghpoor, S.H. 2006. Effect of irrigation on growth and yield of four cultivars chickpea in grain filling and podding stages. Journal of Agriculture Research 7: 1-15. (In Persian with English Summary).
19. Saxena, M.C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. In: *Aschochyta Blight* and Winter Sowing of Chickpeas. p: 123-139.
20. Shobiri, S., Golozani, G.K., Golchin, A., and Saba, J. 2007. Effect of water deficit on growth and grain yield of three cultivars of chickpea in Zanjan. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 14: 12 pages. (In Persian with English Summary).
21. Sinaki, J.M., Heravan, E.M., Rad, A.H.S., Noormohammadi, Gh., and Ghasem, Z.G.h. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science 2: 417-422.
22. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1999. Chickpeas (The Tropical Agriculturalist). Macmillan Education LTD, London and Bisingtone.
23. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.
24. Singh, S.P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial populations of common bean. Crop Science 35: 118-128.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 59-68

Investigation of phenological and morphological characteristics and correlation them with yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and N fertilizer in Kermanshah province

Shaban[1*], M., Mansourifar[2], C., Ghobadi[2], M. and Sabaghpoor[3], S.H.

1. PhD Student in Seed Science and Technology, Gorgan Agricultural Science and Natural Resources University and Contribution of Young Researchers Club, Boroujerd Branch, Islamic Azad University, Boroujerd, Iran
2. Department of Crop Production and Plant Breeding, School of Agriculture, Razi University, Kermanshah
3. Contribution from Agriculture and Natural Resources Research Center of Hamedan

Received: 23 May 2011
Accepted: 5 December 2011

Abstract

This study was performed in order to evaluate the effects of drought stress and nitrogen fertilizer on phenology, morphology and yield of four cultivars of chickpea. This experiment was performed in a split-factorial using randomized complete block design with three replications. Drought stress treatment stood in main plots (in three levels) consisting of no drought stress (control), moderate drought stress (irrigation at planting and early flowering) and severe drought stress (no irrigation). Combination of nitrogen fertilizer (in two levels 0kg N/ha and 25kg N/ha) and cultivar treatment (four cultivars Azad, Bivanij, Hashem and ILC482) stood in sub plots. Results showed that drought stress had significant effect on phenology and morphological traits, biomass yield and grain yield. Increase of drought stress lead to reduce of growth period, plant height, biomass yield and grain yield. Among cultivar treatments, Bivanij had shorter phenological stages time as complete ripening and prepared of harvesting in 82 day in high water stress and had a highest biomass and grain yield. Hashem cultivar had a maximum growth length. Also, Nitrogen fertilizer had a positive effect on grain yield in non stress condition.

Key words: Chickpea, Maturity, Yield

*** Corresponding Author:** shaban.morad@yahoo.com

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۸۰-۶۹، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 69-80

ارزیابی تحمل به سرما در کشت پاییزهٔ نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از صفات فنولوژیک و مورفولوژیک در منطقهٔ کردستان

حیدر نادری[1*]، مجید شکرپور[2]، علی اصغری[2]، همایون کانونی[3] و عزت‌الله اسفندیاری[4]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۲-استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی کردستان، سنندج، صندوق پستی: ۷۱۴
۴- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه مراغه، مراغه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۲۴

چکیده

کشت پاییزهٔ نخود در مقایسه با کشت بهارهٔ آن، عملکرد بیشتری تولید می‌نماید؛ اما حساسیت محصول به سرما مانع از انجام این کار می‌شود. به‌منظور بررسی و شناسایی ارقام پُرمحصول و متحمل به سرما برای کشت پاییزه، ۶۵لاین نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) به‌همراه رقم حساس به سرما ILC533 در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در ایستگاه سارال مرکز تحقیقات کشاورزی سنندج مورد ارزیابی قرار گرفتند. تحمل به سرما با استفاده از درصد بقاء و درجهٔ تحمل به سرما مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر صفات ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه، عملکرد و درجهٔ تحمل به سرما اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همبستگی عملکرد دانه با درصد بقاء، مثبت و معنی‌دار و با درجهٔ تحمل به سرما، منفی و معنی‌دار بود. تجزیهٔ خوشه‌ای، ارقام مورد مطالعه را در سه گروه حساس و نیمه‌متحمل، متحمل و کاملاًمتحمل متمایز کرد. در این پژوهش، ۱۴لاین با داشتن درجهٔ تحمل سرمای ۳ و کمتر از ۳، درصد بقای ۸۵ تا۹۰درصد و عملکرد دانه بیش از ۱۴۱گرم در مترمربع، به‌عنوان لاین‌های برتر شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: تحمل به سرما، درصد بقاء، کشت پاییزه، نخود

مقدمه

نخود در دنیا پس از لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) رتبهٔ سوم و در جنوب آسیا رتبه اول را در بین حبوبات داراست (Gaur *et al.*, 2010). نخود به‌طور عمده در بهار کشت شده و از رطوبت ذخیره‌شده در خاک استفاده می‌کند (Malhotra & Saxena, 2002). نخود یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده بقولات است که سرشار از پروتئین و نشاسته بوده و درجیرهٔ غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Kochaki & Banayan-Aval, 2002). برطرف‌کردن نقص پروتئینی غلات از طریق افزودن پروتئین حبوبات، یکی از بهترین راه‌حل‌های رفع کمبود پروتئین و کالری در کشورهای درحال‌توسعه است. مقدار پروتئین نخود در مقایسه با سایر بقولات، ارزش بیولوژیک بالاتری (۵۲ تا ۷۸درصد) دارد و از پروتئین سایر بقولات مرغوب‌تر است (Samdaliri *et al.*, 2010). ایران پس از کشورهای هند، ترکیه و پاکستان، چهارمین کشور تولیدکنندهٔ نخود در دنیا است (Gaure *et al.*, 2010; Upadhyaya *et al.*, 2007). دامنهٔ عملکرد نخود از ۰/۳۵تُن در هکتار در ایران تا ۱/۶۰تُن در هکتار در مکزیک گزارش شده است (Upadhyaya *et al.*, 2007).

مجموع سطح زیرکشت، تولید و عملکرد نخود در ایران به‌ترتیب ۷۳۵هزارهکتار، ۲۸۸هزارتُن و۳۹۰کیلوگرم در هکتار است (Kanouni *et al.*, 2011). در مناطق دیم و به‌خصوص در نیمهٔ غربی ایران، نخود به‌دلیل قرارگرفتن در تناوب با گندم و جو دیم، نقش بسیارمهمی در حفظ و بقای کشاورزی این مناطق ایفا می‌کند (Jalilian *et al.*, 2005). در مناطق مدیترانه‌ای، کشت زمستانهٔ نخود نسبت به کشت بهارهٔ آن، ۶۰ تا ۷۰درصد عملکرد بیشتری تولید می‌کند (Singh, 1991). در مناطق مدیترانه‌ای، عملکرد نخود با تغییر تاریخ کاشت از بهار به زمستان افزایش می‌یابد. اما این امر به‌دلیل حساسیت ارقام به دماهای پایین و بیماری‌های قارچی

* **نویسنده مسئول:** سنندج، خیابان بروجردی، خیابان چیمن، شمارهٔ۲۵، کُدپستی: ۶۶۱۹۹۳۸۳۸۱، همراه: ۰۹۳۵۲۷۸۲۵۸۷، haidarnaderi@gmail.com

(*Ascochyta blight*) محدود شده است (Kanouni *et al.*, 2011; Millan *et al.*, 2006). اغلب برنامه‌های اصلاحی با تنوع ژنتیکی کم در خزانۀ ژنی نخود و تعدادی از تنش‌های غیرزیستی مانند دمای پایین در هنگام گلدهی و غلاف‌دهی مواجه هستند که باعث ناپایداری عملکرد در بسیاری از مناطق رایج تولیدکنندۀ نخود (اغلب در عرض‌های جغرافیایی ۲۰ و ۴۰درجه) می‌شوند (Clarke & Siddique, 2004). لگوم‌ها، شامل نخودفرنگی، لوبیا، عدس و نخود به‌ویژه در زمان گلدهی، اوایل شکل‌گیری غلاف و مراحل پُرشدن دانه، بسیار حساس به سرما و یخزدگی هستند (Maqbool *et al.*, 2010). یکی از عوامل بازدارندۀ کشت پاییزۀ نخود در مناطق سردسیر کشور، صدمات ناشی از سرما و یخبندان می‌باشد (Farayedi, 2007). از آنجایی‌که مقاومت به سرما در شرایط مزرعه از مرحلۀ جوانه‌زنی تا گلدهی کاهش می‌یابد، تعیین مرحلۀ فنولوژیک در تعیین پاسخ محصول به سرما بسیار مهم است (Wery, 1999). در ایکاردا، ۴۵۰۰رقم نخود برای تحمل به سرما ارزیابی شد و فقط ۱۵رقم به‌عنوان ارقام متحمل شناخته شدند (Singh, 1991). در یک بررسی دیگر، اثرات کشت پاییزه و بهاره بر روی عملکرد، در ۲۱رقم نخود با بررسی اجزای عملکرد در آزمایش‌های مزرعه‌ای در دو سال در جنوب‌شرقی ترکیه انجام شد. دورۀ رویشی طولانی‌تر نخودهای کشت‌شده در پاییز، اثرات مثبتی بر شاخص‌های مربوط به عملکرد مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه داشتند. میانگین کشت پاییزه، ۱۰۲درصد نسبت به کشت بهاره عملکرد بیشتری تولید کرد (Ozdemir & Karadavot, 2003). به‌منظور اثر تنش موقت سرما در مراحل مختلف فنولولوژیک بر ویژگی‌های رویشی و زایشی، پنج اکوتیپ نخود سیاه در مراحل مختلف رشد تحت تنش سرما قرار گرفتند. تنش سرما باعث کاهش ارتفاع و افزایش تعداد شاخه در گیاه گردید. همچنین تنش در مراحل رشد زایشی نخود (ابتدای گلدهی و آغاز غلاف‌بندی) اثرات منفی شدیدتری روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد نسبت به مرحلۀ ابتدایی رشد داشت (Chaichi & Malekifarahani, 2007). با بررسی تحمل به سرما در نخود مشخص شده است که این صفت حداقل توسط پنج‌جفت ژن با اثرات افزایشی و غیرافزایشی کنترل می‌شود و تحمل به سرما بر حساسیت به سرما غالبیت دارد (Malhotra & Singh, 1991). در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا) طی ۱۰سال و در سه مکان با استفاده از لاین‌های اصلاحی معمولی بین کشت بهاره و زمستانه، مقایسه‌ای انجام شد. در این بررسی، عملکرد متوسط آزمایش‌های کشت بهاره، ۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار و در مقایسه با میانگین عملکرد آزمایش‌های زمستانه با ۷۰درصد افزایش برابر با ۱۷۰۰کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد بسیاری از لاین‌ها در کشت زمستانه بیش از چهارتُن در هکتار بود. لاین‌های برتر این آزمایش برای کشورهای منطقه مدیترانه ارسال و برتری مشابهی در کشت زمستانه بر کشت بهاره به‌دست آمد (Singh & Saxena, 1999). در زمین‌های مرتفع دیم ایران با بررسی ۴۱ژنوتیپ نخود زراعی، ۱۶ژنوتیپ با درجۀ تحمل به سرمای ۳ و کمتر از ۳ به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به سرما گزینش و برای ارزیابی‌های بعدی معرفی شدند. همچنین با بررسی شجرۀ این ژنوتیپ‌ها اعلام شد که اغلب ژنوتیپ‌های انتخاب شده به‌عنوان متحمل به سرما مانند FLIP93-260C، FLIP95-255C و SEL95TH1716 هیبریدهای حاصل از دورگ‌گیری گونۀ وحشی *C. reticulatum* (ILC182) با ارقام اصلاح‌شده هستند (Kanouni *et al.*, 2009). از مزایای دیگر کشت زمستانۀ نخود، می‌توان به امکان برداشت مکانیزۀ محصولات به‌دلیل ارتفاع زیاد بوته در کشت زمستانه نسبت به کشت بهاره، میزان پروتئین بالا، گریز از خشکی، فرار از خسارت آفات و پایداری تولید اشاره کرد (Fraiedi, 2007).

در بررسی تحمل به سرما و مقاومت به یخزدگی ۱۵۲ژنوتیپ نخود در مزرعه و در شرایط آب و هوایی مشهد، تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از نظر خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک (تعداد روز از کاشت تا سبز شدن، گلدهی و رسیدگی، ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته) مشاهده و اعلام شد که درصد بقاء (تعداد بوته‌های باقی‌مانده) در ۶۲درصد از ارقام مورد بررسی، بیش از ۵۰درصد بود و حدود ۶۰درصد از آنها عملکرد دانه بیش از ۱۵۰ تا ۴۴۲گرم در متر مربع تولید کردند (Najibnia *et al.*, 2005). در یک بررسی در شرایط کشت پاییزه و آبیاری تکمیلی، ۱۰رقم نخود مورد بررسی قرار گرفتند. تفاوت میان ارقام متحمل به سرما از نظر طول دورۀ رویشی، تعداد و طول شاخه‌ها در بوته، اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه) و همچنین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار بود. رقم MCC291 با ۲۳۱گرم در مترمربع بالاترین عملکرد دانه را داشت (Nezami *et al.*, 2010). در آزمایشی دیگر، ۳۲رقم متحمل و یک رقم حساس به سرما در چهار تاریخ، کشت شدند. اثر تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت، معنی‌دار بود. کاشت پاییزۀ ارقام نخود سبب بهبود صفات مذکور نسبت به کاشت بهاره آنها شد (Nezami & Bagheri, 2005). در بررسی مقاومت به سرما در عدس، ۳۹لاین طی دو سال زراعی در شرایط آب و هوایی مشهد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین

عملکرد دانه با درصد مقاومت به سرما همبستگی مثبت و معنی‌دار (r= ۰/۲۰) و بین درصد مقاومت به سرما و دورهٔ کاشت تا رسیدگی، همبستگی منفی (r= -۰/۳۷) وجود داشت (Yazdisamadi *et al*., 2003). تحمل به سرمای ۵۳۰نمونه نخود در دو سال زراعی در یک آزمایش مزرعه‌ای در مشهد با هدف شناسایی منابع متحمل به شرایط سخت زمستان در مناطق مرتفع، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ۶۴نمونه در هر دو سال از نظر بقاء پس از زمستان، بسیارمتحمل به سرما بودند. همچنین بر اساس شاخص درصد بقاء، ۳۰نمونه انتخاب شدند (Nezami & Bagheri, 2001). با توجه به افزایش چشمگیر عملکرد نخود در کشت پاییزه و حساس‌بودن این محصول به سرما، هدف از این پژوهش، ارزیابی و شناسایی لاین‌ها، جهت تحمل به سرما با بیشترین عملکرد در واحد سطح و استفاده از این لاین‌ها در برنامه‌های اصلاحی درنظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال کردستان اجرا گردید. ایستگاه مذکور در ۷۰کیلومتری شمال سنندج، در طول شرقی ۴۷درجه و ۷دقیقه و ۴۰ثانیه، عرض شرقی ۳۵درجه و ۴۰دقیقه و ۱۲ثانیه و ۲۱۲۰متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. در این منطقه، میانگین بلندمدت بارندگی سالیانه ۴۴۵/۵میلی‌متر است. در این بررسی به‌منظور مطالعهٔ تحمل به سرما و انتخاب ارقام پُرمحصول و مقاوم به سرما، ۶۵لاین نخود همراه با یک شاهد حساس به سرما با نام ILC533 از سری مواد ارسالی از مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) با عنوان خزانهٔ بین‌المللی نخود متحمل به سرما (Chickpea International Cold Tolerance Nursery: CICTN)، بر اساس طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار کشت و مورد ارزیابی قرار گرفت. عملیات تهیه زمین، شامل شخم و دیسک در اوایل شهریورماه انجام گرفت. بذرها قبل از کاشت توسط قارچ‌کش تیوبندازول و حشره‌کش آکتلیک‌اسید ضدعفونی و در نیمهٔ دوم مهرماه با دست کشت شدند. هرکرت آزمایشی شامل یک خط یک‌متری بود و بذرها با فاصلهٔ ۱۰سانتی‌متر روی هر خط به‌صورت دستی در عمق ۴ تا ۵سانتی‌متری خاک کاشته شدند. فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت، ۳۰سانتی‌متر بود. پس از کشت و قبل از شرایط سخت زمستان، تعداد بذرهای سبزشده ثبت گردید. به‌منظور ارزیابی تحمل به سرما در لاین‌ها، مطابق با روش مقیاس‌بندی عددی ۱ تا ۹، بر اساس مشاهدهٔ خسارت به برگ‌ها و شاخه‌ها در بوته و درصد بوته‌های نابودشده در مزرعه به شرح زیر نمره‌دهی شد:

۱- کاملاً متحمل: بدون علایم خسارت سرمازدگی و همهٔ بوته‌ها سالم.

۳- متحمل: پژمرده‌شدن و خشکیدگی ناشی از سرمازدگی ۱۱تا۲۰درصد، از بین‌نرفتن هیچ‌کدام از بوته‌ها.

۵- حد واسط: پژمرده‌شدن و خشکیدگی ناشی از سرمازدگی ۴۱ تا ۶۰درصد، از بین رفتن حدود پنج‌درصد از بوته‌ها.

۷- حساس: پژمرده‌شدن و خشکیدگی ناشی از سرمازدگی ۸۱ تا ۹۹درصد، از بین رفتن حدود ۲۶ تا۵۰درصد از بوته‌ها.

۹- از بین رفتن ۱۰۰درصد بوته‌ها.

لازم به ذکر است که اعداد ۲، ۴، ۶ و ۸ نیز حد واسط اعداد بالا می‌باشند (Malhotra & Saxena, 1993).

برای صفت درصد بقاء از روش مقیاس‌بندی بر اساس درصد بوته‌های باقی‌مانده پس از یخبندان زمستانه و بهاره استفاده شد. بر این اساس، تحمل به سرما در ارقام با ارزیابی قدرت زنده‌مانی بوته‌ها پس از گذراندن سرمای زمستانه و بهاره با شمارش تعداد بوته‌های سالم (پس از جوانه‌زنی و قبل از وقوع سرمای زمستانه) و از بین رفته (پس از سپری‌شدن یخبندان بهاره) بررسی شد. از تفاضل بوته‌های جوانه‌زده و بوته‌های از بین رفته بر اثر سرما، میزان تحمل سرما بر اساس تعداد بوته‌های باقی‌مانده به‌صورت زیر تعیین شد:

خیلی مقاوم به سرما: ۹۶ تا ۱۰۰درصد بوته‌ها، باقی مانده؛ مقاوم به سرما: ۹۱ تا ۹۵درصد بوته‌ها باقی مانده؛ متحمل به سرما: ۷۱ تا۹۰درصد بوته‌ها باقی مانده؛ حساس به سرما: ۵۰ تا ۷۰درصد بوته‌ها باقی مانده؛ و کاملاً حساس به سرما: ۱۰۰درصد بوته‌ها از بین رفته باشند (Erskine *et al*., 1981).

در طول دوران رشد و نموّ، علاوه بر مراقبت‌های معمول زراعی نظیر وجین علف‌های‌هرز، از برخی صفات زراعی نظیر تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی، تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، عملکرد و وزن ۱۰۰دانه، یادداشت‌برداری به‌عمل آمد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS v.19 و مقایسات میانگین با استفاده ازروش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

مجموع میزان بارندگی در سال ۸۹-۱۳۸۸، ۴۱۴میلی‌متر و بیشترین میزان آن در آبان‌ماه (۱۲۴/۲میلی‌متر) بود. این امر، مطلوب‌بودن میزان بارندگی برای سبزشدن بذرها را نشان می‌دهد. همچنین، کمترین میزان دما در ماه‌های آبان، آذر،

دی، بهمن ، اسفند و فروردین، به‌ترتیب با ۴-، ۷/۴-، ۵-، ۱۶-، ۷/۸- و ۴/۶- درجه سانتی‌گراد بود. لازم به ذکر است که لاین‌های مورد مطالعه در دمای ۱۶-درجه سانتی‌گراد اغلب در پوشش برف قرار داشتند. همچنین، بیشترین تعداد روزهای یخبندان در ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین به‌ترتیب با ۱۰، ۳۰، ۲۴، ۲۷، ۱۰ و ۸ روز مشاهده شد (جدول۱).

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که بین لاین‌ها از نظر صفات درصد بقاء، درجۀ تحمل سرما، تعداد روز تا غلاف‌دهی، ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد، اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول۲). در یک بررسی روی۴۰لاین نخود و یک لاین حساس، بین لاین‌ها از نظر صفات عملکرد دانه، تعداد شاخه‌های ثانویه، وزن۱۰۰دانه و درجۀ تحمل سرما اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (Kanouni *et al.*, 2009).

بیشترین میزان عملکرد مربوط به لاین FLIP03-7C با ۲۰۵گرم در مترمربع و کمترین میزان عملکرد بدون درنظرگرفتن رقم حساس ILC533 مربوط به لاین FLIP05-37C با عملکرد ۳۸/۳گرم در مترمربع، و متوسط عملکرد همۀ لاین‌ها حدود ۱۱۱گرم در مترمربع بود (جدول ۳). میانگین درصد بقاء در بین لاین‌ها نشان داد که یک لاین، مقاوم (FLIP05-171C)،۴۱لاین متحمل و ۲۳ لاین (به‌همراه رقم ILC533) حساس به سرما بودند.

بر اساس درجۀ تحمل به سرما،۱۰لاین با کسب نمرۀ ۱، کاملاً متحمل، ۴۶لاین با کسب نمرۀ ۲، ۳ و ۴، متحمل و ۹لاین به‌همراه رقم حساس ILC533 با کسب نمرۀ ۵ و ۶، لاین‌های حد واسط و حساس به سرما شناخته شدند.

جدول۱- اطلاعات هواشناسی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال کردستان

Table 1. Meteorological data of cropping season 2009-10 for Saral Experimental Station in Kurdestan

ماه Month	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	دمای حداقل مطلق (درجه سانتی‌گراد) Absolute minimum temperature (ºC)	دمای حداکثر مطلق (درجه سانتی‌گراد) Absolute maximum temperature (ºC)	متوسط دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature mean (ºC)	تعداد روزهای یخبندان (روز) Frosty days	رطوبت نسبی (درصد) Relative humidity (%)	تبخیر (میلی‌متر) Evaporation (mm)
مهر October	8	0	25	11.3	0	34	123.4
آبان November	124.2	-4	20.2	6.39	10	64	0
آذر December	16.2	-7.4	8	-0.2	30	80	-
دی January	8.6	-5	11.2	2.99	24	68	-
بهمن February	42.8	-16	14	-0.16	27	74	-
اسفند March	52.5	-4.8	21.8	5.36	18	57	-
فروردین April	90	-7.8	18	6.95	8	60	51.2
اردیبهشت May	42.1	0	24	10.4	0	53	146.7
خرداد June	9	-0.2	28.2	15.35	1	43	211.8
تیر July	6.2	3.8	36	20.29	0	37.77	243.3
مرداد August	0	4.8	32.8	19.46	0	41	286.1
شهریور September	14.4	1.8	32	16.33	0	32	232.6

جدول۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در لاین‌های نخود مورد مطالعه

Table 2. Analysis of variance for measured attributes in some chickpea lines

S. O. V	d. f	میانگین مربعات Mean of squares							
		VP (%)	CTR	DF (day)	DP (day)	DM (day)	PHT (cm)	100SW (g)	Yld (g/m^2)
تکرار Rep.	1	8.50^{ns}	1.03^{ns}	3.269^{ns}	2.126^{ns}	10.28^{ns}	15.38^{**}	17.55^{ns}	4650.27^{ns}
لاین Entry	65	340.723^{+}	3.59^{**}	5.134^{ns}	11.9^{**}	8.52^{ns}	46.626^{**}	5.50^{**}	321592.42^{**}
خطای آزمایشی Error	65	245.6	1.54	5.545	2.4	12.88	1.78	11.55	170842.8

+، *، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱۰درصد، ۵درصد، ۱درصد و غیرمعنی‌دار.

+, *, ** and ns: Significant at 10%, 5%, 1% and non significant levels, respectively.

اختصارات: S.O.V: منابع تغییرات؛ df: درجه آزادی؛ VP: درصد بقاء؛ CTR: درجهٔ تحمل به سرما؛ DF: تعداد روز تا گلدهی؛ DP: تعداد روز تا غلاف‌دهی؛ DM: تعداد روز تا رسیدگی؛ PHT: ارتفاع بوته؛ 100SW: وزن ۱۰۰دانه؛ Yld: عملکرد دانه

Abbreviation: SOV: Sources of variation; df: degree of freedom; VP: Viability Percentage; CTR: Cold Tolerance Rate; DF: Days to flowering, DP: Days to podding; DM: Days to maturity; PHT: Plant height; 100SW: 100 Seed weight, Yld: Yield

جدول ۳- میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در لاین‌های نخود مورد مطالعه

Table 3. Means of chickpea lines for measured attributes

شماره No.	لاین Entry	CTR	DP	PHT (cm)	100SW (g)	Yld (g/m^2)
1	FLIP 00-39C	2	240	14	31.5	151.7
2	FLIP 01-40C	3	239	20	31	108.3
3	FLIP 02-61C	3	241	11.5	25	117.5
4	FLIP 02-69C	2	240	22.5	28	131.6
5	FLIP 02-81C	3	239	21.5	27	85.0
6	FLIP 03-1C	2	234	25	22	180.0
7	FLIP 03-2C	3	237	11	20.75	120.0
8	FLIP 03-3C	4	239	22.5	28.5	75.0
9	FLIP 03-5C	3	239	19.5	31	103.3
10	FLIP 03-6C	3	234	27	32.5	141.7
11	FLIP 03-7C	2	239	24.5	36.5	205.0
12	FLIP 03-8C	3	241	20.5	27	143.3
13	FLIP 03-9C	3	241	27.5	19.5	153.3
14	FLIP 03-11C	1	234	20.5	23	181.6
15	FLIP 03-12C	4	239	23.5	22.5	108.3
16	FLIP 03-13C	2	234	21.5	30.5	169.9
17	FLIP 03-14C	2	241	22	35	191.6
18	FLIP 03-80C	4	234	22.5	28.5	81.7
19	FLIP 03-89C	2	237	20.5	29	143.3
20	FLIP 03-133C	2	241	18	35	181.7
21	FLIP 99-26C	3	241	25	29.5	151.7
22	ILC 8262	4	239	36	23	155.8
23	ILC 8617	2	239	20	25.5	131.6
24	FLIP 97-118C	3	237.5	22	30.5	63.3
25	FLIP 99-45C	4	235.5	18	33	111.7
26	FLIP 01-7C	1	235.5	27	29	121.6
27	FLIP 02-51C	5	239	15	26	58.3
28	FLIP 02-52C	4	239	14	16	50.0
29	FLIP 02-55C	2	237	23	25.75	91.7
30	FLIP 02-59C	2	237.5	24	25.5	86.7
31	FLIP 02-80C	3	236.5	18	24.5	95.0
32	FLIP 02-83	6	239	11	26.5	45.0
33	FLIP 02-84	6	236.5	28	19	81.7
34	FLIP 02-85	6	238	25	25.5	78.3
35	FLIP 03-16C	5	238	24	25	86.7
36	FLIP 03-68C	5	235.5	27	31.25	123.3
37	FLIP 03-78C	3	241	27	30.25	78.3
38	FLIP97-120C	3	236	22.5	32.5	100.0

ادامه جدول ۳:

39	FLIP04-2C	1.67	234.67	15.3	31.67	115.5
40	FLIP04-33C	2	236	19	29	106.6
41	FLIP04-34C	3	234	18	33	40.0
42	FLIP04-35C	3	235	19	30	68.3
43	FLIP04-36C	5	236	31	30.5	69.5
44	FLIP04-37C	1	234	25	26.25	90.0
45	FLIP04-38C	1	236	26	29	85.0
46	FLIP05-13C	2	236	17	33	145.0
47	FLIP05-36C	1	240	31	32.25	150.0
48	FLIP05-37C	2	239	23.5	25	38.3
49	FLIP05-38C	5	235	24	33.5	51.7
50	FLIP05-39C	6	241	23	35	119.0
51	FLIP05-45C	2	235	19	37.5	81.7
52	FLIP05-49C	1	241	24.5	30.75	98.3
53	FLIP05-77C	2	234	20.5	36.5	108.3
54	FLIP05-81C	4	236	22	33.75	73.3
55	FLIP05-84C	3	240	31	28	128.3
56	FLIP05-89C	2	237.5	23	31.5	141.7
57	FLIP05-91C	1	235	27	30	101.7
58	FLIP05-94C	2	235	23	30.5	116.7
59	FLIP05-95C	1	240	27	34	135.0
60	FLIP05-101C	3	236	20	29	46.7
61	FLIP05-127C	2	241	19	32	126.6
62	FLIP05-137C	1	237.5	22	27	163.3
63	FLIP05-141C	1	234	27	28.5	116.6
64	FLIP05-146C	2	234	21	35.5	146.6
65	FLIP05-171C	2	235	25	36.5	151.6
66	ILC533	6	240.5	20.75	10.615	36.9
LSD	(5%)	2.48	3.08	2.66	6.78	82.542
Mean		2.84	237.44	22.2	28.81	111.16

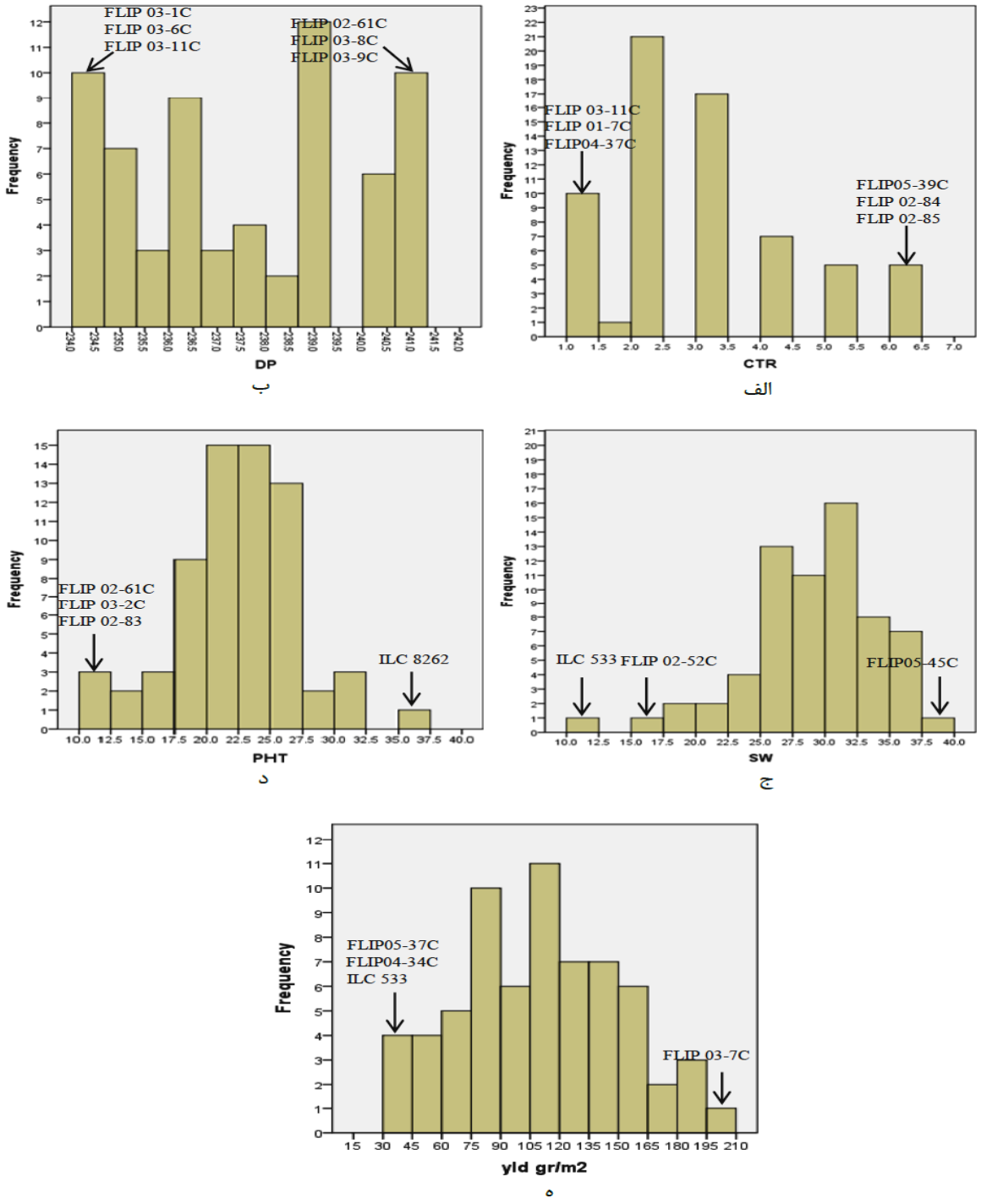
See table 2 for abbreviations

برای اختصارات به جدول ۲ مراجعه نمایید.

محققان دیگر نیز بر اساس درجۀ تحمل به سرما، ارقام و لاین‌ها را دسته‌بندی کرده‌اند (Kanouni *et al.*, 2009; Fraiedi, 2007; Yazdisamadi *et al.*, 2004). از نظر صفت ارتفاع بوته، بیشترین ارتفاع، مربوط به لاین ILC8262 با ۳۶سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته مربوط به لاین‌های FLIP03-2C و FLIP02-83 با ۱۱سانتی‌متر بود.

نمودار فراوانی درجۀ تحمل به سرما نشان داد که لاین‌ها، دارای دامنه تغییرات ۱ تا ۶/۵ بودند. بیشترین درجۀ تحمل (درجۀ تحمل به سرمای ۱) در لاین‌هایی مانند FLIP03-11C، FLIP01-7C و FLIP04-37C و کمترین درجۀ تحمل (درجۀ تحمل به سرمای ۶) در لاین‌هایی مانند FLIP05-39C، FLIP02-84 و FLIP02-85 وجود داشت. همچنین، بیشترین فراوانی با ۲۱لاین در دامنۀ ۲ تا ۲/۵ قرار داشت. تعداد روز تا غلاف‌دهی در لاین‌ها در دامنۀ ۲۳۴ تا ۲۴۱روز متغیر بود. کمترین تعداد روز تا غلاف‌دهی در لاین‌هایی مانند FLIP03-1C، FLIP03-6C و FLIP03-11C و بیشترین تعداد روز در لاین‌هایی مانند FLIP02-61C، FLIP03-8C و FLIP03-9C وجود داشت. بیشترین فراوانی با ۱۲لاین در تعداد روز ۲۳۹ قرار داشت. نمودار فراوانی عملکرد نشان داد که بین لاین‌ها از ۳۰ تا ۲۱۰گرم بر مترمربع تنوع وجود داشت. کمترین میزان عملکرد درلاین‌های FLIP05-37C، FLIP04-34C و رقم حساس ILC533 مشاهده شد که در دامنۀ ۳۰ تا ۴۵گرم در مترمربع و بیشترین عملکرد در لاینFLIP03-7C با ۲۱۰گرم در مترمربع بود. ارتفاع بوته نیز از تنوع زیادی برخوردار بود؛ به‌طوری‌که، ارتفاع لاین‌ها از ۱۰ تا ۳۷/۵سانتی‌متر متغیر بودند. کمترین ارتفاع بوته با ۱۰سانتی‌متر در سه لاین FLIP02-61C، FLIP03-2C و FLIP02-83 و بیشترین ارتفاع بوته با ۳۷/۵سانتی‌متر در لاین ILC8262 وجود داشت. ارتفاع اکثر لاین‌ها در دامنه متوسط ۱۷/۵ تا ۲۷/۵سانتی‌متر قرار داشت. دامنۀ تغییرات وزن۱۰۰دانه لاین‌ها بدون در نظرگرفتن رقم شاهد، از ۱۵ تا۴۰گرم بود. اغلب لاین‌ها در دامنه متوسط ۲۵ تا ۳۲/۵گرم قرار داشتند (شکل ۱).

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی ساده بین صفات، حاکی از وجود یک رابطۀ قوی و معنی‌دار (**۰/۸۰۵-) بین درجۀ تحمل به سرما و درصد بقاء بود. همچنین عملکرد با درصد بقاء و درجۀ تحمل به سرما به‌ترتیب دارای رابطه مثبت (**۰/۴۸۱) و منفی (**۰/۴۷۷-) معنی‌دار بود (جدول ۴). در یک بررسی روی۱۰رقم نخود بین عملکرد و درصد بقاء، همبستگی مثبت و معنی‌دار و بین عملکرد و وزن۱۰۰دانه، همبستگی منفی و معنی‌دار گزارش شد (Farayedi, 2007).



شکل ۱- تغییرات صفات مورد بررسی در لاین‌های نخود

Fig. 1. Variations in studied characteristics of chickpea lines

الف) CTR: درجهٔ تحمل به سرما؛ ب) DP: تعداد روز تا غلاف‌دهی؛ ج) SW: وزن ۱۰۰دانه (گرم)؛ د) PHT: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)؛ ه) yld: عملکرد (گرم در متر مربع)

CTR: Cold Tolerance Rate; DP: Days to Podding (day); SW: 100 Seed Weight (g); PHT: Plant Height (cm); yld: Yield (g/m^2)

در بررسی دیگری روی ۴۱لاین نخود، همبستگی عملکرد با وزن ۱۰۰دانه و درجۀ تحمل به سرما، منفی و معنی‌دار گزارش شد (Kanouni *et al.*, 2009). Malhotra (1991) & Singh نیز ارقام متحمل به سرما را جزو ارقام دانه‌ریز و متوسط دسته‌بندی کرده‌اند.

تجزیه خوشه‌ای لاین‌ها به‌روش وارد (Ward)، با استفاده از میانگین استانداردشدۀ صفات و معیار فاصله اقلیدسی، لاین‌ها را در سه گروه مجزا قرار داد (شکل ۲). گروه اول شامل ۲۷لاین ازجمله لاین‌های FLIP01-40C، FLIP03-5C و FLIP02-69C بود که اغلب با داشتن درجۀ تحمل به سرمای۳ و درصد بقای ۷۰ تا ۸۵درصد به‌عنوان گروه متحمل در نظرگرفته شدند. در گروه دوم، ۱۹لاین از جمله لاین‌های FLIP05-89C، FLIP05-94C و FLIP05-171C قرار گرفتند که اغلب با داشتن درجۀ تحمل به سرمای ۱و درصد بقای بالاتر از ۸۵درصد به گروه کاملاً متحمل موسوم گردید و گروه سوم، ۱۹لاین از جمله لاین‌های FLIP05-38C، FLIP05-81C و FLIP99-45C به‌همراه رقم شاهد را دربرگرفت. این گروه شامل لاین‌هایی بود که درجۀ تحمل به سرمای ۴ تا ۶ و درصد بقای کمتر از ۷۵درصد داشتند و به‌عنوان لاین‌های حساس و نیمه‌متحمل شناخته شدند.

جدول ۴- ضریب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در لاین‌های مختلف نخود

Table 4. Correlation coefficients among the studied traits in chickpea lines

Characters	VP	CTR	DF	DP	DM	PHT	100SW
CTR	-0.805**						
DF	-0.005	-0.01					
DP	-0.106	0.168	0.199				
DM	-0.213	0.241	0.133	-0.037			
PHT	-0.024	-0.059	0.061	-0.031	-0.085		
100SW	0.313*	0.312*	0.12	-0.189	-0.097	0.04	
SY	0.481**	-0.477**	-0.141	0.102	-0.012	0.171	0.258**

* and ** significant at 5% and 1% levels, respectively

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

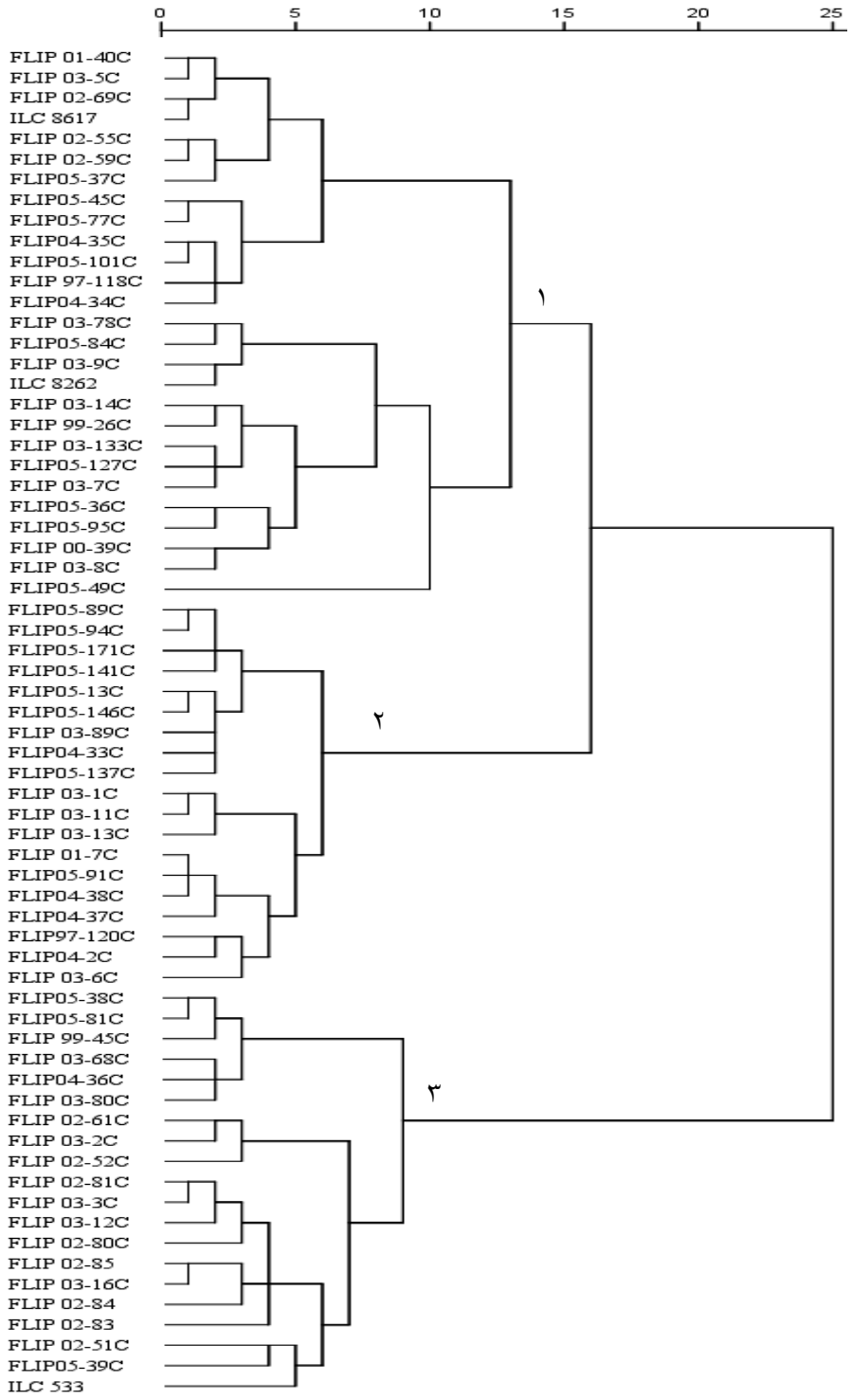
See table 2 for abbreviations.

برای اختصارات به جدول ۲ مراجعه نمایید.

به‌طورکلی، با در نظرگرفتن کلیه نتایج حاصل، ۱۴لاین شامل FLIP00-39C، FLIP02-81C، FLIP03-7C، FLIP03-8C، FLIP03-11C، FLIP03-13C، FLIP03-133C، FLIP99-26C، FLIP05-13C، FLIP05-36C، FLIP05-89C، FLIP05-137C، FLIP05-146C و FLIP05-171C با درجۀ تحمل به سرمای ۳ و کمتر از ۳، درصد بقای ۸۰ تا ۹۵درصد و عملکرد دانه بیش از ۱۴۱گرم در مترمربع به عنوان لاین‌های متحمل به سرما و برتر در این مطالعه شناسایی شدند. از این لاین‌ها می‌توان به‌عنوان والدین تلاقی‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری و یا در تشکیل جمعیت‌های دارای تنوع ژنتیکی برای تحمل به سرما بهره جست. Farayedi (2007) در مطالعه تحمل به سرما در ارقام مختلف نخود، سه رقم با درجۀ تحمل به سرمای ۳ و کمتر از۳، درصد بقای بیشتر از ۸۳درصد و عملکرد بیشتر از ۱۱۹۰کیلوگرم در هکتار را به‌عنوان ارقام برتر معرفی نمود. اصلاح و معرفی ارقام نخود متحمل به سرما دارای مزایای متعددی است. از جمله آنها، استفاده مناسب از بارندگی‌های سالیانه، رطوبت مناسب خاک، فرار از خسارت آفات و بیماری‌ها (که معمولاً بیولوژی آنها با کشت بهاره نخود سازگار است)، ارتفاع بیشتر و برداشت مکانیزه آسان‌تر است که باعث افزایش قابل‌توجه عملکرد در نخود می‌شود.

با توجه به عملکرد پایین نخود در ایران در کشت بهاره، برنامه‌های اصلاحی نخود بایستی در جهت معرفی لاین‌های متحمل به سرما باشد.

مطالعۀ حاضر حاکی از وجود تنوع مناسب از نظر تحمل به سرما در بین جمعیت مورد بررسی بود. هر چند برای ارایه نتایج مطمئن‌تر و کاربردی نیاز به بررسی پارامترهای فیزیولوژیک مانند فعالیت آنزیم‌های جمع‌آوری‌کنندۀ اکسیژن فعال و یا کارآیی فتوسنتز می‌باشد تا مکانیسم تحمل به سرمای لاین‌ها بهتر و دقیق‌تر ارزیابی گردد. همچنین تکرار آزمایش در سال‌ها یا مکان‌های مختلف به‌منظور تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها و برآورد صحیح پارامترهای تنوع ژنتیکی توصیه می‌گردد.



شکل۲- تجزیه خوشه‌ای لاین‌های نخود مورد بررسی به روش Ward با استفاده از میانگین استانداردشده صفات و معیار فاصله اقلیدسی

Fig. 2. Hierarchical cluster analysis of chickpea lines based on Ward's method using standardized means of traits and Euclidean distance measures

منابع

1. Chaichi, M.R., and Malekifarahani, S. 2007. The effect of cold stress on black chickpea growth and yield in different phonologic stages. Scientific Journal of Agriculture 3: 13-24. (In Persian).
2. Clarke, H.J., and Siddique, K.H.M. 2004. Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. Field Crop Research 90: 323-334.
3. Erskine, W., Meyveci, K., and Izgin, N. 1981. Screening a world lentil collection for cold tolerance. Lens Newsletter 8: 5-9.
4. Fraiedi, Y. 2007. Study of agronomic characteristic and cold hardiness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in autumn rainfed sowing conditions. Seed and Plant 23: 489-503. (In Persian).
5. Gaure, P.M., Tripathi, S., Gowda, C.L.L., Ranga, R.G.V., Sharma, H.C., Pande, S., and Sharma, M. 2010. Chickpea seed production manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.
6. Jalilian, J., Modarese Sanavi, S.A.M., and Sabaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and supplemental irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars under dry land condition. Journal Agriculture Science and Nature Resources 12. (In Persian with English Summary).
7. Kanouni, H., Khalily, M., and Malhotra, R.S. 2009. Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science 5: 250-254.
8. Kanouni, H., Taleei, A., and Okhovat, M. 2011. Ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab.) of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Breeding strategies for resistance. International Journal of Plant Breeding and Genetics 5: 1-22.
9. Kochaki, A., and Banayaneaval, M. 2002. Pulse Crops. Mashhad Academic Jahad Publishers.
10. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 1993. Screening for cold and heat tolerance in cool-season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legume. John Wiley and Sons, Chichester, U. p. 428-438.
11. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea Carvan. Available at web site http://www.icarda.org/publications/carvan/ /carvan17/Focus//Strategies.htm. (verified 17 December 2002).
12. Malhotra, R.S., and Singh, K.B. 1991. Gene action for cold tolerance in chickpea. Theoretical and Applied Genetics 82: 598-601.
13. Maqbool, A., Shafiq, Sh., and Lake, L. 2010. Radiant frost tolerance in pulse crops. Euphytica 172: 1-12.
14. Millan, T., Clark, H.J., Siddique, K.H.M., Buhariwalla, H.K., Gaur, P.M., Kumar, J., Gil, J., Kahl, G., and Winter, P. 2006. Chickpea molecular breeding: New tools and concepts. Euphytica 147: 81-103.
15. Najibnia, S., Porsa, H., Nazemi, A., and Bagheri, A. 2005. Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant germplasms on field conditions in autumn culture in Mashhad. First Iranian Pulse Crops Symposium, November 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. p. 495-498. (Persian with English Summary).
16. Nezami, A., and Bagheri, A. 2001. Evaluation of Mashhad chickpea collection for cold tolerance in field conditions (Abstract). In: http://SID.ir. (In Persian).
17. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 156-170. (Persian with English Summary).
18. Nezami, A., Sedaghatkhahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A.R. 2010. Evaluation of autumn sowing chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes of cold tolerant under supplemental irrigation. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 415-423. (In Persian).
19. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperature region. Turk. J. Agric. For. 27: 345-352.
20. Samdaliri, M., Saiedsharifi, R., and Esmaielpor, B. 2010. Pulse Crops. Islamic Azad University the Unit of Challos Publishers.
21. Singh, K.B. 1991. Winter chickpea: problems and potential in the Mediterranean region. Ciheam-Options Mediterranean's 9: 25-34.
22. Singh, K.B., and Saxena. M.C. 1999. Chickpeas. Macmillan Education Ltd., London, Bisingtone.

23. Upadhyaya, H.D., Dwivedi, S.L., Gowda, C.L.L., and Singh, S. 2007. Identification of diverse germplasm lines for agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) core collection for use in crop improvement. Field Crop Research 100: 320-326.
24. Wery, J. 1999. Adaption to frost and drought stress in chickpea and implication in plant breeding. Ciheam-Options Mediterranean's 9: 77-85.
25. Yazdisamadi, B., Majnonhossaini, N., and Paighambari, S.A. 2004. Evaluation of cold hardiness in lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.). Seed and Plant 20: 23-37. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 69-80

Evaluation of cold tolerance in winter sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using morphological and phenological traits in Kurdistan region

Naderi[1]*, H., Shokrpoor[2], M., Asghari[2], A., Kanooni[3], H. & Esfandiari[4], A.

1- MSc. Student of Plant Breeding, Mohaghghegh Ardebili University, Ardebil
2- Contributions from Agronomy & Plant Breeding Department, Mohaghghegh Ardebili University, Ardebil
3- Contribution from Agricultural Research Center & Natural Sciences of Kurdistan, Sanandaj
4- Contribution from Agronomy & Plant Breeding Department, Maragheh University, Maragheh

Received: 8 May 2012
Accepted: 14 November 2012

Abstract

Winter sown chickpeas produce more yields in comparison with spring type. This function is hampered by the sensitivity of the crop to low temperature. In order to study and identify high yielding and cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines, 65 entries along with one susceptible check variety namely ILC533 were evaluated in a randomized complete block design (RCBD) with two replications during 2010-11 cropping season at Saral Agricultural Research Station of Kurdistan province, west of Iran. Cold tolerance was investigated via viability percentage and cold tolerance rate parameters. Analysis of variance revealed that there were significant differences among the lines for plant height, 100 seed weight, seed yield and cold tolerance rate. Significant negative and positive correlations were found among yield and cold tolerance rate and viability percentage, respectively. The cluster analysis, categorized the lines into three distinct groups. According to this study, 14 lines having 3 and less than 3 of cold tolerance rate, 80-95 viability percentage and more than 141g/m^2 seed yield recognized as superior lines for cold tolerance.

Key words: Chickpea, Cold tolerance, Viability percentage, Winter sowing

* **Corresponding Author:** haidarnaderi@gmail.com, Mobile: 09352782587

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۹۸-۸۱ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 81-98

تأثیر برهم‌کُنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر برخی از صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهچه‌های لوبیاقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.)

عبدالله بیک خورمیزی[1*]، علی گنجعلی[2]، پروانه ابریشم‌چی[2] و مهدی پارسا[3]

۱- کارشناس‌ارشد فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- اعضای هیئت علمی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- عضو هیئت علمی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۴/۲۱

چکیده

ورمی‌کمپوست به‌سبب ویژگی‌های ساختاری و دارابودن مواد مغذّی فراوان (عناصر ماکرو و میکرو)، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و وجود میکروأرگانیسم‌های مفید می‌تواند خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک را بهبود ببخشد و تأثیر مطلوبی بر رشد و نموّ گیاهان داشته باشد. به‌منظور بررسی برهم‌کُنش نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر برخی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهچه‌های لوبیاقرمز رقم درخشان، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در سال ۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج نسبت حجمی ورمی‌کمپوست و ماسه (۰:۱۰۰؛ ۱۰:۹۰؛ ۲۵:۷۵؛ ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵) و چهار سطح شوری (صفر یا شاهد،۳۰، ۶۰، ۹۰ و۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم) بودند. بذرهای لوبیا در گلدان‌های پلاستیکی کاشته و نمونه‌برداری از گیاهچه‌ها ۲۸روز پس از کاشت انجام شد. نتایج نشان داد ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر نسبت سطح برگ به سطح ریشه، نسبت وزن‌خشک ریشه به وزن‌خشک بخش هوایی، شاخص پایداری غشاء، محتوای آب نسبی، میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم بافت برگ و ریشه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت ($P\leq 0.01$). در این آزمایش، ورمی‌کمپوست در شرایط تنش شوری به‌دلیل ویژگی‌های ساختاری و مواد موجود در آن باعث افزایش جذب پتاسیم و کلسیم شده و جذب سدیم را کاهش داد. بنابراین به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست بتواند اثرات نامطلوب شوری را بر گیاهچه‌های لوبیا محدود نماید.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، عناصر غذایی، لوبیا، ورمی‌کمپوست

مقدمه

حبوبات و به‌ویژه لوبیا یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی در رژیم غذایی بسیاری از مردم جهان است. میزان پروتئین حبوبات، تقریباً دوبرابر غلات بوده و می‌تواند به‌عنوان مکمّل پروتئین غلات در رژیم غذایی انسان جای گیرد (Dorri, 2008). سطح زیرکشت لوبیا در ایران حدود ۹۰هزارهکتار است و از میانگین عملکرد بالاتری (۱۵۷۳کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر حبوبات برخوردار است (Bagheri *et al.*, 2001). از طرفی این گیاه، حساس به شوری است (Dorri, 2008).

شوری خاک و کمبود مواد غذایی از مشکلات مهم کشاورزی است و تقریباً ۲۰درصد زمین‌های زراعی جهان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Flowers & Yeo, 1995). بررسی‌ها مؤید این است که تنش شوری تأثیر منفی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و همچنین فعالیت میکروأرگانیسم‌های خاک دارد (Lakhdar *et al.*, 2009). Hafsi *et al*, (2007) بیان داشتند که شوری از طریق ایجاد سمّیت در خاک و برهم‌زدن تعادل مواد غذایی محلول در خاک، رشد و نمو گیاهان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در دهه‌های اخیر، استفاده از کودهای اُرگانیک، یک روش معمول برای بهبود زمین‌های مواجه با تنش شوری است (Lakhdar *et al.*, 2009). در یک مطالعه با مصرف کودهای آلی، نیتروژن خاک حدود ۴۲درصد، فسفر ۲۹درصد و پتاسیم ۵۷درصد افزایش یافت (Lauer, 1975). مطالعه تأثیر کودهای آلی بر خواص شیمیایی و

* **نویسنده مسئول:** گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی‌مشهد، همراه: ۰۹۳۶۳۳۴۶۳۰۳، abdollahbeyk@gmail.com

بیوشیمیایی خاک در زمین‌های خشک، مؤید این است که کمپوست، کمّیت و کیفیت کربن آلی، نیتروژن، فسفر، بیوماس میکروبی و فعالیت‌های آنزیمی کُل را افزایش می‌دهد (Lakhdar *et al.*, 2009). به عبارتی دیگر، کمپوست‌ها دو تأثیر مفید بر بهبود حاصلخیزی خاک‌های شور شامل بهبود ساختمان خاک و نفوذپذیری خاک دارند. کمپوست‌ها باعث افزایش آب‌شویی نمک و کاهش تبخیر سطحی و مهار تجمع نمک در سطح خاک‌های شور می‌شوند (Raychev *et al.*, 2001).

ورمی‌کمپوست[1]، نوعی کمپوست است که طی یک فرایند غیرحرارتی به‌وسیلهٔ کِرم تولید می‌شود (Krishnamoorthy & Vajranabhaiah, 1986). این ترکیب آلی سبک، فاقد هرگونه بو و عاری از بذر علف‌های‌هرز است. فراوری آن نسبت به کمپوست، آسان‌تر بوده و در مدت‌زمان کوتاه انجام می‌گیرد (Atiyeh *et al.*, 2002). بالابودن میزان عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و دارابودن عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از مزایای دیگر ورمی‌کمپوست می‌باشد (Atiyeh *et al.*, 2000). بررسی‌ها نشان داده است که مصرف ورمی‌کمپوست، غلظت فسفر را در دانهٔ بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) و بخش هوایی گیاه شبدرقرمز (*Trifolium pretense*) (Mohanty *et al.*, 2006) و غلظت‌های نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در میوهٔ گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentom* L.) (Zaller, 2007)، به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داده است. همچنین ورمی‌کمپوست، دارای تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال می‌باشد (Arancon *et al.*, 2004a). شواهد بسیاری نشان می‌دهند که میکروارگانیسم‌ها قادر به تولید هورمون‌های گیاهی و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکنین‌ها و اتیلن‌ها در مقادیر قابل‌توجهی هستند(Frankenberger & Arshad, 1995). گزارش‌هایی وجود دارد که تأیید می‌نماید رشد گیاهان به‌دلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم مواد هومیکی موجود در ورمی‌کمپوست، تحریک می‌شود. عمل این مواد مانند تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است (Atiyeh *et al.*, 2000).

با استفاده از ورمی‌کمپوست، رشد گیاهانی مانند فلفل (*Capsicum annum* L.) و کاهو (*Lactuca sativa* L.) افزایش یافته است (Edwards & Burrows, 1988). در تحقیق دیگری با مصرف سه‌تُن در هکتار ورمی‌کمپوست، عملکرد بیولوژیک در گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) در مقایسه با شاهد، به‌طور چشمگیری افزایش یافت (Jat & Ahlawt, 2006). مطالعات El-Missery (2003) نشان داد که کاربرد کودهای آلی، مقاومت به شوری را در گیاه کلم (*Brassica oleracea*) و اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) افزایش داده است. تحقیقات بسیاراندکی در زمینهٔ برهم‌کُنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری وجود دارد. بررسی‌ها نشان داده است که در گیاهانی نظیر آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) (Rafiq & Nusrat, 2009) و تمبرهندی (*Tamarindus indica* L.) (Oliva *et al.*, 2008)، ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات زیان‌آور شوری را کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول شود.

از آنجا که لوبیا یک گیاه بسیارحساس به شوری است و از طرفی به‌دلیل اهمیت راهبردی آن در تأمین پروتئین گیاهی مورد نیاز مردم و نظر به این‌که تنش شوری و توسعهٔ زمین‌های شور یکی از مشکلات عمده در بخش کشاورزی کشور و استان می‌باشد، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی برهم‌کُنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهچه‌های لوبیاقرمز رقم درخشان انجام شد.

مواد و روش‌ها

پنج نسبت حجمی ورمی‌کمپوست و ماسه شامل ۱۰۰:۰؛ ۹۰:۱۰؛ ۷۵:۲۵؛ ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ و چهار سطح شوری معادل ۳۰، ۶۰، ۹۰ و۱۲۰ میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم به‌همراه شاهد (صفر)، در شرایط کنترل‌شده بر رشد رویشی لوبیاقرمز رقم درخشان، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه، به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، در طول دورهٔ رشد از محلول غذایی هوگلند در فواصل معین استفاده شد. لوبیاقرمز رقم درخشان نسبت به سایر ارقام معمول، دارای عملکرد بالا (۲۷۰۰کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. این گیاه دارای تیپ رونده و بسیار زودرس است (Dorri, 2008). تیمارهای لازم از طریق مخلوط نسبت‌های حجمی ورمی‌کمپوست و ماسه تهیه شدند. تجزیهٔ شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این آزمایش، در جدول ۱ نشان داده شده است.

1. Vermicompost

بذرهای لوبیا به‌مدت ۲۴ساعت در آب خیسانده شده و سپس در چهار قسمت از گلدان‌هایی با ارتفاع ۱۲سانتی‌متر و قطر ۷سانتی‌متر کشت شدند. گلدان‌ها به‌مدت دوهفته تا سبزشدن با آب معمولی (بدون سطوح شوری) آبیاری شدند. سپس گیاهچه‌ها تنُک شدند و در هر گلدان، دو گیاهچه باقی ماند. پس از این زمان، گلدان‌ها مطابق تیمارهای آزمایشی (سطوح مختلف شوری) آبیاری شدند. به‌منظور ثابت‌نگه‌داشتن مقدار شوری در گلدان‌ها، هدایت الکتریکی زِه‌آب گلدان‌ها اندازه‌گیری و مرتباً کنترل می‌شد. پس از سپری‌شدن ۲۸روز از زمان کاشت، گلدان‌ها برداشت و پس از آن، بخش هوایی و ریشهٔ گیاه از بذر تفکیک شدند. سطح برگ‌ها به‌وسیلهٔ دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[1]، اندازه‌گیری شد. سطح ریشه نیز پس از رنگ‌آمیزی با پرمنگنات منیزیم و خارج‌کردن آب سطح ریشه، به‌وسیلهٔ دستگاه اندازه‌گیری ریشه[2] اندازه‌گیری شد. سپس بخش هوایی و ریشه‌ها در آون ۷۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ساعت خشک شدند و وزن‌خشک آنها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱گرم اندازه‌گیری شد. بنابراین صفات نسبت وزن‌خشک ریشه به وزن‌خشک اندام هوایی (R/S) و سطح برگ به سطح ریشه (LA/RA) محاسبه شد. برای تعیین شاخص پایداری غشای سلولی، ۰/۱گرم از برگ دوم هر گیاه را توزین و داخل دو سری لوله آزمایش حاوی ۱۰میلی‌لیتر آب‌مقطر گذاشته شدند. یک سری از لوله‌ها در بن‌ماری ۴۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰دقیقه و سری دیگر لوله‌ها در بن‌ماری ۱۰۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰دقیقه قرار گرفتند. پس از رسیدن دمای لوله‌ها به دمای محیط، هدایت الکتریکی نمونه‌ها به‌وسیلهٔ دستگاه ECمتر اندازه‌گیری شد و سپس شاخص پایداری غشاء از معادلهٔ زیر به‌دست آمد (Sairam & Saxena, 2001):

شاخص پایداری غشاء =
۱- (هدایت الکتریکی آب در دمای ۴۰Ċ / هدایت الکتریکی آب در دمای ۱۰۰Ċ)×۱۰۰

محتوای آب نسبی با استفاده از معادلهٔ زیر محاسبه شد (Bian & Jiang, 2008):

$$RWC = (FW-DW/TW-DW)\times 100$$

در این معادله، RWC محتوای آب نسبی، FW وزن تَر برگ، DW وزن‌خشک برگ و TW وزن برگ در حالت تورژسانس کامل است.

به‌منظور اندازه‌گیری میزان عناصر موجود در بافت برگ و ریشه، از روش نورسنجی شعله‌ای استفاده شد (Chapman & Patt, 1982). بدین‌صورت که در ارلن ۱۰۰میلی‌لیتری، ۰/۰۵گرم پودر حاصل از برگ و ریشه خشک‌شدهٔ هر تیمار، به‌طور جداگانه با سه میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ مخلوط شدند. درب ارلن‌ها با شیشهٔ ساعت بسته شده و به‌مدت ۴۸ تا ۷۲ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. سپس به ارلن‌ها در زیر هود و بر روی کورهٔ دمایی، به آرامی حرارت داده شد. تصاعد دود سفید و بی‌رنگ‌شدن محلول اسیدی، نشانهٔ پایان عمل هضم بود. حجم محلول باقی‌مانده با آب مقطر به ۵۰میلی‌لیتر رسید.

سپس غلظت کاتیون‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم توسط دستگاه نورسنجی شعله‌ای تعیین شد و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت نهایی هر کاتیون در عصارهٔ حاصل از بافت‌های برگ و ریشه، تعیین و مقدار آنها بر حسب گرم در ۱۰۰گرم وزن‌خشک بافت محاسبه شد.

تجزیهٔ آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C انجام شد و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نسبت سطح برگ به سطح ریشه

نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری، تأثیر معنی‌داری بر نسبت سطح برگ به سطح ریشه گیاه لوبیا داشت ($P\leq 0.01$). با افزایش سطح شوری از شاهد به ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، نسبت سطح برگ به سطح ریشه به‌میزان ۱۰درصد افزایش یافت (جدول ۲). ورمی‌کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری بر نسبت سطح برگ به سطح ریشه لوبیا داشت ($P\leq 0.01$). نسبت سطح برگ به سطح ریشه در تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد، افزایش معنی‌داری نشان داد؛ به‌طوری‌که این افزایش در نسبت‌های ۵۰ و ۷۵درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد حدود ۱/۵برابر بود (جدول ۳). تأثیر برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست بر نسبت سطح برگ به سطح ریشه (شکل ۱) نشان می‌دهد که نسبت سطح برگ به سطح ریشه در شوری‌های معادل ۶۰،۳۰ و ۹۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم در تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی‌کمپوست)، افزایش معنی‌داری داشت. در شوری ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، تنها در نسبت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست این افزایش، معنی‌دار بود و سایر نسبت‌های ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نداشتند. بنابراین به‌نظر می‌رسد که در تنش‌های پایین و میانی شوری، تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست باعث افزایش

1. Leaf Area Meter
2. Root Analyser

نسبت سطح برگ به سطح ریشه می‌شوند؛ درحالی‌که در شوری‌های بالا (۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم) تنها نسبت بالای ورمی‌کمپوست می‌تواند نسبت سطح برگ به سطح ریشه را افزایش دهد.

گزارش‌های زیادی حاکی از کاهش سطح ریشه با افزایش تنش شوری وجود دارد (Ganjeali *et al.*, 2007).

افزایش سطح برگ در محیط حاوی ورمی‌کمپوست در گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.) و همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) (Warman & AngLopez, 2010) و خیار (*Cucumis sativus* L.) (Sallaku *et al.*, 2009) نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست

Table 1. Chemical characteristics of vermicompost

خصوصیات Properties	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	سدیم (درصد) Na (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	کلسیم (درصد) Ca (%)	فسفر (درصد) P (%)	نیتروژن /کربن C/N	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Conductivity electrical (ds/m)	ماده آلی (درصد) Organic mater (%)
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.3-1.6	0.6-0.9	0.9-1.5	3.8-4	1.5-2	12-16	8-8.5	40-60	35-40

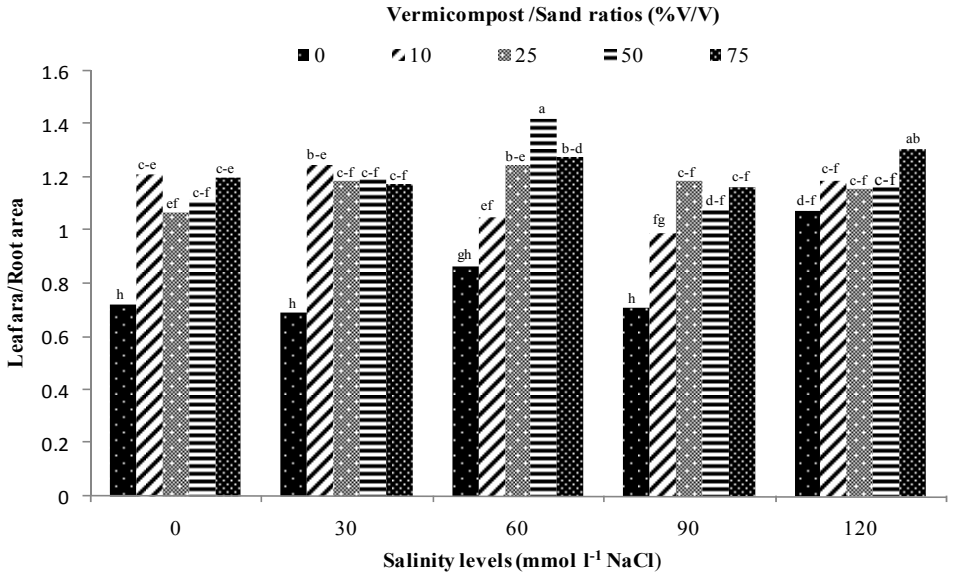
جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ریشه و ساقهٔ لوبیاقرمز رقم درخشان در سطوح مختلف شوری

Table 2. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot morphological, physiological and biochemical features at different salinity levels

سطوح شوری Salinity levels (mmol l^{-1} NaCl)	سطح برگ/ سطح ریشه Leaf area/ Root area	وزن‌خشک ریشه/ وزن‌خشک بخش هوایی Root/Shoot	شاخص پایداری غشاء (درصد) Membrane stability index (%)	محتوای نسبی آب (درصد) Relative water content (%)	میزان سدیم برگ (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Leaf sodium (g/100g Leaf dw)	میزان پتاسیم برگ (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Leaf potassium (g/100g Leaf dw)	میزان کلسیم برگ (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Leaf calcium (g/100g Leaf dw)	میزان سدیم ریشه (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Root sodium (g/100g Root dw)	میزان پتاسیم ریشه (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Root potassium (g/100g Root dw)	میزان کلسیم ریشه (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Root calcium (g/100g Root dw)
0	1.064b	0.505b	83.8a	74.5a	0.504d	5.772a	3.557ab	4.647c	5.222a	2.242c
30	1.160a	0.536b	69.7b	70.7ab	0.711c	5.711a	3.510b	5.854a	4.259b	2.205c
60	1.172a	0.523b	59.4c	68.8ab	2.543b	5.764a	3.639ab	5.642a	2.836c	2.370ab
90	1.178a	0.706a	48.1d	65.5b	3.121a	5.747a	3.738a	5.201b	2.419 cd	2.358b
120	1.180a	0.701a	36.8e	54.0c	3.239a	5.408b	3.497b	5.618a	2.271d	2.476a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن، تفاوت معنی‌داری ندارند ($P\leq 0.05$).

Means in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncans Multiple Range Test ($P\leq 0.05$).



شکل ۱- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر نسبت سطح برگ به سطح ریشه گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

Fig. 1. Interaction between vermicompost and salinity on the leaf area/root area of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

Mcginnis *et al*, (2003) افزایش سطح برگ ریحان (*Ocimum basilicum* L.) را در حضور ورمی‌کمپوست به بهبود خواص فیزیکی محیط، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب نسبت دادند. از طرفی می‌توان گفت که احتمالاً افزایش ورمی‌کمپوست در محیط ریشه، شرایط را برای جذب آب و عناصر غذایی، بهتر مهیا نموده است و گیاه برای دریافت عناصر غذایی و آب، انرژی کمتری را هزینه کرده است. بنابراین ورمی‌کمپوست از یک طرف باعث افزایش سطح برگ و از طرف دیگر سبب کاهش طول و در نتیجه سطح ریشه شده است؛ بنابراین می‌تواند نسبت سطح برگ به سطح ریشه را افزایش دهد.

نسبت وزن‌خشک ریشه به وزن‌خشک بخش هوایی (R/S)

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر نسبت R/S گیاه لوبیا داشت ($P\leq 0.01$). در تمام سطوح شوری، نسبت R/S نسبت به شاهد افزایش نشان داد؛ ولی تنها در سطوح۹۰ و۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، این افزایش معنی‌دار بود (جدول ۲). ورمی‌کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری بر نسبت R/S گیاه لوبیا داشت ($P\leq 0.01$)؛ به‌طوری‌که در تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد، نسبت R/S به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳).

شکل ۲ نتایج برهم‌کُنش تنش شوری و ورمی‌کمپوست را بر نسبت R/S لوبیا نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمام سطوح شوری، نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست، نسبت R/S را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش داد. Romero-Aranda *et al*, (2001) گزارش کردند که در تنش شوری، انباشته‌شدن یون‌های Na^+ و Cl^- در برگ از طریق بستن روزنه‌ها و کاهش سنتز کلروفیل، باعث کاهش محصول فتوسنتزی درگوجه‌فرنگی شده است. در یک آزمایش، غلظت‌های بالای کلریدسدیم، IAA درون‌زای ریشه را در گوجه‌فرنگی کاهش داد (Dunlap & Binzel, 1996). کم‌شدن IAA در ریشه در شرایط تنش شوری، افزایش رشد ریشه را سبب می‌شود (Rodriguez *et al.*, 1997). تحقیقات زیادی افزایش وزن‌خشک بخش هوایی گیاه خیار (Sallaku *et al.*, 2009)، توت‌فرنگی (*Fragaria xananassa* Duch.) (Arancon *et al.*, 2004b) و بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) (Gajalakshmi & Abbasi, 2002) را با کاربرد ورمی‌کمپوست نشان داده است. Atiyeh *et al,* (2000) نیز، افزایش وزن گیاهان گوجه‌فرنگی تیمارشده با ورمی کمپوست را به‌دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت اعلام نمودند.

به‌نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست به‌دلیل داشتن مواد معدنی ضروری ماکرو و میکرو، ساختار متخلخل و ظرفیت بالای نگهداری آب، می‌تواند میزان فتوسنتز و متعاقب آن، وزن‌خشک گیاه را افزایش دهد. همچنین ورمی‌کمپوست با مهیاکردن شرایط مناسب برای جذب آب و عناصر غذایی در محیط اطراف ریشه، باعث می‌شود تا گیاه انرژی کمتری را هزینه نماید. بنابراین ورمی‌کمپوست باعث افزایش وزن‌خشک بخش هوایی و کاهش وزن‌خشک ریشه شده است.

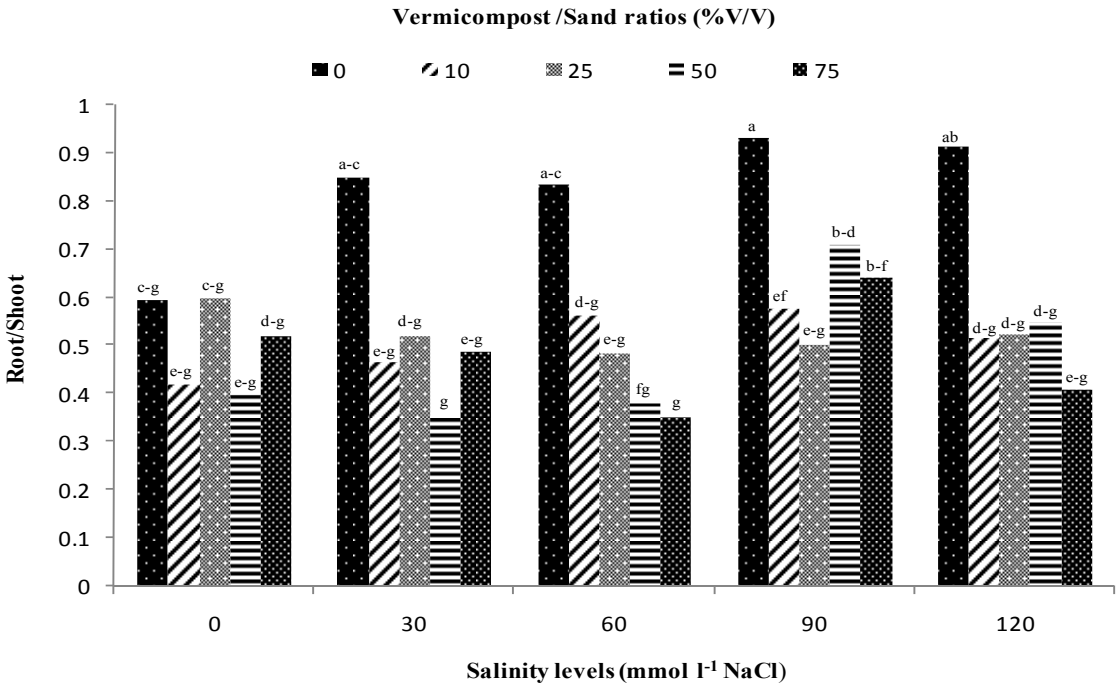
جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ریشه و ساقه لوبیا رقم قرمز درخشان در غلظت‌های مختلف ورمی‌کمپوست

Table 3. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot morphological, physiological and biochemical features at different vermicompost concentrations

نسبت ورمی‌کمپوست Vermicompost ratio (V/V)	سطح برگ/ سطح ریشه Leaf area/ Root area	وزن‌خشک ریشه/ وزن‌خشک بخش هوایی Root/Shoot	شاخص پایداری غشاء (درصد) Membrane stability index (%)	محتوای نسبی آب (درصد) Relative water content (%)	میزان سدیم برگ (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Leaf sodium (g/100g leaf dw)	میزان پتاسیم برگ (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Leaf potassium (g/100g leaf dw)	میزان کلسیم برگ (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Leaf calcium (g/100g leaf dw)	میزان سدیم ریشه (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Root sodium (g/100g root dw)	میزان پتاسیم ریشه (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Root potassium (g/100g root dw)	میزان کلسیم ریشه (گرم/۱۰۰گرم وزن‌خشک) Root calcium (g/100g root dw)
0	0.813d	0.821a	53.6b	70.0ab	0.777e	2.690e	3.232c	6.248a	1.036c	2.177c
10	1.138c	0.528b	72.7a	76.2a	1.693d	5.015d	3.322c	5.107bc	3.376b	2.278bc
25	1.171bc	0.525b	69.5a	69.6ab	2.513b	6.057c	3.890b	4.939c	4.089a	2.307b
50	1.227ab	0.474b	49.3c	55.9c	3.159a	6.755b	3.409c	5.395b	3.254b	2.337b
75	1.226ab	0.482b	52.5bc	69.4b	1.976c	7.691a	4.100a	4.274d	4.352a	2.551a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن، تفاوت معنی‌داری ندارند ($P\leq 0.05$).

Means in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncans Multiple Range Test ($P\leq 0.05$).



شکل ۲- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر نسبت وزن‌خشک ریشه به وزن‌خشک بخش هوایی گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ $\geq p$ ندارند.

Fig. 2. Interaction between vermicompost and salinity on the Root/Shoot of seedling of bean

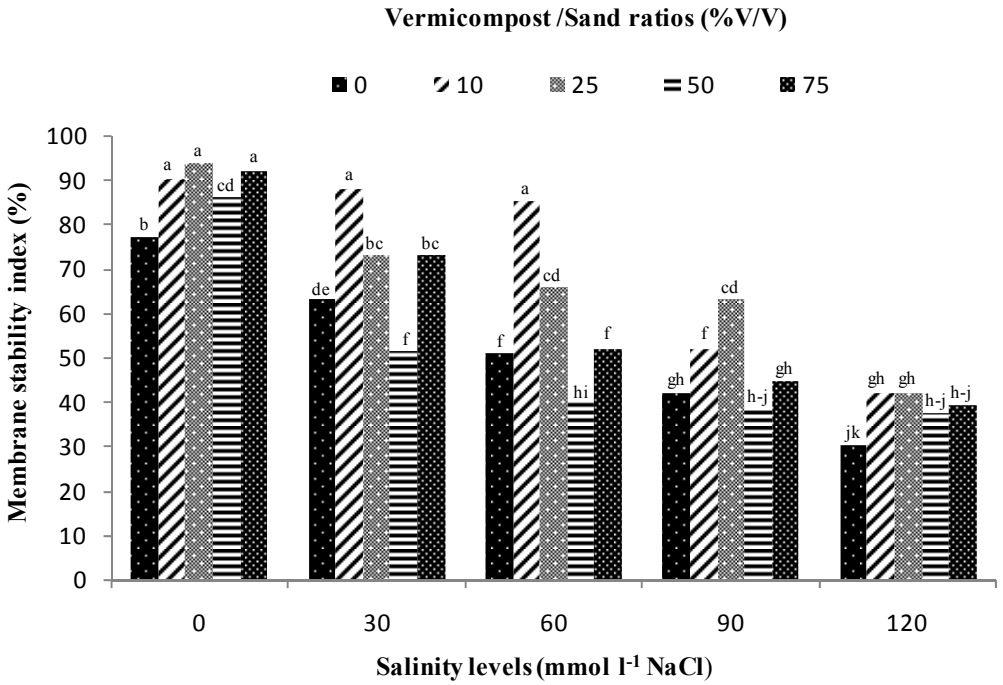
Columns with the same letter(s) are not significantly different at $P\leq 0.05$ probability.

شاخص پایداری غشاء

مقایسهٔ میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر شاخص پایداری غشاء داشت ($P\leq 0.01$)، به‌طوری‌که با افزایش تنش شوری، شاخص پایداری غشاء کاهش یافت. کمترین شاخص پایداری غشاء در شوری ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم مشاهده شد که نسبت به شاهد، حدود دوبرابر کاهش داشت (جدول ۲). ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر شاخص پایداری غشاء سلولی گیاه لوبیا داشت ($P\leq 0.01$). در غلظت‌های ۱۰ و ۲۵درصد ورمی‌کمپوست، شاخص پایداری غشاء به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت و در غلظت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست، این شاخص به‌صورت معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. غلظت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست نیز تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت (جدول ۳). برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست، تأثیر معنی‌داری بر شاخص پایداری غشاء داشت ($P\leq 0.01$). شکل۳ برهم‌کُنش تنش شوری و ورمی‌کمپوست را بر شاخص پایداری غشاء نشان می‌دهد. در شوری معادل ۳۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، شاخص پایداری غشاء در نسبت‌های ۱۰، ۲۵ و ۷۵درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد، افزایش معنی‌دار و در نسبت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست، کاهش معنی‌داری را نشان داد. در شوری معادل ۶۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، شاخص پایداری غشاء در نسبت‌های ۱۰ و ۲۵درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت و در غلظت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست، این شاخص به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت و در غلظت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در سطوح شوری ۹۰ و ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، شاخص پایداری غشاء در نسبت‌های ۱۰ و ۲۵درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد، افزایش معنی‌دار داشت و در غلظت‌های ۵۰ و ۷۵درصد ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بنابراین نسبت‌های ۱۰ و ۲۵درصد ورمی‌کمپوست در تمام سطوح شوری می‌تواند پایداری غشاء را بهبود بخشد. Kaya *et al*, (2002) نیز نشان دادند که میزان بالای کلریدسدیم، کمبود کلسیم را در توت‌فرنگی القاء کرد و باعث کاهش پایداری غشای سلولی شد. بنابراین در گیاهان تحت تنش شوری، نسبت کلسیم به سدیم کاهش یافته و یون‌های سدیم ممکن است برای مکان‌های اتصال کلسیم در غشاء، رقابت کنند؛ در نتیجه، میزان بالای کلسیم می‌تواند غشای سلول را از اثرات نامطلوب شوری حفظ کند (Bush, 1995). همچنین Singh *et al*, (2008) نشان دادند که اسیدجیبرلیک (GA_3) به‌طور معنی‌داری پایداری غشای سلول‌های گلبرگ سوسن (*Lilium longiflorum* L.) را بهبود بخشید. به‌طور مشابه در تیمار با اسیدجیبرلیک، نشت الکترولیت‌ها در گُل‌سرخ کاهش یافت (Sabehat & Zeislin, 1994). بنابراین احتمالاً ورمی‌کمپوست با دارابودن هورمون‌های گیاهی از جمله جیبرلین‌ها و دارابودن مقادیر زیادی مواد معدنی از جمله کلسیم، می‌تواند پایداری غشای سلول‌های برگ لوبیا را بهبود بخشد. در نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست (۵۰ و ۷۵درصد)، احتمالاً ورمی‌کمپوست نیز به‌عنوان منبع شوری عمل نموده و اثرات کاهشی بر شاخص پایداری غشاء دارد. با این وجود، در نسبت بالای ورمی‌کمپوست (۷۵درصد) اثرات مفید این کود آلی بیشتر از اثرات منفی آن بوده و احتمالاً برایند، به‌سمت تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بوده است.

محتوای نسبی آب

نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری، تأثیر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب گیاهچه‌های لوبیا داشت ($P\leq 0.01$)؛ به‌طوری‌که با افزایش تنش شوری، محتوای نسبی آب، کاهش یافت. کمترین مقدار محتوای نسبی آب (۵۴درصد) در شوری ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم مشاهد شد که نسبت به شاهد، حدود ۲۰درصد کاهش داشت (جدول ۲). ورمی‌کمپوست، تأثیر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب لوبیا داشت ($P\leq 0.01$). نتایج مقایسهٔ میانگین نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست نشان داد که در نسبت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست، محتوای نسبی آب به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است؛ درحالی‌که سایر نسبت‌های ورمی‌کمپوست، تأثیر معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۳). نتایج حاصل از برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست (شکل ۳) نشان می‌دهد که در سطوح شوری ۳۰،۶۰ و ۹۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، با این‌که در نسبت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست، کمترین محتوای نسبی آب مشاهده شد، ولی هیچ‌کدام از نسبت‌های ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری با شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) نداشتند. در شوری ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، نسبت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد، تفاوت معنی‌داری نداشت؛ درحالی‌که سایر نسبت‌های ورمی‌کمپوست، کاهش معنی‌داری را از نظر محتوای نسبی آب برگ نشان دادند. بنابراین به‌نظر می‌رسد در شوری‌های کم تا متوسط، نسبت‌های پایین ورمی‌کمپوست به‌طور جزئی می‌توانند پتانسیل آب برگ لوبیا را بهبود بخشند. در شوری‌های بالا (۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم) نیز تنها نسبت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست می‌تواند از کاهش پتانسیل آب جلوگیری کند.

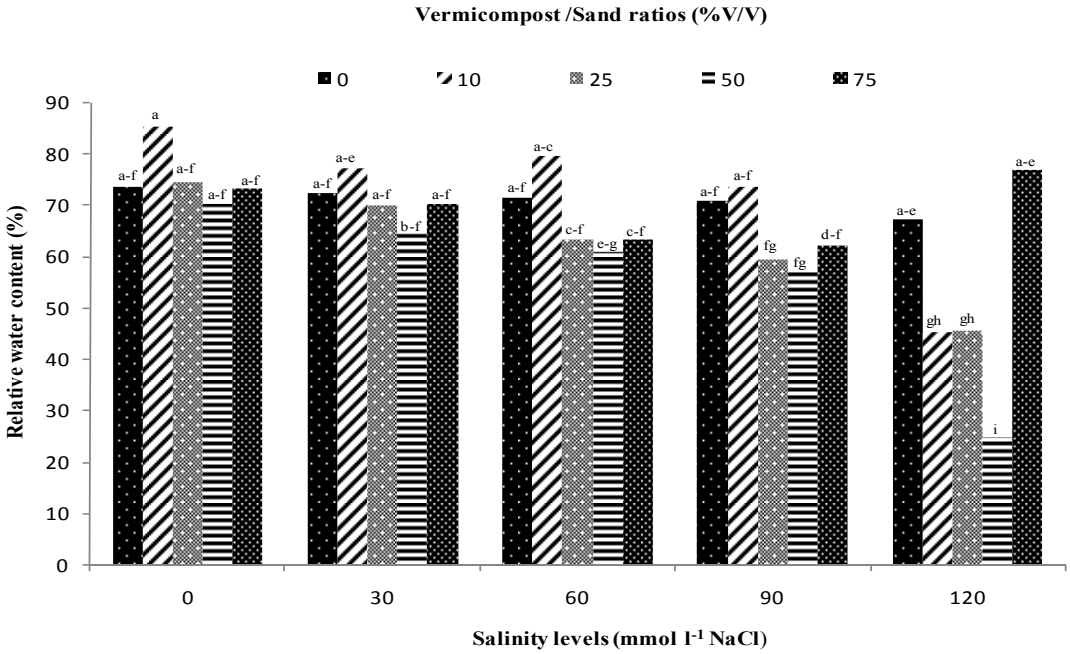


شکل ۳- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر شاخص پایداری غشای برگ گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

Fig. 3. Interaction between vermicompost and salinity on the membrane stability index of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.



شکل ۴- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر محتوای نسبی آب گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

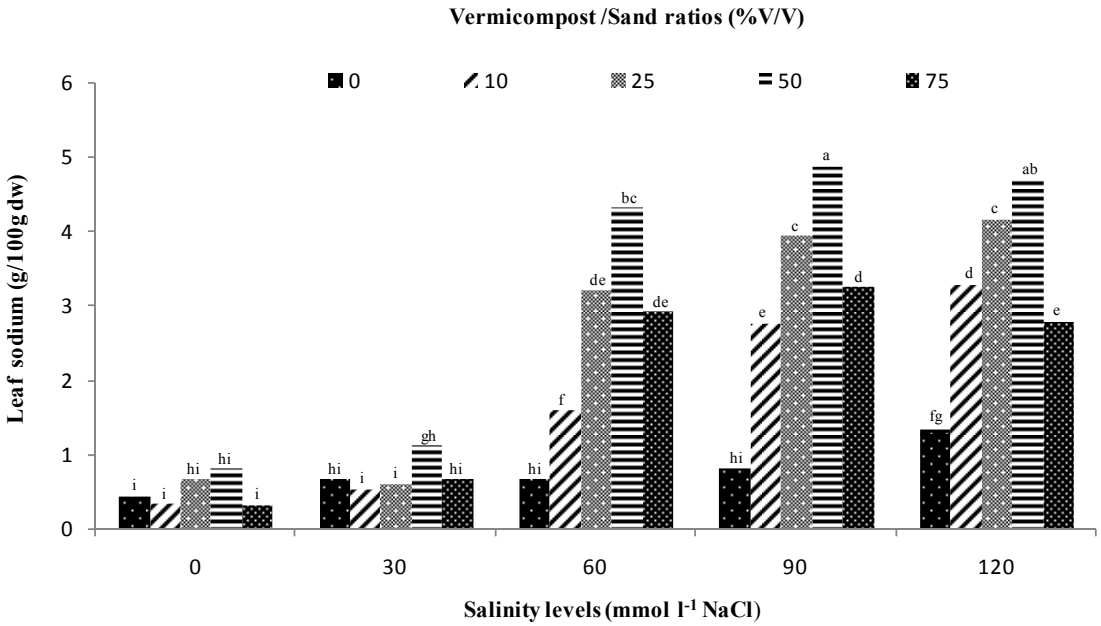
Fig. 4. Interaction between vermicompost and salinity on the relative water content of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

در تحقیقات دیگر نیز نشان داده شده است کـه گیاهـان در مواجهه با تنش، پتانسیل آب داخلی خود را در مقایسه بـا خـاک تغییـر مـی‌دهنـد (Tester & Davenport, 2003). Rafiq & Nusrat (2009) اظهار داشتند که با افـزایش غلظـت نمـک، پتانسـیل آب بـرگ و پتانسـیل اسـمزی در بـرگ گیـاه آفتابگردان به‌طور معنی‌داری کاهش و با کاربرد کود آلی، افـزایش یافت. این محققان بیان داشتند که تغییر در پتانسیل آب داخلی، نیازمند افزایش در اسمز به‌وسیلۀ جذب املاح خاک یـا بـه‌وسـیلۀ سنتز مواد متابولیکی است. کاربرد کودهای آلی، باعث تجمـع K^+ و برخی از یون‌های آلی در سلول می‌شود و متعاقـب آن، فعالیـت اسمزی را افزایش می‌دهد و سبب کاهش پتانسیل آب و حرکـت آن از سلول‌های اطراف به‌داخل سلول می‌گردد. بنـابراین بـه‌نظـر مـی‌رسـد کـه ورمـی‌کمپوسـت بـا دارابـودن امـلاح زیـاد و قابل‌دسترس‌بـودن ایـن مـواد بـرای گیاهـان، همچنـین داشـتن ساختار متخلخل و ظرفیت نگهداری بالای آب، می‌تواند پتانسـیل آب برگ لوبیا را بهبود بخشد.

میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم بافت برگ

نتایج حاصل از مقایسه میـانگین مشـاهدات نشـان داد کـه تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان سدیم و پتاسیم برگ لوبیـا داشت، ولی تـأثیر معنـی‌داری بـر میـزان کلسـیم بـرگ نداشـت ($P\leq 0.01$). با افزایش سطوح شوری، میزان سدیم بـرگ افـزایش یافت به‌طوری‌که در شوری ۱۲۰میلی‌مـول بـر لیتـر کلریدسـدیم، نسبت به شاهد حدود ۲/۵برابـر افـزایش داشـت. میـزان پتاسـیم برگ، تنها در شوری ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، نسبت بـه شاهد کاهش معنـی‌داری داشـت، ولـی در سـایر سـطوح شـوری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشـت (جـدول ۲). ورمـی‌کمپوسـت تأثیر معنی‌داری بر میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم برگ گیاه لوبیا داشت، به‌طوری‌که در تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست، میزان این عناصر در بافت برگ نسبت به شـاهد بیشـتر بـود ($P\leq 0.01$). بـا افزایش نسبت‌هـای ورمـی‌کمپوسـت، میـزان پتاسـیم بـرگ نیـز افزایش یافت، به‌طوری‌که میزان پتاسیم برگ در نسبت ۷۵درصد ورمی‌کمپوسـت، حـدود ۷۵درصـد بیشـتر از شـاهد بـود. میـزان کلسیم برگ در نسبت‌های۱۰ و۵۰درصد ورمی‌کمپوسـت نسـبت بـه شـاهد، تفـاوت معنـی‌داری نداشـت و در نسـبت ۷۵درصـد ورمی‌کمپوست، بیشترین میزان (۴/۱گرم بر۱۰۰گرم وزن‌خشـک برگ) را دارا بود (جدول ۳). نتایج حاصل از برهم‌کُـنش شـوری و ورمی‌کمپوست بر میزان سدیم برگ در شکل ۵ نشان داده شـده است. در شوری۳۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، تنهـا در نسـبت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست میزان سدیم برگ به‌صورت معنـی‌داری نسبت به شاهد بـدون ورمـی‌کمپوسـت افـزایش یافـت. در سـایر سطوح شوری (۶۰، ۹۰ و۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم) میزان سدیم برگ در تمامی نسبت‌های ورمی‌کمپوست نسبت به شـاهد بدون ورمی‌کمپوسـت افـزایش معنـی‌داری داشـت. بـرهم‌کُـنش سطوح شوری و ورمی‌کمپوست بر میزان پتاسیم برگ (شـکل ۶)، نشان داد که همه نسبت‌های ورمی‌کمپوست در سـطوح مختلـف شوری، میزان پتاسیم برگ را به‌طور معنـی‌داری افـزایش داد. در تمام سطوح شـوری، بیشـترین میـزان پتاسـیم بـرگ در نسـبت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد. نتایج برهم‌کُنش شـوری و ورمی‌کمپوست بر میزان کلسیم برگ (شکل ۷) نشان داد کـه در سطوح شـوری۳۰ و۶۰میلـی‌مـول بـر لیتـر کلریدسـدیم، میـزان کلسیم برگ در تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست نسبت بـه شـاهد بدون ورمی‌کمپوست، به‌طـور معنـی‌داری افـزایش یافـت. میـزان کلسـیم بـرگ در سـطوح شـوری۹۰ و۱۲۰میلـی‌مـول بـر لیتـر کلریدسدیم، تنها در نسبت۵۰درصد ورمـی‌کمپوسـت نسـبت بـه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و بیشـترین میـزان کلسـیم برگ در نسبت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد، امـا تفـاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. درمحیط شور، ورود Na^+ بـه غشـای پلاسمایی باعث دپولاریزاسیون غشـا گردیـده و در نتیجـه باعـث بازشدن کانال‌های پتاسیمی یک‌سویه به خـارج شـده و بنـابراین K^+ کـاهش مـی‌یابـد (Shabala, 2000). Hasegawa *et al,* (2000) بیان داشتند که به‌دلیل انتقال کاتیون‌های Na^+ و K^+ با یک حامل مشترک، Na^+ بـرای شـارش بـه درون سـلول بـا K^+ رقابت می‌کند. نشان داده شده است که بـا کـاهش محتـوای آب خاک، جذب پتاسیم توسط ریشه‌هـای پیـاز (Kuchenbuch *et al.*, 1986) کاهش یافتـه اسـت. Hu Schmidhalter (2005) & بیان کردند که با کاهش محتوای آب خـاک، تحـرّک پتاسـیم، کاهش و قابلیت دسترسی پتاسیم برای ریشـه‌هـای گیـاه کـاهش یافـت. Osuagwu *et al.* (2010) گـزارش کردنـد کـه تـنش خشکی، میزان عناصـر پتاسـیم و کلسـیم را در بـرگ‌هـای گیـاه *Ocimum gratissimum* کاهش داد که ممکن اسـت بـه‌دلیـل حرکت این عناصر از برگ‌ها به ریشه باشد، زیرا که در این شرایط این دو عنصر به‌عنوان محافظت‌کننده‌های اسمزی عمل می‌کنند. یون کلسیم به‌عنوان پیک ثانویه در گیاهـان عمـل مـی‌کنـد و در ترارسانی انواع وسیعی از علایم شرکت دارد، بنابراین ممکن اسـت جزء مهمی از پاسخ گیاهان به شوری باشد (Hasegawa *et al.*, 2000). در یک آزمایش، در حضور کلسـیم، کـاهش نفوذپـذیری غشاء نسبت به سدیم، منجر به کاهش انباشـت سـدیم در کتـان (*Gossypium hirsutum* L.) شـد (Cramer *et al.*, 1987). همچنین گزارش شده اسـت کـه اگـر نسـبت Na^+/Ca^{2+}بیـرون سـلولی بـالا باشـد، درون‌شـارش Na^+افـزایش خواهـد یافـت (Song & Fujyiama, 1996).

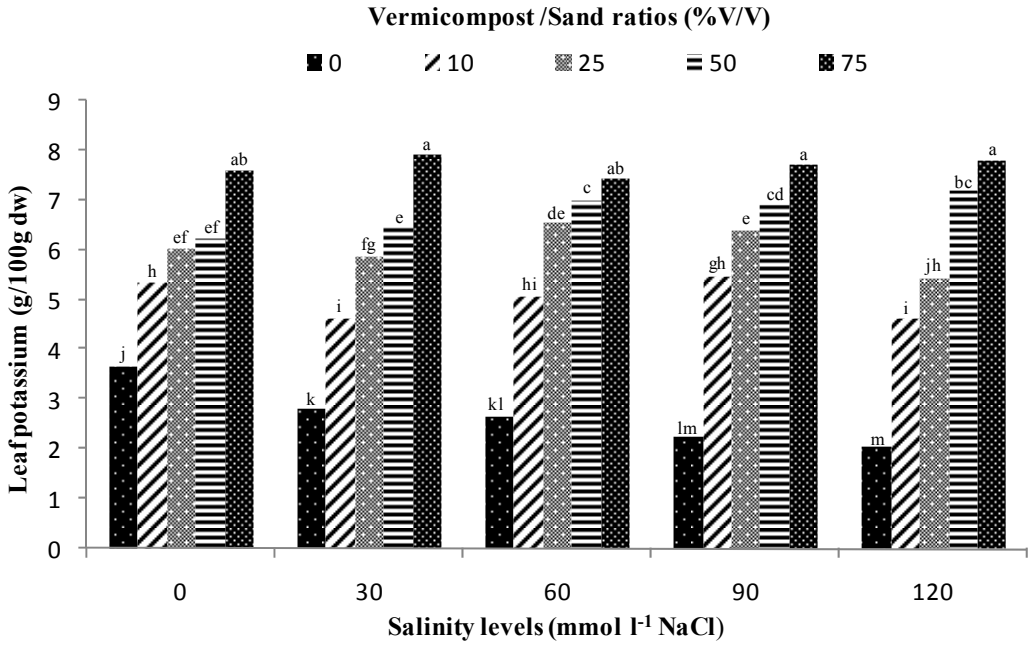


شکل ۵- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر میزان سدیم برگ گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

Fig. 5. Interaction between vermicompost and sal inity on the leaf sodium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

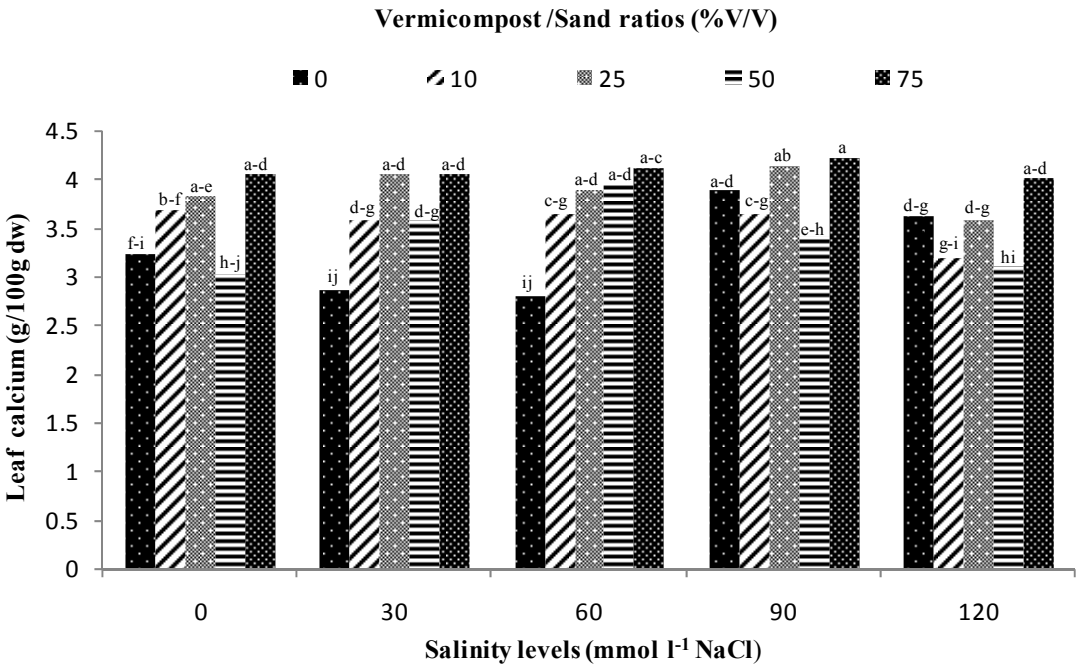


شکل ۶- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر میزان پتاسیم برگ گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

Fig. 6. Interaction between vermicompost and salinity on the leaf potassium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.



شکل ۷- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر میزان کلسیم برگ گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≥p ندارند.

Fig. 7. Interaction between vermicompost and salinity on the leaf calcium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

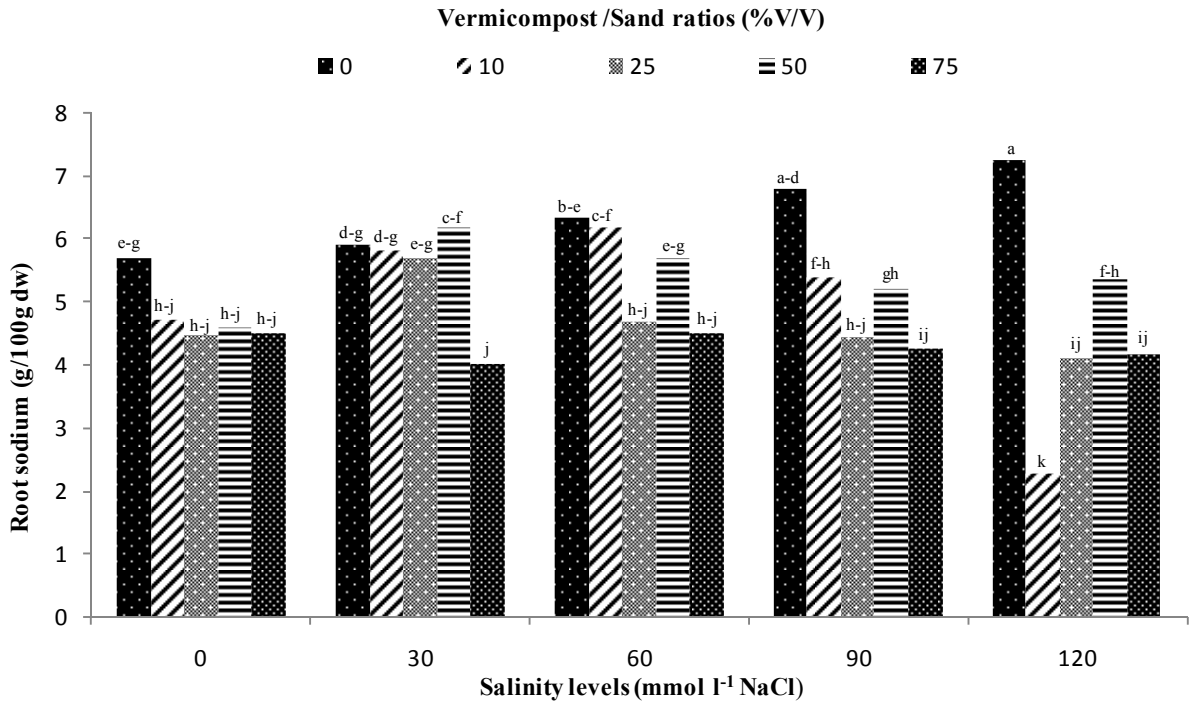
کاهش جذب پتاسیم و افزایش ورود سدیم در دورهٔ تنش شوری، در مطالعات متعدد گزارش شده است (Serrano & Rodriguez-Navarro, 2001). Saleh *et al*, (2003) نشان دادند که کاربرد کود آلی در مزارع پیاز (*Allium cep*a L.)، برخی عناصر معدنی ضروری مورد نیاز گیاه را در طول دورهٔ رشد، قابل‌دسترس ساخته و مقاومت به شوری را افزایش می‌دهد. Lakhdar *et al*, (2008) بیان کردند که اغلب خاک‌های شور با کمبود نیتروژن، فسفر و پتاسیم مواجه هستند. اضافه‌کردن کمپوست در چنین خاک‌هایی باعث غنی‌شدن ریزوسفر با عناصر غذایی ماکرو و میکرو شده و در نتیجه باعث جبران کمبود مواد غذایی می‌شود. Basker *et al*, (1993) نشان دادند که پتاسیم ورمی‌کمپوست، دو تا سه‌برابر بیشتر از پتاسیم خاک است. تحت شرایط شوری، کمپوست، پتاسیم مورد نیاز گیاه را از طریق افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی افزایش می‌دهد (Walker & Bernal, 2008). از طرفی تثبیت پتاسیم در خاک‌های خشک، بیشتر از خاک‌های مرطوب است (Raschke, 1975) و از آنجا که ورمی‌کمپوست دارای ساختار متخلخل است، ظرفیت نگهداری آب را افزایش داده و پتاسیم جذب بهتری داشته و تثبیت آن دیرتر اتفاق می‌افتد. مطالعات نشان داده است که هورمون سیتوکنین، جذب پتاسیم را افزایش می‌دهد (Ilan, 1971) و ورمی‌کمپوست‌ها دارای هورمون‌های رشد گیاهی از جمله سیتوکینین‌ها هستند. بنابراین ورمی‌کمپوست‌ها با دارابودن مواد مغذّی فراوان، هورمون‌های گیاهی و ظرفیت نگهداری بالا می‌تواند باعث بهبود جذب عناصر غذایی و کاهش جذب سدیم در شرایط تنش شوری شوند.

میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم بافت ریشه

مقایسهٔ میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری، تأثیر معنی‌داری بر میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم بافت ریشه گیاهچه‌های لوبیا داشت ($P\leq 0.01$). با افزایش سطوح شوری، میزان سدیم بافت ریشه نسبت به شاهد، به‌طور معنی‌داری افزایش و میزان پتاسیم، کاهش یافت. میزان کلسیم بافت ریشه نیز تنها در سطح شوری ۳۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و در سایر سطوح شوری افزایش یافت (جدول ۲). ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم ریشه گیاه لوبیا داشت ($P\leq 0.01$). در تمامی نسبت‌های ورمی‌کمپوست، میزان سدیم

بافت ریشه کاهش و میزان پتاسیم به‌صورت معنی‌داری افزایش نشان داد. با این حال، در بین نسبت‌های ورمی‌کمپوست، بیشترین میزان سدیم و کمترین میزان پتاسیم در نسبت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد که با سایر نسبت‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. میزان کلسیم بافت ریشه نیز تنها در نسبت ۱۰درصد ورمی‌کمپوست، نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و در سایر نسبت‌های ورمی‌کمپوست افزایش نشان داد (جدول ۳). بنابراین در حضور ورمی‌کمپوست، میزان پتاسیم و کلسیم بافت ریشه افزایش یافت که با نتایج بافت برگ مطابقت دارد. در این آزمایش، میزان سدیم ریشه در حضور ورمی‌کمپوست کاهش یافت (جدول ۳). نتایج برهم‌کُنش سطوح شوری و ورمی‌کمپوست بر میزان سدیم ریشه (شکل ۸)، نشان داد که در شوری ۳۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، تنها نسبت ۷۵درصد ورمی‌کمپوست و در شوری ۶۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، نسبت‌های۲۵ و ۷۵درصد ورمی‌کمپوست و در سطوح شوری ۹۰ و ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، همه نسبت‌های ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) کاهش معنی‌داری نشان دادند.

نتایج برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست بر میزان پتاسیم ریشه در شکل ۹ نشان داده شده است. در سطوح شوری ۳۰ و ۶۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست به‌جُز نسبت ۵۰درصد، نسبت به شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) افزایش نشان داد. در سطوح شوری ۹۰ و ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم نیز، نسبت‌های ۱۰ و ۵۰درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته و سایر نسبت‌ها افزایش معنی‌داری را نشان دادند. برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست بر میزان کلسیم ریشه (شکل ۱۰) نشان داد که در شوری ۳۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم در حضور ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری با شاهد بدون ورمی‌کمپوست نداشت. در سطوح شوری ۶۰ و ۹۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم، تنها نسبت ۱۰درصد ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت ولی سایر نسبت‌های ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری میزان کلسیم ریشه را افزایش دادند. در شوری ۱۲۰میلی‌مول بر لیتر کلریدسدیم نیز نسبت‌های ۲۵ و ۷۵درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد بدون ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری میزان کلسیم ریشه را افزایش داد.

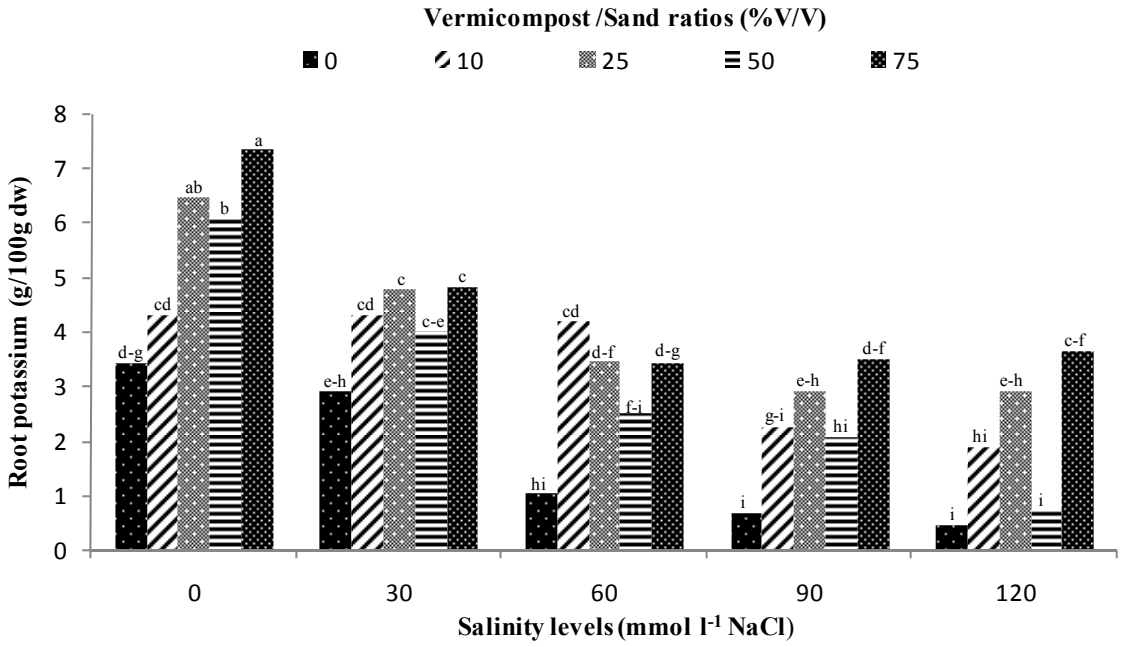


شکل ۸- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر میزان سدیم ریشه گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

Fig. 8. Interaction between vermicompost and salinity on the root sodium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

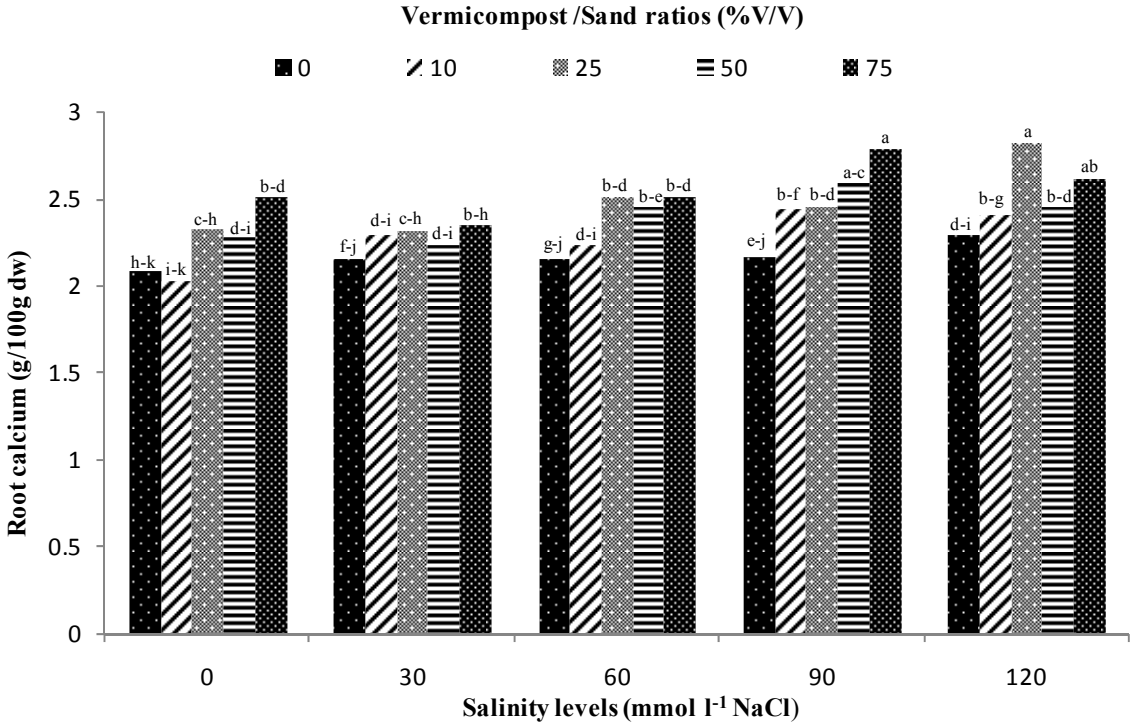


شکل ۹- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر میزان پتاسیم ریشه گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

Fig. 9. Interaction between vermicompost and salinity on the root potassium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.



شکل ۱۰- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر میزان کلسیم ریشه گیاهچه‌های لوبیا

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ ≤p ندارند.

Fig. 10. Interaction between vermicompost and salinity on the root calcium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

بنابراین به‌نظر می‌رسد که در تنش شوری، سدیم با کاتیون‌های دیگر رقابت کرده و بیشتر جذب می‌شود. همچنین احتمالاً به‌دلیل بازشدن کانال‌های پتاسیمی یک‌سویه به خارج و کاهش پتانسیل آب در محیط اطراف ریشه در شرایط تنش، جذب پتاسیم کاهش یافته است. شاید افزایش کلسیم در ریشه در شرایط تنش به‌دلیل حرکت این عنصر از برگ‌ها به ریشه‌ها به‌منظور ایجاد پتانسیل اسمزی باشد. اضافه‌کردن ورمی‌کمپوست به محیط ریشه، احتمالاً به‌دلیل فراهم‌بودن مواد معدنی فراوان برای گیاه و توان رقابت با سدیم، همچنین مرطوب‌نگهداشتن محیط اطراف ریشه و دارابودن هورمون‌های رشد گیاهی می‌تواند باعث افزایش جذب عناصر مورد نیاز گیاه شده و اثرات نامطلوب شوری را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که ورمی‌کمپوست با توجه به ویژگی‌های ساختاری، دارابودن عناصر معدنی مغذّی و هورمون‌های رشد گیاهی می‌تواند از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیولوژیک مانند شاخص پایداری غشاء و میزان عناصر پتاسیم و کلسیم بافت برگ و ریشه رشد گیاه را در شرایط تنش شوری بهبود بخشد و اثرات نامطلوب شوری را بر گیاهچه‌های لوبیا محدود نماید. نتایج بررسی‌ها در این آزمایش، مؤید این است که نسبت‌های ۱۰، ۲۵ و ۷۵درصد ورمی‌کمپوست در بهبود اثرات سوء ناشی از تنش شوری مؤثر است ولی نسبت ۵۰درصد ورمی‌کمپوست اثرات کاهشی دارد. احتمالاً ورمی‌کمپوست در نسبت‌های بالا (۵۰ و ۷۵درصد) به‌عنوان منبع شوری عمل می‌نماید، با این‌وجود در نسبت بالای ورمی کمپوست (۷۵درصد) اثرات مفید این کود آلی بیشتر از اثرات منفی آن بوده و احتمالاً برآیند به‌سمت تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بوده است.

منابع

1. Arancon, N.Q., Edvards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004a. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Bioresource Technology 93: 139-143.
2. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004b. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.
3. Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology 75: 175-180.
4. Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
5. Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and Metzger, J.D. 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigolds and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization 8: 215-223.
6. Bagheri, A., Mahmoudi, A., and Ghezeli, F. 2001. Common Bean: Research for Crop Improvement. Jahad Daneshgahi Publishers.
7. Basker, A., Macgregor, A.N., and Kirkman, J.H. 1993. Exchangeable potassium and other cations in non-ingested soil and casts of two species of pasture earthworms. Soil Biology and Biochemistry 25: 1673-1677.
8. Bian, Sh., and Jiang Y. 2008. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of Kentucky bluegrass in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulturae 120: 264-270.

9. Bush, D.S. 1995. Calcium regulation in plant cells and its role in signaling. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 46: 95-122.
10. Chapman, H.D., and Pratt, P.F. 1982. Method of Analysis for Soil, Plants and Water, Chapman Publisher: Riverside, CA.
11. Cramer, G.R., Läuchli, A., and Epstein, E. 1986. Effects of NaCl and $CaCl_2$ on ion activities in complex nutrient solutions and root growth of cotton. Plant Physiology 81: 792-797.
12. Dorri, H.R. 2008. Bean Agronomy. Publication Series of Research Center of Bean, Khomein (In Persian).
13. Dunlap, J.R., and Binzel, M.L. 1996. NaCl reduces indole-3-acetic acid levels in the roots of tomato plant independent of stress-induced abscissic acid. Plant Physiology 112: 379-384.
14. Edwards, C.A., and Burrows, I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media, in Earthworms. In: C.A. Edwards and E.F. Neuhauser (Eds.). Environmental and Waste Management, SPB Academic Publishing, The Hague, the Netherlands, p. 211-220.
15. El-Missery, M.M.A. 2003. Effect of organic fertilization on yield and quality of some vegetable crops under saline conditions. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo. Egypt.
16. Flowers, T.J., and Yeo, A.R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants. Australian Journal of Plant Physiology 22: 875-884.
17. Frankenberger, W.T., and Arshad, M. 1995. Phytohormones in Soils: Microbial Production and Function, Marcel Dekker, New York.
18. Gajalakshmi, S., Abbasi, S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of Crassandra undulaefolia, and on several vegetables. Bioresource Technology 85: 197-199.
19. Ganjeali A., Kafi M., and Bagheri, A. 2007. The new approaches of chickpea (*Cicer arietinum* L.) root study. Journal of Agricultural Science 13: 179-188 (In Persian with English Summary).
20. Hafsi, C., Lakhdar, A., Rabhi, M., Debez, A., Abdelly, C., and Ouerghi, Z. 2007. Interactive effects of salinity and potassium availability on growth, water status, and ionic composition of *Hordeum maritimum*. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 170: 469-473.
21. Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K., and Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 51: 463-499.
22. Hu, Y., and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition 168: 541-549.
23. Ilan, I. 1971. Evidence for hormonal regulation of the selectivity of ion uptake by plant cells. Physiologia Plantarum 25: 230-233.
24. Jat, R.S., and Ahlawat, I.P.S. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture 28: 41-54.
25. Kaya, C., Ak, B.E., Higgs, D., and Murillo-Amador, B. 2002. Influence of foliar-applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt-stressed conditions. Australian Journal of Experimental Agriculture 42: 631-636.
26. Krishnamoorthy, R.V., and Vajranabhaiah, S.N. 1986. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promotor levels in the casts. Proceeding of the India Acrlemy of Sciences (Animal Science) 95: 341-351.
27. Kuchenbuch, R., Claassen, N., and Jungk, A. 1986. Potassium availability in relation to soil moisture, II Calculations by means of a mathematical simulation model. Plant and Soil 95: 233-243.
28. Lakhdar, A., Hafsi, C., Rabhi, M., Debez, A., Montemurro, F., Abdelly, C., Jedidi, N., and Ouerghi, Z. 2008. Application of municipal solid waste compost reduces the negative effects of saline water in *Hordeum maritimum* L. Bioresource Technology 99: 7160-7167.

29. Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Hazardous Materials 171: 29-37.
30. Lauer, D.A. 1975. Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. In: Energy Agriculture and Waste Management. W.J. Jewell (Ed.). Proc. Agriculture Waste Management. Conference Annual Arbor, Sci., Ann., Arbor., MI. p. 409.
31. Mcginnis, M., Cookt, A., Bilderback, T., and Lorcheider, M. 2003. Organic fertilization for basil trancplant production. Acta Horticulturae 491: 213-218.
32. Mohanty, S., Paikaray, N.K., and Rajan, A.R. 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma 133: 225-230.
33. Oliva, M.A., Zenteno, R.E., Pinto, A., Dendooven, L., and Gutierrez, F. 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). Gayana Botanica 65: 10-17.
34. Osuagwu, G.G.E., Edeoga, H.O., and Osuagwu, A.N. 2010. The influence of water stress (drought) on the mineral and vitamin potential of the leaves of *Ocimum gratissimum* (L). Recent Research in Science and Technology 2: 27-33.
35. Rafiq, A., and Nusrat, J. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellanthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 41: 1373-1384.
36. Raschke, K. 1975. Stomatal action. Annual Review of Plant Physiology 26: 309-340.
37. Raychev, T., Popandova, S., Józefaciuk, G., Hajnos, M., and Sokoowska, Z. 2001. Physicochemical reclamation of saline soils using coal powder. International Agrophysics 15: 51-54.
38. Rodriguez, P., Dell'amico, J., Morales, D., Sánchez Blanco, M.J., and Alarco, J.J. 1997. Effects of salinity on growth, shoot water relations and root hydraulic conductivity in tomato plants. The Journal of Agricultural Science 128: 439-444.
39. Romero-Aranda, R., Soria, T., and Cuartero, J. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. Plant Science 160: 265-272.
40. Sabehat, A., and Zeislin, N. 1994. GA_3 effect on post harvest alteration in cell memberains of rose (Rosa×hybrid) petals. Journal of Plant Physiology 144: 513-517.
41. Sairam, R.K. and Saxena, D.C. 2001. Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 55-61.
42. Saleh, A.L., Abd El-Kader, A.A., and Hegab, S.A.M. 2003. Response of onion to organic fertilizer under irrigation with saline water. Egyptian Journal Applied Science 18: 707-716.
43. Sallaku, G., Babaj, I., Kaciu, S., and Balliu, A. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of Food, Agriculture and Environment (JFAE) 7: 869-872.
44. Serrano, R., and Rodriguez-Navarro, A. 2001. Ion homeostasis during salt stress in plants. Cell Biology13: 399-404.
45. Shabala, S. 2000. Ionic and osmotic components of salt stress specifically modulate net ion fluxes from bean leaf mesophyll. Plant Cell & Environment 23: 825-837.
46. Singh, A., Kummar, J., and Kummar, P. 2008. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. Plant Growth Regulation 55: 221-229.
47. Song, J.Q., and Fujyiama, H. 1996. Difference in response of rice and tomato subjected to sodium salinization to the addition of calcium. Soil Science & Plant Nutrition 42: 503-510.
48. Tester, M., and Davenport, R. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annals of Botany 91: 503-527.

49. Walker, D.J., and Bernal, M.P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Bioresource Technology 99: 396-403.
50. Warman, P.R., and AngLopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology 101: 4479-4483.
51. Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae 112: 191-199.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 81-98

Interactions of vermicomopst and salinity on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings

Beyk Khurmizi[1*], A., Ganjeali[2], A., Abrishamchi[2], P. and Parsa[3], M.

1. MSc. in Plant Physiology, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2. Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 15 January 2011
Accepted: 12 July 2011

Abstract

Vermicompost can improve physicochemical traits of soil having desirable effect on plant growth and development due to its structural traits and having macro and micro nutrients, plant growth regulators and favorable microorganisms. In order to investigate the effect of interactions between ratios of vermicompost and saline stress on some morphological, physiological and biochemical traits of *Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney cultivar, an experiment was conducted in randomized complete block design with three replications at the Research Greenhouse, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, in 2010. The treatment levels were considered including five volumetric ratios of vermicompost and sand (0:100; 10:90; 25:75; 50:50 and 75:25) and four saline levels including 0.00 (control), 30, 60, 90 and 120 mM NaCl. Bean seeds were cultured in plastic pots, the seedlings being sampled 28 days later. The results showed that vermicompost under stress and without stress had significant effect ($P \leq 0.01$) on all traits including ratio of leaf area/root area, root/shoot ratio, membrane stability index, relative water content, amounts of sodium, potassium and calcium found in leaf and root tissues. In this experiment, vermicompost caused increase in potassium and calcium intake and decrease in sodium intake, in saline stress, due to its structural traits and the materials it. Therefore, it seems that vermicompost can ameliorate undesirable effects of salinity on bean seedlings.

Key words: Nutrient elements, *Phaseolus vulgaris* L., Salinity stress, Vermicompost

*** Corresponding Author:** abdollahbeyk@gmail.com, Mobile: 09363346303

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۱۱۰-۹۹، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 99-110

بررسی اثر مقدار و زمان مصرف خشکانندهٔ پاراکوات در تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (*Vicia fabae* L.) در استان گیلان

مهرداد جیلانی[1]، جهانفر دانشیان[2] و محمد ربیعی[3]

۱- دانشجوی دکتری رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
۲- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، j_daneshian@yahoo.com
۳- پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور، rabiee_md@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۱۸

چکیده

باقلا یکی از گیاهان زراعی مناسب برای کشت در شرایط اقلیمی استان گیلان در تناوب با برنج محسوب می‌شود. یکی از عوامل محدودکننده در گسترش کشت این گیاه، دیررسی و همزمانی رسیدن آن با نشای برنج می‌باشد. به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت، زمان و مقدار مصرف خشکانندهٔ پاراکوات بر زمان رسیدن، عملکرد دانه و برخی از ویژگی‌های زراعی گیاه باقلا رقم برکت، آزمایشی به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۱تیمار در سه تکرار طی فصل زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت در سه سطح ۱۰مهر، ۲۵مهر و۱۰آبان به‌عنوان فاکتور اصلی و مقدار مصرف پاراکوات در سه سطح ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶کیلوگرم در هکتار و زمان مصرف در دو سطح۶۰درصد و۴۰درصد رطوبت دانه‌های یک‌سوم غلاف‌های پایینی بوته به‌عنوان فاکتور فرعی به انضمام سه تیمار شاهد برای هر تاریخ کاشت درنظرگرفته شد. نتایج بیانگر آن بود که استفاده از خشکاننده از نظر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد با شاهد، تفاوت آماری ندارد؛ هرچند استفاده از خشکاننده بردرصد و عملکرد پروتئین، اثرات منفی داشت. در بین تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تیمارهای تاریخ کاشت ۲۵مهر، مصرف ۰/۲و ۰/۴کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان۴۰درصد رطوبت دانه به‌ترتیب با میانگین‌های ۸۳۰/۷ و ۸۲۴/۸گرم در مترمربع به‌دست آمد. تیمار تاریخ کاشت۱۰مهر، مصرف ۰/۶کیلوگرم مادهٔ مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان۶۰درصد رطوبت دانه کمترین عملکرد دانه و پروتئین را دارا بود. بیشترین و کمترین طول دورهٔ رشد به‌ترتیب متعلق به تیمار شاهد در تاریخ کاشت۱۰مهر با میانگین ۲۳۹روز و تیمار تاریخ کاشت۱۰آبان، محلول‌پاشی در زمان۶۰درصد رطوبت و مقدار مصرف ۰/۶کیلوگرم در هکتار با ۲۲۱روز بود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مصرف خشکاننده اثر منفی بر عملکرد دانه نداشت و برای برداشت سریع‌تر محصول باقلا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تیمار تاریخ کاشت ۲۵مهر، مصرف ۰/۴کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان۴۰درصد رطوبت دانه، طول دورهٔ رویش را چهارروز کاهش داد و به‌عنوان تیمار برتر قابل‌توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رگرسیون گام‌به‌گام، زودرسی، شالیزار، عملکرد پروتئین، محلول خشکاننده

مقدمه

با توجه به روند روبه‌رشد جمعیت کشور و عملکرد بالای گیاه باقلا، کشت آن در اراضی شالیزاری می‌تواند به‌عنوان یکی از منابع مهم غذایی جهت تأمین تغذیه جامعه مناسب باشد. بذور رسیده و خشک حبوبات، دارای ارزش غذایی زیاد و قابلیت نگهداری خوبی هستند و یکی از مهم‌ترین منابع غذایی سرشار از پروتئین (۲۴ تا ۳۲درصد) می‌باشند (Al-Rafaee *et al*., 2004). کشت گیاه باقلا در تناوب با برنج در اراضی شالیزاری سبب افزایش بهره‌وری زمین و ایجاد شرایط پایدار برای تولید برنج می‌گردد. بر اساس تحقیقات سه‌ساله در منطقهٔ گنبد، تاریخ کاشت اول‌آبان به‌عنوان بهترین تاریخ کاشت باقلا در کشت دوم در تناوب با پنبه محسوب می‌شود و درصورتی‌که هدف از کشت، برداشت دانه خشک باقلا باشد، در اواسط خرداد برداشت نهایی صورت می‌گیرد (Sabbaghpour, 2004). بهترین تاریخ کاشت گیاه باقلا برای دستیابی به حداکثر عملکرد غلاف سبز در شرایط شالیزاری، ۱۰مهرماه گزارش شده و تأخیر در کاشت تا

* **نویسنده مسئول:** رشت، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، کیلومتر ۵ جادهٔ رشت-قزوین، کدپستی: ۴۱۹۹۶۱۳۴۷۵، تلفن: ۰۱۳۱۶۶۹۰۴۷۸، همراه: ۰۹۱۱۳۳۳۰۱۹۳، en_mehrdad02@yahoo.com

اواسط آبان سبب کاهش معنی‌دار عملکرد گردیده است (Ahmadi, 2011).

یکی از مشکلات توسعه کشت باقلا در اراضی شالیزاری استان گیلان، محدودیت فصل کاشت برنج و همپوشانی زمان برداشت باقلا با عملیات نشای برنج می‌باشد. استفاده از مواد خشکاننده پیش از برداشت محصول، می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب برای تسریع در برداشت باقلا و کاهش رطوبت دانه محسوب شود. در ایالت کارولینای شمالی در آمریکا در انواع مختلفی از محصولات زراعی پیش از برداشت، از مواد خشکاننده استفاده می‌شود. از کلرات سدیم به‌میزان پنج تا هفت کیلوگرم در هکتار برای خشکاندن بوته‌های فلفل و انواع لوبیا استفاده می‌شود که این عمل، هفت تا ۱۰روز قبل از برداشت انجام می‌گیرد. از پاراکوات نیز برای خشک‌کردن بوته‌های سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و لوبیا و از دایکوات وگلایفوسیت در زراعت سیب‌زمینی استفاده می‌گردد (Monks *et al*., 2004). در بررسی اثر خشکاننده‌های گلایفوسیت به‌میزان ۰/۴۴ و ۰/۸۴کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار و پاراکوات به‌مقدار ۰/۵۴کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار در زمانی‌که ۸۰درصد غلاف‌های لوبیا به‌رنگ زرد درآمده بودند، کاهش عملکرد و وزن دانه مشاهده نگردید (Wilson & Smith, 2002). نتایج حاصل از آزمایش محلول‌پاشی مادهٔ خشکانندهٔ کلرات سدیم روی بوته‌های برنج نشان داد که در صورت استفاده از خشکاننده، کاهش رطوبت دانه و تسریع در برداشت محصول (۸روز) در مقایسه با شاهد (عدم مصرف) مشاهده شد و این نتیجه در حالی به‌دست آمد که هیچ‌گونه اثر منفی بر عملکرد کمّی و کیفی برنج ایجاد نگردید (Modaraye Mashhoud *et al*., 2005). در گزارش دیگری محلول‌پاشی پاراکوات به‌میزان ۰/۱۴کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار و کلرات سدیم به‌میزان ۵/۶ کیلوگرم ماده تجاری در هکتار در گیاه برنج، بدون تأثیر منفی بر عملکرد، رطوبت دانه را کاهش داد (Bond & Bollich, 2007). طی تحقیقاتی بر مصرف پاراکوات در سه زمان ۵۰، ۴۰ و ۶۰درصد رطوبت بذور گیاه سویا، اعلام شد که استفاده در زمان زودتر، عملکرد را کاهش داد. در محلول‌پاشی در زمان ۴۰ و ۵۰درصد رطوبت بذر، کاهش عملکرد مشاهده نشد و استفاده از پاراکوات در زمان ۵۰درصد رطوبت دانه، باعث تسریع رسیدگی سویا به مدت ۱۴ تا ۱۵روز نسبت به شاهد شد (Griffin & Boudreaux, 2011). Stahlman *et al*, (2010) گزارش کردند که استفاده از غلظت ۰/۴کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات طی مراحل ۳۰درصد، ۴۰درصد و ۵۰درصد رطوبت دانه آفتابگردان، علاوه بر ایجاد فاکتور زودرسی، هیچ‌گونه اثر منفی بر عملکرد و اندازهٔ دانه ایجاد ننمود. در آزمایشی، بررسی تأثیر مقدار یک و دوکیلوگرم مادهٔ تجاری در هکتار گلایفوسیت نشان داد که وزن دانهٔ خردل با مصرف دو کیلوگرم ماده تجاری در هکتار در مقایسه با شاهد، کاهش معنی‌داری داشت (Jaskulski & Jaskulska, 2011). Iturbe-Ormaetxe *et al*, (1998) در تحقیقی اثر استفاده از پاراکوات بر درصد پروتئین گیاه نخودفرنگی را منفی گزارش نمودند. بر اساس تحقیق دیگری گزارش شد که استفاده از پاراکوات برای خشک‌نمودن برگ‌های نیشکر سبب کاهش محتوای پروتئین و کلروفیل گیاه شده و همبستگی منفی بین مصرف مقادیر بالای پاراکوات و میزان پروتئین و کلروفیل گیاه وجود داشت (Chagas *et al*., 2008). Lascano *et al*, (1998) گزارش دادند که استفاده از پاراکوات سبب کاهش پروتئین گندم می‌گردد. پاراکوات با نام تجاری گراماکسون، علف‌کشی تماسی غیرانتخابی از خانوادهٔ بای‌پریدیلیوم است که کارآیی آن در نور افزایش می‌یابد، به‌گونه‌ای‌که چندساعت پس از مصرف، علایم پژمردگی ظاهر می‌شود. پاراکوات بر اندام زیرزمینی گیاهان تأثیری نداشته و به‌علت جذب سریع کاتیون‌های آن توسط ذرات رُس، در خاک فعالیتی ندارد. این علف‌کش در شرایط اکسیژن مولکولی، آب، نور و دستگاه فتوسنتزی گیاه تبدیل به رادیکال آزاد شده که سبب پاره‌شدن غشای مولکولی می‌گردد (Ross & Lembi, 1992).

با توجه به عدم استفاده از خشکاننده در تحقیقات انجام‌شده روی گیاه باقلا، این آزمایش با هدف بررسی مناسب‌ترین زمان و مقدار مصرف ماده پاراکوات به‌عنوان خشکاننده پیش از برداشت در تاریخ‌های مختلف کشت، بر عملکرد، اجزای عملکرد و کاهش طول دورهٔ رویش، طراحی و به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (همراه با مقایسات خاص گروهی) با ۲۱تیمار در سه تکرار طی فصل زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت در سه سطح: ۱۰مهر، ۲۵مهر و ۱۰آبان به‌عنوان فاکتور اصلی، به علاوهٔ سه تیمار شاهد برای هر تاریخ کاشت و مقدار مصرف پاراکوات در سه سطح ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶کیلوگرم مادهٔ مؤثره در هکتار پاراکوات و زمان مصرف در دو سطح ۶۰درصد و ۴۰درصد رطوبت دانه‌های یک‌سوم غلاف‌های پایینی بوته به‌عنوان فاکتور فرعی درنظرگرفته شدند. بعد از برداشت برنج در اوایل شهریور، آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، استفاده از علف‌کش

ترفلان به‌میزان دو لیتر مادهٔ تجاری در هکتار و مصرف کودهای پایه به‌میزان ۱۵۰کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۵۰کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار و مقدار کود تخصیص‌یافته برای هر تیمار به‌میزان ۵۰کیلوگرم در هکتار کود اوره در زمان کاشت بر اساس آزمون خاک انجام گردید. برای کاشت از بذر رقم تجاری "برکت" به‌میزان ۱۵۰کیلوگرم در هکتاراستفاده شد. هر کرت آزمایشی شامل شِش خط به فاصله ردیف ۳۰سانتی‌متر و به طول شِش متر درنظرگرفته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی، یک‌متر و بین تکرارها دو متر درنظرگرفته شد. با توجه به شرایط آب‌وهوایی شهرستان رشت و جهت جلوگیری از احتمال غرقاب‌شدن مزرعه در اثر بارندگی‌های سنگین، در بین بلوک‌ها و واحدهای آزمایشی، زهکش‌هایی احداث شد. با توجه به کفایت بارندگی در طی دورهٔ رویش، آبیاری انجام نشد. کود اوره به‌صورت سرک در دو مرحله، هنگام ساقه‌رفتن و قبل از گلدهی، هر بار به‌میزان ۵۰کیلوگرم در هکتار، به مزرعه داده شد. با شروع تغییر رنگ بذور باقلا از سبز تیره به سبز روشن، نمونه‌برداری روزانه دانه‌های یک‌سوم پایینی گیاه انجام گرفته و به‌مدت ۲۴ساعت در دمای ۷۵درجه سانتی‌گراد خشکانده شدند و مجدداً وزن‌خشک دانه‌ها جهت تعیین‌درصد رطوبت، اندازه‌گیری شد. پس از رسیدن دانه‌ها به رطوبت تعیین‌شده، اِعمال تیمارهای خشکاننده پاراکوات (مایع با ماده مؤثره ۲۰درصد، شرکت سازنده ماهر شیمی) با استفاده از سمپاش پشتی با فشار یک اتمسفر انجام گرفت. نازل مورد استفاده در این آزمایش از نوع تیجت بود. مقدار آب مصرفی، ۳۰۰لیتر در هکتار درنظرگرفته شد. پس از کاهش رطوبت به حدود ۱۴تا ۱۵درصد، از هر کرت پس از حذف حاشیه (دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف)، عملیات برداشت از شِش‌مترمربع انجام شد. عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۵درصد محاسبه گردید. برای محاسبه صفات زراعی شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف، ۱۰بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب شد و این صفات در آنها اندازه‌گیری شد و میانگین آنها در محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبهٔ وزن ۱۰۰دانه، چهار نمونهٔ ۵۰تایی از دانه‌های هر کرت، شمارش و توسط ترازوی حساس، اندازه‌گیری و میانگین گرفته شدند. برای محاسبهٔ درصد پروتئین بذور از روش اتوکجلتیک استفاده شد. عملکرد پروتئین نیز از حاصل ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه محاسبه گردید. جهت انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از نرم‌افزارSAS نسخهٔ ۹/۱ استفاده شد. انجام تجزیه واریانس شامل تجزیه بلوک، اورتوگنال و اسپلیت‌فاکتوریل صورت پذیرفت.

جدول۱- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در تیمارهای آزمایشی در گیاه باقلا رقم برکت

Table 1. Analysis of variances in evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var.*Barekat

روز تا برداشت Days to Maturity	عملکرد پروتئین Protein Yield	درصد پروتئین Protein Percent	عملکرد دانه Seed Yield	وزن صددانه 100seeds Weight	تعداد دانه در غلاف Seed no. per Plant	طول غلاف Pods Lenght	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of Variances
0.000001 ns	ns 216.9	0.0009 ns	ns 4758.4	*53.01	ns 0.01	ns 0.06	ns 0.46	2	بلوک
**104.5	**3546.1	**0.001	**40105.8	**272.15	**0.14	*0.48	**23.61	20	تیمار
**109	**177730	**0.0004	ns 1228.6	ns 0.11	0.067 ns	ns 0.17	ns 6.06	1	بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی
**22.04	ns 3408	ns 0.0002	ns 1425.2	ns 0.23	ns 0.08	ns 0.18	ns 6.6	1	بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی تاریخ کاشت ۱۰ مهر
**55	**30890	**0.001	ns 249.3	ns 0.27	ns 0.0001	ns 0.37	ns 0.01	1	بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی تاریخ کاشت ۲۵ مهر
**19.56	**55918	**0.008	ns 38950	ns 1.07	ns 0.29	ns 0.1	**5.8	1	بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی تاریخ کاشت ۱۰ آبان
0.08	263.8	0.0002	1993.7	14.38	0.05	0.25	2.93	40	خطای آزمایش
0.38	9.5	5.07	7.11	3.03	4.03	3.49	8.56	-	ضریب تغییرات (درصد)

ns: غیر معنی دار * و **: معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول۲- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در تیمارهای آزمایشی در گیاه باقلا رقم برکت

Table 2. Analysis of variances in evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var.*Barekat

روز تا برداشت Days to Maturity	عملکرد پروتئین Protein Yield	درصد پروتئین Protein Percent	عملکرد دانه Seed Yield	وزن صددانه 100seeds Weight	تعداد دانه در غلاف Seed no. per Plant	طول غلاف Pods Lenght	تعداد غلاف در بوته Pods on Stem	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of Variances
0.05 ns	2464 ns	0.00005 ns	45571*	68.7 ns	0.02 ns	0.26 ns	1.51 ns	2	بلوک Block
247.71**	7300.3*	0.004*	15226.8**	1236.3**	0.37*	0.53 ns	135.4**	2	تاریخ کاشت Date of Sowing
100.95	1539.6	0.0007	10475.1	11.7	0.03	0.18	3.11	4	خطای عامل اصلی Error a
690.88**	31180.8**	0.002**	298762.1**	1037.4**	0.03 ns	0.08 ns	5.1 ns	1	زمان مصرف Time of Consumption
0.027 ns	9397.4**	0.001**	70423.1**	167.5**	0.58**	0.49 ns	5.9 ns	2	مقدار مصرف Rate of Consumption
160.16**	617.6*	0.0002 ns	5195.5*	75.04*	0.06 ns	0.04 ns	1.22 ns	2	DS×TC تاریخ کاشت×زمان مصرف
66.5**	90.99 ns	0.0001 ns	680.7 ns	13.7 ns	0.04 ns	0.65*	15.91**	4	DS×RC تاریخ کاشت × مقدار مصرف
14.88**	405.6*	0.00006 ns	2651 ns	10.4 ns	0.15**	0.21 ns	26.44**	2	TC×RC زمان مصرف × مقدار مصرف
1.88**	38.5 ns	0.0001 ns	1258.1 ns	4.2 ns	0.028 ns	0.18 ns	6.87 ns	4	DS×TC×RC تاریخ کاشت×غلظت×زمان مصرف
0.04	119.6	0.0001	1071.3	15.30	0.23	0.22	3.05	30	Error b خطای عامل فرعی
0.09	6.69	3.74	6.24	3.13	4.02	3.29	8.66	-	C.V (%) ضریب تغییرات (درصد)

ns: غیر معنی دار * و **: معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل تیمارها در سطح احتمال ۵درصد با استفاده از آزمونLSD انجام گرفت. برای محاسبه تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام از نرم‌افزارSPSS نسخهٔ۱۹ استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تاریخ کاشت از نظر تعداد غلاف در بوته، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تاریخ‌های کاشت ۲۵ و۱۰مهر به‌ترتیب با میانگین ۲۲/۲۵ و ۲۱/۲ به‌دست آمد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین تعداد غلاف نیز متعلق به تاریخ کاشت۱۰آبان با میانگین ۱۷/۱ بود که در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۴). از آنجا که تاریخ کشت نامناسب منجر به برخورد دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط نامساعدی از طول روز و دما می‌گردد، تعداد غلاف کاهش می‌یابد (Ahmadi, 2011). هرچند اثر زمان و مقدار مصرف خشکاننده بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نگردید؛ اما اثر متقابل آنها معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته، به‌ترتیب در تیمار زمان مصرف۴۰درصد رطوبت دانه و مقدار مصرف ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات و تیمار زمان مصرف ۶۰درصد و مقدار ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات به‌دست آمد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد دلیل کاهش تعداد غلاف در تیمار مصرف ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان ۶۰درصد رطوبت دانه، ریزش غلاف‌های بوته بر اثر ایجاد شرایط تنش در گیاه باشد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی وجود نداشت. با توجه به آن‌که در زمان مصرف پاراکوات، تمامی غلاف‌ها در بوته تشکیل شده بودند، عدم اختلاف معنی‌دار در تعداد غلاف بین تیمارهای محلول‌پاشی و شاهد، قابل انتظار بود.

طول غلاف

تجزیه واریانس، بیانگر آن بود که بین تیمارهای آزمایشی از نظر طول غلاف، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ هرچند برهم‌کُنش دو فاکتور تاریخ کاشت×مقدار مصرف در سطح پنج‌درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بر اساس مقایسات میانگین، بلندترین طول غلاف مربوط به تیمار تاریخ کاشت ۲۵مهر و مصرف ۰/۲کیلوگرم در هکتار خشکاننده با میانگین ۱۴/۷سانتی‌متر و کوتاه‌ترین طول غلاف مربوط به تیمار

تاریخ‌کاشت ۲۵مهر، مصرف ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات با میانگین ۱۳/۷سانتی‌متر بود (جدول ۵). با توجه به آن‌که سطح غلاف به‌عنوان سطح فتوسنتزکننده فعال و نزدیک‌ترین منبع به دانه‌ها محسوب شده و غلاف‌های طویل‌تر دارای سطح بیشتری هستند، لذا می‌توانند نقش مؤثری در عملکرد دانه باقلا ایفا نماید (Ahmadi, 2011). همچنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از مقدار مصرف ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات سبب اثر منفی بر طول غلاف گردید.

تعداد دانه در غلاف

نتایج جداول تجزیه واریانس، نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌داری بین تاریخ کاشت و مقدار مصرف خشکاننده از نظر تعداد دانه در غلاف بود. بیشترین تعداد دانه در غلاف از تیمار تاریخ کاشت ۲۵مهر به‌دست آمد و نسبت به تیمارهای تاریخ کاشت ۱۰مهر و ۱۰آبان، اختلاف آماری معنی‌داری داشت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد در تاریخ کاشت ۲۵مهر به‌دلیل طول دورهٔ رشد بیشتر نسبت به تاریخ کاشت دیرتر، تعداد دانه در غلاف بیشتری به‌دست آمد. همچنین بهره‌گیری از شرایط دمایی در دورهٔ زایشی در تاریخ کاشت ۲۵مهر در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۰مهر، سبب تشکیل تعداد دانه در غلاف بیشتری شد. تعداد دانه در غلاف را می‌توان یکی از صفات تعیین‌کنندهٔ عملکرد محسوب نمود (Ahmadi, 2011). با توجه به نتایج، رقم اصلاح‌شدهٔ برکت علاوه بر صفات ژنتیکی مطلوبی که دارد، با حداکثر استفاده از شرایط محیطی و جذب تابش خورشیدی در یک بازهٔ زمانی وسیع‌تر، مواد پروردهٔ بیشتری ساخته و این مواد در نهایت به دانه‌ها اختصاص یافته است. نتایج تجزیه واریانس مؤید آن بود که اثر مقدار مصرف خشکاننده بر تعداد دانه در غلاف، معنی‌دار بود و تیمارهای غلظت ۰/۲ و ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه را داشتند (جدول ۴). هرچند که در زمان مصرف خشکاننده، دانه‌ها در غلاف تشکیل شده بودند، اما ممکن است برخی دانه‌ها در غلاف به‌خصوص در زمان مصرف ۶۰درصد رطوبت به‌دلیل کوچک‌بودن و نرسیدن آسمیلات کافی برای پُرشدن، از بین رفته باشند.

وزن ۱۰۰دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس بین تاریخ کاشت، زمان مصرف و مقدار مصرف خشکاننده از نظر وزن۱۰۰دانه، اختلاف معنی‌داری در سطح یک‌درصد وجود داشت؛ به طوری‌که بیشترین وزن۱۰۰دانه در تاریخ کاشت۱۰مهر با میانگین ۱۳۱/۲گرم و کمترین مقدار در تاریخ کاشت۱۰آبان با متوسط ۱۱۵/۴گرم به‌دست آمد (جدول ۴). بر اساس این نتیجه به‌نظر می‌رسد در تاریخ‌های کشت مناسب به واسطه افزایش در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های درحال‌رسیدن و ذخیرهٔ کربوهیدرات بیشتر، افزایش وزن دانه در باقلا مشاهده شد. با توجه به این‌که پُرشدن دانه‌ها از مواد فتوسنتزی تدریجی است، وزن۱۰۰دانهٔ کمتر در تیمارهای تاریخ کاشت۱۰آبان، ممکن است به کاهش مواد فتوسنتزی ارتباط داشته باشد. از سوی دیگر، با توجه به آن‌که تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه از اجزای مهم عملکرد در گیاه باقلا محسوب شده و معمولاً نسبت به یکدیگر خاصیت جبرانی دارند، با افزایش تعداد دانه در غلاف در تاریخ کاشت ۲۵مهر، وزن۱۰۰دانه در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۰مهر کاهش معنی‌داری داشت. مقایسهٔ تیمارها از نظر زمان مصرف خشکاننده نشان داد که زمان مصرف۴۰درصد رطوبت دانه، بیشترین وزن۱۰۰دانه را با میانگین ۱۳۰/۸گرم به‌دست آورده و نسبت به مصرف خشکاننده در زمان۶۰درصد، در گروه آماری متفاوت جای گرفت (جدول ۴). از نظر مقدار مصرف خشکاننده نیز مصرف ۰/۴ و ۰/۲کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۲۷/۰۷ و ۱۲۶/۰۳گرم، بیشترین وزن۱۰۰دانه را به‌خود اختصاص داد و در گروه مشابه آماری جای گرفتند. مصرف مقدار ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات سبب کاهش وزن۱۰۰دانه شد (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل، نشان‌دهندهٔ آن بود که اثر تاریخ‌کاشت×زمان مصرف در سطح پنج‌درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین نشان داد که کمترین وزن۱۰۰دانه (۱۰۸/۸گرم) در تیمار مصرف پاراکوات در زمان ۶۰درصد رطوبت دانه باقلا در تاریخ کاشت۱۰آبان به‌دست آمد (جدول۵). کاهش وزن۱۰۰دانه در تیمار استفاده از خشکاننده در زمان ۶۰درصد رطوبت را می‌توان به عدم رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها مرتبط دانست (Griffin & Boudreaux, 2011). Wilson & Smith (2002) گزارش کردند که مصرف خشکاننده در زمان نامناسب، سبب کاهش وزن دانه در گیاه لوبیا شد. نتایج، نشان‌دهندهٔ آن بود که استفاده از غلظت‌های کمتر، با ایجاد شرایط مناسب طیّ زمان پُرشدن دانه، سبب افزایش سرعت آسیمیلات از اندام‌های ساقه و برگ به دانه شده است. این نتیجه بیانگر آن بود که هر چند وزن۱۰۰دانه صفتی است که تحت تأثیر عوامل ژنتیک قرار داشته و عوامل محیطی تأثیر چندانی بر آن ندارند، اما ممکن است به‌دلیل همین تأثیرات ناچیز و تحت تأثیر خشک‌شدن سریع دانه در غلظت بیشتر پاراکوات، وزن۱۰۰دانه کاهش یافته باشد. بر اساس یک گزارش، مصرف غلظت بالای گلایفوسیت، وزن دانهٔ خردل را کاهش داد (Jaskulski & Jaskulska 2011).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تاریخ کاشت، زمان مصرف و مقدار مصرف خشکاننده اختلاف معنی‌دار در سطح یک‌درصد از نظر عملکرد دانه وجود داشت. بیشترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت ۲۵مهر با میانگین ۷۱۶/۴گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۴). بین تیمارهای مقدار مصرف خشکاننده، تیمار مصرف ۰/۲ و ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به‌دست آوردند. با توجه به اثر منفی میزان مصرف ۰/۶کیلوگرم در هکتار بر وزن ۱۰۰دانه و تعداد دانه در غلاف، نتیجهٔ به‌دست‌آمده قابل‌انتظار بود. اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که مصرف ۰/۲ و ۰/۴کیلوگرم در هکتار در زمان ۴۰درصد رطوبت دانه در تاریخ کاشت ۲۵مهر، به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۸۳۰/۷ و ۸۲۴/۷گرم در مترمربع نسبت به سایر تیمارها دارای برتری بودند و تیمار تاریخ کاشت ۱۰آبان، مصرف ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان ۶۰درصد رطوبت با میانگین ۳۹۹/۶گرم در مترمربع کمترین عملکرد دانه را به‌دست آورد (جدول ۶). بر اساس جدول تجزیه واریانس و مقایسات میانگین بین تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی خشکاننده، اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه مشاهده نشد، هرچند تیمارهای مصرف خشکاننده با میانگین ۶۲۳/۷گرم در مترمربع نسبت به شاهد با میانگین ۶۵۲/۳گرم در مترمربع، عملکرد کمتری داشت که از جمله دلایل آن را می‌توان به طولانی‌تربودن دورهٔ رویش و دورهٔ پُرشدن دانه در مقایسه با تیمار استفاده از پاراکوات عنوان نمود. تجزیه واریانس، اثر تاریخ کاشت در زمان مصرف پاراکوات را معنی‌دار نشان داد. مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار تاریخ کاشت ۲۵مهر و مصرف در زمان ۴۰درصد با میانگین ۷۸۲/۶گرم در مترمربع و کمترین عملکرد در تاریخ کاشت ۱۰آبان و مصرف در زمان ۶۰درصد رطوبت با میانگین ۴۶۹/۴گرم در مترمربع حاصل گردید (جدول ۵). با توجه به عدم رسیدگی فیزیولوژیک گیاه در زمان مصرف ۶۰درصد رطوبت، نتیجهٔ فوق، قابل‌انتظار بود.

درصد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس بین تاریخ کاشت، اختلاف معنی‌داری را از نظر صفت‌درصد پروتئین نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که درصد پروتئین در تاریخ کاشت ۱۰مهر نسبت به دیگر تاریخ‌های کشت، کمتر بود (جدول ۴). زمان مصرف خشکاننده نیز اثر معنی‌دار بر درصد پروتئین داشته و نتایج مقایسات میانگین بیانگر آن بود که زمان مصرف ۴۰درصد با میانگین ۲۷/۵۸درصد، در مقایسه با زمان مصرف ۶۰درصد با میانگین ۲۴/۳درصد، محتوای پروتئین بیشتری داشت (جدول ۴). بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد پروتئین معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین حاکی از آن بود که تاریخ کاشت ۱۰آبان تیمار شاهد و تاریخ کاشت ۱۰مهر، زمان مصرف ۶۰درصد و مقدار مصرف ۰/۶کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۳۰/۹۶ و ۲۳/۴درصد بیشترین و کمترین‌درصد پروتئین را داشتند (جدول ۶). تجزیه واریانس، بین تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). تیمارهای شاهد با میانگین ۲۸/۷درصد در مقایسه با تیمارهای محلول‌پاشی با میانگین ۲۶/۹درصد محتوای پروتئینی بذر متفاوتی داشتند (جدول ۳). در توجیه این مطلب می‌توان بیان نمود که اگرچه استفاده از مواد خشکاننده موجب کاهش طول دورهٔ رویش گردیده و قاعدتاً با کاهش طول دورهٔ رویش، افزایش‌درصد پروتئین حاصل می‌گردد، ولی اثرات منفی پاراکوات بر محتوای پروتئین بذر از طریق ایجاد رادیکال‌های هیدروکسیل سبب تخریب پروتئین در بذور شده و از این طریق باعث کاهش درصد پروتئین در تیمارهای مصرف پاراکوات نسبت به تیمار شاهد گردید (Ramzanpour *et al*., 2007).

عملکرد پروتئین

با توجه به آن‌که نتایج مشاهده‌شده از اِعمال تیمارها از نظر محتوای پروتئینی و عملکرد دانه متغیر بود، می‌توان با محاسبه عملکرد پروتئین به‌عنوان فاکتوری که نشان‌دهندهٔ میزان استحصالی پروتئین در واحد سطح است، تیمار مناسب را مورد ارزیابی قرارداد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین تیمارها اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد پروتئین وجود داشت (جدول ۱). بیشترین عملکرد پروتئین از تیمار تاریخ کاشت ۲۵مهر، مقدار مصرف ۰/۲کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان ۴۰درصد رطوبت دانه با میانگین ۲۸۳/۸گرم در مترمربع و کمترین مقدار از تیمار تاریخ کاشت ۱۰مهر، مصرف ۰/۶کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان ۶۰درصد رطوبت دانه با میانگین ۱۱۲/۵گرم در مترمربع به‌دست آمد. با توجه به جدول تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی از نظر عملکرد پروتئین وجود داشت (جدول ۱). مقایسات میانگین نشان داد که تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای محلول‌پاشی، عملکرد پروتئین بیشتری داشت. نتیجهٔ حاصل به‌وضوح نشان‌دهندهٔ کاهش عملکرد پروتئین در صورت استفاده از پاراکوات به‌عنوان خشکاننده می‌باشد.

جدول۳- مقایسات میانگین صفات مورد ارزیابی در تیمارهای آزمایشی در گیاه باقلا رقم برکت

Table 3. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)	عملکرد پروتئین (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m^2)	درصد پروتئین (درصد) Protein percent (%)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pods length (cm)	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	تیمار در سه تاریخ کاشت Treatment at three dates of sowing
233 a	186.6 a	28.7 a	652.3	124.6	3.8	14.7	19	شاهد Control
228 b	168.6 b	26.9 b	623.7	124.8	3.7	14.1	20.1	محلول‌پاشی خشکاننده Desiccant app.
								تاریخ کاشت ۱۰مهر 2 Oct
239.3 a	175.8	26.9	653.2	130.7	3.9	15.1	18.2	شاهد Control
235.5 b	160.7	25.6	622.4	131.1	3.7	14.2	21.2	محلول‌پاشی خشکاننده Desiccant app.
								تاریخ کاشت ۲۵مهر 17 Oct
232.3 a	203.1 a	28.2 a	720.4	128.3	4	14.4	21.5	شاهد Control
226.3 b	191.4 b	26.6 b	716.3	127.8	3.9	14.3	22.2	محلول‌پاشی خشکاننده Desiccant app.
								تاریخ کاشت ۱۰آبان 1 Nov
227.3 a	180.7 a	30.9 a	583.3	114.6	3.65	14.8	17.4 a	شاهد Control
223.3 b	153.4 b	28.7 b	532.4	115.4	3.64	13.9	17.0 b	محلول‌پاشی خشکاننده Desiccant app.

در هر ستون، تیمارهایی که حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p< 0.05$).

جدول۴- مقایسات میانگین اثرات اصلی تیمارهای محلول‌پاشی در صفات مورد ارزیابی گیاه باقلا برکت

Table 4. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)	عملکرد پروتئین (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m^2)	درصد پروتئین (درصد) Protein percent (%)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pods length (cm)	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	تاریخ کاشت Date of sowing
235.5 a	160.7 ab	25.5 b	622.4 ab	131.2 a	3.74 b	14.2	21.2 a	۱۰مهر 2 Oct
226.27 b	191.4 a	26.62 a	716.4 a	127.8 b	3.93 a	14.3	22.25 a	۲۵مهر 17 Oct
223.72 c	153.5 b	28.67 a	532.4 b	115.4 c	3.64 b	13.96	17.05 b	۱۰آبان 1 Nov
								زمان مصرف (درصد) Application time
226.7 b	144.5 b	24.3 b	594.3 b	118.7 b	3.8	14.1	19.85	60
230.2 a	192.6 a	27.58 a	698.1 a	130.8 a	3.74	14.16	20.46	40
								مقدار مصرف ($Kg.ha^{-1}$) Concentration of usage
230.5 a	189.9 a	27.92 a	680 a	126.03 a	3.93 a	14.3 a	20.1	0.2
228.3 b	171.2 b	26.91 b	634.7 b	127.07 a	3.81 b	14.2 ab	19.6	0.4
226.6 c	144.5 c	26.06 c	556.4 c	121.3 b	3.58 c	13.98 b	20.74	0.6

در هر ستون، تیمارهایی که حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p< 0.05$).

جدول۵- مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارهای محلول‌پاشی در صفات مورد ارزیابی گیاه باقلا برکت

Table 5. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)	عملکرد پروتئین (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m^2)	درصد پروتئین (درصد) Protein percent (%)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pods length (cm)	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	تیمار Treatment: زمان مصرف (درصد) Application time	تاریخ کاشت Date of sowing
234.0 b	130 d	24.56	525.8 e	127.5 b	3.71	14.12	20.76	60	۱۰مهر 2 Oct
237.0 a	191.5 b	26.64	716.3 b	134.9 a	3.79	14.28	21.58	40	
223.6 e	170.2 c	26.14	650.1 a	120.3 c	4.0	14.31	21.76	60	۲۵مهر 17 Oct
229.0 c	212.6 a	27.11	782.6 a	135.4 a	3.86	14.3	22.76	40	
222.8 f	133.4 d	28.34	469.4 f	108.8 d	3.69	13.93	17.04	60	۱۰آبان 1 Nov
224.7 d	173.6 c	29.0	595.4 d	122.1 c	3.6	14.01	17.07	40	
								مقدار مصرف ($kg.ha^{-1}$) Concentration	تاریخ کاشت Date of sowing
238.0 a	183.6	26.63	686.7	132.2	3.95	14.23 a-d	19.2 bcd	0.2	
235.0 b	162.7	25.6	630.8	131.9	3.83	14.05 b-d	21.1 abc	0.4	۱۰مهر 2 Oct
233.5 b	136.0	24.57	549.7	129.4	3.46	14.32 a-c	23.2 a	0.6	
228.5 d	210.3	27.63	760.2	129.5	4.12	14.7 a	23.43 a	0.2	
226.0 e	198.8	26.9	737.6	131.1	3.9	14.51 ab	20.77 abc	0.4	۲۵مهر 17 Oct
224.3 g	165.2	25.35	651.3	122.9	3.77	13.7 d	22.57 ab	0.6	
225.0 f	176.0	29.52	593.2	116.4	3.71	13.98 b-d	17.77 cd	0.2	
224.0 g	152.2	28.23	535.8	118.2	3.72	14.01 b-d	16.93 d	0.4	۱۰آبان 1 Nov
222.2 h	132.2	28.27	468.2	111.8	3.5	13.91 cd	16.47 d	0.6	
								مقدار مصرف ($kg.ha^{-1}$) Concentration	زمان مصرف (درصد) Application time
229.0 c	164.0 c	27.20	603.8	119.2	4.01 a	14.39	20.44 ab	0.2	
226.3 e	143.8 d	26.16	549.2	121.2	3.89 ab	14.06	20.11 ab	0.4	60
225.0 f	125.9 e	25.67	495.0	116.1	3.5 e	13.91	19.04 b	0.6	
232.0 a	215.9 a	28.66	756.3	132.8	3.84 bc	14.22	19.87 ab	0.2	
230.3 b	198.7 b	27.64	720.2	132.9	3.74 cd	14.32	19.09 b	0.4	40
228.3 d	164.1 c	26.46	617.8	126.6	3.66 d	14.04	22.44 a	0.6	

در هر ستون، تیمارهایی که حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p< 0.05$).

تجزیه واریانس اثر متقابل تاریخ کاشت در زمان مصرف، معنی‌دار بود. تاریخ کاشت ۲۵مهر در زمان مصرف۴۰درصد با میانگین ۲۱۲/۶گرم در مترمربع بیشترین میانگین عملکرد پروتئین را داشت و کمترین عملکرد پروتئین نیز در تیمار مصرف خشکاننده در زمان۶۰درصد در تاریخ‌های کاشت۱۰مهر و ۱۰آبان بود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش به‌نظر می‌رسد که استفاده از خشکاننده در زمان مصرف۶۰درصد به‌دلیل کاهش توأم درصد پروتئین و عملکرد دانه سبب کاهش عملکرد پروتئین گردیده و قابل‌توصیه نمی‌باشد. بین تاریخ‌های کاشت نیز از نظر عملکرد پروتئین، اختلاف معنی‌داری وجود داشت و تاریخ کاشت۱۰آبان با میانگین ۱۵۳/۵گرم در مترمربع، کمترین عملکرد پروتئین را دارا بود. با وجود افزایش درصد پروتئین در این تاریخ کاشت، به‌دلیل کاهش عملکرد دانه، عملکرد نهایی پروتئین کاهش یافت.

اثر متقابل زمان در غلظت مصرف خشکاننده نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). مصرف ۰/۲کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان۴۰درصد با ۲۱۵/۹گرم، بیشترین عملکرد پروتئین را در مقایسه با دیگر تیمارها دارا بود. کمترین عملکرد پروتئین نیز از مصرف ۰/۶کیلوگرم در هکتار در زمان۶۰درصد رطوبت با میانگین ۱۲۵/۹گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول۵) . به‌نظر می‌رسد دلیل کاهش چشمگیر عملکرد پروتئین، پایین‌بودن عملکرد دانه و درصد پروتئین در تیمار مصرف ۰/۶کیلوگرم در هکتار در زمان۶۰درصد رطوبت می‌باشد.

تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد پروتئین

برای حذف اثر صفاتی که کم‌اثر بوده و یا غیرمؤثر هستند، در مدل رگرسیونی بر عملکرد پروتئین (متغیر وابسته) از رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد (جدول۷). نتایج نشان داد که عملکرد دانه، درصد پروتئین و وزن۱۰۰دانه به‌ترتیب دارای

بیشترین اثر بر عملکرد پروتئین بوده و ۹۹/۷درصد از تغییرات عملکرد پروتئین را توجیه می‌نمایند و ضریب تبیین مدل نشان داد که مدل فوق توانسته درصد بالایی از تغییرات را توجیه نماید (جدول ۷). مقدار آثار باقیمانده، مربوط به اشتباه آزمایشی و متغیرهای مستقلی است که مورد بررسی قرار نگرفته یا ناشناخته بودند.

جدول۶-مقایسات میانگین تیمارهای اِعمال‌شده در صفات مورد ارزیابی گیاه باقلا برکت

Table 6. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)	عملکرد پروتئین (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m^2)	درصد پروتئین (درصد) Protein percent (%)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pods length (cm)	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	تیمار Treatment: مقدار ($Kg.ha^{-1}$) Concentration	تیمار Treatment: زمان (درصد) Application time	تاریخ کاشت Date of sowing
239.3 a	175.8 e-i	26.93 c-g	653.3 d-f	130.7 bcd	3.95 bc	15.12 a	18.16 f-h	-	-	۱۰مهر 2 Oct
232.3 e	203.1 b-d	28.2 b-e	720.4 b-d	128.3 c-f	4 b	14.44 a-f	21.46 c	-	-	۲۵مهر 17 Oct
227.3 h	180.8 d-g	30.96 a	583.4 f-i	114.6 i	3.65 e-f	14.79 a-c	17.4 gh	-	-	۱۰آبان 1 Nov
237.0 b	150.2 ij	25.7 f-h	585.6 f-i	128.3 c-f	3.98 bc	14.25 b-g	19.8 c-g	**0.2**	**60**	
233.0 d	125.9 jk	24.56 hi	525 ij	127.4 c-g	3.84 b-e	13.81 e-g	21.13 c-e	**0.4**	**60**	
232.0 e	111.2 k	23.4 i	474.9 j	126.6 c-g	3.3 h	14.28 b-g	21.33 cd	**0.6**	**60**	
239.0 a	216.9 a-c	27.56 c-f	787.8 ab	136.1 ab	3.93 bc	14.21 b-g	18.6 d-h	**0.2**	**40**	۱۰مهر 2 Oct
237.0 b	196.8 c-e	26.63 d-h	736.7 b-c	136.3 ab	3.81 b-e	14.28 b-g	21.06 c-e	**0.4**	**40**	
235.0 c	160.8 f-i	25.73 f-h	624.5 e-f	132.1 abc	3.62 e-g	14.36 a-g	25.06 ab	**0.6**	**40**	
226.0 i	186.7 d-f	27.1 c-g	689.6 c-e	121.3 g-h	4.26 a	14.86 ab	24.33 ab	**0.2**	**60**	
223.0 l	172.1 e-i	26.43 e-h	650.4 d-f	124.1 f-g	3.94 bc	14.27 b-g	21.2 c-e	**0.4**	**60**	
221.6 m	151.9 h-j	24.9 g-i	610.4 fg	115.3 h-i	3.81 b-e	13.8 e-g	19.73 c-g	**0.6**	**60**	۲۵مهر 17 Oct
231.0 f	283.8 a	28.16 b-e	830.7 a	137.7 a	3.99 b	14.52 a-e	22.53 bc	**0.2**	**40**	
229.0 g	225.6 ab	27.36 c-f	824.8 a	138.1 a	3.84 b-e	14.74 a-d	20.33 c-f	**0.4**	**40**	
227.0 h	178.5 d-h	25.8 f-h	692.2 c-e	130.4 b-e	3.73 c-f	13.61 g	25.4 a	**0.6**	**40**	
224.0 k	154.9 g-j	28.8 a-d	536.2 h-j	108.1 j	3.8 b-f	14.04 b-g	17.06 gh	**0.2**	**60**	
223.0 l	130.6 jk	27.53 c-f	472.3 jk	112. ij	3.88 b-d	14.08 b-g	18 f-h	**0.4**	**60**	
221.3 m	114.5 k	28.7 a-e	399.6 k	106.2 j	3.38 gh	13.65 fg	16.06 h	**0.6**	**60**	۱۰آبان 1 Nov
226.0 i	197.1 c-e	30.23 ab	650.2 d-f	124.6 d-g	3.63 e-g	13.92 d-g	18.46 e-h	**0.2**	**40**	
225.0 j	173.8 e-i	28.93 a-c	599.3 f-h	124.3 d-g	3.55 fg	13.94 d-g	15.86 h	**0.4**	**40**	
223.0 l	150 ij	27.83 c-f	536.7 g-j	117.3 hi	3.62 e-g	14.16 b-g	16.86 h	**0.6**	**40**	

در هر ستون، تیمارهایی که حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p< 0.05$).

جدول ۷- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد پروتئین (متغیر وابسته) با سایر صفات مورد مطالعه

Table 7. Stepwise regression analysis of protein yield by other evaluated traits

مدل Model	صفات Traits		ضرایب رگرسیون B	آماره‌های هم‌خطی Collinearity Statistics: ضریب تحمل Tolerance	آماره‌های هم‌خطی Collinearity Statistics: ضریب تورم واریانس VIF	ضریب تبیین اصلاح‌شده Adjusted R square
1	عرض از مبدأ	Inception	-71.49 ns			0.876
	عملکرد دانه	Seed yield	0.284**	1	1	
2	عرض از مبدأ	Inception	-1618.58**			0.996
	عملکرد دانه	Seed yield	0.273**	0.99	1.01	
	درصد پروتئین	Protein percent	5928.73**	0.99	1.01	
3	عرض از مبدأ	Inception	-1744.28**			0.997
	عملکرد دانه	Seed yield	0.267**	0.41	2.45	
	درصد پروتئین	Protein percent	6080.02**	0.77	1.29	
	وزن۱۰۰دانه	100seed weight	0.983*	0.38	2.59	

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

ns: none significant; *: Significant at α=0.05; **: Significant at α=0.01

نتیجه‌گیری

با توجه به اهداف اجرای آزمایش و بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مصرف خشکاننده اثر منفی بر عملکرد دانه نداشت، هرچند بکارگیری آن سبب کاهش عملکرد پروتئین در گیاه باقلا گردید. نتایج نشان داد که بکارگیری خشکاننده سبب تسریع در برداشت گیاه باقلا گردید و از این رو می‌تواند جهت زودرسی گیاه باقلا مورد استفاده قرار گیرد. در بین تیمارها، مصرف مقدار ۰/۴کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات در زمان ۴۰درصد رطوبت دانه در تاریخ کاشت ۲۵مهر، طول دورۀ رویش را چهار روز کاهش داد و به‌عنوان تیمار برتر قابل‌توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و مؤسسه تحقیقات برنج کشور به‌خاطر حمایت‌های بی‌دریغ‌شان از اجرای این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Ahmadi, G. 2011. Determination of the best planting date, seed rate and row spacing of faba been (*var*. Barekat) as second crop in Guilan. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Guilan. (In Persian with English Summary).
2. Al-Rifaee, M., Turk, M.A., and Tawaha, A.M. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). International Journal of Agriculture and Biology 6: 294-299.
3. Bond, A.J., and Bollich, P.K. 2007. Effects of preharvest desiccation on rice yield and quality. Crop Production 26: 490-494.
4. Chagas, R.M., Silveira, A.G., Vitorello, V.A., and Carrer, H. 2008. Photochemical damage and comparative performance of superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in sugarcane leaves exposed to paraquat-induced oxidative stress. Pesticide Biochemistry and Physiology 90: 181-188.
5. Griffin, L., and Boudreaux, J.M. 2011. Application timing of harvest aid herbicides affects soybean harvest and yield. Weed Tech. 25: 38-43.
6. Iturbe-Ormaetxe, I., Pedro, R., Escuredo, C., Arrese, I., and Becana, M. 1998. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. Plant Physiol. 116: 173-181.
7. Jaskulski, J., and Jaskulska, I. 2011. Effect of Glyphosate used in desiccation of white mustard (*Sinapis alba* L.) on the value of the seed material. Acta Scienctiarum Polonarum Agricultura 10: 51-56.
8. Lascano, R.H., Gomez, L.D., Casano, L.M., and Trippi, V.S. 1998. Changes in glutathione reeducates activity and protein content in wheat leaves and chloroplasts exposed to photo oxidative stress. Plant Physiol. Biochem. 36 :321-329.
9. Modaraye Mashhood, M., Esfahani, M., and Nahvi, M. 2005. Effect of pre-harvest desiccation on harvest time and grain quality of rice. J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resour. 11: 81-91. (In Persian with English Summary).
10. Monks, D.W., and Sanders, D.C. 2004. Harvest aids and pre harvest desiccants. Collage of Agriculture and Life Sciences. NC State University.
11. Ramzanpour, F., Esfahani, M., Asghari, J., and Rabiee, M. 2007. Effect of pre-harvest chemical desiccants on harvest time, grain yield and oil content in rapeseed. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Guilan. (In Persian with English Abstract).
12. Ross, M.A., and Lembi, C.A. 1992. Applied Weed Science. McMillan Publishing Inc., New York, p. 570 -575.
13. Sabbaghpour, H. 2004. Determination of suitable sowing date for faba bean c.v. Barekat for double cropping of cotton and faba bean. Iranian Journal of Crop Sciences 6: 248-252. (In Persian with English Summary).

14. Stahlman, P., Howat, K., Jenks, B., and Moechnig, M. 2010. Saflufenacil- A new preharvest desiccant of sunflower. (Abstract). In: Australian Summer Grains Conference, June, 2010. p. 22-24.
15. Wilson, R.G., and Smith, J. 2002. Influence of harvest-aid herbicides on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) desiccation seed yield & quality. Weed Technology 16: 109-115.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 99-110

Determination of effect of concentration and application time of paraquat desiccant on grain yield and yield components of faba bean (*Vicia fabae* L.) in different planting dates

Jilani[1*], M., Daneshian[2], J. and Rabiee[3], M.

1. PhD Student in Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Gorgan
2. Scientific Member of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj
3. Researcher, Rice Research Institute of Iran

Received: 13 December 2011
Accepted: 8 July 2012

Abstract

Faba bean is one of the proper crops for cultivation in Guilan climate conditions in rotation with rice. One of the limiting factors in development of cultivating this plant is late maturity and synchronizing of its ripening with rice transplanting. To investigate the effect of planting date, timing and consumption rate of paraquat herbicide on the ripening, grain yield and some of the agronomic traits of *Vicia faba* L. (*var*. Barekat), a split factorial experiment was conducted in a complete randomized block design with 21 treatments and three replications at Rice Research Institute of Iran (Rasht) in 2009-2010 cropping season. Experimental treatments were three planting dates of 2 and 17 October and 1 November as main factors, consumption rate of paraquat in three levels of 0.2, 0.4 and 0.6 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient and two application times of grain moisture content of 40% and 60% for pods in one third of plant bottom as sub plots as well as three control treatments of the planting dates of 2 and 17 October and 1 November. The results showed that there is not statistical difference between the use of desiccant and control in grain yield and yield components. Although, the use of desiccant had negative effects on protein percent and protein yield. Among the studied treatments, maximum grain and protein yields were obtained in planting date of 17 October, consumption rate of 0.2 and 0.4 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient in application time of 40% of grain moisture with average of 830.7 and 824.8 g/m^2, respectively. Planting date of 2 October, consumption rate of 0.6 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient in application time of 60% of grain moisture had the lowest grain and protein yields. Maximum and minimum growth duration were obtained for control treatment in planting date of 2 October with average of 239 days and planting date of 1 November, spraying in the step of 60% of grain moisture and concentration of 0.6 $Kg.ha^{-1}$ of paraquat active ingredient with average of 221 days, respectively. Based on the obtained results, it seems that consumption of the desiccant had no negative effect on grain yield and can be used for early harvesting faba bean. Planting date of 17 October, consumption rate of 0.4 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient in application time of 40% of grain moisture reduced the growth duration (4 days) and is recommended as better treatment.

Key words: Desiccant solution, Early maturity, Paddy fields, Protein yield, Stepwise regression

*** Corresponding Author:** en_mehrdad02@yahoo.com, Mobile: 09113330193

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۱۲۵-۱۱۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 111-125

تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و بیماری‌زایی جدایه‌های *Fusarium solani* عامل پوسیدگی ریشه لوبیا در استان زنجان

مریم خداقلی[۱]، رقیه همتی[۲*]، بیتا ناصری[۳] و علیرضا معرفت[۴]

۱، ۲ و ۴- به‌ترتیب دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، استادیار و دانشیار رشتهٔ بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان
۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان زنجان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۰۹

چکیده

بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا ناشی از قارچ *Fusarium solani* به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی لوبیا در دنیا و ایران به‌شمار می‌رود. به‌دلیل اهمیت اقتصادی لوبیا و نبود اطلاعات مدوّن پیرامون تنوع در جمعیت این قارچ در استان زنجان، این مطالعه برای نخستین‌بار در این استان با هدف مطالعه تنوع در شدت بیماری‌زایی، تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی جدایه‌های بیمارگر و نیز بررسی دامنه میزبانی آن در بین برخی محصولات عمده مورد کشت منطقه انجام گرفت. نمونه‌برداری از ۱۱منطقه استان انجام شد و ۳۰جدایه به‌عنوان گونه *F. solani* خالص شدند. پس از اثبات بیماری‌زایی، بررسی دامنه میزبانی قارچ و ویژگی‌های فنوتیپی آنها، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با کمک آغازگرهای RAPD و ERIC بر روی DNA استخراج‌شده، صورت پذیرفت. نتایج تحقیق نشان داد که جدایه‌ها از نظر مشخصات فنوتیپی و ژنوتیپی، متنوع بوده اما در شدت بیماری‌زایی آنها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در آزمون دامنه میزبانی از بین ۹گیاه آزموده‌شده شامل گندم، عدس، یونجه، لوبیاهای سفید، قرمز و چیتی، نخود، اسپرس و باقلا، تنها بر روی گندم علایم بیماری ظاهر نشد. الگوهای انگشت‌نگاری DNA بر اساس هر دو نشانگر، دالّ بر وجود تنوع بالای ژنتیکی جدایه‌های این بیمارگر از گیاه لوبیا در سطح استان بود. گرچه نشانگر RAPD بر پایهٔ استفاده از یک آغازگر انفرادی (OPA 13) در تفکیک جدایه‌ها کارآیی بیشتری در مقایسه با نشانگر ERIC داشت، با این حال تطابق بالایی بین دو گروه‌بندی مشاهده گردید. بین پراکنش جغرافیایی و گروه‌های ژنتیکی به‌دست‌آمده، ارتباط مشخصی مشاهده نگردید. همچنین همبستگی بارزی بین ویژگی‌های ژنوتیپی و فنوتیپی اکثریت جدایه‌ها دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، *Fusarium solani*، تنوع ژنتیکی، دامنه میزبانی

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از پنج گونهٔ جنس *Phaseolus* است که بعد از سویا و بادام‌زمینی، سوّمین محصول مهم خانوادهٔ حبوبات در دنیا به‌شمار می‌رود (Broughton *et al.*, 2003). بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا توسط مجموعه‌ای از بیمارگرهای قارچی خاک‌زاد نظیر *Macrophomina phaseolina*، *Rhizoctonia solani*، *Pythium* spp. و *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* ایجاد می‌شود (Nderitu *et al.*, 1997). پوسیدگی ریشه لوبیا ناشی از قارچ *F. solani* f.sp. *phaseoli* در بیشتر مناطق لوبیاکاری دنیا گزارش شده است (Naseri & Marefat, 2011).

در ایران نیز این بیماری همه‌ساله خسارت قابل‌ملاحظه‌ای به کشاورزان تحمیل می‌نماید. Moeini & Ahmadi nejad (1998) به موارد نادری از بیماری پوسیدگی ریشه در مزارع لوبیای استان زنجان در سال‌های زراعی ۷۵-۱۳۷۴ اشاره کردند. در سال ۱۳۸۶، قارچ‌های عامل بیماری‌های پوسیدگی ریشه لوبیا بسته به شرایط هر منطقه، قادر به آلودگی ۴/۷ تا ۹۵/۳درصد گیاهان و کاهش ۲/۸ تا ۵۷/۲ گرم بر مترمربع تولید بذر لوبیا در مزارع استان زنجان بودند (Naseri & Moradi, 2008)؛ به‌طوری‌که *F. solani* به‌عنوان عامل اصلی بیماری به‌طور متوسط از ۵۴/۲درصد (۱۳۸۶) و ۸۶درصد (۱۳۸۷) نمونه‌های ریشه از مزارع لوبیا جداسازی شد و قارچ‌های *R. solani*، *M. phaseolina* و *F. oxysporum* از نظر فراوانی به‌ترتیب پس از آن قرار گرفتند (Naseri & Moradi, 2008).

* **نویسنده مسئول:** کیلومتر۵ جاده زنجان-تبریز، دانشگاه زنجان، دانشکدهٔ کشاورزی، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، کُد پستی: ۳۸۷۹۱-۴۵۳۷۱، تلفن: ۰۲۴۱۵۱۵۴۰۵۳، rhemati@znu.ac.ir

F. solani (teleomorph= *Haematonectria haematococca*) قارچی خاک‌زاد با گسترش جهانی است که یکی از مهم‌ترین بیمارگرهای گیاهی محسوب می‌شود. همچنین این قارچ دارای گسترهٔ وسیع میزبانی بر روی حداقل ۸۷جنس گیاهی می‌باشد (Burgess *et al.,* 1992; Kolattukudy & Gamble, 1995).

براساس آزمون‌های دامنهٔ میزبانی و مولکولی، *F. solani* به فرم‌های مخصوص و واریته‌های مختلف تقسیم می‌شود (Booth, 1971; Gerlach, 1981; Zaccardelli *et al*., 2008). با توجه به میزان بالای آلودگی و خسارت در مزارع استان، تعیین دامنهٔ میزبانی این بیمارگر و نیز بررسی تنوع جمعیت و بیماری‌زایی جدایه‌های این قارچ که اطلاعات مفیدی درجهت بکارگیری روش‌های مناسب کنترل بیماری درشرایط استان زنجان را فراهم خواهد کرد، امری ضروری است. روش‌های مولکولی که بر اساس واکنش زنجیره‌ای پلیمراز(PCR) انجام می‌شود، ابزاری برای طراحی نقشه‌های ژنتیکی، مطالعات تکاملی، رده‌بندی و تشخیص گونه‌های قارچی است (Clulow *et al*., 1991; McDonald, 1997). این روش‌ها به‌تنهایی یا به‌عنوان روش‌های مکمل به‌همراه آزمون‌های مورفولوژیک و بیماری‌زایی برای شناسایی گونه‌های فوزاریوم می‌توانند کاربرد داشته باشند (El-Fadly *et al*., 2008).

ERIC-PCR یکی از روش‌های رایج در بررسی ژنتیک مولکولی باکتری‌هاست؛ بااین‌حال، گاهی در مورد قارچ‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mehta *et al*., 2002). در مطالعه‌ای که روی ۴۴جدایه قارچ *F. solani* انجام شد، آغازگر ERIC مفیدتر ازRFLP در تفکیک جدایه‌ها ظاهر شد و تنوع ژنتیکی بالایی را در بین جدایه‌ها نشان داد (Godoy *et al*., 2004). در مطالعه روی تنوع ژنتیکی ۱۴۰جدایه قارچ *F. solani* با استفاده از نشانگرهای مولکولی RFLPs، RAPD–PCR، تنوع ژنتیکی وسیعی بین جدایه‌های قارچ مشاهده شد (Morid *et al*., 2009). در تحقیقی دیگر که روی چندشکلی DNA جدایه‌های *F. solani* f.sp. *pici* عامل پوسیدگی فوزاریومی نخود در استان‌های خراسان‌رضوی و شمالی توسط نشانگر RAPD انجام شد، رابطه مشخصی بین تنوع ژنتیکی با منطقه جغرافیایی جدایه‌ها یافت نشد (Hasanzadeh *et al*., 2008). بررسی تنوع ژنتیکی ۱۸جدایهٔ *F. solani* به‌دست‌آمده از میزبان‌های گیاهی و جانوری در برزیل که از طریق انگشت‌نگاریrDNA انجام شد، نشان‌دهندهٔ تنوع ژنتیکی بالای درون‌گونه‌ای بود و این تنوع، هیچ ارتباطی با منشأ میزبانی و منطقهٔ جغرافیایی جدایه‌ها نداشت. این تنوع، حتی در توالی‌های حفظ‌شده همچون rDNA نیز مشاهده گردید (Brasileiro *et al*., 2004). مطالعهٔ تنوع ژنتیکی جدایه‌های *F. solani* عامل پژمردگی و پوسیدگی خشک سیب‌زمینی در استان‌های خراسان‌رضوی و شمالی با استفاده از نشانگرهایISSR و RAPD نشان داد که این گونه از تنوع ژنتیکی بسیاربالایی برخوردار است. همچنین، هیچ ارتباطی بین گروه‌های ژنتیکی و منشأ جغرافیایی جدایه‌ها وجود نداشت (Baghaee Ravari *et al*., 2007). بکارگیری نشانگرRAPD جهت مطالعه تنوع ژنتیکی ۱۹جدایهٔ *F. solani* f. sp. *phaseoli* به‌دست‌آمده از سویا در آمریکا، تنوع ژنتیکی اندکی را درون این فرم مخصوص نشان داد. نتایج حاصل از توالی‌یابی ناحیهٔITS حاکی از وجود سطوح پایین تنوع در میان افراد و همچنین داخل گونه بود (Achenbach *et al*., 1997). به‌علت دامنهٔ وسیع میزبانی این قارچ، کنترل بیماری از طریق تناوب، مشکل است. از سویی دیگر، پتانسیل بالای تغییرپذیری و وقوع نوترکیبی در جمعیت‌های بیمارگر بر نتایج نهایی روش های کنترل‌کنندهٔ بیماری، از جمله کاربرد ارقام مقاوم، تأثیرگذار خواهد بود.

اهمیت این بیماری مخرّب در یکی از قطب‌های تولید لوبیا در کشور، انگیزه‌ای شد تا برای نخستین‌بار به مطالعهٔ وضعیت ساختار ژنتیکی، صفات مورفولوژیک و دامنهٔ میزبانی قارچ *F. solani* در بین برخی گیاهان رایج مورد کشت در منطقه پرداخته شود تا بتوان در آینده، گام‌های مؤثرتری در مدیریت این بیماری برداشت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و جداسازی و شناسایی قارچ

در تابستان۱۳۸۸ از ۱۱منطقهٔ لوبیاکاری استان زنجان، به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری شد (جدول ۱) و از هر مزرعه، سه بوتهٔ بیمار با علایم زردی، پژمردگی و مرگ بوته، پوسیدگی همراه با ترک‌های طولی و لکه‌های قهوه‌ای بر روی ریشه و طوقه، انتخاب و با درج مشخصات به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شستشوی سطحی ریشه و طوقهٔ گیاهان آلوده، از حدّفاصل بخش‌های آلوده و سالم، قطعاتی به ابعاد یک‌سانتی‌متر جدا و با هیپوکلریت‌سدیم یک‌درصد به‌مدت دودقیقه ضدعفونی شدند. در ادامه، قطعات ضدعفونی‌شده به ظروف پتری محتویPDA (۳۹گرم در یک‌لیتر آب‌مقطر) و آنتی‌بیوتیک (کلرامفنیکول) منتقل و به‌مدت یک‌هفته در دمای اتاق (۱+ ۲۵°C) رشد کردند. خالص‌سازی قارچ به‌روش تک‌اسپورسازی روی محیط کشت آب-آگار(WA) دو درصد انجام گرفت. شناسایی قارچ *F. solani* با توجه به خصوصیات میکروسکوپی و ماکروسکوپی آن روی محیط کشت‌های غذایی سیب زمینی-دکستروز-آگار(PDA) و برگ میخک-آگار(CLA) با استفاده از کلید (Leslie & Summerell, 2006) انجام شد.

آزمون بیماری‌زایی و ارزیابی شدت بیماری‌زایی جدایه‌ها

بذور لوبیاقرمز (رقم ناز تهیه‌شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان زنجان) به‌مدت یک‌دقیقه با محلول هیپوکلریت سدیم یک‌درصد ضدّعفونی و به‌مدت ۷۲ساعت در آب، خیسانده شدند. گلدان‌ها به نسبت (۱:۱:۱) از خاک مزرعه و ماسه و خاک‌برگِ دوبار اتوکلاوشده، پُر شدند. به‌ازای هر جدایه، سه گلدان به ابعاد(۴×۳×۴) سانتی‌متر و یک گلدان نیز به‌عنوان شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی درنظرگرفته شد. در هرگلدان، سه بذر لوبیا کشت شد و گیاهان در دامنهٔ دمایی۲۵°C-۱۴ با نور طبیعی در گلخانه به‌مدت دوهفته رشد نمودند. جهت مایه‌زنی گیاهچه‌های جوان لوبیا، در مرحلهٔ رشدیV_2 (مرحلهٔ ظهور برگ‌های اولیه)، سوسپانسیون اسپور با غلظت تقریبی^{6}۱۰کنیدی در میلی‌لیتر از کشت هفت‌روزهٔ هر جدایه استفاده شد (Abawi *et al*., 1990). پس از ایجاد زخم به‌کمک اسکالپل سترون، در قسمت طوقهٔ لوبیا، دو میلی‌لیتر از سوسپانسیون اسپور تهیه‌شده، بر روی محل زخم اضافه گردید. پس از گذشت پنج‌هفته، با مشاهدهٔ علایم بیماری، بوته‌ها از گلدان‌ها خارج و علایم، ثبت گردید. ریشهٔ گیاهان تیمار و شاهد، جهت جداسازی و تأیید قارچ مایه‌زنی‌شده به‌عنوان عامل بیماری به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت بررسی شدت بیماری‌زایی جدایه‌ها، از مقیاس۰- ۵ به‌شرح زیر استفاده شد (Naseri & Moradi, 2008):

۰= گیاه عاری از بیماری؛

۱= شدت بیماری ضعیف یا ۱۰- ۱درصد؛

۲= شدت بیماری متوسط یا ۲۵-۱۰درصد؛

۳= شدت بیماری متوسط تا شدید یا ۵۰- ۲۵درصد؛

۴= شدت بیماری شدید یا ۷۵-۵۰درصد؛

۵= شدت بیماری بسیارشدید تا مرگ کامل گیاه یا ۱۰۰-۷۵درصد.

مقایسهٔ جدایه‌ها از نظر بیماری‌زایی براساس داده‌های به‌دست‌آمده از این آزمون توسط نرم‌افزارGENSTAT نسخهٔ۶ مورد ارزیابی قرار گرفت.

آزمون دامنه میزبانی

به‌منظور بررسی گسترهٔ میزبانی قارچ *F. solani*، ۹گیاه گندم، عدس، یونجه، لوبیاسفید، لوبیاقرمز، لوبیاچیتی، نخود، اسپرس و باقلا انتخاب شدند. انتخاب میزبان‌ها بر اساس محصولات عمدهٔ مورد کشت در استان زنجان بود. مراحل آماده‌سازی بذور و گلدان‌ها جهت کاشت همانند روش اثبات بیماری‌زایی صورت گرفت. در این مرحله نیز به‌ازای هر میزبان، سه گلدان (حاوی سه‌بذر در هر یک) و یک گلدان نیز به‌عنوان شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی درنظرگرفته شد. بعد از گذشت دو هفته از زمان کاشت، به هر گلدان دو میلی‌لیتر از سوسپانسیون اسپور به غلظت تقریبی (^{6}۱۰× ۲۵ کنیدی/میلی‌لیتر) که از مخلوط سوسپانسیون‌های اسپور۱۰جدایهٔ قارچ تهیه شده بود، اضافه گردید. بعد از گذشت پنج هفته، ریشهٔ بوته‌ها از خاک خارج شده و شدت بروز علایم بیماری بر روی ریشه با استفاده از مقیاس فوق‌الذکر، بررسی گردید. مقایسهٔ شدت بیماری‌زایی در بین میزبان‌ها با استفاده از نرم‌افزارGENSTAT نسخهٔ۶ انجام گرفت.

آزمون دمایی

در این بخش، تأثیر دما بر ویژگی‌های فنوتیپی۳۰جدایه قارچ *F. solani* در دماهای ۲ ºC ±۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵ به‌مدت شِش‌روز بر روی محیط‌کشتPDA در انکوباتور در شرایط تاریکی بررسی شد. پس از گذشت این دوره، ویژگی‌های قطر و رنگ پرگنه، اسپورزایی و وجود سرهای دروغین، بررسی و ثبت شد و نتایج به‌صورت نمودار توسط نرم‌افزارExcel نسخهٔ۲۰۰۷ ترسیم شد.

استخراج DNA و واکنش زنجیره‌ای پلیمراز

به‌منظور استخراجDNA، ۲۰میلی‌گرم از میسلیوم پودرشده *F. solani* که لیوفیلیز شده بود، به‌روش تعدیل‌شدهٔ Liu *et al*, (2000) مورد استفاده قرار گرفت. جهت انجام PCR، از هشت آغازگر تصادفیRAPD و جفت آغازگرERIC استفاده شد (جدول ۲). تکثیرDNA درحجم ۲۵میکرولیتر انجام شد. مخلوط واکنش برای RAPD-PCR شامل DFS Master Mix (2x) (شرکت فزاپژوه) ۱۳میکرولیتر، DNAژنومی۳میکرولیتر، آغازگر (شرکت تکاپوزیست) ۱/۴میکرولیتر و آب دوبارتقطیر۷/۶میکرولیتر بود. برنامهٔ حرارتی تکثیر شامل واسرشتی اولیه پنج‌دقیقه در۹۴°C، سپس ۴۵چرخه به‌ترتیب واسرشتی یک‌دقیقه در ۹۴°C، مرحلهٔ اتصال آغازگر یک‌دقیقه در ۳۴°C، بسط آغازگر دودقیقه دردمای ۷۲°C و بسط نهایی آغازگر هفت‌دقیقه در دمای۷۲°C صورت گرفت. مخلوط واکنش برای ERIC-PCR به‌ترتیب شامل DFS Master Mix(2x)۱۲/۵میکرولیتر، DNA ژنومی ۲/۵میکرولیتر، Primer (به سفارش شرکت سیناژن) پنج‌میکرولیتر از هرکدام (از غلظت نهایی۱۰پیکومول). برنامهٔ حرارتیPCR شامل واسرشتی اولیه هفت‌دقیقه در۹۵°C ادامه با۳۰چرخه واسرشتی در۹۴°C به‌مدت یک‌دقیقه، اتصال آغازگر یک‌دقیقه در دمای۵۲°C، مرحله بسط آغازگر هشت‌دقیقه در۶۵°C، و بسط نهایی یک‌چرخه ۱۶دقیقه‌ای در دمای۶۵°C انجام گرفت. جهت مشاهدهٔ محصولاتPCR از الکتروفورز با ژل‌آگارز یک‌درصد استفاده شد و تجزیه‌وتحلیل خوشه‌ای قطعات تکثیرشده به‌کمک روش UPGMA در نرم‌افزار NTSYSpc 2.02e انجام و دندروگرام مربوط ترسیم گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های ریخت‌شناسی جدایه‌های قارچ *Fusarium solani* به‌دست‌آمده از لوبیا در استان زنجان

Table 1. Morphological characteristics of *Fusarium solani* isolates obtained bean from Zanjan Province

منطقه نمونه‌برداری Region of sampled	رنگ پرگنه Colony colour	اندازه میکروکنیدی Microconidia (µm)	اندازه ماکروکنیدی Macroconidia (µm)	نام جدایه Isolate
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	7.5x 2.5	45.5x4.1	Z_1
عمیدآباد- Amidabad	کِرِم- Cream	7.5 x 2.5	42.5. x4.2	Z_2
عمیدآباد- Amidabad	کِرِم- Cream	7 x 2.5	42.5 x 4.2	Z_3
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	7.5 x 2.5	47.5 x 4.8	Z_4
خیرآباد- Kheirabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	10 x 2.7	45 x 4.6	Z_5
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	زرد- Yellow	8x 3	44 x 4.6	Z_6
هیدج- Hidaj	کِرِم- Cream	6.2 x 2.5	37.5 x 4.1	Z_7
نصیرآباد- Nasirabad	سفید- White	8.7 x 2.7	38 x 3.4	Z_8
نصیرآباد- Nasirabad	کِرِم- Cream	7.5 x 2.4	37.5 x 3.4	Z_9
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	کِرِم- Cream	7.7 x 2.5	44 x 4	Z_{10}
سنبل‌آباد- Sonbolabad	کِرِم- Cream	5.7 x 2.7	37 x 3.2	Z_{11}
سلطانیه- Soltanieh	زرد- Yellow	11.2 x 3	45 x 4.2	Z_{12}
صایین قلعه- Saeenghaleh	زرد- Yellow	9x 3.7	47.5 x 5	Z_{13}
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	8x 3	42.5 x 4.8	Z_{14}
خرم‌دره- Khorramdarreh	کِرِم- Cream	5.6 x 2.5	36 x 3.4	Z_{15}
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	7.7 x 2.7	44 x 4.2	Z_{16}
عمیدآباد- Amidabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	7 x 2.8	37.5 x 4.2	Z_{17}
نعلبندان- Nalbandan	سفید- White	12 x 3.7	50 x 5.4	Z_{18}
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	کِرِم- Cream	7.9x 2.5	44 x 4.5	Z_{19}
خیرآباد- Kheirabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	7.5 x 2.5	40 x 4.4	Z_{20}
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	کِرِم- Cream	8x 3.2 `	46.5 x 4.4	Z_{21}
هیدج- Hidaj	سفید- White	7.5 x 2.5	42.5 x 4.6	Z_{22}
نصیرآباد- Nasirabad	سفید- White	11.2 x 3.7	47.5 x 5	Z_{23}
نصیرآباد- Nasirabad	کِرِم- Cream	8.7 x 3	45 x 3.8	Z_{24}
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	صورتی(کمرنگ)- Pale pink	8 x 3.5	45 x 4.5	Z_{25}
سنبل‌آباد- Sonbolabad	کِرِم- Cream	5.5 x 2.5	38 x 3.2	Z_{26}
نعلبندان- Nalbandan	کِرِم- Cream	6.2 x 2.7	35 x 3	Z_{27}
خرم‌دره- Khorramdarreh	کِرِم- Cream	7 x 2.5	40 x 3.7	Z_{28}
یوسف‌آباد- Yoosofabad	کِرِم- Cream	7 x 2.5	42.5 x 4.8	Z_{29}
ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد- Kheirabad	زرد- Yellow	7.5 x 2.7	45 x 4.2	Z_{30}

جدول ۲- نام و توالی آغازگرهای بکاربرده‌شده RAPD و ERIC-PCR جهت بررسی تنوع ژنتیکی جدایه‌های قارچ *Fusarium solani* در استان زنجان

Table 2. Name and sequence of RAPD and ERIC-PCR primers used for study of genetic diversity of *Fusarium solani* isolates in Zanjan province

نام Name	آغازگر Primer	توالی آغازگرها (3'-5') Sequence of primer
1	RCO9	GATAACGCAC
2	OPA-01	CAGGCCCTTC
3	OPA-19	CAAACGTCGG
4	OPB-05	TGCGCCCTTC
5	OPG-06	GTGCCTAACC
6	OPL-12	GGGCGGTACT
7	OPN-13	AGCGTCACTC
8	OPA-13	CAGCACCCAC
9	ERIC1 ERIC2	5'ATGTAAGCTCCTGGGGATTCAC3' 5'AAGTAAGTGACTGGGGTGAGCG 3'

نتایج و بحث

شناسایی قارچ

در بررسی‌های انجام‌شده از میان جدایه‌های فوزاریوم به‌دست‌آمده از بوته‌های آلودهٔ لوبیا، پس از انجام خالص‌سازی به‌روش تک‌اسپورسازی، ۳۰جدایه به‌عنوان گونهٔ قارچ *F. solani* شناسایی گردیدند. ویژگی‌های مشاهده‌شدهٔ این قارچ به‌شرح زیر بود: ماکروکنیدی‌ها نسبتاً عریض، مستقیم با اندکی خمیدگی، با انتهای گِرد و دارای سه تا هفت دیوارهٔ عرضی (غالباً سه تا چهار دیواره) بودند. میکروکنیدی‌ها، بیضی یا قلوه‌ای‌شکل و یک تا دوسلولی مجتمع در سرهای دروغین روی مونوفیالیدهای بلند تشکیل شده بودند. کلامیدوسپورها غالباً به‌مقدار زیاد بعد از گذشت دو تا چهارهفته در محیط‌های کشت CLA و PDA تکی و زنجیری به‌صورت میانی یا انتهایی روی انشعابات جانبی کوتاه تشکیل شدند (شکل ۱). اسپوردوکیوم‌های این گونه به‌رنگ کِرِم تا زرد در سطح پرگنه مشاهده شد. به‌ترتیب، دامنهٔ طولی و عرضی ماکرو و میکروکنیدی‌های این گونه بین ۵-۳×۵۰- ۳۲/۵ و ۳/۹- ۲/۵×۱۲- ۵ میکرومتر متغیر بود (جدول ۱). این نتایج به‌دست‌آمده با مشخصات این گونه همخوانی داشت (Nelson *et al*., 1983; Lesli & Summerell, 2006; Gerlach & Nirenberg, 1982). به‌علاوه، دو جدایه به نمایندگی از بقیه جدایه‌ها به مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی ایران ارسال شده و موردتأیید بخش رُستنی‌ها قرار گرفتند. ازلحاظ ویژگی‌های ظاهری، جدایه‌ها تفاوت‌هایی را با یکدیگر داشتند (Nelson *et al*., 1983; Nirenberg, 1989). اگرچه بیش از ۶۳درصد از جدایه‌ها دارای پرگنه کِرِم یا سفید بودند، با این وجود، جدایه‌هایی با پرگنه صورتی کم‌رنگ و زرد نیز مشاهده شدند؛ به‌طوری‌که در محیط کشت PDA، فراوانی پرگنه‌ها از نظر رنگ در بین جدایه‌ها بدین شرح بود: ۵۰درصد کِرِم، ۲۳/۳۳درصد صورتی، ۱۳/۳۳درصد سفید و ۱۳/۳۳درصد زرد. تفرق رنگی جدایه‌ها می‌تواند گواهی بر تفرق درون این گونه مرکب باشد.

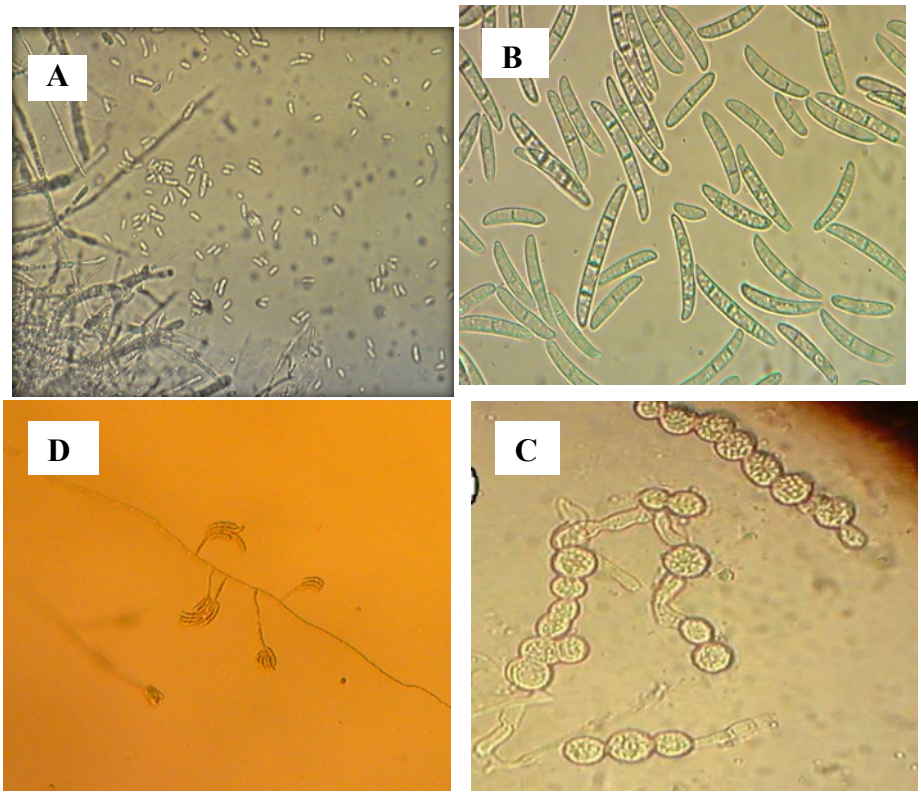
آزمون بیماری‌زایی و مقایسه شدت بیماری‌زایی جدایه‌ها

در این آزمون، بیماری‌زایی قارچ روی لوبیاقرمز (رقم ناز) به اثبات رسید. قارچ مایه‌زنی‌شده توانست همان علایم اولیه را که در مزرعه در لوبیا مشاهده شده بود، ایجاد کند. تیمارهای شاهد علایم بیماری را نشان نداده و قارچ مایه‌زنی‌شده از کشت ریشهٔ آنها جداسازی نشد. از نظر شدت بیماری‌زایی جدایه‌ها بر روی لوبیاقرمز رقم ناز، تفاوت معنی‌داری بین جدایه‌ها مشاهده نشد.

آزمون دامنه میزبانی

در این آزمون از بین ۹گیاه مورد بررسی، فقط گیاه گندم علایم بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه را نشان نداد و شدت بیماری در آن صفر بود (شکل ۳). بقیهٔ میزبان‌ها که همگی از اعضای خانوادهٔ Fabaceae بودند، بعد از گذشت پنج هفته، علایم مشخصهٔ بیماری نظیر تَرَک طولی ساقه و طوقه، قهوه‌ای‌شدن ریشه و طوقه و زردی برگ‌ها را نشان دادند (شکل۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع گیاه میزبان، تأثیر معنی‌داری بر روی شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه داشت ($p<0.001$) (جدول ۳). در میان میزبان‌های مورد مطالعه، بالاترین شدت بیماری ($p<0.05$) بر روی باقلا، نخود و عدس مشاهده شد. پایین‌ترین شدت بیماری ($p<0.05$) در بین میزبان‌ها نیز بر روی یونجه و لوبیای سفید و قرمز مشاهده شد. همچنین شدت بیماری بر روی سه رقم لوبیا متفاوت بود؛ به‌طوری‌که در لوبیاچیتی، بیماری نسبت به لوبیای قرمز و سفید، شدیدتر ($p<0.05$) بود. دامنهٔ میزبانی این قارچ خاک‌زاد در بین۶۶تیرهٔ گیاهی، ۱۱۱گونه و ۸۷جنس، گزارش شده است (Kolattukudy & Gamble, 1995). با چنین وضعیتی،

مشاهدهٔ دامنه میزبانی وسیع در بین هشت گیاه مورد بررسی از اعضای خانواده Fabaceae در شرایط گلخانه، امری کاملاً طبیعی و همخوان به‌نظر می‌آید. با توجه به این‌که مشخصات ماکروسکوپی و میکروسکوپی جدایه‌های این گونه قارچی که از گیاه لوبیا جداسازی شده و بیماری‌زایی آنها بر روی لوبیا و سایر گیاهان هم‌خانوادهٔ لوبیا در شرایط گلخانه به اثبات رسیده و با مشخصات مورفولوژیک (Aoki *et al.*, 2003) و اظهارات برخی محققان (Abawi, 1989; Hall, 1996) درمورد قارچ(FSP) *F. solani* f.sp. *phaseoli* نیز مطابقت داشت، وجود این فُرم مخصوص استان، اثبات می‌شود. به‌علاوه، بیماری‌زایی این فُرم مخصوص بر روی گیاه عدس، برای نخستین‌بار گزارش می‌گردد. وجود چنین دامنهٔ میزبانی وسیع، امری است که احتمال وجود گونهٔ مرکب را در این قارچ تقویت می‌کند (Leslie & Summerell, 2006). همچنین این نتایج تصدیق‌کنندهٔ این ویژگی است که تخصص‌یافتگی فُرم‌های مخصوص این گونهٔ قارچی بر روی میزبان‌هایش، کمتر از گونه‌ای همچون *F. oxysporum* می‌باشد؛ به‌طوری‌که فُرم‌های تخصص‌یافتهٔ آن، بیشتر از طریق نوع علایمی که ایجاد می‌کنند، مشخص می‌شوند تا از طریق تخصص میزبانی (Román-Aviles *et al.*, 2003). دراین تحقیق برای نخستین‌بار، شدت بیماری‌زایی قارچFSP بر روی ۹گیاه زراعی مورد بررسی مقایسه شد که بیانگر بروز علایم شدیدتر بیماری بر روی ریشهٔ نخود، باقلا و عدس نسبت به هر سه رقم لوبیا (قرمز، چیتی و سفید) به‌عنوان میزبان اصلی قارچ بود. بر اساس این یافته، قرارگرفتن نخود، باقلا و عدس در برنامهٔ تناوبی لوبیا می‌تواند با افزایش جمعیت قارچFSP در خاک مزرعه، رابطهٔ مستقیم با شدت بیماری بر لوبیا داشته باشد. اگرچه در این تحقیق، لوبیای قرمز و سفید، آلودگی کمتری از لوبیاچیتی نشان دادند؛ در عین حال، گزارش Naseri & Marefat (2011) در سطح مناطق لوبیاکاری استان نشان‌دهندهٔ آلودگی بالاتر لوبیاچیتی و سفید نسبت به لوبیاقرمز بود. بنابراین در مزارع با سابقهٔ آلودگی زیاد، کشت لوبیاقرمز نسبت به لوبیای سفید و چیتی، توصیه می‌شود. به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده پیشنهاد می‌کند که گندم به‌عنوان گیاه غیرمیزبان یا مقاوم به بیماری در منطقه می‌تواند درقالب مدیریت زراعی و غیرشیمیایی در تناوب با لوبیا بکارگرفته شود.



شکل ۱- ویژگی‌های میکروسکوپی قارچ *Fusarium solani* بر روی محیط‌کشتCLA

A: ماکروکنیدی‌ها؛ B: میکروکنیدی‌های فراوان؛ C: کلامیدوسپورهای تکی و زنجیری؛ D: ماکروکنیدی‌های مجتمع در نوک کنیدی‌بر

Fig 1. Microscopic characteristics of *Fusarium solani* on CLA culture medium; A: Abundant microconidia; B: Macroconidia; C: Single and catenulate chlamydospores; D: Macroconidia on conidiophores

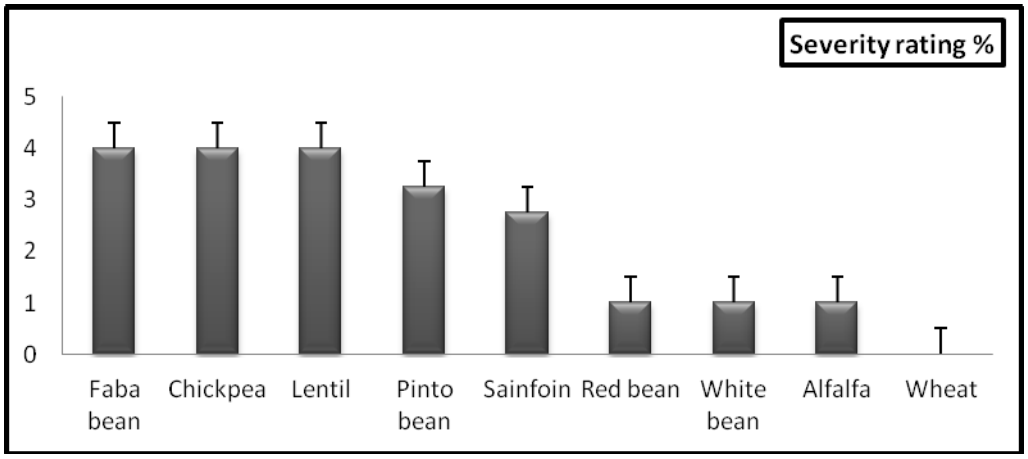
شکل ۲- علایم بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه بر روی ۹گیاه تلقیح‌شده با سوسپانسیون اسپور مخلوط ۱۰جدایه *Fusarium solani* در شرایط گلخانه بر روی ریشه و طوقهٔ ۹گیاه مختلف شامل A: باقلا؛ B: نخود؛ C: عدس؛ D: لوبیاچیتی؛ E: لوبیاسفید؛ F: لوبیاقرمز؛ G: اسپرس؛ H: یونجه، I: گیاه سالم گندم

Fig. 2. Disease symptoms of Fusarium root and crown rot on nine plants inoculated with 10 isolates of *Fusarium solani,* under greenhouse conditions; A: Fababean, B: Chickpea, C: Lentil, D: Pinto bean, E: White bean, F: Red bean, G: Sainfoin, H: Alfalfa, I: Healthy wheat plant

آزمون دمایی

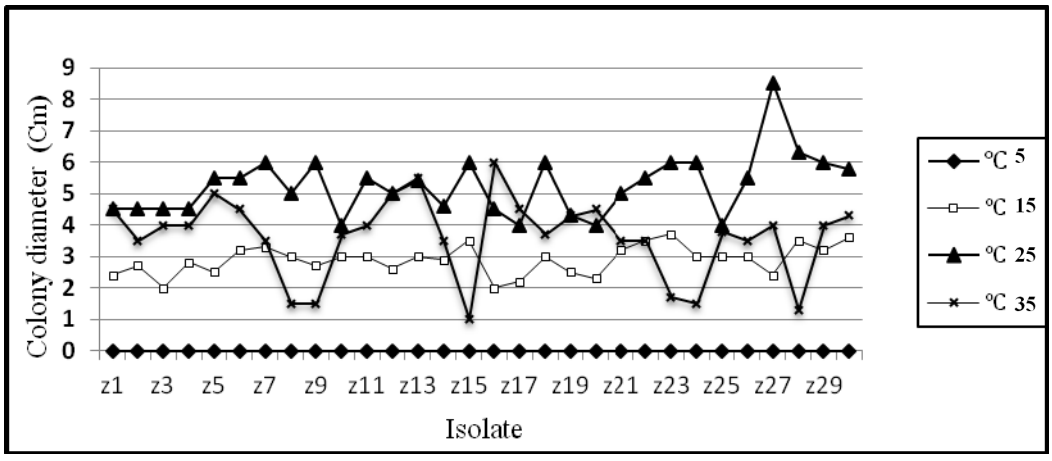
نتایج این آزمون نشان داد که بیشترین قطر پرگنه در اکثر جدایه‌های این قارچ در دمای۲۵°C و عدم رشد در دمای ۵°C مشاهده شد (شکل ۴). در هر سه دمای ۱۵، ۲۵ و ۳۵درجهٔ سانتی‌گراد که قارچ رشد رویشی داشت، اسپورزایی و سرهای دروغین نیز مشاهده شدند. طبق نتایج این بررسی، فاکتور دما در رنگ پرگنه تغییری ایجاد نکرد؛ اما ۳۰جدایهٔ قارچ *F. solani* از نظر فاکتور رشدی قطر پرگنه در طی شِش روز، تنوع قابل‌توجهی نشان دادند. میزان رشد رویشی گاهی به‌عنوان یک صفت ثانویه در شناسایی و توصیف گونه‌ها به‌کار می‌رود (Leslie & Summerell, 2006). نتایج این تحقیق با دامنهٔ مطلوب دمایی (۲۵ °C تا ۳۰) برای رشد قارچ *F. solani* در منابع (Burgess *et al.*, 1994) همخوانی داشت. در مطالعه‌ای دیگر برروی تأثیر دما و محیط‌های مختلف رشدی برای دو گونه فوزاریوم، بهترین دما برای رشد و اسپورزایی قارچ *F. solani*، ۲۸°C بود (Kumar Gupta *et al.*, 2010). در مقایسهٔ تأثیر دماهای ۲۰°C، ۲۵،۳۰، ۳۵ و۴۰ بر رشد *F. solani* نیز مطلوب‌ترین دمای رشد این قارچ، ۲۵°C بود و دماهای بالاتر یا پایین‌تر از آن منجر به کاهش رشد گردید (Kausar *et al.*, 2009). بدین‌ترتیب، نتایج یافته‌های قبلی با نتایج این آزمون، مطابقت داشت؛ به‌نحوی‌که

مناسب‌ترین دمای رشد برای جدایه‌ها به‌استثنای دو جدایه، ۲۵°C بود. از آنجایی‌که دمای نامناسب به‌عنوان یکی از عوامل محیطی تنش‌زا محسوب شده است (Abawi, 1989)، نتایج این آزمون می‌تواند در انتخاب زمان مناسب کاشت لوبیا یا سایر گیاهان میزبان به‌عنوان یک راهکار مدیریتی این بیماری مورد استفاده قرار گیرد به‌طوری‌که دورهٔ رشدی حساس گیاه با دوره‌ای که قارچ *F. solani* حداکثر فعالیت خود را دارد، تداخل نداشته نباشد. ازسویی دیگر دمای ۲۷°C به‌عنوان دمای مناسب جهت رشد گیاهچهٔ لوبیاقرمز و خروج از خاک در انکوباتور گزارش شده است (Van Bruggen *et al.*, 1986) و این دما نزدیک به دمای مطلوب قارچ است. بنابراین جهت حصول به یک برنامهٔ دقیق مدیریتی جهت کنترل این بیماری، بررسی‌های دقیق‌تری لازم است.



شکل ۳- مقایسهٔ میانگین شدت بیماری در بین ۹گیاه مایه‌زنی‌شده با قارچ *Fusarium solani* در شرایط گلخانه

Fig. 3. Comparison of mean disease severity on nine plants inoculated with *Fusarium solani* under greenhouse conditions



شکل ۴- قطر پرگنه قارچ *Fusarium solani* در چهار دمای مختلف پس از شِش‌روز رشد در شرایط تاریکی

Fig. 4. Colony diameter of *Fusarium solani* after six days incubation in four different temperatures

جدول ۳- تجزیه واریانس شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا بر روی ۹گیاه
Table 3. Analysis of variance for Fusarium root-rot disease severity on nine plants

S.O.V.	(d.f.)	(S.S.)	(M.S.)	F (pr)
Host	8	60.666	7.5833	< 0.001 *
Error	18	11.333	0.6296	
Total	26	72.000	26	

* Significant at p<0.01

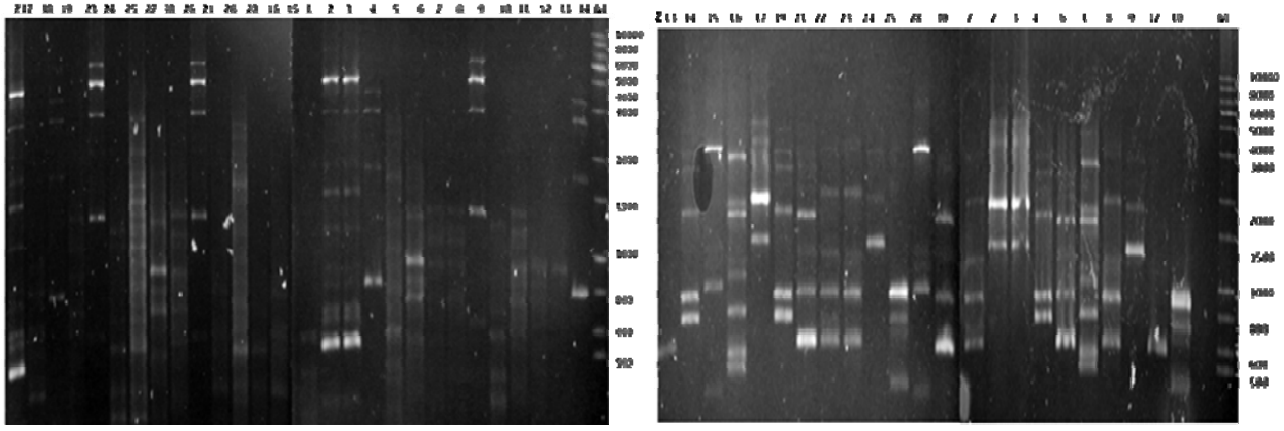
انگشت‌نگاری DNA توسط تکنیک RAPD-PCR و ERIC -PCR

در این روش از هشت آغازگر آزموده‌شده، فقط آغازگر OPA-13 توانست چندشکلی مطلوبی را از جدایه‌های استان ارائه دهد. به‌کمک این آغازگر از بین ۳۰جدایه، ژنوم ۲۳جدایه تکثیر شد. تعداد باندهای قابل ارزیابی توسط آن ۱۷عدد با اندازه‌های بین ۴۰۰ تا ۳۰۰۰جفت بازی بود (شکل ۳). انگشت‌نگاریDNAی قارچ *F. solani* توسط آغازگرRAPD، جدایه‌ها را در ضریب تشابه چهاردرصد به دو گروه اصلی و در ضریب تشابه ۷۵درصد به ۱۱دودمان کلونی تقسیم نمود. هر دودمان کلونی از یک هاپلوتیپ تشکیل شده بود و بسیاری از هاپلوتیپ‌ها از دو یا چند جدایه تشکیل شده بودند. بررسی جدایه‌ها توسط این نشانگر سطوح بالای تنوع ژنتیکی جدایه‌های این قارچ را درگسترهٔ مناطق نمونه‌برداری‌شدهٔ استان زنجان نشان داد. این آغازگر در تحقیقات قبلی به‌عنوان آغازگری با توانایی تولید باندهای پلی‌مورفیک و تفکیک جدایه‌های قارچی در سطح جنس و نیز تفکیک جدایه‌های برخی گونه‌های قارچی در سطح فرم مخصوص یا نژاد گزارش شده است (Jana *et al*., 2003). در تحقیق حاضر، تنوع بالایی در بین جدایه‌های مطالعه‌شده توسط این آغازگر مشاهده شد که با نتایج برخی تحقیقات مشابه در این زمینه (Brasileiro *et al*., 2004; Baghaee Ravari *et al*., 2007; Morid *et al*., 2009) مطابقت داشت. مجموع قطعات DNA تکثیرشده قابل ارزیابی توسط جفت آغازگرERIC، ۲۰عدد بود. اندازه باندهای ارزیابی‌شده ۳۵۰ تا ۶۰۰۰ جفت باز بوده است. اگرچه تعداد ۲۸جدایه از مجموع ۳۰جدایه توسط این تکنیک، انگشت‌نگاری شدند؛ اما در مقایسه با آغازگرRAPD وضوح بسیاری از باندهای حاصله در این تکنیک، اندک بوده (شکل ۳) و لذا از تلفیق نتایج انگشت‌نگاری این روش با روشRAPD و تشکیل ماتریس واحد، خودداری گردید و آنالیز داده‌های هر روش به‌طور جداگانه انجام شد. بر طبق دندروگرام به‌دست‌آمده از تکنیکERIC-PCR در ضریب تشابه چهاردرصد، کُلّ جدایه‌ها به سه گروه تقسیم شدند. در ضریب تشابه ۷۵درصد، ۱۳دودمان کلونی در بین جدایه‌های قارچ *F.solani* دیده شد. دودمان‌های کلونی حاصل از این نشانگر نیز هر کدام تنها از یک هاپلوتیپ تشکیل شده بودند که اغلب هاپلوتیپ‌ها از بیش از یک جدایه تشکیل شده بودند. چندعضوی‌بودن برخی هاپلوتیپ‌ها نشان‌دهندهٔ کلونال‌بودن جمعیت‌ها می‌باشد که با توجه به تولیدمثل غیرجنسی فراوان در این قارچ، چنین نتیجه‌ای مورد انتظار است. از سویی دیگر، تعداد زیاد دودمان‌های کلونی در جمعیت این قارچ، نشان از تنوع بالای ژنتیکی جدایه‌های قارچی مورد مطالعه دارد که می‌تواند در اثر پدیده‌هایی همچون جهش یا چرخه‌های شبه‌جنسی و نیز جریانات ژنی ایجاد شده باشد.

تنوع درون‌مزرعه‌ای

در بسیاری از مزارع مورد مطالعه، همسانی جدایه‌ها از نظر نوع هاپلوتیپ به‌طور بارزی مشاهده گردید. با این حال در جمعیت *F. solani* به‌دست‌آمده از ایستگاه تحقیقاتی خیرآباد، که بیشترین تعداد جدایه را در مقایسه با سایر مزارع داشت، تنوع هاپلوتیپ‌ها مشاهده شد؛ به‌طوری‌که در دندروگرام حاصل از روشRAPD-PCR، جدایه‌های این مزرعه، در سه هاپلوتیپ مجزا (هاپلوتیپ‌های A_1، B_1 و B_2) قرار گرفته و جایگاه دو جدایه از این جمعیت به‌دلیل عدم تکثیر ژنوم توسط آغازگر مربوطه، نامعلوم ماند. همین جدایه‌ها در روشERIC-PCR نیز در پنج هاپلوتیپ مجزا قرار گرفتند. این نتایج، تنوع ژنتیکی جدایه‌ها را در درون یک مزرعه علاوه بر تنوع ژنتیکی بین مزارع نشان می‌دهد. با توجه به تعدد سایر عوامل قارچی یا گونه‌های دیگر فوزاریوم بر روی لوبیا، تعداد جدایه‌های *F. solani* به‌دست‌آمده از هر مزرعه در این تحقیق، اندک بود؛ به عبارت دیگر، بسیاری از جمعیت‌های مورد مطالعه بسیارکوچک بودند. لذا جهت حصول جمعیت‌های بزرگ‌تر این قارچ، لازم است نمونه‌های بیشتری از هر مزرعه برداشت شود. با این وجود، در بسیاری از مزارع مورد مطالعه، وضعیت کلونال مشاهده گردید. از سویی دیگر در مزرعه تحقیقاتی خیرآباد که جمعیتی بزرگ‌تر را در بر داشت، وضعیت کلونال با تنوع هاپلوتیپ‌ها در یک مزرعه توأم شده است، به‌طوری‌که ۱۰جدایهٔ این مزرعه در چندین هاپلوتیپ مختلف توزیع گردیده‌اند. وقوع تولیدمثل غیرجنسی به‌روش تولید اسپورهای غیرجنسی در

قارچ *F. solani* به‌وفور رُخ می‌دهد؛ بنابراین توزیع افراد کاملاً مشابه (هاپلوتیپ‌ها) در مزرعه و وقوع وضعیت کلونال، دور از انتظار نیست. تنوع هاپلوتیپ‌ها در داخل یک مزرعه ممکن است ناشی از وقوع نوترکیبی جنسی، جهش و یا جریانات ژنتیکی از سایر مزارع باشد. وقوع هاپلوتیپ‌های مشترک بین مزارع، بسیار به‌ندرت رُخ داده است. این نتیجه دال بر آن است که جریانات ژنی بین مزارع، به‌ندرت اتفاق افتاده است. با این حال، جهت انجام تحلیل‌های دقیق‌تر از وضعیت جمعیت‌های این قارچ در منطقه، مطالعه جمعیت‌های بزرگ‌تر امری ضروری می‌باشد. به‌نظر می‌رسد جمعیت‌های قارچ *F. solani* در استان زنجان، جمعیت‌هایی تقریباً جدا و متمایز از هم می‌باشند که عمدتاً به‌روش تولید مثل غیرجنسی در مزرعه تکثیر و منتشر شده‌اند و جریان ژنی ناچیزی بین آنها برقرار بوده است. با توجه به دندروگرام حاصل‌شده از نتایج هر دو نوعPCR، مشخص شده که علی‌رغم وجود افرادی با تشابه ژنتیکی بالا (افراد تشکیل‌دهندهٔ هاپلوتیپ‌ها) فاصلهٔ بین برخی هاپلوتیپ‌ها از هم بسیار زیاد بوده است. از سویی دیگر، هر دو نشانگر مولکولی، جدایه‌های گونهٔ مورد مطالعه را به گروه‌های اصلی (دو گروه توسط RAPD و سه گروه توسطERIC) تقسیم نمودند که تشابه بین این گروه‌ها در حد ۰/۰۴ بود که این امر نشان از تفرق بالا بین جدایه‌های درون این گونه یا گونهٔ مرکب است. با این حال، با کاربرد نشانگرهای ژنتیکی بیشتر، احتمال کاهش این فاصله‌ها نیز وجود دارد (شکل۶). بررسی‌های تخصص میزبانی (Li *et al.*, 2003) و توالی نوکلئوتیدهایDNA ریبوزومی (O'Donnell & Gray, 1995; Suga *et al*., 2000) نشان از تنوع فُرم مخصوص phaseoli بر روی لوبیا داشته است؛ به‌طوری‌که این فرم را غیرقابل‌تمیز از سایر فرم‌های نزدیک خود نظیر glycines نموده است. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه و مطالعات قبلی، امکان وجود فرم‌های مخصوص متنوعی از قارچ *F. solani* بر روی لوبیا نیز دور از ذهن نیست، لذا حصول به اطلاعات دقیق‌تر نیازمند مطالعات تکمیلی بر روی این گونهٔ مرکب است. براساس نتایج حاصل‌شده، بین تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی قارچ *F. solani* به‌دست‌آمده از لوبیا در استان زنجان، ارتباط منظمی وجود نداشت. جدایه‌ها از نظر ژنتیکی، بیماری‌زایی و ریخت‌شناسی روی لوبیا، غیریکنواخت بودند. در مورد بیماری‌زایی، تنوعی کمی در شدت و خسارت جدایه‌ها مشاهده شد. به‌جُز برخی جدایه‌ها، همبستگی خاصی بین صفات ریخت‌شناسی، بیماری‌زایی و تنوع ژنتیکی دیده نشد. به‌علت فقدان مقاومت کامل به بیماری و مشاهدهٔ سطوح مختلف حساسیت به بیماری، به‌نظر می‌رسد که مقاومت به این بیماری، یک صفت کمّی بوده و احتمالاً تعداد زیادی ژن در کنترل مقاومت، مؤثر هستند. نتایج این تحقیق که سطوح بالای تنوع را در بین مناطق لوبیاکاری استان زنجان نشان داد، می‌تواند در راستای ایجاد ارقام مقاوم در منطقه نسبت به قارچ *F. solani* در کنار نتایج سایر محققان، مؤثر باشد.

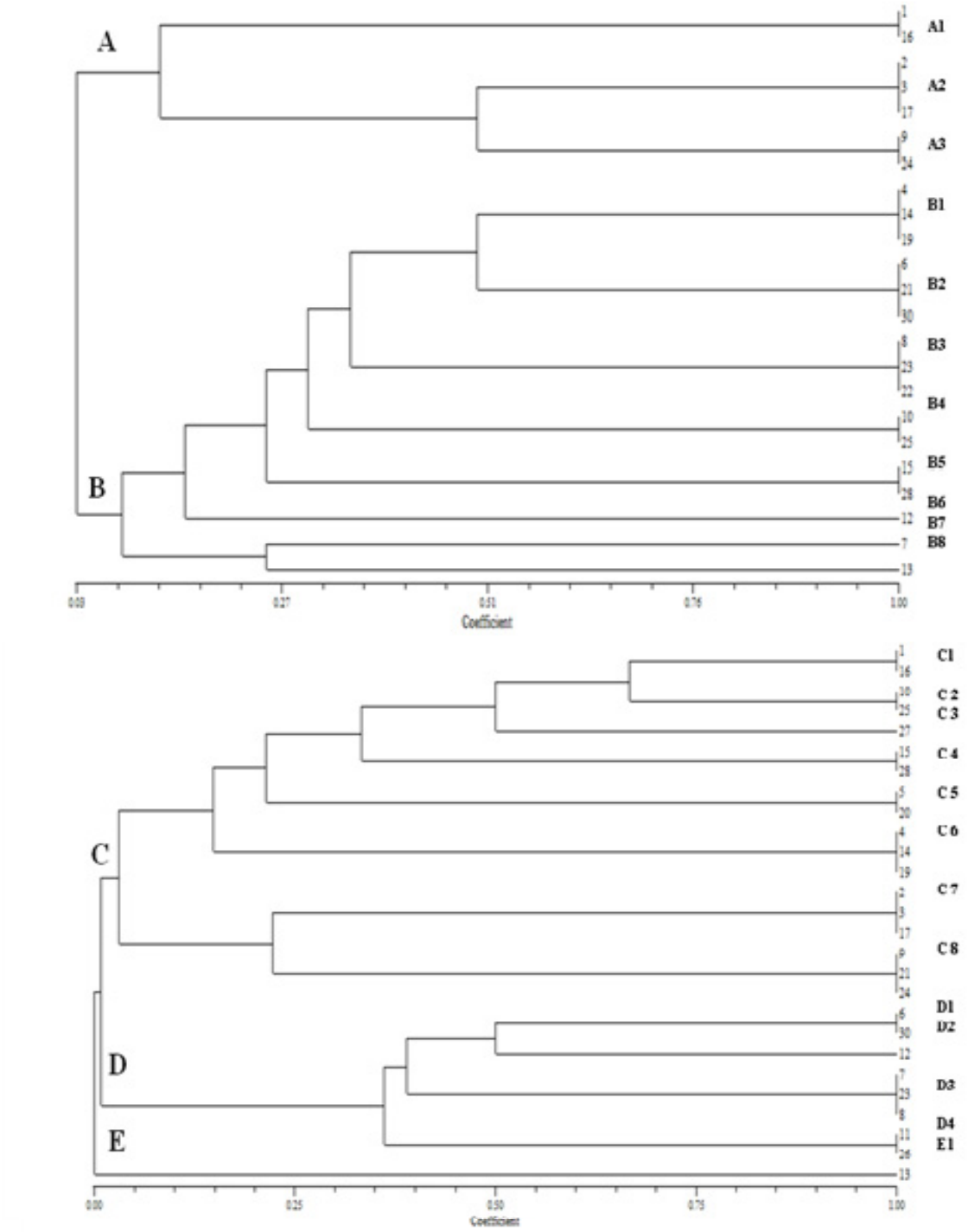


شکل ۵- انگشت‌نگاری DNA جدایه‌های قارچ *Fusarium solani* به‌دست‌آمده از لوبیا با استفاده ازنشانگر RAPD-PCR (راست) و ERIC-PCR (چپ)

چاهکM نشانگر مولکولی ۵۰۰bp است.

Fig. 5. DNA fingerprinting of *Fusarium solani* isolates from bean plants using RAPD-PCR (right) and ERIC-PCR (left)

Lane M: High range DNA Ladder (0.5 to 10 kbp linear scale, Jena Bioscience)



شکل۶ - دندروگرام به‌دست‌آمده در نرم‌افزارNTSYS با روش UPGMA برای جدایه‌های قارچ *Fusarium solani* بر اساس داده‌های مولکولی حاصل از نشانگرRAPD-PCR (بالا) و ERIC-PCR (پایین)

محور افقی معرف میزان شباهت است.

Fig .6. Dendrogram obtained by UPGMA using NTSYS ver. 2.1 for the *Fusarium solani* isolates based on molecular data from RAPD-PCR (up) and ERIC-PCR (down)

The line below the dendrogram represents the similarity index.

منابع

1. Abawi, G.S. 1989. Root rot. In: H.F. Schwartz and M.A. Pastor-Corrales (Eds.). Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 105-57.
2. Abawi, G.S., and Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies, and Management Strategies. CIAT pub. No.35, Colombia. 114pp.
3. Achenbach, L.A., Patrick, J.A., and Gray, L.E. 1997. Genetic homogenecity among isolates of *Fusarium solani* that cause soybean sudden death syndrome. Theoretical and Applied Genetics 95: 474-478.
4. Aoki, T., O'Donnell, K., Homma, Y., and Lattanzi, A.R. 2003. Sudden-death syndrome of soybean is caused by two morphologically and phylogenetically distinct species within the *Fusarium solani* species complex-*F. virguliforme* in North America and *F. tucumaniae* in South America. Mycologi 95: 660-684.
5. Baghaee Ravari, S., Falahati Rastegar, M., Jafarpour, B., Shokoohifar, F., and Moradzadeh Eskandari, M. 2006. DNA fingerprinting of *Fusarium solani* isolates causing wilt and dry rot of potato in Razavi and Northern Khorasan provinces using molecular markers based on PCR. Iranian Journal of Plant Pathology 42: 417-437 (In Persian with English Summary).
6. Booth, C. 1971. The Genus Fusarium. Common Wealth Mycological Institute, Kew, Surrey, United Kingdom, p. 237.
7. Brasileiro, B.T., Coimbra, M.R., Morias, M.A., and Oliveira, N.T. 2004. Genetic variability within *Fusarium solani* species as revealed by PCR-fingerprinting based on PCR markers. Brazilian Journal of Microbiology 35: 205-210.
8. Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M.W., Beebe, S.E., Geptes, P., and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.)- Model Food Legumes. Plant and Soil 252: 55-128.
9. Burgess, L.W., and Summeral, B.A. 1992. Mycogeography of fusarium: survey of Fusarium species from subtropical and semi-arid grassland soils from Queensland, Australia. Mycological Research 96: 780-784.
10. Burgess, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K.P., and Backhouse, D. 1994. Laboratory Manual for Fusarium Research (3rd Ed.). Sydney: Fusarium Research Laboratory.
11. Clulow, S.A., Lewis, B.C., and Matthews, P. 1991. A pathotype classification for *Mycosphaerella pinodes*. Phytopathology 131: 322-332.
12. El-Fadly, G.B., El-Kazzaz, M.K., Hassan, M.A.A., and El-Kot, G.A.N. 2008. Identification of some *Fusarium* spp. using RAPD-PCR technique. Egyptian Journal of Phytopathology 36: 71-80.
13. Gerlach, W. 1981. The present concept of Fusarium classification. In: P.E. Nelson, T.A. Toussoun and R.J. Cook (Eds.). Fusarium: Disease, Biology and Taxonomy. University Park, PA, USA, Pennsylvania State University Press. p. 413-426.
14. Gerlach, W., and Nirenberg, H. 1982. The Genus Fusarium A Pictorial Atlas. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt Für Land- und For stwirtschaft (Berlin-Dahlem) 209: 1-405.
15. Godoy, P., Cano, J., Gene, J., Guarro, J., Hofling-Lima, A.L., and Lopes Colombo, A. 2004. Genotyping of 44 isolates of *Fusarium solani*, the main agent of fungal keratitis in Brazil. Journal of Clinical Microbiology 42: 4494-4497.
16. Hall, R., 1996. Inoculum dynamics of *Fusarium solani* f. sp. *Phaseoli* and management of Fusarium root rot of beans. In: R. Hall (Ed.). Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens. APS Press, St. Paul, 279-310. pp.

17. Hasanzadeh, F., Falahati Rastegar, M., Jafarpour, B., and Eskandari, M. 2008. Survey of DNA polymorphism of isolates of *Fusarium solani* f.sp. *pici* in chickpea fields of Razavi and Northern Khorasan provinces using RAPD markers. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, August 24-27 2008. Hamedan. p. 5.
18. Jana, T., Sharma, T.R., Prasad, R.D., and Arora, D.K. 2003. Molecular characterization of *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium* species by a single primer RAPD technique. Microbiological Research 158: 249- 257.
19. Kausar, P., Chohan, S., and Parveen, R. 2009. Physiological studies on *Lasiodiplodia theobromae* and *Fusarium solani,* the cause of Shesham decline. Mycopathology 7: 35-38.
20. Kolattukudy, P.E., and Gamble, D.L. 1995. *Nectria haematococca*. Pathogenesis and host specificity in plant dis.Vol 2 Eukaryotes. In: K. Kohmoto, U.S. Singh and R.P. Singh (Eds.). Pathogenesis and host specificity in plant. Pathogenic Fungi and Nematodes 83-102 pp.
21. Kumar Gupta, V., Kumar Misra, A., and Kumar Gaur, R. 2010. Growth characteristics of *Fusarium* spp. causing wilt disease in *Psidium guajava* L. Indian Journal of Plant Protection Research 50: 452-462.
22. Leslie, J.F., Summeral, B.A., and Brett, A. 2006. The Fusarium Laburatory Manual. Blackwell. 380pp.
23. Li, S., and Hartman, G.L. 2003. Molecular detection of *Fusarium solani* f. sp. *glycines* roots and soil. Plant Pathology 52: 74-83.
24. Liu, D., Coloe, S., Baird, R., and Pedersen, J. 2000. Rapid Mini-Preparation of fungal DNA for PCR. Journal of Clinical Microbiology 38: 471.
25. Mcdonald, B.A. 1997. The population genetic of fungi: tools and techniques. Phytopathology 87: 448- 453.
26. Mehta, Y.R., Mehta, A., and Rosato, Y.B. 2002. ERIC and REP-PCR banding patterns and sequence. Analysis of the internal transcribed spacer of rDNA of *Stemphylium solani* isolates from cotton. Current Microbiolog 44: 323-328.
27. Moeini, M.R., and Ahmadinejad, A. 1998. Assessment of diseases status of bean in Zanjan province. Proceeding of the 13th Iranian Plant Protection Congress, August 23-27, Karaj, Iran, p. 154.
28. Morid, B., Zare, R., Zamanizadeh, H.R., and Hajmansour, S.H. 2008. Genetic diversity of *Fusarium solani* using RAPD-PCR and PCR-RFLPs. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, August 24-27, 2008. Hamedan. p. 2.
29. Naseri, B. 2008. Root rot of common bean in Zanjan, Iran: major pathogens and yield loss estimates. Australasian Plant Pathology 37: 546-551.
30. Naseri, B., and Marefat, A. 2011. Large-scale assessment of agricultural practices affecting Fusarium root rot and common bean yield. European Journal of Plant Pathology 131: 179-95.
31. Nderitu, J.H., Buruchara, R.A., and Ampofo, K.O. 1997. Integrated Pest Management of Beans. African Highland Initiative.
32. Nelson, P.E., Toussoun, T.A., and Marasas, W.F.O. 1983. Fusarium species: An Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State University Press, University Park, Pennsylvania.
33. Nirenberg, H.I. 1989. Identification of Fusaria accruing in Europe on cereals and potatoes. In: J. Chelkowski (Ed.). Fusarium: Mycotoxin, Taxonomy and Pathogenicity. Elsevier, New York pp. 179-193.
34. O'Donnell, K., and Gray, L.E. 1995. Phylogenetic relationships of the soybean sudden death syndrome pathogen *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* inferred from rDNA sequence data and PCR primers for its identification. Molecular Plant-Microbe Interactions 8: 709-716.
35. Román-Aviles, A.B., Snapp, S.S., and Kelly, J.K. 2003. Fusarium root rot of common beans. Michigan State University. Available at: Website http://fieldcrop.msu.edu/uploads/documents/E2876.

36. Suga, H., Hasegawa, T., Mitsui, H., Kageyama, K., and Hyakumachi, M. 2000. Phylogenetic analysis of the phytopathogenic fungus *Fusarium solani* based on the rDNA-ITS region. Mycologia 104: 1175-1183.
37. Van Bruggen, A.H.C., Whalen, C.H., and Arneson, P.A. 1986. Emergence, growth and development of dry bean seedlings in response to temperature, soil moisture and *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 76: 568-572.
38. Zaccardelli, M., Vitale, S., Luongo, L., Merighi, M., and Corazza, L. 2007. Morphological and molecular characterization of *Fusarium solani* isolates. Phytopathology 156: 534-541.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 111-125

Genotypic, phenotypic and pathogenicity variation of *Fusarium solani* isolates, the causal agent of bean root rot in Zanjan province

Khodagholi[1], M., Hemmati[2*], R., Naseri[3], B. and Marefat[4], A.

1, 2 and 4- MSc. Student, Assistant Professor and Associate Professor of Plant Pathology, respectively; University of Zanjan, Zanjan, Iran
3- Assistant Researcher of Plant Pathology, Research Institute of Agriculture and Natural Resources, Zanjan, Iran.

Received: 16 June 2012
Accepted: 29 December 2012

Abstract

Bean root rot caused by plant pathogenic fungus, *Fusarium solani,* is considered one of the most important diseases of bean in the world and in Iran. Because of economic importance of bean and the lack of information on population diversity of the pathogen in Zanjan province, a research was conducted to study phenotypic, genotypic and pathogenicity variation of pathogen isolates and to assess pathogen host range among several commonly cultivated crops in the studied region. Plants with disease symptoms were sampled from 11 fields of province and totally 30 isolates of *F. solani* were obtained. After disease proving, host range experiment and phenotypic investigations, polymerase chain reaction (PCR) was conducted on total DNA by using RAPD and ERIC primers. The results showed no significant difference in pathogenicity of isolates, but there was phenotypic and genotypic diversity among them. Among 9 inoculated plants including wheat, alfalfa, white bean, red bean, pinto bean, sain foin, faba bean, lentils and chickpea, only wheat showed no disease symptoms. DNA fingerprinting patterns from both molecular markers demonstrated high genetic diversity of isolates on bean in Zanjan. However RAPD PCR based on using single primer (OPA 13) produced more reliable products, but grouping based on this marker was considerably consistent with grouping based on ERIC marker. There was no association between geographic regions and genetic groups. Also there was no consistency between phenotypic and genotypic diversity of isolates.

Key words: Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Fusarium solani*, Genetic diversity, Host range

*** Corresponding Author:** rhemati@znu.ac.ir, Tel: 0241-5154053

نشریه پژوهش های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی-پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
مشخصات داوران جلد۴، شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۳۹۲
(به‌ترتیب حروف الفبا)

دکتر	گودرز	احمدوند	دانشکده کشاورزی دانشگاه همدان
دکتر	عباس	بیابانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد
دکتر	سهیل	پارسا	دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	کمال	حاج‌محمدنیا قالیباف	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مصطفی	حیدری	دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
دکتر	حمیدرضا	ذبیحی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان خراسان‌رضوی
دکتر	مجید	رستمی	دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر
دکتر	پرویز	رضوانی‌مقدم	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	غلامرضا	زمانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	حمیدرضا	شریفی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان خراسان‌رضوی
دکتر	فرهاد	شکوهی‌فر	پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سیدحسین	صباغ‌پور	دانشکده کشاورزی دانشگاه همدان
دکتر	ابوالفضل	فرجی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر	رضا	قربانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	فرنگیس	قنواتی	مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
دکتر	محمد	کافی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سرالله	گالشی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
دکتر	امیر	لکزیان	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	ناصر	مجنون‌حسینی	دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
مهندس	علی‌اکبر	محمودی	ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم خراسان‌شمالی
دکتر	احمد	نظامی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

نشریه پژوهش های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی- پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
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. 4, No. 1, 2013

Title	Author(s)	Page
• **Studying grain and green pod yield, and grain yield components as affected by inter- and intra-row spacing in faba bean, Barakat cultivar**	Golchin, E., Zeinali, E. & Pouri, K.	**9**
• **Evaluation of legumes as substituting crops for fallow in wheat-based rotation on North Khorasan province**	Nezami, A., Bagheri, R., Azimzadeh, M., Mahmoudi, A. & Bozorgmehr, A.	**21**
• **Evaluation of genetic diversity and relationship among agronomic traits in selected accessions bean collection**	Vaezi, S., Cheraghafrooz, R. & Abbasimoghddam, A.	**31**
• **Study of gene expression pattern of *Cu/znSOD* and SOD enzyme activity under drought treatment in tolerant and sensitive lines of Chickpea (*Cicer arietinum* L.)**	Hashemi, S.R., Malekzadeh Shafaroudi, S., Marashi, S.H. & Ganjeali, A.	**43**
• **Effects of rhizobiums sush inoculation and fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) in Khorasan-Razavi**	Ghasemzadeh-Ganjehie, M. & Asgharzadeh, A.	**51**
• **Investigation of phenological and morphological characteristics and correlation them with yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and N fertilizer in Kermanshah province**	Shaban, M., Mansourifar, C., Ghobadi, M. & Sabaghpoor, S.H.	**59**
• **Evaluation of cold tolerance in winter sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using morphological and phenological traits in Kurdistan region**	Naderi, H., Shokrpoor, M., Asghari, A., Kanooni, H. & Esfandiari, A.	**69**
• **Interactions of vermicomopst and salinity on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings**	Beyk Khurmizi, A., Ganjeali, A., Abrishamchi, P. & Parsa, M.	**81**
• **Determination of effect of concentration and application time of Paraquat desiccant on grain yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) in different planting dates**	Jilani, M., Daneshian, J. & Rabiee, M.	**99**
• **Genotypic, phenotypic and pathogenicity variation of *Fusarium solani* isolates, the causal agent of bean root rot in Zanjan province**	Khodagholi, M. , Hemmati, R., Naseri, B. & Marefat, A.	**111**

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 4, No. 1, 2013

Published by: Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Editor in Charge: Dr. Mohammad Kafi
Editor in Chief: Dr. Abdolreza Bagheri
Executive Director: Hassan Porsa

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, Fars Science and Research Branch, Islamic Azad University, Marvdasht

Sayyed Hossain Sabaghpour
Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Hamadan

Editor: Hassan Porsa
Assistant: Talachian, Mirshah-Velay, Asadi
Circulation: 150

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; Fars Science and Research Branch, Islamic Azad University; Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

This journal is indexed in 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.:** +98-511-8804801 & 8804816**; Fax:** +98-511-8804825;
E-mail: rcps@um.ac.ir; **Web Site:** http://rcps.um.ac.ir; http://jm.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. 4 (1) June 2013

- Studying grain and green pod yield, and grain yield components as affected by inter- and intra-row spacing in faba bean, Barakat cultivar — Golchin, E., Zeinali, E. & Pouri, K.
- Evaluation of legumes as substituting crops for fallow in wheat-based rotation on North Khorasan province — Nezami, A., Bagheri, R., Azimzadeh, M., Mahmoudi, A. & Bozorgmehr, A.
- Evaluation of genetic diversity and relationship among agronomic traits in selected accessions bean collection — Vaezi, S., Cheraghafrooz, R. & Abbasimoghddam, A.
- Study of gene expression pattern of *Cu/znSOD* and SOD enzyme activity under drought treatment in tolerant and sensitive lines of Chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* — Hashemi, S.R., Malekzadeh Shafaroudi, S., Marashi, S.H. & Ganjeali, A.
- Effects of rhizobiums sush inoculation and fertilizer on yield and yield components of chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* in Khorasan-Razavi — Ghasemzadeh-Ganjehie, M. & Asgharzadeh, A.
- Investigation of phenological and morphological characteristics and correlation them with yield in chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* cultivars under drought stress and N fertilizer in Kermanshah province — Shaban, M., Mansourifar, C., Ghobadi, M. & Sabaghpoor, S.H.
- Evaluation of cold tolerance in winter sowing of chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* using morphological and phenological traits in Kurdistan region — Naderi, H., Shokrpoor, M., Asghari, A., Kanooni, H. & Esfandiari, A.
- Interactions of vermicomopst and salinity on some morphological, physiological and biochemical traits of bean *(Phaseolus vulgaris* L.*)* seedlings — Beyk Khurmizi, A., Ganjeali, A., Abrishamchi, P. & Parsa, M.
- Determination of effect of concentration and application time of Paraquat desiccant on grain yield and yield components of faba bean *(Vicia faba* L.*)* in different planting dates — Jilani, M., Daneshian, J. & Rabiee, M.
- Genotypic, phenotypic and pathogenicity variation of *Fusarium solani* isolates, the causal agent of bean root rot in Zanjan province — Khodagholi, M. , Hemmati, R., Naseri, B. & Marefat, A.