نشریه پژوهش های حبوبات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۳، شماره ۲، نیمه دوم ۱۳۹۱

- تعیین تنوع ژنتیکی جدایه‌های *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* عامل پژمردگی و زردی نخود با استفاده از دو نشانگر RAPD و PCR-RFLP در استان‌های خراسان رضوی و شمالی — سمانه ذکائی، ماهرخ فلاحتی‌رستگار، بهروز جعفرپور، عبدالرضا باقری و وحید جهانبخش مشهدی
- بررسی صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط تنش خشکی — پروانه ابریشم‌چی، علی گنجعلی و هصان ساکنی
- اثر آبیاری محدود و مقادیر کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دو رقم زراعی نخود (*Cicer arietinum*) — محمودرضا تدین و علی‌جعفر قربانی‌نژاد
- گزینش برای تحمل به تنش خشکی انتهای فصل در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) — مسلم فتحی، محمدرضا بی‌همتا، ناصر مجنون‌حسینی، علی‌اکبر شاه‌نجات بوشهری و هادی محمدعلی‌پوریامچی
- تأثیر آنتاگونیستی جدایه‌های سودوموناس فلورسنت علیه قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* — زهرا ابراهیمی کاظم‌آباد، حمید روحانی، فاطمه جمالی و عصمت مهدیخانی‌مقدم
- مطالعهٔ اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم اصلاح‌شدهٔ نخود آرمان — رحیم بیات، سیدحسین صباغ‌پور، علی حاتمی و علی اشرف مهرابی
- ارزیابی حساسیت برخی حبوبات و گیاهان زراعی به بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ علف‌کش متری‌بیوزین در خاک — سیده فاطمه فخرراد، ابراهیم ایزدی دربندی، محمدحسن راشد محصل و محمد حسن‌زاده خیاط
- تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر جمعیت و شدت خسارت کرم‌های پیله‌خوار نخود در استان لرستان — روشنک قربانی، سیدکریم موسوی، محسن غیاثوند و جواد کریم‌زاده اصفهانی
- اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیک ارقام عدس (*Lens culinaris* Medik) تحت تنش شوری — راضیه کایدنظامی، حمیدرضا بلوچی و علیرضا یدوی
- مطالعهٔ برخی از صفات کمّی مؤثر بر عملکرد لاین‌های لوبیاچیتی — زهرا عرفانی‌مقدم و جلال صبا

با همکاری

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشگاه علوم و تحقیقات

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

جلد ۳، شماره ۲، نیمه دوم ۱۳۹۱

نشریه پژوهش های 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

جلد۳، شمارهٔ۲، نیمهٔ دوّم ۱۳۹۱

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: نونا کریم‌زاده- مهندس حامد طلاچیان- سیدمهدی میرشاه‌ولایتی- رحمان اسدی
ناشر: پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
چاپ: مؤسسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
شمارگان: ۲۵۰ 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)
پست الکترونیک: rcps@um.ac.ir و rcpsfum@gmail.com
تارنما: http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR و http://rcps.um.ac.ir

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد۳، شماره۲، نیمهٔ دوّم ۱۳۹۱

عنوان مقاله	نویسنده(گان)	صفحه
• تعیین تنوع ژنتیکی جدایه‌های *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* عامل پژمردگی و زردی نخود با استفاده از دو نشانگر RAPD و PCR-RFLP در استان‌های خراسان رضوی و شمالی	سمانه ذکائی، ماهرخ فلاحتی‌رستگار، بهروز جعفرپور، عبدالرضا باقری و وحید جهانبخش مشهدی	۷
• بررسی صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط تنش خشکی	پروانه ابریشم‌چی، علی گنجعلی و هصان ساکنی	۱۷
• اثر آبیاری محدود و مقادیر کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دو رقم زراعی نخود (*Cicer arietinum*)	محمودرضا تدین و علی‌جعفر قربانی‌نژاد	۳۱
• گزینش برای تحمل به تنش خشکی انتهای فصل در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)	مسلم فتحی، محمدرضا بی‌همتا، ناصر مجنون‌حسینی، علی‌اکبر شاه‌نجات بوشهری، هادی محمدعلی‌پوریامچی	۴۵
• تأثیر آنتاگونیستی جدایه های سودوموناس فلورسنت علیه قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris	زهرا ابراهیمی کاظم‌آباد، حمید روحانی، فاطمه جمالی و عصمت مهدیخانی‌مقدم	۵۵
• مطالعهٔ اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم اصلاح‌شدهٔ نخود آرمان	رحیم بیات، سیدحسین صباغ‌پور، علی حاتمی و علی اشرف مهرابی	۶۵
• ارزیابی حساسیت برخی حبوبات و گیاهان زراعی به بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ علف‌کش متری‌بیوزین در خاک	سیده‌فاطمه فخرراد، ابراهیم ایزدی‌دربندی، محمدحسن راشد محصل و محمد حسن‌زاده خیاط	۷۳
• تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر جمعیت و شدت خسارت کرم‌های پیله‌خوار نخود در استان لرستان	روشنک قربانی، سیدکریم موسوی، محسن غیاثوند و جواد کریم‌زاده اصفهانی	۸۵
• اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیک ارقام عدس تحت تنش شوری (*Lens culinaris* Medik)	راضیه کایدنظامی، حمیدرضا بلوچی و علیرضا یدوی	۹۷
• مطالعهٔ برخی از صفات کمّی مؤثر بر عملکرد لاین‌های لوبیاچیتی	زهرا عرفانی‌مقدم و جلال صبا	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 و rcpsfum@gmail.com

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

http://rcps.um.ac.ir

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۶-۷، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 7-16

تعیین تنوع ژنتیکی جدایه‌های *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* عامل پژمردگی و زردی نخود با استفاده از دو نشانگر RAPD و PCR-RFLP در استان‌های خراسان رضوی و شمالی

سمانه ذکائی[1*]، ماهرخ فلاحتی رستگار[2]، بهروز جعفرپور[2]، عبدالرضا باقری[2] و وحید جهانبخش مشهدی[3]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجوی دکتری دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۸/۳۰

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی جدایه‌های قارچ عامل پژمردگی و زردی نخود از دو نشانگر مولکولی RAPD و PCR-RFLP استفاده شد. در روش RAPD، ۱۴آغازگر استفاده‌شده، چندشکلی خوبی را نشان دادند. بعد از بررسی الگوهای باندی این ۱۴آغازگر، میزان قرابت ژنتیکی ۲۰جدایه بر اساس فاصله ژنتیکی به‌صورت دندروگرام رسم گردید. تجزیه دندروگرام رپید نشان داد که که بین منشأ جغرافیایی جدایه‌ها و گروه‌های ژنتیکی، ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. در روش PCR-RFLP قطعات تکثیرشده با استفاده از آغازگرهای IGS_2 و CLN_{12} در یک گروه طولی ۲۵۰۰bp قرار گرفتند. در کل، در اثر هضم محصول PCR با سه آنزیم برشی، ۲۲عدد باند چندشکلی ایجاد شد که در این بین، آنزیم *Rsa*I بیشترین تعداد باند چندشکلی (۱۲باند) و آنزیم *EcoR*I کمترین تعداد باند چندشکلی (۳باند) را تولید کردند. نتایج محاسبهٔ فاصلهٔ ژنتیکی آن‌ها نشان داد که جدایه‌های FOC86، FOC85 و FOC40 (از نیشابور)، FOC32 (از بجنورد)، FOC21 و FOC15 (از بردسکن) و FOC11 (از قوچان) کمترین فاصله و بیشترین شباهت ژنتیکی را از هم داشته و بیشترین فاصلهٔ ژنتیکی هم بین جدایهٔ FOC6 (از قوچان) با سایر جدایه‌ها به‌دست آمد. در این روش بین منشأ جغرافیایی جدایه‌ها با گروه‌بندی خوشه‌ای آنها، رابطهٔ آشکاری وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*، PCR-RFLP، RAPD

مقدمه

در بین حبوبات، نخود (*Cicer arietinum* L.) از لحاظ میزان تولید پس از لوبیا و نخودفرنگی در مقام سوم قرار دارد (Gopalakrishnan *et al*., 2005; Singh *et al*., 2006). بر طبق آمار منتشرشده توسط سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی (FAO) در سال ۲۰۰۷، ایران پنجمین کشور تولیدکنندهٔ نخود در دنیا بوده است (Pande *et al*., 2007). پژمردگی فوزاریومی با عامل *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*، یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ تولید نخود در دنیاست. این بیماری در مناطق نخودکاری سراسر دنیا گسترش داشته و حداقل از ۳۳کشور جهان گزارش شده است و سالانه، ۱۰تا ۱۵درصد خسارت ایجاد می‌کند (Honnareddy *et al*., 2006). استفاده از ارقام مقاوم، یکی از مؤثرترین و کاربردی‌ترین راه‌های کنترل بیماری‌های گیاهی محسوب می‌شود (Jiménez-Gasco *et al*., 2004)؛ اگرچه وجود چندین نژاد فیزیولوژیک در مورد این پاتوژن، کنترل آن را با استفاده از ارقام مقاوم، مشکل ساخته است (Chakrabarti *et al*., 2001).

در خرما، چندشکلی حاصل از نشانگر RAPD قادر به تفکیک جدایه‌های *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* از جدایه‌های غیربیماری‌زای *Fusarium oxysporum* موجود در ریشه و ریزوسفر بوده است؛ اما تنوع اندکی در بین فرم‌های اختصاصی با استفاده از این تکنیک مشاهده شده است (Kistler, 1997). Kelley *et al* (1999) با استفاده از نشانگر RAPD توانستند اختلاف بین دو پاتوتیپ یا گروه ایجادکنندهٔ پژمردگی و زردی را در عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی نخود، تشخیص دهند (Chakrabarti *et al*., 2001). شناسایی *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici* توسط ۳۱پرایمر مختلف با استفاده از نشانگر RAPD توسط گروهی از محققان انجام گرفت (Chiocchetti *et al*., 1999).

* **نویسنده مسئول**: خراسان رضوی، بردسکن، بلوار مطهری، مطهری۴۳، پلاک۶،
تلفن: ۰۵۳۲-۷۲۲۹۲۲۰، همراه: ۰۹۱۵۳۷۱۰۲۷۷، samaneh_zokaee@yahoo.com

Zaker Tavallaee (2003) با استفاده از نشانگر RAPD و ۱۵آغازگر، تنوع ژنتیکی موجود بین جدایه‌های مختلف *Fusarium oxysporum* آوندی نخود را در استان خراسان، مورد بررسی قرار داد. بر اساس این مطالعه، بین منشأ جغرافیایی جدایه‌ها و گروه‌های ژنوتیپی، ارتباط محسوسی موجود نبود. به‌علاوه، این نشانگر به‌خوبی توانست جدایه‌های بیماری‌زا و غیربیماری‌زا را در نخود تفکیک نماید (Zaker Tavallaee, 2003). Heydar Zadeh (2005) تنوع ژنتیکی ۲۵جدایهٔ بیماری‌زای *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* را با ۱۰آغازگر RAPD در استان‌های خراسان رضوی و شمالی بررسی کرد که بین منشأ جغرافیایی جدایه‌ها و گروه‌های ژنتیکی، ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (Heydar Zadeh, 2005). اولین گزارش از تجزیه و تحلیل تنوع بین جدایه‌های *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* با استفاده از نشانگر RAPD در شمال هندوستان توسط Singh *et al*. (2006) ارائه شده است. در این تحقیق، از ۴۰آغازگر به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی موجود بین جدایه‌ها استفاده شد. از بین این آغازگرها، فقط چهار آغازگر چندشکلی خوبی را نشان دادند. بر اساس نتایج حاصل از این تکنیک، جدایه‌ها بر اساس منشأ جغرافیایی از هم تفکیک شدند (Singh *et al*., 2006).

Appel *et al* (1995) تنوع درون نژادی را در *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* با استفاده از آنالیز RFLP (بر مبنای تکثیر ناحیهٔ IGS) و متعاقباً از طریق تعیین توالی جزئی این ناحیه مشخص کردند. تنوع در ناحیهٔ تکثیریافتهٔ IGS در سایر قارچ‌ها مثل *Histoplasma capsulatum* و *Puccinia graminis* نیز مطالعه شده است (Chakrabarti *et al*., 2001). اخیراً تکنیک PCR-RFLP بر مبنای تکثیر ناحیهٔ IGS به‌منظور شناسایی گونه‌های *Armillaria*، *Saccharomyces*، *Laccaria* و *Hebeloma* به‌کار برده می‌شود. مطالعات اندکی در زمینهٔ استفاده از IGS به‌عنوان یک نشانگر مولکولی در جنس فوزاریوم انجام شده که این مطالعات، محدود به دو گونهٔ *Fusarium oxysporum* و *Fusarium graminearum* است (Kim *et al*., 2001). بر اساس این مطالعات، تنوع موجود در مناطق IGS و همچنین تنوع در ارتباطات درون‌گونه‌ای *Fusarium oxysporum* و فرم‌های اختصاصی آن، بررسی گردید و مشخص شد که بین فرم‌های اختصاصی *Fusarium oxysporum* اختلافاتی وجود دارد (Kim *et al*., 2001). Singh *et al*. (2006) نیز اقدام به بررسی تنوع موجود در جدایه‌های *Fusarium oxysporum* با استفاده از تکنیک PCR-RFLP کردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بین جدایه‌های جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف هندوستان، گوناگونی و تنوع وجود دارد. همچنین نتایج حاصل از هضم با آنزیم برشی *Hae*III، جدایه‌ها را در چهار گروه قرار داد (Singh *et al*., 2006). در این مطالعه با بررسی وضعیت و اهمیت *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* در مزارع استان خراسان رضوی، تنوع ژنتیکی این قارچ مشخص شد و امید است که نتایج این تحقیق در طراحی پروژه‌های اصلاحی برای شناسایی منابع مقاومت و اصلاح و ایجاد ارقام مقاوم نخود مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جداسازی، تشخیص گونه *Fusarium oxysporum*، بررسی بیماری‌زایی و دامنهٔ میزبانی

نمونه‌برداری از ۴۰مزرعهٔ نخود از اوایل اردیبهشت‌ماه تا اواسط مردادماه در سال زراعی ۸۵- ۱۳۸۴ از مناطق مختلف استان‌های خراسان‌رضوی و شمالی انجام گرفت. این مناطق شامل شهرهای قوچان، بردسکن، نیشابور، بجنورد، مشهد و سبزوار بودند. قارچ مورد نظر در محیط کشت PDA جداسازی شد و سپس خالص‌سازی با استفاده از تک‌اسپور انجام گرفت. در این بررسی، برای شناسایی قارچ فوزاریوم از کلیدهای شناسایی Nelson *et al* (1994) و Burgess *et al* (1994). در آزمون بیماری‌زایی، مایه‌زنی گیاهچه‌های نخود رقم جم با سوسپانسیون اسپور با غلظت ۱×۱۰^{۶} اسپور در میلی‌لیتر به‌روش فروبردن ریشه در سوسپانسیون انجام شد. سپس ارزیابی بیماری‌زایی جدایه‌های *Fusarium oxysporum* بر اساس شاخص نُه‌درجه‌ای (Bayaa *et al*., 1994) انجام گرفت. به‌منظور بررسی دامنهٔ میزبانی، تمام جدایه‌های *Fusarium oxysporum* که روی نخود، بیماری‌زا بودند، روی هفت گیاه شامل لوبیا، عدس، سیب‌زمینی، بادمجان، هندوانه، خربزه و گوجه‌فرنگی مایه‌زنی شدند و گیاه نخود به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. مایه‌زنی به روش آزمون بیماری‌زایی انجام گردید و روزانه، تیپ آلودگی روی گیاهان ثبت شد.

استخراج DNA

در مجموع، ۲۰جدایهٔ قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* برای انجام آزمایشات، مورد استفاده قرار گرفت. جدایه‌های خالص‌سازی‌شده در محیط PDA، کشت و تحت دمای $۲۵^{\circ}C$ در انکوباتور نگهداری شدند. پس از آن، دیسکی از قارچ کشت‌شده تحت شرایط سترون به ویال‌های ۵۰میلی‌لیتری حاوی ۳۰میلی‌لیتر محیط کشت مایع سیب‌زمینی-دکستروز (PDB) منتقل گردید. ویال‌ها به‌مدت سه‌روز در دمای $۲۵^{\circ}C$ و

روی شیکر با سرعت ۸۸دور در دقیقه گذاشته شدند. این کار به‌منظور تسریع رشد اولیه قارچ و ورود اکسیژن کافی به محیط مایع انجام گرفت. بعد از این مرحله، ویال‌ها را به‌مدت ۱۲ تا ۱۴روز در تناوب نوری ۱۲ساعت روشنایی و تاریکی نگهداری کرده تا توده‌ای از میسیلیوم روی سطح فوقانی محیط PDB تشکیل گردد و مقدار کافی از میسیلیوم قارچ برای استخراج DNA به‌دست آید. برای استخراج DNA از روش CTAB[1] اصلاح‌شده استفاده شد.

RAPD-PCR

از ۱۴آغازگر تصادفی ۱۰نوکلئوتیدی تهیه‌شده از شرکت سیناژن در این بررسی استفاده شد. برای رقیق‌کردن آغازگرها طبق دستور شرکت سازنده عمل گردید. مشخصات آغازگرهای مورد استفاده در جدول۱ آمده است.

به‌منظور انجام واکنش PCR از مجموعهٔ کیت Genepak universal ساخت کشور روسیه استفاده شد. مجموعهٔ کیت برای ۱۰۰واکنش به حجم ۲۵میکرولیتر مخلوط درنظرگرفته شد (محتویات خشک داخل میکروتیوب نیز محاسبه شده است). میزان مواد مورد نیاز در یک واکنش ۲۵میکرولیتری PCR شامل ۱۰میکرولیتر رقیق‌کنندهٔ PCR (حاوی ۱/۵واحد آنزیم Taq DNA polymerase، ۱۰میلی‌مولار تریس-HCl با اسیدیتهٔ۹، ۵۰میلی‌مولار کلریدپتاسیم، ۱/۵میلی‌مولار کلرورمنیزیم و۲۰۰میلی‌مولار d NTPs)، ۴/۵میکرولیتر آب دوبارتقطیر، ۱/۵میکرولیتر آغازگر (با غلظت ۱۰میلی‌مولار) و ۴میکرولیتر DNA (با غلظت ۲۰نانوگرم بر میلی‌لیتر) بود (Nasiri, 2003). برای کنترل آلودگی و صحت انجام آزمایش، یک واکنش با اضافه‌کردن آب و بدون استفاده از DNA (به‌عنوان شاهد منفی) در کنار سایر نمونه‌ها درنظرگرفته شد. به‌منظور نشان‌دادن اندازهٔ مولکولی باندها از سایزمارکر LambdaDNA/*Hind* III,*Eco*RI Digest تولیدشده در شرکت سیناژن استفاده گردید. تکثیر در دستگاه ترموسایکلر با یک چرخهٔ ۹۴درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۳دقیقه برای واسرشته‌کردن ابتدایی، ۴۰چرخه (۹۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک‌دقیقه برای واسرشته‌کردن، ۳۶درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک‌دقیقه برای اتصال آغازگرها و۷۲درجه سانتی‌گراد به‌مدت۲دقیقه برای امتداد زنجیرهٔDNA) و یک چرخه ۷۲درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵دقیقه برای امتداد نهایی زنجیره DNA انجام گرفت (Singh *et al*., 2006). محصول واکنش PCR در چاهک‌های ژل آگارز ۱/۵درصد به‌مقدار ۷میکرولیتر تزریق شد و الکتروفورز تحت ولتاژ ۷۵ به‌مدت سه‌ساعت انجام گرفت. برای رنگ‌آمیزی از اتیدیوم‌بروماید یک میکروگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد و در نهایت در دستگاه Gel document زیر نورUV مشاهده و از آن عکس تهیه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از RAPD

تصاویر تهیه‌شده از ژل‌های الکتروفورز که در آن قطعات تکثیریافته توسط هر آغازگر به‌صورت باندهایی از هم تفکیک شده بودند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. هر باند به‌عنوان یک لوکوس با دو آلل [حضور باند (۱) و عدم‌حضور باند (۰)] درنظرگرفته شد. بررسی حضور یا عدم حضور باند توسط بازخوانی تصاویر کامپیوتری ژل‌ها در نرم‌افزار Lab work و با دادن نمرهٔ صفر و یک انجام شد. کلیهٔ باندها به‌جُز باندهای غیرواضح و خیلی‌ضعیف مورد شمارش قرار گرفتند (Heydar Zadeh, 2005). از آنجا که ماتریس‌های تشابه، نتایج حاصل از الگوهای باندی را تقویت کرده و روابط بین جدایه‌ها را واضح‌تر بیان می‌کنند، پس از تعیین و واردکردن کدهای ۰ و ۱ در برنامه اکسل، ماتریس تشابه بر مبنای ضریب تشابه فاصلهٔ ژنتیکی تبدیل و تجزیه کلاستر در نرم‌افزار کامپیوتری NTSYS[2] انجام گرفت و نتایج کلاستر در یک دندروگرام خلاصه شد.

تکثیر ناحیهٔ rDNA-IGS

در این تحقیق برای تهیهٔ محصول PCR از آغازگرهای CLN_{12} و IGS_2 که منطقه بین‌ژنی IGS[3] را در DNA ریبوزومی تکثیر می‌کنند، استفاده شد. توالی آغازگرها به‌صورت زیر می‌باشد:

IGS_2= 5'- AAT GAG CCA TTC GCA GTT C- 3'
CLN_{12}= 5'- CTG AAC CGC CTC TAA GTC A G-3'

برنامهٔ حرارتی در مرحلهٔ تکثیر در دستگاه ترموسایکلر به‌صورت یک چرخهٔ ۹۴درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴دقیقه برای واسرشته‌کردن ابتدایی، ۳۵چرخه (۹۴درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک‌دقیقه برای واسرشته‌کردن، ۵۶درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک‌دقیقه برای اتصال آغازگرها و۷۲درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳دقیقه برای امتداد زنجیرهٔ DNA) و یک چرخه ۷۲درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰دقیقه برای امتداد نهایی زنجیرهٔ DNA انجام گرفت. واکنش در حجم ۵۰میکرولیتر با محتویات ۳میکرولیتر کلرور منیزیم ($MgCl_2$) ۲۵میلی‌مولار، ۵میکرولیتر بافر PCR 10X، ۰/۵میکرولیتر d NTPs (۱۰میلی‌مولار)، ۰/۵میکرولیتر آنزیم Taq DNA polymerase (۵واحد بر میکرولیتر)، یک‌میکرولیتر از هر آغازگر (۱۰پیکومول)، ۲میکرولیتر از DNA (با غلظت ۵۰نانوگرم بر میلی‌لیتر) و۳۷میکرولیتر آب دوبارتقطیر انجام شد. محصول واکنش PCR درچاهک‌های ژل آگارز ۱درصد به مقدار۶میکرولیتر تزریق

1- Cetyl Trimetyl Ammonium Bromide

2- Numerical Taxonomy System of Muitlvariation Program
3- Intergenic Spacer (IGS)

گردید و الکتروفورز تحت ولتاژ ۸۵ و به‌مدت یک‌ساعت انجام گرفت و سپس ژل، مطابق روش گفته‌شده، رنگ‌آمیزی شد. مقدار۱۰میکرولیتر از محصول واکنش PCR به‌همراه ۱/۵ تا ۲میکرولیتر از آنزیم‌های برشی (*Hae*III) *Bsu*RI، *Rsa*I و *Eco*RI مطابق پروتکل شرکت سازنده مورد هضم قرار گرفت. قطعات برش‌خورده روی ژل آگارز ۱/۵درصد با ولتاژ ۹۶ به‌مدت چهارساعت ارزیابی گردید و از سایز مارکر ۱kb برای نشان‌دادن اندازهٔ مولکولی باندها استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نشانگر PCR-RFLP

تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق روش ذکرشده در قسمت قبل انجام گرفت.

نتایج و بحث

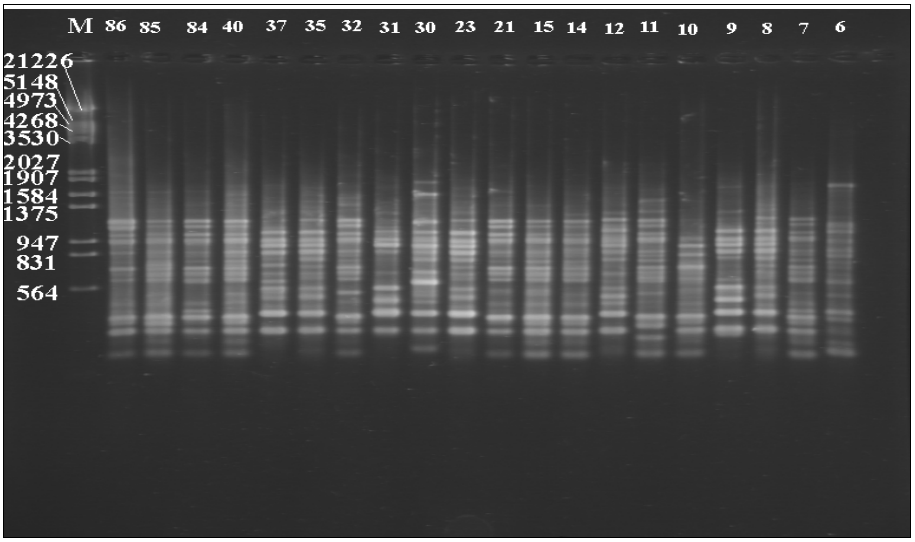
RAPD-PCR

در مجموع، ۱۴آغازگر توانستند تنوع موجود بین جدایه‌ها را نشان دهند. تعداد کل باندهای چندشکلی ایجادشده ۲۷۱ و اندازهٔ قطعات تکثیرشده بین ۳۰ تا ۴۷۲۶ بود. آغازگر VBC228 بیشترین باند چندشکلی (۲۵باند) و آغازگر OPK19 کمترین باند چندشکلی (۱۰باند) را تولید کردند (جدول۱، شکل۱ و۲). بررسی ماتریس تشابه، حاکی از آن است که اکثر جدایه‌ها ضریب تشابه کمتر از ۷۰درصد داشتند. دو جدایهٔ FOC40 و FOC84 (هر دو از نیشابور) ضریب تشابه ۱۰۰درصد داشته و بیشترین فاصلهٔ ژنتیکی هم بین جدایهٔ FOC6 (از قوچان) با سایر جدایه‌ها بود (شکل۳).

جدول ۱- نتایج استفاده از آغازگرهای مختلف

Table 1. The results of application of different primers

آغازگر Primer	توالی Sequence	تعداد باند چندشکلی Number of polymorphic bands
VDC6	AAGCCTCCCC	18
VBC83	GGGCTCGTGG	22
OPK15	CCTGGGCCTA	24
VBC199	GCTCCCCCAC	23
OPK19	CTCCTGCCAC	10
VBC228	GCTGGGCCGA	25
VDC82	GGGCCCGAGG	24
VBC222	AAGCCTCCCC	22
VBC53	CTCCCTGACC	18
VBC300	GGCTAGGGCG	13
RCO8	GGATGTCGAA	15
RCO9	GATAACGCAC	19
OPA-02	TGCCGAGCTG	23
OPB-11	GTAGACCCGT	15



شکل ۱- الگوی باندی تکثیرشده از DNA جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* توسط آغازگرVBC228

شمارهٔ هر چاهک، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ جدایه و حرفM، معرف سایز مارکر است.

Fig. 1. RAPD profiles of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates obtained by VBC228 primer
M, Marker. Lanes 1-20, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates

دندروگرام به‌دست‌آمده پس از آنالیز کلاستر در سطح تشابه ۰/۵ جدایه‌ها را به دو دستهٔ A و B تقسیم کردند (شکل۳). دستهٔA شامل ۱۱گروه که ضریب تشابه آنها بین ۰/۵ تا ۱ بود. این دسته در سطح شباهت ۰/۶ به دو گروه تفکیک شد که فقط جدایهٔ FOC10 (از قوچان) در گروه مجزا قرارگرفت. اما در سطح تشابه ۰/۶۸، جدایهٔ FOC14 (از بجنورد) همراه با دو جدایه از بردسکن و جدایهٔ FOC32 (از بجنورد) به‌همراه چهار جدایه از نیشابور در یک گروه قرار می‌گیرد. در دستهٔB نیز جدایهٔ FOC6 (از قوچان) از بقیه متمایز گردید. در این گروه در سطح تشابه ۰/۶۶، دو جدایهٔ بجنورد و بردسکن در یک گروه قرار گرفته و در سطح تشابه۰/۷۲ نیز جدایه‌های قوچان و بردسکن، هم‌گروه هستند. بنابراین نشانگر RAPD نتوانست جدایه‌ها را بر اساس منشأ جغرافیایی از هم تفکیک کند. محققان در مناطق مختلف جهان جمعیت قارچ‌های گوناگونی را با استفاده از RAPD گروه‌بندی کرده‌اند و بر اساس آن، جدایه‌ها بر اساس منشأ جغرافیایی یا بیماری‌زایی از هم تفکیک شدند (Zaker Tavallaee, 2003; Singh *et al*., 2006).

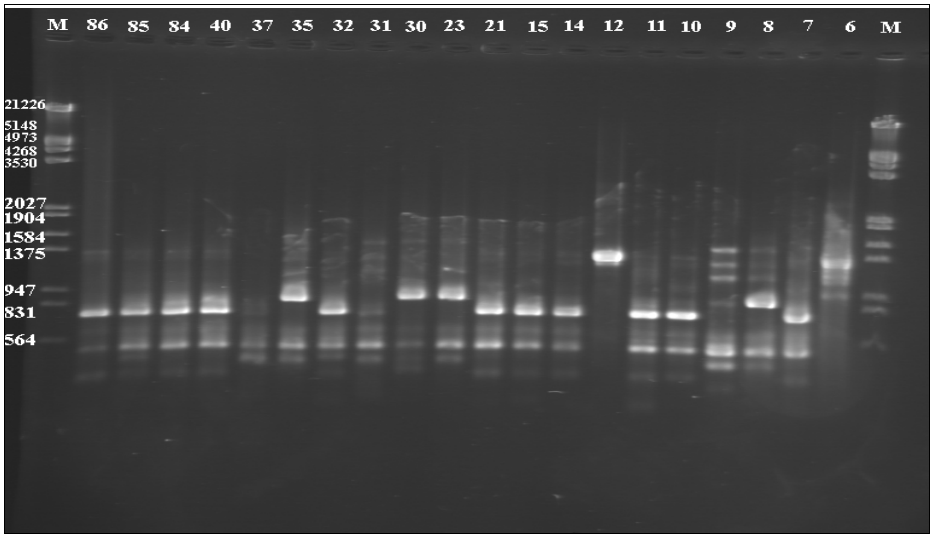
به نظر می‌رسد که در این تحقیق، نشانگر RAPD قادر به تفکیک جدایه‌های *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* بر اساس بیماری‌زایی و منشأ جغرافیایی نیست (شکل ۳). بررسی فاکتور منشأ جغرافیایی و بیماری‌زایی در گروه‌بندی جدایه‌ها نشان می‌دهد که گرچه این عامل، فاکتور مهمی در جداسازی جدایه‌های مختلف قارچی است، اما به‌نظر می‌رسد که خود، تحت تأثیر عواملی مثل فشار انتخابی میزبان و بروز جهش‌های احتمالی باشد. در نتایج به‌دست‌آمده نیز قرارگرفتن جدایه‌های یک منطقهٔ جغرافیایی در دو گروه مستقل و همچنین قرارگرفتن دو جدایه از دو منطقه مختلف در یک گروه، مؤید این مطلب است.

تکثیر ناحیه IGS در DNA

در این تحقیق، قطعات تکثیرشده برای تمامی جدایه‌های مورد بررسی در یک گروه طولی ۲۵۰۰bp قرار گرفتند (شکل۴). Appel *et al* (1995) و نیز Kim *et al* (2001) گروه طولی ۲۶۰۰bp را گزارش کرده‌اند؛ اما Alves-Santos *et al* (1999) گزارش نمودند که جدایه‌های *Fusarium oxysporum* قطعات تکثیرشده، در دو گروه ۲۵۰۰bp و ۲۶۰۰bp قرار می‌گیرند (Kim *et al*., 2001).

آنالیز مولکولی مناطق IGS

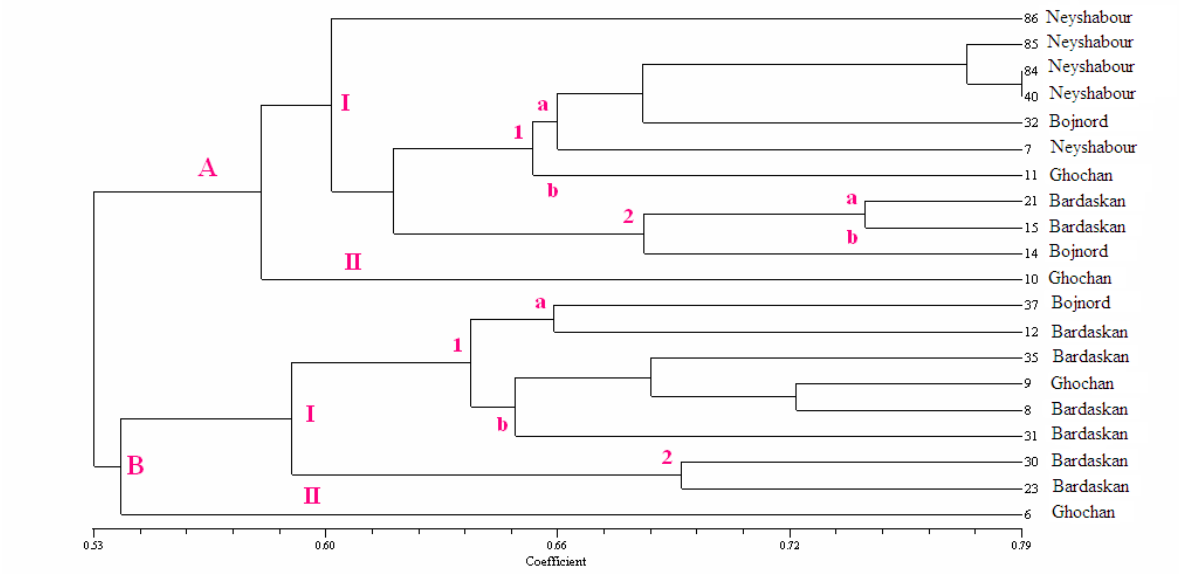
در هضم آنزیمی جدایه‌ها با *EcoRI* محدودهٔ باندهای تشکیل‌شده، ۲۵۰-۴۰۰۰bp بود. تفاوت در اندازهٔ باندهای تولیدی روی ژل آگارز به‌وضوح قابل‌مشاهده است (شکل۵). همچنین در هضم آنزیمی توسط *Hae*III در جدایه‌ها، باندهایی در محدودهٔ ۲۵۰-۷۵۰bp مشاهد شد (شکل ۶) و در هضم با آنزیم برشی *Rsa*I جدایه‌ها، قطعات ۲۵۰-۱۰۰۰bp تولید کردند (شکل ۷). در کل در اثر هضم با سه آنزیم، ۲۲عدد باند چندشکلی ایجاد شد که در این بین، آنزیم *Rsa*I بیشترین تعداد باند چندشکلی (۱۲باند) و آنزیم *EcoR*I کمترین تعداد باند چندشکلی (۳باند) را تولید کردند.



شکل ۲- الگوی باندی تکثیرشده از DNA جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* توسط آغازگرOPK19

شمارهٔ هر چاهک، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ جدایه و حرفM معرف سایز مارکر است

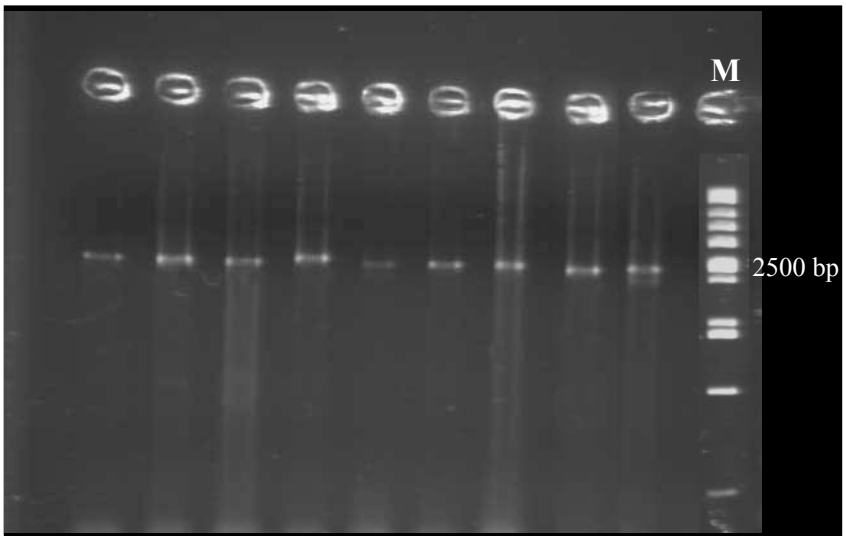
Fig. 2. RAPD profiles of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates obtained by OPK19 primer
M, Marker. Lanes 1–20, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates



شکل۳- نمودار روابط خویشاوندی جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* بر اساس فاصلهٔ ژنتیکی به‌دست‌آمده از آنالیز RAPD

Fig. 3. Dendrogram of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* isolates based on genetic distance obtained by RAPD analysis

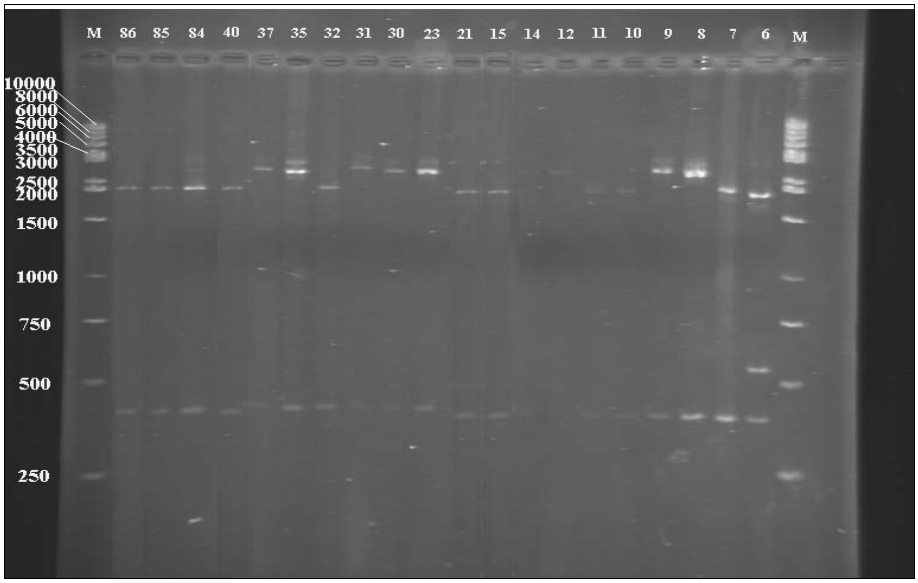
نتایج تجزیهٔ کلاستر در یک دندروگرام خلاصه شد. بر اساس این دندروگرام، جدایه‌ها در دو گروه A و B قرار می‌گیرند. گروهA شامل جدایه‌های FOC10 و FOC11 (از قوچان)، FOC15، FOC21 و FOC12 (از بردسکن)، FOC14 و FOC32 (از بجنورد)، FOC40، FOC7، FOC84، FOC85 و FOC86 (از نیشابور) و گروهB شامل جدایه‌های FOC37 (از بجنورد)، FOC35، FOC8، FOC31، FOC30 و FOC23 (از بردسکن)، FOC9 و FOC6 (از قوچان) می‌باشد.



شکل ۴-الگوی باندی تکثیرشده از محصول DNA جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* توسط آغازگرهای IGS_2 و CLN_{12}

حرف M معرف سایز مارکر (1Kb.p) است

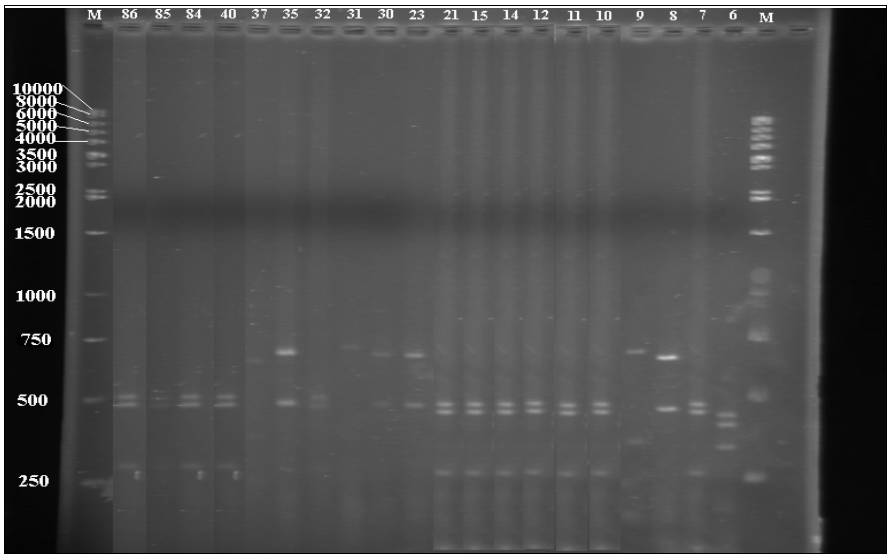
Fig. 4. Profile of DNA amplification products of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates by IGS_2 and CLN_{12} primers M, Marker (1Kb.p ladder)



شکل ۵- الگوی باندی هضم‌شده از محصول PCR جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* توسط آنزیم *Eco*RI

شمارهٔ هر چاهک، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ جدایه و حرف M معرف سایز مارکر (1Kb.p) است

Fig. 5. The restricted profile from PCR product of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates by *Eco*RI enzyme M, Marker. Lanes 1–20, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates



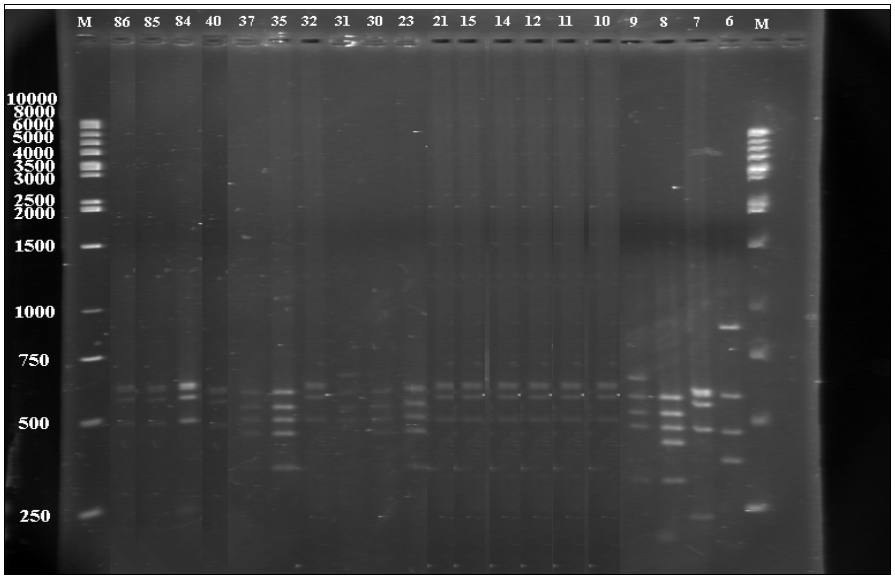
شکل ۶- الگوی باندی هضم‌شده از محصول PCR جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* توسط آنزیم *Hae*III

شمارهٔ هر چاهک، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ جدایه و حرف M معرف سایز مارکر (1Kb.p) است

Fig. 6. The restricted profile from PCR product of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates by *Hae*III enzyme M, Marker. Lanes 1–20, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates

سپس گروهA به دو گروه تفکیک شد که فقط جدایهٔ غیربیماری‌زای FOC7 (از نیشابور) در گروه مجزا قرار می‌گیرد و در مورد گروهB نیز این تقسیم‌بندی مشاهده می‌شود که در اینجا، جدایهٔ FOC6 (از قوچان) از بقیه متمایز می‌گردد. در سطح شباهت۹۰درصد ، ۱۱گروه ژنوتیپی تفکیک شد (شکل۷). نتایج محاسبهٔ فاصلهٔ ژنتیکی نشان داد که جدایه‌های FOC86، FOC85 و FOC40 (از نیشابور)، FOC32 (از بجنورد)، FOC21 و FOC15 (از بردسکن) و FOC11 (از قوچان)، کمترین فاصله را از لحاظ ژنتیکی داشته و بیشترین فاصلهٔ ژنتیکی هم بین جدایهٔ FOC6 (از قوچان) با سایر جدایه‌هاست (شکل۸). پس از انجام عمل هضم توسط آنزیم‌ها، تکنیک PCR-RFLP نتوانست جدایه‌ها را بر اساس منشأ جغرافیایی از

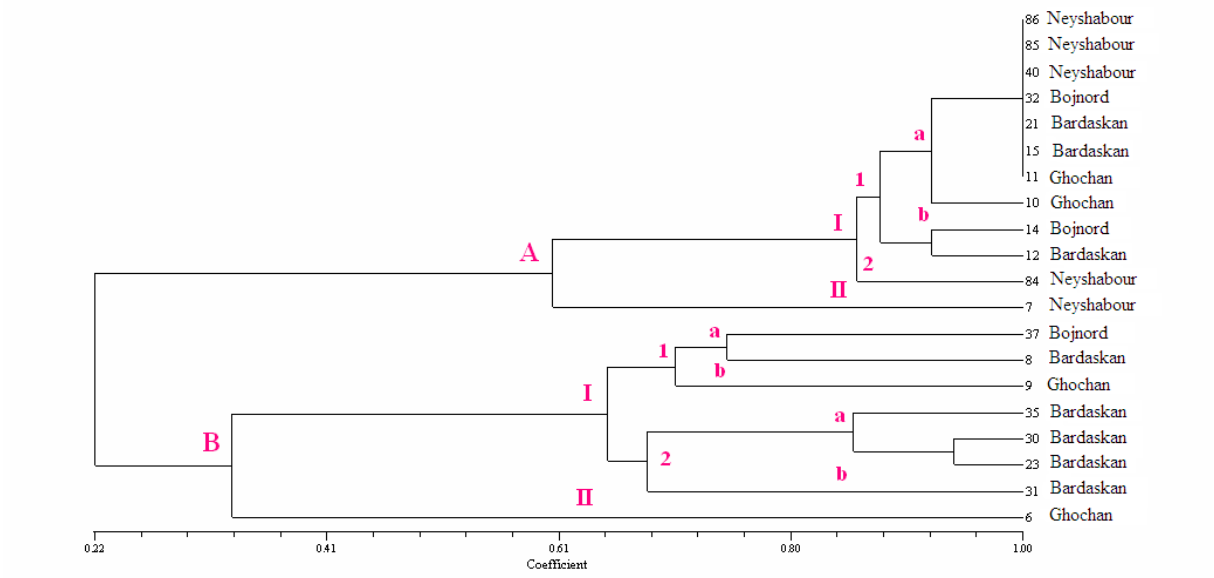
هم تفکیک کند، اما جدایهٔ غیربیماری‌زا از دیگر جدایه‌ها متمایز شد. بنابراین تکنیک PCR-RFLP روش مناسبی برای شناسایی روابط درون‌گونه‌ای محسوب می‌شود. به‌منظور شناسایی بهتر روابط ژنتیکی *Fusarium oxysporum* و شناسایی فرم‌های اختصاصی آن از طریق تکنیک PCR-RFLP، شناسایی ناحیهٔ IGS در تعداد بیشتری جدایه *Fusarium oxysporum* و تعیین توالی این ناحیه ضروری است تا از این طریق بتوان اطلاعات بیشتری را به‌دست آورد (Kim *et al*., 2001).



شکل ۷- الگوی باندی هضم‌شده از محصول PCR جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* توسط آنزیم*Rsa*I

شمارهٔ هر چاهک، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ جدایه و حرف M معرف سایز مارکر (1Kb.p) است

Fig. 7. The restricted profile from PCR product of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates by *Rsa*I enzyme M, Marker. Lanes 1–20, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates



شکل ۸- نمودار روابط خویشاوندی جدایه‌های قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* بر اساس فاصله ژنتیکی به‌دست‌آمده از آنالیز ناحیه IGS

Fig. 8. Dendrogram of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* isolates based on genetic distance obtained by IGS region analysis

منابع

1. Bayaa, B., Erskine, W., and Hamdi, A. 1994. Evaluation of a wild lentil collection for resistance to vascular wilt. Genetic Resources and Crop Evolution 42: 231-235.
2. Burgess, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K.P., and Backhouse, D. 1994. Laboratory Mannual for Fusarium Research. University of Sidney. 133 pp.
3. Chakrabarti, A., Mukherjee, P.K., Sherkhane, P.D., Bhagwat, A.S., and Murthy, N.B.K. 2001. A simple and rapid molecular method for distinguishing between races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* from India. Current Science 4: 571-575.
4. Chiocchetti, A., Ghignone, S., Minotu, A., Gullino, M.L., Garibaldi, A., and Migheli, Q. 1999. Identification of *Fusarium oxysporum* f.sp. *basillici* isolated from soil, basil seed and plants by RAPD analysis. Plant Diseases 83: 576-581.
5. Gopalakrishnan, S., and Strange. R.N. 2005. Identity and toxicity of *Fusarium* species isolated from wilted chickpea. Phytopathologia Mediterranea 2: 180-188.
6. Heydar Zadeh, N. 2005. Determination of physiological races and genetic diversity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* the causal agent of vascular wilt in tomato by RAPD in Razavi and Northern Khorasan provinces. MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran (In Persian).
7. Honnareddy, N., and Dubey, S.C. 2006. Pathogenic and molecular characterization of Indian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing chickpea wilt. Current Science 5: 661-666.
8. Jiménez-Gasco, M.M., Navas-Cortés, J.A., and Jiménez-Díaz, R.M. 2004. The *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*/*Cicer arietinum* pathosystem: a case study of the evolution of plant-pathogenic fungi into races and pathotypes. International Microbiology 7: 95-104.
9. Kim, H.J., Choi, Y.K., and Min, B.R. 2001. Variation of the Intergenic Spacer (IGS) Region of Ribosomal DNA among *Fusarium oxysporum* formae speciales. The journal of Microbiology 4: 265-272.
10. Kistler, H.C. 1997. Genetic diversity in the plant-pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. Phytopathology 4: 474-479.
11. Nasiri, M. 2003. A pamphlet on educational workshop of application of molecular markers in investigation of the variety of animal genome. Educational Workshops of Iran International third Conference of Biotechnology. Mashhad. 196 p. (In Persian).
12. Nelson, P.E., Dignani, M.C., and Anaissie, E.J. 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. Clin. Microbiol. Rev. 7: 479-504.
13. Pande, S., Gaur, P.M., Sharma, M., Rao, J.N., Rao, B.V., and Krishna Kishore, G. 2007. Identification of single and multiple disease resistance in Desi chickpea genotypes to Ascochyta blight, Botrytis gray mold and Fusarium wilt. SATAgricultural 5: 1-3.
14. Singh, B.P., Saikia, R., Yadav, M., Singh, R., Chauhan, V.S., and Arora, D.K. 2006. Molecular characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing wilt of chickpea. African Journal of Biotechnology 6: 497-502.
15. Zaker Tavallaee, F. 2003. Genetic diversity determination of vascular *Fusarium oxysporum* isolates in chickpea by RAPD molecular marker. MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 7-16

Genetic diversity determination of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* the causal agent of wilting and chlorosis in chickpea by using RAPD and PCR-RFLP techniques in Razavi and Northern Khorasan provinces

Zokaee[1*], S., Felahati Rastegar[2], M., Jafarpour[3], B., Bagheri[4], A. & Jahanbakhsh Mashhadi[5], V.

1- The former MSc. Student from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2, 3 & 4- Professor from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad,
rastegar@um.ac.ir; bjafarpour@um.ac.ir; abagheri@um.ac.ir, respectively
5- Ph.D Student from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, va_ja190@stu-mail.um.ac.ir

Received: 17 May 2010
Accepted: 21 November 2010

Abstract

In order to study the genetic diversity of the causal agent of Fusarium wilting in chickpea, two techniques including RAPD and PCR-RFLP were used. In RAPD-PCR technique, all 14 primers could show the diversity among the isolates. After studding the banding patterns of 14 primers, a dendrogram based on similarity matrix was constructed. The RAPD dendrogram analysis could not separate isolates based on their geographical origins. In PCR-RFLP technique, two primers, IGS_2 and CLN_{12}, were used which made the same band pattern (2.5 kb) in all isolates. Totally, 22 polymorphic bands obtained through digestion with three digestive enzymes. The digestive enzyme *Rsa*I produced the highest number of polymorphic bands (12 bands) and *Eco*RI produced the lowest number (3 bands). The genetic calculation results of the isolates showed that FOC85, FOC86 and FOC40 isolates (from Neyshabour), FOC32 (from Bojnord), FOC21 and FOC15 (from Bardaskan) and FOC11 (from Ghochan) showed the lowest genetic distance and the highest genetic similarity. The most genetic distance observed among FOC6 isolates (from Ghochan) compared to other isolates. Analysis of clusters in this method showed that there are not any specific relation between genotypic grouping and their geographical origins.

Key words: *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*, Genetic variation, PCR-RFLP, RAPD

* **Corresponding Author:** samaneh_zokaee@yahoo.com, Mobile: 09153710277

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۳۰-۱۷، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 17-30

بررسی صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط تنش خشکی

پروانه ابریشم‌چی[1]، علی گنجعلی[1*] و همان ساکنی[2]
۱- اعضای هیئت علمی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- کارشناس‌ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۱۵

چکیده

مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی واکنش ژنوتیپ‌های نخود به تنش خشکی از نظر صفات مورفولوژیک و تغییرات بیوشیمیایی ایجادشده، برای درک بهترِ ساز و کارهای مقاومت به خشکی و دستیابی به منابع ژنتیکی مطلوب انجام گرفت. ژنوتیپ‌های نخود شامل MCC877 و MCC696 (متحمل به خشکی) و MCC776 و MCC588 (حساس به خشکی) در چهار رژیم رطوبتی خاک شامل ظرفیت زراعی (شاهد)، ۷۵درصد، ۵۰درصد و ۲۵درصد ظرفیت زراعی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در محیط کنترل‌شده، در سال۱۳۸۸ با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که اغلب صفات مورفولوژیک، مانند ارتفاع بوته، زیست تودهٔ اندام هوایی و ریشه، مجموع طول ریشه‌ها و سطح برگ، عمدتاً تحت تأثیر تنش‌های شدید خشکی قرار گرفتند. تنش‌های متعادل خشکی (رطوبت ۵۰درصد ظرفیت زراعی و بالاتر)، تأثیر معنی‌داری بر صفات فوق نداشت. در این بررسی، با کاهش رطوبت خاک، میزان پرولین در تمام ژنوتیپ‌ها افزایش یافت. ژنوتیپ بومی کاندیدا برای تحمل به خشکی (MCC696) از بیشترین مقدار پرولین درشرایط تنش شدید خشکی برخوردار بود. فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و پراکسیداز، تحت تأثیر تنش خشکی، افزایش یافت و این افزایش در ژنوتیپ حساس به خشکی MCC588، بیش از سایر ژنوتیپ‌های نخود بود. احتمالاً عدم وجود مقاومت و اجتناب از تنش خشکی در ژنوتیپ MCC588، باعث واکنش گیاه به تولید بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در این ژنوتیپ شد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرولین، تنش خشکی، ژنوتیپ‌های نخود، صفات ریشه و اندام هوایی

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.)، یک منبع مهم پروتئینی در رژیم غذایی بسیاری از مردم کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد که اغلب به‌عنوان مکمل پروتئین غلات در رژیم غذایی جای می‌گیرد (Singh & Saxena, 1993). این گیاه در دامنهٔ وسیعی از شرایط آب‌وهوایی از نواحی نیمه‌گرمسیری تا مناطق مدیترانه‌ای غرب آسیا، شمال افریقا، جنوب و جنوب‌غربی اروپا کشت می‌شود (FAO, 2005). بررسی‌ها نشان داده است که تنش خشکی به‌تنهایی علت کاهش ۵۰درصد عملکرد نخود است (Gupta, 1997). این مشکل در ایران، جدی‌تر است چرا که نخود اغلب به‌صورت سنتی در انتهای فصل باران (اسفند یا فروردین) براساس رطوبت ذخیره‌شده در خاک کشت می‌شود و رشد سریع گیاه نیز همزمان با مرحله‌ای است که رطوبت خاک به‌طور فزاینده با گذشت زمان کاهش می‌یابد (Ganjeali & Nezami, 2008). بنابراین در راستای افزایش بازدهی تولید نخود در مناطق دارای تنش خشکی، بهبود سازگاری و تحمل به تنش، مورد نیاز است. در این ارتباط، صفات مورفوفیزیولوژیک متعددی وجود دارد که می‌توان از آنها برای بهبود مقاومت و تحمل به خشکی استفاده نمود (Singh & Saxena, 1993).

در شرایط تنش خشکی، ارتفاع بوته و گسترش سطح برگ، کاهش یافته و برگ‌های جدید سطح کمتری داشته (ضخیم‌تر) و ریزش می‌کنند (Ludlow & Munchow, 1990). از آنجایی که عامل اصلی محدودکنندهٔ رشد در محیط‌های خشک، آب قابل‌دسترس می‌باشد، لذا بیشترین بازده از نظر رشد و تولید محصول، زمانی به‌دست می‌آید که از آب محدود موجود در خاک، حداکثر جذب صورت پذیرد. این خصوصیت تنها از طریق مکانیسم‌های سازگاری مرتبط با

* **نویسنده مسئول:** مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی، دانشکدهٔ علوم، گروه زیست‌شناسی، همراه: ۰۹۱۵۳۰۵۷۶۴۵، ganjeali@um.ac.ir

سیستم ریشه حاصل خواهد شد (Gupta, 1997; Saxena, 2003). از آنجایی که نسبت بالاتر ریشه به اندام‌های هوایی (اندام‌های جذب‌کنندهٔ آب نسبت به اندام‌های مصرف‌کننده)، توان گیاه را برای افزایش تحمل به خشکی بهبود می‌بخشد، لذا اغلب، این نسبت به‌عنوان یک معیار برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی پیشنهاد می‌شود.

تنظیم اسمزی، تجمع فعّال مواد محلول توسط گیاه در واکنش به افزایش کمبود آب خاک می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که همبستگی معنی‌داری بین توانایی تنظیم اسمزی یک گیاه و رشد آن در شرایط تنش خشکی وجود دارد (Valentovic *et al.*, 2006). در عین حال، بسیاری از گیاهان به‌منظور تنظیم اسمزی و تحمل بیشتر تنش، از اسمولیت‌های آلی مثل پرولین استفاده می‌کنند. پرولین، یک منبع ذخیره برای کربن، نیتروژن و نیز جاروکنندهٔ[1] رادیکال‌های آزاد می‌باشد. همچنین، پرولین ساختمان‌های فراسلولی (از جمله غشاءها و پروتئین‌ها) را تثبیت و پتانسیل ردوکس سلولی ایجادشده در اثر تنش را از بین می‌برد (Chen & Murata, 2000). سنتز پرولین در بسیاری از گونه‌های گیاهی در مواجهه با تنش‌های خشکی، شوری، دماهای بالا و شدت‌های بالای نور، افزایش می‌یابد (Mansour, 2000). این ماده، فسفولیپیدهای غشای سلول را در مقابل تخریب، حفظ و به‌عنوان خنثی‌کنندهٔ رادیکال هیدروکسیل عمل می‌نماید (Samaras *et al.*, 1995). گیاهان مقاوم به تنش، از توانایی بیشتر سنتز پرولین و متعاقب آن از پایداری بیشتر غشاء برخوردار هستند که نتیجهٔ آن، هدررفت کمتر آب از طریق غشاهای سلولی می‌باشد (Valentovic *et al.*, 2006).

سازوکارهایی که تنش اکسیداتیو را کاهش می‌دهند، نقش مهمی در بهبود تحمل به خشکی ایفا می‌کنند (Sairam *et al.*, 2002). گیاهان برای مقابله با تنش اکسیداتیو، دارای سیستم دفاعی کارآمدی هستند که می‌توانند رادیکال‌های آزاد را از بین برده و یا خنثی کنند. این سیستم دفاعی شامل آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX) و گلوتاتیون ردوکتاز(GR) می‌باشد (Blokhina *et al.*, 2003).

درک صفات مورفوفیزیولوژیک و بررسی تغییرات بیوشیمیایی ایجادشده در محیط تنش برای فهم بیشتر سازوکارهای مقاومت به خشکی در گیاه و دستیابی به منابع ژنتیکی آن برای برنامه‌های اصلاحی، ضروری است (Gregory, 1988; Pardo *et al.*, 2000). متأسفانه اطلاعات در مورد حبوبات و به‌ویژه نخود برای فهم بیشتر سازوکارهای مقاومت به خشکی، زیاد نیست. بنابراین، این تحقیق با اهداف بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ریشه و اندام هوایی و تغییرات بیوشیمیایی و آنزیمی ژنوتیپ‌های نخود در واکنش به تنش خشکی به‌منظور گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی نخود، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی صفات مورفوفیزیولوژیک ژنوتیپ‌های نخود در واکنش به تنش خشکی و نیز بررسی تغییرات بیوشیمیایی و آنزیمی ناشی از آن، آزمایشی با چهار ژنوتیپ نخود شامل MCC877 و MCC696 (متحمل به خشکی) و MCC588 و MCC776 (حساس به خشکی) در محیط کنترل‌شده با دمای روز و شب، به‌ترتیب ۲۷ و۱۲درجهٔ سانتی‌گراد و دورهٔ روشنایی و تاریکی به‌ترتیب۱۳ و ۱۱ساعت، در چهار رژیم رطوبتی خاک شامل ظرفیت زراعی[2] (شاهد)، ۷۵درصد، ۵۰درصد و ۲۵درصد ظرفیت زراعی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه‌تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در سال۱۳۸۸ اجرا شد. به‌منظور سهولت مطالعهٔ ریشه و بازیافت آن، از ماسهٔ شسته‌شده به‌عنوان بستر کاشت و از محلول غذایی هوگلند برای تغذیهٔ گیاهان استفاده شد. ظرفیت زراعی و سطوح تنش خشکی، بر اساس درصد رطوبت وزنی ایجاد شدند و از طریق توزین روزانهٔ گلدان‌ها (دو کیلوگرم) و تأمین کسری آب موجود در محیط، میزان رطوبت گلدان‌ها در طول دورهٔ رشد، به‌طور ثابت حفظ گردید. دَه روز پس از کاشت، سطوح مختلف تنش خشکی بر روی ژنوتیپ‌ها اعمال شد و تا پایان دورهٔ رشد، ادامه یافت. حدود هفت هفته پس از کاشت که تقریباً مصادف با پایان دورهٔ رشد رویشی و آغاز مرحلهٔ گلدهی بود، نمونه‌های گیاهی، تخریب و به دو بخش ریشه و اندام هوایی تفکیک شدند. ریشه‌های هر گیاه به‌طور کامل و با حداقل آسیب‌دیدگی شسته و به‌منظور جلوگیری از پلاسیدگی، بلافاصله به یخچال انتقال داده شدند. صفاتی مانند مجموع طول ریشه‌ها (TRL)[3]، سطح ریشه‌ها (RA)[4] و وزن‌خشک ریشه (RDW)[5]،

1- Scavenger

2- Field Capacity
3- Total Root Length (TRL)
4- Root Area (RA)
5- Root Dry Weight (RDW)

اندازه‌گیری و محاسبه شدند. اندام‌های هوایی نیز به دو بخش برگ و ساقه تفکیک شده و پس از اندازه‌گیری سطح برگ(LA)[1]، به مدت ۴۸ساعت در آون ۷۲درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس وزن‌خشک برگ(LDW)[2] و وزن‌خشک ساقه(SDW)[3] با ترازوی AND مدل GT-300 با دقّت ۰/۰۰۱گرم تعیین شد. ارتفاع بوته توسط خط‌کش، سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ، طول و سطح ریشه‌ها پس از رنگ‌آمیزی، با یک اسکنر متصل به کامپیوتر بررسی و سپس با استفاده از نرم‌افزار ROOT EDGE (Root Edge, 1999)، طول و سطح ریشه برای هر گیاه محاسبه شد (Ganjeali *et al.*, 2007).

بررسی‌های بیوشیمیایی

چهل روز پس از اِعمال تنش خشکی (شروع گلدهی)، به‌منظور بررسی ویژگی‌های بیوشیمیایی، از برگ ژنوتیپ‌های نخود، نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌ها پس از توزین، در بسته‌های مشخص در دمای ۷۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند و به‌تدریج در سنجش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

استخراج و سنجش پرولین

برای استخراج و سنجش پرولین از روش Bates (1973) *et al* استفاده شد. برای این منظور، ۵۰۰میلی‌گرم از بافت برگ در ۱۰ml اسید سولفوسالیسیلیک آبدار (w/v) ۳درصد کاملاً ساییده شد تا محلول همگن ایجاد شود. دو میلی‌لیتر از محلول حاصل با دو میلی‌لیتر معرف ناین‌هیدرین و ۲میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال در یک لولهٔ آزمایش مخلوط شدند و به‌مدت یک‌ساعت در حمام آب۱۰۰درجه، قرار گرفتند. به محتویات لوله، ۴میلی‌لیتر تولوئن اضافه و به‌مدت ۳۰ثانیه به‌شدت به‌هم‌زده شدند. این عمل موجب دوفازه‌شدن محتویات لوله (فاز تولوئن رنگی حاوی پرولین در بالا و فاز آبی شفاف در پایین لوله) می‌شود. پس از مدت ۲۰دقیقه، جذب نوری محلول در ۵۲۰نانومتر با استفاده از تولوئن به‌عنوان شاهد خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت پرولین در محلول محاسبه گردید.

استخراج و سنجش آب اکسیژنه (H_2O_2)

برای اندازه‌گیری میزان آب‌اکسیژنه، از روش Velikova (2000) استفاده شد. برای این منظور، ۵۰۰میلی‌گرم از بافت برگی را با ۵میلی‌لیترTCA ۰/۱درصد (w/v) در حمام یخ، ساییده تا هموژن شوند. آن‌گاه، همگنای حاصل به‌مدت ۱۵دقیقه در ۱۲۰۰۰g سانتریفوژ شد. ۰/۵میلی‌لیتر از روشناور را برداشته و ۰/۵میلی‌لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰mM با pH= 7 و ۱میلی‌لیتر یدورپتاسیم (KI) ۱مولار به آن اضافه گردید. در نهایت، جذب نمونه در طول موج ۳۹۰نانومتر خوانده شد و سپس با استفاده از منحنی استاندارد، مقدار آب‌اکسیژنه در نمونه محاسبه شد.

سنجش فعالیت آنزیم‌ها

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز

برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز، ۲میلی‌لیتر تامپون استات ۰/۲مولار (pH=5) با ۰/۲میلی‌لیتر آب‌اکسیژنه ۰/۳درصد و ۰/۱میلی‌لیتر بنزیدین۰/۰۲مولار محلول در متانول ۵۰درصد در حمام یخ مخلوط شدند و سپس ۰/۱میلی‌لیتر عصارهٔ آنزیمی به آن اضافه شد و سپس جذب نمونه‌ها به‌مدت ۳دقیقه یا بیشتر در طول موج ۵۳۰نانومتر خوانده شد و منحنی تغییرات جذب آن رسم گردید. فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم پروتئین، محاسبه شد (Holy, 1972).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز(SOD)

سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با روش Giannopolitis & Ries (1997) و به‌کمک سنجش مهار احیای نوری[4] نیتروبلوتترازولیوم (NBT) در طول موج ۵۶۰نانومتر، انجام گرفت. برای این منظور، ابتدا محلول بافر فسفات پتاسیم ۵۰میلی‌مولار با pH= 7.5 تهیه و سپس برای تهیهٔ محلول واکنش، ترکیبات EDTA ۰/۱میلی‌مولار، نیتروبلوتترازولیوم (NBT) ۷۵میکرومولار، متیونین ۱۳میلی‌مولار و ریبوفلاوین ۴میکرومولار به‌ترتیب اضافه و محلول حاصل در تاریکی نگه‌داشته شد. از هر نمونهٔ عصاره، ۱۰۰میکرولیتر در هر لولهٔ آزمایش ریخته و ۳میلی‌لیتر از محلول فوق به آن اضافه گردید و با قراردادن آنها تحت روشنایی لامپ فلورسنت (۴۰W) بلافاصله واکنش آغاز گردید. پس از ۸دقیقه، جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰نانومتر خوانده شد. برای سنجش فعالیت آنزیم، نیاز به شاهد روشنایی است. این نمونه، شامل ۳میلی‌لیتر از محلول واکنش (فاقد عصاره) است که در روشنایی قرار می‌گیرد. به این ترتیب، میزان فعالیت آنزیم SOD در نمونه‌ها در مقایسه با شاهد روشنایی

1- Leaf Area (LA)
2- Leaf Dry Weight (LDW)
3- Stem Dry Weight (SDW)
4- Photoreduction

سنجیده می‌شود. به‌دلیل عدم وجود آنزیم در شاهد روشنایی، احیای NBT در حضور نور به‌طور ۱۰۰درصد انجام گرفته و تمام نیتروبلوتترازولیوم موجود در محلول واکنش، به فورمازون[1] تبدیل می‌شود. میزان جذب این شاهد در ۵۶۰نانومتر نشان‌دهندهٔ ۱۰۰درصد احیای نوری NBT است و نیمی از آن، معادل یک واحد آنزیمی می‌باشد. بنابراین، یک واحد آنزیمی[2] سوپراکسید دیسموتاز، مقدار آنزیمی است که موجب ۵۰درصد ممانعت از احیای نوری NBT می‌گردد. اختلاف جذب نمونه‌ها و شاهد روشنایی در ۵۶۰نانومتر، نشان‌دهندهٔ مهار احیای نوری NBT در حضور آنزیم SOD موجود در نمونه می‌باشد. با استفاده از این اختلاف جذب، واحد آنزیمی نمونه‌ها، محاسبه شده و فعالیت آنزیمی بر حسب واحد آنزیم در مقدار پروتئین کل (میلی‌گرم) در ۱۰۰میکرولیتر عصارهٔ به‌دست‌آمده مطابق روش (Lowry *et al.*, 1951) بیان گردید.

تجزیهٔ آماری

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزارهای آماری Mstat-C و JMP، ترسیم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel و مقایسهٔ میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن ($P<0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

صفات اندام هوایی

ارتفاع بوته

نتایج مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که با افزایش تنش خشکی، ارتفاع بوته در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت اما کاهش ارتفاع بوته نسبت به شاهد، تنها در سطح تنش ۲۵FCدرصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین و کمترین ارتفاع بوته، به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های MCC588 و MCC776 تعلق داشت (داده‌ها نشان داده نشده است). مقایسهٔ میانگین مشاهدات مربوط به برهم‌کُنش ژنوتیپ و تنش خشکی، نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌ها، ارتفاع بوته با کاهش رطوبت خاک کاهش یافت (جدول۲). ارتفاع بوته در بالاترین سطح تنش خشکی (۲۵FCدرصد)، نسبت به شاهد (۱۰۰FCدرصد) به‌طور متوسط، حدود ۲۱درصد کاهش یافت. گرچه ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های حساس به خشکی MCC776 و MCC588 با کاهش درصد رطوبت خاک کاهش یافت، اما درصد کاهش ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های فوق نسبت به همین ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش (FC)، معنی‌دار نبود (جدول۲). بیشترین ارتفاع بوته، به ژنوتیپ MCC588 در تیمار شاهد و کمترین آن به ژنوتیپMCC776 و در بالاترین سطح تنش خشکی (۲۵ FCدرصد)، تعلق داشت. در یک آزمایش، با کاهش رطوبت خاک از ظرفیت زراعی (۱۰۰FCدرصد) به ۲۵FCدرصد، ارتفاع گیاهچه‌های نخود از ۲۰/۲ به ۳/۷ سانتی‌متر کاهش یافت Majnoon Hossieini *et al.*, (2009b). کاهش فاصلهٔ میانگره‌ها و متعاقب آن ارتفاع کمتر بخش هوایی، یک سازوکار مهم سازگاری گیاهان در شرایط تنش خشکی است (Gupta, 1997).

وزن‌خشک اندام هوایی

مقایسهٔ میانگین مشاهدات نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها از نظر وزن‌خشک اندام هوایی وجود نداشت (جدول ۱) و تأثیرپذیری آنها از حیث این صفت به تنش خشکی، یکسان بود. در مراحل اولیهٔ رشد تا شروع گل‌دهی، اولویت اختصاص مواد فتوسنتزی در گیاه نخود، عمدتاً به‌سمت ریشه‌ها است تا اندام هوایی (Ganjeali & Kafi, 2007)، بنابراین تفاوت‌های ژنوتیپی از نظر بیوماس اندام‌های هوایی عمدتاً در مراحل نهایی رشد ظاهر می‌شوند. نتایج حاصل از برهم‌کُنش ژنوتیپ و تنش خشکی نشان داد که کاهش وزن‌خشک اندام هوایی نسبت به شاهد در هر چهار ژنوتیپ، فقط در بیشترین سطح تنش خشکی (۲۵FCدرصد) معنی‌دار است ($P\leq 0.05$).

شدت کاهش وزن‌خشک اندام هوایی در بالاترین سطح تنش در ژنوتیپ حساس MCC588، بیش از سایرین بود (جدول۲). Majnoun Hossieni *et al.*, 2009a، کاهش وزن‌خشک اندام هوایی را در شرایط رطوبت محدود (۲۵FCدرصد) نسبت به شاهد (۱۰۰FCدرصد) برای نخودهای تیپ کابلی ۸۵-۷۹درصد و برای تیپ دسی، ۷۹-۷۷درصد گزارش کردند. عدم وجود تفاوت‌های معنی‌دار میان ژنوتیپ‌ها در اغلب سطوح تنش خشکی و تیمار شاهد از نظر وزن‌خشک اندام هوایی (جدول۲)، ممکن است تا حدی به این موضوع مرتبط باشد.

سطح برگ

تفاوت‌های معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها از نظر سطح برگ وجود نداشت ($p< 0.05$). بیشترین و کمترین سطح برگ در گیاه به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های MCC776 وMCC558 تعلق داشت، ولی تفاوت موجود، معنی‌دار نبود (داده‌ها ارائه نشده

1- Furmazone
2- Enzyme unit

است). این نتایج با روند وزن‌خشک اندام هوایی (برگ+ساقه) مطابقت دارد. اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها در مراحل اولیهٔ رشد گیاه تا شروع گل‌دهی، احتمالاً دلیل اصلی عدم وجود تفاوت‌های معنی‌دار میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. برهمکُنش ژنوتیپ و تنش خشکی، تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ گیاه داشت (جدول ۱). با کاهش آب قابل‌دسترس، سطح برگ، تقریباً در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت (جدول۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تأثیر ژنوتیپ و تنش خشکی بر صفات مورفولوژیکی گیاه نخود

Table 1. Data Analysis of variance showing the effect of genotype and stress levels on morphological characteristics of chickpea

منابع تغییر (S. O. V.)	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant height	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	سطح برگ Leaf area	مجموع طول ریشه‌ها Total root length	سطح ریشه Root area	وزن‌خشک ریشه Root dry weight
ژنوتیپ Genotype	3	243.101*	0.118 ns	1264.257*	24762590 ns	53249597*	0.399 ns
تنش Stress	3	55.672 ns	0.724*	2385.326*	43110037.3*	282456344*	0.132**
ژنوتیپ×تنش Genotype×Stress	9	1.928 ns	0.023 ns	192.99*	53676949*	87749070.6*	0.128 ns
خطا Error	32	12.926	0.0362	88.867	48214258	50944470	0.167

ns، *، **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.

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

جدول ۲- اثر ژنوتیپ و تنش خشکی بر میانگین خصوصیات ریشه و اندام هوایی گیاه نخود

Table 2. Effect of genotypes and drought stress on root and shoot mean characteristics of chickpea

ژنوتیپ Genotype	سطوح تنش Stress levels (%FC)	ارتفاع Height (cm)	وزن‌خشک اندام هوایی Shoot dry weight (mg/pl)	سطح برگ Leaf area (cm^2/p)	وزن‌خشک ریشه Root dry weight (mg/pl)	مجموع طول ریشه‌ها Total root length (mm/pl)	سطح ریشه Root area (cm^2/pl)
MCC776	100	21 d-g	1.10 bc	102.4 a	0.611 a-c	28309 a-c	27036 a-d
	75	19.8 e-g	1.180 a-c	91.4 ab	0.707 ab	32697 a-c	31844 a-d
	50	17.9 fg	1.200 a-c	93.4 ab	0.715 ab	33084 a-c	33467 a-c
	25	15.5 g	0.590 d	73.9bc	0.418 bc	19538 bc	18378 cd
MCC877	100	32 a-c	1.450 ab	65.2 cd	0.658 abc	30477 a-c	2169 a-d
	75	30 a-c	1.610 a	79 bc	0.727 ab	33602 a-c	31454 a-d
	50	27 a-e	1.140 bc	62.3 cd	0.614 abc	28475 a-c	26356 a-c
	25	24.8 c-f	0.840 cd	44.7 de	0.486 bc	22602 bc	20028 b-d
MCC696	100	28.5 a-d	1.290 a-c	54 de	0.971 a	44734 a	42239 a
	75	27 a-e	1.200 a-c	62.8 cd	0.651 abc	30144 a-c	28456 a-d
	50	25.5 b-f	0.970 cd	53.1 de	0.745 ab	34447 ab	28720 a-d
	25	24.3 c-f	0.650 d	36 e	0.412 cd	19262 bc	18005 cd
MCC588	100	34 a	1.290 a-c	62.4 cd	0.958 a	44152 a	36763 ab
	75	33 ab	1.260 a-c	77.7 bc	0.696 abc	32201 a-c	29491 a-d
	50	32.3 a-c	0.920 cd	62.6 cd	0.618a-c	28657 a-c	26516 a-d
	25	26.5 a-f	0.520 d	36.2 e	0.369d	17290 c	15580 d

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

Similar letters in each column indicate no significant difference according to Duncan Multiple Range Test ($p< 0.05$) between treatments.

این نتایج با مطالعات (Neumann, 1995) در شرایط تنش خشکی که بیان داشت سطح برگ‌ها به‌دلیل بسته‌شدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. Majnoun Hossieni *et al*. (2009b) کاهش سطح برگ، سطح ویژهٔ برگ و تعداد شاخه در گیاهچه‌های نخود را با کاهش رطوبت خاک گزارش کردند. Lecoeur & Sinclair (1996) بیان داشتند فرایندهایی در گیاه که وابسته به حجم سلول می‌باشند، مخصوصاً به کمبود آب حساس هستند. آنها اظهار داشتند رشد برگ و سرعت تبادل Co_2 دو فرایند حساس در گیاه هستند که وابسته به حجم سلول‌های محافظ و بطور کلّی آماس سلولی می‌باشند، بنابراین در شرایط تنش خشکی بایستی کاهش شاخص سطح برگ و تولید اسیمیلات در گیاه را انتظار داشت. بیشترین و کمترین کاهش سطح برگ با کاهش آب قابل‌دسترس به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های MCC588 و MCC877 تعلق داشت (جدول۲). ژنوتیپ مقاوم به خشکی MCC877 از نظر سطح برگ در تمام سطوح تنش، یکسان بود. به عبارت دیگر، تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر کاهش سطح برگ این ژنوتیپ نداشت (جدول۲). حفظ آماس سلولی و پتانسیل فشاری آب برگ باوجود کاهش آب خاک، یک ویژگی مهم گیاهان متحمل به خشکی است (Turner *et al*., 2003).

صفات ریشه

وزن‌خشک ریشه

ژنوتیپ‌های نخود از نظر وزن‌خشک ریشه، تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p\leq 0.05$). سطوح مختلف تنش خشکی، تأثیر معنی‌داری بر وزن‌خشک ریشه داشت و با کاهش مقدار رطوبت، وزن‌خشک ریشه در تمام ژنوتیپ‌ها کاهش یافت (جدول۲). وزن‌خشک ریشه در سطوح رطوبتی ۷۵ و۵۰درصد ظرفیت زراعی، با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما ژنوتیپ‌های MCC696 و MCC588 در شرایط ۲۵FCدرصد، از نظر بیوماس ریشه تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند. به‌نظر می‌رسد کاهش رطوبت تا ۵۰FCدرصد ، تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های ریشه نخود نداشته و سطوح رطوبتی کمتر از این میزان برای رشد ریشهٔ اغلب ژنوتیپ‌های نخود، محدودکننده است. کاهش سطح برگ، اولین واکنش گیاه در مواجهه با تنش خشکی است، بنابراین با افزایش تداوم تنش، همزمان با کاهش فتوسنتز گیاه و افزایش نیاز گیاه به کربوهیدرات برای تنظیم اسمزی سلول، دسترسی به مواد فتوسنتزی کاهش یافته و درنتیجه، رشد ریشه کاهش و در نهایت، متوقف خواهد شد (Lu *et al*., 1998). بررسی‌ها در این ارتباط نشان می‌دهند که واکنش ریشه بسته به شدت تنش، گونهٔ گیاهی و مرحلهٔ فنولوژی گیاه، متفاوت است (Saxina, 2003; Fageria *et al*., 2006).

مجموع طول ریشه‌ها

مشابه وزن‌خشک ریشه، ژنوتیپ‌های نخود از نظر مجموع طول ریشه‌ها، تفاوت‌های معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۱). در این ارتباط، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری میان مجموع طول ریشه‌ها و وزن‌خشک ریشه در گیاه نخود گزارش شده است (Ganjeali & Kafi, 2007). با کاهش درصد رطوبت محیط کشت، مجموع طول ریشه‌ها کاهش یافت، اما مجموع طول ریشه‌ها، تنها در سطح رطوبتی ۲۵FCدرصد نسبت به تیمار شاهد (FC) معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است). به‌نظر می‌رسد سطوح خشکی معادل۵۰درصد و ۷۵FCدرصد به‌راحتی توسط گیاه، تحمل شده و گیاه هیچ واکنش مشهودی را از نظر تغییر در صفات مربوط به ریشه اتخاذ نکرده است. برهمکُنش تنش خشکی و ژنوتیپ، تأثیر معنی‌داری بر مجموع طول ریشه‌ها داشت (جدول۱). تمامی ژنوتیپ‌های نخود، به‌جُز ژنوتیپ‌های MCC696 و MCC588 که طول مجموع ریشه‌ها در این ژنوتیپ‌ها در پایین‌ترین سطح رطوبتی خاک (۲۵FCدرصد) با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند، از نظر مجموع طول ریشه‌ها در تمامی سطوح تنش، یکسان بودند و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۲). بنابراین مجدداً تأیید می‌شود که نخود، یک گیاه کارآمد از نظر جذب آب و عناصر غذایی است و عکس‌العمل صفات مربوط به ریشهٔ این گیاه، حتی در مواجهه با تنش‌های شدید، ملایم است. ژنوتیپ‌های منتخب در این آزمایش، حاصل انتخاب از توده‌های بومی هستند که طی سالیان متمادی به‌خوبی به شرایط سخت محیطی سازگار شده‌اند.

سطح ریشه‌ها

افزایش سطح ریشه‌ها از طریق افزایش نقاط ورودی آب و عناصر غذایی و همچنین افزایش سطح جذب می‌تواند کارآیی جذب آب و عناصر غذایی را افزایش دهد. در این آزمایش، مشابه وزن‌خشک و مجموع طول ریشه‌ها، ژنوتیپ‌های نخود از نظر سطح ریشه‌ها، تفاوت‌های معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p\leq 0.05$). همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری بین مجموع طول ریشه‌ها و سطح ریشه‌ها درآزمایش‌های متعدد، تأیید شده است (Ganjeali & Kafi, 2007).

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر سطح ریشه‌های نخود داشت ($p\leq 0.05$). با کاهش درصد رطوبت خاک، سطح ریشه‌ها کاهش یافت، اما کاهش سطح ریشه‌ها در سطوح تنش خشکی معادل ۵۰ و ۷۵درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد، معنی‌دار نبود، ولی تفاوت آن با پایین‌ترین سطح رطوبتی (۲۵FCدرصد)، معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است). برهمکُنش تنش خشکی و ژنوتیپ، تأثیر معنی‌داری بر سطح ریشه‌ها داشت (جدول۱). مشابه مجموع طول ریشه‌ها، تمامی ژنوتیپ‌های نخود، به‌جُز ژنوتیپ‌های MCC696 و MCC588 که طول مجموع ریشه‌ها در این ژنوتیپ‌ها در پایین‌ترین سطح رطوبتی خاک (۲۵FCدرصد) با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند، سایر ژنوتیپ‌ها از نظر سطح ریشه‌ها در تمامی سطوح تنش، یکسان بودند و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۲).

در ارتباط با عکس‌العمل ریشهٔ گیاه به تنش آب، نقطه‌نظرات متفاوتی وجود دارد. در حالی‌که بسیاری از متخصصان نشان داده‌اند که رشد ریشه در شرایط تنش خشکی محدود می‌شود، سایر دانشمندان اعتقاد دارند که رشد ریشه در شرایط تنش خشکی می‌تواند بدون تغییر باشد یا حتی افزایش یابد (Wu & Cosgrove, 2000; Neumann, 1995; Gregory, 1988). به هر حال، توانایی یک گیاه برای ثبات یا افزایش رشد ریشه در شرایط کمبود آب، یک امتیاز مهم برای آن گیاه محسوب می‌شود.

تغییرات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

میزان پرولین برگ

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که ژنوتیپ، تنش خشکی و برهمکُنش آنها، تأثیر معنی‌داری بر میزان پرولین برگ گیاه داشت (جدول۳). بیشترین و کمترین مقدار پرولین، با مقادیر ۶/۷۸ و ۳/۲۴ میکرومول در گرم وزن‌تر، به‌ترتیب به ژنوتیپ‌هایMCC696 و MCC776 تعلق داشت که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر و با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشتند (جدول۴). در این آزمایش، مقدار پرولین در ژنوتیپ مقاوم به خشکی (MCC877) بیشتر از ژنوتیپ حساس به خشکی (MCC776) و کمتر از ژنوتیپ بومی کاندیدا برای تحمل به خشکی (MCC696) بود. با کاهش میزان رطوبت خاک، مقدار پرولین در تمام ژنوتیپ‌ها افزایش یافت. بالاترین مقدار پرولین، به ژنوتیپ MCC696 در شرایط ۲۵FCدرصد اختصاص داشت که تفاوت آن با سایر ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف رطوبتی، معنی‌دار بود. در پایین‌ترین سطح رطوبتی، ژنوتیپ MCC696 از نظر پرولین، تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ MCC588 نداشت. در این آزمایش، کمترین میزان پرولین به ژنوتیپ MCC877 در شرایط بدون تنش (FC) اختصاص داشت (جدول۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تأثیر ژنوتیپ و تنش خشکی بر خصوصیات بیوشیمیایی گیاه نخود

Table 3. Data Analysis of variance showing the effect of genotype and stress levels on biochemical characteristics of chickpea

منابع تغییر (S. O. V.)	درجه آزادی df	میزان پرولین Proline	میزان آب‌اکسیژنه Hydrogen peroxide	فعالیت آنزیم سوپراکسیداز دیسموتاز Super oxide dismutase enzyme activity	فعالیت آنزیم پراکسیداز Peroxidase activity
ژنوتیپ Genotype	3	18.158*	0.00024*	43.458*	2.982*
تنش Stress	3	29.907*	0.00012*	7.949*	0.87 ns
ژنوتیپ × تنش Genotype × Stress	9	10.622*	0.0023*	26.823*	0.0715 ns
خطا Error	32	0.8337	0.000072	0.1515	0.302887

ns، * و **، به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

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

تجمع پرولین و سایر اسمولیت‌ها برای حفظ تورژسانس سلول‌های گیاهی، قسمتی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر تنش خشکی است (Huang *et al.*, 2000). به‌علاوه، شواهد دیگری مبنی بر تجمع زیاد این ترکیبات در گیاهان به جهت جلوگیری از برخی آسیب‌های ناشی از تنش خشکی که منجر به اختلال در استحکام غشاء می‌شوند، وجود دارد (Schwab & Gaff, 1990). در یک مطالعه روی دو گونه ذرت[1]، میزان پرولین در گونه حساس آنکورا[2] به صورت معنی‌داری کمتر از گونه مقاوم نووا[3] بود (Valentovic *et al.*, 2006). این نتایج در ارقام حساس به شوری برنج نیز گزارش شده است (Lutts *et al.*, 1996). انباشت پرولین در شرایط تنش، ممکن است به‌علت فعال‌سازی آنزیم‌های بیوسنتزی پرولین، کاهش تخریب آن در اثر اکسیداسیون و تبدیل آن به گلوتامات، کاهش استفاده از پرولین در سنتز پروتئین‌ها و افزایش واژگردی پروتئین‌ها باشد.

پراکسید هیدروژن

ژنوتیپ، تنش خشکی و برهمکُنش ژنوتیپ و تنش خشکی، تأثیر معنی‌داری بر تولید پراکسید هیدروژن در برگ گیاه نخود داشتند (جدول۳). بیشترین و کمترین مقدار پراکسید هیدروژن، به‌ترتیب به ژنوتیپ حساس MCC776 و ژنوتیپ کاندیدای متحمل به خشکی MCC696 تعلق داشت (جدول ۵). مقدار پراکسید هیدروژن در بالاترین سطح تنش خشکی (FC۲۵درصد)، بیشترین مقدار بود که تفاوت آن با سایر سطوح تنش خشکی (FC۵۰درصد و FC۷۵درصد) و تیمار شاهد، معنی دار بود، اما سایر سطوح تنش خشکی با یکدیگر و با شاهد، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول۵). افزایش مقدار رادیکال‌های آزاد مثل سوپراکسید، نتیجه مواجههٔ گیاه با تنش‌های شدید خشکی است. در این راستا، واکنش بعدی گیاه، سنتز و فعالیت بیشتر آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در جهت خنثی‌سازی هرچه بیشتر آنیون مخرّب سوپراکسید می‌باشد. بدیهی است محصول این واکنش، تولید پراکسید هیدروژن است. مطالعات نشان داده است که میزان پراکسید هیدروژن در گیاه، به شدت تنش خشکی که گیاه با آن مواجه است، وابسته است (Samaras *et al.*, 1995). Menconi *et al.* (1995) بیان داشتند گیاهانی که در معرض تنش خشکی ملایم قرار دارند، میزان پراکسید هیدروژن در سطح کنترل، حفظ می‌شود. شاید در تنش‌های ملایم خشکی، عملکرد خوب سیکل آسکوربات/گلوتاتیون به گیاه اجازه می‌دهد تا باوجود توانایی بالای غشاء تیلاکوئیدی برای هدایت الکترون‌ها به‌سمت اکسیژن، میزان پراکسید هیدروژن خود را در این سطح حفظ نمایند. در مطالعهٔ دیگر روی گیاه گندم، مشاهده شدگیاهانی که در معرض خشکی ملایم قرار گرفتند، هیچ‌گونه تنش اکسیداتیو مشخصی در آنها ایجاد نگردید و افزایشی نیز در مقدار H_2O_2 مشاهده نشد (Bartoli *et al.*, 1998). نتایج مقایسهٔ میانگین پراکسید هیدروژن در ژنوتیپ‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی (MCC696 و MCC877) از کمترین مقدار پراکسید هیدروژن برخوردار بودند (جدول۵) که مؤید این است که این ژنوتیپ‌ها از قابلیت اجتناب و یا تحمل به خشکی برخوردار هستند و لذا به‌نظر می‌رسد القای تنش اکسیداتیو ناشی از ایجاد گونه‌های فعال اکسیژن در شرایط تنش خشکی (Perdomo *et al.*, 1996) در این ژنوتیپ‌ها، در حداقل مقدار بوده و یا ایجاد نشده است.

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که ژنوتیپ، تنش خشکی و برهمکُنش ژنوتیپ و تنش خشکی، تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برگ داشتند (جدول۳). بیشترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، به ژنوتیپ MCC588 تعلق داشت که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های MCC877 وMCC696 داشت. در این آزمایش، ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی (MCC877 و MCC696) از نظر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی اختلاف آنها با سایر ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود (جدول۶).

به‌طور کلی، با افزایش تنش خشکی، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز افزایش یافت. افزایش رادیکال‌های آزاد مثل سوپراکسید، نتیجه مواجههٔ گیاه با تنش‌های محیطی مانند خشکی است. در این راستا، واکنش بعدی گیاه، سنتز و فعالیت بیشتر آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در جهت خنثی‌سازی هرچه بیشتر آنیون مخرب سوپراکسید می‌باشد. نتایج تحقیقات مؤید این است که همبستگی

1- *Zea mays*
2- Ankora
3- Nova

مثبت و بسیاربالایی بین تحمل به تنش‌های اکسیداتیو، که به‌دلیل تنش‌های محیطی ایجاد می‌شود، و افزایش غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان وجود دارد (Sairam *et al.*, 2000). در این ارتباط، بررسی‌ها نشان داده است که در تنش‌های شدید، غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان تا دو برابر افزایش یافته است که نتیجهٔ آن، مقاومت بیشتر گیاه به تنش‌های اکسیداتیو می‌باشد (Gambel *et al.*, 1984). بنابراین، مکانیسم‌هایی در گیاه که باعث کاهش تنش اکسیداتیو می‌شوند، می‌توانند نقش مهمی در سازگاری گیاه به محیط‌های دارای تنش ایفا نمایند (Sairam *et al.*, 2002).

آنزیم پراکسیداز

ژنوتیپ، تأثیر معنی‌داری بر فعالیت ویژهٔ آنزیم پراکسیداز موجود در برگ‌های نخود داشت (جدول ۳). کمترین و بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز، به‌ترتیب به ژنوتیپ مقاوم MCC877 و ژنوتیپ حساس MCC855 تعلق داشت که تفاوت معنی‌داری از این حیث با یکدیگر داشتند (جدول ۷). فعالیت ویژهٔ آنزیم پراکسیداز موجود در برگ‌های ژنوتیپ حساس MCC855، به‌صورت معنی‌داری بیشتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول ۷). شاید عدم وجود سازوکارهای مقاومت و یا تحمل به خشکی و یا کارآیی ضعیف آنها، موجب درک بیشتر تنش خشکی و القای بیشتر تنش‌های اکسیداتیو در این ژنوتیپ شده است که واکنش گیاه در این شرایط، تولید بیشتر آنزیم پراکسیداز است.

بررسی‌ها، مؤید این است که گونه‌های سازگار به محیط‌های خشک در شرایط بروز تنش خشکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان خود را مانند پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز، در جهت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد تولیدشده، افزایش می‌دهند. در این ارتباط، بالاترین فعالیت آنزیم پراکسیداز، به ژنوتیپ حساس MCC855 در بالاترین سطح تنش خشکی تعلق داشت که تفاوت آن با ژنوتیپ مقاوم به خشکی MCC877 در همین سطح تنش خشکی، معنی‌دار بود (جدول۷). گرچه با افزایش تنش خشکی، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش پیدا کرد، ولی افزایش فوق در سطوح مختلف تنش خشکی، معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری

نخود، معمولاً در اراضی حاشیه‌ای و مناطقی که رطوبت خاک محدود است، کشت می‌شود. در چنین مناطقی، سیستم ریشه‌ای مناسب برای جذب حداکثر آب موجود در خاک و کاهش سطح برگ به‌منظورتلفات کمتر آب، می‌تواند در بهبود تحمل به خشکی گیاه، مؤثر باشد. به علاوه، تنش‌های اکسیداتیو ناشی از وقوع متناوب دوره‌های خشکی در طول فصل رشد، احتمالاً علت بعدی کاهش رشد و عملکرد این گیاه در منطقه است. لذا شناخت صفات و درک مکانیسم‌هایی در گیاه که موجب بهبود تحمل گیاه به خشکی می‌شوند، امیدبخش به‌نظر می‌رسد. نتایج این مطالعه نشان داد که اغلب صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته، بیوماس اندام هوایی و ریشه، مجموع طول ریشه‌ها و سطح برگ، عمدتاً تحت تأثیر تنش‌های شدید خشکی قرار می‌گیرند. تنش‌های ملایم خشکی (رطوبت FC۵۰درصد و بالاتر)، تأثیر معنی‌داری بر صفات فوق نداشت. این موضوع مجدداً تأیید می‌کند که گیاه نخود، یک گیاه سازش‌یافته به شرایط سخت محیطی است که طی سالیان متمادی، تکامل یافته است. ژنوتیپ حساس MCC588 از ارتفاع بوته، سطح برگ و به‌طور کلی، بیوماس اندام هوایی بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی برخوردار بود. شاید تلفات بیشتر آب به‌صورت تبخیر و تعرق در این ژنوتیپ و سیستم ریشه‌ای ضعیف آن برای جبران تلفات آب، علت حساسیت این ژنوتیپ به تنش خشکی است.

در این بررسی با کاهش رطوبت خاک، میزان پرولین در تمام ژنوتیپ‌ها افزایش یافت. ژنوتیپ بومی کاندیدا برای تحمل به خشکی، از بیشترین مقدار پرولین درشرایط تنش شدید خشکی برخوردار بود، گرچه تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ MCC588 نداشت که نشان از توانایی گیاه برای تجمع پرولین و سایر اسمولیت‌ها برای حفظ تورژسانس سلول‌های گیاهی است که تنها قسمتی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر تنش خشکی را نشان می‌دهد.

سازوکارهای‌های کاهش تنش اکسیداتیو، نقش مهمی در سازگاری گیاه به محیط‌های تنشی دارد. نتایج بررسی‌ها مؤید آن است که فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز، تحت تأثیر تنش خشکی افزایش یافتند. در شرایط تنش خشکی، فعالیت آنزیم‌های فوق در ژنوتیپ حساس به خشکی MCC588 بیشتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. عدم وجود و یا کارآیی ضعیف سازوکارهای مقاومت و

اجتناب از خشکی در ژنوتیپ MCC588، احتمالاً باعث القای بیشتر خشکی و متعاقب آن، تنش‌های اکسیداتیو در این ژنوتیپ شده است که واکنش گیاه در این شرایط، تولید بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان است.

جدول ۴- اثرات اصلی و متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر میانگین میزان پرولین (میکرومول در گرم وزن‌تر) در برگ گیاهان نخود

Table 4. Main and interaction effects of drought stress and genotypes on leaf proline content of chickpea

سطوح تنش (درصد از ظرفیت زراعی) Stress levels (percent of field capacity)					
میانگین (Mean)	25%	50%	75%	100% (Control)	سطوح ژنوتیپ Genotype
3.24 D	2.66 efg	2.18 fg	1.74 g	6.38 bc	**MCC776**
4.32 C	6.18 b	4.93 b-d	3.83 d-g	1.73 g	**MCC877**
6.78 A	11.73 a	4.99 b-d	4.3 c-f	6.13 bc	**MCC696**
5.31 B	9.96 a	4.23 c-f	4.55 cde	2.5 e-g	**MCC588**
	7.79 A	4.08B	3.61 B	4.18 B	**میانگین (Mean)**

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون و ردیف می‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن ($p<0.05$) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
حروف بزرگ در هر ستون و ردیف، به‌طور جداگانه به‌ترتیب برای مقایسهٔ ژنوتیپ‌ها و سطوح تنش خشکی می‌باشند.

Similar letters in each column and row indicate no significant difference according to Duncan Multiple Range Test ($P<0.05$) between means.
Capital letters in row and column are for comparing genotypes and drought stress, respectively, and they should be comparing separately.

جدول ۵- اثرات اصلی و متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر میانگین میزان آب‌اکسیژنه (گرم در ۱۰۰گرم وزن‌تر) در برگ گیاهان نخود

Table 5. Main and interaction effects of drought stress and genotypes on H_2o_2 amount (g per 100 g leaf fresh weight)

سطوح تنش (درصد از ظرفیت زراعی) Stress levels (percent of field capacity)					
میانگین (Mean)	25%	50%	75%	100% (Control)	سطوح ژنوتیپ Genotype
0.176 A	0.135 d-g	0.151 cd	0.107 a	0.211 a	**MCC776**
0.149 B	0.172 b	0.137 d-g	0.123 g	0.165 bc	**MCC877**
0.134 C	0.177 b	0.127 fg	0.148 cde	0.085 h	**MCC696**
0.157 B	0.183 b	0.146 c-f	0.17 b	0.129 efg	**MCC588**
	0.167 A	0.14 B	0.102 B	0.147 B	**میانگین (Mean)**

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون و ردیف می‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن ($p<0.05$) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
حروف بزرگ در هر ستون و ردیف، به‌طور جداگانه به‌ترتیب برای مقایسهٔ ژنوتیپ‌ها و سطوح تنش خشکی می‌باشند.

Similar letters in each column and row indicate no significant difference according to Duncan Multiple Range Test ($P<0.05$) between means.
Capital letters in row and column are for comparing genotypes and drought stress, respectively, and they should be comparing separately.

جدول ۶- اثرات اصلی و متقابل ژنوتیپ نخود و تنش خشکی بر میانگین فعالیت ویژهٔ آنزیم سوپراکسیداز دیسموتاز (واحد آنزیمی در یک میلی‌گرم پروتئین) در برگ نخود

Table 6. Main and interaction effects of drought stress and chickpea genotypes on special activity of super oxide dismutase (enzyme per mg protein)

سطوح تنش (درصد از ظرفیت زراعی) Stress levels (percent of field capacity)					
میانگین (Mean)	25%	50%	75%	100% (Control)	سطوح ژنوتیپ Genotype
8.56 C	11.59 e	7.2 i	8.99 gh	6.44 i	**MCC776**
11.6 AB	9.94 f	14.08 a	12.81 cd	9.56 cd	**MCC877**
11.94 B	11.66 e	8.26 h	11.9 b	11.9 de	**MCC696**
13.39 A	13.01 c	18.48 a	9.41 fg	12.67 cd	**MCC588**
	11.55 AB	13.26 A	10.78 B	10.1 C	**میانگین (Mean)**

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون و ردیف می‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن ($p<0.05$) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
حروف بزرگ در هر ستون و ردیف، به‌طور جداگانه به‌ترتیب برای مقایسهٔ ژنوتیپ‌ها و سطوح تنش خشکی می‌باشند.
Similar letters in each column and row indicate no significant difference according to Duncan Multiple Range Test ($P<0.05$) between means.
Capital letters in row and column are for comparing genotypes and drought stress, respectively, and they should be comparing separately.

جدول ۷- اثرات اصلی و متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر میانگین فعالیت ویژهٔ آنزیم پراکسیداز (تغییرات جذب در دقیقه به‌ازای میلی‌گرم پروتئین) در برگ نخود

Table 7. Main and interaction effects of drought stress and chickpea genotypes on special activity of peroxides (absorption per minute per mg protein)

میانگین فعالیت ویژهٔ آنزیم پراکسیداز Special activity of peroxides (absorption per minute per mg protein)					
میانگین (Mean)	25%	50%	75%	100% (Control)	سطوح ژنوتیپ Genotype
1.154 B	1.217 a-d	1.217 a-d	1.527 a-d	0.655 cd	**MCC776**
0.655 B	0.952 bcd	0.706 cd	0.645 cd	0.357 d	**MCC877**
1.256 B	1.641 a-d	1.099 bcd	1.669 a-d	0.617 cd	**MCC696**
2.131 A	2.516 a	2.134 ab	2.134 ab	1.742 abc	**MCC588**
	1.582 A	1.289 A	1.493 A	0.842 A	**میانگین (Mean)**

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه در هر ستون و ردیف می‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن ($p<0.05$) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
حروف بزرگ در هر ستون و ردیف، به‌طور جداگانه به‌ترتیب برای مقایسهٔ ژنوتیپ‌ها و سطوح تنش خشکی می‌باشند.
Similar letters in each column and row indicate no significant difference according to Duncan Multiple Range Test ($P<0.05$) between means.
Capital letters in row and column are for comparing genotypes and drought stress, respectively, and they should be comparing separately.

منابع

1. Bartoli, C.G., Simontacchi, M., Tambussi, E., and Beltrano, J. 1999. Drought and watering-dependent oxidative stress: effect on antioxidant content in *Triticum aestivum* L. leaves. Journal of Experimental Botany 50: 375-383.
2. Bates, L.S., Waldern, R.P., and Tear, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil 39: 205-207.

3. Blokhina, O., Virolainen, E., and Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress. Ann. Bot. 91: 179-194.
4. Chen, T.H.H., and Murata, N. 2000. Enhancement of tolerance of abiotic stress by metabolic engineering of betaines and other compatible solutes. Curr. Opin. Plant Biology 5: 250-257.
5. Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Clark, R.B. 2006. Physiology of Crop Production. Food Products Press. pp. 363.
6. FAO. 2005. http://faostat.fao.org/
7. Gambel, P.E., and Burke, J.J. 1994. Effect of water stress on the chloroplast antioxidant system. I. Alterations in glutathione reductase activity. Plant Physiology 76: 615-621.
8. Ganjeali, A., and Kafi, M. 2007. Genotypic differences for allometric relationships between root and shoot characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pak. J. Bot. 39: 1523-1531.
9. Ganjeali, A., and Nezami, A. 2008. Ecophysiology and yield barriers in pulse crops. In: M. Parsa and A. Bagheri (Eds.). Pulses. Jehad Daneshgahi Mashhad Publisher, pp. 522.
10. Ganjeali, A., Palta, J., and Turner, N.C. 2007. Spatial and temporal patterns of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) root growth under waterlogging stress. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 343-355 (in Persian).
11. Giannopolitis, C.N., and Ries, S.K. 1997. Superoxid dismutase. I. occurrence in higher plants. Plant Physiol. 59: 309-314.
12. Gupta, U.S. 1997. Crop Improvement: Vol II. Stress Tolerance. Oxford and IBH Publishing. CO. PVT. LTD.
13. Holy, M.C. 1972. Indole acetic acid oxidase: a dual catalytic enzyme. Plant Physiology 50: 15-18.
14. Huang, J., Hirji, R., Adam, L., Rozwadowski, K.L., Hammerlindl, J.K., Keller, W.A., and Selvaraj, G. 2000. Genetic engineering of glycinebetain production toward enhancing stress tolerance in plants: metabolic limitations. Plant Physiol. 122: 747-756.
15. Lecoeur, J., and Sinclair, T.R. 1996. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. Crop Sci. 36: 331-335.
16. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., and Rand, R.J. 1951. Protein measurement with the folinphenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 265-275.
17. Ludlow, M., and Munchow, R.C.1990. A critical evaluation of traits for improving crop yield in water - limited environments. Advances in Agronomy 43: 107-153.
18. Lutts, S., Kinet, J.M., and Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annual of Botany 78: 389-398.
19. Majnoun Hosseini, N., Siddique, K.H.M., Palta, J.A., and Berger, J. 2009a. Effect of soil moisture content on seedling emergence and early growth of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. J. Agric. Sci. Technol. 11: 401-411.
20. Majnoun Hosseini, N., Siddique, K.H.M., Palta, J.A., and Berger, J. 2009b. Sowing soil water content effects on chickpea (*Cicer arietinum* L.): Seedling emergence and early growth interaction with genotype and seed size. Agricultural Water Management 96: 1732-1736.
21. Mansour, M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biol. Plant 43: 491-500.
22. Menconi, M., Sgherri, C.L.M., Pinzino, C., and Navarri-Izzo, F. 1995. Activated oxygen production and detoxification in wheat plants subjected to a water deficit programme. J. of Exp. Bot. 46: 1123-1130.
23. Neumann, P.M. 1995. The role of cell wall adjustment in plant resistance to water deficits. Crop Sci. 35: 1258-1266.
24. Pardo, A., Amato, M., and Chiaranda, F.Q. 2000. Relationships between soil structure, root distribution and water uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.), plant growth and water distribution. Euro. J. of Agron. 13: 39-45.
25. Perdomo, P., Murphy, J.A., and Berkowitz, G.A. 1996. Physiological changes associated with performance of Kentucky bluegrass cultivars during summer stress. Hort. Science 31: 1182-1186.
26. Sairam, R.K., and Srivastava, G.C. 2002. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Plant Science 162: 897-904.

27. Samaras, Y.R., Bressan, A., Csonka, L.N., Garcia-Rios, M.G., Paino, D., Urzo, M., and Rhodes, D. 1995. Proline accumulation during drought and salinity. In: N. Smirnoff (Ed.). Environment and Plant Metabolism. Bios. Scientific Publisher, Oxford, p. 161-187.
28. Saxena, N.P. 2003. Management of Agriculture Drought "Agronomic and Genetic Options". Science Publishers Inc, NH, USA.
29. Schandalios, J.G. 1993. Oxygen stress and superoxide dismutase. Plant Physiol. 101: 7-12.
30. Schwab, K.B., and Gaff, D.F. 1990. Influence of compatible solutes on soluble enzymes from desiccation-tolerant *Sporobolus stapfianus* and desiccation-sensitive *Sporobolus pyramidalis*. Journal of Plant 137: 208-215.
31. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1993. Breeding for stress tolerance in cool-season food Legumes. The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff/Junk.
32. Turner, N.C., Wright, G.C., and Siddique, K.H.M. 2003. Adaptation of grain legumes to water-limited environment: Selection for physiological, biochemical and yield component characteristics for improved drought resistance. pp. 43-80. In: N.P. Saxena (Ed.). Management of Agriculture Drought "Agronomic and Genetic Options". Science Publishers Inc, NH, USA.
33. Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovic, L., and Gasparicova, O. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relations in two maize cultivars. Plant Soil Environmental 52: 186-191.
34. Velikova V., Yordanov I., and Edreva, A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: Protective role of exogenous polyamines. Plant Science 151: 59-66.
35. Wu, Y., and Cosgrove, D.J. 2000. Adaptation of root to low water potentials by changes in cell wall extensibility and cell wall proteins. J. Experimental Botany 51: 1543-1553.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 17-30

Evaluation of morphological traits, proline content and antioxidant enzymes activity in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under drought stress

Abrishamchi[1], P., Ganjeali[1*], A. & Sakeni[2], H.

1- Contributions from College of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2- MSc. in Biology, Plant Physiology

Received: 25 September 2010
Accepted: 05 January 2011

Abstract

This study aimed to assess the response of chickpea genotypes to drought stress in terms of morphological traits and subsequent biochemical changes to further understanding of drought resistance mechanisms in plants and access to better genetic resources. The chickpea genotypes including MCC776, MCC877, MCC696 and MCC588 evaluated at four soil moisture regimes with field capacity (control), 75%, 50% and 25% of field capacity through a factorial experiment in a completely randomized design with three replications at physiology laboratory in Research Center for Plant Science, during 2009. The results showed that most of the morphological traits such as plant height, shoot and root biomass, total root length and leaf area, were mainly affected by severe drought stress. Moderate drought stress (50% FC moisture and above) had no significant effect on these traits. Reduced soil moisture increased the stem proline content in all genotypes. The highest proline obtained in native genotype candidate (MCC696) at severe drought stress. Enzymes activity of super oxide dismutase and peroxidase increased in drought- sensitive genotype MCC588 than other genotypes. Absence or poor performance of drought tolerance or avoidance mechanisms in MCC588 genotype possibly caused induction of oxidative stress and produced antioxidant enzymes.

Key words: Antioxidant enzymes, Chickpea genotypes, Drought stress, Proline, Root & shoot traits

* **Corresponding Author:** ganjeali@um.ac.ir, Mobile: 09153057645

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۴۴-۳۱، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 31-44

اثر آبیاری محدود و مقادیر کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دو رقم زراعی نخود (*Cicer arietinum*)

محمودرضا تدین[1*] و علی‌جعفر قربانی‌نژاد[2]

۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۲۵

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر آبیاری تکمیلی و مقادیر کمپوست بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود، آزمایشی مزرعه‌ای در خرم‌آباد ایران در سال۱۳۸۹ به‌اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبارخُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل چهار سطح آبیاری (بدون آبیاری به‌عنوان شاهد، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی، پُرشدن دانه، گلدهی+پُرشدن دانه) و عامل فرعی در سه سطح کمپوست (صفر، ۱۰، و ۱۵تُن در هکتار) و دو رقم نخود (گریت وFlip93-93) به‌عنوان عامل فرعی فرعی درنظرگرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد ساقه اصلی (۳/۶۳۳)، شاخه فرعی (۱۴/۶۱)، تعداد غلاف در بوته (۳۶/۶۸)، تعداد دانه در بوته (۳۹/۲۶)، حداکثر ارتفاع بوته (۳۸/۰۶ سانتی‌متر)، وزن ۱۰۰۰دانه (۲۹۱/۵ گرم)، عملکرد دانه (۱۶۸۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۴۸۹۸ کیلوگرم در هکتار)، از تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه به‌دست آمد. بیشترین عملکرد دانه از برهمکُنش آبیاری تکمیلی و میزان ۱۵تُن کمپوست در هکتار به‌دست آمد. عملکرد ارقام نشان می‌دهد که گیاه نخود، واکنش خوبی به آبیاری تکمیلی و کمپوست در شرایط دیم دارد، لذا به‌عنوان گیاه زراعی مناسبی برای شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در منطقهٔ خرم‌آباد، قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری محدود، دیم‌کاری، عملکرد دانه، نخود

مقدمه

ایران از نظر تولید حبوبات دیم بعد از هند، پاکستان و ترکیه در رتبهٔ چهارم جهان قرار دارد، در حالی‌که از نظر عملکرد، با متوسط تولید۴۰۰کیلوگرم در هکتار، در رتبه‌های آخر می‌باشد (Rezaianzadeh, 2009). از عوامل عمدهٔ کاهش عملکرد می‌توان به میزان، توزیع و پراکنش نامناسب بارندگی اشاره کرد. بررسی‌ها در ایران نشان می‌دهد که سطح زیرکشت نخود در دهه‌های اخیر نسبت به گذشته افزایش داشته، ولی عملکرد آن کاهش داشته است. کاهش عملکرد ناشی از عدم توسعهٔ امکانات، ضعف مدیریت زراعی، عدم کاربرد آبیاری تکمیلی و استفاده از کودهای شیمیایی در دیم‌زارها می‌باشد که سبب شده است کاشت این گیاه، در اراضی حاشیه‌ای و نسبتاً خشک انجام گیرد (Sabaghpour, 2003). عملکرد نخود باوجود اهمیت جهانی آن، غالباً کم و ناپایدار است و این بی‌ثباتی، عمدتاً از اثرات منفی تعدادی از تنش‌های زنده و غیرزنده ناشی می‌شود (Thomas, 1997). از آن‌جا که مقدار و پراکنش بارندگی در پاییز و بهار متغیر است، وقوع تنش خشکی در همهٔ مراحل رشد رویشی و زایشی، امکان‌پذیر است (Kashiwagi, 2006). خشکسالی، هرساله خسارت‌های هنگفتی به این محصول در جهان و به‌خصوص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد وارد می‌سازد (Sabaghpour, 2003). Nayyar (2006)، گلدهی و تشکیل غلاف را حساس‌ترین مراحل رشدی نخود نسبت به تنش آب برشمرده است که به‌نظر می‌رسد کمبود آب در مراحل زایشی نخود، با ریزش گُل‌ها و غلاف‌ها سبب ممانعت از دست‌یابی به پتانسیل عملکرد می‌شود. میزان این کاهش، به شدتِ تنش و مرحله‌ای از نمو گیاهی که تنش رخ می‌دهد، بستگی دارد (Jongdee *et al.*, 2002). هنگامی که تنش محیطی در طول دورهٔ رشد و نمو گیاه اتفاق می‌افتد، بخشی از عملکرد که در اوایل

* **نویسنده مسئول:** شهرکرد، کیلومتر ۲ جادهٔ سامان، دانشگاه شهرکرد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، تلفن: ۴۴۲۴۴۲۸-۰۳۸۱،
همراه: ۰۹۱۳۳۳۸۶۱۵۹۷، mrtadayon@yahoo.com

مرحلهٔ زایشی تشکیل می‌شود، عمدتاً بیشترین عکس‌العمل را نسبت به آن تنش نشان می‌دهد (Bulg, 2003). خشکی خاک، مانع توسعهٔ عادی سامانهٔ ریشه و گره‌ها شده و کاهش تماس ریشه با خاک، منجر به محدودیت جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد (Pacucci *et al.*, 2006). آبیاری تکمیلی بهینه، در مناطق دیم‌کاری بر اساس سه جنبهٔ اساسی زیر انجام می‌شود: ۱- آب، فقط برای بهبود عملکرد گیاه زراعی که به‌صورت دیم کاشته شده، به‌کار می‌رود؛ ۲- در شرایطی که بارندگی، مهم‌ترین منبع تأمین رطوبت است، آبیاری تکمیلی زمانی انجام می‌شود که بارندگی نتواند رطوبت ضروری را برای بهبود و پایداری عملکرد تأمین نماید؛ ۳- مقدار و زمان آبیاری، به‌صورتی برنامه‌ریزی شود که بتوان با کمترین مقدار آب قابل‌دسترس در طی مراحل حساس رشد گیاه زراعی، به عملکرد بهینه دست یافت. بنابراین، افزایش بازده آبیاری، بهره‌وری آب و کارآیی مصرف آب توسط آبیاری تکمیلی در دیم‌زارها، از جمله اهداف مهم در ارتقای تولید محصولات زراعی در دیم‌زارهای کم‌بازده می‌باشد (Tadayon & Emam, 2008). آبیاری تکمیلی باعث افزایش ارتفاع بوته، ماده خشک، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نخود می‌گردد (Patel, 2005; Pacucci, 2006). بر اساس پژوهش Kanoni *et al* (2003)، آبیاری در مرحلهٔ گلدهی و مرحلهٔ پُرشدن غلاف‌ها، عملکرد بیولوژیک نخود را نسبت به شرایط دیم به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. در آزمایشی که توسط Leport (1999) انجام گرفت، مادهٔ خشک کل تولیدی در شرایط بدون آبیاری نسبت به گیاهانی که بعد از گلدهی آبیاری شده بودند، ۳۰ تا ۴۰درصد کمتر بود. استان لرستان با داشتن حدود ۱۲۵هزارهکتار نخود، بعد از کرمانشاه در رتبهٔ دوم کشوری قرار دارد و در برخی سال‌ها، رتبهٔ نخست را به‌خود اختصاص می‌دهد و از نظر متوسط عملکرد، استان لرستان با داشتن میانگین بیش از ۵۰۰کیلوگرم در هکتار، در دههٔ اخیر، رتبهٔ اول را در کشور داشته است و هم‌اکنون در سال‌های با بارندگی مناسب، متوسط عملکرد نخود در استان به ۷۱۲کیلوگرم در هکتار می‌رسد (Jehad , 2010 Agricultural Ministry). با توجه به محدودیت‌های اقلیمی، به‌ویژه کمبود رطوبت در دیم‌زارهای استان لرستان و تأثیر آن بر مراحل رشدی گیاه زراعی نخود، آزمایش حاضر به‌منظور دستیابی به اهداف زیر در خرم‌آباد لرستان انجام گرفت: ۱- تعیین مناسب‌ترین مرحلهٔ رشد فنولوژی ژنوتیپ‌های مختلف نخود جهت انجام آبیاری تکمیلی، ۲- تعیین رقم مناسب نخود در واکنش به آبیاری تکمیلی در منطقهٔ خرم‌آباد لرستان.

مواد و روش‌ها

آزمایش درسال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ در منطقهٔ خرم‌آباد با عرض جغرافیایی ۳۳درجه و۳۰دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸درجه و۲۰دقیقه انجام گرفت. بافت خاک مزرعه، لومی‌رسی با pH ۷/۸ بود. در این تحقیق، اثرات سه عامل در قالب آزمایش کرت‌های دوبارخُردشده با طرح پایهٔ بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. آبیاری تکمیلی به‌عنوان فاکتور اصلی شامل تیمار بدون آبیاری (شرایط دیم)، آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی، در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها، و در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه، کود کمپوست به‌عنوان فاکتور فرعی در سه سطح ۰، ۱۰ و ۱۵تُن در هکتار و دو رقم نخود به عنوان فاکتور فرعی فرعی شامل تودهٔ محلی گریت و رقم Flip93-93 بود. عملیات تهیهٔ زمین، شامل یک‌بار شخم با گاوآهن قلمی قبل از کاشت و در ابتدای فروردین و استفاده از دیسک و ماله بود. پس از عملیات تهیهٔ زمین و مشخص‌شدن پلات‌های اصلی و فرعی،۲۰روز قبل از کشت، کمپوست تهیه‌شده از کارخانهٔ کرمانشاه به‌مقدار موردنظر به صورت دستی، پخش و با استفاده از چنگک، با خاک مخلوط شد. اندازهٔ کرت‌ها، ۱۵مترمربع به ابعاد ۶ در ۲/۵متر و در هر کرت، شِش ردیف نخود به‌طول۶متر و فاصلهٔ خطوط۴۰سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف کاشت،۱۰سانتی‌متر درنظرگرفته شد. جهت جلوگیری از تأثیر تیمارها، بین تکرارها دو متر، بین پلات‌های اصلی ۲/۵متر و بین پلات‌های فرعی ۱/۵متر فاصله گذاشته شد. به‌دلیل محدودیت رطوبت در شرایط دیم، از کود نیتروژن به میزان۱۰کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به‌عنوان آغازگر در زمان کاشت استفاده گردید. بذور نخود قبل از کاشت با باکتری *Rhizobium legominosarum* همرا با عصارهٔ ۱۰درصد شکر تلقیح شدند. قبل از انجام آبیاری تکمیلی در هر مرحله، به‌منظور برآورد دقیق مقدار آبیاری تکمیلی مورد نیاز و تعیین میزان رطوبت خاک، ابتدا از عمق صفر تا۶۰سانتی‌متری خاک در هر کرت، نمونه‌گیری به‌عمل آمد. نمونه‌ها بلافاصله در کیسه‌های پلاستیکی ریخته و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس مقدار مشخصی از هر نمونه با ترازوی دیجیتال، توزین و در آون با دمای۸۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ساعت خشک شدند و مجدداً توزین

به‌عمل آمد. پس از محاسبهٔ پارامترهای مورد نیاز با استفاده از رابطهٔ کسر رطوبتی:

$$dn = [(Fc - \varnothing) \times pb \times D]/100 \quad (۱)$$

که در این معادله dn: ارتفاع آب مورد نیاز براساس عمق خاک بر حسب سانتی‌متر، Fc: حد ظرفیت مزرعه براساس درصد وزنی، Ø : وزن رطوبت خاک به صورت تفاضل نمونه‌های مرطوب و خشک، pb: جرم مخصوص ظاهری خاک بر حسب g/cm^3، و D: عمق نمونه‌برداری خاک است، مقدار آب خالص مورد نیاز جهت آبیاری در هر مرحله برای هر تیمار محاسبه شد و میزان آب مصرفی در هر مرحله از آبیاری تکمیلی با استفاده از سیفون با حجم معین به‌طور یکنواخت به هر پلات داده شد. میزان آب دریافتی در هر مرحله بر اساس تعیین رطوبت خاک و میزان وقوع بارش در طی فصل رشد (جدول ۱) محاسبه و به کرت‌های آزمایشی اضافه گردید. در مرحلهٔ گلدهی بوته‌های نخود، ویژگی‌های تعداد و وزن گره‌های ریشه و در هنگام رسیدگی بوته‌های نخود، ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. برای شمارش و تعداد گره‌های ریزوبیومی، ابتدا ریشهٔ بوته‌های نخود را به‌طور کامل با بیل از خاک خارج نموده و پس از شستشو با آب‌مقطر، ریشه‌ها در زیر بینیکولر قرار داده شدند. تعداد گره‌های موجود در روی ریشه‌های هر بوته که شامل گره‌های فعال (صورتی‌رنگ) و غیرفعال (گره‌های خاکستری‌رنگ) بودند، شمارش گردیدند و با جداسازی گره‌ها، وزن آنها با ترازوی دیجیتال، اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS و Mstat-C و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۱- میزان بارندگی در فصل زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸
Table 1. Precipitation in seasons of 2008 and 2009

سال Year	ماه Month	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)
۱۳۸۷ 2008	بهمن February	37.1
	اسفند March	11.2
۱۳۸۸ 2009	فروردین April	5.6
	اردیبهشت May	3.5
	خرداد June	0.8

نتایج و بحث

تعداد و وزن گره‌های ریزوبیومی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر آبیاری تکمیلی و مقادیر متفاوت کمپوست بر تعداد گره‌های ریشه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). تعداد گره‌ها در مراحل آبیاری تکمیلی بیشتر از شاهد (عدم آبیاری) بود (جدول۳)، زیرا که خشکی خاک باعث کاهش تعداد ریزوبیوم‌های همزیست در ریشه گیاهان می‌شود. برهمکُنش آبیاری تکمیلی و رقم بر تعداد گره‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن معنی‌دار نبود، هرچند که از نظر عددی، میانگین تعداد گره‌ها بین دو رقم، متفاوت بود (جدول ۳). لیکن، برهمکُنش آبیاری×کمپوست×رقم بر تعداد و وزن گره‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲).

وزن گره‌ها در اثر آبیاری تکمیلی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲) و وزن گره‌ها در تیمار آبیاری‌شده نسبت به شاهد، ۲۱/۸۸درصد بیشتر بود، زیرا که تعداد گره‌ها در تیمار آبیاری نسبت به شاهد، بیشتر بود. برهمکُنش آبیاری تکمیلی و رقم، باوجود اختلاف عددی، از نظر آماری معنی‌دار نبود و بیشترین وزن گره‌ها در اثر آبیاری تکمیلی و از رقم گریت با وزن ۳۲۸/۷گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۴). اثر مقادیر کمپوست بر تعداد و وزن گره، معنی‌دار بود (جدول ۲). وزن گره‌ها در رقم گریت، بیشتر از رقم فیلیپ ۹۳۹۳ بود (جدول۳) که این موضوع می‌تواند به‌علت تعداد بیشتر گره در این رقم باشد. نتایج نشان داد که با کاربرد مقادیر کمپوست، تعداد و وزن گره‌ها افزایش یافت، به‌نحوی که بیشترین تعداد و وزن گره به‌ترتیب با ۲۲۶ و ۹۰/۶۵گرم بر مترمربع از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار و کمترین مقادیر صفات فوق به‌ترتیب با ۲۵۰/۵۵ و ۶۲/۸۶گرم بر مترمربع از سطح صفر کمپوست به‌دست آمد (جدول۳).

کمپوست به‌عنوان یک مادهٔ آلی با تأمین رطوبت از ابتدای رشد گیاه نخود، امکان بقا، فعالیت و همزیستی باکتری‌های ریزوبیومی را با گیاه نخود تحت شرایط محدودیت رطوبت فراهم کرده است. خشکی، باعث کاهش تعداد

ریزوبیوم‌های همزیست در ریشه گیاهان می‌شود. همچنین خشکی از طریق کاهش فعالیت تنفسی گره‌ها و کاهش انتقال نیتروژن تثبیت‌شده به خارج گره‌ها، بر تثبیت نیتروژن تأثیر می‌گذارد. این نتایج با نتایج (Parsa & Bagheri, 2009) که در مورد باقلا انجام داد، مطابقت داشت.

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر آبیاری تکمیلی و کمپوست و رقم بر ارتفاع بوته، معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین، مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که این اثر در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه‌ها، حداکثر تأثیر را برجای گذاشت و میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر این تیمار، ۳۸/۰۶سانتی‌متر بود و کمترین ارتفاع بوته نیز به تیمار شاهد بدون آبیاری تعلق داشت (جدول ۳).

در دو تیمار آبیاری تکمیلی (آبیاری در مرحله گلدهی و آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها) اختلاف آماری مشاهده نشد، به‌طوری‌که ارتفاع بوته تحت تأثیر این دو تیمار، ۳۵ و۳۵/۹۴ سانتی‌متر بود (جدول ۳). ارتفاع بوتهٔ نخود به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کمپوست قرار گرفت (جدول۲). بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۵تُن کمپوست در هکتار (۳۷/۰۴سانتی‌متر) و کمترین آن (۳۳/۹۶سانتی‌متر) به سطح صفر کمپوست مربوط بود (جدول۳). نتایج نشان داد وجود کمپوست در خاک، از ابتدای مراحل رشد گیاه نخود، به‌همراه کاربرد آبیاری محدود، به‌دلیل افزایش رطوبت در دسترس گیاه، امکان رشد و افزایش ارتفاع بوته نخود را فراهم می‌سازد. تفاوت ارتفاع بوته در بین دو رقم نخود، معنی‌دار بود و رقم گریت در مقایسه با رقم فیلیپ۹۳۹۳، ارتفاع بوتهٔ بیشتری داشت (جدول۳). برهمکُنش آبیاری×کمپوست×رقم، بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول۲). بر اساس نتایج حاصله، به‌نظر می‌رسد استفاده از آبیاری تکمیلی به‌همراه کمپوست، نقش به‌سزایی در رشد و ارتفاع بوته نخود داشته است. تأثیر تنش رطوبتی در کاهش ارتفاع بوته، به مراحل رشد گیاه بستگی دارد و تأثیر این تنش در مراحل اولیهٔ نموّ، بیشتر می‌باشد (Tadayon & Emam, 2008). پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش ارتفاع بوته نخود می‌شود (Patel, 2005; Kumer *et al.*, 2004). در این آزمایش، برهمکُنش سطوح مختلف آبیاری و رقم بر ارتفاع بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار نبود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی نخود
Table 2. Analysis of variance of some morphological traits of chickpea

	منابع تغییرات S.O.V	درجات آزادی d.f	تعداد گره ریزوبیومی در مترمربع No. Rhizobiom node per m^2	وزن گره Node weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه No. of shoot	تعداد غلاف در بوته No. pod/plant
تکرار	Replication (R)	2	1700.77^{*}	281.957^{**}	12.931^{**}	10.068^{**}	5.288^{ns}
آبیاری	Irrigation (A)	3	50850.250^{*}	2015.412^{*}	64.093^{**}	0.291^{ns}	748.998^{**}
خطای اصلی	Error a	6	2191	57.969	0.856	0.434	4.337
کمپوست	Compost (B)	2	19233.861^{*}	2346.218^{**}	65.097^{**}	5.944^{**}	261.235^{*}
آبیاری×کمپوست	A×B	6	7328.083^{ns}	127.624^{ns}	1.912^{ns}	0.625^{ns}	17.032^{ns}
خطای فرعی	Error b	16	4728.306	361.687	1.042	0.380	44.525
رقم	Cultivars (C)	1	1213.361^{*}	534.843^{ns}	98^{**}	6.722^{**}	531.760^{**}
آبیاری×رقم	A×C	3	434.028^{ns}	271.371^{ns}	0.556^{ns}	0.093^{ns}	25.183^{ns}
کمپوست×رقم	B×C	2	1166.694^{ns}	137.106^{ns}	1.792^{ns}	0.949^{ns}	32.607^{ns}
آبیاری× کمپوست×رقم	A×B×C	6	852.028^{ns}	2.485^{ns}	1.125^{ns}	1.008^{ns}	9.527^{ns}
خطای فرعی فرعی	Error ab	24	224.889	139.923	1.125	0.387	31.256

ns، *، **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.
ns, * and **: no significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های مورفولوژیک نخود تحت تأثیر آبیاری، کمپوست و رقم

Table 3. Mean comparison of some morphological traits of chickpea affected by irrigation, compost and cultivar

تیمار Treatment		تعداد گره در متر مربع No. Rhizobium node per m^2	وزن گره در مترمربع Node weight ($g.m^2$)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه در بوته No. of shoot/plant	تعداد غلاف در بوته No.pod/plant
بدون آبیاری	No irrigation (Control)	244.2[b]*	68.36[b]	33.56[c]	3.33[a]	21.07[d]
آبیاری در گلدهی	Irrigation at flowering (I_1)	319.4[a]	83.32[a]	35[b]	3.15[a]	28.92[c]
آبیاری در پُرشدن دانه‌ها	Irrigation at grain filling (I_2)	-	-	35.94[a]	3. 56[a]	22.33[b]
آبیاری در دومرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه‌ها	Irrigation at (I_1)+(I_2)	-	-	38.06[a]	3.63[a]	36.68[a]
کمپوست (صفر)	Compost (0)	250.5[b]	62.86[b]	33.96[c]	3.05[b]	19.71[b]
کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	Compost (10)	278.1[a b]	74.02[b]	35.71[b]	3.41[b]	35.97[a]
کمپوست (۱۵ تن در هکتار)	Compost (15)	286.3[a]	90.65[a]	37.4[a]	4.42[a]	37.54[a]
رقم گریت	Grit	287.2[a]	82.69[a]	36.8[a]	3.81[a]	36.27[a]
رقم فیلیپ	Fillip	256.3[b]	71.98[b]	34.7[b]	3.22[b]	31.03[b]

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

** وزن و تعداد گره‌های ریشه، فقط در زمان گلدهی گیاه نخود اندازه‌گیری شده است.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

جدول ۴- برهمکُنش رقم و آبیاری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک نخود

Table 4. Interaction of cultivar and irrigation on some morphological traits of chickpea

رقم Cultivar	آبیاری Irrigation	تیمار Treatment	تعداد گره در متر مربع No. Rhizobium node per m^2	وزن گره در مترمربع Node weight ($g.m^2$)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه در بوته No. of shoot/plant	تعداد غلاف در بوته No.pod/plant
رقم گریت	بدون آبیاری	Grit ×Control	246.6[c]	69.47[b]	34.56[cd]	3.55[a]	22.77[cd]
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V1)× (I1)	328.7[a]	89.92[a]	36.22[b]	3.89 [a]	32.73[b]
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V1)× (I2)	-	-	37.12[b]	3.89 [a]	34.02[b]
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(VC1)× (I1)+(I2)	-	-	39.44[a]	3.91[a]	40.36[a]
رقم فیلیپ							
	بدون آبیاری	Philip ×Control	241.9[c]	67.25[b]	32.56[e]	3.11 [a]	19.37[d]
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V2)× (I1)	310.1[b]	86.72[a]	33.78[d]	3.11 [a]	25.11[c]
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V2)× (I2)	-	-	34.89[c]	3.22 [a]	30.64[b]
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(V2)× (I1)+(I2)	-	-	36.67[b]	3.35 [a]	33.01[b]

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

** وزن و تعداد گره‌های ریشه، فقط در زمان گلدهی گیاه نخود اندازه‌گیری شده است.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

تعداد ساقه اصلی

تأثیر آبیاری تکمیلی بر تعداد ساقهٔ اصلی باوجود اختلاف عددی، معنی‌دار نبود (جدول ۳)، زیرا که آبیاری در مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه‌ها انجام گردید در حالی‌که تشکیل ساقه‌های اصلی، قبل از گلدهی گیاه اتفاق می‌افتد. حداکثر تعداد ساقهٔ اصلی در تیمار دو مرحله آبیاری نسبت به شاهد (بدون آبیاری)، با میانگین ۳/۶۳۳ ساقه به‌دست آمد (جدول۳). Tuba Bicer *et al* (2004) نیز اثر آبیاری تکمیلی بر افزایش تعداد ساقهٔ اصلی در گیاه نخود و ماش را گزارش کرده‌اند. اثر مقادیر مختلف کود کمپوست بر تعداد ساقهٔ نخود، معنی‌دار بود، لیکن برهمکُنش آبیاری×کمپوست×رقم بر تعداد ساقهٔ اصلی، تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول۲). واکنش تعداد ساقهٔ نخود تحت تیمارهای کمپوست، مشابه واکنش ارتفاع بوته تحت همان تیمارها بود (جدول ۳) که نشان‌دهندهٔ تأثیر مستقیم کمپوست بر افزایش طول دورهٔ رشد نخود و درنتیجه فراهم آمدن ایجاد فرصت کافی برای افزایش ارتفاع و تولید ساقه بیشتر در گیاه بود.

تعداد غلاف در بوته

اثر آبیاری تکمیلی بر تعداد غلاف در بوته، معنی‌دار بود (جدول ۲) و باعث افزایش تعداد غلاف در بوته گردید، به‌طوری‌که در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه‌ها، تعداد غلاف، ۳۶/۶۸ عدد در هر بوته و در شرایط بدون آبیاری (دیم)، ۲۱/۰۷ عدد در هر بوته بود (جدول۳). به‌عبارتی، تعداد غلاف در تیمارهای آبیاری تکمیلی، ۷۰درصد بیشتر از شاهد (شرایط دیم) بود. در تیمارهای آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی و در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها، تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب۲۸/۹۲ و ۳۲ /۳۶ عدد بود (جدول ۳) که نسبت به شاهد، به‌ترتیب ۳۷/۲ و ۷۲/۳ درصد افزایش نشان می‌دهد. تعداد غلاف در بوته بین دو رقم نخود، تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۳). تعداد غلاف در رقم گریت بیشتر از رقم فیلیپ۹۳۹۳ بود که این موضوع می‌تواند با تعداد ساقهٔ بیشتر در این رقم، ارتباط داشته باشد. تعداد غلاف در بوته، به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کمپوست قرار گرفت (جدول ۵) و بیشترین تعداد غلاف در بوته، از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار با ۳۷/۵۴ و کمترین آن از تیمار شاهد با ۱۹/۷ به‌دست آمد (جدول۳). برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر تعداد غلاف در بوته، معنی‌دار نبود (جدول۵).

می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای آبیاری تکمیلی موجب فراهمی رطوبت قابل‌دسترس برای گیاه شده و سبب افزایش توسعه کانوپی گردیده و میزان فتوسنتز جاری افزایش یافته است که منجر به تشکیل گُل‌های بیشتر در هر گل‌آذین و در نتیجه، تعداد غلاف بیشتر گردیده است. نتایج نشان داد هنگامی که کمبود رطوبت در طول دورهٔ رشد و نمو گیاه نخود اتفاق می‌افتد، بخشی از عملکرد دانه که در اوایل مرحلهٔ زایشی تشکیل می‌شود (تعداد غلاف در گیاه)، عمدتاً بیشترین واکنش را نسبت به کمبود رطوبت نشان می‌دهند. با آبیاری تکمیلی و تأمین رطوبت کافی، رشد غلاف‌ها و بلوغ آنها در یک دورهٔ طولانی‌تر انجام می‌شود و برگ‌ها با سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند و در نتیجه، تعداد غلاف و تعداد دانه افزایش می‌یابد. اثر متقابل آبیاری و رقم بر تعداد غلاف در بوته از نظر آماری، معنی‌دار نبود (جدول ۲)، ولی بیشترین تعداد غلاف در بوتهٔ نخود، از تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه و از رقم گریت به‌دست آمد (جدول۴). Tuba Bicer *et al* (2004) گزارش کردند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه نخود می‌گردد. Goldani & Rezvani (2004) Moghadam تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته را متغیرترین صفت در بین اجزای عملکرد گزارش کردند و اظهار داشتند که شرایط محیطی، اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام دارند و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ نیز تمام اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به‌طوری‌که تنش خشکی، تعداد غلاف پوک را در مقایسه با شرایط بدون تنش، افزایش می‌دهد.

تعداد دانه در بوته

تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی بر تعداد دانه در بوته در سطح ۱٪، اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در بوته، مربوط به تیمار آبیاری تکمیلی در دو مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه با ۳۹/۲۶عدد و کمترین تعداد دانه مربوط به تیمار شاهد با ۲۲/۸۴عدد بود. همچنین، تعداد دانه در بوته در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی و در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها، به‌ترتیب ۳۱/۶۳ و ۳۶/۲۸دانه بود (جدول ۶). تعداد دانه در بوته در رقم گریت به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم فیلیپ بود (جدول۶). بیشتربودن تعداد دانه در رقم گریت، احتمالاً ناشی از تعداد بیشتر ساقه در بوته و تعداد غلاف بیشتر در بوته می‌باشد. همچنین تعداد دانه در بوته، تحت تأثیر تیمار کمپوست قرار گرفت، لیکن برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر تعداد دانه، معنی‌دار نبود (جدول۵). بیشترین تعداد دانه در بوته با ۳۶/۱۴ از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار به‌دست آمد (جدول۶). روند

واکنشی تعداد دانه در بوته، مشابه واکنش تعداد ساقه و تعداد غلاف در بوته تحت همین مقادیر کمپوست بود (جدول۳) که نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت کمپوست بر تعداد ساقه و اندام‌های زایشی گیاه نخود می‌باشد. تفاوت در تعداد دانه در بوته می‌تواند به‌علت تداوم رشد رویشی نمونه‌های نخود تحت تأثیر شرایط آبیاری تکمیلی و کمپوست باشد که البته نقش رشدنامحدودبودن گیاه نخود در این مورد نیز موثر است. همچنین عملکرد دانه در بوته، ارتباط مستقیمی با تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد غلاف در بوته دارد و تغییر تعداد این دو عامل در اثر آبیاری تکمیلی منجر به ایجاد تغییر در تعداد دانهٔ تک‌بوته گردید. در شرایط بدون آبیاری تکمیلی (شرایط دیم)، عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر، یکی از دلایل عمدهٔ کاهش تعداد دانه در بوته بوده است. Rezaianzadeh, 2006; Tubabicer *et al.*, 2004; Pacucci *et al.*, 2006 اعلام کردند که آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود.

وزن ۱۰۰۰دانه

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در استفاده از آبیاری تکمیلی بر وزن ۱۰۰۰دانه می‌باشد (جدول۵). به‌طور کلی، کاربرد تیمار آبیاری تکمیلی در هر یک از مراحل رشد نخود، سبب افزایش وزن ۱۰۰۰دانه نسبت به شاهد (شرایط دیم) گردید. بیشترین افزایش وزن۱۰۰۰دانه، در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه برابر ۲۹۱/۵ گرم بود (جدول ۶) و نسبت به شاهد با وزن ۱۰۰۰دانهٔ ۲۳۸/۷گرم، ۲۲/۱۲درصد افزایش نشان داد. متوسط افزایش وزن ۱۰۰۰دانه در تیمارهای با یک مرحلهٔ آبیاری تکمیلی نسبت به شاهد، ۱۲درصد بود. وزن ۱۰۰۰دانه تحت تأثیر تیمار کمپوست قرار گرفت و برهمکُنش کمپوست×رقم بر وزن ۱۰۰۰دانه، معنی‌دار بود (جدول۵).

جدول۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر آبیاری، کمپوست و رقم

Table 5. Analysis of variance of yield and yield components of chickpea as affected by irrigation, compost and cultivar

منابع تغییرات S.O.V		درجات آزادی d.f	تعداد دانه در غلاف No. pod/plant	تعداد دانه در بوته No. seed/plant	وزن دانه در بوته Seed weight/plant	وزن ۱۰۰۰دانه 1000 Seed weight	عملکرددانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار	Replication (R)	2	0.037 ns	30.463 ns	1.044 ns	44.168 ns	4530.68 ns	150787.2 ns	2.454 ns
آبیاری	Irrigation (A)	3	0.003 ns	924.239**	112.116**	8864.259**	1917350	17192035.1**	7.706*
خطای اصلی	Error a	6	0.012	14.762	1.243	5.829	5405.53	50312.59	1.263
کمپوست	Compost (B)	2	0.036 ns	**270.429	40.234**	4853.211**	48883.3*	3524347**	13.474**
آبیاری×کمپوست	A×B	6	0.010 ns	10.084 ns	1.620ns	775.148**	46431.2 ns	263957 ns	7.844**
خطای فرعی	Error b	16	0.035	28.697	2.721	5.346	1094213	421953.2	1.441
رقم	Cultivars (C)	1	0.001 ns	565.651**	57.067**	1828.109**	48883.2*	10358076.2**	2.420 ns
آبیاری×رقم	A×C	3	0.028 ns	3.219 ns	0.384 ns	156.431**	203033 *	200813.2 *	1.378 ns
کمپوست×رقم	B×C	2	0.008 ns	27.009 ns	2.646 ns	116.918*	10919.76 ns	167210.29 ns	2.882 ns
آبیاری× کمپوست×رقم	A×B×C	6	0.024 ns	7.053 ns	0.498 ns	70.925 ns	11087.4 ns	102985.3 ns	1.372 ns
خطای فرعی فرعی	Error ab	24	0.032	18.32	1.399	19.613	22238.4	184685.86	1.926

ns، *، **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.

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

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر آبیاری محدود

Table 6. Mean comparison of yield and yield components of chickpea as affected by limited irrigation

تیمار Treatments		تعداد دانه‌در بوته No. seed per plant	وزن‌هزار دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
بدون آبیاری	No Irrigation (Control)	22.84^{c*}	238.7^{d}	900.1^{d}	2546^{d}	35.66^{b}
آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	Irrigation at flowering (I1)	31.63^{b}	261.1^{c}	1283^{c}	3720^{c}	34.49^{a}
آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	Irrigation at grain filling (I2)	36.28^{ab}	273.6^{b}	1401^{b}	4088^{b}	34.24^{a}
آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	Irrigation at (I1)+(I2)	39.26^{a}	291.5^{a}	1688^{a}	4898^{a}	34.36^{a}
عدم کمپوست (صفر)	Compost (0)	30.11^{c}	269. 4^{b}	1151^{b}	3399^{c}	34.08^{b}
کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	Compost (10)	33.23^{b}	270.1^{b}	1329^{a}	3885$^{a b}$	34.45^{b}
کمپوست (۱۵ تن در هکتار)	Compost (15)	36.14^{a}	273.3^{a}	1411^{a}	4125^{a}	35.53^{a}
رقم گریت	Grit	35.30^{a}	271.31^{a}	1441^{a}	4192^{a}	34.5^{a}
رقم فیلیپ	Fillip	29.70^{b}	261.52^{b}	1194^{b}	3433^{b}	34.8^{a}

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

جدول ۷- برهمکُنش رقم و آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 7. Interaction of cultivar and irrigation on yield and yield components of chickpea

رقم Cultivar	آبیاری Irrigation	تیمار Treatments	وزن‌هزار دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
رقم گریت	بدون آبیاری	Grit ×Control	240.98^{e}	996.2^{d}	2866^{d}	35.26^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V1)×(I1)	265.58^{c}	1451^{b}	4213^{bc}	34.39^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V1)×(I2)	282.84^{b}	1499^{b}	4352^{b}	34.41^{a}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(V1)×(I1)+(I2)	295.68^{a}	1820^{a}	5338^{a}	33.96^{a}
رقم فیلیپ	بدون آبیاری	Fillip×Control	36.42^{eE}	804^{e}	2227^{e}	35.06^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V2)×(I1)	265.61^{d}	1116^{d}	3226^{d}	34.59^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V2)×(I2)	264.42^{c}	1303^{c}	3823^{c}	34.07^{a}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(V2)×(I1)+(I2)	287.31^{b}	1556^{b}	4458^{b}	34.77^{a}

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

جدول ۸- برهمکنش کمپوست و آبیاری بر وزن هزاردانه و شاخص برداشت نخود

Table 8. Interaction of compost and irrigation on 1000 grain weight and harvest index of chickpea

کمپوست Compost	آبیاری Irrigation	تیمار Treatments	وزن ۱۰۰۰دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
کمپوست (صفر)	بدون آبیاری	Compost 0 × Control	*229.5^{g}	32.8^{c}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(C0)× (I1)	250.7^{f}	33.8^{bc}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(C0)× (I2)	271.8^{c}	33.9^{bc}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(C0)× (I1)+(I2)	265.3^{d}	34.4^{b}
کمپوست (۱۰تُن در هکتار)	بدون آبیاری	Compost 10 ×Control	228.1^{g}	33.4^{bc}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(C10)× (I1)	259.9^{e}	34.1^{bc}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(C10)× (I2)	273.2^{c}	34.03^{bc}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(C10)× (I1)+(I2)	288.3^{b}	35.11^{a}
کمپوست (۱۵تُن در هکتار)	بدون آبیاری	Compost 15 ×Control	258.1^{e}	34.6^{b}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(C15)× (I1)	272.8^{c}	34.9^{ab}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(C15)× (I2)	282.8^{b}	34.7^{ab}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(C15)× (I1)+(I2)	291.8^{a}	35.14^{a}

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test (p<0.05)

جدول ۹- برهمکُنش کمپوست و رقم بر وزن ۱۰۰۰دانه نخود

Table 9. Interaction of compost and variety on 1000 seed weight of chickpea

کمپوست Compost	آبیاری Irrigation	تیمار Treatments	وزن ۱۰۰۰دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)
کمپوست (صفر)	رقم	Compost 0 × Variety	*229.5^{g}
	رقم گریت	(C0)× (V1)	257.1^{d}
	رقم فیلیپ	(C0)× (V2)	251.5^{e}
کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	رقم	Compost 10 × Variety	228.1^{g}
	رقم گریت	(C10)× (V1)	267.5^{c}
	رقم فیلیپ	(C10)× (V2)	257.2^{d}
کمپوست (۱۵ تن در هکتار)	رقم	Compost 15 × Variety	258.1^{e}
	رقم گریت	(C15)× (V1)	289.45^{a}
	رقم فیلیپ	(C15)× (V2)	274.7^{b}

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test (p<0.05)

بیشترین وزن ۱۰۰۰دانه از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار با ۲۷۳/۳ گرم و کمترین آن از سطح صفر کمپوست با ۲۶۹/۴۷گرم به‌دست آمد (جدول۶). وزن ۱۰۰۰دانه در برهمکُنش کمپوست و رقم، معنی‌دار بود (جدول۵). بیشترین وزن ۱۰۰۰دانه، در برهمکُنش ۱۵تُن کمپوست×رقم گریت با ۲۸۹/۴۵ گرم حاصل شد (جدول۹). برخی منابع گزارش کرده‌اند که وزن ۱۰۰۰دانه به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد، عمدتاً تحت تأثیر ژنوتیپ قرار دارد (Popelka & Higgings,

2007) و از آنجا که بین دو رقم گریت و فلیپ به‌لحاظ ژنوتیپی اختلاف وجود دارد، واکنش اجزای عملکرد به‌ویژه وزن ۱۰۰۰دانه دو رقم، در برهمکُنش با تیمار کمپوست و سایر تیمارها، تفاوت معنی‌داری نشان داده است. به‌عبارتی نتایج نشان می‌دهد که رقم نخود گریت دارای پتانسیل عملکرد بالاتری بوده و در شرایطی که بتوان از طریق کاربرد کمپوست، رطوبت و مواد غذایی مورد نیاز آن را تأمین نمود، می‌توان به عملکردهای بیشتر دست یافت. واکنش افزایشی وزن ۱۰۰۰دانه به افزایش مقادیر کمپوست، مشابه واکنش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف تحت همین تیمارها بود (جدول‌های۳و۶). وزن ۱۰۰۰دانه رقم گریت در مقایسه با رقم فیلیپ، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول۶). برهمکُنش تیمارهای کمپوست و آبیاری بر وزن ۱۰۰۰دانه، معنی‌دار بود (جدول۵). بیشترین وزن ۱۰۰۰دانه با ۲۹۱/۸گرم از برهمکُنش تیمار ۱۵تُن کمپوست و آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه و کمترین آن از برهمکُنش مقادیر صفر کمپوست و بدون آبیاری به‌دست آمد (جدول۸). نتایج نشان می‌دهد که کمپوست به‌همراه آبیاری محدود در دو مرحلهٔ حساس رشدی نخود، تأثیر زیادی در حفظ و تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه داشته و به‌دلیل اثرات تغذیه‌ای کمپوست، گیاه نخود توانسته است مواد پروردهٔ بیشتری را در زمان پُرشدن دانه‌ها تولید نماید و مواد پروردهٔ بیشتری را نیز به دانه‌ها منتقل نماید. کمبود رطوبت در زمان غلاف‌بندی و پُرشدن دانه موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک‌شدن دانه‌ها می‌گردد. هرچه آبیاری تکمیلی در مراحل آخر رشد انجام گیرد، موجب افزایش وزن ۱۰۰۰دانه و عملکرد دانه می‌شود، زیرا در اواخر فصل رشد، کمبود رطوبت به‌دلیل قطع بارندگی‌های بهاره و حداکثر نیاز آبی گیاه در این زمان، بیشتر می‌شود و به‌طور کلی، در شرایط دیم در اکثر سال‌ها کسر رطوبتی وجود دارد. منظور از کسر رطوبتی، تفاوت بین میزان بارندگی و تبخیر و تعرق پتانسیل می‌باشد. اگر این کسر رطوبت با استفاده از آبیاری تکمیلی جبران شود، همان‌طور که نتیجهٔ آزمایش نشان می‌دهد، حداکثر محصول به‌دست خواهد آمد. با توجه به این که در این آزمایش، آبیاری تکمیلی در زمان پُرشدن غلاف‌ها صورت گرفته است، لذا محدودیت رطوبتی مرتفع شده و در نتیجه دورهٔ پُرشدن دانه تا حدودی طولانی‌تر شده (افزایش بیشتر درجه‌روز رشد تا زمان برداشت) و مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها اختصاص یافته است. برهمکنش آبیاری و رقم بر وزن ۱۰۰۰دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵) و در تیمار با دو مرحله آبیاری (۵۰درصد گلدهی+پُرشدن دانه‌ها)، حداکثر وزن ۱۰۰۰دانه از رقم گریت با میانگین ۲۹۵/۶۸گرم به‌دست آمد (جدول ۷). نتایج مشابهی گزارش شده است که آبیاری تکمیلی باعث افزایش وزن ۱۰۰۰دانه در نخود می‌شود (Uilah *et al.*, 2002; Tubabcer & Kalender, 2004).

عملکرد دانه

اثر آبیاری تکمیلی بر عملکر دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵). در کرت‌هایی که آبیاری تکمیلی صورت گرفته بود، عملکرد دانه بیشتر از تیمارهای بدون آبیاری بود و حداکثر عملکرد از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی + پُرشدن دانه‌ها به‌دست آمد. علت افزایش عملکرد دانه در اثر آبیاری تکمیلی را می‌توان به اثر افزایش تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن دانه نسبت داد. در میان اجزای عملکرد، مهم‌ترین جزء برای تفاوت در عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰۰دانه و تعداد دانه در بوته می‌باشد (جداول ۵ و ۶). با توجه به آمار بارندگی در طی فصل زراعی (جدول۱)، مشخص می‌گردد که میزان بارش در طی ماه‌های فروردین تا خرداد، بسیارکم بوده و از نظر زراعی به‌عنوان بارندگی مؤثر تلقی نمی‌گردد، بنابراین، در شرایط این آزمایش که میزان بارش بهاره در طی مراحل حساس رشد نخود بسیاراندک بوده است، استفاده از آبیاری تکمیلی به‌منظور تأمین قسمتی از نیاز رطوبتی گیاه در مراحل حساس رشدی از اهمیت زیادی برخوردار بوده که منجر به افزایش عملکرد در این شرایط گردیده است. سایر پژوهشگران نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش عملکرد دانه در نخود می‌شود (Uilah *et al.*, 2002; Tubabcer & Kalender, 2004). عملکرد دانه نخود در رقم گریت به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم فیلیپ بود. نتایج نشان داد که عملکرد رقم گریت در شرایط این آزمایش، ۱۷/۱درصد بیشتر از رقم فیلیپ بود (جدول۶).

مقادیر کمپوست، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند، لیکن برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر عملکرد دانه نخود معنی‌دار نبود (جدول۵). بیشترین عملکرد دانه با ۱۴۱۱کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار و کمترین آن از تیمار صفر کمپوست به‌دست آمد (جدول۶). تأثیر کمپوست بر عملکرد دانه، از ابتدای مراحل رشد، بیشتر ناشی از تأثیرات کمپوست بر کل شاخساره و حتی بر ریشه‌های نخود بود که تعداد گره ریزوبیومی بیشتری در ریشه های نخود تولید کرد (جدول۳) و همچنین مربوط به تأثیر مثبت و

افزایشی کمپوست بر اجزای عملکرد نخود بود (جدول ۶) که در نهایت، افزایش عملکرد نخود را به همراه داشت.

عملکرد بیولوژیک

آبیاری تکمیلی بر روی عملکرد بیولوژیک اثر بسیارمعنی‌داری ایجاد نمود (جدول۵) و باعث افزایش آن شد (جدول۶)، به‌طوری‌که در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه‌ها عملکرد بیولوژیک ۴۸۹۸کیلوگرم در هکتار و در تیمار بدون آبیاری ۲۵۴۶کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد بیولوژیک در تیمارهای آبیاری‌شده در مرحلهٔ گلدهی و در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها به‌ترتیب ۳۷۲۰ و ۴۰۸۸کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). آبیاری تکمیلی به‌دلیل تأثیر مثبت بر توسعهٔ شاخه‌های فرعی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. در این آزمایش، تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته‌ها در تیمار با دو مرحلهٔ آبیاری به‌ترتیب ۱۴/۶۱ و ۳۸/۰۶ بود (جدول ۳) که نسبت به تیمار شاهد، ۲۵/۲ و ۱۳/۴درصد افزایش داشت. همچنین تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه در هر بوته، به‌ترتیب ۳۶/۶۸عدد، ۳۹/۲۶عدد و ۱۱/۳۳گرم در تیمارهای با دو مرحله آبیاری بود که نسبت به شاهد (دیم)، ۷۴، ۷۱/۹ و ۱۰۵/۳درصد افزایش داشت. همهٔ این عوامل باعث افزایش عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تیمارهای آبیاری تکمیلی گردید. در ضمن، عملکرد بیولوژیک در تیمارهای با یک مرحله آبیاری تکمیلی نسبت به شاهد (شرایط دیم)، تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول۶). برهمکُنش رقم و آبیاری بر صفت عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار نبود (جدول۵). عملکرد بیولوژیک رقم گریت، تفاوت معنی‌داری با رقم فیلیپ داشت (جدول۶). عملکرد بیولوژیکِ بیشتر رقم گریت در مقایسه با رقم فیلیپ می‌تواند مربوط به ارتفاع بلندتر بوته، تعداد ساقه و تعداد غلاف بیشتر در بوته و وزن ۱۰۰۰دانهٔ بیشتر این رقم (جدول۳) باشد. عملکرد بیولوژیک تحت تیمارهای کمپوست، تفاوت معنی‌داری داشت؛ لیکن، برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار نبود (جدول۵). بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۴۱۲۵کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار و کمترین آن با ۳۳۹۹کیلوگرم در هکتار از تیمار صفر کمپوست به‌دست آمد (جدول۶). از آنجا که عملکرد بیولوژیک در برگیرندهٔ همهٔ اجزای شاخسارهٔ گیاه می‌باشد، با کاربرد کمپوست و تأمین مقادیر محدود آب، صفات رویشی مانند تعداد ساقه در بوته و ارتفاع گیاه، افزایش نشان داد (جدول۳) همچنین کاربرد کمپوست باعث افزایش اجزای عملکرد دانه مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن دانه‌های نخود (جدول ۶) شد که مزیت مصرف کمپوست را در حفظ رطوبت و تأمین مواد غذایی مورد نیاز نخود و ایجاد شرایط لازم برای فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک مانند تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های همزیست با گیاه نخود تحت شرایط دیم و یا کمبود رطوبت در خاک، نشان می‌دهد.

نتایج مشابهی گزارش شده است که آبیاری تکمیلی همراه با کاربرد مواد آلی در خاک باعث افزایش تعداد شاخهٔ فرعی، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک نخود می‌شود (Uilah *et al.*, 2002; Tubabcer & Kalender, 2004; Patel, 2005; Kumer *et al.*, 2004).

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که آبیاری تکمیلی بر شاخص برداشت، اثر معنی‌داری داشت؛ لیکن، آبیاری تکمیلی برای ارقام مورد بررسی و برهمکُنش آنها در ویژگی شاخص برداشت، معنی‌دار نبود (جدول۵). این عدم اختلاف به‌معنی عملکرد یکسان دو رقم نخود در تیمارهای مختلف آبیاری نمی‌باشد (جدول ۶)، بلکه به‌دلیل آن است که در اثر آبیاری تکمیلی همراه با افزایش عملکرد دانه، افزایش عملکرد بیولوژیکی را نیز به همراه داشته است. کمتربودن شاخص برداشت در تیمارهای آبیاری تکمیلی به‌علت کاهش عملکرد دانه نبوده است، بلکه به‌علت رشد رویشی بیشتر و عملکرد بیولوژیک بالاتر ارقام می‌باشد. در این بررسی، شاخص برداشت تیمار شاهد (شرایط دیم) نسبت به تیمارهای آبیاری تکمیلی، بیشتر بود که بالابودن شاخص برداشت در تیمار شاهد به‌دلیل عملکرد بیشتر دانه نبوده است، بلکه عمدتاً به‌خاطر تولید کم مادهٔ خشک در هر بوته بوده است، زیرا کمترین ارتفاع گیاه و تعداد شاخه از تیمار شاهد به‌دست آمد. شاخص برداشت نخود تحت تأثیر مقادیر کمپوست قرار گرفت و برهمکُنش کمپوست×آبیاری بر شاخص برداشت، معنی‌دار بود (جدول۵). بیشترین شاخص برداشت با ۳۵/۱۴درصد از برهمکُنش آبیاری در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه و میزان ۱۵تن کمپوست در هکتار و کمترین شاخص برداشت با ۳۲درصد از برهمکُنش تیمارهای صفر کمپوست و عدم آبیاری به‌دست آمد (جدول۸). بر اساس داده‌های جدول ۸، تأثیر کمپوست بر شاخص برداشت نخود، هنگامی مؤثرتر بوده است که همراه با کاربرد محدود آب در مراحل رشدی نخود بوده باشد، به‌نحوی که شاخص برداشت نخود در تیمار شاهد کمپوست و تیمار بدون آبیاری (شرایط دیم)، در کمترین میزان و در تیمار آبیاری محدود، مقادیر

بیشتری داشت و در شرایطی که آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه انجام شده بود، بیشترین شاخص برداشت به‌دست آمد.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که آبیاری محدود به‌صورت آبیاری تکمیلی در دیمزارهای نخود به‌ویژه در مراحل حساس رشدی به‌همراه مصرف کمپوست، منجر به بهبود اجزای عملکرد و عملکرد نخود می‌شود. در این آزمایش، آبیاری تکمیلی در دو مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه‌ها و نیز استفاده از رقم مناسب گریت و ۱۵تُن کمپوست در هکتار موجب بهبود شرایط مناسب رشد در محیط ریشه‌های بوته‌های نخود شده و نیز منجر به تولید زیست‌تودهٔ بیشتری در شاخسارهٔ نخود گردید و از آن‌جا که این صفات بر شاخص برداشت نخود اثر معنی‌داری ایجاد نمودند، در نهایت تحت شرایط آبیاری محدود، بیشترین عملکرد دانه تولید گردید.

منابع

1. Bulg, J. 2003. Influence of drought on seed yield components in common bean. Plant Physiology Special Issue p. 320-330.
2. Goldani, M., and Rezvani Moghadam, P.R. 2004. Effect of drought levels and sowing date on yield and yield of rain fed and irrigated chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Iranian Field Crop Research 2: 221-239. In Persian with English Summary.
3. Jehad Agricultural Ministry. 2010. Statistics of Agriculture 1: 114.
4. Jongdee, R., Fukai, B.S., and Cooper, M. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. Field Crops Research 76: 153-163.
5. Kanoni, H., Kazemi, H., and Moghadam, M.R. 2003. Chickpea cultivars selections for drought tolerant: Journal of Agricultural Science 12: 109-121. In Persian with English Summary.
6. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Crouch, J.H., and Serraj, R. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Research 95: 171-181.
7. Kumer, J., Dhiman, N., Yadav, S.S., Berger, J., Neil, C., Turner, S., and Dhirendra, S. 2004. Moisture stress studies in different chickpea types. Available at web site http://www.cropscience.org.au (verified 5 December 2010).
8. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., Lopez-Bellido, F.J., Lopez-Bellido, L., and Lopez-Bellido, R.J. 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L). European Journal of Agronomy 23: 359-378.
9. Nayyar, H., Singh, S., Kaur, S., Kumar, S., and Upadhyaya, H.D. 2006. Differential sensitivity of macrocarpa and microcarpa types of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to water stress: association of contrasting stress response with oxidative injury. Plant Biology 48: 1318-1329.
10. Pacucci, G., Troccoli, C., and Leoni, B. 2006. Effect of supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a Mediterranean climate. Agriculture Engineering International: The CIGRE. Manuscript LW, 04005.Vol.VIII. May 2006.
11. Parsa, M., and Bagheri, A. 2009. Pulses. Jehad-University Mashhad Press.
12. Patel, R.A. 2005. Response of chickpea (*Cicer arietinum*) to irrigation, FYM and sulphur on a sandy clay loam soil. ICPN 12: 22-24.
13. Popelka, J.C., and Higgins, T.J.V. 2007. Chickpea. In: E.C. Pau and M.R. Davey (Eds). Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 59: Transgenic Crops IV. Speringer-Verlag Berlin Heidelberg.
14. Rezaianzadeh, A. 2009. Effect of supplemental irrigation on yield, yield components of three chickpea cultivars. MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. In Persian with English Summary.
15. Sabaghpour, S.H. 2003. Mechanisms of drought tolerance in plants. Journal of Drought and Water Stress 11: 21-32. In Persian.
16. Sabaghpour, S.H., Kumar, J., and Nageshwar, T.N. 2003. Inheritance of number of pods per peduncle in chickpea. Proceeding of International Chickpea Conference January 2,22,2003. India Gandhi Agriculture University, Raipur Chhattisgarhi, India.
17. Siddipue, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.
18. Tadayon, M.R., and Emam, Y. 2008. Effect of supplemental irrigation and amount of available water on yield, yield components and physiological characteristics of two Rain fed wheat cultivar. Journal Science and Technology of Agriculture and Natural Resource 11: 145-157. In Persian with English Summary.

19. Thomas, H. 1997. Drought Resistance in Plant. In: A.S. Basra and R.K. Basra (Eds). Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants. IPH Publishers New Delhi, India, p. 1-42.
20. Tuba Bicer, B., Narin, K.A., and Sakar, D. 2004. The Effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy Asian Network Science 3: 154-158.
21. Ullah, A., Bakht, J., Shafi, M., and Alishahandz, I.W. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. Asian Journal Plant Science 4: 355-357.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 31-44

Effect of supplementary irrigation and compost application on morphological traits and yield of two chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars

Tadayyon[1*], M.R. & Ghorbaninejad[2], A.J.

1- Assistant professor, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord
2- Former MSc. Student, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord

Received: 6 March 2011
Accepted: 16 November 2011

Abstract

To investigate the effects of supplementary irrigation and application of different compost levels on morphological traits, yield and yield components of two chickpea cultivars under dry land conditions, a field experiment was conducted at the research field in Khoramabad, Iran in 2009-2010. The experiment was split split plot based on randomized complete block design with four levels of irrigation (no irrigation as control, supplementary irrigation at flowering, at grain filling, and at flowering + grain filling stages along) with three levels of compost (0, 10 and 15 $t.ha^{-1}$ as sub factors) and two chickpea cultivars (Greet and Filip93-93) as sub-sub factors. Results indicated that the highest number of main shoot (3.63), branches (14.61), pod/plant (36.68), seed/plant (39.26), plant height (38.6 cm), 1000 seed weight (291.5 g), grain yield (1688 kg/ha) and biological yield (4898 kg/ha) were obtained from supplementary irrigation at flowering + grain filling stages from Greet cultivar. The maximum grain yield was obtained from interaction of supplementary irrigation and application of 15 $t.ha^{-1}$ compost. Due to increase of chickpea cultivar yield under supplementary irrigation and compost in dry farming conditions, therefore such plant is recommended for dry farming at Khoramabad region.

Key words: Chickpea, Dry land farming, Supplementary irrigation, Yield

[*] **Corresponding Author:** mrtadayon@yahoo.com, Mobile: 09133861597

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۵۴-۴۵، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 45-54

گزینش برای تحمل به تنش خشکی انتهای فصل در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)

مسلم فتحی[1*]، محمدرضا بی‌همتا[2]، ناصر مجنون‌حسینی[2]، علی‌اکبر شاه‌نجات بوشهری[2]، هادی محمدعلی‌پوریامچی[1]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج
۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی و تعیین مؤثرترین صفات و شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط کم‌آبی در لوبیا چشم‌بلبلی، آزمایشی در قالب طرح آگمنت در دو شرایط جداگانه در مزرعهٔ دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج در سال زراعی۱۳۸۸ اجرا گردید. تنش خشکی به‌صورت قطع آبیاری از زمان گلدهی به‌بعد در مقابل شرایط معمول هر هشت روز یک‌بار، بر روی ۲۳۸ژنوتیپ اِعمال گردید. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظرتحمل به خشکی، توسط هفت شاخص مختلف شامل میانگین حسابی(MP)، میانگین هارمونیک(HARM)، تحمل(TOL)، حساسیت به تنش(SSI)، تحمل به تنش(STI)، میانگین هندسی(GMP) و نرخ کاهش عملکرد (Yr) صورت گرفت. برای تعیین روابط بین عملکرد دانه و شاخص‌ها، از ضرایب همبستگی پیرسون استفاده گردید و شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI که دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط بودند، انتخاب شدند که می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پُرمحصول برای هر دو شرایط محیطی به‌کار روند. با استفاده از روش ترسیمی بای‌پلات بر روی ۲۳۸ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی و مشاهدهٔ وضع قرارگرفتن ژنوتیپ‌ها در بای‌پلات مذکور، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۴۹، ۱۸۰، ۶، ۱۴۷، ۱۵۱، ۱۶۰، ۵۵، ۹ و ۱۸۹، به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا شناسایی شدند. تجزیهٔ کلاستر بر اساس شاخص‌های مورد بررسی و عملکرد تحت شرایط معمول و تنش خشکی، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در چهار کلاستر گروه‌بندی کرد که اکثر ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی با عملکرد بالا در کلاستر سوم قرار گرفتند و اکثر ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی در کلاستر دوم قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیهٔ کلاستر، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل، لوبیا چشم‌بلبلی، همبستگی

مقدمه

گیاهان در شرایط طبیعی با تنش‌های متعددی روبه‌رو می‌باشند که یکی از مهم‌ترین آنها تنش خشکی است (Alavi & Shoaie Deilami, 2004). یکی از اهداف اصلاح‌نباتات، افزایش عملکرد اقتصادی در شرایط تنش خشکی می‌باشد. عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین شاخص انتخاب ارقام مقاوم به خشکی، تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی زیادی قرار دارد و به‌همین دلیل، انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را دشوار ساخته است (Debaeke & Abdellah, 2004). دورهٔ زایشی گیاهان، از حساس‌ترین مراحل دورهٔ رشدی گیاهان زراعی به تنش خشکی است (Sio-Se Mardeh *et al*., 2006).

یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، اصلاح گیاهان متحمل و زودرس است و شناخت این موضوع که هر یک از گیاهان یا ژنوتیپ‌ها چگونه با تنش مقابله می‌کنند، حایز اهمیت می‌باشد (Koocheki *et al*., 2006). لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) از جمله حبوباتی است که در کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به‌خصوص کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکای‌جنوبی مورد کشت قرار می‌گیرد و به‌عنوان منبع تغذیه‌ای مهم به‌شمار می‌آید (Singh *et al*., 1997). لوبیا چشم‌بلبلی یکی از گیاهانی است که در شرایط آب‌وهوایی گرم‌وخشک رشد کرده و دارای ارقامی است که نسبت به شرایط مختلف، سازگاری دارند (Silveira *et al*., 2001). برای انتخاب گیاهان بر اساس عملکرد، شاخص‌های متعددی پیشنهاد شده است. این شاخص‌ها بر اساس عملکرد گیاه در دو محیط تنش و بدون

* **نویسنده مسئول:** دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، تهران، همراه: ۰۹۱۸۸۱۸۱۰۷۴، fathimoslem@yahoo.com

تنش محاسبه می‌شوند. این شاخص‌ها باید طوری باشند که بتوانند ژنوتیپ‌های با عملکرد پایدار و یکسان در هر دو محیط را نشان دهند و دیگر گیاهانی را که تظاهر خوبی فقط در محیط تنش یا در محیط بدون تنش دارند و یا در هر دو محیط، تظاهر نامناسبی دارند، حذف کنند. ژنوتیپ‌ها بر اساس تظاهرشان در هر دو محیط تنش و بدون تنش به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند. ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط، عملکرد بالایی دارند (گروه A)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط عادی عملکرد بالایی دارند (گروه B)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش، عملکرد خوبی دارند (گروه C) و ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای عملکرد پایینی هستند (گروهD) (Fernandez, 1992). شاخص SSI شاخص حساسیت به تنش می‌باشد که هر قدر مقدار SSI کوچک‌تر باشد، میزان مقاومت به خشکی بالاتر است. انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط عادی ولی عملکرد بالا در محیط تنش می‌شود (Fischer & Maurer, 1978). محققان طی آزمایشی بر روی جو، با استفاده از شاخص SSI و تعیین پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص حساسیت به تنش در برابر عملکرد نسبی در هر محیط، مشاهده نمودند که ژنوتیپ‌های برتر دارای حساسیت کمتر ولی دارای عملکرد بیشتری در شرایط تنش می‌باشند (Rizza *et al*., 2004). Fernandez (1992) شاخص دیگری را تحت عنوان میانگین هندسی محصول دهی (GMP) پیشنهاد نمود که این شاخص، حساسیت کمتری به مقادیر بسیارمتفاوت Yp_i و Ys_i دارد. محققان در بررسی این شاخص‌ها به این نتیجه رسیدند که کارآمدی شاخص‌های انتخاب، به شدت و مدت تنش خشکی بستگی دارد (Panthuwan *et al*., 2002; Yadav & Bhatnagar, 2001; Blum, 1996). هدف از این تحقیق، ارزیابی تحمل به تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد زایشی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به خشکی و انتخاب بهترین معیار گزینش و ارقام برتر لوبیا چشم‌بلبلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا چشم‌بلبلی، پژوهشی در سال زراعی۱۳۸۸ بر اساس شاخص‌های ارزیابی تنش انتهای فصل رشد در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام شد. تعداد ۲۳۸ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی به همراه دو شاهد پرستو و مشهد، از کلکسیون بانک ژن دانشکدهٔ کشاورزی، دریافت و در قالب طرح آگمنت در دو آزمایش جداگانه معمول و تنش خشکی آخر فصل، کشت شدند. قبل از کاشت، آماده‌سازی زمین با شخم بهاره و تسطیح انجام شد. در هر واحد یا کرت آزمایشی،۱۰خط به طول ۲متر با فاصلهٔ بین خطوط۵۰سانتی‌متر کاشته شد. فاصلهٔ بین بوته‌ها روی ردیف،۱۰سانتی‌متر و فاصلهٔ بین هر کرت، یک‌متر درنظرگرفته شد. در طی دورهٔ رشد، عملیات وجین علف‌های‌هرز به‌صورت دستی انجام شد. آبیاری و سایر عملیات داشت، به‌طور یکسان برای هر دو شرایط انجام گرفت و در شرایط تنش، آبیاری از مرحلهٔ گلدهی به بعد تا پایان دورهٔ رشد، متوقف گردید. با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری معمول (Yp_i) و آبیاری محدود (Ys_i)، شاخص‌های مختلف زیر محاسبه شدند:

(شاخص میانگین بهره‌وری) $MP = (Ypi + Ysi)/2$
(Rosielle & Hamblin, 1984)

(شاخص تحمل) $TOL = Ypi - Ysi$
(Rosielle & Hamblin, 1984)

(شاخص میانگین هندسی بهره‌وری)
$GMP = \sqrt{(Ypi \times Ysi)}$
(Fernandez, 1992)

(شدت تنش) $SI = 1 - (Ys / Yp)$
(Ficher & Maurer, 1978)

(شاخص حساسیت به تنش) $SSI = 1 - (Ysi / Ypi) / SI$
(Ficher and Maurer, 1978)

(شاخص تحمل به تنش) $STI = (Ypi \times Ysi)/(Yp)^2$
(Fernandez, 1992)

(میانگین هامونیک بهره‌وری)
$HARM = 2 \times (Ypi \times Ysi)/(Ypi + Ysi)$
(Kristin *et al*., 1997)

(نرخ کاهش عملکرد) $Yr = 1 - (Ysi / Ypi)$
(Golestani & Assad, 1998)

(شاخص پاسخ به خشکی)
$DRI = (Ysi - Y)/(S.E.of\,Y), Y = a - bFi + cYpi$
(Bidinger *et al*., 1987)

Yp: میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش؛ Ys: میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش؛ Fi: تعداد روز تا گلدهی، Y: برآورد رگرسیونی عملکرد تحت شرایط تنش و S.E. of Y: خطای استاندارد رابطهٔ رگرسیونی می‌باشند. همچنین، SI (Stress Index) شاخص تنش می‌باشد که از طریق رابطه فوق‌الذکر محاسبه می‌شود. برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم با عملکرد بالا در هر دو شرایط از نمودار سه‌بعدی استفاده گردید. نمودار سه‌بعدی، رابطهٔ بین سه متغیر Ypi، Ysi و یکی از شاخص‌های مقاومت را نشان می‌دهد که در آن، عملکرد دانه تحت شرایط معمول بر روی محور Y، عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی بر روی X و یکی از شاخص‌های انتخاب‌شدهٔ فوق، بر روی محور Z نمایش داده می‌شود. با توجه به این سه معیار، ژنوتیپ‌ها به چهار گروه A، B، C و D تقسیم شدند. مناسب‌ترین شاخص انتخاب برای تحمل، شاخصی است که قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها باشد (Fernandez, 1992). برای ترسیم نمودار بای‌پلات، ابتدا تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر مبنای شاخص‌های مقاومت و عملکرد تحت شرایط معمول و تنش خشکی انجام شد و ضرایب عامل‌ها پس از چرخش وریماکس (Varimax) و بر مبنای روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد گردیدند.

در ادامه، ضمن بررسی روابط همبستگی بین شاخص‌ها و عملکردهای دو شرایط تنش و بدون تنش، وضعیت روابط علت و معلولی صفات مؤثر بر عملکرد که روی شاخص‌های مورد بحث نیز می‌توانند تأثیرگذار باشند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین به‌منظور ارزیابی بهتر روابط بین شاخص‌ها با عملکردهای هر دو شرایط تنش و بدون تنش، از روش ترسیمی بای‌پلات بر روی ۲۳۸ژنوتیپ، استفاده شد. برای دسته‌بندی داده‌ها، از نرم‌افزار Excel، برای محاسبات آماری، از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و SPSS 18 و برای ترسیم نمودارهای سه‌بعدی و بای‌پلات، از برنامهٔ STATGRAPHICS استفاده گردید.

نتایج و بحث

به‌طور کلی، تنش خشکی باعث کاهش ۴۸درصدی عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی شد. شناسایی ژنوتیپ‌هایی که بتوانند مقاومت خوبی داشته باشند، لازم است. به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل، شاخص‌های مقاومت و تحمل بر اساس عملکرد ارقام تحت شرایط معمول (Ypi) و تحت شرایط تنش خشکی (Ysi) محاسبه گردیدند. به عقیدهٔ محققان، بهترین شاخص آن است که در هر دو شرایط معمول و تنش، دارای همبستگی معنی‌داری با عملکرد باشد (Blum, 1988). با توجه به ضرایب همبستگیِ به‌دست‌آمده بین عملکرد تحت شرایط تنش و معمول و شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال ۱درصد با عملکرد در هر دو شرایط تنش و معمول نشان دادند (جدول ۱). لذا این شاخص‌ها را می‌توان به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در هر دو شرایط انتخاب کرد. شاخص‌های TOL (شاخص تحمل) و SSI (شاخص حساسیت به تنش) همبستگی مثبت معنی‌داری با عملکرد در شرایط بدون تنش و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش نشان دادند (جدول ۱). بنابراین، هرچه مقادیر این شاخص‌ها کوچکتر باشد، ژنوتیپ‌ها متحمل‌تر خواهند بود. Schneider *et al.* (2004) پیشنهاد کردند که در ابتدا ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر بالای GMP انتخاب شوند و سپس به‌منظور حصول اطمینان از بقای عملکرد تحت شرایط تنش، از بین ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده، ژنوتیپ‌های با بیشترین مقادیر Ysi، انتخاب شوند. Samieezadeh (1996) در آزمایشی با ارقام نخود سفید نتیجه‌گیری کرد که شاخص‌های GMP و STI برای برآورد پایداری عملکرد و دستیابی به ارقام با عملکرد بالا، مناسب‌تر است. Habibi *et al.* (2006) در بررسی ۱۵لاین لوبیاقرمز نشان دادند که شاخص‌های MP، GMP و STI، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در هر دو شرایط معمول و تنش دارند؛ بنابراین لاین‌هایی که مقادیر بالای این شاخص‌ها را داشتند به‌عنوان لاین‌های متحمل معرفی شدند. Ebrahimi *et al.* (2010) نیز شاخص‌های STI، MP و GMP را به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در بررسی ۳۰ژنوتیپ لوبیای سفید معرفی کرده و براساس این شاخص‌ها، دو ژنوتیپ مقاوم را انتخاب کردند.

Ganjeali *et al* (2005) نشان دادند که شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد تحت شرایط بدون تنش و تنش دارند و بر اساس این شاخص‌ها، چهار ژنوتیپ نخود مقاوم به خشکی، معرفی کردند. Naroui Rad *et al.* (2010) در ارزیابی ۱۸ژنوتیپ عدس نشان دادند که شاخص‌های GMP و STI بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد در شرایط خشکی و معمول دارند و براساس این شاخص‌ها دو ژنوتیپ مقاوم به خشکی را معرفی کردند. Fernandez (1992) دو شاخص

STI و MP را برای غربال لاین‌های مقاوم لوبیا نسبت به خشکی معرفی کرد.

با توجه به این‌که شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI، به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای تشخیص گروهA از سایرگروه‌ها شناخته شدند، لذا از نمودار سه‌بعدی آنها نیز استفاده شد (شکل‌های۱ تا ۴).

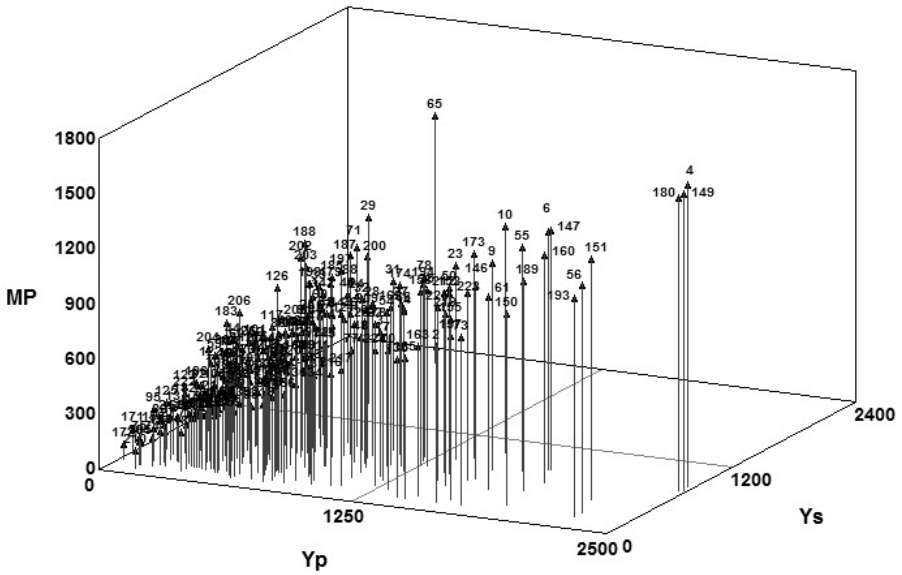
جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های مقاومت در ۲۳۸ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی

Table 1. Correlation coefficient between Yp, Ys and tolerance indices in 238 cowpea genotypes

	Yp	Ys	MP	GMP	HARM	STI	TOL	SSI	Yr
Yp	1								
Ys	0.446**	1							
MP	0.903**	0.787**	1						
GMP	0.800**	0.891**	0.979**	1					
HARM	0.687**	0.950**	0.929**	0.985**	1				
STI	0.784**	0.877**	0.961**	0.983**	0.969**	1			
TOL	0.743**	-0.268	0.384**	0.195	0.028	0.189	1		
SSI	0.325*	-0.672**	-0.098	-0.277	-0.421**	-0.252	0.852**	1	
Yr	0.325*	-0.672**	-0.098	-0.277	-0.421**	-0.252	0.852**	1.000**	1

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

** & *: significant at 0.01 and 0.05 levels, respectively



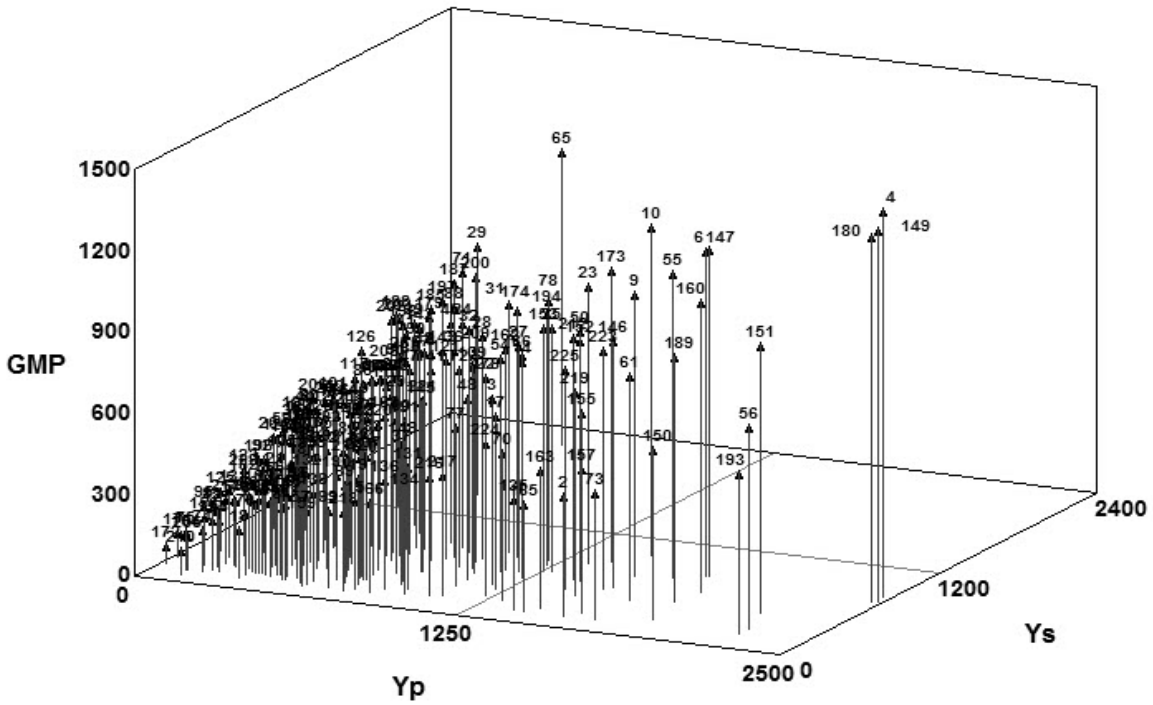
شکل ۱- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص MP

Fig. 1. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on Yp, Ys and MP index

بررسی نمودارهای سه‌بعدی Yp و Ys با شاخص‌های انتخاب‌شده نشان داد که با این‌که هیچ‌کدام از ژنوتیپ‌ها در گروه A قرار ندارند، ولی با این حال، با توجه به این‌که ژنوتیپ‌های ۴، ۱۴۹ و ۱۸۰ در ناحیه‌ای با عملکرد بالا و مقاومت متوسط و پایدار قرار گرفته‌اند، بنابراین به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط معمول و تنش خشکی انتخاب شدند. استفاده از نمودارهای سه‌بعدی برای تشخیص گروهA از سایر گروه‌ها در لوبیا توسط Fernandez (1992) و در نخود توسط Ganjeali *et al*. (2005) مورد استفاده و تأیید قرار گرفته است.

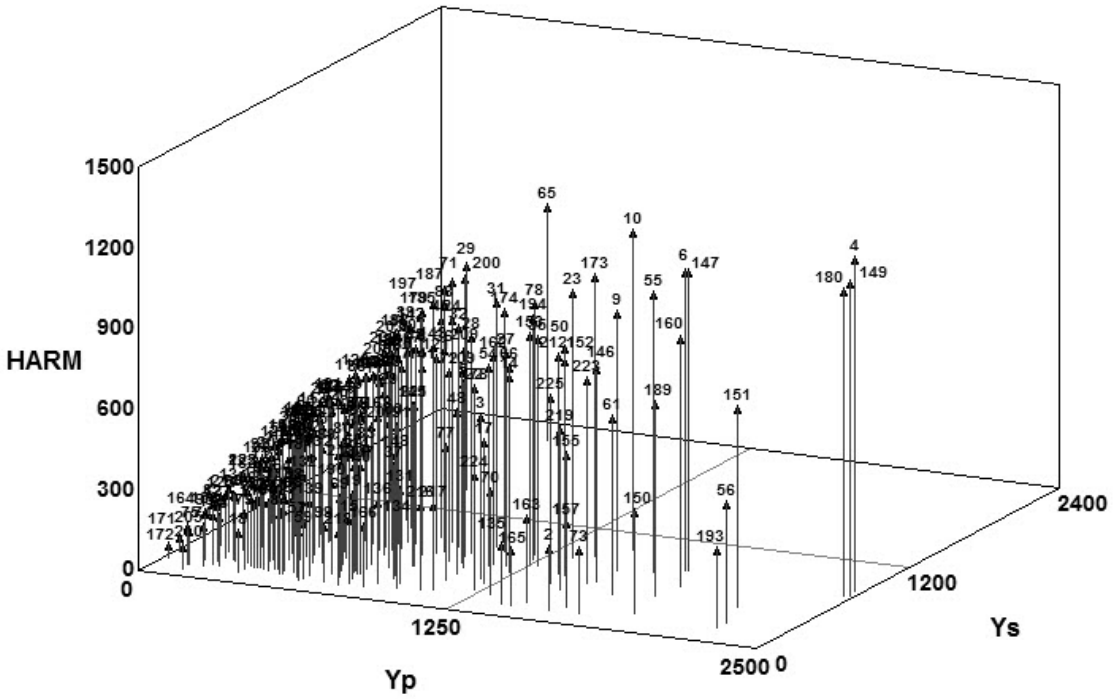
رابطهٔ سه متغیر را می‌توان با استفاده از نمودار سه‌بعدی بررسی کرد، ولی در صورتی‌که بررسی رابطه بیش از سه متغیر مد نظر باشد از نمودار چندمتغیرهٔ موسوم به نمودار بای‌پلات استفاده می‌شود. بدین صورت می‌توان روابط بین عملکرد ژنوتیپ‌ها و تمام شاخص‌های مقاومت را در یک شکل نشان داد. همان‌طور که در جدول۲ ملاحظه می‌شود، بیشترین تغییرات بین داده‌ها با حدود ۹۲درصد توسط دو مؤلفه اول توجیه شد. بنابراین ترسیم بای‌پلات براساس این دو مؤلفه صورت گرفت. در این بررسی، مؤلفه اول ۶۲/۳درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و همبستگی بالایی را با عملکرد در شرایط تنش خشکی و همچنین شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI نشان داد که شاخص‌های مرتبط با عملکرد دانه را در برمی‌گیرد و از طرف دیگر همبستگی پایینی با شاخص‌های TOL و SSI نشان داد.

بنابراین، اگر میزان مؤلفهٔ اول بالا باشد، ژنوتیپ‌هایی انتخاب می‌شوند که در شرایط تنش خشکی دارای عملکرد بالایی بوده و به تنش خشکی تحمل نسبی دارند. ازاین‌رو، این مؤلفه، به‌عنوان مؤلفهٔ پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش خشکی معرفی شد. مؤلفهٔ دوم ۳۰/۰۲۲درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و همبستگی منفی با عملکرد تحت شرایط تنش خشکی و همبستگی مثبت با عملکرد تحت شرایط معمول و شاخص‌های TOL و SSI نشان داد. بنابراین اگر مؤلفه دوم افزایش یابد، ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالا تحت شرایط معمول و عملکرد پایین تحت شرایط تنش خشکی هستند، انتخاب می‌گردند. بنابراین مؤلفهٔ دوم را می‌توان به‌عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نام‌گذاری کرد که ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین تحت شرایط تنش و مقادیر بالای TOL و SSI را جدا می‌کند. براساس این دو مؤلفه، ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین عملکردشان و تحمل به تنش در درون گروه‌های مشخص قرار می‌گیرند.

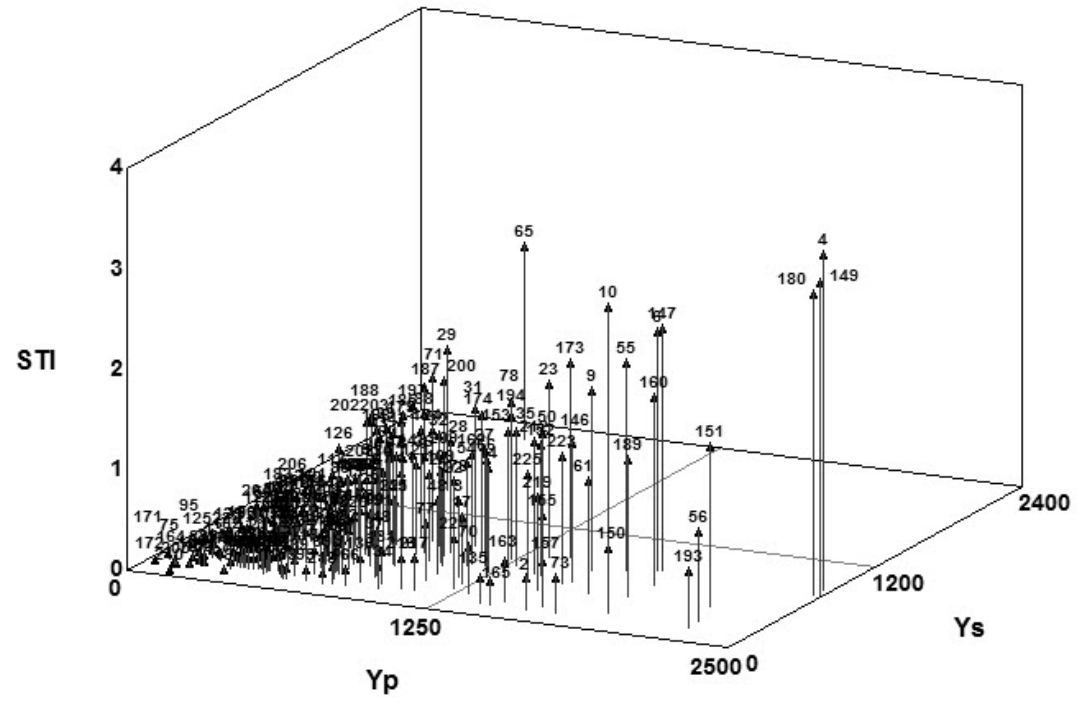


شکل ۲- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص GMP

Fig. 2. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on Yp, Ys and GMP index



شکل ۳- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص HARM
Fig. 3. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on Yp, Ys and HARM index



شکل ۴- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص STI
Fig 4. 3D plot for determination tolerance genotypes to drought stress based on Yp, Ys and STI index

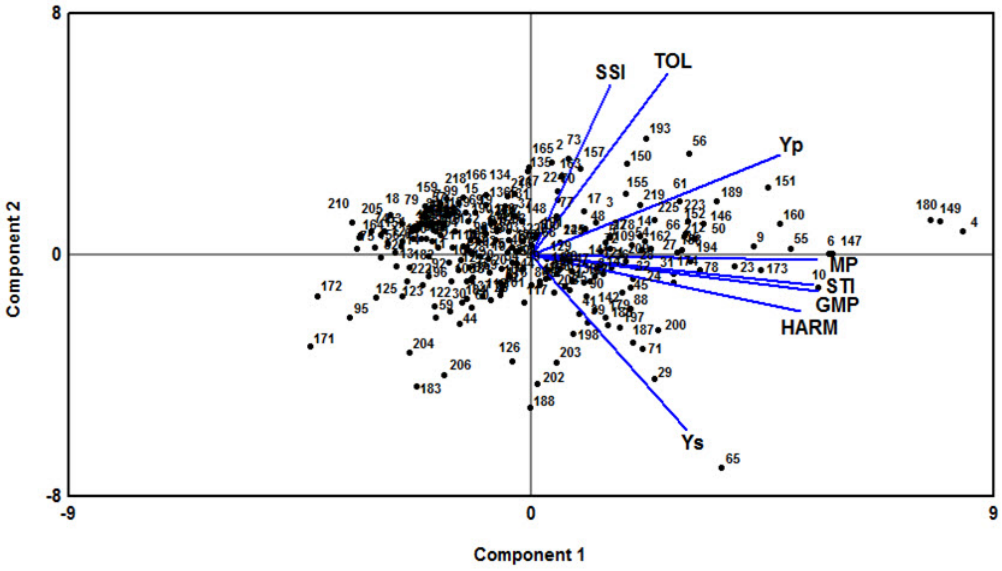
جدول ۲- مقادیر ویژه، بردارهای ویژه و سهم تجمعی شاخص‌های مقاومت و عملکرد در شرایط نرمال و تنش خشکی در ۲۳۸ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی
Table 2. Eigen values, vector values and cumulative variance of tolerance indices, Yp and Ys in 238 cowpea genotypes

مؤلفه Component	مقادیر ویژه Eigen values	درصد سهم تجمعی Cumulative of variance (%)	Yp	Ys	MP	GMP	HARM	STI	TOL	SSI
1	4.986	62.321	0.673	0.752	0.940	0.988	0.958	0.962	0.192	0.022
2	2.398	92.299	0.701	-0.633	0.265	0.125	0.016	0.147	0.953	0.845

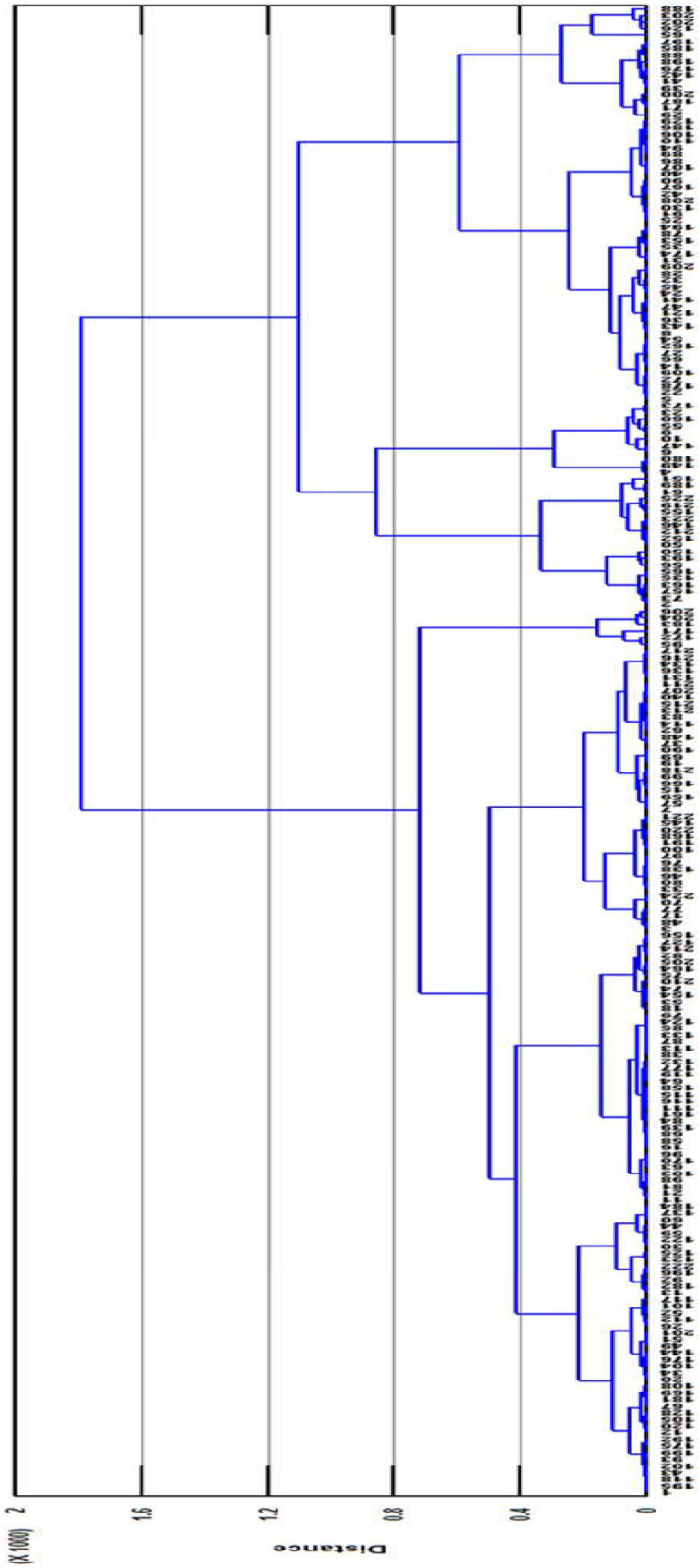
براساس مؤلفه‌های اول و دوم، نمودار بای‌پلات ترسیم گردید (شکل ۵). با توجه به زوایای خطوطی که شاخص‌ها را نمایش می‌دهند، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های TOL و SSI، همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی و همبستگی مثبت با عملکرد دانه در شرایط معمول دارند؛ در حالی که شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط می‌باشند. براساس نمودار بای‌پلات ترسیم شده، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۴۹ و ۱۸۰ که در ناحیهٔ با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به تنش خشکی و در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مهم تحمل قرار دارند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم با عملکرد بالا معرفی می‌شوند و ژنوتیپ‌های ۲، ۲۲، ۷۳، ۱۶۵، ۱۳۹ و ۷۷ که در ناحیهٔ با عملکرد پایین در شرایط تنش خشکی و حساسیت بالا و در مجاورت شاخص‌های مهم حساسیت به تنش شامل TOL و SSI قرار گرفته‌اند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های دارای سازگاری خصوصی به شرایط بدون تنش خشکی شناخته شدند و ژنوتیپ‌های ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۸۳، ۲۰۶، ۲۰۴، ۹۵ و ۱۲۵ که در ناحیهٔ با عملکرد پایین تحت شرایط معمول و تنش خشکی قرار گرفته‌اند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در هر دو شرایط معرفی شدند.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای عملکرد دانه تحت شرایط معمول و تنش خشکی و همچنین شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از روش وارد (Ward) انجام شد. با توجه به نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۱، ۴۹ و ۱۸۰ در کلاستر۳ قرار گرفتند که همان ارقام متحمل به تنش خشکی می‌باشند و ژنوتیپ‌های ۲، ۷۳، ۱۳۵، ۱۶۵ و ۱۶۳ در کلاستر۲ قرار گرفتند که همان ارقام حساس به تنش خشکی بودند. استفاده از روش تجزیهٔ خوشه‌ای توسط Fernandez (1992) در لوبیا و Ganjeali *et al*. (2005) در نخود جهت گروه بندی لاین‌های نخود به‌کار رفته است که لاین‌ها را به چهار گروه تقسیم کردند که همان چهار گروه A، B، C و D در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بودند.

به طور کلی، نتایج نشان داد که شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در لوبیا مناسب‌اند و با استفاده از این شاخص‌ها، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۴۹ و ۱۸۰ به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند.



شکل ۵- نمایش بای‌پلات ۲۳۸ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در هشت شاخص تحمل به خشکی بر اساس دو مؤلفهٔ اول و دوم
Fig. 5. Biplot for 238 cowpea genotypes at 8 tolerance to drought index on the basis of first and second components



شکل ۶- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ۲۳۸ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی بر اساس عملکرد تحت شرایط بدون تنش (Yp) و تنش (Ys) و شاخص‌های تحمل با استفاده از روش Ward

Fig. 6. Dendrogram obtained by cluster analysis of 238 cowpea genotypes based on Yp, Ys and tolerance indices using by Ward's method

منابع

1. Alavi, R., and Shoaie Deilami, M. 2004. Selection of different tobacco cultivars for resistance to drought in Rasht regions. Proceedings of the 8th Agronomy and Plant Breeding of Iran. College of Agricultural Sciences of Guilan, Rasht. p. 78. (In Persian).
2. Blum, A. 1996. Crop response to drought and the interpretation of adaptation. J. Plant. Growth. Regul. 20: 135-148.
3. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press. Boca Raton, FL. pp. 38-78.
4. Bidinger, F.R., Mahalakshmi, V., and Rao, G.D.P. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet. II. Estimation of drought response to stress. Australian Journal of Agricultural Research 38: 49-59.
5. Debaeke, P., and Abdellah, A. 2004. Adaptation of crop management to water limited environments. Eur. J. Agron. 21: 433-446.
6. Ebrahimi, M., Bihamta, M.R., Hossein zadeh, A.H., Khiyalparast, F., and Golpashi, M. 2010. Evaluation of reaction yield and yield components of white bean genotypes under water stress. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 347-358. (In Persian).
7. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.G. Kuo (Ed). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Publication, Tainan, Taiwan. p. 257-270.
8. Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: grain yield response. Aust. J. Agr. Res. 29 :897-912.
9. Ganjeali, A., Kafi, A., Bageri, A., and Shahriyari, F. 2005. Screening for drought tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences 3: 103-122. (In Persian with English Summary).
10. Golestani, S.A., and Assad, M.T. 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica 103: 293-299.
11. Habibi, Gh.M., Ganadha, M.R., Sohani, A.R., and Dory, H.R. 2006. Evaluation of relation of seed yield with important agronomic traits of Red bean by different analysis methods in stress water condition. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 1-13. (In Persian with English Summary).
12. Koocheki, A.R., Yazdansepas, A., and Nikkhah, H.R. 2006. Effect of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iran. J. Crop. Sci. 8: 14-29. (In Persian with English Summary).
13. Kristin, A.S., Senra, R.R., Perez, F.I., Enriques, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallego, P.R., Wassimi, N. and Kelley, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
14. Naroui Rad. M.R., Ghasemi, A., and Arjmandinejad, A.R. 2010. Study of limit irrigation on yield of lentil genotypes of national plant gene bank of Iran by drought resistance indices. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. 7: 238-241. (In Persian with English Summary).
15. Panthuwan, G., Fokai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S., and O,Toole, J.C. 2002. Yield response of rice genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1: grain yield and yield components. Field Crop Res. 41: 45-54.
16. Rizza, F., Badeck, F.W., Cattivelli, L., Lidestri, O., Fozo, N.D., and Stanca, A.M. 2004. Use of a water stress index to identify barely genotypes adapted to rain fed and irrigated conditions. Crop Sci. 44: 2127-2137.
17. Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1984. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: 943-946.
18. Samieezadeh, H.A. 1996. Evaluation of phenotypic and genotypic variation of quantitative traits and their correlation with the yield of Kabuli type chickpea. MSc. Thesis. Islamic Azad University of Karaj.
19. Schneider, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J.A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J.D. 2004. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
20. Silveira J.A.G., Costa, R.C.L., and Oliveira J.T.A. 2001. Drought-induced effects and recovery of nitrate assimilation and nodule activity in cowpea plants. Braz. J. Microbiology 32: 187-194.
21. Singh, B.B, Mohar, D.R., and Dashiell, K.E. 1997. Advances in Cowpea Researches. IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria.
22. Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. Field Crop Res. 98: 222-229.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 45-54

Screening for terminal drought stress tolerance in cowpea genotypes *(Vigna unguiculata* L.*)*

Fathi[1*], M., Bihamta[2], M.R., Majnoon Hosseini[2], N., Shah Nejat Boushehry[2], A.A. & Mohammad Ali Pour Yamchi[1], H.

1- MSc. Student of Plant Breeding, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran
2- Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran

Received: 21 May 2011
Accepted: 10 December 2011

Abstract

In order to study and determine the most effective traits, drought tolerance indices and identify tolerant genotypes in terminal drought stress on the cowpea, an experiment was carried out based on an augment design in two separate conditions in the Karaj Farm, Faculty of Agriculture, Tehran University in 2009. Drought stress was imposed by cutting irrigation after flowering against normal irrigation on 238 cowpea genotypes. Evaluation of studying genotypes under drought conditions was conducted using nine indices, including mean productivity (MP), Harmonic Mean (HARM), Tolerance Index (TOL), Stress Susceptibility index (SSI), Stress Tolerance index (STI), Geometric Mean productivity (GMP), Yield Index (YI), Yield Stability Index (YSI) and Yield Reduction percent (Yr). To determine the relationship between grain yield and indices, Pearson correlation coefficient was calculated. The MP, GMP, HARM and STI indices which have the most significant correlation with yield in stress and non-stress conditions were introduced as the best indices for screening tolerant genotypes to drought and high-yielding in both environmental conditions. Using Biplot scatter graph in 238 cowpea genotypes and according to genotypes status in Biplot scatter graph, 4, 149, 180, 6, 147, 151, 160, 55, 9 and 189 genotypes were identified as tolerant genotypes with high-yield. Cluster analysis based on investigating indices and yield under drought stress and non-stress conditions showed that genotypes was grouped in four clusters and most of drought tolerant genotypes with high yield were grouped in third cluster, while most of sensitive genotypes to drought stress were grouped in the second cluster.

Key words: Biplot, Cluster analysis, Correlation, Cowpea, Drought stress, Tolerance indices

[*] **Corresponding Author:** fathimoslem@yahoo.com; Mobile: 09188181074

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۶۴-۵۵، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 55-64

تأثیر آنتاگونیستی جدایه های سودوموناس فلورسنت علیه قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris

زهرا ابراهیمی کاظم‌آباد[1*]، حمید روحانی[2]، فاطمه جمالی[3] و عصمت مهدیخانی‌مقدم[4]

۱، ۲ و ۴- به‌ترتیب، دانشجوی دورهٔ کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشیار و استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه خلیج‌فارس بوشهر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۳۰

چکیده

پژمردگی فوزاریومی نخود با عامل *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های این گیاه در ایران به‌شمار می‌رود. به‌منظور شناسایی عوامل کنترل بیولوژیکی این بیماری، سودوموناس‌های فلورسنت از فرایشهٔ نخود با استفاده از محیط کشت کینگ‌ب(KB) در مزارع استان خراسان، جداسازی و شمارش شدند. فعالیت ضدقارچی ۸۰جدایهٔ باکتریایی علیه قارچ *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* در دو محیط کشت کینگ‌ب(KB) و سیب‌زمینی دکستروز آگار(PDA) بررسی شد. نتایج نشان داد که از بین ۸۰جدایهٔ مورد بررسی، ۸۱/۲۵درصد استرین‌ها در محیطKB و ۹۴/۳۷درصد در محیطPDA دارای توانایی بازدارندگی از رشد قارچ بودند. بین تولید متابولیت‌های ضدقارچی با کاهش بیماری، همبستگی مشاهده شد؛ ولی در مورد تولید سیدروفور، هیچ‌گونه همبستگی مشاهده نگردید. درآزمایش‌های گلخانه‌ای، جدایه‌های M2-15، Pf-5 وK-15، بهترین اثر را بر وزن تَرِ ریشه و جدایهٔ M2-15 بهترین اثر را بر وزن تَرِ بخش‌های هوایی داشتند. در بین جدایه‌های مورد بررسی، جدایهٔM2-15 موجب کاهش معنی‌دار شدت بیماری در مقایسه با سایر جدایه‌ها گردید.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌بیوتیک، پژمردگی فوزاریومی نخود، سودوموناس فلورسنت، سیدروفور، کنترل بیولوژیک

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) گیاهی است یکساله، خودگشن و دیپلوئید که از نظر اهمیت در میان بقولات، رتبهٔ سوم دنیا و جایگاه نخست در آسیا و شمال آفریقا را به‌خود اختصاص داده است. پژمردگی آوندی نخود که توسط قارچ *F. oxyosporum* f. sp. ciceris ایجاد می‌شود، مهم‌ترین بیماری خاکزاد این گیاه به‌شمار می‌رود که نخستین‌بار توسط Padwick در سال ۱۹۴۰ توصیف گردید و از آن به‌بعد از چندین کشور، گزارش شده است. این بیماری در شش قارهٔ جهان گسترش یافته است. کاهش عملکرد سالیانهٔ نخود در اثر این بیماری، از ۱۰ تا ۱۵درصد متغیر است؛ ولی بیماری می‌تواند در حالت طغیان، همهٔ محصول را از بین ببرد (Navas-Cortes *et al.*, 2000). این بیماری توسط منوچهری و مصری، برای اولین‌بار در سال۱۳۴۲ از برخی مناطق نخودکاری ایران گزارش شد و خسارت آن را تا ۲۲درصد در بعضی مناطق، برآورد کرده‌اند (Jamali *et al*., 2005; Parsa & Bagheri,2008).

بیماری پژمردگی فوزاریومی، به‌طور معنی‌داری باعث کاهش باروری در محصولات زراعی می‌شود و قارچ‌کش‌ها و مقاومت میزبان، اغلب برای کنترل آن کافی و مناسب نیست. از آنجا که عوامل پژمردگی آوندی احتمالاً از راه بافت‌های جوان ریشه وارد گیاه می‌شوند، این امر موفقیت استفاده از سودوموناس‌های فلورسنت با قابلیت فعالیت در محیط ریشه را در مهار بیولوژیکی بیماری مذکور، توجیه می‌نماید (Alavi & Ahunmanesh, 1376; Nagarajkumar *et al.*, 2004). بدین‌جهت در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های بیولوژیک به‌ویژه استفاده از باکتری‌های آنتاگونیست برای مبارزه با بیماری‌های خاکزاد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. Hervas *et al,* (1997) باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس را به‌عنوان عوامل زیستی کنترل‌کنندهٔ پژمردگی فوزاریومی نخود ایرانی معرفی نمودند. نامبردگان اظهار داشتند که کاربرد رایزوباکترها در مبارزهٔ تلفیقی به‌همراه ارقام زراعی مقاوم و تنظیم تاریخ

* **نویسنده مسئول:** یزد، میبد، مهرآباد، خیابان آیت‌الله خامنه‌ای، پلاک۶۵، کُد پستی: ۸۹۶۵۱-۵۳۱۹۸، همراه: ۰۹۱۳۲۵۶۸۵۰۲،
ebrahimi.zahra20@gmail.com

کاشت، می‌تواند در مدیریت بیماری مؤثر باشد. Kaur *et al*, (2007) نیز نشان دادند که جدایه‌های سودوموناس فلورسنت در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش جوانه‌زنی بذر، کاهش شدت بیماری پژمردگی فوزاریومی و بهبود رشد گیاه نخود شدند.

باکتری سودوموناس فلورسنت دارای انتشار وسیع بوده و به‌فراوانی در آب و خاک و به‌ویژه در فرایشهٔ گیاهان وجود دارد. مطالعات فراوانی در مورد این باکتری صورت گرفته است. محققان از جدایه‌های سودوموناس به‌علت رشد سریع، آسان‌بودن کشت و تغییرپذیری متابولیکی آنها، به‌طور وسیع در تحقیقات استفاده می‌کنند. همچنین دستکاری‌های ژنتیکی در این باکتری‌ها، بیشتر از باکتری‌های دیگر صورت می‌گیرد (Velusami *et al.*, 2006).

سودوموناس‌ها توانایی ممانعت از بیمارگرهای قارچی خاکزاد را دارند. این باکتری‌ها، مکانیسم‌های مؤثری در کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زای گیاهی دارند؛ ازجمله: توانایی تولید ترکیبات آنتی‌بیوتیک (Raaijmakers & Weller, 2001)، سیدروفورها (O' Sullivan & O,Gara ,1992)، سیانیدهیدروژن (Owen & Zlor, 2001) و ترشح آنزیم‌های خارج سلولی مانند کیتیناز، بتا۱و۳-گلوکاناز (Nagarajkumar, 2004)، پروتئاز و لیپاز (Keel & Defago, 1997)، رقابت برای مواد غذایی و اشغال جایگاه‌های میکروبی در فرایشه و القای مقاومت سیستمیک (Hass & Defago, 2005; Suresh *et al.*, 2010).

Thomashow & Weller (1996) مکانیسم اولیه کنترل بیمارگرها توسط سودوموناس‌های فلورسنت را تولید آنتی‌بیوتیک‌های مختلف بیان کردند.

در بیشتر سیستم‌های بیوکنترل، یک یا چند آنتی‌بیوتیک در ممانعت از عامل بیماری نقش ایفا می‌کنند. تاکنون تعدادی از ترکیبات آنتی‌بیوتیک که به‌وسیلهٔ سودوموناس‌های فلورسنت تولید می‌شوند، از نظر ساختمان شیمیایی شناسایی شده‌اند که اغلب آنها از گروه فنازین‌ها، پیرول‌ها و برخی مشتقات اندول می‌باشند (فنازین۱-کربوکسیلیک‌اسید، پایولوتئورین و پیرول‌نیترین). تعدادی آنتی‌بیوتیک که حاوی نیتروژن نیستند نیز شناخته شده‌اند که ترکیب ۲،۴-دی‌استیل فلوروگلوسینول از مهم‌ترین آنها می‌باشد (Delani *et al.*, 2000). آنتی‌بیوتیک‌ها با نفوذ به درون سلول، موجب به‌هم‌ریختگی ساختمان پروتوپلاسم و تخریب سریع سلول می‌گردند (Alavi & Ahunmanesh, 1376). این آنتی‌بیوتیک‌ها قادرند در رقابت بین میکروارگانیسم‌ها شرکت نموده و بیمارگرهای ریشهٔ گیاه را سرکوب کنند. بنابراین، باکتری‌هایی که آنتی‌بیوتیک تولید می‌کنند، می‌توانند به‌عنوان وسیله‌ای عملی جهت کنترل بیماری‌های گیاهی به‌طور موفقیت‌آمیزی عمل کنند.

یکی دیگر از مکانیسم های مهم آنتاگونیستی سودوموناس‌های فلورسنت علیه بیمارگرهای گیاهی، سیدروفور است. سیدروفورها مواد کلاته‌کنندهٔ آهن سه‌ظرفیتی با وزن مولکولی کم هستند که تحت شرایط کمبود آهن، تولید شده و با یون آهن، کمپلکس تشکیل می‌دهند. این کمپلکس به‌وسیلهٔ پروتئین‌های گیرنده در غشای سلول باکتری به‌طور اختصاصی شناسایی و جذب می‌گردد؛ در نتیجه آهن را از دسترس بیمارگر خاکزاد خارج می‌کند و محیطی را فراهم می‌کند که برای بیمارگر، نامساعد است. این ترکیب برای اولین بار در خاک‌های قلیایی به عنوان یک مکانیسم مهم در بازدارندگی از قارچ بیمارگر *F. oxysporum* بیان شد.

این تحقیق به‌منظور بررسی توانایی باکتری‌های آنتاگونسیت جداشده از خاک ناحیهٔ فرایشه، در کنترل بیولوژیک بیماری پژمردگی فوزاریومی نخود ایرانی و بررسی تولید متابولیت‌های ضدقارچی و سیدروفور در سودوموناس‌های فلورسنت جداشده از فرایشهٔ نخود انجام گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از مزارع نخود

در اواخر خرداد و نیمهٔ اول تیرماه سال۱۳۸۸، طی بازدید از مزرعهٔ ارقام مختلف نخود در استان‌های خراسان رضوی و شمالی، با حرکت تصادفی در طول و عرض مزرعه، نمونه‌های نخود همراه با خاک اطراف ریشه، برداشت شده و درون کیسه‌های نایلونی، به‌منظور جداسازی و شناسایی بعدی باکتری‌ها ظرف مدت زمان معین، در یخچال نگهداری شد.

جداسازی سودوموناس‌های فلورسنت

جداسازی سودوموناس‌های فلورسنت با استفاده از محیط افتراقی کینگ‌بی(KB) (۱/۵گرم فسفات هیدروژن دی‌پتاسیم، ۱/۵گرم سولفات‌منیزیم،۲۰گرم پپتون، ۱۵گرم آگار و ۱۵میلی‌لیتر گلیسرول در یک‌لیتر آب) صورت پذیرفت. ریشه‌های نخود و خاک اطراف آن (۲ تا ۳ میلی‌متر منطقهٔ ریزوسفر) به قطعات کوچک تقسیم گردید و۱۰گرم از آن پس از توزین درون۹۰میلی‌لیتر آب پپتون سترون یک‌درصد ریخته شد. ارلن حاوی ریشه‌ها بر روی شیکر به‌مدت ۳۰ تا ۴۵دقیقه قرار داده شد و سپس از هر نمونه، سریِ رقت تهیه گردید. ۱۰۰میکرولیتر از هر رقت، به محیط کینگ‌بی منتقل و با لوپ سترون، پخش گردید.

شناسایی سودوموناس‌های فلورسنت

جهت شناسایی سودوموناس‌های فلورسنت، با استفاده از کلید شناسایی Jacques (1994) و Bosiss (1995) به‌ترتیب آزمون گرم، آزمون تولید رنگدانهٔ فلورسنت، آزمون آرژنین، آزمون اکسیداز، آزمون فوق حساسیت به توتون و آزمون متابولیسم اکسیداتیو(O/F)، آزمون لوان، آزمون نیترات، آزمون قند آرابینوز و آزمون قند سوربیتول انجام گرفت (Bosiss *et al.*, 2000; Botelho & Mendonca-Hagler, 2006)

آزمون کشت متقابل

برای این آزمایش، از روش Keel *et al*, (1996) استفاده شد. به این ترتیب که باکتری‌ها به‌صورت نقطه‌ای روی دو محیط کشت KB و PDA به‌فاصلهٔ ۰/۵سانتی‌متر از لبهٔ تشتک، کشت داده شدند و یک روز بعد از آن، قطعه‌ای از محیط کشت حاوی قارچ *F. oxyosporum* f. sp. *ciceris* در وسط تشتک پتری قرار گرفت. برای هر تیمار، سه تکرار به‌کار رفت. پتری‌ها به‌مدت ۴ تا ۶روز در دمای ۲۴درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای مقایسهٔ قدرت بازدارندگی، فاصلهٔ کلنی باکتری تا میسلیوم قارچ اندازه‌گیری شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل پانزده تیمار و سه تکرار انجام گردید. داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش، پس از تجزیه و تحلیل آماری، با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد، مقایسه شدند.

بررسی متابولیت‌های قابل‌نفوذ در آگار (تولید آنتی‌بیوتیک)

این آزمون براساس روش Kraus & Loper (1992) انجام گرفت. سوسپانسیون باکتری از کشت تازهٔ هر یک از جدایه‌های باکتری تهیه گردید و۱۰۰میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری و آب‌مقطر سترون (شاهد) به محیط PDA اضافه و پخش شد و پس از آن، به‌مدت سه‌روز در دمای ۲۵ تا ۲۷درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از مدت زمان فوق، باکتری‌ها به‌کمک پنبهٔ سترون، از سطح پتری جمع‌آوری شدند. پس از آن، پنبه سترون آغشته به کلروفرم درون تشتک پتری به‌صورت وارونه قرار داده شد. تشتک پتری‌ها به‌مدت۳۰دقیقه در معرض بخار کلروفرم قرار گرفتند و سپس تهویه به‌مدت یک‌ساعت در زیر هود با بازگذاشتن دَرِ تشتک‌ها، انجام شد. به‌دنبال آن، یک دیسک پنج‌میلی‌متری از حاشیهٔ کشت سه‌روزهٔ قارچ با رعایت شرایط سترون در مرکز هر تشتک پتری، قرار داده شد. تشتک‌ها در دمای ۲۵ تا ۲۸درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و اندازه‌گیری رشد میسلیومی قارچ در مقایسه با شاهد، پس از پنج‌روز انجام گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گردید و داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش، پس از تجزیه وتحلیل آماری با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح یک‌درصد، مقایسه شدند. درصد بازداری از رشد میسلیوم با استفاده از رابطهٔ زیر برای هر تیمار محاسبه گردید:

$$\text{درصد بازدارندگی} = \frac{\text{میزان رشد قارچ درون پتری حاوی باکتری} - \text{میزان رشد قارچ درون پتری شاهد}}{\text{میزان رشد قارچ درون پتری شاهد}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری میزان تولید سیدروفور به روش اسپکترفتومتر

این آزمون بر اساس روش Castaneda *et al*, (2005) انجام گرفت. مقدار۱۰۰میکرولیتر از کشت ۲۴ساعتهٔ باکتری‌ها در محیط مایع سوکسینات (K2HPO4; 6.0 g/l,KH2PO4; 3.0g/l; MgSO4. 7H2O; 0.2g/l,NH4SO4; 1.0g/l, Succinic acid; 4.0g/l) به ارلن‌های۱۰۰میلی‌لیتری حاوی ۴۰میلی‌لیتر محیط کشت تازهٔ سوکسینات منتقل شد. این محیط‌ها به‌مدت۴۰ساعت در دمای ۲۷درجه سانتی‌گراد و۱۲۰دور در دقیقه روی شیکر، نگهداری شدند. سلول‌های باکتری با سانتریفوژکردن در g ۱۰۰۰ به‌مدت۱۰دقیقه رسوب داده شدند. بعد از حذف رسوب باکتری، میزان جذب مایعِ رویی در طول موج۴۰۰نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. داده‌های حاصله با استفاده از فرمول A=eBC به مول در لیتر تبدیل شدند (Castanda *et al.*, 2005) که در این فرمول:

A= میزان جذب　　e= ضریب جذب مولی

B= قطر کوت　　C= غلظت ماده

روش آغشته‌سازی بذر با باکتری‌های آنتاگونیست

بذرهای نخود رقم کرج (MCC358)، تهیه‌شده از پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، به‌مدت سه‌دقیقه با هیپوکلریت سدیم۲/۵درصد کلر فعال، ضدعفونی سطحی شدند و با چهار بار شستشو در آب‌مقطر، هیپوکلریت آن زدوده شد. به‌منظور آغشته‌سازی بذر به استرین‌های

آنتاگونیست از روش Weller *et al*, (1983) استفاده شد. یک لوپ کامل از کشت ۴۸ساعتهٔ هر استرین آنتاگونیست روی محیط کینگ‌بی، به فلاسک‌های حاوی۱۰۰میلی‌لیتر محیط مایع کینگ‌بی منتقل شد و به‌مدت ۴۸ساعت روی شیکر با ۱۲۰دور در دقیقه در دمای ۲۷درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سلول‌های باکتریایی به‌مدت۱۰دقیقه در g ۶۰۰۰ سانتریفیوژ و چندبار با محلول نمک فیزیولوژیک ۰/۱۴مول NaCl برای برطرف‌شدن باقیماندهٔ محیط غذایی، شستشو شدند. سپس سلول‌های باکتریایی با استفاده از سانتریفیوژ مجدد، از این محلول، جداسازی شدند و سوسپانسیون $10^9 \times 1$ آنها با استفاده از منحنی استاندارد با روش اسپکتروفتومتری درمحلول یک‌درصد کربوکسی‌متیل سلولز تهیه گردید.

بذر نخود درون سوسپانسیون‌های باکتریایی ریخته شده و به‌مدت نیم‌ساعت روی شیکر۱۲۰دور در دقیقه قرار داده شدند. در تیمار شاهد، بذر درون کربوکسی‌متیل سلولز یک‌درصد فاقد باکتری، غوطه‌ور شدند. بذرهای آغشته‌شده، در معرض جریان هوای استریل هود گذاشته شدند تا خشک شوند.

بررسی اثر تیمار بذور نخود توسط جدایه‌های باکتری در کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی نخود در شرایط گلخانه

برای بررسی گلخانه‌ای از روش Thomashow (1988) & Weller با کمی تغییر استفاده شد؛ به‌گونه‌ای که از گلدان‌های۸۰۰گرمی استفاده شد. مایه‌تلقیح (نژاد Foc6) به نسبت ۵درصد وزنی با خاک استریل مخلوط شد. خاک آلوده به مایه‌تلقیح بین دو لایه سنگریزه در سطح زیرین گلدان و ماسه در سطح بالایی قرار داده شد. بذور آغشته به باکتری، بر روی خاک قرار داده شدند و با لایهٔ نرم ماسه پوشانیده شدند. برای هر ۱۶تیمار، چهار تکرار درنظرگرفته شد و این آزمون در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه در دامنهٔ دمایی ۲۰ تا ۲۵درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند.

پس از چهار تا شش هفته، علایم بیماری مشاهده گردید و با مرطوب‌کردن گلدان‌ها، بوته‌های بیمار از هر تیمار خارج گردید. پس از بررسی ریشه‌ها، جهت ارزش‌گذاری شدت بیماری از شاخص Arora & Pandey (1989) به‌شکل زیر استفاده شد: ۱: بدون تغییر رنگ؛ ۲: ناحیه قهوه‌ای‌شدن به‌صورت خطوط فشرده و برابر با ۵ تا ۱۰میلی‌متر؛ ۳: ناحیهٔ قهوه‌ای‌شدن به‌صورت خطوط فشرده و برابر با ۱۰ تا ۱۵میلی‌متر؛ ۴: ناحیه قهوه‌ای‌شدن کاملاً فشرده و برابر با ۱۰ تا ۱۵میلی‌متر.

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسهٔ میانگین صفات، با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج وبحث

جداسازی و شناسایی باکتری‌های آنتاگونیست سودوموناس فلورسنت

در مجموع،۲۰۰باکتری از فراریشه بازیافت و خالص‌سازی شد. جدایه‌های آنتاگونیست با استفاده از آزمون افتراقی نظیر گرم در پتاس سه‌درصد، رشد هوازی و بی‌هوازی و تولید پیگمان‌های فلورسنت روی محیط کینگ‌بی تفکیک شدند. از بین۲۰۰جدایه،۸۰جدایه متعلق به باکتری‌های گرم‌منفی از جنس سودوموناس بودند. خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی جدایه‌های سودوموناس نظیر اکسیدازی، تولید لوان، ذوب ژلاتین، احیای نیترات، آرژنین دهیدرولازی و کاتالازی و آزمون لوان، آزمون قند آرابینوز و آزمون قند سوربیتول جدایه‌های *P. fluorescens* تشخیص داده شدند (جدول ۱) (Botelho & Mendonca-Hagler, 2006).

بررسی اثر بازدارندگی جدایه‌های *Pseudomonas fluorescens* بر روی رشد قارچ *F. oxysporum* f.sp *ciceris* در شرایط آزمایشگاه

در این بررسی، توانایی آنتاگونیستی۱۴جدایهٔ باکتریایی در شرایط آزمایشگاه بر اساس روش کشت متقابل در تشتک پتری روی قارچ *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* مورد مطالعه قرار گرفت. جدایهٔ Pf-5 با هالهٔ بازدارندگی۱/۸۳سانتی‌متر، بیشترین تأثیر و جدایهٔ T55-1 با هالهٔ بازدارندگی۰/۵۳سانتی‌متری، کمترین تأثیر را روی قارچ *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* در محیط کشت PDA داشتند. جدایه‌های CH2-7 و T90 به‌ترتیب با هاله‌های بازدارندگی ۱ و ۰/۹۶سانتی‌متر، بیشترین تأثیر در محیط KB و جدایه‌های T55-1 و T40 با هالهٔ بازدارندگی ۰/۱سانتی‌متری کمترین تأثیر را روی قارچ *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* داشتند (جدول ۲).

آزمون تولید آنتی‌بیوتیک

جدایه‌های آنتاگونیست از نظر تولید آنتی‌بیوتیک در جلوگیری از رشد میسلیوم قارچ در سطح یک‌درصد، تفاوت معنی‌داری نشان دادند. دامنهٔ رشد قارچ در این آزمایش، بین عدم رشد یعنی صفر تا رشد بالا یعنی ۴۰/۴میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- شناسایی بیووارهای جدایه‌های سودوموناس فلورسنت

Table 1. Identification of biovars of *Pseudomonas fluorescens*

Bacteria isolates	Fluorecent pigmant	Gram Reaction	Nitrate to N_2	Growth at 41^{0c}	Growth at 4^{0c}	Levan	Tobacco HR	Arginin dihyrolase	Catalase	Oxidase	Growth on L-arabinose	Growth on sorbitol
T90 *P.fluorescens* bv.IV	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
T40 *P.fluorescens bv.III*	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
M2-15 *P.fluorescens bv* .I	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
T17-4 *P.fluorescens bv* .I	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
K-15 *P.fluorescens bv.III*	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
T59 *P.fluorescens* bv.IV	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
T55-1 *P.fluorescens bv.III*	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
T *P.fluorescens bv* .I	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
T68-3 *P.fluorescens bv* .I	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
T3 *P.fluorescens* bv.IV	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
CH2-7 *P.fluorescens* bv.IV	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
M2-21 *P.fluorescens* bv.IV	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
T12-2 *P.fluorescens* bv.IV	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+

جدول ۲- گروه‌بندی تیمارها بر اساس قطر هالهٔ بازدارندگی در محیط PDA و KB

Table 2. Classification of *Pseudomonas flourescens isolates* based on inhibition zone diameter in PDA and KB culture media

Inhibition zone diameter in KB (cm)	Inhibition zone diameter in PDA (cm)	Treat
0.96 a	1.06 bcde	T90
0.1 cd	0.6 e	T40
0.43 abcd	1.66 ab	M2-15
0.1 cd	1.5 abc	T17-4
0.76 ab	0.86 cde	K15
0.46 abcd	1.43 abc	T59
0.73 abc	1.83 a	Pf-5
0.1 cd	0.53 ef	T55-1
0.43 abcd	1.5 abc	T
0.86 ab	1.33 abcd	T68-3
0.83 ab	0.76 de	T3
1 a	1.06 bcde	CH2-7
0.86 a	1.36 abcd	M2-21
0. 4 abcd	1.03 bcde	T12-2
0 d	0 f	شاهد

هر عدد میانگین سه تکرار می‌باشد. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ($p>0.05$).

Values are mean of three replications. Different letters in table indicate significant differences at a *P* value of 0.01, as determined by Duncan statistical test.

جدایه‌های آنتاگونیست از نظر تولید آنتی‌بیوتیک در جلوگیری از رشد میسلیوم قارچ در سطح یک‌درصد، تفاوت معنی‌داری نشان دادند. دامنهٔ رشد قارچ در این آزمایش بین عدم رشد یعنی صفر تا رشد بالا یعنی ۴۰/۴میلی‌متر

اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج، جدایه‌های Pf-5 و T26 با ۱۰۰درصد کاهش رشد، بیشترین و جدایهٔ T59 با ۵۷درصد کاهش رشد، کمترین تأثیر را در کاهش رشد میسلیومی قارچ داشتند (جدول ۳).

بررسی تولید سیدروفور

در این روش به‌صورت اختصاصی، مقدار تولید سیدروفور نوع پایوردین قابل ارزیابی است. نتایج به‌دست‌آمده از میزان جذب مایع رویی در طول موج۴۰۰نانومتر با استفاده از ضریب مولی پایوردین خالص به میکرومول پایوردین تبدیل شد.

از مجموع ۱۴جدایهٔ باکتریایی آنتاگونیست که در مطالعات آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت، تمامی آنها قادر به تولید سیدروفور بودند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین جدایه‌ها از نظر قدرت تولید سیدروفور، اختلاف معنی‌داری در سطح یک‌درصد وجود دارد. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که جدایهٔ CH2-7 با تولید ۲۷/۲۵میکرومول پایوردین، بیشترین و جدایهٔ M2-21 با تولید ۲/۸۵میکرومول پایوردین، کمترین مقدار تولید سیدروفور را در بین جدایه‌های تولیدکنندهٔ سیدروفور داشتند (جدول۳).

آزمایش‌های گلخانه‌ای

اثر باکتری‌های آنتاگونیست روی وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و شاخص نکروز ریشهٔ نخودهای آلوده به *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* در تیمارهای مختلف به‌عنوان شاخص‌هایی برای کارآیی کنترل بیولوزیکی به‌شرح زیر بررسی شد.

شاخص وزن تر و خشک اندام‌های هوایی

نتایج حاصل از بررسی نشان داد که بین تیمارها از نظر اثرات آنتاگونیست بر وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، تفاوت معنی‌داری در سطح یک‌درصد وجود دارد.

جدول۳-گروه‌بندی جدایه‌های سودو موناس فلورسنت براساس تولید آنتی‌بیوتیک و سیدروفور

Table 3. Classification of *Pseudomonas flourescens* isolates based on antibiotic and sidrophore production

Sidrophore production (µm/ l)	Antibiotic production (inhibition percentage)	Antagonist isolates
16.05 e	44.4 cde	T90
15.73 e	54.4 c	T40
4.3 e	81.07 b	M2-15
21.7 c	49.4 cd	T17-4
22.05 c	37.73 de	K15
25 b	32.73 e	T59
25.45 b	100 a	Pf-5
13.8 f	36.63 de	T55-1
17.55 d	37.2 de	T
15.95 e	40 cde	T68-3
17.85 d	54.97 c	T3
27.25 a	44.43 cde	CH2-7
2.85 h	49.97 cd	M2-21
4.25 h	49.4 cd	T12-2
0 i	0 f	شاهد

هر عدد میانگین سه تکرار می‌باشد. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ($p>0.01$).

Values are mean of three replications. Different letters in table indicate significant differences at a P value of 0.01, as determined by Duncan statistical test.

براساس نتایج، وزن تر گیاه در جدایهٔ M2-15 در مقایسه با شاهد سالم، تفاوت معنی‌داری نداشت. جدایه‌های T17-4، T و T55-1 از نظر وزن تر با شاهد آلوده، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. جدایهٔ M2-15، از نظر وزن‌خشک بخش‌های هوایی در مقایسه با شاهد سالم، تفاوت معنی‌داری نداشت ولی وزن خشک گیاهان تیمارشده با جدایهٔ T55-1 در مقایسه با شاهد آلوده، به‌نحو معنی‌داری کاهش نشان داد (جدول ۴).

شاخص وزن تر و خشک ریشه

نتایج نشان داد که بین تیمارها از نظر اثرات آنتاگونیست بر وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، تفاوت معنی‌داری در سطح یک‌درصد وجود داشت. بر اساس نتایج، وزن تر ریشهٔ جدایه‌های M2-15، Pf-5 و K-15، تفاوت معنی‌داری با گیاه شاهد سالم داشت و بیشتر بود. در مورد جدایه‌های T90، T55-1، T17-4 و M2-21 نیز مشاهده شد که وزن تر ریشه در این جدایه‌ها با

گیاه شاهد آلوده، تفاوت معنی‌داری نداشت. بررسی وزن‌خشک ریشه‌ها نشان داد جدایه‌های M2-15، Pf-5 و K-15 تفاوت معنی‌داری با گیاه شاهد سالم داشتند. جدایه‌های M2-21 و T55-1 نیز وزن خشک ریشهٔ کمتری نسبت به گیاه شاهد آلوده داشتند که از نظر آماری، با شاهد آلوده، متفاوت بود (جدول ۴).

شاخص درصد نکروز ریشه

نتایج حاصل از بررسی این شاخص نشان داد که بین تیمارها از نظر اثرات آنتاگونیست بر روی درصد نکروز ریشه، تفاوت معنی‌داری در سطح یک‌درصد وجود دارد. بر اساس نتایج، جدایهٔ M2-15 با گیاه شاهد سالم از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری نشان نداد و جدایه‌های T، T17-4، CH2-7 و T55-1 با گیاه شاهد آلوده، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۴).

در تحقیق حاضر، جدایه‌های *P. fluorescens* با فعالیت آنتاگونیستی علیه *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* از فرایشهٔ نخود ایرانی جداسازی شدند؛ به‌خاطر این‌که جداسازی باکتری‌ها از منطقهٔ فرایشهٔ یک محصول، به‌منظور دستیابی به عوامل آنتاگونیست با توانایی بیوکنترل بالا، امری ضروری به‌نظر می‌رسد. توانایی آنتاگونیستی این جدایه‌ها علیه بیمارگر در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه بررسی گردید.

در بررسی‌های انجام‌شده طی این تحقیق، همبستگی معنی‌داری بین تولید متابولیت‌های ضدقارچی جدایه‌های باکتری با کاهش بیماری مشاهده شد.

در امر کنترل بیولوژیکی عوامل بیماری‌زا، تولید آنتی‌بیوتیک (Howell & Stipanovic, 1979) و سیدروفورها توسط ریزوباکترها بسیار حایز اهمیت است.

جدول ۴- تأثیر جدایه‌های آنتاگونیست بر فاکتورهای مختلف رشدی و شدت بیماری پس از آغشته‌شدن با خاک آلوده به *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* در شرایط گلخانه

Table 4. Effect of antagonist isolates on different growth factors and severity of disease after inoculation with infected soils with *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* in greenhouse condition

Fresh total weight (g)	Root Necrosis	Dry shoot weight (g)	Fresh shoot weight (g)	Dry root weight (g)	Fresh root weight (g)	Treat
4.682 c	1.977 gh	0.315 cd	2.41 c	0.306 ab	2.272 a	T90
3.349 ef	2.588 cde	0.241 fg	1.85 d	0.201 cdef	1.525 bcde	T40
6.581 a	1.355 ij	0.563 a	4.244 a	0.309 ab	2.337 a	M2-15
2.156 h	3.043 bc	0.175 hi	0.892 fg	0.15 efg	1.263 def	T17-4
5.212 b	1.668 hi	0.382 b	2.877 b	0.309 ab	2.335 a	K15
3.612 e	2.475 defg	0.249 efg	1.878 d	0.229 cd	1.735 bc	T59
4.331 cd	2.043 fgh	0.308 cde	2.685 b	0.265 bc	1.898 b	Pf-5
1.56 i	3.555 a	0.091 j	0.689 f	0.116 gh	0.869 g	T55-1
2.352 h	3.32 a	0.14 hi	1.059 f	0.171 defg	1.443 bcd	T
3.372 ef	2.688 cd	0.232 gh	1.755 de	0.215 cde	1.618 bcd	T68-3
3.434 ef	2.538 cdef	0.246 efg	1.857 d	0.208 cde	1.578 bcd	T3
2.966 fg	2.963 bcd	0.203 gh	1.535 e	0.189 def	1.431 cde	CH2-7
2.806 g	2.142 efgh	0.303 cdef	1.949 d	0.075 h	0.857 g	M2-21
4.108 d	2.043 fgh	0.298 def	2.242 c	0.246 bcd	1.856 b	T12-2
5.521 b	1 j	0.578 a	4.362 a	0.153 efg	1.159 efg	شاهد سالم
2.01 h	3.375 ab	0.127 ij	0.959 f	0.139 fg	1.05 fg	شاهد آلوده

هر عدد میانگین چهار تکرار می‌باشد. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ($p>0.01$).
Values are mean of four replications. Different letters in table indicate significant differences at a *P* value of 0.01, as determined by Duncan statistical test.

در آزمون، بررسی تولید آنتی‌بیوتیک در همهٔ جدایه‌های آنتاگونیست به‌کاررفته هالهٔ بازدارنده در مقابل قارچ پاتوژن مشاهده شد؛ درصورتی‌که در پتری شاهد پاتوژن به‌صورت یکنواخت رشد کرد. این امر، نشان‌دهندهٔ تولید یک یا چند آنتی‌بیوتیک توسط باکتری‌های آنتاگونیست می‌باشد. سودوموناس‌های فلورسنت، متابولیت‌های ثانویهٔ مختلفی از جنس آنتی‌بیوتیک‌ها تولید می‌کنند که فنازین۱- کربوکسیلیک‌اسید(pca)، ۲و۴-دی‌استیل فلوروگلوسینول (phl)، پیولوتئورین (plt) و پیرول نیترین (prn) تعدادی از آنتی‌بیوتیک‌های تولیدشده توسط آنها می‌باشند. نقش بعضی از این آنتی‌بیوتیک‌ها در کنترل قارچ‌های *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* عامل پاخورهٔ گندم، *Thielaviopsis basicola* عامل بیماری پوسیدگی سیاه ریشهٔ توتون، *Fusarium oxysporum* عامل پژمردگی گوجه‌فرنگی،

Pythium ultimum عامل مرگ گیاهچهٔ خیار و *Rhizoctonia solani* روی پنبه، به اثبات رسیده است (Weller *et al.*, 2007).

جدایه‌های باکتریایی آنتاگونیست منتخب در این مطالعه، قادر به تولید سیدروفور نیز بودند که از این میان، جدایهٔ CH2-7، بیشترین توانایی را در تولید سیدروفور از خود نشان داد. بررسی‌ها نشان‌دهندهٔ عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین تولید سیدروفور با کاهش بیماری بود. سیدروفورها، موادی با وزن مولکولی کم هستند که در شرایط کمبود آهن، تولید شده و دارای قدرت جذب بالایی در جذب آهن فریک (Fe^{3+}) می‌باشند. با توجه به نقش مهم سیدروفورهای میکروبی در کنترل عوامل بیماری‌زای خاکزاد، امکان تأمین آهن مورد نیاز گیاه و همچنین پتانسیل بالای سودوموناس‌های فلورسنت برای کلونیزاسیون ریشه و استقرار در فراریشه، ضرورت داشت تا توانایی سیدروفور استرین‌های آنتاگونیستی موردنظر، ارزیابی شوند. سیدروفورهای تولیدشده توسط سودوموناس‌های فلورسنت از نوع سودوباکتین یا پایوردین است که نسبت به سیدروفورهای سایر میکروارگانیسم‌های خاک، قدرت و رقابت آنها بیشتر است؛ زیرا میل ترکیبی سیدروفورهای سودوموناس‌های فلورسنت بیشتر از سیدروفور سایر میکروارگانیسم‌ها می‌باشد.

در این پژوهش، ملاحظه گردید که جدایه‌های باکتریایی در خاک‌های آلوده به قارچ، موجب افزایش رشد بوته‌های نخود شدند. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در این بررسی، الگوی عمومی توان بازدارندگی استرین‌ها در شرایط گلخانه با گروه‌بندی استرین‌ها از نظر توانایی بازدارندگی در شرایط آزمایشگاه، مطابقت داشت؛ ولی بعضی از استرین‌هایی که در آزمایشگاه از نظر هالهٔ بازدارندهٔ رشد در گروه‌های آماری متفاوت بودند، در شرایط گلخانه در یک گروه قرار گرفتند. این پدیده در بسیاری از نتایج کنترل بیولویک ارائه‌شده توسط محققان دیگر نیز به‌چشم می‌خورد (Fravel, 1988).

به‌طورکلی باکتری‌های محرک رشد گیاه به دو روش مستقیم و غیرمستقیم روی رشد گیاه و میزان تولید در واحد سطح، تأثیر می‌گذارند. این باکتری‌ها در روش مستقیم با سنتز یک‌سری از مواد (مانند فیتوهورمون‌ها، سیدروفور و...) و تسهیل جذب عناصر غذایی از محیط توسط گیاه، باعث افزایش رشد گیاه و تولید محصول در واحد سطح می‌شوند (Glick *et al.*, 1999). در روش غیرمستقیم نیز با تولید یک‌سری از مواد مانند آنتی‌بیوتیک و سیانید هیدروژن و... یا افزایش مقاومت گیاه میزبان نسبت به عوامل بیماری‌زا، اثر آن را خنثی یا تعدیل می‌کنند (Chancey *et al.*, 2002). این باکتری‌ها، طیف وسیعی از مکانیسم‌های مستقیم و غیرمستقیم را برای افزایش رشد گیاه و تولید محصول استفاده می‌کنند. در تحقیق حاضر، جدایهٔ M2-15 به لحاظ تأثیر مثبت بر تعدادی از شاخص‌های رشد و کاهش شاخص بیماری، اختلاف معنی‌داری با شاهد منفی داشت. هرچند این جدایه، میزان کمی سیدورفور تولید می‌کند، ولی ممکن است به روش غیرمستقیم، مثلاً تولید آنتی‌بیوتیک یا افزایش مقاومت گیاه نسبت به عامل بیماری‌زا، باعث تأثیر مثبت در کاهش بیماری موردنظر شده باشد که بررسی این مکانیسم‌ها به مطالعات بیشتر در تحقیقات آینده نیاز دارد. با توجه به این نتایج، استفاده از جدایهٔ مذکور به‌عنوان باکتری محرک رشد گیاه نخود و کاهش‌دهندهٔ شاخص بیماری پژمردگی فوزاریومی نخود در آزمایش‌های مزرعه‌ای، پیشنهاد می‌شود. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از جدایهٔ آنتاگونیست مناسب در مبارزهٔ تلفیقی همراه با ارقام مقاوم و تعیین زمان مناسب برای کاشت و نیز تناوب و آفتاب‌دهی خاک، در کنترل پژمردگی فوزاریومی نخود، مؤثر می‌باشد.

منابع

1. Alavi, A., and Ahunmanesh, A. 1376. Biological control of soil borne pathogen. Tehran. Nashr Azmun Keshavarzi Publication.
2. Arora, D.K., and Pandey, A.K. 1989. Effect of soil solarization on Fusarium wilt of chickpea. Phytopathology 124: 13-22.
3. Bossis, E., Lemanceau. P., Latour, X., and Gardan, L. 2000. The taxonomy of *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas putida*. Journal of Bacteriology 20: 51-63.
4. Botelho, G.R., and Mendonca-Hagler, L.C. 2006. Fluorescent Pseudomonas associated with the rhizosphere of crops-an overview. Journal of Microbiology 37: 401-416.
5. Castaneda, G.C., Munoz, T.J.J., and Videa, J.R.P. 2005. A spectrophotometric method to determine the siderophore production by strains of fluorescent *Pseudomonas* in the presence of copper and iron. Journal of Microchemical 81: 35-40.
6. Delany, I., Sheehan, M.M., Fenton, A., Bardin, S., Aarons, S., and O Gara, F. 2000. Regulation of production of the antifungal metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol in *Pseudomonas fluorescens* Fl13: genetic analysis of phlF as a transcriptional repressor. Journal of Microbiology 146: 537-546.

7. Fravel, D.R. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant disease. Journal of Phytopathology 26: 75-91.
8. Hass, D., and Defago, W. 2005. Biological control of soil-borne-pathogens by *fluorescent* pseudomonads. Nature Reviews Microbiology 3: 307-319.
9. Hervás, A., Landa, B., and Jiménez-Díaz, R.M. 1997. Influence of chickpea genotype and *Bacillus* sp. On protection from Fusarium wilt by treatment with non- pathogenic *Fusarium oxysporum*. European Journal of Plant Pathology 103: 631-642.
10. Howell, C.R., and Stipanovic, R.D. 1979. Control of *Rhizoctonia solani* on cotton seedlings with *Pseudomonas fluorescens* and with an antibiotic produced by bacterium. Phytopathology 69: 480-482.
11. Jamali, F., Sharifi Tehrani, A., Okhovva, M., and Zakeri, Z. 1384. Effect of antagonistic bacteria on the control of fusarium wilt of Chickpea caused by *Fusarium oxysporum* under greenhouse conditions. Journal of Plant Pathology 3: 711-717. (In Persian with English Summary).
12. Kaur, R., Singh, R.S., and Alabouvette, C. 2007. Antagonistic activity of selected isolates of fluorescent pseudomonas against *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris. Asian Journal of Plant Science 6: 446-454.
13. Keel, C., and Defago, G. 1997. Interactions between beneficial soil bacteria and root pathogens: mechanisms and ecological impact. In: A.C. Gange and V.K. Brown (Eds). Multitrophic Interactions in Terrestrial System. Oxford: Blackwell Science.
14. Keel, C., Weller, D.M., Natsch, A., D´efago, G., Cook, R.J., and Thomashow, L.S. 1996. Conservation of the 2,4-diacetylphloroglucinol biosynthesis locus among fluorescent Pseudomonas strains from diverse geographic locations. Applied and Environmental Microbiology 62: 552-563.
15. Kraus, J., and Loper, J.E. 1992. Lack of evidence for a role of antifungal metabolite production by *Pseudomonas fluorescens* Pf-5 in biological control of pythium damping-off of cucumber. Phytopathology 82: 264-271.
16. MSTAT-C. Version 1.42. R.D. Freed and S.P. Eisensmith. Crop and Soil Sciences Department. Michigan State University.
17. Nagarajkumar, M., Bhashkaran, R., and Velazhahan, R. 2004. Involvement of secondary metabolites and extracellular lytic enzymes produced by pseudomonas fluorescens in inhibition of *Rhizoctonia solani*, the rice, sheath blight pathogen. Microbiology 159: 73-81.
18. Navas-Cortes, J.A., Hau, B., and Jimenez-Diaz, R.M. 2000. Yield loss in chickpeas in relation to development of Fusarium wilt epidemics. Phytopathology 11: 1269-1278.
19. O' Sullivan, D.J., and O Gara, F. 1992. Traits of *Pseudomonas fluorescens* spp. involved in suppression of plant root pathogen. Microbiology 56: 662-676.
20. Owen, A., and Zlor, R. 2001. Effect of cyanogenic rhizobacteria on the growth of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and Corn (*Zea mays*) in autoclaved soil and the influence of supplemented Glycine. Soil Biochemectry 33: 801-809.
21. Parsa, M., and Bagheri, A. 1387. Pulses. Iranian Academic Center for Education, Culture and Research Mashhad.
22. Raaijmakers, J.M., and Weller, D.M. 2001. Exploiting genotypic diversity of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas sp*. characterization of superior root-colonizing *P. fluorescens* strains Q8r1-96. Applied and Environmental Microbiology 67: 2545-2554.
23. Suresh, A., Pallavi, P., Srinivas, P., Praveen Kumar, V., Jeevan Chandra, S., and Ram Reddy, S. 2010. Plant growth promoting activities of fluorescent pseudomonas associated with some crop plants. African Journal of Microbiology Research 14: 1491-1494.
24. Thomashow, L.S., and Weller, D.M. 1988. Role of Phenazine antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in biological control of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. Journal of Bacteriology 170: 3499-3508.
25. Velusamy, P.J., Immanuel, E., Gnanamanickam, S.S., and Thomashow, L. 2006. Biological control of rice bacterial blight by plant-associated bacteria producing 2,4-diacetylphloroglucinol. Journal of Microbiology 52: 56-65.
26. Weller, D.M., and Cook, R.J. 1983. Suppression of take-all of wheat by seed treatments with *Fluorescent pseudomonads*. Phytopathology 78: 463-469.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 55-64

Antagonistic effect of *Pseudomonas fluorescens* isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris

Ebrahimi Kazemabad[1*], Z., Rohani[2], H., Jamali[3], F. & Mahdikhani Moghadam[4], E.

1,2&4- Graduate Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Plant Protection, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
3- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Agriculture Faculty, Khalij Fars University of Bushehr

Received: 15 June 2011
Accepted: 20 January 2012

Abstract

Fusarium wilt of chickpea, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris, is one of the most important diseases of this plant in Iran. In order to control this disease biologically, fluorescent pseudomonas were isolated from the rhizosphere of chickpea plants and enumerated using King'S medium B (KB). Antifungal activity of 80 bacterial isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris was evaluated on KB and potato dextrose agar (PDA) media. Results revealed that from 80 isolates tested, 81.25% of isolates in KB and 94.37% in PDA showed the ability to inhibit fungal growth. There was a correlation between production of antifungal metabolites and disease reduction, however, no correlation was observed between Siderophore production and metabolite production. Under greenhouse conditions, results showed that only M2-15 isolate reduced Fusarium wilt of chickpea significantly, with the rest having positive effects on chickpea growth factors. In greenhouse experiment, M2-15 ، Pf-5 and K-15 isolates caused a significant increase in growth factors including dry and fresh root and shoot weights compared to control plants. Among isolates studied in this research, M2-15 decreased the severity of chickpea wilt under greenhouse conditions, significantly.

Key words: Antibiotic, Biological control, Fusarium wilt, *Pseudomonas fluorescens,* Siderophore

* **Corresponding Author:** ebrahimi.zahra20@gmail.com, Mobile: 09132568502

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۷۲-۶۵، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 65-72

مطالعهٔ اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم اصلاح‌شدهٔ نخود آرمان

رحیم بیات[۱]، سیدحسین صباغ‌پور[۲*]، علی حاتمی[۳] و علی اشرف مهرابی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه ایلام، rahimbayat48@yahoo.com
۲- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان
۳- استادیار دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و تراکم بوته بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد در رقم اصلاح شدهٔ نخود آرمان، این تحقیق در قالب کرت‌های خُردشده با طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان در سال زراعی۸۹-۱۳۸۸ در شرایط دیم اجرا شد. عامل اصلی، تاریخ های مختلف کاشت در سه سطح شامل کشت انتظاری (۲۵آذرماه)، کشت بهنگام بهاره (۱۷اسفندماه) و کشت دیرهنگام بهاره (۱۵فروردین‌ماه) و عامل فرعی، تراکم‌های مختلف شامل ۲۰، ۳۰ و ۴۰بوته در مترمربع بود. نتایج نشان داد که تاریخ کشت بر تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه و عملکرد دانه، تأثیر معنی‌داری ($p < 0.01$) داشت. همچنین نتایج نشان داد که تراکم بوته، تأثیر معنی‌داری ($p < 0.01$) بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت داشت. اثر متقابل تاریخ کشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه، در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود. در نهایت، بیشترین عملکرد دانه، در کشت انتظاری با تراکم۳۰بوته در مترمربع حاصل شد و کمترین عملکرد دانه نیز در کشت بهارهٔ دیرهنگام با۴۰بوته در مترمربع به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تاریخ کاشت، تراکم بوته، عملکرد دانه، نخود

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) به‌عنوان یک محصول زراعی کم‌هزینه و حاوی پروتئین بالا در سیستم‌های زراعی مناطق سرد، معتدل و نیمه‌گرمسیری محسوب می‌شود. در کشور ما نیز نخود با سطح زیر کشت۵۶۰هزارهکتار، بخش اعظم سطح زیرکشت حبوبات را به‌خود اختصاص داده است (FAO, 2009). نخود، علاوه بر محتوای پروتئینِ بااهمیت بالا در تغذیه، در بهبود ساختمان و پایداری خاک نیز نقش عمده‌ای دارد (Neill *et al.*, 1996). همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن و برقراری تعادل عناصر معدنی خاک در سامانه‌های کشاورزی، از دیگر ویژگی‌های مهم این گیاه است (Patel *et al.*, 2006). از مهم‌ترین کشورهای تولیدکنندهٔ نخود در جهان می‌توان به هند، ترکیه، پاکستان، ایران، مکزیک، کانادا، میانمار، اتیوپی، استرالیا، سوریه، عراق، آمریکا، ایتالیا و... اشاره کرد که هند با تولید پنج میلیون‌تُن در سال، برترین کشور تولیدکنندهٔ این محصول می‌باشد (FAO, 2005).

انتخاب تاریخ کاشت مناسب، یکی از عوامل مهم در مدیریت کارآمد زراعی است که با انطباق فرایندهای فیزیولوژیک، مورفولوژیک و مراحل فنولوژیک گیاه مانند جوانه‌زدن، سبز شدن، رشد رویشی، گلدهی و رسیدگی با شرایط مطلوب آب و هوایی، نقش به‌سزایی در تولید دارد (Dinesh *et al.*, 1997). تاریخ کاشت مناسب، یکی از عوامل مؤثر در عملکرد گیاهان زراعی است که تأثیر زیادی بر رشد گیاه دارد؛ زیرا بر روی نوع شرایط محیطی که مراحل مختلف فنولوژیک گیاه با آن مواجه خواهد شد، تعیین‌کننده خواهد بود (Soltani *et al.*, 2006). گیاه نخود که معمولاً در شرایط خشک و با تکیه بر رطوبت ذخیره‌شده کشت می‌شود، با درجه‌حرارت های بالا در طول فصل‌رشد مواجه است، لذا کاشت آن در تاریخ کشت مناسب، بسیار حایز اهمیت می‌باشد (Benjamin & Nielsen, 2006). اثر تاریخ کاشت در عملکرد محصول، در شرایط دیم نسبت به شرایط آبی که فصل رشد طولانی‌تری دارد، مهم و بحرانی‌تر است (Kaul & Sekhon, 1976). نخود غالباً در شرایط دیم کشت می‌گردد و تنش خشکی آخر فصل، مهم‌ترین عامل مهم در کاهش عملکرد این گیاه در کشور است (Sabaghpour, 2006).

Nezami & Bagheri (2005) با مطالعه بر روی ۳۳ژنوتیپ نخود (۳۲ژنوتیپ متحمل و یک ژنوتیپ حساس به

* **نویسنده مسئول**: همدان، کیلومتر ۵ جادهٔ تهران، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی، تلفن: ۰۸۱۱-۴۳۷۲۷۲۰، همراه: ۰۹۱۸۳۳۱۲۵۰۰
sabaghpour@yahoo.com

سرما) در چهار تاریخ کاشت ۶مهر،۲۴مهر و۱۱آبان (کاشت‌های پاییزه) و ۱۶اسفند (کاشت بهاره) در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی۸۰-۱۳۷۹، گزارش کردند که تاریخ کاشت بر طول دورهٔ کاشت تا سبزشدن، دورهٔ رشد رویشی، مرحلهٔ رشدی قبل از سرما، ارتفاع گیاه در زمان برداشت، تعداد و طول شاخه‌ها در بوته، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت، تأثیر معنی‌داری دارد.

در مطالعاتی که در سوریه و لبنان به‌مدت۱۰سال انجام شد، کشت پاییزهٔ نخود تقریباً ۷۰درصد عملکرد دانه بیشتر نسبت به کشت بهاره تولید کرد و عملکرد نیز پایدارتر بود (Singh *et al.*,1997). محققان با مطالعه بر روی ژنوتیپ ILC482 در سه تاریخ کشت۳۰فروردین، ۷اردیبهشت و۱۴اردیبهشت و سه تراکم بوته ۲۵، ۳۵ و ۴۵بوته در مترمربع در شرایط دیم مغان نشان دادند که اولین تاریخ کشت (۳۰فروردین) در تراکم ۲۵بوته در مترمربع، بالاترین عملکرد را تولید کرد (Mirzaei *et al.*, 2010). در تحقیق دیگری نتایج تجزیه مرکب دو سالهٔ بررسی چهار تاریخ کشت (۱آبان، ۱۵آبان، ۱آذر و ۱۵آذر) و چهار تراکم بوته (۱۳،۲۰، ۲۹ و۴۰بوته در مترمربع) بر روی رقم هاشم در استان گلستان، نشان داد که بالاترین عملکرد با ۱۱۰۱کیلوگرم در هکتار مربوط به تاریخ کشت ۱آذر با تراکم ۲۹بوته در مترمربع بود (Sabaghpour, 2002). (Regan *et al.* 2003) با بررسی مطالعات انجام‌شده روی تراکم‌های مختلف و ژنوتیپ‌های متفاوت نخود در شرایط مدیترانه‌ای جنوب‌غربی استرالیا گزارش کردند که تراکم مطلوب و اقتصادی برای این گیاه، ۲۵ تا۳۰بوته در مترمربع می‌باشد.

این تحقیق به‌منظور دستیابی به مناسب‌ترین تاریخ کشت و تراکم بوته برای رقم اصلاح‌شدهٔ نخود آرمان در شرایط دیم همدان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان همدان با عرض جغرافیایی۳۴درجه و۵۲دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۸درجه و۳۲دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۷۲۸متر از سطح دریا در شرایط دیم اجرا گردید. شهرستان همدان دارای آب و هوای سرد و زمستان طولانی است. میزان بارندگی در ایستگاه اکباتان، ۳۸۴/۸میلی‌متر در سال زراعی۸۹-۱۳۸۸ بود.

عملیات آماده‌سازی زمین آزمایش پس از اولین بارندگی در پاییز، شامل شخم و سیکلوتیلر بود و سپس خطوط کشت ۲۵سانتی‌متری ایجاد گردید. پس از تجزیهٔ شیمیایی خاک، مقدار ۵۰کیلوگرم کود اوره و۵۰کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل به خاک مزرعه اضافه شد. این تحقیق به‌منظور بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و تراکم بوته بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد رقم اصلاح‌شدهٔ نخود آرمان در قالب کرت‌های خُردشده بر پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط دیم اجرا گردید. عامل اصلی، شامل سه تاریخ کاشت ۲۵آذرماه (کشت انتظاری)، ۱۷اسفندماه (کشت بهنگام بهاره) و ۱۵فروردین‌ماه (کشت دیرهنگام بهاره) و عامل فرعی شامل سه تراکم ۲۰،۳۰ و ۴۰بوته در مترمربع بود. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف چهارمتری با فاصلهٔ ۲۵سانتی‌متر از همدیگر و فاصلهٔ بین بلوک ۲/۵متری بود. کاشت بذرها با فاصله‌های حدود۲۰، ۱۳/۵و۱۰سانتی‌متر به‌تعداد سه‌عدد بذر در هر شیار به‌ترتیب برای تراکم‌های ۳۰،۲۰ و۴۰بوته در مترمربع انجام شد. برای رسیدن به تراکم مناسب، پس از سه هفته از اولین بارندگی در هر مرحله از تاریخ‌های کشت و حصول اطمینان از استقرار گیاهچه‌ها، نسبت به تنُک بوته‌ها اقدام گردید. در طول مدت رشد، علاوه بر وجین علف‌های‌هرز، در دو نوبت، از مراحل فنولوژی، صفات مورفولوژیک، عملکرد واجزای عملکرد، یاداشت‌برداری گردید. در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک (رطوبت ۱۲درصد) با حذف دو خط کناری و حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر واحد آزمایشی، از دو ردیف وسط هرکرت،۱۰بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوتهٔ آنها شمارش گردید. برای تعیین عملکرد دانه، برداشت از دو خط وسط انجام گرفت و برای اندازه‌گیری وزن ۱۰۰دانه، از محصول هر واحد آزمایشی نمونه‌های تصادفی، انتخاب و توزین گردید.

تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین بر روی عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن۱۰۰دانه) با استفاده از نرم‌افزارهای SAS، Excel و MSTAT-C انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

در میان اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه به‌عنوان اجزای مهم عملکرد به‌شمار می‌روند (Sabaghpour, 1997). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کشت و تراکم بوته، اثر معنی‌داری ($p<0.01$) بر تعداد غلاف در بوته داشتند (جدول ۱)، اما اثر متقابل تاریخ کشت و تراکم بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته، به‌ترتیب مربوط به کشت انتظاری (۲۲غلاف در بوته) و کشت بهارهٔ دیرهنگام (۸/۶غلاف در بوته) بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که تراکم۳۰بوته در مترمربع با ۱۷غلاف در بوته نسبت به تراکم۴۰بوته با ۱۰غلاف در بوته، برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳). Singh *et al.*, (2004) با مطالعه بر روی ژنوتیپ‌های نخود در هندوستان اعلام داشتند که کشت در۳۰اُکتبر (آبان‌ماه) نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت، برتری دارد و تعداد غلاف بیشتری تولید می‌کند. (Rezvani Moghaddam & Sadeghi Samarjan, 2008) پس از بررسی اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود در شرایط آب و هوایی نیشابور، گزارش کردند که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته، به‌ترتیب مربوط به تاریخ‌های کاشت پاییزه در ۲۵مهر با ۳۰/۳۷غلاف و بهاره در ۲۵فروردین با ۱۵/۶۸غلاف بود.

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد دانهٔ نخود رقم آرمان در سطوح تاریخ‌های کشت و تراکم در شرایط دیم همدان (۸۹-۱۳۸۸)

Table 1. Analysis of variance for grain yield and related traits of chickpea cv. Arman under rainfed condition of Hamedan (2009-2010)

			میانگین مربعات MS				
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Pod/plant	تعداد دانه در غلاف Seed/pod	وزن ۱۰۰دانه 100-Seed weight	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index
Replication	تکرار	3	32.46 ns	0.001 ns	12.30 ns	26325.70**	6.67 ns
Sowing date	تاریخ کاشت	2	589.8**	0.001 ns	72.97**	228675**	82.0 ns
Ea	خطای اصلی	6	33.30	0.0012	9.87	5912.90	8.40
Plant density	تراکم بوته	2	167.20**	0.0012 ns	1.73 ns	183220.50**	59.60**
S. date×P. density	تاریخ کاشت×تراکم	4	16.92 ns	0.001 ns	2.37 ns	67351.10**	5.40 ns
Eb	خطای فرعی	18	19.06	0.001	1.24	1873.70	6.30
G	کل	35	-	-	-	-	-
Cv(%)	ضریب تغییرات (٪)	-	**20.80**	**3.40**	**14.30**	**14.90**	**6.50**

** and ns: Significant at 1% and no significant, respectively

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

جدول۲- میانگین عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد رقم نخود آرمان در تاریخ‌های مختلف کشت در شرایط دیم همدان (۸۹-۱۳۸۸)

Table 2. Mean comparison of different date of sowing on seed yield and the related traits of chickpea cv. Arman under rainfed condition in Hamedan (2009-2010)

تاریخ کاشت Sowing date		تعداد غلاف در بوته Pod/plant	تعداد دانه در غلاف Seed/pod	وزن ۱۰۰دانه 100-Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
کشت انتظاری	Entezari planting	22.8 a	1.00 a	30.30 a	1041.20 a	39.06 a
کشت بهنگام بهاره	Spring planting	11.86 b	1.00 a	26.96 b	861.6 b	39.21 a
کشت دیرهنگام بهاره	Late spring planting	8.70 b	0.98 a	25.50 c	769.80 c	38.86 a

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵درصد ندارند.

Means in each column followed by similar letter are not significantly different at 5% probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT).

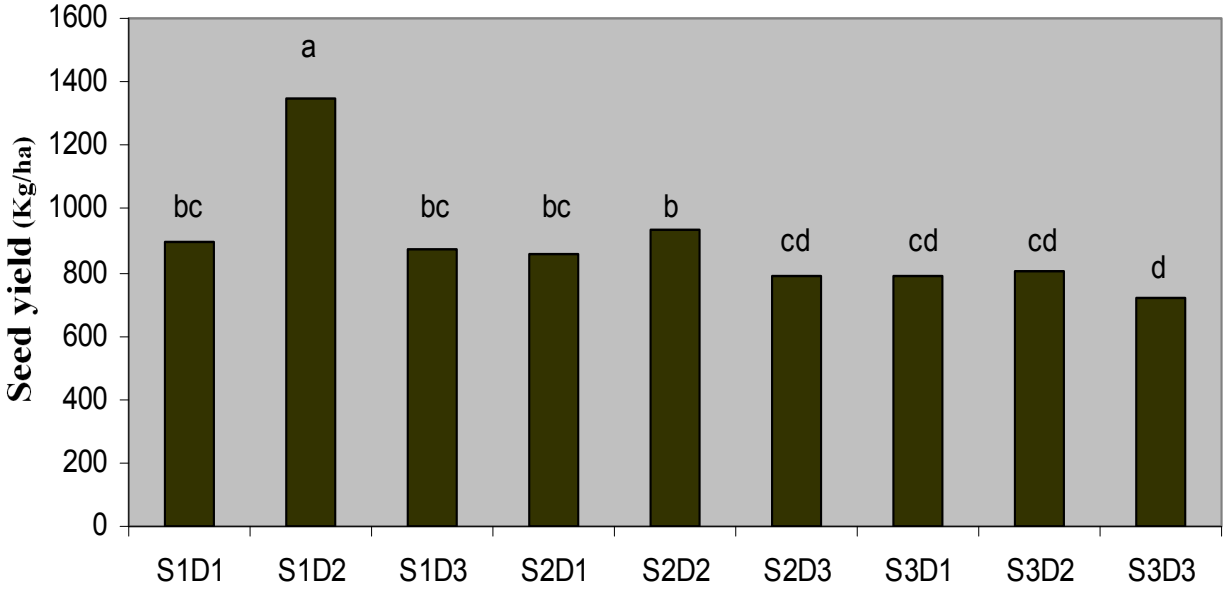
جدول۳ - میانگین عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد رقم نخود آرمان در تراکم‌های بوته درشرایط دیم همدان (۸۹-۱۳۸۸)

Table 3. Mean comparison of plant densities on seed yield and related traits of chickpea cv. Arman under rainfed condition of Hamedan (2009-2010)

تراکم بوته Plant density	تعداد غلاف در بوته Pod/plant	تعداد دانه در غلاف Seed/pod	وزن ۱۰۰دانه 100-Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
۲۰بوته در مترمربع 20 plants/m^2	15.82 a	1.00 a	27.96 a	848.8 b	39.26 a
۳۰بوته در مترمربع 30 plants/m^2	16.84 a	1.00 a	27.66 a	1029.9 a	41.16 a
۴۰بوته در مترمربع 40 plants/m^2	9.94 b	0.98 a	27.21 a	793.8 C	36.78 b

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵درصد ندارند.

Means in each column followed by similar letter are not significantly different at 5% probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT).



S1= Entezari (انتظاری)، S2= Spring planting (بهاره بهنگام)، S3= Late spring planting (بهارهٔ دیرهنگام)

D1=20 plants/m^2 (۲۰ بوته در مترمربع)، D2=30 plants/m^2 (۳۰ بوته در مترمربع)، D3=40 plants/m^2 (۴۰ بوته در مترمربع)

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت×تراکم بوته بر عملکرد دانه رقم نخود آرمان درشرایط دیم همدان (۸۹-۱۳۸۸)

Fig. 1. Mean comparison interaction of sowing date×plant density of seed yield of chickpea cv. Arman under rainfed condition in Hamedan (2009-2010)

وزن۱۰۰دانه

وزن ۱۰۰دانه نشان‌دهندهٔ میزان تجمع مادهٔ خشک در دانه‌ها می‌باشد که با توجه به شرایط آب و هوایی و طول دورهٔ رشد گیاه، متفاوت بوده و کاهش آن باعث کاهش عملکرد خواهد شد. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که در میان تاریخ‌های کشت، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد از نظر وزن۱۰۰دانه وجود داشت (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن۱۰۰دانه (۳۰/۳۴گرم) مربوط به تاریخ کشت انتظاری و کمترین (۲۵/۵۳گرم) مربوط به کشت بهارهٔ دیرهنگام بود (جدول ۲). بالابودن وزن۱۰۰دانه در کشت انتظاری می‌تواند ناشی از افزایش طول دورهٔ پُرشدن یا افزایش سرعت پُرشدن دانه و یا هر دو باشد. در کاشت اول به‌علت فصل رشد طولانی‌تر، احتمال اثر هر دو عامل بر افزایش وزن دانه وجود داشته است. نتایج این تحقیق حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار تراکم بوته بر وزن۱۰۰دانه بود. اثر متقابل تاریخ کشت و تراکم نیز بر وزن۱۰۰دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱). Mousavi & Pezeshkpour (2006) با مطالعهٔ ژنوتیپ‌های مختلف نخود کابلی گزارش نمودند که تراکم بوته‌ها اثر معنی‌داری بر وزن۱۰۰دانه ندارد. Shirtliffe & Johnson (2002) و Rosalind *et al*, (2000) به‌ترتیب در لوبیا و سویا گزارش کردند که با تغییر تراکم کاشت، وزن۱۰۰دانه تغییری نکرد. Leport et al, (1999) گزارش کردند که در بین اجزای عملکرد نخود، وزن۱۰۰دانه، از تغییرپذیری کمتری برخوردار است. این موضوع ممکن است به‌دلیل توارث‌پذیری بالای وزن۱۰۰دانهٔ گیاه نخود باشد (Sabaghpour, 1997).

Singh *et al*., (2004) در هندوستان اثر تاریخ کشت بر روی نخود را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که ارقام کشت‌شده در ۲۵اُکتبر (سوم‌آبان‌ماه)، وزن۱۰۰دانهٔ بیشتری نسبت به سایر تاریخ‌های کشت۱۰نوامبر و ۲۵نوامبر داشتند. Ozdemir & Karadavut (2003) در ترکیه با بررسی کاشت ارقام نخود در پاییز و بهار، نتیجه گرفتند که وزن۱۰۰دانهٔ ارقام درکشت پاییزه،۱۰درصد بیش از کشت بهاره بود و بیان کردند که این افزایش، احتمالاً به‌دلیل درجه‌حرارت مناسب در زمان پُرشدن دانه در کشت پاییزه می‌باشد.

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد که تاریخ کشت و تراکم، اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف ندارد و اثر متقابل تاریخ کشت و تراکم نیز بر تعداد دانه در غلاف، معنی‌دار نبود (جدول ۱). این نتایج این موضوع را تقویت می‌کند که تعداد دانه در غلاف، بیشتر تحت تأثیر اثرات ژنتیکی است.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس بر روی شاخص برداشت نشان داد که تاریخ‌های کشت، اثر معنی‌دار آماری بر روی شاخص برداشت نداشتند (جدول ۱). نتایج این بررسی نشان داد که شاخص برداشت در تراکم‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد داشتند (جدول ۱). نتایج مقایسهٔ میانگین شاخص برداشت نشان داد که تراکم‌های ۳۰ و۲۰بوته در مترمربع، شاخص برداشت بیشتری نسبت به تراکم۴۰بوته در مترمربع داشتند (جدول ۳). یکی از دلایل عمدهٔ شاخص برداشت بالاتر در تراکم‌های پایین‌تر، ممکن است رقابت ضعیف گیاهان جهت عوامل رشدی به‌ویژه جذب تشعشع در طول فصل رشد باشد؛ برعکس، در تراکم‌های بالا به‌دلیل وجود رقابت شدید بین بوته‌ها، سهم هر دانه از تولید مواد فتوسنتزی کاهش یافته و به دنبال آن شاخص برداشت نیز افت می‌کند (Majnoon-hosseini *et al*., 2003).

عملکرد دانه

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که تاریخ کشت، تراکم و اثر متقابل آنها، اثر معنی‌داری ($p<0.01$) بر روی عملکرد دانه داشتند (جدول ۱). این نتایج نشان می‌دهد روند تغییرات عملکرد دانه در تاریخ‌های کشت و تراکم‌های مختلف بوته، یکسان نبوده است. عملکرد دانه می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تاریخ کشت و تراکم بوته قرار گیرد که تأخیر در تاریخ کشت و تراکم نامناسب کاهش عملکرد دانه را به‌دنبال خواهد داشت. نتایج مقایسهٔ میانگین اثر متقابل تاریخ کشت و تراکم بوته نشان داد که بالاترین عملکرد دانه با۱۳۵۰کیلوگرم در هکتار، مربوط به کشت انتظاری (۲۵آذرماه) با تراکم۳۰بوته در مترمربع با تولید بود (شکل۱). در کاشت زود، گیاه دارای اندام‌های زایشی بزرگتری می‌شود که قادرند مخزن زایشی بزرگتری را تغذیه نموده و به‌میزان کافی مادهٔ خشک را به آن اختصاص دهند که در نتیجه، عملکرد افزایش می‌یابد (Singh *et al*., 1997).

انتخاب تراکم بوتهٔ مناسب که بر اساس عوامل گیاهی و محیطی صورت می‌گیرد، بر عملکرد تأثیر می‌گذارد؛ چرا که عملکرد مناسب، زمانی به‌دست می‌آید که رقابت درون و برون‌بوته‌ای برای عوامل رشد، به حداقل رسیده باشد و گیاه بتواند از این عوامل، حداکثر استفاده را بنماید (Falah, 2000). Valimohammadi *et al*, (2007) با بررسی سه تاریخ کشت (۲۴آبان، ۲۵اسفند و ۲۶فروردین) و چهار تراکم بوته (۱۷، ۲۳، ۳۴ و ۴۵بوته در مترمربع) روی رقم محلی قزوین در شرایط دیم ارومیه گزارش کردند بالاترین عملکرد، در تاریخ کشت اول

و تراکم ۲۳بوته در مترمربع حاصل گردید. Manish *et al*, (2003) با بررسی اثر تاریخ کاشت روی نخود نتیجه گرفتند که تعداد دانه در بوتهٔ ارقام کشت‌شده در نوامبر (آذرماه)، بیشتر از سایر تاریخ‌ها بود. Mousavi & Pezeshkpour (2006)، ژنوتیپ‌های مختلف نخود کابلی (تودهٔ محلی گریت، ILC482 و رقم هاشم) را در پاسخ به تاریخ‌های کاشت در سال ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقاتی دیم کوهدشت مورد مطالعه قرار دادند. آنها گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه، مربوط به تودهٔ محلی گریت با تولید ۱۴۶۴/۳کیلوگرم در هکتار با زمان کاشت دوم (بهمن‌ماه) بود و با تأخیر در زمان کاشت و مصادف‌شدن مرحلهٔ پُرشدن دانه با تنش خشکی و درجه‌حرارت‌های بالا در انتهای فصل رشد، تولید زیست‌توده و عملکرد دانه در نخود، به‌ترتیب به‌میزان ۶۶ و ۸۹درصد کاهش یافت که این کاهش، عمدتاً به‌دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته به‌میزان۶۰درصد و کاهش وزن۱۰۰دانه به‌میزان۲۲درصد بود. Olson & Sadder (1988) گزارش کردند که بوته‌ها برای عناصر غذایی، نور و سایر فاکتورهای رشد با هم رقابت می‌کنند؛ بنابراین، طبیعی است که گیاهان در فاصلهٔ معینی از یکدیگر قرار گیرند، به‌طوری‌که حداقل رقابت و حداکثر عملکرد در یک آرایش مناسب، تولید گردد.

به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با تأخیر در کاشت، عملکرد دانه و اجزای عملکرد نخود رقم اصلاح‌شدهٔ آرمان و همچنین سایر خصوصیات مورفولوژیک مربوط به آن، کاهش یافت و مناسب‌ترین تاریخ کشت و تراکم بوته برای این رقم در منطقهٔ همدان، کشت انتظاری با تراکم ۳۰بوته در مترمربع می‌باشد.

سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان که امکان انجام این تحقیق را فراهم آوردند و نیز تمام همکارانی که در اجرای هرچه بهتر این تحقیق ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Benjamin, J.G., and Nielsen, D.C. 2006. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. Field Crops Research 97: 248-253.
2. Dinesh, C., Lodh, K., Shoo, M., Nandam, B.B., and Chander, D. 1997. Effect of date of planting and spacing on grain yield and quality of scented rice (*Oryza sativa*) varieties in wet season in coastal. Orissa Indian Journal of Agricultural Science 67: 93-97.
3. FAO. 2009. http://www.FAOSTAT.htm.
4. Falah, S. 2000. Study on growth, yield and yield components of three chickpea varieties on different densities and two moisture levels under Khoramabad condition. MSc. Thesis, Isfahan Industrial University.
5. FAO. 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http//www.fao.org Read phonetically.
6. Kaul, J.N., and Sekhon, H.S. 1976. Performance of three genotypes as affected by date of sowing and row spacing. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea. C.A.B. International, UK, p. 214.
7. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Devies, S.L., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological response of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. Eur. J. Agron. 11: 279-291.
8. Majnoon-Hosseini, N., Mohammadi, H., Poustini, K., and Zeinaly-Khanghah, H. 2003. Effect of plant density on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in chickpea cultivars. Iran Agricultural Science Journal 34: 1011-1019.
9. Manish, K., Satish, K., and Kadian, V.S. 2003. Response of new chickpea genotypes to different dates of sowing under irrigated conditions. Annals of Agricultural Research 24: 983-984.
10. Miezaei, N., Gholipouri, A., Tobeh, A., Asgheri, A., Mostafaei, H., and Jamaati-e-Somarin, S. 2010. Yield and yield components of chickpea affected by sowing date and plant density under dry condition. 2010. World Applied Sciences Journal 10: 64-69.
11. Mousavi, S.K., and Pezeshkpour, P. 2006. Evaluation of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date. Iranian J. of Field Crops Research 4: 141-154.
12. Neill, M.C., Pilbeam, C.J., Haris, H.C., and Swift, R.S. 1996. Seasonal variation in the suitability of different methods for estimating biological nitrogen fixation by grain legumes under rainfed condition. Australia Journal Agriculture Research 47: 1061-1073.

13. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: I- phenology and morphology. Iranian J. of Field Crops Research 3: 143-155.
14. Olson, R.A., and Sadder, D.H. 1988. Corn production. In: G.F. Spraque and J.W. Dudley (Eds.). Corn and Corn Improvement. American Society of Agronomy, INC. Madison, Wisconsin, USA, p. 941-685.
15. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turkish Journal 27: 345-352.
16. Patel, B.D., Patel, V.J., Patel, J.B., and Patel, R.B. 2006. Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. Indian J. Crop Sci. 1: 180-183.
17. Regan, K.L., Siddique, K.H.M., and Martin, L.D. 2003. Response of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) to sowing rate in mediterranean-type environments of south-western Australia. Aust. J. Experim. Agric. 43: 87-97.
18. Rezvani Moghaddam, P., and Sadeghi Samarjan, R. 2008. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian J. of Field Crops Research 6: 315-325.
19. Rosalind, A.B., Purcell, L.C., and Vories, E.D. 2000. Short season soybean yield compensation in response to population and water regime. Crop Sci. 40: 1070-1078.
20. Sabaghpour, S.H. 1997. Chickpea Genetic. Agricultural Publisher. pp. 54.
21. Sabaghpour, S.H. 2002. The appropriate plant density and date of sowing for Hashem improved chickpea variety. In: Proc. of the 7th Iranian Crop Protection and Breeding Congress, Sep, 2002, SPII, Karaj, Iran. p. 206.
22. Sabaghpour, S.H. 2006. Prospects and problems for enhancing grain yield of food legume on dryland in Iran. Iranian J. of Field Crops 30: 15-54.
23. Shirtliffe, S.J., and Johnson, A.M. 2002. Yield density relationships and optimum plant populations in two cultivars of solid-seeding dry bean grown in Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 82: 521-529.
24. 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. Agron. J. 89: 112-118.
25. Singh, T.K., Pyare, R., Dwivedi, D.P., Singh, S.K., and Verma, S.N. 2004. Response of varieties and dates of sowing on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant Archives 4: 471-474.
26. Soltani, A., Hammer, G.L., Torabi, B., Robertson, M.J., and Zeinali, E. 2006. Modeling chickpea growth and development: Phenological development. Field Crops Res. 99: 1-13.
27. Valimohammadi, F., Tajbakhsh, M., and Saeid, A. 2007. Comparison winter and spring sowing dates and effect of plant density on yield and yield components and some quality, morphological traits of chickpea under environmental condition of Uromia, Iran. Journal of Agronomy 6: 571-575.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 65-72

Study on effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components of improved chickpea (*Cicer arietinum* L.) Kabuli type var. Arman

Bayat[1], R., Sabaghpour[2*], S.H., Hatami[3], A. & Mehrabi[3], A.A.

1- The MSc. Student from College of Agriculture, Ilam University, rahimbayat48@yahoo.com
2- Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Hamadan
3&4- Contributions from College of Agriculture, Ilam University

Received: 22 June 2011
Accepted: 30 January 2012

Abstract

In order to evaluate the effect of different levels of sowing dates and plant density on grain yield and its components in chickpea var. Arman, a field study was conducted at Ekbatan Research Field Station of Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan province under rainfed condition during 2009-2010 cropping season. Treatments were arranged as split plot on the basis of randomized complete block design with four replications. The main plots were date of sowing in three levels including Entezari (16 December), spring planting (7 March) and late spring planting (4 April) and the sub-plots were plant densities (20, 30 and 40 plants/m^2). Results showed that pod number per plant, 100-seed weight and grain yield were affected by sowing dates, significantly. The results also showed significant differences for pod number per plant, grain yield and harvest index in different plant densities. The interaction of sowing date×plant density was significant ($p< 0.01$) only for seed yield. Finally, the highest and the lowest seed yield was achieved in Entezari planting with 30 plants/m^2 and late spring planting with 40 plants/m^2.

Key words: Chickpea, Plant density, Seed yield, Sowing date, Yield components

* **Corresponding Author:** sabaghpour@yahoo.com, Mobile: 09183312500

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۸۴-۷۳، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 73-84

ارزیابی حساسیت برخی حبوبات و گیاهان زراعی به بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ علف‌کش متری‌بیوزین در خاک

سیده‌فاطمه فخرراد [1*]، ابراهیم ایزدی دربندی [2]، محمدحسن راشد محصل [3] و محمد حسن‌زاده خیاط [4]

۱- کارشناس ارشد رشتهٔ شناسایی و مبارزه با علف‌های‌هرز
۲ و۳- به‌ترتیب استادیار و استاد دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۱/۲۴

چکیده

به‌منظورارزیابی حساسیت گیاهان زراعی مختلف به بقایای متری‌بیوزین، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در گلخانهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش، شامل هشت گیاه زراعی (لوبیا، عدس، نخود، ذرت، گندم، جو، کلزا و چغندرقند) و هفت غلظت مختلف علف‌کش متری‌بیوزین در خاک (۰، ۰/۰۱۶، ۰/۰۳۲، ۰/۰۶۴، ۰/۱۲۸، ۰/۱۶۰ میلی‌گرم مادهٔ مؤثرهٔ متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) بودند. پس از تعیین درصد سبزشدن گیاهان، بقاء و زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی و ریشهٔ آن‌ها،۳۰روز بعد از سبزشدن‌شان اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی پاسخ گیاهان مورد آزمایش به بقایای متری‌بیوزین، پس از تجزیهٔ واریانس داده‌ها، آنالیز رگرسیون آن‌ها برای تعیین مقدار باقیماندهٔ لازم متری‌بیوزین برای۵۰درصد تلفات در متغیرهای اندازه‌گیری‌شده (ED_{50}) از برازش داده‌های بقاء و زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی و ریشه به معادلات سه و چهارپارامتری لجستیک انجام شد. نتایج نشان داد که بقایای متری‌بیوزین در خاک، تأثیر معنی‌داری بر رویش گیاهان مذکور نداشت؛ اما با افزایش میزان غلظت متری‌بیوزین، وزن خشک تمام گیاهان به‌طور معنی‌داری ($p<0.01$) کاهش پیدا کرد. پاسخ گیاهان مورد مطالعه به بقایای متری‌بیوزین در خاک، متفاوت بود. کمترین (۱/۶درصد) و بیشترین (۸۴/۶درصد) تلفات زیست‌تودهٔ اندام هوایی و بیشترین (۵۵/۸درصد) و کمترین (۱۹/۰درصد) تلفات زیست‌تودهٔ ریشه، به‌ترتیب در ذرت و کلزا مشاهده شد. با توجه به نتایج آزمایش، ذرت با داشتن بالاترین ED_{50} (۰/۱۹میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) به‌عنوان مقاوم‌ترین گیاه و کلزا با کمترین مقدار ED_{50} (۰/۰۱۲میلی‌گرم مادهٔ مؤثرهٔ متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) به‌عنوان حساس‌ترین گیاه به بقایای متری‌بیوزین شناخته شدند. بر اساس نتایج آزمایش، سایر گیاهان زراعی بر اساس شاخص مذکور از نظر حساسیت به بقایای متری‌بیوزین به‌صورت ذرت<لوبیا<نخود<عدس<گندم<جو<چغندرقند<کلزا، طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: باقیمانده، زیست‌توده، زیست‌سنجی، عدس، لوبیا، نخود

مقدمه

در بین علف‌کش‌های بازدارندهٔ فتوسنتز، متری‌بیوزین از مهم‌ترین علف‌کش‌ها است که به‌طور گسترده‌ای در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ بسیاری از محصولات زراعی از جمله سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و گندم به‌کار می‌رود (Khoury, 2003). از آنجا که بر اساس مطالعات انجام‌شده، این علف‌کش جزء علف‌کش‌های با ماندگاری متوسط به بالا در خاک می‌باشد، کاربرد گستردهٔ آن در بوم‌نظام‌های زراعی، تبعات زیست‌محیطی زیادی را به‌دنبال داشته است؛ به‌طوری‌که بر اساس گزارش‌های موجود، از پتانسیل آلایندگی بالایی در منابع آب‌های جاری و زیرزمینی و نیز خاک، برخوردار می‌باشد (Wauchope *et al*., 1992). هرچند ماندگاری علف‌کش‌ها در خاک منجر به افزایش طول دورهٔ کنترل علف‌های‌هرز خواهدشد، اما آسیب به گیاهان زراعی موجود در تناوب، از پیامدهای مهم این پدیده می‌باشد که از دیدگاه زراعی، مورد توجه است. در این ارتباط، مطالعات متعددی در علف‌کش‌های مختلف انجام شده است که قریب به اتفاق نتایج آنها، دلالت به این مهم دارند (Ulbrich *et al*., 2005; Jettner *et al*., 1999). در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی پاسخ ۲۲گیاه زراعی و علف‌هرز به بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ آترازین توسط Jettner *et al*, (1999) انجام شد، مشاهده شد که علف‌قناری (*Phalaris paradoxa*)، جو، چاودار، شبدر (*Trifolium repense*)، آفتاب‌گردان و گندم، به‌ترتیب حساس‌ترین گیاهان به بقایای آترازین در خاک بودند و

* **نویسنده مسئول:** کارشناس ارشد رشتهٔ شناسایی و مبارزه با علف‌های‌هرز،
همراه: ۰۹۳۶۳۲۵۱۹۸۴، fa_fakhr@yahoo.com

در بین گیاهان مذکور، حساسیت علف‌قناری نسبت به سورگوم، بیش از ۵۰برابر بود. بر اساس گزارش نامبردگان، بقایای آترازین ضمن این‌که تناوب محصولات حساسی مثل جو و گندم را با مشکل مواجه می‌کند، در کنترل علف‌های‌هرز حساسی مثل علف‌قناری نیز مؤثرخواهد بود. در آزمایشی که به‌منظور زیست‌سنجی پسماند علف‌کش‌های آترازین، نیکوسولفورون، فورام سولفورون، نیکوسولفورون+ریم‌سولفورون، ریم‌سولفورون+فورام سولفورون با استفاده از گیاه شاخص شاهی (*Lepidum sativum*) انجام شد، مشاهده شد که شاهی، کمترین میزان جوانه‌زنی و طول و وزن‌خشک شاخساره را در تیمار آترازین دارا بود و در بین علف‌کش‌های سولفونیل اوره، نیکوسولفورون بیشترین تأثیر را بر کاهش وزن‌خشک شاخسارهٔ شاهی داشت (Ghesam *et al.*, 2010). به‌طورکلی بقایای علف‌کش‌ها در خاک، از جمله عوامل محدودکنندهٔ کاشت گیاهان حساس است؛ از این رو، شناسایی گیاهان حساس و نیز رعایت فاصلهٔ زمانی برای کاشت محصول بعدی، از جمله عوامل مدیریتی پسماند علف‌کش‌هاست. Felix *et al*, (2007) بیان کردند که رعایت فاصلهٔ زمانی ۱۲ماه بعد از کاربرد علف‌کش مزوتریون در مزارع ذرت، برای کاشت گیاهان لوبیا، کلم، فلفل، گوجه‌فرنگی و کدو، ضروری است. در مطالعات Osullivan& Thomas (2001) نیز که به‌منظور بررسی اثر بقایای علف‌کشCGA152005 یک‌سال پس از کاربرد آن به‌صورت پس‌رویشی به‌تنهایی و همراه با آترازین در مزارع ذرت، بر روی شِش گیاه سویا، نخود، کلم، گوجه‌فرنگی، فلفل و سیب‌زمینی انجام شد، کلم،گوجه‌فرنگی و فلفل، گیاهان حساسی به بقایای علف‌کش مذکور شناخته شدند. بر اساس مطالعات نامبردگان، به‌طور متوسط، رعایت فاصلهٔ کاشت ۲۲ماه جهت کشت این گیاهان در تناوب با ذرت، ضروری است. در ارتباط با متری‌بیوزین نیز مطالعات پراکنده‌ای در این ارتباط انجام شده است.

در آزمایشی دیگر که به‌منظور بررسی صدمهٔ بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ علف‌کش متری‌بیوزین بر گیاهان زراعی سورگوم و کدو در شرایط کنترل‌شده انجام شد، گیاهان مذکور به‌عنوان گیاهان حساس به بقایای متری‌بیوزین معرفی شدند به‌طوری‌که غلظت‌های ۰/۶۵ و ۱/۲۵قسمت در میلیون متری‌بیوزین در خاک، بیش از ۵۰درصد صدمه را به‌ترتیب در ریشه و ساقهٔ این گیاهان به‌دنبال داشتند و ریشهٔ هر دو گیاه نسبت به ساقه، حساسیت بیشتری به بقایای متری‌بیوزین در خاک نشان داد. بر اساس گزارش مذکور، با توجه به حساسیت گیاهان مذکور به بقایای متری‌بیوزین، این دو گیاه به‌عنوان گیاهان محک در تشخیص بقایای احتمالی متری‌بیوزین معرفی شدند (Sondhia, 2005). در برخی از مطالعات نیز پتانسیل صدمهٔ این علف‌کش به برخی از ارقام سیب‌زمینی اشاره شده است (James, 2007). Ratsch *et al*, (1986) نیز گزارش کردند که بقایای متری‌بیوزین به‌طور معنی‌داری وزن خشک گیاه آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) را کاهش داد. نامبردگان بر اساس نتایج حاصل از مطالعات خود، اشاره کردند که بقایای متری‌بیوزین در خاک می‌تواند در کنترل درازمدت علف‌های هرزی که در مزرعه به‌صورت دوره‌ای سبز می‌شوند، مؤثر و مهم باشند.

از آن‌جا که متری‌بیوزین یکی از علف‌کش‌های مهم کشور است و با توجه به این‌که در ارتباط با تأثیر بقایای این علف‌کش بر تناوب زراعی و نیز ارزیابی حساسیت گیاهان زراعی مختلف، به‌خصوص حبوبات، به آن بقایا در کشور مطالعه‌ای صورت نگرفته است، این آزمایش به‌منظور بررسی حساسیت حبوبات (لوبیا، عدس و نخود) و مقایسهٔ تحمل آنها به بقایای متری‌بیوزین در خاک در مقایسه با سایر گیاهان زراعی و نیز تعیین گیاه یا گیاهان محک در ارزیابی بقایای آن با استفاده از آزمایش زیست‌سنجی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال۱۳۸۹درگلخانهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش، شامل غلظت‌های مختلف علف‌کش متری‌بیوزین در خاک در هفت سطح (۰، ۰/۰۱۶، ۰/۰۳۲، ۰/۰۶۴، ۰/۱۲۸ و۰/۱۶۰ میلی‌گرم مادهٔ مؤثرهٔ متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) که به‌ترتیب شامل۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰و ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شدهٔ متری‌بیوزین (۷۵۰گرم مادهٔ مؤثره در هکتار) در خاک بودند و نیز گیاهان زراعی در هشت سطح (لوبیا، عدس، نخود، ذرت، کلزا، چغندرقند، گندم و جو)، بودند. برای این منظور پس از تهیهٔ خاکی با بافت لومی‌رسی از مزرعه‌ای که قبلاً حداقل به‌مدت پنج‌سال سابقهٔ مصرف علف‌کش را نداشت، ابتدا محلول ۱۰۰۰قسمت در میلیون متری‌بیوزین با استفاده از فرمولاسیون تجاری آن (WP ۷۵٪) و با درنظرگرفتن درجهٔ خلوص آن، در متانول تجاری تهیه و از این محلول برای تهیهٔ غلظت‌های مورد نظر علف‌کش متری‌بیوزین (۶/۷۲، ۱۳/۴، ۲۶/۸، ۴۰/۳۲، ۵۳/۷ و ۶۷/۲ قسمت در میلیون) برای اختلاط با خاک استفاده شد. برای تهیهٔ محلول‌های فوق از محلول پایه، از معادلهٔ۱ استفاده شد.

$$N_1V1=N2V2 \qquad \text{(معادلهٔ ۱)}$$

در این معادله N1، V1، N2 و V2، شامل محلول با غلظت معلوم (N1) و حجمی از محلول با غلظت معلوم (V1) برای تهیهٔ

حجم مشخصی (V2) از محلول با غلظت مجهول (N2) می‌باشند.

به‌منظور اختلاط کامل علف‌کش با خاک پس از محاسبهٔ وزن خاک هر گلدان با قطر دهانهٔ ۱۵سانتی‌متر (۶۰۰گرم خاک)، با توجه به حجم گلدان‌های مربوط به هر غلظت، خاک مورد نظر (حدود۲۰کیلوگرم) تهیه و برای سهولت در اختلاط و اطمینان از یکنواختی اختلاط علف‌کش متری‌بیوزین درخاک، ابتدا یک‌کیلوگرم از خاک مذکور آماده شد و سپس۵۰میلی‌لیتر از هر یک از محلول‌های تهیه‌شده برای هر غلظت علف‌کش با استفاده از پیپت مدرج به‌طور یکنواخت روی خاک مذکور ریخته و پس از تبخیرکامل متانول، باقیماندهٔ علف‌کش، کاملاً با خاک مخلوط شد. سپس نمونهٔ یک‌کیلوگرمی خاک مخلوط‌شده برای هر غلظت علف‌کش با سایر خاک‌های مربوط به هر تیمار به‌طور کامل و یکنواخت، مخلوط شد. پس از اختلاط و آماده‌سازی، خاک‌های آلوده‌شده با علف‌کش متری‌بیوزین به گلدان‌ها منتقل و بذور گیاهان زراعی بسته به نوع آنها به‌صورت ۱۰عدد لوبیا، ۱۵عدد عدس، ۱۰عدد نخود، ۱۰عدد ذرت، ۱۵عدد کلزا، ۱۵عدد چغندرقند، ۱۵عدد گندم و ۱۵عدد جو در عمق مناسب، کشت شدند. برای ممانعت از آبشویی علف‌کش، گلدان‌ها به‌طور یکنواخت به‌اندازه‌ای آبیاری می‌شدند که فاضلاب خروجی نداشته باشند و در حد ظرفیت‌زراعی مرطوب باشند. یک‌هفته پس از سبزشدن و در مرحلهٔ ۲ تا ۳برگی، گیاهان، تُنُک و تراکم آنها به سه‌بوته در هر گلدان برای لوبیا، نخود و ذرت و پنج‌بوته در هرگلدان برای عدس، گندم، جو، کلزا و چغندرقند، تنظیم شد. در۳۰روز پس از سبزشدن، پس از تعیین درصد بقای گیاهان مورد نظر در هر گلدان، گیاهان از محل طوقه برداشت و پس از خاک‌شویی ریشه، از ساقه جدا و به آزمایشگاه منتقل و به‌مدت ۴۸ساعت در آون و دمای ۶۰درجهٔ سانتی‌گراد خشک شدند. سپس، وزن‌خشک اندام‌های هوایی و ریشه با ترازوی دیجیتال با دقت هزارم توزین شد. داده‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C تجزیهٔ واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵درصد انجام شد. تجزیهٔ رگرسیون داده‌های حاصل نیز با استفاده از نرم‌افزارR و از طریق برازش به داده‌های زیست‌تودهٔ تولیدشدهٔ گیاهان به معادله لجستیک چهارپارامتری انجام شد (معادلهٔ۲) و غلظت لازم برای ۵۰درصد کاهش زیست‌تودهٔ گیاهان زراعی (ED_{50}) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش، به‌کار گرفته شدند.

$$f(n,(b,c,d,e)) = c + \frac{d-c}{1+exp\{b(\log(x)-\log(e)\}} \quad \text{(معادلهٔ۲)}$$

در این معادله b، شیب منحنی، c حد پایین منحنی (پاسخ وقتی‌که بیشترین مقدار علف‌کش استفاده شد)، e غلظتی از علف‌کش که سبب۵۰درصد کاهش در مقدار پاسخ می‌شود (ED_{50}) و d حد بالای منحنی (پاسخ وقتی‌که میزان کاربرد علف‌کش صفر است)، می‌باشد. یادآوری می‌شود زمانی‌که در معادلهٔ لجستیک چهارپارامتری، اثر متغیر c از نظر آماری معنی‌دار نبود، با حذف آن، از معادلهٔ سه‌پارامتری برای این منظور استفاده شد (Santín-Montanyá *et al.*, 2006; Gunther *et al.*, 2006).

نتایج و بحث

نتایج نشان دادند که بقایای علف‌کش متری‌بیوزین در خاک بر روی سبزشدن هیچ‌یک از گیاهان مورد مطالعه، تأثیری نداشت؛ به‌طوری‌که میزان سبزشدن همهٔ گیاهان، بیش از۹۰درصد بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). در این ارتباط، Wibaba *et al*, (2009) نیز در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثرات سمیت علف‌کش‌های پاراکوات، گلایفوسیت و گلیفوزینیت آمونیوم بر گیاهان زراعی ذرت و کدو انجام دادند، گزارش کردند که بقایای علف‌کش‌های مذکور در مقادیر توصیه‌شده، تأثیر معنی‌داری بر سبزشدن گیاهان مذکور نداشتند. Izadi (2009) در آزمایشات زیست‌سنجی علف‌کش آترازین بر گیاهان زراعی عدس، نخود، گندم، جو، کلزا، گوجه‌فرنگی، پیاز و لوبیا و نیز Hadizadeh (2010) در بررسی تأثیر بقایای علف‌کش سولفوسولفورون بر گیاهان سویا، لوبیا، آفتابگردان، عدس، نخود، سورگوم، ذرت، جو و چغندرقند، گزارش کردند که بقایای این علف‌کش‌ها در خاک بر سبزشدن گیاهان مذکور، تأثیر معنی‌داری نداشتند. از آنجا که متری‌بیوزین از علف‌کش‌های بازدارندهٔ فتوسنتز در فتوسیستمII است و نحوهٔ عمل علف‌کش‌های مذکور، بازدارندگی انتقال الکترون در جریان عمل فتوسنتز است، نتیجهٔ فوق دور از انتظار نیست و انتظار بر این است که عمل علف‌کش متری‌بیوزین پس از سبزشدن گیاه و شروع عمل فتوسنتز گیاه ظاهر شود (Andrew & Rend, 2010). اما از آنجا که این احتمال وجود دارد که متابولیت‌های حاصل از تجزیهٔ یک علف‌کش، اثرات متفاوتی از مولکول مادر خود داشته باشند (Henriksen *et al*., 2002; Jettner *et al*., 1999)، لذا جهت اطمینان از اثرات سوء احتمالی متابولیت‌های متری‌بیوزین، صفت مذکور نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. در این ارتباط، مطالعات Ghesam *et al*, (2010) نیز نشان داده است که در برخی از علف‌کش‌ها از جمله آترازین و سولفونیل اوره، احتمالاً متابولیت‌های آنها منجر به کاهش درصد سبزشدن گیاه شاهی شده‌اند.

بر اساس نتایج حاصل، بقایای علف‌کش متری‌بیوزین در خاک، تأثیر کاملاً معنی‌داری ($p<0.01$) بر زیست‌تودهٔ ریشه، اندام‌های هوایی و بقای گیاهان مورد بررسی داشتند (جدول۱و

شکل۱) و با افزایش باقیماندهٔ متری‌بیوزین در خاک، زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی، ریشه و بقاء، در همهٔ گیاهان به‌طور معنی‌داری ($p<0.01$) کاهش یافت (جدول۲). بیشترین کاهش در زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی بدون اختلاف معنی‌داری در کلزا (۸۴/۶درصد) و چغندرقند (۸۰/۶درصد) و کمترین کاهش بدون اختلاف معنی‌داری در لوبیا (۱/۶درصد) و عدس (۱/۵درصد) مشاهده شد و نخود، گندم، ذرت و جو به‌ترتیب ۳۰/۳، ۵۷/۷، ۲۳/۳۰ و ۶۷/۳درصد تلفات زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی را داشتند. به‌طور مشابه، میانگین درصد تلفات وزن خشک ریشهٔ گیاهان مورد بررسی نیز با افزایش غلظت بقایای متری‌بیوزین، افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین تلفات بدون اختلاف معنی‌داری در چغندرقند و کلزا (۸۰/۵درصد) و جو (۷۷/۵درصد) و کمترین تلفات زیست‌تودهٔ ریشه، بدون اختلاف معنی‌داری در ذرت (۲۹/۲درصد)، نخود (۲۷/۹درصد)، لوبیا (۱۹/۰درصد) و عدس (۲۹/۷درصد) مشاهده شد. با بررسی منابع مختلف، نتایج متناقضی در این زمینه مشاهده شده است. در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثر بقایای علف‌کش متری‌بیوزین، یک‌سال بعد از کاربرد در مزرعهٔ سیب‌زمینی با مقادیرکاربرد ۰/۵، ۱/۰ و۱/۵کیلوگرم در هکتار انجام شد، بقایای علف‌کش مذکور در هیچ‌کدام از مقادیر کاربرد، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد چاودار زمستانه و شبدر نداشت؛ درحالی‌که کاربرد آن حتی در مقادیرکم (۰/۵کیلوگرم در هکتار)، ۱۳درصد خسارت در علف‌قناری را در پی داشت و عملکرد جو در مقادیر کاربرد بالاتر (یک‌کیلوگرم در هکتار)، ۱۱درصد کاهش یافت (Ivany, 1983).

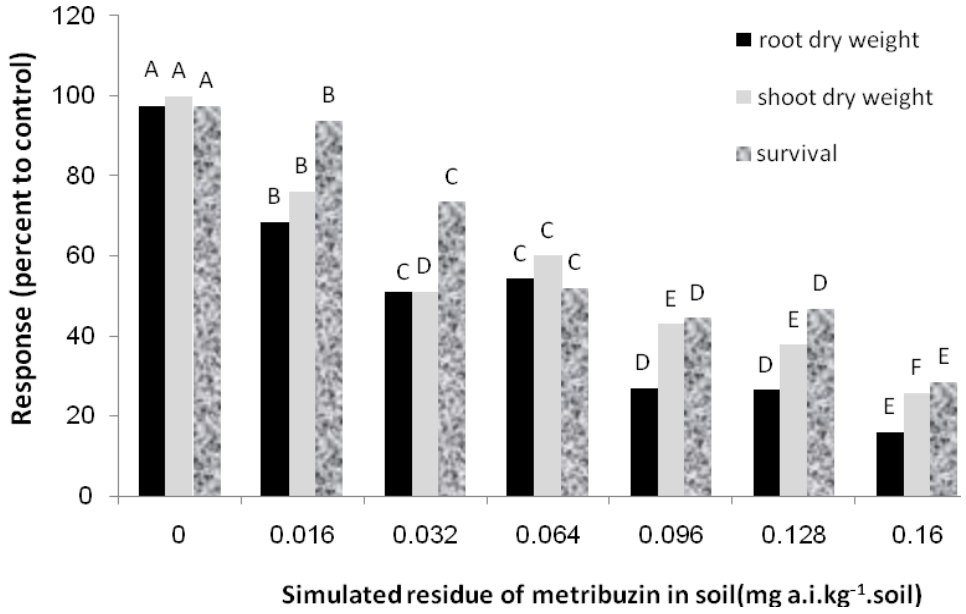
بر اساس نتایج حاصل، پاسخ گیاهان مورد مطالعه به بقایای متری‌بیوزین درخاک متفاوت بود (شکل۲)؛ با این حال، پاسخ همهٔ آنها به افزایش غلظت متری‌بیوزین در خاک از رابطه لجستیک پیروی می‌کرد (جدول۲) که در تطابق با نتایج سایر مطالعات انجام‌شده در این ارتباط می‌باشد (Seefeldt *et al.*,1995; Wang, 2002). به‌جُز عدس و کلزا، واکنش زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی تمام گیاهان مورد بررسی، از معادلهٔ سه‌پارامتری تبعیت می‌کرد (جدول۳). با توجه به نتایج مذکور، در بین غلات مورد بررسی، ذرت تحمل بالاتری به بقایای علف‌کش متری‌بیوزین در مقایسه با گندم و جو داشت؛ به‌طوری‌که نقطهٔ شروع تأثیرگذاری بقایای متری‌بیوزین در زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی و ریشه برای جو و گندم (۰/۱۶میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) با اختلاف معنی‌داری، کمتر از ذرت (به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۹۶میلی‌گرم متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) بود. از سوی دیگر، هرچند درصد بقای جو و گندم از غلظت ۰/۰۳۲متری‌بیوزین در خاک کاهش معنی‌داری یافت، اما بقای ذرت تحت تأثیر افزایش باقیماندهٔ متری‌بیوزین در خاک قرار نگرفت (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین مربعات مربوط به درصد بقاء، زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی و ریشه حاصل تجزیه واریانس داده‌ها (درصد نسبت به شاهد)
Table 1. Mean square related to crops survival, shoot and root dry weight (% of control)

منابع تغییر Source of variation		درجه آزادی df	درصد بقاء Survival	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک اندام‌های هوایی Shoot dry weight
گیاه زراعی	Crop	7	24908.98**	21240.0**	30565.46**
غلظت علف‌کش	Herbicide concentration	6	22148.80**	25760.97**	20274.08**
گیاه زراعی× غلظت علف‌کش	Crop× herbicide concentration	42	2590.2**	1897.11**	2405.26**
خطا	Error	168	50.5	442.38	159.30
ضریب تغییرات	CV	-	13.8	15.5	18.4

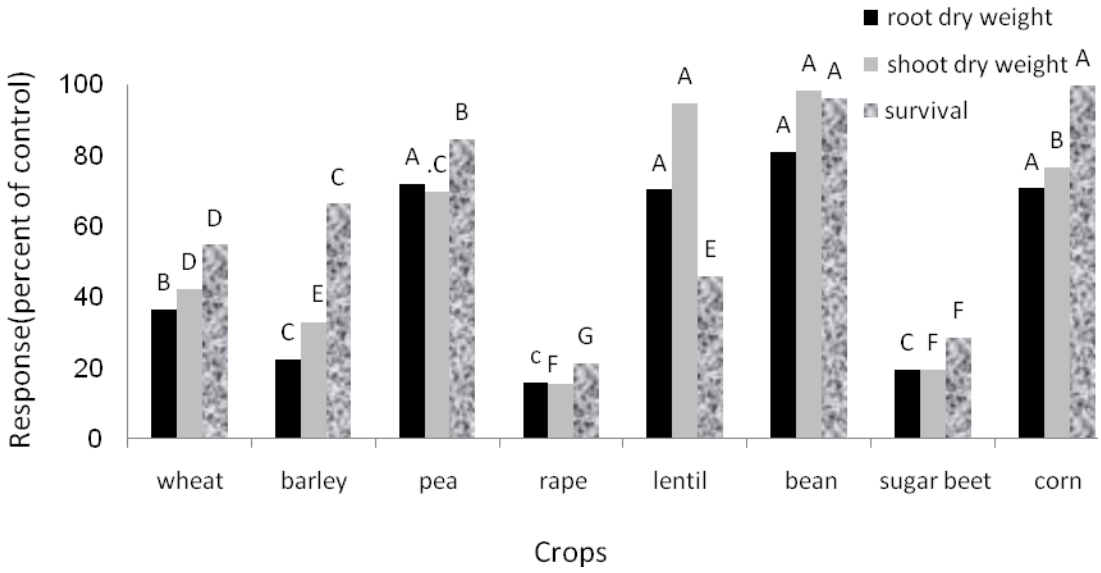
**: معنی‌داری در سطح آماری ۱درصد.

**: Significant at %1.



شکل۱-مقایسهٔ میانگین اثرات سادهٔ غلظت‌های مختلف علف‌کش متری‌بیوزین در خاک بر صفات گیاهان زراعی مختلف

Fig. 1. Mean comparison the simple effects of different concentrations of Metribuzin herbicide residue in soil to different crops characteristics



شکل۲- مقایسهٔ میانگین اثرات سادهٔ پاسخ صفات گیاهان زراعی به بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ علف‌کش متری‌بیوزین در خاک

Fig. 2. Mean comparison the simple effects of crops response to Metribuzin simulated residue in soil

بر اساس نتایج آزمایش، در بین حبوبات مورد بررسی نیز لوبیا با ۰/۱۶ و بیش از ۰/۱۶میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک به‌ترتیب در اندام‌های هوایی و ریشه، تحمل بیشتری به بقایای متری‌بیوزین در مقایسه با نخود با ۰/۰۶۴ و ۰/۱۲۸میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک و عدس با ۰/۰۳۲ و ۰/۰۹۶میلی‌گرم مادهٔ مؤثرهٔ متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک، به‌ترتیب در اندام‌های هوایی و ریشه داشت.

به‌طورکلی نتایج فوق نشان از تفاوت در حساسیت گیاهان زراعی مختلف به بقایای علف‌کش متری‌بیوزین در خاک دارند (جدول۲ و شکل۲). در بسیاری از مطالعات مربوط به آزمایشات زیست‌سنجی بقایای علف‌کش‌ها، شاخص ED_{50} (دوزی از علف‌کش که باعث ۵۰درصد خسارت در گیاهان می‌شود) از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی حساسیت گیاهان به بقایای علف‌کش و طبقه‌بندی آنها بر این اساس می‌باشد.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین وزن‌خشک اندام‌های هوایی، ریشه و درصد بقای گیاهان زراعی (درصد نسبت به شاهد) در غلظت‌های مختلف بقایای متری‌بیوزین در خاک

Table 2. Mean comparison of crops shoot, root dry weight and plants survival (% of control) in different Metribuzin concentration residue in soil

گیاه زراعی Crops	غلظت علف‌کش (میلی‌گرم مادهٔ مؤثره در کیلوگرم خاک) Herbicide concentration (mg a.l. kg^{-1} soil)	درصد بقاء Survival (%)	وزن خشک اندام‌های هوایی (درصد) Shoot dry weight (%)	وزن خشک ریشه (درصد) Root dry weight (%)
گندم Wheat	0	100.0^{a}	100.0^{c-e}	100.0^{b}
	0.016	100.0^{a}	76.3^{f-h}	62.1^{c-f}
	0.032	90.0^{a-c}	55 0.$^{i-l}$	41.7^{e-j}
	0.064	27.5^{g-i}	22.6^{o-q}	30.8^{f-l}
	0.096	16.2^{i}	24.5^{n-q}	11.8^{i-l}
	0.128	50.0^{e}	17.4^{p-r}	9.9^{j-l}
	0.16	.0^{j}	0. 0^{r}	0.0^{l}
جو Barely	0	100.0^{a}	100.0^{c-e}	100.0^{b}
	0.016	100.0^{a}	72.9^{g-i}	43.0
	0.032	67.5^{d}	42.53^{r}	15.4^{l}
	0.064	38.7^{e-g}	26.5^{m-q}	6.2^{kl}
	0.096	42.5^{e-f}	14.8^{qr}	2.8^{l}
	0.128	16.2^{i}	14.9^{qr}	5.3^{kl}
	0.16	78.7cd	0.0^{r}	0.0^{ll}
نخود Chickpea	0	100.0^{a}	100^{c-e}	103.2^{b}
	0.016	100.0^{a}	85.0^{d-g}	103.2^{b}
	0.032	100.0^{a}	84.1^{d-g}	98.9^{b}
	0.064	98.2	73.5^{g-i}	84.1^{b-c}
	0.096	82.5^{b-c}	59.0^{h-j}	57.1^{c-g}
	0.128	33.0^{f-h}	47.6^{j-l}	38.9^{e-k}
	0.16	100.0^{a}	38.6^{k-o}	22.5^{g-l}
کلزا Rape seed	0	50.0^{e}	100.0^{c-e}	100^{b}
	0.016	0٠0^{j}	7.8^{q-r}	11.3^{i-l}
	0.032	0.0^{j}	0.0^{r}	0.0^{i}
	0.064	0.0^{j}	0.0^{r}	0.0^{i}
	0.096	0.0^{j}	0.0^{r}	0.0^{i}
	0.128	0.0^{j}	0.0^{r}	0.0^{i}
	0.16	0.0^{j}	0.0^{r}	0.0^{i}
عدس Lentil	0	100.0^{a}	100.0^{c-e}	100.0^{b}
	0.016	100.0^{a}	126.2^{b}	100.2^{b}
	0.032	97.5^{a}	104.0^{c-d}	89.9^{b-c}
	0.064	20.0^{h-i}	184.0^{a}	147.4^{a}
	0.096	2.5^{j}	60.9^{h-j}	24.9^{g-l}
	0.128	2.5^{j}	46.0^{j-m}	20.7^{h-l}
	0.16	0^{j}	43.0^{j-n}	9.5^{j-l}
لوبیا Common bean	0	100.0^{a}	100.0^{c-e}	100.0^{b}
	0.016	100.0^{a}	113.7^{b-c}	81.3^{b-c}
	0.032	100.0^{a}	94.4^{c-f}	89.2^{b-c}
	0.064	100.0^{a}	94.6^{c-f}	78.1^{b-d}
	0.096	95.7^{a-b}	125.7^{b}	73.2^{b-e}
	0.128	79.0^{c-d}	99.2^{c-e}	82.0^{b-c}
	0.16	100.0^{a}	61.5^{h-j}	62.6^{c-f}
چغندرقند Sugar beet	0	100^{a}	100^{c-e}	79.0^{b-d}
	0.016	0٠0^{j}	36.0^{l-p}	57.50^{c-g}
	0.032	0.0^{j}	0٠0^{r}	0.0^{i}
	0.064	0.0^{j}	^{r}0.0	0.0^{i}
	0.096	0.0^{j}	^{r}0.0	0.0^{i}
	0.128	0.0^{j}	0^{r}.0	0.0^{i}
	0.16	0^{j}	0.0^{r}	0.0^{l}
ذرت Corn	0	100.0^{a}	100.0^{c-e}	100.0^{b}
	0.016	100.0^{a}	90.2^{d-g}	88.0^{b-c}
	0.032	100.0^{a}	70.0^{g-i}	87.2^{b-c}
	0.064	100.0^{a}	79.0^{e-h}	87.1^{b-c}
	0.096	100.0^{a}	58.4^{h-k}	45.4^{d-i}
	0.128	100.0^{a}	77.0^{f-h}	54.7^{c-h}
	0.16	100.0^{a}		32.8^{f-l}

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، بر اساس شاخص مذکور در بین حبوبات مورد مطالعه، عدس حساس‌ترین گیاه به بقایای متری‌بیوزین بود؛ به‌طوری‌که کمترین ED_{50} ریشه (۰/۰۸۵میلی‌گرم ماده مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) و ساقه (۰/۰۰۹میلی‌گرم ماده مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) را به‌خود اختصاص داد و بعد از آن، نخود و لوبیا، متحمل‌ترین گیاهان بودند (جدول۳). در سایر مطالعات، حبوبات و به‌ویژه عدس، از مهم‌ترین گیاهان شاخص و حساس به بقایای علف‌کش‌ها معرفی شده‌اند و این ویژگی، شاخصهٔ مهمی در استفاده از آنها برای تعیین بقایای علف‌کش‌ها با استفاده از آزمون‌های زیست‌سنجی است (Ghosheh & EL-Shatnwim, 2003; Santín-Montanyá *et al.*, 2006).

Izadi (2008) نیز در ارزیابی تأثیر بقایای آترازین بر گیاهان زارعی مختلف گزارش کرد که در بین حبوبات مورد مطالعه، عدس نسبت به نخود و لوبیا حساسیت بیشتری به بقایای آترازین داشت و نخود، متحمل‌ترین گیاه به بقایای آترازین بود.

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش در سایر گیاهان، بیشترین و کمترین شاخص ED_{50} متری‌بیوزین، به‌ترتیب در ذرت (۰/۱۹میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک)، و کلزا (۰/۰۱۲میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) مشاهده شد (جدول ۳). بر این اساس، به‌نظر می‌رسد در بین گیاهان مورد مطالعه، لوبیا، نخود و ذرت متحمل‌ترین و کلزا حساس‌ترین گیاهان به بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ علف‌کش متری‌بیوزین باشند و حساسیت سایر گیاهان مورد مطالعه به بقایای علف‌کش متری‌بیوزین بر اساس پارامتر ED_{50}، به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند: (جدول۳)

ذرت< لوبیا<نخود<عدس<گندم<جو<چغندرقند<کلزا

باتوجه به نتایج حاصل از معادلات لجستیک برازش‌داده‌شده، نتایج مشابهی نیز برای ریشه مشاهده شد (جدول ۳)؛ به‌طوری‌که در بین حبوبات، بیشترین شیب درصد تلفات ریشه نسبت به شاهد در غلظت‌های مختلف متری‌بیوزین، به‌ترتیب در عدس(۶/۹)، نخود (۲/۸) و لوبیا (۰/۵) مشاهده شد، هر چند مقدار این شیب (پارامتر b) در عدس و لوبیا، کمتر از زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی بود؛ اما میزان ED_{50} مربوط به ریشهٔ همهٔ حبوبات مورد مطالعه، کمتر از زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی بود و این مسئله نشان‌دهندهٔ حساسیت بیشتر ریشه گیاهان مذکور به بقایای علف‌کش نسبت به زیست‌تودهٔ اندام هوایی است. از آنجا که ریشه در تماس مستقیم با بقایای علف‌کش است، به‌نظر می‌رسد این مسئله در حساسیت بیشتر ریشه نسبت به ساقه مؤثر است. همان‌طور که قبلاً هم اشاره شد، از آنجا که علف‌کش متری‌بیوزین، یک علف‌کش بازدارندهٔ فتوسنتز محسوب می‌شود، احتمالاً تأثیر سوء ناشی از باقیماندهٔ متری‌بیوزین، مربوط به متابولیت‌های حاصل از تجزیهٔ آن می‌باشد. در این ارتباط،Henriksen *et al*, (2002) و Jettner *et al*, (1999) نیز به نقش احتمالی سمیت متابولیت‌های این علف‌کش در خاک به گیاهان زراعی اشاره کرده‌اند. Sondhia (2005) نیز در مطالعه‌ای مشابه که به‌منظور تعیین حساسیت سورگوم و کدو به بقایای متری‌بیوزین انجام داد، ضمن اشاره به حساسیت گیاهان مذکور به بقایای متری‌بیوزین، ریشهٔ آنها را نسبت به ساقه و اندام‌های هوایی، حساس‌تر گزارش کرد. به‌نظر می‌رسد در این مطالعه هم، علت وجود تناقض در تأثیر متری‌بیوزین بر ریشهٔ گیاهان نسبت به ساقه آنها با توجه به مکانیسم عمل آن، احتمالاً ناشی از اثرات سوء متابولیت‌های سمّی آن باشد که نیاز به مطالعات و بررسی‌های بیشتری دارد.

با توجه به این مهم در مطالعات مربوط به زیست‌سنجی باقیماندهٔ علف‌کش‌ها، رشد ریشهٔ گیاهان محک، از شاخص‌های مهم در ارزیابی حساسیت گونه‌ها به بقایای علف‌کش و تعیین مقادیر احتمالی بقایای آنها به‌شمار می‌رود و محققان، آن را با توجه به شرایط آزمایش و نوع علف‌کش به‌عنوان وسیله‌ای برای تشخیص بقایای علف‌کش استفاده می‌کنند (Geisel *et al*., 2002). در این ارتباط، Szmigielski *et al*, (2010) طول ریشهٔ گیاه خردل را به‌عنوان شاخص بسیارخوبی برای تعیین بقایای احتمالی علف‌کش‌های سولفونیل اوره در خاک‌هایی که تاریخچهٔ کاربرد این علف‌کش‌ها در آنها معلوم نیست، بیان کرده و نتایج حاصل از این روش را با روش‌های شیمیایی و آنالیز دستگاهی، قابل‌مقایسه دانسته‌اند. در مطالعه‌ای مشابه، Geisel *et al*, (2008) نیز ریشهٔ گیاه خردل را به‌عنوان شاخص خوبی برای تعیین بقایای علف‌کش‌های خانوادهٔ سولفونیل اوره معرفی کرده‌اند.

در بررسی روند تغییرات ریشهٔ غلات مورد مطالعه، گیاه جو، باوجود این‌که بیشترین میزان پارامتر d (۱۰۱/۲) را داشت، با داشتن بیشترین شیب تغییرات در زیست‌تودهٔ هوایی (b=۱/۴) و ریشه (b=۲/۶) و کمترین میزان ED_{50} ریشه (۰/۰۱ میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) و زیست‌تودهٔ اندام هوایی (۰/۰۲میلی‌گرم مادهٔ مؤثرهٔ متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک)، حساس‌ترین غلهٔ مورد

بررسی شناخته شد؛ به‌طوری‌که هر چند تأثیر سوء آن بر ریشهٔ گیاهان جو و گندم در غلظت ۰/۰۱۶میلی‌گرم مادهٔ مؤثره در کیلوگرم خاک مشابه بود، اما در مجموع، گیاه جو تلفات زیست‌تودهٔ بیشتری (۹۹/۴درصد) در مقایسه با گندم (۶۲/۱درصد) داشت و گیاه ذرت با داشتن کمترین تلفات زیست‌توده (۲/۳درصد) و بالاترین ED_{50} ریشه (۰/۱۱میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) و ساقه (۰/۱۹میلی‌گرم ماده مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک)، مقاوم‌ترین گیاه در این گروه شناخته شد. در سایر مطالعات انجام‌شده در این زمینه، نتایج متناقضی در مورد سایر علف‌کش‌ها و گیاهان به‌دست آمده است. برای مثال، در مطالعهٔ انجام‌شده توسط Alonso-Prados *et al*, (2002) مشاهده شد که بقایای حاصل از کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون، هفت و نُه‌ماه بعد از کاربرد آن به‌میزان توصیه‌شده و دوبرابر میزان توصیه‌شده، اثری بر روی جو و ماشک نداشتند؛ درحالی‌که باعث کاهش ارتفاع و وزن‌خشک ساقه و ریشهٔ گیاه آفتاب‌گردان در کاربرد آن به میزان دوبرابر مقدار توصیه‌شده شدند.

بر مبنای مطالعات Ulbrich *et al*, (2005) که به‌منظور بررسی اثرات مربوط به بقایای علف‌کش‌های ایمازاپیک و ایمازاپیر بعد از کاربرد آنها در ذرت انجام شد، مشاهده شد که در میان گیاهان سویا، لوبیا، کدو، گندم و ذرت، سویا مقاوم‌ترین گیاهان، گندم و لوبیا دارای حساسیت متوسط و ذرت و کدو به‌عنوان حساس‌ترین گیاهان شناخته شدند. نامبردگان اشاره کردند که گیاه کدو می‌تواند به‌عنوان شاخص بسیار مطلوبی برای مشخص‌کردن زمان مناسب برای کاشت گیاهان تناوبی بعد از کاربرد محصولات تیمارشده با ایمازاپیر و ایمازاپیک، باشد.

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، درکمترین غلظت باقیماندهٔ متری‌بیوزین در خاک، لوبیا و کلزا به‌ترتیب کمترین و بیشترین درصد تلفات زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی (صفر و ۹۲/۲درصد) و ریشه (۱۸/۶ و ۸۸/۷درصد) را به‌خود اختصاص دادند و هرچند در بیشترین غلظت علف‌کش، میزان خسارت به زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی و ریشه برای گندم، جو، چغندرقند و کلزا به صددرصد رسید (جدول ۲)، اما ED_{50} کلزا از همهٔ گیاهان کمتر بود (جدول ۳). از این رو، در بین گیاهان مورد بررسی در آزمایش، گیاه کلزا و بعد از آن چغندرقند، حساس‌ترین گیاهان به بقایای علف‌کش متری‌بیوزین شناخته شدند؛ به‌طوری‌که تنها کمترین غلظت بقایای متری‌بیوزین (۰/۰۱۶میلی‌گرم مادهٔ مؤثره متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک) را تحمل کرده و در این غلظت، کمترین مادهٔ خشک ریشه و ساقه را نسبت به سایر گیاهان مورد آزمایش به‌خود اختصاص دادند و بعد از این غلظت تمام پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در گیاهان مذکور بدون اختلاف معنی‌داری با بالاترین غلظت بقایای متری‌بیوزین به صفر رسید. در این ارتباط Sekutowski & Sedowski (2006) نیز کلزا و چغندرقند را به‌عنوان حساس‌ترین گیاهان به بقایای علف‌کش‌های خانوادهٔ سولفونیل اوره معرفی کرده‌اند.

در آزمایشی که در شرایط کنترل‌شده و به‌منظور بررسی اثرات بقایای آترازین+آلاکلر و فوماسولفورون بر روی گیاه کلزا انجام شد، بقایای شبیه‌سازی‌شدهٔ علف‌کش‌های مذکور، وزن‌خشک زیست‌تودهٔ هوایی و ریشهٔ گیاه کلزا را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند و پاسخ آنها به بقایای علف‌کش مذکور از رابطهٔ لجستیک پیروی می‌کرد. بر اساس آزمایش مذکور، خسارت ناشی از بقایای آترازین+آلاکلر، بیشتر از فوماسولفورون بود؛ به‌طوری‌که میزان ED_{50} برای آترازین+آلاکلردر زیست‌تودهٔ هوایی در محدودهٔ ۲۸/۳۶ تا ۳۰/۳۵ و در ریشه، در محدودهٔ ۲۸/۳۶ تا ۳۴/۰۲ بود و این مقدار، برای فوماسولفورون در زیست‌تودهٔ هوایی، ۳۹/۰۲ تا ۵۸/۷۶ و برای ریشه، ۲۱/۴۴ تا ۵۷/۸۷ میلی‌گرم مادهٔ مؤثرهٔ متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک بود (Peyvastegan & Farahbaksh, 2011).

به‌طورکلی، بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، بقایای بسیار کمی از علف‌کش متری‌بیوزین حتی در حد ۰/۰۱۲میلی‌گرم مادهٔ مؤثرهٔ متری‌بیوزین در کیلوگرم خاک، می‌تواند به گیاهان زراعی که در تناوب با محصولاتی هستند که این علف‌کش در آنها به‌کار می‌رود، صدمه وارد کند؛ ازاین‌رو رعایت فاصلهٔ زمانی بعد از کاربرد متری‌بیوزین، ضروری به‌نظر می‌رسد. در این راستا، انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای و تکمیلی در مناطق مختلف و بافت‌های متفاوت خاک و همچنین استفاده از روش آنالیز دستگاهی برای تعیین غلظت باقیماندهٔ علف‌کش مذکور پس از برداشت محصول قبلی و مقایسهٔ آن با روش‌های زیست‌سنجی، توصیه می‌شود. از سوی دیگر، بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش به‌نظر می‌رسد استفاده از گیاهان چغندرقند و کلزا می‌تواند به‌عنوان شاخص خوبی در آزمایش‌های زیست‌سنجی جهت تعیین بقایای احتمالی علف‌کش متری‌بیوزین به‌حساب آید؛ با این حال، انجام آزمایش‌های تکمیلی در این ارتباط، توصیه می‌شود.

جدول۳- پارامترهای برآوردشده حاصل از برازش داده‌های مربوط به زیست‌تودهٔ اندام‌های هوایی، ریشه و بقای گیاهان زراعی به معادلات سه و چهارپارامتری

Table 3. Parameters estimated of shoot, root dry weight and survival data fitted to 3 and 4 logistic equations

گیاه زراعی Crop	صفات اندازه گیری Measurement traits	c	b	d	ED50	ED90	P value
نخود Chickpea	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	-*	1.4(0.44)**	95.72(5.45)	$0.12(10^{-2})$	0.59(0.27)	0.0002
	ریشه Root dry weight	-	2.8(0.38)	102.04(2.85)	$0.10(4\times10^{-3})$	$0.23(2.4\times10^{-2})$	0.001
	بقا Survival	-	1.0(0.085)	99.91(0.1)	$0.14(10^{-4})$	$0.185(4\times10^{-4})$	0.006
لوبیا Bean	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	-	17.5 (20.12)	100.55(2.43)	$0.16(5\times10^{-3})$	0.186(0.03)	0.0001
	ریشه Root dry weight	-	0.5 (0.21)	91.16(4.67)	0.72(0.53)	44.67(104.92)	0.021
	بقا Survival	-	8.0 (0.26)	100.00(0.10)	$0.18(10^{-3})$	$0.24(3\times^{10-3})$	0.001
عدس Lentil	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	44.5 (5.71)	27.4(70.96)	108.75(4.03)	0.09 (0.009)	0.10(0.014)	0.0002
	ریشه Root dry weight	-	6.9(3.64)	98.71(6.01)	0.085(0.005)	0.12(0.02)	0.002
	بقا Survival	-	6.92(0.68)	100.02(0.89)	$0.052(10^{-3})$	$0.072(10^{-3})$	0.0001
کلزا Rape	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	$0.1\ 5(10^{-4})$	$10.5(4\times10^{-3})$	$100(2.9\times10^{-3})$	$0.012(9\times10^{-7})$	$0.015(5\times10^{-7})$	0.001
	ریشه Root dry weight	-	-	-	-	-	-
	بقا Survival	0.1(0.25)	3.2(1.06)	99.99(0.46)	$0.015(10^{-4})$	$0.029(6\times10^{-4})$	0.0009
چغندرقند Sugar beet	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	-	$12.5(7\times10^{-4})$	$100.0(2\times10^{-3})$	$100(4\times10^{-3})$	$0.015(5\times10^{-7})$	0.0007
	ریشه Root dry weight	-	$12.0(6\times10^{-4})$	100(5×10-3)	$149.1(5\times10^{-6})$	$0.017(10^{-6})$	0.0007
	بقا Survival	-	-	-	-	-	-
ذرت Corn	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	-	0.8(0.29)	100.05(7.02)	0.19(0.06)	2.83(3.175)	0.0006
	ریشه Root dry weight	-	2.54(0.61)	94.74(4.40)	0.11(0.06)	0.26(0.05)	0.001
	بقا Survival	-	-	-	-	-	-
گندم Wheat	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	-	1.5(0.27)	99.93(7.03)	$0.035(5\times10^{-3})$	0.14(0.03)	0.0002
	ریشه Root dry weight	-	1.3(0.22)	99.41(6.76)	$0.025(4\times10^{-3})$	0.13(0.032)	0.001
	بقا Survival	-	2.71(0.54)	102.87	0.05(0.056)	0.12(0.019)	0.008
جو Barely	زیست‌تودهٔ هوایی Shoot dry weight	-	1.4(0.27)	101.19(7.01)	$0.024(4\times10^{-3})$	0.11(0.03)	0.001
	ریشه Root dry weight	-	2.6(1.26)	100.07(6.73)	0.1 (0.0002)	0.032(0.01)	0.001
	بقا Survival	-	2.3(0.48)	102.2(5.34)	$0.9(8\times10^{-4)}$	$0.23(4.3\times10^{-3})$	0.0006

منابع

1. Alonso-Prados, J.L., Hernandez- Sevillano, E., Llanos, S., Villarroya, M., and Baudin, J.M.G. 2002. Effects of Sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Protection 21: 1061-1066.
2. Anderew, H.C., and Rend, P.H. 2010. Herbicide and plant physiology. Second edition. Willey Blackwell publication.289. p.
3. Felix, J., Doohan, D.J., and Bruins, D. 2007. Differential vegetable crop responses to Mesotrione soil residues a year after application. Crop Protection. 26:1395-1403.
4. Fuscaldo, F., Bedmar, F., and Monterubbianesi, G. 1999. Persistence of Atrazine, Metribuzin and Simazine herbicides in two soils. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 34: 2037-2044.
5. Geisel, B.G., Schoenau, J., Holm, F.A., and Johnson, E.N. 2008. Interactions of ALS-Inhibiting herbicide residues in three prairie soils. Weed Science 56: 624-627.
6. Ghesam, A., Alizadeh, M., Bihamta and Ashrafy, Y. 2010. Bioassay to used herbicide residue in corn (*Zea mays* L.) using Cress (*Lepidium sativum*) as sensitive plant. The Proceeding of Iranian Third Weed Science Congress 2: 348-350. (In Persian with English Summary)
7. Ghosheh, H.Z., and Shatnwim, K. 2003. Broadleaf weed control in chickpeas (*Cicer arietinum*), (*Vicia faba*) and lentils (*Lens culinaris*). Acta Agronomica Hungarica 51: 437-444.
8. Hadizadeh, M. 2010. Bioassay study of Sulfosulfuron herbicide. The Proceeding of Iranian Third Weed Science Congress 2: 523-526.(In Persian with English Summary)
9. Henriksen, T., Svensmark, B., and Juhler, R.K. 2002. Analysis of Metribuzin and transformation products in soil by pressurized liquid extraction and liquid chromatographic-tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography 957: 79-87.
10. Ivany, J.A., Sadler, J.M., and Kimball, E.R. 1983. Rate of Metribuzin breakdown and residue effects on rotation crops. Canadian Journal of Plant Science 63: 481-487.
11. Izadi Darbandy, E. 2009. Evaluation of Atrazine persistence in laboratory and field conditions and its effect on soil microbial activity. PhD. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary)
12. James, S.R. 2007. Sensitivity of potato selection AO96160-3 to Metribuzin. Central Oregon Agricultural Research Center. Annual Report extension. In: Oregon State. www.edu.catalog.html.sr.sr1084-e.sr1084_21.pdf
13. Jettner, R.J., Walker, S.R., Churchett, J.D., Blamey, F.P.C., Adkins, S.W., and Bell, K. 1999. Plant sensitivity to Atrazine and chlorsulfuron residues in a soil free system. Weed Research 39: 57-65.
14. Khoury, R., Geahchan, A., Coste, C.M., Cooper, J.F., and Bobe, A. 2003. Retention and degradation of Metribuzin in sandy loam and clay soils of Lebanon. Weed Research 43: 252-259.
15. Osullivan, J., and Thomas, R.J. 2001. Injury and yield effects on crops grown in CGA 152005-Treated Soil. Weed Technology 15: 594-597.
16. Peyvastegan, A., and Farahbakhsh, A. 2011. The residual effects of different doses of Atrazine, Alachlor and Foramsulfuron on the growth and physiology of rape seed (*Brassica napus* L.). World Academy of Science, Engineering and Technology. 74.
17. Ratsch, H.C., Johndro, D.J., and Farlane, J.C. 1986. Growth inhibition and morphological effects of several chemicals in *Arabidopsis thaliana* (L.)Henh. Environmental Toxicology and Chemistry 5: 55-60.
18. Santín-Montanyá, I., Alonso-Prados, J.L., Villarroya, M., and García-Baudín, J.M. 2006. Bioassay for determining sensitivity to Sulfosulfuron on seven plant species. Journal of Environmental Science and Health 41: 781-793.
19. Seefeldt, S.S., and Jensen, J.E. 1995. Log-logistic analysis of herbicides dose-response relationship. Weed Technology 9: 218-227.
20. Sekutowski, T., and Sadowski, J. 2006. Use of bioassays for assessment of residues level of herbicides active ingredients in soil. Pesticides/Pestycydy 2: 59-64.
21. Sondhia, S. 2005. Phytotoxicity and persistence of Metribuzin residues in black soil. Toxicological and Environmental Chemistry 83: 389-397.
22. Szmigielski, A.M., Schoenau, J.J., Lervine, A., and Schilling, B. 2010. Evaluation a mustard root length bioassay for predicting crop injury from soil residual Flucarbazone. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39: 413-420.
23. Ulbrich, A.V., Souza, J.R., and Shaner, D. 2005. Persistence and carryover effect of Imazapic and imazapyr in Brazilian cropping systems. Weed Technology 19: 986-991.

24. Wang, C.Y. 2002. Effect of Glyphosate on tuber sprouting and growth of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). Weed Technology 16: 477-481.
25. Wauchope, R.D., Buttler, T.M., Hornsby, A.G., Augustijn-Beckers, P.W.M., and Burt, J.P. 1992. SCS.ARS.CES Pesticide properties database for environmental decision making. Review. Environmental Contamination Toxicology 123: 1-157, 8-21.
26. Wibaba, W., Mohammad, R.B., Puteh, A.B., Omar, D., Shukor, A., and Abdulah, S.A. 2009. Residual phytotoxicity effects of Paraquat, Glyphosate and Glufosinate-ammonium herbicides in soil from field treated plots. International Journal of Agriculture and Biology 11: 214-216.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 73-84

Evaluation of some pulses and other crops sensitivity to Metribuzin simulated soil residue

Fakhrerad[1*], F., Izadi Darbandi[2], E., Rashed Mohassel[3], M.H. & Hassanzadeh-Khayat[4], M.

1- MSc., College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2&3- Assistant Professor and Professor in Weed Sciences, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively
4- Professor of pharmaceutical, Mashhad University of Medical Sciences, Faculty of Pharmacy

Received: 9 August 2011
Accepted: 13 April 2012

Abstract

To evaluate the sensitivity of different crops included some pulses to simulated metribuzin soil residues, an experiment was conducted in completely randomized design with factorial arrangement and four replications in Research Greenhouse of College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Treatments included of 8 crops (chickpea, common bean, lentil, corn, wheat, barley, rape seed and sugar beet) and concentrations of metribuzin simulated residue in soil at 6 levels (0, 0.016, 0.032, 0.064, 0.128 and 0.160 mg a.i. kg^{-1} soil). Plants survival percentage and shoot and root biomass were measured 30 days after emergence. Plants response to metribuzin soil residue fitted with 3 and 4 parameters logistic equations to the shoot and root biomass data as a function of the herbicide soil residue concentrations and was used to calculate the dose for 50% of measured traits (ED_{50}). Results showed that the survival and shoot and root growth were affected by metribuzin soil residue, significantly ($p<0.01$), but crop emergence was not affected. Increasing the metribuzin soil residue, reduced all above mentioned parameters, significantly ($p<0.01$) in all crops. Crops showed different response ($p<0.01$) to metribuzin soil residue. The highest (84.5%) and the lowest (1.6%) shoot dry weight lost were observed in rape seed and corn, respectively. The highest (55.8%) and the lowest (19.1%) root biomass lost were observed in rape seed and sugar beet, respectively. Based on ED_{50} parameter, corn (0.19 mg a.i. metribuzin kg^{-1} soil) and rape seed (0.012 mg a.i. metribuzin kg^{-1} soil) appeared the most tolerant and the most sensitive crops to metribuzin soil residue, respectively. The other crops sensitivity to metribuzin soil residue followed the following order: rape seed>sugar beet>barley>wheat> lentil>chickpea>common bean>corn.

Key words: Bean, Bioassay, Biomass, Chickpea, Lentil, Residue

* **Corresponding Author:** fa_fakhr@yahoo.com , Mobile.: 09363251984

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۹۶-۸۵، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 85-96

تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر جمعیت و شدت خسارت کرم‌های پیله‌خوار نخود در استان لرستان

روشنک قربانی[1*]، سیدکریم موسوی[2]، محسن غیاثوند[3] و جواد کریم‌زاده اصفهانی[4]

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب کارشناس ارشد، عضو هیئت علمی و کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان

۴- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳/۲۷

چکیده

اثر تاریخ کاشت و تراکم کاشت نخود بر جمعیت و درصد خسارت کرم‌های پیله‌خوار نخود طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقهٔ نخودخیز گریت شهرستان خرم‌آباد بررسی شد. فاکتورهای آزمایش شامل تاریخ کاشت در سه سطح (۲۳اسفند، ۱۰فروردین و اول اردیبهشت) و تراکم کاشت نیز در سه سطح (۲۵، ۵۰ و ۷۵بوته در مترمربع) بود. جمعیت لارو آفت، با شمارش روی بوته‌ها در طول فصل رشد تعیین و درصد غلاف‌های خسارت‌دیده، عملکرد نهایی و وزن ۱۰۰دانه در زمان برداشت مشخص شد. کم‌بودن جمعیت آفت کرم پیله‌خوار نخود در سال اول آزمایش، به سرما و یخبندان بی‌سابقهٔ زمستان ۱۳۸۶ (دمای ۱۴/۶درجه سانتی‌گراد زیرصفر) نسبت داده شد. نتایج سال دوم آزمایش نشان داد که با کاشت زودهنگام نخود، اگرچه جمعیت آفت ۱/۳۵برابر و درصد غلاف‌های آفت‌زده، پنج‌برابر شد، اما عملکرد محصول نیز ۶۱/۶درصد افزایش یافت. درصد غلاف‌های آفت‌زده برای تاریخ کاشت‌های ۲۳اسفند و ۱۰فروردین، به‌ترتیب ۵پنج‌برابر و چهاربرابر تاریخ کاشت اردیبهشت‌ماه بود. میانگین عملکرد دانه برای تاریخ کاشت‌های ۲۳اسفند و ۱۰فروردین، به‌ترتیب ۶۱/۶درصد و ۵۲/۴درصد بیشتر از تاریخ کاشت اردیبهشت بود. افزایش تراکم کاشت، باعث افزایش درصد جمعیت و درصد خسارت کرم‌های پیله‌خوار شد. بیشترین عملکرد دانه از بالاترین تراکم کاشت، حاصل شد. با افزایش تراکم کاشت از ۲۵ به ۵۰ و ۷۵بوته در مترمربع، عملکرد دانهٔ نخود به‌ترتیب ۱۳/۳درصد و ۳۷/۷درصد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تراکم کاشت، نخود (*Cicer arietinum* L.)، *Heliothis* spp.، *Helicoverpa armigera*

مقدمه

نخود، یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده بقولات، سرشار از پروتئین و نشاسته و در جیرهٔ غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Parsa & Bagheri, 2008). هم‌زیستی نخود با باکتری‌های ریزوبیوم و تثبیت نیتروژن مولکولی هوا در خاک، زراعت نخود را به کشتی مورد توجه در تناوب با گندم و جو مبدل ساخته است (Patel *et al*., 2006; Corre- Hellous & Crozat, 2005).

استان لرستان با متوسط سطح زیرکشت ۱۰۱۲۴۱هکتار و تولید ۲۹۷۴۹تُن در سال، از مناطق اصلی نخودکاری کشور است. تولید نخود در استان لرستان، ۱۴/۳درصد تولید کل کشور و دومین استان تولیدکنندهٔ نخود در کشور است (Anonymous, 2010). بر اساس پژوهش‌های صورت‌گرفته، پتانسیل تولید منطقه، بسیار بیشتر از این مقدار است (Bagheri *et al*., 1997). عوامل مختلفی، دستیابی به این پتانسیل را با مشکل مواجه ساخته است که در این میان، نقش عوامل زنده از جمله آفات، قابل‌توجه می‌باشد (Parsa & Bagheri, 2008). گونه‌های *Helicoverpa* و *Heliothis* از مهم‌ترین آفات محصولات کشاورزی در ایران و جهان می‌باشند. در ایران، تاکنون گونه‌های *Helicoverp armigera* (Hubner)، *Heliothis peltigera* (Denis & Shiffermuller)، *Heliothis viriplaca* (Hufnagel)، *Heliothis nubigara* (Herrich & Schaffer)، *Heliothis incarnata* (Freyer) و *Heliothis maritima* (Graslin) از مناطق مختلف، شناسایی شده‌اند (Matov *et al*., 2008). دو گونهٔ *H. armigera* و *H. viriplaca* در استان لرستان و نیز سایر استان‌های غربی کشور از جمله کردستان، آذربایجان‌شرقی و غربی، کرمانشاه و ایلام، آفات درجهٔ اول مزارع نخود به‌شمار می‌آیند و سهم عمده‌ای در کاهش محصول دارند (Jozeyan, 1996; Noori & Shahriari, 1985; Parsa & Bagheri, 2008; Bahrami, 2002). گرچه کاربرد آفت‌کش‌ها، محور کنترل

* **نویسندهٔ مسئول:** خرم آباد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، تلفن: ۲۲۰۱۰۰۵-۰۶۶۱، نمابر: ۲۲۰۲۲۰۲-۰۶۶۱
rghorbani85@yahoo.com

تلفیقی آفات تلقی می‌شود، ویژگی‌های زیستی این آفات، امکان به‌کارگیری روش‌های شیمیایی را برای کنترل آنها با مشکل مواجه ساخته است (Wightman *et al*., 1995). ورود لاروها به درون غلاف پیله و عدم تماس با سمومِ به‌کارگرفته‌شده، عملاً تأثیر سموم در کنترل این آفات را محدود به زمان قبل از ورود لاروها به درون پیله ساخته است (Wightman *et al*., 1995). در کنترل این آفات، از سموم کلره نظیر اندوسولفان استفاده می‌شود. طیف اثر وسیع و پایداری فوق‌العادهٔ این ترکیبات، خطراتی را متوجه دشمنان طبیعی آفت و محیط‌زیست می‌سازد (Radjabi *et al*., 2005).

در بسیاری از منابع، تطابق بیولوژی آفات با فنولوژی گیاه، شرط اساسی استقرار لاروها روی گیاه و ایجاد آلودگی ذکرشده است (Seyyedi Sahebari & Bahrami, 2004; Wightman *et al*., 1995). برخی پژوهشگران (Jozeyan, 1996, Parsa & Bagheri, 2008, Seyyedi Sahebari & Bahrami, 2004) معتقدند درصورتی‌که قبل از به‌اوج‌رسیدن جمعیت حشرات کامل و تخم‌ریزی آنها در طبیعت، گیاه مرحله تشکیل غلاف را سپری نماید، غلاف‌ها سخت شده و نسبت به حمله کرم‌های پیله‌خوار مقاوم می‌شوند؛ بنابراین، استقرار لاروهای پیله‌خوار روی گیاه، مختل شده و میزان خسارت و جمعیت آفات کاهش می‌یابد؛ درحالی‌که گُل‌ها و غلاف‌های تازه‌تشکیل‌شده، به‌راحتی در معرض حملهٔ کرم‌های پیله‌خوار قرار می‌گیرند.

کنترل زراعی از مؤثرترین و ساده‌ترین روش‌های پیشگیری آفات در مدیریت تلفیقی است (Pedigo, 2002). در این روش کنترل، با تغییر تاریخ کاشت، تراکم کاشت و...، در تطابق بیولوژی آفت با فنولوژی گیاه، اختلال ایجاد می‌شود و از استقرار آفت روی محصول ممانعت به‌عمل می‌آید (Pedigo, 2002). تغییر تاریخ کاشت باعث عدم هم‌زمانی بین مرحلهٔ حساس رشدی گیاه و مرحلهٔ خسارت‌زای آفت می‌گردد و یا تأثیر بر فعالیت دشمنان طبیعی باعث تأخیر در استقرار آفت روی گیاه و کاهش میزان تولیدمثل و بقای آفت و خسارت مربوط به مرحلهٔ رشدی حساس گیاه می‌شود (Pedigo, 2002; Parsa & Bagheri, 2008).

Seyyedi Sahebari & Bahrami (2004)، جمعیت و درصد آلودگی کرم‌های پیله‌خوار نخود را در کشت‌های انتظاری و بهارهٔ نخود در مراغه و کرمانشاه بررسی کردند. بررسی آنها نتایج متفاوتی را در دو منطقه نشان داد. در منطقهٔ مراغه، کشت انتظاری به‌دلیل عدم تطابق زمانی آن با مرحلهٔ زیستی و خسارت‌زای آفت، توان گریز از خسارت کرم‌های پیله‌خوار را داشت و جمعیت بسیار پایینی از آفت، روی کشت انتظاری مشاهده شد؛ درحالی‌که در منطقهٔ کرمانشاه، جمعیت آفت در کشت انتظاری به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از کشت بهاره بود.

Jozeyan (1996) در بررسی بیولوژی کرم‌های پیله‌خوار نخود با تاریخ کاشت‌های متفاوت در ایلام گزارش نمود که در دیرکاشت بهاره، درصد آلودگی پیله به کرم‌های پیله‌خوار به‌مراتب کمتر (۱/۳درصد) بود؛ درحالی‌که میزان آلودگی در کشت انتظاری و عرف محل، به‌ترتیب ۲۰/۶ و ۱۴/۶درصد بود. Terry *et al*, (1989) استقرار لاروهای (Boddie) *Heliothis zea* را روی سویا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که استقرار لاروهای سنین اول روی سویا، نقش مهمی در پراکنش جمعیت آن در سنین بعدی لاروی در مزرعه سویا دارد و میزان رسیدگی سویا، استقرار لاروها روی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هنگامی‌که دانه‌ها می‌رسند، استقرار لاروهای سن اول و در نتیجه سنین بعدی، کاهش می‌یابد. Singh *et al*, (2002) اثر تغییر تاریخ کاشت را بر میزان شیوع کرم پیله‌خوار *Helicoverpa armigera* روی واریته‌های مختلف نخود در هند بررسی کردند. واریته‌های PBG-1 و GL-T69 در تاریخ‌های مختلف ۱۰اکتبر، ۲۰اکتبر، ۳۰اکتبر، ۱۰نوامبر و ۲۰نوامبر، کاشته شدند. این پژوهشگران گزارش کردند که واریتهٔ GL-T69، بیشترین آلودگی را به کرم پیله‌خوار نخود و واریتهٔ PBG-1 بیشترین عملکرد را داشت. کاشت در تاریخ ۱۰اکتبر، کمترین آلودگی را به کرم پیله‌خوار نخود و بیشترین عملکرد را داشت. Tripathi *et al*, (2005) نقش دشمنان طبیعی را بر جمعیت *H. armigera* روی گیاه زراعی نخود در تاریخ کاشت‌های مختلف بررسی کردند. آنها نخود را در تاریخ‌های مختلف ۲۰، ۲۵ و ۳۰اکتبر، ۴، ۹ و ۱۴نوامبر کاشتند و مشاهده کردند هنگامی که کاشت در تاریخ ۲۰اکتبر انجام می‌شود، محصول از خسارت کرم پیله‌خوار نخود فرار می‌کند، زیرا جمعیت *H. armigera* بعد از برداشت محصول به اوج خود می‌رسد. کاشت بعد از تاریخ ۲۰اکتبر، باعث کاهش عملکرد شد؛ زیرا میزان آلودگی به پیله‌خوار به‌دلیل کاهش پارازیتیسم ناشی از (Uchida) *Compoletis chlorideae* به‌سرعت افزایش یافت.

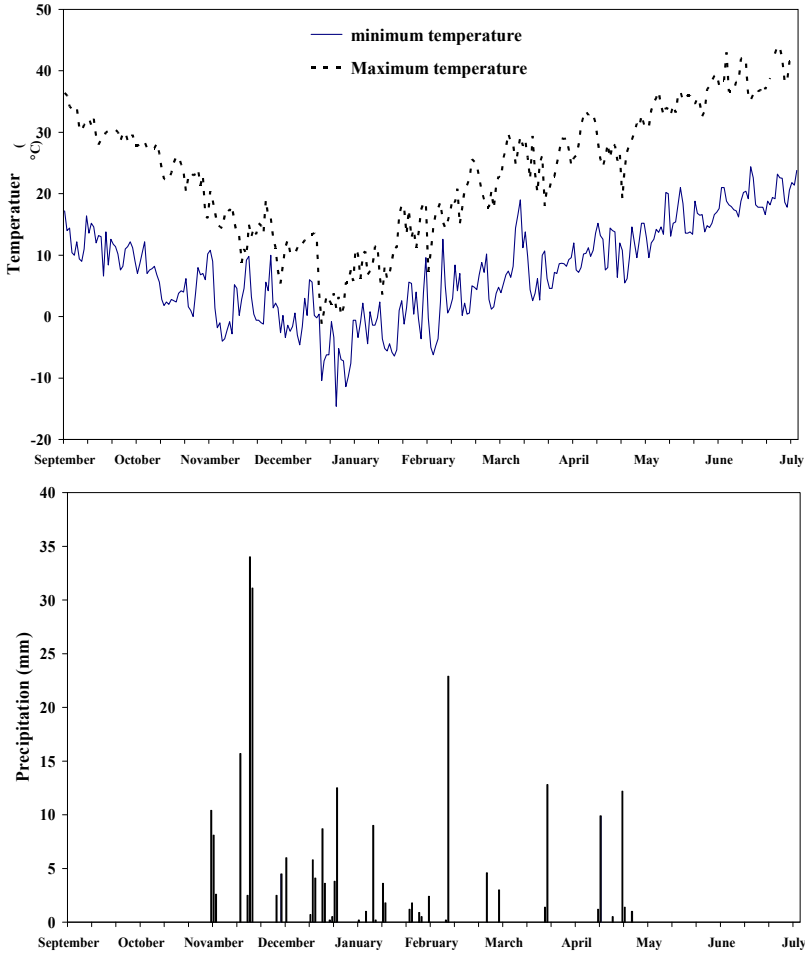
تغییر تراکم کاشت گیاه با تأثیر بر دما، نور و رطوبتِ خُرداقلیم حشرات و فعالیت دشمنان طبیعی، باعث تغییر جمعیت حشرات آفت می‌شود (Haile, 2000). در این زمینه، مطالعات اندکی صورت گرفته است. برخی پژوهشگران نشان دادند که افزایش تراکم گیاهی منجر به افزایش جمعیت لارو پیله‌خوار در واحد سطح می‌شود (Begum *et al*., 1992; Krishna *et al*., 2007).

Javanmoghadam *et al*, (2004) در بررسی اثر تراکم بر خسارت کرم غوزهٔ پنبه (*H. armigera*) و آفات مکنده در دو سال آزمایش مشاهده کردند که حداکثر جمعیت کرم غوزه پنبه، به تراکم‌های بالا مربوط بود و در تراکم‌های کم، حداقل جمعیت کرم غوزه مشاهده شد. جمعیت شته‌ها و زنجرک‌ها در تراکم‌های بالا افزایش یافت؛ درحالی‌که جمعیت سایر آفات مکنده نظیر عسلک و سنک پنبه در تراکم‌های بالا، میانگین کمتری داشت.

هدف از انجام این تحقیق، این بود که اثر تغییر تاریخ و تراکم کاشت نخود بر میزان استقرار کرم‌های پیله‌خوار موجود در منطقه، روی گیاه نخود و شدت خسارت ناشی از این آفات بررسی شود. در این پژوهش سعی بر این بود که مناسب‌ترین تاریخ کاشت نخود برای دستیابی به بیشترین عملکرد در شرایط حضور مهم‌ترین آفت این محصول تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. فاکتورهای آزمایش شامل تاریخ کاشت (۲۳اسفند،۱۰فروردین و اول اردیبهشت) و تراکم کاشت (۲۵،۵۰ و ۷۵بوته در مترمربع) بود. این آزمایش در منطقهٔ نخودخیز گریت شهرستان خرم‌آباد با مشخصات جغرافیایی۳۲درجه و۲۱دقیقه طول شرقی و ۴۸درجه و۴۲دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۸۱۱ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش، سیلتی‌لوم و کشت پیشین آن، گندم بود.



شکل ۱- حداقل و حداکثر دمای مطلق روزانه و میزان بارندگی در سال زراعی سال ۸۷-۱۳۸۶

Fig. 1. Absolute minimum and maximum temperature and daily rainfall in the 2007-2008 growing season

حداقل و حداکثر دمای مطلق و میزان بارندگی دو سال آزمایش در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است (Iran Meteorological Organization, 2008). در تاریخ‌های ۱۳۸۶/۱۲/۲۲ و ۱۳۸۷/۱۲/۲۱، عملیات خاک‌ورزی شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار و دیسک‌زنی به‌منظور خُردکردن کلوخه‌ها صورت گرفت. پس از پیاده‌نمودن نقشهٔ طرح در کرت‌های آزمایش، بسته به تیمار تاریخ کاشت و تراکم کاشت نخود، عملیات کاشت به‌صورت دستی با ایجاد شیاری به‌عمق تقریبی ۷سانتی‌متر با استفاده از فوکا صورت گرفت.

بذر مورد استفاده در این آزمایش، تودهٔ محلی گریت بود. هر کرت آزمایشی شامل ۱۰ردیف کاشت به طول ۱۰متر بود. فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت برای تمام واحدهای آزمایشی، ۳۰سانتی‌متر درنظر گرفته شد. فواصل بین بوته‌ها روی ردیف‌ها با توجه به تراکم مربوطه، تنظیم شد. فاصلهٔ بین کرت‌ها، دو متر درنظر گرفته شد. طی آزمایش، هیچ‌گونه حشره‌کشی علیه آفات استفاده نشد.

برای تعیین جمعیت کرم‌های پیله‌خوار در تیمارهای مختلف، جمعیت لاروهای آفت روی پنج بوتهٔ انتخابی به‌طور تصادفی در هر کرت، شمارش شد. شروع نمونه‌برداری با توجه به اوج پرواز حشرات کامل و شروع فعالیت لاروهای جوان در مزرعه، به‌ترتیب در هفتهٔ دوم و سوم اردیبهشت در سال اول و دوم آزمایش انجام شد. به‌منظور بررسی روند خروج و پرواز حشرات کامل، از تلهٔ نوری در مزرعه استفاده شد. شمارش لاروها روی بوته‌ها به‌طور هفتگی بود. در هر دو سال آزمایش، گونهٔ غالب در منطقهٔ آزمایش، *H. viripelaca* بود؛ لذا در محاسبات مربوط به حشرهٔ کامل، تنها این گونه منظور گردید.

به‌منظور بررسی تطابق زمانی دورهٔ زایشی گیاه نخود با روند ظهور شب‌پره‌های کرم پیله‌خوار، برای تیمارهای مختلف، تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی، یادداشت شد. به‌منظور بررسی میزان گلدهی و تشکیل غلاف، در شِش مرحله طی فصل رشد، با نمونه‌برداری از مساحت ۰/۱۵مترمربع در هر کرت آزمایش، تعداد گل و غلاف شمارش شد. در پایان فصل رشد (تاریخ‌های ۸۷/۴/۲۶ و ۸۸/۴/۲۲ به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایس) پس از رسیدگی فیزیولوژیک محصول، وزن ۱۰۰دانه و عملکرد هر یک از تیمارها با رعایت اثر حاشیه‌ای در سطحی معادل سه‌مترمربع میانی از هر کرت، تعیین شد. برای برآورد درصد غلاف‌های خسارت‌دیده، قبل از برداشت محصول، ۱۰بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب گردید و تعداد غلاف‌های سالم و خسارت‌دیده، شمارش و درصد خسارت، برآورد شد. داده‌های مربوط به تعداد لارو در هر بوته با استفاده از فرمول $\sqrt{Y+0.5}$ و تعداد پیله در بوته با فرمول $\sqrt{Y}$، نرمال شدند. آنالیز واریانس داده‌ها به‌وسیلهٔ نرم‌افزار SAS و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵درصد صورت گرفت. با توجه به تفاوت فاحش شرایط آب‌وهوایی در دو سال آزمایش و این که سال ۱۳۸۷ به‌لحاظ پایین‌بودن بیش از حد دما و طولانی‌بودن دورهٔ یخبندان در زمستان سال قبل (سال۱۳۸۶) شرایط خاصی داشت (شکل‌های ۱ و ۲)، آنالیز داده‌های هر سال، به‌طور جداگانه انجام شد.

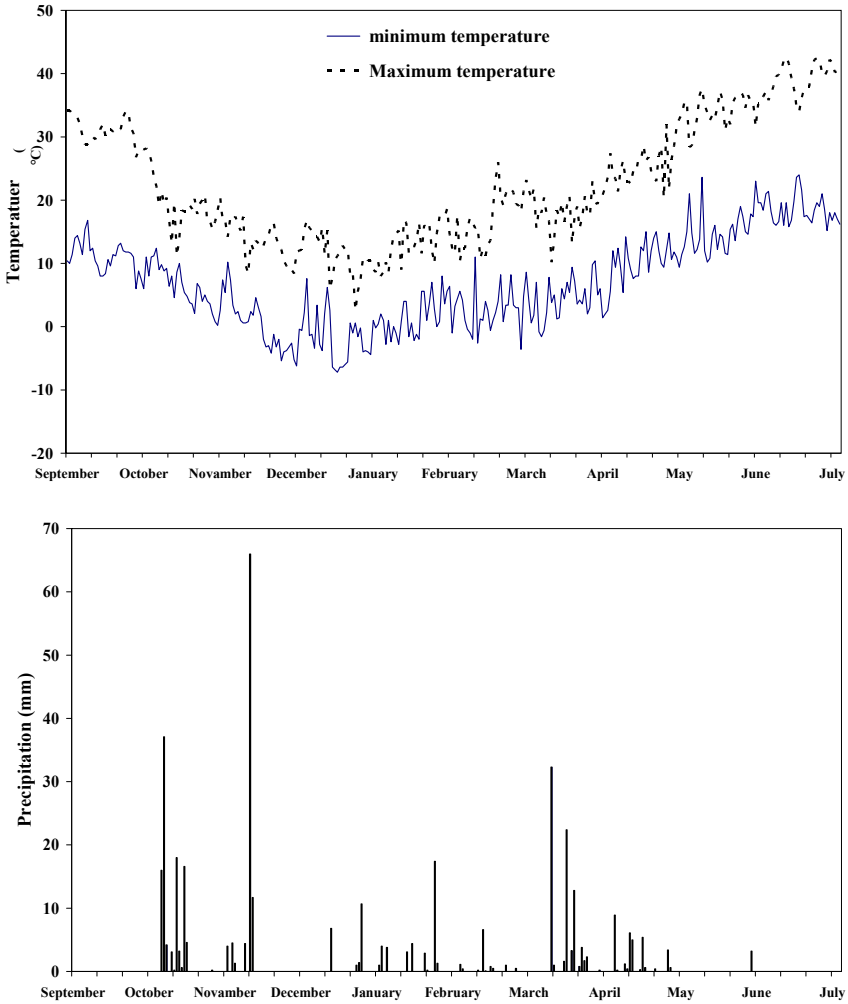
نتایج و بحث

سال اول

در سال اول آزمایش، اثر تاریخ کاشت و تراکم کاشت نخود و اثر متقابل آنها بر جمعیت لارو پیله‌خوار، معنی‌دار نشد (جدول ۱). پایین‌بودن جمعیت حشرات کامل طی فصل زراعی (شکل ۳)، باعث شد که جمعیت لاروهای آفت نیز روی بوته‌های نخود، پایین باشد (جدول ۲). بر اساس آمار هواشناسی (شکل۱)، به‌نظر می‌رسد که پایین‌بودن بیش از حدّ دما و طولانی‌بودن دورهٔ یخبندان در زمستان سال۱۳۸۶، باعث ازبین‌رفتن مرحلهٔ زمستان‌گذران آفت شد (دماهای ۱۴/۶- و ۱۱- در ۵۰سال گذشته، تنها یک‌بار در شهرستان خرم‌آباد به ثبت رسیده است). بر این اساس، شاید بتوان جمعیت کمِ آفت در بهار سال۱۳۸۷را به یخبندان شدید زمستانی مربوط دانست. پژوهش‌های دیگر، گویای این است که نهایت‌های دما و رطوبت و عوامل جوی دیگر نظیر باد، مسئول مرگ‌ومیر قابل‌توجه تخم، لارو و شفیره این آفت می‌باشند (Pearson, 1958; Qayyum & Zalucki, 1987). چنین جمعیت پایینی قابلیت لازم برای نشان دادن تغییرات حاصل از تیمارهای آزمایشی را نداشت.

عملکرد دانه نخود به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین عملکرد از تاریخ کاشت اول و کمترین آن از آخرین تاریخ کاشت حاصل شد. میانگین عملکرد دانه برای تاریخ کاشت ۲۳اسفند، به‌ترتیب ۲۲/۴درصد و ۶۹/۵درصد بیشتر از میانگین عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های ۱۰فروردین و اول اردیبهشت بود (جدول ۲).

کاشت زودهنگام، این امکان را به گیاه زراعی می‌دهد که با داشتن رشد و نمو طولانی، فرصت استفادهٔ بهتر و بیشتری از رطوبت خاک (عامل محدودکننده در کشت دیم) داشته باشد و ضمن مصادف‌شدن دورهٔ گلدهی با شرایط مساعد رطوبتی و دمایی محیط، توان بالقوهٔ آن به فعل برسد. این نکته خصوصاً برای گیاهی نظیر نخود که معمولاً به‌صورت دیم و با تکیه بر رطوبت ذخیره‌شده در خاک کشت می‌شود و با درجه‌حرارت‌های بالا در طول فصل رشد مواجه است، حایز اهمیت می‌باشد (Mousavi & Ahmadi, 2009).



شکل ۲- حداقل و حداکثر دمای مطلق روزانه و میزان بارندگی درسال زراعی سال ۸۸-۱۳۸۷

Fig. 2. Absolute minimum and maximum temperature and daily rainfall in the 2008-2009 growing season

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس جمعیت لارو پیله‌خوار، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰دانهٔ نخود در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶

Table 1. ANOVA of pod borers larvae population, grain yield and 100 seeds weight of chickpea in 2007-2008 growing season

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Ms		
		جمعیت لارو پیله‌خوار Larvae of *Heliothis* spp	عملکرد دانه Grain yield	وزن ۱۰۰دانه 100 Seeds weight
Block	2	0.00103837$^{(ns)}$	2507.7$^{(ns)}$	22.37$^{(ns)}$
Sowing date (S)	2	0.00028810$^{(ns)}$	328210.73**	43.78$^{(ns)}$
Crop density (C)	2	0.00015744$^{(ns)}$	3086.42$^{(ns)}$	27.8$^{(ns)}$
S×C	4	0.00053608$^{(ns)}$	6049.59$^{(ns)}$	47.6$^{(ns)}$
Error	18	0.00037767	8268.6	23.81
CV		2.72	12.18	17.45

$^{(ns)}$: Non Significant; **: Significant at 1%

جدول ۲- اثر تاریخ کاشت نخود بر میانگین تعداد لارو پیله‌خوار در هر بوته، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰دانه نخود در سال ۸۷-۱۳۸۶

Table 2. The effect of sowing date on mean number of pod borers larvae per plant, grain yield and 100 seeds weight of chickpea in 2007-2008 growing season

تاریخ کاشت Sowing date	تعداد لارو پیله‌خوار در هر بوته Number of pod borers larvae/plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/ha)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)
March 14	0.00±0 a	929.8±34.63 a	29.66±0.36 a
March 30	0.00±0 a	760±9.27 b	28.86±0.44 a
April 21	0.3497±17 a	548.6±32.31 c	28.64±0.3 a

*Within columns means followed by the same letter are not significantly different (P≤ 0.01, Duncan's multiple range test).

جدول ۳- اثر تراکم کاشت برمیانگین جمعیت لارو پیله‌خوار در هر بوته، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰دانه نخود در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶

Table 3. The effect of crop density on mean number of pod borers larvae per plant, grain yield and 100 seeds weight of chickpea in 2007-2008 growing season

تراکم کاشت (بوته در مترمربع) Crop density(Plants/m^2)	تعداد لارو پیله‌خوار در هر بوته Number of pod borers larvae/plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)
75	0.3497±0.17 a	764.60±60.68 a	29.24±0.4 a
50	0.00±0a	746±68.76 a	28.59±0.48 a
25	0.00±0a	727±54.3 a	29.33 ±0.24233a

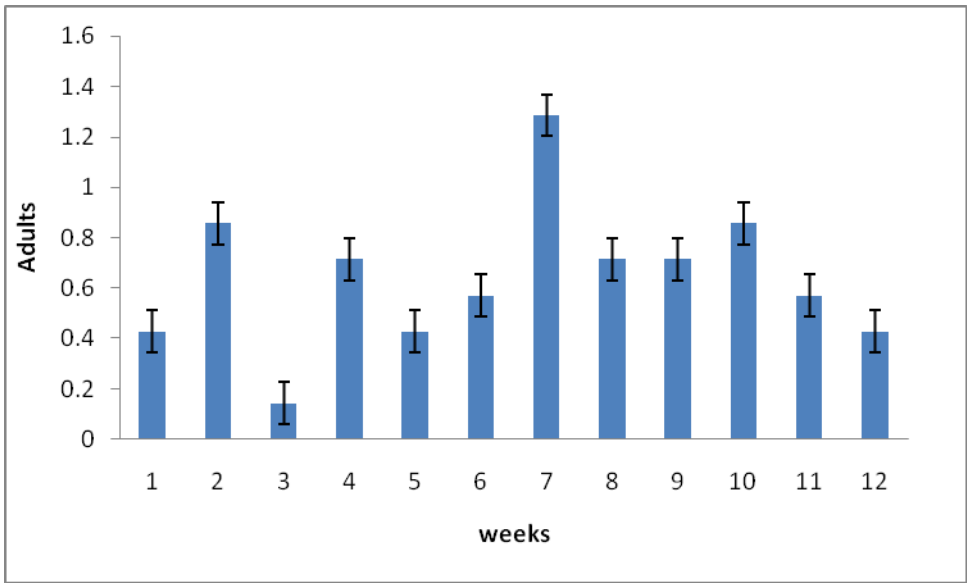
*Within columns means followed by the same letter are not significantly different (P≤ 0.05, Duncan's multiple range test).

تغییر در تراکم کاشت نتوانست تغییر معنی‌داری در عملکرد ایجاد کند (جدول ۱). به‌نظر می‌رسد کشت با تراکم کمتر با تولید شاخه‌ها، گل‌ها و پیله‌های بیشتر توانست عملکردی مشابه عملکرد کشت با تراکم بیشتر داشته باشد (جدول ۳). با این حال، در پژوهش‌های دیگر عنوان شده است که تراکم کاشت در شرایط دیم اهمیت خاصی دارد؛ زیرا در چنین شرایطی تراکم بیش از حد مطلوب باعث می‌شود رطوبت خاک در ابتدای فصل رشد تخلیه شود و در نتیجه گیاه در مرحلهٔ رشد زایشی با کمبود رطوبت مواجه شده و لذا عملکرد آن کاهش یابد (Saxena, 1984). Khana- Chopra & Singh (1988) نیز نشان دادند که با افزایش تراکم گیاه، تعداد و طول شاخه‌های نخود کاهش یافت. Bagheri *et al*., (2000) در بررسی سه سطح تراکم بوته (۲۰، ۳۰ و۴۰بوته در متر مربع) و پنج تیمار کنترل علف‌هرز روی نخود مشاهده کردند که تراکم بوته، اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشت و با افزایش تراکم، عملکرد دانه کاهش یافت. Fallah & Pezeshkpoor (2009) در آزمایش اثر تراکم بوته و وجین دستی بر خصوصیات کمی نخود پاییزه در لرستان نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

سال دوم

در سال دوم آزمایش، تاریخ کاشت، اثر معنی‌داری بر جمعیت لارو پیله‌خوار نخود داشت (جدول ۴). زود کاشتن نخود باعث افزایش جمعیت لارو پیله‌خوار شد، به‌طوری‌که بیشترین میانگین تعداد لارو مربوط به تیمار تاریخ کاشت ۲۳اسفند و کمترین میانگین تعداد لارو مربوط به تیمار تاریخ کاشت اول اردیبهشت بود (جدول ۵).

اثر تاریخ کاشت بر درصد غلاف‌های آفت‌زده، معنی‌دار بود (جدول ۴)؛ به‌گونه‌ای که زود کاشتن نخود ضمن این‌که باعث افزایش جمعیت لارو پیله‌خوار شد، سبب افزایش درصد غلاف‌های آفت‌زده نیز شد. کمترین درصد غلاف‌های آفت‌زده در آخرین تاریخ کاشت، یعنی اول اردیبهشت دیده شد (جدول ۵). درصد غلاف‌های آفت‌زده برای تاریخ کاشت‌های ۲۳اسفند و ۱۰فروردین، به‌ترتیب پنج‌برابر و چهاربرابر تاریخ کاشت اول‌اردیبهشت بود (جدول ۵). نتایج حاصل، با نتایج تحقیقات Jozeyan (1996) مطابقت دارد.Seyyedi Sahebari & Bahrami (2004) نیز در کرمانشاه به نتایج مشابهی دست یافتند. Begum *et al*, (1992) نیز در بررسی اثر تاریخ و تراکم کاشت بر ظهور و خسارت کرم‌های پیله‌خوار نخود مشاهده کردند که زود کاشتن نخود باعث افزایش جمعیت و خسارت کرم‌های پیله‌خوار نخود شد.



شکل ۳- میانگین تعداد حشرات کامل کرم‌های پیله‌خوار نخود شکارشده به‌وسیلهٔ تلهٔ نوری در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶

(اولین هفته، معادل ۱۳۸۷/۱/۱۵ می‌باشد)

Fig. 3. Means of adults' chickpea pod borers hunting by the light trap during in the 2007-2008 growing season

(The first week is 3/4/2008)

زود کاشتن نخود باعث تطابق مرحلهٔ گلدهی و تشکیل غلاف گیاه با اوج پرواز حشرات کامل و تخم‌گذاری روی سطح غلاف شد (شکل ۴)؛ لذا بیشترین جمعیت لارو و به‌دنبال آن، بیشترین درصد غلاف‌های آفت‌زده، در تیمارهایی دیده شد که زودتر کاشته شدند. کاشت اول اردیبهشت، توان گریز از اوج پرواز حشرات کامل آفت را داشت؛ لذا جمعیت کمتری از لارو در این تیمار دیده شد و خسارت ناشی از لاروهای آفت در این تیمار، کمترین مقدار بود (جدول ۵).

تاریخ کاشت به‌طور معنی‌داری عملکرد دانهٔ نخود را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه (۷۴۵/۹کیلوگرم در هکتار) از اولین تاریخ کاشت و کمترین عملکرد (۴۶۱/۳کیلوگرم در هکتار)، از دیرترین تاریخ کاشت حاصل شد (جدول ۵). بین تاریخ کاشت‌های ۲۳اسفند و۱۰فروردین، از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. میانگین عملکرد دانه برای تاریخ کاشت‌های ۲۳اسفند و۱۰فروردین، به‌ترتیب ۶۱/۶درصد و ۵۲/۴درصد بیشتر از تاریخ کاشت اول اردیبهشت بود. نتایج به‌دست‌آمده، با نتایج حاصل از تحقیقات Begum *et al*, (1992) مطابقت دارد. آنها نیز در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانهٔ نخود در کاشت زودهنگام نخود با وجود بالابودن فعالیت کرم‌های پیله‌خوار نخود، بیشتر است.

وزن ۱۰۰دانهٔ نخود به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۴).

میزان عملکرد با تعداد دانهٔ تولیدی، همبستگی داشت. با این‌که عملکرد با تعداد پیله در بوته و تعداد پیله در بوته با تعداد گل در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت، اما عملکرد با تعداد گل در بوته، همبستگی معنی‌دار نشان نداد (جدول ۶). با کاشت زودتر نخود، اگرچه جمعیت آفت ۱/۳۵ و درصد پیله‌های آفت‌زده، پنج‌برابر شد، اما میزان عملکرد محصول، ۶۱/۶درصد بیشتر بود. زود کاشتن نخود اگرچه باعث افزایش جمعیت آفت و در نتیجه درصد غلاف‌های آفت‌زده شد (جدول‌های ۵ و ۶)، اما به‌نظر می‌رسد میزان عملکرد، بیش از این‌که تحت تأثیر جمعیت آفت و خسارت ناشی از آن قرار گرفته باشد، تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر رطوبت و دمای محیط که با زمان کاشت و طول دورهٔ رشد گیاه در ارتباط هستند، قرار گرفت؛ لذا با این‌که جمعیت آفت و درصد پیله‌های آفت‌زده افزایش یافت، عملکرد نیز افزایش یافت (جدول ۶).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس جمعیت لارو پیله‌خوار و درصد غلاف‌های آفت‌زده، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰دانهٔ نخود در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

Table 4. ANOVA of pod borers larvae population, infestation of pod borers, grain yield and 100 seeds weight of chickpea in 2008-2009 growing season

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Ms			
		جمعیت لارو پیله‌خوار Larvae of *Heliothis* spp	درصد غلاف‌های آفت‌زده Infestation of pod borers%	عملکرد دانه Grain yield	وزن ۱۰۰دانه 100 Seeds weight
Block	2	0.01028$^{(ns)}$	3.67$^{(ns)}$	25639.7$^{(ns)}$	1.66$^{(ns)}$
Sowing date (S)	2	0.0878**	174.35**	215647.8**	9.87$^{(ns)}$
Crop density (C)	2	0.1878**	6.94**	98281.92*	1.38$^{(ns)}$
S×C	4	0.0014$^{(ns)}$	0.32$^{(ns)}$	7997.47$^{(ns)}$	0.53$^{(ns)}$
Error	18	0.0033	1.54	23678.5	1.95
CV		8.2	17.9	24.1	3.9

$^{(ns)}$: Non Significant; **: Significant at 1%; *: Significant at 5%

جدول ۵- اثر تاریخ کاشت بر میانگین تعداد لارو پیله‌خوار در هر بوته، درصد غلاف‌های آفت‌زده، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰دانه نخود در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

Table 5. The effect of sowing date on mean number of pod borers larvae per plant, infestation of pod borers, grain yield and 100 seeds weight of chickpea in 2008-2009 growing season

تاریخ کاشت Sowing date	تعداد لارو پیله‌خوار در هر بوته Number of pod borers larvae/plant	درصد غلاف‌های آفت‌زده Infestation of pod borers (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)
March 14	0.78±0.045 a	10.7±0.39 a	745.89±48.95 a	34.42±0.33 a
March 30	0.73±0.056 a	8.04±0.53 a	709.22±48.37 a	34.94±0.53 a
April 21	0.58±0.045 b	2.1±0.46 b	461.33±66.4 b	36.43±0.46 a

Within columns, means followed by the same letter are not significantly different (P= 0.05, Duncan's multiple range test)

جدول ۶- همبستگی میان صفات مختلف اندازه‌گیری شده در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

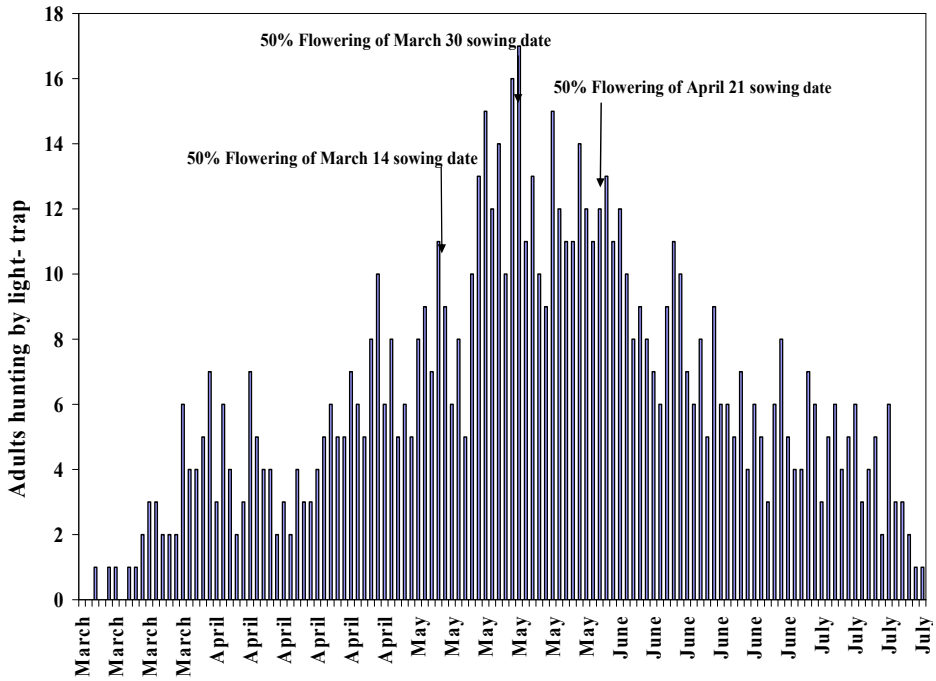
Table 6. Correlation between different traits measured in 2008-2009 growing season

	درصد غلاف‌های آفت‌زده Infestation of pod borers%	جمعیت لارو Number of pod borers larvae per plant	وزن ۱۰۰دانه 100 seeds weight	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	عملکرد دانه Grain yield
Grain yield	0.7339**	0.5864**	-0.5349**	0.3903*	0.1418	1
Number of flowers/plant	0.1118$^{(ns)}$	-0.3385$^{(ns)}$	0.0158$^{(ns)}$	0.7449**	1	
Number of pods/plant	0.5047**	-0.0505$^{(ns)}$	-0.3468$^{(ns)}$	1		
100 seeds weight	-0.5746**	-0.4336*	1			
No. of pod borers larvae/plant	0.6324**	1				
Infestation of pod borers (%)	1					

$^{(ns)}$: Non Significant; **: Significant at 1%; *: Significant at 5%

در کشت زودهنگام، طولانی‌تربودن دوره‌های رویشی و زایشی و انطباق مرحلهٔ حساس پُرشدن دانه با شرایط محیطی مطلوب از نظر رطوبت و دما، سبب افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه شد.

اثر تراکم کاشت نخود بر جمعیت لارو پیله‌خوار و درصد پیله‌های آفت‌زده، معنی‌دار بود (جدول ۴). افزایش تراکم کاشت، باعث افزایش جمعیت لارو و درصد غلاف‌های آفت‌زده شد؛ به‌نحوی‌که بیشترین میانگین تعداد لارو، به تراکم‌های ۷۵ و ۵۰بوته در مترمربع و بیشترین میانگین غلاف‌های آفت‌زده، به تراکم ۷۵بوته در مترمربع مربوط بود (جدول ۷). چنین به‌نظر می‌رسد که افزایش تراکم گیاهی باعث جلب بیشتر حشرات کامل برای تخم‌گذاری شده است و با ایجاد شرایط مناسب در ریزاقلیم حشره (دما، رطوبت و نور) باعث جلب لاروهای آفت به‌سوی این تیمارها شده است. تغییر در ریزاقلیم حشره می‌تواند با تأثیر بر دشمنان طبیعی آفت نیز باعث تغییر در جمعیت آن شود. احتمالاً در تیمارهای با تراکم کمتر، فعالیت دشمنان طبیعی نظیر شکارگرها بیشتر است؛ لذا جمعیت لارو آفت و در نتیجه درصد غلاف‌های آفت‌زده در چنین تیمارهایی کاهش یافته است (Haile, 2000). در تحقیقات Krishna *et al*, (2007)، نقش تراکم گیاه نخود و عوامل غیرزنده بر تغییرات جمعیت *H. armigera* مشاهده شده است. بر این اساس، افزایش تراکم گیاه، باعث افزایش جمعیت لاروها و شفیره‌های آفت شده است. Begum *et al*, (1992) نیز گزارش کردند که جمعیت و خسارت کرم‌های پیله‌خوار نخود، در کشت‌های متراکم‌تر بیشتر بود. Javanmoghadam *et al*, (2004) نیز در بررسی اثر تراکم کاشت پنبه بر خسارت *H. armigera* در دو سال آزمایش، به نتایج مشابهی دست یافتند و مشاهده کردند که حداکثر جمعیت کرم غوزه پنبه به تراکم‌های بالا مربوط بود.



شکل ۴- تغییرات جمعیت حشرات کامل کرم‌های پیله‌خوار نخود طی فصل رشد و چگونگی تطابق زمانی گلدهی تاریخ کاشت‌های مختلف با اوج ظهور حشرات کامل در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

Fig. 4. Population dynamics of adults chickpea pod borers during the growing season and match time of flowering in different sowing dates with peak emergence of adults in 2008-2009

تراکم کاشت، روی وزن ۱۰۰دانه اثر معنی‌دار نداشت؛ ولی اثر آن بر عملکرد دانه، معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب از تراکم‌های ۷۵ و ۲۵بوته در مترمربع حاصل شد. با افزایش تراکم کاشت از ۲۵ به ۵۰ و ۷۵بوته در مترمربع، به‌ترتیب عملکرد دانهٔ نخود به‌میزان ۱۳/۳درصد و ۳۷/۷درصد افزایش یافت (جدول ۷).

باوجود افزایش جمعیت آفت و درصد غلاف‌های آفت‌زده در تیمارهای با تراکم بالاتر، عملکرد نیز با افزایش تراکم افزایش یافت (جدول ۷). با افزایش تراکم کاشت، گیاهان، تعداد گل و غلاف بیشتری در واحد سطح تولید کردند و عملکرد بیشتری از این تیمارها حاصل شد. به‌نظر می‌رسد با افزایش تراکم کاشت، گیاه نخود توانسته با تولید بیشتر در واحد سطح، خسارت ناشی از جمعیت بالاتر آفت را تحمل کند و بدین‌ترتیب، عملکرد بالاتری داشته باشد.

بر اساس نتایج این پژوهش، اگرچه سرما و یخبندان شدید سال۱۳۸۶که در طول۵۰سال اخیر کم‌سابقه بود، شرایط محیطی خاصی را ایجاد کرد و باعث شد جمعیت آفت به‌شدت در منطقه کاهش یابد، با این حال به‌نظر می‌رسد صرف‌نظر از میزان شیوع آفت کرم پیله‌خوار، کاشت زودهنگام، امکان دستیابی به عملکرد بالاتری را فراهم می‌سازد. تعمیم نتایج آزمایش، نیازمند اجرای آن در شرایط اقلیمی مختلف است. با توجه به روند افزایش جمعیت آفت در پی افزایش تراکم نخود، تراکم کاشت۵۰بوته در مترمربع برای تودهٔ محلی گریت در شرایط آب و هوایی خرم‌آباد، قابل توصیه است.

جدول ۷- اثر تراکم کاشت بر میانگین جمعیت لارو پیله‌خوار، درصد غلاف‌های آفت‌زده، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰دانه نخود در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

Table 7. The effect of crop density on mean number of pod borers' larvae per plant, infestation of pod borers, grain yield and 100 seeds weight of chickpea in 2008-2009 growing season

تراکم کاشت (بوته در مترمربع) Crop density (Plants/$m^{2)}$	تعداد لارو پیله‌خوار در هر بوته No. of pod borers larvae/plant	درصد غلاف‌های آفت‌زده Infestation of pod borers (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)
75	0.85±0.033 a	7.9±1.37 a	752±84.79 a	34.92±0.4 a
50	0.7±0.04 a	6.2±1.36 b	618.44±84.79 ab	35.15±0.48 a
25	0.5±0.028 b	6±1.27 b	546±56.5 b	35.69±0.24 a

*Within columns, means followed by the same letter are not significantly different (P= 0.05, Duncan's multiple range test)

منابع

1. Anonymous. 2010. Statistical data of Jahad-Keshavarzi Ministry. 114 pp. Available at web site (http://www.agri-jahad.ir) [In Persian].
2. Bagheri, A., Zand, A., and Parsa, M. 1997. Pulses. 94 pp. Jahad- e- Daneshgahi Mashhad. [In Persian].
3. Bagheri, A., Nezami, A., Mohammadabadi, A.A., and Shabahang, J. 2000. Study on the effects of weeding and plant density on morphological characteristics, yield and yield components of chickpea in north of Khorassan. Journal of Agricultural Science and Technology 14: 146-153. [In Persian].
4. Bahrami, N. 2002. Study of population density and damage rate of chickpea pod borers in Kermanshah. Abstracts Proceeding of 15th Iranian Plant Protection Congress. 92. [In Persian].
5. Corre-hellou, G., and Crozat, Y. 2005. N2 fixation and N supply in organic pea (*Pisum sativum* L.) cropping systems as affected by weeds and pea weevil (*Sitona lineatus* L.). European Journal of Agronomy 22: 449-458.
6. Fallah, S., and Pezeshkporu, P. 2009. Effect of plant density and time of weeding on quantitative characteristics of autumn chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Lorestan region. Iranian Journal of Agricultural Sciences 40: 67-74. [In Persian].
7. Haile, F.J. 2000. Drought stress and yield loss. PP. 117-134. In: R.K.D. Peterson and L.G. Higley (Eds.). Biotic Stress and Yield Loss. 261 pp. CRC Press.
8. Iran Meteorological Organization. 2008. Available at web site (http://www.irimo.ir/farsi/amar/map/index.asp) [In Persian].
9. Javanmoghadam, H., Lotfalizadeh, H., Darvishmojeni, T., Pourqgaz, A., and Bayatasadi, H. 2004. Investigation on density of cotton plant with the aim of damage reduction by *Helicoverpa armigera* and sucking pests. Abstracts Proceeding of 16th Iranian Plant Protection Congress. 367. [In Persian].
10. Jozeyan, A. 1996. Study on bioecology of pod borers on chickpea in different sowing date. Pest and Diseases Research Institute Reports, 35 pp. [In Persian].

11. Khana-Chopra, R., and Singh, A. 1988. What limits the yield of pulses? Plant process or plant type. In: Proceeding of the International Congress of Plant Physiology, Society for Plant Physiology and Biochemistry. New Delhi, India, p: 68-278
12. Matov, A., Zahiri, R., and Holloway, J.D. 2008. The Heliothinae of Iran (Lepidoptera: Noctuidae). Zootaxa 1763: 1-37.
13. Mousavi, S.K., and Ahmadi, A. 2009. Response of chickpea (*Cicer arientinum* L.) yield and yield components to sowing date, crop density and weed interference in Lorestan province. Iranian Journal of Field Crop Research 7: 241-255. [In Persian].
14. Noori, P., and Shahryari, D. 1985. Pests, diseases and weeds of food legumes in Iran. Pests and Diseases Research Institute 78 pp. [In Persian].
15. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. 522 pp. Jahad- e- Daneshgahi Mashhad. [In Persian].
16. Patel, B.D., Patel, V.J., and Patel, R.B. 2006. Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. Indian Journal of Crop Science 1: 180-183.
17. Pearson, E.O. 1958. The insect pests of cotton in tropical Africa. London, Common Wealth Institute of Entomology, 355 pp.
18. Pedigo, L.P. 2002. Entomology and Pest Management. 742 pp. Prentice-Hall, New Jersey.
19. Qayyum, A., and Zalucki, M.P. 1987. Effects of high temperature on survival of eggs of *Heliothis armigera* (Hiibner) and *Punctigera wallengren* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Australian Entomological Society 26: 295-98.
20. Radjabi, GH., Bahrami, N., Jozeyan, A., Khanizad, A., and Seyyedi Sahebari, F. 2005. Economic injury level of chickpea pod borers in rainfed conditions of western Iran. Pests and Diseases Research Institute Reports 36 pp. [In Persian].
21. Saxena, N.P. 1984. Chickpea. pp. 419-452. In: P.R. Goldswothy and N.M. Fisher (Eds.). The Physiology of Tropical Field Crops. 664 pp. John Wiley and Sons. New York.
22. Seyyedi Sahebari, F., and Bahrami, N. 2004. Population density and infestation rate of pod borers (*Helicoverpa* spp.) on expectation and spring planted chickpeas in Maragheh and Kermanshah region. Entomology and Phytopathology 1: 129-140. [In Persian].
23. Singh, H., Inderjttsingh, I., and Mahjan, G. 2002. Effect of different dates of sowing on the incidence of gram pod borer (*Helicoverpa armigera*) on different cultivars of chickpea (*Cicer arietinum*). Agricultural Science Digest 22: 295-296.
24. Terry, I., Bradley, J.R., and Vanduyn, J.W. 1989. Establishment of early instar *Heliothis zea* on soybeans. Entomologia Experimentalis et Applicata 51: 233-240.
25. Tripathi, A., Pandey, R.K., and Singh, G.R. 2005. Role of natural enemies on larval population of *Helicoverpa armigera* on chickpea sown on different dates. Shashpa 12: 35-37.
26. Wightman, J.A., Andres, M.M., Rao, N.V., and Reddy, L.M. 1995. Management of *Helicoverpa armigera* on chickpea in southern India: thresholds and the economics of host plant resistance and insecticide application. Crop Protection 14: 37-46.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 85-96

The effect of sowing date and plant density on population and infestation of chickpea pod borers in Lorestan province

Ghorbani[1*], R., Mousavi[2], S.K., Ghiasvand[3], M. & Karimzade Esfahani[4], J.

1, 2&3- Agricultural and Natural Resources Research Center of Lorestan Province
4- Agricultural and Natural Resources Research Center of Isfahan Province

Received: 20 September 2011
Accepted: 16 June 2012

Abstract

The effects of sowing date and crop density of chickpea on population and infestation of pod borers were studied in a randomized complete block design by factorial arrangement with three replications in the chickpea growing region of Greet, Khorramabad in 2007 until 2009. Experimental factors comprised of sowing dates (March 14, March 30, and April 21) and crop density (25, 50 and 75 plant.m^{-2}). Population of larvae on plants during the growing season and final yield and 100 seeds weight at harvesting time were determined. Pod borers low population in first year was attributed to the extremely cold winter (occurrence of 14.6°C) during the growing season. The second year results showed that although pest population in early date of planting was 1.35 times higher than other dates and infestation percentage was more than 5 times, but the yield was 61.6% higher in early sowing treatment. Infestation percentage was 5 and 4 times higher in plots sowed on March 14 and 30, respectively than those plots sowed on April 21. The average chickpea yield in March 14 and 30 were 61.6 and 52.4% higher than April 21, respectively. Higher plant density increased population and pod borers damage in chickpea. The highest seed yield was obtained from the highest plant density. When plant density increased from 25 to 50 and 75 plant.m^{-2} chickpea grain yield increased 13.3% and 37.7%, respectively.

Key words: *Cicer arietinum*, *Helicoverpa armigera*, *Heliothis* spp., Plant density, Sowing date

[*] **Corresponding Author:** rghorbani85@yahoo.com, Tel.: 0661-2201005, Fax: 0661-2202202

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۱۰-۹۷، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 97-110

اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیک ارقام عدس تحت تنش شوری (*Lens culinaris* Medik)

راضیه کایدنظامی[1]، حمیدرضا بلوچی[2*]، علیرضا یدوی[2]

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

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۲۷

چکیده

عدس، یکی از گیاهان حساس به شوری است و تنش شوری در طول دورهٔ رشد این گیاه، اثرات نامطلوبی بر رشد و عملکرد آن می‌گذارد. به‌منظور تعدیل تنش شوری و مطالعهٔ اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر برخی صفات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه عدس تحت تنش شوری در شرایط گلخانه‌ای، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتور اول، شامل سه رقم عدس (کیمیا، کرمانشاه و گچساران)، فاکتور دوم شامل سه سطح شوری (۰، ۶۰ و۱۲۰میلی‌مولار کلرید سدیم) و فاکتور سوم، محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک شامل سه سطح (۰، ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار) بودند. نتایج نشان داد که عملکرد دانهٔ تودهٔ محلی کرمانشاه در شرایط بدون تنش و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار و نیز میزان آن در شرایط تنش شوری (۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار) به‌ترتیب با دو تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار نسبت به دو رقم دیگر، بیشتر بود. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف که دو جزء مهم عملکرد هستند، در تودهٔ محلی کرمانشاه، بیشتر از دو رقم دیگر بود. همچنین، برهمکنش کلیهٔ عامل‌ها روی تعداد شاخهٔ فرعی، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، مالون‌دی‌آلدهید اسید و پرولین، معنی‌دار بود. اثر اسید سالیسیلیک بر بهبود رشد و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش شوری معنی‌دار بود و باعث افزایش عملکرد دانه گردید. در کل، تودهٔ محلی کرمانشاه در شرایط شوری۶۰ و ۱۲۰میلی مولار، به‌ترتیب با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۰/۲ و ۰/۵میلی مولار نسبت به دو رقم دیگر، از نظر اکثر صفات مورد بررسی، نتیجهٔ بهتری را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: وزن دانه، تعداد غلاف، حبوبات، تنش اسمزی، ارتوهیدروکسی‌بنزوئیک اسید

مقدمه

دانهٔ عدس با ۲۳ تا ۲۷درصد پروتئین، از نظر غذایی بسیار باارزش و از هضم‌پذیرترین حبوبات می‌باشد. بالابودن مقدار پروتئین عدس و از طرفی مقاومت عدس به خشکی که امکان کشت دیم آن را فراهم می‌سازد، آن را در ردیف گیاهان زراعی مهم قرار داده است. یکی از مشکلات اساسی کشاورزی، کمبود منابع آب شیرین و باکیفیت جهت آبیاری است. با توجه به توسعهٔ کشاورزی فاریاب و اجتناب‌ناپذیری استفاده از منابع آبی با کیفیت پایین و شور، تخریب اراضی زراعی مرغوب و گرایش به‌سمت شور و قلیایی‌شدن خاک، مسئله‌ساز خواهد بود (Kafi *et al*., 2003). شوری، پس از خشکی، مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش محیطی در سطح جهان از جمله ایران است. در میان حبوبات، عدس همانند بسیاری از بقولات به شوری آب و خاک حساس بوده و معمولاً در خاک‌هایی حتی با شوری اندک، از عملکرد پایینی برخوردار است (Tiwari & Vyas, 1994). ارزیابی تحمل به شوری نسبی تعدادی از گیاهان زراعی نشان می‌دهد که معمولاً عملکرد اکثر گیاهان تا حد معینی از شوری کاهش نمی‌یابد؛ سپس با افزایش شوری، عملکرد تقریباً به‌صورت خطی کاهش می‌یابد (Feizi, 2002). در عین حال، واکنش گیاه به شوری، پیچیده بوده و به مدت زمان تنش، نوع شوری، مرحلهٔ رشد گیاه و زمانی که گیاه در معرض تنش شوری قرار دارد و نیز بسیاری از عامل‌های دیگر وابسته است (Cramer *et al*., 2001)؛ با این حال، تحمل به تنش، بین ژنوتیپ‌های مختلف ممکن است در مراحل مختلف رشد، بروز کند (El-Hendawy *et al*., 2005).

* **نویسنده مسئول:** یاسوج، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، کد پستی: ۳۵۳-۷۵۹۱۴، همراه: ۰۹۱۷۱۸۹۲۰۴۰، نمابر: ۰۷۴۱۲۲۲۴۸۴۰، balouchi@yu.ac.ir

اسیدسالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید به‌وسیلهٔ سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، فتوسنتز و جوانه‌زنی ایفا می‌کند. محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک روی ساقه‌های سویا باعث افزایش رشد ساقه‌ها و ریشه‌ها در شرایط مزرعه و گلخانه شد (Coronado *et al*., 1998). محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک سرعت فتوسنتز را در گیاهان زراعی مختلف، همانند ذرت (Khodary, 2004) و کلزا (Nazir *et al*., 2001) افزایش داد. Senaranta *et al*, (2002) بیان کردند که اسیدسالیسیلیک، یک مولکول علامتی مهم برای ایجاد پاسخ‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است. بررسی ایشان نشان داد که اسیدسالیسیلیک موجب جلوگیری از صدمه به اسیدهای چرب غیراشباع، کاهش نفوذپذیری غشاء و حفاظت از غشای تیلاکوئیدی در زمان تنش شوری در گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی می‌شود. تیمار یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک در گیاه جو باعث کاهش مالون‌دی‌آلدهید تولیدشده در برگ‌ها و ریشه‌ها تحت تنش شوری شد (El-Tayeb, 2005). (1998) Gutierrez-Coronado *et al*, مشاهده کردند که اسیدسالیسیلیک باعث افزایش طول ریشه و ساقه و ارتفاع گیاه می‌شود. کاربرد اسید سالیسیلیک در گونه‌هایی از گیاهان زراعی اثرات مطلوبی را روی عملکرد و اجزای عملکرد نشان داد. عملکرد، وزن و تعداد دانه در گیاه ذرت توسط کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش شوری افزایش یافت (Gunes *et al*., 2005). اثرات مفید اسیدسالیسیلیک روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پُرشدن دانه‌ها باشد که در نتیجه، باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود (Gunes *et al*., 2005).

یکی از سازوکارهای گیاهان در برابر تنش شوری، تجمع پرولین در سلول است. نقش پرولین در تنظیم اسمزی، تثبیت غشاء و دفع مسمومیت یون‌های مضرّ در گیاهان تحت تنش شوری است (Ashraf & Foolad, 2007). یک افزایش قابل‌توجه در سطوح پرولین گیاه عدس در هر دو تیمار اسیدسالیسیلیک و شوری مشاهده شد که به استراتژی سازگاری توسط گیاهان زراعی در شرایط تنش نسبت داده شده است (Misra & Saxena, 2009).

از آنجا که عدس، گونه‌ای نسبتاً حساس به نمک می‌باشد، به‌منظور افزایش تحمل این گیاه به شوری و بررسی چگونگی نقش محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات مضر شوری و مشاهدهٔ تفاوت‌های بین عوامل در ارقام مختلف عدس، این تحقیق در شرایط گلخانه روی سه رقم عدس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانهٔ دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه یاسوج اجرا گردید. فاکتور اول شامل سه رقم عدس (کیمیا، کرمانشاه و گچساران)، فاکتور دوم شامل سه سطح شوری (۰، ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار نمک طعام به‌ترتیب معادل ۰، ۴/۷ و ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور سوم، محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک شامل سه سطح (۰، ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار) بودند. واحدهای آزمایش، شامل گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۷ سانتی‌متر بود. خاک با نسبت دو به یک از ماسه و رُس، پُر شده بودند. درون هر گلدان، تعداد شش عدد بذر در عمق سه‌سانتی‌متری کاشته شد که بعد از سبزشدن، تنک شده و به چهار بوته در هر گلدان رسید. گلدان‌ها از مرحلهٔ کاشت تا جوانه‌زنی، با آب‌مقطر آبیاری شده و پس از آن، گلدان‌ها با محلول نیم‌هوگلند (Hoagland & Arnon, 1950) آبیاری شدند. در مرحلهٔ چهار برگی، افزودن تدریجی کلریدسدیم شروع شد، به‌نحوی‌که ابتدا در هر نوبت آبیاری با ۵۰میلی‌مولار نمک طعام در محلول هوگلند اعمال شد. در نوبت‌های بعدی، این مقادیر، افزایش پیدا کرد و در نهایت به سطوح شوری موردنظر (۰،۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار محلول نمک طعام) رسید. هر هفته، گلدان‌ها برای جلوگیری از تجمع نمک، یک‌نوبت با آب‌مقطر، آبیاری شدند. اِعمال تیمارهای شوری، تا پایان مرحلهٔ رسیدگی ادامه داشت. محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک، ۳۰روز بعد از کاشت بذر انجام شد که با مه‌پاش و به‌میزان ۳۰میلی‌لیتر در هر گلدان صورت گرفت؛ به‌صورتی‌که سطح گیاه را کاملاً پوشانده و از آن چکه کند. نمونه‌برداری از برگ‌های جوان گیاه برای اندازه‌گیری پرولین و مالون‌دی‌آلدهید، ۲۰روز بعد از محلول‌پاشی صورت گرفت.

رقم گچساران، با تیپ بوته‌ای نیمه‌ایستاده و میانگین عملکرد ۱۷۱۲کیلوگرم در هکتار، رقم برتر مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دیم می‌باشد. این رقم پس از ارزیابی در آزمایشات مقدماتی، A test، B test، با میانگین ۲۲۷۴کیلوگرم در هکتار و ۳/۲۴درصد عملکرد بیشتر نسبت به تودهٔ بومی کرمانشاه، تولید گردید. خصوصیت بارز آن، زودرسی است؛ به‌طوری‌که ۹۳روز پس از کشت، اولین گلدر آن ظاهر شده و پس از ۱۳۷روز، به مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک می‌رسد؛ درصورتی‌که تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی تودهٔ محلی

کرمانشاه، به‌ترتیب ۹۹ و ۱۴۰روز می‌باشد. وزن ۱۰۰دانهٔ این رقم، ۴/۷گرم و وزن ۱۰۰دانهٔ تودهٔ محلی کرمانشاه، ۲ گرم می‌باشد. پروتئین این رقم، ۲۸/۳درصد و رقم محلی کرمانشاه، ۲۱درصد می‌باشد. رقم کیمیا با میانگین عملکرد ۱۲۲۱کیلوگرم در هکتار، مشابه رقم گچساران، زودرس و مقاوم به بیماری برق‌زدگی است.

اندازه‌گیری پرولین طبق روش (Paquine & Lechasseur, 1979) و قرائت میزان جذب نور نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اجرا گردید. سپس با رسم منحنی کالیبراسیون استاندارد پرولین، میزان پرولین آزاد نمونه‌ها بر اساس میکرومول بر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید.

اندازه‌گیری اسید مالون‌دی‌آلدهید (MDA) به‌عنوان فراوردهٔ نهایی پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء بر اساس روش (Heath & Pacher, 1969) انجام شد.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک و قهوه‌ای‌شدن ۷۵درصد از غلاف‌های گیاه، تمامی بوته‌های هر گلدان (چهار عدد) برداشت و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه در آنها تعیین گردید. برای اندازه‌گیری وزن‌خشک اندام‌های هر گلدان (عملکرد بیولوژیک)، هر چهار بوتهٔ موجود در گلدان در مرحلهٔ رسیدگی، از محل طوقه، قطع و برای خشک‌شدن به‌مدت حداقل۲۴ساعت در دمای ۷۵درجه سانتی‌گراد داخل آون گذاشته شدند و بعد از توزین، وزن‌خشک اندام هوایی برای هر گلدان تعیین شد. همچنین دانه‌ها در زمان برداشت، توزین و عملکرد دانه و شاخص برداشت آنها تعیین گردید. در پایان، به‌منظور تجزیه واریانس داده‌های خام، از نرم‌افزار SAS و برای مقایسهٔ میانگین بین صفات مورد مطالعه از روش LSD در سطح احتمال ۵درصد استفاده شد. نمودارها و شکل‌های مربوطه، با استفاده از نرم‌افزار آماری Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری و رقم بر ارتفاع گیاه، معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به رقم گچساران و کمترین آن مربوط به رقم کیمیا بود. بین دو رقم کرمانشاه و گچساران، از نظر ارتفاع گیاه، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). با افزایش شوری، ارتفاع گیاه کاهش یافت که بین سطوح مختلف شوری از نظر این صفت، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد؛ به‌طوری‌که در تیمار ۱۲۰میلی‌مولار کلرید سدیم نسبت به تیمار بدون شوری، ارتفاع گیاه ۲۶درصد کاهش یافت (جدول ۲). محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک، اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه نداشت (جدول۱). تحت تنش شوری، عدم آماس مناسب و تخصیص بیشتر مواد سنتزشده جهت مقابله با تنش، کوتاه‌شدن دورهٔ رشد گیاه و مکانیسم‌های فرار از تنش، همگی می‌توانند مانع از توسعهٔ عادی سلول‌ها و در نتیجه، کاهش ارتفاع گیاه شوند (Jose, 2002). کاهش ارتفاع بوته، همگام با افزایش شوری نیز با توجه به اثر شوری بر کاهش جذب آب و در نتیجه، کاهش تقسیم، طویل‌شدن و تمایز سلولی، امری کاملاً بدیهی است (Mir Mohammad Maybodi & Ghare Yazi, 2002). کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه در اثر تنش شوری، در ریحان (Hassani, 2003) و نیشکر(Hussain *et al*., 2004) گزارش شده است.

نتایج، نشانگر اثر معنی‌دار برهمکنش رقم، شوری و محلول‌پاشی بر تعداد شاخهٔ فرعی در سطح احتمال یک‌درصد بود (جدول ۱). با افزایش سطوح شوری، در هر سه رقم مورد مطالعه از تعداد شاخهٔ فرعی کاسته شده است که احتمالاً به‌دلیل افزایش غلظت نمک و جلوگیری از رشد گیاه می‌باشد. در شرایط بدون شوری، تعداد شاخهٔ فرعی در رقم گچساران و محلول‌پاشی با آب‌مقطر با تعداد ۵/۶۷شاخه نسبت به دو رقم دیگر، بیشتر بود. با افزایش غلظت نمک به ۶۰میلی‌مولار، رقم کیمیا و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵درصد با پنج شاخهٔ فرعی، دارای بیشترین تعداد شاخه فرعی بود. در شوری ۱۲۰میلی‌مولار کلرید سدیم و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار، تعداد شاخهٔ فرعی در رقم گچساران نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود که نشان‌دهندهٔ اثر تیمار اسیدسالیسیلیک در این سطح شوری می‌باشد که البته این مقدار در رقم گچساران و کرمانشاه با تیمار شاهد بدون اسیدسالیسیلیک، اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل۱، الف).

با افزایش شوری خاک، پتانسیل اسمزی و در نتیجه انرژی آزاد آب، کاهش یافته و گیاه برای جذب آب با مشکل مواجه می‌شود؛ به‌همین دلیل، تنش نمک را نوعی خشکی فیزیولوژیک می‌دانند (Heydare Sheriff Abad, 2001). شاخه‌دهی زیاد در شرایط تنش، یک صفت نامطلوب به‌حساب می‌آید؛ زیرا باعث افزایش سطح تعرق‌کننده و اتلاف آب می‌گردد.

از نظر طول غلاف، اثر محلول‌پاشی و رقم در سطح احتمال پنج‌درصد، معنی‌دار بود؛ درحالی‌که شوری و اثر متقابل رقم، شوری و محلول‌پاشی، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۱). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول غلاف، در تودهٔ محلی کرمانشاه و مربوط به محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود که با رقم گچساران در تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل۱، ب).

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام عدس تحت تیمار شوری و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک

Table 1. Variance analysis of some morphological and physiological traits in lentil cultivars under salt stress and foliar application by salicylic acid

منابع تغییرات S.O.V		درجهٔ آزادی Degree of freedom	تعداد شاخه فرعی Number of branches	ارتفاع گیاه Plant height	طول غلاف Pod length	اسید مالون‌دی‌آلدهید MDA	پرولین Proline
تکرار	Replication	2	2.83	44.50	0.049	0.49	0.089
محلول‌پاشی (۱)	Foliar application (A)	2	1.12 *	13.26 ns	0.028 ns	4.86 **	93.85 **
شوری (۲)	Salt (B)	2	14.16 **	460.33 **	0.009 ns	44.54**	937.11 **
رقم (۳)	Cultivars (C)	2	4.97 **	43.16 *	0.22 **	3.68*	6.66 **
۱×۲	A×B	4	0.83 ns	5.03 ns	0.059 ns	0.58 ns	44.58 **
۱ × ۳	A×C	4	0.53 ns	5.56 ns	0.11 *	3.68**	89.03 **
۲ × ۳	B×C	4	0.84 ns	13.64 ns	0.021 ns	1.04 ns	13.08 **
۱ × ۲ × ۳	A×B×C	8	0.98 **	17.01 ns	0.046 ns	2.31 **	48.20**
خطای آزمایش	Error	52	0.34	10.47	0.039	0.75	5.59
ضریب تغییرات	CV	٪	**15.48**	**12.06**	**16.19**	**24.09**	**13.4**

ns، * و **، به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵درصد و ۱درصد می‌باشد.

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

جدول ۲- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه و تعداد دانه در غلاف عدس تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

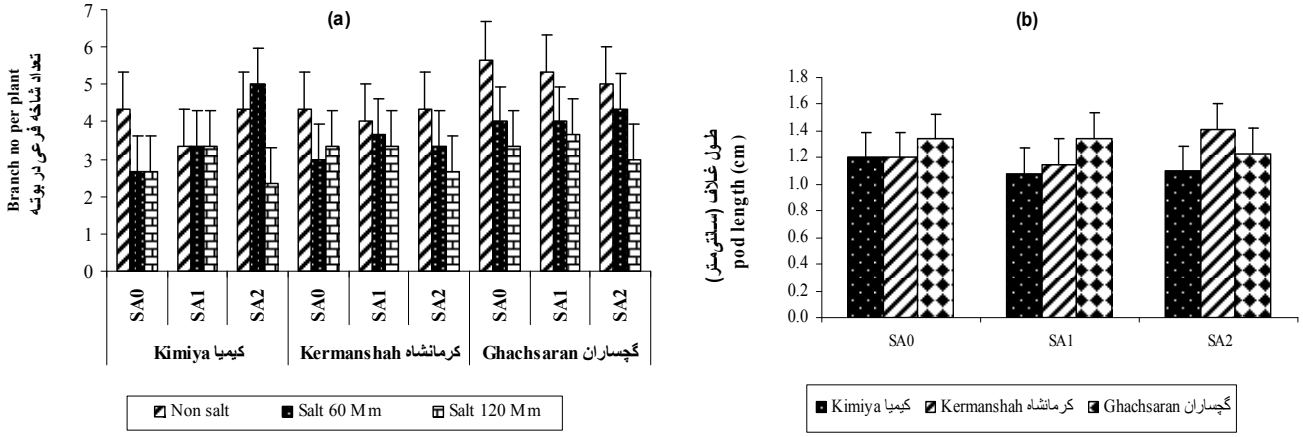
Table 2. Mean comparison of plant height and seeds per pods in lentil under different levels of salt stress

شوری (میلی‌مولار) Salt (mM)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد دانه در غلاف Seeds per pods
0	31.15 a	2.11 a
60	26.41 b	1.92 a
120	22.92 c	1.55 b
LSD	**1.77**	**0.24**

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵درصد، فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Means within each column with at least a same letter are not signification different at α=0.05 in method LSD.

برهمکنش بین ارقام، سطوح محلول‌پاشی و شوری، اثر معنی‌داری بر میزان پرولین گیاه در سطح احتمال یک‌درصد داشت (جدول ۱). با افزایش شوری در همهٔ تیمارها، میزان پرولین افزایش یافت. در شرایط بدون شوری، بیشترین مقدار پرولین مربوط به تودهٔ محلی کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار بود. همچنین با افزایش شوری به غلظت‌های ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار، بیشترین مقدار پرولین در رقم گچساران و تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار مشاهده شد که نسبت به شاهد بدون اسید سالیسیلیک، افزایش نشان داد (شکل۲، الف). در تودهٔ محلی کرمانشاه، با کاربرد ۰/۲میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک در غلظت ۶۰میلی‌مولار شوری، کاهش میزان پرولین دیده شد که می‌تواند نشان از بی‌اثری یا سازگاری گیاه به این سطح از شوری باشد (شکل۲، الف). افزایش غلظت پرولین با زیادشدن شوری توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Keshta *et al*., 1999). به‌نظر می‌رسد که افزایش غلظت پرولین، به‌عنوان اثر تنش شوری می‌باشد و نه علتی برای تحمل تنش شوری، که نتایج این آزمایش با نتایج (Lacerda *et al*., 2003) مطابقت دارد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش بین محلول‌پاشی، رقم و شوری در مورد میزان مالون‌دی‌آلدهید در سطح احتمال یک‌درصد، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱).



شکل ۱- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر (a) تعداد شاخهٔ فرعی (LSD= 0.95، α=0.05) و (b) طول غلاف (LSD= 0.19، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲ و ۰/۵۰میلی‌مولار است).

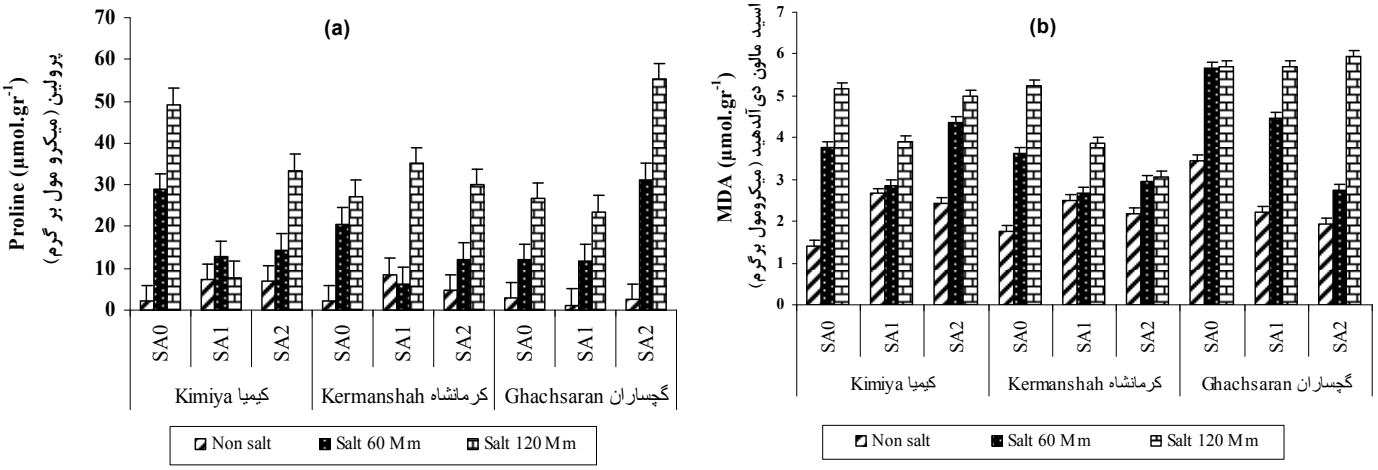
Fig. 1. Effect of salt, foliar application and cultivars interactions on (a) number of branches (LSD=0.95, α=0.05) and (b) pod length (LSD=0.19, α=0.05)

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

در تیمار بدون تنش شوری، کمترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید، مربوط به رقم کیمیا و بدون محلول‌پاشی بود؛ اما با افزایش غلظت شوری به ۶۰میلی‌مولار، محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار در رقم کرمانشاه و ۰/۵میلی‌مولار در رقم گچساران، کمترین میزان مالون‌دی‌آلدهید اسید را نشان دادند؛ درحالی‌که بیشترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید، در رقم گچساران و کرمانشاه و بدون کاربرد اسید سالیسیلیک بود که می‌توان چنین برداشت کرد که اسیدسالیسیلیک، موجب کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدهید در گیاهان تنش دیده می‌شود. همچنین وقتی که شوری به ۱۲۰میلی‌مولار رسید، کمترین مقدار مالون‌دی‌آلدهید مربوط به رقم کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود (شکل۲، ب). با افزایش تنش شوری، مقدار مالون‌دی‌آلدهید حاصل از تنش اکسیداتیو در گیاهچه‌های گندم افزایش یافت؛ اما کاربرد ۰/۵میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک، سبب کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدهید در بذرهای تنش‌دیده شد (Doulatabadian *et al*., 2008). تنش شوری، سبب کاهش یکپارچگی غشاء سلولی و آزادشدن الکترولیت‌ها و مواد درون سلول و افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول می‌شود (Bor *et al*., 2003) این گونه به‌نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک، با پاکسازی رادیکال‌های آزاد، از پراکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری نموده و مانع افزایش مالون‌دی‌آلدهید می‌گردد.

نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف در بوته، نشانگر اثر معنی‌دار برهمکنش رقم، شوری و محلول‌پاشی بر این صفت در سطح احتمال یک‌درصد بود (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که شوری، منجر به کاهش تعداد غلاف گردید؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته در شرایط بدون تنش، به‌ترتیب به رقم کرمانشاه و گچساران در تیمار ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. همچنین در شوری ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار، بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به رقم کرمانشاه و محلول‌پاشی ۰/۲میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود؛ درحالی‌که کمترین تعداد غلاف در بوته در رقم کیمیا و شوری ۱۲۰میلی‌مولار و محلول‌پاشی توسط آب مقطر مشاهده شد (شکل ۳). در هر سه رقم مورد مطالعه و در شرایط تنش و بدون تنش شوری، محلول‌پاشی با غلظت ۰/۲میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک، تعداد غلاف در بوته را افزایش داد. با توجه به این‌که میزان مالون دی‌آلدهید یا به عبارت دیگر پراکسیداسیون چربی‌های غشای سلول (شکل۲، ب) در شرایط شوری ۶۰ و ۱۲۰میلی‌مولار در رقم کرمانشاه نسبت به دو رقم دیگر کمتر بود و با توجه به سازگاری گیاه به شوری در این شرایط در اثر تیمار با اسیدسالیسیلیک، می‌توان چنین نتیجه گرفت که تودهٔ محلی کرمانشاه با استفاده از کاربرد اسید سالیسیلیک، مقاومت یا سازگاری بیشتری به شوری نشان داد و دارای تعداد غلاف بیشتری در بوته می‌باشد (شکل ۳).

کاهش تعداد غلاف‌ها، احتمالاً از افزایش هورمون اسیدآبسیزیک در شرایط تنش اسمزی ناشی شده باشد که زیادی این هورمون می‌تواند سبب مرگ دانه‌های گرده شده و لذا تعداد گل‌های تلقیح‌شده و تعداد غلاف‌ها را کاهش می‌دهد (Li *et al*., 2005). البته در گیاهان رشدنامحدود از قبیل عدس و کلزا، زمان تولید گل نیز سرنوشت آن را تعیین می‌کند و از آنجا که تنش ایجادشده از یک‌طرف باعث تسریع در گلدهی و کاهش دورهٔ گلدهی می‌شود و از طرف دیگر باعث رشد رویشی کمتر و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر شده، تحت این شرایط، گیاه بقای خود را به هزینهٔ کاهش تعداد غلاف، تضمین می‌نماید.



شکل ۲- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر (a) میزان پرولین (LSD= 3.87، α=0.05) و (b) مالون‌دی‌آلدهیداسید (LSD= 0.14، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 2. Effect of salt, foliar application and cultivar interactions on proline content, LSD=3.87; and MDA, LSD=0.14, α=0.05

SA0, SA1 and SA2 foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

نتایج نشان داد که اثر شوری و رقم بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود؛ درحالی‌که اثر متقابل رقم، شوری و محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). افزایش غلظت شوری تا۶۰میلی‌مولار، کاهش معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف ایجاد نکرد؛ ولی در غلظت۱۲۰میلی‌مولار از نمک، تعداد دانه در غلاف به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در غلاف، مربوط به تودهٔ محلی کرمانشاه و کمترین مقدار آن مربوط به رقم کیمیا بود (جدول ۴). تعداد دانه در غلاف نیز از عوامل تعیین‌کنندهٔ عملکرد گیاه است. تعداد دانه در واقع میزان مخزن گیاه را مشخص می‌کند؛ به عبارتی هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگ‌تری برای آسیمیلات تولیدشده است و هر عاملی که این مشخصه را افزایش دهد عملکرد را نیز افزایش می‌دهد (Hanson *et al*., 2001). کاهش تعداد دانه در هر غلاف ممکن است هم نتیجهٔ کاهش تعداد غلاف در هر بوته و هم ناشی از عقیمی گلچه‌های موجود در هر غلاف باشد. از طرف دیگر، اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها به‌واسطهٔ افزایش شوری که از کاهش غلظت قند برگ‌ها نتیجه می‌شود، می‌تواند به کاهش مقدار کربوهیدرات‌های قابل‌دسترس برای ارسال به اعضای ذخیره‌کننده، منجر شده که در نتیجه، مقدار سقط جنین افزایش و تعداد دانهٔ تشکیل‌شده، کاهش می‌یابد (Francois, 1994). به‌نظر می‌رسد یکی از علل کاهش تعداد دانه در غلاف در اثر شوری، کاهش اندازهٔ غلاف‌ها باشد.

برهمکنش رقم، شوری و محلول‌پاشی در سطح ۱درصد بر وزن۱۰۰دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش شوری در همهٔ رقم‌ها و تیمارها وزن۱۰۰دانه کاهش یافت. در کل، رقم کرمانشاه بین سه رقم، دارای کمترین و رقم گچساران بیشترین وزن۱۰۰دانه را دارا بودند که کمترین وزن۱۰۰دانه ۱/۸گرم و مربوط به رقم کرمانشاه در سطح شوری ۱۲۰میلی‌مولار و تیمار۰/۲میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. در شرایط بدون تنش و تنش بالا (۱۲۰میلی‌مولار) بیشترین وزن۱۰۰دانه در رقم گچساران و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود (شکل۴، الف). با توجه به

نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که در رقم کرمانشاه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به دو رقم دیگر وجود داشت؛ اما به‌خاطر تسهیم اسیمیلات کم تولیدشده در شرایط تنش بین دانه‌ها و غلاف‌های این رقم، افزایش وزن۱۰۰دانهٔ بذرها در رقم کرمانشاه نسبت به دو رقم دیگر کمتر بود.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس تحت تیمار شوری و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک
Table 3. Variance analysis of yield and yield components in lentil cultivars under salt stress and foliar application of salicylic acid

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	وزن۱۰۰دانه 100 seeds weight	درجهٔ آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	
17.15	0.011	2.80	9.12	0.53	0.21	2	**Replication**	تکرار
67.66 **	0.013 *	0.069 ns	40.34 **	0.16 ns	0.79 ns	2	**Foliar application (A)**	محلول‌پاشی (۱)
5402.4 **	6.50 **	253.70 **	1066.16 **	2.16 **	32.09 **	2	**Salt (B)**	شوری (۲)
658.37 **	0.249 **	7.96 **	96.64 **	7.27 **	12.77 **	2	**Cultivars (C)**	رقم (۳)
45.64 **	0.012 *	1.43 *	3.18 *	0.38 ns	1.76 **	4	**A×B**	۲×۱
26.54 **	0.016**	0.92 ns	4.16 **	0.049 ns	0.43 ns	4	**A×C**	۳×۱
204.31 **	0.036 **	1.66 **	9.31 **	0.105 ns	1.97 **	4	**B×C**	۳×۲
110.57 **	0.037 **	2.62 **	9.97 **	0.105 ns	0.93 **	8	**A×B×C**	۳×۲×۱
7.09	00.34	0.43	1.21	0.197	0.29	52	**Error**	خطای آزمایش
8.79	**11.88**	**12.26**	**9.99**	**23.84**	**16.17**	**%**	**CV**	ضریب تغییرات

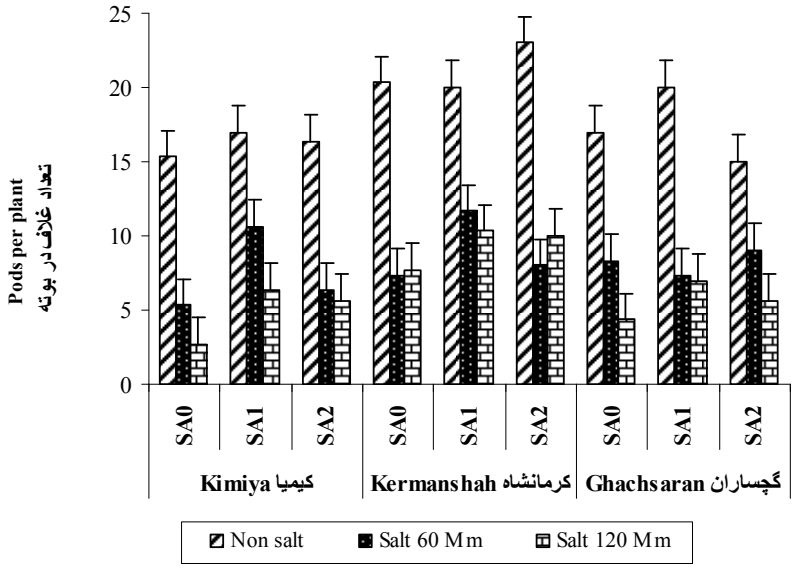
ns، * و **، به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵درصد و ۱درصد می‌باشد.
ns, * and ** indicating non significant and significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

Francois (1994) اظهار داشت که شوری، وزن دانه را از راه کوتاه‌کردن دورهٔ پُرشدن دانه و تسریع در بلوغ دانه‌ها کاهش می‌دهد. تأثیر تنش شوری بر وزن دانهٔ ذرت، به زمان اِعمال تنش و غلظت نمک در محیط رشد بستگی دارد؛ چون تیمارهایی که در فاز رویشی تحت تنش قرار می‌گیرند، کمترین خسارت را از نظر وزن دانه می‌بینند. Nabizadrh Marvdast *et al*, (2003) علت کاهش وزن دانه را تغییر در مسیر مواد فتوسنتزی و مواد پرورده به‌منظور مقابله با اثرات تنش شوری بیان کردند. وزن۱۰۰دانهٔ گیاه ذرت توسط اسید سالیسیلیک و تحت شرایط بدون شوری، افزایش یافت و عملکرد دانه، وزن دانه و تعداد دانه توسط کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون کاربرد اسید سالیسیلیک و تنش شوری افزایش یافت (Gunes *et al*., 2005). اثرات مفید اسید سالیسیلیک روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پُرشدن دانه‌ها باشد که در نتیجه، باعث افزایش وزن دانه می‌شود (Gunes *et al*., 2005). Zhou *et al*, (1999) گزارش کردند که تزریق اسید سالیسیلیک به ساقهٔ گیاه ذرت، وزن دانه را ۹درصد نسبت به تیمارهای دیگر افزایش داد.

عملکرد و اجزای عملکرد هر گیاه زراعی، تحت تأثیر ژنوتیپ، محیط و مدیریت زراعی قرار می‌گیرد. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، مشخص‌کنندهٔ اثر معنی‌داری بین محلول‌پاشی، شوری و رقم بر این صفت در سطح احتمال ۱درصد بود (جدول ۳). با افزایش شوری، همانند دیگر صفات مورد مطالعه، عملکرد دانه نیز کاهش یافت. در شرایط بدون تنش، بیشترین عملکرد به تودهٔ محلی کرمانشاه و سطح ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تعلق داشت که نسبت به شاهد، ۰/۱۱گرم در بوته بیشتر بود. با افزایش تنش شوری در غلظت ۶۰میلی‌مولار، بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تودهٔ محلی کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار بود که نسبت به شاهد، ۰/۱۳گرم در بوته بیشتر بود.

کمترین مقدار عملکرد در این شرایط به رقم کیمیا و در حالت بدون استفاده از محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تعلق داشت. رقم کرمانشاه در شرایط شورتر (۱۲۰میلی‌مولار) نیز با محلول‌پاشی ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک توده محلی کرمانشاه بیشترین عملکرد را دارا بود که نسبت به شاهد، ۱۰گرم در مترمربع بیشتر بود (شکل۴، ب). با توجه به این‌که تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در رقم کرمانشاه

نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود (جدول ۴ و شکل ۳)، عملکرد دانه در این رقم نیز بیشتر تحت تأثیر ایـن دو جـزء از عملکـرد قرار داشت که نسبت به دو رقم دیگر، بیشتر بود.



شکل ۳- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر تعداد غلاف دربوته (LSD= 1.8، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 3. Effect of salt, foliar application and cultivars interactions on pods per plant (LSD=1.8, α=0.05)

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه و تعداد دانه در غلاف درارقام مختلف عدس

Table 4. Mean comparison of plant height and seeds per pods for different lentil cultivars

رقم Cultivar		ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) plant height (cm)	تعداد دانه در غلاف seeds per pods
کیمیا	Kimiya	25.37 b	1.44 c
کرمانشاه	Kermanshah	27.49 a	2.44 a
گچساران	Ghachsaran	27.62 a	1.70 b

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵درصد، فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Means within each column with at least a same letter are not signification different at α=0.05 in method LSD.

در واقع، شوری که موجب کاهش عملکـرد دانـه و اجـزای آن می‌شود، در رقم کرمانشاه کمتر از دو رقم دیگر اثرگذار بـود و علاوه بر این، در شوری‌های با غلظت بالا، اثر اسیدسالیسیلیک موجب کاهش اثرات مضر شوری روی عملکرد و اجزای عملکرد در این رقم شد. برخی از محققان گـزارش کردنـد کـه عملکـرد عدس با تولید انشعابات فرعی، تعداد گل و غلاف در هـر گیـاه، تعداد دانه در هر غلاف و گاهی ارتفاع گیـاه و روزهـای لازم تـا گلـدهی، همبسـتگی مثبـت دارد (Tiwari & Vyas, 1994). کاهش عملکرد و اجزای آن با افزایش شوری توسط محققان در کلـزا (Ahmadi & Neyazi Ardakani, 2004) و کنجـد (Mahmood *et al.*, 2003) نیز گـزارش شـده اسـت. ارتبـاط بالای عملکرد دانه با اجزای عملکرد از طرفـی و کـاهش مقـدار این اجزاء در اثر شوری نشـان داد کـه کـاهش عملکـرد، امـری منطقی می‌باشد و به‌نظر می‌رسد با توجه بـه ایـن‌کـه گیاهـان،

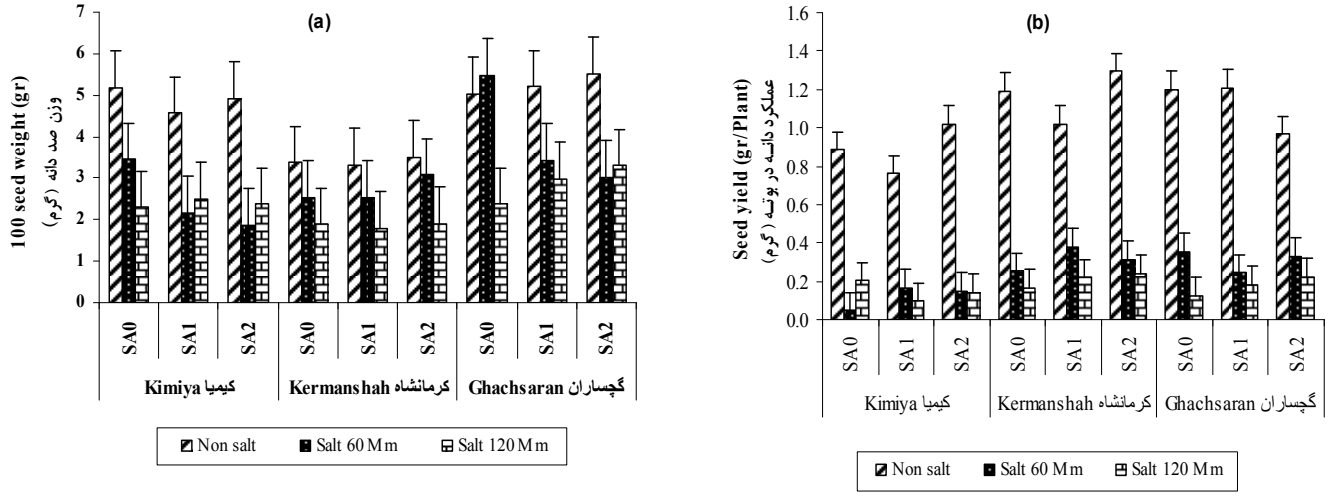
بخش عمده‌ای از دورهٔ رشد خود را در معرض شوری گذرانده‌اند و میزان یون‌های سمّی کلر و سدیم به‌طور طبیعی در برگ‌ها با افزایش شوری افزایش می‌یابد، بنابراین شاید بتوان کاهش عملکرد را به تجمع زیاد یون‌ها در داخل گیاه نسبت داد. کاهش عملکرد در بوته با افزایش سطح شوری توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Eivazi *et al*., 2005). همچنین محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک می‌تواند با افزایش سرعت فتوسنتز (Khodary, 2004)، جلوگیری از آسیب‌های شوری به سلول گیاهی (El-Tayeb, 2005) و انتقال بیشتر مواد آسیمیلات به دانه‌ها باعث افزایش وزن دانه و عملکرد دانه گیاه گردد (Gunes *et al*., 2005).

برهمکنش محلول‌پاشی، شوری و رقم در سطح احتمال ۱درصد، اثر معنی‌داری نیز بر عملکرد بیولوژیک نشان داد (جدول ۳). آبیاری با آب‌مقطر در هر سه رقم باعث ایجاد عملکرد بیولوژیک بالا شد و با افزایش غلظت نمک، مقدار آن کاهش یافت. بیشترین عملکرد بیولوژیک، در شرایط بدون تنش مربوط به رقم گچساران و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار بود. در شوری ۶۰میلی‌مولار نیز رقم گچساران در محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار با اختلاف ۰/۳۳گرم در بوته نسبت به شاهد، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. با رسیدن غلظت نمک به ۱۲۰میلی‌مولار، بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به رقم کرمانشاه و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۲ میلی‌مولار بود (شکل۵، الف). افزایش عملکرد بیولوژیک در رقم گچساران را می‌توان به بالابودن ارتفاع گیاه و تعداد شاخه فرعی در این رقم نسبت به دو رقم دیگر دانست. همچنین با افزایش شوری در ۱۲۰میلی‌مولار، تعداد شاخه فرعی بیشتری در رقم کرمانشاه نسبت به دو رقم دیگر دیده شد.

عملکرد بیولوژیک، حاصل تجمع مواد فتوسنتزی در قسمت‌های مختلف گیاه می‌باشد. در گیاهان زراعی عواملی نظیر موادغذایی خاک، رقم و اقلیم، بر وزن خشک نهایی بوته‌ها تأثیر دارند و هرگاه فتوسنتز گیاه در اثر بروز عوامل نامساعد محیطی با کمبود مواد غذایی محدود گردد، اثر آن روی وزن‌خشک کل تظاهر می‌یابد (Salehi *et al*., 2008). عملکرد بیولوژیک به‌میزان زیادی بستگی به مقدار رشد و تولید مادهٔخشک پیش از گلدهی دارد. افزایش شوری باعث کاهش شدید عملکرد بیولوژیک شد (Goudarzi & Pakniyat, 2008).

محققان (Depascale *et al*., Heydari Sharif Abad, 2001; 2005) اظهار داشتند که کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه تحت تنش شوری بسته به ترکیب نمک، غلظت نمک، گونهٔ گیاهی و مرحلهٔ رشدی گیاه، متغیر است و با افزایش شوری، عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده که مقدار کاهش عملکرد بیولوژیک با افزایش سطح شوری در ارقام مختلف گیاهی، متفاوت بوده و ارقام مقاوم به شوری نسبت به ارقام حساس، از کاهش وزن کمتری در شرایط تنش برخوردار هستند (Homey, 2002).

در ارتباط با شاخص برداشت که تخمینی از تبدیل مؤثر مادهٔخشک به عملکرد دانه است، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش بین ارقام، شوری و محلول‌پاشی، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد از نظر شاخص برداشت دارند (جدول ۳). با افزایش شوری، مانند دیگر صفات، شاخص‌برداشت نیز کاهش یافت. بیشترین مقدار شاخص‌برداشت مربوط به رقم کرمانشاه و اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار بود که به‌میزان ۳درصد بیشتر از شاهد بود. با افزایش شوری به ۶۰میلی‌مولار نیز رقم کرمانشاه در محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۰/۵میلی‌مولار، دارای بیشترین شاخص برداشت بود که به میزان ۸/۷درصد نسبت به شاهد بیشتر بود. وقتی غلظت شوری به ۱۲۰میلی‌مولار رسید، بیشترین مقدار شاخص برداشت مربوط به رقم کیمیا و بدون استفاده از اسید سالیسیلیک بود (شکل۵، ب). شوری، تسهیم مواد پرورده در گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و شاخص‌برداشت به تنش‌های محیطی حساس می‌باشد (Gorham *et al*., 1994). کارآیی تولید دانه در گیاهان زراعی، بر حسب شاخص برداشت، قابل‌مطالعه است (Fathali, 1999). Mendham *et al*., (1990) معتقدند که تمام تأثیرات آب‌وهوا و عوامل درونی روی گیاهان، در شاخص برداشت منعکس می‌شود. Zhang & Shannon (2000) کاهش شاخص برداشت برنج را در سطوح شوری بالاتر از حد آستانه گزارش کرده و دلیل آن در تیمارهای شوری ذکر کردند؛ به‌طوری‌که در شرایط شور، اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه کمتر صورت گرفته و یا این‌که در مرحلهٔ پُرشدن دانه، میزان فتوسنتز به‌اندازهٔ نیاز پُرشدن دانه‌ها نبوده، در نتیجه سبب کاهش شاخص برداشت شده است.

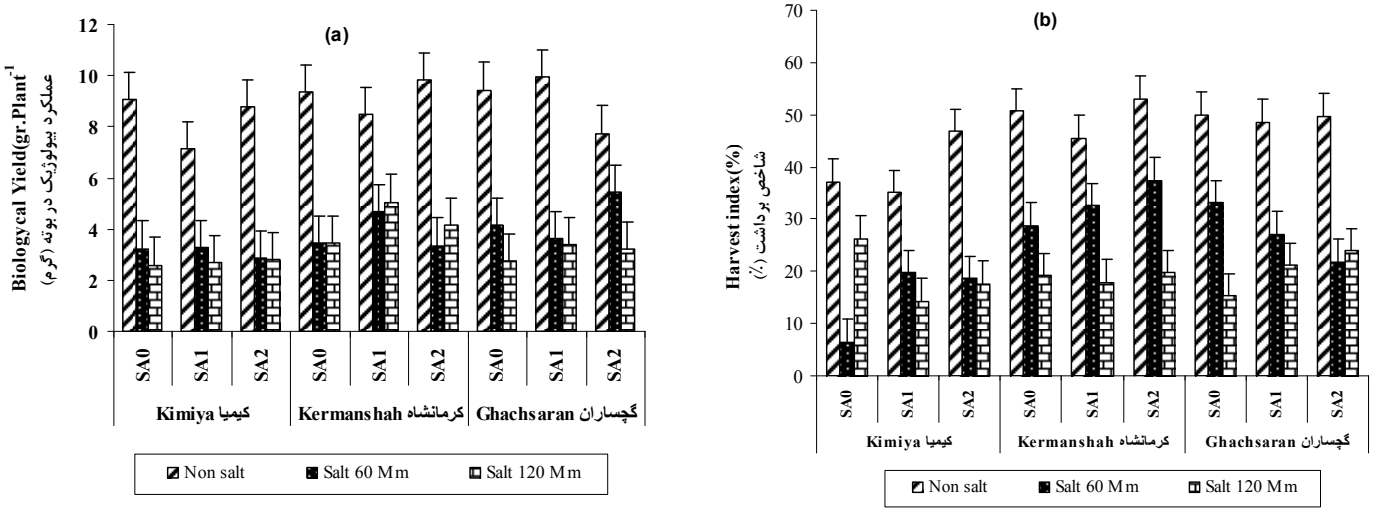


شکل ۴- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم (a) بر وزن۱۰۰دانه (LSD= 0.879، α=0.05) و (b) عملکرد گیاه (LSD= 0.096، α=0.05)

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 4. Effect of salt, foliar application and cultivar interactions on (a) 100 seeds weight, LSD= 0.897 and (b) seed yield, LSD= 0.096; α= 0.05

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.



شکل ۵- برهمکنش شوری، محلول‌پاشی و رقم بر (a) عملکرد بیولوژیک، LSD= 1.07 و (b) شاخص برداشت LSD= 4.36

(SA0، SA1 وSA2، به‌ترتیب محلول‌پاشی با آب‌مقطر، اسیدسالیسیلیک ۰/۲و ۰/۵۰ میلی‌مولار است).

Fig. 5. Effect of salt, foliar application and cultivar interactions on (a) biological yield, LSD=1.07 and (b) Harvest Index, LSD= 4.36

SA0, SA1 and SA2, foliar application by distilled water, salicylic acid (0.2, 0.5 mM), respectively.

اثر تنش شوری (۰/۶، ۴/۵ و ۸/۴دسی‌زیمنس بر متر) بر شاخص برداشت در هیچ‌یک از ارقام گندم مورد مطالعه معنی‌دار نبود که این نتیجه می‌تواند به‌دلیل محافظت شاخص‌برداشت و عملکرد دانه از طریق مکانیسم‌هایی از جمله انتقال مجدد باشد (Puatini & Zehtab Salmasi, 1997). مطالعات مختلف نشان دادند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، رشد ساقه‌ها و ریشه‌ها (Coronado *et al*., 1998) و سرعت فتوسنتز را در گیاهان زراعی مختلف، همانند ذرت (Khodary, 2004) و کلزا (Nazir *et al*., 2001) افزایش می‌دهد. Senaranta *et al*, (2002) نشان داد که اسید سالیسیلیک موجب جلوگیری از صدمه به اسیدهای چرب غیراشباع، کاهش نفوذپذیری غشاء و حفاظت از غشای تیلاکوئیدی در زمان تنش شوری در گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی می‌شود. عملکرد، وزن و تعداد دانه در گیاه ذرت، با کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون کاربرد آن و تنش شوری افزایش یافت (Gunes *et al*., 2005). اثرات مفید اسید سالیسیلیک روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پُرشدن دانه‌ها باشد که در نتیجه، باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود (Gunes *et al*., 2005).

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اثر متقابل محیط و رقم، باعث تغییرات متفاوتی در عملکرد دانه در بوته و اجزای عملکرد آن می‌شود. اِعمال تنش شوری منجر به کاهش ارتفاع گیاه، تعداد غلاف و در نهایت وزن دانه در بوته می‌گردد. بنابراین، انتظار می‌رود که با افزایش میزان شوری از میزان دانه در بوته کاسته شود؛ اما انتخاب یک رقم مناسب که علاوه بر مقاومت و سازگاری به تنش شوری، قابلیت تولید دانهٔ بالاتری نیز داشته باشد، می‌تواند این کاهش را جبران نماید. به‌نظر می‌رسد که رقم کرمانشاه در شرایط افزایش تنش شوری، با بیشترین مقدار صفات (تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک)، بیشترین میزان تطابق با شرایط شور را در میان رقم‌های مورد بررسی داشته باشد. از طرف دیگر، اسیدسالیسیلیک، نقش مهمی در رشد گیاه دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان گفت که محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک، اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه عدس داشته است و اسید سالیسیلیک در غلظت ۰/۲ و ۰/۵میلی‌مولار، به‌ترتیب در سطوح پایین و بالای تنش، در رفع آسیب آن، نقش داشته و قادر است به‌طور مؤثرتری باعث افزایش عملکرد شود. در بین ارقام مورد مطالعه، رقم کرمانشاه به‌دلیل داشتن تعداد غلاف و دانهٔ بیشتر در بوته نسبت به دو رقم دیگر در شرایط تنش شوری، دارای برتری بود که این ارجحیت، بخشی به‌دلیل پتانسیل ژنتیکی این رقم و بخشی دیگر در اثر محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک می‌باشد که از این نظر، در سطوح پایین تنش، غلظت ۰/۲میلی‌مولار و در سطح ۱۲۰میلی‌مولار شوری، غلظت ۰/۵میلی‌مولار اسید سالیسیلیک اثر بیشتری بر عملکرد و اجزای آن در این رقم داشت. رقم گچساران نیز بعد از رقم کرمانشاه، دارای برتری عملکرد بود که این مزیت، بیشتر مربوط به افزایش وزن دانه می‌باشد. در این رقم نیز اسید سالیسیلیک، اثری مشابه رقم کرمانشاه نشان داد.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانهٔ مرکز تحقیقات سرارود کرمانشاه و به‌ویژه آقای مهندس اکبر شعبانی که در تهیهٔ ارقام مورد استفاده، ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

1. Ahmadi, S.M., and Niyazi Ardakani, J. 2004. Assesses the salt tolerance of different varieties of Canola using a computer model of SALT. (Abstract) Second Student Conference on Water and Soil Resources Department of Agriculture, Shiraz University. (In Persian).
2. Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycinebetaine and proline in improving plant a biotic stress resistance. Environmental and Experimental Journal of Botany 59: 206-216.
3. Baker, R.J., and Gebeyehou, G. 1982. Comparative growth analysis of two spring wheat and one spring barley. Crop Science 22: 1225-1229.
4. Bor, M., Zdemir, O.F., and Tu Rkan, I. 2003. The effect of salt stress on lipid per oxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritime* L. Plant Science 164: 77-84.
5. Coronado, M.A.G., Lopes, C.T., and Saavedra, A.L. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology Biochemical 8: 563-575.

6. Cramer, G.R., Schmidt, C.L., and Bidart, C. 2001. Analysis of cell hardening and wall enzymes of salt stressed maize (*Zea mays*) leaves. Australian Journal of Plant Physiology 28: 101-109.
7. Depascale, S., Maggio, A., Angelino, G., and Graziani, G. 2005. Effect of salt stress on water relation and antioxidant activity in tomato. Acted Horticultural 613: 124-136.
8. Doulatabadian, A., Modarres Sanavy, A.M., and Etemadi, F. 2008. Effect of pretreatment of salicylic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination under salt stress. Iranian Journal of Biology 4: 692-702. (In Persian).
9. Eivazi, A., Abdolahi, SH., Hosseini Salkandeh, GH., Majidi Hervan, A., Mohamadi, A., and Pirayeshfar, B. 2005. Effect of drought and salinity stresses on quality related traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. Journal of Agricultural Sciences 7: 252-268. (In Persian).
10. El-Hendawy, S.E., Hua, Y., Yakout, G.M., Awad, A.M., Hafez, S.H., and Schmidhalter, U. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. European Journal of Agronomy 22: 243-253.
11. El-Tayeb, M.A. 2005 .Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.
12. Fathali, B. 1999. Evaluation of morphological and yield components different autumn canola in stigma. Research Report to the Oilseeds Crop. The Company Planted the Seeds of Oil. (In Persian).
13. Feizi, M. 2002. Effects of salinity irrigation water on wheat yield. Journal of Science and Soil Water 16: 133-140. (In Persian).
14. Francois, E.L. 1994. Growth seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agronomy Journal 86: 233-237.
15. Gorham, R.G., Papa, R., and Aloy-Leonard, M. 1994. Varietal differences in Na uptake in barley cultivars exposed to soil salinity or salt spray. Journal of Experimental Botany 45: 895-901.
16. Goudarzi, M., and Pakniyat, H. 2008. Evaluation of wheat cultivars under salinity stress based on some agronomic and physiological traits. Journal of Agriculture and Social Science 4: 35-38. (In Persian).
17. Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Cicek, N., Guneri, E., Eraslan, F., and Guzelordu, T. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). Archives of Agronomy and Soil Science 51: 687-695.
18. Gutierrez-Coronado, M.A., Trejo-Lopez, C., and Larque-Saavedra, A. 1998. Effect of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology Biochemical 36: 563-565.
19. Hanson, B.K., Eriksmoen, E.D., Henson, R., Carr, P.M., and Mckay, K.R. 2001. Response to various management factors in canola production. Dickinson Research. Extension Center Annual Report 7: 126-137.
20. Hassani, A. 2003. The effect of drought and salinity due to sodium chloride and some morphological and physiological plant basil varieties Kshkny Lulu. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture Tarbiat Modarres University. (In Persian).
21. Haydare Sheriff Abad, H. 2001. Plants and Salinity. Forest and Meadows Research Institute.
22. Heath, R.L., and Pacher, L. 1969. Photo per oxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid per oxidation. Arcg. Biochemical. Biopsychology 125: 189-198.
23. Hoagland, D.R., and Arnon, D.I. 1950. The water- culture for growing plants without soil. California Agricultural Experiment State. Circ 347: 32.
24. Homey, M. 2002. Plants Response to Salinity. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage.
25. Hussain, A.Z., Khan, I., Ashraf, M., Rashid, M.H., and Akhtar, M.S. 2004. Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and Coj-84 Int. Journal of Agriculture and Biology 6: 188-191.
26. Jose, A.I. 2002. Package of Practices Recommendations: Crops. 12th Edition. Kerala Agricultural University, Trichur, Kerala, India. 278p.
27. Kafi, M., Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A.M., 2003. Responses of Crops to Grow. Ferdowsi Mashhad University Press. (In Persian).
28. Keshta, M.M., Hammad, K.M., and Sorour, W.A.I. 1999. Evaluation of rape seed genotypes in saline soil. Proceedings of the 10th International Rape Seed Congress. Canberra, Australia.
29. Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants, Int. Journal of Agricultural and Biology 6: 5-8.
30. Lacerda, C.F.D., Cambraia, J., Olive, M.A., Ruiz H.A., and Prisco, J.T. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental of Botany 49: 107-120.

31. Li, J., Inanage, S., Li, Z., and Eneji, E. 2005. Optimizing irrigation scheduling for winter wheat in the North China Plain. Agricultural Water Management 79: 8-23.
32. Mahmoode, S., Iran, S., and Athar, H.R. 2003. Intraspecific variability in sesame (*Sesamum indicom*) for various quantitative and qualities attributes under differential salt regimes. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan Pakistan 14: 177-186.
33. Mendham, N.J., Russell, J., and Jarosz, N.K. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oil seed (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science 114: 275-283.
34. Mir Mohammad Maybodi, S.A., and Ghare Yazi, B. 2002. Eugenics and physiological aspects of plant salinity stress. Publishing Center, Isfahan University of Technology.
35. Misra, N., and Saxena, P. 2009. Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. Plant Science 177: 181-189.
36. Nabizadeh Marvdast, M.R., Kafi, M., and Rashed Mohasel, M.H. 2003. Effect of salinity on growth, yield, collection of mineral and percentage of green cumin essence. Journal of Agricultural Sciences 138: 53-60. (In Persian).
37. Nazir, N., Ashraf, M., and Ejaz, R. 2001. Genomic relationships in oilseed Brassicas with respect to salt tolerance-photosynthetic capacity and ion relations. Pakistan Journal of Botany 33: 483-501.
38. Paquine, R., and Lechasseur, P. 1979. Observations surd rune method dosage la Libra dens les de planets. Canadian Journal of Botany 57: 1851-1854.
39. Poustini, K., and Siosemardeh, A. 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research 85: 125-133.
40. Puatini, K., and Zehtab Salmasi, S. 1997. Effect of salinity on production and remobilization of dry material in two types of wheat. Iran Agricultural Science 29: 11-17.
41. Salehi, M., Akbari, R., and Khorshidi, M.B. 2008. Effect yield and yield components of red beans cultivars to the delay in sowing in Miyaneh Region. Journal Sciences and Natural Resources 43: 115-105. (In Persian).
42. Senaranta, T., Touchell, D., Bumm, E., and Dixon, K. 2002. Acetylsalicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 157-161.
43. Tiwari, R.J., and Vyas, M.D. 1994. Effect of soil moisture content on the field emergence and yield of lentil. Lens Newsletter 21: 20-21.
44. Zhang, L., and Shannon, M.C. 2000. Effects of salinity on grain yield and yield components of rice at different seeding densities. Agronomy Journal 92: 418-423.
45. Zhou, X.M., Mackenzie, A.F., Madramootoo, C.A., and Smith, D.L. 1999. Effects of stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field grown corn plants. Journal of Agronomy and Crop Science 183: 103-110.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 97-110

Effect of foliar application of Salicylic Acid on yield and yield components and some physiological traits of Lentil (*Lens culinaris* Medik) varieties under salt stress

Kayednezami[1], R., Balouchi[2*], H.R. & Yadavi [2], A.

1- M.Sc. Student of Agronomy, Agronomy and Plant Breeding Department, Yasouj University
2-Assistant Professor in Agronomy and Plant Breeding Department, Yasouj University

Received: 26 December 2011
Accepted: 16 May 2012

Abstract

Lentil is considered as salinity sensitive species and is adversely affected in response to the salt stress in terms of growth and yield. This pot experiment was conducted to determine the effect of exogenous salicylic acid (SA) application on physiology, growth, yield and yield components of lentil grown under salt stress in greenhouse conditions, in a factorial arrangement based on Randomized Completely Block Design with three replications. The first factor was cultivars of lens (Kimiya, Ghachsaran and Kermanshah) and the second factor was three levels of salinity (0, 60 and 120 mM NaCl) and the last one was foliar application by distilled water and two levels of salicylic acid (0.2, 0.5 mM). The results showed that seed yield of Kermanshah cultivar in non-salt conditions and foliar application of 0.5 Mm salicylic acid was 168/88 g/m^2 and in salinity condition (60 & 120 mM) Kermanshah cultivar produced more yield than two other cultivars in both levels of salicylic acid foliar applications at 0.2 and 0.5 mM, respectively. The pod number per plant and seed number per pod are two important yield components that were higher in Kermanshah cultivar than that in two other cultivars. Also, the results of variance analysis showed that the interactions of all factor on the number of branches, number of pods per plant, seed weight, seed yield, biological yield, harvest index, malondialdehyde MDA and proline was significant. Salicylic acid effect on growth, seed yield and yield components under salinity stress was due to significant increase in growth rate. In consequence, Kermanshah cultivar in application of 0.2 and 0.5 mM of salicylic acid with 0.2 and 0.5 mM under salt conditions 60 and 120 Mm showed a better performance in most considerable traits rather than two other cultivars.

Key words: Number of Pod, Ortohydroxybanzoic acid, Osmotic stress, Pulses, Seed weight

* **Corresponding Author:** balouchi@yu.ac.ir, Mobile: 09171892040

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۲۲-۱۱۱، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 111-122

مطالعه برخی از صفات کمّی مؤثر بر عملکرد لاین‌های لوبیاچیتی

زهرا عرفانی‌مقدم[1*] و جلال صبا[2]

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات دانشگاه زنجان

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان، saba@znu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۲۵

چکیده

ارزیابی‌های گوناگون در منابع ژنتیکی گیاهی، امکان شناسایی تنوع ژنتیک و استفاده از آنها را در اصلاح گیاهان فراهم می‌آورد. در این آزمایش، ۲۷لاین انتخابی از نسل F_7 لوبیاچیتی و یک شاهد محلی همراه با دو رقم شاهد تلاش و COS-16، در مجموع ۳۰لاین و رقم، تیمارهای آزمایش را تشکیل دادند که به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان در سال زراعی۱۳۸۸ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که بین مواد گیاهی مورد ارزیابی از نظر تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱درصد، تفاوت بسیار معنی‌دار وجود داشت. مقایسهٔ نتایج تجزیه کلاستر و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، نشان‌دهندهٔ شباهت بسیارزیاد این دو تجزیه درگروه‌بندی تیمارها می‌باشد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که چهار مؤلفهٔ اول، ۸۱درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کردند. صفات روز تا۵۰درصد غلاف‌دهی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه، بیشترین واریانس مؤلفهٔ اول و صفات درصد سبزشدن و شاخص سبزشدن، بیشترین ضریب تبیین را در مؤلفه دوم توجیه کردند. صفت روز تا رسیدگی کامل، بیشترین واریانس مؤلفهٔ سوم و تعداد دانه در غلاف، بیشترین ضریب تبیین را در مؤلفهٔ چهارم توجیه کردند. بررسی روابط بین صفات و نتایج تجزیه به مؤلفه‌ها و همچنین تجزیه کلاستر نشان داد که لاین‌های ۲۴، ۲۱، ۵ و ۲۰، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: تنوع، گروه‌بندی، گزینش، لاین، لوبیاچیتی

مقدمه

در بین خانواده‌های گیاهی، دو خانوادهٔ مهم شامل گرامینه‌ها به‌عنوان منبع تأمین کالری و بقولات به‌عنوان منبع تأمین پروتئین برای انسان، اهمیت خاصی دارند. حبوبات بعد از گندم، برنج و ذرت، مهم‌ترین محصولات کشاورزی هستند که در کنار پروتئین حیوانی و با داشتن بیش از ۲۵درصد پروتئین، می‌توانند غذای کاملی برای انسان باشند (Rahnamaie *et al*., 2005). عملکرد دانه در هر گیاه، مهم‌ترین صفت مورد ارزیابی بوده و بسیار مورد توجه اصلاح‌گران نباتات است (Sattar *et al*., 2003). متخصصان اصلاح نباتات، مدت‌ها روی عملکرد به‌عنوان معیار اصلی انتخاب، تکیه داشتند. والدین پُرمحصول و پایدار با خاستگاه‌ها و خصوصیات مختلف، در تلاقی‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفتند و به‌دنبال آن، ارزیابی تعداد زیادی از نتاج و انتخاب پُرمحصول‌ترین انواع، انجام می‌گرفت. عملکرد دانه حاصل اثرات متقابل تعداد زیادی ژن با محیط است؛ به‌همین جهت، انتخاب مستقیم برای آن، چندان موفقیت‌آمیز نبوده است و منجر به افزایش چشمگیری در عملکرد نمی‌گردد. در ضمن، اصلاح برای یک صفت، ممکن است بر صفات دیگر تأثیر منفی بگذارد که به‌دلیل پیوستگی بین ژن‌ها و پلیوتروپی صفات مربوطه می‌باشد. آگاهی از وجود تغییرات ژنتیکی و رابطه بین صفات مختلف با عملکرد و همچنین وراثت‌پذیری آنها، اهمیت زیادی دارد (Bagheri *et al*., 2001). شناسایی و درک روابط صفاتی که دارای توارث پیچیده و در عین حال، میزان توارث‌پذیری پایینی هستند، با صفاتی که توارث‌پذیری ساده و بالاتری دارند، عامل افزایش بازده ژنتیکی اصلاح صفات پیچیده‌ای همچون عملکرد دانه خواهد بود؛ زیرا انتخاب برای صفات همبسته، موجب تغییر در صفت اصلی نیز می‌شود (Vaezi, 2000). شناخت ویژگی‌های ژنتیکی صفات، روابط بین آنها و چگونگی تأثیرگذاری صفات بر همدیگر، جهت رسیدن به اهداف مطلوب در اصلاح نباتات، مهم بوده و از طریق شناخت این روابط، می‌توان بهترین روش اصلاحی و مهم‌ترین صفات مؤثر را شناخت (Allah gholipoor & Salehi, 2003). به‌کارگیری موادی با ظرفیت مطلوب از حیث صفات مورد بررسی، از

* **نویسندهٔ مسئول:** کرمان، خیابان شهاب، کوچه۴۷، نسترن۱۲،
کدپستی: ۷۶۱۶۸۸۳۱۱۱، تلفن: ۰۳۴۱۳۲۳۷۳۱۶، همراه: ۰۹۱۳۸۴۰۴۷۷۰
zahraerfanimoghadam@yahoo.com

الزامات هر برنامهٔ اصلاحی می‌باشد؛ بنابراین، انتخاب مهم‌ترین صفات تشکیل‌دهندهٔ عملکرد که دارای تنوع مورد نیاز برای برنامه‌های اصلاح لوبیا باشند، بسیار کارساز خواهد بود.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، برای اصلاح‌گران می‌تواند دارای ارزش کاربردی باشد؛ از این حیث که ممکن است ژنوتیپ‌ها بسته به هدف اصلاحی، از کلاسترهای مختلف انتخاب شوند و همچنین در جهت جمع‌آوری ژرم‌پلاسم‌ها، کمک می‌کند (Faris *et al*., 2006). ارزیابی تغییرات فنوتیپی به‌وسیلهٔ تجزیه کلاستر، این امکان را فراهم می‌آورد که مناسب‌ترین منبع با پارامترهای مهم، شناسایی و از آنها در کارهای اصلاحی در آینده استفاده گردد (Stoilova *et al*., 2005). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز متغیرهای جدیدی ایجاد می‌کند که تنوع گروهی از متغیرها را بیان می‌کنند (Johnson & Wichern, 2002).

هدف از این مطالعه، عبارت است از: گروه‌بندی لاین‌های مختلف بر اساس میزان تنوع موجود در آنها جهت تحقیقات مورد نیاز در آینده، بررسی روابط بین صفات فنولوژیک و زراعی جهت گزینش لاین‌های با خصوصیات مطلوب و توصیف صفات مورد مطالعه به‌وسیلهٔ تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و معرفی مناسب‌ترین لاین یا لاین‌ها جهت کاشت در شرایط آب و هوایی منطقه زنجان.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار۱۳۸۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در ۶کیلومتری شهر زنجان انجام شد. مواد مورد بررسی شامل ۲۷لاین انتخابی از نسل F_7 لوبیاچیتی و یک شاهد محلی همراه با دو رقم شاهد تلاش و COS-16 (در مجموع،۳۰لاین و رقم) به‌عنوان تیمارهای آزمایش بودند که همگی از مرکز تحقیقات کشاورزی زنجان تهیه گردیدند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید.

هر کرت شامل چهار ردیف به‌طول سه متر، فواصل خطوط کاشت از یکدیگر۵۰سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها روی ردیف،۱۰سانتی‌متر بود. صفات روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، روز تا۵۰درصدغلاف‌دهی، روز تا رسیدگی کامل، درصد سبزشدن، سرعت سبزشدن، ارتفاع بوته، گسترش بوته‌ها روی ردیف و بین ردیف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دان اندازه‌گیری شدند.

جهت اندازه‌گیری شاخص سبزشدن، تعداد بوته‌های سبزشده از اولین روز سبزکردن به‌صورت یک‌روزدرمیان تا آخرین روز (زمانی‌که تعداد گیاهچه‌های سبزشده در سه‌بار شمارش، ثابت باقی ماند)، شمارش گردید. سپس شاخص سبزشدن با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه گردید (Benech Arnold *et al*., 1991):

$$\text{شاخص سبزشدن} = (n_1 \times E_1) + (n_2 \times E_2) + \ldots + (1 \times E_n)$$

در این رابطه $E_1, E_2, \ldots E_n$ تعداد بوته‌های سبزشده در اولین، دومین و... آخرین روز شمارش هستند. n_1, n_2 و...۱ وزنه‌هایی هستند که به اعداد بوته‌های سبزشده از روز اول تا آخر شمارش داده می‌شود.

جهت اندازه‌گیری میزان گسترش بوته‌های هر کرت، گستردگی بوته‌ها رو و بین ردیف در۱۰بوته با خط‌کش اندازه‌گیری و میانگین آنها به‌عنوان گسترش بوته‌ها روی ردیف و بین ردیف، در نظر گرفته شد.

تجزیه واریانس صفات به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. ضرایب همبستگی بین صفات مورد اندازه‌گیری به‌همراه سطح معنی‌دارشدن آنها با استفاده از نرم‌افزارSPSS تعیین گردید.

برای گروه‌بندی تیمارها، تجزیهٔ خوشه‌ای به‌روش وارد و بر مبنای مجذور فاصله اقلیدسی با استفاده از نرم‌افزارSPSS استفاده گردید. جهت تأیید گروه‌بندی انجام‌شده، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صورت گرفت و با استفاده از نتایج این تجزیه، از میان صفات مورد ارزیابی، مهم‌ترین صفات مشخص شدند. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارMSTATC و بر اساس ماتریس ضرایب همبستگی انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مورد ارزیابی، از نظر تمام صفات مورد بررسی شامل روز تا۵۰درصد گل‌دهی، روز تا۵۰درصد غلاف‌دهی، روز تا رسیدگی کامل، درصد سبزشدن، سرعت سبزشدن، ارتفاع بوته، گسترش بوته‌ها روی ردیف و بین ردیف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک‌درصد، تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱) که نشان‌دهندهٔ وجود تنوع ژنتیکی در بین لاین‌های موجود از لحاظ این صفات می‌باشد.

مقایسه میانگین لاین‌های مورد آزمایش در تمام صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد که در جدول شمارهٔ ۲ آورده شده است.

نتایج همبستگی (جدول ۳) نشان می‌دهد که همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفت روز تا۵۰درصدگل‌دهی با روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی (**۰/۵۳)، روز تا رسیدگی کامل (**۰/۷۱) و ارتفاع بوته (*۰/۴۳) وجود دارد. تیمارهایی که مدت زمان بیشتری نیاز داشتند تا به مرحلهٔ۵۰درصد گل‌دهی برسند، به عبارت دیگر تیمارهایی که دیرتر وارد مرحله رشدزایشی شدند، فرصت بیشتری برای رشد رویشی داشتند.

همچنین، همبستگی مثبت و معنی‌داری میان این صفت و عملکرد دانه (**۰/۵۶) نیز مشاهده شد. Assady *et al,* (2005) نیز این رابطه را مثبت ومعنی‌دار اعلام کرده‌اند.

صفت تعداد روز تا۵۰درصد غلاف‌دهی، رابطهٔ مثبت و معنی‌دار با وزن ۱۰۰دانه (**۰/۵۳) و عملکرد دانه (**۰/۴۴) و رابطه منفی و غیرمعنی‌دار با تعداد غلاف در بوته (۰/۳۲-) نشان داد (جدول ۳). تیمارهایی که مدت زمان بیشتری نیاز داشتند تا به مرحلهٔ۵۰درصد غلاف‌دهی برسند، تعداد غلاف در بوتهٔ کمتری داشتند؛ بنابراین، انتقال مواد فتوسنتری به تعداد کمتری غلاف صورت می‌گیرد و این منجر به افزایش وزن ۱۰۰دانه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌شود.

همبستگی مثبت و معنی‌داری میان روز تا رسیدگی کامل با وزن ۱۰۰دانه (*۰/۳۷) و ارتفاع بوته (**۰/۵۸) مشاهده شد. تسریع نمو، موجب کاهش فرصت برای رشد ساقهٔ اصلی، تولید ساقه‌های فرعی و سطح فتوسنتزکننده می‌شود (Robinson *et al*., 2001). همچنین میان این صفت و عملکرد دانه (**۰/۵۲) رابطهٔ مثبت و معنی‌دار وجود داشت. به‌خوبی مشخص شده است که ارقام دیررس، عملکرد بیشتری نسبت به ارقام زودرس دارند (Bagheri *et al*., 2001)؛ اما Siddique *et al,* (1996) ملاحظه کردند که رابطهٔ معکوسی از عملکرد دانه با تعداد روز تا رسیدگی کامل در لوبیا وجود دارد.

مقایسهٔ همبستگی صفات اندازه‌گیری‌شده با درصد سبزشدن نشان می‌دهد که رابطهٔ مثبت و معنی‌دار بین این صفت با تعداد غلاف در بوته (*۰/۴۱)، تعداد دانه در غلاف (*۰/۴۰) و عملکرد دانه (**۰/۶۱) وجود داشت. رابطهٔ مثبت میان این صفت و عملکرد، در عدس نیز گزارش شده است (Khodambashi *et al*., 2006; Rathi, 2004). مقایسهٔ همبستگی صفات اندازه‌گیری‌شده نشان می‌دهد که رابطهٔ مثبت و معنی‌دار میان صفات درصد سبزشدن و شاخص

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لاین‌های لوبیاچیتی
Table1- Analysis of variance of studied traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات										
		عملکرد دانه Seed yield	وزن ۱۰۰دانه 100 seed weight	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	تعداد غلاف دربوته Pod no. per plant	گسترش بوته‌ها بین ردیف Plants spread between row	گسترش بوته‌ها روی ردیف Plants spread on row	ارتفاع بوته Plant height	شاخص سبز شدن Index of germination	درصد سبزشدن Germination (%)	روز تا رسیدگی کامل Day to maturity	روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	روز تا ۵۰درصد گل‌دهی Day to flowering
تکرار Replication	2	160711166.80**	324.84**	1.80**	74.49**	347.26**	0.02**	0.04**	195601.03**	70.61	336.93	11.63	7.54
تیمار Treatment	29	1896171.27**	101.21**	1.01**	21.53**	86.74**	0.009**	0.02**	67301.82**	137.85**	334.42**	91.76**	12.32**
خطا Error	58	585429.63	21.80	0.27	7.32	11.02	0.001	0.001	11008.62	24.55	123.90	37.07	4.49
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)	34.72	10.25	18.37	25.22	8.40	2.01	2.26	8.16	5.63	8.85	9.06	3.68

*،**: معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵درصد و ۱درصد
*,**:significant at 5% and 1% level of probability

سبزشدن (۰/۸۸**) وجود دارد؛ بنابراین، می‌توان از صفت شاخص سبزشدن در کنار درصد سبزشدن برای گزینش تیمارها استفاده کرد. تطابق نتایج درصد سبزشدن و شاخص سبزشدن نشان می‌دهد که تیمارهای۲۰، ۲ و ۱۲ دارای بیشترین و تیمارهای ۱۹، ۱۸، ۱۴ و ۲۵ کمترین درصد سبزشدن و شاخص سبزشدن می‌باشند. رابطهٔ مثبت و معنی‌داری میان صفت شاخص سبزشدن با عملکرد دانه (۰/۵۷**) و تعداد غلاف در بوته (۰/۴۰*) مشاهده شد. سرعت طویل‌شدن ریشه‌چه و هیپوکوتیل، دوره هتروتروفی‌بودن را تعیین می‌کند و رشد سریع ریشه نیز برای استقرار گیاه به‌خصوص در شرایطی که دورهٔ جوانه‌زنی کم باشد، بسیار مهم است. بذوری که بتوانند از درصد سبزشدن و همچنین سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ خوبی برخوردار باشند، می‌توانند استقرار بیشتر و در نتیجه عملکرد بالاتر را باعث شوند (Hajebi & heidari, 2005). با توجه به فرمول محاسبهٔ شاخص سبزشدن، در می‌یابیم تیمارهایی که در آنها سبزشدن در روزهای اولیه به تعداد بیشتری انجام می‌شود، مقدار شاخص سبزشدن بالاتری نیز خواهند داشت؛ به‌عبارت دیگر، لاین‌هایی که شاخص سبزکردن بزرگ‌تری دارند، سرعت سبز بالاتری نیز خواهند داشت. در چنین تیمارهایی، سرعت تنفس و در نتیجه توانایی گیاهچه برای تبدیل به ذخایر نیز بالاتر است.

همان‌طور که از جدول همبستگی (جدول۳) مشخص است، رابطهٔ ارتفاع بوته با روز تا۵۰درصد گل‌دهی، روز تا۵۰درصد غلاف‌دهی، روز تا رسیدگی کامل، وزن ۱۰۰دانه و عملکرد دانه، مثبت و معنی‌دار بود. Assady *et al,* (2005) نیز گزارش کردند که ارتفاع بوته با تعداد روز تا رسیدگی، همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. ارتفاع بوته، از عوامل تأثیرگذار روی عملکرد دانه است؛ زیرا ساقه در طی رشد، قسمت زیادی از مواد فتوسنتزی برگ‌ها را که ممکن است از راه‌های مختلف برای اندام‌های زایشی به‌مصرف برسد، در خود ذخیره کرده و نیز به‌عنوان منبعی از کربوهیدرات‌ها و نیتروژن که در طی مرحلهٔ پُرشدن دانه، متحرک شده و به دانه حمل می‌شوند، عمل می‌کند (Hasanzadeh *et al.*, 2008).

گسترش بوته بیانگر میزان شاخه‌دهی است و تعداد شاخه‌های جانبی را در یک بوته نشان می‌دهد. تطابق مقایسهٔ میانگین صفات گسترش بوته‌ها روی و بین ردیف‌ها نشان می‌دهد که لاین‌های ۲۴، ۲۹، ۲۱ و ۴، بیشترین و لاین‌های ۱۱، ۲۸، ۱۲ و ۶، کمترین گسترش بوته را داشتند. مقایسهٔ همبستگی این دو صفت نشان می‌دهد که رابطهٔ مثبت و معنی‌دار بین آنها با روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی و رابطهٔ منفی و معنی‌دار با تعداد غلاف در بوته وجود دارد. همبستگی گسترش بوته در هر دو جهت با وزن ۱۰۰دانه، مثبت و معنی‌دار و با عملکرد دانه، مثبت و غیرمعنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد افزایش وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه با افزایش میزان گسترش بوته را می‌توان به ازدیاد جذب تابش خورشیدی توسط جامعهٔ گیاهی و به‌دنبال آن، افزایش بازده فتوسنتزی پوشش گیاهی نسبت داد. Rathi (2004)، Turk *et al*, (2004)، Khodambashi و Salehi *et al*, (2008) همبستگی تعداد شاخهٔ فرعی اولیه و عملکرد را مثبت و معنی‌دار و Baylan & Singh (1986)، آن‌را منفی و معنی‌دار ارزیابی کرده‌اند. بنا به عقیدهٔ بسیاری از محققان، در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته، مهم‌ترین صفت در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارا می‌باشد (Khoshvaghti, 2006). در شرایط مختلف محیطی، تعداد دانه در غلاف، باثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات محسوب می‌شود؛ زیرا در یک ژنوتیپ معین، تعداد سلول‌های تخم در همهٔ تخمدان‌ها تقریباً برابر است (Feranklin *et al.*, 2005). به‌نظرمی‌آید که تعداد غلاف‌های هر بوته و تعداد دانه‌های هر غلاف، صفات مفیدی جهت گزینش برای افزایش عملکرد در برنامه‌های اصلاحی لوبیاچیتی باشند (Goncalves *et al.*, 2003; Kumar *et al.*, 2002). در این آزمایش، همبستگی بین تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته، مثبت و غیرمعنی‌دار، با وزن۱۰۰دانه، منفی و غیرمعنی‌دار و با عملکرد دانه، مثبت و معنی‌دار بود. به‌طور کلی، یک رابطهٔ معکوس بین تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه مشاهده می‌شود و این موضوع نشان‌دهندهٔ اثرات جبرانی اجزای عملکرد بر روی یکدیگر می‌باشد. Pedersen & Lauer (2004) طی بررسی‌های خود گزارش کردند که وزن دانه، اغلب همبستگی معکوسی با تعداد دانه در واحد سطح دارد. در برخی از مطالعات، دیده شده که وزن۱۰۰دانه، به‌طور مثبت، بیشترین نقش را در صفت عملکرد دانهٔ تک‌بوته داشته است (Changezi & Khaghani, 2005; Rahnamaie *et al.*, 2005). Assady *et al,* (2005) گزارش کردند که وزن ۱۰۰دانه، همبستگی منفی معنی‌دار با عملکرد دانه دارد. به‌نظر می‌آید که هر چه تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، بیشتر و اندازهٔ دانه‌ها بزرگتر باشد، نیاز مخزن دانه، بیشتر و در نتیجه، مخزن دانه به‌عنوان یک عامل مهم بازدهی انتقال محسوب می‌شود. اما هنگامی‌که نیاز مخزن دانه کم باشد، مواد فتوسنتزی در برگ‌ها و ساقه‌ها ذخیره می‌شوند.

جهت دست‌یافتن به پیشرفت چشمگیر در برنامه‌های اصلاحی، لازم و ضروری است که ارتباط بین عملکرد دانه و اجزای آن‌را بدانیم. در گیاهانی مانند لوبیا، اجزای عملکرد دانه را تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن متوسط دانه تشکیل می‌دهند (Santos *et al*., 2006). در بین اجزای عملکرد نیز همبستگی تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه با عملکرد دانه، معنی‌دار بوده و تعداد دانه در غلاف، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت. همبستگی بین تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه، معنی‌دار نبود که این موضوع نشان‌دهندهٔ تأثیر کم تعداد غلاف در بوته بر عملکرد دانه در این آزمایش می‌باشد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که احتمالاً صفات تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه، همبستگی بالایی با عملکرد دانه لوبیا دارند و از اهمیت خاصی در برنامه‌ریزی تولید برخوردار می‌باشند. Ball *et al*, (2001) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، اثر مستقیم مثبت و زیاد و وزن۱۰۰دانه، اثر ناچیزی بر عملکرد دانه دارد. Changezi & Khaghani (2005) نیز بیان کردند که بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه، مربوط به تعداد غلاف‌های هر بوته و وزن۱۰۰دانه می‌باشد.

تجزیهٔ خوشه‌ای با استفاده از روش وارد، بر حسب مجذور فاصلهٔ اقلیدسی و در فاصلهٔ۱۰، تیمارها را در سه کلاستر قرار داد (شکل ۱). کلاستر شمارهٔ یک، شامل ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۲، ۲۰، ۱، ۲۲، ۷، ۲۳، ۲۱، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۴ و ۲۹ می‌باشد. تیمارهای این گروه، دارای بیشترین تعداد روز تا۵۰درصد غلاف‌دهی، روز تا رسیدگی کامل، بیشترین ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه می‌باشند.

جدول۲- مقایسهٔ میانگین صفات مختلف لاین‌های لوبیاچیتی

Table 2. Comparison of means of traits in different bean lines

ارتفاع بوته Plant height (cm)	شاخص سبزشدن Index of germination	درصد سبزشدن Germination (%)	روز تا رسیدگی کامل Day to maturity	روز تا ۵۰درصد غلافدهی Day to podding	روز تا ۵۰درصد گلدهی Day to flowering	تیمار Treatment
42.9536cdef	1340bcde	86.39cdefgh	132.7ab	71abcde	59.67abc	**1**
46.4515cd	1501ab	97.08ab	135a	72abcd	58.67abcde	**2**
44.157cde	1378abcd	94.38abcd	135a	68.33abcde	60.33ab	**3**
53.7032ab	1392abcd	87.78bcdefg	135a	73abc	60.33ab	**4**
44.6684cde	1392abcd	92.71abcde	135a	63bcde	58.33abcde	**5**
35.4813hi	1338bcde	91.04abcde	107d	63bcde	56.33bcdefg	**6**
40.9261defg	1225def	85.69cdefgh	127.7abcd	74.33ab	56cdefg	**7**
43.1519cdef	1354abcde	95.21abc	112.3bcd	66.33abcde	54.67efg	**8**
39.1742efgh	1230def	90.21abcdef	107.7d	60de	56.33bcdefg	**9**
35.0752hi	1306bcde	92.92abcde	108.7cd	65bcde	55.67cdefg	**10**
35.9749ghi	1365abcd	91.04abcde	103.3abc	65bcde	59.33abcd	**11**
34.914hi	1477abc	94.44abcd	123abcd	62cde	58.67abcde	**12**
36.2243gh	1244de	85.14defgh	135a	64bcde	59.33abcd	**13**
31.4775ij	1034ghi	79.38gh	132.7ab	64.33bcde	55.67cdefg	**14**
30.4789j	1041fghi	83.54efgh	125.3abcd	65bcde	57.33bcdefg	**15**
37.8443fgh	1417abcd	89.03bcdef	115abcd	59.33e	54fg	**16**
42.5598cdef	1291cde	84.58defgh	130.3abc	62cde	58abcdef	**17**
35.3183hi	1021Hi	79.17h	108d	62.67bcde	53.33g	**18**
28.9734jk	868.3i	64.38i	125abcd	65.33bcde	54.67efg	**19**
38.9942efgh	1550a	99.03a	135a	73.33abc	61.67a	**20**
43.2514cdef	1384abcd	93.54abcd	135a	73.33abc	58abcdef	**21**
42.1697cdef	1288cde	88.06bcdefgh	128abcd	63.33bcde	57.67abcdef	**22**
45.1856cd	1270cde	89.38abcdef	135a	74.33ab	59abcd	**23**
48.1948bc	1239de	87.78bcdefg	135a	78a	59abcd	**24**
58.6138a	1147efgh	81.04fgh	135a	74.33ab	57.67abcdef	**25**
53.7032ab	1247de	91.88abcde	135a	73.33abc	58.33abcde	**26**
48.3059bc	1258de	83.33efgh	132.7ab	67abcde	57.67abcdef	**27**
29.9916j	1403abcd	92.92abcde	118abcd	59e	55.33defg	**28**
29.0402jk	1354abcde	87.50bcdefgh	117.3abcd	73.33abc	58.33abcde	**29**
25.6448k	1219defg	83.19efgh	106.3d	60de	56cdefg	**30**

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

Means by the common letter in each column are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

ادامهٔ جدول۲
Table 2. Continued

عملکرد دانه Seed yield (Kg/h)	وزن ۱۰۰دانه 100 seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	گسترش بین ردیف Plants spread between rows (cm)	گسترش روی ردیف Plants spread on row (cm)	تیمار Treatment
1816bcdefgh	44.15cdefg	2.699bcdef	10.33bcde	39.43defghi	31.7687cdefg	1
2419abcdef	49.54bcde	2.733bcdef	8.800cdef	43.03cde	31.9154cdefg	2
2907abcd	49.15bcde	2.787bcdef	10.57bcde	41.40cdefg	32.7341cde	3
2346abcdef	45.41bcdef	2.824bcdef	6.467ef	44.47cd	33.9625bcd	4
3251ab	48bcde	2.974bcdef	11.73abcde	43.80cde	32.6588cde	5
2787abcd	40.21efgh	2.340defg	13.23abc	31.97k	26.0615ij	6
2230abcdefg	47.50bcde	2.625bcdefg	10.80bcde	37.63efghijk	29.4442defghi	7
2232abcdefg	45.04cdef	2.532cdefg	10.33bcde	38.13defghijk	28.3139fghij	8
1637cdefgh	33.30h	4.688a	10.13bcdef	36.43fghijk	27.7971ghij	9
1815bcdefgh	37.21fgh	3.606b	10.80bcde	34.27hijk	27.4157hij	10
2575abcd	42.77defg	3.035bcde	12.27abcd	33.30ijk	22.5944k	11
2714abcd	44.97cdef	2.822bcdef	16.93a	32.37jk	25.7632ij	12
2427abcdef	47.73bcde	2.730bcdef	12.83abc	35.30ghijk	28.3139fghij	13
1390defgh	40.21efgh	2.305defg	13.03abc	38.20defghijk	29.3765efghi	14
932.1fgh	35.73gh	1.977fg	10.33bcde	34.43hijk	25.9418ij	15
1480cdefgh	46.09bcdef	2.144efg	15ab	36fghijk	27.9898ghij	16
1807bcdefgh	35.73gh	2.863bcdef	14.50ab	38.70defghij	29.0402efghi	17
797gh	53.03abc	2.265defg	8.933cdef	40.10defgh	32.8852cde	18
391.6h	46.85bcde	1.649g	4.967f	37.43efghijk	30.903cdefgh	19
2750abcd	40.33efgh	2.988bcdef	11.23bcde	40.47defgh	30.2691cdefgh	20
3177ab	52.65abc	3bcdef	12.90abc	50.53b	34.8337bc	21
2339abcdef	46.21bcdef	2.665bcdef	11.27bcde	39.53defghi	33.1131cde	22
2518abcde	48.17bcde	2.788bcdef	12.80abc	37.90defghijk	27.1644hij	23
3539a	58.39a	3.233bcd	9.733bcdef	47.50bc	40.6443a	24
3291ab	51.28abcd	3.420bc	8.867cdef	39.70defghi	32.8095cde	25
2970abc	54.45ab	3.096bcde	7def	42.23cdef	33.037cde	26
2497abcde	48.40bcde	3.560bc	8.433cdef	42.40cdef	32.2849cdef	27
2497abcde	40.65efgh	3.568bc	12.50abc	33.37ijk	25.1768jk	28
1476cdefgh	46.74bcde	2.256defg	8.833cdef	56.40a	38.0189ab	29
1033efgh	46.79bcde	2.737bcdef	6.4ef	39.87defghi	33.037cde	30

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.
Means by the common letter in each column are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

تیمارهای ۱۴، ۱۵، ۱۸، ۳۰ و ۱۹، کلاستر دوم را به‌خود اختصاص داده‌اند. تیمارهای این گروه، دارای کمترین ارتفاع بوته و کمترین عملکرد دانه می‌باشند. کلاستر شمارهٔ سه شامل ژنوتیپ‌های ۱۰، ۲۸، ۹، ۶، ۸، ۱۶، ۱۱، ۱۳، ۱۲ و ۱۷ می‌باشد. ژنوتیپ‌های این گروه، کمترین تعداد روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی و بیشترین تعداد غلاف در بوته را نشان دادند.

Salehi *et al*, (2008) با تجزیهٔ کلاستر روی لوبیا مشاهده کردند که هشت ژنوتیپ در سه گروه مجزا با عملکردهای زیاد، متوسط و کم قرار گرفتند که اختلاف معنی‌داری از همدیگر در صفات مهم آگرونومیکی داشتند.

با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات بررسی‌شده (جدول۴) مشخص شد که مؤلفه‌های اول تا چهارم، به‌ترتیب ۳۷، ۲۵، ۹ و ۸درصد و در مجموع، ۸۱درصد از وایانس کل صفات بررسی شده را توجیه نمودند.

با توجه به جدول۵، صفات روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه، بیشترین واریانس مؤلفه اصلی اول را توجیه می‌کنند. جدول۶ نیز نشان می‌دهد که لاین‌های شمارهٔ ۲۴، ۵، ۲۱، ۲۵ و ۲۶، دارای بیشترین مقدار مؤلفهٔ اصلی اول می‌باشند. همچنین، این لاین‌ها بیشترین مقدار عملکرد را نیز دارا می‌باشند.

صفات درصد سبزشدن و شاخص سبزشدن، بیشترین ضریب تبیین را در مؤلفهٔ اصلی دوم داشته و بیشتر واریانس این مؤلفه توسط این صفات توجیه می‌شود. لاین‌های شمارهٔ ۲۴، ۵، ۲۱، ۲۰، ۳ و ۱۲، بیشترین مقدار مؤلفهٔ دوم را دارا می‌باشند. نتایج جدول۲ نیز نشان می‌دهد که این تیمارها دارای درصد سبزشدن و شاخص سبزشدن بالایی می‌باشند.

صفت روز تا رسیدگی کامل، بیشترین ضریب تبیین را در مؤلفهٔ اصلی سوم داشته و لاین‌های شمارهٔ ۱۶، ۲۹، ۹، ۶، ۱۸و ۳۰ دارای بیشترین مقدارمؤلفهٔ سوم می‌باشند. با توجه به رابطهٔ منفی بردار مشخصه مؤلفه سوم با این صفت، ملاحظه می‌شود تیمارهایی که دارای بیشترین مقدار مؤلفه سوم می‌باشند، کمترین تعداد روز تا رسیدگی کامل را به‌خود اختصاص داده‌اند.

صفت تعداد دانه در غلاف، بیشترین واریانس مؤلفهٔ اصلی چهارم را توجیه می‌کند. جدول۶ نیز نشان می‌دهد که لاین‌های شمارهٔ ۱۶، ۳۰، ۲۹، ۱۸ و ۱۹، دارای بیشترین مقدار مؤلفهٔ چهارم می‌باشند و با توجه به رابطهٔ منفی بردار مشخصه مؤلفه چهارم با این صفت، مشاهده می‌شود که تیمارهای با بیشترین مقدار مؤلفهٔ چهارم، کمترین تعداد دانه در غلاف را دارا می‌باشند. Rosales *et al*, (2003) با تجزیه به مؤلفه‌ها نشان دادند که ۱۴صفت مورفو-آگرونومیکی، ۶۰درصد از تغییرات فنوتیپی را در بَر دارد.

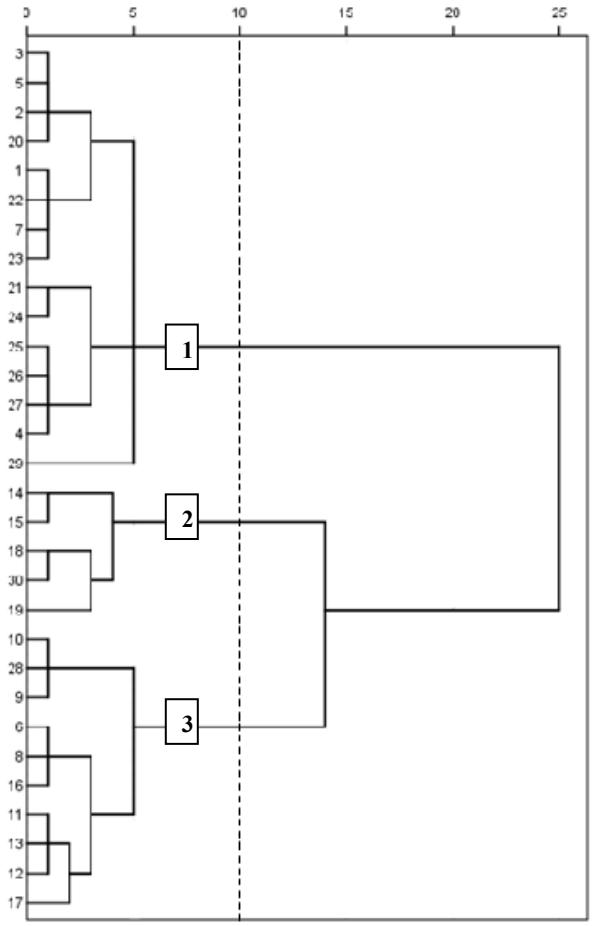
جدول۳ - ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در لاین‌های لوبیاچیتی

Table 3. Coefficient correlation of studied traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines

	روز تا ۵۰درصد گلدهی Day to flowering	روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	روز تا رسیدگی کامل Day to maturity	درصد سبزشدن Germination (٪)	شاخص سبزشدن Index of germination	ارتفاع بوته Plant height	گسترش بوته‌ها روی ردیف Plants spread on row	گسترش بوته‌ها بین ردیف Plants spread between rows	تعداد غلاف دربوته Pod no. per plant	تعداد دانه درغلاف Seed no. per pod	وزن ۱۰۰دانه 100 seed weight	عملکرد دانه Seed yield
روز تا ۵۰درصد گل‌دهی Day to flowering	1											
روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	0.532**	1										
روز تا رسیدگی کامل Day to maturity	0.712**	0.596**	1									
درصد سبز شدن Germination(٪)	0.419*	0.123	0.055	1								
شاخص سبز شدن Index of germination	0.501**	0.109	0.131	0.887**	1							
ارتفاع بوته Plant height	0.432*	0.593**	0.588**	0.237	0.231	1						
گسترش بوته‌ها روی ردیف Plants spread on row	0.224	0.563**	0.288	-0.124	-0.052	0.368*	1					
گسترش بوته‌ها بین ردیف Plants spread between rows	0.302	0.594**	0.317	0.047	0.125	0.294	0.883**	1				
تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	0.041	-0.326	0.004	0.410*	0.406*	-0.161	-0.499**	-0.383*	1			
تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	0.202	0.010	0.001	0.404*	0.299	0.355	-0.031	-0.026	0.029	1		
وزن ۱۰۰دانه 100 seed weight	0.116	0.536**	0.376*	-0.068	-0.034	0.450*	0.666**	0.533**	-0.309	-0.145	1	
عملکرد دانه Seed yield	0.566**	0.445*	0.521**	0.617**	0.577**	0.649**	0.177	0.183	0.265	0.454*	0.389*	1

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

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



شکل۱- دندروگرام ژنوتیپ‌های مورد مطالعهٔ لوبیاچیتی از لحاظ برخی از صفات کمّی با استفاده از روش وارد
Fig. 1. Dendrogram of quantitative traits of studied bean genotypes using Ward method

جدول۴- مقادیر ویژهٔ مؤلفه‌های اصلی صفات مورد مطالعه در لاین‌های لوبیا بر اساس ماتریس همبستگی
Table 4. Specific values of the principal components studied traits of bean lines on the base of correlation matrix

درصد تجمعی Cumulative %	درصد مقدار ویژه Specific value %	مقدار ویژه Specific value	شماره مؤلفه Component no.
37.761	37.761	4.531	**1**
63.131	25.370	3.044	**2**
72.687	9.556	1.147	**3**
81.342	8.655	1.039	**4**
87.929	6.587	0.790	**5**
91.799	3.870	0.464	**6**
94.441	2.642	0.317	**7**
96.769	2.328	0.279	**8**
97.929	1.161	0.139	**9**
98.872	0.943	0.113	**10**

نتیجه‌گیری

انتخاب مهم‌ترین صفات تشکیل‌دهندهٔ عملکرد که دارای تنوع مورد نیاز برای برنامه‌های اصلاح گیاه باشند، بسیار کارساز خواهد بود. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که صفات روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه، بیشترین واریانس مؤلفهٔ اول را توجیه کردند. تجزیهٔ خوشه‌ای با استفاده از روش وارد نیز نشان داد که کلاستر شمارهٔ یک، دارای لاین‌های با بیشترین تعداد روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی، روز تا رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰دانه و عملکرد دانه می‌باشند.

جدول ۵- بردارهای مشخصه و ضریب تبیین صفات مورد مطالعه بر اساس ماتریس همبستگی

Table 5. Characteristic vectors and coefficient of determination of studied traits on the base of correlation matrix

صفات	مؤلفه‌های اصلی							
	اول		دوم		سوم		چهارم	
	بردار مشخصه	ضریب تبیین	بردار مشخصه	ضریب تبیین	بردار مشخصه	ضریب تبیین	بردار مشخصه	ضریب تبیین
روز تا ۵۰درصد گل‌دهی Day to flowering	0.341	0.5269	0.161	0.0789	-0.278	0.0886	0.107	0.0119
روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	0.377	0.6440	-0.163	0.0809	-0.122	0.0171	0.019	0.0004
روز تا رسیدگی کامل Day to maturity	0.339	0.5207	-0.02	0.0012	-0.575	0.3792	-0.009	0.0001
درصد سبز شدن Germination(٪)	0.193	0.1688	0.444	0.6001	0.303	0.1053	0.192	0.0383
شاخص سبز شدن Index of germination	0.21	0.1998	0.416	0.5268	0.256	0.0752	0.322	0.1077
ارتفاع بوته Plant height	0.363	0.5970	0.015	0.0007	-0.11	0.0139	-0.417	0.1807
گسترش بوته‌ها روی ردیف Plants spread on row	0.295	0.3943	-0.351	0.3750	0.317	0.1153	0.133	0.0184
گسترش بوته‌ها بین ردیف Plants spread between rows	0.306	0.4243	-0.268	0.2186	0.348	0.1389	0.295	0.0904
تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	-0.073	0.0241	0.414	0.5217	-0.226	0.0586	0.316	0.1038
تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	0.126	0.0719	0.259	0.2042	0.363	0.1511	-0.667	0.4622
وزن ۱۰۰دانه 100 seed weight	0.288	0.3758	-0.27	0.2219	0.048	0.0026	0.099	0.0102
عملکرد دانه Seed yield	0.36	0.5872	0.266	0.2154	-0.035	0.0014	-0.125	0.0162

همچنین در بررسی روابط بین صفات، نتایج تجزیهٔ کلاستر و همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مشاهده می‌شود که لاین‌های ۲۴، ۲۱، ۵ و ۲۰، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشتند. پیشنهاد می‌شود جهت بررسی دقیق‌تر، لاین‌های انتخابی در آزمایشات ناحیه‌ای در چند سال و چند مکان مورد ارزیابی قرار گیرند.

جدول۶- مقادیر چهار مؤلفهٔ اصلی اول حاصل از صفات بررسی‌شده در لاین‌های مورد ارزیابی

Table 6. Values of the first four components outcome of traits evaluated in studied bean lines

تیمار	مؤلفه‌های اصلی			
	اول	دوم	سوم	چهارم
1	1093.29	1045.978	224.606	230.992
2	1350.245	1274.52	204.214	209.616
3	1497.517	1353.783	199.059	109.756
4	1303.18	1204.984	220.646	178.457
5	1621.853	1451.26	192.019	71.293
6	1421.697	1312.921	247.916	111.218
7	1214.381	1107.252	183.102	142.966
8	1235.511	1168.124	228.73	184.732
9	985.861	961.73	248.63	216.665
10	1066.982	1040.383	231.181	221.656
11	360.975	1267.257	203.904	145.831
12	1432.006	1353.289	233.212	167.36
13	1286.224	1171.267	176.053	126.114
14	863.274	805.867	160.095	189.261
15	695.444	691.444	180.645	247.524
16	972.351	994.847	267.041	300.841
17	1070.168	1028.843	212.466	216.12
18	644.353	636.307	245.105	258.455
19	465.519	458.908	154.526	257.141
20	1475.159	1389.031	218.932	186.559
21	1601.084	1423.435	194.875	81.99
22	1265.849	1164.531	198.407	150.462
23	1333.311	1206.167	179.355	120.758
24	1706.004	1452.264	143.855	-13.531
25	1591.705	1352.269	121.198	-22.54
26	1499.032	1310.839	163.081	54.649
27	1322.205	1189.36	181.808	117.131
28	1358.306	1283.241	224.691	160.666
29	971.489	953.302	258.989	290.446
30	765.89	784.795	240.898	296.004

منابع

1. Allah Gholipoor, M., and Salehi, M. 2003. Factor analysis and path coefficient in different genotypes of rice. Seed and Plant J. 19: 76-86.
2. Assady, B., Ghanbari, A.A., and Dorri, H.R. 2005. Correlation study of bean grain yield and related traits by path coefficient analysis. Abstract of First Iranian Pulses Symposium. Nov 20-21, 2005. Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).
3. Bagheri, A., Mahmodi, A.A., and Ghezli, F. 2001. Crop and Modify the Bean. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. pp. 556.
4. Ball, R.A., McNew, R.W., Voriesc, E.D., Keislingol, T.C., and Purcele, L.C. 2001. Path analysis of population density effects on short-season soybean yield. Agronomy J. 93: 187-195.
5. Baylan, H.S., and Singh, S.H. 1986. Character association lentil. Lens Newsletter 13: 1-3.
6. Benech Arnold, R., Fenner, R.M., and Edwards, P. 1991. Changes in germinabilty, ABA content and embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* L. Moench induced by water stress during grain filling. New Phytol. 118: 339-348.
7. Changezi, M., and Khaghani, S. 2005. Traits correlation and yield component analysis of local beans in Arak. Abstract of First Iranian Pulses Symposium. Nov 20-21, 2005. Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. p. 321. (In Persian with English Summary).

8. Faris, H., Merker, A., Singh, H., Belay. G., and Johnsson, E. 2006. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia. J. Genetic Resources and Crop Evolution 53: 1089-1098.
9. Feranklin, P., Gardner, A.R., Brent, P., and Rajerel, M. 2005. The Physiology of Crop Plants. In: A. Koochaki. and Gh.H. SarmadNia (Eds.). Publishing of Jahad Daneshgahi Mashhad.
10. Goncalves, M.C., Correa, A.M., Destro, D., Souza, L.D., Alves, S.T., and Souza, L.C.F. 2003. Correlations and path analysis of common bean grain yield and its primary components. Crop Breeding and Applied Biotechnology 3: 217-222.
11. Hajebi, A.A., and Heidari Sharif Abad, H. 2005. Effect of drought stress on growth and nodulation of three alfalfa species. Research and Development 18 :13-22.
12. Hasanzadeh, A., Fathollahzadeh, A., NasrollahzadehAsl, A., and Akhondi, N. 2008. Study of yield, yield component and agronomic efficiency of nitrogen absorption in wheat cultivars and lines in West Azarbaijan province. Production Field Crop J. 1: 82-100.
13. Johnson, R.A., and Wichern, D.W. 2002. Applied Multivariate Statistical Analysis. PrenticeHall, Upper Saddle River, Nj. pp. 767.
14. Khodambashi, M., and Hashemi, L. 2006. Phenological and Morphological Characteristics Affecting Yield and Yield Components of Lentil. MSc. Thesis. University of Shahrekord, Iran.
15. Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivars. MSc. Thesis. University of Tabriz, Iran.
16. Kumar, J., Singh, H., Singh, T., Tonk, D.S., and Lal, R. 2002. Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in summer moong (*Vigna radiata* (L.) wilczek). Crop Research 24: 374-377.
17. Pedersen, P., and Lauer, J.G. 2004. Response of soybean yield components to management system and planting date. Agronomy J. 96: 1372-1381.
18. Rahnamaie, T.A., Vaezi, Sh., Mozafari, J., and ShahnejatBoshehri, A.A. 2005. Assessment of genetic diversity and determine relationships different characteristics with seed yield per plant in a part of the Pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) existence in National Plant Gene Bank of Iran. Abstract of First Iranian Pulses Symposium. Nov 20-21, 2005. Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).
19. Rathi, A.S. 2004. Character association analysis for yield and its components in lentil. J. Sci. 13: 17-23.
20. Robinson, S.L., and Wilcox, J.R. 2001. Comparison of determinate and indeterminate soybean near-isolines and their response to row spacing and planting date. Crop Sci. 38: 1554-1557.
21. Rosales, S.R., Acosta, G.J.A., Duran, D.R.P., Guillen, H., Perez, H.P., Esquivel, E.G., and Muruaga, M.J.S. 2003. Genetic diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) bred germplasm in Mexico. Agriculture Tecnicaen Mexico 29: 11-24.
22. Salehi, M., Tajik, M., and Ebadi, A.G. 2008. The study of relationship between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with multivariate statistical methods. J. Agric and Environ. Sci. 3: 806-809.
23. Santos, M.G., Ribeiro, R.V., Oliverira, R.F., Machado, E.C., and Pimetel, C. 2006. The role of inorganic phosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild water deficit. J. Plant Sci. 170: 659-664.
24. Sattar, A., Chowdhry, M.A., and Kashif, M. 2003. Estimation of heritability and genetic gain of some metric traits in six hybrid populations of spring wheat. Asian J. Plant Sci. 2: 495-497.
25. Siddique, K.H.M., Loss, S.P., and Enneking, D. 1996. Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.): A promising grain legume for low rainfall areas of South-Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 36: 53-62.
26. Stoilova, T., Pereira, G., Tavares De sousa, M.M., and Carnide, V. 2005. Diversity in common bean landraces (*Phaseolus vulgaris* L.) from Bulgaria and Purtugal. Journal of Central European Agriculture 6: 443-448.
27. Turk, M.A., Rahman, A., Tawaha, M., and Lee, K.D. 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moistures stress. AGRIS. Record. Asian J. Plant Science 3: 394-397.
28. Vaezi, Sh., AbdMishani, S., and YazdiSamadi, B. 2000. Analysis of correlation and path coefficient seed yield and related traits in maize. Agric. Sci. J.: 31.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 111-122

Study of some quantitative traits involved in yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines using multivariate analysis

Erfanimoghadam[1*], Z. & Saba[2], J.

1- MSc. in Plant Breeding Science of Zanjan University
2- Associate Professor, Department Agriculture and Plant Breeding Science of Zanjan University
saba@znu.ac.ir

Received: 11 January 2012
Accepted: 15 August 2012

Abstract

Assessment of different plant genetic resources clarifies genetic variation and makes it possible to apply them in plant breeding programs. In this experiment, 27 selected lines of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), one local landrace and two conventional bean cultivars (Talash and COS-16 as controls), sown using randomized complete block design with three replications in the Research Farm of University of Zanjan in 2009. Results of analysis of variance showed significant differences among all tested genotypes ($P< 0.01$). There was a close agreement in grouping results of cluster analysis and principle component analysis. The principal component analysis showed that first four components explained 81% of the total variation. For the first component, traits including days to 50% podding, plant height and grain yield justified the most variation, and for the second component, emergence percentage and emergence index justified the maximum justified coefficient of determination. For the third component, days to full maturity, and for the fourth component, number of seed per pod showed the most variance. It was concluded that lines number 24, 21, 5 and 20 had higher values compared to other genotypes.

Key words: Diversity, Grouping, Line, *Phaseolus vulgaris*, Selection

* **Corresponding Author:** zahraerfanimoghadam@yahoo.com, Mobile: 09138404770

نشریه پژوهش های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی-پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
مشخصات داوران جلد۳، شمارهٔ۲، نیمهٔ دوّم ۱۳۹۱
(به‌ترتیب حروف الفبا)

دکتر	احمد	ارزانی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر	هادی	استوان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس
دکتر	سیدعلی	الهی‌نیا	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه گیلان
دکتر	یحیی	امام	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شیراز
دکتر	علی	ایزانلو	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	نادعلی	بابائیان جلودار	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه مازندران
دکتر	عبدالرضا	باقری	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مهدی	پارسا	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
مهندس	حسن	پُرسا	پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مجید	جامی‌الاحمدی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	حمیدرضا	خزاعی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	فاطمه	ذاکر تولایی	دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی شیروان
دکتر	مهدی	راستگو	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	اسکندر	زند	مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تهران
دکتر	مسعود	شمس‌بخش	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت‌مدرس تهران
دکتر	فرج‌الله	شهریاری	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	حسین	صادقی نامقی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سعید	طریقی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	حسین	غدیری	دانشکدهٔ علوم دانشگاه شیراز
دکتر	عزت‌الله	فرشادفر	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
دکتر	محمد	کافی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سرالله	گالشی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر	محمد	گلوی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زابل
دکتر	علی	گنجعلی	دانشکدهٔ علوم دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	ناصر	مجنون‌حسینی	پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
دکتر	لطفعلی	معصومی‌مقدم	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
دکتر	مهدی	نصیری محلاتی	دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

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

فُرم اشتراک

خواهشمند است فُرم زیر را پس از تکمیل، به نشانی زیر ارسال فرمایید:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی
دفتر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

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

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

.....

نشانی دقیق پُستی: .....

.....

.....

.....

تلفن (با کُد شهرستان): .....

تلفن همراه: .....

نمابر: .....

نحوه اشتراک:

مایل به اشتراک نشریه از تاریخ ..... تا ..... می‌باشم.

بهای هر شماره از نشریه، ۵۰۰۰ ریال می‌باشد. خواهشمند است مبلغ مربوط به تعداد شماره‌های مورد نیاز را به حساب شمارهٔ ۹۹۶۵۴ به‌نام عواید اختصاصی پژوهشکدهٔ علوم گیاهی نزد بانک تجارت شعبه دانشگاه فردوسی واریز نموده و فیش آن را همراه با فُرم، به دفتر نشریه ارسال فرمایید. هزینه‌های پستی به‌عهدهٔ متقاضی می‌باشد.

تاریخ: امضاء:

Iranian Journal of

Pulses Research

List of Articles

Vol. 3, No. 2, 2012

Title	Author(s)	Page
• **Genetic diversity determination of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* the causal agent of wilting and chlorosis in chickpea by using RAPD and PCR-RFLP techniques in Razavi and Northern Khorasan provinces**	Zokaee , S., Felahati Rastegar, M., Jafarpour, B., Bagheri, A. & Jahanbakhsh Mashhadi, V.	**7**
• **Evaluation of morphological traits, proline content and antioxidant enzymes activity in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under drought stress**	Abrishamchi, P., Ganjeali, A. & Sakeni, H.	**17**
• **Effect of supplementary irrigation and compost application on morphological traits and yield of two chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars**	Tadayyon, M.R. & Ghorbaninejad, A.J.	**31**
• **Screening for terminal drought stress tolerance in cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* L.)**	Fathi, M., Bihamta, M.R., Majnoon Hosseini, N., Shah Nejat Boushehry, A.A. & Mohammad Ali Pour Yamchi, H.	**45**
• **Antagonistic effect of *Pseudomonas fluorescens* isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris**	Ebrahimi Kazemabad, Z., Rohani, H., Jamali, F. & Mahdikhani Moghadam, E.	**55**
• **Study on effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components of improved chickpea (*Cicer arietinum* L.) Kabuli type var. Arman**	Bayat, R., Sabaghpour, S.H., Hatami, A. & Mehrabi, A.A.	**65**
• **Evaluation of some pulses and other crops sensitivity to Metribuzin simulated soil residue**	Fakhrerad, F., Izadi Darbandi, E., Rashed Mohassel, M.H. & Hassanzadeh-Khayat, M.	**73**
• **The effect of sowing date and plant density on population and infestation of chickpea pod borers in Lorestan province**	Ghorbani, R., Mousavi, S.K., Ghiasvand, M. & Karimzade Esfahani, J.	**85**
• **Effect of foliar application of Salicylic Acid on yield and yield components and some physiological traits of Lentil (*Lens culinaris* Medik) varieties under salt stress**	Kayednezami, R., Balouchi, H.R. & Yadavi, A.	**97**
• **Study of some quantitative traits involved in yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines using multivariate analysis**	Erfanimoghadam, Z. & Saba, J.	**111**

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 3, No. 2, 2012

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: Karimzadeh, Talachian, Mirshah-Velayati, Asadi
Circulation: 250

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; rcpsfum@gmail.com**, 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. 3 (2) December 2012

- **Genetic diversity determination of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* the causal agent of wilting and chlorosis in chickpea by using RAPD and PCR-RFLP techniques in Razavi and Northern Khorasan provinces** — Zokaee , S., Felahati Rastegar, M., Jafarpour, B., Bagheri, A. & Jahanbakhsh Mashhadi, V.
- **Evaluation of morphological traits, proline content and antioxidant enzymes activity in chickpea genotypes *(Cicer arietinum* L.*)* under drought stress** — Abrishamchi, P., Ganjeali, A. & Sakeni, H.
- **Effect of supplementary irrigation and compost application on morphological traits and yield of two chickpea *(Cicer arietinum)* cultivars** — Tadayyon, M.R. & Ghorbaninejad, A.J.
- **Screening for terminal drought stress tolerance in cowpea genotypes *(Vigna unguiculata* L.*)*** — Fathi, M., Bihamta, M.R., Majnoon Hosseini, N., Shah Nejat Boushehry, A.A. & Mohammad Ali Pour Yamchi, H.
- **Antagonistic effect of *Pseudomonas fluorescens* isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*** — Ebrahimi Kazemabad, Z., Rohani, H., Jamali, F. & Mahdikhani Moghadam, E.
- **Study on effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components of improved chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* Kabuli type var. Arman** — Bayat, R., Sabaghpour, S.H., Hatami, A. & Mehrabi, A.A.
- **Evaluation of some pulses and other crops sensitivity to Metribuzin simulated soil residue** — Fakhrerad, F., Izadi Darbandi, E., Rashed Mohassel, M.H. & Hassanzadeh-Khayat, M.
- **The effect of sowing date and plant density on population and infestation of chickpea pod borers in Lorestan province** — Ghorbani, R., Mousavi, S.K., Ghiasvand, M. & Karimzade Esfahani, J.
- **Effect of foliar application of Salicylic Acid on yield and yield components and some physiological traits of Lentil *(Lens culinaris* Medik*)* varieties under salt stress** — Kayednezami, R., Balouchi, H.R. & Yadavi, A.
- **Study of some quantitative traits involved in yield of common bean *(Phaseolus vulgaris* L.*)* lines using multivariate analysis** — Erfanimoghadam, Z. & Saba, J.