نشریه پژوهش های حبوبات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد۲، شماره ۲، نیمه دوم ۱۳۹۰

- تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانهٔ سه رقم نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم استان ایلام — رحیم ناصری، سیدعطاءالله سیادت، عباس سلیمانی‌فرد، رضا سلیمانی و حمید خوش‌خبر
- اثر تراکم کاشت و تیپ رشدی بر عملکرد، اجزای عملکرد و جامعهٔ علف‌های‌هرز لوبیاقرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) — مظفر اسحاقی، مهدی راستگو، مجید پوربوسف و رضا فتوت
- کارآیی مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و بنتازون+اسیفلورفن برای کنترل علف‌های هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در استان لرستان — سیدکریم موسوی، جمشید نظری‌عالم و سعید نظری
- ویژگی‌های مورفولوژیک و فنولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه و کلش ژنوتیپ‌های عدس در منطقهٔ شهرکرد — علی تدین، لیدا هاشمی و محمود خدام‌باشی
- تجزیهٔ ژنتیکی زودرسی در نخود (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از تجزیهٔ میانگین نسل‌ها — عزت کرمی، سیدحسین صباغ‌پور، محمدرضا نقوی و محمد تائب
- اثر سطوح متفاوت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم نخود(*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد — سلمان انجم‌شعاع، حمید معین‌راد و حسین ابراهیمی
- بررسی تحمل به شوری ریشه و شاخسارهٔ یازده ژنوتیپ نخود متحمل و حساس به خشکی در شرایط هیدروپونیک — محمد زارع مهرجردی، جعفر نباتی، علی معصومی، عبدالرضا باقری و محمد کافی
- برآورد درجه‌حرارت‌های کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) — علی گنجعلی، مهدی پارسا و سیدرضا امیری دِه‌احمدی
- مقایسهٔ کارآیی تثبیت بیولوژیک نیتروژن در نژادهای بومی و غیربومی *Rhizobium leguminosarum*;bv. phaseoli در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) — مهدی مهرپویان و امیرحسین شیرانی‌راد
- تأثیر عصارهٔ ورمی‌کمپوست بر رشد اولیهٔ نشاء لوبیاقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) در شرایط تنش شوری — عبدالله بیک خورمیزی، پروانه ابریشم‌چی، علی گنجعلی و مهدی پارسا

با همکاری

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده علوم و تحقیقات

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

جلد۲، شماره ۲، نیمه دوم ۱۳۹۰

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

جلد ۲، شمارهٔ ۲، نیمهٔ دوّم ۱۳۹۰

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	استادیار 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	دانشیار فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

ویراستار: مهندس حسن پُرسا
کارشناس: نونا کریم‌زاده
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 پژوهش‌های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد ۲، شماره ۲، نیمه دوّم ۱۳۹۰

عنوان مقاله	نویسنده(گان)	صفحه
• تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانهٔ سه رقم نخود (*Cicer arientinum* L.) در شرایط دیم استان ایلام	رحیم ناصری، سیدعطاءالله سیادت، عباس سلیمانی‌فرد، رضا سلیمانی و حمید خوش‌خبر	۷
• اثر تراکم کاشت و تیپ رشدی بر عملکرد، اجزای عملکرد و جامعهٔ علف‌های‌هرز لوبیاقرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)	مظفر اسحاقی، مهدی راستگو، مجید پوریوسف و رضا فتوت	۱۹
• کارآیی مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و بنتازون+اسیفلورفن برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در استان لرستان	سیدکریم موسوی، جمشید نظری‌عالم و سعید نظری	۳۵
• ویژگی‌های مورفولوژیک و فنولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه و کلش ژنوتیپ‌های عدس در منطقهٔ شهرکرد	علی تدین، لیدا هاشمی و محمود خدام‌باشی	۴۷
• تجزیهٔ ژنتیکی زودرسی در نخود (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از تجزیهٔ میانگین نسل‌ها	عزت کرمی، سیدحسین صباغ‌پور، محمدرضا نقوی و محمد تائب	۶۳
• اثر سطوح متفاوت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد	سلمان انجم‌شعاع، حمید معین‌راد و حسین ابراهیمی	۶۹
• بررسی تحمل به شوری ریشه و شاخسارهٔ یازده ژنوتیپ نخود متحمل و حساس به خشکی در شرایط هیدروپونیک	محمد زارع مهرجردی، جعفر نباتی، علی معصومی، عبدالرضا باقری و محمد کافی	۸۳
• پیشگویی درجه‌حرارت‌های کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)	علی گنجعلی، مهدی پارسا و سیدرضا امیری دِه‌احمدی	۹۷
• مقایسهٔ کارآیی تثبیت بیولوژیک نیتروژن در نژادهای بومی و غیربومی *Rhizobium leguminosarum*;bv. phaseoli در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)	مهدی مهرپویان و امیرحسین شیرانی‌راد	۱۰۹
• تأثیر عصارهٔ ورمی‌کمپوست بر رشد اولیهٔ نشاء لوبیاقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) در شرایط تنش شوری	عبدالله بیک خورمیزی، پروانه ابریشم‌چی، علی گنجعلی و مهدی پارسا	۱۲۱

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.

ب-۲- نویسنده(گان) طی نامه‌ای ضمن اعلام ارسال مقاله با ذکر عنوان، رعایت اخلاق پژوهشی و نیز اصول اخلاقی نشر را تعهد نمایند. این نامه باید به امضای نویسندهٔ مسئول و نیز یکایک نویسندگان مقاله (در صورت وجود)، برسد.

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

ب-۴- مقالات به‌وسیلهٔ 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 روی کاغذ سفید بدون علامت با ابعاد A4 با فاصله دو و نیم سانتی‌متر از لبه‌ها و فاصله‌ی ۱/۵ بین خطوط با قلم نازنین اندازهٔ ۱۲ تایپ شود. لازم است همهٔ سطرهای متن مقاله به‌صورت ادامه‌دار (Continuous) شماره‌گذاری (Line numbering) شوند. همهٔ صفحه‌های مقاله باید دارای شماره بوده و تعداد آن از ۲۰ تجاوز نکند. از هر مقاله، چهار نسخهٔ چاپ‌شدهٔ کامل، یکسان و خوانا به‌همراه لوح فشرده حاوی مقاله و درخواست کتبی (مطابق بند ب-۲) با امضای نگارنده(گان) از طریق پست سفارشی ارسال شود. مقاله‌های ارسالی باید با نرم‌افزار MS-Office Word تایپ شود و هرگونه شکل، جدول و فرمول نیز به‌صورت واضح به همین نرم‌افزار انتقال یابند.

ج-۲- اجزای مقاله

هر مقالهٔ تخصصی باید دارای صفحهٔ مشخصات و نیز عنوان، چکیدهٔ فارسی و واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، سپاسگزاری (در صورت لزوم)، فهرست منابع و چکیدهٔ انگلیسی بوده و اصول زیر در تهیهٔ آن رعایت شده باشد:

ج-۲-۱- در صفحهٔ مشخصات، عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده(گان)، درجهٔ علمی، عنوان شغلی، محل خدمت، آدرس دقیق پستی، پُست الکترونیک و تلفن ثابت و همراه به فارسی و انگلیسی نوشته شود. 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.

ج-۲-۲- 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.

ج-۲-۳- در وسط صفحهٔ بعدی، عنوان مقاله باید نوشته 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-۲-۴- 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-۲-۵- در مقدمه باید سوابق پژوهشی مربوط به موضوع تحقیق، توجیه ضرورت و نیز اهداف تحقیق، به‌خوبی ارائه شوند.

ج-۲-۶- 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-۲-۷- 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 علایم 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-۲-۸- در صورت لزوم، جهت تشکر از شخص یا سازمان، این مطلب با عنوان "سپاسگزاری" بعد از نتایج و بحث آورده شود.

ج-۲-۹- 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-۲-۱۰- 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

کلیه منابع فارسی و انگلیسی، به زبان انگلیسی و با قلم Times New Roman اندازه ۱۲ در فهرست منابع نوشته شوند. لازم است منابع فارسی به زبان انگلیسی برگردان شده و در آخر هر منبع، در صورت داشتن 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.

*****

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
جلد ۲ شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۱۸-۷، نیمهٔ دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 7-18

تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانهٔ سه رقم نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم استان ایلام

رحیم ناصری[1*]، سیدعطاءالله سیادت[2]، عباس سلیمانی‌فرد[3]، رضا سلیمانی[4] و حمید خوش‌خبر[5]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه ایلام
۲- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۳- عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور گروه علمی کشاورزی- تهران، صندوق‌پستی ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵ جمهوری اسلامی ایران
۴- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام
۵- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۳/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثرات فصل کاشت و فاصلهٔ بوته روی ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود در شرایط دیم ایلام، آزمایشی به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شیروان چرداول اجرا گردید. فصل کاشت به عنوان عامل اصلی (پاییزه و زمستانه) و تراکم بوته (۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و سه رقم نخود (آرمان، هاشم و آزاد) به عنوان عامل فرعی لحاظ شدند. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که فصل کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه داشت به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه (۱۵۷۸ کیلوگرم در هکتار) از فصل کاشت پاییزه حاصل شد. اثر تراکم کاشت نیز بر تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار شد. در بین تراکم‌های کاشت، تراکم ۲۰ بوته در مترمربع دارای بیشترین عملکرد دانه بود. در این آزمایش، ارقام، اختلاف معنی‌داری در صفات عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در مترمربع، وزن ۱۰۰دانه و درصد پروتئین دانه از خود نشان دادند. در بین ارقام آزمایش، رقم آزاد در مقایسه با دیگر ارقام، بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد را داشت. برهمکنش اثرات عوامل فصل کاشت در تراکم گیاهی در ارقام آزمایشی، بر عملکرد دانه در سطح پنج‌درصد معنی‌دار شد به طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۱۹۴۰ کیلوگرم در هکتار) از فصل کاشت پاییزه، تراکم ۲۰ بوته در مترمربع و رقم آزاد بدست آمد. در کشت پاییزه، رقم آزاد ضمن استفادهٔ حداکثر از عوامل خاکی و عوامل محیطی، اجزای عملکرد و عملکرد بیشتری تولید کرد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های تکمیلی برای دستیابی به نتایج کاربردی اجرا شود.

واژه‌های کلیدی: تراکم گیاهی، شرایط دیم، عملکرد دانه، فصل کاشت، نخود

مقدمه

به‌طورکلی حبوبات به دلیل برخورداری از پروتئین بالای دانه از اهمیت غذایی بالایی برخوردارند. این گیاهان به دلیل قابلیت همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن ملکولی، در تعادل عناصر معدنی خاک در اکوسیستم زراعی حائز اهمیت هستند.

نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از گیاهان این خانواده است. سطح زیر کشت گیاه نخود در دنیا حدود ۱۱ میلیون هکتار بوده و ایران با سطح زیر کشت حدود ۷۰۰هزار هکتار، چهارمین رتبه را در جهان پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه داراست (Sabbagh Pour, 2006). عمدهٔ کشورهای تولیدکنندهٔ این گیاه زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند و حدود ۹۰درصد از محصول نخود جهان، در شرایط دیم تولید می‌شود (Mousavi & Shakarami, 2008).

یکی از عوامل مهم مدیریتی مؤثر بر اجزای عملکرد و عملکرد نخود، عامل تاریخ کاشت است (Faraji, 2003). کاشت در تاریخ‌های مختلف، سبب برخورد مراحل رویشی و زایشی گیاه با درجه‌حرارت، تابش خورشید و طول روز متفاوت می‌شود. این موضوع، در نخود که معمولاً در شرایط خشک و یا با تکیه بر رطوبت ذخیره‌شده در خاک کشت می‌شود و با

* **نویسنده مسئول:** ایلام، خیابان خرمشهر، کوچه دانش‌آموز، فرودگاه قدیم کُد پستی: ۹۴۸۸۵-۶۹۳۱۸، همراه: ۰۹۱۸۸۴۱۰۱۳۴، تلفن: ۳۳۴۱۲۵۱-۰۸۴۱
پُست الکترونیک: rah_naseri@yahoo.com

درجه‌حرارت‌های بالا در انتهای فصل رشد مواجه است، حائز اهمیت است. در کاشت زودهنگام، گیاه دارای اندام‌های رویشی بزرگتری می‌شود که قادر است مقصد زایشی بزرگتری را تغذیه کرده و به میزان کافی مادهٔ خشک به آن اختصاص دهد که در نتیجه، عملکرد افزایش می‌یابد (Fallah, 2008). در مناطق دیم و به‌خصوص در نیمهٔ غربی ایران، نخود به دلیل قرارگرفتن در تناوب با گندم و جوی دیم، نقش بسیار مهمی در حفظ و بقای کشاورزی این مناطق ایفا می‌کند.

با توجه به این‌که یکی از اصول مهم مدیریت کشاورزی در این مناطق، حفظ رطوبت و استفاده مطلوب از آن است، بایستی توجه داشت که تراکم نامناسب گیاهی می‌تواند رطوبت خاک را در اوایل فصل رشد، تخلیه و باعث مواجه‌شدن گیاه با تنش خشکی در دوران رشد زایشی شود. به همین دلیل استفاده از گونهٔ گیاهی مناسب و شناخت مطلوب گیاهان و ارقام سازگار با این مناطق از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار هستند (Jalilian *et al.*, 2005). عملکرد هر گیاه زراعی حاصل رقابت بین بوته‌های مختلف و درون‌بوته‌ای (رقابت اندام‌های مختلف یک بوته با یکدیگر) برای کسب سازه‌های رشد همانند نور، مواد غذایی و خاک است. حداکثر تولید دانه در واحد سطح هنگامی بدست می‌آید که این رقابت‌ها به حداقل رسیده و گیاه بتواند از سازه‌های رشد موجود حداکثر استفاده را بنماید (Biabani, 2008). کارایی جذب انرژی خورشیدی که بر سطح پوشش گیاهی می‌تابد، نیاز به سطح برگ کافی دارد که به طور یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین را کاملاً بپوشاند. این هدف، با تغییر فاصلهٔ بوته و توزیع بوته‌ها روی سطح خاک میسر است (Naseri, 2008). بنابراین، یک تصمیم‌گیری صحیح و عاقلانه در مورد تراکم‌های کاشت به عنوان فاکتور اساسی برای زراعت در نقاط نیمه‌خشک و کشت دیم ضروری به نظر می‌رسد (Raey *et al.*, 2007). با توجه به این که نخود کشت غالب مزارع دیم استان ایلام را تشکیل می‌دهد، لذا این پژوهش به منظور بررسی فصل کاشت و فاصلهٔ بوته بر سه رقم نخود، در شرایط دیم ایلام اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سرابله شهرستان شیروان چرداول واقع در ۳۰کیلومتری شرق ایلام اجرا شد. محل آزمایش در عرض جغرافیایی ۳۳درجه و ۴۷دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۶درجه و ۳۶دقیقهٔ شرقی با ارتفاع ۹۷۵متر از سطح دریا بود. نمونهٔ مرکب از خاک محل آزمایش تهیه شد. خلاصه خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

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

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

بافت خاک	روی قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب	فسفر قابل‌جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	آهک	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل‌اشباع	عمق
Soil Texture	**Available Zinc** $mgkg^{-1}$	**Available Potassium** $mgkg^{-1}$	**Available Phosphor** $mgkg^{-1}$	**Total Nitrogen** %	**Organic Carbon** %	**TNV** %	**EC** dSm^{-1}	**pH**	**Depth** cm
Silty Clay Loam	0.92	320	15	0.09	1.1	27	0.35	7.5	0-30

با توجه به نتایج تجزیهٔ خاک، نیازی به مصرف کود شیمیایی در شرایط دیم نبود. آزمایش به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فصل کاشت به عنوان عامل اصلی شامل فصل کاشت پاییزه و زمستانه به ترتیب کاشت در ۲۸آبان و ۱۷بهمن، تراکم ۲۰ و ۴۰بوته در مترمربع و سه رقم نخود آرمان، هاشم و آزاد به صورت فاکتوریل به عنوان عامل فرعی قرار گرفتند. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته مورد نظر، در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف شده و موقع جوانه‌زنی با تنک‌کردن، فاصلهٔ بوته‌ها درهر ردیف، تنظیم شد.

زمین محل آزمایش سال قبل از کاشت جهت تهیهٔ بستر، پس از مدفون‌کردن بقایای محصولات قبلی و آماده‌نمودن زمین جهت جذب و نگهداری نزولات جوی، آماده شد. هموارکردن زمین با ماله انجام شد و سپس با درنظرگرفتن شِش ردیف شِش‌متری با فواصل ۳۰سانتی‌متری در هر کرت، فواصل ۶۰سانتی‌متری بین کرت‌ها و دو متر بین تکرارها، کشت با

دست به منظور یکنواختی بیشتر انجام شد. بذور قبل از کاشت با استفاده از قارچ‌کش کاپتان دو در هزار ضدعفونی شدند. همزمان با تنک‌کردن، وجین علف‌های‌هرز به صورت دستی انجام شد. جهت مبارزه با بیماری فوزاریوم، از سم بنومیل در دو نوبت استفاده شد. کل دورهٔ کاشت تا برداشت در کشت پاییزه پنج‌ماه و نیم و در کشت زمستانه، سه‌ماه و نیم بود. جهت اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته، در زمان رسیدگی، دَه بوته به صورت تصادفی از هر کرت برداشت شد. برداشت و تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک، با حذف دو خط کناری و ۵۰سانتی‌متر از طرفین، از چهار خط به طول پنج‌متر از سطحی معادل شِش مترمربع انجام شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک بدست آمد. همچنین بعد از پاک‌کردن بذور، وزن ۱۰۰دانه به صورت تصادفی از هر تیمار با شمارش و سپس توزین، تعیین شد. به منظور تعیین درصد پروتئین دانه، از هر کرت آزمایش میزان ۱۰۰گرم دانه جدا و پس از آسیاب‌کردن جهت اندازه‌گیری پروتئین به روش کجلدال به آزمایشگاه تحقیقات استاندارد استان ایلام منتقل شدند. برای تجزیهٔ آماری، از نرم‌افزار Mstat-C استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج‌درصد صورت گرفت.

جدول ۲- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

Table 2. Results of climatic properties of experimental location in 2008-2009

ماه		بارندگی (میلی‌متر)	دمای حداقل مطلق ماهانه (درجهٔ سانتی‌گراد)	دمای حداکثر مطلق ماهانه (درجهٔ سانتی‌گراد)	میانگین دمای ماهانه (درجهٔ سانتی‌گراد)
Month		**Precipitation** (mm)	**Monthly absolute minimum temperature** (^{o}C)	**Monthly absolute maximum temperature** (^{o}C)	**Monthly mean temperature** (^{o}C)
آبان	**November**	57	3	29	14
آذر	**December**	62.3	-3	17.6	8
دی	**January**	25.8	-5.6	14.2	5
بهمن	**February**	50.4	-1.4	16.8	7.7
اسفند	**March**	6.3	-1	25.6	10.1
فروردین	**April**	67.7	1.4	22.6	12.6
اردیبهشت	**May**	4.6	14.4	35.6	20

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). تعداد غلاف در بوته در فصل کاشت پاییزه نسبت به فصل کشت زمستانه، ۷۶/۷ درصد افزایش داشت (جدول ۳). در اثر طولانی بودن دورهٔ زایشی، تعداد غلاف در هر ساقه افزایش یافت. علاوه‌براین، در کاشت پاییزه تنش رطوبتی و مواد غذایی تا حدودی کمتر است. به عبارتی در کاشت پاییزه، گیاه برای رشد رویشی و زایشی فرصت کافی داشته و کمتر تحت تاثیر تنش آخر فصل قرار می‌گیرد. کاهش تعداد غلاف در بوته در کشت زمستانه نسبت به کشت پاییزه، توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (Ortega, *et al.*, 1996; Mousavi & Pezeshk Pour, 2006). اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد غلاف در بوته نیز معنی‌دار بود (جدول۳). بررسی میانگین تعداد غلاف در بوته نخود تحت تراکم‌های مختلف کاشت نشان می‌دهد که با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غلاف در هر بوته کاهش یافت (جدول ۴). در تراکم‌های پایین، محدودیت‌های محیطی چندانی برای گیاه وجود ندارد و گیاه، نور کافی و همچنین آب و عناصر غذایی کافی را جذب نموده و در نتیجه گلدهی بیشتری در هر بوته صورت می‌گیرد. بر عکس، با زیاد شدن تراکم‌های بالا، به دلیل رقابت برای عناصر غذایی و به ویژه آب قابل استفاده، کاهش عملکرد قطعی است (Fallah, 2008). تعداد غلاف یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد است که بر عملکرد دانه بسیار مؤثر است. با توجه به یکنواختی خاک محل آزمایش، به جز اثر تیمارهای آزمایشی، سایر عوامل بر تعداد غلاف در بوته مؤثر نبوده و تلفاتی حتی از نظر بیماری‌ها و آفات نیز مشاهده نشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس و میانگین مربعات فصل کاشت،تراکم گیاهی و ارقام بر روی عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط آب‌وهوای ایلام (در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷)

Table 3. Analysis of variance and mean square of planting date, plant density and varieties on chickpea yield and its components in climatic condition of Ilam (in 2008-2009)

پروتئین دانه Grain protein	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	وزن ۱۰۰دانه 100-grain weight	غلاف در بوته Pods/plant	درجه آزادی df	منبع تغییر Source of variation
1.88	21.69	88031.36	31710.52	0.68	5.26	2	تکرار (R)
18.65 *	272.91**	14456471	4240167**	268.63**	387.04**	1	فصل کاشت (A)
0.16 n.s	25.14*	131406.25 ns	4106.25**	27.1*	11.06*	1	تراکم گیاهی (B)
2.09 n.s	6.11 ns	349478.02*	2501.69*	0.70 ns	9.98*	1	فصل کاشت × تراکم گیاهی (A×B)
0.22	6.53	288192.21	63702.04	5.03	1.73	6	خطای ab
27.93**	76.02**	2380299.69**	778590.36**	28.55**	33.29**	2	رقم (C)
0.86 n.s	1.27*	105197.19*	16860.02*	24.65**	3.28**	2	رقم × فصل کاشت (A×C)
0.02 n.s	0.14 ns	31396.08 ns	7110.75*	5.64*	4.89**	2	رقم × تراکم گیاهی (B×C)
0.02 n.s	0.05 ns	53571.02*	8923.52*	3.26**	4.69**	2	فصل کاشت × تراکم گیاهی × رقم (A×B×C)
0.02	1.12	46179.08	6775.87	3.29	4.05	16	خطای c
1.99	2.55	7.40	6.67	7.16	16.82	-	ضریب تغییرات (درصد) CV%

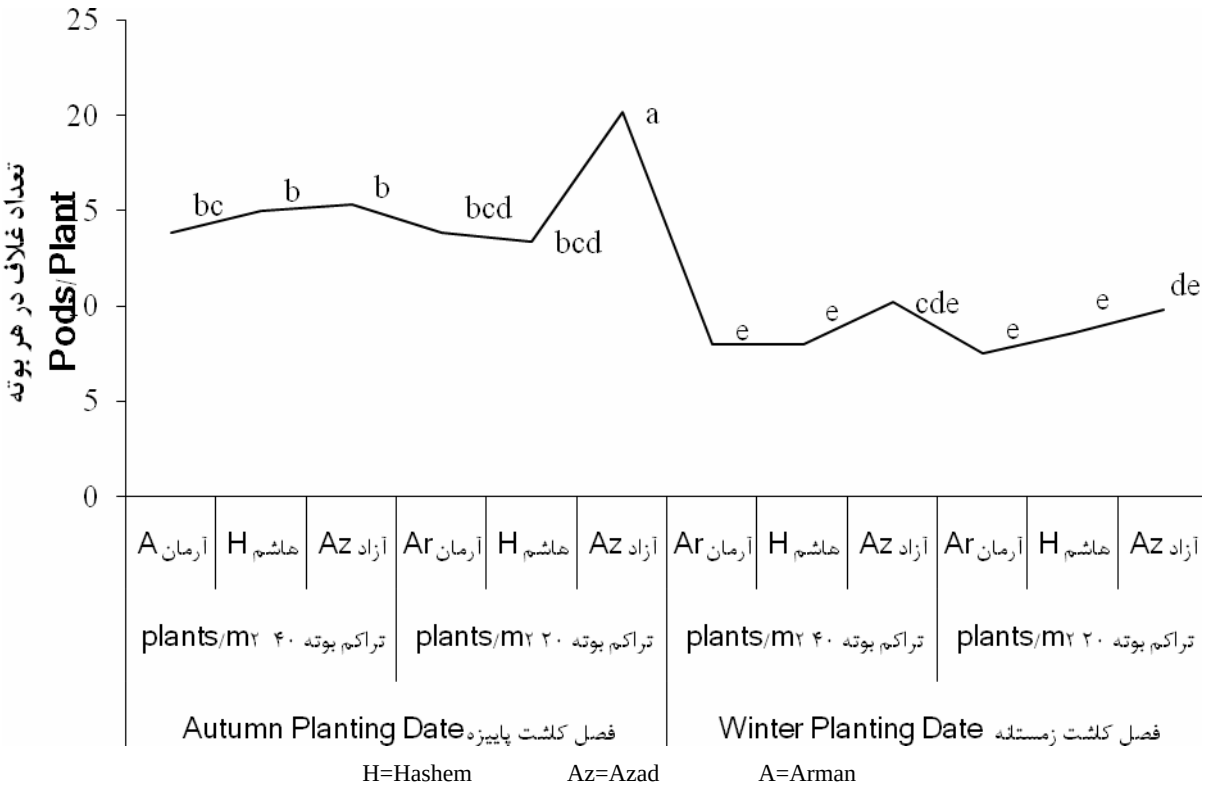
ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha= 0.05$ و $\alpha= 0.01$.

ns :Non-significant, *and **: Significant at $\alpha= 0.05$ & $\alpha= 0.01$, respectively.
A=Planting date factor B=Plant density factor C=Variety factor

با افزایش تراکم بوتهٔ نخود از ۲۰ به ۶۰ بوته در مترمربع، تعداد غلاف در بوته نسبت به تراکم‌های کمتر، کاسته شد که دلیل این امر را فراهمی رطوبت و مواد غذایی برای گیاه زراعی در تراکم کمتر اعلام کرده‌اند (Bagheri, *et al.*, 2000). همچنین در آزمایشی، مشاهده شد که با افزایش تراکم بوتهٔ گلرنگ، تعداد اجزای زایشی کاهش یافت که دلیل آن را ناشی از افزایش رقابت بین گیاهان برای کسب نور، مواد غذایی خاک، سایه‌اندازی برگ‌ها و شاخه‌های فوقانی گیاه و کاهش تولید شاخه اعلام کردند (Firouzeh, 2006). با افزایش تراکم بوته، رقابت برای عوامل محیطی از جمله آب و عناصر غذایی زیاد شده و انتقال مواد فتوسنتزی از مبدأ به مقصد، با کاهش مواجه می‌شود (Imam & Niknejad, 2003). در آزمایش حاضر نیز، تعداد غلاف‌های بارور در بوته، به همین دلیل با کاهش معنی‌داری مواجه شد. تغییرات تعداد غلاف در بوته در رقم‌های مختلف، به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی است. اثرات متقابل سه‌گانه بر تعداد غلاف در بوته، معنی‌دار شد (جدول ۳). رقم آزاد در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع در شرایط کاشت پاییزه، بیشترین و رقم آرمان در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع در کاشت زمستانه، کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کرد (شکل ۱). کاهش تراکم بوته از ۴۰ به ۲۰ بوته در مترمربع در کاشت پاییزه، موجب افزایش ۳۳/۳ درصدی تعداد غلاف در بوتهٔ رقم آزاد شد درحالی‌که تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته در دو رقم دیگر نداشت. از سوی دیگر، تعداد غلاف در بوته، در کشت زمستانه تحت تأثیر رقم و یا تراکم قرار نگرفت.

وزن ۱۰۰دانه

بین فصل‌های کاشت، از نظر وزن ۱۰۰دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳) به‌طوری‌که تأخیر در کاشت، سبب کاهش وزن ۱۰۰دانه شد (جدول ۴). فصل کشت پاییزه نسبت به فصل کشت زمستانه، ۲۴/۳ درصد افزایش وزن ۱۰۰دانه را نشان داد. افزایش وزن ۱۰۰دانه در کشت پاییزه نسبت به زمستانه، به سبب طولانی‌تر شدن دورهٔ رشد در کشت پاییزه بوده که موجب تولید زیست تودهٔ بیشتر و در نتیجه باعث افزایش تولید غلاف و دانهٔ بیشتر در بوته می‌شود (Singh *et al.*, 1997). از طرفی، کاهش وزن ۱۰۰دانه در نخود و سویا در کشت تأخیری، به دلیل داشتن زمان کمتر برای استفاده از منابع توسط گیاه گزارش شده است (Ghorban Zadeh & Nasiri, 2005; Imam & Niknejad, 2003).



شکل ۱- برهمکنش سه‌گانهٔ فصل کاشت، تراکم بوته و رقم بر تعداد غلاف در بوتهٔ نخود
در شرایط آب‌وهوای ایلام (در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷)

Fig. 1. Triple interaction effect of planting date, density and variety on pods per plant of chickpea in Ilam climate condition (in 2008-2009)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تراکم‌های مختلف کاشت، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). وزن ۱۰۰دانهٔ نخود در آزمایشی در گنبد، تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و همبستگی منفی بسیار معنی‌داری نیز بین وزن ۱۰۰دانه با روز از کاشت تا شروع دانه بستن (r = -۰/۴۹) و تعداد دانه در غلاف (r = -۰/۴۶) وجود داشت (Mohammad Nejad & Rostami, 2005). همچنین برخی پژوهشگران مشاهده کردند که وزن دانهٔ نخود نسبت به تاریخ کاشت حساس بوده و در کشت زمستانه، دانه‌های کوچکتری نسبت به کشت پاییزه تولید می‌شود (Zaiter & Barakat, 1995).

در تراکم‌های زیاد نخود، ممکن است محدودیت تابش به وجود آمده و همچنین تعداد بیشترِ بوته در واحد سطح، باعث افزایش تعرق شده و در نتیجه ضمن ایجاد تنش رطوبتی و کاهش فتوسنتز، وزن ۱۰۰دانه کاهش یابد (Fallah *et al.*, 2005). همچنین کاهش وزن ۱۰۰دانهٔ عدس با افزایش میزان بذر مصرفی، در سایر گزارش‌ها بیان شده است (Mahmoudi, 2006).

اثر رقم بر وزن ۱۰۰دانه نیز در سطح یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در رقم آزاد نسبت به رقم هاشم و آرمان به ترتیب ۳۹/۵ و ۸/۸درصد وزن ۱۰۰دانه افزایش یافت. تفاوت بین ارقام در این مورد بیشتر به تفاوت‌های ژنتیکی برمی‌گردد (Horn & Burnside, 1985). برهم‌کنش تاریخ کاشت در تراکم بوته در رقم، بر وزن ۱۰۰دانه اختلاف معنی‌دار ایجاد کرد (جدول ۳). رقم آزاد در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع در شرایط کاشت پاییزه، بیشترین و همین رقم در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع در کاشت زمستانه، کمترین وزن ۱۰۰ دانه را تولید کرد (شکل ۲). کاهش وزن ۱۰۰دانه از ۴۰ به ۲۰ بوته در مترمربع در کاشت پاییزه، موجب افزایش ۳/۲۲درصدی وزن ۱۰۰دانه رقم آزاد شد. از سوی دیگر، وزن ۱۰۰دانه در کشت زمستانه، تحت تأثیر عوامل اصلی رقم و تراکم قرار نگرفت.

جدول ۴- مقایسهٔ اثرات فصل کاشت، تراکم گیاهی و ارقام روی صفات مورد بررسی نخود در شرایط آب‌وهوای ایلام (در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷)

Table 4. Comparison of effects of planting date, plant density and varieties on chickpea characteristics in climatic condition of Ilam (in 2008-2009)

پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/h)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/h)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100-grain weight (g)	تعداد غلاف در بوته Pods/Plant	تیمار Treatment	
						Planting Date	فصل کاشت
21.89a	44.4a	3536a	1587a	28.1a	15.2a	Autumn	پاییزه
22.88a	38.9b	2269b	891b	22.6b	8.7b	Winter	زمستانه
						Plant density (plants/m^2)	تراکم گیاهی بوته در متر مربع
22.81a	41.4b	2842a	1201b	24.9b	12.5b	40	
22.67a	42.0a	2963a	1268b	27.7a	15.4a	20	
						Variety	رقم
22.6b	39.0c	2491b	993bc	24.3b	10.8a	Arman	آرمان
24.3a	42.0b	2841b	1208b	24.6b	11.2a	Hashem	هاشم
21.3c	44.0a	3376a	1501a	27.1a	13.9a	Azad	آزاد

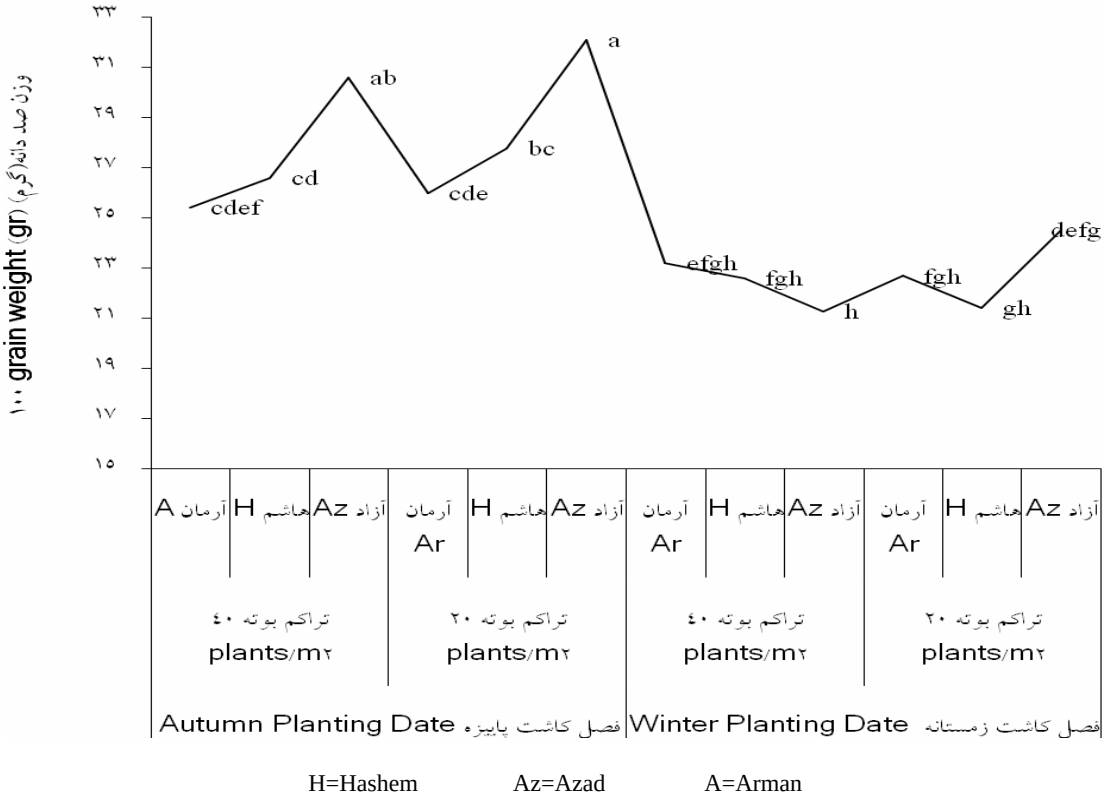
میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح α= 0.05 اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

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

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فصل کاشت قرار گرفت (جدول ۳). نتایج حاصله، نشان دهندهٔ برتری کاشت زودتر بر کاشت دیرتر بود. فصل کاشت پاییزه نسبت به فصل کاشت زمستانه، ۷۷/۱درصد افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد که استقرار و رشد زودتر در ابتدای فصل رشد، سبب استفادهٔ بیشتر از شرایط مساعد محیطی شده و از طرف دیگر، اجزای عملکرد گیاه کمتر تحت تأثیر تنش رطوبتی و حرارتی در اواخر فصل رشد قرار گرفته باشد. میانگین عملکرد دانهٔ نخود در آزمایشی در لرستان در کشت‌های پاییزه، انتظاری و بهاره به ترتیب ۶۸۲ ، ۱۰۶۷ و ۱۱۷ کیلوگرم در هکتار بود (Mousavi *et al.*, 2009). تحقیقات دیگر محققان نیز کاهش عملکرد دانه در اثر تأخیر در تاریخ کاشت را نشان داد (Raymar & Bernard, 1988; Pepper & Walker, 1988). در تحقیقی دیگر، عملکرد دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و تولید دانهٔ نخود در واحد سطح در کشت پاییزه تقریباً دو برابر آن در کشت زمستانه بود (Mousavi *et al.*, 2009). برخی پژوهشگران علت کاهش عملکرد دانه را در کشت‌های تأخیری، ارتفاع کم بوته، کاهش تعداد گره‌های غلاف‌دهنده و کاهش طول دورهٔ رویشی و وزن خشک تجمع‌یافته ذکر کرده‌اند (Mousavi & Pezeshkpour, 2006). در طی آزمایشی در مورد نخود، تأخیر در کاشت نخود منجر به کاهش ۳۴درصدی عملکرد دانه شد (Auld *et al.*, 2009). در آزمایش دیگر، دورهٔ رشد کوتاه‌تر، منجر به کاهش تجمع مادهٔ خشک و نیز کاهش تعداد غلاف و گره در گیاه و به دنبال آن کاهش عملکرد گیاه عدس شد (Mahmoudi, 2006).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عامل تراکم، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۳). در این بین، تراکم ۲۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۴۰ بوته در مترمربع، دارای عملکرد دانهٔ بیشتری بود (جدول ۴). افزایش عملکرد در این مورد، ۵/۶درصد بود. گزارش‌ها نشان داده‌اند که با افزایش تراکم بوته، از عملکرد دانه کاسته می‌شود به‌طوری‌که در مقایسهٔ بین تراکم‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد دانهٔ نخود، مربوط به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بود (Bagheri *et al.*, 2000). تراکم ۲۰ بوته در مترمربع، به دلیل استفادهٔ بیشتر گیاه از عوامل محیطی رشد، توانست عملکرد دانهٔ بیشتری تولید نماید. اما در تراکم‌های زیادتر، ایجاد رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی، سبب کاهش عملکرد دانه نسبت به تراکم‌های کمتر می‌شود (Imam & Niknejad, 2004).



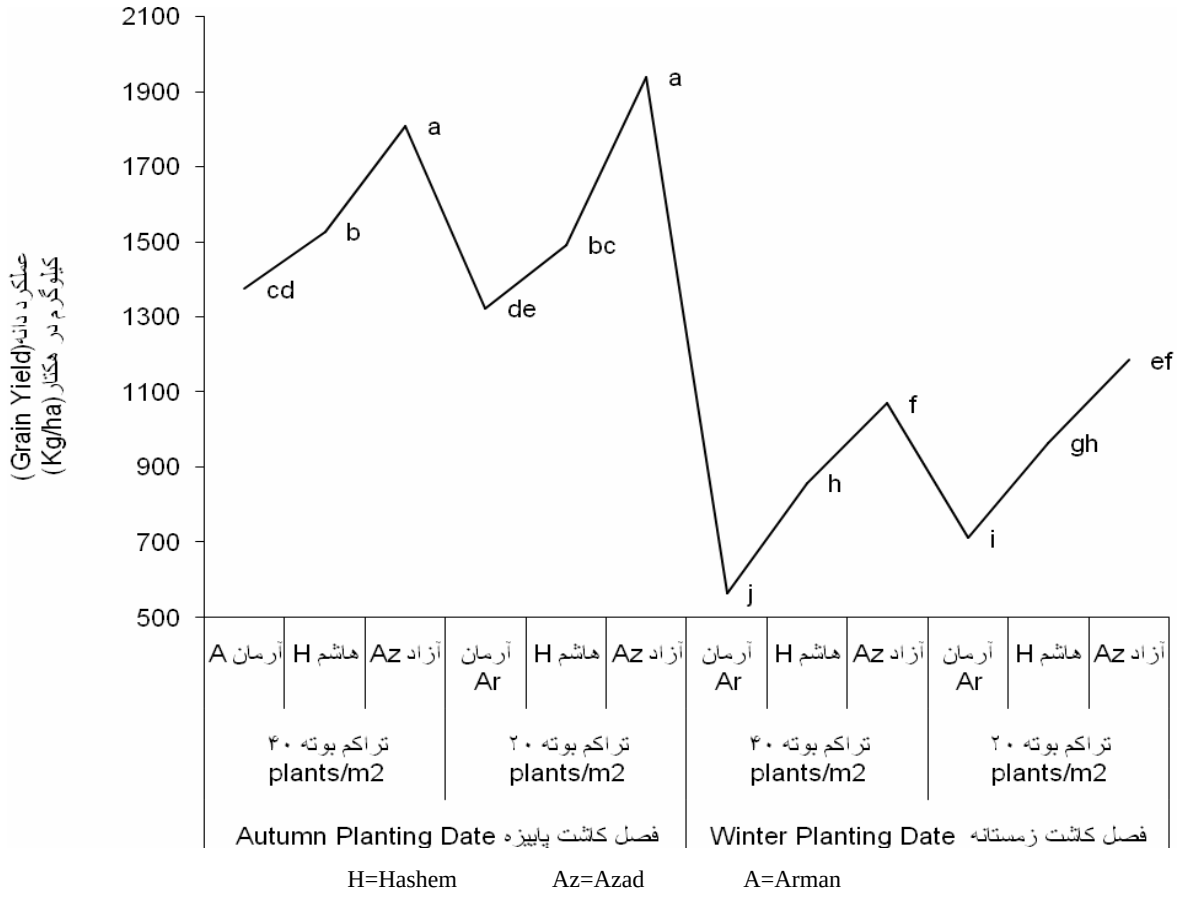
شکل ۲- برهم‌کنش تاریخ کاشت، تراکم بوته و رقم بر وزن ۱۰۰دانهٔ نخود در شرایط آب‌وهوای ایلام (در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷)
Fig. 2. Triple interaction effect of planting date, density and variety on 100 grain weight of chickpea in Ilam climate condition (in 2008-2009)

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳) به‌طوری‌که رقم آزاد بیشترین و رقم آرمان کمترین عملکرد را دارا بودند. علت برتری رقم آزاد احتمالاً به دلیل تولید غلاف و وزن ۱۰۰دانهٔ بالاتر آن نسبت به سایر ارقام بود (جدول ۴ و شکل ۲). صفت زودرسی در مناطق دیم، باعث می‌شود که زمان گل‌دهی و غلاف‌بندی با زمان اوج گرما همزمان نباشد و در همین راستا، رقم آزاد به دلیل زودرس‌بودن، از این مزیت برخوردار است. اثرات برهم‌کنش فصل کاشت در تراکم در رقم، بر عملکرد دانه در سطح پنج‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). تراکم ۲۰ بوته در مترمربع رقم آزاد در فصل کاشت پاییزه، بیشترین و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع رقم آرمان در فصل کاشت زمستانه، کمترین عملکرد دانه را دارا بود (شکل۳) به‌طوری‌که بیش از دو و نیم برابر عملکرد دانهٔ نخود در تیمار اول (تراکم ۲۰ بوته در مترمربع رقم آزاد، در فصل کاشت پاییزه) نسبت به تیمار دوم (تراکم ۴۰ بوته در مترمربع رقم آرمان، در فصل کاشت زمستانه) حاصل شد.

شاخص برداشت

فصل کاشت بر شاخص برداشت، اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین این صفت مشاهده می‌شود شاخص برداشت نخود در فصل کاشت پاییزه از کاشت زمستانه، ۵/۵ درصد بیشتر بود (جدول ۴). بایستی توجه کرد که در کشت پاییزه، به دلیل استقرارِ به‌موقع، بوته‌ها می‌توانند از عوامل محیطی استفادهٔ بهتری نمایند. همچنین به دلیل زیادبودن طول دورهٔ رویشی، گیاه پس از تولید مواد فتوسنتزی، بیشتر آن‌ها را به‌طور مطلوبی به دانه‌ها منتقل می‌کند (Imam & Niknejad, 2004). شاخص برداشت در بین تراکم‌های مختلف بوته نیز به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۳) به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت، در تراکم ۲۰بوته در مترمربع بدست آمد. یکی از دلایل عمدهٔ شاخص برداشت زیادتر در تراکم ۲۰بوته را می‌توان به رقابت کمتر گیاهان جهت عوامل رشدی به‌ویژه جذب تابش در فصل رشد دانست (Imam & Niknejad, 2004) و برعکس، در تراکم ۴۰بوته در مترمربع، به دلیل وجود رقابت شدید بین بوته‌های

نخود و پایین بودن تولید مواد فتوسنتزی، به سبب سایه‌اندازی می‌دانند. یکی از دلایل پایین‌بودن شاخص برداشت در نخود در تراکم‌های زیادتر، پایین‌بودن سهم اجزای زایشی در شاخه‌های فرعی در اثر سایه‌اندازی و کاهش رشد در تولید محصول گزارش شده است (Raey, 2007). اما در تراکم‌های بالا، رقابت شدید بین اجزای رویشی گیاه باعث می‌شود که شاخص برداشت، کاهش یابد. در بین ارقام مورد آزمایش نیز رقم آزاد دارای بیشترین شاخص برداشت بود (جدول ۴). تفاوت در الگوی توزیع و تخصیص مواد فتوسنتزی بین ارقام، معمولاً باعث تفاوت در شاخص برداشت می‌شود. به نظر می‌رسد که رقم آزاد نسبت به سایر ارقام، توانست از عوامل محیط بهتر استفاده کند و با انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به سمت دانه، شاخص برداشت بیشتری داشته باشد.



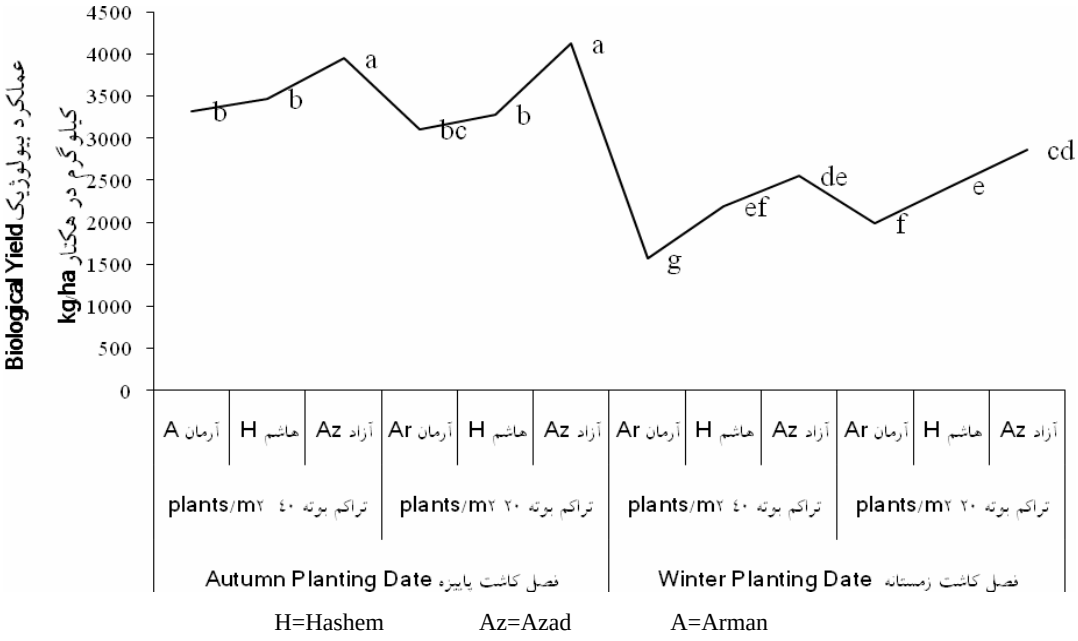
شکل ۳- برهم‌کنش فصل کاشت، تراکم و رقم بر عملکرد دانه نخود در شرایط آب‌وهوای ایلام (در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷)
Fig. 3. Interaction effect of planting date, density and variety on grain yield of chickpea in Ilam climate condition (in 2008-2009)

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فصل کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول ۱). افزایش عملکرد بیولوژیک در فصل کشت پاییزه نسبت به فصل کشت زمستانه، ۵۵/۸درصد بود. این مقدار افزایش عملکرد را می‌توان به افزایش طول دورهٔ رویشی گیاه و همچنین استقرار مناسب بوته‌ها نسبت داد. تأخیر در کاشت، هم رشد رویشی و هم رشد زایشی در گیاه نخود را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه، مقدار عملکرد بیولوژیک تولید شده، کاهش می‌یابد. دیگر محققان نیز به نتیجهٔ مشابهی در مورد سویا و سایر گیاهان زراعی دست یافته‌اند (Raymar & Bernard, 1988; Pepper & Walker, 1988; Imam & Niknejad, 2004). افزایش طول دورهٔ رشد نخود درکشت پاییزه و زمستانه را عامل تولید زیست‌تودهٔ (بیوماس) بالاتر دانسته‌اند (Kheirkhah *et al.*, 2002). افزایش معنی‌دار در تولید مادهٔ خشک نخود در کشت پاییزه نسبت به زمستانه، به علت بهبود نسبی شرایط محیطی

از نظر دما و رطوبت طی دورهٔ رشد رویشی و رشد رویشی و کاهش عملکرد بیولوژیک نخود، با تأخیر کشت در شرایط دیم مدیترانه‌ای گزارش شده است (Auld Lopez-Billido, 2008 *et al.*, 1988;).

در آزمایش حاضر، ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک، به ترتیب از ارقام آزاد و آرمان بدست آمد به‌طوری‌که رقم آزاد نسبت به رقم آرمان، ۳۵/۵درصد افزایش عملکرد بیولوژیک نشان داد. برهم‌کنش عوامل فصل کاشت در تراکم گیاهی در رقم، در سطح پنجدرصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در تراکم ۲۰بوته در مترمربع رقم آزاد، در فصل کاشت پاییزه، بیشترین و در تراکم ۴۰بوته در مترمربع رقم آرمان در فصل کاشت زمستانه، کمترین عملکرد بیولوژیک تولید شد (شکل۴) به‌طوری‌که ۱/۷برابر افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار برتر به‌دست آمد.



شکل ۴- برهم‌کنش فصل کاشت، تراکم و رقم بر عملکرد بیولوژیک نخود در شرایط آب‌وهوای ایلام (در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷)

Fig. 4. Interaction effect of planting date, density and variety on biological yield of chickpea in Ilam climate condition (in 2008-2009)

پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر درصد پروتئین دانه، در سطح یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). رقم هاشم و آزاد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه را دارا بودند. میزان افزایش پروتیئن دانه، در این مورد ۱۴/۳درصد بود. از طرفی اثر تاریخ کاشت بر درصد پروتئین دانه، در سطح پنج‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). فصل کاشت پاییزه نسبت به فصل کاشت زمستانه، دارای درصد پروتئین بالاتری بود. بیشتر بودن درصد پروتئین دانه در فصل کاشت زمستانه، نسبت به فصل کاشت پاییزه را می‌توان مرتبط با کاهش طول دورهٔ رشد و نمو در فصل کاشت زمستانه دانست که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات‌ها به پروتیئن و در نتیجه، افزایش درصد پروتئین دانه شده است (Imam & Niknejad, 2004).

از آنجایی که مقادیر اجزای عملکرد در تراکم کمتر بوته و فصل کشت پاییزه، به دلیل امکان استفادهٔ بیشتر از منابع محیطی، بیشتر شدند، لذا نتیجهٔ آن، در عملکرد دانه منعکس شد. به‌طوری‌که بیش از دو و نیم برابر عملکرد دانهٔ نخود، در تیمار اول (تراکم ۲۰بوته در مترمربع رقم آزاد، در فصل کاشت پاییزه)، نسبت به تیمار دوم (تراکم ۴۰بوته در مترمربع رقم آرمان، در فصل کاشت زمستانه) حاصل شد. با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان اظهار داشت که کوتاه‌تر شدن دورهٔ رشد و عدم وجود فرصت کافی برای تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانهٔ نخود را کاهش

داده است. با انتخاب تراکم مناسب بوته (تراکم ۲۰بوته در مترمربع)، ضمن پایین‌بودن رقابت بین بوته‌ها، سطح پوشش گیاهی، می‌تواند حداکثر استفاده را از تابش خورشیدی ببرد. در تراکم‌های زیاد نخود، ممکن است محدودیت تابش به وجود آمده و همچنین تعداد بیشتر بوته در واحد سطح، باعث افزایش تعرق شده و در نتیجه، ضمن ایجاد تنش رطوبتی و کاهش فتوسنتز، وزن ۱۰۰دانه کاهش یابد. در این آزمایش، رقم آزاد با در اختیار داشتن فصل رشد بیشتر در کشت پاییزه، توانست خود را با شرایط محیطی تطبیق داده و در ضمن، استفادهٔ حداکثر از عوامل خاکی و عوامل محیطی به‌ویژه بارندگی و نورخورشید، باعث بهبود شاخص‌های اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد شود به‌طوری‌که تراکم کمتر نیز مزید بر علت شده و روند افزایش عملکرد را تشدید کرد. دیگر محققان نیز به نتیجهٔ مشابهی دست یافته‌اند (Raymar & Bernard, 1988; Pepper & Walker, 1988; Imam & Niknejad, 2004). نتایج مطالعات دیگر نیز نشان داده است که تولید مادهٔ خشک در کشت پاییزه نسبت به زمستانه، افزایش معنی‌داری یافته که علت آن، رشد رویشی بیشتر گیاه بر اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت طی دورهٔ رشد رویشی بوده است (Auld *et al.*, 1988). در آزمایشی دیگر، کاهش عملکرد نخود با تأخیر کشت گزارش شده است (Lopez-Billido, 2008).

منابع

1. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence and seed yield of chickpea. Agron. J. 80: 909-914.
2. Bagheri, A., Nezami, A., Mohammad Abadi, A.A., and Shabahang, J. 2000. The effects of control of weeds and plant density of chickpea (*Cicer arietinum* L.) on morphological characteristics of yield and yield components. Agriculture Sciences and Industry 14: 145-153. (In Persian with English Summary).
3. Biabani, A. 2008. Effect of planting patterns (row spacing and plant in row) on the grain yield of Pea (*Pisum sativum* var. Shamshiri). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 15: 39-43. (In Persian with English Summary).
4. Fallah, S. 2008. Effect of planting date and plant density on yield and yield components in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) in dry condition of Khorram Abad. J. Sci. Techno. Agric. Natur. Res. 45: 123-135. (In Persian with English Summary).
5. Fallah, S., Ehsanzadeh, P., and Daneshvar, M. 2005. Grain yield and yield components in three chickpea genotypes under dry land conditions with and without supplementary irrigation at different plant densities in Khorram-Abad, Lorestan. Iranian J. Agric. Sci. 36: 719-731. (In Persian with English Summary).
6. Fanaei, H.R., Galoi, M., Ghanbari Bonjar, A., Solouki, M., and Taroi Rad, R. 2008. Effect of planting date and seedling rate on grain yield and yield components in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under Sistan conditions. Iranian J. Agron. Sci. 10: 15-30. (In Persian with English Summary).
7. Faraji, A. 2003. Effect of sowing date and plant density on rapeseed varieties. Iranian J. Agron. Sci. 5: 64-73. (In Persian with English Summary).
8. Firozeh, F., Shirani Rad, A.H., Razaie, A., Naderi, M.R., and Bani Taba, S.A. 1385. Effect of planting pattern on grain yield and its components in spring safflower in Isfahan. Iranian J. Agron. Sci. 8: 259-267. (In Persian with English Summary).
9. Ghorban Zadeh, M., and Nasiri, M. 2005. Response of grain yield of soybean varieties and yield components to delay in sowing. J. Agric. Sci. 15: 149-161.
10. Horn, P.W., and Burnside, O.C. 1985. Soybean growth as influenced by planting date, cultivation and weed removal. Agron. J. 77: 793-795.
11. Imam, Y., and Niknejad, M. 2004. An introduction to physiology of agronomic plants yield. Shiraz University Pub. Second. Ed. pp. 571. (In Persian).
12. Jalilian, J., Modarres Sanavi, S.A.M., and Sabbagh Pour, S.H., 2005. Effect of plant density and supplementary irrigation on yield and protein of four chickpea varieties in dry land conditions. J. Agric. Sci. Natur. Res. 12: 1-9. (In Persian with English Summary).
13. Kheirkhah, M., Bagheri, A., Nasiri Mahalati, M., and Nezami, A. 2002. Selection of germplasm of Kabouli chickpea (*Cicer arietinum* L.) for early planting in Mashhad climatic conditions. Agric. Sci. Ind. J. 16: 173-180. (In Persian with English Summary).
14. Lopez-Billido, F.J., Lopez Billido, R.J., Khalil, S.K., and Lopez-Billido. L. 2008. Effect of planting date on winter Kabuli chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean condition. Agro. J. 100: 957-967.

15. Mahmoudi, A.A. 2006. Effect of planting date and seed density on grain yield of local variety of lentil in dry condition of northern Khorassan. Iranian J. Agron. Sci. 8: 232-240. (In Persian with English Summary).
16. Mohammad Nejad, Y., and Soltani, A. 2005. The proportion of main stem and branches on yield of chickpea at various planting dates and densities. The First National Conference on Pulses. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian).
17. Mousavi, S.K., Ahmadi, A., and Ghorbani, R. 2009. Evaluation the effects of sowing date and plant population on morphological characteristics and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its weed population under dry land condition of Lorestan province. Iranian Agron. Res. J. 7: 241-255. (In Persian with English Summary).
18. Mousavi, S.K., and Pezeshkpour, P. 2006. Evaluation of Kabouli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date. Iranian J. Agron. Res. 4: 141-154. (In Persian with English Summary).
19. Mousavi, S.K., and Shakarami, G.H. 2008. Effect of supplementary irrigation on yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in low rainfall condition. Plant Prod. J. 1: 99-113. (In Persian with English Summary).
20. Mousavi, S.K., Pezeshkpour, P., and Shahroudi, M. 2009. Effects of planting date, crop variety and weed interference on yield and yield components of dry land chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian J. Field Crop Sci. 40: 59-69. (In Persian with English Summary).
21. Naseri, R. 2008. Effect of planting pattern on quantity and quality of safflower in rained condition of Ilam. MSc. Thesis. Agriculture Faculty, Ilam University, pp. 81.
22. Ortega, P.F., Jose Grageda, G., and Morales, G. 1996. Effect of sowing dates, irrigation, plant densities and genotypes on chickpea in Sonora, Mexico. Inter. Chickpea and Pigeon pea Newsletter 3: 24-26.
23. Pepper, G.E., and Walker, J.T. 1988. Yield components for stand deficiencies by determinate and indeterminate growth-habit soybean. Agron. J. 80:1-4.
24. Porsa, H., Bagheri, A., Nezami, A., Mohammad Abadi, A.A., Langari, M., and Nazemi, A. 2002. Possibility of autumn-winter plantation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in dry land conditions of northern Khorasan. Agric. Sci. Ind. J. 16: 143-152. (In Persian with English Summary).
25. Raey, Y., Demaghi, N., and Seied Sharifi, R. 2007. Effect of different levels of irrigation and plant density on grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) Deci type cv. Kaka. Iranian Agron. Sci. 9: 371-381.
26. Raymar, P.L., and Bernard, R.L. 1988. Effect of some qualitative genes on soybean performance in late-planted environment. Crop Sci. 28: 765-769.
27. Sabaghpour, S.H. 2002. Inheritance of stem color in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 9: 75-80. (In Persian with English Summary).
28. Sabaghpour, S.H., Koumar, J., and Rao, T.N. 2006. Inheritance of number of pods per peduncle and its effect on other characters in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 21-28. (In Persian with English Summary).
29. 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.
30. Zaiter, H.Z., and Barakat, S.G. 1995. Flower and pod abortion in chickpea as affected by sowing date and cultivar. Can. J. Plant Sci. 75: 321-327.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 7-18

Effects of planting date and density on yield, yield components and protein content of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions in Ilam province

Naseri[1*], R., Siyadat[2], S.A., Soleymani Fard[3], A., Soleymani[4], R. & Khosh Khabar[5], H.

1- Former M.Sc. Student, University of Ilam, Ilam, Iran
2- Prof., Agriculture Natural Resources, the University of Ramin, Ahvaz, Iran
3- Agriculture department, Pyame Noor University, PO.BOX 19395-4697, Tehran, I.R. of Iran
4- Agriculture and Natural Resources Research Center, Ilam, Iran
5- Former M.Sc. student, Islamic Azad University, Khoramabad Branch, Khoramabad, Iran

Received: 8 Jun 2010
Accepted: 7 February 2011

Abstract

In order to study the effects of planting date and plant density on yield and its components in three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in rainfed conditions of Ilam, a field experiment was carried out using split plot design as factorial by complete randomized block design with three replications at Shirvan-Chardavol Agriculture Research Station during 2008-2009. Sowing dates were assigned to main plots at two seasons planting (autumn and spring), plant density (20 and 40 plants/m^2) and three cultivars (Arman, Hashem and Azad) were arranged as randomized in sub-plots. Results indicated that grain yield and yield components were affected by planting date and autumn planting produced the highest grain yield (1578 kg/ha). Number of pods per plant, grain yield, 100-grain weight and harvest index were affected by planting density. The highest grain yield obtained from plant density of 20 plants/m^2. In this experiment, all traits were affected by cultivars and Azad cultivar showed the highest grain yield and its components. Interaction effects of planting date × plant density × cultivars had a significant effect on grain yield. The highest grain yield (1940kg/ha) obtained from Azad cultivar in autumn sowing date at the rate of 20 plant/m^2. Using soil and environmental factors in autumn planting of Azad cultivar resulted in produce of maximum yield and yield components. Complementary researches were recommended for achieving applied results.

Key words: Chickpea, Grain yield, Plant density, Rainfed condition, Season planting

[*] **Corresponding Author:** E-mail: rah_naseri@yahoo.com, Mobile: 09188410134

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۳۴-۱۹، نیمهٔ دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 19-34

اثر تراکم کاشت و تیپ رشدی بر عملکرد، اجزای عملکرد و جامعهٔ علف‌های‌هرز لوبیاقرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)

مظفر اسحاقی[1*]، مهدی راستگو[2]، مجید پوریوسف[3] و رضا فتوت[3]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان
۲- استادیار دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۲۱

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تراکم کاشت و تیپ رشدی بر عملکرد، اجزای عملکرد و جامعه‌ی علف‌های هرز لوبیاقرمز، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ارقام لوبیا (گلی، صیاد و درخشان) و تراکم کاشت (در دو سطح ۴۰ و ۶۶بوته در مترمربع) به صورت فاکتوریل به عنوان کرت اصلی و رقابت علف‌های هرز (در دو سطح کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز) به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. ارقام گلی و درخشان به ترتیب ۱۲ و ۱۰درصد عملکرد بیشتری نسبت به رقم صیاد داشتند. اثر تراکم کاشت بر تعداد غلاف در بوته (۱۵درصد کاهش)، تعداد دانه در غلاف (۸درصد کاهش) و عملکرد دانه (۵درصد افزایش) معنی‌دار بود ولی بر سایر صفات اثر معنی‌داری ایجاد نکرد. بر اساس نتایج، آلودگی علف‌های هرز حدود ۳۵درصد عملکرد دانهٔ لوبیاقرمز را کاهش داد. رقم گلی در مقایسه با سایر ارقام، تراکم (دوبرابر کاهش نسبت به رقم درخشان) و وزن خشک علف‌های هرز (بیش از سه‌برابر کاهش نسبت به رقم درخشان) را به میزان بیشتری کاهش داد. همچنین افزایش تراکم کاشت نیز به شکل معنی‌داری، تراکم (۳۲درصد) و وزن خشک کل علف‌های هرز (۲۲درصد) را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: تداخل، تراکم بهینه، رقم ایستاده، رقم رونده، رقم نیمه ایستاده

مقدمه

با افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به پروتئین، استفاده از منابع پروتئین گیاهی در حال افزایش است. پس از غلات، حبوبات مهم‌ترین منبع غذایی بوده و لوبیا یکی از مهم‌ترین حبوبات و از قدیمی‌ترین محصولات کشاورزی است که مبدأ آن آمریکا است (Majnoun Hosseini, 2009). مطالعات گوناگون نشان می‌دهد که با استفاده از پروتئین گیاهی، می‌توان اثرات سوء ناشی از کمبود پروتئین را تا حدودی جبران کرد و حبوبات به‌ویژه لوبیا، با داشتن ۲۰ تا ۲۵رصد پروتئین می‌تواند نقش مؤثری را در این زمینه ایفا کند (Timothy *et al.*,1997). لوبیا از نظر میزان تولید و سطح زیر کشت، پس از سویا از مهم‌ترین حبوبات جهان محسوب می‌شود که در بسیاری از کشورها از جمله ایران، در حال کشت است. مقایسه سطح زیر کشت و میزان تولید حبوبات در ایران از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ نشان می‌دهد که از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید در ایران، نخود در مقام اول و لوبیا (انواع لوبیای خشک) در مقام دوم قرار دارد (FAO, 2008). Woolley *et al.* (1993) گزارش کردند که عدم کنترل علف‌های هرز در مزارع لوبیاچیتی تا ۷۰درصد عملکرد این گیاه را کاهش داد. رقابت لوبیا با علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه نداشت، ولی کنترل علف‌های‌هرز به طور متوسط ۶۳درصد عملکرد لوبیا را کاهش داد (Lack *et al.*, 2006).

از جمله مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد در محصول لوبیا، حضور علف‌های‌هرز است. به عنوان مثال عملکرد لوبیا در حضور تراکم ۳۰بوته در مترمربع ارزن وحشی (*Panicum miliaceum*)، ۲۹ تا ۵۸درصد کاهش یافت (Malik *et al.*, 1993). دلیل اصلی کاهش عملکرد محصول در شرایط حضور علف‌های‌هرز، قدرت رقابتی بالاتر علف‌های‌هرز در مقایسه با لوبیا در استفاده از منابع محیطی مانند نور، آب و عناصر غذایی است (Vangessel *et al.*,1998). Wilson *et al.*(1993) گزارش کردند که به ازای هر ۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار وزن خشک علف‌های‌هرز، عملکرد لوبیا ۲۰۸کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. علف‌های‌هرز یکساله در شرایط عدم کنترل، عملکرد لوبیا سفید را تا ۷۰درصد کاهش دادند به‌طوری‌که

* **نویسنده مسئول:** زنجان، دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تلفن: ۰۹۱۲۴۶۵۶۴۸۶، پُست الکترونیک: meshaghi94@yahoo.com

به‌ازای هر یک کیلوگرم مادهٔ خشک علف‌های‌هرز یکساله، عملکرد لوبیاسفید به میزان ۰/۳۸کیلوکرم در هکتار کاهش یافت (Malik *et al.*, 1993).

یکی از جنبه‌های مهم تنظیم یکنواخت گیاهان زراعی در سطح زمین، تأثیر آن بر قدرت رقابت با علف‌هرز است و افزایش تراکم گیاه زراعی از ابزارهای مدیریت علف‌های‌هرز در نظام‌های پایدار تولید محسوب می‌شود (Baghestani, 2009). در مطالعه‌ای مشخص شد که با افزایش تراکم کاشت لوبیا از ۲۰ به ۳۰ و ۴۰بوته در مترمربع، میزان عملکرد نیز به ترتیب ۱۵/۴ و ۲۴/۷درصد افزایش یافت و زیست تودهٔ علف‌های‌هرز نیز با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰، به میزان ۳۰درصد کاهش یافت (Lak *et al.*, 2006).

تیپ رشدی گیاه از طریق تأثیر بر توانایی رقابتی و نیز تراکم‌پذیری آن، می‌تواند اثرات قابل‌توجهی بر عملکرد داشته باشد. در بررسی که روی ارقام مختلف لوبیاچیتی انجام شد، لاین COS16 (با تیپ رشد محدود) نسبت به رقم تلاش (با تیپ رشد نامحدود)، ۵/۲درصد افزایش عملکرد داشت (Beizaii, 1999). Malik *et al.*, (1993) در بررسی رقابت ارقام رشدمحدود و رشدنامحدود لوبیا با علف‌های‌هرز، دریافتند که ارقام رشدنامحدود، وزن خشک علف‌های‌هرز را نسبت به ارقام دیگر، ۱۰ تا ۳۵درصد بیشترکاهش دادند.

با توجه به مطالب ذکر شده، این آزمایش به منظور ارزیابی اثرات تراکم کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و جامعه علف‌های‌هرز ارقام با تیپ رشدی مختلف لوبیاقرمز در منطقه زنجان انجام شد.

مواد و روش‌ها

ین آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان با عرض جغرافیایی۳۶درجه و۴۰دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸درجه و ۲۹دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا اجرا شد. خاک زمین مورد آزمایش از نوع سیلتی‌لومی بود (جدول ۱). عملیات آماده‌سازی زمین مورد آزمایش، در طی پاییز و بهار انجام شد. طرح مورد استفاده به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بود که با سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی شامل ارقام لوبیا در سه سطح: درخشان (رقم ایستاده)، صیاد (رقم بوته‌ای نیمه رونده) و گلی (رقم رونده)؛ و تراکم کاشت در دو سطح: تراکم بهینه (۴۰بوته در مترمربع) و بالاتر از بهینه (۶۶بوته در مترمربع) به صورت فاکتوریل و کرت‌های فرعی شامل رقابت علف‌های‌هرز در دو سطح: کنترل کامل علف‌های‌هرز و بدون کنترل بود.

جدول۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعهٔ آزمایشی
Table 1. Soil properties of experimental field

پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (٪)	شن Sand (٪)	سیلت Silt (٪)	رس Clay (٪)	اسیدیته pH	مادهٔ آلی Organic Matter (٪)
235	6.2	0.05	33	39	28	8.29	1.52

ابعاد کرت‌های فرعی ۲/۵×۶ متر و بین هر تکرار نیز یک‌متر فاصله در نظر گرفته شد. داخل هر کرت پنج پشته به فاصله‌ی ۵۰سانتی‌متر(سه پشتهٔ وسطی برای نمونه‌گیری‌های طی فصل و انتهای فصل رشد و دو پشتهٔ کناری نیز برای حذف اثر حاشیه‌ای) بود. پس از آماده‌سازی زمین، بذور لوبیا به صورت خشکه‌کاری توسط دست، در دو تراکم۴۰ و ۶۶بوته لوبیا در مترمربع، به صورت کپه‌ای با دو تا سه بذر درعمق چهار تا پنج سانتی‌متری خاک کشت شد. جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز، کود اوره به میزان ۱۰۰کیلوگرم (۵۰کیلوگرم نیتروژن خالص) در هکتار مصرف شد. جهت تأمین فسفر و پتاسیم مورد نیاز لوبیا، کود سوپرفسفات‌تریپل و سولفات‌پتاسیم به میزان ۷۵ و ۱۰۰کیلوگرم در هکتار استفاده شد. اولین آبیاری، پس از کاشت انجام شد و سایر آبیاری‌ها نیز هر هفته یک‌بار انجام شد. بعد از رسیدن به مرحلهٔ اولین برگ سه‌برگچه‌ای، عملیات تنک‌کردن گیاهچه‌های لوبیا به منظور رسیدن به تراکم مطلوب صورت گرفت و همزمان نیز در کرت‌هایی که به عنوان کرت عاری از علف‌های‌هرز در نظر گرفته شده بود، عملیات کنترل دستی علف‌های هرز انجام شد. آبیاری تا رسیدگی ۲۵درصد از بوته‌ها ادامه داشت. بعد از بلوغ فیزیولوژیکی، عملیات برداشت با دست انجام گرفت. برای این منظور از سه پشتهٔ وسطی به مساحت یک مترمربع، کلیه بوته‌ها برداشت و جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد به آزمایشگاه منتقل شدند. بعد از انتقال نمونه‌ها به داخل آزمایشگاه، در هر نمونه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. همچنین از هر نمونه،

۱۰بوته به صورت تصادفی برای اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته و۱۰غلاف برای اندازه‌گیری تعداد دانه در غلاف، انتخاب شدند. بر این اساس وزن ۱۰۰دانه، عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه)، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شد. همچنین در سطح مورد نظر، کلیه علف‌های‌هرز از سطح زمین جدا شده و پس از شمارش تعداد، جهت تعیین وزن خشک در آون ۷۵درجه سانتی‌گراد بمدت ۴۸ساعت خشک شده و سپس توزین شدند. برای تجزیه واریانس، تراکم کل و وزن خشک کل علف‌های‌هرز تیمارهای کنترل علف‌های‌هرز کنار گذاشته شد و داده‌های کرت‌های عدم کنترل علف‌های‌هرز به صورت آزمایش فاکتوریل ساده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جهت تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش، از نرم‌افزار MSTAT-C و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel و Sigma plot استفاده شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵درصد با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

جامعهٔ علف‌های‌هرز

در این پژوهش، سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، تاج‌خروس رونده (*Amaranthus blitoides*)، تاج‌خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*)، توق (*Xanthium strumarium*)، دم‌روباهی سبز (*Setaria viridis*)، ازمک (*Cardaria draba*)، گون (*Astragalus* sp.)، گل قاصد (*Taraxacum officinalis*) و سوروف (*Echinochloa crusgalli*)، علف‌های‌هرز عمدهٔ زمین آزمایش بودند که از این میان، علف‌های‌هرز دم‌روباهی سبز، سلمه‌تره، تاج‌خروس، پیچک صحرایی، توق و سوروف، گونه‌های غالب راتشکیل می‌دادند (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تراکم کل و وزن خشک کل علف‌های‌هرز تحت تأثیر رقم و تراکم کاشت لوبیاقرمز

Table 2. ANOVA results for total weed density and dry weight affected by red bean cultivar and sowing density

منابع تغییر S.O.V.		درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات MS	
			تراکم کل علف‌های‌هرز Total weed density	وزن خشک کل علف‌های‌هرز Total dry weight
بلوک	Block	2	86.22*	1411.36*
رقم	Cultivar	2	867.55**	1691605.05**
تراکم کاشت	Sowing density	1	968.00**	30084.40**
تراکم کاشت × رقم	Cultivar × Sowing density	2	202.66**	792.74ns
خطا	Error	10	9.42	785.82
ضریب تغییرات	C.V.	-	11.61	14.35

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha=0.05$ و $\alpha=0.01$.

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

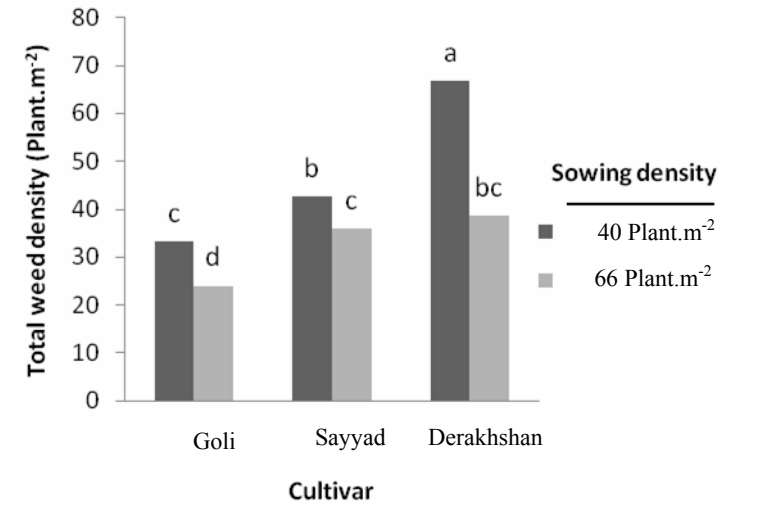
بین ارقام لوبیا، اختلاف کاملاً معنی‌داری در تراکم کل علف‌های‌هرز مشاهده شد ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). ارقام روندهٔ گُلی و نیمه‌روندهٔ صیاد، از نظر تراکم کل علف‌های‌هرز نسبت به رقم ایستاده درخشان، مقدار کمتری داشتند و رقم روندهٔ گُلی در مقایسه با رقم درخشان، حدود ۴۵درصد تراکم علف‌هرز کمتری داشت که احتمالاً نشان دهندهٔ توانایی بالاتر ارقام رونده در کنترل علف‌های‌هرز است.

اثر تراکم کاشت بر تراکم کل علف‌های‌هرز کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲) و افزایش تراکم کاشت، باعث کاهش حدود ۳۲درصدی تراکم کل علف‌های‌هرز شد (جدول۳). گزارش‌ها نشان می‌دهد که افزایش تراکم کاشت سورگوم، باعث کاهش تراکم علف‌های‌هرز می‌شود (Sanjany *et al*., 2009). اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر تراکم کل علف‌های‌هرز کاملاً معنی‌دار شد ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲) و در ارقام مختلف، در تراکم‌های مختلف، تراکم کل علف‌های‌هرز متفاوت بود (شکل۱).

در ارقام رشدنامحدود (گُلی و صیاد)، تراکم کل علف‌های‌هرز نسبت به ارقام رشدمحدود (درخشان)، کمتر بود که نشان‌دهندهٔ توان رقابتی بالای این ارقام در برابر علف‌های‌هرز است. در کل می‌توان گفت که تراکم کل علف‌های‌هرز در تراکم کاشت ۴۰بوته در مترمربع لوبیا نسبت به تراکم ۶۶بوته در مترمربع تقریباً دو برابر بود. با افزایش تراکم

کاشت لوبیا، از تراکم کل علف‌های‌هرز کاسته شد و تقریباً به نصف تعداد در ارقام رشدمحدود رسید (شکل ۱).

بر اساس شکل۲، تراکم کل علف‌های‌هرز همواره در رقم گُلی و در هر دو تراکم، کمترین مقدار را دارا بود. در ابتدای فصل رشد، در هر دو تراکم کاشت، تراکم کل علف‌های‌هرز تقریباً برابر بود. با افزایش طول دورهٔ رشد، روند افزایش تراکم کل علف‌های‌هرز ادامه یافت و در حدود ۵۰روز پس از کاشت، به حداکثر مقدار خود رسید و سپس روند کاهشی آن آغاز شد و کاهش تراکم کل علف‌های‌هرز، در ارقام رونده و نیمه‌رونده نسبت به ارقام ایستاده، شیب بیشتری داشت و در پایان فصل رشد، تراکم کل علف‌های‌هرز در ارقام رونده (گُلی) و نیمه‌رونده (صیاد) کمتر ازرقم ایستاده (درخشان) بود.



شکل ۱- اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر تراکم کل علف‌های‌هرز در لوبیا

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

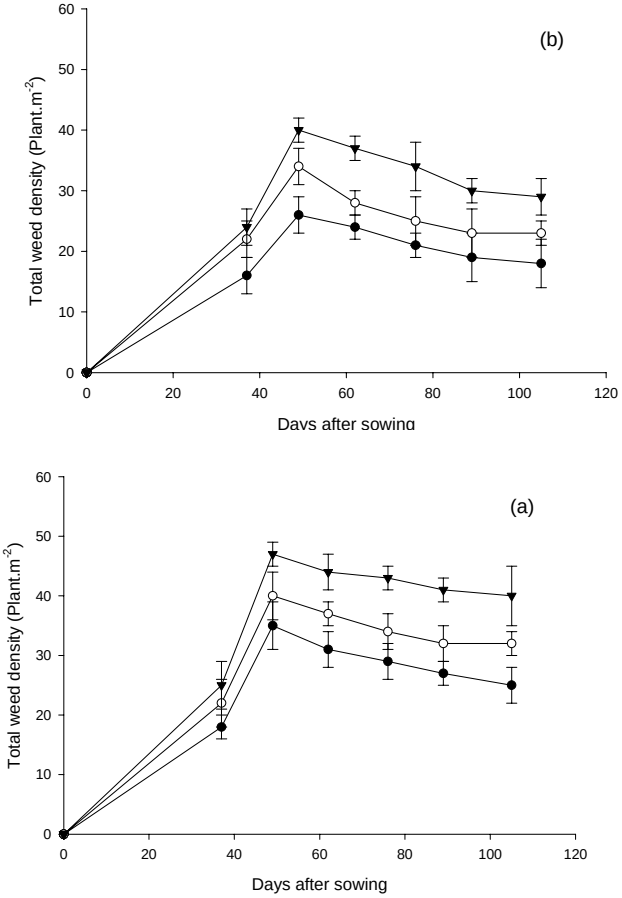
Fig. 1. Interaction between cultivar and sowing density on total weed density

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

بررسی‌ها نشان می‌دهد که پس از استقرار گیاهچه‌های علف‌های‌هرز، رقابت بر سر منابع رشدی از جمله آب و مواد غذایی، مهم‌ترین مکانیزم سرکوب علف‌های‌هرز می‌باشد (Teasdale,1992). ارقام رونده، احتمالاً با گسترش سایه‌اندازی بر روی علف‌های‌هرز باعث کاهش جوانه‌زنی و تراکم آن‌ها شده‌اند. تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش تراکم کاشت گیاه زراعی، در متوقف ساختن رشد علف‌های‌هرز مؤثر است که این موضوع در لوبیا تأیید شده است (Aguyoh & Masiunas, 2003).

بیشترین تراکم کل علف‌های‌هرز، در رقم درخشان مشاهده شد. با افزایش تراکم کاشت، در ارقام رشدمحدود، از تراکم کل علف‌های‌هرز کاسته شد، اما این کاهش درمقایسه با ارقام رشدنامحدود، کمتر بود. تراکم کل علف‌های‌هرز در رقم گُلی کمتر از درخشان بود که این موضوع با توجه به رشدنامحدودبودن این ارقام قابل پیش‌بینی بود (جدول ۳). همچنین اثر رقم بر وزن خشک کل علف‌های‌هرز کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). بسته به رقم لوبیاقرمز، وزن خشک کل علف‌های‌هرز متفاوت بود به‌ترتیبی که در ارقام رونده و نیمه‌رونده، به طور معنی‌داری با رقم ایستاده تفاوت داشت ($p\leq$۰/۰۱) و در رقم گُلی، وزن خشک کل علف‌های‌هرز، نسبت به رقم درخشان کمتر بود. وزن خشک رقم صیاد در مقایسه با رقم درخشان کمتر بود (جدول ۳). احتمالاً رقم گُلی و صیاد به دلیل رشد نامحدود بودن، قدرت رقابتی بیشتری نسبت به رقم ایستاده درخشان داشتند. ارقام رونده و نیمه‌رونده به دلیل ارتفاع بلندتر و سایه‌اندازی، باعث کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز شدند. Samayi *et al*. (2006)، نیز در بررسی‌های خود بر روی سویا، تفاوت وزن خشک علف‌های‌هرز را در ارقام مختلف گزارش کردند.

اثر تراکم کاشت بر وزن خشک کل علف‌های‌هرز، کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). با افزایش تراکم کاشت لوبیا، مجموع وزن خشک تولیدی علف‌های‌هرز ۲۲درصد کاهش یافت. حداکثر وزن خشک کل علف‌های‌هرز در تراکم کاشت ۴۰بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۳).



شکل ۲- روند تغییرات تراکم کل علف‌های‌هرز در طی فصل رشد در ارقام گلی (..●..)، صیاد (--○--) و درخشان (ـ▼ـ) در تیمارهای a: تراکم ۴۰بوته در مترمربع، b: تراکم ۶۶ بوته در مترمربع

خطای استاندارد (SE) برای هر نقطه مشخص شده است.

Fig. 2. Total weed density trend during growth season in Goli (..●..), Sayyad (--○--) and Derakhshan (ـ▼ـ) cultivars at a: 40 Plant.m^{-2} sowing density, b: 66 Plant.m^{-2} sowing density

Error bars equal to standard error (SE).

اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر وزن خشک کل علف‌های‌هرز معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین وزن خشک جامعه‌ی علف‌های‌هرز، در تراکم کاشت ۴۰بوته در مترمربع و رقم درخشان حاصل شد و با افزایش تراکم کاشت، وزن خشک کل علف‌های‌هرز این تیمار کاهش یافت اما باز هم در مقایسه با ارقام رونده و نیمه‌رونده، بیشترین وزن خشک کل علف‌های‌هرز را داشت.

بر اساس جدول۳، وزن خشک کل علف‌های‌هرز در ارقام رونده و نیمه‌رونده کمتر از رقم ایستاده درخشان بود و به عبارتی دیگر، ارقام رونده و نیمه‌رونده در کنترل بیوماس علف‌های‌هرز بهتر عمل کرده و ظاهراً از منابع موجود استفادهٔ بهتری کردند (شکل ۳).

در ابتدای فصل رشد و تا حدود ۵۰روز پس از کاشت، در هر دو تراکم کاشت لوبیاقرمز، وزن خشک کل علف‌های‌هرز تقریباً برابر بود اما با گذشت زمان، اختلاف بین ارقام افزایش پیدا کرد و وزن خشک علف‌های‌هرز در طی فصل رشد با یک شیب خطی افزایش یافت و بیشترین وزن خشک علف‌های‌هرز را رقم درخشان به خود اختصاص داد (شکل ۳). با توجه به روند افزایش وزن خشک کل علف‌های‌هرز و تیمارهای مذکور و وقوع خودتنکی (Van Acker, 1993) می‌توان دریافت که با طولانی‌شدن فصل رشد اگرچه تراکم کاهش یافت ولی وزن خشک علف‌های‌هرزی که به پایان فصل رشد رسیدند، بسیار افزایش یافت و علف‌های‌هرز از این طریق فشار رقابتی خود را به گیاه زراعی تحمیل کردند.

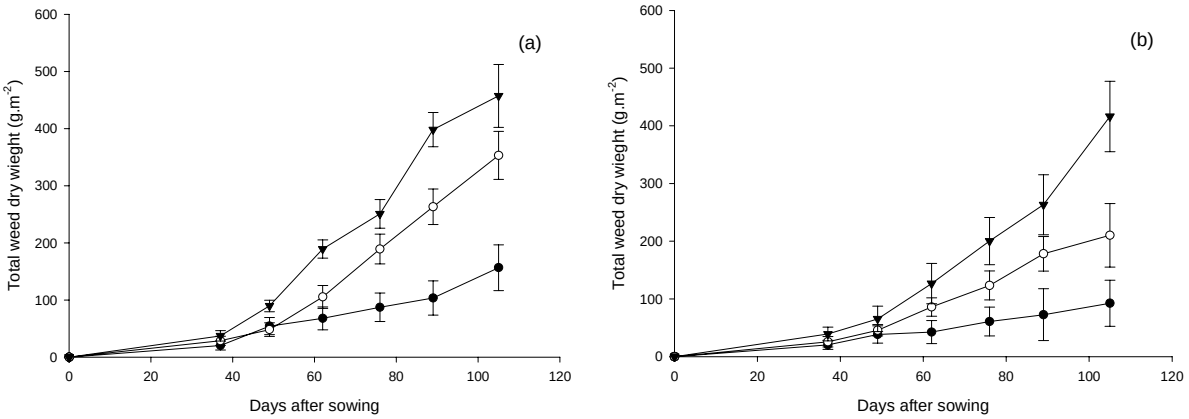
جدول ۳- مقایسه میانگین تراکم و وزن خشک کل علف‌های‌هرز در ارقام مختلف لوبیا قرمز و تراکم‌های مختلف کاشت

Table 3. Mean comparisons for total weed density and dry weight in different red bean cultivars and sowing density

وزن خشک کل علف‌های‌هرز (گرم در مترمربع) Total weed dry weight ($g.m^{-2}$)	تراکم کل علف‌های‌هرز (بوته در مترمربع) Total weed density ($Plant.m^{-2}$)	تیمار Treatment		
152.00 c	28.67 c	Goli	گلی	رقم Cultivar
316.20 b	39.33 b	Sayyad	صیاد	
491.10 a	56.67 a	Derakhshan	درخشان	
359.52 a	48.55 a	40		تراکم کاشت (بوته در مترمربع) Sowing density ($Plant.m^{-2}$)
279.98 b	32.89 b	66		

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

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



شکل ۳- روند تغییرات وزن خشک علف‌های‌هرز در طی فصل رشد در رقم ارقام گلی (..●..)، صیاد (--○--) و درخشان (ـ▼ـ) در تیمارهای a: تراکم ۴۰بوته در مترمربع، b: تراکم ۶۶بوته در مترمربع

خطای استاندارد (SE) برای هر نقطه مشخص شده است.

Fig. 3. Total weed dry matter trend during growth season in Goli (..●..), Sayyad (- -○- -) and Derakhshan (ـ▼ـ) cultivars at a: 40 $Plant.m^{-2}$ sowing density, b: 66 $Plant.m^{-2}$ sowing density

Error bars equal to standard error (SE).

محققان دیگر هم در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که افزایش تراکم کاشت باعث کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز می‌شود (Blackshaw, 1991).

اجزای عملکرد

بین ارقام مختلف تفاوت کاملاً معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) از نظر تعداد غلاف در بوته مشاهده شد (جدول ۴). در بین ارقام، رقم گُلی در مقایسه با رقم درخشان، حدود ۱۵درصد و در مقایسه با صیاد حدود ۲۴درصد تعداد غلاف بیشتری داشت ولی بین ارقام صیاد و درخشان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). سایر بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد که ارقام رشدنامحدود لوبیا پتانسیل عملکرد بیشتری نسبت به ارقام رشدمحدود دارند (Beizaie, 1999).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا تحت تأثیر ارقام، تراکم کاشت و کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز
Table 4. ANOVA results for yield and yield components affected by red bean cultivar, sowing density and weed control

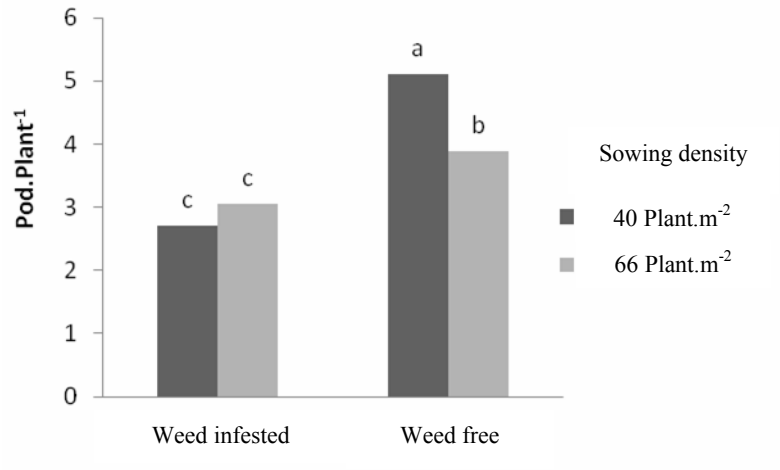
منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	MS میانگین مربعات: تعداد غلاف در بوته Number of pods/plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Number of seeds/pod^{-1}	وزن ۱۰۰دانه 100Grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص‌برداشت Harvest index
بلوک Block	2	0.17^{ns}	6.38*	41.18^{ns}	1336.01^{ns}	236455.47^{ns}	36.84^{ns}
رقم Cultivar	2	3.04**	6.38**	732.77**	586596.32**	265462.58^{ns}	4.89^{ns}
تراکم کاشت Sowing density	1	3.12*	1.48**	24.28^{ns}	215280.48*	63001.00^{ns}	25.78^{ns}
رقم× تراکم کاشت Cultivar×sowing density	2	1.23^{ns}	0.61*	1.80^{ns}	44399.36^{ns}	102440.33^{ns}	72.97^{ns}
خطای اصلی Error a	10	0.34	0.09	36.46	30466.33	98156.06	38.85
کنترل علف‌هرز Weed control	1	22.09**	1.56**	509.48**	2631911.44**	2888414.21**	852.54**
رقم× کنترل علف هرز Cultivar×Weed control	2	0.71^{ns}	0.64*	188.17*	19714.41^{ns}	7042.45^{ns}	44.07^{ns}
تراکم کاشت × کنترل علف هرز Sowing density×Weed control	1	3.61**	0.02^{ns}	6.89^{ns}	229968.21**	693.45^{ns}	34.04^{ns}
رقم×تراکم کاشت×کنترل علف هرز Cultivar×Sowing density×Weed control	2	1.77^{ns}	0.21^{ns}	5.41^{ns}	19007.00^{ns}	9434.60^{ns}	40.12^{ns}
خطای فرعی Error b	12	0.30	0.10	35.55	18944.05	31860.73	11.69
ضریب تغییرات C.V.	-	14.95	10.56	17.04	10.91	13.56	17.01

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

بین تراکم‌های مختلف کاشت از نظر تعداد غلاف تولیدی در بوته اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) مشاهده شد (جدول ۴) به‌نحوی که با افزایش تراکم کاشت، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت و تراکم ۴۰بوته در مترمربع، حدود ۱۵درصد غلاف بیشتری نسبت به تراکم ۶۶بوته در مترمربع تولید کرد (جدول۵).

هر چند که با افزایش تراکم کاشت، تعداد غلاف‌هایی که هر گیاه تولید می‌کند به دلیل فضای کمتر کاهش می‌یابد ولی با زیادشدن تعداد بوته در واحد سطح، کمبود تعداد غلاف در واحد سطح، جبران شده و افزایش تعداد غلاف در واحد سطح را در پی خواهد آورد. بررسی‌های مختلف در زراعت لوبیا نشان داد که می‌توان با کاهش فواصل بین ردیف (افزایش تراکم)، میزان عملکرد را افزایش داد که این افزایش عملکرد دانه را مرتبط با تعداد غلاف در واحد سطح دانسته‌اند (Powelson *et al.*, 1999).

اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود ولی اثر کنترل علف‌های‌هرز بر تعداد غلاف تولیدی در بوته کاملاً معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴). تعداد غلاف در بوته از حساس‌ترین اجزای عملکرد لوبیا بوده و کاهش آن در اثر حضور علف‌های‌هرز توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Ngouajio *et al.*, 1997). تعداد غلاف در بوته در شرایط کنترل نسبت به عدم کنترل علف‌های‌هرز حدود ۳۵درصد بیشتر بود (جدول۵) که طبیعتاً علت آن، حذف فشار رقابتی ناشی از حضور علف‌های‌هرز و در دسترس‌بودن بیشتر منابع است. بررسی‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که در لوبیا تعداد غلاف در بوته، مهم‌ترین و حساس‌ترین جزء عملکرد دانه است و این صفت به شدت تحت تأثیر رقابت علف‌های‌هرز قرار می‌گیرد و نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد که عدم کنترل علف‌های هرز باعث کاهش ۴۶درصدی تعداد غلاف در بوته می‌شود (Van Acker *et al.*, 1993).



شکل ۴- اثر متقابل کنترل علف‌های‌هرز و تراکم کاشت بر تعداد غلاف در بوته لوبیاقرمز

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

Fig. 4. Interaction between weed control and sowing density on red bean`s pod numbers per plant

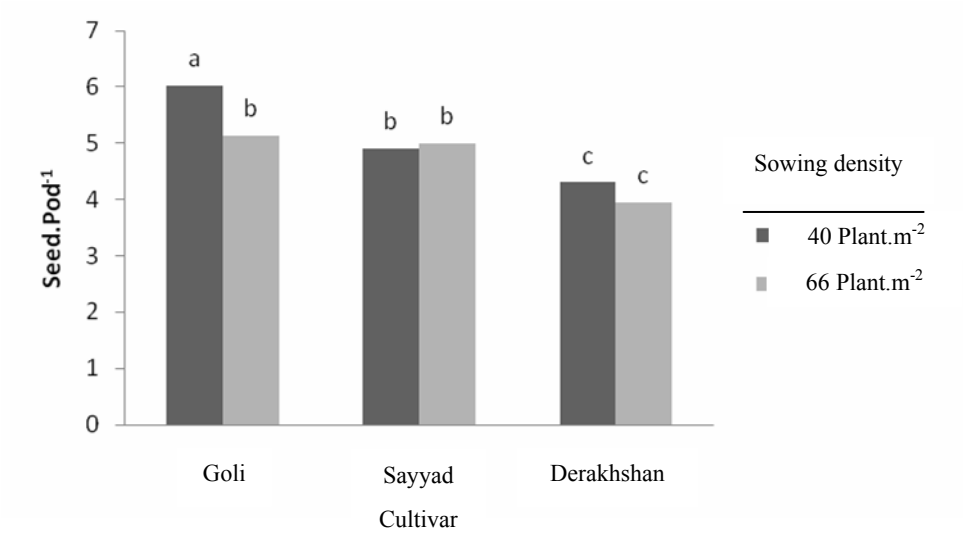
Means with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

اثر متقابل رقم و کنترل علف‌های‌هرز بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود ولی اثر متقابل تراکم و کنترل علف‌های‌هرز بر این صفت کاملاً معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴). در شرایط کنترل علفهای‌هرز، افزایش تراکم کاشت در ارقام لوبیا، منجر به کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته شد و این در حالی است که علی‌رغم کاهش تعداد غلاف در بوته در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، افزایش تراکم کاشت نه‌تنها منجر به کاهش این صفت نشد بلکه تا حدودی منجر به افزایش تعداد غلاف در بوته شد هر چند از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۴). این نتایج نشان دهندهٔ افزایش برتری رقابتی گیاه زراعی به دنبال افزایش تراکم در شرایط آلوده به علف‌های‌هرز است. ضریب همبستگی بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶) و لذا تعداد غلاف در بوته یکی از اجزای تأثیرگذار بر عملکرد دانه تعیین شد. Woolley (1993) *et al.*، تعداد غلاف در بوته را به عنوان حساس‌ترین جزء عملکرد به کنترل علف‌های‌هرز معرفی کردند.

تعداد دانه در غلاف در بین ارقام مختلف، تفاوت کاملاً معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم گُلی حدود ۲۶درصد تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به رقم درخشان داشت و رقم صیاد حدود ۱۸درصد تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به رقم درخشان داشت که تفاوت معنی‌داری با هم داشتند (جدول ۵). در بین تراکم‌های مختلف کاشت نیز تفاوت کاملاً معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) مشاهده شد (جدول۴) به این‌صورت که تراکم کاشت ۴۰بوته در مترمربع، حدود ۸درصد تعداد دانهٔ بیشتری نسبت به تراکم ۶۶بوته در مترمربع تولید کرد و با افزایش تراکم کاشت، تعداد دانه در غلاف کاهش یافت (جدول ۵). علت کاهش تعداد دانه در غلاف با افزایش تراکم، احتمالاً به دلیل کاهش منابع و افزایش رقابت درون‌گونه‌ای بین بوته‌های لوبیا است.

اثر متقابل رقم و تراکم کاشت نیز بر این صفت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) شد (جدول ۴ و شکل ۵) و با افزایش تراکم کاشت در رقم گُلی، تعداد دانه در غلاف کاهش یافت که علت آن، احتمالاً کمبود منابع در دسترس و افزایش رقابت درون‌گونه‌ای با افزایش تراکم بوده است. محققین دیگر گزارش کرده‌اند که در ارقام رشدمحدود به خاطر تنش رقابتی کمتر، معمولاً تعداد دانه در غلاف با افزایش تراکم، تغییری نمی‌کند (Hashemi Jazi, 2002).

اثر کنترل علف‌های‌هرز بر تعداد دانه در غلاف کاملاً معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول۴). کنترل علف‌های‌هرز باعث افزایش ۸درصدی تعداد دانه در غلاف شد (جدول ۵) که نشان‌دهندهٔ اثر منفی علف‌های‌هرز در کاهش تعداد دانه در غلاف بود. در مطالعه‌ای دیگر نیز کاهش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف لوبیا در رقابت با علف‌های‌هرز گزارش شده است (Malik *et al.*, 1993).



شکل۵- اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر تعداد دانه در غلاف لوبیاقرمز

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

Fig. 5. Interaction between cultivar and sowing density on red bean`s seed number per pod

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

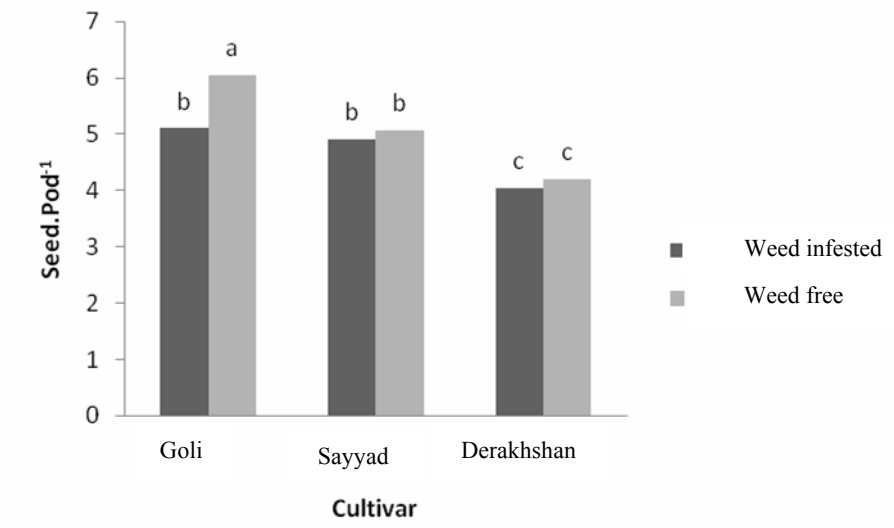
اثر متقابل رقم و کنترل علف‌های‌هرز بر تعداد دانه در غلاف نیز معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود (جدول ۴). در همهٔ ارقام با کنترل علف‌های‌هرز تعداد دانه بیشتری تولید شد. احتمالاً دلیل آن، در دسترس بودن بیشتر منابع و عدم رقابت با علف‌های‌هرز است (شکل ۶). اما اثر متقابل تراکم کاشت و کنترل علف‌های‌هرز معنی‌دار نبود (جدول ۴) و افزایش تراکم کاشت باعث افزایش تعداد دانه در غلاف در تیمارهای آلوده به علف‌های‌هرز نشد که نشان دهندهٔ عدم تأثیر تراکم کاشت بر تعداد دانه در غلاف، در شرایط وجود علف‌های‌هرز است. به عقیده برخی از محققین، تعداد دانه در غلاف از ثبات زیادی برخوردار است (Burnside *et al.*, 1998).

همبستگی بین عملکرد و تعداد دانه در غلاف، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج سایر مطالعات نیز همبستگی مثبتی بین عملکرد و تعداد دانه در غلاف را نشان داده است (Bagheri *et al.*,2001). با توجه به این‌که این ضریب همبستگی نسبتاً زیاد و مثبت است تعداد دانه در غلاف نیز یکی از اجزای مهم در عملکرد دانهٔ لوبیا در این آزمایش تعیین شد.

جدول۴ نشان می‌دهد که تأثیر رقم بر وزن ۱۰۰دانه کاملاً معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) بود. جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که رقم درخشان در مقایسه با رقم گُلی، حدوداً ۲۹درصد وزن ۱۰۰دانه بیشتری داشت، اما تفاوت معنی‌داری بین ارقام گُلی و صیاد مشاهده نشد (جدول ۵). بررسی‌های قبلی هم نشان داده است که رقم درخشان وزن ۱۰۰دانه بالاتری دارد (Doori *et al.*, 2002).

اثر تراکم کاشت بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار نشد (جدول۴). در گزارش‌های متعددی در خصوص اثرات فاصلهٔ دو بوته بر وزن ۱۰۰دانه بحث شده است و نتایج این پژوهش با نتایج گزارش‌های Rosalind *et al.*, (2000) در لوبیا که بیان کردند که با افزایش تراکم کاشت، وزن ۱۰۰دانه تغییری نمی‌کند، مطابقت داشت.

بالاتر بودن وزن ۱۰۰دانه در شرایط کنترل کامل علف‌های‌هرز می‌تواند به علت کاهش رقابت بین لوبیا و علف‌های‌هرز باشد که منابع بیشتری را در اختیار گیاه لوبیا قرار می‌دهد. عدم کنترل علف‌های‌هرز سبب کاهش وزن ۱۰۰دانه شد. در بین ارقام، رقم ایستادهٔ درخشان وزن ۱۰۰دانهٔ بیشتری را نسبت به دیگر رقم‌ها داشت. با کنترل علف‌های‌هرز وزن ۱۰۰دانه حدود ۲۰درصد نسبت به عدم کنترل علف‌های‌هرز بیشتر بود و علف‌های‌هرز باعث کاهش وزن ۱۰۰دانه درگیاه لوبیا شدند (شکل ۷).



شکل ۶- اثر متقابل رقم و کنترل علف‌های‌هرز بر تعداد دانه در غلاف در لوبیا

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

Fig. 6. Interaction between cultivar and weed control on red bean`s seed number per pod

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

اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار نشد اما اثر کنترل علف‌های‌هرز بر روی وزن ۱۰۰دانه کاملاً معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴). اثر متقابل رقم و کنترل علف‌های‌هرز نیز بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، ولی اثر متقابل تراکم کاشت و کنترل علف‌های‌هرز بر وزن ۱۰۰دانه معنی‌دار نشد (جدول ۴ و شکل ۷). (Malik *et al.* 1993) در لوبیا گزارش کردند که رقابت علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰دانه داشت.

اثرات ساده رقم و تراکم کاشت لوبیا و همچنین اثر متقابل هیچ‌یک از تیمارها بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول۴)، اما اثر کنترل علف‌های‌هرز بر عملکرد بیولوژیک کاملاً معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴). در صورت عدم کنترل علف‌های‌هرز، عملکرد بیولوژیک کاهش حدود ۱۵درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۵). عملکرد بیولوژیک با تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه همبستگی کاملاً مثبت و معنی‌داری داشت (جدول۶). محققان دیگر هم بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را گزارش کردند (Sabok Dast & Kheyal Parast , 2005).

بر طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر رقم بر عملکرد دانه کاملاً معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول۴) و ارقام مختلف عملکرد دانهٔ متفاوتی داشتند. عملکرد دانهٔ رقم گُلی نسبت به عملکرد رقم درخشان در حدود ۱۲درصد بیشتر بود، اما بین عملکرد دانهٔ ارقام صیاد و درخشان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). بررسی‌های دیگران نیز نشان داده است که ارقام رشدنامحدود، ثبات عملکرد بیشتری در مقایسه با ارقام رشدمحدود دارند (Kelly *et al.*,1987). در تحقیق دیگری که روی ارقام مختلف لوبیاچیتی در پاکستان انجام شد، تیپ‌های مختلف لوبیا (تیپ I.II.III) از نظر عملکرد دارای اختلاف معنی‌دار بودند (Mehraj *et al.*, 1996). به نظر می‌رسد که بالاتر بودن عملکرد دانه در ارقام روندهٔ گُلی و نیمه‌روندهٔ صیاد، ناشی از رشد نامحدود و تیپ روندهٔ آن‌ها می‌باشد. اثر تراکم کاشت نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۴) و با افزایش تراکم کاشت، عملکرد دانه ۵درصد افزایش یافت (جدول ۵).

تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که با افزایش تراکم گیاه زراعی، عملکرد تا حد مشخصی افزایش پیدا می‌کند (Powelson *et al.*, 1999). افزایش تراکم، باعث افزایش تعداد غلاف در واحد سطح می‌شود و نتیجهٔ آن، افزایش عملکرد دانه است. ارقام رشدمحدود حبوبات، به تغییرات تراکم و فاصلهٔ ردیف کاشت واکنش بهتری نشان داده و برای کاشت در تراکم‌های بالا (فواصل ردیف کاشت باریک) از ارقام رشدنامحدود، مناسب‌تر هستند که احتمالاً تشکیل بخش عمدهٔ اجزای عملکرد روی ساقه‌ی اصلی، دلیل موفقیت این ارقام می‌باشد (Silim & Saxena, 1992). تأثیر کنترل علف‌های‌هرز نیز بر عملکرد دانه کاملاً معنی‌دار ($P \leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴). عدم کنترل علف‌های‌هرز، باعث کاهش عملکرد دانه

می‌شود. دلیل اصلی کاهش محصول در شرایط حضور علف‌های‌هرز، برتری رقابتی علف‌های‌هرز در برابر لوبیا در استفاده از منابع محیطی مورد نیاز برای رشد نظیر نور، آب و عناصر غدایی است (Vangessel *et al*., 1998). منطبق بر نتایج این پژوهش، عدم کنترل علف‌های‌هرز منجر به ۳۵درصد کاهش در عملکرد دانه شد (جدول ۵)، بنابراین کنترل علف‌های‌هرز برای بدست آوردن عملکرد بالا ضروری است. محققان با تأکید بر مدیریت دقیق کنترل علف‌های‌هرز لوبیا گزارش کردند که عملکرد لوبیا در رقابت با علف‌های‌هرز از ۲۲۳۰ کیلوگرم در هکتار به ۸۲۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و همچنین بیان کردند که به ازای هر ۲/۹ کیلوگرم بیوماس علف‌های‌هرز، تولید دانهٔ لوبیا یک کیلوگرم کاهش می‌یابد (Burnside *et al*., 1998) . اثر متقابل رقم و کنترل علف‌های‌هرز معنی‌دار نشد ولی اثر متقابل تراکم و کنترل علف‌های‌هرز بر عملکرد دانه کاملاً معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴). عملکرد دانه در تراکم ۶۶بوته در مترمربع و در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، تفاوت معنی‌داری را با تراکم ۴۰بوته در مترمربع و کنترل علف‌های‌هرز نشان نداد (شکل ۸).

Blackshaw (1991) نیز در مطالعهٔ رقابت لوبیا با تاج‌ریزی سیاه مشاهده کرد که عملکرد دانهٔ لوبیا با شدت بیشتری نسبت به عملکرد بیولوژیک کاهش می‌یابد. گیاه برای تولید دانه، در ابتدا باید رشد رویشی داشته باشد و بعد مواد فتوسنتزی در دانه ذخیره شود. چون در مراحل ابتدایی، رقابت خیلی شدید نیست، گیاه رشد رویشی را انجام داده و در مرحله‌ای که مواد فتوسنتزی باید ذخیره شود به علت رقابت شدید با علف‌های‌هرز، عملکرد دانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد و عملکرد دانه کاهش بیشتری را نسبت به عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد.

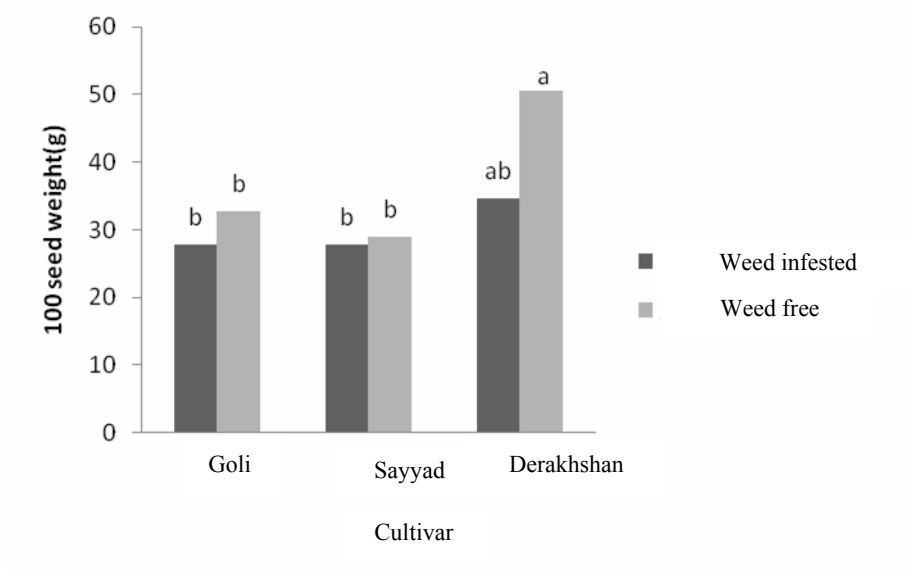
جدول ۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاقرمز تحت تأثیر رقم، تراکم کاشت و کنترل علف‌های‌هرز

Table 5. Mean comparisons for yield and yield components affected by red bean cultivar, sowing density and weed control

شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed/Pod	تعداد غلاف در بوته Pod/Plant	تیمار Treatment	
42.44 a	7152.76 a	3048.95 a	30.28 b	5.57 a	4.24 a	گلی Goli	رقم Cultivar
42.79 a	7029.32 a	2953.53 b	28.41 b	4.99 b	3.24 b	صیاد Sayyad	
41.16 a	6857.66 a	2 834.25 b	42.53 a	4.12 c	3.36 b	درخشان Derakhshan	
41.95 a	6971.11 a	2870.64 b	34.47 a	5.10 a	4.00 a	40	تراکم کاشت (بوته در مترمربع) Sowing density (Plant/m)
42.64 a	7054.72 a	3020.51 a	33.00 a	4.69 b	3.41 b	66	
37.93 a	6729.68 a	2515.18 b	30.06 b	4.68 b	2.92 b	عدم کنترل Weed infested	کنترل علف هرز Weed control
46.66 b	7296.20 b	3375.97 a	37.71 a	5.10 a	4.48 a	کنترل Weed free	

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

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



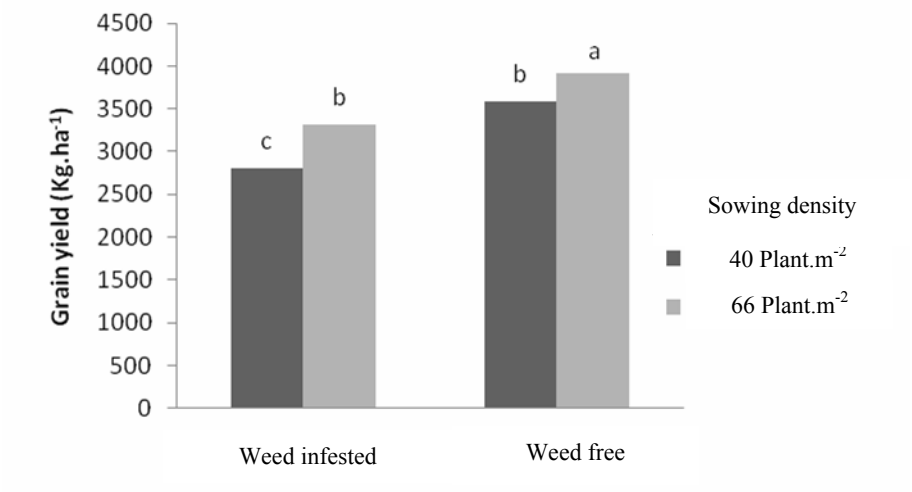
شکل ۷- اثر متقابل رقم و کنترل علف‌های‌هرز بر وزن ۱۰۰دانه لوبیا

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

Fig. 7. Interaction between cultivar and weed control on red bean`s 100seed weight

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

همبستگی عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶).(Jajarmi (1999 در لوبیا به همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف اشاره کرده است. Marjani (1995) گزارش کرد که وزن ۱۰۰دانه، تعداد کل غلاف‌ها و تعداد دانه درغلاف، بیش از ۶۹درصد تغییرات عملکرد دانه تک‌بوته را توجیه کردند. عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نیز دارای رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه بودند. اما بین وزن ۱۰۰دانه و عملکرد رابطه معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶) که با گزارش Jajarmi (1999) در لوبیا مطابقت دارد.



شکل ۸- اثر متقابل تراکم و کنترل علف‌های‌هرز بر عملکرد دانه لوبیا

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

Fig. 8. Interaction between sowing density and weed control on red bean`s seed yield

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

جدول۶- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاقرمز

Table 6. Correlation coefficients between yield and yield components of red bean

متغیر Variable	تعداد غلاف در بوته Pod/plant	تعداد دانه در غلاف Seed/pod	وزن ۱۰۰ دانه 100 seed weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
تعداد دانه در غلاف Seed/pod	0.17	1			
وزن ۱۰۰دانه 100 seed weight	0.27	-0.38*	1		
عملکرد دانه Grain yield	0.54**	0.55**	0.11	1	
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.58**	0.42*	0.20	0.64**	1
شاخص برداشت Harvest index	0.31*	0.21	0.13	0.67**	0.39*

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح 0.05 =α و 0.01 =α.

*and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively.

اثر رقم و تراکم کاشت بر روی شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۴). اثر کنترل علف‌های هرز بر شاخص برداشت کاملاً معنی‌دار بود (p≤۰/۰۱) (جدول ۴). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها تفاوت بین کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز درحدود ۲۳درصد بود و عدم کنترل علف‌های‌هرز باعث کاهش در شاخص برداشت شد (جدول ۶) که احتمالاً شدیدشدن رقابت در مراحل زایشی و پایانی گیاه به کاهش تولید دانه منجر می‌شود و در نتیجه در عدم کنترل علف‌های‌هرز شاخص برداشت کاهش یافت. نتایج مشابهی هم توسط Blackshaw (1991) گزارش شده است. طبق گزارش Kafi (2008) حداکثر شاخص برداشت قابل حصول لوبیا در ایران، ۷۰درصد بوده است. شاخص برداشت با عملکرد دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۶).

به طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که در بین ارقام لوبیاقرمز مورد آزمایش، رقم درخشان (با تیپ رشد محدود) بیشترین کاهش عملکرد را نسبت به ارقام گُلی و صیاد (رونده و نیمه‌رونده) در رقابت با علف‌های‌هرز داشت و این نشان‌دهندهٔ توان رقابتی کمتر رقم رشدمحدود در برابر علف های‌هرز است. با افزایش تراکم کاشت، توان رقابتی رقم درخشان در برابر علف‌های‌هرز تا حدودی افزایش یافت. با توجه به نتایج این تحقیق، استفاده از تراکم کاشت بیشتر در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز می‌تواند باعث بهبود رشد رویشی و زایشی لوبیا شده و قدرت رقابت لوبیا را در برابر علف‌های‌هرز افزایش دهد. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با انتخاب ارقامی از لوبیا که دارای تیپ رشدی رونده هستند و افزایش تراکم کاشت در ارقام مختلف می‌توان فشار رقابتی علیه علف‌های‌هرز را افزایش داد و در نتیجه از خسارت آن‌ها به مقدار چشمگیری جلوگیری کرد.

منابع

1. Aguyoh, J.N., and Masiunas, J.B. 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with snap beans. Weed Sci. 51: 202-207.
2. Bagheri, A., Mahmoudi, A., and Ghezli,. F. 2001. Agronomy and Breeding beans. Jahad University Press Mashhad. 556 pp.
3. Baghestani, M.A. 1386. Competitive strength of rival varieties of different densities of non-competing wheat in wheat and turnip. Final Report of the Research Project, Registration number 1118/86, Weed Research Division Research Institute Country Giahpezeshki. p. 131.

4. Beizaii, A. 1999. In Persian Project Final Report and Compare the Yield of White Beans, Red and Pinto. Central Agriculture Research Center.
5. Blackshaw, R.E. 1991. Hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) interference in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 39: 48-53.
6. Burnside, O.C., Wiens, M.J., Holder, B.J., Weisberg, S., Ristau, E.A., Johnson, M.M., and Cameron, J.H. 1998. Critical period for weed control in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 46: 301-306.
7. Doori, H.R., Lack, M.R., Bani Jamal, M., Dadyar, M., Ghanbari, A., khod Shenas, M.A., and Asadi, B. 2002. Beans (from planting to harvest). Ministry of Agriculture. Agriculture Organization of the central province of management and promote popular participation.76 pp.
8. FAO. 2008. FAOSTAT. Crop Production Data.
9. Hashemi-Jazi, M. 2002. Determine the density of bean planting in the region trying to figure Lordegan state. Abstracts 7th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj. 319 pp.
10. Jajarmi, V. 1999. Changes in phenotypic and genotypic traits, quantitative green beans through multivariate statistical techniques. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Karaj.
11. Kafi, M. 2009. Modern Agronomy. Jahad University Press Mashhad.704 pp.
12. Kelly, J.D., Adams, M.W., and Vamer, G.V. 1987. Yield stability of determinate and indeterminate dry bean cultivar. Theor. Appl. Genet. 74: 516-521.
13. Lack, M.R., Dori, H.R., Ramezani, M.K., and Hadizadeh, M.H. 2006. Determine the critical period of weed control bean. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 3.
14. Majnoun Hosseini, N. 2009. Grain Legume Production. Jahad University of Mashhad. p. 283.
15. Malik, V.S., Swanton, C.J., and Michaels, T.E. 1993. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars, row spacing, and seeding density with annual weeds. Weed Sci. 41:62-68.
16. Marjani, A. 1995. Study the phonotypical and genotipycal variation of common bean quantitative traits and correlation of them with yield by path analysis method. M.Sc. Thesis. Azad University of Karaj.
17. Mehraj, K.N., Brick, M.A., Pearson C.H., and Ogg, J.B. 1996. Effect of bed width, planting arrangement and plant population on seed yield of point bean cultivars with different growth habit. J. product. Agric. 9:79-82.
18. Ngouajio, M., Foko, J., and Foujio, D. 1997. The critical period of weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Cameron. Crop Protect.16: 127-133.
19. Powelson, A., Ludy, R., Peachy, R.E., and Mc Grath, D. 1999. Row spacing effect on white mold and snap bean yield. Horticulture Weed control.
20. 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.
21. Sabok Dast, M., and Kheyal Parast, F. 2005. Study the relationship between yield and yield components in 30 cultivars of beans. J. Agric. Sci. Natural Res. Tech. 42.
22. Samayi, M., Akbari, G.A., and Zand, E. 1385. Competition density effect pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on morphological characteristics, yield and yield components of soybean varieties. Special Research Faculty of Agricultural Sci.12. 1.
23. Sanjany, S., Hosseini, M.B., Chai Chi, M.R., and Rizwan, S. 2009. Increasing cultivation of sorghum on the population and weed biomass in the low irrigation conditions. Iranian Journal of Agronomy Research 7: 85-95.
24. Silim, S.N., and Saxena, M.C. 1992. Compartive performance of some faba bean (*Vicia faba*) cultivaes of contrasting plant types. J. Agric. Sci. Camb.118: 325-332.
25. Teasdale, J.R. 1992. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. Weed Sci. 46: 447-453.
26. Timothy, G., Reeves, S., Rayaram, S., Ginke, M.V.L., Tretgowan, R., and Von borstel, H. 1997. Effects of Sodium chloride stress on callus cultures of (*Cicer arietinum* L.). Growth and ion Accumulation. BG-230.

27. Van Acker, R.C., Swaxton, C.J., and Weise, S.F. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* L.). Weed Sci. 41: 194-200.
28. Vangessel, J.M., Schweizer, E.E., Wilson, R.G., Wiles, L.J., and Westra, P. 1998. Impact of timing frequency and frequency of in-row cultivation for weed control in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technol. 12: 548-553.
29. Wilson, R.G. 1993. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 41: 607-610.
30. Woolley, B.L., Swanton, C.J., Hall, M.R., and Michaels, T.E. 1993. The critical period of weed control in white bean *(Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 41:180-184.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 19-34

Effect of sowing density and growth habit on yield, yield components and weed community of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Eshaghi[1*], M., Rastgu[2], M., Poor Yusef[3], M. & Fotovat[3], R.

1- MSc. Student of Agricultural College, Zanjan University, Zanjan, Iran
2- Faculty of Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran,
3- Faculty of Agricultural College, Zanjan University, Zanjan, Iran

Received: 25 August 2010
Accepted: 10 May 2011

Abstract

To investigate the effect of sowing density and growth habit on yield, yield components and weed community of red bean an experiment was conducted at Research Farm of Zanjan University, during 2009. The experiment carried out using factorial-split plot design in completely randomized block arrangement with three replications. The main plots, included three red bean cultivars (Goli, Sayyad and Derakhshan) and plant density at two levels (40 and 66 plants.m^{-2}) as a factorial and sub plots included weed competition at two levels (weed control and without control), respectively. Goli and Derakhshan cultivars produced 12 and 10%more grain yield than Sayyad cultivar, respectively. Also, results showed that the effect of sowing density on the number of pods per plant (15% reduction), number of seeds per pod (8% reduction) and grain yield (5% increasing) was significant and on other traits were not significant. According to the results weed infestation reduced red bean grain yield about 35% compared to control. Goli cultivar caused a reduction in total weed density (2 times more reduction than Derakhshan cultivar) and dry weight (about 3 times more reduction than Derakhshan cultivar) compared to other cultivars; also increasing sowing density decreased total weed density (32%) and weed dry weight (22%), significantly.

Key words: Half standing cultivar, Interference, Optimum density, Prostrate cultivar, Standing cultivar

[*] **Corresponding Author:** E-mail: meshaghi94@yahoo.com, Tel.: 09124656486

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۴۶-۳۵، نیمه دوم

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 35-46

کارآیی مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و بنتازون+اسیفلورفن برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در استان لرستان

سیدکریم موسوی[1*]، جمشید نظری‌عالم[2] و سعید نظری[3]

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان
۲- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد رشته شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز از دانشگاه تهران
۳- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۰۷

چکیده

کارآیی مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و بنتازون+ اسیفلورفن (استورم) برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیاقرمز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۷ تیمار در چهار تکرار طی سال ۱۳۸۷ در شهرستان سلسله استان لرستان مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای علف‌کش به صورت پس‌رویشی در مرحله ظهور سومین برگ سه‌برگچه‌ای لوبیا اعمال شد. به فاصلهٔ سه روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی جمعیت علف‌هرز به حداکثر رسید. ۱۴روز پس از کاربرد علف‌کش‌ها، ظاهراً گیاه زراعی لوبیا از اثرات گیاه‌سوزی جزئی اولیه کاربرد علف‌کش‌ها و به خصوص کاربرد مخلوط آنها با مقادیر زیاد، رهایی یافته به طوری که هیچ‌یک از تیمارهای علف‌کش، اثر گیاه‌سوزی مشخصی روی گیاه زراعی لوبیا نداشتند. کاربرد مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و استورم به مقدار سه لیتر در هکتار به نسبت مساوی موجبات کنترل ۷۱/۳درصد جمعیت علف‌های‌هرز را فراهم آورد. سطح اثرات گیاه‌سوزی کاربرد مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و استورم به مقدار سه لیتر در هکتار با نسبت‌های مساوی روی گونه‌های علف‌هرز عروسک پشت‌پرده یک‌ساله، کنف وحشی و خرفه به ترتیب ۹۲/۸، ۸۱/۳ و ۶۳/۸درصد بود. بر مبنای ارزیابی کلی صورت گرفته به فاصله ۱۴روز پس از سمپاشی، تیمارهای کاربرد مخلوط علف‌کش فومسافن به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار همراه با علف‌کش استورم به میزان ۱ یا ۱/۵ لیتر در هکتار ضمن کنترل ۸۰درصد علف‌های‌هرز با تیمار وجین دستی تفاوت معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج این پژوهش کاربرد علف‌کش‌های فومسافن و استورم و مخلوط آنها با دُزهای ذکرشده برای کنترل پس‌رویشی علف‌های‌هرز در کشت لوبیا از ایمنی مناسبی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: اختلاط علف‌کش‌ها، علف‌های‌هرز پهن‌برگ

مقدمه

استان لرستان با دارا بودن بیشترین سطح زیر کشت لوبیا و بالاترین مقدار تولید، از قطب‌های تولید این محصول در کشور به حساب می‌آید. علف‌های‌هرز به شدت با لوبیا به رقابت می‌پردازند به طوری که کاهش عملکرد ناشی از تداخل علف‌های‌هرز در این کشت بیش از ۷۰درصد نیز گزارش شده است (Mousavi, *et al*., 2005). توانایی رقابت‌کنندگی ضعیف لوبیا در مواجهه با علف‌های‌هرز، گویای اهمیت مدیریت علف‌های‌هرز در فرآیند تولید این محصول است. صرفهٔ اقتصادی تولید لوبیا نیازمند برنامه مدیریت علف‌های‌هرز با کارآیی بالاست (Soltani, *et al*., 2006).

علف‌کش‌های محدودی برای کنترل پس‌رویشی علف‌های‌هرز در کشت لوبیا به ثبت رسیده است. معرفی علف‌کش‌های پس‌رویشی ایمن برای استفاده در کشت لوبیا که قادر به کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ نیز باشند نیازمند تحقیقات بیشتری است. فقدان علف‌کش مناسب ثبت‌شده برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در کشت لوبیا گویای هزینه بالا برای کولتیواتورزنی و وجین دستی علف‌های‌هرز است (Soltani, *et al*., 2005).

افزایش طیف کنترل علف‌های‌هرز، کاهش هزینه‌های تولید محصول و کارگر و زمان، کاهش فشردگی خاک با کاهش تعداد عملیات، کاهش تعداد دفعات سمپاشی، کاهش ورود مواد شیمیایی به محیط زیست با استفاده از اثرات هم‌افزایی[2] آنها، کاهش باقی‌ماندهٔ علف‌کش در خاک و محصول زراعی با استفاده

*نویسنده مسئول: خرم‌آباد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان
بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، تلفن: ۰۶۶۱۲۲۰۱۰۰۵، نمابر: ۰۶۶۱۲۲۰۲۲۰۲
پُست الکترونیک: skmousavi@gmail.com

2. Synergism

از غلظت پایین علف‌کش‌ها و جلوگیری از توسعه مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها (Streibig, 2003)، همگی از اهداف اختلاط علف‌کش‌هاست (Zand, *et al*., 2008).

Soltani, *et al*. (2005) گزارش دادند که کاربرد مخلوط بنتازون و فومسافن در هفت روز پس از سمپاشی در دزهای کم، خسارت ۱/۶-۱درصد و در دزهای زیاد، خسارت ۳/۳ تا ۴/۸درصد به لوبیا[1] وارد ساخت. با گذشت ۲۸روز از سمپاشی، تمامی ارقام لوبیا خسارت اولیه ناشی از کاربرد مخلوط بنتازون و فومسافن را پشت سر گذاشتند. در پژوهش این محققان دزهای بالاتر مخلوط فومسافن و بنتازون در اکثر موارد خسارت بیشتری در پی داشت. هر چند در تمامی موارد تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. کاربرد پس‌رویشی مخلوط بنتازون و فومسافن به مقدار ۱۴۰ + ۸۴۰ گرم ماده مؤثر در هکتار یا دوبرابر آن در مقایسه با شاهد تیمارنشده تأثیر منفی بر ارتفاع بوته، وزن شاخساره و عملکرد ارقام لوبیا نداشت (Soltani, *et al*., 2006). طبق نظر Soltani *et al*. (2005) کاربرد پس‌رویشی بنتارون، مخلوط فومسافن و بنتازون و مخلوط فومسافن و ایمازاموکس از حاشیه ایمنی مناسبی برای استفاده در کشت لوبیا[2] برخوردار است.

علف‌کش بنتازون (بازاگران) تنها علف‌کش پس‌رویشی است که طی سالیان متمادی برای کنترل علف‌های‌هرز زراعت لوبیا مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zand *et al*., 2006). بی‌شک کاربرد مکرر یک علف‌کش مشکلاتی از قبیل بروز مقاومت و افزایش فراوانی جمعیت‌های مقاوم را در پی دارد. از این رو معرفی علف‌کش‌های پس‌رویشی جدید ضروری به نظر می‌رسد.

علف‌کش فومسافن۲۴۰ مایع حلال‌پذیر در آب حاوی ۲۴۰گرم در هر لیتر از ماده مؤثر فومسافن به صورت نمک سدیم است. این علف‌کش برای کنترل انتخابی پس‌رویشی علف‌های‌هرز پهن‌برگ در مزارع سویا به ثبت رسیده است (Anonymous, 2009). استورم ترکیبی از بنتازون (بازاگران) و اسیفلورفن (اولترا بلیزر) است که برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ معرفی شده است. اسیفلورفن تخریب‌کنندهٔ غشای سلولی و بنتازون، بازدارنده فتوسنتز است. این علف‌کش برای کنترل پس‌رویشی انتخابی علف‌های‌هرز پهن‌برگ در محصولاتی نظیر سویا، برنج و بادام‌زمینی معرفی شده است. به‌علاوه این علف‌کش تا حدودی سبب کنترل برخی باریک‌برگ‌ها نیز می‌شود (Anonymous, 2000).

بنتازون، علف‌کش پس‌رویشی انتخابی از گروه بنزوتیادیازول است که قادر به کنترل مؤثر علف‌های‌هرز پهن‌برگ نظیر سلمه‌تره، تاج‌خروس وحشی، خرفه، تاتوره، گاوپنبه، علف‌هفت‌بند، خردل‌وحشی و توق می‌باشد (Anonymous, 2004). مخلوط علف‌کش بنتازون با علف‌کش فومسافن (علف‌کش دی‌فنیل‌اتر) سبب کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ نظیر گونه‌های تاج‌خروس، گونه‌های آمبروزیا، گونه‌های تاجریزی و علف‌هفت‌بند می‌شود (Anonymous, 2004; Vencill, 2002).

در رابطه با تحمل لوبیا نسبت به علف‌کش‌های فومسافن و استورم و مخلوط آنها اطلاعات چندانی وجود ندارد. این علف‌کش‌ها تاکنون برای استفاده در کشت لوبیا در کشور ایران به ثبت نرسیده‌اند. ثبت این علف‌کش‌های پس‌رویشی گزینه‌های بیشتری برای کنترل پس‌رویشی علف‌های‌هرز پهن‌برگ در اختیار کشاورزان قرار خواهد داد. تعیین سطح تحمل لوبیاقرمز به کاربرد پس‌رویشی مقادیر مختلف علف‌کش‌های فومسافن و استورم و مخلوط آنها و توانایی این علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز از جمله اهداف این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

کارآیی مخلوط علف‌کش‌های استورم (بنتازون+ اسی‌فلورفن) و فومسافن برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیا قرمز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۷ تیمار در چهار تکرار طی سال ۱۳۸۷ در شهرستان سلسله استان لرستان مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل: تیمارهای ۱ تا ۳- کاربرد پس‌رویشی فومسافن به ترتیب به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵لیتر در هکتار؛ تیمارهای ۴ تا ۶- کاربرد پس‌رویشی استورم به ترتیب به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵لیتر در هکتار، تیمار ۷- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۰/۵لیتر در هکتار) + فومسافن (۰/۵لیتر در هکتار)، تیمار ۸- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۰/۵لیتر در هکتار) + فومسافن (۱لیتر در هکتار)، تیمار ۹- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۰/۵لیتر در هکتار) + فومسافن (۱/۵لیتر در هکتار)، تیمار ۱۰- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۱لیتر در هکتار) + فومسافن (۰/۵لیتر در هکتار)، تیمار ۱۱- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۱لیتر در هکتار) + فومسافن (۱لیتر در هکتار)، تیمار ۱۲- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۱لیتر در هکتار) + فومسافن (۱/۵لیتر در هکتار)، تیمار ۱۳- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۱/۵لیتر در هکتار) + فومسافن (۰/۵لیتر در هکتار)، تیمار ۱۴- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۱/۵لیتر در

1. Dry beans
2. Black and cranberry beans

هکتار) + فومسافن (۱لیتر در هکتار)، تیمار ۱۵- کاربرد پس‌رویشی مخلوط استورم (۱/۵لیتر در هکتار) + فومسافن (۱/۵لیتر در هکتار)، تیمار ۱۶- شاهد بدون کنترل علف‌های‌هرز و تیمار ۱۷- شاهد وجین‌دستی علف‌های‌هرز بود.

عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم برگردان، دیسک‌زنی و ایجاد جوی و پشته با استفاده از جوی‌وپشته‌ساز در اوایل اردیبهشت‌ماه صورت گرفت. هر کرت آزمایش شامل پنج پشته به عرض ۵۰سانتی‌متر و به طول پنج متر بود. کاشت لوبیاقرمز رقم درخشان با تیپ رشد ایستاده در دو طرف پشته‌ها با فواصل ۱۰سانتی‌متر بین بذور روی خطوط کاشت صورت گرفت. آبیاری به صورت نشتی بر اساس نیاز آبی گیاه زراعی انجام شد.

تیمارهای علف‌کش به صورت پس‌رویشی در مرحله ظهور سومین سه‌برگچه‌ای لوبیا اعمال شد. سمپاشی با استفاده از سمپاش ماتابی مجهز به نازل‌های بادبزنی در فشار ۲ بار بر اساس پاشش ۳۰۰لیتر در هکتار صورت گرفت. طول بوم سمپاش دو متر که روی آن چهار نازل با فاصله یکنواخت ۵۰سانتی‌متری نصب بود. سمپاشی در تاریخ ۲۷ خرداد ۱۳۸۷ صورت گرفت. همزمان با کاربرد علف‌کش‌ها، در تیمار شاهد عاری از علف‌هرز با استفاده وجین دستی تمامی علف‌های‌هرز طی یک مرحله حذف شدند.

اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی گیاه زراعی لوبیا و گونه‌های علف‌هرز به فاصله یک، سه، هشت و پانزده روز پس از سمپاشی بر اساس مقیاس صفر تا ۱۰۰ مورد ارزیابی چشمی قرار گرفت. نمره صفر به معنای فقدان هر گونه خسارت قابل‌مشاهده به گیاه و نمره ۱۰۰ به معنای نابودی کامل گیاه (نکروزه‌شدن بافت‌ها) بود. ارزیابی کلی اثرات کنترلی تیمارهای آزمایش نیز با ارزیابی چشمی بر اساس مقیاس صفر تا ۱۰۰ صورت گرفت، بدین صورت که نمرهٔ صفر برای تیمار شاهد بدون کنترل و نمره ۱۰۰ برای تیمار وجین دستی در نظر گرفته شد و به جمعیت علف‌هرز در تیمارهای علف‌کش در مقایسه با تیمارهای شاهد نمره داده شد.

اجزای عملکرد لوبیا در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گیاه زراعی بر اساس نمونه‌برداری تصادفی به مساحت ۰/۵ × ۰/۵ متر از هر کرت آزمایش تعیین شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه نیز سه ردیف میانی هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای (۰/۵متر از بالا و پایین هر کرت) برداشت شد.

تمامی داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. برای تحقق پیش‌فرض‌های آنالیز واریانس، داده‌ها تبدیل جذری یا لگاریتمی شدند (Bartlett, 1947). مقایسه میانگین‌ها بر اساس مقیاس تبدیل‌شده صورت گرفت و برای گزارش نتایج میانگین‌ها دوباره به مقیاس اولیه تبدیل شدند. میانگین‌های تیمارها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

فلور علف‌هرز: عروسک‌پشت‌پرده (*Physalis divaricata*)، کنف (*Hibiscus trionum*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، پیچک‌صحرایی (*Convolvulus arvensis*) و ازمک (*Cardaria draba*) مهم‌ترین گونه‌های علف‌هرز مشاهده شده در سطح مزرعه آزمایش بودند. از دیگر گونه‌های علف‌هرز شایع در سطح مزرعه آزمایش می‌توان به شیرتیغی (*Sonchus* spp.)، تاجریزی (*Solanum nigrum*)، گل گندم (*Centaurea* spp.)، شیرشیرک (*Euphorbia helioscopia*)، شلمبیک (*Raphanus raphanistrum*) و علف جارو (*Kochia scoparia*) اشاره کرد.

در پژوهش Mousavi *et al.* (2006) در ارزیابی کارآیی علف‌کش ایمازتاپیر برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیا در استان‌های زنجان، مرکزی، اصفهان، لرستان و چهارمحال‌وبختیاری گونه‌های تاج‌خروس، سلمه‌تره، شیرتیغی و پیچک‌صحرایی در تمامی استان‌های مورد اشاره مشاهده شدند. Ahmadi&Mousavi (2007) نیز در بررسی فلور علف‌هرز مزارع لوبیا استان لرستان گونه‌های تاج‌خروس، کنف وحشی، پیچک صحرایی، سلمه‌تره، قیاق، خرفه، شیرین‌بیان، توق، ارزنی، سوروف، عروسک‌پشت‌پرده یک‌ساله، گوش‌بره، خارخسک و گل عقربی را مهم‌ترین گونه‌های علف‌هرز شایع در سطح مزارع لوبیای لرستان گزارش کردند. در سطح لوبیاکاری‌های کانادا نیز سلمه‌تره، تاج‌خروس وحشی، گاوپنبه، آمبروزیا، خردل‌وحشی، علف‌هفت‌بند و تاج‌ریزی از جمله گونه‌های علف‌هرز پهن‌برگ مشکل‌ساز گزارش شده‌اند (Anonymous, 2004).

ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی روی لوبیا: ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی لوبیا به فاصله یک‌روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، حاکی از فقدان اثرات گیاه‌سوزی مشهود کاربرد جداگانه علف‌کش‌های فومسافن و استورم بود. در این فاصله اثر گیاه‌سوزی برای دز بالای کاربرد جداگانه علف‌کش‌ها حداکثر یک‌درصد بود. اثرات گیاه‌سوزی مشاهده‌شده برای کاربرد مخلوط علف‌کش‌ها با دزهای بالا شدیدتر از کاربرد جداگانه آنها بود. با وجود این حداکثر اثرات گیاه‌سوزی مشاهده‌شده در حد ۵درصد بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین داده‌های ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی لوبیا و علف‌های‌هرز به فاصله یک روز پس از سمپاشی

Table 1. Visual rating injury (%) of common bean and different weed species 1 day after herbicide application

Treatment	لوبیا Common bean	عروسک‌پشت‌پرده Ground cherry	کنف Flower-of-an-Hour	خرفه Common purslane	پیچک Bindweed	ازمک Pepperweed	میانگین جمعیت علف‌هرز Mean of weeds
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}	0.00 e	33.75 cde	35.00 cd	26.25 cd	12.50 d	13.75 abc	24.25 cd
Fomesafen 1 L.ha^{-1}	0.00 e	48.75 ab	42.50 abc	28.75 abc	17.50 abcd	17.50 a	31.00 ab
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}	0.25 e	52.50 ab	45.00 abc	35.00 abc	25.00 ab	16.25 ab	34.75 a
Storm 0.5 L.ha^{-1}	0.75 de	21.25 f	18.75 e	7.00 f	5.250 e	1.25 f	10.70 f
Storm 1 L.ha^{-1}	0.00 e	26.25 ef	26.25 d	11.25 ef	14.32 cd	3.75 de	16.65 e
Storm 1.5 L.ha^{-1}	1.00 cde	35.00 de	30.00 d	16.67 de	14.50 bcd	3.25ef	20.55 de
Storm 0.5 + **Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}**	0.00 e	41.25 bcd	36.25 bcd	23.75 bcd	15.00 bcd	7.50 cd	24.75 bcd
Storm 1 + **Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}**	4.25 a	55.00 ab	50.75 a	31.25 abc	18.75 abcd	7.50 bc	32.65 ab
Storm 1.5 + **Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}**	5.25 a	47.50 abc	42.50 abc	31.67 abc	25.00 ab	8.75 abc	30.83 ab
Storm 0.5 + **Fomesafen 1 L.ha^{-1}**	0.25 e	47.50 abc	46.25 abc	30.00 abcd	20.00 abcd	12.50 abc	32.58 ab
Storm 1 + **Fomesafen 1 L.ha^{-1}**	3.00 abc	51.25 ab	47.50 abc	41.25 a	22.50 abc	10.00 abc	34.50 a
Storm 1.5 + **Fomesafen 1 L.ha^{-1}**	1.75 bcde	55.00 ab	48.75 ab	42.50 a	25.00 ab	10.00 abc	36.25 a
Storm 0.5 + **Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}**	2.00 abcd	40.00 bcd	42.50 abc	32.50 abc	21.25 abcd	13.75 abc	30.00 abc
Storm 1 + **Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}**	4.75 ab	53.75 ab	52.50 a	35.00 ab	20.00 abcd	13.75 abc	34.95 a
Storm 1.5 +**Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}**	4.50 ab	58.75 a	52.50 a	40.00 ab	30.00 a	13.75 abc	39.00 a

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

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

بر مبنای ارزیابی چشمی به فاصله سه‌روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، کاربرد علف‌کش فومسافن به مقدار ۰/۵، ۱ و ۱/۵ لیتر در هکتار هیچ‌گونه اثر گیاه‌سوزی مشخصی روی لوبیا نداشت. در این زمان، اثرات گیاه‌سوزی برای کاربرد دز بالای علف‌کش استورم (۱/۵ لیتر در هکتار) نیز کمتر از ۵درصد بود. بالاترین سطح اثرات گیاه‌سوزی (۱۰درصد) به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و استورم با حداکثر دز، هر یک به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار، مربوط بود (جدول ۲).

بر اساس ارزیابی چشمی صورت گرفته به فاصله هفت روز پس از سمپاشی پس‌رویشی کاربرد جداگانه و مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و استورم در اکثر حالات فاقد اثرات گیاه‌سوزی مشخص روی گیاه زراعی لوبیا بودند. در این زمان حداکثر اثرات گیاه‌سوزی برای کاربرد مخلوط علف‌کش‌ها ۳/۵درصد بود (جدول ۳). بر این اساس به نظر می‌رسد پس از گذشت هفت‌روز گیاه زراعی لوبیا اثرات گیاه‌سوزی اولیه ناشی از کاربرد مقادیر بالای مخلوط علف‌کش‌ها را پشت سر گذاشته بود.

پس از چهارده روز از کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌ها ظاهراً گیاه زراعی لوبیا از اثرات گیاه‌سوزی اولیه کاربرد علف‌کش‌ها و به خصوص کاربرد مخلوط آنها با مقادیر زیاد، رهایی یافته بود به طوری که هیچ‌یک از تیمارهای علف‌کش، اثر گیاه‌سوزی مشخصی روی گیاه زراعی لوبیا نداشتند (جدول ۴).

جدول ۲- مقایسه میانگین داده‌های ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی لوبیا و علف‌های‌هرز به فاصله سه‌روز پس از سمپاشی
Table 2. Visual rating injury (%) of common bean and different weed species three days after herbicide application

Treatment	لوبیا Common bean	عروسک‌پشت‌پرده Ground cherry	کنف Flower-of-an-Hour	خرفه Common Purslane	پیچک Bindweed	ازمک Pepperweed	میانگین جمعیت علف‌هرز Mean of weeds
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}	0.00 d	66.25 bc	45.00 de	17.50 de	12.50 e	27.50 cd	33.75 fg
Fomesafen 1 L.ha^{-1}	0.00 d	80.00 abc	57.50 abcde	28.75 bcde	33.75 cd	35.00 abc	45.13 e
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}	0.00 d	83.32 abc	51.25 cde	45.00 abc	43.75 abcd	41.25 ab	50.70 cde
Storm 0.5 L.ha^{-1}	0.25 cd	42.50 e	37.50 ef	18.33 e	13.00 e	20.00 e	26.60 g
Storm 1 L.ha^{-1}	2.00 bc	53.75 de	28.75 f	22.50 de	26.25 d	16.25 e	29.50 g
Storm 1.5 L.ha^{-1}	4.75 ab	76.25 abc	43.25 de	27.50 cde	35.00 bcd	22.50 de	40.90 ef
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1} + Storm 0.5	2.00 cd	68.75 cd	52.50 cde	31.25 cde	30.00 cd	30.00 bcd	42.50 ef
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1} + Storm 1	5.25 ab	75.00 abc	62.50 abcd	42.50 abc	36.25 cd	33.75 abc	50.00 cde
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1} + Storm 1.5	8.00 a	86.25 ab	76.25 abc	59.33 a	55.00 abc	35.00 abc	62.72 abcd
Fomesafen 1 L.ha^{-1} + Storm 0.5	1.75 c	72.50 abc	53.75 bcde	36.25 abcd	25.00 d	42.50 ab	46.00 de
Fomesafen 1 L.ha^{-1} + Storm 1	5.50 a	85.00 abc	68.75 abc	52.50 ab	62.50 a	36.25 abc	61.00 abcd
Fomesafen 1 L.ha^{-1} + Storm 1.5	7.50 a	88.25 a	67.50 abc	62.50 a	65.00 a	41.25 abc	64.90 abc
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1} + Storm 0.5	0.50 cd	81.25 abc	70.00 abc	41.25 abc	37.50 abcd	38.75 abc	53.75 bcde
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1} + Storm 1	5.75 a	88.50 a	76.25 ab	58.33 a	63.75 ab	50.00 a	67.65 ab
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1} + Storm 1.5	10.25 a	92.75 a	81.25 a	63.75 a	68.75 a	50.00 a	71.30 a

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح α= 0.05 اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش بنتازون روی لوبیا با گذشت زمان کاهش یافت و در ۱۴روز پس از سمپاشی به ۱/۴ تا ۳درصد برای لوبیاسیاه و ۰/۴ تا ۱/۱درصد برای لوبیا[1] رسید (Soltani *et al*., 2005). Soltani *et al*. (2005) گزارش دادند که افزایش مقدار کاربرد علف‌کش‌های فومسافن، بنتازون و مخلوط آنها سبب تشدید خسارت روی لوبیا شد ولی با گذشت زمان اثرات گیاه‌سوزی مرتفع گشت. VanGessel *et al*. (2000) تا ۲۰درصد خسارت را برای کاربرد پس‌رویشی بنتازون روی لوبیا[2] گزارش دادند. در پژوهش این محققان کاربرد مخلوط بنتازون و ایمازتاپیر و ایمازاموکس به ترتیب خسارتی در حدود ۲۳ و ۱۸ درصد در پی داشت. Burnside *et al*. (1994) اظهار داشتند که اثرات گیاه‌سوزی اولیه ناشی از کاربرد علف‌کش بنتازون به تنهایی یا مخلوط با سایر علف‌کش‌ها موقتی بود و تأثیر منفی بر عملکرد لوبیا نداشت. کاربرد پس‌رویشی علف‌کش فومسافن در اختلاط با سایر علف‌کش‌ها اثرات گیاه‌سوزی اندکی روی لوبیا داشت و سبب کاهش ارتفاع بوته، وزن شاخساره و عملکرد لوبیا نشد (Soltani *et al*. 2005).

ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی روی علف‌های‌هرز: به فاصله یک روز پس از سمپاشی پس‌رویشی اثرات گیاه‌سوزی روی گونه‌های علف‌هرز برای کاربرد جداگانه علف‌کش فومسافن مشهودتر از علف‌کش استورم بود. در این زمان میانگین سطح اثرات گیاه‌سوزی روی گونه‌های عروسک‌پشت‌پرده یک‌ساله، کنف و خرفه برای کاربرد دز بالای علف‌کش فومسافن به ترتیب ۵۰، ۵۰ و ۱۰۹/۶درصد بیشتر از اثرات گیاه‌سوزی کاربرد

1. Cranberry beans
2. Lima beans

علف‌کش استورم با همان مقدار بود (جدول ۱). در مورد گونه‌های چندساله پیچک صحرایی و ازمک نیز در فاصله یک روز پس از سمپاشی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش فومسافن شدیدتر از علف‌کش استورم بود. بر اساس میانگین جمعیت علف‌هرز و میانگین مقادیر علف‌کش نیز اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش فومسافن ۸۷/۹۶درصد شدیدتر از علف‌کش استورم بود. بر اساس میانگین جمعیت علف‌هرز، افزایش مقدار کاربرد از ۰/۵ به ۱/۵لیتر در هکتار برای علف‌کش‌های فومسافن و استورم به ترتیب سبب افزایش ۴۳/۳ و ۹۲/۱درصد اثرات گیاه‌سوزی شد. کاربرد مخلوط به نسبت مساوی علف‌کش‌های فومسافن و استورم در مجموع به میزان سه لیتر در هکتار موجبات کنترل ۳۹درصدی جامعه علف‌های‌هرز را فراهم آورد. سطح کنترل مخلوط یادشده برای گونه‌های عروسک‌پشت‌پرده یک‌ساله، کنف و خرفه به ترتیب ۵۸/۸، ۵۲/۵ و ۴۲/۵درصد بود (جدول ۱).

به فاصله سه‌روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی جمعیت علف‌هرز به حداکثر رسید. کاربرد مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و استورم به مقدار سه‌لیتر در هکتار به نسبت مساوی موجبات کنترل ۷۱/۳درصد مجموع علف‌های‌هرز را فراهم آورد. این موضوع گویای افزایش ۸۲/۸درصد اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها در مقایسه با یک روز پس از سمپاشی است. در این زمان حداقل اثرات گیاه‌سوزی روی جمعیت علف‌هرز (۲۶/۶درصد کنترل) به تیمار کاربرد علف‌کش استورم به مقدار ۰/۵لیتر در هکتار مربوط بود. افزایش مقدار کاربرد علف‌کش استورم از ۰/۵ به ۱/۵لیتر در هکتار به طور معنی‌داری سبب افزایش سطح اثرات گیاه‌سوزی روی جمعیت علف‌های‌هرز شد. در این زمان نیز سطح اثرات گیاه‌سوزی برای علف‌کش فومسافن شدیدتر از استورم بود. افزایش مقدار کاربرد علف‌کش فومسافن از ۰/۵ به ۱ لیتر در هکتار به طور معنی‌داری سبب افزایش شدت اثرات گیاه‌سوزی روی جمعیت علف‌هرز شد. سطح اثرات گیاه‌سوزی کاربرد مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و استورم به مقدار ۳ لیتر در هکتار با نسبت‌های مساوی روی گونه‌های علف‌هرز عروسک پشت‌پرده یک‌ساله، کنف و خرفه به ترتیب ۹۲/۸، ۸۱/۳ و ۶۳/۸ درصد بود. این تیمار موجبات کنترل ۶۸/۸ و ۵۰درصدی گونه‌های چندساله پیچک‌صحرایی و ازمک را نیز فراهم آورد. در مورد گونه‌های عروسک‌پشت‌پرده یکساله، خرفه، پیچک‌صحرایی و ازمک بین سطح اثرات گیاه‌سوزی تیمار کاربرد علف‌کش فومسافن به تنهایی به میزان ۱/۵لیتر در هکتار و تیمار مخلوط آن با علف‌کش استورم به همان مقدار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، در حالی که برای تیمار کاربرد جداگانه علف‌کش استورم به میزان ۱/۵لیتر در هکتار فقط سطح اثرات گیاه‌سوزی روی علف‌هرز عروسک‌پشت‌پرده یک‌ساله با تیمار مخلوط با فومسافن به همان میزان، تفاوت معنی‌داری نداشت. به عبارتی اختلاط در مورد علف‌کش استورم سبب تشدید اثرات گیاه‌سوزی روی گونه‌های کنف‌وحشی، خرفه، پیچک‌صحرایی و ازمک شد (جدول ۲).

به فاصله هفت‌روز پس از سمپاشی پس‌رویشی سطح اثرات گیاه‌سوزی تیمار کاربرد مخلوط به نسبت مساوی علف‌کش‌ها فومسافن و استورم به میزان سه‌لیتر در هکتار روی گونه‌های عروسک‌پشت‌پرده یک‌ساله، کنف‌وحشی، خرفه، پیچک‌صحرایی و ازمک به ترتیب ۹۲/۵، ۸۱/۳، ۴۶/۳، ۵۸/۸ و ۸۰درصد بود. در مورد تمامی گونه‌های علف‌هرز ذکر شده در بین تیمارهای آزمایش، پایین‌ترین سطح اثرات گیاه‌سوزی به تیمار کاربرد پس‌رویشی علف‌کش فومسافن به میزان ۰/۵لیتر در هکتار اختصاص داشت. میانگین سطح اثرات گیاه‌سوزی روی جمعیت علف‌هرز برای تیمار کاربرد علف‌کش فومسافن به میزان ۰/۵لیتر در هکتار از ۳۳/۸درصد در سه‌روز پس از سمپاشی به ۱۳/۱درصد در هفت‌روز پس از سمپاشی کاهش یافت. بر این اساس به نظر می‌رسد جمعیت علف‌هرز توانسته ظرف مدت یادشده اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش فومسافن را پشت سر نهد. در مورد علف‌کش استورم نیز ارزیابی اثرات گیاه‌سوزی حاکی از چنین روندی است. در این زمان، سطح اثرات گیاه‌سوزی کاربرد علف‌کش‌های فومسافن و استورم به میزان ۱/۵لیتر در هکتار روی علف‌هرز یک‌ساله عروسک‌پشت‌پرده به ترتیب کمتر از یک‌سوم و یک‌چهارم تأثیر کاربرد مخلوط آنها به نسبت مساوی در مجموع به میزان سه‌لیتر در هکتار بود (جدول ۳).

در ۱۴روز پس از سمپاشی، سطح اثرات گیاه‌سوزی کاربرد مخلوط به نسبت مساوی علف‌کش‌های فومسافن و استورم در مجموع به میزان سه‌لیتر در هکتار، روی جمعیت علف‌هرز ۵۰درصد بود. در همین زمان میانگین سطح اثرات گیاه‌سوزی روی جمعیت علف‌هرز برای کاربرد جداگانه علف‌کش‌های فومسافن و استورم به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به ترتیب ۲۷/۵ و ۱۳/۳درصد بود. در مورد گونه‌های عروسک‌پشت‌پرده یکساله، خرفه و ازمک، سطح اثرات گیاه‌سوزی برای تیمار کاربرد علف‌کش فومسافن به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار با تیمار کاربرد مخلوط آن با علف‌کش استورم به همان میزان تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

بر اساس میانگین تمامی تیمارهای آزمایش سطح اثرات گیاه‌سوزی تیمارهای علف‌کش با گذشت سه‌روز از سمپاشی به

حداکثر خود رسید و پس از آن با گذشت ۷ و ۱۴ روز از سمپاشی سطح اثرات گیاه‌سوزی در مقایسه با اوج آن به ترتیب ۳۱/۴ و ۵۰/۰ درصد کاهش یافت (جدول‌های ۲، ۳ و ۴).

درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز: بر اساس نتیجهٔ تجزیه واریانس بین تیمارهای علف‌کش از نظر درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز پهن‌برگ یک‌ساله در ۱۰روز پس از سمپاشی نسبت به پیش از آن تفاوت کاملاً معنی‌داری وجود داشت ($P\leq$ ۰/۰۱). در بین تیمارهای علف‌کش بالاترین سطح کاهش تراکم علف‌های‌هرز (۷۸درصد) به تیمار کاربرد مخلوط علف‌کش‌های فومسافن و استورم هر یک به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار مربوط بود. تیمارهای مخلوط فومسافن به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به علاوه استورم به میزان ۱ لیتر در هکتار و عکس آن نیز موجبات کاهش ۶۴درصدی تراکم علف‌های‌هرز یک‌ساله پهن‌برگ را فراهم آوردند. افزایش دز کاربرد جداگانه علف‌کش‌های فومسافن و استورم از ۰/۵ به ۱/۵ لیتر در هکتار به طور معنی‌داری سبب کاهش سطح جمعیت علف‌های‌هرز پهن‌برگ شد (جدول ۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین داده‌های ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی لوبیا و علف‌های‌هرز به فاصله هفت‌روز پس از سمپاشی
Table 3. Visual rating injury (%) of common bean and different weed species 7 days after herbicide application

Treatment	لوبیا Common bean	عروسک‌پشت‌پرده Ground cherry	کنف Flower-of-an-Hour	خرفه Common Purslane	پیچک Bindweed	ازمک Pepperweed	میانگین جمعیت علف‌هرز Mean of weeds
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}	0.00 d	12.50 f	13.25 e	7.75 f	6.75 e	25.00 ef	13.05 i
Fomesafen 1 L.ha^{-1}	0.00 d	22.50 ef	22.50 de	21.25 bcd	16.67 d	46.25 abcd	26.95 defgh
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}	0.00 d	30.00 cde	28.75 cd	23.75 bcd	25.00 bcd	35.00 cdef	27.90 cdefgh
Storm 0.5 L.ha^{-1}	0.00 d	26.25 de	23.75 d	11.25 def	15.00 d	16.25 f	18.50 hi
Storm 1 L.ha^{-1}	0.00 d	23.75 de	20.00 de	12.50 def	21.67 cd	20.00 ef	19.13 ghi
Storm 1.5 L.ha^{-1}	1.250 cd	21.67 ef	22.50 de	13.32 cdef	23.75 cd	21.25 ef	21.25 gh
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1} + Storm 0.5	0.00 d	33.75 bcde	30.00 bcd	15.00 cdef	18.75 d	33.75 def	26.25 efgh
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1} + Storm 1	0.00 d	40.00 bcde	36.25 bcd	30.00 abc	22.50 cd	35.00 bcde	34.63 cdefg
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1} + Storm 1.5	1.50 bc	52.50 abc	55.00 abc	20.00 bcd	56.67 a	46.25 abcd	46.90 abc
Fomesafen 1 L.ha^{-1} + Storm 0.5	0.00 d	23.75 ef	25.00 de	8.75 ef	21.25 cd	40.00 bcde	23.75 fgh
Fomesafen 1 L.ha^{-1} + Storm 1	1.00 cd	47.50 bcd	40.00 bcd	28.75 ab	51.25 ab	50.00 abcd	43.50 bcde
Fomesafen 1 L.ha^{-1} + Storm 1.5	3.50 a	31.25 cde	38.75 bcd	31.25 abc	58.75 a	63.75 ab	44.75 abcd
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1} + Storm 0.5	0.00 d	37.50 bcde	35.00 bcd	16.25 bcde	42.50 abc	60.00 abc	38.25 bcdef
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1} + Storm 1	1.00 cd	60.00 ab	57.50 ab	46.76 a	60.00 a	66.25 ab	58.45 ab
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1} + Storm 1.5	3.25 ab	92.50 a	81.25 a	46.25 a	58.75 a	80.00 a	68.78 a

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح α= 0.05 اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

جدول ۴-مقایسه میانگین داده‌های ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی لوبیا و علف‌های‌هرز به فاصله ۱۴ روز پس از سمپاشی

Table 4. Visual rating injury (%) of common bean and different weed species 14 days after herbicide application

Treatment	لوبیا Common bean	عروسک‌پشت‌پرده Ground cherry	کنف Flower-of-an-Hour	خرفه Common Purslane	پیچک Bindweed	ازمک Pepperweed	میانگین جمعیت علف‌هرز Mean of weeds
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}	0.00 a	8.75 f	10.00 f	8.750 def	5.00 gh	13.32 cd	9.70 g
Fomesafen 1 L.ha^{-1}	0.00 a	18.75 cde	10.75 ef	10.00 cdef	7.50 fgh	40.00 ab	17.40 ef
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}	0.00 a	30.00 abcd	17.50 cdef	15.00 abcde	21.25 bcd	55.00 ab	27.50 bcde
Storm 0.5 L.ha^{-1}	0.00 a	16.25 def	8.75 f	5.00 f	6.25 gh	7.50 d	8.750 g
Storm 1 L.ha^{-1}	0.00 a	13.75 ef	11.25 ef	6.250 f	5.50 h	7.50 d	8.850 g
Storm 1.5 L.ha^{-1}	0.00 a	17.50 def	12.50 def	6.68 ef	cdef 15.00	13.75 cd	13.25 fg
+ **Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}** **Storm 0.5**	0.75 a	20.00 bcde	17.50 cdef	11.25 bcdef	8.75 efgh	35.00 ab	18.50 def
+ **Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}** **Storm 1**	0.00 a	31.25 abcd	23.75 bcde	21.25 abc	17.5 cde	27.50 bc	25.70 cde
+ **Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}** **Storm 1.5**	0.00 a	42.50 ab	33.75 abcd	20.00 abc	22.50 abc	40.00 ab	34.38 abcd
+ **Fomesafen 1 L.ha^{-1}** **Storm 0.5**	0.00 a	30.00 bcde	26.25 def	15.00 bcdef	cdef 15.00	35.00 ab	24.58 def
+ **Fomesafen 1 L.ha^{-1}** **Storm 1**	0.00 a	40.00 abc	40.00 ab	17.50 abcd	32.50 ab	48.33ab	34.63 abcd
+ **Fomesafen 1 L.ha^{-1}** **Storm 1.5**	0.00 a	40.00 abc	47.50 a	22.50 abc	45.00 a	46.00 ab	40.20 abc
+ **Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}** **Storm 0.5**	0.75 a	15.00 def	10.00 ef	13.75 bcdef	11.68 defg	35.00 ab	17.58 ef
+ **Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}** **Storm 1**	0.00 a	42.50 abc	40.00 abc	30.00 ab	37.50 ab	62.50 a	42.50 ab
+ **Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}** **Storm 1.5**	0.00 a	61.25 a	51.5 a	36.25 a	46.67 a	55.00 ab	50.00 a

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

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

ارزیابی کلی اثرات کنترلی علف‌کش‌ها: بر مبنای ارزیابی کلی صورت گرفته به فاصله ۱۴روز پس از سمپاشی پس‌رویشی تیمارهای کاربرد مخلوط علف‌کش فومسافن به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار همراه با علف‌کش استورم به میزان ۱ یا ۱/۵ لیتر در هکتار ضمن کنترل ۸۰درصد علف‌های‌هرز با تیمار وجین دستی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). مخلوط علف‌کش فومسافن به میزان ۱ لیتر در هکتار همراه با علف‌کش استورم به میزان ۱ یا ۱/۵ لیتر در هکتار نیز موجبات کنترل ۷۵درصد جمعیت علف‌های‌هرز را فراهم آورد. تیمارهای کاربرد جداگانه علف‌کش‌های فومسافن و استورم به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار نیز از نظر سطح کنترل علف‌های‌هرز با تیمار وجین دستی تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کش پایین‌ترین سطح کنترل با ۲۲/۵درصد به تیمار کاربرد علف‌کش استورم به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار اختصاص داشت. افزایش مقدار کاربرد علف‌کش فومسافن از ۰/۵ به ۱/۵ لیتر در هکتار به طور معنی‌داری سبب افزایش ۱۵۷/۹درصد سطح کنترل علف‌های‌هرز شد. چنین افزایش دزی برای علف‌کش استورم موجبات افزایش ۱۲۷/۸درصد سطح کنترل علف‌های‌هرز را در پی داشت (جدول ۵).

عملکرد لوبیا: در بین تیمارهای آزمایش بالاترین سطح عملکرد لوبیا به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی علف‌کش استورم به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار و مخلوط آن با علف‌کش فومسافن

به همین مقدار اختصاص داشت. عملکرد دانه لوبیا برای تیمارهای یادشده و برخی دیگر از تیمارهای آزمایش به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بدون کنترل علف‌های‌هرز بود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز به فاصله ۱۰ روز پس از سمپاشی در مقایسه با پیش از آن و عملکرد دانه لوبیا

Table 5. Mean of weed density reduction 10 days after treatment, visual rating control level 14 days after herbicide application, and grain yield of common bean

Treatment	درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز **Weed density reduction** (%)	درصد کنترل **Visual control level** (%)	عملکرد دانه لوبیا (کیلوگرم در هکتار) **Grain yield** (kg/ha)
Fomesafen 0.5 L.ha^{-1}	8.7 e	23.75 e	1311 a
Fomesafen 1 L.ha^{-1}	34.8 abcd	31.25 de	1245 a
Fomesafen 1.5 L.ha^{-1}	33.1 abcd	61.25 abcd	1086 ab
Storm 0.5 L.ha^{-1}	24.4 bcde	22.50 e	1135 a
Storm 1 L.ha^{-1}	16.2 cde	27.50 e	1052 ab
Storm 1.5 L.ha^{-1}	38.5 abcd	51.25 abcde	1441 a
Storm 0.5 L.ha^{-1} +Fomesafen 0.5	28.4 abcd	48.75 cde	1153 a
Storm 1 L.ha^{-1} +Fomesafen 0.5	29.9 abcd	58.75 abcd	1178 a
Storm 1.5 L.ha^{-1}+Fomesafen 0.5	42.6 abc	73.75 abc	1054 ab
Storm 0.5 L.ha^{-1}+Fomesafen 1	13.2 de	42.50 de	1273 a
Storm 1 L.ha^{-1}+Fomesafen 1	42.6 abc	75.0 abc	1054 ab
Storm 1.5 L.ha^{-1}+Fomesafen 1	63.8 ab	75.0 abc	1295 a
Storm 0.5 L.ha^{-1} +Fomesafen 1.5	33.1 abcd	47.50 bcde	1242 a
Storm 1 L.ha^{-1} +Fomesafen 1.5	63.8 ab	81.25 ab	1330 a
Storm 1.5 L.ha^{-1} +Fomesafen 1.5	78.0 a	80.00 ab	1421 a
Hand weeding	-	100.0 a	1171 a
Weedy check	-	0.00 f	706 b

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

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

Soltani *et al*. (2005) خسارت ناشی از کاربرد پس‌رویشی بنتازون، مخلوط بنتازون و فومسافن و مخلوط فومسافن و ایمازاموکس روی لوبیا را موقتی گزارش دادند که لوبیا قادر به جبران آسیب وارده بود و در نهایت عملکرد لوبیا تحت تأثیر خسارت این علف‌کش قرار نگرفت. کاربرد پس‌رویشی بنتازون به مقدار متعارف (۱۰۸۰گرم ماده مؤثر در هکتار) و دو برابر آن در مقایسه با تیمار شاهد بدون سمپاشی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد دانه لوبیا نداشت (Soltani *et al*., 2006) در حالی که Wall (1995) کاهش ۲۱درصدی عملکرد لوبیا (Navy beans) را بر اثر کاربرد پس‌رویشی بنتازون گزارش داد. VanGessel *et al*. (2000) خسارت چشمی ۳ تا ۲۰درصدی بدون کاهش عملکرد معنی‌دار را برای کاربرد پس‌رویشی بنتازون گزارش دادند. Blackshaw *et al*. (2000) برای

کاربرد بنتازون روی لوبیا (Dry beans) خسارت چشمی گزارش نکردند.

با توجه به کمبود علف‌کش برای کنترل پس‌رویشی علف‌های‌هرز در کشت لوبیا و فقدان اثرات گیاه‌سوزی مشخص علف‌کش‌های فومسافن و استورم روی گیاه زراعی لوبیا می‌توان از این علف‌کش‌ها و مخلوط آنها همانند علف‌کش رایج بنتازون برای کنترل پس‌رویشی علف‌های‌هرز بهره گرفت. لازم به ذکر است که اکثر تیمارهای علف‌کش و حتی تیمار یک‌مرحله وجین دستی نیز به رغم اثرات کنترلی مناسب اولیه، در حذف کامل علف‌های‌هرز در ادامه فصل رشد ناتوان بودند. رویش گونه‌های علف‌هرز مشکل‌سازی نظیر عروسک‌پشت‌پرده طی دوره طولانی از فصل رشد و از سوی دیگر توانایی علف‌های‌هرز در پشت‌سرنهادن اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها از جمله دلایل این امر است. از این رو به نظر می‌رسد در مزارع با جمعیت بالای علف‌هرز ناشی از غنای بانک بذر، تکرار عملیات وجین دستی یا کاربرد علف‌کش‌ها برای ممانعت از خسارت علف‌های‌هرز ضروری است. با توجه به عدم کارآیی مناسب علف‌کش‌های موجود در کنترل کامل گونه‌های علف‌هرز شایع در سطح مزارع لوبیا تکرار عملیات سمپاشی یا تلفیق آن با وجین دستی ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش در این زمینه می‌تواند راهگشا باشد.

منابع

1. Ahmadi, A., and Mousavi, S.K. 2007. Studies on Floristic Composition of common bean (*Phaselous vulgaris*) weeds in Lorestan province. Final Report, Research Project. *Shahed* and *Isargar* Researchers of Lorestan. 127 pp (in Persian with English summary).
2. Anonymous. 2000. Storm. BASF Company.
3. Anonymous. 2004. Guide to Weed Control. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). Publication. 75. Toronto, ON, 347 pp.
4. Anonymous. 2009. Reflex. Syngenta Company.
5. Bartlett, M.S. 1947. The use of transformations. Biometrics 3: 39-52.
6. Blackshaw, R.E., Molnar, J.L., Muendel, H., Saindon, G., and Xiangju, L. 2000. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology 14: 327-336.
7. Burnside, O.C., Ahrens, W.H., Holder, B.J., Wiens, M.J., Johnson, M.M., and Ristau, E.A. 1994. Efficacy and economics of various mechanical plus chemical weed control systems in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology 8: 238-244.
8. Mousavi, S.K., Kakhki, S.H., Lak, M.R., Tabatabaei, R., and Behrozi, D. 2006. Evaluation of Imazetapyr herbicide efficiency for weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Final Report, Plant Pest and Disease Research Institute, 77pp (in Persian with English summary).
9. Mousavi, S.K., Kakhki, S.H., Lak, M.R. Tabatabaei, R., and Behrozi, D. 2006. Evaluation of Imazetapyr herbicide efficiency for weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Pulses Research 1: 111-123. (in Persian with English summary).
10. Soltani, N., Bowley, S., and Sikkema, P.H. 2005. Responses of black and cranberry beans (*Phaseolus vulgaris*) to post-emergence herbicides. Crop Protection 24: 15-21.
11. Soltani, N., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2006. Effects of post-emergence application of bentazon and fomesafen on eight market classes of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Protection 25: 826-830.
12. Streibig, J.C. 2003. Assessment of herbicide effects. www.ewrs.org/et/docs/ Herbicide_ interaction.pdf. 44 PP.
13. Vangessel, J.M., Monks, W.D., and Quintin, R.J. 2000. Herbicides for potential use in Lima bean (*Phaseolus lunatus*) production. Weed Technology 14: 279-286.
14. Vencill, W.K., Wilson, H.P., Hines, T.E., and Hatzios, K.K. 1990. Common lambsquarters (*Chenopodium album*) and rotational crop response to imazethapyr in pea (*Pisum sativum*) and snap bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology 4: 39-43.

15. Wall, D.A. 1995. Bentazon tank-mixtures for improved redwood pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and common lambsquarters (*Chenopodium album*) control in navy beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology 9: 610-616.
16. Zand, E., Baghestani, M.A., Bitarafan, M., and Shimi, P. 2006. A Guidline for Herbicides in Iran. Mashhad Jihad-e University. 66pp (in Persian).
17. Zand, E., Mousavi, S.K., and Heidari, A. 2008. Herbicides and Their Application. Mashhad Jihad-e University. 593 pp (in Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 35-46

Efficacy of fomesafen and combinations of bentazone+aciflorfen (Storm) herbicides on Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) weed control in Lorestan Province

Mousavi[1*], S.K ., Nazari Alem[2], J. & Nazari[3] , S.

1- Contribution from Agricultural and Natural Resources Research Center of Lorestan
2- MSc. In Identify and Weed Control from Tehran University
3- Instructor of Iranian Research Institute of Plant Protection

Received: 3 october 2010
Accepted: 27 April 2011

Abstract

Efficacy of fomesafen and storm (bentazone+aciflorfen) herbicides on common bean (*phaseolus vulgaris* L.) weed control were evaluated in a randomized complete block design with four replications during 2008 in Lorestan Province. Herbicides were applied postemergence at three trifoliate growth stage of common bean. Herbicide injury on weeds reached maximum three days after treatments and common bean was recovered from initial injury of herbicides especially their combinations with high dose at 14 days after treatments, so that treatments had no persistent injury effect on crop. Tank mixture of fomesafen (1.5 $L.ha^{-1}$) and storm (1.5 $L.ha^{-1}$) treatment controlled weeds by 71.3% and based on visual injury monitoring, this mixtures controlled *Physalis divaricata*, *Hibiscus trionum*, and *Portulaca oleracea* 92.8, 81.3, and 63.8%, respectively. In general, visual evaluation 14 days after treatments, fomesafen (1.5 $L.ha^{-1}$) mix with storm (1 or 1.5 $L.ha^{-1}$) controlled weeds by 80% and it was not significantly differed from hand weeding. Results of this research indicated that fomesafen and storm herbicides, and their combinations at proposed doses may apply postemergence for weed control in common bean.

Key words: Broadleaf weeds, Herbicides tank mixture

[*] **Corresponding Author**: E-mail: skmousavi@gmail.com, Tel: 0661-2201005

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۶۲-۴۷، نیمه دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 47-62

ویژگی‌های مورفولوژیک و فنولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه و کلش ژنوتیپ‌های عدس در منطقهٔ شهرکرد

علی تدین[1*]، لیدا هاشمی[2] و محمود خدام‌باشی[1]

۱- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۶/۱۵

چکیده

به منظور بررسی مراحل فنولوژیک، ویژگی‌های مورفولوژیک، مقایسهٔ عملکرد و اجزای عملکرد دانه، همبستگی بین ویژگی‌ها و تعیین پارامترهای مؤثر بر عملکرد دانه در ۱۰ژنوتیپ عدس در شرایط شهرکرد، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مختلف، حاکی از اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها بود. با توجه به همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار بین درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک با عملکرد دانه، هرچه ژنوتیپ‌های موردنظر زودرس‌تر باشند و بتوانند قبل از مواجهه با دمای بالا، رشد رویشی مطلوبی داشته باشند، عملکرد بیشتری تولید می‌نمایند. این موضوع در مورد ارقام Precoz و L3685 بعنوان زودرس‌ترین و پُرمحصول‌ترین ژنوتیپ‌ها صادق بود. وزن ۱۰۰دانه همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری با ویژگی‌های تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته نشان داد که با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه انتظار می‌رود که ژنوتیپ‌های دارای وزن ۱۰۰دانه کمتر از طریق تعداد بیشتر غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته جبران کاهش عملکرد را نمایند. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون برای عملکرد دانه و اجزای آن و نیز میزان تأثیر همزمان هر کدام از ویژگی‌های مورفولوژیک بر عملکرد دانه نشان داد که به ترتیب وزن ۱۰۰دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر را بر روی عملکرد دارا هستند. در بین اجزای عملکرد وزن ۱۰۰دانه همبستگی ژنتیکی بالاتری با عملکرد دانه نشان داد و دارای بالاترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بود. لذا این جزء عملکرد بعنوان بهترین معیار برای انتخاب غیرمستقیم به منظور افزایش عملکرد محسوب می‌شود. بر اساس دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های پُرمحصول و کم‌محصول در دو گروه مجزا دسته‌بندی شدند. در ضمن پُرمحصول‌ترین و زودرس‌ترین آنها در یک گروه قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد دانه، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه رگرسیون، عملکرد دانه، ویژگی‌های فنولوژیک، ویژگی‌های مورفولوژیک

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Medik) بعنوان منبع غذایی با حدود ۲۰درصد پروتئین و ویژگی‌هایی چون توانایی رشد در شرایط نامناسب وخاک‌های فقیر توانسته است تا به امروز بعنوان یک گونهٔ غذایی باارزش نقش مهمی را در رژیم غذایی بسیاری از اقشار کم‌درآمد مردم کشورهای در حال توسعه ایفا کند. این منبع غنی از پروتئین بواسطه خاصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن در خاک از نظر کمک به اصلاح و بهبود فیزیک خاک در مناطق پُرشیب و به‌خصوص در اراضی دیم حایز اهمیت فراوانی است. دانه و کاه این گیاه بواسطه غنی‌بودن از لحاظ انرژی و پروتئین در تعلیف دام نیز کاربرد دارد (Kurdali *et al*., 1997; Thomson & Siddique, 1997). بر اساس اطلاعات آمارنامه کشاورزی ایران در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ سطح زیر کشت عدس در ایران حدود ۱۵۰ هزار هکتار با متوسط تولید دانه ۸۸۵ کیلوگرم در هکتار در کشت آبی و ۳۳۲ کیلوگرم در هکتار در کشت دیم بود. متوسط عملکرد عدس در ایران در مقایسه با متوسط عملکرد جهانی بسیار پایین است. بنابراین لازم است در جهت توسعه و گسترش سطح زیر کشت این گیاهان و افزایش مصرف سرانه در جامعه اقدامات گسترده‌ای به‌عمل آورد. کشت مداوم ارقام با پتانسیل عملکرد پایین و واکنش ضعیف نسبت به نهاده‌ها و عملیات مدیریتی پیشرفته و دامنهٔ سازگاری اندک و عدم ثبات عملکرد نسبت به

* **نویسنده مسئول:** شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، کیلومتر ۲ جاده سامان، کد پستی: ۸۸۱۸۶/۳۴۱۴۱، صندوق پستی: ۱۱۵، تلفن: ۴۴۲۴۴۲۸-۰۳۸۱
همراه: ۰۹۱۳۱۱۰۹۰۹۸، پُست الکترونیک: a_tadayyon@yahoo.com

شرایط تنش را می‌توان از مهم‌ترین عوامل سطح تولید پایین این محصول دانست. لذا شناسایی و تولید ارقام پُرمحصول و همچنین شناخت عوامل محدودکنندهٔ پتانسیل عملکرد بالا در این محصول ضروری به نظر می‌رسد. از این رو بایستی در جستجوی توضیح چگونگی اثرات تغییرات محیطی بر فرایندهای فیزیولوژیک، مورفولوژیک، فنولوژیک و همچنین رشد و نمو عدس بود. وقتی گونه‌ای در گسترهٔ وسیعی از محیط‌های مختلف وجود داشته باشد، بایستی سازگاری‌های متنوعی نیز به محیط‌های مختلف داشته باشد. راندمان اصلاح و انتخاب عدس جهت افزایش عملکرد در مناطق آب و هوایی مختلف بستگی به واکنش مراحل مختلف نموی گیاه به شرایط آن مناطق دارد. Erskin *et al*, 1989 با انجام تحقیقی بر روی الگوهای تنوع مورفولوژیک مجموعهٔ ژرم‌پلاسم جهانی عدس، فنولوژی را بعنوان کلیدی برای سازگاری حبوبات در مناطق بزرگ جغرافیایی شناخته‌اند. در مناطق جغرافیایی مختلف تغییرات فصلی و درجه‌حرارت می‌توانند بر روی فنولوژی، ساختار گل‌دهی، تولید غلاف و بالاخره عملکرد نهایی گیاه اثر بگذارند. بنابراین بررسی و مقایسه مراحل این ویژگی‌ها در ارقام مختلف، اطلاعات ارزنده‌ای را در مورد کشت به‌موقع و یافتن بهترین رقم سازگار به منطقه در اختیار قرار می‌دهد. عملکرد دانه خصوصیت پیچیده‌ای است که تحت تأثیر ویژگی‌های بسیاری قرار دارد، بنابراین شناخت تأثیر ویژگی‌های مختلف که در مراحل رویشی و زایشی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد عدس مؤثرند، می‌تواند کار اصلاح عدس را آسان‌تر کند و در گزینش ژنوتیپ‌های پُرمحصول مؤثر باشد (Kusmenglu & Muehlbauer, 1998). طبق تحقیقات (Kusmenglu & Muehlbauer, 1998) افزایش عملکرد دانه عدس از طریق ارتقای ارقامی با دورهٔ رشد رویشی و زایشی کوتاه‌تر و سرعت رشدی بالاتر محصول و دانه امکان‌پذیر است. عملکرد، نتیجه فعالیت تعدادی از فرآیندهای رشد و نمو مانند تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه می‌باشد (Tulla *et al*., 2001). Erskin & Goodrich (1991) بیان داشتند که به طور کلی ارتفاع گیاه با بیوماس و مواد باقیمانده همبستگی بسیار بالاتری در مقایسه با عملکرد دانه عدس دارد. برای داشتن ارقامی با عملکرد بالا باید به گزینش لاین‌هایی با ارتفاع بوته بیشتر و دورهٔ رشد طولانی‌تر اقدام نمود (Gabbari & Dori, 2005). Bitaraf *et al*. (2010) ارتفاع ساقهٔ اصلی را به عنوان یکی از شاخص‌های انتخاب جهت بهبود عملکرد معرفی نمودند. تجزیهٔ علیت عملکرد دانه و اجزای آن توسط Nakhforoush *et al*. (1998) نشان داد که مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در درجهٔ اول، تعداد غلاف در بوته و پس از آن وزن ۱۰۰دانه می‌باشند.

برخی محققان (Nakhforoush *et al*., 1998; Mehrbakhsh, 1986; Dixit *et al*., 2005; Dargah, 2005; Singh *et al*., 1997) ضرایب همبستگی مثبتی بین عملکرد و اجزای عملکرد گزارش کردند. Bitaraf *et al*. (2010) با تجزیهٔ علیت عملکرد دانه و اجزای آن نشان دادند که مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در درجهٔ اول، تعداد دانه در غلاف و پس از آن وزن ۱۰۰دانه می‌باشند. Abasi Soraki *et al*. (2005) در آزمایشی بر روی هفت ژنوتیپ عدس نشان دادند عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، ارتفاع گیاه و زمان پُرشدن دانه دارد و در بین اجزای عملکرد، عملکرد دانه ابتدا تحت تأثیر تعداد غلاف در بوته و سپس تحت تأثیر تعداد دانه در غلاف است. Dixit *et al*. (2005) از طریق تجزیهٔ ضرایب مسیر بیان کردند که تعداد غلاف در گیاه، وزن و تعداد دانه در غلاف دارای بیشترین اثر مستقیم بر روی عملکرد دانه می‌باشند، در حالی‌که تعداد انشعابات اولیه و تعداد روز تا بلوغ دارای اثرات مستقیم منفی روی عملکرد دانه است. اگرچه در نقاط مختلف جهان و شرایط آب و هوایی مختلف، تحقیقاتی بر روی فنولوژی، سازگاری و در نهایت عملکرد لاین‌ها و ارقام عدس صورت گرفته ولی تاکنون این گونه تحقیقات در ایران به منظور شناسایی رقم یا ارقام سازگار و در عین حال دارای عملکرد بالا متناسب با مناطق مختلف کشور به طور مطلوبی صورت نگرفته است. افزایش عملکرد هم از نظر کمّی و هم کیفی از اهداف اصلی اصلاح این گیاه مهم زراعی است و در سال‌های اخیر پیشرفت‌های چشمگیری در افزایش عملکرد عدس بدلیل تجارت رو به گسترش و افزایش تقاضا در جهان صورت گرفته است که بخشی از آن به مدیریت زراعی، انتخاب بر اساس سازگاری به اقلیم مورد کشت و فعالیت‌های بِه‌نژادی نسبت داده می‌شود. اهداف اصلی این پژوهش، بررسی پتانسیل تولید ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک و دانه، مقایسه ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ارقام، بررسی ارتباط بین ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ارقام با عملکرد و اجزای عملکرد آنها و شناسایی رقم یا ارقام سازگار و پُرعملکرد جهت کشت در منطقه شهرکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با طول جغرافیایی ۵۱درجه و

۵۰دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲درجه و ۱۹دقیقهٔ شمالی و ارتفاع ۲۰۶۱متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش، سیلتی‌لوم تا رسی و متوسط pH خاک حدود ۷ بود. در این مطالعه، ۱۰ژنوتیپ عدس شامل هشت لاین و رقم و همچنین دو تودهٔ محلی مورد بررسی قرار گرفتند. نام، مبدأ و منبع ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- نام، مبدأ و منبع ژنوتیپ‌های عدس

Table 1. Name, origin and source of lentil genotypes

ژنوتیپ Genotype	مبدأ تهیه Origin	منبع Source
L830	هندوستان	IARI
Flip97-7L	ایکاردا	ICARDA
Precoz	آرژانتین	ICARDA
L236	هندوستان	IARI
Flip98-10L	ایکاردا	ICARDA
Lc74-1-5-1	هندوستان	IARI
Sehor74	هندوستان	IARI
Fars	تودهٔ بومی	IRAN
Kermanshah	تودهٔ بومی	IRAN
L3685	ایران	ICARDA

کاشت در تاریخ ۲۰اسفندماه سال ۱۳۸۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به فاصلهٔ ۳۰سانتی‌متر از یکدیگر بود. طول ردیف‌ها سه‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف حدود ۵سانتی‌متر درنظرگرفته شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دو دیسک عمود برهم و اضافه‌کردن کودهای پایه فسفره و نیتروژنه به ترتیب معادل با ۵۰کیلوگرم P_2O_5 و ۳۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. بلافاصله قبل از دومین دیسک (دو هفته قبل از کاشت) برای کنترل علف‌های هرز از علف‌کش پیش‌رویشی ترفلان به میزان توصیه‌شده استفاده شد و علاوه بر آن، وجین دستی انجام گرفت. جهت جلوگیری از خسارات بیماری‌های خاک‌زی، بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش بنومیل ضدعفونی شدند. کاشت بصورت دستی و در عمق سه‌سانتی‌متر انجام شد. برای اطمینان از حصول تراکم موردنظر و پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها و در مرحلهٔ توسعهٔ دوبرگچه‌ای، با تنُک‌کردن فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف کاشت حدود پنج‌سانتی‌متر از یکدیگر تنظیم شد. سایر عملیات زراعی نظیر وجین علف‌های‌هرز، آبیاری و اضافه‌کردن کود سرک بطور یکنواخت برای کلیه کرت‌های آزمایشی انجام گرفت. اولین آبیاری به صورت آرام و سبک بلافاصله پس از کاشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی هر ۷ تا ۱۰روز یک‌بار، بسته به ضرورت صورت گرفت و زمانی که غلاف‌ها رو به زردی رفتند، آبیاری قطع شد. ویژگی‌های مورد مطالعه شامل تجزیه و تحلیل مراحل فنولوژیک، ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه بود. جهت اجتناب از اثرات حاشیه‌ای پس از حذف حاشیه‌ها، نمونه‌برداری به صورت تصادفی انجام گرفت و از هر کرت آزمایشی پنج بوتهٔ تصادفی از دو ردیف میانی برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه، کلیهٔ اندازه‌گیری‌ها بر روی آن‌ها انجام شد. درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد سبزشدن (زمانی که بطور متوسط ۵۰درصد بذور در هر واحد آزمایشی سبز شدند) و درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی (زمانی که ۵۰درصد بوته‌های هر کرت آزمایشی دارای حداقل یک گلِ بازشده بودند) و درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (زمانی که برگ‌ها شروع به زردشدن کرده و ۵۰درصد غلاف‌ها در هر کرت آزمایشی به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای تغییر رنگ دادند) به روش Erskin *et al.* (1989) تعیین شد. ارتفاع بوته بر اساس فاصله از سطح خاک (یقه) تا جوانهٔ انتهای ساقه اصلی تعیین شد. تعداد گره در ساقهٔ اصلی بر اساس شمارش گره‌ها از پایین‌ترین محل اثر برگ (گره ۱) تا بالاترین گره قابل‌رؤیت در روی ساقهٔ اصلی در پنج بوته تعیین شدند. سایر ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده شامل تعداد انشعابات اولیه (بر اساس میانگین تعداد ساقه‌های منشعب‌شده از ساقهٔ اصلی در پنج بوته تصادفی از هرکرت، فاصله میان‌گره، سطح برگ مرکب، تعداد غلاف در بوته (میانگین تعداد غلاف در پنج بوته تصادفی از هر پلات آزمایشی)، تعداد دانه در غلاف (میانگین تعداد دانه در ۱۰۰ غلاف از پنج بوته انتخاب‌شده از هر پلات)، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰دانه بودند. به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک، سطحی معادل دو مترمربع از هر کرت با رعایت حذف اثر حاشیه برداشت شد. نمونه‌ها ابتدا به مدت چند روز در مقابل آفتاب و سپس به مدت ۴۸ساعت در دمای ۶۰درجهٔ سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند و سپس جهت تعیین عملکرد بیولوژیک توزین شدند. عملکرد دانه نیز پس از تفکیک دانه از کاه و کلش به صورت دستی و سپس توزین دانه‌ها محاسبه شد. عملکرد کاه و کلش نیز با کسرکردن عملکرد دانه از عملکرد بیولوژیک محاسبه و شاخص برداشت با استفاده از نسبت متوسط عملکرد دانه در کرت به متوسط عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. درصد پروتئین دانه به عنوان تنها خصوصیت کیفی، اندازه‌گیری شد. برای این منظور میزان نیتروژن آلی دانه‌ها به روش کجلدال اندازه‌گیری و در عدد

۶/۲۵ (ضریب ثابت برای تبدیل ازت خام پروتئین خام) ضرب شد.

تجزیه واریانس، مقایسهٔ میانگین‌ها و تعیین ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی توسط نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. میانگین‌های معنی‌دارشده با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج‌درصد مقایسه شدند. به منظور بررسی ارتباط میان ویژگی‌های مختلف و تعیین ویژگی‌هایی که بیشترین توجیه را برای عملکرد دانه داشتند از روش رگرسیون استفاده شد. برای بیان روابط بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد، آنالیز ضرایب مسیر (path analysis) با استفاده از ضرایب همبستگی ژنتیکی توسط نرم‌افزار SAS (Ver. 9) انجام شد. همچنین تجزیه و تحلیل‌های آماری بر مبنای داده‌های چندمتغیره و رسم دندروگرام با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Ver. 13) انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فنولوژیک

ژنوتیپ‌ها به طور متوسط پس از ۸۹/۵۳ درجه‌روز به مرحلهٔ ۵۰درصد سبزشدن رسیدند. تفاوت میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر درجه‌روز تا ۵۰درصد سبزشدن، معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین‌ها (شکل ۱) نشان داد که ژنوتیپ‌های Flip98-10L Sehor74 و محلی فارس با میانگین ۸۱/۴۰ درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد سبزشدن کمترین و ژنوتیپ‌های Precoz، L3685، L236، Lc74-1-5-1 و محلی کرمانشاه با میانگین ۹۴/۹۰ درجه‌روز رشد بیشترین مقدار درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد سبزشدن را دارا بودند. بر اساس نتایج ضرایب همبستگی ساده، درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد سبزشدن همبستگی منفی و ضعیفی (r= -۰/۲۵) با عملکرد بیولوژیک و همچنین همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری (r= -۰/۴۹**) با عملکرد مواد باقیمانده (کاه و کلش) نشان داد (جدول ۶). به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های Flip98-10L، Sehor74 و محلی فارس که زودتر وارد مرحلهٔ سبزشدن شدند، عملکرد بیولوژیک و کاه و کلش بیشتری داشتند.

تجزیهٔ واریانس برای صفت درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی و درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک حاکی از اختلاف بسیار معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک‌درصد بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که رقم محلی فارس با میانگین ۸۹۵/۳۳ درجه‌روز رشد بیشترین مقدار و ژنوتیپ L830 با میانگین ۶۵۵/۸۰ کمترین مقدار درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی را داشتند (شکل ۱). در این بررسی همبستگی بین درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی (r= -۰/۳۱) با عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۶). (Mehrbakhsh, 1986; Naroei rad *et al.*, (2005;Nakhforoush *et al.*, 1998 گزارش داده‌اند که با افزایش تعداد روز یا درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی، عملکرد دانه کاهش می‌یابد. شاید علت اصلی آن ناشی از برخورد دوره‌های حساس گل‌دهی و به خصوص پُرشدن غلاف‌ها با دمای بالای هوا باشد که در نتیجهٔ تأخیر در گل‌دهی رخ می‌دهد؛ زیرا مرحلهٔ زایشی حساس‌ترین مرحله به عوامل محیطی بوده و دما و فتوپریود اثر قابل‌توجهی بر طول این دوره دارند. این امر با توجه به این‌که عدس گیاهی سرمادوست است، احتمالاً ناشی از برخورد دوره‌های حساس گل‌دهی و بخصوص پُرشدن غلاف‌ها با دمای بالای هوا می‌باشد که در نتیجهٔ تأخیر در گل‌دهی رخ می‌دهد. آمار هواشناسی مربوط به درجه‌حرارت شهرکرد در طی دورهٔ رشد زایشی مؤید این موضوع می‌باشد. همبستگی‌های مثبت و نسبتاً معنی‌دار بین درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی (r=۰/۳۵*) با عملکرد بیولوژیک و همچنین همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌دار بین این صفت و عملکرد کاه و کلش (مواد باقیمانده) (r= ۰/۵۵**) مؤید این مطلب است که به منظور افزایش مقدار کاه و کلش نیازمند ارقامی با دورهٔ رشد رویشی و زایشی طولانی‌تر می‌باشد (Mojni; *et al.*, Sreelatha *et al.*, 1977; 2005). این موضوع در مورد ژنوتیپ محلی فارس که بیشترین تعداد روز تا گل‌دهی و در عین حال بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه و کلش را دارا بود، صدق می‌کند (شکل ۱ و شکل ۲). درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی و ۹۰درصد گل‌دهی همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌داری (به ترتیب r=۰/۶۹** و r=۰/۶۵**) با درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک نشان دادند (جدول ۶). به عبارت دیگر با به تعویق افتادن گل‌دهی، رسیدگی محصول نیز به تعویق می‌افتد. Nakhforoush *et al.* (1998) نیز به چنین نتایجی دست یافتند. ژنوتیپ Precoz با ۱۱۲۴/۸۰ درجه‌روز رشد زودرس‌ترین و ژنوتیپ محلی فارس با ۱۳۵۴/۰۳ درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک، دیررس‌ترین رقم نسبت به سایر ارقام بودند. پُرمحصول‌ترین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق یعنی Precoz و L3685 زودتر از سایر ارقام به مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک رسیدند. (Kusmenglu & 1998; Muehlbauer, 1998; Nakhforoush *et al.*, Ghanbari & Dori, 2005 دریافتند که اکثر لاین‌هایی که زودرس‌تر بودند، دارای عملکرد دانهٔ بالاتری نیز بودند. چنین

نتایجی با توجه به معنی‌دار شدن همبستگی منفی بین این صفت و عملکرد دانه ($r= -۰/۵۰^{**}$) در این تحقیق حاصل شد. در واقع افزایش عملکرد دانه از طریق استفاده از ارقام اصلاح‌شده با دورهٔ رشد رویشی و زایشی کوتاه‌تر و در عین حال سرعت رشد محصول و دانهٔ بیشتر امکان‌پذیر است (Nakhforoush *et al*, 1998). همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی با درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک ($r=۰/۶۹^{**}$) تأییدی دیگر در جهت بالاتر بودن عملکرد در ژنوتیپ‌های زودرس‌تر بود. به بیان دیگر با به تعویق‌افتادن گل‌دهی، رسیدگی محصول نیز به تعویق می‌افتد. همان طور که در جدول۶ مشهود است همبستگی منفی و معنی‌داری ($r= -۰/۴۳^{*}$) بین این صفت و عملکرد دانه وجود دارد. بدلیل برخورد دوره‌های حساس گل‌دهی و به خصوص پُرشدن غلاف با دمای بالای هوا که خود ناشی از اثر غیرمستقیم تأخیر در گل‌دهی می‌باشد، افت عملکرد حاصل گردید. بدیهی است به علت سرمادوست بودن گیاه عدس هوای گرم دارای اثرات سوء بر روند تکاملی این گیاه می‌باشد.

جدول۲- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های عدس

Table 2. Analysis of variance for some phenological and morphological traits in lentil genotypes

منابع تغییر (S. O. V)	درجهٔ آزادی (df)	صفات Traits								
		درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا Growing degree day from planting to								
		۵۰درصد سبزشدن 50% emergence	۵۰درصد گلدهی 50% flowering	۹۰درصد گلدهی 90% flowering	رسیدگی فیزیولوژیک physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد انشعابات اولیه No. of primary branches	تعداد گره در ساقه اصلی No. of node in main stem	فاصلهٔ میان‌گره Internodes length	سطح برگ Leaf area
رقم Variety	9	115.17	14003.60**	18169.64**	15432.43**	22.69**	0.93**	2.08**	0.25**	61255.30**
بلوک Block	2	0	36.714$^{n.s}$	41.07$^{n.s}$	128.55*	16.24*	0.15$^{n.s}$	2.27*	0.0007$^{n.s}$	15624.09$^{n.s}$
خطا Error	18	0	16.39	18.50	33.48	3.25	0.51	0.40	0.008	8258.13
C.V		0	0.69	0.67	0.59	5.99	10.69	4.52	4.15	17.48

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha= 0.05$ و $\alpha= 0.01$.

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

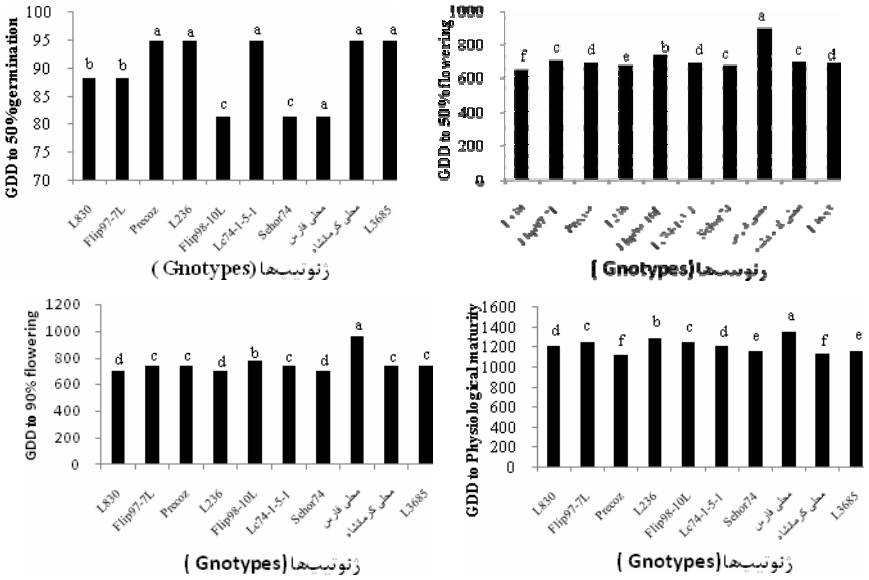
جدول۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های عدس

Table 3. Analysis of variance for yield and yield components in lentil genotypes

منابع تغییرات S. O. V	درجهٔ آزادی df	صفات Traits							
		تعدادغلاف در بوته No. of pods/plant	تعداد دانه در غلاف No. of seeds/pod	تعداد دانه در گیاه No. of seeds/plant	وزن ۱۰۰دانه 100 seeds weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد مواد باقیمانده Residual yield	شاخص برداشت Harvest Index
رقم Variety	9	220.12**	0.12**	367.77**	1.94**	344559.97**	560664.02*	230563.22$^{n.s}$	0.0008$^{n.s}$
بلوک Block	2	66.63*	0.021$^{n.s}$	69.71*	0.015$^{n.s}$	92031.78$^{n.s}$	1026643.92*	844163.42*	0.007**
خطا Error	18	14.88	0.008	13.23	0.054	17593.10	429125.25	344265.50	0.0004
C.V		12.004	7.26	9.45	7.49	8.82	10.88	12.99	8.20

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha= 0.05$ و $\alpha= 0.01$.

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



شکل ۱- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های فنولوژیک ژنوتیپ‌های عدس

Fig. 1. Mean comparison of some phenological traits in lentil genotypes

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک در هر نمودار می‌باشند، با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter in each graph are not significantly different (DMRT, P< 0.05)

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین‌های برخی ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های عدس

Table 4. Mean comparison of some phenological and morphological traits in lentil genotypes

سطح برگ Leaf area (mm^2)	فاصلهٔ میان گره Internodes length (cm)	تعداد گره در ساقه اصلی No. of node in main stem	تعداد انشعابات اولیه No. of primary branches	ارتفاع بوته Plant height (cm)	ژنوتیپ Genotype
343.31 d	1.82 f	14.13 abcd	3.8 abc	26.7 c	**L830**
691.4 ab	2.34 bc	14.33 abc	4.4 a	33.5 a	**Flip97-7L**
568.92 bc	1.83 f	14.8 ab	3.5 bc	28.7 c	**Precoz**
359.05 d	2.45 b	13.07 ed	3.4 bc	32 ab	**L236**
798.79 a	2.47 a	12.5 cde	3.6 bc	34.3 a	**Flip98-10L**
441.99 cd	1.97 e	13.43 cde	3.2 cd	26.8 c	**Lc74-1-5-1**
493.04 cd	1.95 ef	15.17 a	4.4 a	29.7 bc	**Sehor74**
577.56 bc	2.02 e	13.97 bcd	2.6 d	28.2 c	**Fars**
448.27 cd	2.06 ed	13.87 bc	3.3 bc	28.5 c	**Kermanshah**
476.64 cd	2.17 bc	14.08 ab	4.7 ab	32.2 ab	**L3685**

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک در هر نمودار می‌باشند، با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter in each graph are not significantly different (DMRT, P< 0.05)

ویژگی‌های مورفولوژیک

ارتفاع بوته

مقایسهٔ میانگین ارتفاع بوته (جدول ۴) نشان داد که ژنوتیپ Flip98-10L با میانگین ۳۴/۳۳ سانتی‌متر بیشترین و ژنوتیپ L830 با میانگین ۲۶/۶۷ سانتی‌متر کمترین مقدار ارتفاع بوته را دارا بودند. همبستگی مثبت و نسبتاً پایینی (r=۰/۲۸) بین ارتفاع ساقهٔ اصلی و عملکرد دانه دیده شد.

تعداد انشعابات اولیه

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری نشان دادند. با توجه به مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول۴) ژنوتیپ Sehor74 با میانگین ۴/۴۰ بیشترین و رقم محلی فارس با میانگین۲/۶۰ کمترین تعداد انشعابات اولیه را دارا بودند. همبستگی مثبت و نسبتاً معنی‌داری (r=۰/۳۱) بین عملکرد دانه و تعداد انشعابات اولیه مشاهده شد. در بررسی Erskin & Goodrich (1991) سهم شاخه‌های فرعی اولیه از

کل غلاف‌ها ۵۲/۴درصد گزارش شده بود که خود حاکی از اهمیت این انشعابات اولیه در عملکرد نهایی بود. همبستگی مشاهده‌شده بین عملکرد دانه و تعداد انشعابات اولیه را می‌توان به دلیل وجود تعداد غلاف بیشتر روی این انشعابات و نهایتاً تعداد دانهٔ بیشتر که خود منجر به دستیابی به عملکرد بالاتر می‌شود، توجیه کرد. همچنین همبستگی مثبتی (r=۰/۳۱) بین تعداد انشعابات اولیه و تعداد گره در ساقهٔ اصلی وجود داشت (جدول ۶) زیرا گره‌ها محل تشکیل انشعابات اولیه بوده و مسلماً افزایش تعداد گره در ساقهٔ اصلی سبب افزایش تعداد انشعابات می‌شود.

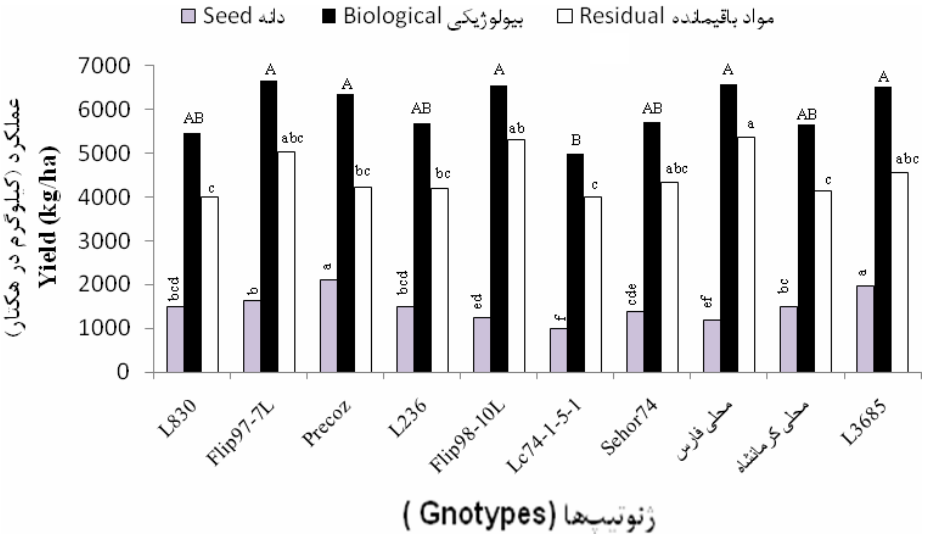
جدول ۵- مقایسهٔ میانگین های عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های عدس

Table 5. Mean comparisons of yield and yield components in lentil genotypes

درصد پروتئین Protein (%)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 seeds weight (g)	تعداد دانه در گیاه No. of seeds/plant	تعداد دانه در غلاف No. of seeds/pod	تعدادغلاف در بوته No. of pods/plant	ژنوتیپ Genotype
23.89 bc	0.27bc	2/47d	43.93c	1.35b	32.47cd	**L830**
24.67b	0.25c	3.92b	33.27d	1.03d	32.53cd	**Flip97-7L**
24.77b	0.33a	4.56a	32.73d	1.01d	32.27cd	**Precoz**
24.69 b	0.26c	2.51d	51.13ab	1.07d	48.07a	**L236**
22.17bc	0.19e	3.88b	23.33e	1.06d	21.93ef	**Flip98-10L**
25.51ab	0.20ed	3.19c	23.07e	1.24bc	18.60f	**Lc74-1-5-1**
23.55 bc	0.24cd	3.36c	32.47d	1.23bc	26.33 ed	**Sehor74**
28.17a	0.18e	2.19d	45.16bc	1.12cd	40.73b	**Fars**
20.95c	0.27 bc	2 .53d	45.07bc	1.28bc	35.40bc	**Kermanshah**
25.15 ab	0.30 ab	2.46d	54.67a	1.66a	33.00cd	**L3685**

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means fallowed by the same letter in each column are not significantly different (DMRT, p< 0.05).



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه، بیولوژیک و مواد باقیمانده ژنوتیپ‌های عدس

Fig. 2. Mean comparison of seed, biological and residual yield in lentil genotypes

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک برای هر صفت می‌باشند، با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter in each trait are not significantly different (DMRT, p< 0.05).

جدول ۶- ضرائب همبستگی فنوتیپی بین برخی ویژگی‌های ژنوتیپ های عدس

Table 6. Phenotypic correlation coefficients between some evaluated traits in different lentil genotypes

18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
-0.08	0.59**	-0.49**	0.42**	-0.25	-0.06	-0.45**	0.30	0.25	0.18	-0.19	0.04	-0.07	-0.15	-0.46**	-0.48**	-0.51**	1	1
0.46**	0.56**	0.55**	-0.31	0.35*	-0.22	0.36*	0.04	-0.22	0.18	0.09	-0.15	-0.54**	-0.03	0.69**	0.69**	1		2
0.47**	-0.52**	0.51**	-0.30	0.32	-0.25	0.32	0.06	-0.17	0.17	0.02	-0.14	-0.58**	-0.09	0.65**	1			3
0.47**	-0.33	-0.44**	-0.50**	0.17	-0.34*	0.15	0.08	-0.32	0.32	0.38*	-0.41*	-0.38*	0.14	1				4
-0.05	0.02	0.47**	0.28	0.54**	0.30	0.46**	0.06	-0.17	0.15	0.75**	0.14	0.34*	1					5
-0.28	0.34*	-0.11	0.31	0.04	0.28	0.07	-0.02	0.21	-0.16	0.08	0.31	1						6
0.14	0.43*	0.05	0.54**	0.28	0.11	-0.14	0.23	0.23	0.12	-0.52**	1							7
-0.12	-0.30	0.38*	-0.15	0.27	0.14	0.48**	-0.10	-0.25	0.03	1								8
0.15	0.27	0.11	0.36*	0.26	-0.43*	-0.31	0.80**	-0.17	1									9
-0.01	0.25	0.25	0.14	-0.16	-0.52**	-0.41**	0.45**	1										10
0.10	0.41*	-0.04	0.44**	0.16	-0.69**	-0.49**	1											11
0/003	-0.33	0.64**	0.001	0.57**	0.55**	1												12
-0.09	0.18	0.80**	0.28	0.20	1													13
0.06	-0.06	0.89**	0.46**	1														14
-0.08	0.85**	0.02	1															15
0.10	-0.50**	1																16
0.11	1																	17
1																		18

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

* & ** Significant at 5% & 1% respectively

۱-درجه روز تا ۵۰٪ سبز شدن Degree days to 50% emergence

۲-درجه روز تا ۵۰٪ گل‌دهی Degree days to 50% flowering

۳- درجه روز تا ۹۰٪ گل‌دهی Degree days to 90% germination

۴- درجه روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Degree days to physiological maturity

۵- ارتفاع بوته Plant height

۶-.تعداد انشعابت اولیه No. of primary branches

۷- تعداد گره در ساقه اصلی No. of nods on main stem

۸- فاصله میان گره Internodes space

۹- سطح برگ Leaf area

۱۰- تعداد غلاف در بوته No. of pods/plant

۱۱- تعداد دانه در غلاف No. of seeds/pod

۱۲- تعداد دانه در گیاه No. of seeds/plant

۱۳- وزن صد دانه 100 seeds weight

۱۴- عملکرد دانه Seeds yield

۱۵- عملکرد بیولوژیک Biological yield

۱۶- عملکرد مواد باقیمانده Residual yield

۱۷- شاخص برداشت Harvest Index

۱۸- درصد پروتئین % Protein

تعداد گره در ساقهٔ اصلی و فاصلهٔ میان‌گره

تجزیهٔ واریانس این ویژگی‌ها اختلاف بسیار معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها نشان داد (جدول۲) بطوری‌که دامنه‌ای از ۱۲/۵۰ گره در ژنوتیپ Flip98-10L تا ۱۵/۱۷ گره در ژنوتیپ Sehor74 را شامل شد. همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار بین تعداد گره‌های ساقهٔ اصلی با طول میان‌گره‌ها ($r= -۰/۵۲^{**}$) نشان می‌دهد که با افزایش تعداد گره در ساقهٔ اصلی فاصلهٔ میان‌گره‌ها کمتر می‌شود. همبستگی بین تعداد گره‌های ساقهٔ اصلی با عملکرد دانه ($r=۰/۵۴^{**}$) مثبت و بسیار معنی‌دار بود. با توجه به نقش تعیین‌کنندهٔ انشعابات اولیه که از گره‌های ساقهٔ اصلی منشعب می‌شوند، این روابط در عملکرد دانه قابل‌توجیه می‌باشد (Erskin & Goodrich, 1991; Nakhforoush *et al*., 1998).

سطح برگ مرکب

بر اساس نتایج تجزیهٔ واریانس، بین ژنوتیپ‌ها از نظر اندازهٔ سطح برگ مرکب، اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها در جدول ۴ نشان داد که ژنوتیپ Flip98-10L با میانگین ۷۹۸/۷۹ میلی‌متر مربع بیشترین و ژنوتیپ L830 با میانگین ۳۴۳/۳۱ میلی‌متر مربع کمترین سطح برگ را دارا بودند. اصولاً ارقامی که توسعه و گسترش برگ‌ها در آنها به‌خوبی صورت گرفته است، تجمع مادهٔ خشک نیز در آنها بیشتر بوده و از عملکرد بیولوژیک و کاه و کلش بالاتری نیز برخوردارند. وجود همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌دار بین سطح برگ مرکب و عملکرد بیولوژیک ($r=۰/۵۷^{**}$) و همچنین عملکرد کاه‌وکلش ($r=۰/۶۴^{**}$) این موضوع را تأیید می‌نماید (جدول ۶).

عملکرد و اجزای عملکرد

عملکرد دانه

بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد وجود داشت. رقم Precoz با میانگین ۲۱۰۸/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ Lc74-1-5-1 با میانگین ۱۰۰۱/۱ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد دانه را دارا بودند.

تعداد غلاف در بوته

از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (جدول ۳). میانگین این صفت در بین ژنوتیپ‌ها ۳۲/۱۳ غلاف به ازای هر بوته بود. ژنوتیپ‌ها از نظر صفت مزبور تنوع زیادی نشان دادند. مقایسهٔ میانگین‌ها در جدول ۵ نشان داد که ژنوتیپ L236 با میانگین ۴۸/۰۷ بیشترین و ژنوتیپ Lc74-1-5-1 با میانگین ۱۸/۶۰ کمترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند. همبستگی تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار ($r=۰/۳۶^{*}$) بود. محققین دیگر (Dixit *et al*., 2005; Singh *et al*., 1997; Amini *et al*., 2000) نیز در آزمایشات خود به نتایج مشابهی دست یافتند. همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه ($r= -۰/۴۳^{**}$) مشاهده شد (جدول ۶). بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نیز همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری ($r=۰/۸۰^{**}$) وجود داشت. طبیعی است که این همبستگی بالا مورد انتظار است؛ زیرا با افزایش شمار غلاف، تعداد دانه در بوته نیز به دنبال آن افزایش می‌یابد.

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف تفاوت بسیار معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌ها نشان داد. میانگین این صفت در بین ژنوتیپ‌ها ۱/۲۰۴ دانه در غلاف بود که ژنوتیپ L3685 با میانگین ۱/۶۶ بیشترین و ژنوتیپ Precoz با میانگین ۱/۰۱، کمترین تعداد دانه در غلاف را دارا بودند. همبستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی مثبت و بسیار معنی‌داری بین تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته (به ترتیب $r=۰/۴۵^{**}$ و $r=۰/۵۳^{**}$) دیده شد. با این حال، این صفت دارای همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری با وزن ۱۰۰دانه ($r=-۰/۵۲^{**}$) بودکه با توجه به همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه ($r=۰/۴۴^{**}$) انتظار می‌رود که ژنوتیپ‌های دارای وزن ۱۰۰دانهٔ کمتر از طریق تعداد بیشتر دانه و بالعکس، ژنوتیپ‌های دارای تعداد دانهٔ کمتر از طریق وزن ۱۰۰دانهٔ بیشتر، جبران کاهش عملکرد را بنمایند؛ چراکه با افزایش شمار غلاف‌ها و در نتیجه افزایش تعداد دانه‌ها به دلیل توزیع مواد پرورده و ذخیرهٔ آنها در تعداد بیشتری منبع تجمعی، وزن نهایی هر بذر نسبت به حالاتی با تعداد غلاف کمتر و در نتیجه دانهٔ کمتر کاهش می‌یابد که این خود، دلیل اصلی کاهش وزن ۱۰۰دانه در برابر افزایش تعداد غلاف در بوته می‌باشد.

تعداد دانه در بوته

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد دانه در بوته بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین تعداد دانه در بوته در بین

ژنوتیپ‌ها ۳۸/۴۸ دانه بود. با توجه به مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۶) ژنوتیپ L3685 با میانگین۵۴/۶۷ بیشترین و ژنوتیپ Lc74-1-5-1 با میانگین ۲۳/۰۷ کمترین تعداد دانه در بوته را دارا بودند. همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین تعداد دانه در بوته با عملکرد دانه (r= ۰/۴۴**) و شاخص برداشت (r= ۰/۴۱**) وجود داشت (جدول ۶). از آن جایی که نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد کل را شاخص برداشت گویند که نشان‌دهندهٔ قدرت ژنوتیپ از نظر تخصیص مواد پرورده به مقصد دانه است، در گیاهانی که دانه، عملکرد اقتصادی آنها را شامل می‌شود، افزایش شمار دانه در بوته خود نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کند و توجیه‌کنندهٔ همبستگی مذکور می‌باشد.

وزن ۱۰۰دانه

تفاوت میان ژنوتیپ‌ها از نظر وزن ۱۰۰دانه در سطح احتمال یک‌درصد بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۵) برای این صفت نشان داد که ژنوتیپ Precoz با میانگین ۴/۵۶ بیشترین و ژنوتیپ محلی فارس با میانگین ۲/۱۹ کمترین وزن ۱۰۰دانه را دارا بودند. همبستگی این صفت با عملکرد دانه (جدول ۶) مانند بعضی از مطالعات قبلی Nakhforoush *et al.* (1998) مثبت و غیر معنی‌دار (r= ۰/۲۸) بود. همان‌گونه که گفته شد وزن ۱۰۰دانه همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری با ویژگی‌های تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته نشان داد که با نتایج حاصل از تحقیقات قبلی (Asadi *et al.*, 2005; Sajeda, 1998) نیز منطبق است. بنابراین با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه انتظار می‌رود که ژنوتیپ‌های دارای وزن ۱۰۰دانهٔ کمتر از طریق تعداد بیشتر غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته، جبران کاهش عملکرد را بنمایند. لذا اهمیت تعداد غلاف‌های حاوی دو دانه در لاین‌های پُرعملکرد قابل‌توجه است.

عملکرد بیولوژیک (مادهٔ خشک)

بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳) بطوری‌که ژنوتیپ Flilp97-7L با میانگین ۶۶۶۳/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ Lc74-1-5-1 با میانگین ۴۹۹۶/۷ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد بیولوژیک را دارا بودند (شکل ۲). اکثر ارقامی که عملکرد دانهٔ پایین داشتند، دارای عملکرد کاه وکلش نسبتاً بالایی بودند و بالعکس؛ لیکن عملکرد بیولوژیک (کل مادهٔ خشک بخش‌های هوایی) که مجموع این دو عملکرد را شامل می‌گردد نوسانات کمی نشان داد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بیولوژیک و درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی (r=۰/۳۵*) وجود داشت (جدول ۶). همچنین همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین این صفت و ارتفاع بوته (r=۰/۵۴**) مشاهده گردید. بنابراین افزایش وزن خشک از طریق افزایش ارتفاع و طولانی‌تر بودن دورهٔ رشد رویشی قابل توجیه است. برخی محققان (Tulla *et al.*, 2001; Erskin & Goodrich, 1991) بیان داشتند که به طور کلی ارتفاع گیاه با بیوماس و مواد باقیمانده همبستگی بسیار بالاتری در مقایسه با عملکرد دانه دارد. برای داشتن ارقامی با عملکرد بیولوژیک بالا باید به گزینش لاین‌هایی با ارتفاع بوتهٔ بیشتر و دورهٔ رشد طولانی‌تر اقدام نمود (Ghanbari & Dori, 2005). عملکرد بیولوژیک دارای همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه (r=۰/۴۶**) و عملکرد کاه وکلش (r=۰/۸۹**) بود. محققان دیگر (Erskin & Goodrich, 1991; Nakhforoush *et* Leport *et al.*, 1998; Singh *et al.*, 1997 *al.*, 1998 Abasi Souraki *et al.*, 2005) نیز چنین همبستگی‌های مثبتی را گزارش نموده‌اند. در این بررسی نیز پُرعملکردترین ژنوتیپ‌ها از عملکرد بیولوژیک بالایی برخوردار بودند.

عملکرد کاه و کلش

بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد کاه و کلش اختلاف معنی‌داری دیده شد. ژنوتیپ محلی فارس با میانگین ۵۳۷۷/۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ L830 با میانگین ۳۹۸۸/۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین مقدار عملکرد کاه را دارا بودند. عملکرد کاه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با مراحل فنولوژیک درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی (r= ۰/۵۵**) و درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (r= ۰/۴۴**) نشان داد (جدول ۶). محققان دیگر (Al- Amini *et al.*, 2000 ;Dori, 2000 karak, 1999; چنین همبستگی‌هایی را مشاهده نمودند. در این تحقیق نیز همبستگی فنوتیپی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد کاه و کلش و ارتفاع بوته (r=۰/۴۷**) مشاهده شد (جدول ۶). عملکرد کاه و کلش همبستگی مثبت و بسیار

معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک (r=۰/۸۹**) دارا بود. از آن جایی که عملکرد بیولوژیک در اصل کل مادهٔ خشک گیاه را شامل می‌شود طبیعی است که تأثیر نهایی افزایش این صفت، افزایش مواد باقیمانده می‌باشد.

شاخص برداشت

بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که ژنوتیپ‌های Precoz و L3685 به ترتیب با میانگین ۰/۳۳ و ۰/۳۰ بیشترین و رقم محلی فارس با میانگین ۰/۱۸ کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. شاخص برداشت همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌دار با عملکرد دانه (r= ۰/۸۵**) نشان داد. سایر بررسی‌های انجام شده نیز حاکی از وجود همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار بین این دو صفت می‌باشد (Abasi Souraki *et al.*, 2005; Erskin & Thamson & Siddique, 1997; Goodrich, 1991; Leport *et al.*, 1998; Mehrbakhsh, 1986). شاخص برداشت با عملکرد کاه و کلش یا مواد باقیمانده نیز همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری (r= -۰/۵۰**) نشان داد. شاخص برداشت همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری با تعداد گره در ساقهٔ اصلی (r=۰/۴۴*) و تعداد انشعابات اولیه (r=۰/۳۴*) نشان داد زیرا با افزایش تعداد گره، تعداد انشعابات اولیه منشأ گرفته از این گره‌ها نیز افزایش یافته و در نهایت گسترش اندام‌های رویشی (انشعابات اولیه) که خود تکیه‌گاه انشعابات ثانویه و غلاف‌ها می‌باشند، سبب افزایش شاخص برداشت می‌گردد. همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری بین شاخص برداشت و ویژگی‌های فنولوژیک درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا ۵۰درصد گل‌دهی (r= -۰/۵۵**) و درجه‌روز رشد لازم از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (r= -۰/۶۴**) وجود داشت.

درصد پروتئین

بین ژنوتیپ‌ها برای این صفت، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). میانگین این صفت در بین ژنوتیپ‌ها ۲۴/۳۵ بود. متوسط درصد پروتئین دانه از ۲۸/۱۷ در رقم محلی فارس تا ۲۰/۹۵ در رقم محلی کرمانشاه متغیر بود (جدول ۳). همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین درصد پروتئین و ویژگی‌های درجه‌روز رشد لازم تا۵۰درصد گل‌دهی (r=۰/۴۶**) و درجه‌روز رشد لازم تا رسیدگی فیزیولوژیک (r=۰/۴۷**) وجود داشت که با نتایج حاصل از بررسی‌های محققان دیگر (Whitehead *et al.*, 2000; Valadyani, 2003) مطابقت دارد.

تجزیهٔ علیت

نتایج حاصل از تجزیهٔ علیت عملکرد دانه و اجزای آن که با استفاده از ضرایب همبستگی ژنتیکی انجام شد (جدول ۷) نشان داد که وزن ۱۰۰دانه دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت (۴/۱۸۲) بر عملکرد دانه بود. اثر مستقیم این جزء عملکرد ۱/۱۹ برابر اثر مستقیم تعداد غلاف در بوته و ۱/۱۴ برابر اثر مستقیم تعداد دانه در غلاف بود. بالاتر بودن اثر مستقیم وزن ۱۰۰دانه بیانگر اهمیت نسبی این صفت نسبت به اجزای دیگر عملکرد بر عملکرد دانه می‌باشد. در عین حال وزن ۱۰۰دانه نسبت به سایر اجزای عملکرد، همبستگی ژنتیکی بالاتری با عملکرد داشت. همچنین توافق نسبتاً بالایی میان همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی در این صفت دیده شد که حاکی از کم‌اهمیت بودن اثرات محیطی در برآورد این صفت می‌باشد. اثر مستقیم وزن ۱۰۰دانه از طریق اثر غیرمستقیم تعداد غلاف در بوته (۲/۱۴۸-) و تعداد دانه در غلاف (۲/۰۸۹-) کاهش یافت (جدول ۷). محققان دیگر نیز اثر مستقیم قابل‌توجهی برای وزن ۱۰۰دانه بر عملکرد دانه در عدس (Bitaraf *et al.*, 2010; Dixit *et al.*, 2005; Nakhforoush *et al.*, 1998; Kakde *et al.*, 2006) و ماشک (Albayrak & Tobgel, 2006) گزارش کرده‌اند. تعداد دانه در غلاف با وجود اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار آن بر عملکرد دانه (۳/۶۶۵) دارای اثرات غیرمستقیم منفی و قابل‌توجهی از طریق وزن ۱۰۰دانه (۲/۳۸۴-) و تعداد غلاف در بوته (۱/۰۵۵-) بود. تعداد غلاف در بوته نیز دارای اثر مستقیم و مثبتی (۳/۵۲۴) بر عملکرد دانه بود و لیکن این اثر مثبت توسط اثرات غیرمستقیم منفی وزن ۱۰۰دانه (۲/۱۴۸-) و تعداد دانه در غلاف (۱/۰۹۷-) کاهش یافت. در بین اجزای عملکرد وزن ۱۰۰دانه همبستگی بالاتری با عملکرد دانه نشان داد. از طرف دیگر دارای بالاترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بود. لذا این جزء عملکرد به‌عنوان بهترین معیار برای انتخاب غیرمستقیم به منظور افزایش عملکرد دانه محسوب می‌شود. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت که مهم‌ترین جزء عملکرد در درجهٔ اول وزن ۱۰۰دانه و پس از آن تعداد دانه در غلاف می‌باشد.

تجزیهٔ خوشه‌ای

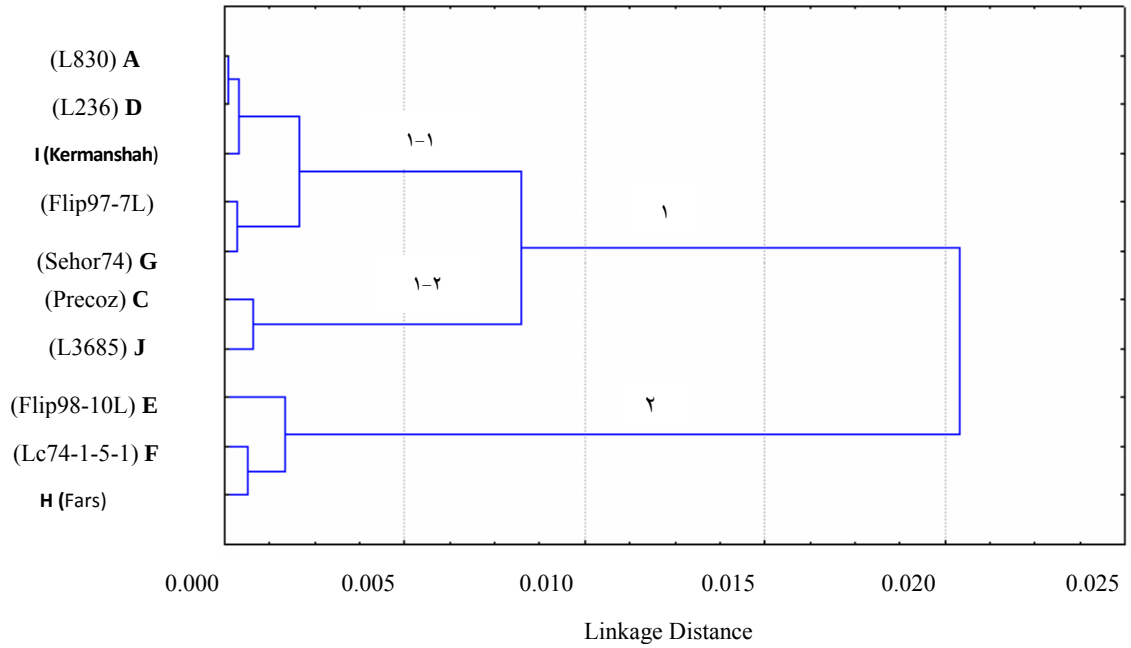
با توجه به دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها (شکل۳) بر اساس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های چندمتغیره و فواصل ژنتیکی مشخص می‌گردد که فاصله بین دو ژنوتیپ L830 و رقم محلی فارس ۰/۰۲۰۳۹۸۱ می‌باشد. دندورگرام، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به دو گروه مجزا تقسیم کرد. گروه ۱ شامل ژنوتیپ‌های L830، L236، محلی کرمانشاه، Flip97-7L، Sehor74، Precoz و L3685 و گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های Flip98-10L، Lc74-1-5-1 و رقم محلی فارس می‌باشد. گروه ۱ نیز خود حاوی دو زیرگروه است. زیرگروه ۱-۱ شامل ژنوتیپ‌های L236، محلی کرمانشاه، Flip97-7L و Sehor74 و زیرگروه ۱-۲ شامل ژنوتیپ‌های Precoz و L3685 بود. نتایج بدست آمده از تجزیهٔ کلاستر نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ ویژگی‌های مورد بررسی متفاوت بودند و این تجزیه به خوبی توانست ژنوتیپ‌ها را بر اساس ویژگی‌هایی از یکدیگر تفکیک نماید. با توجه به نمودار دندروگرام، ژنوتیپ‌های Flip98-10L، Lc74-1-5-1 و رقم محلی فارس که در اولین گروه‌بندی، در یک گروه جداگانه (گروه ۲) قرار گرفتند، مشخصاً جزو ژنوتیپ‌هایی با کمترین عملکرد دانه و شاخص برداشت بودند.

در این گروه که خود به دو زیرگروه تقسیم گردید، ژنوتیپ Flip98-10L به صورت یک زیرگروه مستقل دارای کمترین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته بود و تقریباً می‌توان بیان داشت که این لاین نسبت به ژنوتیپ‌های مورد بررسی، متوسطرس بود. از مشخص‌ترین ویژگی‌های زیرگروه ۱-۲ که شامل ژنوتیپ‌های Precoz و L3685 است، داشتن بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت می‌باشد. در عین حال دارای عملکرد بیولوژیک بالایی نیز می‌باشند. این ژنوتیپ‌ها با توجه به این‌که سریع‌تر از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک رسیدند در نتیجه تداخلی بین دوران رشد رویشی و بالاخص زایشی (دورهٔ پُرشدن دانه‌ها) آنها با درجات بالای حرارتی وجود نداشته و کاهش عملکرد نشان ندادند. بنابراین با درنظرگرفتن تمامی جوانب، ژنوتیپ‌های Precoz و L3685 جهت کشت در منطقهٔ شهرکرد مناسب به نظر می‌رسند. چون در طول فصل رشد توانسته‌اند پتانسیل عملکرد خوبی از خود نشان دهند. در کل، ژنوتیپ‌هایی که در گروه‌های متفاوتی قرار گرفته‌اند در واقع دارای بیشترین فاصله از لحاظ ویژگی‌های مورد بررسی هستند و می‌توان از این ژنوتیپ‌ها بنا به نظر اصلاح‌گر در تلاقی‌ها و ایجاد ارقام جدید اصلاحی که منجر به ایجاد تنوعی مناسب برای انتخاب گردد استفاده نمود. همچنین ژنوتیپ‌هایی که در یک گروه قرار می‌گیرند دارای بیشترین شباهت بوده و احتمالاً از لحاظ ژنوتیپی به یکدیگر نزدیک می‌باشند.

جدول۷- تجزیهٔ ضرایب مسیر برای عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های عدس

Table 7. Analysis of path coefficienst for yield and yield components in lentil genotypes

	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect by			ضرایب همبستگی ژنتیکی با عملکرد Genetically correlation coefficient with yield
		تعداد غلاف در بوته No. of pods/plant	تعداد دانه درغلاف No. of seeds/pod	وزن ۱۰۰دانه 100 seeds weight	
تعداد غلاف در بوته No. of pods/plant	3.524	-	-1.097	-2.148	0.28
تعداد دانه درغلاف No. of seeds/pod	3.665	-1.550	-	-2.384	0.23
وزن ۱۰۰دانه 100 seeds weight	4.182	-1.81	-2.089	-	0.28
اثرات باقیمانده Residual effect	-2.016				



شکل۳- دندروگرام ژنوتیپ‌های عدس بر اساس روش وارد
Fig. 3. Dendrogram of evaluated genotypes

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک، فنولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد با یکدیگر دارند. هر چه ژنوتیپ‌ها زودرس‌تر باشند و بتوانند در طول فصل‌رشد پیش از مواجه‌شدن با درجات بالای حرارتی، رشد رویشی مطلوبی داشته باشند، عملکرد بیشتری دارند. این موضوع در مورد ارقام Precoz و L3685 به‌عنوان زودرس‌ترین و پُرمحصول‌ترین ژنوتیپ‌ها صادق بود. ارقام ذکرشده از عملکرد بیولوژیک بالایی نیز برخوردار بودند. نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها برای عملکرد دانه نشان داد که ارقام Precoz و L3685 بیشترین و ژنوتیپ Lc74-1-5-1 کمترین میزان عملکرد دانه را دارا بودند. وزن ۱۰۰دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته از جمله اجزای عملکرد بودند که بر روی عملکرد اثر گذاشتند. این ارقام از دورهٔ کاشت تا رسیدگی خود حداکثر استفاده را برده و با ذخیره‌سازی بهینهٔ آنچه که در طول فصل رشد تولید نموده‌اند، عملکرد بیشتری داشتند. ارقام مذکور بیشترین شاخص برداشت و رقم محلی فارس، کمترین مقدار شاخص برداشت را دارا بودند. البته ارقام محلی فارس و Lc74-1-5-1 همزمان با داشتن کمترین مقدار شاخص برداشت و عملکرد دانه، بیشترین درصد پروتئین را دارا بودند. لازم به ذکر است که لاین پُرعملکرد L3685، درصد پروتئین بالایی نیز داشت. با انجام تجزیهٔ علیت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد مشخص گردید که وزن ۱۰۰دانه بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دانه دارد. پس از آن، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته بیشترین اثرات را داشتند. نتایج حاصل از تجزیهٔ کلاستر نشان داد که ژنوتیپ‌ها از لحاظ ویژگی‌های مورد بررسی با هم متفاوت بودند. بر اساس دندروگرام حاصل، ژنوتیپ‌های پُرمحصول و کم‌محصول در دو گروه مجزا دسته‌بندی شدند. در عین حال پُرعملکردترین و زودرس‌ترین آنها بر اساس این دو خصوصیت در یک زیرگروه قرار گرفتند. در نهایت با درنظرگرفتن تمامی جوانب، ژنوتیپ‌های Precoz و L3685 جهت کشت در منطقهٔ شهرکرد مناسب به نظر می‌رسند؛ چون در طول فصل رشد توانستند پتانسیل عملکرد خوبی از خود نشان دهند.

منابع

1. Abasi Soraki, A., Majnoun Hosseini, N., and Yazdi Samadi, B. 2005. Evaluation of Entezari and Spring sowing date on yield and yield component of lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik). The 1st Iranian Pulse Symposium, Mashhad p. 169-171. (In Persian).
2. Albayak, S., and Tongel, O. 2006. Path analysis of yield and yield related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.) under different rainfall conditions. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi 21: 27-32.
3. Al-karaki, G.N. 1999. Phonological development-yeild relationships in drybean in semi arid Mediterranean condition. Journal Agronomy and Crop Science 182: 73-78.
4. Amini, A., Ghanadha, M.R., and Abdemishani, S. 2000. Factor analysis for morphological and phonological traits in common bean. Seed and Plant Journal 16: 210-225. (In Persian).
5. Asadi, B., Ghanbari, A.A., and Dori, H.R. 2005. Correlation study of bean grain yield and related traits by path coefficient analysis. The 1st Iranian Pulse Symposium, Mashhad p. 658- 660. (In Persian).
6. Bitaraf, N., Khodambashi, M., and Houshmand, S. 2010. Correlation and path analysis of grain yield and its components for lentil under Shahrekord climate. Iranian Journal of Pulses Research 1: 51-56.
7. Dargahi, H.R., Vaezi, S., Aghaei, M.G., Omidi, M.W., and Dori, H.R. 2005. Potential of genetic diversity in white common bean collection of National Plant Gene Bank of Iran. The 1st Iranian Pulse Symposium, Mashhad p. 647-649. (In Persian).
8. Dixit, R.K., Singh, H.L., Sunil, S., and Singh, S.K. 2005. Selection criterion in lentil (*Lens culinaris* Medik.). The 4th International Food Legumes Research Conference, New Delhi, India, p. 194.
9. Dori, H.R. 2000. Study of genotypes variation in common bean using multivariate analysis. Proceeding of the 6th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding, Babolsar p. 101. (In Persian)
10. Erskin, W., Adham, Y., and Holly, L. 1989. Geographic distribution of variation in quantitative characters in a world lentil collection. Euphytica 43: 97-103.
11. Erskin, W., and Goodrich, W.J. 1991. Variability in lentil growth habit. Crop Science 31: 1040-1044.
12. Ghanbari, A.A., and Dori, H.R. 2005. Path coefficient analysis of effective traits on grain yield in red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines. The 1st Iranian Pulse Symposium, Mashhad. p. 147-150. (In Persian).
13. Kakde, S.S., Sharma, R.N., Lambade, B.M., and Arma, V.N. 2006. Correlation and path analysis studies in lentil (*Lens culinaris* L.). Annals of Plant Physiology 20: 86-90.
14. Karim Mojni, H., Alizadeh, H.M., and Majnoun Hosseini, N. 2005. Efficiency of either single or integrated application of different herbicides on yield and yield component and important agronomic characteristics in Entezari (winter sowing) and spring sowing date on Lentil (*Lens culinaris* Medik). Iranian Journal of Agricultural Science 36: 209-218. (In Persian).
15. Kurdali, F., Kalifo, K., and Al Schamma, M. 1997. Cultivar differences in nitrogen assimilation, partitioning and mobilization in rain-fed grown lentil. Field Crops and Research 54: 235-243.
16. Kusmenglu, I., and Muehlbauer, F.J. 1998. Genetic variation for biomass and residue production in lentil (*Lens culinaris* Medik.) II. Factors determining seed and straw yield. Crop Science 38: 911-915.
17. Leport, L., Turner, N.C., Frencha, R.J., Tennantd, D., Thomson, B.D., and Siddique, K.H.M. 1998. Water relations, gas exchange and growth of cool-season grain legumes in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 9: 295-303.
18. Mehrbakhsh, M.M. 1986. Evaluation of morphological and phonological charcteristics, seed yield and protein in lentil. MSc. Thesis. Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian)
19. Nakhforoush, A.R., Koucheki, A., and Bagheri, A.A. 1998. Evaluation of effective morphological and phonological indices on yield and its component in different lentil genotypes. Iranian Crop Science Journal 1: 20-35. (In Persian).
20. Naroei rad, M.R., Farzanjou, M., Aghaei, M.G., Fanaei, H.R., and Ghasemi, A. 2005. The study of regression model and correlation coefficients of some characters of genebank lentil accessions in low irrigation condition. The 1st Iranian Pulse Symposium, Mashhad p. 179-180. (In Persian).
21. Sajeda, B. 1998. Morphplogical study and character associations in germplasm of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Bangladesh Journal of Botany 25: 79-82.
22. Singh, K., Malhutra, K., Saxena, M., and Bejiga, J. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.
23. Sreelatha, D., Rao, K.L., Veeraraghavaiah, R., and Padmaja, M. 1997. Physiological variations in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars as affected by sowing dates. Annals Review of Agricultural Research 18: 111-114.

24. Thomson, B.D., and Siddique, K.H.N. 1997. Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environements, II Canopy development, radiation interception and dry-matter production. Field Crops Research 54: 189-199.
25. Tulla, A., Kusmenglu, I., McPhee, K.E., and Muehlbauer, F.J. 2001. Characterization of core collection of lentil germplasm for phenology, morphology, seed and straw yields. Genetic Resources and Crop Evolution 48: 143-152.
26. Valadyani, A.R. 2003. Study of stability, phonological stages, agronomical characteristics and yield of new safflower cultivars in Uromieh region. MSc. Thesis, Uromieh University. Iran. (In Persian).
27. Whitehead, S.J., Semmerfield, R.J., Muehlbauer, F.J., Coyne, C.J., Ellis, R.H., and Wheeler, T.R. 2000. Crop improvement and the accumulation and partitioning of biomass and nitrogen in lentil. Crop Science 40: 110-120.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 47-62

Effective morphological and phenological traits on seed and biological yield in lentil genotypes in Shahrekord region

Tadayyon[1*], A., Hashemi[2], L. & Khodambashi[1], M.

1- Assistant Professor of Agronomy Department, Shahrekord University
2- Former MSc. Student of Crop Breeding, Shahrekord University

Received: 15 January 2011
Accepted: 6 September 2011

Abstract

In order to study the phenological and morphological characteristics, comparison of yield and yield components, correlation between traits and determination of the parameters affecting seed yield, a field experiment was carried out at the Research Farm of Shahrekord University in 2007. Ten lentil genotypes were compared by a randomized complete block design with three replications. The analysis of variance indicated that there was a significant difference among genotypes for all evaluated traits. Considering significant negative correlation between growing degree days to physiological maturity and seed yield, early maturing genotypes such as genotypes Precoz and L3685, which could grow well before coinciding with high temperature will be produced high yield at Shahrekord climatic condition. Seed weight showed significant negative correlation with number of seeds per plant, number of seeds per pod and number of pods per plant. Since, correlation of number of seeds per plant and number of pods per plant with seed yield were positive, it is expected that the genotypes with lower seed weight could compensate the reduction in their yield by producing either more number of pods or seeds per plant. The results of standard multiple regression analysis between seed yield and its components and also the effects of morphological traits on seed yield showed 100 seeds weight, number of seeds per pod and number of pods per plant highly affected seed yield. Among yield component, 100 seeds weight showed high correlation with seed yield and also showed the maximum positive direct effect on it. Therefore, this component of yield may be considered as the best criteria for indirect selection to increase seed yield. Cluster analysis indicated that the genotypes were different for all studied characteristics and were grouped into high and low yielding genotypes and the high yielding genotypes were early maturing ones.

Key words: Cluster analysis, Morphological characteristics, Phenological characteristics, Regression analysis, Seed yield, Yield component

* **Corresponding Author:** E-mail: A_tadayyon@yahoo.com, Mobile: 09131109098

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۶۸-۶۳، نیمه دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 63-68

تجزیهٔ ژنتیکی زودرسی در نخود (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از تجزیهٔ میانگین نسل‌ها

عزت کرمی[1*]، سیدحسین صباغ‌پور[2]، محمدرضا نقوی[3] و محمد تائب[4]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
۲- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی استان همدان
۳- دانشیار گروه بیوتکنولوژی دانشگاه تهران
۴- دانشیار گروه بیوتکنولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۱۶

چکیده

این آزمایش به منظور تعیین نحوهٔ عمل ژن برای صفات تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در بوته در نخود کابلی انجام گرفت. در این بررسی، ارقام ایرانی آرمان، هاشم و ارقام خارجی ILC588 ، ICCV2 و ILC3279 انتخاب و بصورت مستقیم با هم تلاقی داده شدند. چهار نسل حاصل از هر تلاقی (F_1, F_2, BC_1, BC_2) و والدین P_1 و P_2 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردید. برای والدین (P_1, P_2) و نتاج نسل اول (F_1) ۱۵ بوته، برای نسل‌های تلاقی برگشتی (BC_1 و BC_2) ۳۰ بوته و برای نتاج نسل دوم (F_2) ۶۰ بوته در هر تکرار، برای تمام صفات مورد ارزیابی قرار گرفت. از آزمون مقیاس وزنی و کای‌مربع برای برآورد عمل ژن استفاده شد. در بیشتر تلاقی‌ها، کای‌مربع مدل سادهٔ سه‌پارامتری افزایشی-غالبیت برای اغلب صفات به‌جُز ارتفاع بوته معنی‌دار شد که حاکی از حضور اثرات متقابل غیر آللی در توارث این صفات است. برای صفات تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در بوته، هر دوی اثر ژنتیکی افزایشی [d] و غالبیت [h] معنی‌دار شد. حضور معنی‌دار اثر غالبیت[h] و اثرات متقابل غالبیت در غالبیت [l] با ارزش مقداری بالا در مدل‌های برازش‌یافته برای این صفات، حاکی از اهمیت بیشتر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در توارث این صفات است، لذا انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفات، موفقیت‌آمیز نخواهد بود. برای صفات ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰دانه، اثرات ژنتیکی افزایشی نقش پُررنگ‌تری را ایفا می‌کنند. بدین لحاظ انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفات امیدوارکننده است.

واژه‌های کلیدی: اثرات افزایشی، اثرات غالبیت، تجزیه میانگین نسل‌ها، نخود

مقدمه

بالغ بر ۹۰درصد سطح زیر کشت نخود در جهان، به صورت دیم بوده و در اواخر فصل رشد، با تنش خشکی مواجه می‌گردد (Kumar & Abbo, 2001). طبق آمار منتشرشده از سازمان فائو، میانگین عملکرد نخود در جهان ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد نخود در ایران ۳۸۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. کاهش شدید عملکرد نخود در ایران، به دلیل عدم وجود ارقام مقاوم به خشکی با پتانسیل عملکردی بالاست. زودرسی و فرار از تنش خشکی مهم‌ترین ساز و کار برای تحمل به خشکی در نخود محسوب می‌گردد (Anbessa *et al.*, 2006). برای بررسی مکانیسم زودرسی در نخود آگاهی از توارث صفات مهمی همچون تعداد روز از کشت تا ۵۰درصد گل‌دهی و رسیدگی ضروری است (Toker *et al.*, 2007).

Singh *et al.* (1993) با استفاده از روش تجزیهٔ میانگین نسل‌ها در نخود گزارش نمودند که اثرات افزایشی و غیرافزایشی برای صفات تعداد روز از کشت تا گل‌دهی، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه مؤثر بودند. Kidambi *et al.* (1990) با استفاده از همان روش تجزیه نشان دادند که مدل ساده افزایشی- غالبیت برای تعداد شاخه‌های اولیه و ارتفاع بوته کفایت می‌نماید و برای تعداد روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی وجود اثرات متقابل را گزارش کردند. Biçer & Şakar (2008) با اجرای یک طرح دی‌آلل کامل با چهار رقم نخود گزارش کردند که در مورد صفات روز تا گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف و دانه در بوته فقط اثرات افزایشی معنی‌دار بود، اما برای صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع پایین‌ترین غلاف، تعداد شاخه‌های اولیه در بوته و وزن ۱۰۰دانه

* **نویسندهٔ مسئول**: سنندج، خیابان پاسداران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، دانشکدهٔ کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تلفن: ۰۸۷۱۲۲۷۰۳۸۸ همراه: ۰۹۱۸۳۷۹۸۷۶۱، پُست الکترونیک: ezzatut81@yahoo.com

علاوه بر اثرات افزایشی ژن‌ها ، اثر غالبیت ژن‌ها نیز معنی‌دار گردید، با این وجود مقدار اثرات افزایشی، بسیار بزرگ‌تر از اثرات غالبیت ژن‌ها بود. هدف از این تحقیق شناسایی آثار ژن‌ها بر نحوهٔ توارث صفات مرتبط با زودرسی و عملکرد دانه در نخود تیپ‌کابلی از طریق روش تجزیهٔ میانگین نسل‌ها بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ در معاونت تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه اجرا شد. در این آزمایش پنج ژنوتیپ نخود شامل $ICCV_2$ (زودرس)، ILC3279 (دیررس)، ILC588 (زودرس) ، هاشم (دیررس) و آرمان (دیررس) به دلیل این‌که از لحاظ صفات مورد مطالعه به‌ویژه برای تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی در نقطه مقابل همدیگر قرار داشتند، انتخاب شدند. انواع تلاقی‌ها به ترتیب عبارت بودند از: تلاقی اول (ILC3279 × ILC588)، تلاقی دوم (ILC588 × هاشم) ، تلاقی سوم ($ICCV_2$ × ILC3279)، تلاقی چهارم ($ICCV_2$ × هاشم) ، تلاقی پنجم (آرمان × هاشم)، تلاقی ششم ($ICCV_2$ × ILC588)، تلاقی هفتم (آرمان × $ICCV_2$) و تلاقی هشتم (آرمان × ILC3297) که در جدول ۱ و ۲ به ترتیب به‌صورت C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8 نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های مورد اشاره برای ایجاد نسل F_1 در بلوک‌های دورگ‌گیری یک‌طرفه شرکت داده شدند.

جهت بدست آوردن نسل‌های تلاقی برگشتی (BC_1 و BC_2)، نتاج نسل اول (F_1) هر تلاقی به عنوان والد گرده‌دهنده با والدین مربوطه تلاقی داده شد. نتاج نسل دوم (F_2) نیز از خودلقاحی نتاج نسل اول (F_1) حاصل گردید. شش نسل حاصل از هر تلاقی، شامل نسل والدین (P_1, P_2)، تلاقی‌های برگشتی (BC_1, BC_2)، نسل اول(F_1) و نسل دوم (F_2) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. اندازه‌گیری صفات، برای نسل‌های بدون تفرق شامل نسل F_1 و ارقام والدی (P_1 ,P_2) بر روی ۱۵ بوته، برای نسل F_2 بر روی ۶۰ بوته و برای تلاقی‌های برگشتی BC_1 و BC_2 بر روی ۳۰بوته در هر تکرار بطور تصادفی انجام گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد روز از کشت تا ۵۰درصد گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در بوته بود. تجزیه واریانس وزنی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. تجزیه میانگین نسل‌ها به روش متِر و جینکز(۱۹۸۲) با استفاده از مدل $Y = m + \alpha d + \beta h + \alpha^2 i + 2\alpha\beta j + \beta^2 l$ و به وسیلهٔ نرم‌افزار آماری مینی‌تب (Minitab ver.11) انجام گرفت. نیکویی برازش تمامی مدل‌ها با استفاده از آزمون کای‌مربع با چهار، سه، دو و یک درجه‌آزادی مورد مقایسه قرار گرفتند (Mather & Jinks, 1982).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس وزنی برای صفات اندازه‌گیری‌شده در همهٔ تلاقی‌ها تفاوت معنی‌داری را در بین نسل‌های مورد مطالعه نشان داد (جدول ۱). با بررسی مدل‌های برازش شده برای صفات گل‌دهی و رسیدگی در جدول ۲ مشخص شد که هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی [d] و غیر افزایشی [h] در کنترل این صفات دخیل هستند، اما اثرات ژنتیکی غیرافزایشی نقش مهم‌تری را ایفا می‌کنند، لذا نمی‌توان به موفقیت انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفات امیدوار بود، زیرا ارزش اصلاحی برای این صفات با وجود معنی‌دار شدن در مقایسه با بخش غیرافزایشی بسیار کمتر و اندک است. نقش اثرات ژنتیکی افزایشی برای تعداد روز از کشت تا ۵۰درصد گل‌دهی به مراتب پُررنگ‌تر از نقش این اثرات برای روز تا رسیدگی بود. تمام مدل‌های برازش شده برای این صفات در تمام تلاقی‌ها گواه این مطلب است. به همین دلیل در پروژه‌های اصلاحی با هدف ایجاد ارقام زودرس در نخود، بهتر است تحقیقات بر روی صفت تعداد روز از کشت تا ۵۰درصدگل‌دهی متمرکز گردد، زیرا ارزش اصلاحی این صفت در مقایسه با تعداد روز تا رسیدگی به‌مراتب بالاتر است، در نتیجه احتمال موفقیت انتخاب برای زودرسی در بین نسل‌های در حال تفرق از طریق صفت تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی خیلی بیشتر از تعداد روز تا رسیدگی است. دیگر محققان نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (Bicer & Sakar, 2008). معنی‌دارشدن اثرات متقابل افزایشی در افزایشی [i]، افزایشی در غالبیت [j] و غالبیت در غالبیت [l] برای صفات گل‌دهی و رسیدگی در تلاقی‌های مختلف، همگی بر وجود اثرات اپی‌ستازی در توراث این صفات دلالت دارند. این امر با توجه به پلی‌ژنتیک بودن این صفات قابل‌توجیه است. همچنین در تفسیر علامت پارامترهای موجود در مدل‌های برازش‌یافته، علامت مخالف [h] و [l] نشان‌دهندهٔ اپی‌ستازی از نوع دوگانه در مورد صفات است. این شکل از اپی‌ستازی با کاهش تنوع در نسل F_2 و دیگر نسل‌های در حال تفرق، سبب اختلال در پروسهٔ انتخاب می‌گردد. علامت درجهٔ غالبیت [h/d] برای این صفات نشان می‌دهد که نتاج در تلاقی‌های مختلف، غالبیت نسبی به سمت والد زودرس دارند. این امر نشان‌دهندهٔ غالبیت خالص برای زودرسی است. با

درنظرگرفتن این موضوع می‌توان به گزینش ژنوتیپ‌های زودرس، به‌عنوان یک راهکار مناسب جهت تولید ارقام متحمل به خشکی و توسعهٔ این ارقام در مناطق مختلف برای نخود اقدام کرد. اگر چه عملی‌ساختن این اندیشه فقط با تولید و توسعهٔ لاین‌هایی با نرعقیمی ژنتیکی امکان‌پذیر خواهد بود. این نتایج با نتایج دیگر محققان، برای صفات تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی مطابقت و هماهنگی دارد (Kidambi *et al.*, 1988; Singh *et al.*, 1993).

جدول۱- تجزیه واریانس وزنی نسل‌های مورد مطالعه در هشت تلاقی نخود تیپ کابلی

Table 1. Weight analysis of variance for investigated generations in eight Kabuli chickpeas cross

صفات Traits	تلاقی ها Cross	اثر بلوک Block effect	اثر نسل Generation effect	خطای آزمایشی Experimental Error	انحراف معیار Coefficient of variation (CV %)
روز تا ۵۰درصد گلدهی Day to 50% flowering	C_1	167.3^{*}	21259^{**}	36.4	2.4
	C_2	89.2	48416^{**}	46.9	2.5
	C_3	238.2^{*}	42168^{**}	39.9	1.5
	C_4	35.9	60673^{**}	45.6	3.5
	C_5	28	27913^{**}	64.9	2.5
	C_6	16.3	9469^{**}	58.7	3.5
	C_7	152.6	70551^{**}	50.77	2
	C_8	57.2	61539^{**}	65.4	3
تعداد روز تا رسیدگی Day to maturity	C_1	80.7	26755^{**}	53.7	1.8
	C_2	8.2	60295^{**}	63.04	1.8
	C_3	112.9	186500^{**}	65.3	1.4
	C_4	102.7	119578^{**}	33	1.7
	C_5	5.4	239793^{**}	69.5	1.3
	C_6	29.5	228651^{**}	53.6	1.4
	C_7	125.7	36006^{**}	58.4	1.8
	C_8	120.8	182105^{**}	203	3.3
ارتفاع بوته Plant height	C_1	107.7^{**}	436.3^{**}	12.34	6
	C_2	4.2	1928^{**}	7.8	3.6
	C_3	63.9^{**}	2407.5^{**}	6.3	3.2
	C_4	15.4	2400^{**}	7.4	4.5
	C_5	24.5	1504^{**}	12.4	5.1
	C_6	1.9	804.3^{**}	13.4	6.9
	C_7	3.7	1619.6^{**}	8.3	3.5
	C_8	11	2165^{**}	8.9	4.7
تعداد غلاف در بوته No. pods per plant	C_1	5.2	9.2^{ns}	9.4	16.8
	C_2	18.2	62.6^{**}	3	7.9
	C_3	32.9^{**}	165.6^{**}	4.4	11
	C_4	12.2	127.4^{**}	3.6	10
	C_5	24.3	164^{**}	7.3	11
	C_6	9	121^{**}	3.04	8
	C_7	0.22	24^{**}	5.5	9.5
	C_8	2.3	282^{**}	1.8	6
وزن ۱۰۰دانه 100-Seed Weight	C_1	49.7	887.2^{**}	14.8	6.7
	C_2	3	3633.5^{**}	11.7	3.3
	C_3	4.8	3022^{**}	27.3	5.8
	C_4	11.7	6541^{**}	10.3	3.5
	C_5	22.6	2374.5^{**}	10.6	10.6
	C_6	3.6	10024^{**}	10	2.5
	C_7	142	2381^{**}	15.4	4.7
	C_8	22	4492^{**}	6.4	2.2
عملکرد دانه در بوته Seed yield per plant	C_1	3.05	12.7^{ns}	9.6	20
	C_2	32.2^{**}	54.4^{**}	0.99	5.6
	C_3	26.8^{**}	178.6^{**}	3.4	10.04
	C_4	6.7	51.1^{**}	3.03	11.5
	C_5	4.1	81^{**}	6.9	15.9
	C_6	2.4	138^{**}	3.4	10
	C_7	4.2	51.6^{**}	5.9	13
	C_8	5.5	166^{**}	2.5	10

C_1: (ILC3279×ILC588); C_2: (هاشم ×ILC588); C_3: (ILC3279×ICCV2); C_4: (هاشم ×$ICCV_2$); C_5: (آرمان× هاشم); C_6: ($ICCV_2$×ILC588); C_7: ($ICCV_2$ ×آرمان); C_8: (ILC3297×آرمان)

*and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح α= 0.05 و α= 0.01.

جدول۲- میانگین و اجزای ژنتیکی برآوردشده برای صفات مورد نظر در هشت تلاقی نخود تیپ کابلی

Table 2. Estimated means and genetic components for interested traits in eight chickpeas cross

صفات Trait	تلاقی Cross	اثر میانگین [m]	اثر افزایشی [d]	اثر غالبیت [h]	افزایشی× افزایشی [i]	افزایشی× غالبیت [j]	غالبیت× غالبیت [l]	کای دو χ^2	درجه غالبیت [h/d]
روز تا ۵۰درصد گلدهی Day to50% flowering	C_1	70.6 ± 0.6**	9.2 ± 0.2**	10 ± 0.9**	8.8 ± 0.7**	-	-	2.05	1.08
	C_2	78.6 ±0.6**	-6.2 ± 0.2**	4.7 ± 0.8**	2.9 ± 0.7**	-11.6 ± 1.3**	-	0.18	-0.76
	C_3	80.5± 0.3**	5.5 ± 0.24**	0.77 ± 0.4**	2.9 ± 0.5**	-12.1±0.97**	-	1.09	0.14
	C_4	58.4 ± 0.2**	3.3 ± 0.2**	-0.65 ± 0.3ns	-	8.9 ± 0.8**	-	2.15	-0.195
	C_5	47.9± 0.9**	1.9 ± 0.14**	29.8 ± 2.5**	13.4 ± 0.9**	-	-16.8 ± 1.6**	2.85	15.7
	C_6	36.9± 1.07**	-1.2 ± 0.2**	36.3 ± 2.9**	17.8 ± 1.04**	-	-18.9 ± 1.9**	1.93	-29.8
	C_7	47.5± 0.9**	-1.8 ± 0.11**	28 ± 2.3**	11.3 ± 0.9**	-2.3 ± 0.7**	-18.3 ±1.5 **	0.00	-15.3
	C_8	48.9±1.8**	4.3 ± 0.19**	41.4 ± 5.3**	22.7 ± 1.8**	-12.7 ± 1.7**	-21.4 ± 3.5**	0.00	9.6
تعداد روز تا رسیدگی Day to maturity	C_1	97 ± 0.46**	9.3 ± 0.21**	12.2 ± 0.6**	14.8 ± 0.5**	-8.1 ± 0.95**	-	3.42	1.3
	C_2	93.3 ± 1.7**	-5.3 ± 0.15**	40.3 ± 4.6**	18.7 ± 1.7**	-8 ± 1.5**	23.3 ± 3**	0.00	-7.6
	C_3	91.3 ± 1.3**	8 ± 0.18**	45.6 ± 3.6**	24.6 ± 1.3**	-22 ± 1.2**	-28.6 ± 2.4**	0.00	5.7
	C_4	70.6 ± 1.9**	4.4 ± 0.15**	39.7 ± 5.03**	20.04 ± 1.9**	-	-26.1± 3.2**	0.54	9.2
	C_5	69.5± 0.98**	4.2 ± 0.1**	48.2 ± 2.61**	20.7± 0.1**	-3.7 ± 0.8**	-30.3 ± 1.7**	0.00	11.6
	C_6	57.2 ± 1.1**	-0.83±0.11**	49.8 ± 2.9**	26 ± 1.07**	2.4 ± 0.86**	-24.3 ± 1.8**	0.00	-60
	C_7	76.4 ± 0.9**	-0.67±0.17**	16.6 ± 2.4**	12 ± 0.9**	-5.3 ± 0.72**	-8 ± 1.54**	0.00	-24.8
	C_8	79.3 ± 0.4**	5.8 ± 0.14**	10.8± 0.6**	13.9 ± 0.4**	-3.7 ± 0.95**	-	4.21	1.85
ارتفاع بوته Plant height	C_1	44.4 ± 0.5**	7.5 ± 0.5**	-3.4 ± 0.8**	-	-	-	3.20	-0.45
	C_2	45.7 ± 0.4**	-5.7 ± 0.4**	0.7 ± 0.7ns	-	-	-	7.9*	-0.12
	C_3	32.9 ± 0.8**	6.5 ± 0.4**	12.2 ± 1.1**	10.7± 0.9**	-	-	1.3	1.9
	C_4	37.7± 0.35**	8.9 ± 0.42**	-	3.5 ± 0.6**	-	-	6.5	-
	C_5	47.8 ± 0.5**	2.3 ± 0.46**	-8.7 ± 2.14**	-	-	7.9 ± 2.2**	5.2	-3.8
	C_6	35.1± 0.5**	-0.07 ± 0.5ns	-12 ± 2.12**	-	-	13.2 ± 2**	1.5	166
	C_7	37.8 ± 0.9**	-4.2 ± 0.4**	6.3 ± 1.2**	1.9 ± 0.9*	-7.2 ± 1.8**	-	6.3*	-1.52
	C_8	47.5 ± 0.4**	4.5 ± 0.4**	16.2 ± 2.2**	-	-	14.1± 2.3**	5.9	-3.6
تعداد غلاف در بوته No. pods per plant	C_1	-	-	-	-	-	-	-	-
	C_2	33.6 ± 5.1**	3.4 ± 1.5*	26.7± 6.8**	22.9 ± 5.4**	-	-	7.6*	7.82
	C_3	38.1 ± 1.2**	-12.3 ± 1.2**	9.6 ± 2.04**	-	-	-	7.22	-0.78
	C_4	21.5 ± 4.6**	-20.7 ± 1.5**	31 ± 6.1**	28.3 ± 4.8**	-	-	5.53	-1.5
	C_5	20.4 ± 2.9**	-4.6 ± 0.7**	32.6 ± 4.2**	7.5 ± 3.02*	-33.1±7.98**	-	6.07*	-7.13
	C_6	-7.9 ±11.1 ns	2.1 ± 2.1 ns	120 ± 30.8**	76.6 ± 10.8**	-	-63.2 ±20.2**	0.8	57.7
	C_7	-31.8 ± 9.4**	11.9 ± 1.35**	173.5 ± 25**	84.9 ± 9.4**	-	-84.2±16.2**	0.149	14.6
	C_8	-36.3 ± 2.3**	-6.4 ± 1.32**	208.8 ± 35**	77.9 ± 2.1**	-	-114-±23.2**	2.47	32.7
وزن صد دانه 100-Seed Weight	C_1	33.1± 0.9**	-3.8 ± 0.5**	-5.2 ± 1.1**	-5.4 ± 1.1**	-7.2 ± 1.6**	-	5.9*	1.39
	C_2	22.8 ± 0.6**	3.4 ± 0.16**	7.05 ± 0.8**	4.3 ± 0.67**	5.2 ± 0.99**	-	1.54	2.08
	C_3	27.2± 0.14**	0.44 ± 0.2*	-	-2.5± 0.27 **	-	-	6.16	-
	C_4	21.9± 0.44**	-0.8 ± 0.26**	5.9 ± 0.63**	2.4 ± 0.51**	3.7 ± 0.9 **	-	3.33	-7.6
	C_5	25.8± 0.2 **	-0.64±0.15**	-	-1.4 ± 0.24**	-	-	5.43	-
	C_6	25.7± 0.17**	2.9 ± 0.2**	3.5 ± 0.23**	-	-3.7 ± 0.9**	-	9*	1.21
	C_7	27 ± 0.29**	0.94 ± 0.29**	-1.1 ± 0.43 *	-	-	-	2.15	-1.16
	C_8	23.9± 0.12**	-0.55±0.13**	0.82 ± 0.23**	-	3.1± 0.93**	-	1.87	-1.51
عملکرد دانه در بوته Seed yield per plant	C_1	-	-	-	-	-	-	-	-
	C_2	-30.7± 5.8**	11.8 ± 1.4**	122.5±16.5**	54.2 ± 5.7**	-37.5 ±5.7 **	-71.9±10.8**	0.00	10.42
	C_3	6.9 ± 1.1**	-3.4 ± 0.4**	9.02 ± 1.42**	2.93 ± 1.2*	-7.6 ± 2.8**	-	6.3*	-2.63
	C_4	2.1 ± 1.5 ns	-7.2 ± 0.7**	15.7 ± 2.1**	12.2 ± 1.6**	-	-	7.9*	-2.2
	C_5	7.2 ± 0.29**	-1.2 ± 0.3**	5.7 ± 0.67**	-	-6.6 ± 2.9*	-	6.52*	-4.88
	C_6	3.6 ± 1**	3.9 ± 0.8**	13.4 ± 1.5**	14.6 ± 1.3**	-	-	5.05	3.45
	C_7	-6.8 ± 2.97*	7.4 ± 0.9**	39.5 ± 7.99**	24.3 ± 3**	-	-14.7 ± 5.3**	2.25	5.34
	C_8	2.4 ± 1.3 ns	-2.2 ± 0.44**	15.03 ± 2.1**	8.4 ±1.34**	-	-	1.97	-6.75

C_1: (ILC3279×ILC588); C_2: (هاشم× ILC588); C_3: (ILC3279×ICCV2); C_4: (هاشم× $ICCV_2$); C_5: (آرمان× هاشم); C_6: ($ICCV_2$×ILC588); C_7: ($ICCV_2$×آرمان); C_8: (ILC3297×آرمان)

Mean effect [m], additive effect [d], dominant effect [h], additive×additive [i], dominant×additive [j], dominant×dominant [l], chi-square [χ2], dominant degree [h/d]

*and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح α= 0.05 و α= 0.01.

برازش مدل سه‌پارامتری ([m],[d],[h]) برای ارتفاع بوته در اغلب تلاقی‌ها، نشان‌دهندهٔ توارث سادهٔ این صفت است، لذا احتمال موفقیت انتخاب برای چنین صفاتی در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی، بالاست. وزن ۱۰۰دانه از جمله صفات مهم و مورد توجه محققان در نخود است که علاوه بر تأثیر بر روی عملکرد دانه، در بازارپسندی این محصول نیز تأثیر بسزایی دارد. در اکثر تلاقی‌ها، حضور اثرات متقابل افزایشی در افزایشی [i] و افزایشی در غالبیت [j] با ارزش مقداری بالای اثر افزایشی [d]

در مدل‌های برازش‌یافته برای این صفت، حاکی از نقش مهم‌تر اثرات ژنتیکی افزایشی در مقایسه با اثرات ژنتیکی غیرافزایشی در توارث و کنترل صفت وزن ۱۰۰دانه است. لذا انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی، برای یافتن ژنوتیپ‌های با مقادیر بالایی از این صفت، منطقی و موفقیت‌آمیز خواهد بود. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات قبلی انجام‌شده، هماهنگی و مطابقت دارد (Anbessa *et al.*, 2006; Hovav *et al.*, 2003; Malhotra *et al.*, 1989). حضور معنی‌دار اثرات متقابل غیرآللی در اکثر مدل‌های برازش‌یافته برای تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در بوته در تلاقی‌های مختلف، حاکی از توارث پیچیدهٔ این صفات است و باوجود معنی‌دارشدن هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی، شواهد بر نقش مهم‌تر اثرات ژنتیکی غیرافزایشی در کنترل این صفات دلالت می‌کند. علامت مخالف پارامترهای [h] و [l] در زمان حضور [l] در مدل، بیان‌گر وجود اپی‌ستازی از نوع دوگانه در توارث تعداد غلاف و عملکرد دانه در بوته است و همچنین علامت منفی اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] حاضر در مدل‌های برازش‌یافته در بسیاری از این صفات نشان‌دهندهٔ قدرت کاهندگی اثرات ژنتیکی افزایشی است. در واقع اثرات غالبیت، افزایندهٔ این صفات هستند. لذا انتخاب در نسل‌های اولیه در جمعیت‌های در حال تفرق فاقد کارآیی می‌باشد. با محاسبهٔ مقدار هتروزیس از طریق رابطه (([i]+[d])-([h]+[l])) قدرت هتروزیس متوسطی برای بسیاری از این صفات مشاهده شد، ولی با توجه به اُتوگام‌بودن نخود و عدم وجود سیستم نرعقیمی پایدار استفاده از آن مشکل است (Kidambi *et al.*,1990). میانگین درجهٔ غالبیت [h/d] برای اکثر صفات مورد مطالعه، در بیشتر تلاقی‌ها بیشتر از یک بود که نشان‌دهندهٔ اثر فوق‌غالبیت ژن‌ها است. Dhaiwal & Gill (1973) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در بوته اثر فوق غالبیت مثبت را نشان می‌دهند، در حالی‌که صفات تعداد روز تا۵۰درصد گل‌دهی، فوق‌غالبیت منفی و وزن ۱۰۰دانه، عدم وجود غالبیت را بروز داده‌اند. با توجه به نتایج این تحقیق، از میان روش‌های کلاسیک اصلاح نباتات، روش بالک تک‌بذر مناسب‌تر از دیگر روش‌ها برای اصلاح اکثر صفات در نخود به نظر می‌رسد.

منابع

1. Anbessa, Y., Warkentin, T., Vandenberg, A., and Ball, R. 2006. Inheritance of time to flowering in chickpea in a short-season temperate environment. J. J. Hered. 97: 55-61.
2. Bicer, B.T., and Sakar, D., 2008. Heritability and gene effects for yield and yield components in chickpea. Hereditas 145: 220-224
3. Dhaiwal, H.S., and Gill, A.S. 1973. Studies of heterosis, combining ability and inheritance of yield and yield components in a diallel cross of Bengal gram (*Cicer arietinum* L.). Theor. Appl. Genet. 43:381-386.
4. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2007. FAO Statistical Databases, FAO, Rome. Available at http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx.
5. Hovav, R., Upadhyaya, K.C., Beharav, A., and Abbo, S. 2003. Major flowering time gene and polygene effects on chickpea seed weight. Plant Breeding 122: 539-541.
6. Kidambi, S.P., Sandhd, T.S., and Bhullar, B.S. 1988. Genetic analysis of developmental traits in chickpea. Plant Breeding 101: 225-235.
7. Kidambi, S.P., Tarlochan, S.S., and Balwant, S.B. 1990. Generation means analysis of agronomic traits in chickpea. p. 172. In: J. Janick and J.E. Simon (Eds.). Advance in New Crops. Timber Press, Portland, OR.
8. Kumar, J., and Abbo, S. 2001. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. Adv. Agron. 72: 122-124.
9. Malhotra, R.S., and Singh, K.B. 1989. Detection of epistasis in chickpea. Euphytica 40: 169-172.
10. Mather, K., and Jinks, J.L. 1982. Biometrical Genetics. The Study of Continuous Variation. Third Editions. Chapman and Hall, New York. p. 396.
11. Singh, O., Gowda, C.L.L., Sethi, S.C., Dasgupta, T., Kumar, J., and Smithson, J.B. 1993. Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. III. Estimates of genetic variances from line×tester mating designs. Theor. Appl. Genet. 85: 1010-1016.
12. Toker, C., Liuch, C., Tejera, N.A., Serraj, R., and Siddique, K.H.M. 2007. Abiotic Stresses. In: S.S. Yadav, R. Redden, and W. Chen (Eds.). Chickpea breeding and management. CABI, p. 474-496.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 63-68

Genetic analysis of earliness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) using generation mean analysis

Karami[1*], E., Sabagh Pur[2], S.H., Naghavi[3], M.R. & Taeeb[4], M.

1- Assistant professor of Islamic Azad University of Sanandaj Branch
2- Associate professor of Agricultural Research Center of Hamedan
3- Associate professor, Department of Biotechnology, Tehran University
4- Associate professor, Department of Biotechnology, Islamic Azad University of Tehran Branch

Received: 3 July 2010
Accepted: 6 March 2012

Abstract

This experiment was conducted to determine gene action for different traits of chickpea including days to 50% flowering, days to maturity, plant height, 100-seeds weight, number of pods per plant and seed yield. Five genotypes including Arman, Hashem, ILC588, ICCV2 and ILC3279 were selected and crossed with each other. Four generations of each cross along with parents were evaluated in a randomized complete block design with three replications. In each replication 15 plants for P_1, P_2 and F_1, 30 plants for BC_1 and BC_2, and 60 plants for F_2 were evaluated for all traits. Joint scaling test and chi-square test were used to estimate the gene action. The Chi-square of simple three parametric models was significant for all traits except for plant height, indicating the presence of non allelic-interactions in the inheritance of these traits in chickpea. Both additive and dominant genetic effects were significant for days to 50% flowering, days to maturity, number of pods per plant and seed yield. In addition, presence of high amount of dominant effect and dominant × dominant interactions suggests the importance of non-additive genetic effects for these traits in chickpea. Therefore, selection for these traits in early generations could not be effectively successful. However, additive genetic effects play an important role in the inheritance of plant height and 100-seed weight, promising selection for these traits in early generations during the process of chickpea breeding.

Key words: Additive effects, Chickpea, Dominant effects, Generation mean analysis

[*] **Corresponding Author:** E-mail: ezzatut81@yahoo.com , Mobile: 09183798761

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۸۲-۶۹، نیمه دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 69-82

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

سلمان انجم‌شعاع[1*]، حمید معین‌راد[2] و حسین ابراهیمی[2]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

۲- استادیار دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۰۳

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و تحمل به خشکی چهار رقم نخود، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در شرایط آب‌وهوایی مشهد اجرا شد. سطوح آبیاری شامل چهار سطح آبیاری کامل، آبیاری با ضریب کم‌آبیاری ۱۰درصد، آبیاری با ضریب کم‌آبیاری ۲۰درصد و آبیاری با ضریب کم‌آبیاری ۵۰درصد با ارقام جم، کرج ۳۱-۶۰-۱۲، ILC482 و کاکا به صورت کرت‌های خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. مقدار نیاز آبی در هر یک از سطوح آبیاری بر اساس سند آب کشور (با استفاده از نرم‌افزار NETWAT) و بر اساس روش پنمن مانتیس محاسبه گردید. نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری، اثر معنی‌داری بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف و تعداد دانه در مترمربع و نیز وزن ۱۰۰دانه ارقام نخود داشتند. طبق نتایج حاصل، با افزایش میزان آب آبیاری، تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع، وزن ۱۰۰دانه و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافت. در بین ارقام، در تمامی سطوح آبیاری، رقم کاکا با ۹۳۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم کرج با ۱۶۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. در این مطالعه، به‌ترتیب رقم‌های کاکا، ILC482 و جم بیشترین تحمل به خشکی را از خود نشان دادند. رقم ILC482 در شرایط آبیاری کامل دارای عملکردی کمتر نسبت به رقم جم بود ولی در تیمارهای کم‌آبیاری ۲۰درصد و کم‌آبیاری ۵۰درصد، عملکردی بیشتر نسبت به رقم جم از خود نشان داد و در مقایسه با سایر ارقام، صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ آن، کمتر تحت تأثیر کم‌آبیاری قرار گرفت. با توجه به نتایج این آزمایش، رقم ILC482 را می‌توان به عنوان رقمی مناسب برای شرایط کم‌آبیاری و یا احتمالاً دیم در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: ارقام نخود، تنش خشکی، عملکرد دانه، کم‌آبیاری

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع غذایی مهم بشر است. دانهٔ حبوبات با برخورداری از ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین، مکمل دانهٔ غلات محسوب می‌شود. نخود با داشتن ۱۵ تا ۲۵ درصد پروتئین، غنی از اسید آمینه ضروری نظیر لایسین است (Mckenzie & Hill, 1995). به‌علاوه قابلیت همزیستی بسیاری از گیاهان این تیره با باکتری‌های مختلفی از جنس ریزوبیوم، سبب تثبیت نیتروژن مولکولی هوا و باروری خاک می‌شود (Miller & Hill, 1990). طبق آمار منتشره از سوی سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۰۵، نخود با سطح زیر کشت ۱۰/۱ میلیون هکتار در جهان، حدود هشت میلیون تن از تولید جهانی حبوبات را به خود اختصاص داده است (FAO, 2005). براساس همین آمار، سطح زیر کشت نخود در ایران، حدود ۷۰۰هزار هکتار می‌باشد که از این نظر، ایران پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه، رتبهٔ چهارم را در دنیا به خود اختصاص داده است. از طرفی، متوسط عملکرد نخود در ایران، ۴۸۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که نسبت به متوسط عملکرد جهانی (۷۴۶ کیلوگرم در هکتار)، بسیار کمتر است (FAO, 2005). وجود تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی، عدم وجود یا دسترسی به ارقام مقاوم به تنش‌ها و عدم اعمال صحیح مدیریت زراعی از جمله دلایل اصلی کاهش عملکرد این گیاه می‌باشد (Kashiwagi *et al.*, 2006).

کاهش جهانی تولید نخود که ناشی از تنش خشکی است، ۳/۷ میلیون تن برآورد شده است که پیش‌بینی می‌شود ۲/۱ میلیون تُن آن را بتوان از طریق فعالیت‌های اصلاحی، روش‌های

* **نویسنده مسئول:** مشهد، سناباد ۳۲، پلاک ۱۳، طبقه دوم، همراه: ۰۹۱۵۵۱۲۹۱۱۳
پُست الکترونیک: salman.anjam@yahoo.com

بِه‌زراعی و استفاده از ارقام مناسب جبران کرد (Ne smith & Richie, 1992). استان خراسان یکی از مناطقی است که در اکثر مناطق آن، تنش‌های مهم به‌ویژه تنش خشکی به‌شدت عملکرد این محصول را کاهش داده است. اگرچه انتخاب تاریخ مناسب کاشت، اثر تنش خشکی را کاهش می‌دهد، بهترین نتیجه، با ارقام متحمل به خشکی که معمولاً زودرس می‌باشند، حاصل می‌شود (Keating & Cooper, 1984). بر اساس مطالعات انجام شده، از بین عوامل مختلف ایجادکنندهٔ تنش مانند بیماری، آفات، علف‌های‌هرز، خشکی، شوری و سرما، عامل خشکی به تنهایی عملکرد این گیاه را تا ۴۵درصد کاهش می‌دهد (Pezeshkpur & Khademi, 2004). از آنجا که تولید نخود در بیشتر مناطق، در اثر کمبود رطوبت به خصوص در طی دورهٔ رشد زایشی محدود می‌شود، انجام آبیاری می‌تواند در بهبود عملکرد و نیز ثبات آن مؤثر باشد (Saxena & Singh, 1987). بررسی‌ها نشان می‌دهد که آبیاری تکمیلی از جمله آبیاری به منظور رفع تنش رطوبت در مرحلهٔ بحرانی رشد گیاه (شامل اواخر مرحلهٔ گلدهی و مرحلهٔ غلاف‌بندی) در افزایش عملکرد تأثیر زیادی داشته است (Saxena, 1984). در همین رابطه، آزمایشی در تل‌حدیدهٔ سوریه به منظور تعیین تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد نخود در دو تاریخ کاشت بهاره و پاییزه انجام شد. در شرایطی که مجموع میزان بارندگی در هر دو کشت بهاره و پاییزه برابر بود، میزان عملکرد برای این دو کشت به ترتیب ۵۵۶ و ۱۱۵۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. انجام آبیاری تکمیلی، یک‌بار در زمان گلدهی و یک‌بار در زمان غلاف‌دهی، عملکرد را برای کاشت بهاره و پاییزه به ترتیب به ۱۳۴۹ و ۱۹۹۷ کیلو گرم در هکتار افزایش داد (Saxena, 1984).

عملکرد اقتصادی یک گیاه، ثمرهٔ بسیاری از فرآیندهای رشد است که در طی دورهٔ رشد و نمو به‌وقوع می‌پیوندد. تنش خشکی می‌تواند از طریق تأثیرگذاشتن بر این فرآیندها عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد. اما میزان تأثیر، بسته به زمان وقوع تنش خشکی و شدت آن ممکن است متفاوت باشد (Thomas *et al*., 2003).

به گزارش Ravi *et al*. (1998) و Tomar *et al*. (1999) مرحلهٔ پُرشدن دانه در گیاه نخود، بیشترین حساسیت را به تنش خشکی داشته و آبیاری در این مرحله بسیار حیاتی است. برخی محققین نیز هر دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه را به عنوان مرحلهٔ رشدی حساس گیاه نخود معرفی نموده‌اند (Malhotra *et al*., 1997). Tesfaye *et al*. (2006) با بررسی اثرات سه رژیم آبیاری (بدون تنش، تنش در زمان گلدهی و تشکیل غلاف و تنش در زمان پُرشدن دانه) بر سه لِگوم دانه‌ای (لوبیای معمولی، لوبیای چشم‌بلبلی و نخود)، دریافتند در هر سه گونه، بیشترین کاهش عملکرد با اعمال تنش خشکی در زمان گلدهی و تشکیل غلاف می‌گردد و بدین ترتیب این مراحل را حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی معرفی نمودند. تنش کمبود آب در دورهٔ رشد زایشی نخود، از طریق ریزش گل‌ها، کاهش تشکیل غلاف، افزایش تعداد غلاف‌های پوک و کاهش طول دورهٔ پُرشدن دانه، عملکرد اقتصادی را متأثر می‌سازد (Davies *et al*., 1999). در مطالعه Leport *et al*. (1999) عملکرد نخود در شرایط تنش خشکی آخر فصل، در مقایسه با گیاهان آبیاری شده به دلیل کاهش تعداد غلاف و نیز کاهش تعداد دانه، ۴۲ تا ۵۳ درصد کاهش یافت. در یک بررسی واکنش پنج لاین نخود سیاه نسبت به شیب کاهش رطوبت در دورهٔ رشد زایشی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد دانه در گیاهان در معرض تنش به‌طور معنی‌داری کمتر از گیاهان شاهد بود (Chaichi *et al*., 2004). Shobeiri *et al*. (2006) با بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد سه رقم نخود مشاهده نمودند که اُفت عملکرد ناشی از کمبود آب، در ارقام جم و هاشم بیشتر از رقم پیروز بود.

Leport *et al*. (2006) نیز بر تأثیر منفی کمبود رطوبت در دوران رشد زایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود تأکید کرده‌اند. در مناطق خشک، ارقامی مورد نیاز هستند که هم زودرس باشند و هم عملکرد قابل‌قبولی داشته باشند. هرچند همبستگی منفی بین این دو عامل در اصلاح همزمان آنها وجود دارد (Begum *et al*., 1992; Soltani *et al*., 2001). استفادهٔ بهینه از آب آبیاری در محصولات کشاورزی در شرایط آب‌وهوایی حاضر که تغییر اقلیم و کاهش دما باعث کاهش منابع آب شده است، یکی از مهم‌ترین مسائل کشاورزی ایران است. از سوی دیگر نیاز آبی یک محصول خاص در مناطق مختلف با توجه به اقلیم و بافت خاک بسیار متفاوت است. بنابراین بررسی تأثیر سطوح آبیاری روی عملکرد یک محصول در مناطق مختلف حایز اهمیت است. هدف از این آزمایش، شناخت بهترین رژیم آبیاری و غربال‌گری مقاوم‌ترین رقم به خشکی و نیز بررسی متناسب بودن نیاز آبی برآوردی در سند آب کشور برای گیاه نخود با عملکرد ارقام مورد مطالعه در شرایط آب‌وهوایی مشهد بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سطوح متفاوت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم نخود، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعهٔ شخصی واقع در ۲۰کیلومتری شمال شهر مشهد اجرا شد. زمین محل اجرای آزمایش در اوایل پاییز

۱۳۸۷، توسط گاو آهن برگردان‌دار، همراه با پخش کود فسفات‌آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، شخم زده شد. پس از آن در زمان کشت، مراحل آماده‌سازی زمین با استفاده از کولتیواتور، دیسک و لِولِر انجام گردید. پس از عملیات خاک‌ورزی، در قسمتی از زمین که به طور مشاهده‌ای کاملاً مسطح و از یکنواختی بیشتری برخوردار بود، جوی و پشته تهیه شد. در زمان کاشت توسط خط‌کش فلزی، شیاری به عمق پنج سانتی‌متر بر روی ردیف‌ها جهت کشت بذر ایجاد شد. آزمایش به صورت اسپلیت‌پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. ابعاد کرت‌های آزمایش ۴×۲ متر و فاصلهٔ بین تکرارها ۲/۵ متر در نظر گرفته شد. در زمان نمونه‌گیری از هر طرف کرت‌ها، دو ردیف و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر واحد آزمایشی به عنوان اثر حاشیه‌ای، حذف شد. هر واحد آزمایشی، شامل پنج ردیف با طول چهار متر بود. فاصلهٔ بین ردیف‌ها، فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف و عمق کاشت بذر به ترتیب ۵۰، ۱۰ و ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

تیمارهای آبیاری در چهار سطح شامل: ۱- آبیاری کامل، ۲- آبیاری با ضریب کم‌آبیاری۱۰درصد، ۳- آبیاری با ضریب کم‌آبیاری ۲۰درصد و ۴- آبیاری با ضریب کم‌آبیاری ۵۰درصد به عنوان کرت‌های اصلی و چهار رقم جم، ILC482، کرج ۳۱-۶۰-۱۲ و کاکا نیز به عنوان کرت‌های فرعی درنظر گرفته شدند. تفاوت بین ارقام بیشتر مورد توجه بود، لذا اثر آنها در کرت‌های فرعی بررسی شد. انتخاب ارقام مورد نظر نیز بر اساس اهمیت نسبی آنها در مطالعات گذشته انجام گرفت که به عنوان ارقام رایج کشور مورد استفاده می‌باشند. کاشت نخود در بیست‌وهشتم اسفند۱۳۸۷ پس از ضدعفونی بذور با قارچ‌کش بنومیل (دو در هزار) به روش خشکه‌کاری با دست انجام گرفت. برای اطمینان از تراکم مناسب (۲۰ بوته در مترمربع)، در هر یک از نقاط کشت، دو عدد بذر کشت شد. یک هفته پس از جوانه‌زنی، گیاهان اضافی تنک شدند.

در شروع آزمایش، ویژگی‌های فیزیکی (بافت) خاک و شیمیایی خاک و آب تعیین گردید. با توجه به نتایج آزمایش، خاک محل کشت از نوع لوم رسی بود و مقدار نیتروژن (N) کل ۰/۰۵درصد، پتاسیم (K) و فسفر (P) به ترتیب ۱۲۵ و ۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع خاک (EC_e) ۳/۲۲ دسی‌زیمنس بر مترمربع (dS/m^2) و اسیدیته (pH) ۷/۶۷، هدایت الکتریکی آب ۰/۸۹ دسی‌زیمنس بر مترمربع و اسیدیته آن ۷/۸۵ بود. حد مطلوب فسفر ۲۵ تا ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد (Jackson & Looney, 2010). با توجه به کمبود شدید عناصر نیتروژن و فسفر در خاک مورد نظر، مقدار کود پاییزه (۱۵۰کیلوگرم در هکتار) کم بود و اثر قابل‌توجهی در جبران کمبود آن نداشت (طبق منبع علمی اخیر، به منظور افزایش فسفر به میزان ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، باید در خاک لوم‌رسی، ۷۰۰ تا ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات مصرف شود). به دلیل اینکه دورهٔ رشد و نمو نخود به ویژه در شرایط تیمارهای کم‌آبیاری، کوتاه می‌باشد و از سوی دیگر، وقوع مراحل فنولوژیک مشابه از جمله گل‌دهی در تیمارهای متفاوت آبیاری همزمان نمی‌باشد، لذا از کوددهی سرک خودداری شد. اما به منظور جبران کمبود عناصر نیتروژن و فسفر، از کود فسفات‌آمونیوم در زمان قبل از کشت نیز استفاده شد. مقدار فسفات‌آمونیوم قبل از کشت، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۱۲۰ گرم برای هر کرت آزمایشی ۴×۲ متر) در نظر گرفته شد. در مجموع، در پاییز و در زمان کشت بر اساس عُرف منطقه، حداکثر ممکن یعنی ۳۰۰ کیلوگرم فسفات‌آمونیم در هکتار داده شد. با این وجود، این حد از کوددهی، کمتر از میزان کود توصیه شده توسط Jackson & Looney (2010) بوده است.

با توجه به داده‌های جدول ۱، میزان آب آبیاری بر اساس سند آب کشور (با استفاده از نرم‌افزار NETWAT) و با روش پنمن مانتیس محاسبه شد. سند آب کشور، مرجع نیاز آبی است که در آن نیاز آبی هر محصول در هر منطقه با توجه به عواملی از قبیل نوع محصول، تاریخ کاشت، میزان بارندگی، بافت خاک و ... محاسبه می‌شود.

در ابتدای آزمایش با کمک پمپ، میزان دبی آب ورودی برای هر کرت آزمایشی جداگانه اندازه‌گیری و تعیین شد. با توجه به میزان دبی آب، زمان آبیاری برای هر کرت به گونه‌ای تعیین گردید تا میزان آب مصرفی در کلیهٔ کرت‌های مربوط به یک سطح آبیاری یکسان باشد.

با استفاده از سیفون تا حد ممکن، آب ورودی به طور یکسان به داخل ردیف‌های هر کرت هدایت شد. پس از آبیاری اول، شیب‌بندی ردیف‌ها در هر کرت مجدداً کنترل شد. بسته به نیاز آبی (طبق جدول۲)، مدت آبیاری و حجم آب مورد نیاز هر کرت محاسبه و با دور هفت روز، آبیاری انجام شد. میزان آب مورد نیاز هر کرت (هشت مترمربع) در طول دورهٔ رشد، در سطوح متفاوت آبیاری و بر اساس محاسبات انجام شده برای تیمارهای آبیاری کامل، کم‌آبیاری۱۰درصد، کم‌آبیاری ۲۰درصد و کم‌آبیاری ۵۰درصد، به ترتیب ۶۹۸۴، ۶۲۸۵، ۵۵۸۷ و ۳۴۹۲ لیتر در نظر گرفته شد.

جدول۱- داده‌های مورد استفاده برای تخمین نیاز آبیاری نخود در منطقهٔ آزمایش (مشهد)

Table 1. Data which used for estimating of water requirement of chickpea in Mashhad

ماه **Month**	فاصله زمانی ۱۰روز **10 days intervals**	تبخیر و تعرق گیاه (میلی‌متر در روز) **Crop evapotranspiration** (mm/day)	باران مؤثر در دهه (میلی‌متر در ۱۰روز) **Effective rainfall** (mm/10 days)	نیاز خالص آبیاری (میلی‌متر در ۱۰روز) **Net irrigation requirement** (mm/10 days)	نیاز ناخالص آبیاری (میلی‌متر در روز) **Total irrigation requirement** (mm/day)	هیدرومدل (لیتر در ثانیه در هکتار) **Haydromodel** (lit/s/ha)	آب ناخالص مورد نیاز هر کرت (لیتردرروز) **Total water required for each plot** (lit/day)	آب ناخالص مورد نیاز هر کرت در دور آبیاری (لیتر) **Total water required for each plot in irrigation frequency** (lit)
فروردین **Mar 21 – Apr 20**	1	1	0	10	2	0.23	12	84
	2	1.5	10	5	1	0.12	6	42
	3	2	8	12	2.4	0.28	14.4	100
اردیبهشت **Apr 21 - May 20**	1	2.5	10	15	3	0.35	18	126
	2	2.6	10	16	3.2	0.37	19.2	134
	3	4.5	5	40	8	0.93	48	336
خرداد **May 21 - Jun 20**	1	5.4	9	45	9	1.04	54	378
	2	6.4	0	64	12.8	1.48	76.8	537
	3	7.8	0	78	15.6	1.81	93.6	655
تیر **Jun 21 - Jul 20**	1	7.7	0	77	15.4	1.78	92.4	646
	2	7.8	0	78	15.6	1.81	93.6	655
	3	7.9	0	79	15.8	1.83	94.8	663
مرداد **Jul 21 - 10Aug**	1	3.3	0	33	6.6	0.76	39.6	277
	2	3	0	30	6	0.69	36	252

جدول۲- محاسبات (تخمین) نیاز آبی نخود در منطقهٔ طرح (مشهد) بر اساس سند آب کشور (با استفاده از نرم‌افزار NETWAT) و با روش پنمن- مانتیس

Table 2. Estimation of water requirement of chickpea based on national water document (using NETWAT software) and by the method of Penman-Monteith in the region of the experiment (Mashhad)

شهر: مشهد Mashhad	
گیاه: نخود Chickpea	
بافت خاک: لوم‌رسی Soil texture: Clay-lome	
عمق ریشه (متر)	**Root depth (m)** 0.6
ظرفیت نگه‌داری آب خاک (میلی‌متر در متر)	**Water holding capacity (mm/m)** 150
حداکثر تخلیه مجاز (میلی‌متر در متر)	**Maximum allowable depletion (mm/m)** 60
حداکثر آب قابل استفاده (میلی‌متر در متر)	**Maximum usable water (mm/m)** 54
سایه‌انداز (درصد)	**Shading (%)** 100
ضریب یکنواختی	**Uniformity factor** 90
ضریب انتقال	**Transmission ratio** 1
راندمان (درصد)	**Efficiency (%)** 50
حداکثر نیاز آبی (میلی‌متر در روز)	**Peak of irrigation requirement (mm/day)** 7.8
حداکثر دور آبیاری مجاز (روز)	**Peak of irrigation frequency (days)** 6.92
حداکثر دور آبیاری انتخابی (روز)	**Peak of the selected irrigation frequency (days)** 7
عرض کرت (متر)	**Basin (plot) width (m)** 2
ضریب کاهش	**Reducing index** 1
هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	**Electrical conductivity of irrigation water (dS/m)** 0.89
هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	**Electrical conductivity of soil (EC_e), (dS/m)** 3.22

* قبل از آبیاری، آمار بارندگی مربوط به فاصلهٔ زمانی ۱۰روز در هر ماه (در منطقهٔ مطالعه) از اداره هواشناسی دریافت شده و با توجه به افزایش یا کاهش بارندگی پیش‌بینی شده، در جدول طرح، به تناسب از مقدار آب آبیاری کاسته یا به آن افزوده شده است.

* Before irrigation, daily readings of rainfall (in the region of experiment) for each 10 days intervals, obtained from weather station and in regard to 10 days intervals readings the calculations of the table is done. Regarding to data and according to meteorological estimation, in table, the rates (figures) of irrigation water in 10 days intervals decreased or increased.

برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، از هر کرت به صورت تصادفی نمونه‌گیری انجام شد. با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای و با استفاده از کوادرات با اندازهٔ یک مترمربع، نمونه‌گیری‌ها انجام شد. اندازه‌گیری‌ها شامل تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح تعیین شد. در پایان تحقیق، داده‌ها در نرم‌افزارEXCEL ذخیره و آنالیز آماری با نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTAT-C انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد اقتصادی (دانه)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس، اختلاف سطوح متفاوت آبیاری و رقم از نظر عملکرد دانه به ترتیب در سطح ۵درصد و ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسات میانگین اثرات اصلی سطوح آبیاری و ارقام نخود به ترتیب در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. صرف‌نظر از نوع رقم، بیشترین میانگین عملکرد دانه، در تیمار آبیاری کامل (۶۷۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در تیمار کم‌آبیاری ۵۰درصد (۲۴۷ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۴). صرف‌نظر از سطوح آبیاری، بیشترین میانگین عملکرد دانه در رقم کاکا (۶۱۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۳۳۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۵). اثر متقابل سطوح آبیاری و ارقام نیز بر عملکرد دانه در سطح ۵درصد معنی‌دار گردید (جدول۳) به طوری‌که بیشترین میانگین عملکرد دانه، در تیمار آبیاری کامل برای رقم کاکا (۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در تیمار کم‌آبیاری ۵۰درصد برای رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۱۶۷ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول۶). عملکرد نخود همبستگی مثبتی با میزان آب مصرفی دارد به‌طوری‌که توسعهٔ کانوپی آن، تحت تأثیر میزان آب قرار می‌گیرد و پوشش کامل، در صورت قابل‌دسترس‌بودن آب بدست می‌آید (Goldani & Rezvani-moghaddam, 2009; Keating & Cooper, 1984). به نقل از Keating & Cooper (1984) از آنجا که میزان انرژی تشعشعی جذب‌شده توسط کانوپی، در شرایط کم‌آبیاری کمتر است، لذا مقدار تولید مادهٔ خشک نیز در این حالت کمتر می‌شود. آن‌ها دلیل این امر را عدم توانایی گیاه در باز نگه‌داشتن روزنه‌های خود در محیط‌های خشک بیان کردند و این خود، منجر به کاهش فعالیت فتوسنتزی شده و باعث کاهش سطح سبز گیاه می‌شود. از سوی دیگر، آن‌ها عنوان کردند که افزایش خشکی در لایه‌های سطح خاک، ممکن است گیاه را مجبور کند تا رطوبت مورد نیاز خود را از لایه‌های عمیق‌تر خاک که عناصر غذایی ضروری در آن‌ها کم است، استخراج کند. بدین‌ترتیب، گیاه دچار تنش عناصر غذایی می‌شود. مجموعهٔ این عوامل، باعث کاهش اندازهٔ گیاه و کاهش ذخایر فتوسنتزی موجود، جهت پُرکردن غلاف‌ها شده و در نهایت عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Benjamin & Nielsen, 2006; Jalota *et al*,. 2006).

عملکرد بیولوژیک

طبق نتایج تجزیه واریانس، اختلاف سطوح متفاوت آبیاری و نیز ارقام، از نظر عملکرد بیولوژیک در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) به‌طوری‌که بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری کامل یعنی ۱۵۱۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن، در تیمار کم‌آبیاری ۵۰درصد یعنی ۴۸۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول۴). حداکثر و حداقل میانگین عملکرد بیولوژیک به ترتیب برای رقم کاکا (۱۲۶۵ کیلوگرم در هکتار) و رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۷۱۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۵). اثر متقابل ارقام در سطوح متفاوت آبیاری نیز در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک، در تیمار آبیاری کامل برای رقم کاکا (۲۰۳۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن، در تیمار کم‌آبیاری ۵۰درصد برای رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۳۰۲ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۶). اثر خشکی بر کاهش تجمع مادهٔ خشک را می‌توان به کاهش طول دورهٔ رشد به‌خصوص گرده‌افشانی تا رسیدگی و نیز اثر آن بر کاهش سرعت رشد محصول نسبت داد.

نقش خشکی در تسریع پیری برگ‌ها و کاهش سرعت رشد نخود، به واسطهٔ تأثیر آن بر کاهش سطح برگ، توسط

محققان مختلف تأیید شده است (Auld *et al.*, 1988). طبق گزارش آن‌ها، بهبود عملکرد بیولوژیک به خاطر همزمانی مراحل رشد زایشی با رژیم‌های حرارتی و رطوبتی مطلوب است. به نظر می‌رسد با افزایش طول دورهٔ رشد رویشی و افزایش عمر مؤثر کانوپی، جذب فعال فتوسنتزی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود.

شاخص برداشت

شاخص برداشت نشان‌دهندهٔ میزان مواد انتقال‌یافته و ذخیره‌شده در دانه نسبت به کل مواد تولید شده در دوران رشد رویشی و زایشی است. طبق نتایج تجزیهٔ واریانس، اثر سطوح آبیاری و نیز ارقام بر صفت شاخص برداشت در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود در سطوح مختلف آبیاری

Table 3. Analysis of variance (mean squares) of yield and yield components of chickpea cultivars in different

منابع تغییر S.O.V		درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد غلاف Number of pods	تعداد دانه Number of seeds per pod	وزن ۱۰۰ دانه 100 Grain weight
Replication	تکرار	2	427.27	3024.63	0.32	23.25	57.27	25.91
Irrigation	آبیاری	3	18397.29*	461961.09**	183.14**	627.13**	2272.8**	94.54*
Error	خطا	6	3902.38	17470.49	0.8	16.44	4.07	1.9
Cultivar	رقم	3	71118.13**	259289.11**	11.3**	1435.41**	2774.75**	94.77*
Irrigation ×Cultivar	آبیاری × رقم	9	5753.76*	15117.27**	7.68**	41.72**	121.69**	22.55*
Error	خطا	24	825.1	2669.85	0.12	7.56	10.79	1.04
CV	ضریب تغییرات		9.41	9.4	6.8	7.73	6.54	1.77

n.s، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح α= 0.05 و α= 0.01

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

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد

Table 4. Mean comparisons of main effects of different irrigation levels on yield and yield components

تیمارها Treatments	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد غلاف در مترمربع Number of pods.m^{-2}	تعداد دانه درمترمربع Number of seeds.m^{-2}	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 Grain weight (g)
آبیاری کامل Full irrigation	677 a	1514 a	57 a	131 a	193 a	71 a
کم‌آبیاری ۱۰درصد 90% ETc	576 a	1274 a	53 b	116 ab	173 b	62 b
کم‌آبیاری ۲۰درصد 80% ETc	397 b	802 b	50 bc	99 bc	136 c	55 c
کم‌آبیاری ۵۰درصد 50% ETc	247 c	486 c	48 c	74 c	100 d	50 d

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

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

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی ارقام نخود بر عملکرد و اجزای عملکرد

Table 5. Mean comparisons of main effects of chickpea cultivars on yield and yield components

تیمارها Treatments	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد غلاف در مترمربع Number of pods.m^{-2}	تعداد دانه درمترمربع Number of seeds.m^{-2}	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 Grain weight (g)
جم Jam	436 b	876 c	53 ab	103 c	142 b	58 c
کرج Karaj 12-60-31	335 c	711 d	53 a	66 d	102 c	64 a
ILC482	448 b	982 b	51 b	110 b	144 b	61 b
کاکا Kaka	614 a	1265 a	52 ab	141 a	213 a	55 d

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

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

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و ارقام نخود بر عملکرد و اجزای عملکرد

Table 6. Mean comparison of interaction effects between chickpea cultivars and different levels irrigation on yield and yield components

سطوح آبیاری Irrigation levels	رقم Cultivar	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد غلاف در مترمربع Number of pods.m^{-2}	تعداد دانه درمترمربع Number of seeds.m^{-2}	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 Grain weight (g)
آبیاری کامل Full irrigation	جم Jam	674b	1536b	55c	129c	195c	69b
	کرج Karaj 12-60-31	443f	989fg	59a	90i	117g	76a
	ILC482	660b	1497b	56c	135c	175d	75a
	کاکا Kaka	930a	2039a	58b	189a	284a	65c
کم‌آبیاری ۱۰درصد 90% ETc	جم Jam	534de	1290cd	52e	109de	168de	63d
	کرج Karaj 12-60-31	464ef	1075ef	55d	79gh	139f	67c
	ILC482	504def	1217de	52e	152b	159ef	63d
	کاکا Kaka	613bc	1512b	51f	120cd	228b	54g
کم‌آبیاری ۲۰درصد 80% ETc	جم Jam	333gh	723ghi	52e	96efg	117g	55f
	کرج Karaj 12-60-31	265hi	545u	49i	65i	93h	58e
	ILC482	357g	720fgh	50h	103ef	139f	55f
	کاکا Kaka	559cd	1108bc	51g	131c	196c	53gh
کم‌آبیاری ۵۰درصد 50% ETc	جم Jam	202ij	390jk	49i	78hi	90h	48i
	کرج Karaj 12-60-31	167j	302k	50h	43j	59i	57ef
	ILC482	269hi	600hi	45k	83fgh	105gh	51h
	کاکا Kaka	351g	636fgh	48j	93de	145f	45j

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

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

مقادیر حداکثر و حداقل شاخص برداشت، به ترتیب در تیمار آبیاری کامل (۵۷ درصد) و تیمار کم‌آبیاری۵۰درصد (۴۸ درصد) حاصل شد (جدول ۴). همچنین بیشترین شاخص برداشت، برای رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۵۲ درصد) و کمترین آن، برای رقم ILC48 (۵۱ درصد) به‌دست آمد (جدول ۵). واکنش ارقام نسبت به سطوح متفاوت آبیاری نیز در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین میانگین شاخص برداشت، در تیمار آبیاری کامل برای رقم کرج۳۱-۶۰-۱۲ (۵۸ درصد) و کمترین آن، در تیمار کم آبیاری

۵۰درصد، برای رقم ILC482 (۴۵ درصد) به‌دست آمد (جدول ۶). کاهش شاخص برداشت در پتانسیل‌های منفی بالاتر توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Seraj *et al*. 2004). گیاه برای حفظ بقای خود در شرایط تنش، ابتدا سعی در زنده‌ماندن خود دارد و لذا تولید دانه کاهش می‌یابد. گرچه وزن اندام هوایی کاهش می‌یابد اما روند نزولی در بخش اقتصادی در شرایط تنش بیشتر از بخش بیولوژیک است. تحقیقات نشان داده که تأخیر در کاشت در ارقام مختلف، سبب کاهش شاخص برداشت می‌شود و علت آن را قرارگرفتن گیاهان در معرض درجه‌حرارت‌های بالا و در نتیجه کاهش دورهٔ رشد رویشی و زایشی گیاه گزارش کرده‌اند (Van Der Maesen, 1987).

تعداد غلاف در واحد سطح

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح مختلف آبیاری و رقم بر صفت تعداد غلاف در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که حداکثر و حداقل تعداد غلاف در مترمربع، به ترتیب در تیمار آبیاری کامل (۱۳۱ غلاف) و تیمار کم‌آبیاری۵۰درصد (۷۴ غلاف) حاصل شد (جدول ۴). همچنین بیشترین تعداد غلاف در مترمربع برای رقم کاکا (۱۴۱ غلاف) و کمترین آن برای رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۶۶ غلاف) به‌دست آمد (جدول ۵). اثر متقابل ارقام در سطوح متفاوت آبیاری نیز برای این صفت درسطح ۱درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳) به‌طوری‌که بیشترین میانگین تعداد غلاف در مترمربع، در تیمار آبیاری کامل برای رقم کاکا (۱۸۹ غلاف) و کمترین میانگین تعداد غلاف در متر مربع در تیمار کم‌آبیاری۵۰درصد برای رقم کرج۳۱-۶۰-۱۲ (۴۳ غلاف) به‌دست آمد (جدول ۶). گروهی دیگر از محققان نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند (Jalilian *et al*., 2005). تعداد غلاف در بوته نخود، بستگی به تاریخ کاشت، رژیم آبیاری، تراکم و سایر فاکتورها دارد (Goldani & Rezvani-moghaddam, 2009; Jalota *et al*., 2006). فراهمی رطوبت قابل دسترس سبب افزایش توسعهٔ کانوپی گیاه شده و در نتیجه انرژی تشعشعی بیشتری جذب گیاه می‌شود که منجر به افزایش اجزای عملکرد، از جمله تعداد غلاف در گیاه می‌گردد (Jalota *et al*., 2006; Singh *et al*., 1997). تنش خشکی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد نخود است. این کاهش عملکرد عمدتاً به ریزش غلاف‌ها مربوط می‌شود. در این مورد، غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها، به دلیل تنش خشکی آغاز شده باشد (Siddique *et al*., 2000). طبق گزارش Liu *et al*. (2003) تنش خشکی شدید در اوایل نمو غلاف‌ها، رشد غلاف‌ها را کاهش داده و منجر به کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در مجموع تعداد غلاف می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد نخود، تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود. در این رابطه، اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحلهٔ گلدهی، به‌ویژه در مرحلهٔ غلاف‌دهی تا تشکیل دانه، ضروری است (Jalota *et al*., 2006). به نقل از (1991) Karamanos & Gimene و (1990) Grashoff، تنش خشکی، بقا و پُرشدن غلاف‌ها را از طریق کاهش مواد فتوسنتزی و با ایجاد اختلال در تعادل هورمونی تحت تأثیر قرار می‌دهد.

تعداد دانه در واحد سطح

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح مختلف آبیاری و رقم بر روی صفت تعداد دانه در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). صرف نظر از نوع رقم، بیشترین و کمترین میانگین تعداد دانه در مترمربع، به ترتیب در تیمار آبیاری کامل (۱۹۳ دانه) و تیمار کم‌آبیاری۵۰درصد (۱۰۰ دانه) بود (جدول ۴). صرف نظر از سطوح آبیاری، بیشترین میانگین تعداد دانه در مترمربع در رقم کاکا (۲۱۳ دانه) و کمترین آن، در رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۱۰۲ دانه) به دست آمد (جدول ۵). اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم، بر صفت تعداد دانه نیز در سطح ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) به‌طوری‌که بیشترین میانگین تعداد دانه در واحد سطح در تیمار آبیاری کامل در رقم کاکا (۲۸۴ دانه) و کمترین آن، در تیمار کم‌آبیاری ۵۰درصد در رقم کرج۳۱-۶۰-۱۲ (۵۹ دانه) به‌دست آمد (جدول ۶). تعداد دیگری از محققان نیز به چنین نتایجی دست یافتند (Goldani & Rezvani-moghaddam, 2004). گیاه نخود، در آغاز گلدهی دارای رشد رویشی سریعی است که در صورت فراهم بودن رطوبت قابل دسترس، طول دورهٔ رشد زایشی و نیز میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد. چنین وضعیتی منجر به تشکیل گل‌های بیشتر در گیاه می‌شود که بر تشکیل غلاف‌های بارور و تولید دانه مؤثر است (Goldani & Rezvani-moghaddam, 2004). با افزایش میزان آب آبیاری، رشد غلاف‌ها و بلوغ آن‌ها در یک دورهٔ طولانی‌تر انجام می‌شود و برگ‌ها با سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند، در نتیجه تعداد دانه در بوته افزایش می‌یابد. در مقابل، کاهش میزان آب آبیاری و همچنین افزایش

ناگهانی درجهٔ حرارت، سبب پیری زودرس گیاه می‌شود (Khanna-chopra & Sinha, 1987). علت کاهش تعداد دانه در شرایط تنش خشکی، کاهش تعداد غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی است (Pawar *et al*., 1992). طبق نتایج Rezaeianzadeh (2008) آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی، باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود. در باقلا نیز بوته‌هایی که در دورهٔ تشکیل و رشد غلاف، در معرض تنش خشکی قرار داشتند در مقایسه با بوته‌هایی که در سایر مراحل رشد با تنش خشکی مواجه بودند، کمترین تعداد غلاف، دانه و مادهٔ خشک را تولید کردند (Xia, 1997).

وزن ۱۰۰دانه

اثر سطوح متفاوت آبیاری و رقم بر روی شاخص وزن ۱۰۰دانه در سطح ۵درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که حداکثر و حداقل وزن ۱۰۰دانه، به ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل (۷۱ گرم) و کم‌آبیاری ۵۰درصد (۵۰ گرم) حاصل شد (جدول ۴). همچنین بیشترین وزن ۱۰۰دانه، برای رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (۶۴ گرم) و کمترین آن، برای رقم کاکا (۵۵ گرم) به‌دست آمد (جدول ۵). اثر متقابل ارقام و سطوح متفاوت آبیاری نیز در سطح ۵درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) به‌طوری‌که بیشترین میانگین وزن ۱۰۰دانه، در آبیاری کامل برای رقم کرج۳۱-۶۰-۱۲ (۷۶ گرم) و کمترین آن، در تیمار کم آبیاری ۵۰درصد برای رقم کاکا (۴۵ گرم) به‌دست آمد (جدول ۶). در مطالعات Taliei & Saiadian (2000) و Davies *et al*. (1999) نیز تنش خشکی، وزن دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. با توجه به اینکه در تیمار آبیاری۵۰درصد، تعداد غلاف و دانه در واحد سطح در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بود، لذا مواد فتوسنتزی تولید شده، بین تعداد دانهٔ کمتری توزیع شده است. چنین وضعیتی، از کاهش بیشتر وزن ۱۰۰دانه جلوگیری نموده است. گیاه نخود در مرحلهٔ گلدهی و تشکیل غلاف به تنش خشکی بسیار حساس بوده و وقوع تنش در این مرحله باعث عقیم‌شدن گل‌ها و عدم تکامل بذرها می‌شود. این وضعیت، وزن ۱۰۰دانه را تحت تأثیر قرار داده و تعداد غلاف، تعداد دانه، شاخص برداشت و در نتیجه، عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Auld *et al*., 1988). برخی مطالعات نشان داده است که غلاف‌های درحال پُرشدن نسبت به غلاف‌های جوان، از نظر دریافت مواد فتوسنتزی در اولویت هستند و مواد فتوسنتزی، بیشتر به آن‌ها اختصاص می‌یابد (Ganjeali & Nezami, 2008). مطالعات دیگر نشان دادند که محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و غلاف‌دهی، موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک‌شدن دانه می‌شود. در مقابل، فراهمی رطوبت در مرحلهٔ گلدهی باعث طولانی‌ترشدن دورهٔ پُرشدن دانه شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اختصاص به دانه‌ها فراهم می‌شود (Malhotra & Saxena, 2002).

همبستگی بین صفات

همبستگی عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف و تعداد دانه در واحد سطح و نیز وزن ۱۰۰دانه با عملکرد دانه، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). با وجود همبستگی مثبت بین این شاخص‌ها، اثرات منفی خشکی بر روی آن‌ها کم‌وبیش یکسان بوده است. شاخص‌های عملکرد بیولوژیک و وزن ۱۰۰دانه به‌ترتیب بیشترین ($r=۰/۹۹^{**}$) و کمترین ($r=۰/۵۳^{*}$) همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. Guler *et al*. (2001) نیز با بررسی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد پنج لاین نخود، همبستگی بالایی ($r=۰/۸۵^{**}$) بین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک مشاهده نمودند. از سوی دیگر همبستگی بالای بین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد که کاهش رشد و تجمع مواد در بخش رویشی گیاه طی تنش خشکی، کاهش عملکرد دانه را به دنبال داشته است. به عبارت دیگر، کاهش مادهٔ خشک تولیدی در تنش کمبود آب، نمو زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. Jettner *et al*. (1999) نیز عملکرد اقتصادی نخود را تابعی از رشد رویشی، شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته دانستند که با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی دارد.

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ارقام مختلف نخود
Table 7. Correlation coefficient of traits in chickpea cultivars

صفات اندازه گیری شده Traits	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد غلاف در متر مربع Number of pods.m^{-2}	تعداد دانه در متر مربع Number of seeds.m^{-2}	وزن ۱۰۰ دانه 100 grain weight
عملکرد دانه Grain yield	1					
عملکرد بیولوژیکی Biological yield	0.99**	1				
شاخص برداشت Harvest index	0.67**	0.58*	1			
تعداد غلاف در متر مربع Number of pods.m^{-2}	0.92**	0.93**	0. 50*	1		
تعداد دانه در متر مربع Number of seeds.m^{-2}	0.83**	0.84**	0.36*	0.93**	1	
وزن ۱۰۰ دانه 100 grain weight	0.53*	0.85**	0.85**	0.17ns	0.28ns	1

n.s، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح 0.05 =α و 0.01 =α
ns :Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively

نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح آبیاری نشان داد که میانگین عملکرد دانه در دو تیمار آبیاری کامل و کم‌آبیاری ۱۰درصد، در سطح احتمال ۵درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. بر این اساس می‌توان در منطقهٔ طرح در صورت کمبود آب، به جای تأمین کل نیاز آبیِ برآوردی برای نخود، تیمار کم‌آبیاری ۱۰درصد را پیشنهاد نمود که باعث کاهش مصرف آب به میزان تقریبی ۸۴۰ مترمکعب در هکتار می‌شود. در رابطه با ارقام، نتایج حاصل از این آزمایش حاکی است که بالاترین عملکرد دانه، به ترتیب متعلق به ارقام کاکا، جم و ILC482 به ترتیب با میانگین عملکرد ۹۳۰، ۶۷۴ و ۶۶۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه مربوط به رقم کرج۳۱-۶۰-۱۲ با میانگین ۴۴۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده، دو رقم جم و ILC482 در تمامی تیمارهای آبیاری از لحاظ شاخص‌های عملکرد دانه، تعداد غلاف و تعداد دانه اختلاف معنی‌داری از خود نشان ندادند، اما عملکرد و اجزای عملکرد در رقم ILC482 در تمامی تیمارهای کم‌آبیاری، کمتر تحت تأثیر کاهش میزان آب آبیاری قرار گرفت و بیشترین مقاومت به کم‌آبیاری را از خود نشان داد. از این نظر می‌توان آن را به عنوان رقمی مناسب برای شرایط کم‌آبیاری و یا احتمالاً دیم در نظر گرفت.

منابع

1. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence and seed yield of chickpea. Agronomy Journal 80: 909-914.
2. Begum, N., Husain, M., and Chowdury, S.I. 1992. Effect of sowing date and plant density on pod borer incidence and grain yield of chickpea in Bangladesh. International Chickpea Newsletter 27: 19-21.
3. 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.
4. Chaichi, M.R., Rostamza, M., and Esmaeilan, K. 2004. Tolerance evaluation of chickpea accessions to drought stress under different irrigation systems during generative growth stage. Journal of Agricultural Science and Natural Resources 10: 64-55. (In Persian with English Summary).

5. Davies, S., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Leport, L., and Plummer, J. 1999. Seed growth of Desi and Kabuli chickpea (*Cicer arietinum*) in a short season Mediterranean-type environment. Australian Journal of Experimental Agricultural 39: 181-188.
6. FAOSTAT. Report. Available at Web site http://faostat.Fao.org/2005/faostat/
7. Ganjeali., A., and Nezami, A. 2008 . Ecophysiology and determinatives yield of pulses. In: M. Parsa and A. Bagheri (Eds.). Pulses. JDM Press. Iran. p. 500. (In Persian).
8. Goldani, M., and Rezvani, P. 2004. Effects of drought and planting date on yield and yield components of chickpea in climatic condition of Mashhad. Iranian Journal of Agricultural Research 2: 229-239. (In Persian with English Summary).
9. Goldani, M., and Rezvani, P. 2007. The effects of different irrigation regimes and planting date on phenology and growth indices of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in Mashhad. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 229-242. (In Persian with English Summary).
10. Grashoff, C. 1990. Effect of pattern of water supply on *Vicia faba* L. grown under terminal drought. Field Crops Research 88:115-127.
11. Guler, M., Saitadak, M., and Ulkan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum*). European Journal of Agronomy 14: 161-166.
12. Jackson, D.I., and Looney, N.E. 2010. Temperate and subtropical fruit production. CAB International, Publishers.
13. Jalilian, J., Moddares-sanavi, S.A.M., and Sabbaghpur, S.H. 2005. Effects of plant density and complimentary irrigation on yield, yield components and protein contents of four cultivars of chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science 12: 1-9. (In Persian with English Summary).
14. Jalota, S.K., Sood, A., and Harman, W.L. 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. Agricultural Water Management 79: 312-320.
15. Jettner, R.J., Siddique, K.H.M., Loss, S.P., and French, R.J. 1999. Optimum plant density of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) increases with increasing yield potential in south-western Australia. Australian Journal of Agricultural Research 50: 1017-1025.
16. Karamanos, A.J, and Gimenez, C. 1991. Physiological factors limiting growth and yield of faba beans. Options Mediterraneennes-Serie Seminaires 10: 79-90.
17. 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.
18. Keatinge, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1984. Physiological and moisture-use studies on growth and development of winter-sown chickpeas. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea. The Hague, The Netherland, P. 141-157.
19. Khann, R., and Sinha, S.K. 1987. Chickpea: physiological aspects of growth and yield. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea. C.A.B. International, UK, P. 163-189.
20. Leport, L., Turner, N.C., Davies, S.L., and Siddique, K.H.M. 2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. European Journal of Agronomy 24: 236-246.
21. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.K., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.
22. Liu, P.H., Gam, Y.T., Waruentin, T., and McDonald, C.L. 2003. Morphological plasticity of chickpea in a semiarid environment. Crop Science 43: 426-429.
23. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for over coming drought stress in chickpea. ICARDA 17: 20-23.

24. Malhotra, R.S., Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1997. Effect of irrigation on winter-sown chickpea in a Mediterranean environment. Journal of Agronomy and Crop Science 178: 237-243.
25. Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 23: 467-474.
26. Miller, R.W., and Donahue, R.L. 1990. Soils-An Introduction to Soil and Plant Growth. Prentice-Hall International, Inc., Englewood Ciffs, NJ, USA.
27. Ne smith, D.S., and Richie, J.T. 1992. Maize (*Zea mays* L.) response to a severe soil water-deficit during grain filling. Field Crops Research 29: 23-35.
28. Pawar, V.S., Patit. P.O., Dahi, S.D., and Magar, S.S. 1992. Effect of irrigation schedule based on critical growth stages on yield, quality and water use of chickpea (*Cicer arietinum* L.) on vertisol. Indian J. Agric. Sci. 62: 402-404.
29. Pezeshkpur, P., and Khademi, K. 2004. Agricultural and genetically strategies for drought resistance in chickpea. Lorestan Agricultural Jahad Organization Issue 11: 88-92.
30. Ravi, N., Sharma, H.M., Singh, R.N.P., and Nandan, R. 1998. Response of late-sown chickpea to irrigation and foliar nutrition in calcareous soil. Journal of Applied Biology 8: 5-8.
31. Rezaeyanzadeh, E. 2008. The effects of supplemental irrigation on yield and yield component and growth index in three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
32. Saxena, M.C. 1984. Agronomy studies on winter chickpeas. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publisher, The Hague, The Netherland, pp.123-129.
33. Saxena, M.C. 1990. Recent advance in chickpea agronomy. In: Proc. of the First International Workshop on Chickpea Improvement. 1979, ICRISAT, India. p: 89-96.
34. Saxena, M.C., and Singh, K.B. 1987. The Chickpea. Wallingford, UK/Allepo, Syria: CAB International/ICARDA.
35. Seraj, R., Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Kumar, J., Chandra, S., and Crouch, J.H. 2004. Variation in root traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown under terminal drought. Field Crops Research 88: 115-127.
36. Shabeiri, S., Ghassemi Golazani, K. and Saba, J. 2006. Effect of water deficit on phenology and yield of three chickpea cultivars. Agricultural Science 16: 137-147. (In Persian with English Summary).
37. Siddique, K.H.M., Sedegly, R.H., and Marshal, C. 2000. Effects of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crop Research 31: 193-203.
38. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.
39. Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi Golazani, K., and Moghaddam, M. 2001. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agric .Water Management 49: 225-237.
40. Taliei, A., and Saiadian, K. 2000. Effects of complementary irrigation and determination of nutrient requirements of chickpea in dry land farming. Iranian Journal of Agricultural Science 2: 66-79. (In Persian with English Summary).
41. Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit condition in a semi-arid environment. European Journal of Agronomy 25: 60-70.
42. Tomar, R.K.S., Sharma, P., Yadav, L.N., and Sharma, P. 1999. Comparison of yield and economics of irrigated chickpea under improved and local management practices. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter 6: 22-23.

43. Tomas, M.J., Fukai, S., and Peoples, M.B. 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mungbean. Field Crops Research 86: 67-80.
44. Van Der, L.J.G. 1987. Origin, history and taxonomy of chickpea. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea. C.A.B. International, UK. p. 11-34.
45. Xia, M.Z. 1997. Effects of drought during the generative development phase on seed yield and nutrient uptake of faba bean (*Vicia faba* L.). Aus. Agric. Res. 48: 447-451.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 69-82

The effects of different irrigation levels on grain yield and yield components of four chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in Mashhad climatic condition

Anjamshoaa[1*], S., Moeinrad[2], H. & Ebrahimi[2], H.

1- Former MSc Student of Agricultural College, Islamic Azad University of Mashhad
2- Assistants Professor of Agricultural College, Islamic Azad University of Mashhad

Received: 1 May 2010
Accepted: 24 December 2011

Abstract

In order to study the effects of different irrigation levels on yield, yield components and drought tolerance of four chickpea cultivars, a farm experiment was conducted in Mashhad climatic condition during 2008-2009 growing season. Four irrigation levels including: $T_{1=}$ 100% ET_C (Full irrigation), T_2= 90% ET_C (deficit irrigation), T_3=80% ET_C (deficit irrigation) and T_4=50% ET_C (deficit irrigation) and four chickpea cultivars (Jam, Karaj 12-60-31, Kaka and ILC482) were compared in a split plot layout based on randomized complete block design with three replications. The irrigation levels were imposed as main plot and chickpea cultivars as subplot. In each level of irrigation, based on national water document (using NETWAT software) and by the method of Penman Monteith, water requirement was determined. The results showed that different levels of irrigation had significant effects on grain yield, biological yield, harvest index, number of pods per m^2, number of seeds per m^2 and weight of 100 chickpea seeds. By increasing the rate of supplied water, number of pods and seeds per m^2, the weight of 100 chickpea seeds and consequently, grain yield increased, significantly. In all irrigation levels, Kaka and Karaj 12-60-31 cultivars had the highest (930 Kg/ha) and the lowest (166 Kg/ha) seed yield, respectively. In this study, the most drought tolerant cultivars to drought were Kaka, ILC482 and Jam, respectively. In full irrigation treatment, the yield of ILC482 cultivar was lower than Jam cultivar, but in deficit irrigation treatments (T_3 and T_4) the yield of Jam cultivar was higher than ILC482 cultivar, considerably and in comparison to the other cultivars, its measured qualities less affected by deficit irrigation. Results of this experiment showed that ILC482 cultivar may be recommended as a high tolerant cultivar to drought stress.

Key words: Chickpea cultivars, Deficit irrigation, Drought stress, Grain yield

[*] **Corresponding Author:** E-mail: salman.anjam@yahoo.com, Mobile: 09155129113

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۹۶-۸۳، نیمه دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 83-96

بررسی تحمل به شوری ریشه و شاخسارهٔ یازده ژنوتیپ نخود متحمل و حساس به خشکی در شرایط هیدروپونیک

محمد زارع مهرجردی[1*]، جعفر نباتی[2]، علی معصومی[3]، عبدالرضا باقری[4] و محمد کافی[5]

۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دکتری فیزیولوژی زراعی، شرکت فن‌آوران بذر یکتا
۳- استادیار دانشگاه پیام نور
۴- استاد گروه بیوتکنولوژی و بِه‌نژادی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۱/۱۸

چکیده

شوری به عنوان یک تنش محیطی مهم و مشکل عمده در کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح است. گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) مشابه با سایر بقولات، نسبت به شوری حساس است و در نتیجه، گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری برای کشت در این مناطق از اهمیت زیادی برخوردار است. این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در شرایط گلخانه با هدف مطالعهٔ تحمل به تنش شوری در یازده ژنوتیپ نخود از طریق بررسی پاسخ خصوصیات ریشه و اندام‌های هوایی آن‌ها انجام شد. برای این منظور، تأثیر دو تیمار شوری القاءشده با استفاده از نمک کلریدسدیم در سطوح ۸ و ۱۲دسی‌زیمنس بر متر به همراه تیمار شاهد (بدون تنش شوری) در محیط هیدروپونیک (کرت اصلی) بر روی ژنوتیپ‌های مورد نظر (کرت فرعی) در شرایط گلخانه، در قالب کرت‌های خُردشده در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. گیاهان، چهار هفته پس از انتقال به محیط هیدروپونیک برداشت شدند. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار شاخص پایداری غشاء، سطح سبز برگ، درصد مادهٔ خشک ریشه و اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد شاخهٔ جانبی و وزن خشک اندام هوایی و ریشه و افزایش مقدار نسبی آب برگ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد. شاخص پایداری غشاء (۰/۷۳ و ۰/۶۱) و نسبت سطح سبز برگ به کل سطح برگ (۰/۶۸ و ۰/۵۶) همبستگی مثبت و معنی‌داری به ترتیب با میزان تولید مادهٔ خشک اندام هوایی و ریشه در ژنوتیپ‌ها داشتند. بهره‌گیری از شاخص‌های مقاومت و ترسیم نمودار بای‌پلات نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، ژنوتیپ‌های MCC696، MCC544 و MCC877 کمترین و ژنوتیپ MCC760 بیشترین میزان مقاومت به شوری را از نظر تولید مادهٔ خشک و شاخص‌های تحمل دارا بودند. در این مطالعه به غیر از ژنوتیپ MCC783، ژنوتیپ‌های حساس به خشکی در گروه ژنوتیپ‌های متحمل به شوری قرار گرفتند. بنابراین به نظر می‌رسد لزوماً ژنوتیپ‌هایی که متحمل به خشکی هستند از تحمل به شوری بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس به خشکی برخوردار نیستند. به طور کلی به منظور دستیابی به ارقام نخود که علاوه بر تحمل به خشکی، متحمل به شوری نیز باشند، ژنوتیپ‌ها باید برای هر دو صفت مورد گزینش قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: اندام هوایی، ریشه، شاخص‌های کمّی تحمل، مقدار نسبی آب برگ، نخود

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین تنش های محیطی است که تولید محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شوری از طریق عوامل طبیعی و یا اعمال مدیریت ناصحیح مزرعه، در اثر تجمع نمک‌های محلول در آب و خاک رخ می‌دهد. اگرچه کاهش اثرات شوری از طریق اضافه‌کردن ترکیبات اصلاح‌کننده، شیوه‌های آبیاری مناسب و اصلاح ارقام مقاوم امکان پذیر است، هزینه این فعالیت‌ها بسیار بالا بوده و به‌علاوه تلاش در جهت تولید ارقام اصلاح‌شده برای تحمل به تنش شوری از موفقیت کمی برخوردار بوده است (Flowers and Flowers, 2005). در ایران نیز به‌خصوص در مناطق حاشیهٔ کویرهای مرکزی، به‌دلیل کاهش نزولات جوی، کمیت و کیفیت آب کشاورزی به‌سرعت رو به کاهش است. به این دلیل، گزینش ارقامی که علاوه بر تحمل به خشکی، به شوری نیز متحمل باشند از اهمیت چشمگیری برخوردار است.

نخود یکی از حبوبات مهم است که در ۳۵کشور جهان از

* **نویسنده مسئول:** مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی
تلفن: ۰۹۳۵۹۹۲۶۷۲۰، پُست الکترونیک: mzarem1381@yahoo.com

جمله ایران به صورت تجاری کشت می‌شود. مهم‌ترین ویژگی اقتصادی نخود، درصد بالای پروتئین دانهٔ آن است (۲۵/۳ تا ۲۸/۹درصد) که می‌تواند جایگاه مناسبی در تغذیهٔ انسان و دام داشته باشد (Hulse, 1991). نخود مانند سایر لگوم‌ها از تحمل به شوری کمی برخوردار است (Ashraf & Waheed, 1993). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که شوری، عملکرد و کیفیت محصول نخود را حتی در ارقام متحمل کاهش می‌دهد (Asha, 2007). اگرچه ارقام زراعی نخود دارای تنوع ژنتیکی کمی می‌باشند (Berger *et al.*, 2003)، مطالعه بر روی ارقام جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف شامل شمال آفریقا، جنوب آسیا و خاورمیانه از جمله ایران نشان داده است که گزینش ارقام متحمل به شوری در خزانهٔ ژنتیکی نخود، احتمالاً با موفقیت خوبی همراه است (Maliro *et al.*, 2004).

در کنار وجود تنوع در خزانه ژنتیکی، لزوم فهم درست از فرایندهای فیزیولوژیک و موفولوژیک در پاسخ به تنش، در طراحی شیوه‌های اصلاحی برای دستیابی به ارقام متحمل به شوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Hoisington *et al.*, 1999, Miflin, 2000; Bruce *et al.*, 2002). در مطالعات مختلف، خصوصیاتی مثل عملکرد، قدرت بقاء، میزان خسارت برگ و ارتفاع گیاه به عنوان یک معیار عمومی برای گزینش ارقام متحمل به شوری مورد استفاده قرار گرفته است (Shannon, 1984; Gamma, 2008). تنش شوری، از دو طریق ایجاد تنش اُسمزی و تنش سمیت یونی، بر روی فرایندهای فیزیولوژیک گیاه تأثیر گذاشته و به کاهش رشد گیاه منجر می‌شود (Munns & Tester, 2008). مقادیر بالای نمک در خاک به دلیل ایجاد پتانسیل اُسمزی، سبب می‌شود تا میزان جذب آب توسط ریشه کاهش یابد و در نتیجه پتاسیل آب در سلول‌ها کم شود و گیاه با تنش خشکی رو برو گردد (Munns & Tester, 2008; Yoko *et al.*, 2002). در نتیجهٔ این تنش اولیهٔ ناشی از تنش شوری، تنش های ثانویه نظیر تنش اُکسیداتیو نیز ممکن است بروز کنند که در این حالت، تولید رادیکال‌های فعال اکسیژن به اُکسیدشدن پروتئین‌ها و لیپیدها و در نتیجه مرگ سلول منجر می‌شود (Molassiotis *et al.*, 2006). مجموع این فرایندها، علاوه بر ایجاد خسارت در بافت‌های گیاهی، به کاهش کارآیی فتوسنتز و متابولیسم کربن و در نتیجه کاهش میزان تولید گیاه منجر می‌شود (Ferri *et al.*, 2000; Garg & Singla, 2004).

در آزمایش‌های مختلف برای گزینش ارقام متحمل به تنش، محققان به دنبال ژنوتیپ‌هایی هستند که هم در شرایط تنش و هم بدون تنش دارای عملکرد بالا باشند. برای این منظور، شاخص‌های مختلفی برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بر اساس عملکرد پیشنهاد شده است (Fernandez, 1998). این شاخص‌ها، در مطالعات مختلف برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری مورد استفاده قرار می گیرند که از آن جمله می‌توان به استفاده از شاخص تحمل به تنش (STI) برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در نخود اشاره کرد (Serraj *et al.*, 2004).

با توجه به اهمیت انتخاب ارقام متحمل به شوری برای کشت در شرایط تنش خشکی و با توجه به شباهت‌های موجود بین مسیر خسارت‌زایی تنش خشکی و شوری بر گیاه، این مطالعه با هدف بررسی تحمل به شوری یازده ژنوتیپ مختلف نخود که پاسخ متفاوت به خشکی داشتند، به منظور ارزیابی پاسخ صفات مختلف ریشه و اندام هوایی به تنش شوری و بررسی ارتباط بین تحمل به خشکی و شوری در این ژنوتیپ‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

بر اساس نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای، یازده ژنوتیپ نخود متنوع از لحاظ تحمل به خشکی انتخاب و بذر آن‌ها از بانک بذر حبوبات پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد (Saxena *et al.*,1993; Sedaghatkhahi, 2007; Ganjeali *et al.*, 2009) (جدول۱). بذرها به مدت سه‌روز بر روی کاغذ صافی مرطوب شده با آب، در پتری‌دیش‌های با قطر نُه سانتی‌متر جوانه‌دار شدند. این گیاهچه‌ها، در دی‌ماه به منظور رشد به محیط هیدروپونیک در گلخانه با دمای متوسط ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد و بدون نور مصنوعی، منتقل شدند. سیستم هیدروپونیک مورد استفاده، شامل لوله‌هایی از جنس پلی‌ونیل کلراید (PVC) با قطر شِش سانتی‌متر و طول ۱/۵ متر بود که با فاصله ۵۰ سانتی‌متری از یکدیگر به صورت افقی قرار گرفته بودند. بر روی این لوله‌ها، منافذی با فاصلهٔ ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر تعبیه شده بود که گیاهچه‌های تولیدشده در این سوراخ‌ها مستقر شدند. هر یک از لوله‌ها، با سه لیتر محلول غذایی هوگلند (Hoagland & Arnon, 1950) پُر شده بود که هر دو هفته یک‌بار تا پایان آزمایش تعویض می‌شد. دو هفته پس از انتقال گیاهچه‌ها به محیط هیدروپونیک، به منظور تعیین میزان تحمل به شوری ژنوتیپ‌ها، تیمار تنش شوری بر روی آن‌ها اعمال شد. برای این منظور، تیمار تنش شوری با استفاده از نمک کلریدسدیم در دو سطح ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (dSm^{-1}) اعمال شد. جهت جلوگیری از واردشدن تنش شدید، تنش به صورت تدریجی و با نرخ یک dSm^{-1} در روز اعمال شد. دو هفته پس از اعمال تیمارها، ارتفاع بوته، طول ریشهٔ اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و سطح سبز برگ (با استفاده از آنالیز تصویری بر روی تصاویر اسکن‌شده، پس از جُداسازی اندام‌ها) و نسبت سطح

سبز برگ به کل سطح برگ اندازه‌گیری شد. همچنین مقدار نسبی آب برگ (RWC) در برگ‌های جوان کاملاً توسعه‌یافته، از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

RWC= ((وزن خشک – وزن آماس)/(وزن خشک – وزن تر))×۱۰۰

به منظور تعیین درصد مادهٔ خشک اندام هوایی و ریشه، نمونه‌های تَر اندام هوایی و ریشه پس از وزن‌شدن به درون آوِن ۸۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت منتقل شد تا خشک شوند. در ادامه، وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری و درصد مادهٔ خشک اندام هوایی و ریشه محاسبه شد.

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، منشأ و برخی از خصوصیات آن‌ها

Table 1. Used chickpea genotypes, their origin and their properties

ردیف No.	شناسه در بانک بذر Seed bank ID	منشاء Origin	پاسخ به خشکی Response to drought	وضعیت گل‌دهی Flowering	منبع Reference
1	MCC333 (Flip87-84c)	ایکاردا-ICARDA	متحمل-T	حد واسط - MF	Sedaghatkhahi, 2007
2	MCC544	ایران-Iran	متحمل-T	زودگل - EF	Ganjeali *et al.*,2009
3	MCC674	ایران-Iran	حساس-S	زودگل - EF	Ganjeali *et al.*,2009
4	MCC753 (Sel96TH11439)	ایکاردا-ICARDA	حساس-S	حد واسط - MF	Sedaghatkhahi, 2007
5	MCC759 (Flip97-41c)	ایکاردا-ICARDA	حساس-S	دیرگل - LF	Ganjeali *et al.*,2009
6	MCC760 (Flip97-43c)	ایکاردا-ICARDA	متحمل-T	زودگل - EF	Ganjeali *et al.*,2009
7	MCC770 (Flip97-91c)	ایکاردا-ICARDA	متحمل-T	حد واسط - MF	Ganjeali *et al.*,2009
8	MCC773 (Flip97-97c)	ایکاردا-ICARDA	حساس-S	زودگل - EF	Sedaghatkhahi, 2007
9	MCC783 Flip97-120c)	ایکاردا-ICARDA	حساس-S	دیرگل - LF	Ganjeali *et al.*,2009
10	MCC806 (Flip97-196c)	ایکاردا-ICARDA	حساس-S	دیرگل - LF	Ganjeali *et al.*,2009
11	MCC877 (ICC4958)	ایکریست-ICRISAT	متحمل-T	زودگل - EF	Saxena *et al.*,1993

Abb.: MCC: Mashhad Chickpea Collection, T: Drought Tolerant, S: Drought susceptible, EF: Early Flowering, MF: Mid Flowering, LF: Late Flowering

شاخص پایداری غشاء، از طریق اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیت‌های برگ ارزیابی شد. برای این منظور نمونه‌های برگ به درون آب مقطر با حجم ۲۰ میلی‌لیتر منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس میزان هدایت الکتریکی آب مقطر همراه نمونه، به عنوان نشت اولیه اندازه‌گیری شد. نشت ثانویه نیز از طریق اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها پس از حرارت‌دادن آن‌ها به مدت یک‌ساعت و در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. شاخص پایداری غشاء از طریق رابطهٔ زیر محاسبه شد (Sairam *et al.*, 2002).

شاخص پایداری غشاء= (۱-(نشت ثانویه/ نشت اولیه))×۱۰۰

همچنین با استفاده از روابط ریاضی زیر، شاخص‌های مختلف ارزیابی میزان تحمل به شوری بر اساس مقدار تولید زیست‌توده (وزن خشک اندام هوایی و ریشه) و به صورت مجزا، برای هر یک از تیمارهای تنش ۸ و ۱۲ dSm^{-1} نسبت به تیمار شاهد محاسبه شد:

۱) شاخص تحمل $TOL^{1} = Y_p - Y_s$

۲) شاخص بهره‌وری متوسط $MP^{2} = (Y_p + Y_s)/2$

۳) شاخص حساسیت به تنش $SSI^{3} = (1-Y_s/Y_p)/(1-\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)$

۴) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری $GMP^{4} = (Y_p \times Y_s)^{0.5}$

۵) شاخص تحمل به تنش $STI^{5} = (Y_p \times Y_s)/(\bar{Y}_p)^{2}$

در معادلات فوق: Y_s: تولید مادهٔ خشک ژنوتیپ در شرایط تنش، Y_p: تولید مادهٔ خشک ژنوتیپ در شرایط بدون تنش، $\bar{Y}_p$: میانگین تولید مادهٔ خشک کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش، $\bar{Y}_s$: میانگین تولید مادهٔ خشک کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می‌باشد.

1. Stress tolerance
2. Mean productivity
3. Stress susceptibility index
4. Geometric mean productivity
5. Stress tolerance index

همهٔ آنالیزهای آماری بر اساس آزمایش کرت‌های خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش، تیمارهای شوری در کرت اصلی و ژنوتیپ‌ها در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها بر اساس مقایسات چنددامنه‌ای دانکن و LSD صورت پذیرفت. در نهایت بر اساس میزان تولید مادهٔ خشک در هر یک از تیمارها، شاخص‌های تحمل محاسبه شد و با استفاده از نمودارهای پراکنش سه‌بُعدی و بای‌پلات، ژنوتیپ‌های برتر از نظر تولید مادهٔ خشک بیشتر، شناسایی شدند و در ادامه، همبستگی بین صفات، تعیین شد و میزان و چگونگی روابط بین آن‌ها بررسی گردید. برای تعیین روابط بین صفات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم نمودارها، از نرم‌افزارهای JMP، STATISTICA و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اعمال تیمار شوری باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، طول ریشهٔ اصلی، تعداد شاخهٔ جانبی، شاخص پایداری غشاء، سطح سبز برگ، شاخص مادهٔ خشک اندام هوایی، شاخص مادهٔ خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه و متعاقب آن کاهش میزان تولید مادهٔ خشک در ژنوتیپ‌ها شد. مقدار آب نسبی برگ در پاسخ به اعمال تیمار تنش شوری افزایش یافت و نسبت ریشه به ساقه در سطح شوری dSm^{-1} ۸ نسبت به شاهد و dSm^{-1} ۱۲ به طور معنی‌داری کمتر بود (جدول ۳).

از نظر ارتفاع بوته، ژنوتیپ‌ها در تیمارهای مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. ژنوتیپ‌های MCC333 و MCC773 کمترین ارتفاع بوته و ژنوتیپ MCC877 بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۲). در این ارتباط نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های MCC544، MCC674، MCC696، MCC760، MCC783 و MCC877 شد که به‌جُز ژنوتیپ MCC783، بقیه این ژنوتیپ‌ها دارای ارتفاع بوتهٔ بیشتری در شرایط شاهد نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بودند (جدول۲). ارتفاع بوته در نخود از نظر شاخص‌هایی نظیر امکان برداشت مکانیزه و همچنین عملکرد دانه بیشتر حائز اهمیت است. در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌هایی که از متوسط ارتفاع بوتهٔ بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند مانند MCC544، MCC696 و MCC877، به عنوان ژنوتیپ‌های مستعد برای کشت در مناطق خشک معرفی شده‌اند و جزو ژنوتیپ‌های زودرس به شمار می‌روند (Saxena *et al.*,1993; Ganjeali *et al.*, 2009). به نظر می‌رسد شوری با تأثیر بر ارتفاع بوته و کاهش آن، با توجه به وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته در نخود (Upadhyaya *et al.*, 2002)، می‌تواند در کاهش عملکرد این گیاه در شرایط تنش شوری مؤثر باشد.

در بین ژنوتیپ‌ها، از نظر متوسط طول ریشهٔ اصلی در تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. با این حال در ژنوتیپ‌های MCC544، MCC696، MCC773 و MCC783 اعمال تیمار شوری dSm^{-1} ۱۲ به دلیل کاهش رشد، باعث کاهش معنی‌دار طول ریشهٔ اصلی در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول۲). مطالعات نشان داده که طول ریشه در نخود در توانایی جذب آب از لایه‌های پایین‌تر خاک از اهمیت برخوردار است. برای نمونه، مطالعه بر روی پراکنش توسعهٔ ریشه نخود در خاک مشخص کرده که تراکم ریشه در لایه ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری از سطح خاک، همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش خشکی دارد (Kashiwagi *et al.*, 2006). در این ارتباط به نظر می‌رسد که تنش شوری با تأثیر بر طول ریشه در نخود، توانایی گیاه در جذب آب از لایه‌های عمیق‌تر خاک را تحت تأثیر قرار دهد و در شرایط زراعی گیاه علاوه بر تنش شوری با تنش خشکی نیز مواجه شود.

تعداد شاخه جانبی نیز به عنوان یکی از اجزای عملکرد در میزان تولید در نخود مؤثر است. در این ارتباط، بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین تعداد شاخه در ژنوتیپ‌های MCC760، MCC773 و MCC783 و کمترین میزان شاخهٔ جانبی در ژنوتیپMCC877 مشاهده شد. در ژنوتیپ‌های MCC544، MCC674، MCC759، MCC783 وMCC806 تیمار شوری اعمال شده در سطح ۸ یا dSm^{-1} ۱۲ باعث کاهش معنی‌دار تعداد شاخهٔ جانبی نسبت به تیمار شاهد شد، در حالی‌که در سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد (جدول۲). دلیل این امر احتمالاً کاهش ارتفاع و کاهش رشد در اثر تنش شوری می‌باشد (Mudgal *et al.*, 2009; Kalefetoglu *et al.*, 2009).

گزارش‌های متعددی در ارتباط با تأثیر شوری بر کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه در نخود وجود دارد (Mudgal *et al.*, 2009; Kalefetoglu *et al.*, 2009). همچنین از این نظر، وجود تنوع نیز در بین ژنوتیپ‌های نخود گزارش شده است (Serraj *et al.*, 2004). در این آزمایش نیز مادهٔ خشک اندام هوایی در بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار داشت به‌طوری‌که

بیشترین مقدار مادهٔ خشک اندام هوایی در ژنوتیپ MCC760 با ۰/۵۹ گرم در بوته و کمترین مقدار در ژنوتیپ MCC696 با ۰/۳۴ گرم در بوته مشاهده شد. در میان ژنوتیپ‌ها، اعمال تیمار شوری به‌جُز در ژنوتیپ‌های MCC333، MCC696 و MCC770، باعث کاهش معنی‌دار در مقدار مادهٔ خشک اندام هوایی شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر وزن خشک ریشه نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول۳). در این ارتباط، به طور میانگین ژنوتیپ MCC783 بیشترین (۰/۱۹ گرم در بوته) و ژنوتیپ‌های MCC877 و MCC696 کمترین (۰/۱۳ گرم در بوته) وزن خشک ریشه را به خود اختصاص دادند. از این نظر نیز به‌جُز در ژنوتیپ‌های MCC333 و MCC806، در بقیهٔ ژنوتیپ‌ها اعمال تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار در وزن خشک ریشه شد (جدول۳). Singla & Garg (2005) نیز گزارش کردند که با افزایش شوری، وزن خشک اندام هوایی و ریشه ارقام نخود کاهش می‌یابد. Munns & Tester (2008) گزارش کردند که رشد گیاهان تحت تنش شوری ممکن است به دلیل کاهش آب قابل‌دسترس یا سمیت کلریدسدیم کاهش یابد. نتایج نشان داد که نسبت ریشه به ساقه در بین ژنوتیپ‌ها که در مطالعات خشکی به عنوان یک متغیر مؤثر در توانایی جذب آب توسط گیاه مورد بررسی قرار می‌گیرد، اختلاف معنی‌دار داشت. بیشترین نسبت ریشه به ساقه در ژنوتیپ MCC544 و کمترین نسبت در ژنوتیپ‌های MCC877 و MCC763 مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- اثر سطوح تنش شوری بر ارتفاع بوته، طول ریشهٔ اصلی و تعداد شاخه در بوتهٔ یازده ژنوتیپ نخود

Table 2. Effect of salt stress levels on plant height, main root length and branch number in 11 chickpea genotypes

تعداد شاخه جانبی Branch number				طول ریشه (سانتی‌متر) Main root length (cm)				ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)				ژنوتیپ
میانگین Mean	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	شاهد Control	میانگین Mean	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	شاهد Control	میانگین Mean	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	شاهد Control	Genotype
4.4a	4.0	4.0	5.3	**27.8a**	22.0	32.3	29.0	**12.8e**	12.3	12.3	13.7	**MCC333**
3.6ab	3.3	2.7	4.7	**31.8a**	22.0	35.7	37.7	**15.8bc**	14.0	15.3	18.0	**MCC544**
3.9ab	2.7	4.3	4.7	**32.1a**	25.3	33.0	38.0	**16.4ab**	16.0	14.7	18.7	**MCC674**
3.9ab	3.0	4.3	4.3	**30.4a**	20.7	28.3	42.3	**15.6bc**	13.0	16.0	17.7	**MCC696**
3.9ab	2.7	4.0	5.0	**33.6a**	34.7	31.3	34.7	**13.5de**	13.3	13.0	14.2	**MCC759**
4.6a	4.0	4.3	5.3	**33.4a**	31.0	34.7	34.7	**15.7bc**	12.7	15.7	18.7	**MCC760**
4.4a	4.0	3.7	5.7	**37.9a**	36.7	41.7	35.3	**14.6cd**	14.0	13.7	16.0	**MCC770**
4.6a	3.7	5.0	5.0	**29.1a**	23.7	23.7	40.0	**12.7e**	12.3	12.3	13.3	**MCC773**
4.6a	2.7	4.3	6.7	**31.7a**	20.7	27.3	47.0	**12.9de**	11.3	12.3	15.0	**MCC783**
4.1ab	2.3	4.7	5.3	**30.9a**	27.7	35.3	29.7	**13.2de**	11.7	13.7	14.3	**MCC806**
3.0b	2.7	2.0	4.3	**28.6a**	24.3	29.7	31.7	**17.8a**	15.7	17.0	20.7	**MCC877**
LSD=1.7	**3.2b**	**3.9ab**	**5.1a**	**LSD=15.2**	**26.2b**	**32.1ab**	**36.4a**	**LSD=2.6**	**13.3c**	**14.2b**	**16.4a**	**میانگینMean**

مقایسه میانگین اثرات ساده بر اساس آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن (حروف) در سطح ۰/۰۵. مقدار LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح ۰/۰۵

Simple effect mean comparison: based on Duncan's multiple-range test; significant difference at 5% level of probability.
Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

تحت شرایط تنش شوری، غشاء سلولی دچار تغییراتی می‌شود که نشت‌پذیری آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Blokhina *et al*., 2003). بر این اساس، توانایی غشاء سلول در کنترل ورود و خروج مواد به سلول، برای بررسی خسارت در بافت‌ها مورد استفاده قرارگرفته است. در این ارتباط، ژنوتیپ‌ها از نظر میزان شاخص پایداری غشاء دارای تنوع بودند و ژنوتیپ MCC773 با ۷۴/۹ درصد، بیشترین و ژنوتیپMCC877 با ۳۴/۱ درصد، کمترین پایداری غشاء را در تیمارهای مورد مطالعه به خود اختصاص دادند (جدول ۴). اگرچه در تمامی ژنوتیپ‌ها، اعمال تنش شوری ۸ dSm^{-1} نسبت به شاهد باعث کاهش شاخص پایداری غشاء شد، این کاهش در ژنوتیپ‌های MCC760 و MCC773 معنی‌دار نبود. در تیمار ۱۲ dSm^{-1} بیشترین شاخص پایداری غشاء معادل ۵۴/۸ درصد به ژنوتیپ MCC773 تعلق داشت که احتمالاً با توجه به شاخص پایداری بالای غشاء، این ژنوتیپ از مقاومت به شوری بیشتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برخوردار باشد. افزایش تجمع پراکسید هیدروژن و پراکسیداسیون لیپیدها در اثر شوری، موجب کاهش پایداری غشاء در گیاهان می‌گردد (Farooq & Azam, 2006). شاخص پایداری غشاء و پراکسیداسیون لیپیدها به عنوان شاخصی برای ارزیابی صدمات شوری و تحمل به شوری در گیاهان استفاده می‌شود (Farooq & Azam, 2006). کاهش شاخص پایداری غشاء در اثر شوری توسط محققان مختلف گزارش شده است (Farooq & Azam, 2006; Azizpour *et al*., 2010).

جدول ۳- اثر تنش شوری بر وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی یازده ژنوتیپ نخود

Table 3. Effect of salt stress on shoot dry weight, root dry weight and root to shoot ratio in 11 chickpea genotypes

ژنوتیپ Genotype	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر بوته) Shoot dry weight (g.plant^{-1})				وزن خشک ریشه (گرم بر بوته) Root dry weight (g.plant^{-1})				نسبت ریشه به اندام هوایی Root to shoot ratio			
	شاهد Control	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	میانگین Mean	شاهد Control	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	میانگین Mean	شاهد Control	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	میانگین Mean
MCC333	0.55	0.39	0.38	**0.44bcd**	0.17	0.13	0.16	**0.15ab**	0.30	0.33	0.43	**0.35bc**
MCC544	0.49	0.32	0.21	**0.34d**	0.22	0.11	0.09	**0.14ab**	0.46	0.33	0.61	**0.47a**
MCC674	0.66	0.47	0.29	**0.48abc**	0.25	0.16	0.14	**0.19ab**	0.39	0.34	0.59	**0.44ab**
MCC696	0.43	0.35	0.25	**0.34d**	0.19	0.11	0.09	**0.13ab**	0.46	0.31	0.37	**0.38abc**
MCC759	0.64	0.50	0.30	**0.48abc**	0.23	0.15	0.13	**0.17ab**	0.37	0.31	0.42	**0.37bc**
MCC760	0.80	0.54	0.41	**0.59a**	0.24	0.15	0.14	**0.18ab**	0.30	0.28	0.34	**0.31c**
MCC770	0.56	0.38	0.38	**0.44bcd**	0.26	0.12	0.14	**0.17ab**	0.44	0.33	0.37	**0.38abc**
MCC773	0.61	0.44	0.35	**0.47abc**	0.22	0.13	0.14	**0.16ab**	0.36	0.32	0.39	**0.36bc**
MCC783	0.81	0.43	0.30	**0.51ab**	0.32	0.15	0.09	**0.19a**	0.40	0.35	0.31	**0.35bc**
MCC806	0.74	0.44	0.37	**0.51ab**	0.24	0.16	0.15	**0.18ab**	0.34	0.36	0.39	**0.36bc**
MCC877	0.54	0.30	0.31	**0.38cd**	0.19	0.09	0.11	**0.13b**	0.36	0.30	0.37	**0.34c**
میانگین Mean	**0.62a**	**0.41b**	**0.32c**	**LSD=0.19**	**0.23a**	**0.13b**	**0.13b**	**LSD=0.09**	**0.38a**	**0.32b**	**0.42a**	**LSD=0.13**

مقایسه میانگین اثرات ساده بر اساس آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن (حروف) در سطح ۰/۰۵. مقدار LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح ۰/۰۵.

Simple effect mean comparison: based on Duncan's multiple-range test; significant difference at 5% level of probability.
Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

شوری می‌تواند از طریق دهیدراته‌شدن سلولی و کاهش توسعهٔ برگ (Bernstein *et al.*,1993) و همچنین نکروزشدن برگ‌ها و ریزش آن‌ها به واسطهٔ سمیت یونی، سطح سبز برگ در گیاه را کاهش دهد (Munns & Tester, 2008). در نخود نیز کاهش سطح برگ در پاسخ به شوری گزارش شده است (Beinsan *et al.*, 2009). نتایج بررسی سطح سبز برگ و نسبت سطح سبز به سطح کل برگ در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که با وجود معنی‌دار نبودن اختلاف بین سطح سبز برگ در ژنوتیپ‌ها، نسبت سطح سبز برگ به سطح کل برگ دارای اختلاف معنی‌دار بود. در این ارتباط ژنوتیپ MCC770 با ۰/۹۰ بیشترین نسبت سطح سبز به سطح کل برگ و ژنوتیپ MCC806 با ۰/۷۰ کمترین نسبت را در بین ژنوتیپ‌ها به صورت میانگین در تیمارهای مورد مطالعه به خود اختصاص دادند (جدول۴). در تیمار ۸ dSm^{-1}، بیشترین نسبت سطح سبز به سطح کل برگ با ۰/۹۰ به ژنوتیپ MCC674 و کمترین نسبت با ۰/۸۰ به ژنوتیپ MCC877 تعلق داشت در حالی‌که در تیمار ۱۲ dSm^{-1} بیشترین نسبت سطح سبز به سطح کل برگ با ۰/۸۷ متعلق به ژنوتیپ MCC770 و کمترین مقدار با ۰/۲۶ به ژنوتیپ MCC806 تعلق داشت.

ژنوتیپ‌ها از نظر مقدار نسبی آب برگ با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. کمترین میانگین آب نسبی برگ در ژنوتیپ MCC333 و بیشترین مقدار در ژنوتیپ MCC877 مشاهده شد (جدول ۵). در ژنوتیپ‌های MCC544، MCC674، MCC696 و MCC877 افزایش معنی‌دار در مقدار نسبی آب برگ در تیمار ۱۲ dSm^{-1} در مقایسه با شاهد مشاهده شد. اگرچه در برخی از مطالعات، کاهش مقدار آب برگ در واکنش به تنش شوری گزارش شده است (Lopez *et al.*, 2002)، برخی از گزارش‌ها نیز از افزایش مقدار آب برگ در پاسخ به تنش شوری حکایت دارد (Shaddad *et al.*, 1990; Abdel-Samed & Shaddad, 1997). در این ارتباط کاهش مقدار آب برگ در شرایط مزرعه می‌تواند تحت تأثیر کاهش رشد ریشه و ضعف گیاه در پاسخ به شوری باشد (Lopez *et al.*, 2002). به نظر می‌رسد که در این آزمایش، افزایش تجمع نمک در بافت برگ‌ها در این ژنوتیپ‌ها و متعاقب آن جذب بیشتر آب برای تعدیل پتانسیل اُسمزی منفی ایجاد شده، دلیل این افزایش در مقدار نسبی آب برگ در این ژنوتیپ‌ها باشد. این افزایش جذب آب به واسطهٔ تجمع نمک در بافت‌ها به خوبی در شاخص مادهٔ خشک اندام هوایی و ریشه مشهود بود و به کاهش آن ها در پاسخ به تنش شوری منجر شد (جدول۵). از نظر شاخص مادهٔ خشک اندام هوایی نیز در بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. از این

نظر، ژنوتیپ MCC333 بیشترین شاخص مادهٔ خشک اندام هوایی و ژنوتیپ‌های MCC544 و MCC877 کمترین میزان مادهٔ خشک اندام هوایی را دارا بودند. شاخص مادهٔ خشک ریشه نیز در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود. همانند شاخص مادهٔ خشک اندام هوایی، بیشترین شاخص مادهٔ خشک ریشه در ژنوتیپ MCC333 و کمترین مقدار در ژنوتیپ MCC877 مشاهده شد.

جدول ۴- اثر تنش شوری بر شاخص پایداری غشاء، سطح سبز برگ و نسبت سطح سبز به کل سطح برگ یازده ژنوتیپ نخود

Table 4. Effect of salt stress on membrane stability index, green leaf area and green to total leaf area ratio in 11 chickpea genotypes

ژنوتیپ Genotype	شاخص پایداری غشاء (درصد) Membrane stability index (%)				سطح سبز (سانتی‌متر مربع) Green area (cm^2)				نسبت سطح سبز به کل سطح برگ Green to total leaf area ratio			
	شاهد Control	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	میانگین Mean	شاهد Control	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	میانگین Mean	شاهد Control	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	میانگین Mean
MCC333	95.1	41.3	26.0	**54.1bc**	47.6	27.3	23.8	**32.9a**	0.95	0.81	0.77	**0.84ab**
MCC544	97.4	26.5	16.8	**46.9bc**	49.8	24.5	13.9	**29.4a**	0.96	0.87	0.44	**0.76cd**
MCC674	93.8	51.0	9.0	**51.3bc**	69.9	39.2	13.7	**40.9a**	0.96	0.90	0.76	**0.87a**
MCC696	87.4	49.1	19.6	**52.0bc**	43.8	29.3	13.4	**28.8a**	0.92	0.84	0.57	**0.78bcd**
MCC759	87.6	52.6	14.0	**51.4bc**	63.9	27.4	19.3	**36.9a**	0.97	0.82	0.82	**0.87a**
MCC760	81.6	62.1	19.1	**54.3bc**	69.4	37.0	25.9	**44.1a**	0.96	0.87	0.81	**0.88a**
MCC770	96.1	40.3	48.5	**61.6ab**	52.6	22.3	26.0	**33.7a**	0.96	0.86	0.87	**0.90a**
MCC773	92.6	78.3	53.8	**74.9a**	61.1	37.1	20.4	**39.5a**	0.96	0.89	0.82	**0.89a**
MCC783	90.5	47.3	17.9	**51.9bc**	71.3	25.5	7.4	**34.7a**	0.94	0.86	0.52	**0.77bcd**
MCC806	94.3	46.4	27.0	**55.9ab**	70.7	33.4	13.4	**39.2a**	0.96	0.87	0.26	**0.70d**
MCC877	73.7	20.0	8.5	**34.1c**	62.7	29.9	20.1	**37.6a**	0.96	0.80	0.64	**0.80abc**
میانگین Mean	**90.0a**	**46.8b**	**23.7c**	**LSD=30**	**60.3a**	**30.3b**	**17.9c**	**LSD=20.5**	**0.95a**	**0.85b**	**0.66c**	**LSD=0.12**

مقایسه میانگین اثرات ساده بر اساس آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن (حروف) در سطح ۰/۰۵. مقدار LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح ۰/۰۵.

Simple effect mean comparison: based on Duncan's multiple-range test; significant difference at 5% level of probability.
Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

همان‌طور که انتظار می‌رفت بررسی همبستگی بین صفات اندازه‌گیری‌شده نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین اجزای عملکرد مادهٔ خشک از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخهٔ جانبی، طول ریشهٔ اصلی، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و سطح سبز برگ با وزن خشک کل وجود داشت. به‌علاوه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص پایداری غشاء و شاخص مادهٔ خشک اندام هوایی و ریشه و نسبت سطح سبز به کل سطح برگ با وزن خشک کل مشاهده شد (جدول۶). در مقابل، مقدار آب نسبی برگ با وزن خشک کل همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. پیش‌تر نیز وجود چنین همبستگی در گیاه *Setaria italic* گزارش شده است (Sreenivasulu *et al.*, 2000).

با توجه به همبستگی پایداری غشاء با میزان تولید در ژنوتیپ‌ها به نظر می‌رسد که بتوان از این متغیر برای گزینش سریع‌تر پاسخ ژنوتیپ‌ها به خشکی استفاده کرد. به علاوه با توجه به همبستگی معنی‌دار نسبت سطح سبز به سطح کل با میزان مادهٔ خشک تولید شده، بهره‌گیری از سیستم‌های پردازش تصویری و تعیین رنگ در سطح سبز در شرایط زراعی، می‌تواند ابزار خوبی برای ارزیابی میزان خسارت‌زایی شوری بر تولید باشد.

از نظر مقدار تولید مادهٔ خشک در بوته بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در میان ژنوتیپ‌ها، به طور میانگین ژنوتیپ MCC760 با ۰/۷۶گرم بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC544 و MCC696 به ترتیب با ۰/۴۸ و ۰/۴۷ گرم کمترین میزان تولید مادهٔ خشک در بوته را به خود اختصاص دادند. در تمامی ژنوتیپ‌ها در پاسخ به تنش شوری، از میزان تولید ماده خشک کاسته شد، با این حال این کاهش در ژنوتیپ MCC333 معنی‌دار نبود. در مقابل، بیشترین کاهش تولید در پاسخ به تنش شوری ۱۲ dSm^{-1} در ژنوتیپ MCC783 مشاهده شد که میزان آن در مقایسه با شاهد، ۱۹۰درصد بود (جدول ۷).

جدول ۵- اثر تنش خشکی بر مقدار نسبی آب برگ، درصد مادهٔ خشک اندام هوایی و درصد مادهٔ خشک ریشه یازده ژنوتیپ نخود

Table 5. Effect of drought stress on leaf relative water content (RWC), shoot dry matter index and root dry mater index in 11 chickpea genotypes

درصد ماده خشک ریشه Root dry mater index				درصد ماده خشک اندام هوایی Shoot dry matter index				مقدار نسبی آب برگ (درصد) Leaf relative water content (%)				ژنوتیپ
میانگین Mean	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	شاهد Control	میانگین Mean	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	شاهد Control	میانگین Mean	۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	شاهد Control	Genotype
4.4a	4.4	4.0	4.7	**17.8a**	15.5	19.4	18.6	**74.3b**	79.3	72.7	70.8	**MCC333**
3.4cde	3.6	3.0	3.6	**13.1b**	12.4	10.8	16.0	**86.7ab**	98.3	90.7	71.3	**MCC544**
3.7abcd	4.2	3.3	3.7	**14.1ab**	10.1	15.2	16.9	**83.1ab**	98.8	74.5	76.1	**MCC674**
3.5bcde	3.4	3.2	4.0	**16.3ab**	12.7	19.3	16.7	**78.8ab**	92.5	69.6	74.4	**MCC696**
4.2ab	3.6	4.4	4.5	**17.2ab**	14.1	20.4	17.0	**75.5b**	77.8	68.4	80.4	**MCC759**
3.6bcde	3.1	3.5	4.1	**14.6ab**	10.4	12.3	18.0	**81.2ab**	87.1	80.9	75.5	**MCC760**
3.1de	2.9	3.2	3.2	**14.9ab**	14.7	13.4	16.6	**80.5ab**	81.9	80.3	79.4	**MCC770**
3.8abc	3.6	3.6	4.3	**15.3ab**	14.3	14.2	17.3	**71.6b**	70.2	71.2	73.3	**MCC773**
3.8abc	3.5	3.6	4.4	**16.6ab**	11.1	21.3	17.4	**81.9ab**	98.5	69.9	77.3	**MCC783**
4.1a	4.0	4.2	3.9	**16.4ab**	14.9	15.0	19.3	**81.5ab**	84.0	86.1	74.4	**MCC806**
3.0e	3.1	2.5	3.5	**12.4b**	12.4	8.6	16.3	**90.5a**	99.1	98.2	74.1	**MCC877**
LSD=1.0	**3.6b**	**3.5b**	**4.0a**	**LSD=6**	**13.0b**	**15.4ab**	**17.3a**	**LSD=24**	**87.9a**	**78.4b**	**75.2b**	**میانگینMean**

مقایسه میانگین اثرات ساده بر اساس آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن (حروف) در سطح ۰/۰۵. مقدار LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح ۰/۰۵.

Simple effect mean comparison: based on Duncan's multiple-range test; significant difference at 5% level of probability.
Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری‌شده در نخود تحت شرایط تنش شوری

Table 6. Correlation matrix of morphological properties in chickpea in the presence of salinity

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)		
1	0.19	0.47**	0.42**	0.01	0.35**	0.24*	-0.06	-0.10	0.08	-0.13	0.53**	0.35**	ارتفاع بوته Plant height	(1)
	1	0.33**	0.34**	0.15	0.28**	0.22*	0.06	-0.07	0.00	0.00	0.35**	0.33**	طول ریشهٔ اصلی Main root length	(2)
		1	0.83**	0.64**	0.95**	0.73**	-0.07	-0.35**	0.34**	0.34**	0.94**	0.68**	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	(3)
			1	0.55**	0.83**	0.61**	0.25*	-0.28**	0.27*	0.11	0.79**	0.56**	وزن ریشه Root dry weight	(4)
				1	0.62**	0.64**	-0.03	-0.35**	0.38**	0.27*	0.54**	0.44**	تعداد شاخه Branch number	(5)
					1	0.66**	-0.01	-0.31**	0.36**	0.46**	0.88**	0.58**	وزن خشک کل Total biomass	(6)
						1	0.01	-0.47**	0.42**	0.26*	0.74**	0.67**	شاخص پایداری غشاء Membrane stability index	(7)
							1	0.02	0.00	0.34**	-0.05	0.00	نسبت ریشه به اندام هوایی Root/shoot ratio	(8)
								1	-0.70**	-0.15	-0.36**	-0.45**	مقدار نسبی آب برگ Leaf relative water content	(9)
									1	0.30**	0.34**	0.29**	درصد ماده خشک اندام هوایی Shoot dry matter index	(10)
										1	0.27*	0.17	درصد ماده خشک ریشه Root dry mater index	(11)
											1	0.73**	سطح سبز برگ Green area	(12)
												1	نسبت سطح سبز به کل سطح برگ Green to total leaf area ratio	(13)

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح 0.05 =α و 0.01 =α.

*and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively.

جدول ۷- اثر شوری بر مقدار تولید مادهٔ خشک در بوته و شاخص‌های مقاومت به شوری یازده ژنوتیپ نخود
Table 7. Effect of salt stress on biomass and salt resistance indexes in 11 chickpea genotypes

SSI 12	SSI 8	MP1 2	MP 8	TOL 12	TOL 8	STI 12	STI 8	GMP 12	GMP 8	میانگین Mean	وزن خشک کل (گرم بر بوته) Biomass (g/plant) ۱۲dSm^{-1} 12dSm^{-1}	۸dSm^{-1} 8dSm^{-1}	شاهد Control	ژنوتیپ Genotype
0.53	0.80	0.63	0.62	0.18	0.20	0.53	0.51	0.62	0.61	**0.59bcd**	0.54	0.51	0.72	**MCC333**
1.21	1.13	0.51	0.57	0.41	0.29	0.29	0.41	0.46	0.55	**0.48d**	0.30	0.42	0.71	**MCC544**
1.11	0.88	0.68	0.77	0.48	0.29	0.55	0.80	0.63	0.76	**0.66abc**	0.44	0.63	0.92	**MCC674**
0.96	0.76	0.48	0.54	0.29	0.17	0.29	0.39	0.46	0.53	**0.47d**	0.34	0.46	0.63	**MCC696**
1.08	0.69	0.65	0.77	0.45	0.22	0.52	0.79	0.61	0.76	**0.65abc**	0.43	0.66	0.88	**MCC759**
1.00	0.93	0.80	0.87	0.50	0.35	0.79	1.00	0.76	0.85	**0.76a**	0.55	0.70	1.05	**MCC760**
0.76	1.06	0.66	0.66	0.29	0.31	0.58	0.56	0.65	0.64	**0.61abcd**	0.52	0.50	0.81	**MCC770**
0.89	0.87	0.66	0.70	0.35	0.26	0.56	0.66	0.63	0.69	**0.63abcd**	0.48	0.57	0.84	**MCC773**
1.37	1.37	0.76	0.85	0.74	0.55	0.61	0.90	0.67	0.81	**0.70ab**	0.39	0.58	1.13	**MCC783**
0.99	1.09	0.75	0.79	0.46	0.38	0.70	0.81	0.71	0.76	**0.70ab**	0.52	0.60	0.98	**MCC806**
0.89	1.28	0.57	0.56	0.31	0.33	0.42	0.39	0.55	0.53	**0.51cd**	0.42	0.39	0.73	**MCC877**
										LSD=0.24	**0.45c**	**0.55b**	**0.85a**	میانگین Mean

مقایسه میانگین اثرات ساده بر اساس آزمون مقایسه میانگین چنددامنه‌ای دانکن (حروف) در سطح ۰/۰۵. مقدار LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح ۰/۰۵.
Simple effect mean comparison: based on Duncan's multiple-range test; significant difference at 5% level of probability.
Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

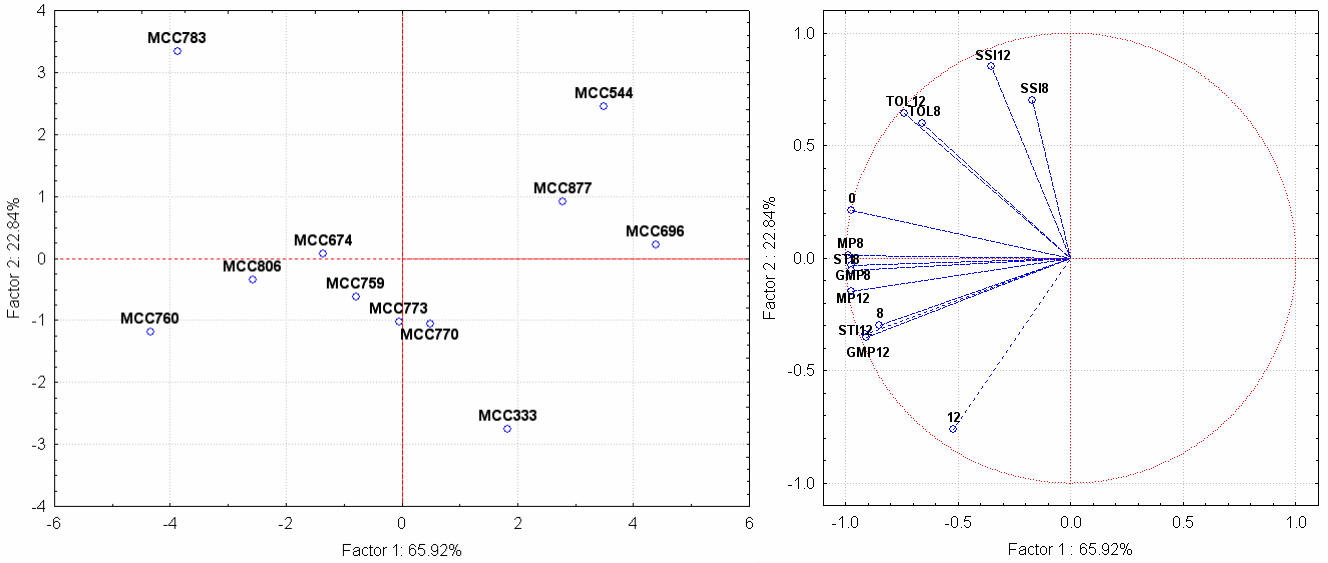
جدول ۸- سهم هر یک از متغیرها در دو مؤلفه برتر آزمون PCA برای متغیرهای اندازه‌گیری شده در نخود
Table 8. Principal component loading for the measured trait of chickpea genotypes

GMP12	GMP8	STI12	STI8	TOL12	TOL8	MP12	MP8	SSI12	SSI8	Y12	Y8	Y0	سهم از واریانس کل Proporation of total variation (%)	مؤلفه Factor
-0.91	-0.98	-0.91	-0.98	-0.74	-0.66	-0.97	-0.99	-0.36	-0.17	-0.52	-0.85	-0.98	65.9	اول PCA1
-0.35	-0.05	-0.34	-0.03	0.64	0.60	-0.15	0.01	0.85	0.70	-0.76	-0.30	0.21	22.8	دوم PCA2

نتایج بدست آمده از آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و ترسیم بای‌پلات نشان داد که مؤلفه اول ۶۵/۹۲ درصد از تغییرات شاخص‌های MP، GMP، STI و عملکرد در تیمارهای تنش شوری ۸ و ۱۲ dSm^{-1} و تیمار شاهد را توضیح می‌دهد (جدول۹ و شکل۱) بنابراین در شکل ۱، بُعد اول نمودار را می‌توان بُعد پتانسیل تولید و مقاومت به شوری نام نهاد، در حالی‌که مؤلفهٔ دوم که توضیح‌دهندهٔ شاخص‌های SSI و TOL بود، ۲۲/۸۴درصد از تغییرات را شامل می‌شد.

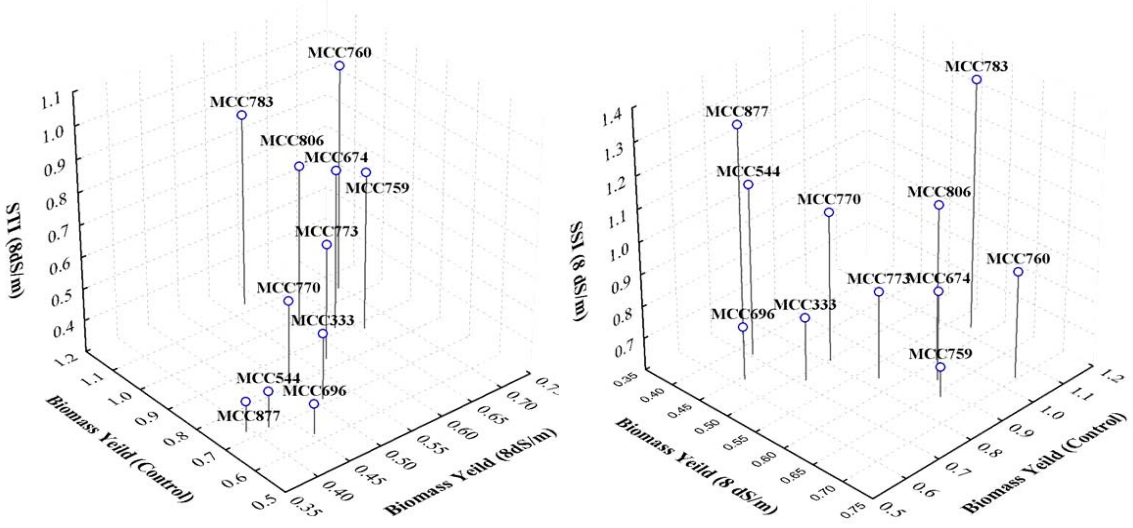
بنابراین بُعد دوم نمودار را می‌توان به عنوان بُعد تحمل به تنش شوری معرفی کرد. با این شرایط انتخاب ژنوتیپ‌هایی که دارای PCA1 و PCA2 پایین‌تری هستند دارای تولید بیشتری هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها هستند. بر این اساس، در این آزمایش ژنوتیپ MCC760 از پتانسیل عملکرد و تولید خوبی هم در شرایط تنش و هم شرایط بدون تنش برخوردار بود. با این حال، اگرچه در ژنوتیپ MCC333 میانگین تولید نسبتاً پایین بود، بیشترین مقدار مقاومت به شوری، در این ژنوتیپ مشاهده شد. در مقابل، ژنوتیپ MCC783 با وجود میزان تولید بالا در شرایط بدون تنش، از مقاومت به شوری کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برخوردار بود. ژنوتیپ‌های MCC544، MCC696 و MCC877 که جزو ژنوتیپ‌های مناسب برای کشت در شرایط دیم و متحمل به خشکی در مطالعات مختلف معرفی شده بودند (Saxena *et al.*,1993; Ganjeali *et al.*, 2009) در قالب یک گروه، در منطقه حساسیت به تنش شوری و پتانسیل تولید پایین در نمودار بای‌پلات قرار گرفته بودند که به نظر می‌رسد این ژنوتیپ‌ها برای کشت در شرایط شوری مناسب نباشند. در این ارتباط، در بررسی موازی که بر روی گزینش برای تحمل به خشکی بر روی تعدادی از این ژنوتیپ‌ها در شرایط هیدروپونیک

انجام شد، بـر خـلاف نتـایج آزمایـشات مزرعـه‌ای (Saxena *et al.*,1993; Ganjeali *et al.*, 2009) ژنوتیپ‌های MCC544 و MCC877 جزو ژنوتیپ‌های حـساس بـه خـشکی طبقـه‌بنـدی شدند که بـه نظـر مـی‌رسـد کـه زودرسـی در ایـن ژنوتیـپ‌هـا، مهم‌ترین عامل در معرفی آن‌ها به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی باشد. در مقابل، ژنوتیپ MCC783 که در این آزمـایش حساس به تنش شوری بود، از نظر تحمل به خـشکی ایجادشـده در شرایط هیدروپونیک، مقاوم به نظر می‌رسید. با توجه بـه ایـن نتایج به نظر می‌رسد که ممکن است ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مزرعه یا در محیط کنترل‌شده برای تحمل به خـشکی گـزینش می‌شوند، تحمل به شوری مناسبی نداشته باشند.



شکل ۱- نمودار بای‌پلات بر مبنای دو مؤلفهٔ اول و دوم با بیشترین توجیه واریانس داده‌ها

Fig 1. Biplot based on two major principal component factors



شکل ۲- نمودار سه‌بُعدی تغییرات میانگین تولید مادهٔ خشک در تیمار شاهد، میانگین تولید مادهٔ خشک در تیمار $8dSm^{-1}$ با مقدار STI8 و SSI8 در نخود

Fig 2. Three dimensional scatter plots of chickpea dry mater production in control, $8dSm^{-1}$ with STI8 and SSI8

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به شوری و متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در تیمارهای شاهد در نخود
Table 9. Correlation matrix of salt tolerance indexes and plant parameters in control in chickpea

SSI8	SSI12	MP8	MP12	TOL8	TOL12	STI8	STI12	GMP8	GMP12	
0.30	0.20	-0.26	-0.29	0.03	-0.01	-0.24	-0.28	-0.28	-0.31	ارتفاع بوته Plant height
0.19	0.66*	0.15	-0.06	0.32	0.55	0.13	-0.22	0.12	-0.23	طول ریشهٔ اصلی Main root length
0.40	0.21	0.63*	0.70*	0.72*	0.57	0.58	0.60*	0.59	0.61*	تعداد شاخه Branch number
-0.16	-0.02	0.02	-0.01	-0.08	-0.02	-0.01	-0.03	0.03	-0.02	شاخص پایداری غشاء Membrane stability index
0.15	0.38	-0.45	-0.62*	-0.08	0.02	-0.47	-0.67*	-0.47	-0.68*	نسبت ریشه به ساقه Root/shoot ratio
-0.04	0.28	0.48	0.39	0.22	0.40	0.47	0.32	0.48	0.35	مقدار نسبی آب برگ Leaf relative water content
-0.15	-0.29	0.50	0.63*	0.18	0.08	0.50	0.70*	0.51	0.69*	درصد مادهٔ خشک اندام هوایی Shoot dry matter index
-0.44	-0.06	0.29	0.20	-0.12	0.11	0.31	0.17	0.31	0.18	درصد مادهٔ خشک ریشه Root dry mater index
0.25	0.40	0.97**	0.95**	0.72*	0.78**	0.95**	0.88**	0.95**	0.87**	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight
0.48	0.72*	0.72*	0.62*	0.80**	0.89**	0.68*	0.46	0.68*	0.46	وزن خشک ریشه Root dry weight
0.33	0.51	0.96**	0.93**	0.78**	0.86**	0.94**	0.82**	0.94**	0.82**	وزن خشک کل Total biomass
0.33	0.49	0.84**	0.80**	0.67*	0.75**	0.83**	0.71*	0.82**	0.72*	سطح سبز برگ Green leaf area
-0.11	-0.19	0.24	0.31	-0.09	-0.09	0.25	0.37	0.27	0.39	نسبت سطح سبز به کل سطح برگ Green to total leaf area ratio

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح α= 0.05 و α= 0.01.

*and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively.

برخی از محققان اعتقاد دارند که انتخاب بر اساس شاخص‌های SSI و TOL نمی‌تواند ژنوتیپ‌هایی که دارای پتانسیل عملکرد پایین هستند را از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز کند و باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد پایین در شرایط بدون تنش می‌شود (Schnider *et al.*, 1997; Ramirez-Vallejo & Kelly, 1998). این خصوصیت در مورد ژنوتیپ MCC696 کاملاً مشخص بود. این ژنوتیپ با وجود داشتن شاخص حساسیت به تنش (SSI) کم، از تولید مادهٔ خشکی کمی نیز در شرایط تنش و بدون تنش برخوردار بود (شکل۲). بر این اساس، استفاده از نمودار سه‌بُعدی عملکرد پتانسیل، عملکرد در شرایط تنش و شاخص STI برای گزینش ارقام متحمل ترجیح داده می‌شود (Fernandez, 1998). با این حال ترسیم این نمودار برای تیمار $8dSm^{-1}$ (شکل۲) نشان داد که این شیوه گزینش نیز دارای کاستی‌هایی است. به عنوان نمونه، ژنوتیپ MCC783 که در مطالعات از نظر صفات مختلف اندازه‌گیری‌شده در این آزمایش جزو ژنوتیپ‌های حساس طبقه‌بندی می‌شد و بیشترین مقدار شاخص SSI را در تیمار تنش $8dSm^{-1}$ را به خود اختصاص داده بود، دارای مقادیر بالای STI نیز بود و بر اساس نمودار سه‌بُعدی ترسیم‌شده بر اساس این شاخص، در گروه ژنوتیپ‌های متحمل قرار گرفته بود. با این وجود در شوری‌های فوق، اگر ملاک ارزیابی بر اساس میزان عملکرد دانه باشد، می‌تواند ژنوتیپ‌های با میانگین عملکرد بیشتر در شرایط تنش و غیرتنش را از سایر ژنوتیپ‌ها تفکیک کند؛ ولی زمانی‌که ملاک ارزیابی بیوماس و هدف از مطالعه تعیین مقاومت گیاه از نظر سلولی به تنش باشد، این شاخص به تنهایی کارآیی ندارد. در این آزمایش به نظر می‌رسد که تفکیک نمونه‌ها بر اساس بای‌پلات از کارآیی بهتری نسبت به دو شیوهٔ فوق برای تفکیک ژنوتیپ‌های حساس از مقاوم برخوردار باشد.

بررسی تأثیر صفات مختلف اندازه‌گیری‌شده با شاخص‌های مقاومت در تیمارهای مختلف شوری نشان داد که شاخص‌های MP، GMP و STI در تیمار $12dSm^{-1}$ همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد شاخه و درصد مادهٔ خشک اندام هوایی و در تیمار شاهد، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با نسبت ریشه به اندام هوایی، همبستگی منفی داشتند (جدول ۹). به علاوه در این تیمار، طول ریشه و وزن خشک ریشه با شاخص حساسیت به تنش SSI، همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول۹). به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌هایی که دارای نسبت ریشه به اندام

هوایی بیشتری هستند و از سیستم ریشه‌ای گسترده‌تری برخوردار هستند، از مقاومت به شوری کمتری برخوردار باشند. مشخص شده است که ژنوتیپ‌های نخود که از تودهٔ ریشه‌ای بیشتری برخوردار هستند از تحمل به خشکی بیشتری برخوردارند (Kashiwagi *et al*. 2008). این موضوع می‌تواند به عنوان یک مکانیزم احتمالی در حساس‌تر بودن ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، در شرایط تنش شوری در این آزمایش مطرح باشد.

در مجموع نتایج نشان داد که تنش شوری با تأثیر بر خصوصیات مورفولوژیک نخود از قبیل ارتفاع بوته، طول ریشه، سطح سبز برگ، تعداد شاخهٔ جانبی و عملکرد مادهٔ خشک می‌تواند باعث کاهش تولید در این گیاه شود. بررسی این صفات در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که از نظر این صفات، در بین آن‌ها تنوع وجود دارد که امکان گزینش برای دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل‌تر را فراهم می‌سازد. به علاوه بررسی همبستگی صفات با میزان تولید در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که شاخص پایداری غشاء و نسبت سطح سبز گیاه به سطح کل برگ همبستگی خوبی با میزان تولید دارند که به نظر می‌رسد بتوان از آن‌ها برای بررسی شدت تنش و میزان مقاومت به شوری در ژنوتیپ‌های نخود، بهره برد. به علاوه بر اساس این نتایج، بعضی از ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، به شوری متحمل نیستند و برای دستیابی به ژنوتیپ‌هایی که هم تحمل مناسبی به خشکی و شوری داشته باشند، باید ژنوتیپ‌ها برای هر دو صفت مورد ارزیابی قرار گیرند. بر این اساس به نظر می‌رسد که با توجه به این‌که ایران علاوه بر کاهش منابع آب کشاورزی با مشکل شورشدن آب نیز مواجه است، در مطالعات اصلاحی به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌هایی که عملکرد مناسبی در این شرایط داشته باشند می‌بایست گزینش برای تحمل به شوری همراه با گزینش برای تحمل به خشکی مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

اعتبار اجرای این طرح پژوهشی با کد ۱۶۴۳۴/۲ توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود.

منابع

1. Abdel-Samed, H.M., and Shaddad, M.A. 1997. Salt tolerance of soybean cultivars. Biol. Plant. 39: 263-269.
2. Asha Dhingra, H.R. 2007. Salinity mediated changes in yield and nutritive value of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. Indian J. Plant Physiol. 12: 271-275.
3. Ashraf, M., and Waheed, A. 1993. Responses of some genetically diverse lines of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to salt. Plant Soil 154: 257-266.
4. Azizpour, K., Shakiba, M.R., Khoshkholg Sima, N.A., Alyari, H., Mogaddam, M., Esfandiari, E., and Pessarakli, M. 2010. Physiological response of spring durum wheat genotypes to salinity. J. Plant Nutr. 33: 859-873.
5. Beinsan, C., Camen, Sumalan, D.R., and Babau, M. 2009. Study concerning salt stress effect on leaf area dynamics and chlorophyll content in four bean local landraces from Banat area. In: Proc. of the 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture. p. 416-419.
6. Berger, J., Abbo, S., and Turner, N.C. 2003. Plant Genetic Resources: Ecogeography of Annual Wild Cicer species- The poor state of the world collection. Crop Sci. 43: 1076-1090.
7. Bernstein, N., Laüchli, A., and Silk, W.K. 1993. Kinematics and dynamics of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) leaf development at various Na/Ca salinities: I. Elongation growth. Plant Physiol. 103: 1107-1114.
8. Blokhina, O., Virolainen, E., and Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress. Ann. Bot. 91: 179-194.
9. Bruce, W.B., Edmeades, G.O., and Barker, T.C. 2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. J. Exp. Bot. 53: 13-25.
10. Farooq, S., and Azam, F. 2006. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. J. Plant Physiol. 163: 629-637.
11. Fernandez, G.C.J. 1998. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.C. Kuo (Ed.). Proceedings of an International Symposium on Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
12. Ferri, A., Lluch, C., and Ocana, A. 2000. Effect of salt stress on carbon metabolism and bacteroid respiration in root nodules of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Biol. 2: 396-402.
13. Flowers, T.J., and Flowers, S.A. 2005. Why does salinity pose such a different problem for plant breeders? Agric. Water Manage. 78: 15-24.
14. Gama, P.B., Inanaga, S., Tanaka, K., and Nakazawa, R. 2007. Physiological response of common bean (*Phaseolus Vulg.* L.) seedlings to salinity stress. Afr. J. Biotechnol. 6: 9-88.

15. Ganjeali, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2009. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm for drought resistance. J. Ir. Field Crop Res. 7: 185-196. (In persian with English Summary).
16. Garg, N., and Singla, R. 2004. Growth, photosynthesis, nodule nitrogen and carbon fixation in the chickpea cultivars under salt stress. Braz. J. Plant Physiol. 16: 137-146.
17. Hoagland, D.R., and Arnon, D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular p. 337.
18. Hoisington, D., Khairallah, Reeves, M.T., Ribaut, J.M., Skovmand, B., Taba, S., and Warburton, M. 1999. Plant genetic resources: what can they contribute toward increased crop productivity? Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 96: 5937-5943.
19. Hulse, J.H. 1991. Nature, composition and utilization of grain legumes. In: A.P. Patencheru (Ed.). Uses of Tropical Legumes. Proceedings of a Consultants Meeting, March 27-30, 1989. ICRISAT Center, ICRISAT, India, p. 502-524.
20. Kalefetoglu Macar, T., Turan, Ö., and Ekmekci, Y. 2009. Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. G.U.J. Sci. 22: 5-14.
21. 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 Crop Res. 95: 171-181.
22. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Gaur, P.M., Chandra, S., and Upadhyaya, H.D. 2008. Estimation of gene effects of the drought avoidance root characteristics in chickpea (*C. arietinum* L.). Field Crop Res. 105: 64-69.
23. Lopez, C.M.L., Takahashi, H., and Yamazaki, S. 2002. Plant water relations of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied glycinebetaine. J. Agron. Crop Sci. 188: 73-80.
24. Maliro, M.F.A., McNeil, D., Kollmorgen, J., Pittock, C., and Redden, B. 2004 Screening chickpea (*Cicer arietinum* L.) and wild relatives germplasm from diverse country sources for salt tolerance. The 4th International Crop Science Congress in Brisbane, Queensland, Australia.
25. Miflin, B.J. 2000. Crop improvement in the 21st century. J. Exp. Bot. 51: 1-8.
26. Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G., and Therios, I. 2006. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM9 (Malus domestica Borkh). Environ. Exp. Bot. 56: 54-62.
27. Mudgal, V., Madaan, N., Mudgal, A., and Mishra, S. 2009. Changes in growth and metabolic profile of chickpea under salt stress. J. Ap. Bioscie. 23: 1436 -1446.
28. Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Physiol. 59: 651-681.
29. Ramirez-Vallejo, P., and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.
30. Sairam, R.K., Rao, K.V., and Srivastava, G.C. 2002. Differential response of wheat genotypes to longterm salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci. 163: 1037-1046.
31. Saxena, N.P., Krishnamurthy, L., and Johansen, C. 1993. Registration of a drought resistant chickpea germplasm. Crop Sci. 33: 1424.
32. Schnider, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriques, B., Acosta-Gallegos, J.A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J.D. 1997.Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
33. Sedaghatkhahi, H. 2007. Evaluation of Entezary sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under rainfed conditions of Mashhad. Msc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
34. Serraj, R., Krishnamurthy, L., and Upadhyaya, H.D. 2004. Screening chickpea mini-core germplasm for tolerance to soil salinity. ICPN 11: 29-32.
35. Shaddad, M.A., Radi, A.F., Abdel-Rahman, A.M., and Azooz, M.M. 1990. Response of seeds of *Lupinus termis* and *Vicia faba* to the interactive effect of salinity and ascorbic acid or pyridoxine. Plant and Soil. 122: 177-183.
36. Shannon, M. 1984. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: R.C. Staples and G.H. Toenniessen (Eds.). Salt tolerance in Plants. Strategies for Crop Improvement. Wiley, New York, p. 300-308.
37. Singla, R., and Garg, N. 2005. Influence of salinity on growth and yield attributes in chickpea cultivars. Turk J. Agric. For. 29: 231-235.
38. Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., and Weschke, W. 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and saltsensitive seedlings of foxtail millet (*Setaria italica*). Physiol. Plant. 109: 435-442.
39. Upadhyaya, H.D., Ortiz, R., Bramel, P.J., and Singh, S. 2002. Phenotypic diversity for morphological and agronomic characteristics in chickpea core collection. Euphytica 123: 333-342.
40. Yoko, S., Bressan, R.A., and Hasegawa, P.M. 2002. Salt stress tolerance of plants. JIRCAS Working Reports. p. 25-33.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 83-96

Evaluation of tolerance to salinity based on root and shoot growth of 11 drought tolerant and sensitive chickpea genotypes at hydroponics conditions

Zare Mehrjerdi[1*], M., Nabati[2], J., Massomi[3], A., Bagheri[4], A.R. & Kafi[4], M.

1- Assistant Professor of Faculty of Agriculture of Shirvan, Ferdowsi University of Mashhad
2- Ph.D. of physiology, Fanavaran Bazr Yekta Corporation
3- Assistant Professor of Payame Noor University
4- Contributions from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 21 August 2010
Accepted: 7 March 2011

Abstract

Salinity is a major environmental problem in arid and semi-arid areas. Chickpea (*Cicer arietinum* L.), like other legumes is sensitive to salinity. Therefore, selection of genotypes to grow on saline areas is important. Eleven chickpea genotypes (as sub plots) were grown in the greenhouse conditions on a medium containing different NaCl concentrations (8 and 12 dSm^{-1}) and control (Hoagland solution) as main plots. The results showed that salinity reduced membrane stability index, green leaf area, the percentage of shoot and root dry matter, plant height, number of branch and root to shoot dry weight, significantly and increased leaf relative water content in all genotypes. Membrane stability index (0.61 and 0.73) and green leaf area to total leaf area ratio (0.68 and 0.56) in genotypes showed a positive correlation with shoot and root dry matter, respectively. Biplot on resistance index based on dry matter production showed that amomg drought tolerant genotypes, MCC696, MCC544 and MCC877 are least and MCC760 is the highest salt tolerant genotypes. In this study, except MCC873, other drought sensitive genotypes were categorized in the salt tolerant group. Therefore, it seems that drought tolerant genotypes are not necessarily salt tolerant. Generally, in order to achieve the drought and salinity tolerant chickpea varieties, the genotypes for both traits should be selected.

Key words: Chickpea, Leaf relative water content, Resistance index, Root, Shoot

* **Corresponding Author:** E-mail: mzarem1381@yahoo.com , Mobile: 09359926720

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۱۰۸-۹۷، نیمه دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 97-108

برآورد درجه‌حرارت‌های کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)

علی گنجعلی[1*]، مهدی پارسا[2] و سیدرضا امیری دِه‌احمدی[3]

۱- عضو هیئت علمی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۱/۱۶

چکیده

شناخت درجه‌حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی و سبزشدن و همچنین تعیین زمان حرارتی مورد نیاز برای هر مرحله، در مدیریت زراعی و مدل‌سازی رشد و نمو گیاهان، ضروری است. دو آزمایش متفاوت با هدف برآورد دماهای کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود انجام شد. در آزمایش اول (جوانه‌زنی) پاسخ جوانه‌زنی شش ژنوتیپ نخود شامل MCC361، MCC951، MCC873، MCC180، MCC13 و MCC463 در رژیم‌های مختلف دمایی شامل ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در محیط کنترل‌شده به صورت آزمایش اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. درصد بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه ثبت و سرعت جوانه‌زنی و روز تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی تعیین شد. درجه‌حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی با استفاده از رگرسیون غیرخطی بین مقادیر R50 و T (درجه‌حرارت) برآورد شد. برای برآورد سرعت جوانه‌زنی از تابع درجه‌حرارت مدل دندان‌مانند استفاده شد. در آزمایش دوم (سبزشدن)، صفات مربوط به سبزشدن ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در آزمایش اول، در نُه تاریخ کاشت به صورت آزمایش اسپلیت‌پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محیط مزرعه مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات مربوط به سبزشدن، مشابه آزمایش اول برآورد و تعیین شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که درجه‌حرارت پایه برای جوانه‌زنی و سبزشدن، هر دو یک صفت پایدار هستند و تفاوت‌های معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها از این حیث مشاهده نشد. میانگین دمای پایه (متوسط ژنوتیپ‌ها) برای جوانه‌زنی ۴/۲ و برای سبزشدن ۶/۱ درجه سانتی‌گراد و درجه‌حرارت مناسب تحتانی و فوقانی به‌ترتیب برای جوانه‌زنی معادل ۲۰/۴ و ۲۶/۵ و برای سبزشدن، ۲۴/۰ و ۲۶/۸ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. تنوع ژنوتیپی قابل‌توجهی از نظر روزهای فیزیولوژیک و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن میان ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دارِ میان روز تا جوانه‌زنی مشاهده‌شده و برآوردشده با استفاده از مدل دندان‌مانند و همین‌طور برای روز تا سبزشدن، نشان‌دهندهٔ کارآیی بالای مدل دندان‌مانند برای پیشگویی صفات مربوط به جوانه‌زنی و سبزشدن نخود است.

واژه‌های کلیدی: درجه‌حرارت‌های کاردینال، زمان حرارتی، سرعت جوانه‌زنی و سبزشدن، نخود

مقدمه

در اکثر مدل‌های رشد از درجه‌حرارت هوا به‌عنوان متغیر اولیه برای بیان رشد استفاده می‌شود (Whisler *et al.*, 1987). در اکوسیستم‌های زراعی و مناطقی که رطوبت، نور و عناصر غذایی، محدودکنندهٔ رشد نیستند، درجه‌حرارت مهم‌ترین عامل مؤثر در جوانه‌زنی بذر گیاهان یکسالهٔ غیرخواب است (Garci-Huidobro *et al.*, 1982). کشت نخود در ایران به‌صورت پاییزه، انتظاری و در مناطق سردسیر مرتفع به صورت بهاره و عمدتاً به صورت دیم و با استفاده از رطوبت ذخیرهٔ خاک انجام می‌شود (Ganjeali & Nezami, 2008). در این مناطق، درجه‌حرارت و رطوبت مهم‌ترین عوامل مؤثر در جوانه‌زنی و سبزشدن گیاه می‌باشند. در این راستا، انجام هر اقدامی که موجب تسریع جوانه‌زنی و سبزشدن بذر شود، استقرار و پوشش گیاهی مطلوب برای انجام فتوسنتز را سریع‌تر در مزرعه ایجاد می‌کند و طول فصل رشد را افزایش می‌دهد و لذا انتظار می‌رود عملکرد نیز به میزان قابل‌توجهی افزایش یابد (Silim *et al*., 1999).

* **نویسنده مسئول:** مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی، عضو هیأت علمی دانشکده علوم، همراه: ۰۹۱۵۳۰۵۷۶۴۵، پُست الکترونیک: ganjeali@um.ac.ir

برای پیشگویی مراحل نموی، ترکیب درجه‌حرارت و زمان، معیار مناسب‌تری نسبت به زمان به تنهایی است Ritchie & (Nesmith, 1991). رهیافت زمان حرارتی، به‌طور موفقیت‌آمیزی برای پیشگویی مراحل مختلف نموی در گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز مورد استفاده قرار گرفته است. نیاز اساسی این رهیافت، برآورد درجه‌حرارت پایه است که در آن درجه‌حرارت، رشد و نمو فنولوژیک متوقف می‌شود (Alm *et al.*, 1991). شناخت درجه‌حرارت‌های کاردینال (جوانه‌زنی و سبزشدن) برای ارقام و ژنوتیپ‌ها نیز در تصمیم‌گیری دقیق زمان کاشت و تعیین محدوده‌های جغرافیایی مناسب برای کشت یک رقم یا ژنوتیپ، اهمیت قابل‌توجهی دارد (Hill & Luck, 1991). جوانه‌زنی و سبزشدن بذر شامل فرآیندهای متعدد فیزیولوژیک و بیوشیمیایی است که عمدتاً متأثر از دما، رطوبت، فتوپریود و برهم‌کُنش این سه عامل می‌باشد (Roche *et al.*, 1997; Montieth, 1981). در رطوبت کافی و فتوپریود مناسب، درجه‌حرارت پایه برای دامنهٔ وسیعی از گیاهان، برآورد شده است(Roche *et al.*, 1997 ; Delpzo *et al.*, 1987) .

درجه‌حرارت‌های کاردینال را اغلب از طریق رسم منحنی مقادیر برآوردشدهٔ سرعت جوانه‌زنی و همچنین سبزشدن، در مقابل دامنه‌ای از درجه‌حرارت‌های مورد مطالعه، تعیین می‌نمایند (Montieth, 1981).

در مناطق معتدله، درجه‌حرارت خاک واضح‌ترین و مشخص‌ترین عامل مؤثر در فرایند سبزشدن بذر گیاهان است (Forcella *et al.*, 2000). مطالعات زیادی در ارتباط با تأثیر درجه‌حرارت بر فرایند جوانه‌زنی انجام شده است اما مطالعات کمی در مورد تأثیر درجه‌حرارت بر رشد اولیه گیاهچه و فرایند سبزشدن انجام شده است (Forcella *et al.*, 2000). با این حال در اغلب بررسی‌ها، جایی که سرعت جوانه‌زنی و سبزشدن بذر در مقابل دامنهٔ وسیعی از درجه‌حرارت مورد مطالعه قرار گرفت، رابطه قوی و سهمی شکلی میان درجه‌حرارت و متغیرهای فوق (سرعت جوانه‌زنی و سبزشدن) وجود داشت (Carberry & Cammpbell, 1989; Fyfield & Gregory, 1989).

نکات مورد توجه در این تحقیق عبارت بودند از: ۱- ارقام و ژنوتیپ‌های نخود از دماهای کاردینال متفاوتی برای جوانه‌زنی و سبزشدن برخوردار هستند (Montieth, 1984). فرآیندهای جوانه‌زنی، اغلب آنزیمی و فعالیت آنزیم‌ها نیز متأثر از درجه‌حرارت است. بررسی‌ها نشان داده است که در شرایط رطوبت محدود، ژنوتیپ‌هایی که دارای سرعت جوانه‌زنی بالاتری هستند، از شانس سبزشدن و استقرار بالاتری نیز برخوردار هستند (Wesche-Ebeling, 2001; Seefeldet *et al.*, 2002)؛ ۲- روز تا جوانه‌زنی و سبزشدن در ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف، متفاوت است (Eagles, 1988). سبزشدنِ سریع‌تر یک ژنوتیپ، به مفهوم شروع رشد اُتوتروفی و استقرار سریع‌تر پوشش گیاهی برای تولید مواد فتوسنتزی و عملکردهای بالاتر خواهد بود (Ganjeali *et al.*, 2010)؛ ۳- ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف، واکنش‌های متفاوتی به دماهای بالاتر از دمای پایه نشان می‌دهند (Montieth, 1984). تنوع موجود میان ارقام و ژنوتیپ‌های نخود از نظر درجه‌حرارت پایه، سرعت و درصد جوانه‌زنی و سبزشدن و همچنین پاسخ متفاوت ارقام و ژنوتیپ‌ها به درجه‌حرارت در مرحله سبزشدن و مراحل بعدی، فرصتی را فراهم خواهد ساخت که دستاورد آن، توسعه و تولید ارقامی است که قادر به جوانه‌زنی و سبزشدن در دماهای محدودکنندهٔ جوانه‌زنی هستند. با توجه به موارد فوق، آزمایش حاضر با هدف‌های زیر انجام شد:

- مطالعه واکنش جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌ها و ارقام نخود در مقابل سطوح مختلف درجه‌حرارت؛
- تعیین دماهای کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن.

مواد و روش‌ها

دو آزمایش متفاوت با هدف بررسی صفات مربوط به جوانه‌زنی و سبزشدن و نیز تعیین دماهای کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود انجام شد.

آزمایش اول (جوانه‌زنی)

در این آزمایش صفات مربوط به جوانه‌زنی شِش ژنوتیپ نخود شامل: MCC361، MCC951، MCC873،MCC180، MCC13 و MCC463 در دماهای ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش در شرایط کنترل‌شده در آزمایشگاه تحقیقاتی پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار که در آن دما به‌عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شده بود، انجام شد. به‌جز ژنوتیپ‌های MCC873 و MCC13 که به‌ترتیب دارای تیپ دسی و اسموس بودند، سایر ژنوتیپ‌ها تیپ کابلی داشتند. متوسط وزن ۱۰۰دانه در ژنوتیپ‌های MCC361، MCC951، MCC180، MCC873، MCC13 و MCC463 به‌ترتیب معادل: ۱۹/۸، ۲۹/۱، ۲۴/۴، ۱۷/۷، ۳۵/۷ و ۲۸/۶ گرم بود.

برای جلوگیری از بروز آلودگی‌های احتمالی، تمامی ظروف در دمای ۱۲۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شدند. به منظور پرهیز از آلودگی‌های قارچی، بذرها با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵درصد و همچنین قارچ‌کش بِنومیل، ضدعفونی و سپس با آب‌مقطر، آب‌کِشی شدند. تعداد ۱۰بذر ضدعفونی‌شده در زیر هود استریل در داخل هر پتری‌دیش که محتوی کاغذ صافی بود، قرار گرفتند. به هر ظرف، پنج میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه گردید به‌طوری که بذور در تماس مستقیم با آب بودند. بذرها پس از قرارگیری در ظروف مربوطه، در ژرمیناتور و دماهای مورد نظر رشد کردند. بذرها به‌طور روزانه بازبینی و تعداد بذور جوانه‌زده (دارای طول ریشه‌چه دو تا سه میلی‌متر) ثبت شدند.

درصد جوانه‌زنی از درصد نسبت تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر بار شمارش بر تعداد کل بذرها، محاسبه شد (معادله۱). زمان طی شده تا این‌که درصد تجمعی جوانه‌زنی برای هر ژنوتیپ در هر تیمار به ۵۰ درصد رسید (D_{50}) ثبت شد. سپس سرعت جوانه‌زنی (day^{-1}) از رابطه (۲) محاسبه شد (Piper *et al.*, 1996):

$Gp\%=\Sigma ni/N \cdot 100$ معادله (۱)

$R_{50}= 1/D_{50}$ معادله (۲)

در معادله‌های فوق: Gp درصد جوانه‌زنی؛ ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر بار شمارش؛ N تعداد کل بذرها و R_{50} سرعت جوانه‌زنی (day^{-1}) است. برای کمّی‌سازی واکنش سرعت جوانه‌زنی به درجه‌حرارت از معادلهٔ زیر استفاده شد (Piper *et al.*, 1996):

$R_{50}=f(T) / g_o$ معادله (۳)

در معادله فوق، $f(T)$ تابع درجه‌حرارت که مقدار آن بین صفر و ۱ متغیر است و g_o تعداد روزهای فیزیولوژی مورد نیاز برای جوانه‌زنی در دمای مطلوب می‌باشد. در این آزمایش برای برآورد سرعت جوانه‌زنی از تابع درجه‌حرارت مدل دندان‌مانند[1] استفاده شد (Piper *et al.*, 1996). بر اساس این مدل:

$f(T)= T- T_b / T_{OH} -T_b$ اگر $T_b < T < T_{oH}$

$f(T)= T_c- T / T_c -T_{oU}$ اگر $T_{o\,U} < T < T_c$

$f(T)= 1$ اگر $T_{o\,H} \le T \le T_{oU}$

$f(T)= 0$ اگر $T \le T_b \ or \ T \ge T_c$

در معادله های فوق T_b، T_{OH} ، T_{oU} و T_c به‌ترتیب دماهای پایه، مناسب تحتانی، مناسب فوقانی و دمای سقف می‌باشند. دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دمای سقف به‌طور ثابت در نظر گرفته شد (Soltani *et al.*, 2006) ولی سایر متغیرها با استفاده از رگرسیون غیرخطی بین مقادیر R_{50} و T (درجه‌حرارت) برآورد شد. برای تعیین زمان حرارتی[2] مورد نیاز جوانه‌زنی در دمای مطلوب، از رابطهٔ $TT= (T_{oH}-T_b)\ g_0$ استفاده شد (Oliver & Annandale, 1998).

آزمایش دوم (سبزشدن)

در این آزمایش به‌منظور مطالعهٔ رفتار سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود در دامنهٔ گسترده‌ای از درجه‌حرارت، صفات مربوط به سبزشدن ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در آزمایش اول، در نُه تاریخ کاشت شامل ۱۵مهر، ۱۵آبان، ۱۵آذر، ۱۵دی، ۱۵بهمن، ۱۵اسفند، ۱۵فروردین، ۱۵اردیبهشت و ۱۵خرداد مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت اسپلیت‌پلات که در آن تاریخ کاشت، عامل اصلی و ژنوتیپ‌ها به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شده بودند، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط مزرعه انجام شد. در این مطالعه هر واحد آزمایشی از یک گلدان پلاستیکی به قطر هشت و ارتفاع ۱۰سانتی‌متر که در عمق خاک مزرعه طوری قرار گرفته بود که فقط سطح گلدان در تماس مستقیم با هوای بیرون بود، تشکیل شد. در هر گلدان ۱۰بذر در عمق حدود پنج سانتی‌متر کشت شد. گلدان‌ها از مخلوطی از خاک مزرعه و ماسهٔ نرم که به نسبت سه به یک پُر شده بود، تشکیل شد. تعداد بذور سبزشده به‌صورت روزانه بازبینی شدند و آزمایش در ماه‌های سرد سال حداکثر به مدت ۵۰ روز ادامه یافت.

درصد سبزشدن از درصد نسبت تعداد بذرهای سبزشده در هر بار شمارش بر تعداد کل بذرها محاسبه شد. زمانِ طی‌شده تا این‌که درصد تجمعی بذرهای سبزشدهٔ هر ژنوتیپ در هر تیمار به ۵۰درصد برسد (DE_{50}) ثبت شد. سپس سرعت سبزشدن (day^{-1}) از رابطهٔ (۵) محاسبه شد (Piper *et al.*, 1996).

$Ep\%=\Sigma ni/N \cdot 100$ معادله (۴)

$RE_{50}= 1/DE_5$ معادله (۵)

در معادله‌های فوق، Ep درصد سبزشدن؛ ni تعداد بذرهای سبزشده در هر بار شمارش؛ N تعداد کل بذرها و RE_{50} سرعت سبزشدن (day^{-1}) است. برای کمّی‌سازی واکنش سبزشدن بذر به درجه‌حرارت از معادلهٔ زیر استفاده شد (Piper *et al.*, 1996):

$RE_{50} =f(T) / E_o$

در معادله فوق، $f(T)$ تابع درجه‌حرارت که مقدار آن بین صفر و ۱ متغیر است و E_o تعداد روزهای فیزیولوژی مورد

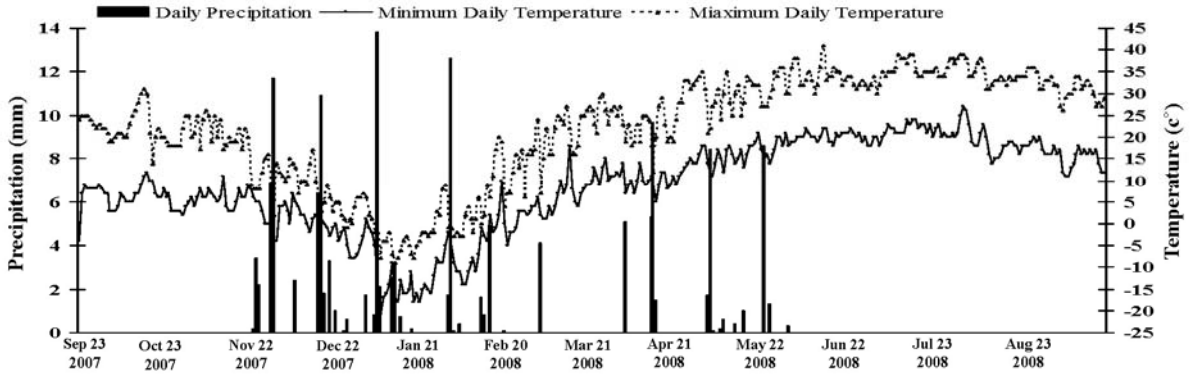
1. Dent-like function

2. Thermal time

نیاز برای سبزشدن در دمای مطلوب می‌باشد. در این آزمایش برای برآورد سرعت سبزشدن از تابع درجه‌حرارت مدل دندان‌مانند، مشابه آزمایش اول (جوانه‌زنی) استفاده شد.

تجزیه آماری

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌های آزمایش، داده‌ها توسط نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه واریانس شدند و سپس میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۱درصد خطا مقایسه شدند. تجزیهٔ رگرسیونی داده‌ها با استفاده نرم‌افزار JMP انجام گرفت وشکل‌ها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.



شکل ۱- نمودار میزان بارندگی و درجه‌حرارت حداقل و حداکثر روزانه در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مشهد

Fig. 1. Daily precipitation and daily maximum and minimum temperature during growth season of 2007-2008 at Mashhad

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات در آزمایش اول (جوانه‌زنی) نشان داد که تأثیر درجه‌حرارت، ژنوتیپ و برهم‌کُنش درجه‌حرارت و ژنوتیپ بر سرعت و درصد نهایی جوانه‌زنی نخود بسیار معنی‌دار است (جدول ۱). با افزایش درجه‌حرارت تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد، درصد نهایی جوانه‌زنی به ۹۶ درصد افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر درجه‌حرارت اگرچه درصد جوانه‌زنی کاهش یافت، مقدار کاهش تا درجه‌حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار نبود (جدول۲). بنابراین، هم درجه‌حرارت‌های بالا (بیش از ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و هم درجه‌حرارت‌های پایین (کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد) محدودکنندهٔ جوانه‌زنی هستند و درصد جوانه‌زنی نهایی در درجه‌حرارت‌های محدودکنندهٔ فوق به ۵۰درصد کاهش یافت (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات در آزمایش دوم (سبزشدن) نشان داد که تأثیر تاریخ کاشت بر سرعت و درصد سبزشدن نهایی نخود بسیار معنی‌دار است. تأثیر ژنوتیپ و برهم‌کُنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ، تنها برای روز تا سبزشدن نخود معنی‌دار بود (جدول ۱). به‌دلیل میانگین متفاوت دما در تاریخ‌های متفاوت کاشت (شکل ۱)، درصد و سرعت سبزشدن متأثر از دما، متغیر هستند. بالاترین درصد سبزشدن نهایی، به تاریخ کاشت ۱۵آبان و کمترین روز تا سبزشدن، به تاریخ کاشت ۱۵مهر تعلق داشت، اگرچه اختلاف معنی‌داری از نظر درصد سبزشدن نهایی بین دو تاریخ کاشت فوق‌الذکر وجود نداشت (جدول ۲). اُفت شدید دما در ماه‌های دی و بهمن (شکل ۱) باعث عدم جوانه‌زنی و سبزشدن تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی شد.

فرآیندهای بیوشیمیایی مربوط به جوانه‌زنی شامل فعالیت هورمون‌ها (به‌ویژه جیبرلین)، فعالیت آنزیم‌ها (آمیلاز، اِنورتاز، پروتئاز، لیپاز) و نهایتاً هضم، تجزیهٔ ذخایر بذر و انتقال آن به محور جنین، عمدتاً وابسته به درجه‌حرارت و رطوبت هستند. به‌علاوه جذب فعال آب توسط بذر در محیط مرطوب، متأثر از درجه‌حرارت است. در این رابطه Kocheki *et al*., (1988)، Q_{10} درجه‌حرارت برای جذب آب توسط بذر را ۱/۵ تا ۱/۸ گزارش کردند. به‌نظر می‌رسد کاهش فعالیت‌های آنزیمی در درجه‌حرارت پایین (Q_{10}= ۳-۲) و اختلال در فعالیت آنزیم‌ها در درجه‌حرارت بالا (دِناتُره شدن ساختمان سه‌بُعدی آنزیم‌ها)، علت اصلی کاهش درصد جوانه‌زنی در درجه‌حرارت‌های بالا و پایین در این آزمایش است.

مشابه نتایج درصد جوانه‌زنی و سبزشدن، روز تا جوانه‌زنی و سبزشدن نیز به شدت تحت تأثیر درجه‌حرارت قرار گرفتند (جدول ۱). درجه‌حرارت‌های ۱۰ و کمتر از آن و همچنین

درجه‌حرارت‌های بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد، روز تا جوانه‌زنی را به‌شدت افزایش داد (جدول ۲). کمترین روز تا جوانه‌زنی در دامنهٔ دمایی ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. در آزمایش دوم نیز کمترین و بیشترین روز تا سبزشدن به‌ترتیب به تاریخ کاشت‌های ۱۵مهر (۶/۵ روز) و ۱۵آذر (۵۰ روز) تعلق داشت. در این راستا، اختلاف معنی‌داری میان تاریخ کاشت‌های ۱۵مهر، ۱۵اردیبهشت و ۱۵خرداد وجود نداشت. Auld *et al.* (1988) در بررسی جوانه‌زنی ۱۰ لاین نخود در درجه‌حرارت‌های مختلف، کمترین روز تا جوانه‌زنی نخود را در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند.

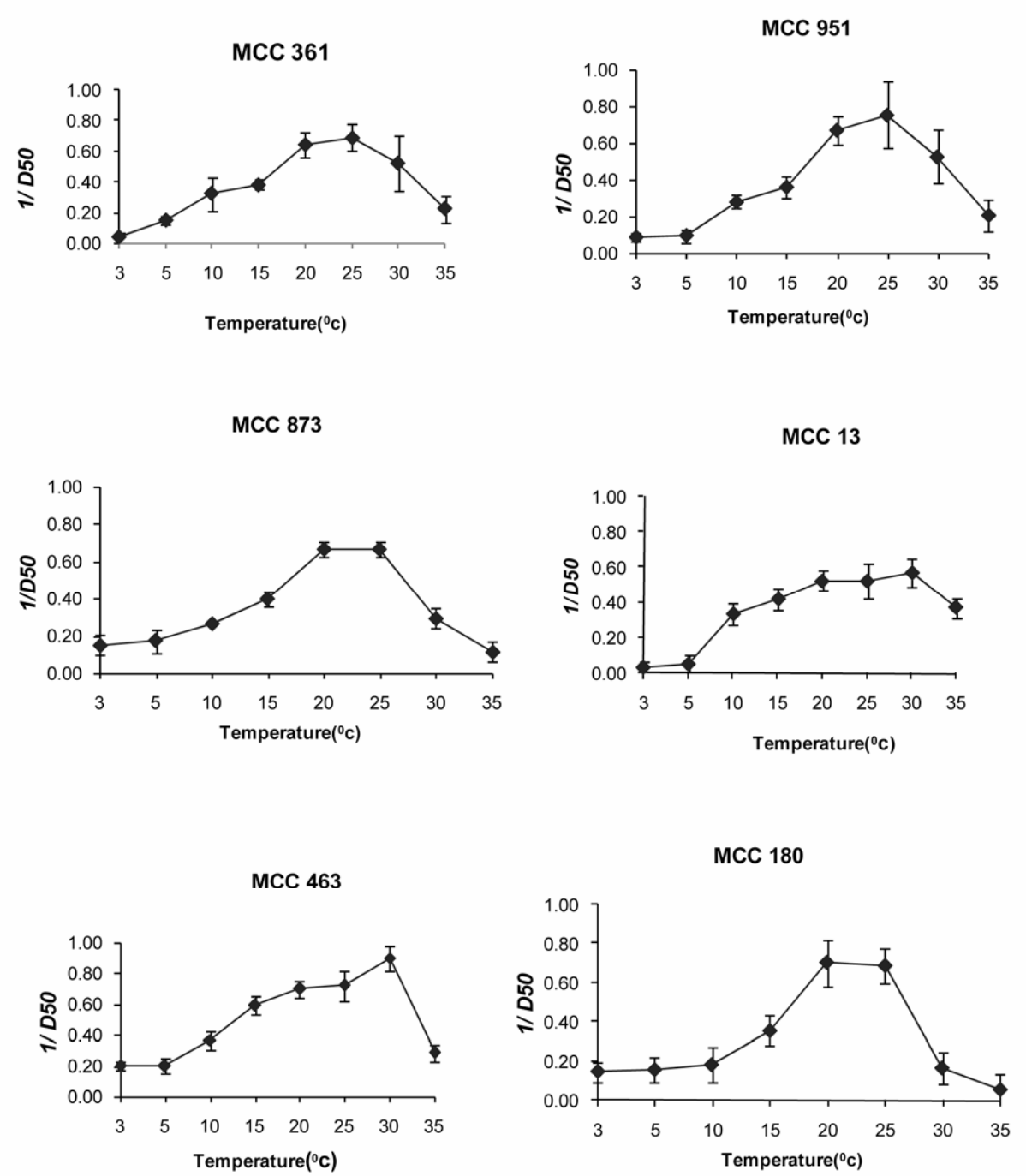
برهم‌کُنش درجه‌حرارت و ژنوتیپ، تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی و روز تا جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها داشت (جدول ۱). منحنی تغییر سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها در مقابل سطوح مختلف درجه‌حرارت، حاکی از آن است که دامنه درجه‌حرارت مطلوب برای ژنوتیپ‌های MCC361، MCC951، MCC180 و MCC873، ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در حالی‌که دامنهٔ درجه‌حرارت مطلوب برای ژنوتیپ‌های MCC463 و MCC13 حدوداً ۲۸ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد برآورد شد (شکل ۲). بالاترین سرعت جوانه‌زنی به ژنوتیپ‌های MCC951 و MCC463 به‌ترتیب در درجه‌حرارت‌های ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد تعلق دارد. در مطالعات مربوط به جوانه‌زنی، تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه‌ای میان ژنوتیپ‌های نخود در واکنش به درجه‌حرارت گزارش شده است. دامنه درجه‌حرارت ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد (Maiti & Wesche- Ebeling, 2001) و ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد (Singh *et al.*, 2005) به‌عنوان دامنه درجه‌حرارت مطلوب برای جوانه‌زنی نخود گزارش شده است.

تقریباً تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی، در تاریخ کاشت‌های ۱۵مهر و ۱۵اردیبهشت‌ماه از حداکثر سرعت سبزشدن برخوردار بودند، اگرچه حداکثر سرعت سبزشدن در ژنوتیپ‌های مختلف، متفاوت بود (شکل ۳). کاهش درجه‌حرارت در فصل‌های پاییز و زمستان و افزایش درجه‌حرارت در ماه خرداد و پس از آن، محدودکنندهٔ فرایند سبزشدن هستند. در این آزمایش به‌دلیل کاهش دما تا ۱۰- الی ۲۰- درجه سانتی‌گراد در ماه‌های دی و بهمن (شکل ۱)، جوانه‌زنی در تمامی ژنوتیپ‌ها متوقف شد و بذور کشت‌شده در این تاریخ کاشت‌ها به‌دلیل یخزدگی از بین رفتند. مشابه آزمایش جوانه‌زنی، ژنوتیپ MCC463 و MCC13 در تاریخ کاشت ۱۵مهر (درجه‌حرارت مطلوب) به ترتیب از بالاترین و کمترین سرعت سبزشدن برخوردار بودند. به‌طور کلی، واکنش روز تا سبزشدن ژنوتیپ‌ها، در تاریخ کشت‌های مختلف، متفاوت بود.

تنوع موجود میان ژنوتیپ‌ها از نظر سرعت جوانه‌زنی و سبزشدن، احتمالاً به ویژگی‌های بذر شامل اندازهٔ بذر (نسبت سطح به حجم)، پوشش بذر (نفوذپذیری) و فعالیت‌های متابولیکی بذر مربوط می‌شود (Derek Bewely & Blak, 1986; Maiti & Wesche-Ebeling, 2001). ژنوتیپ‌هایی که در درجه‌حرارت‌های پایین از درصد و سرعت جوانه‌زنی و نهایتاً از استقرار بوتهٔ بالاتری برخوردار هستند، برای کشت‌های بهاره (اواسط اسفند و اوایل فروردین) امیدبخش‌تر خواهند بود. کاشت زود و استقرار سریع‌تر پوشش گیاهی در مزرعه، امکان بهره‌برداری سریع گیاه را از منابع به‌ویژه تشعشع و بارندگی‌های ابتدای فصل فراهم می‌آورد. از طرفی بسته‌شدن سریع‌تر کانوپی می‌تواند فعالیت علف‌های‌هرز را در مزرعه به مقدار زیادی محدود نماید تا فرصتی ایجاد شود تا گیاه از حداکثر توان خود برای استفادهٔ بهینه از عوامل محیطی، در جهت افزایش رشد رویشی و تولید بهره ببرد (Ganjeali *et al.*, 2010). در این راستا بررسی‌های متعدد، همبستگی بالا و بسیار معنی‌دار میان درصد سبزشدن، استقرار سریع‌تر بوته و عملکرد بالای محصول را گزارش کردند (Gupta, 1988; Maiti & Moreno-Limon, 2001).

همبستگی بسیار بالایی بین مقادیر برآوردشده و مشاهده‌شده روز تا جوانه‌زنی (R^2=۰/۶۹) و روز تا سبزشدن (R^2=۰/۶۵) وجود داشت که نشان‌دهندهٔ کارآیی بالای مدل دندان‌مانند برای برآورد سرعت و زمان مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن است (شکل ۴). Soltani *et al.*, (2006) تفاوت‌های معنی‌داری را در مقادیر مشاهده‌شده و برآوردشدهٔ روز تا سبزشدن ارقام نخود براساس مدل دندان‌مانند پیدا نکردند. نتایج این بررسی مؤید این است که از مدل دندان‌مانند می‌توان به عنوان یک مدل مناسب برای برآورد روز تا جوانه‌زنی و سبزشدن نخود استفاده کرد و صفات مربوط به جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود را بر اساس رژیم‌های مختلف دمایی و یا تاریخ‌های متفاوت کاشت، شبیه‌سازی نمود.

در آزمایش جوانه‌زنی، دامنهٔ درجه‌حرارت پایه از ۳/۳ درجه سانتی‌گراد در ژنوتیپ MCC180 (کمترین درجه‌حرارت پایه) تا ۴/۶ درجه سانتی‌گراد، در ژنوتیپ MCC 951 (بالاترین درجه‌حرارت پایه) با یک اختلاف ۱/۳ برابری، متفاوت بود (جدول‌های ۳ و ۴).



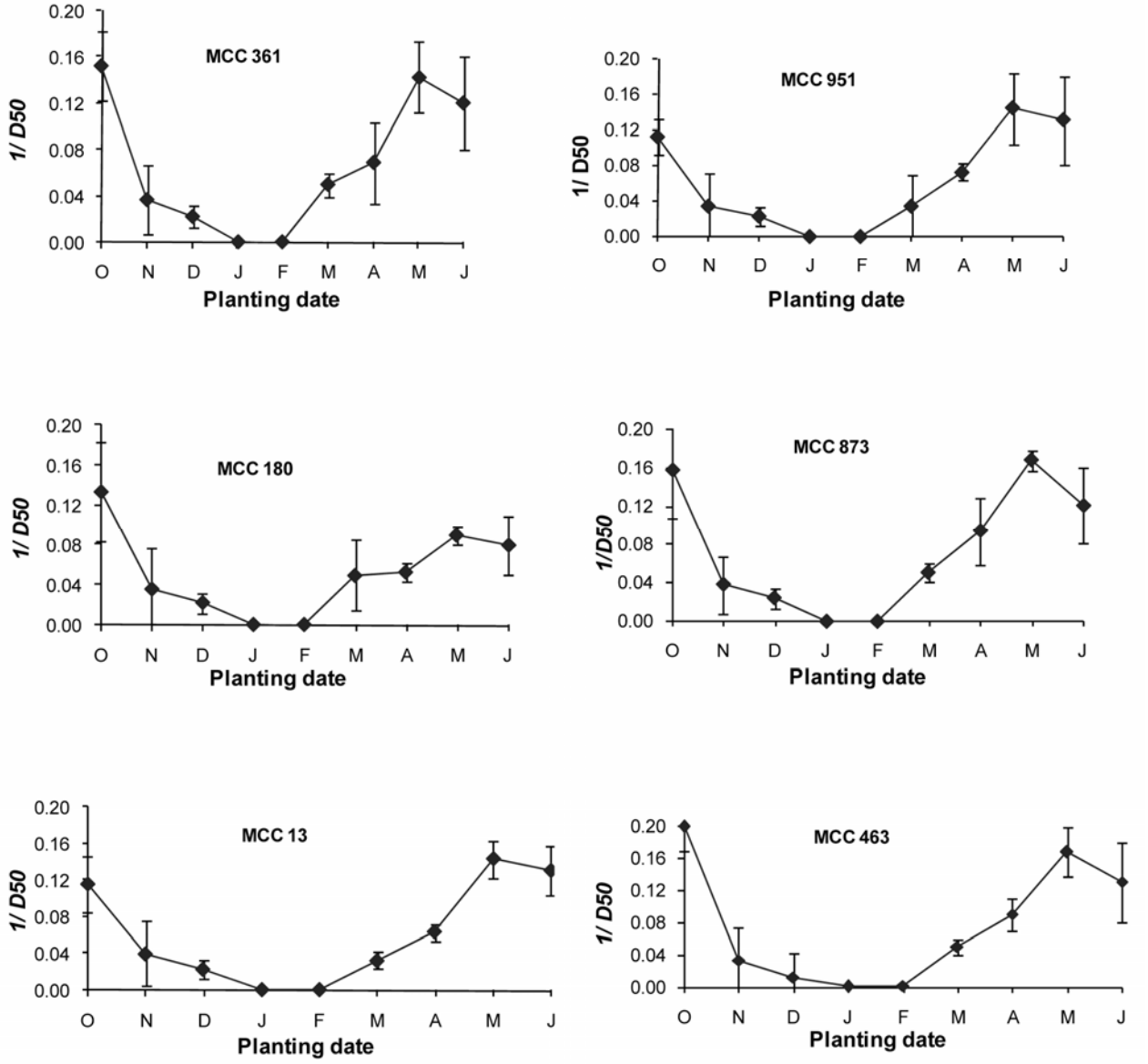
شکل۲- تغییرات $1/D_{50}$ برای نمایش پاسخ سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های نخود (day^{-1}) به رژیم‌های مختلف درجه‌حرارت

Fig 2. Fluctuations of $1/D_{50}$ to present the response of germination rate (day^{-1}) to different temperature regimes

در آزمایش دوم، مشابه نتایج مربوط به آزمایش جوانه‌زنی، کمترین درجه‌حرارت پایه برای سبزشدن از ۵/۱ درجه سانتی‌گراد در ژنوتیپ MCC180 تا ۶/۹ درجه سانتی‌گراد برای ژنوتیپMCC951، متفاوت بود. نتایج بررسی‌ها مؤید این است که واکنش ژنوتیپ‌ها از نظر درجه‌حرارت پایه برای جوانه‌زنی و سبزشدن مشابه است، اگرچه درجه‌حرارت پایه برای سبزشدن به‌طور متوسط حدود ۱/۵ برابر بیشتر از درجه‌حرارت پایه برای جوانه‌زنی است. در این آزمایش به‌طور

متوسط، دمای پایه (میانگین ژنوتیپ‌ها) برای جوانه‌زنی، ۴/۲ و برای سبزشدن، ۶/۱ درجه سانتی‌گراد برآورد شد که با دمای پایه که برای جوانه‌زنی نخود، صفر درجه سانتی‌گراد (Bagheri *et al.*, 1997; Ellis *et al.,* 1986) و برای سبزشدن، ۴/۵ درجه سانتی‌گراد (Soltani *et al.*, 2006) گزارش شده است و نیز با مقادیر ارائه شده برای ظهور برگ در شرایط مزرعه توسط Siddique & Sedgley (1986)، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای دارد.

در این آزمایش‌ها تنوع ژنوتیپی قابل‌توجهی از نظر دمای پایه برای جوانه‌زنی و سبزشدن مشاهده نشد. عدم وجود تفاوت‌های قابل‌توجه میان ژنوتیپ‌ها برای دمای پایه در این بررسی، با نتایج Angus *et al.* (1981)، Ellis *et al.* (1986) و Sltani *et al,* (2006) مطابقت دارد. Bradford (1995) و Oliver & Annandale (1998) دمای پایه را به‌عنوان یک صفت پایدار که تغییرات آن در یک گونه خاص ناچیز است، اعلام نمودند.



شکل۳- تغییرات $1/D_{50}$ برای بیان نمایش سرعت سبزشدن ژنوتیپ‌های نخود (day^{-1}) به رژیم‌های مختلف درجه‌حرارت

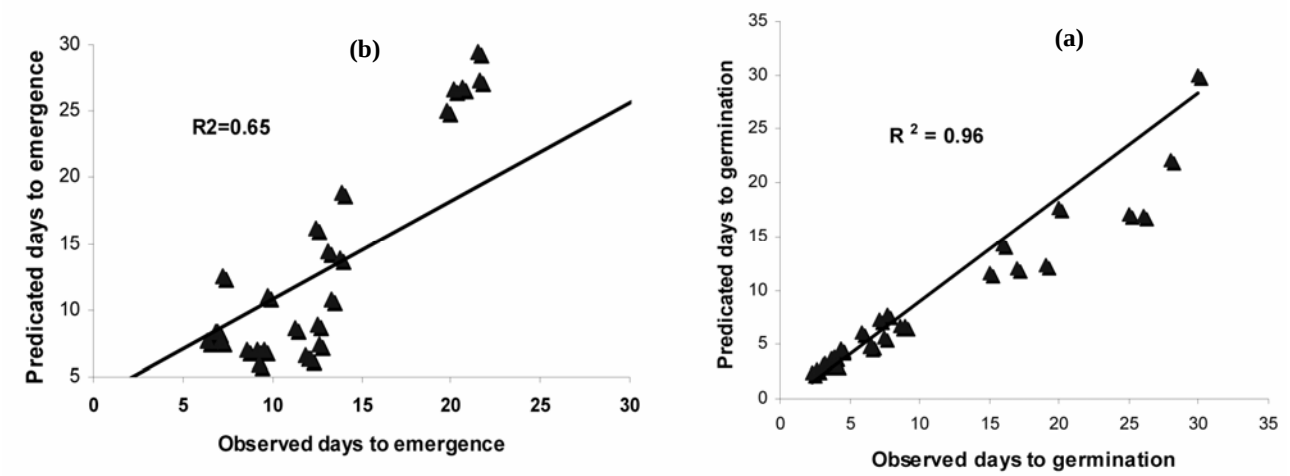
Fig 2. Fluctuations of $1/D_{50}$ to present the response of emergence rate (day^{-1}) to different planting dates

در این آزمایش، همبستگی خطی، مثبت و معنی‌داری میان درجه‌حرارت پایه برای جوانه‌زنی و سبزشدن ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد (شکل ۵). در یک آزمایش، Majnon Hossieni *et al.* (2009) همبستگی مثبت و معنی‌داری را میان درصد سبزشدن و سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های نخود گزارش کردند.

در این آزمایش، دامنه درجه‌حرارت مطلوب جوانه‌زنی (میانگین ژنوتیپ‌ها) ۲۰/۴ تا ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد و برای سبزشدن ۲۴ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد برآورد شد (جدول‌های ۳و۴) که با نتایج تحقیقات Maiti & Wesche- Ebeling (2001) در شرایط آزمایشگاه مطابقت داشت. با این حال Soltani *et al.* (2006) در مطالعهٔ چهار رقم نخود، دامنهٔ دمایی ۲۰ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد را به‌عنوان دامنهٔ درجه‌حرارت مطلوب برای سبزشدن نخود گزارش کردند.

تنوع ژنوتیپی قابل‌توجهی از نظر روزهای فیزیولوژیک مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن مشاهده نشد (جدول‌های ۳و ۴)، ولی روزهای فیزیولوژیک مورد نیاز برای سبزشدن ۸/۱ روز (میانگین ژنوتیپ‌ها) به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از روزهای فیزیولوژیک مورد نیاز برای جوانه‌زنی ۱/۷روز (میانگین ژنوتیپ‌ها) بود.

تفاوت‌های قابل‌توجهی میان ژنوتیپ‌ها از نظر زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن وجود نداشت (شکل ۶). در یک آزمایش روی نخودفرنگی نیز تفاوت‌های معنی‌داری در زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی میان ارقام نخودفرنگی مشاهده نشد (Oliver & Annandale, 1998). میانگین زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها، ۲۷ درجه سانتی‌گراد روز و برای سبزشدن، ۱۴۴ درجه سانتی‌گراد روز برآورد شد (شکل ۶). در این آزمایش، زمان حرارتی مورد نیاز برای سبزشدن نخود بیشتر از مقادیر گزارش‌شده توسط Gan *et al.* (2002) (۹۷ تا ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد روز) و مقدار ارائه شده توسط Soltani *et al.* (2006)، ۹۴ درجه سانتی‌گراد روز برآورد شده است.



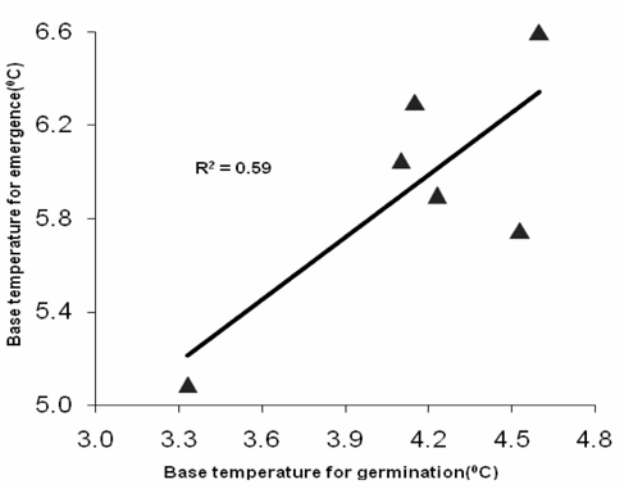
شکل۴- مقادیر برآوردشده و مشاهده‌شده روز تا جوانه‌زنی (a) و روز تا سبز شدن (b) برای ژنوتیپ‌های نخود بر اساس مدل دندان‌مانند

Fig. 4. Predicted and observed days to germination (a) and days to emergence (b) for chickpea genotypes using dent like model

در این آزمایش، ژنوتیپ MCC13 از بیشترین زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی (۴۱ درجه سانتی‌گراد روز) و از کمترین زمان حرارتی برای سبزشدن (۱۳۲ درجه سانتی‌گراد روز) برخوردار بود. به نظر می‌رسد فرایندهای مربوط به جوانه‌زنی در این ژنوتیپ کُند است، ولی پس از جوانه‌زنی، رشد گیاهک با سرعت بالاتری ادامه یافته است. احتمالاً اندازهٔ بزرگ‌تر بذر در ژنوتیپ MCC13 (وزن ۱۰۰دانهٔ ۳۵/۷ گرم) و نسبت کمتر سطح به حجم در این ژنوتیپ نسبت به بذرهای ریزتر برای جذب آب، علت اصلی تأخیر در جوانه‌زنی این ژنوتیپ و نیاز به زمان حرارتی بیشتر می‌باشد. بدیهی است پس از شروع جوانه‌زنی، رشد گیاهک به دلیل ذخایر بیشتر بذر و قابلیت دسترسی بیشتر گیاهک به این ذخایر در دورهٔ رشد هتروتروفی، سریع‌تر انجام شده است.

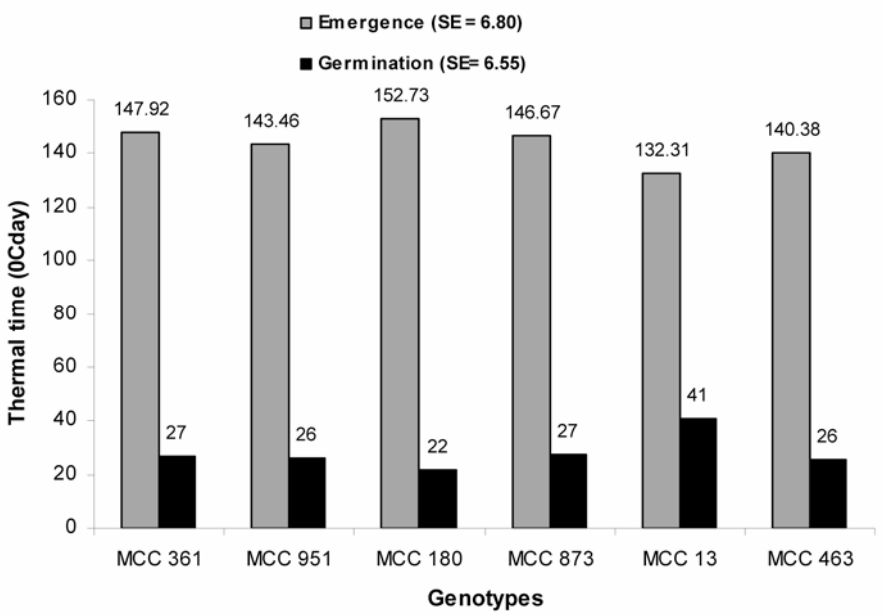
نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که درجه‌حرارت پایه برای جوانه‌زنی و سبزشدن، یک صفت تقریباً پایدار است و تفاوت‌های معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها از این حیث وجود نداشت. بر این اساس، دمای پایه (میانگین ژنوتیپ‌ها) برای جوانه‌زنی، ۴/۲ درجه سانتی‌گراد و برای سبزشدن، ۶/۱ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. در این آزمایش، درجه‌حرارت مناسب تحتانی و فوقانی (میانگین ژنوتیپ‌ها) به‌ترتیب برای جوانه‌زنی معادل ۲۰/۴ و ۲۶/۵ و برای سبزشدن، ۲۴/۰ و ۲۶/۸ درجه سانتی‌گراد برآورد شد.



شکل ۵- همبستگی میان درجه‌حرارت پایه برای جوانه‌زنی و سبزشدن برای شش ژنوتیپ نخود مورد آزمایش

Fig. 5. Correlation between base temperature for germination and emergence in six chickpea genotypes



شکل ۶- زمان حرارتی مورد نیاز (درجه سانتی‌گراد روز) برای جوانه‌زنی و سبز شدن ژنوتیپ‌های نخود

Fig. 6. Thermal time requirement (˚C day) for germination and emergence of chickpea genotypes

تنوع ژنوتیپی قابل‌توجهی از نظر روزهای فیزیولوژیک و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبزشدن میان ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. زمان حرارتی و روزهای فیزیولوژیک مورد نیاز برای سبزشدن (میانگین ژنوتیپ‌ها) به‌ترتیب ۱۴۴ درجه سانتی‌گراد روز و ۸/۱ روز و برای جوانه‌زنی ۲۷ درجه سانتی‌گراد روز و ۱/۷روز برآورد شد. همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار میان روز تا جوانه‌زنی مشاهده و برآوردشده با استفاده از مدل دندان‌مانند و همین‌طور روز تا سبزشدن مشاهده و برآوردشده، نشان دهندهٔ کارآیی بالای مدل دندان‌مانند برای بیان پاسخ صفات مربوط به جوانه‌زنی و سبزشدن نخود به درجه‌حرارت است.

منابع

1. Alm, D.M., Mcgiffen, J.R.M.E., and Hesketh, J.D. 1991. Weed Phonology. In: T. Hodges (Ed.). Predicting Crop Phonology. Boca Raton, FL: CRC. Press. p. 191-218.
2. Angus, J.F., Cunningham, R.B., Moncure, M.W., and Mackenzie, D.H. 1981. Phasic development in field crops: 1. Thermal response in the seedling phase. Field Crops Research 3: 365-378.
3. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence, and seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Agron. J. 80: 909-914.
4. Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In: J. Kigel and G. Galili (Eds.). Seed Development and Germination. Mar-cell Dekker, p. 351-396.
5. Carberry, P.S., and Campbell, L.C. 1989. Temperature parameters useful for modeling the germination and emergence of peral millet. Crop Science 29: 220- 223.
6. Delpozo, A.H., Garcia-Huidobra, J., Novoa, R., and Villseca, S. 1987. Relationships of base temperature to development of spring wheat. Exp. Agric. 23: 21-30.
7. Derek Bewely, J., and Blak, M. 1986. Seeds Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York.
8. Egals, H.A. 1988. Inheritance of emergence time at low temperatures in segregation generation of maize. Theor. App. Genet. 76: 459-464.
9. Ellis, R.H., Covell, S., Roberts, E.H., and Summerfield, R.J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. II. Inter-specific variation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) at constant temperatures. J. Exp. Bot. 37: 1503-1515.
10. Forcella, F., Bench Arnold, R.L., Sanchez, R., and Ghersa, C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crops Research 67: 123-139.
11. Fyfield, T.P., and Gregory, P.J. 1989. Effect of temperature and water potential on germination, radicle elongation and emergence of mungbean J. Exp. Bot. 40: 667- 674.
12. Gan, Y.T., Miller, P.R., Stevenson, F.C., and McDonald, C.L. 2002. Seedling emergence, pod development and seed yields of chickpea and dry pea in a semi arid environment. Can. J. Plant Sci. 82: 531-553.
13. 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, p. 522.
14. Ganjeali, A., Parsa, M., and Khatib, M. 2010. Quantifying seed germination response of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) influenced temperature and drought stress regimes. Agricultural Research (In press).
15. Garcia-Huidobro, J., Monteith, J.L., and Squuire, G.R. 1982. Time, temperature and germination of peral millet (*Pennisetum typhoides*). J. of Experimental Botany 33: 288- 296.
16. Gupta, V.S. 1998. Production and Improvement of Crops for Dryland .Oxford and IBH Publishing. CO. PVT. LTD.
17. Hill, M.J., and Luck, R. 1991. The effect of temperature on germination and seedling growth of temperate perennial pasture legumes. Aust. J. Agric. Res. 42: 175-189.
18. Kocheki, A., Rashed Mohassel, M., Nassiri, M., and Sadrabadi, R. 1988. Physiological Basis of Crop Growth and Development. Bonyad Farhangi Razavi Press.
19. Maiti, R., and Wesche-Ebeling, P. 2001. Advance in Chickpea Science. Science Publisher, Inc. 410 p.
20. Malik, C.P., Gupta, K., and Sharma, S. 1986. Affect of water stress on germination and seedling metabolism of gram (*Cicer arietinum* L.). Acta. Agron. Hung. 35: 11-16.
21. Montieth, J.L. 1981. Climatic variations and the growth of crops. Q.J.R. Meteorol. Soc. 107: 749-774.
22. Oliver, F.C., and Annandale, J.G. 1998. Thermal time requirements for the development of green pea (*Pisum sativum* L.). Field Crops Research 56: 301-307.
23. Piper, E.L., Boote, K.J., Jones, J.W., and Grimm, S.S. 1996. Comparison of two phenology models for predicting flowering and maturity date of soybean. Crop Sci. 36: 1606-1614.

24. Ritchie, J.T., and Nesmith, D.S. 1991. Temperature and crop development. In: J. Hanks and J.T. Ritche (Eds.). Modeling Plant and Soil Systems. Agronomy, No. 31. Madison. WI: American Society of Agronomy. p. 5-29.
25. Roche, C.T., Thill, D.C., and Shafii, B. 1997. Estimation of base and optimum temperatures for seed germination in common crupina (*Crupina vulgaris* L.). Weed Sci. 45: 529-533.
26. Scott, S.J., Jones, R.A., and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science 24: 1192- 1199.
27. Seefeldet, S.S., Kidwell, K.K., and Waller, J.E. 2002. Base growth temperature, germination rates and growth responses of contemporary spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars from the USA pacific North West. Field Crops Research 75: 47-52.
28. Silim, S.N., Saxena, M.C., and Singh, K.B. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. II. Factors influencing yield under drought. Field Crops Research 34: 137-146.
29. Sing, G., Sekhon, H.S., and Kolar, J.S. 2005. Pulses. Agrotech Publishing Academy, Udaipur, India.
30. Soltani, A., Robertson, M.J., Torabi, B., Yousefi-Daz, M., and Sarparast, R. 2006. Modeling seedling emergences in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agricultural and Forest Metrology 138: 156-167.
31. Whisler, F.D., Acock, B., Baker, D.N., Fye, R.E., Hodges, H.F., Lambert, J.R., Lemmon, H.E., MacKinon, J.M., and Reddy, V.R., 1987. Crop simulation models in agronomic systems. Adv. Agron. 40: 141-208.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 97-108

Determination of cardinal temperatures and thermal time requirement during germination and emergence of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.)

Ganjeali[1*], A., Parsa[2], M. & Amiri-Deh-Ahmadi[3], S.R.

1- Contribution from Biology Department, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contribution from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3- PhD Student of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 06 November 2010
Accepted: 05 April 2011

Abstract

Determination of cardinal temperatures during seed germination and emergence as well as the thermal time requirement for each stage is essential in crop management and modeling of plant growth and development. Two experiments were conducted to predict cardinal temperatures and thermal time requirement for germination and emergence of chickpea genotypes. In the first experiment, seed germination responses of six chickpea genotypes (MCC361, MCC951, MCC180, MCC873, MCC13 and MCC463) at seven temperature regimes (3, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35°C) in a controlled condition were evaluated. The trial was carried out as split plot based on a completely randomized design with three replications using 10 seeds per Petri dish. Seed germination percentages and days to 50% germination (cumulative) were determined. Cardinal germination temperatures using non-linear regression between germination rate and temperature (R50 as y and T as x) were estimated. Temperature function, Dent like model was used to determine seed germination rate. In the second experiment, traits mentioned in first experiment were studied for emergence of chickpea genotypes, with nine planting dates considered as main plots. Therefore, the experiment conducted as split plot based on a complete block design with three replications in the soil. Based on the results, both base temperature for germination and emergence were stable traits and there were not significant differences among genotypes in this respect. Average base temperature of genotypes for germination and emergence were estimated 4.2˚C and 6.1˚C, respectively. Also, the average optimum temperatures of genotypes for germination differed from 20.4˚C to 26.5˚C, respectively and for emergence they were differed from 24.0˚C to 26.8°C, respectively. There was no considerable genetic diversity for physiological days and thermal time required for germination and emergence of chickpea genotypes. There was a highly significant positive correlation between observed and predicted days to germination and emergence of chickpea using Dent like model. Therefore, this model can be used for simulating germination and emergence times of chickpea.

Key words: Cardinal temperatures, Chickpea, Thermal time

[*] **Corresponding Author**: E-mail: ganjeali@um.ac.ir, Mobile: 09153057645

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۱۲۰-۱۰۹، نیمه دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 109-120

مقایسهٔ کارآیی تثبیت بیولوژیک نیتروژن در نژادهای بومی و غیربومی *Rhizobium leguminosarum*;bv. phaseoli در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

مهدی مهرپویان[1*] و امیرحسین شیرانی‌راد[2]
۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه
۲- دانشیار پژوهش مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح نهال و بذر کرج، مؤسسه تحقیقات دانه‌های روغنی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۰۱

چکیده

به منظور بررسی کارآیی تثبیت بیولوژیک نیتروژنِ نژادهای باکتری همزیست با لوبیا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در منطقه خرمدرهٔ استان زنجان انجام شد. سطوح تلقیح و کود شامل نژاد Rb117 جمع‌آوری شده از خاک‌های منطقه، نژاد Rb123 از منطقه همدان، نژاد Rb136 از منطقه چهارمحال و بختیاری به همراه مایه تلقیح صنعتی ویژهٔ لوبیا، استفاده از ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره و بدون تلقیح بودند که در سه رقم لوبیای تیپ I (رشد محدود) به نام لوبیاچیتی COS16، قرمز اختر و قرمز درخشان مورد بررسی قرار گرفتند. سویه‌های مورد بررسی به کمک آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه گردید، به‌طوری که در هیچ‌یک از بسته‌ها تعداد باکتری کمتر از ۴×۱۰^{۸} سلول در هر گرم نبود. نتایج نشان داد که در مجموع، تلقیح ارقام مختلف لوبیا با سویه‌های باکتری، موجب برتری صفاتی چون عملکرد دانه، وزن و تعداد گره در ریشه، درصد و عملکرد پروتئین نسبت به حالت بدون تلقیح و در بعضی موارد نسبت به مصرف ۱۰۰کیلوگرم کود خالص نیتروژن می‌گردد. در بین سویه‌های مورد استفاده، نژاد باکتری بومی Rb117 نسبت به سایر نژادها برتری نشان داد و در بین ارقام مورد استفاده، رقم لوبیاچیتی COS16 نسبت به دو رقم دیگر برتری صفات بیشتری را در برابر تیمارهای مورد اعمال، نشان داد. کاشت لوبیا با انواع مایهٔ تلقیح، توانست حدود ۴۳درصد محصول را نسبت به شاهد (بدون تلقیح و بدون کود) افزایش دهد و در بین انواع نژادها، نژاد بومی Rb117، بیشترین تأثیر را بر عملکرد کمی انواع لوبیا داشت.

واژه‌های کلیدی: ارقام لوبیا، تثبیت نیتروژن، رشدمحدود، عملکرد دانه

مقدمه

مقدار سالانهٔ تثبیت بیولوژیک نیتروژن حدود ۱۷۵میلیون‌تُن تخمین زده می‌شود که حدود ۷۹درصد آن مربوط به سیستم‌های خاکی است (Assadi-Rahmani *et al.*, 2005). بسیاری از خاک‌ها، حاوی تعداد زیادی از ریزوبیوم‌های بومی هستند که ممکن است از نظر تثبیت نیتروژن، قدرت بالایی نداشته باشند، اما به دلیل سازگاری خوبی که با شرایط محیطی پیدا کرده‌اند، از قدرت رقابت بالاتری برخوردارند (Khavazi, 2005). کارآیی کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار، پایین است، در حالی که از پتانسیل بالای آلوده‌سازی محیط برخوردارند. ژنوتیپ گیاه، نقش مهمی را در برقراری همزیستی مفید بین گیاه و باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن ایفا می‌کند و مؤثرترین گیاهان برای همزیستی با باکتری، آنهایی هستند که ترکیبات کربنی را برای تثبیت‌کننده‌های نیتروژن به ریشه‌ها منتقل کرده و در اختیار آن‌ها قرار می‌دهند.

توانایی رقابت بین نژادهای ریزوبیوم برای تشکیل گره در ریشه‌های عدس در هاوایی بررسی شد و از ۳۱نژاد مورد مطالعه در این تحقیق، سه نژاد خیلی‌مؤثر تشخیص داده شد و اثرات متقابل نژاد ریزوبیوم و رقم نیز معنی‌دار بود (May & Bohlool, 1983). قدرت رقابت نژادهای جدید و بومی ریزوبیوم لوبیا چشم‌بلبلی بررسی شد و مشخص گردید که سویه‌های باکتری، قدرت رقابتی متفاوتی داشتند به طوری‌که نژادهای بومی نقش مؤثرتری داشته و همچنین عواملی مثل تعداد نسبی نژاد و اختصاصی بودن آن، در قدرت رقابت و ایجاد گره‌بندی مناسب اثرات مهمی دارند (Owiredu., 1998 & Danso).

*نویسنده مسئول: زنجان، کوی قائم، خیابان خیبر، خیبر ۶، پلاک ۳۲۰۲، کد پستی: ۴۵۱۴۹۱۸۳۷۳، همراه: ۰۹۱۲۷۴۱۳۳۴۸، تلفن: ۰۲۴۱۴۲۴۳۳۱۲
پُست الکترونیک: mtaherkhani_2000@yahoo.com

برخی از نژادهای بومی ریزوبیوم تلقیح شده با لوبیا، علاوه بر تأثیری که بر روی وزن خشک هوایی و درصد نیتروژن بخش هوایی گیاه دارند، موجب افزایش جذب برخی عناصر نیز می‌گردند و مشخص گردید که مایهٔ تلقیح L-75 باعث افزایش حدود ۱۰۰درصدی در وزن گره‌ها و ۷۰درصدی در جذب نیتروژن نسبت به تیمار شاهد شده است و تیمار تلقیح شده L-54 نسبت به تیمار شاهد، ۴۵درصد و نسبت به تیمار ۲۰۰کیلوگرم اوره در هکتار، ۳۲درصد افزایش جذب نیتروژن را داشته است (Yahya-Abadi *et al*., 2008). با بررسی تشکیل گره توسط نژادهای باکتری *Bradyrhizobium japonicum* در سویا، در خاک‌های ایالت آیوا مشخص شد که برخی نژادهای معرفی‌شده در محلول‌های مختلف آزمایش، قدرت رقابتی متفاوت دارند (Berg & Logenachan, 1988). توان گره‌بندی نژادهای مختلف باکتری و یک مخلوط تجاری برادی‌ریزوبیوم با دو رقم سویا بررسی شد و مشخص گردید که نژادهای باکتری از لحاظ توان گره‌زایی مشابه بودند، اما سه سویه از نظر زمان تشکیل گره، تعداد و وزن گره در گیاه، توسعه ریشه و رشد اندام‌ها و تجمع نیتروژن در گیاه برتر بودند. همچنین یکی از ارقام سویا پتانسیل بیشتری برای گره‌بندی زودتر از خود نشان داد و تعداد گره بیشتری نیز تولید کرد. این رقم، نیتروژن بیشتری را در قسمت‌های هوایی و ریشه جمع کرده و رشد بیشتری را نسبت به رقم دیگر داشت (Bailay, 1988). جهت تعیین اثرات کود نیتروژنه، تراکم گیاهی و ارقام سویا، آزمایشی صورت گرفت که نشان داد کاربرد کود نیتروژنه، گره‌دهی را در ارقام مختلف سویا کاهش می‌دهد (Zhengqi & Mackenize, 1992). نتایج بررسی چهار نژاد باکتری برادی‌ریزوبیوم به روی رقم ویلیامز و یک لاین سویا در کرج، نشان داد که نژاد Highstick نسبت به سایر نژادها از کارآیی گره‌بندی و تثبیت نیتروژن بیشتری برخوردار بود (Yadegari *et al*., 2005). به لحاظ این‌که منطقه خرمدره در استان زنجان، به عنوان یکی ازقطب‌های تولید لوبیا در سطح کشور می‌باشد و سالانه مقادیر زیادی کود نیتروژنه جهت تأمین نیازهای غذایی این محصول در منطقه مصرف می‌گردد، یافتن راهکاری جهت کاهش هزینه‌ها، حفظ سلامت منابع و محیط‌زیست و افزایش تولید برای این محصول استراتژیک منطقه، امری ضروری به نظر می‌رسید و این تحقیق نیز در راستای همین اهداف، برای اولین بار در منطقه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در محل مزرعهٔ تحقیقاتی کشت و صنعت بنیاد خرمدره با ۱۵۷۴ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. اقلیم منطقه نیمه‌خشک (Semi Arid) و میانگین بارندگی سالیانه این منطقه ۲۹۸میلی‌متر می‌باشد. این آزمایش به صورت آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سطوح تلقیح و کود در شِش سطح عبارت بودند از: بدون تلقیح و بدون کود (شاهد)، نژاد Rb117 جمع‌آوری شده از خاک‌های منطقه، نژاد Rb123 از منطقه همدان، نژاد Rb136 از منطقه چهارمحال‌وبختیاری به همراه مایهٔ تلقیح صنعتی ویژه لوبیا با نام ریزوبین و استفاده از ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره. برای جداسازی باکتری، سال قبل از اجرای آزمون در مرحله شروع غلاف‌بندی، از مزارع لوبیا گره‌هایی به اندازه یک تا دو میلی‌متر انتخاب شدند و همراه با ریشه، توسط قیچی جدا شده و در ظرف شیشه‌ای، چندین بار با آب معمولی شستشو داده شدند. در مرحله بعد، گره‌ها با اتانول ۹۵٪ به مدت ۵ تا ۱۰ ثانیه و سپس برای پنج دقیقه با کلرور جیوه $HgCl_2$ ۰/۲درصد ضدعفونی گردیدند و پس از آن، پنج مرتبه با آب مقطر استریل، شستشو داده شدند. گره‌ها به هاون چینی منتقل و به همراه یک قطره آب مقطر، کاملاً له شدند. سپس با لوپ ضدعفونی شده مقداری از آن، برداشته شده و بر روی محیط کشت YMB[1] (شامل دی‌پتاسیم هیدروژن فسفات۰/۵، سولفات منیزیم ۰/۱، کلرید سدیم ۰/۱، مانیتول۱۰ و عصارهٔ مخمر ۰/۵گرم در یک لیتر آب مقطر؛ pH محیط، تنظیم بر روی عدد۷) منتقل شدند (Beck *et al*, 1993). کشت در درون شیشه در شرایط استریل انجام شد و برای هر نمونه چهار تکرار در نظر گرفته شد. لوله‌های کشت‌داده‌شده در دمای ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد داخل انکوباتور به مدت یک هفته قرار داده شدند. پس از این مدت، نژادهای سفیدرنگ ظاهر شدند. روش علمی رنگ‌آمیزی گرم‌مثبت و منفی برای شناسایی استفاده شد که وجود باکتری‌های گرم‌منفی بیانگر نژادهای مورد نظر است. یک کُلنی توسط لوپ ضدعفونی‌شده از نمونه درون شیشه، بر روی محیط YMA درون پتری‌دیش، تحت شرایط فوق کشت شد. در نهایت پس از یک تا دو روز، کُلنی خالص‌شده به‌دست آمد. این کار برای چندین مرتبه تکرار شد تا تک‌کلنی باکتری استخراج گردید. همچنین ارقام مورد استفاده (تیپ I) عبارت بودند از:

1. Yeast Manitol Broth

چیتی COS16، قرمز اختر و قرمز درخشان. بنابراین در هر بلوک آزمایشی از ترکیب سطوح تلقیح و ارقام، ۱۸ کرت و در مجموع ۵۴ واحد آزمایشی ایجاد شد.

برای به‌دست آوردن تعداد و وزن گره تشکیل‌شده بر روی ریشهٔ لوبیا، دو روز پس از آبیاری مزرعه، در زمان ۵۰درصد گلدهی اقدام به نمونه‌برداری از چهار بوته به طور تصادفی به همراه ۰/۰۶۴ مترمکعب (به عمق، طول و عرض ۴۰ سانتی‌متر) حجم خاک اطراف هر بوته شد. پس از شستشوی خاک، تعداد گره‌های فعال تشکیل‌شده بر روی ریشه شمرده شد و همچنین وزن خشک گره‌ها با ترازوی دقیق (با دقت ۰/۰۰۱گرم) تعیین گردید. تعداد ۲۰بذر که از دو بوته به صورت تصادفی برداشت شده بودند، برای تعیین غلظت نیتروژن (میزان پروتئین در دانه) به آزمایشگاه ارسال گردید که به روش کجلدال اندازه‌گیری شد. نمونه‌های گیاهی، ابتدا با آب معمولی به طور کامل شستشو داده شده و سپس با آب مقطر، آب‌کشی گردیدند و بعد نمونه‌ها را داخل دستگاه آون قرار داده و به مدت ۴۸ساعت آن را در دمای ۶۰درجه سانتی‌گراد نگه داشته و بعد به کمک دستگاه آسیاب آن‌ها را پودر نموده و از الک نیم‌میلی‌متری عبور داده تا آماده برای تجزیه گردند. کلیه نمونه‌های گیاهی آسیاب شده، به روش هضم مرطوب هضم گردیدند و میزان نیتروژن در عصارهٔ هضم‌شده به روش تیتراسیون بعد از تقطیر و با استفاده از دستگاه اُتوماتیک کجدال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن کل تثبیت‌شده، از روش N- difference تعدیل‌شده استفاده شد (Assadi Rahmani *et al*., 2005). گیاه غیرلگوم کشت‌شده در مجاورت مزرعه، ذرت بود.

$$N_2fixed = (N_{leg}-N_{nonfix})+(Soil\ N_{leg}-Soil\ N_{nonfix})$$

N_2fixed: میزان نیتروژن تثبیت‌شده

N_{leg}: نیتروژن تجمع‌یافته در گیاه لگوم

N_{nonfix}: نیتروژن تجمع‌یافته در گیاه غیرلگوم

$Soil\ N_{leg}$: میزان نیتروژن معدنی خاک ناحیهٔ ریشهٔ گیاه لگوم

$Soil\ N_{nonfix}$: میزان نیتروژن معدنی خاک ناحیهٔ ریشهٔ گیاه غیرلگوم

برای آگاهی از وضعیت خاک و آب مزرعه، در هر سال از اجرای آزمایش، یک نمونهٔ مرکب خاک از عمق صفر تا ۴۰سانتی‌متر جهت اندازه‌گیری مشخصات فیزیکی و شیمیایی برداشت شد و به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج تجزیهٔ خاک در هر سال در جدول ۲-۲ آمده است. بررسی خصوصیات شیمیایی یک نمونه آب، مستلزم تجزیهٔ شیمیایی آن بوده و نیاز به تعیین مقدار مواد معدنی اعم از کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود، همچنین مقادیر SAR، TDS، هدایت الکتریکی، pH و غیره می‌باشد. جهت بررسی و آنالیز شیمیایی آب زیرزمینی مورد استفاده از طرح، هر ساله نمونه‌ای از آب چاه مربوطه به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آن در جدول ۳-۲ آمده است. یکی از روش‌های طبقه‌بندی آب آبیاری برای مقاصد کشاورزی، استفاده از ضریب جذب سدیم (SAR) و هدایت الکتریکی (EC) براساس نمودار ویلکاکس می‌باشد. این روش توسط آزمایشگاه شوری خاک ایالات متحده آمریکا پیشنهاد شده است. دیاگرام کیفیت آب چاه مورد استفاده در حد قابل‌قبول بود، به‌طوری که در کلاس C2-S1 قرار گرفت.

جهت تلقیح بذور در تیمارهای باکتریایی، میزان هفت‌گرم مایهٔ تلقیح تهیه شده در بخش بیولوژی مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب به همراه ۲۰میلی‌لیتر آب‌شکر ۲۰درصد به ازای هر کیلوگرم بذر مصرف گردید. پس از مخلوط‌کردن مایهٔ تلقیح با بذرها و خشک نمودن آن‌ها در سایه، به سرعت اقدام به کاشت گردید. در کرت‌های تیمارهای باکتریایی، مقدار ۲۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عنوان شروع‌کننده، مصرف گردید. بذور به صورت دستی در محل موردنظر به صورت جوی‌وپشته‌ای کشت گردیدند. کشت لوبیا در این آزمایش به صورت جوی‌وپشته و هیرم‌کاری انجام گرفت. کشت در سال اول آزمایش، اول خرداد و در سال دوم آزمایش، در ۲۲اردیبهشت انجام گرفت. آبیاری‌های بعدی، با فاصلهٔ ۸ تا ۱۰ روز بعد از زمان جوانه‌زنی کلیهٔ بذور تا زمان رسیدگی انجام گرفت. برای مقابله با خسارت علف‌های هرز، دو هفته قبل از کاشت از سم تریفلورالین به صورت پیش‌کاشتی استفاده گردید و در فصل رویش نیز از وجین دستی استفاده شد.

برای تجزیه واریانس مرکب از نرم‌افزار آماری SAS 9.2 استفاده شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال، اثر مایهٔ تلقیح و اثر رقم در سطح ۱درصد و اثر متقابل مایهٔ تلقیح در رقم در سطح ۵درصد بر مقدار تثبیت نیتروژن، معنی‌دار شد ولی سایر اثرات متقابل بر این مقدار، بی‌تأثیر بودند (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسات میانگین نشان داد که میزان تثبیت نیتروژن در سال اول، به میزان ۶۲ و در سال دوم آزمایش به میزان ۷۱ کیلوگرم در هکتار بوده است (جدول ۴). همچنین بالاترین میانگین نیتروژن تثبیت‌شده، از تیمارهای تلقیح به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد و کودی بود (شکل ۱).

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه قبل از کاشت (عمق نمونه‌برداری صفر تا ۴۰ سانتی‌متر) در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶
Table 1. Results of soil analysis (0-40 cm) in 2006 and 2007

مشخصات نمونه Sample	درصد اشباع S.P%	هدایت الکتریکی ds/m^2	واکنش گل اشباع pH	درصد مواد خنثی‌شونده T.N.V%	درصد کربن آلی OC%	نیتروژن کل Total N%	فسفر قابل‌جذب P ppm	پتاسیم قابل‌جذب K ppm	رس Clay%	سیلت Silt%	شن Sand%
R1	44.5	1.37	7.1	3.3	1.53	0.076	13	433	30	31	39
R2	46	1.03	7.2	3.4	1.38	0.090	10	445	29	30	41
R3	40.7	1.15	7.1	3.3	1.39	0.087	16	404	34	26	40
مشخصات نمونه Sample	درصد اشباع S.P%	هدایت الکتریکی ds/m^2	واکنش گل اشباع pH	درصد مواد خنثی‌شونده T.N.V%	درصد کربن آلی OC%	نیتروژن کل Total N%	فسفر قابل‌جذب P ppm	پتاسیم قابل‌جذب K ppm	رس Clay%	سیلت Silt%	شن Sand%
R1	40.5	1.5	7.4	3.6	1.43	0.086	12	418	32	38	31
R2	44	1.2	7.3	3.4	1.54	0.091	11.5	429	32	39	29
R3	41.2	1.1	7.1	3.46	1.71	0.079	15.3	414	33	40	27

جدول ۲- مشخصات فیزیکوشیمیایی آب آبیاری
Table 2. Results of water analysis

سال Year	SAR	NA (%)	K^+ (meq/l)	NA^+ (meq/l)	CL^- (meq/l)	$Hco3^-$ (meq/l)	اسیدیته pH	TDS (mg/l)	Ec (µs/cm)	Class
2006	1.486	37.76	0.02	1.8	0.6	3.2	8.07	308	488	C2-S1
2007	1.436	36.02	0.03	1.8	0.62	2.5	8.32	333	510	C2-S1

نتایج جدول مقایسه میانگین، اختلافی را در ارقام مختلف از نظر تثبیت نیتروژن اتمسفری نیز نشان داد، به‌طوری‌که میانگین تثبیت نیتروژن در رقم لوبیاچیتی COS16 نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود و نشان‌دهندهٔ ایجاد همزیستی بهتر آن با انواع مایه‌های تلقیح در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی است.

نتایج همچنین نشان داد که بیشترین نیتروژن تثبیت‌شده در تمامی ارقام، از نژاد Rb117 و کمترین مقدار نیتروژن تثبیت‌شده از تیمار ۱۰۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص حاصل شده است. در هر سه رقم در شرایط تیمار کودی، به جهت خاصیت بازدارندگی نیترات معدنی در تثبیت نیتروژن، مقدار تولید گره و تثبیت نیتروژن کاهش یافت (شکل ۳).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر سال بر صفت تعداد گره در بوته در سطح ۵درصد و اثر مایهٔ تلقیح و رقم در سطح ۱درصد بر این صفت معنی‌دار شد، اما سایر اثرات متقابل معنی‌دار نبودند. نتایج جدول مقایسات میانگین (جدول۴) نشان می‌دهد که مایهٔ تلقیح Rb117 (با میانگین ۵۵/۹عدد)، بیشترین تعداد گره را حاصل نمود و کمترین تعداد گره مربوط به تیمار N_{100} و شاهد (بدون کود و مایهٔ تلقیح) به‌ترتیب با میانگین ۱۳/۵عدد و ۲۶/۶عدد بود. همان‌گونه که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد میانگین تعداد گره تشکیل شده، به واسطهٔ کاربرد مایهٔ تلقیح، حدود ۷۵درصد بیشتر از میانگین گره در بدون تلقیح و شاهد نیتروژن است، به‌طوری‌که کاربرد ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن خالص، تعداد گره را به طور متوسط ۷۶درصد کاهش داد.

بیشترین تعداد گره تشکیل‌شده با ۵۵/۹عدد، مربوط به نژاد Rb117 بود و تیمار N_{100} با میانگین ۱۳/۵عدد، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. سایر مایه‌های تلقیح نیز با میانگین ۶۷/۵درصد افزایش در تعداد گره، نسبت به تیمار مصرف نیتروژن، در کلاس آماری پایین‌تری از Rb117 قرار گرفتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب تأثیر مایهٔ تلقیح (نژاد باکتری) و رقم لوبیا بر صفات کمّی لوبیا

Table 3. Combined analysis of variance for common bean characteristics under effect of different strains of Rhizobium

S.O.V	درجه آزادی df	نیتروژن تثبیت‌شده در هکتار N fixation/ha	وزن‌خشک گره‌ها Node dry weight	تعداد گره در بوته Node number	عملکرد پروتئین Protein yield	درصد پروتئین دانه Protein%	عملکرد دانه Seed yield
سال (Y) Year	1	2086.2*	22594.0**	877.2*	31476.0 **	16.0 n.s	592889.0**
سال× تکرار Replication×Year	4	4784.1	939.6	283.05	13147.7	0.657	303392.7
نژاد باکتری (A) Strains	5	20892.5**	413101.8**	4063.97**	273534/0**	15.2**	3651492.2**
ارقام (B) Cultivars	2	16374.4**	10415.1**	784.9**	12492.6 **	0.17 n.s	2737721.0**
اثرمتقابل A×B	10	762.4*	1307.24**	74.1 n.s	18219 **	4.06**	437916.9**
اثرمتقابل Y×A	5	84.5 n.s	1111.21**	56.04 n.s	2792 n.s	0.1117 n.s	50110.0 n.s
اثرمتقابل Y×B	2	193.42 n.s	712.79 *	22.420 n.s	17.57 n.s	0.53 n.s	19034.3 n.s
اثرمتقابل Y×A×B	10	6602.9 n.s	256.35 n.s	83.48 n.s	2467.0n.s	0.44 n.s	13543.7 n.s
اشتباه آزمایشی (E)	68	275.7	187.15	126.7	3126.0	0.857	25971.7
ضریب تغییرات (درصد) C.V%		12.17	13.3	30.08	7.7	3.9	5.3

n.s، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha = 0.05$ و $\alpha = 0.01$

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

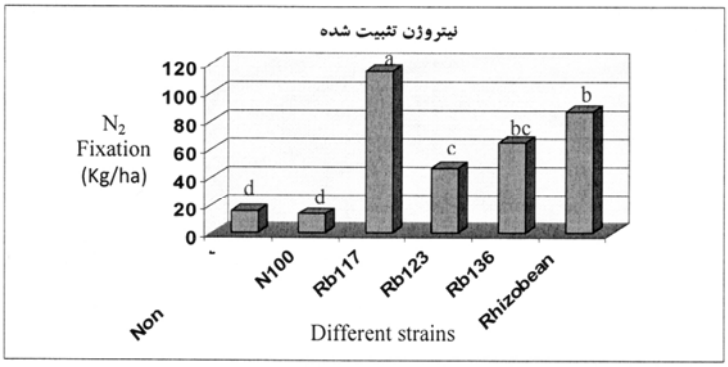
جدول ۴- مقایسهٔ میانگین صفات کمّی لوبیا در تیمارهای مختلف نژادهای باکتری در ارقام لوبیا

Table 4. Mean comparison for some traits in Common Bean cultivars under different inoculants application

	درصد پروتئین دانه Protein%	وزن خشک گره‌ها Node dry weight (g)	تعداد گره Node number Per plant	میزان تثبیت نیتروژن N fixation (Kg/ha)	عملکرد پروتئین Protein Yield (Kg/ha)	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)
سال Year						
2006	23.6a	88.5b	34.6 b	62.3 b	706.7 b	2973.54 b
2007	23.7 a	117.3a	40.3 a	71.1 a	740.8 a	3121.7 a
تلقیح Inoculants						
N0	21.9c	56.8e	26.65 c	15.8 e	500.0 e	2230.44 e
N100	23.8a	39.6f	13.5 d	13.7 e	751.5 c	3198.8b
Rb117	24.2a	166.8 a	55.9 a	115.8a	864.3 a	3557.7 a
Rb123	23.6b	99.5d	40.36 b	47.2 d	694.4 d	2947.4 d
Rb136	24.4a	122.7c	42.97 b	64.8 c	742.0 c	3074.3 c
Rhizobean	24.0ab	132.0 b	45.0 b	86.9 b	789.0 b	3277.9 b
رقم Varieties						
COS16	23.7 a	121.8 a	42.8 a	91.2 a	781.5 a	3308.08 a
Akhtar	23.7 a	88.9 c	34.7 b	52.9b	663.7c	2758.75 c
Derakhshan	23.6 a	98.0 b	34.8 b	56.0b	726.0 b	3076.06 b

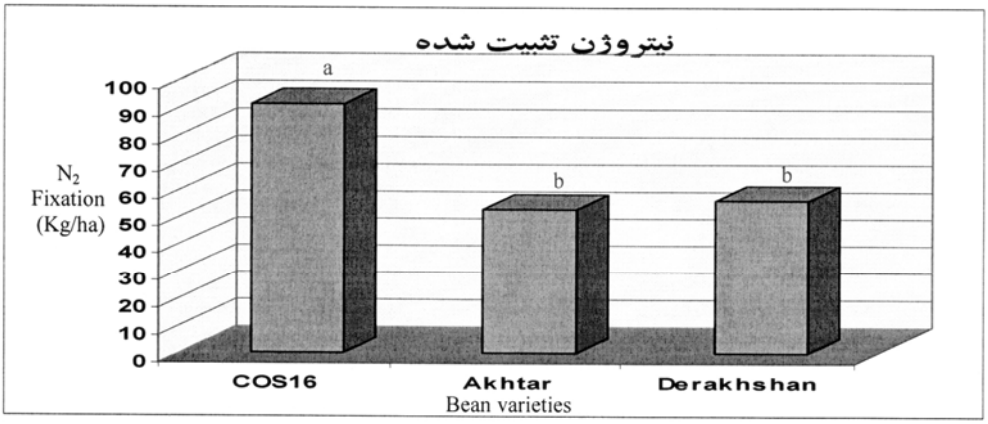
میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha = 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

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



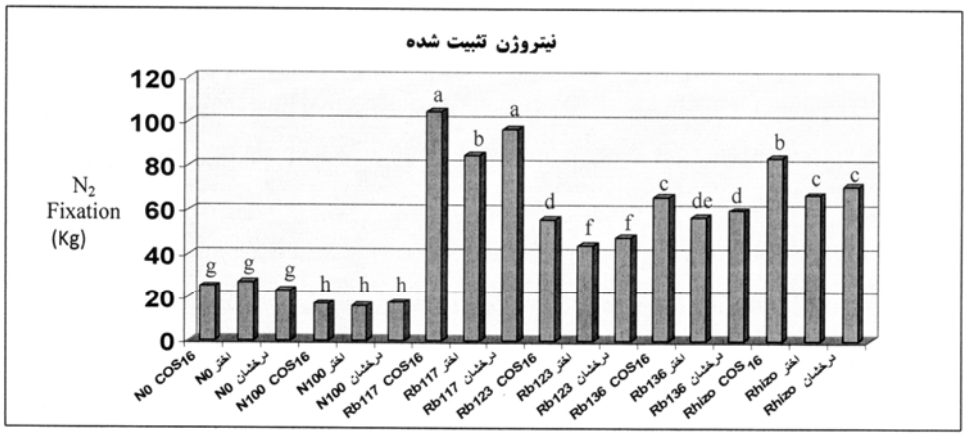
شکل ۱- اثر انواع نژادهای حاوی باکتری بر میزان تثبیت نیتروژن

Fig. 1. Effect of different strains on nitrogen fixation



شکل ۲- اثر رقم بر میزان تثبیت نیتروژن

Fig. 2. Changes of N fixation in different varieties of Common Bean



شکل ۳- اثرات متقابل رقم و مایهٔ تلقیح بر میزان تثبیت نیتروژن

Fig. 3. Interaction effect of different varieties and strains on changes of N fixation in Common Bean

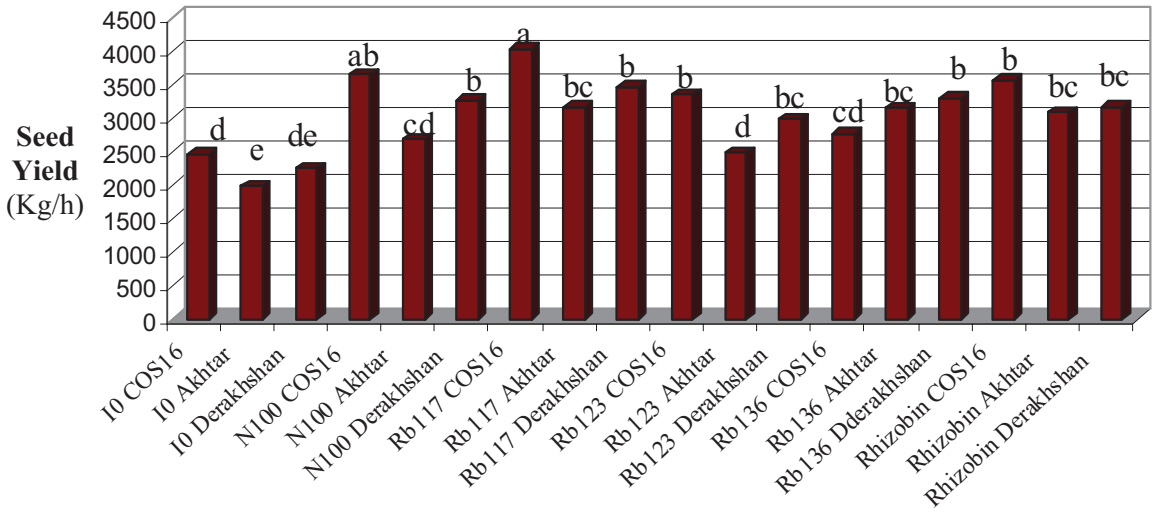
استفاده از مایهٔ تلقیح در لوبیا سبب افزایش معنی‌دار تعداد و وزن گره‌ها نسبت به تیمار عدم تلقیح می‌گردد، به‌طوری‌که دو سویهٔ L-51 و L-100 به ترتیب با ایجاد بیشترین تعداد (به ترتیب با ۶۲/۵عدد برای L-51 و ۵۸/۸عدد برای L-100) برترین سویه‌ها از میان ۱۰نژاد جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف ایران تشخیص داده شدند (Assadi Rahmani *et al*., 1999).

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر سال، اثر مایهٔ تلقیح و اثر رقم، همچنین اثرات متقابل مایهٔ تلقیح و رقم، سال و مایهٔ تلقیح، در سطح یک‌درصد و اثر متقابل سال در رقم، در سطح پنج‌درصد بر وزن گره معنی‌دار شده است، اما اثر متقابل سال و رقم و مایهٔ تلقیح بر این صفت معنی‌دار نشد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تأثیر مایهٔ تلقیح بر وزن گره در هر بوته، معنی‌دار بوده است و آن‌ها را در کلاس‌های آماری متفاوت قرار داده است، به‌طوری‌که در اثر تلقیح، وزن گره افزایش یافت و کمترین وزن گره، از تیمار شاهد نیتروژن به‌دست آمد. مایهٔ تلقیح Rb117 (با میانگین ۱۶۶/۸گرم با کلاس آماری a)، ریزوبین (با میانگین ۱۳۲گرم در کلاس آماریb)، مایهٔ تلقیح Rb136 (با میانگین ۱۲۲/۷گرم درکلاس آماری c) و مایهٔ تلقیح Rb123 (با میانگین ۹۹/۵گرم در کلاس آماری d)، بیشترین وزن گره را حاصل نمودند و کمترین وزن گره مربوط به تیمار N_{100} و شاهد مایهٔ تلقیح به ترتیب با میانگین ۳۹/۵گرم (در کلاس آماری f) و ۵۶/۸گرم (کلاس آماری e) بود (جدول ۴). با ارزیابی استفاده از مایهٔ تلقیح ریزوبیوم در مقایسه با مصرف کود نیتروژن در زراعت لوبیا در استان مرکزی، که شامل ۱۰تیمار تلقیح باکتری L-۱۲۰، L -۱۰۹، L-۳۹، L-۵۸، L-۱۰۰، L-۳۰، L-۷۰، L-۲۱۶، L-۴۷، L-۷۸ و دو تیمارکودی ۲۰۰ و۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و یک تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژنه و تلقیح میکروبی) بود، نتیجه گرفته شد که تیمار ۱ با ۲۹گره و وزن ۰/۲۷۷گرم دارای بیشترین و تیمار کودی ۱۲ با پنج گره و وزن ۰/۰۲۷گرم، دارای کمترین تعداد گره و به همراه تیمار۱۱، دارای کمترین وزن گره می‌باشد. در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۲، تیمار باکتریایی ۸، دارای بیشترین تعداد گره بود (Khodshenas *et al*., 2006).

بیشترین وزن گره به میزان ۱۲۱/۸گرم با کلاس آماریa مربوط به رقم COS16 بوده و ارقام درخشان و اختر به ترتیب با میانگین‌های ۸۸/۹ و ۹۸گرم، در کلاس آماری b و c قرار گرفتند (جدول ۴). در مجموع، کاشت بذورِ تلقیح شده با انواع مایهٔ تلقیح توانست عملکرد دانه را حدود ۴۳درصد نسبت به تیمار بدون تلقیح و بدون کود، افزایش دهد. در بین انواع نژادهای حاوی باکتری، نژادRb117 حاوی باکتری‌های بومی با تاثیرحدود ۵۹درصدی و نژاد Rb123 با تاثیر ۳۲درصدی نسبت به شاهد، به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشتند. مایهٔ تلقیح ریزوبین و عامل کودی، به یک اندازه بر عملکرد مؤثر واقع شدند (۴۴درصد افزایش نسبت به شاهد). به نظر می‌رسد نژاد باکتری Rb117 در مقایسه با سایر نژادها، از توانایی رقابت بالاتری برخوردار است. بررسی کارآیی مایهٔ تلقیح ریزوبیومی در نواحی مختلف استان مرکزی، نشان داد که با مصرف مایهٔ تلقیح، عملکرد لوبیا نسبت به تیمار مصرف کود نیتروژن (N_{150}) افزایش داشته است، به‌طوری‌که میزان افزایش نسبت به تیمار کودی، در شهرستان اراک ۱۱، خمین ۱/۶ و شازند ۸/۶ درصد بود (Dadivar & Khodshenas, 2005). بالاترین عملکرد دانه از رقم لوبیاچیتی COS16، به مقدار ۳۳۰۸کیلوگرم حاصل شد که حدود ۷/۵درصد از رقم درخشان و حدود ۱۹درصد از رقم اختر بیشتر بود (جدول ۴).

در بین اثرات متقابل، تنها اثر متقابل مایهٔ تلقیح و رقم در سطح یک‌درصد معنی‌دار شد و مابقی اثرات متقابل، غیرمعنی‌دار بودند. بیشترین عملکرد دانه، ناشی از ترکیب تیمار Rb117 با ارقام مورد آزمایش بود و در این بین، ترکیب Rb117 با رقم COS16، با عملکردی معادل ۴۰۳۴کیلوگرم به بیشترین عملکرد دانه منجر شد و کمترین آن مربوط به اثر متقابل بدون تلقیح و رقم اختر، به میزان ۱۹۷۷کیلوگرم بود (شکل ۴). این شکل نشان می‌دهد که عکس‌العمل کلیهٔ ارقام نسبت به کاربرد انواع مایهٔ تلقیح یکسان نیست و تغییرات در رقم COS16 شدیدتر از سایر ارقام است. کاربرد نژادهای L-۵۸ و L-۳۰، به ترتیب بیشترین عملکرد دانه (۲۵۳/۵گرم بر مترمربع) و وزن خشک اندام هوایی (۵۵۱/۴گرم بر مترمربع) را در لوبیا ایجاد کردند و تیمار شاهد (بدون تلقیح) با ۱۷۳/۹گرم بر مترمربع، دارای کمترین مقدار عملکرد دانه بود (Khodshenas *et al*., 2006). تلقیح با ریزوبیوم، به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد، مقدار تانن و پروتئین دانه در باقلا گردید و آلودگی به ویروس موزائیک زرد باقلا را نیز به طور چشمگیری کاهش داد (Babiker *et al*., 1995).



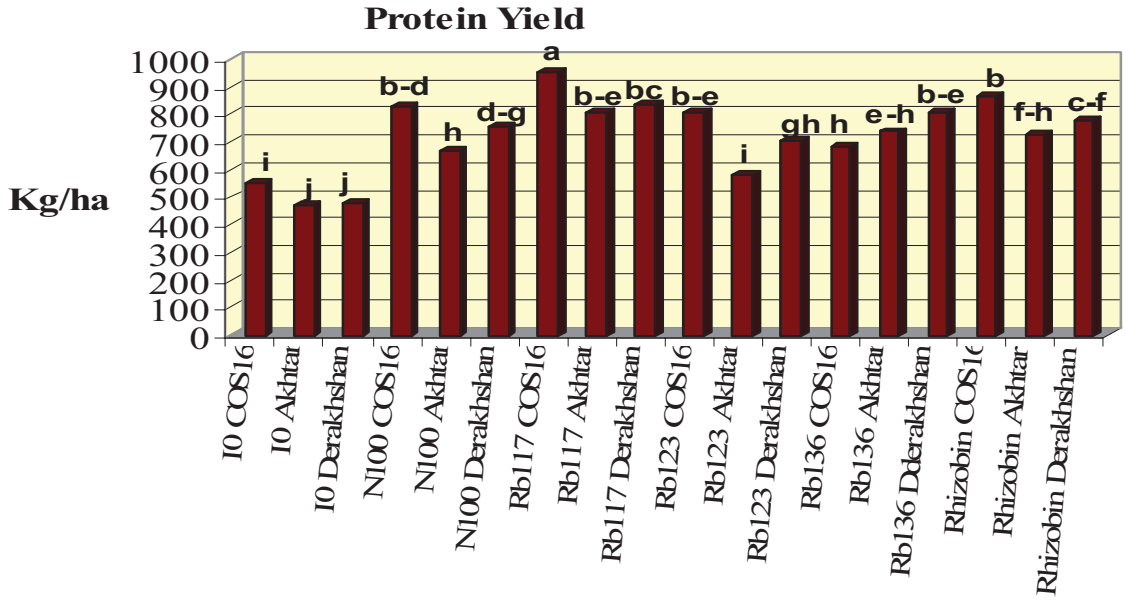
شکل ۴- اثرات متقابل رقم و مایهٔ تلقیح بر عملکرد دانه

Fig. 4. Interaction effect of different varieties and strains on changes yield in Common Bean

همچنین نتایج یک آزمایش مزرعه‌ای در شش منطقه از ویکتوریای استرالیا نشان داد که عملکرد دانه، در تمام تیمارهای تلقیحی افزایش داشته است (Carter *et al*., 1994). تیمارهای تلقیحی به روی باقلا در خوزستان نیز بین ۳۵ تا ۶۹درصد نسبت به شاهد افزایش عملکرد نشان دادند (Khosravi *et al*., 2001). مصرف مایهٔ تلقیح در سویا، عملکرد دانه را نسبت به تیمار ۱۸۰کیلوگرم مصرف کود، دو برابر و نسبت به شاهد بدون تلقیح، ۱۰برابر افزایش داده است (Duong *et al*.,1984). بررسی نژادهای مختلف نشان داد که بین ارقام لوبیا از لحاظ عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص سطح برگ و وزن غلاف خشک در مترمربع، اختلاف بسیار معنی‌داری بدست آمد، در حالی که از نظر شاخص برداشت دانه، تفاوت معنی‌داری حاصل نشد (Ghasemi-Pirbaloti *et al*., 2003). نتایج این تحقیق نشان داد که نژادهای برتر بومی، به دلیل سازگارشدن بهتر به شرایط خاک و اقلیم منطقه، توانایی رقابت بیشتری با باکتری‌های دیگر دارند و مؤثرترند.

بالاترین عملکرد پروتئین به مقدار ۸۶۴/۳کیلوگرم در هر هکتار، به تیمار مایهٔ تلقیح Rb117 و کمترین آن، مربوط به تیمار بدون تلقیح با میانگین ۵۰۰کیلوگرم بود. کمترین عملکرد پروتئین به تیمارهای N_{100} و Rb136 مربوط بود. تأثیر رقم نیز بر عملکرد پروتئین دانه، در سطح ۵درصد معنی‌دار شد، به‌طوری‌که لوبیاچیتی رقم COS16، با میانگین ۷۸۱/۵کیلوگرم، بالاترین و رقم اختر با میانگین ۶۶۳/۷کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد پروتئین را به خود اختصاص دادند. بیشترین عملکرد پروتئین، از رقم لوبیا چیتیِ تلقیح‌شده با مایهٔ تلقیح Rb117 به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج اثرات متقابل مایهٔ تلقیح و رقم بر عملکرد پروتئین (شکل ۵) نشان می‌دهد که بالاترین عملکرد پروتئین نیز از ترکیب Rb117 با رقم COS16 با عملکردی معادل ۸۰۶کیلوگرم به‌دست آمد و کمترین آن، مربوط به اثر متقابل شاهد بدون تلقیح و رقم‌های اختر و درخشان به‌ترتیب به میزان ۴۷۱ و ۴۷۷ کیلوگرم بود (شکل ۵).

همچنین بالاترین درصد پروتئین، به ترتیب به مقدار۲۴/۴ و ۲۳/۸درصد، مربوط به تیمار مایهٔ تلقیح Rb117 و کود نیتروژن بود و کمترین آن، مربوط به تیمار شاهد (بدون تلقیح و کود) با میانگین ۲۱/۹درصد بود. با بررسی توان تثبیت نیتروژن توسط ایزوله‌های مختلف باکتری ریزوبیوم فازئولی در لوبیاچیتی و قرمز در منطقهٔ شهرکرد، این نتیجه گرفته شد که بیشترین درصد پروتئین دانه از تلقیح بذور با سویهٔ L-125 منطقهٔ الشتر، به میزان ۲۱/۴۷درصد و کمترین آن، از تیمار مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۸/۳۷درصد به‌دست آمد. همچنین بیشترین عملکرد دانه، از تلقیح بذور با نژاد L-125 منطقهٔ الشتر به میزان ۰/۲۵۱کیلوگرم در مترمربع و کمترین آن از شاهد به میزان ۰/۱۴۱کیلوگرم در مترمربع بدست آمد. نژاد مذکور با سویه‌های L-78 از منطقهٔ شهرکرد و L-109 از منطقهٔ تویسرکان همدان در یک گروه آماری قرار گرفتند (Yadegari *et al*., 2005).



شکل ۵- اثرات متقابل رقم و مایهٔ تلقیح بر عملکرد پروتئین دانه

Fig. 5. Interaction effect of different varieties and strains on changes protein yield

جدول ۵- ضرایب همبستگی صفات عملکرد دانه، عملکرد پروتئین، تعداد گره، وزن گره در بوته، نیتروژن تثبیت شده و درصد پروتئین.

Table 5. Correlations coefficients between grain yield, protein yield, node number, node weight, nitrogen fixation and protein percent

صفات Traits	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد پروتئین Protein yield	تعداد گره در ریشه Node number per plant	وزن گره Node dry weight	نیتروژن تثبیت‌شده N fixation/ha	درصد پروتئین Protein%
عملکرد دانه Seed yield	1					
عملکرد پروتئین Protein yield	0.979**	1				
تعداد گره Node number	0.47 ns	0.526*	1			
وزن گره Node dry weight	0.594*	0.64**	0.956**	1		
تثبیت نیتروژن N fixation/ha	0.878**	0.90**	0.59*	0.68**	1	
درصد پروتئین Protein%	0.48 ns	0.64**	0.36 ns	0.4 ns	0.55*	1

n.s، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح 0.05 =α و 0.01 =α.

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

این تغییرات در عملکرد و پروتئین، احتمالاً مربوط به اختلاف در میزان توان تثبیت نیتروژن و فراهمی میزان نیتروژن برای گیاه توسط سویه‌های مختلف باکتری می‌باشد. بیشترین درصد پروتئین، از رقم اخترِ تلقیح‌شده با مایهٔ تلقیح Rb117 (با میانگین ۲۵/۳درصد) و کود داده‌شده (با میانگین ۲۵/۰۳درصد)، به‌دست آمد که به طور متوسط ۱۹درصد از میانگین کمترین مقادیر حاصله، بیشتر است. نتایج جدول همبستگی صفات (جدول ۵) نشان می‌دهد که عملکرد دانه به‌ترتیب با میزان نیتروژن تثبیت‌شده در واحد سطح و وزن گره در هر بوته، همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک‌درصد و پنج‌درصد دارد، به‌طوری‌که با افزایش میزان تثبیت نیتروژن، عملکرد دانه افزایش می‌یابد. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که نیتروژن تثبیت‌شده، با وزن گره‌ها در بوته در سطح یک‌درصد و با تعداد گره و درصد پروتئین در سطح پنج‌درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.

منابع

1. Assadi-Rahmani, H., Khavazi, K., Asgharzadeh, A., and Rejalli, F. 2005. Methods for evaluating biological nitrogen fixation. In: K. Khavazi, H. Assadi-Rahmani and M.J. Malakoti (Eds.). Necessity for the production of biofertilizers in Iran. Compilation of papers- 2nd Edition. Soil and Water Research Institute. p. 80-108.
2. Assadi-Rahmani, H., Afshari, M., Khavazi, K., and Sajadi, H.1999. Study the nitrogen fixation efficiency of native strains of symbiosis Rhizobium bacteria in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Soil and Water Research Institute. Jahad-Agriculture Ministry. p: 93-97.
3. Babiker, E.E., Elsheikh, A.E., Osman, A.J., and Tinay, A.H.E. 1995. Effect of nitrogen fixation, nitrogen fertilization and viral infection on yield, tannin and protein contents and in vitro protein digestibility of faba bean. Plant Foods for Human Nutrition 47: 257-263.
4. Bailay, L.D. 1988. Influence of single strain and a commercial mixture of *Bradyrhizobium japonicum* on growth, nitrogen accumulation and nodulation of two early maturing soybean cultivars. Canadian Journal of Plant Science 68: 411-418.
5. Berg, R.K., and Lognachan, J.K. 1988. Nodule occupancy by introduced *Bradyrhizobium japonicum* in Iowa soils. Agronomy Journal 80: 876-88
6. Carter, J.M., Gardner, W.K., and Gibson, A.H. 1994. Improved growth and yield of faba beans (*Vicia faba* cv. Fiord) by inoculation with strains of *Rhizobium leguminosarum* biovar. *viciae* in acid soils in south-west Victoria. Aust. J. Agri. Research 94: 613-623.
7. Dadivar. M., and Khodshenas, M.A. 2005. Evaluation the efficiency of Rhizobium inoculants application on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Markazi Province. First Iranian Pulse Crops Symposium, 20-21 November, Mashhad, Iran.
8. Danso, S.K., and Owiredu, J.D. 1988. Competitiveness of introduce and indigenous cowpea in three soil. Soil Biology and Biochemistry 20: 305-310.
9. Duong, T.P., Diep, V.C.N., Khiem, N.H., Tol, N.V., and Nhan, L.T.K. 1984. Rhizobium inoculants for soybean [*Glycine max* L. Merril] in Mekong dalta. II. Response of soybean to chemical nitrogen fertilizer and Rhizobium inoculation. Plant and Soil 79: 241-247.
10. Ghasemi-Pirbaloti, A., Allah-Dadi, I., and Akbari, G.A. 2003. Study the effect of seed inoculation with different strains of Rhizobium in different varieties of common bean on yield and yield components for selection the best strain-variety composition. Final Report of Research Design. Tehran University.
11. Khavazi, K. 2005. Use of markers gene to monitoring of Rhizobiums competition ability. In: K. Khavazi., H. Assadi-Rahmani, H., and M.J. Malakoti (Eds.). Necessity for the Production of Biofertilizers in Iran. Compilation of Papers- 2nd Edition. Soil and Water Research Institute. p: 109-131.
12. Khavazi, H., Assadi-Rahmani, H., and Malakoti, M.J. 2005. Necessity for the Production of Biofertilizers in Iran. Compilation of Papers- 2nd Edition. Soil and Water Research Institute. p:154-170.
13. Khodshenas, M.A., Dadivar, M., Assadi-Rahmani, H., and Afshar, M. 2006. Study the effect of rhizobacteria seed inoculation compare with using chemical nitrogen fertilizer in common bean cultivation in Markazi Province. Agriculture and Natural Resource Sci. 13.
14. Khosravi, H., Khavazi, K., and Mirzashahi, K. 2001. Use of faba bean inoculants instead of chemical fertilizer (Urea fertilizer) in Safi-Abad Dezfol region. Soil and Water Res. (Special for optimizing fertilizers application) 12: 146-153.
15. May, S., and Bohlool, N.B. 1983. Competition among *Rhizobium leguminosarum* strains for nodulation of lentils. Applied Microbiology 45: 960-965.

16. Yadegari, M., Akbari, G.A., Allahdadi, I., Dasneshiyan, J., and Assadi-Rahmani, H. 2005. Study the effect of different inoculants of *Bradyrhizobium japonicunm* on soybean (*Glycine max* L.). Iranian Agronomy Journal Science 6(1): 32-55.
17. Yahyaabadi, M. 2008. Evaluation of nitrogen fixation potential and nutrients uptaking in some common bean symbiosis bacteria. Proceeding of 1^{0th} Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. 19-21 August, Karaj, Iran, p: 75.
18. Zhengqi, C., and Mackenize, A.F. 1992. Soybean nodulation and grain yield as influenced by N-fertilizer rate. Canadian Journal & Plant Science 72: 1049-1056.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 109-120

Comparing the biological nitrogen fixation efficiency, in native and non-native strains of *Rhizobium leguminosarum*;bv.phaseoli in Common Bean

Mehrpoyan[1*], M. & Shirani Rad[2], A.H.

1- Islamic Azad University, Miyaneh Branch, Miyaneh, Iran
2- Associate Professor of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

Received: 12 November 2010
Accepted: 22 May 2011

Abstract

In order to study the biological fixation efficiency of different strains of symbiosis bacteria in three varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) a factorial experiment based on randomized complete block design was conducted in Zanjan province during 2006 and 2007. In this investigation three strains of Rizobium including: Rb117 (extracted from the Zanjan soils), Rb123 (extracted from the Hamadan soils), Rb136 (extracted from the Chahar Mahal Bakhtiyari soils) and a biological inoculants (Rhizobean), with two nitrogen fertilizer treatments (application of 100 kg/ha N and no N application as control), and three bean cultivars (erect type) (COS16, Akhtar and Derakhshan) arranged and data analysis preformed using SAS9.1 and means comparison were done with Duncan's Multiple Range Test. Results showed that Rb117 strain caused 59% increasing in seed yield compared with non inoculants treatments. The results showed that significant difference in seed and protein yield, seed protein percentage, number and weight of nodules (50 day after emergence) were observed among seed inoculated and non-inoculated. The highest protein content (about 24%) and protein yield (864 kg/ha) were achieved from 100 kg nitrogen, inoculated by Rb117 strain and lowest protein yield was produced from control. Among of all inoculants *Rhizobium leguminosarum*;bv.*phaseoli*, Rb117 strain was more effective than other strains, on common bean yield. Among three cultivars, COS16 line was successful in compared with other cultivars. Among Rizobium strains, Rb117 and among bean cultivars, COS16 produced the highest seed yield. Common bean production using strains of Rizobium caused 43% yield increasing and Rb117 strain compatibility was more than other strains and had the most influence on yield.

Key words: Common bean, Inoculants, Nitrogen fixation, Varieties, Yield

[*] **Corresponding Author**: E-mail: mtaherkhani_2000@yahoo.com, Mobile : 09127413348

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲ شماره ۲، صفحه ۱۳۲-۱۲۱، نیمه دوم ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 121-132

تأثیر عصارهٔ ورمی‌کمپوست بر رشد اولیه نشاء لوبیاقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) در شرایط تنش شوری

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

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

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۳۰

چکیده

کود آلی ورمی‌کمپوست، به‌دلیل ساختار متخلخل، ظرفیت نگه‌داری آب بالا، دارا بودن موادی شبیه به هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و همچنین وجود مقادیر بالای عناصر غذایی ماکرو و میکرو، می‌تواند تأثیر تنش‌های مختلف را بر گیاهان کاهش دهد. این مطالعه به‌منظور بررسی برهم‌کُنش سطوح مختلف عصارهٔ آبی ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک نشای لوبیاقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) انجام شد. دَه سطح مختلف از عصارهٔ ورمی‌کمپوست (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۰۰درصد) و پنج سطح شوری (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و۱۲۰ میلی‌مول NaCl) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی شد. نمونه‌برداری از نشاها پس از یک هفته انجام شد. نتایج نشان داد که در محیط بدون تنش، عصارهٔ ورمی‌کمپوست در غلظت‌های ۱، ۲، ۷/۵ و ۱۰درصد، طول و وزن خشک هیپوکوتیل و همچنین وزن خشک ریشه را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد ($p\leq 0.05$)، اما تأثیر معنی‌داری بر قطر، سطح و مجموع طول ریشه‌ها نداشت. غلظت‌های ۲ و ۱۰درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست در شوری ۳۰میلی‌مول NaCl و عصارهٔ ۷/۵درصد در شوری ۹۰میلی‌مول NaCl، طول هیپوکوتیل را نسبت به شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) به‌صورت معنی‌داری افزایش داد. در این آزمایش، غلظت‌های ۲ و ۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست به‌ترتیب در شوری ۳۰ و ۱۲۰میلی‌مول NaCl، کاهش وزن خشک ریشه را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، رشد، لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، ورمی‌کمپوست

مقدمه

حبوبات پس از غلات، مهم‌ترین منبع غذایی بشر هستند و لوبیا، مهم‌ترین حبوبات جهان محسوب می‌شود (Dorri, 2008). سطح زیر کشت این گیاه در ایران حدود ۹۰هزار هکتار است که از این سطح بیش از ۱۴۰هزار تُن محصول برداشت می‌شود. متوسط عملکرد لوبیا در کشور (۱۵۷۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به متوسط عملکرد سایر حبوبات، بالاتر است (Bagheri *et al.*, 2001). لوبیا گیاهی است حساس به شوری و واکنش‌های اولیهٔ این گیاه در مواجهه با شوری، کاهش رشد به‌ویژه سطح برگ و سوختگی حاشیه‌های برگ است (Dorri, 2008).

زمانی که افزایش سطح شوری در محیط کشت گیاه، بیش از ۱۰۰ تا ۳۰۰میلی‌مول باشد، تنش شوری در گیاهان ایجاد می‌شود (Gajdos, 1997). لوبیا شوری را تا حد ۲دسی‌زیمنس بر متر تحمل می‌کند ولی کاهش عملکرد آن، از شوری معادل ۰/۸دسی زیمنس بر متر شروع می‌شود (Bennett, 1996).

در زمین‌های زراعی، از کمپوست به‌منظور بهبود ساختمان و افزایش حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود (Lakhdar *et al.*, 2009). ورمی‌کمپوست[1]، نوعی کمپوست است که طی یک فرایند غیرحرارتی به‌وسیله کِرم تولید می‌شود (Krishnamoorthy & Vajranabhaiah, 1986) و با دارابودن یک تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال، نسبت به کمپوست‌های تولیدشده در فرایند حرارتی، به‌عنوان پالاینده و اصلاح‌کنندهٔ مهم خاک به کار گرفته می‌شود (Arancon *et al.*, 2004a). ورمی‌کمپوست حاوی میکروارگانیزم‌های هوازی

*نویسنده مسئول: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی، همراه: ۰۹۳۶۳۳۴۶۳۰۳
پُست الکترونیک:abdollahbeyk@gmail.com

1. Vermicompost

مفید مانند ازتوباکترها بوده و عاری از باکتری‌های غیر هوازی، قارچ‌ها و میکرواورگانیزم‌های پاتوژن می‌باشد. ورمی‌کمپوست از خلل و فرج زیاد، ظرفیت بالای تهویه، زه‌کشی مناسب و ظرفیت نگه‌داری بالای آب برخوردار است (Atiyeh *et al*., 2001). همچنین ورمی‌کمپوست دارای هومات[1] می‌باشد که از نوع مواد هومیکی است که از مدفوع کرم خاکی در حال تجزیه‌شدن ناشی می‌شود. این مواد دارای اثرات مشابه تنظیم‌کننده‌های رشد و هورمون‌ها است. وجود مواد هومیکی و مواد آلی در ورمی‌کمپوست، رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه با کودهای معدنی تحریک می‌کند (Atiyeh *et al*., 2002a ; Muscolo *et al*., 1999). بالابودن میزان عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و همچنین وجود عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای ورمی‌کمپوست است (Atiyeh *et al*., 2000). تولید و استفاده از عصارهٔ ورمی‌کمپوست به سرعت در سال‌های اخیر گسترش یافته است (Edwards *et al*., 2007). عصارهٔ ورمی‌کمپوست دارای ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی سودمند ورمی‌کمپوست جامد است. روش‌های مختلفی برای تولید عصارهٔ ورمی‌کمپوست وجود دارد. در همه روش‌ها، در طول عصاره‌گیری، مواد مغذی معدنی محلول، میکرواورگانیزم‌های مفید، هومیک‌اسیدها و فولویک‌اسیدها[2]، هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از ورمی‌کمپوست، وارد عصاره می‌شوند. احتمالاً این مواد عامل مهمی برای رشد بهتر گیاهان می‌باشند (Greytak *et al*., 2006). Archana *et al*. (2009) بیان کردند که عصارهٔ ورمی‌کمپوست، عملکرد گیاه و عناصر معدنی غذایی را در گیاهان به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. بر اساس تحقیقات انجام‌شده در بعضی از گیاهان مانند آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus* L.)، ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات زیان‌آور شوری را کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول شود (Rafiq & Nusrat, 2009). بررسی‌ها نشان داده است که زیست‌تودهٔ تمبرهندی (*Tamarindus indica* L.) در حضور ورمی‌کمپوست در برابر تنش کلرید سدیم بیش از چهار برابر افزایش یافت (Oliva *et al*., 2008). از آنجا که لوبیا یک محصول باارزش اقتصادی است و در رژیم غذایی جامعه نقش مهمی را ایفا می‌نماید و نظر به این که این گیاه حساس به شوری است، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش شوری بر خصوصیات رشد رویشی لوبیا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی برهم‌کُنش عصارهٔ ورمی‌کمپوست در بهبود اثرات منفی ناشی از تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه لوبیا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، انجام شد. غلظت‌های مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست شامل شاهد (صفر)، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و۱۰۰درصد و سطوح مختلف شوری شامل شاهد (صفر)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و۱۲۰میلی‌مول NaCl بر رشد رویشی لوبیاقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) مورد بررسی قرار گرفت. برای تهیه عصارهٔ ورمی‌کمپوست، ۱۰۰حجم ورمی‌کمپوست با ۴۰۰سی‌سی آب مقطر، مخلوط و ۲۴ساعت در شیکر گذاشته شد (Greytak *et al*., 2006). محلول حاصله به‌وسیله پارچهٔ تنظیف صاف و سپس با اضافه‌کردن آب‌مقطر به محلول حاصله، غلظت‌های مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست تهیه شد. تجزیهٔ شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده برای تهیه عصاره، در جدول ۱ نشان داده شده است. با اضافه‌کردن مقادیر مورد نظر NaCl به عصارهٔ ورمی‌کمپوست، تیمارهای آزمایشی آماده شدند. هر پتری‌دیش که در کف آن کاغذ صافی استریل قرار داده شده بود، به‌عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد که با توجه به تعداد تیمارهای آزمایشی و محدودیت بسیار زیاد بذر، تنها پنج عدد بذر در هر واحد آزمایشی قرار گرفت. به هر واحد آزمایشی، پنج سی‌سی محلول تهیه‌شده شامل سطوح مختلف شوری و غلظت‌های مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست اضافه شد. اطراف پتری‌دیش‌ها با پارافیلم، بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲۵درصد گذاشته شدند. برداشت پتری‌دیش‌ها یک هفته بعد از شروع آزمایش انجام شد. پس از برداشت، ریشه‌چه و ساقه‌چه از بذر جدا شدند و طول بخش هوایی (طول هیپوکوتیل) به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد. صفات مربوط به ریشه‌چه مانند طول، سطح و قطر، پس از رنگ‌آمیزی با پرمنگنات منیزیوم و خارج‌کردن آب سطح

1. Humate
2. Fulvic acids

ریشه، به‌وسیله دستگاه اندازه‌گیری ریشه[1] اندازه‌گیری شدند. به‌منظور تعیین وزن خشک اندام‌های فوق، ساقه‌چه و ریشه‌چه در آون ۷۰درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ساعت خشک شدند و وزن خشک آن‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱گرم اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل سطح معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال خطای ۵درصد ($p \leq 0.05$) استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست

Table 1. Chemical characteristics of vermicompost

	نیتروژن (درصد) N (%)	سدیم (درصد) Na (%)	منیزیوم (درصد) Mg (%)	آهن (قسمت در میلیون) Fe (ppm)	روی (قسمت در میلیون) Zn (ppm)	مس (قسمت در میلیون) Cu (ppm)	منگنز (قسمت در میلیون) Mn (ppm)
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.685	1.36	0.272	22307	651.9	218.89	439.9

نتایج و بحث

طول هیپوکوتیل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌داری ($p\leq 0.01$) بر طول هیپوکوتیل لوبیا داشت (جدول ۲). در این آزمایش، طول هیپوکوتیل در شوری معادل ۳۰ میلی‌مول NaCl تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت ولی طول هیپوکوتیل در سایر سطوح تنش (۶۰، ۹۰ و ۱۲۰میلی‌مول NaCl) از این نظر تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت و افزایش شوری، طول هیپوکوتیل را کاهش داد (جدول ۳). عصارهٔ ورمی‌کمپوست در غلظت‌های ۱، ۲، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۰۰درصد T تأثیر بسیارمعنی‌داری بر طول هیپوکوتیل لوبیا داشت. بیشترین (۲/۹سانتی‌متر) و کمترین (۲/۱سانتی‌متر) طول هیپوکوتیل به‌ترتیب به تیمار ۷/۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست و شاهد تعلق داشت (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم‌کُنش شوری و عصارهٔ ورمی‌کمپوست بر طول هیپوکوتیل بسیارمعنی‌دار ($p\leq 0.01$) است (جدول ۲). در شوری معادل ۳۰میلی‌مول NaCl، طول هیپوکوتیل در تمام غلظت‌های عصارهٔ ورمی‌کمپوست به استثنای غلظت ۰/۵درصد، نسبت به شاهد (بدون عصارهٔ ورمی‌کمپوست) افزایش نشان داد، اما این افزایش، تنها در غلظت‌های ۲ و ۱۰درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست معنی‌دار بود. در شوری ۶۰میلی‌مول NaCl، تنها در غلظت ۲درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌دار در طول هیپوکوتیل نسبت به شاهد مشاهده شد. در شوری معادل ۹۰میلی‌مول NaCl، طول هیپوکوتیل در تمام غلظت‌های عصارهٔ ورمی‌کمپوست، نسبت به شاهد افزایش نشان داد، ولی این افزایش، تنها در غلظت‌های ۷/۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست معنی‌دار بود. در شوری معادل ۱۲۰میلی‌مول NaCl، در غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۵، ۷/۵ و ۱۰درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست، افزایش طول هیپوکوتیل مشاهده شد اما این افزایش، معنی‌دار نبود (شکل ۱). بنابراین در غلظت‌های ۲ و ۱۰درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست در شوری ۳۰میلی‌مول و در غلظت ۷/۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست در شوری ۹۰میلی‌مول NaCl، افزایش طول هیپوکوتیل نسبت به شاهد، معنی‌دار بود. Archana *et al.* (2009) نیز افزایش ارتفاع گیاه کلم‌راپا[2] (*Brassica rapa*) با کاربرد عصارهٔ ورمی‌کمپوست را گزارش کردند. در تحقیقات دیگری تأثیر ورمی‌کمپوست بر افزایش ارتفاع گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.) و گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) (Warman & AngLopez, 2010)، گونه‌های نخود (*Cicer sp.*) و نخودفرنگی (*Pisum sp.*) (Sinha *et al.*, 2010)، بادنجان (*Solanum melongena* L.)، بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) و گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentom* L.) (Gajalakshmi & Abbasi, 2002)، گل همیشه‌بهار (*Daucus carota*) و هویج (Muscolo *et al.*, Atiyeh 2002b)

1. Root analyser

2. Pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group)

al., 1999) گزارش شده است. Rafiq & Nusra (2009) نیز گزارش کردند که ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات زیان‌آور شوری را در گیاه آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus* L.) کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول گردد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. Archana *et al.* (2009) تأثیر عصارهٔ ورمی‌کمپوست را بر رشد محصول تا حد زیادی به مواد مغذی معدنی به‌ویژه نیتروژن جذب‌شده توسط گیاهان نسبت دادند. Arancon *et al.* (2007) گزارش کردند که هومیک، فولویک و دیگر اسیدهای آلی استخراج‌شده از ورمی‌کمپوست یا تولیدشده توسط میکرواوگانیزم‌ها می‌تواند موجب تحریک رشد گیاه شود. Garcia *et al.* (2002) نشان دادند که عصارهٔ آبی ورمی‌کمپوست دارای ترکیباتی با ساختار مولکولی و فعالیت زیستی شبیه اُکسین هستند. Edwards (2004) بیان داشت که عصاره‌های آبی ورمی‌کمپوست حاصل از پسماندهای گاو، دارای مقادیر زیاد ایندول استیک‌اسید و مقادیر کمتری جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها می‌باشند. Muscolo *et al.* (1999) بیان داشتند که تحریک تولید مواد اُکسین‌مانند در زمان مصرف ورمی‌کمپوست، علت افزایش ارتفاع گیاهان می‌باشد. همچنین از آنجا که اسیدآمینه تریپتوفان، پیش‌مادهٔ سنتز ایندول‌استیک‌اسید می‌باشد و وجود عنصر روی در ساختمان این اسیدآمینه ضروری است (Tsui, 1948) و نظر به اینکه ورمی‌کمپوست، غنی از مواد مغذی از جمله روی می‌باشد، بنابراین این کود می‌تواند با تأثیر بر روی سنتز هورمون‌ها به‌ویژه اُکسین باعث افزایش رشد گیاه شود.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس صفات مورد بررسی در لوبیا

Table 2. The analysis of variance of the characteristics

منابع تغییر (S.O.V.)	درجه آزادی df	طول هیپوکوتیل Hypocotyl length	وزن خشک هیپوکوتیل Hypocotyl dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	مجموع طول ریشه‌ها Total root length	قطر ریشه Root diameter	سطح ریشه Root area
شوری Salinity (A)	4	6.39**	0.0000785**	0.000412**	505486.4**	0.012**	63884.31**
ورمی کمپوست Vermicompost (B)	9	1.476**	0.0000678**	0.000076*	51445.64 ns	0.001 ns	6168.982 ns
شوری × ورمی‌کمپوست Salinity × Vermicompost (A×B)	36	0.81**	0.0000304 ns	0.000113**	28421.16 ns	0.003 ns	10648.02 ns
خطا Error	98	0.334	0.0000217	0.0000379	28181.94	0.003	7427.819

n.s، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha= 0.05$ و $\alpha= 0.01$

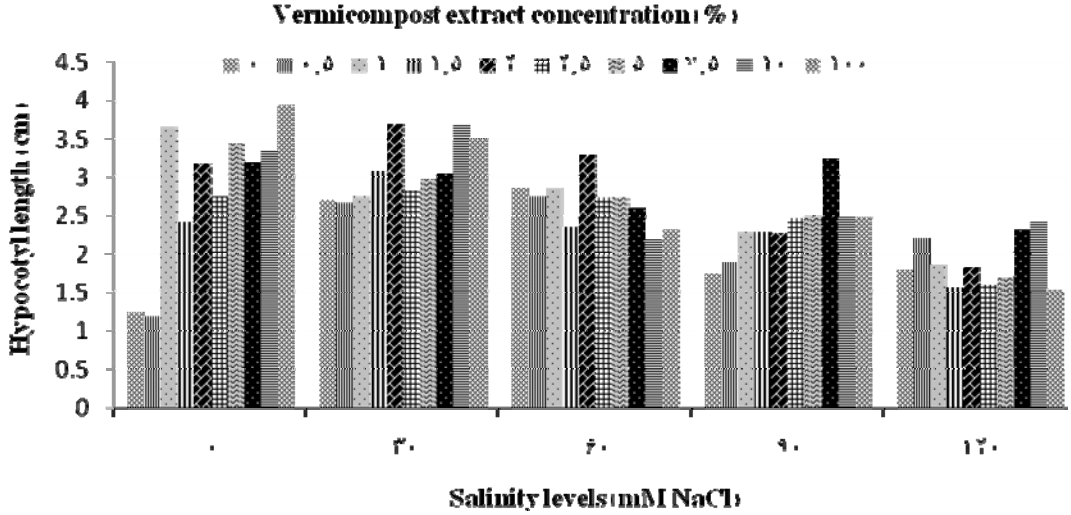
ns :Non-significant, *and **: Significant at $\alpha= 0.05$ & $\alpha= 0.01$, respectively

تاثیر عصارهٔ ورمی‌کمپوست در رشد گیاه به مقدار زیادی به مواد مغذی معدنی به‌ویژه N جذب‌شده به وسیلهٔ گیاهان نسبت داده می‌شود (Arancon *et al.*, 2008). Greytak *et al.* (2006) بیان داشتند که جمعیت میکروارگانیزم‌ها و همچنین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند هورمون‌ها، هومیک‌اسیدها و فولویک‌اسید، مهم‌ترین دلایل افزایش رشد گوجه‌فرنگی‌های تیمار شده با عصارهٔ ورمی‌کمپوست بودند. دلایل اشاره‌شده، احتمالاً علت اصلی افزایش طول هیپوکوتیل و رشد لوبیا در حضور ورمی‌کمپوست است. Lakhdar *et al.* (2009) بیان داشتند که بازده پایین خاک‌های شور، تنها به دلیل سمیت نمک نیست بلکه از کمبود مواد آلی و قابلیت دسترسی عناصر غذایی به‌ویژه N، P و K ناشی شود. این محققان اظهار داشتند که با کاربرد ورمی‌کمپوست در محیط‌های شور، عناصری مانند کلسیم و منیزیوم جایگزین سدیم در کُمپلکس‌های پیچیده شده و در نهایت باعث کاهش جذب سدیم می‌شوند. بنابراین عصارهٔ ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات نامطلوب شوری را بر رشد گیاه لوبیا کاهش دهد.

وزن خشک هیپوکوتیل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌داری ($p\leq 0.01$) بر وزن خشک هیپوکوتیل لوبیا داشت (جدول ۲)، به‌طوری که کمترین مقدار

وزن خشک هیپوکوتیل (۰/۰۱۷میلی‌گرم) در سطح شوری ۱۲۰میلی‌مول NaCl مشاهده شد که نسبت به شاهد (۰/۰۲۱میلی‌گرم) کاهش معنی‌داری را نشان داد. در این آزمایش، سطوح شوری معادل ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مول NaCl تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک هیپوکوتیل با شاهد نداشتند (جدول ۳). در این مطالعه، آستانهٔ کاهش وزن خشک هیپوکوتیل لوبیا، شوری بیش از ۹۰میلی‌مول NaCl می‌باشد و به‌نظر می‌رسد که این اندام حساسیت کمتری به شوری داشته باشد.



شکل ۱- مقایسه طول هیپوکوتیل در اثر متقابل عصارهٔ ورمی‌کمپوست و شوری در لوبیا

Fig. 1. Comparison of interaction vermicompost extract and salt on hypocotyl length

غلظت‌های ۱، ۲، ۷/۵ و ۱۰درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست تأثیر بسیار معنی‌داری بر وزن خشک هیپوکوتیل لوبیا داشت (جدول ۴)؛ با این وجود، برهم‌کنش تنش شوری و عصارهٔ ورمی‌کمپوست، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک هیپوکوتیل لوبیا نداشت (جدول ۲)، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که غلظت‌های مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست قادر به کاهش اثرات منفی شوری بر وزن خشک هیپوکوتیل لوبیا نیستند. نتایج این آزمایش با نتایج Archana *et al*. (2009) در گیاه کلم راپا منطبق است. آن‌ها رابطه مستقیمی را بین وزن خشک و جذب نیتروژن به‌وسیلهٔ گیاهان در پاسخ به عصارهٔ ورمی‌کمپوست پیشنهاد نمودند. Keeling *et al*. (2003) ، نیز گزارش کردند که عصارهٔ ورمی‌کمپوست نمو ریشه را در گیاه کُلزا (*Brassica napus* L.) افزایش داده است. آن‌ها بیان کردند که تنظیم‌کننده‌ها یا هورمون‌های موجود در ورمی‌کمپوست ممکن است تأثیر مثبتی بر بهبود رشد ریشه و گیاه داشته باشند. نتایج Sallaku *et al*. (2009) روی خیار (*Cucumis sativus* L.)، Subler *et al*. (1998) بر روی همیشه‌بهار، اطلسی (*Petunia hybrida* L.) و فلفل (*Capsicum annum* L.) و Arancon *et al*. (2004b) روی توت‌فرنگی (*Fragaria xananassa* Duch.) مؤید افزایش وزن خشک گیاهان در حضور ورمی‌کمپوست است. Atiyeh *et al*. (2000) نیز، افزایش وزن گیاهان گوجه‌فرنگی تیمارشده با ورمی‌کمپوست را به دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت دانستند.

وزن خشک ریشه

تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌داری ($p\leq 0.01$) بر وزن خشک ریشهٔ لوبیا داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که وزن خشک ریشه در تمام سطوح شوری نسبت به شاهد، کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۳). همچنین عصارهٔ ورمی‌کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشهٔ لوبیا داشت (جدول ۲). بیشترین (۰/۰۲۳میلی‌گرم) و کمترین (۰/۰۱میلی‌گرم) وزن خشک ریشه، به‌ترتیب در غلظت‌های ۰/۵ و ۱/۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم‌کُنش شوری و عصارهٔ ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ریشه بسیار معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۲). در شوری معادل ۳۰میلی‌مول NaCl، وزن خشک ریشه در تمام غلظت‌های عصارهٔ ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد (بدون عصارهٔ ورمی‌کمپوست) افزایش نشان داد ولی این تفاوت‌ها به استثنای غلظت ۲درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست که بیشترین وزن خشک ریشه (۰/۰۱۷۵میلی‌گرم) را داشت، معنی‌دار نبود. در شوری معادل ۹۰میلی‌مول NaCl، وزن خشک ریشه در تمام غلظت‌های عصارهٔ ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد افزایش نشان داد، ولی این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. در شوری معادل ۱۲۰میلی‌مول NaCl، در غلظت‌های ۵ و ۱۰درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد، وزن خشک ریشه بیشتر بود ولی این افزایش، تنها در غلظت ۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست معنی‌دار بود. بنابراین، در غلظت ۲درصد، در شوری ۳۰میلی‌مول NaCl و در غلظت ۵درصد، در شوری ۱۲۰میلی‌مول NaCl، نسبت به شاهد افزایش وزن خشک ریشه، مشاهده شد (شکل ۲). Pritam & Garg (2010)، افزایش بیوماس ریشهٔ گل همیشه بهار را در حضور ورمی‌کمپوست تایید کردند. Atiyeh *et al.* (1999)، نتایج مشابهی را در مورد وزن بخش هوایی و ریشهٔ گیاه گوجه‌فرنگی گزارش کردند. ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن مواد معدنی ضروری ماکرو و میکرو می‌تواند میزان فتوسنتز و متعاقب آن، وزن خشک گیاه را افزایش دهد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به ریشه‌چه و ساقه‌چه لوبیاقرمز رقم درخشان در سطوح مختلف شوری
Table 3. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot at different salinity levels

سطح ریشه Root area (mm^2)	قطر ریشه Root diameter (mm)	مجموع طول ریشه‌ها Total root length (mm)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن خشک هیپوکوتیل Hypocotyl dry weight (mg)	طول هیپوکوتیل Hypocotyl length (cm)	غلظت شوری Salinity concentration (mM NACL)
169.7 c	0. 197 a	195.2 d	0.023 a	0.021 a	2.84 a	**0**
211.6 bc	0.17 abc	289 c	0.0115 b	0.02 a	3.1 a	**30**
230.6 b	0.176 ab	372 bc	0.0133 b	0.019 ab	2.54 b	**60**
244.5 b	0.158 bc	408 b	0.0113 b	0.02 a	2.37 b	**90**
295.8 a	0.144 c	541 a	0.0139 b	0. 017 b	1.89 c	**120**

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha = 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

مجموع طول ریشه‌ها

تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر مجموع طول ریشه‌های لوبیا داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که با افزایش شوری مجموع طول ریشه‌ها افزایش یافت. کمترین مقدار مجموع طول ریشه‌ها (۱۹۵/۲میلی‌متر) در تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن (۵۴۱میلی‌متر) در تیمار ۱۲۰میلی‌مول NaCl مشاهده شد (جدول ۳).

تنش ثانویهٔ شوری، خشکی است و در این شرایط غلظت آبسیزیک‌اسید افزایش می‌یابد و آبسیزیک‌اسید با جلوگیری از تولید هورمون اتیلن، بر رشد ریشه اثر مثبت قوی دارد (Taiza & Zeiger, 2002). در این آزمایش، عصارهٔ ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر مجموع طول ریشه‌های لوبیا نداشت (جدول۲). با این حال، نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست مؤید این است که مجموع طول ریشه‌ها در غلظت ۱/۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست دارای بیشترین مقدار (۴۸۰میلی‌متر) است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست بر مجموع طول ریشه‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲)، به عبارت دیگر، پاسخ گیاه از نظر مجموع طول ریشه‌ها در سطوح مختلف شوری به غلظت‌های مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست، یکسان بود.

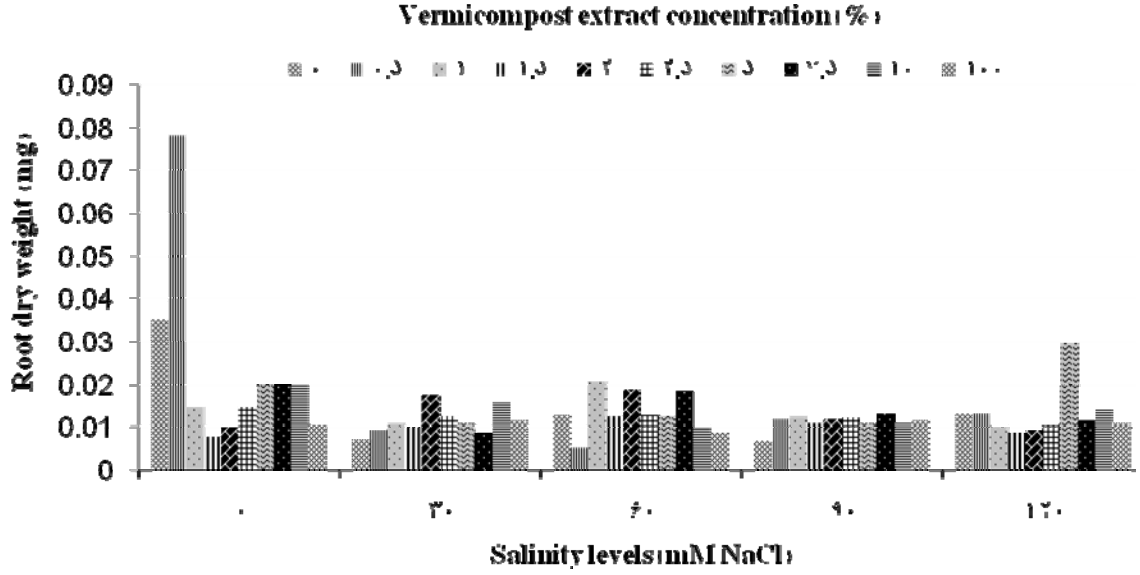
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مربوط به ریشه‌چه و ساقه‌چه لوبیارقم قرمز درخشان در غلظت‌های مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست

Table 4. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot at different vermicompost extract concentrations

سطح ریشه Root area (mm^2)	قطر ریشه Root diameter (mm)	مجموع طول ریشه ها Total root length (mm)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن خشک هیپوکوتیل Hypocotyl dry weight (mg)	طول هیپوکوتیل Hypocotyl length (cm)	غلظت عصارهٔ ورمی‌کمپوست Vermicompost extract concentration
212 ab	0.152 a	368 ab	0.015 bc	0.017 d	2.1 c	**0**
210 ab	0.181 a	266.3 b	0.023 a	0.019 bcd	2.15 bc	**0.5**
230 ab	0.158 a	383 ab	0.014 cd	0.022 ab	2.7 a	**1**
258 a	0.174 a	480 a	0.010 d	0.017 d	2.19 bc	**1.5**
195 b	0.164 a	301 b	0.014 cd	0.021 abc	2.86 a	**2**
242 ab	0.172 a	359 ab	0.013 cd	0.018 cd	2.48 abc	**2.5**
240 ab	0.165 a	389 ab	0.019 ab	0.018 bcd	2.57 ab	**5**
229 ab	0.183 a	313 b	0.014 bcd	0.023 a	2.9 a	**7.5**
258 ab	0.172 a	381 ab	0.014 cd	0.021 bc	2.8 a	**10**
258 ab	0.171 a	370 ab	0.011 cd	0.018 cd	2.76 a	**100**

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

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



شکل ۲- مقایسه وزن خشک ریشه در برهم‌کُنش عصارهٔ ورمی کمپوست و شوری در گیاه لوبیا

Fig. 2. Comparison of interaction vermicompost extract and salt on dry weight root

در این آزمایش، سطوح مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست نتوانست اثرات نامطلوب شوری بر مجموع طول ریشه‌ها را محدود نماید. Sinha *et al.* (2010) افزایش طول ریشه‌ها را با کاربرد ورمی‌کمپوست در گونه‌های نخود و نخودفرنگی گزارش کردند. در یک آزمایش، طول ریشه‌های لوبیا و گیاه *Abelmoschus esculentus* در حضور ورمی‌کمپوست، افزایش یافت ولی طول ریشهٔ ذرت، روند خاصی را نشان نداد (Samiran *et al.*, 2010). این محققان بیان داشتند که الگوی‌های متفاوت جذب موادمعدنی در گیاهان مختلف، احتمالاً دلیل اصلی واکنش‌های متفاوت گیاهان به

غلظت‌های مختلف ورمی‌کمپوست است. از طرف دیگر، عصارهٔ ورمی‌کمپوست دارای مواد معدنی غذایی و هورمون‌های مختلف می‌باشد. غلظت بالای اُکسین، مانع رشد ریشه است، همچنین اُکسین، بیوسنتز اتیلن را که بازدارندهٔ رشد ریشه است، تحریک و اتیلن نیز از طریق یک کوفاکتور فلزی که به احتمال زیاد روی یا مس می‌باشد، به گیرندهٔ خود متصل می‌شود و تغییر بیوشیمیایی خود را در منطقهٔ هدف به‌جا می‌گذارد (Taiz a & Zeiger, 2002).

قطر ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌داری ($p\leq0.01$) بر قطر ریشه لوبیا داشت (جدول ۲)، به‌طوری که کمترین مقدار قطر ریشه (۰/۱۴۴میلی‌متر) در سطح شوری ۱۲۰میلی‌مول NaCl و بیشترین مقدار آن (۰/۱۹۷میلی‌متر) در تیمار شاهد، مشاهده گردید (جدول ۳). Rashid *et al.* (2001) کاهش قطر ریشه، تحت تیمار شوری را در گیاه *Triticum aestivum* L. Cv. Kanchan گزارش کردند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. این محققان کاهش قطر ریشه را به کاهش اندازهٔ سلول در کورتکس و همچنین کاهش در عناصر آوندی در شرایط تنش شوری مرتبط دانستند. عصارهٔ ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر قطر ریشه لوبیا نداشت (جدول ۲)، با این حال گیاهان تیمارشده با سطوح مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست، دارای قطر بیشتری نسبت به شاهد بودند و بیشترین قطر ریشه (۰/۱۸۳میلی‌متر) مربوط به تیمار ۷/۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست بود اما این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست بر این صفت، نیز معنی‌دار نیست و سطوح مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست نمی‌تواند اثرات نامطلوب شوری، بر قطر ریشه را محدود نماید.

سطح ریشه

تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌داری ($p\leq0.01$) بر سطح ریشه لوبیا داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین مشاهدات در سطوح مختلف شوری حاکی از افزایش سطح ریشه با افزایش تنش شوری است که با افزایش مجموع طول ریشه‌ها مطابقت دارد. گزارش‌های زیادی حاکی از همبستگی مثبت و بسیار بالای مجموع طول ریشه‌ها با سطح ریشه است (*et al.*, 2007; Ganjeali *et al.*, 2004 Ganjeali). بیشترین (۲۹۵/۸میلی‌متر مربع) و کمترین (۱۶۹/۷میلی‌متر مربع) سطح ریشه به‌ترتیب به شوری ۱۲۰میلی‌مول NaCl و تیمار شاهد تعلق داشت (جدول ۳). عصارهٔ ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر سطح ریشه لوبیا نداشت (جدول ۲)، با این حال بیشترین مقدار سطح ریشه (۲۵۸میلی‌متر مربع) متعلق به غلظت ۱/۵درصد عصارهٔ ورمی‌کمپوست بود، ولی تفاوت آن با سایر تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم‌کُنش شوری و ورمی‌کمپوست بر سطح ریشه نیز معنی‌دار نبود. بنابراین به نظر می‌رسد واکنش سطح ریشه لوبیا به غلظت‌های مختلف عصارهٔ ورمی‌کمپوست در سطوح مختلف شوری، یکسان است و از لحاظ آماری تفاوت‌های موجود، معنی‌دار نیستند.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که عصارهٔ‌های آبی ورمی‌کمپوست به دلیل افزایش جمعیت میکروبی مفید، بهبود وضعیت مواد مغذی گیاهان، القای تولید ترکیبات دفاعی و همچنین دارابودن هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، می‌تواند باعث بهبود رشد گیاهان شود. نتایج آزمایش فوق مؤید این است که در محیط بدون تنش شوری، عصارهٔ ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه، طول و وزن خشک هیپوکوتیل شد. در شرایط تنش شوری، عصارهٔ ورمی‌کمپوست به صورت معنی‌داری طول هیپوکوتیل و وزن خشک ریشه را افزایش داد. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش و سایر تحقیقات انجام‌یافته، به نظر می‌رسد عصارهٔ ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات منفی ناشی از تنش شوری را بر رشد نشاهای لوبیا، محدود نماید. با این حال برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر، بررسی‌های بیشتری مورد نیاز است.

منابع

1. Arancon, N., Edwards, C., Dick, R., and Dick, L. 2007. Vermicompost Tea Production and plant growth impacts. Biocycle 51-52.
2. Arancon, N.Q., Edvards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004a. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Bioresource Technology 93: 139-143.
3. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis., P., and Metzger, J.D. 2008. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. Soil Ecology 39: 91-99.
4. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004b. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.
5. Archana, P.P., Theodore, J.K.R., Ngyuen, V.H., Stephen, T.T., and Kristen, A.K., 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. Journal of the Science of Food and Agriculture 89: 2383-2392.
6. Arguello, J.A., Ledesma, A., Nunez, S.B., Rodriguez, C.H., and Goldfarb, M.D.D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural effects on bulbing dynamics, nonstructural paraguayo garlic bulbs. Horticultural Science 41: 589-592.
7. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzeger, J.D. 2000. Influence of earth worm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technology 75: 175-180.
8. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
9. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002a. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84: 7-14.
10. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002b. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
11. Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and Metzger, J.D. 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization 8: 215-223.
12. Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 1999. Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. Pedobiologia 43: 1-5.
13. Bagheri, A., Mahmoudi, A., and Ghezeli, F. 2001. Common Bean: Research For Crop Improvement. Jahad Daneshgahi Pub. 556 PP.
14. Bennett, W.F. 1996. Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants. American Phytopathological Society. 202 PP.
15. Dorri, H.R. 2008. Bean Agronomy. Publication Series of Research Center of Bean, Khomein. 46 PP.
16. Edwards, C., and Burrows, I. 1997. The potential of earth worm composts as plant growth media. Bioresource Thechnology 92: 100-106.
17. Edwards, C., Arancon, N., Emerson, E., and Pulliam, R. 2007. Suppressing plant parasitic nematods and arteropod pests with vermicompost teas. Biocycle 38-39.

18. Edwards, C.A. 2004. Earthworm Ecology. International Standard Book Number 0-8493-1819-X. 424 PP.
19. Gajalakshmi, S., and Abbasi, S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of Crassandra undulaefolia, and on several vegetables. Bioresource Technology 85: 197-199.
20. Gajdos, R. 1997. Effect of two compost and seven commercial cultivation media on germination and yeld. Compost Science and Utilization 5: 16-37.
21. Ganjeali, A., Kafi, M., and Bagheri, A. 2007. The new approaches of chickpea (*Cicer arietinum* L.) root study. Agricultral Study Journal 13: 179-188.
22. Ganjeali, A., Kafi, M., Bagheri, A., and Shahriyariy, F. 2004. Allometric relationship between root and shoot characteristics of chickpeas seedling (*Cicer arietinum* L.). J. Agricultural Sciences and Thechnology 18: 67-80.
23. Garcia, M.I., Cruz, S.F., Saavedra, A.L., and Hernandez, M.S. 2002. Extraction of auxin-like substances from compost. Crop Research 24: 323-327.
24. Greytak, S., Edwards, C., and Arancon, N. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. Available at website http://www.wormdigest.org/content/view/3112. (verified 19 August 2006).
25. Ines, F., Sonja, H., Markus, P., and Rudolf, B. 2008. Effects of vermicompost-tea on plant growth and crop yield. In: G.F. Jacques, K. Thomas, T. Lucius, and S. Kaarina (Eds.). Compost and digestate: sustainability, benefits, impacts for the environment and for plant production. International Congress CODIS 117-118.
26. Keeling, A.A., McCallum, K.R., and Beckwith, C.P. 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) through the action of water-extractable factors. Bioresource Technology 90: 127-132.
27. Krishnamoorthy, R.V., and Vajranabhaiah, S.N. 1986. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promotor levels in the casts. Proceeding: Animal Science 95: 341-351.
28. Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Hazardous Materials 171: 29-37.
29. Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., and Nardi, F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry 31: 1303-1311.
30. Oliva, M.A., Zenteno, R.E., Pinto, A., Dendooven, L., and Gutierrez, F. 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). Gayana. Botánica 65: 10-17.
31. Pritam S.V.K., and Garg, C.P.K. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. Environmentalist 30: 123-130.
32. Rafiq, A., and Nusrat, J. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellianthus Annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 41: 1373-1384.
33. Rashid, P., Yasmin, F., and Karmoker, J.L. 2001. Effects of salinity on ion transport and anatomical structure in wheat (*Triticum aestivum* L. Cv. Kanchan). Bangladesh Journal of Botany 30: 65-69.
34. Sallaku, G., Babaj, I., Kaciu, S., and Balliu, A. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of Food, Agriculture and Environment 7: 869-872.
35. Samiran, R., Kusum, A., Biman, K.D., and Ayyanadar, A. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops *viz. Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. Applied Soil Ecology 45: 78-84.

36. Sinha, J.A., Biswas, C.K.b., Ghosh, A.C., and Saha, A.B.D. 2010. Efficacy of vermicompost against fertilizers on *Cicer* and *Pisum* and on population diversity of N_2 fixing bacteria. Journal of Environmental Biology 31: 287-292.
37. Subler, S., Edwards, C., and Metzger, J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. Biocycle 39: 63-66.
38. Taiz, L., and Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates Pub. 0878938230. 660 PP.
39. Tsui, C. 1948. The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. American Journal of Botany 35: 172-179.
40. Warman, P.R., and AngLopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology 101: 4479-4483.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 2, 2011, p. 121-132

Effect of vermicompost extract on early seedlings growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) under salinity stress conditions

Beyk Khurmizi[1*], A., Abrisham Chi[2], P., Ganjeali[2], A. & Parsa[3], M.

1- MSc. in Plant Physiology, College of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contribution from College of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 17 July 2010
Accepted: 19 February 2011

Abstract

Organic compost can reduce various plant stresses, because of its porous structure, high water storage capacity, and existence of some substances resembling hormones and plant growth regulators. This study was performed to investigate interactions of different levels of vermicompost extract and salinity stress on morphological characteristics of bean seedlings. The experiment was conducted in Completely Randomized Design. Seeds were sown in Petri dishes at different concentrations of vermicompost extract (0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 5, 7.5, 10 and 100 percent) and salinity levels (0, 30, 60, 90 and 120 mM NaCl) with three replications of five seeds. The seedlings were sampled after a week. The results indicated that vermicompost extract without salinity at concentrations of 1, 2, 7.5 and 10 percent, caused significant increase ($p \leq 0.05$) in hypocotyl length, dry weight and in root dry weight, whereas no significant effect was seen on diameter, surface and total root length. The concentrations of 2 and 10 percent of vermicompost at 30 mM NaCl as well as 7.5% vermicompost at 90 mM NaCl, improved the decrease of hypocotyl length compared to the state without vermicompost control treatment. In this experiment, the concentrations of 2 and 5 percent of vermicompost, significantly improved the decrease of root dry weight caused by salinity at 30 and 120 mM NaCl, respectively.

Key words: Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Growth, Salinity stress, Vermicompost

[*] **Corresponding Author:** E-mail: abdollahbeyk@gmail.com, Mobile: 09363346303

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

مشخصات داوران جلد ۲، شمارهٔ ۲، نیمهٔ دوّم سال ۱۳۹۰

(به ترتیب حروف الفبا)

دکتر	پرویز	احسان‌زاده	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر	یحیی	امام	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
دکتر	ابراهیم	ایزدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مهدی	پارسا	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مجید	جامی‌الاحمدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	مصطفی	حیدری	دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
دکتر	محمد	خواجه حسینی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	علیرضا	دادخواه	دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان
دکتر	مهدی	راستگو	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محمدحسن	راشدمحصل	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	غلامرضا	زمانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	اسکندر	زند	مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران
دکتر	مهری	صفاری	دانشگاه شهید باهنر کرمان
دکتر	مهدی	عزیزی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
دکتر	قدرت الله	فتحی	دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
دکتر	همایون	کانونی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان
دکتر	سرالله	گالشی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر	محمد	گلوی	دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
دکتر	علی	گنجعلی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	امیر	لکزیان	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سعید	ملک‌زاده شفارودی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
مهندس	سیدکریم	موسوی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان
دکتر	احمد	نظامی	دانشکده 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 شماره‌ی ۹۹۶۵۴ به‌نام عواید اختصاصی پژوهشکده علوم گیاهی نزد بانک تجارت شعبه دانشگاه فردوسی واریز نموده و فیش آن را همراه با فُرم، به دفتر نشریه ارسال فرمایید. هزینه‌های پستی به‌عهده‌ی متقاضی می‌باشد.

تاریخ: امضاء:

Iranian Journal of

Pulses Research

List of Articles

Vol, 2, No. 2, 2011

Title	Author(s)	Page
• **Effects of planting date and density on yield, yield components and protein content of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions in Ilam province**	Naseri, R., Siyadat, S.A., Soleymani Fard, A., Soleymani, R. & Khosh Khabar, H.	**7**
• **Effect of sowing density and growth habit on yield, yield components and weed community of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**	Eshaghi, M., Rastgu, M., Poor Yusef, M. & Fotovat, R.	**19**
• **Efficacy of fomesafen and combinations of bentazone+aciflorfen (Storm) herbicides on Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) weed control in Lorestan Province**	Mousavi, S.K ., Nazari Alem, J. & Nazari , S.	**35**
• **Effective morphological and phenological traits on seed and biological yield in lentil genotypes in Shahrekord region**	Tadayyon, A., Hashemi, L. & Khodambashi, M.	**47**
• **Genetic analysis of earliness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) using generation mean analysis**	Karami, E., Sabagh Pur, S.H., Naghavi, M.R. & Taeeb, M.	**63**
• **The effects of different irrigation levels on grain yield and yield components of four chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in Mashhad climatic condition**	Anjamshoaa, S., Moeinrad, H. & Ebrahimi, H.	**69**
• **Evaluation of tolerance to salinity based on root and shoot growth of 11 drought tolerant and sensitive chickpea genotypes at hydroponics conditions**	Zare Mehrjerdi, M., Nabati, J., Massomi, A., Bagheri, A.R. & Kafi, M.	**83**
• **Determination of cardinal temperatures and thermal time requirement during germination and emergence of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.)**	Ganjeali, A., Parsa, M. & Amiri-Deh-Ahmadi, S.R.	**97**
• **Comparing the biological nitrogen fixation efficiency in native and non-native strains of *Rhizobium leguminosarum*;bv. phaseoli in Common Bean**	Mehrpoyan, M. & Shirani Rad, A.H.	**109**
• **Effect of vermicompost extract on early seedlings growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) under salinity stress condition**	Beyk Khurmizi, A., Abrishamchi, P., Ganjeali, A. & Parsa, M.	**121**

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol, 2, No. 2, 2011

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)

Abdolreza Bagheri
Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Nadeali Babaeian Jelodar
Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Mohammad Galavi
Associate Professor, Zabol University

Serrollah Galeshi
Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Ali Ganjeali
Assistant 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
Associate 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: Nona Karimzadeh
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. 2 (2) December 2011

• Effects of planting date and density on yield, yield components and protein content of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions in Ilam province	Naseri, R., Siyadat, S.A., Soleymani Fard, A., Soleymani, R. & Khosh-Khabar, H.
• Effect of sowing density and growth habit on yield, yield components and weed community of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)	Eshaghi, M., Rastgu, M., Poor Yusef, M. & Fotovat, R.
• Efficacy of fomesafen and combinations of bentazone+aciflorfen (Storm) herbicides on Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) weed control in Lorestan Province	Mousavi, S.K., Nazari Alem, J. & Nazari, S.
• Effective morphological and phenological traits on seed and biological yield in lentil genotypes in Shahrekord region	Tadayyon, A., Hashemi, L. & Khodambashi, M.
• Genetic analysis of earliness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) using generation mean analysis	Karami, E., Sabagh Pur, S.H., Naghavi, M.R. & Taeeb, M.
• The effects of different irrigation levels on grain yield and yield components of four chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in Mashhad climatic condition	Anjamshoaa, S., Moeinrad, H., & Ebrahimi, H.
• Evaluation of tolerance to salinity based on root and shoot growth of 11 drought tolerant and sensitive chickpea genotypes at hydroponics conditions	Zare Mehrjerdi, M., Nabati, J., Massomi, A., Bagheri, A.R. & Kafi, M.
• Determination of cardinal temperatures and thermal time requirement during germination and emergence of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.)	Ganjeali, A., Parsa, M. & Amiri-Deh-Ahmadi, S.R.
• Comparing the biological nitrogen fixation efficiency in native and non-native strains of *Rhizobium leguminosarum*;bv. phaseoli in Common Bean	Mehrpoyan, M. & Shirani Rad, A.H.
• Effect of vermicompost extract on early seedlings growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) under salinity stress condition	Beyk Khurmizi, A., Abrishamchi, P., Ganjeali, A. & Parsa, M.