نشریه پژوهش های حبوبات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۱، شماره ۲، نیمه دوم ۱۳۸۹

• تأثیر چند مایه‌تلقیح حاوی باکتری *Rhizobium leguminosarum;* bv. *phaseoli* بر جذب عناصر غذایی در سه رقم لوبیا	مهدی مهرپویان، قربان نورمحمدی، محمدجواد میرهادی، حسین حیدری شریف‌آباد و امیرحسین شیرانی‌راد	۱
• بررسی اثر تراکم بوته و کود آغازگر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی رقم کوروش (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) در منطقه کرج	سید محمدحسن کشفی، ناصر مجنون‌حسینی و حسن زینالی خانقاه	۱۱
• ارزیابی صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و عملکردی بخشی از مجموعه ژرم‌پلاسم نخود بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد، الف: نخودهای تیپ دسی	احمد نظامی، فرزین پورامیر، صیاد مؤمنی، حسن پُرسا، علی گنجعلی و عبدالرضا باقری	۲۱
• اثر محلول‌پاشی متانول و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود (*Cicer arietinum* L.)	حمیدرضا احیایی، مهدی پارسا، محمد کافی و مهدی نصیری محلاتی	۳۷
• ارزیابی امکان کاشت پاییزه ژنوتیپ‌های عدس متحمل به سرما در شرایط آبیاری تکمیلی	احمد نظامی، عبدالرضا باقری، حسن پُرسا، محسن زعفرانیه و نرگس خمدی	۴۹
• بررسی اثر زمان کشت زمستانه و بهاره بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود در شرایط دیم	ناصر مجنون‌حسینی و رضا حمزه‌ئی	۵۹
• تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی بر شاخص‌های رشد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط گلخانه	سیدرضا امیری ده‌احمدی، مهدی پارسا، احمد نظامی و علی گنجعلی	۶۹
• بررسی فواصل بین و روی ردیف کاشت بر شاخص‌های رشد ماش (*Vigna radiata*)	حسین‌علی فلاحی، امیر میرزایی، محمدمهدی سیابیدی، سید عطاءالله سیادت و فرید فتوحی	۸۵
• ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی ریشه نخود (*Cicer arietinum* L.) در واکنش به تنش خشکی	علی گنجعلی و عبدالرضا باقری	۱۰۱
• ارزیابی کارآیی علف‌کش ایمازتاپیر برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیا	سیدکریم موسوی، سیدحسین ناظر کاخکی، محمدرضا لک، رضا طباطبایی و دلاور بهروزی	۱۱۱
• مقایسه علف‌کش‌های شیمیایی مختلف در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ زراعت لوبیا در یاسوج، استان کهگیلویه و بویراحمد	هوشنگ فرجی و خدیجه امیری	۱۲۳
• کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز کشت زمستانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در استان لرستان	سیدکریم موسوی	۱۳۱
• بررسی صفات مؤثر بر قابلیت پخت و درصد پروتئین در ۱۵ ژنوتیپ لوبیای قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی	آذر محمدی، محمدرضا بی‌همتا و حمیدرضا دُری	۱۴۳

با همکاری

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشگاه جهاد و تحقیقات

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

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

جلد ۱، شماره ۲، نیمه دوّم ۱۳۸۹

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی

مدیر مسئول: دکتر محمّد کافی

سردبیر: دکتر عبدالرضا باقری

مدیر اجرایی: مهندس حسن پُرسا

هیأت 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 و صفحه‌آرا: مهندس حسن پُرسا- رحمان اسدی

کارشناس: نونا کریم‌زاده

ناشر: پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

شمارگان: ۲۵۰ نسخه

این نشریه در قالب تفاهم‌نامه‌ی 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، پژوهشکده علوم گیاهی
دفتر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴
تلفن: ۸۷۸۸۲۷۷ و ۸۷۸۸۲۱۶ (۰۵۱۱)، نمابر: ۸۷۸۷۶۷۰ (۰۵۱۱)
پست الکترونیک: rcps@um.ac.ir و rcpsfum@gmail.com
نشانی وب: http://rcps.um.ac.ir

سخن سردبیر

حبوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین، دوّمین منبع مهم غذایی انسان پس از غلات، به‌شمار می‌روند. این گیاهان با داشتن قابلیت تثبیت زیستی نیتروژن، نقش قابل‌توجهی در بهبود حاصلخیزی خاک دارند. حبوبات در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی مورد کشت و کار قرار می‌گیرند 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. مجموعه‌ی این ویژگی‌ها، حبوبات را از نظر جنبه‌های زراعی، بوم‌شناختی و زیست‌محیطی در جایگاه ارزشمندی قرار داده است.

حبوبات در ایران پس از غلات، بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس آمار، سالانه سطحی حدود یک میلیون و دویست هزار هکتار در کشور به کشت حبوبات اختصاص می‌یابد که از این سطح، سالانه حدود ۷۰۰ هزار تُن محصول به‌دست می‌آید. نگاهی اجمالی به آمار تولید و سطح زیرکشت این محصولات در ایران و مقایسه‌ی 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 پایین بودن بازده تولید این محصولات را می‌توان به شرایط ویژه‌ی طبیعی و اقلیمی کشور مربوط دانست اما دلیل دیگر آن را باید در عدم توجه به سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با تولید به‌ویژه فقر تحقیقات حبوبات جستجو کرد. این کم‌توجهی‌ها سبب شده است که کشت برخی از محصولات زراعی مانند غلات و محصولات نقدینه‌ای، جایگزین کشت حبوبات در اراضی مرغوب گردیده و لذا کشت حبوبات بیش از پیش به مناطق حاشیه‌ای و کم‌بازده رانده شود. این وضعیت، چالشی بزرگ را فراروی مجموعه‌ی 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. نکته‌ی مهمی که در طراحی و اجرای برنامه‌های تحقیقات حبوبات باید همواره مدّ نظر قرار بگیرد، قرارداشتن کشور در شرایط طبیعی و اقلیمیِ خشک می‌باشد به‌طوری که بیش از ۹۰درصد از تولید حبوبات در کشور ما در شرایط دیم با بارش‌های بسیار اندک 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، می‌باید مدّ نظر قرار بگیرد.

به‌هر حال، تعیین یک راهبرد واحد، هماهنگی و انسجام بین مراکز علمی و تحقیقاتی و نیز تبادل اطلاعات و تجارب به‌دست آمده بین محققان در مراکز مختلف، عواملی هستند که ما را در رسیدن به اهداف بلندمدت تحقیقات حبوبات یاری خواهند نمود. در این راستا، پژوهشکده‌ی علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد با همکاری مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشور، نشریه‌ی علمی- پژوهشی **"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

بسمه 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 درجه‌ی علمی- پژوهشی که به‌وسیله‌ی پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب تفاهم‌نامه‌ی 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 نشریه‌ی 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 می‌باشد.

ب- فراخوان و شرایط پذیرش مقاله

ب-۱- مقالات باید نتیجه‌ی پژوهش‌های اصیل در زمینه حبوبات بوده و پیش‌تر در نشریه دیگری چاپ نشده و یا همزمان به نشریه‌ی 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 نویسنده‌ی مسئول و نیز یکایک نویسندگان مقاله (در صورت وجود)، برسد.

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

ب-۴- مقالات به‌وسیله‌ی هیأت تحریریه و با همکاری هیأت 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 اندازه‌ی۱۲ تایپ شود. لازم است کلیه‌ی سطرهای متن مقاله به‌صورت ادامه‌دار (Continuous) شماره‌گذاری (Line numbering) شوند. همه‌ی صفحه‌های مقاله باید دارای شماره بوده و تعداد آن از ۲۰ تجاوز نکند. از هر مقاله چهار نسخه‌ی چاپ‌شده‌ی 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 گردد. 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 مقاله‌ی تخصصی باید دارای صفحه‌ی مشخصات و نیز عنوان، چکیدهٔ فارسی و واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، سپاس‌گزاری (در صورت لزوم)، فهرست منابع و چکیده انگلیسی بوده و اصول زیر در تهیهٔ آن رعایت شده باشد:

ج-۲-۱- در صفحه‌ی مشخصات، عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده(گان)، درجه‌ی 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 گردد. صفحه‌ی مشخصات، بدون شماره می‌باشد.

ج-۲-۲- چنانچه مقاله، خلاصه یا بخشی از پایان‌نامه (رساله) دانشجویی باشد، لازم است موضوع در پاورقی صفحه‌ی مشخصات با قید نام استاد راهنما و دانشگاه مربوط، منعکس گردد.

ج-۲-۳- در وسط صفحه‌ی بعدی، عنوان مقاله باید نوشته شود. عنوان باید خلاصه، روشن و بیان‌کنندهٔ موضوع پژوهش بوده و از ۲۰ کلمه تجاوز نکند. چکیده، حداکثر در ۲۵۰ کلمه نوشته شده و همه‌ی 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 چکیده مقاله از آن‌ها ذکری به میان 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 کلیه‌ی اجزای معادله به‌طور دقیق تعریف شده و در صورت استخراج معادله توسط نگارنده(گان)، نحوه 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 کلیه‌ی اطلاعات و تعاریف لازم را شامل شود به‌طوری‌که نیاز به مراجعه به متن مقاله نباشد. ترجمه انگلیسی عنوان‌ها و زیرعنوان‌های جداول و شکل‌ها و نیز واحدها و توضیحات علایم و اختصارات، در زیر نوشته‌ی 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 قابل تفکیک باشند. شکل‌ها و جدول‌ها، هر کدام به‌طور مستقل دارای شماره‌ی ترتیبی مستقل باشند و حتماً در داخل متن به آنها ارجاع داده شود. برای بیان اوزان، واحدها و مقادیر از سیستم متریک استفاده گردد.

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 منابع مورد استفاده که همگی به‌ترتیب حروف الفبا تنظیم شده باشند، ارائه گردد. تنها منابعی که در ارتباط نزدیک با کار نویسنده بوده و مستقیماً از آنها استفاده شده باید ذکر شوند. کلیه منابعی که در متن ذکر شده‌اند، باید در فهرست منابع با مشخصات کامل نوشته شوند. در مواردی که فقط چکیده مقاله در اختیار بوده است، پس از نام منبع، کلمه (abstract) داخل پرانتز ذکر شود. نحوه ارجاع به منابع در متن 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- صفحه آخر شامل عنوان مقاله به انگلیسی، چکیده انگلیسی و کلمات کلیدی به زبان انگلیسی می‌باشد. از ذکر اسامی و آدرس نویسنگان در این صفحه خودداری شود. چکیده انگلیسی تا حد امکان منطبق با چکیده‌ی فارسی تنظیم گردد.

ج-۳- نحوه تنظیم فهرست منابع

کلیه منابع فارسی و انگلیسی، به زبان انگلیسی و با قلم Times New Roman اندازه ۱۲ در فهرست منابع نوشته شوند. لازم است منابع فارسی به زبان انگلیسی برگردان شده و در آخر هر منبع، در صورت داشتن خلاصه‌ی انگلیسی، عبارت In Persian with English Summary و در صورت نداشتن خلاصه‌ی انگلیسی، عبارت In Persian در داخل پرانتز نوشته شود. در نوشتن منابع، اسامی مجلات به‌صورت کامل درج شود. از ذکر منابع بی‌نام و غیرقابل دسترس خودداری شود.

مثال‌هایی از نحوه نوشتن فهرست منابع در زیر آمده است:

ج-۳-۱- مجلات:

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

ج-۳-۲- کتاب تألیف شده:

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

ج-۳-۳- مقاله یا یک فصل از کتاب 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 نشریه‌ی 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، پژوهشکده علوم گیاهی، دفتر نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

تلفن: ۸۷۸۸۲۷۷ و ۸۷۸۸۲۱۶ (۰۵۱۱)، نمابر: ۸۷۸۷۶۷۰ (۰۵۱۱)

پست الکترونیک: rcps@um.ac.ir و rcpsfum@gmail.com

نشانی وب: http://rcps.um.ac.ir

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۱۰-۱، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 1-10

تأثیر چند مایه‌تلقیح حاوی باکتری *Rhizobium leguminosarum;* bv. *phaseoli* بر جذب عناصر غذایی در سه رقم لوبیا

مهدی مهرپویان[1*]، قربان نورمحمدی[2]، محمدجواد میرهادی[3]، حسین حیدری شریف‌آباد[4] و امیرحسین شیرانی‌راد[5]

۱-استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میانه، دانشکده کشاورزی، میانه، ایران
۲ و ۳- به‌ترتیب، استاد و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده کشاورزی، تهران، ایران
۴ و ۵- به‌ترتیب، استاد و دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۷/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سوش‌های مختلف باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن بر عملکرد و میزان جذب عناصر در ارقام مختلف لوبیا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در منطقه خرمدره استان زنجان انجام شد. در این تحقیق، سطوح تلقیح و عدم تلقیح با سویه‌های مختلف در ۶ سطح شامل بدون تلقیح و بدون کود (شاهد)، تلقیح با سویه Rb117، تلقیح با سویه Rb123، تلقیح با سویه Rb136، تلقیح با مایه تلقیح صنعتی ویژه لوبیا با نام ریزوبین سوپرپلاس و نیز بدون تلقیح همراه با کود (۱۰۰کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره) بر روی سه رقم لوبیا با تیپ رشدی ایستاده شامل چیتی COS16 و دو رقم قرمز اختر و درخشان، مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، به طور کلی تلقیح ارقام مختلف لوبیا با سویه‌های باکتری موجب برتری صفات کمی و کیفی آن نسبت به حالت بدون تلقیح و در بعضی موارد نسبت به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود خالص نیتروژن گردید. در بین سویه‌های مورد استفاده، سوش باکتری Rb117 و در بین ارقام مورد استفاده، رقم لوبیاچیتی COS16 نسبت به سایرین برتری نشان دادند. کاشت بذور پرایمینگ شده توانست محصول را نسبت به شاهد، حدود ۴۳ درصد افزایش دهد و در بین انواع مایه تلقیح، Rb117 با ۵۸ درصد و Rb123 با ۳۲ درصد تأثیر بر عملکرد دانه نسبت به شاهد، به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. بالاترین و پایین‌ترین فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز به میزان ۱۰۹۹/۱۸ و ۷۲۰/۳ نانومول برگرم وزن تَر گیاه در ساعت، به‌ترتیب به تیمار مصرف کود اوره و نیز تیمار شاهد اختصاص داشت. بالاترین میانگین پتاسیم و فسفر جذب شده در هر کیلوگرم ماده‌ی خشک اندام‌های هوایی، از تیمارهای تلقیح وکودی به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. باکتری‌های ریزوبیومی علاوه بر نقش بسیار بااهمیت خود در تثبیت نیتروژن، می‌توانند با تأثیر بر جذب بهتر سایر عناصر ضروری نیز افزایش رشد و عملکرد گیاهان را موجب شوند.

واژه‌های کلیدی: ارقام لوبیا، عملکرد، Rb117 و COS16

مقدمه

با توجه به مصرف سالانه بیش از ۸۵۰۰۰ تُن کود شیمیایی در اراضی تحت کشت گیاهان تیره لگوم در ایران، ضرورت دارد تا با یک برنامه‌ریزی صحیح، مایه‌های تلقیح کارآمد و مؤثری برای هریک از لگوم‌های زراعی مهم کشور از جمله لوبیا که یکی از مهم‌ترین حبوبات مصرفی انسان می‌باشد، تولید شده و در اختیار زارعین قرار گیرد (Khavazi *et al.*, 2005).

یکی از مهم‌ترین راه‌های بهره‌گیری از برهم‌کنش‌های مفید ریزجانداران و حفظ تنوع در بوم‌سامانه‌های زراعی، وارد کردن ریزجانداران خاک‌زی مفید می‌باشد که در محیط ریزوسفر به‌سر می‌برند و از ویژگی‌های مرتبط با بهبود تغذیه گیاهی و حاصل‌خیزی خاک مانند تثبیت زیستی نیتروژن[1]، حل‌کردن فسفات و به طور کلی افزایش رشد گیاه برخوردار می‌باشند. در حال حاضر از باکتری‌های محیط اطراف ریشه به عنوان کودهای زیستی استفاده می‌گردد. آنچه امروزه کشورهای توسعه‌یافته را تشویق به تولید و مصرف کودهای بیولوژیک می‌نماید توجه جدّی به عوارض زیست‌محیطی ناشی از به‌کارگیری بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی است. به

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

[1] Biological Nitrogen Fixation

اعتقاد برخی از محققین، تثبیت نیتروژن، یک صفت کمّی وراثتی است و لوبیا از گیاهانی است که ارقام آن از نظر ژنتیکی دارای تفاوت زیادی در تثبیت بیولوژیک نیتروژن هستند (Graham & Rondi, 1997; Bliss & Miller, 1986; Barron *et al.*, 2000). با کاربرد سویه‌های مختلف باکتری به نام‌های L-78، L-47 و L-109 به همراه یک تیمار مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و شاهد (بدون مصرف کود و بدون تلقیح) بر ارقام لوبیا شامل چیتی رقم تلاش، چیتی توده بومی و قرمز توده بومی منطقه شهرکرد، نتیجه گرفته شد که بین سویه‌های مختلف باکتری، اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه وجود داشت (Yadegari *et al.*, 2005).

برهم‌کنش همزیستی بین دو جزء همزیست لگوم و ریزوبیوم، بسیار اختصاصی است و به وسیله تغییرات سیگنال بین گیاه و باکتری در مراحل مختلف تعیین می‌شود. در ابتدا لگوم میزبان، ترکیب سیگنال (عمدتاً فلاونوئیدها) را در ریزوسفر آزاد می‌کند و ریزوبیوم با تولید ترکیباتی که فاکتورهای گره‌زایی گفته می‌شود، به این سیگنال‌ها واکنش نشان می‌دهد. پس از آن، فاکتورهای گره‌زایی، نمو گره‌ها در گیاهان را به عهده می‌گیرند (Fisher & Long, 1992; Schultze.,1998). آنزیم نیترات ریداکتاز همواره در سلول فعال است، حتی وقتی گیاه، نیتراتی دریافت نکرده باشد. ولی برای القای سنتز آنزیم، یعنی افزایش فعالیت آن، لازم است که گیاه در معرض نیترات قرار گیرد (Taghavii 2004; Nakamura *et al.*, 1993). باکتری‌های ریزوبیوم همزیست لوبیا، موجب افزایش جذب برخی عناصر نیز می‌شوند (Yahyaabadi, 2008). این نتایج با گزارشاتی که برخی از محققین ارائه کرده‌اند، همخوانی دارد (Biswas *et al.*, 2000).

گزارش‌های گوناگونی وجود دارد که توانایی سویه‌های مختلف باکتریایی را برای انحلال ترکیب‌های معدنی فسفات‌های نامحلول نشان می‌دهد (Goldstein,1986). ساز و کار اصلی انحلال فسفات‌های معدنی در نتیجه اثر اسیدهای آلی تولید شده به وسیله باکتری‌های خاک، تشخیص داده شده است. تولید اسیدهای آلی موجب اسیدی شدن محیط اطراف سلول‌های باکتری شده و در نتیجه، فسفر عنصری می‌تواند در اثر جایگزینی یون H^+ با یون‌های کلسیم در محیط، آزاد گردد. از میان اسیدهای آلی به نظر می‌رسد که اسید گلوکونیک، فراوان‌ترین عامل در انحلال فسفات‌های معدنی باشد (Illmer & Schinner, 1995).

هدف این آزمایش، بررسی واکنش ارقام مختلف لوبیا در کاربرد سویه‌های مختلف و کارآیی جذب سایر عناصر توأم با میزان تثبیت نیتروژن و فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در محل مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت خرمدره واقع در کیلومتر ۴ شمال شهرستان خرمدره و جنوب اتوبان زنجان-تهران با ۱۵۷۴ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. این طرح به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سطوح تلقیح و عدم تلقیح با سویه‌های مختلف در ۶ سطح عبارت بودند از بدون تلقیح و بدون کود (شاهد)، تلقیح با سویه Rb117، تلقیح با سویه Rb123، تلقیح با سویه Rb136 (تهیه شده در مؤسسه تحقیقات بیولوژی خاک)، تلقیح با مایه تلقیح صنعتی ویژه لوبیا با نام ریزوبین سوپر پلاس (Rhizobean Super Plus) و بدون تلقیح (استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره) به همراه سه رقم لوبیا با تیپ رشدی I به نام چیتی امیدبخش COS16 و دو رقم قرمز اختر و درخشان. بدین‌ترتیب در هر بلوک آزمایشی از ترکیب سطوح تلقیح و ارقام، ۱۸ کرت آزمایشی ایجاد شد و تعداد کل واحدهای آزمایشی ۵۴ و مساحت زمین آزمایشی حدود ۱۸۰۰ مترمربع بود. هر کرت آزمایشی دارای ۱۲ خط کاشت با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف بود (دو بوته در روی پشته کشت شد) که تراکم ثابت ۳۰۰-۴۰۰ بوته در هر متر مربع رعایت شد. نتایج حاصل از آزمایش خاک قطعات تحت کشت در جدول ۱ آمده است.

جهت تهیه سوش‌های ریزوبیوم در آزمایشگاه از محیط کشت YMB[1] (شامل دی‌پتاسیم هیدروژن فسفات ۰/۵، سولفات منیزیم ۰/۱، کلرید سدیم ۰/۱، مانیتول ۱۰، و عصاره مخمر ۰/۵ گرم در یک لیتر آب مقطر و pH محیط معادل ۷) استفاده شد (Beck *et al.*, 1993). پس از قرار دادن محیط‌های کشت شده در داخل انکوباتور (۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته) سوش‌های سفید رنگ ظاهر گردیدند. یک کلنی توسط لوپ ضدعفونی شده از نمونه درون شیشه بر روی محیط Y.M.A درون پتریدیش تحت شرایط فوق کشت داده شد. در نهایت پس از ۲-۱ روز، کلنی خالص شده به‌دست آمد. جمعیت در هیچ یک از بسته‌ها کمتر از

[1] Yeast Manitol Broth

۴×۱۰^{۸} سلول در هر گرم نبود (10^{8}CFU/ml). مقدار ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عنوان نیتروژن شروع کننده مصرف گردید. بذرها به صورت دستی در محل مورد نظر به صورت جوی پشته‌ای کشت شدند. برای اندازه‌گیری آنزیم نیترات ریداکتاز از هر گیاه، سه نمونه ۰/۳ گرمی از برگ به قطعات کوچک برش داده شده و داخل لوله‌های آزمایش ریخته شد. سپس مقدار ۵ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات به لوله آزمایش اضافه گردید. محلول بافر فسفات حاوی ۰/۱ مول بافر فسفات پتاسیم با pH=7.5 و ۰/۱ مول نیترات پتاسیم بود. سپس مقدار ۵۰ میکرولیتر الکل ان-پروپانل به لوله آزمایش اضافه گردید و درب لوله‌ها با درپوش لاستیکی بسته و هوای موجود در لوله آزمایش با تزریق گاز نیتروژن از طریق سوزن خارج شد. پس از پُر کردن لوله‌های آزمایش توسط گاز نیتروژن، با فویل آلومینیمی پوشیده شده و داخل حمام آب گرم در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۰ دقیقه گرفتند. آزمایش با قرار دادن نمونه‌ها داخل حمام آب گرم آغاز شد. پس از خروج، یک میلی‌لیتر از نمونه، داخل لوله آزمایش دیگری منتقل شده و روی آن، دو میلی‌لیتر معرف سولفانیل آمید و ۲ میلی‌لیتر معرف ان-نفتیل دی آمید اضافه گردید. پس از چند دقیقه، نیتریت حاصل از احیای نیترات توسط آنزیم نیترات ریدوکتاز با معرف‌ها تشکیل کمپلکس به رنگ ارغوانی دادند. رنگ ارغوانی در طول موج ۵۴۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. مقدار نیتریت بر حسب نانومول بر گرم ماده تازه در ساعت (nmol/g/Fw/h) بیان می‌شود که معرف فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز است. میزان فسفر در عصاره به روش کالیمتری و با دستگاه اسپکتروفتومتر و میزان پتاسیم به روش شعله سنجی و با دستگاه فلیم فتومتر تعیین گردید (Kalera, 2004).

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه قبل از کاشت (عمق نمونه‌برداری ۴۰-۰ سانتی‌متر) در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

Table1. Results of soil analysis (0-40 cm) in 2006 and 2007

مشخصات نمونه Sample	درصد اشباع S.P%	هدایت الکتریکی EC*1000	واکنش گل اشباع pH	درصد مواد خنثی شونده T.N.V%	درصد کربن آلی OC%	نیتروژن کل Total N%	فسفر قابل جذب (P) ppm	پتاسیم قابل جذب (K) ppm	درصد رس Clay%	درصد سیلت Silt%	درصد 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 EC*1000	واکنش گل اشباع pH	درصد مواد خنثی شونده T.N.V%	درصد کربن آلی OC%	نیتروژن کل Total N%	فسفر قابل جذب (P) ppm	پتاسیم قابل جذب (K) ppm	درصد رس Clay%	درصد سیلت Silt%	درصد 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

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد که عملکرد دانه لوبیا در دو سال اجرایی، در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۲ ج). با توجه به اهمیت اثر سال و مکان در تعیین عملکرد پتانسیل محصول می توان افزایش محصول را در سال ۸۶، ناشی از مناسب‌تر بودن شرایط جوی در طی طول دوره رویش به حساب آورد. همچنین طول دوره رشد در سال ۱۳۸۶ بیشتر از سال ۱۳۸۵ برای این محصول بود.

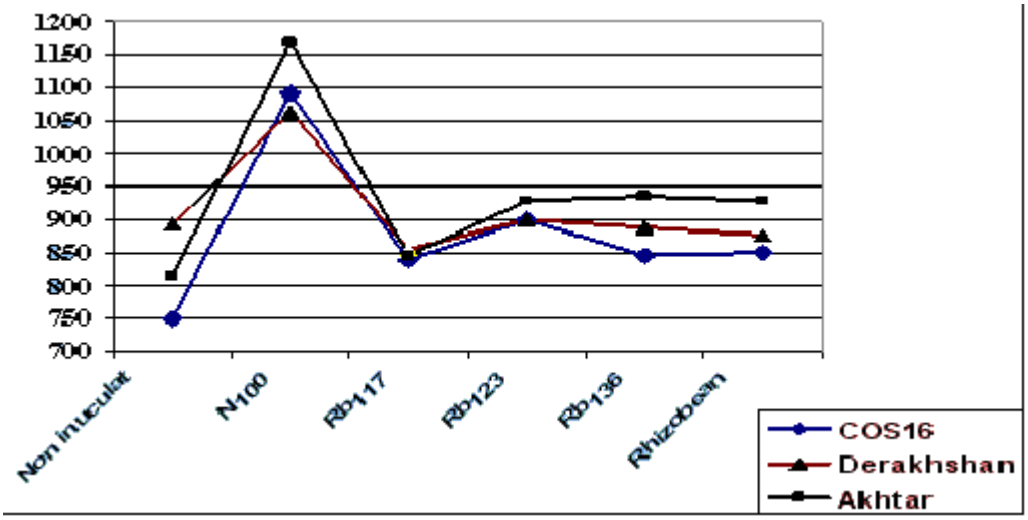
عامل مایه‌ی تلقیح و تیمار کودی بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول تجزیه واریانس ۲ج). در مجموع کاشت بذور پرایمینگ شده با انواع مایهٔ تلقیح[1] توانست حدود ۴۳ درصد محصول را نسبت به شاهد (بدون تلقیح و بدون کود) افزایش دهد و در بین انواع مایه تلقیح، مایه‌ی تلقیحRb117 با تأثیر حدود ۵۹ درصدی بر عملکرد دانه نسبت به شاهد (۲۲۳۰/۴ کیلوگرم در هکتار)، بیشترین عملکرد (۳۵۵۷/۷ کیلوگرم) و Rb123 با تأثیر ۳۲ درصدی (۲۹۴۷/۴ کیلوگرم) بر عملکرد، کمترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. مایه تلقیح صنعتی Rhizobean و عامل کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به یک اندازه بر عملکرد مؤثر واقع شدند (به طور متوسط ۴۴ درصد افزایش عملکرد را نسبت به شاهد، ایجاد کردند). مایه‌ی تلقیح Rb136، افزایش ۳۷/۵ درصدی را شامل شد (جدول ۳ج).

[1] Inoculants

آنزیم نیترات ریداکتاز

نتایج تجزیه مرکب دو ساله نشان داد که اثر رقم، اثر مایه‌ی تلقیح و اثر متقابل مایه‌ی تلقیح در رقم، در سطح یک درصد بر این صفت معنی‌دار گردید اما سایر اثرات متقابل بر این صفت، معنی‌دار نشد (جدول ۲ ج). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تأثیر تیمار مایه‌ی تلقیح بر فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز، معنی‌دار بوده است و آنها را در کلاس‌های آماری متفاوت قرار داده است (جدول ۳ ج). بالاترین فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز به میزان ۱۰۹۹/۱۸ nmol/gFW/h به تیمار مایه‌ی تلقیح کودی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و کمترین آن مربوط به تیمار مایه تلقیح تیمار شاهد (بدون تلقیح و کود) به میزان ۷۲۰/۳ nmol/gFW/h بود. سایر تیمارها با میانگین حدود ۸۸۰ nmol/gFW/h در کلاس‌های آماری یکسان یا بسیار نزدیک به هم قرار گرفتند.

اثرات متقابل نشان داد که کلیه ارقام در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص، بالاترین میانگین را نسبت به سطوح مایه تلقیح و شاهد دارند و همچنین در بین انواع مایه تلقیح مورد آزمایش، مایه‌ی تلقیح Rb117، کمترین میانگین را داراست. همچنین در بین ارقام، رقم لوبیاقرمز اختر در کلیه‌ی سطوح شاهد، کود و مایه‌ی تلقیح نسبت به ارقام دیگر میانگین بالاتری داشت (شکل ۱).

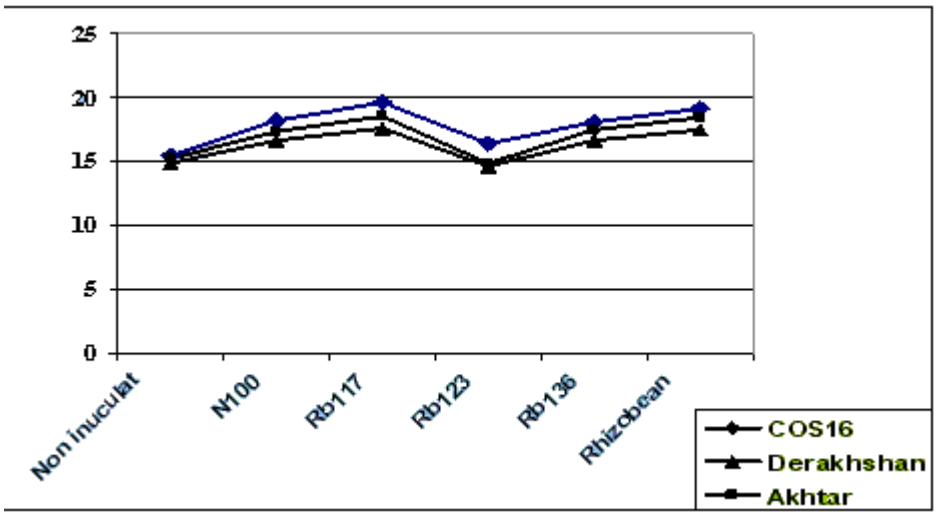


شکل ۱- اثرمتقابل مایه تلقیح و رقم بر فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز در برگ لوبیا

Fig. 1. Effect of inoculation and variety interaction on nitrate reductase enzyme activity in leaves

پتاسیم جذب شده هر کیلوگرم بذر (در مرحلهٔ برداشت)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و مایه‌ی تلقیح در سطح یک درصد و اثر سال به همراه اثر متقابل مایه‌ی تلقیح در رقم (A×B)، در سطح ۵ درصد بر این صفت معنی‌دار گردید اما اثر متقابل رقم در سال، مایه تلقیح در سال و اثرات متقابل سال در رقم در مایه تلقیح (A×B×C) بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲ ج). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که تأثیر تیمار کودی و مایه‌ی تلقیح بر میانگین پتاسیم جذب شده در هر کیلوگرم ماده خشک بذر، معنی‌دار بوده است و آنها را در کلاس‌های آماری متفاوت قرار داده است. طوری که بالاترین میانگین‌ها از تیمارهای تلقیح به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. تیمار شاهد دارای میانگین ۱۵/۲ و تیمارهای ریزوبین سوپرپلاس و Rb117 دارای میانگین ۱۸/۴ گرم پتاسیم در هر کیلوگرم ماده خشک بذر برداشت بودند (جدول ۳ ج). با توجه به شکل ۲ که اثر متقابل رقم و مایه تلقیح را نشان می‌دهد، بیشترین پتاسیم تجمع یافته در بذر از رقم COS16 تلقیح شده با مایه تلقیح Rb117 (با میانگین ۱۹/۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک بذر) به دست آمد که به طور متوسط ۳۳٪ از میانگین کمترین مقادیر حاصله (رقم درخشان تلقیح شده با Rb123 و بدون تلقیح، با میانگین حدود۱۴/۷ گرم) بیشتر است (شکل ۲).



شکل۲- اثر متقابل مایه تلقیح و رقم بر تجمع پتاسیم دربذر

Fig. 2. Effect of inoculation and variety interaction on potassium concentration in seeds

باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR) موجود در مایه تلقیح بیولوژیک سوپر نیتروپلاس اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد لوبیا و جذب عناصر غذایی در لوبیا داشتند (Taherkhani, 2008). عوامل زنده مفید موجود در کود سوپرنیتروپلاس با اثر محرک رشد و تشدیدکننده بر یکدیگر موجب افزایش تولید انواع هورمون ها، سیدروفورها، آنتی بیوتیک‌ها و مواد بازدارنده عوامل بیماری‌زا گردیده و موجب حفاظت ریشه از عوامل بیماری‌زای خاکزی می گردد. اندازه‌گیری‌های پس از برداشت محصول و نتایج آزمایشات نشان داد که درصد پروتئین و نیتروژن دانه، درصد فسفر و پتاسیم موجود در دانه بالاتر از شاهد بوده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تفاوت معنی‌داری در حد ۵٪ را بین میانگین‌های اثرات متقابل مایه‌ی تلقیح و رقم نشان داد (جدول۲ ج) و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که بیشترین پتاسیم تجمع یافته در بذر از رقم COS16 تلقیح شده با مایه تلقیح Rb117 (با میانگین ۱۹/۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک بذر (کلاس آماری a) به دست آمده که به طور متوسط ۳۳٪ از میانگین کمترین مقادیر حاصله (رقم درخشان تلقیح شده با Rb123 و بدون تلقیح وکود، با میانگین حدود ۱۴/۷ گرم که در کلاس آماری I قرار گرفته است) بیشتر است.

پتاسیم جذب شده در کیلوگرم ماده خشک اندام هوایی (در مرحلهٔ ابتدای غلاف بندی)

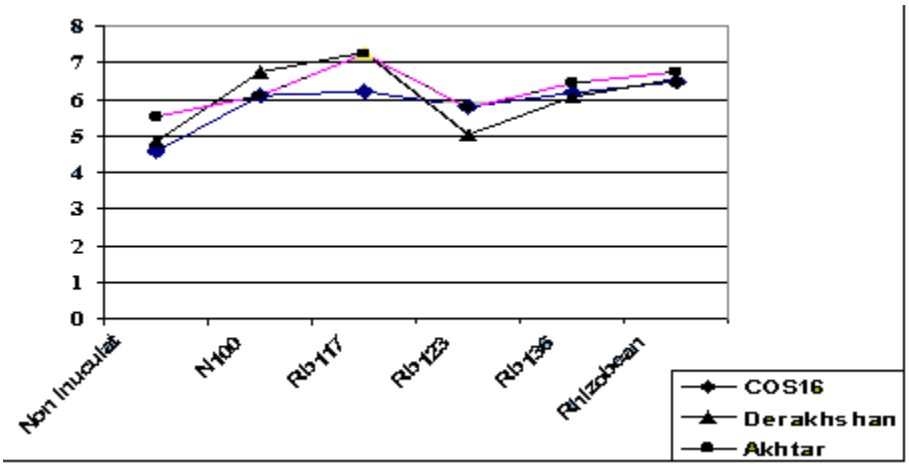
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲ج) نشان داد که اثر ارقام، اثر مایه تلقیح و اثر متقابل مایه‌ی تلقیح در رقم (A×B) در سطح یک درصد معنی‌دار شده است اما اثر سال به همراه اثر متقابل رقم در سال (Y×B)، مایه تلقیح در سال (Y×A) و اثرات متقابل سال در رقم در مایه‌ی تلقیح (A×B×C) بر این صفت معنی‌دار نشد. میانگین پتاسیم جذب شده در هر کیلوگرم ماده خشک اندام هوایی در طی دو سال آزمایش از لحاظ آماری تفاوتی نشان نداد.

تأثیر تیمار مایه‌ی تلقیح بر میانگین پتاسیم جذب شده در هر کیلوگرم ماده خشک اندام‌های هوایی، معنی‌دار بود (جدول ۲) به طوری که بالاترین میانگین‌ها از تیمارهای تلقیح به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. تیمار شاهد دارای میانگین ۱۷/۴۸، تیمار Rb123 دارای میانگین ۱۹/۹۲، تیمار Rb136 دارای میانگین ۲۱/۲، تیمار N100 دارای میانگین ۲۰/۹ و تیمارهای ریزوبین سوپرپلاس و تیمار مایه‌ی تلقیح Rb117 دارای میانگین ۲۱/۸ و تیمار ریزوبین دارای میانگین ۲۲/۴ گرم پتاسیم در هر کیلوگرم ماده خشک اندام هوایی بودند.

فسفر جذب شده هر کیلوگرم بذر

کلیه اثرات ساده و متقابل رقم و مایه‌ی تلقیح بر میزان فسفر جذب شده در بذر معنی‌دار گردید (جدول ۲ ج). نتایج مقایسات میانگین نیز نشان داد که میانگین فسفر جذب شده در هر کیلوگرم ماده خشک بذر لوبیای برداشت شده، معنی‌دار می‌باشد به طوری که بالاترین میانگین‌ها از تیمارهای تلقیح به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. تیمار شاهد دارای میانگین ۶/۳، تیمار Rb123 دارای میانگین ۵/۵، تیمار

Rb136 و تیمار N100 دارای میانگین ۶/۲۵ و تیمار ریزوبین سوپرپلاس دارای میانگین ۶/۵ و تیمار مایه‌ی تلقیح Rb117 دارای میانگین ۶/۹ گرم فسفر در هر کیلوگرم ماده خشک بذر برداشت شده بودند (جدول ۳ ج). نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل رقم و مایه‌ی تلقیح نشان داد که بیشترین فسفر تجمع یافته در بذر از رقم اختر و درخشان تلقیح شده با مایه‌ی تلقیح Rb117 (با میانگین ۷/۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به دست آمد و کمترین مقادیر با میانگین حدود ۴/۸ گرم از ارقام COS16 و درخشان بدون تلقیح (شاهد) به دست آمد. در مجموع، هر سه رقم در شرایط بدون تلقیح، میزان کمتری فسفر را برداشت نمودند و با دادن کود نیتروژنه و یا تلقیح بذور با مایه تلقیح، میزان برداشت این عنصر افزایش یافت (شکل۳). همچنین تغییرات میزان برداشت فسفر در رقم درخشان نسبت به سایر ارقام در سطوح مختلف مایه تلقیح شدیدتر بود و واکنش محسوس‌تری داشت (شکل ۳).



شکل۳- اثرمتقابل مایه‌ی تلقیح و رقم بر تجمع فسفر در بذر

Fig. 3. Effect of inoculation and variety interaction on seed phosphorus concentration

گزارشات متعددی وجود دارد که توانایی سویه‌های مختلف باکتریایی را برای انحلال ترکیبات معدنی فسفات‌های نامحلول نشان می‌دهد (Goldstein, 1986). مکانیزم اصلی انحلال فسفات‌های معدنی در نتیجه اثر اسیدهای آلی تولید شده به وسیله باکتری‌های خاک تشخیص داده شده است. تولید اسیدهای آلی موجب اسیدی شدن محیط اطراف سلول‌های باکتری شده و در نتیجه فسفر عنصری می‌تواند در اثر جایگزینی یون H^+ با یون‌های کلسیم در محیط آزاد گردد. از میان اسیدهای آلی به نظر می‌رسد که اسید گلوکونیک فراوان‌ترین عامل در انحلال فسفات‌های معدنی باشد (Illmer & Schinner, 1995). اسیدهای آلی جداشده از محیط کشت باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم موجب انحلال فسفات‌های معدنی می‌گردد در ضمن مقدار فسفات‌های محلول شده در نتیجه‌ی اثر این اسیدها در محلول‌های فاقد سلول باکتری تقریباً مشابه مقدار فسفات‌های انحلال یافته در محیط‌های کشت حاوی سلول‌های باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بوده است (Halder, 1990). با توجه به نتایج تحقیقات، مشخص شده است که انحلال فسفات‌های معدنی، یک فرایند آنزیمی نمی‌باشد. از جمله فعالیت‌های مفید این باکتری‌ها که آنها را در گروه باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] قرار می‌دهد، می‌توان به تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه به‌ویژه اکسین‌ها، توانایی حل فسفات‌های آلی و معدنی، تولید یونوفورها به‌خصوص سیدروفور، اثرات مثبت روی رشد و مورفولوژی ریشه، بهبود رابطه همزیستی با گیاه لگوم میزبان و تحریک ایجاد همزیستی میکوریزی اشاره کرد (Vessey, Rmazaniyan, 2003).

فسفر جذب شده در هرکیلوگرم ماده خشک اندام هوایی

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب دو ساله (جدول ۲ج) نشان داد که اثر سال، اثر مایه‌ی تلقیح، اثر متقابل مایه تلقیح در سال (Y×A) در سطح یک درصد معنی‌دار شدند اما اثر رقم، اثر متقابل رقم در سال (Y×B) و اثر متقابل مایه‌ی تلقیح در رقم (A×B) و اثرات متقابل سال در رقم در مایه تلقیح

[1] Plant Growth-promoting Rhizobacteria

(A×B×C) بر این صفت، معنی‌دار نبود.

میانگین فسفر جذب شده در هر کیلوگرم ماده خشک اندام های هوایی لوبیای برداشت شده در طی دو سال آزمایش از لحاظ آماری، تفاوت نشان داد (جدول ۳ ج). بالاترین میانگین فسفر جذب شده در هر کیلوگرم ماده‌ی خشک اندام هوایی از تیمار تلقیح به دست آمد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. تیمار شاهد دارای میانگین ۲/۶۳، تیمار Rb123 دارای میانگین ۳/۳۸، تیمار Rb136 و تیمار N100 دارای میانگین حدود ۴ و تیمار ریزوبین سوپرپلاس دارای میانگین ۴/۱۱ و تیمار مایه‌ی تلقیح Rb117 دارای میانگین ۴/۷۹ گرم فسفر در هر کیلوگرم ماده خشک اندام هوایی بودند.

در ارقام مختلف از نظر تجمع فسفر در اندام‌های هوایی اختلافی مشاهده نشد (جدول ۳ ج). نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تفاوت معنی‌داری را بین میانگین‌های اثرات متقابل مایه‌ی تلقیح و رقم نشان نداد (جدول ۲ج). مقایسه میانگین‌های مربوط به این اثر نشان داد که بیشترین فسفر تجمع یافته در اندام هوایی از مایه تلقیح Rb117 در همه‌ی ارقام و کمترین تجمع فسفر در تمام ارقام از تیمار شاهد (بدون مایه‌ی تلقیح و کود) حاصل شد. هر سه رقم در شرایط بدون کود و مایه‌ی تلقیح، میزان کمتری فسفر را جذب نمودند و با دادن کود نیتروژنه و یا تلقیح بذور با مایه تلقیح، میزان برداشت این عنصر افزایش یافت.

جدول۲- تجزیه واریانس تأثیر مایه تلقیح (سوش باکتری) و رقم بر صفات کیفی لوبیا در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

Table 2. Analysis of variance for some traits in Common Bean cultivars under different inoculants application

الف-۱۳۸۵		A-2006					
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	پتاسیم جذب شده اندام هوایی K uptake in foliage	فسفر جذب شده در بذر P uptake in seed	فعالیت آنزیم نیترات رداکتاز Nitrate reductase enzyme activity	فسفر جذب شده اندام هوایی P uptake in foliage	پتاسیم جذب شده در بذر K uptake in seed	عملکرد دانه Seed yield
تکرار (R)	2	2.53 *	3.4	3478.4 n.s	0.533	5.86 *	401811.2*
مایه تلقیح (A) Inoculants	5	28.79**	2.2**	113591.1**	3.34**	18.1**	1933035/1**
ارقام (B) Varieties	2	14.4**	0.079 n.s	41987.8**	0.418**	7.8**	1426488**
اثرمتقابل A×B	10	2.1**	0.054 n.s	8316.7**	0.077 n.s	0.3 n.s	195707**
اشتباه آزمایشی Error	34	0.7	0.124	2052.3	0.046	0.16	23572.7
CV (٪)		4.08	6.8	4.97	6.372	2.4	5.27
ب-۱۳۸۶		B-2007					
تکرار (R)	2	1.47*	1.65*	906.4 n.s	0/24۰ n.s	4.87 *	204974 n.s
مایه تلقیح (A)	5	28.07**	8.83**	133227.9**	8.0**	20.8 **	1768567**
ارقام (B)	2	9.9**	4.07 **	56066.9**	0.013n.s	12.1**	1330267**
اثرمتقابل A×B	10	0.77 n.s	1.52**	21206.5**	0.352 n.s	0.58 n.s	255753**
اشتباه آزمایشی (E)	34	0.46	0.516	7323	0.394	0.33	28370.7
ضریب تغییرات (٪)		3.27	10.25	8.93	14.6	3.53	5.48
C- ج-دوسالهٔ	Combined	analysis					
سال (Y)	1	1.53 n.s	98.25**	59053**	22.4**	4.55*	592889.0**
سال (تکرار) R	4	2.004*	2.51**	2192.6 n.s	0.338 n.s	5.33**	303392.7**
مایه تلقیح (A)	5	56.25**	9.1**	245463**	9.64**	38.71**	3651492.2**
ارقام (B)	2	24.0 **	1.6**	94006**	0.29 n.s	19.58**	2737721**
اثرمتقابل A×B	10	2.3 **	0.871**	22920.4**	0.16 n.s	0.527*	437916.9**
اثرمتقابل Y×A	5	0.648 n.s	1.9 **	1355.9 n.s	1.74 **	0.135 n.s	50110 n.s
اثرمتقابل Y×B	2	0.253 n.s	2.55 **	4052.32 n.s	0.14 n.s	0.36 n.s	19034 n.s
اثرمتقابلY×A×B	10	0.605 n.s	0.71 *	6602.9 n.s	0.27 n.s	0.327 n.s	13543.7 n.s
اشتباه آزمایشی (E)	68	0.58	0.32	4687.7	0.22	0.252	25971.7
ضریب تغییرات (٪)		3.7	9.26	7.37	12.38	2.9	5.3

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

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

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات تأثیر مایه تلقیح (سوش باکتری) و رقم بر صفات کیفی لوبیا در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

Table 3. Mean comparison for some traits in Common Bean cultivars under different inoculants application

الف- ۱۳۸۵ A-2006	فسفر جذب شده اندام هوایی P uptake in foliage	پتاسیم جذب شده اندام هوایی K uptake in foliage	فسفر جذب شده هر کیلوگرم بذر P uptake in seed (g/kg)	فعالیت آنزیم نیترات رداکتاز Nitrate reductase activity	عملکرد دانه Seed yield (Kg)	پتاسیم جذب شده هر کیلوگرم بذر K uptake in seed (g/kg)
Inoculants	LSD=0.24	LSD= 0.8	LSD=0.33	LSD=43.3	LSD=147	LSD=0.38
N0	2.33 d	17.38 e	4.38 d	809.7 d	2121.4 d	15 c
N100	3.3 b	20.58 cd	5.17b	1078.2 a	3120.2 b	B17.2
Rb117	3.77a	21.5b	5.5 b	820.7d	3427.2 a	18.2 a
Rb123	2.98 c	19.8d	4.75c	1023.1b	c2857.7	15 c
Rb136	3.9 a	21.24bc	5.31b	865.0 c	3016.78 b	17.2 b
Rhizobean	3.8 a	22.57a	5.77a	865.5 c	3297.9 a	18.2 a
Cultivar	LSD =0.14	LSD=0.57	LSD=0.238	LS D=30.7	LSD =104	LSD=0.27
COS16	3.5 a	21.4a	51.2 a	858.8 c	3253.5 a	17.5 **a**
Akhtar	3.37 a	19.6c	5.1a	954.6 a	2690.5c	16.9 b
Derakhshan	3.2b	20.6b	5.08 a	917.6b	2976.6 b	16.2 c
ب- ۱۳۸۶	**B-2007**					
Inoculants	LSD=0.60	LSD=0.65	LSD=0.68	LSD=82	LSD =161	LSD=0.55
N0	2.9 d	17.6d	5.6d	830.9 b	2339.3 d	15.3 c
N100	4.5 b	21.3b	7.4 b	1120 a	3277.33 b	17.6 b
Rb117	5.8a	22.2 a	8.4 a	871 b	3688.1 a	18.9 a
Rb123	3.8 c	20c	6.3 c	1098 a	3037.2 c	15.6 c
Rb136	4.2 bc	b 21	7.1b	909 b	3131.9 bc	17.7b
Rhizobean	4.4 b	22.3 a	7.4b	912.8 b	3256.4 b	18.5 a
Cultivar	LSD=0.42	LSD=0.46	LSD=0.46	LSD=56	LSD =114	LSD=0.39
COS16	4.26 a	21.5a	6.5 b	911 b	a3362.7	18 a
Akhtar	4.26 a	20b	7.5 a	1019a	2827 c	17 b
Derakhshan	4.23 a	20.7 c	7.0 a	940.9 b	3175.5 b	16.5 c
ج-دوساله	**C=2006-2007**					
Year سال	LSD=0.18	LSD=0.3	LSD= 0.22	LSD=26.3	LSD =62	LSD=0.19
2006	3.4 b	20.5a	5.1b	910.3b	2973.54 b	16.85 b
2007	4.3a	20.75a	7.0a	a957.1	3121.7 a	17.3a
Inoculant	LSD= 0.3	LSD= 0.5	LSD= 0.37	LSD= 45.5	LSD =107.2	LSD=0.33
N0	2.6 d	17.5e	5d	720.3c	2230.44e	15.2 c
N100	3.9 b	21c	6.3b	1099 a	3198.8b	b17.4
Rb117	4.8 a	22b	6.9a	846bc	3557.7 a	18.6 a
Rb123	3.4 c	20d	5.5c	900.6 b	2947.4 d	15.3 c
Rb136	4 b	21.1c	6.2 b	887 b	3074.3c	b17.4
Rhizobean	4.1 b	22.5a	6.6 ab	889.2 b	3277.2 b	b18.4
Cultivar	LSD= 0.2	LSD=0.36	LSD=0.26	LSD= 32	LSD =58	LSD=0.20
COS16	3.9 a	21.4a	5.8 b	885 c	3308.08 a	17.8a
Akhtar	3.8a	19.8 c	6.3 a	986.9a	2758.75 c	17.0 b
Derakhshan	3.7 a	20.7b	6.1 ab	929b	3076.06 b	16.3c

نتیجه‌گیری

باکتری‌های ریزوبیومی علاوه بر نقش بسیار بااهمیت خود در موازنه نیتروژن بیوسفر می‌توانند به صورت‌های متفاوت دیگری نیز افزایش رشد و عملکرد گیاهان را موجب شوند به طوری که باعث افزایش جذب سایر عناصر اعم از پتاسیم و فسفر از خاک می‌شوند. اگرچه تلقیح لوبیا با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن می‌تواند باعث بهبود شرایط ریزوسفری برای جذب سایر عناصر علاوه بر تثبیت نیتروژن گردد، اما ارقام مختلف لوبیا و سوش‌های مختلف باکتری، اثرات متفاوتی را از خود در این زمینه بر جای می‌گذارند. به طوری که در این تحقیق جذب سایر عناصر در حضور مایه تلقیح، با رقم COS16 نسبت به ارقام درخشان و اختر، بهتر بوده و همچنین سوش‌های باکتری بومی (Rb117) در مقایسه با سایر سوش‌ها نتیجه‌ی بهتری خواهند داد.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از زحمات بخش بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب و همچنین زحمات بخش خاک و آب مرکز تحقیقات زنجان و مسئولین کشت و صنعت بنیاد خرم‌دره و آقای مهندس اصغر جعفری رئیس اداره تولیدات گیاهی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان خرم‌دره، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نمایم.

منابع

1. Barron, J.E., Pasini, R.J., Davis, D.W., Stuthman, D.D., and Graham, P.H. 2000. Response to selection for seed yield and nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Filed Crops Research 62: 119-128.
2. Biswas, J.C., Ladha, J.K., and Dazzo, F.B. 2000. Rhizobia Inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. Soil Science Society of American Journal 64: 1644-1650.
3. Bliss, F.A., and Miller, J.C. 1986. Selecting and breeding grain legumes for enhanced nitrogen fixation. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool Season Food Legumes, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p. 1001-1012.
4. Fisher, R.F., and Long, S.R. 1992. *Rhizobium*-plant signal exchange. Nature (London) 357: 655-660.
5. Goldstein, A. 1986. Bacterial solubleilization of mineral phosphates. American Journal of Alternnative Agricultre 1: 51- 57.
6. Graham, P. and Rondi, P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris*). Field Crop Research 53: 131-146.
7. Halder, A.K. 1990. Solublelization of rock phosphate by *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*. Journal of Application Microbial. 36: 81-92.
8. Illmer, P., and Schinner, F. 1995. Solubilization of inorganic calcium phosphates. Soil Biology & Biochemistry 46: 257-263.
9. Kalera, Y. 2004. (Translated by Hejazii, A., Shahverdi, M., and Ardforush, H.). Methods of plant analysis (first edition). Tehran university press. p. 301.
10. Khavazi, K., Assadi Rahmani, H., and Malakouti, M.J. 2005. Necessity for the production of biofertilizers in Iran. A compilation of papers 2nd edition with complete revision. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Agricultural Research and Education Organization. Soil and Water Research Institute. p. 440. (In Persian).
11. Nakamura, Y., and Ikawa, T. 1993. Purification and properties of NADH: nitrate reductase for the red Algae. Plant Cell Physiology 34: 1239-1249.
12. Ramazanian, A. 2005. Introduction of rhizobium bacteria as Plant Growth Promoting Regulators (PGPR). (abstracts). In: Abstract Book of First Iranian Pulse Crop Symposium, November 20, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. p. 233. (In Persian with English Summary).
13. Schultze, M. 1998. Regulation of symbiotic root nodule development. Annu. Rev. Genet. 32: 33-57.
14. Taghavi, T. 2004. Effect of different nitrate to ammonium concentration and different levels of iron and bore on quantity and quality of strawberry and nitrate reductase activity. Dissertation of Ph.D. Faculty of Horticultural of Tehran University. (In Persian with English Summary).
15. Taherkhani, M. 2008. Effect of Super Nitro Plus as a PGPR on grain yield and micronutrients uptake in different cultivars of common bean. (abstracts). In: Abstract Book of the second Iranian Pulse Crop Symposium, September 12, 2007. Islamic Azad University, Science and Research Branch. Tehran. p. 178. (In Persian with English Summary).
16. Vessey, K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and soil. 255: 571-586.
17. Yadegari, M., Ghasemi Pirbaloty, A., Dadi, A., Akbari, G.A., and Golparvar, A.R. 2005. Study the nitrogen fixation ability of two varieties of common bean *(Phaseolus vulgaris* L.) by different strains of *Rhizobium phaseoli* in Shahrekord region. (abstracts). In: Abstract Book of First Iranian Pulse Crop Symposium, November 20, 2005. Ferdowsi University of Mashhad . p. 381. (In Persian with English Summary).
18. Yahyaabadi, M. 2008. Evaluation of nitrogen fixation potential and nutrients uptaking in some common bean symbiosis bacteria. (abstracts). In: Abstract Book of 10th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. August 19-21, 2008. Karaj. Iran, p. 75.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 1-10

Effect of some inoculants containing *Rhizobium legominosarum*; bv. *phaseoli* on nutrients elements uptake in three cultivars of common bean

Mehrpouyan[1*], M., Noormohammadi[2], Gh., Mirhadi[3], M.J., Heidari Sharifabad[4], H. & Shirani Rad[5], A.H.

1- Assistant Professor, Islamic Azad University, Miyaneh Branch, Department of Agriculture, Miyaneh, Iran
2&3- Professor and Assistant Professor, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
4&5- Professor and Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

Received: 27 September 2009
Accepted: 6 March 2010

Abstract

In order to evaluate nitrogen fixation ability and nutrients uptake in three cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculating with some types of inoculants containing different strains of *Rhizobium leguminosarum;* bv. *phaseoli* an experimental design was conducted in Khoramdarah region in 2006 and 2007. In this investigation three types of biological fertilizers including Rb117, Rb123, Rb136 and a commercial inoculants (Rhizobean super plus) with two treatment N100 (use of 100 Kg nitrogen/ha) and control (without seeds inoculated and fertilizer) and three common bean cultivars including COS16, Derakhshan and Akhtar (red skin) were used. The experiment was factorial in a randomized complete block design. The strains were provided by Soil and Water Research Institute Laboratory. Rb117 strain showed 58 percent increase in seed yield compared to non inoculants treatment. Among inoculants, the effect of Rb123 strain was 32% compared to others. The highest rate of nitrate reductase enzyme activity was at fertilizer treatment (100 Kg net N per ha) as 1099.18 n mol/g FW/h and the lowest enzyme activity was observed at control (720.3 n mol /g FW/h). Influence of inoculants on potassium and phosphorus absorption by plant, was significant. The highest means were obtained in inoculants treatments. The strain of Rb117 was more effective on common bean compared to other strains. In three cultivars, the COS16 was successful compared to other cultivars. High seed yield and many evaluated traits achieved by COS16 (spotted bean), second year of experiment and Rb117 strain.

Key words: Common bean varieties, Inoculants, RB117 and COS 16, Seed yield

[*] **Corresponding Author:** E-mail: mtaherkhani_2000@yahoo.com, Tel.: 02414243312

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۲۰-۱۱، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 11-20

بررسی اثر تراکم بوته و کود آغازگر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی رقم کوروش (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) در منطقه کرج

سید محمدحسن کشفی، ناصر مجنون‌حسینی* و حسن زینالی خانقاه

به ترتیب، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۳/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۲/۰۷

چکیده

تراکم جمعیت گیاهی و مقدار نیتروژن، تأثیر زیادی روی رشد و عملکرد محصول نخود دارد. بنابراین، به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف تراکم بوته و کود نیتروژن (آغازگر) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم کوروش یک آزمایش فاکتوریل ۳ × ۴ در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج در سال ۱۳۸۵ انجام شد. تراکم بوته شامل چهار سطح ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ بوته در مترمربع و سطوح کود آغازگر شامل صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. صفات مورفولوژیکی و زراعی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه، ارتفاع اولین گره زایشی از سطح زمین، عملکرد تک بوته، عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰۰دانه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد که تراکم ۴۸ بوته در مترمربع (با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۴/۲ سانتی‌متر) با متوسط عملکرد ۱۷۲۷ کیلوگرم دانه در هکتار و تیمار ۵۰ کیلوگرم کود آغازگر نیتروژن با متوسط عملکرد ۱۵۸۸ کیلوگرم دانه در هکتار، مناسب‌ترین تیمارهای آزمایشی در این تحقیق بودند. افزایش تراکم بوته نخود در واحد سطح موجب افزایش ارتفاع بوته، فاصله اولین گره زایشی از سطح زمین و عملکرد بیولوژیکی به طور معنی‌داری شد. اما، برخی صفات مانند تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد تک بوته و شاخص برداشت کاهش معنی‌داری نشان دادند. همچنین با افزایش مقدار کود آغازگر نیتروژن برخی صفات نخود مانند عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته افزایش معنی‌داری نشان دادند. به طور کلی در شرایط آب و هوایی کرج تیمارهای توأم ۴۸ بوته در مترمربع و مقدار ۲۵ تا ۵۰ کیلوگرم کود آغازگر نیتروژن در هکتار مناسب‌ترین عامل‌های مورد بررسی از نظر دستیابی به حداکثر عملکرد محصول نخود (رقم کوروش) بودند.

واژه‌های کلیدی: نخود، تراکم بوته، میزان نیتروژن، عملکرد دانه در واحد سطح، اجزای عملکرد

مقدمه

طی چهار دهه اخیر در آسیا، علاقه به استفاده از تراکم‌های گیاهی بالا توأم با استفاده از کود افزایش یافته است. در مناطقی که فصل رشد کوتاهی دارند، به علت رشد رویشی کوتاه و در نتیجه کاهش تولید، افزایش تراکم بوته در ارقام زودرس توانسته بیشترین اثر مطلوب را داشته باشد، بنابراین هدف تولیدکنندگان محصولات زراعی، به‌ویژه در گیاهان ردیفی، همواره بر آن بوده که از طریق افزایش تعداد بوته در واحد سطح به عملکرد بالاتری دست یابند (Mohammadi, 2002). تغییر فواصل ردیف کاشت و نحوه آرایش فضایی گیاهان با افزایش میزان بذر در ردیف‌های باریک طی سال‌های متمادی اغلب از طریق آزمایش‌های تجربی تعیین و به کار گرفته شده‌اند، اما افزایش تراکم بوته در واحد سطح بدون درنظر گرفتن فاکتورهای دیگر احتمالاً موجب افزایش عملکرد نشده و ممکن است کاهش عملکرد و نیز کاهش کیفیت را به دنبال داشته باشد (Richard *et al.*, 1979).

در آزمایشی با اعمال سه سطح تراکم بوته (۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و پنج تیمار علف‌های هرز روی گیاه نخود Nezami *et al.* (1997) گزارش دادند که تراکم بوته بر تعداد نیام در بوته اثر معنی‌داری داشته است، به طوری که با افزایش آن عملکرد دانه کاهش یافت. در شمال غربی ایران، با افزایش تراکم نخود بهاره تا ۵۰ بوته در مترمربع در شرایط آبی و تراکم

* **نویسنده مسئول:** تلفن: ۰۹۱۲۲۱۸۱۲۹۷
پُست الکترونیک: mhoseini@ut.ac.ir

۲۵ بوته در مترمربع در شرایط دیم، بیشترین عملکرد دانه حاصل شد (Kanouni *et al.*, 2000). در مطالعه‌ای بر روی ارقام نخود در تراکم‌های ۳۲، ۶۴، ۹۶ و ۱۲۸ بوته در مترمربع و تاریخ‌های کاشت متفاوت، تأکید شد که با افزایش تراکم، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته کاهش، ولی عملکرد دانه در واحد سطح به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است (Gasemi Gholezani *et al.*, 1994).

طبق گزارش Singh *et al.* (1980) مناسب‌ترین تراکم بوته برای نخود، با توجه به شرایط محیطی ۳۵ بوته در مترمربع بوده است، اما در تراکم‌های بالاتر و در ژنوتیپ‌های ایستاده و بلند تشکیل غلاف‌ها در قسمت بالای پوشش گیاهی رخ داد. در گزارش Singh & Saxena (1996) مناسب‌ترین تراکم گیاهی در نخود ۳۳ بوته در مترمربع عنوان شده است. با وجود این، پاسخ گیاه به تراکم‌های مختلف به قابلیت جذب آن از رطوبت خاک بستگی دارد. Lather (2000) با مطالعه ۱۲ ژنوتیپ نخود دریافت که تراکم ۳۳ بوته در مترمربع در ۱۰ ژنوتیپ، بالاترین عملکرد را حاصل کرد و در دو رقم دیگر بالاترین عملکرد در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد. طبق گزارش اغلب محققان، عملکرد بوته در نخود با افزایش تراکم کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر عملکرد تک بوته با تراکم نسبت عکس دارد. بنابراین در تراکم پایین‌تر اصولاً عملکرد دانه در گیاه بیشتر از تراکم‌های بالاتر می‌باشد (Singh & Saxena, 1996).

Ghalambaran *et al.* (1996) اعلام کردند که استفاده از کود آغازگر نیتروژن، موجب افزایش شاخص سطح برگ و افزایش تولید سویا شده، همچنین تولید ماده خشک و عملکرد نهایی دانه در واحد سطح را افزایش داده است. آنها همچنین بیان داشتند که تأثیر استفاده از کود آغازگر نیتروژن‌دار در تراکم گیاهی زیاد، بیشتر بوده است. در آزمایش‌های Bilsborrow *et al.* (1993) عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی با افزایش سطح نیتروژن افزایش یافت. اجزای عملکرد مانند تعداد و وزن غلاف، وزن دانه در هر گیاه و همچنین وزن ۱۰۰۰دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار گرفت. آنها نیز اظهار داشتند که این افزایش ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی برای قسمت‌های زایشی بوده باشد. افزایش مصرف نیتروژن ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی و وزن خشک گیاه را به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد افزایش داد. در مطالعه دیگری، عملکرد دانه تا بالاترین مقدار نیتروژن مصرفی افزایش یافت. نیتروژن به طور معنی‌داری هم تعداد کل غلاف و هم تعداد غلاف‌های بارور را افزایش داد (Saini & Faroda, 1998)، اما تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰۰دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار نیتروژن قرار نگرفت. Bahr (2007) در بررسی تراکم بوته و محلول‌پاشی اوره گزارش نمود که در تراکم بالای نخود (۵۰ بوته در مترمربع) درصد نیتروژن و پروتئین دانه نسبت به تراکم پایین (۲۵ بوته در مترمربع) بیشتر بوده است. اثر محلول‌پاشی اوره در تراکم گیاهی بالا موجب ارتفاع بلندتر بوته، شاخه بیشتر، تعداد غلاف و بذر بیشتر، وزن دانه زیادتر، عملکرد دانه و بیولوژیک بالاتر، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه بیشتری در محصول نخود شد (Bahr, 2007). در آزمایش حاضر، هدف کلی دستیابی به بهترین میزان کود آغازگر نیتروژن و تراکم بوته در واحد سطح برای کسب حداکثر عملکرد محصول نخود سفید (رقم کوروش) بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات کاشت نخود سفید (رقم کوروش) در چهار تراکم ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ بوته در مترمربع و سه سطح کود آغازگر نیتروژن صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار آزمایشی در سال ۱۳۸۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (´ ۳۴ °۳۵ عرض شمالی، ´ ۵۶ °۵۰ طول شرقی جغرافیایی و ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا) به‌صورت فاریاب انجام شد. زمین در پاییز قبل از اجرای آزمایش شخم زده شد و تحت آیش قرار گرفت. خاک محل آزمایش لوم رسی با 0.066 درصد نیتروژن کل، ۱۱/۹ پی‌پی‌ام فسفر و ۲۲۰ پی‌پی‌ام پتاسیم قابل استفاده بود که هیچ نوع کودی به‌جُز کود اوره (بر اساس تیمار کودی) به کرت‌های آزمایشی داده نشد. قبل از عملیات کاشت، برای حصول اطمینان از درصد مطلوب جوانه‌زنی بذر، آزمایش قوه نامیه استاندارد روی بذر (با ۹۸٪ جوانه‌زنی) انجام گرفت. زمان بذرکاری به علت بارندگی‌ها و تأخیر در آماده‌سازی زمین، پس از مساعد شدن هوا و انجام مراحل آماده سازی تکمیلی در تاریخ ۱۳۸۵/۱/۲۱ صورت گرفت و سپس نسبت به تهیه جوی و پشته اقدام شد. کاشت بذر با دست بر روی پشته‌ها (هر یک به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و در شیارهایی به عمق ۴ سانتی‌متر) در کرت‌هایی مشتمل بر ۵ ردیف کاشت به طول ۵ و عرض ۲/۵ متر به صورت هیرم‌کاری صورت گرفت. کود آغازگر نیتروژن (از منبع اوره با ۴۶٪ نیتروژن خالص) هم زمان با کاشت مطابق تیمارها و به صورت جای‌گذاری در داخل شیارهای موازی خطوط کشت در داغ‌آب

پشته‌ها مورد استفاده قرار گرفت. برای دستیابی به تراکم‌های ۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ بوته در مترمربع، فواصل بوته‌ها روی ردیف به ترتیب حدود ۱۲/۵، ۶/۲۵، ۴/۱۷ و ۳/۱۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تعداد نهایی بوته‌ها در روی خطوط کاشت از طریق دو مرتبه تنک کردن بوته‌های اضافی ۱۵ روز پس از سبزشدن به دست آمد. آبیاری کرت‌ها بعد از کاشت و به فواصل ۱۰ روز یک‌بار انجام گرفت. علف‌های هرز مزرعه در طول فصل رشد دو بار طی ۲۵ و ۵۰ روز بعد از کاشت با دست وجین شدند.

در انتهای فصل رشد نخود، میانگین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین گره زایشی (اولین غلاف) از سطح زمین، تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی از ۱۰ بوته در هر کرت به طور تصادفی اندازه‌گیری و شمارش شد. در هنگام برداشت نخود بوته‌های دو ردیف سوم و چهارم هر کرت پس از حذف نیم‌متر حاشیه از دو طرف به طول ۳ متر (مساحت ۳ مترمربع) با دست از خاک جُدا شدند و جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک (برحسب کیلوگرم در هکتار) به آزمایشگاه منتقل گردیدند. برای شمارش تعداد غلاف در بوته از هر تیمار در زمان رسیدگی ۱۰ بوته به طور تصادفی برداشت شد و تعداد غلاف و دانه‌های هر بوته شمارش و سپس میانگین تعداد غلاف و تعداد دانه در هر بوته تعیین گردید. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزارهای Mstat-c مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند. سپس بین تراکم بوته و معکوس عملکرد دانه در تک بوته رابطه خطی رگرسیونی ترسیم و ضریب تبیین محاسبه گردید (Majnoun Hosseini *et al.*, 2001).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تراکم‌های مختلف نخود (رقم کورش) و سطوح کود نیتروژن آغازگر از لحاظ ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد تک‌بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری ($P<0.01$) داشتند. اما از نظر وزن ۱۰۰۰دانه بین تراکم‌های بوته نخود و سطوح مختلف کود آغازگر نیتروژن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اثر متقابل تراکم بوته و کود آغازگر نیتروژن برای عملکرد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار شد ولی برای عملکرد دانه در واحد سطح و بقیه صفات مورد اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

با افزایش تراکم نخود از ۱۶ تا ۴۸ بوته در مترمربع عملکرد دانه افزایش یافت، اما افزایش بیشتر تراکم از ۴۸ به ۶۴ بوته در مترمربع منجر به کاهش عملکرد دانه نخود شد (جدول ۲). بین تراکم بوته و عملکرد دانه در واحد سطح یک رابطه رگرسیونی درجه دوم ($R^2 = 0.99$) مشاهده شد (شکل ۱) و بیانگر آن است که با ازدیاد تراکم بوته نخود، محصول تا چه مقدار افزایش خواهد یافت. اما، با افزایش بیشتر تراکم بوته به علت ایجاد رقابت درون‌گونه‌ای به‌خصوص برای رطوبت (در شرایط دیم) و کاهش نفوذ نور به قسمت‌های پایین کانوپی گیاه، همچنین کاهش کارآیی مصرف تشعشع، تولید و عملکرد دانه کم خواهد شد. Pilbeam *et al.* (1998) عقیده دارند که عوامل آب و هوایی (اقلیمی) بر محصولات زراعی تأثیر به‌سزایی داشته است. بنابراین، در تعیین مطلوب‌ترین تراکم بوته نخود باید شرایط محیطی-زراعی منطقه مدنظر قرار گیرد. برای مثال Mohammadi (2002) بهترین میزان تراکم نخود زراعی را در کشت آبی در شرایط آب و هوایی کرج ۴۶ بوته در واحد سطح، Kanouni *et al.* (2000) مناسب‌ترین میزان تراکم نخود دیم را در شرایط کردستان ۲۵ بوته در واحد سطح، و Filippeti (1990) تراکم گیاهی مطلوب نخود را در هندوستان ۳۳ بوته در مترمربع گزارش نموده‌اند. در بررسی حاضر نیز مطلوب‌ترین تراکم نخود حدود ۴۸ بوته در مترمربع بوده است (شکل ۱). در بین سطوح مختلف کود آغازگر نیتروژن، میزان صفر (شاهد) پایین‌ترین و میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه در واحد سطح را تولید کردند (جدول ۲). رابطه رگرسیونی بین سطوح مختلف نیتروژن و عملکرد دانه در واحد سطح در این بررسی از روند خطی ($R^2= 0.99$, $y= 4.12x+1380.2$) پیروی کرد. در بررسی اثر کود آغازگر نیتروژن بر تثبیت نیتروژن توسط باکتری ریزوبیوم، Surrenson (1999) روند عملکرد دانه گیاهان لگوم را افزایشی یافت و اظهار داشت این افزایش زمانی چشمگیر است که آب کافی در اختیار گیاه قرار داشته باشد.

برخی صفات نخود مانند تعداد شاخه‌ها، تعداد غلاف در بوته، عملکرد تک بوته و شاخص برداشت در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع افزایش بیشتری نشان دادند (جدول ۲)، اما صفاتی چون ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، عملکرد دانه و بیولوژیک در تراکم ۶۴ بوته نخود در مترمربع بیشتر بود. به عبارت دیگر، در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع به دلیل رقابت درون‌گونه‌ای کمتر، در کارایی تک‌بوته نخود اختلالی حاصل نگردید در نتیجه بالاترین عملکرد تک‌بوته در این تراکم با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تراکم‌ها به دست آمد (جدول

۲). در این بررسی، بین تراکم بوته نخود و معکوس عملکرد تک‌بوته رابطه‌های خطی رگرسیونی برای سه سطح کود آغازگر نیتروژن به دست آمد (شکل۲ الف تا ج). Holliday (1960) نیز حالت مجانب و سهمی روابط بین عملکرد در واحد سطح و تراکم بوته را به صورت یک معادله خطی نشان داده است. همچنین Majnoun Hosseini *et al.* (2001) برای ساده‌سازی معادلات چنددرجه‌ای و پیچیده (پلی نومیال) در بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف در ایزولاین‌های سویا، یک رابطه خطی رگرسیونی بین تراکم بوته و معکوس عملکرد دانه سویا ارائه دادند که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد (شکل۲ الف تا ج).

در بررسی حاضر، نیز اجزای عملکرد دانه نخود مانند تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف با افزایش تراکم بوته در واحد سطح همانند نتایج برخی محققان (Mohammadi, 2002) کاهش معنی‌داری داشتند (جدول۲)، به طوری که بالاترین میزان این صفات به ترتیب در تراکم‌های ۱۶ و ۳۲ بوته در مترمربع حاصل شد که با پژوهش Watt & Singh (1992) بر روی میزان بذر، فاصله ردیف کاشت و کود فسفره در گیاه عدس مطابقت دارد. آنها نشان دادند که احتمالاً با افزایش تراکم بوته عدس، توانایی گیاه در انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن کاهش یافته و یا به دلیل سایه‌اندازی زیاد و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی از تعداد غلاف و دانه در بوته کاسته شده است. در بین سطوح مختلف کود آغازگر نیتروژن تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین و تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار پایین‌ترین تعداد دانه و غلاف در بوته و دانه در غلاف را تولید کردند (جدول ۲). Deibert *et al.* (1979) نشان دادند که کاربرد نیتروژن در ایزولاین‌های سویا، سبب افزایش تعداد دانه و تعداد غلاف در بوته گردید.

افزایش تراکم بوته با کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در نخود همراه بود (جدول ۲، شکل۳)، به طوری که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع حاصل شد. Seddique & Sedgely (1985) نیز گزارش نمودند که با افزایش تراکم بوته در گیاه نخود به دلیل کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی گیاه، فعالیت جوانه‌های تشکیل‌دهنده شاخه کاهش می‌یابد. در بین سطوح مختلف نیتروژن، تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین و تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار پایین‌ترین تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه را تولید کرد (شکل ۴). Surrenson (1999) گزارش داد که کاربرد کود نیتروژن در گیاه نخود باعث افزایش معنی‌داری در تعداد شاخه می‌شود. در بررسی حاضر بین تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = 0.95^{**}$) به دست آمد (جدول ارائه نشده است)، همچنین بین تعداد شاخه فرعی در بوته و ارتفاع گیاه نخود همبستگی منفی ($r = -0.79^{**}$) وجود داشت. به عبارت دیگر افزایش تراکم بوته نخود موجب افزایش ارتفاع بوته گردید (شکل ۳)، یعنی سایه‌اندازی موجب افزایش طول میان‌گره‌های ساقه و در نتیجه افزایش ارتفاع و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته شده است.

جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات زراعی نخود (رقم کوروش) برای سطوح مختلف تراکم کاشت و کود آغازگر نیتروژن

Table 1. Analysis of variance (MSS) for some agronomic traits of chickpea (cv. Kouroh) for different plant densities and starter nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات (M.S.)				
		ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک First node height from the ground	تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant		دانه در غلاف Seeds per pod
				اصلی(Main)	فرعی(Aux.)	
تکرار Replication	3	0.958^{ns}	0.311^{ns}	0.016^{ns}	1.06^{ns}	0.002^{ns}
تراکم بوته Plant density (D)	3	220.7^{**}	121.3^{**}	2.99^{**}	569.7^{**}	0.065^{**}
کود آغازگر نیتروژن Starter Nitrogen (N)	2	18.2^{**}	19.14^{**}	0.604^{**}	67.0^{**}	0.069^{**}
تراکم*کود D×N	6	0.707^{ns}	1.54^{ns}	0.022^{ns}	6.4^{*}	0.0066^{ns}
خطا (Error)	33	0.314	0.36	0.017	1.4	0.007

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

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

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات زراعی نخود (رقم کوروش) برای سطوح مختلف تراکم کاشت و کود آغازگر نیتروژن

Table 1. (continued). Analysis of variance (MSS) for some agronomic traits of chickpea (cv. Kouroh) for different plant densities and starter nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات (M.S.) غلاف در بوته Pods/plant	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 seed weight	عملکرد تک بوته Seed yield/plant	عملکرد در واحد سطح Seed yield/ha	عملکرد بیولوژیک Biol. yield/ha	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	3	8.57^{ns}	7.18^{ns}	0.005^{ns}	1759.7^{ns}	5668.5^{ns}	0.83^{ns}
تراکم بوته Plant density (D)	3	915.1**	1857^{ns}	68.15**	681970**	11353341**	1293.4**
کود آغازگر نیتروژن Starter Nitrogen (N)	2	47.3**	13.88^{ns}	21.5**	160533**	583422**	16.6**
تراکم*کود D×N	6	2.58^{ns}	24.45^{ns}	14.3**	6112.5^{ns}	5027**	9.22**
خطا (Error)	33	1.73	25.22	2.98	9612.4	3264.4	2.02

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

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

جدول ۲- مقایسه میانگین (دانکن) صفات نخود زراعی (رقم کوروش) تحت تأثیر تراکم بوته و کود آغازگر نیتروژن

Table 2. Mean comparison of chickpea characteristics (cv. Kourosh) as affected by plant density & starter nitrogen (Duncan test)

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Pl. height (cm)	ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک (سانتی‌متر) First node height from the ground (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant (Main) اصلی	تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant (Aux.) فرعی	دانه در غلاف Seeds per pod	تعداد غلاف در بوته Pods/plant
تراکم بوته در مترمربع Plant density (plants/m^2)						
16	26^{d}	14.2^{d}	3.2^{a}	37.1^{a}	1.02^{c}	39.9^{a}
32	31.6^{c}	18.4^{c}	2.8^{b}	32.2^{b}	1.14^{a}	30.4^{b}
48	32.8^{b}	20.7^{b}	2.3^{c}	24.7^{c}	1.13^{a}	23.3^{c}
64	36.4^{a}	21.1^{a}	2.1^{c}	22.0^{d}	1.0^{b}	20.2^{d}
کود آغازگر نیتروژن (کیلوگرم/هکتار) Starter Nitrogen (kg/ha)						
0	30.6^{b}	17.5^{c}	2.36^{b}	27.2^{b}	1.01^{b}	26.7^{c}
25	31.8^{a}	18.6^{b}	2.61^{ab}	28.5^{b}	1.07^{ab}	28.5^{b}
50	32.7^{a}	19.7^{a}	2.74^{a}	31.2^{a}	1.14^{a}	30.2^{a}

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 $\alpha= 0.05$.

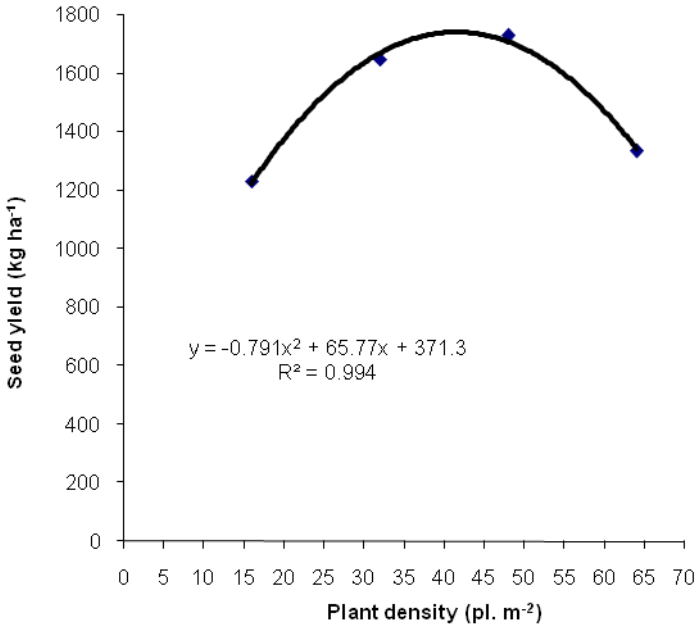
ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین (دانکن) صفات نخود زراعی (رقم کوروش) تحت تاثیر تراکم بوته و کود آغازگر نیتروژن

Table 2. (continued). Mean comparison of chickpea characteristics (cv. Kourosh) as affected by plant density & starter nitrogen (Duncan test)

تیمارها Treatments	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)	عملکرد تک بوته (گرم) Seed yield/plant (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield/kg ha^{-1}	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biol. Yield/ kg ha^{-1}	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
تراکم بوته در مترمربع Plant density (plants/ m^2)					
16	294.4^{a}	7.68^{a}	1228^{d}	2201^{c}	55^{a}
32	292.6^{a}	5.15^{b}	1644^{b}	3357^{b}	48^{b}
48	292.5^{a}	3.63^{c}	1727^{a}	4241^{a}	40^{c}
64	291.4^{a}	2.10^{d}	1333^{c}	4264^{a}	31^{d}
کود اغازگر نیتروژن (کیلوگرم/هکتار) Starter Nitrogen (kg/ha)					
0	261.2^{a}	4.3^{b}	1382^{b}	3346^{b}	42.7^{b}
25	297.3^{a}	4.6^{b}	1478^{ab}	3479^{ab}	44.4^{a}
50	319.6^{a}	5.0^{a}	1588^{a}	3722^{a}	44.6^{a}

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- رابطه رگرسیونی بین تراکم بوته و عملکرد دانه نخود

Fig. 1. Relationship between plant density & chickpea seed yield

Surrenson (1999) اظهار داشت که کود آغازگر نیتروژن در ابتدای فصل رشد سبب استقرار سریع‌تر نخود در مزرعه، افزایش رشد رویشی و افزایش ارتفاع گیاه خواهد شد. همچنین، وجود نیتروژن در ابتدا و تا قبل از این‌که تثبیت نیتروژن توسط گرهک‌های ریشه‌ها در گیاه صورت گیرد نیتروژن مورد نیاز آن را تأمین می‌کند.

صفت شاخص برداشت نخود در بین تراکم‌ها و سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱) و با افزایش تراکم بوته، شاخص برداشت کاهش معنی‌داری ($P<0.01$) یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد یکی از دلایل عمده شاخص برداشت بالا در تراکم‌های پایین کاشت به دلیل رقابت ضعیف گیاهان در جهت بهره وری از عوامل رشد به ویژه جذب تشعشع در طول فصل بوده است. احتمالاً در این شرایط مواد فتوسنتزی به جای این‌که صرف رشد رویشی و تولید ساقه و بافت‌های ساختمانی شود به اندام‌های زایشی انتقال یافته است. حالت عکس آن در تراکم‌های بالا به دلیل رقابت شدید بین بوته‌های نخود می‌باشد که در چنین شرایطی سهم هر دانه از تولید مواد فتوسنتزی (منبع) کاهش یافته و به دنبال آن شاخص برداشت پایین آمده است (Seddique & Sedgely, 1985). در بین سطوح مختلف کود آغازگر نیتروژن، بالاترین شاخص برداشت مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم و پایین‌ترین آن مربوط به تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد. Surrenson (1999) گزارش داد که کاربرد کود آغازگر نیتروژن به آن نسبتی که رشد رویشی و عملکرد دانه را افزایش خواهد داد به افزایش شاخص برداشت منجر شود.

به طور خلاصه، در این بررسی، اثر مفید افزایش تراکم‌های کاشت (از ۱۶ تا ۴۸ بوته در مترمربع) و کاربرد کود آغازگر نیتروژن برای افزایش عملکرد دانه نخود مشخص شد. در تراکم‌های کاشت پایین به دلیل عدم رقابت بوته‌های نخود، عملکرد دانه در تک بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و بالاخره شاخص برداشت افزایش یافتند، ولی کم بودن تعداد گیاه در واحد سطح سبب شد که از عوامل تولید حداکثر استفاده صورت نپذیرد. در بررسی حاضر ضمن مطابقت با نتایج سایر محققان (Mohammadi, 2002)، در شرایط آب و هوایی کرج، تراکم ۴۸ بوته نخود در مترمربع (برای رقم کوروش) با عملکرد ۱۷۲۷ کیلوگرم دانه در هکتار و تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود آغازگر نیتروژن با تولید ۱۴۷۸ کیلوگرم دانه در هکتار، که با تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت، بهترین تیمارهای آزمایشی محسوب شدند.

Fig. 2a

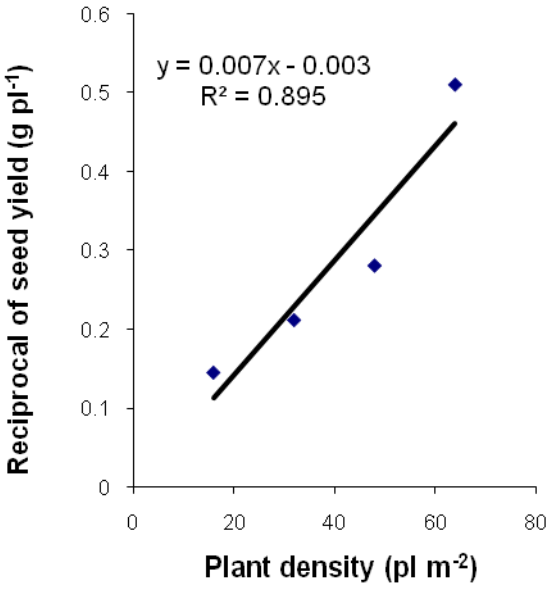


Fig. 2b

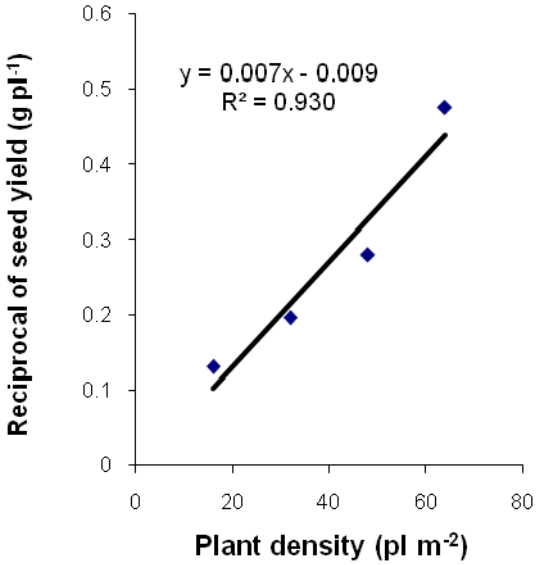
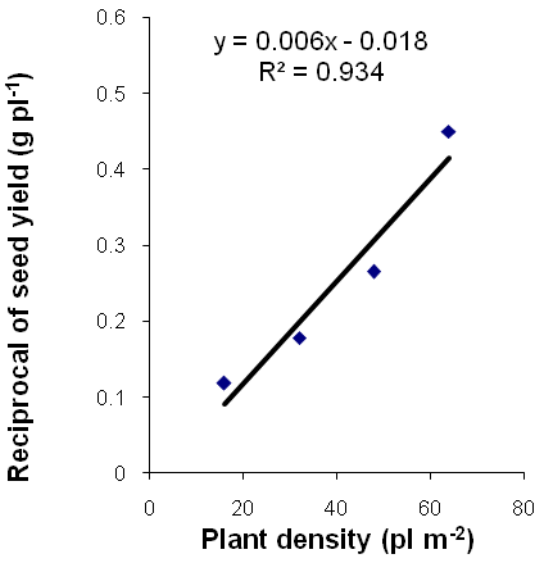
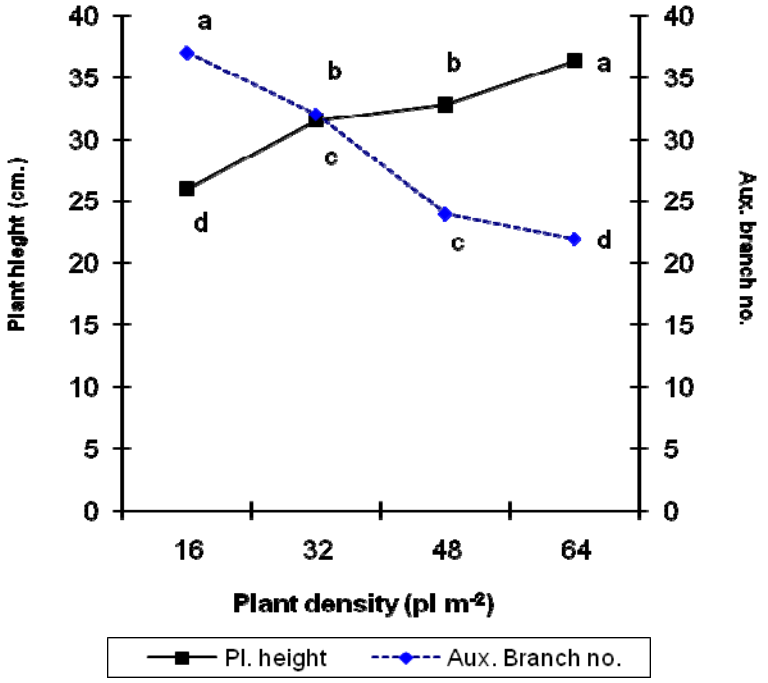


Fig. 2c



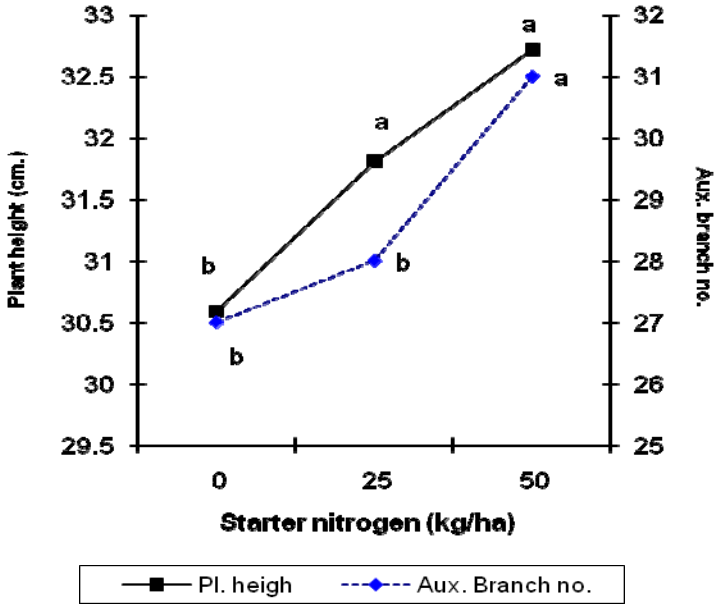
شکل ۲- رابطه خطی بین تراکم و معکوس عملکرد تک بوته نخود (رقم کوروش) در سطوح مختلف کود آغازگر نیتروژن شامل صفر (a) ۲۵ (b) و ۵۰ (c) کیلوگرم نیتروژن در هکتار

Fig. 2. Linear relationship between plant density & reciprocal of chickpea per plant seed yield (cv. Kourosh) at different density & starter nitrogen (Fig. a, b & c shows 0, 25 & 50 kg N ha^{-1}, respectively)



شکل ۳- تأثیر تراکم بوته بر ارتفاع و تعداد شاخه فرعی نخود (رقم کوروش)

Fig. 3. Effect of plant density on chickpea (cv. Kourosh) plant height & auxiliary branch numbers



شکل ۴- تأثیر کود آغازگر نیتروژن بر ارتفاع و تعداد شاخه فرعی نخود (رقم کوروش)

Fig. 4. Effect of starter nitrogen on chickpea (cv. Kourosh) plant height & auxiliary branch numbers

منابع

1. Bahr, A.A. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Res. J. Agri. and Biological Sci. 3: 220-223.
2. Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., and Zhao, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components. Agri. Sci. 120: 219-224.
3. Deibert, E.J., Bijeriego, M., and Olsen, R.A. 1979. Utilization of N fertilizer by nodulating and non-nodulating soybean isolines. Agron. J. 71: 717-723.
4. Filippeti, A. 1990. Variability of plant and seed characteristics in collection of chickpea. Legume Res. 13: 39-46.
5. Gan, Y.T., Miller, R.R., Mc Conkey, B.G., Zentner, R.R., Liu, P.H., and Mc Donald, C.L. 2003. Optimum plant population density for chickpea and dry pea in a semi-arid environment. Canadian J. of Plant Science 83: 1-9.
6. Gasemi Gholezani, K., Mohamadi, S., Rahimzade-Khoei, F., and Moghadam, M. 1994. Quantitative relationships between plant density & chickpea seed yield in different sowing dates. J. Agricultural Sci. University of Tabriz 7: 59-73.
7. Ghalambaran, M.R., Hashemi-Dezfuli, S.A., Siadat, S.A., and Fathi, G. 1996. Study the yield variation and morphological traits of soybean under the effects of starter nitrogen at different planting densities and patterns. In: Proc. of the 4th Iranian Crop Production and Breeding Congress, Aug. 26-29, 1996. Technical University of Isfahan, Isfahan-Iran. p. 157. (In Persian).
8. Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. Field Crop Abstract 13: 159-167.
9. Kanouni, H., Ahmadi, M.K., and Akbari, N. 2000. Study the yield and stability of common chickpea cultivars at Kurdistan conditions. In: Proc. of the 6th Iranian Crop Production and Breeding Congress, Sep. 3-6, 2000. University of Mazandaran, Babolsar-Iran. p. 433. (In Persian).
10. Lather, V.S. 2000. Promising chickpea ideotype for higher plant density. International chickpea Newsletter 7: 26-28.
11. Majnoun Hosseini, N., Ellis, R.H., and Yazdi-Samadi, B. 2001. Effect of plant density on yield and yield components of eight isolines of cv. Clark (*Glycine max* L.). J. Agric. Sci. Techno. 3: 131-139.
12. Mohammadi, H. 2002. The effect of plant density on physiological characteristics, yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). M.Sc. Thesis. University of Tehran, Karaj-Iran.
13. Nezami, A., Bagheri, A.R., Mohamadabadi, A.A., and Langari, M. 1997. Effects of weeding and plant population density on yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Agricultural Sci. & Techno. J. Ferdowsi University of Mashhad 11: 53-64.
14. Pilbeam, C.J., Wood, M., Harris, H.C., and Tuladhar, J. 1998. Productivity and nitrogen use of three different wheat-based rotations in North West Syria. Aust. J. Agric. Res. 49: 451-458.
15. Richard, L., DeLougherty, and Kent Crookston, R. 1979. Harvest index of corn affected by population density, maturity rating and environment. Agron. J. 71: 577-580.
16. Saini, S.S., and Faroda, A.S. 1998. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotype 'H 86-143' to seeding rates and fertility levels. Indian J. Agron. 43: 90-94.
17. Seddique, K.N.M., and Sedgely, R.H. 1985. The effect of reduced branching on yield and water use of chickpea in a Mediterranean type of environment. Field Crop Res. 12: 251-296.
18. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1996. Winter chickpea in Mediterranean-type environments. A technical bulletin. Int. Centre for Agric. Res. In Dry Areas, Aleppo, Syria.
19. Singh, K.B., Tuwate, S., and Kamal, M. 1980. Factors responsible for tallness and low yield in tall chickpea. Intern. Chickpea Newsletter 2: 5-7.
20. Surrenson, G. 1999. Effect of plant genotype and nitrogen fertilizer on symbiotic nitrogen fixation by legume cultivar. Plant soil 72: 1049-1056.
21. Watt, J., and Singh, R.K. 1992. Response of late sown lentil to seed rate, row spacing and phosphorus levels. Indian J. Agron. 37: 522-593.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 11-20

Effect of plant density and starter nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) at Karaj conditions

Kashfi, S.M.H., Majnoun Hosseini*, N. & Zeinali Khaneghah, H.

M.Sc. Student, Professor & Associate Professor, respectively
Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science & Engineering,
University of Tehran, Karaj

Received: 21 June 2009
Accepted: 27 April 2010

Abstract

Plant population density (PPD) and nitrogen (N) have large effects on chickpea growth and yield. To study these effects on chickpea (var. Kourosh) a factorial experiment (4×3) in randomized complete block design with four replications was carried out at research farm of college of Agriculture & Natural Science, Karaj (Iran) in 2006. Four PPD treatments were 16, 32, 48 and 64 plant m^{-2} and N amount were 0.0, 25 and 50 Kg per ha. Morphological and agronomic traits such as plant height, first node distance from ground level, number of primary and secondary branches, pods per plant, seed yield per plant and per unit area, biological yield, harvest index, 1000 seed weight were all recorded. The results indicated that density of 48 plants m^{-2} (with 50 cm between and 4.2 cm within the rows) and starter nitrogen rate of 50 kg ha^{-1} were the best treatments which produced an average seed yield of 1727 and 1588 kg ha^{-1}, respectively. Increase in chickpea density caused a significant rise in plant height, first node distance from ground level and biological yield. However, certain traits such as the number of primary and secondary branches, seeds per pod, pods per plant, seed yield/plant decreased significantly with plant density. The starter N fertilizer also increased some agronomic traits of chickpea such as seed and biological yield, harvest index, seeds per pod, and pods per plant, significantly. On the whole, the highest chickpea seed yield (in cv. Kourosh) was obtained from the combination of 48 plant m-^{2} and starter nitrogen amount of 25 to 50 kg ha^{-1} at Karaj conditions.

Key word: Chickpea, Plant density, Nitrogen amount, Seed yield, Yield components

* **Corresponding Author:** E-mail: mhoseini@ut.ac.ir, Tel.: 09122181297

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۳۶-۲۱ نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 21-36

ارزیابی صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و عملکردی بخشی از مجموعه ژرم‌پلاسم نخود بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد
الف: نخودهای تیپ دسی

احمد نظامی[1*]، فرزین پورامیر[2]، صیاد مؤمنی[2]، حسن پُرسا[3]، علی گنجعلی[4] و عبدالرضا باقری[1]

۱- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی و اعضای پیوسته گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- کارشناس ارشد پژوهشی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- عضو هیأت علمی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۷/۲۳

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک و عملکردی ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی، تحقیقی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به اجرا درآمد. در این تحقیق، ۷۰ ژنوتیپ نخود تیپ دسی از بانک بذر حبوبات دانشگاه فردوسی مشهد در کرت‌هایی به طول ۲/۵ متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر، در یک تا چهار خط کاشت، بدون تکرار در پنجم اردیبهشت ماه، کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مختلف اندازه‌گیری شده در مورد هر یک از نمونه‌های کشت شده بر اساس دیسکریپتور نخود عبارت بودند از طول دوره‌ی سبز شدن تا گلدهی، طول دوره‌ی گلدهی تا غلاف‌دهی، طول دوره‌ی گلدهی تا رسیدگی، رنگ گل، رنگ دمگل، طول گل، تعداد گل در خوشه، رنگ غلاف، طول غلاف، شروع پُرشدن دانه، تیپ برگ‌ها، تیپ رشدی گیاه، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، تعداد شاخه‌های فرعی (اولیه، ثانویه و ثالثیه)، تعداد گره در ساقه، طول برگ، طول و عرض برگچه، تعداد برگچه در برگ، سطح برگ، تعداد غلاف در دمگل، تعداد غلاف در بوته، شکوفایی غلاف، تعداد دانه در غلاف، بافت پوسته‌ی بذر، وجود یا عدم وجود خال‌های کوچک روی بذر، شکل دانه و میزان عملکرد دانه. نتایج نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و دامنه‌ی آن از ۳۲ تا ۴۴ روز بود. بیشترین (۴۷٪) و کمترین (۲۰٪) تعداد ژنوتیپ‌ها از نظر طول دوره‌ی گل‌دهی تا رسیدگی به ترتیب در دامنه‌ی ۳۷ تا ۳۹ روز و کمتر از ۳۷ روز قرار داشتند. در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تنوع قابل‌توجهی از نظر گستره‌ی ارتفاع بوته وجود داشت به‌طوری‌که تفاوت حداقل و حداکثر ارتفاع بوته مشاهده شده حدود ۵۳ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ MCC۷۰۸ با ۶۳ سانتی‌متر، بیشترین میزان ارتفاع بوته را دارا بود. ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک در ۱۳ درصد از ژنوتیپ‌ها، بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر بود. عملکرد دانه در۶۴درصد از ژنوتیپ‌ها که بیشترین میزان عملکرد دانه را دارا بودند، بیش از ۴۰۰ گرم در مترمربع بود به طوری که نمونه MCC۶۰۸ با ۷۴۵ گرم در مترمربع، بیشترین میزان عملکرد دانه را تولید نمود. نتایج در مجموع نشان داد که تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات ارزیابی شده، وجود دارد و از این رو می‌توان از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی جهت بهبود عملکرد این گیاه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد ، دیسکریپتور نخود، ژرم‌پلاسم

مقدمه

امروزه اصلاح و تهیه‌ی ژنوتیپ‌هایی با کارآیی بالا برای ارتقای بازدهی و رشد نظام‌های کشاورزی، بدون نهاده‌های اضافی، مورد نیاز می‌باشد تا از این طریق عملکرد گیاهان زراعی افزایش یافته و کارآیی و بهره‌وری نظام‌های کشاورزی نیز بهبود یابد. در این خصوص بقولات دانه‌ای، از جمله نخود (*Cicer arietinum* L.)، که دارای توانایی مناسبی در تثبیت نیتروژن اتمسفر هستند اهمیت ویژه‌ای دارند (Hall *et al*., 2003). این گیاهان در اغلب نظام‌های زراعی مناطق خشک به‌طور وسیعی

* **نویسنده مسئول:** گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده‌ی کشاورزی
دانشگاه فردوسی مشهد، پُست الکترونیک: nezamiahmad@yahoo.com

کشت می‌شوند و جزو مهم‌ترین منابع پروتئین گیاهی هستند که نقش مهمی را در تأمین مواد غذایی مردم ایفا می‌کنند (Goldani and Rezvani, 2004). همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن هوا و نقش مؤثر در افزایش حاصل‌خیزی خاک از جمله ویژگی‌های حبوبات بوده و لذا در تناوب با سایر گیاهان زراعی و یا به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Prayaga *et al*., 2003; Mcclean *et al*., 1993).

نخود در ۵۲ کشور جهان کشت می‌شود و سطح زیرکشت آن بیش از ۱۱ میلیون هکتار و تولید سالانه‌ی آن بیش از ۸ میلیون تُن می‌باشد (Fao, 2008) که از این مقدار اندکی بیش از ۹۰٪ سطح زیرکشت و ۷ میلیون تُن تولید آن در آسیا صورت می‌گیرد (Upadhyaya *et al*., 2001). میانگین عملکرد جهانی نخود، حدود ۷۷۰ کیلوگرم در هکتار است در حالی که میزان آن در ایران، تنها ۳۶۵ کیلوگرم در هکتار ذکر شده است (Fao, 2008). پایین بودن عملکرد نخود در کشور غالباً به‌دلیل کشت ارقام کم‌محصول، تنش‌های زیستی و غیرزیستی مختلف، پتانسیل پایین عملکرد ارقام موجود، به‌کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی و عدم اتخاذ روش‌های زراعی مناسب تولید می‌باشد (Nezami and Bagheri, 2005). به عنوان مثال در کاشت بهاره قرار گرفتن گیاه در معرض روزهای بلند و همچنین بروز تنش خشکی و گرما در دوره‌ی رشد رویشی گیاه سبب می‌شود که این مرحله کوتاه شده و وزن خشک گیاه در زمان گل‌دهی به حد مطلوبی نرسد. از سوی دیگر در دوره‌ی رشد زایشی گیاه و به ویژه در مرحله‌ی پُرشدن دانه نیز کمبود رطوبت و تنش گرمایی وجود دارد که در نتیجه‌ی اثرات توأم این عوامل با یکدیگر عملکرد محصول شدیداً کاهش می‌یابد (Duvick, 1984; Van Rheenen, 1990). برای افزایش عملکرد و تولید گیاهان زراعی، بهبود روش‌های تولید آنها روز به روز بیشتر احساس می‌شود (Rozrokh *et al*., 2002) و به همین خاطر شناسایی صفات مختلف مربوط به ژرم‌پلاسم آنها که اطلاعاتی را در مورد تنوع قابل دسترس در اختیار قرار می‌دهند و سپس نقش مثبتی در انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب برای افزایش عملکرد بذر ایفا می‌کنند بسیار حایز اهمیت می‌باشد (Kathiresan and Gnanamurthy, 2003; Mcclean, 1993; Prayaga *et al*., 2003).

تنوع ژنتیکی، تنوع موجود در مجموعه ژن‌هایی است که توسط موجودات مختلف حمل می‌شوند. این تنوع بر اثر تقابل با محیط، الگوهای تنوع موجودات زنده را به‌وجود آورده و ماده اولیه تکامل محسوب می‌شود. بنابراین حذف تنوع ژنتیکی از گونه‌های زراعی موجب از بین رفتن پتانسیل تکاملی این گیاهان شده و خطری جدّی برای امنیت غذایی دراز مدت جهان به شمار می‌رود (Koocheki *et al*., 2004; Cox *et al*., 1986; Holley and Goodman, 1989). با این‌که تنوع در انتخاب ژنوتیپ‌های گیاهان زراعی توسط زارعین موجب کاهش ریسک تولید و نوسانات سالانه عملکرد می‌شود، ولی شواهد موجود نشان‌دهنده‌ی فرسایش شدید ژنتیکی در گونه‌های زراعی است که این امر از گرایش به سمت واریته‌های پُرمحصول و اصلاح‌شده ناشی می‌شود (Koocheki *et al*., 2004). بر اساس تحقیقی که Koocheki *et al.* (2004) بر روی تنوع واریته‌های گیاهان زراعی در ایران انجام دادند، مشاهده شد که ۸۴٪ سطح زیرکشت گندم کشور مربوط به ۱۰ واریته (۳۰٪ واریته‌های زیرکشت گندم) بوده و دو رقم فلات و قدس به تنهایی در حدود ۲۹٪ سطح زیرکشت گندم را به خود اختصاص می‌دهند. در مورد سایر محصولات نیز ۲۵ تا ۳۵درصد تعداد کل واریته‌های موجود بیشتر از ۷۰٪ سطح زیرکشت هریک از گونه‌های زراعی را به خود اختصاص داده‌اند. از این رو مطالعه‌ی صفات مختلف گیاهان و استفاده از تنوع ژنتیکی موجود جهت انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب امری اجتناب‌ناپذیر است.

در آزمایشی که Najibnia *et al.* (2008) به‌منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در کاشت پاییزه در مشهد روی ۱۵۲ ژنوتیپ متحمل به سرما انجام دادند، در میان ژنوتیپ‌ها تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از نظر صفاتی مانند تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن، سبزشدن تا گلدهی، گلدهی تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و مجموع طول شاخه‌ها در بوته وجود داشت، به‌طوری‌که دوره رشد رویشی ۸۴ درصد از ژنوتیپ‌ها در این آزمایش بیش از ۱۶۵ روز و دوره رشد زایشی در ۸۷ درصد از آنها، بیش از ۲۹ روز بود. همچنین ۸۶ درصد از ژنوتیپ‌ها ارتفاعی بیش از ۳۰ سانتی‌متر داشتند.

به منظور به‌کارگیری منابع ژنتیکی نخود در اصلاح آن، Upadhyaya *et al.* (2002) مجموعه‌ای از ۱۹۵۶ ژنوتیپ نخود را به منظور نشان دادن دامنه تغییرات برای پارامترهایی مانند ارتفاع گیاه، روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بذر و وزن ۱۰۰ دانه، جمع‌آوری کردند که هدف اصلی آنها ارزیابی مجموعه گردآوری شده نخود برای تعیین تنوع ژرم‌پلاسم به منظور افزایش پتانسیل ژنتیکی واریته‌های نخود بود. از کل ژرم‌پلاسم نخود موجود در مرکز

تحقیقاتی ICRISAT (۱۶۹۹۱ ژنوتیپ)، نزدیک به ۱۴۳۹۳ (۸۵٪) آن مربوط به آسیا می‌باشد که از این تعداد حدود ۵۵۰۰ (۳۳٪) نمونه آن مربوط به جنوب غربی آسیا و نواحی مدیترانه‌ای است. این دو منطقه از جمله مراکز اصلی تنوع نخود بوده و قرار داشتن کشور ما در این منطقه نیز سبب شده است که نمونه‌های بسیار متنوعی از نخود در آن یافت شود (Upadhyaya *et al.*, 2001). به همین منظور در این تحقیق، ۷۰ نمونه از ژرم‌پلاسم نخود تیپ دسی از بانک بذر حبوبات دانشگاه فردوسی مشهد به منظور کسب اطلاعات بیشتر در مورد برخی از خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک و سایر خصوصیات گیاهی مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در پنجم اردیبهشت سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا اجرا شد. در این منطقه متوسط بارندگی سالیانه ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد می‌باشد و دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. در این بررسی ۷۰ ژنوتیپ نخود تیپ دسی از بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد[1] از نظر تعدادی از خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به محدودیت تعداد بذر در دسترس برای هر ژنوتیپ، بذور ژنوتیپ‌ها در کرت‌هایی شامل حداقل یک تا حداکثر چهار خط به طول حداکثر ۲/۵ متر و فاصله‌ی ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر به صورت بدون تکرار در پنجم اردیبهشت‌ماه کشت شدند. آبیاری بر اساس روال معمول منطقه انجام شد. وجین علف‌های هرز و همچنین سم‌پاشی بر علیه آفت هلیوتیس در هنگام ضرورت، انجام شد. در این بررسی، صفات مختلف فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه بر اساس دیسکریپتور نخود (IBPGR, ICRISAT, ICARDA, 1993) به صورت زیر انجام شد:

الف) صفات فنولوژیک شامل: مراحل سبزشدن، گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی بر اساس رسیدن به۵۰ درصد از هر کدام از مراحل فوق در بوته‌های هر ژنوتیپ.

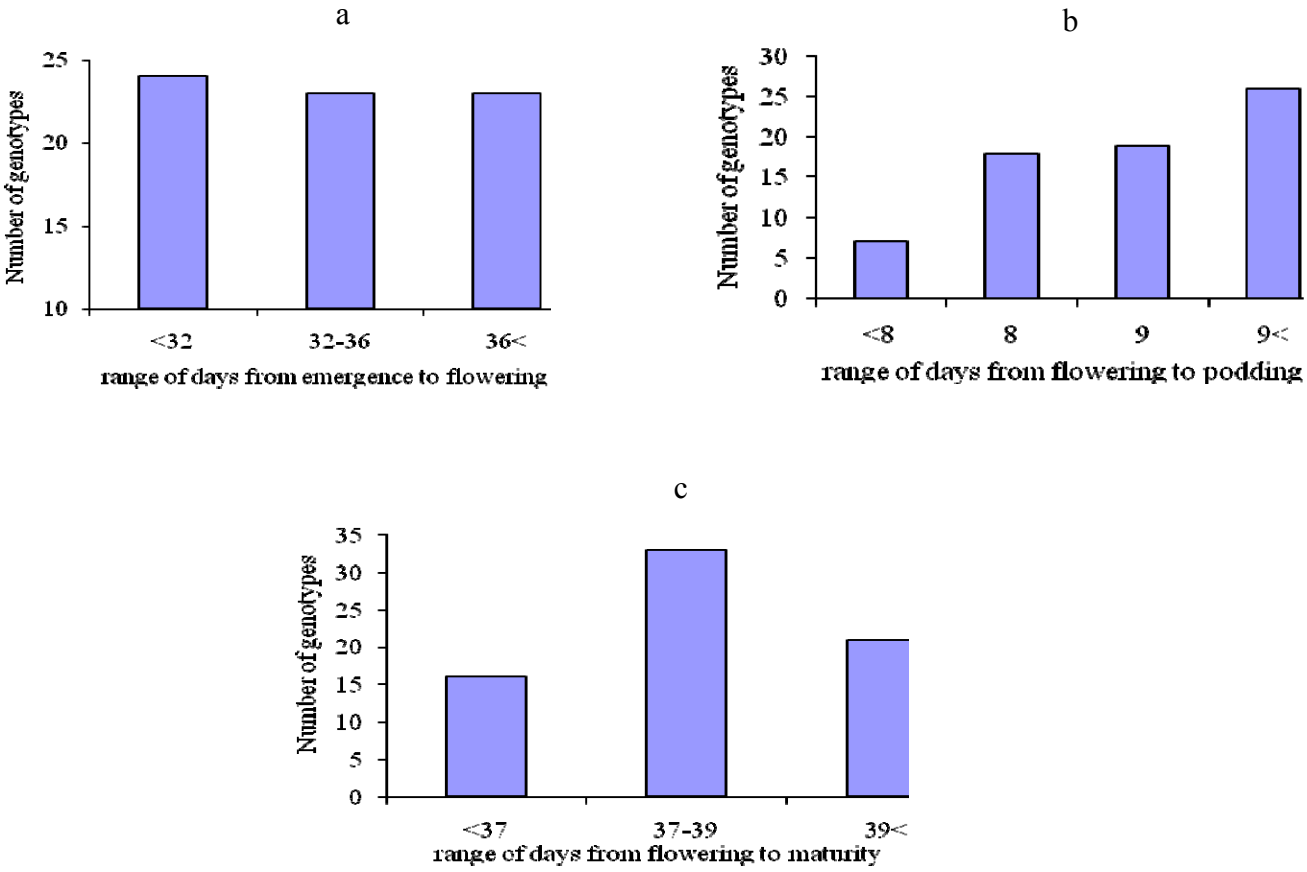
ب) صفات مورفولوژیک شامل: طول گل: میانگین اندازه‌ی طول پنج گل از پنج بوته برای هر ژنوتیپ؛ تیپ برگ‌ها: تقسیم تیپ برگ‌ها به سه دسته‌ی معمولی (تک شانه‌ای)، ساده (عدم تمایز پهنک برگ به برگچه و راکیس) و چند رشته‌ای (انشعاب پهنک برگ بیش از یک‌بار)؛ طول و عرض برگچه‌ها: اندازه طول و عرض پنج برگچه از پنج گیاه در محل سومین برگچه تحتانی محور برگ پنجم از نوک گیاه؛ طول برگ، سطح برگ و تعداد برگچه در برگ: برای اندازه‌گیری طول برگ، پنج برگ از پنج گیاه انتخاب شده و میانگین طول محور برگ آنها (بدون لحاظ کردن دمبرگ انتهایی) به عنوان طول برگ و میانگین تعداد برگچه‌ها نیز به عنوان تعداد برگچه در هر برگ برای هر ژنوتیپ ثبت گردید. سطح برگ برگ‌ها نیز به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ اندازه‌گیری شده و سپس میانگین آنها به عنوان سطح برگ منظور گردید؛ ارتفاع بوته: میانگین ارتفاع ۵ بوته در انتهای فصل رشد؛ تعداد گره در ساقه: تعداد گره در ساقه‌ی اصلی پنج بوته در انتهای فصل رشد؛ تیپ رشدی: تقسیم بندی بوته‌ها به سه دسته‌ی خوابیده (بوته‌های با زاویه‌ی کمتر از ۳۳ درجه)، نیمه‌خوابیده (بوته‌های با زاویه‌ی بین ۳۳ تا ۶۶ درجه) وایستاده (بوته‌های با زاویه‌ی بین ۶۶ تا ۹۰ درجه)؛ تعداد شاخه‌های فرعی اول، دوم و سوم: از طریق شمارش شاخه‌های پنج بوته در زمان رسیدگی؛ طول غلاف: میانگین طول پنج غلاف در زمان رسیدگی شامل کوچک (کمتر از ۱۵ میلی‌متر)، متوسط (۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر) و بزرگ (بیشتر از ۲۰ میلی‌متر)؛ شکل دانه: تقسیم‌بندی دانه‌ها به سه شکل زاویه‌دار، کله‌قوچی و شبیه نخودفرنگی؛ تعداد غلاف: میانگین تعداد غلاف‌های پنج بوته در مرحله‌ی برداشت گیاه؛ تعداد دانه در غلاف: میانگین تعداد دانه در ۱۰ غلاف؛ وزن ۱۰۰۰ دانه: میانگین وزن پنج تکرار ۱۰۰تایی از بذور هر ژنوتیپ؛ عملکرد دانه: کل دانه‌ی تولیدشده در هر کرت بر اساس گرم در متر مربع.

تعداد زیادی از پارامترهای دیگر شامل: رنگ گل، رنگ دمگل، تعداد گل در دمگل، تیپ گل‌ها، رنگ غلاف، تعداد غلاف‌ها در دمگل، شکوفایی غلاف، رنگ دانه، بافت پوسته بذر و وجود یا عدم وجود خال‌های کوچک روی بذر نیز بر اساس دسکریپتور نخود اندازه‌گیری شدند. ترسیم گراف‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 و کلاستربندی ژنوتیپ‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Minitab 14 انجام گرفت. همبستگی بین صفات نیز با استفاده از نرم‌افزار JMP برآورد شد.

[1] Mashhad Chickpea Collection (MCC)

نتایج و بحث

گستره‌ی تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، از ۳۱ تا ۴۴ روز متغیر بود (شکل ۱، الف). دوره‌ی رویشی ۳۷ درصد ژنوتیپ‌ها کمتر از ۳۲ روز بود و ۳۳ درصد ژنوتیپ‌ها نیز دوره‌ی رشد رویشی بیش از ۳۶ روز داشتند. در آزمایشی که برروی ۳۳ ژنوتیپ نخود در مشهد در ۴ تاریخ کاشت از ۶ مهر تا ۱۶ اسفند انجام شد، تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی در کاشت بهاره (۱۶ اسفند) در حدود ۳۷ روز گزارش شد (Nezami, 2002). از نظر گستره‌ی تعداد روز از گل‌دهی تا غلاف‌دهی، در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش تنوع قابل‌توجهی وجود نداشت به طوری که بین کمترین و بیشترین تعداد روز از گلدهی تا غلاف‌دهی در میان ژنوتیپ‌ها، حدود ۶ روز اختلاف وجود داشت و دامنه‌ی آن بین ۶ تا ۱۲ روز بود (شکل ۱، ب). بیشترین و کمترین درصد ژنوتیپ‌ها از نظرگستره‌ی تعداد روز از گل‌دهی تا غلاف‌دهی به ترتیب مربوط به دسته‌های بیشتر از ۹ روز (۳۷٪) و کمتر از ۸ روز (۱۰٪) بود. تفاوت بین کمترین تا بیشترین تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی در بین ژنوتیپ‌ها ۱۲ روز بود (جدول ۱). بیشترین درصد ژنوتیپ‌ها (۴۷/۲٪) از نظر طول دوره گلدهی تا رسیدگی در گروه ۳۹-۳۷ روز و کمترین آنها (۲۰٪) نیز در گروه کمتر از ۳۷ روز قرار گرفتند (شکل ۱، ج).



شکل ۱- توزیع فراوانی خصوصیات فنولوژیک نمونه‌های نخود تیپ دسی، شامل گستره‌ی تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی (a)، گستره‌ی تعداد روز از گلدهی تا غلاف‌دهی (b)، گستره‌ی تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی (c) در شرایط مشهد سال ۱۳۸۶

Fig. 1. Frequency distribution of phenological characteristics of the Deci chickpea samples, including the range of days from emergence to flowering (a), flowering to podding (b) and flowering to maturity (c) in Mashhad, 2007

در بین ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی مورد مطالعه، تنوع کمی از نظر رنگ گل، دمگل و غلاف مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشدند) به طوری که ۶۷ درصد ژنوتیپ‌ها دارای رنگ گل صورتی رگه‌دار، ۷۳ درصد دارای رنگ دمگل ارغوانی و ۱۰۰ درصد آنها دارای غلاف سبزرنگ بودند. گستره‌ی طول گل در ژنوتیپ‌ها از ۹ تا ۱۲ میلی‌متر متغیر بود و در بیشتر ژنوتیپ‌ها (۵۸٪) طول گل ۱۰ میلی‌متر بود. نیمی از ژنوتیپ‌ها (۵۰٪) دارای متوسط طول غلاف بین ۱۵-۲۰ میلی‌متر بودند. برای تعیین شکوفایی غلاف از چشم غیرمسلح استفاده شد و بر اساس مشاهدات، هیچ غلاف شکوفایی در این ژنوتیپ‌ها دیده نشد. ژنوتیپ‌های نخود از نظر سطح برگ به سه دسته‌ی کوچک (کمتر از ۱۳ سانتی‌مترمربع)، متوسط (۱۳-۱۶ سانتی‌مترمربع) و بزرگ (بیشتر از ۱۶ سانتی‌مترمربع) تقسیم‌بندی شدند و بر این اساس مشاهده شد که تنوع کمی در ژنوتیپ‌ها از نظر سطح برگ وجود داشت و اکثر آنها (۹۴٪) دارای سطح برگ کمتر از ۱۳ سانتی‌مترمربع بودند (داده‌ها نشان داده نشدند). در این آزمایش تیپ برگ‌ها، همه از نوع تک‌شانه‌ای (معمولی) بود. گستره‌ی تعداد برگچه در برگ در میان ژنوتیپ‌ها دارای تنوع بالا و دارای دامنه‌ای از ۱۰ تا ۱۶ عدد در بین ژنوتیپ‌ها بود. بیشترین درصد ژنوتیپ‌ها (۵۳٪) دارای ۱۲ برگچه در برگ بودند و کمترین درصد (۱۱٪) مربوط به ژنوتیپ‌های دارای کمتر از ۱۲ برگچه در برگ بود (شکل ۲، الف).

در این آزمایش، ژنوتیپ MCC۸۹۶ با ۱۶ عدد برگچه دارای بیشترین تعداد برگچه در برگ بود و در حدود ۱۰٪ ژنوتیپ‌ها با ۱۰ عدد برگچه دارای کمترین تعداد برگچه در برگ بودند (جدول ۱). طول برگ در بین ژنوتیپ‌ها دارای تنوع قابل‌توجهی بود به طوری که اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار طول برگ در حدود ۳۸ میلی‌متر بود و دامنه آن از ۳۸ تا ۷۶ میلی‌متر متغیر بود (جدول ۱)، با این وجود درصد بیشتر ژنوتیپ‌ها (۴۷٪) دارای طول برگ بین ۵۶ تا ۶۰ میلی‌متر بودند (شکل ۲، ب). بیشترین طول برگ مربوط به ژنوتیپ MCC۷۰۸ با ۷۶ میلی‌متر بود و و کمترین آن با ۳۸ میلی‌متر متعلق به ژنوتیپ‌های MCC۵۲۰ و MCC۵۱۹ بود. همچنین طول و عرض برگچه در میان ژنوتیپ‌ها دارای تنوع بالایی بود به طوری که دامنه‌ی بین بیشترین و کمترین طول و عرض برگچه در میان ژنوتیپ‌ها به ترتیب ۱۰ و ۱۲ میلی‌متر بود (جدول ۱). بیشترین طول برگچه در بین ژنوتیپ‌ها، به ژنوتیپ‌های MCC۷۰۸ و MCC۸۸۳ با ۱۷ میلی‌متر و بیشترین عرض برگچه نیز به ژنوتیپ MCC۸۸۳ با ۱۶ میلی‌متر تعلق داشت و کمترین مقدار طول و عرض برگچه نیز به ژنوتیپ MCC۵۱۹ با مقدار ۷ میلی‌متر طول و ۴ میلی‌متر عرض تعلق داشت. در بین گروه‌بندی‌های صورت گرفته، بیشترین درصد ژنوتیپ‌ها (۳۳٪) دارای طول برگچه‌ی کمتر از ۱۱ میلی‌متر بودند و کمترین درصد (۱۱٪) در ژنوتیپ‌های با طول برگچه‌ی بالاتر از ۱۴ میلی‌متر مشاهده شد. همچنین از نظر عرض برگچه نیز بیشترین درصد (۳۰٪) مربوط به ژنوتیپ‌های با عرض برگچه‌ی دارای کمتر از ۷ میلی‌متر بود و کمترین درصد (۲۱٪) به ژنوتیپ‌های با عرض برگچه‌ی ۸ میلیمتر اختصاص داشت (شکل ۲، ج و د).

از نظر وضعیت رشدی (محدود و نا محدود)، همه ژنوتیپ‌ها از نوع رشد نامحدود و از نظر تیپ رشدی (خوابیده، نیمه‌خوابیده و ایستاده)، درصد بیشتر ژنوتیپ‌ها (۵۷٪) دارای تیپ رشدی ایستاده بودند (داده‌ها نشان داده نشدند)، که این صفت می‌تواند از نظر دسترسی به ژنوتیپ‌های مناسب برای برداشت مکانیزه مورد استفاده قرار گیرد. گستره‌ی تعداد گره در ساقه در بین ژنوتیپ‌ها وسیع و اختلاف بیشترین و کمترین تعداد گره در میان آنها ۳۷ بود. حداکثر و حداقل تعداد گره در ساقه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ MCC۵۹۳ (با ۵۲ عدد) و MCC۸۶۷ (با ۱۵ عدد) بود (جدول ۱). در این آزمایش درصد بیشتر ژنوتیپ‌ها (۶۷٪) دارای تعداد گره بین ۳۰ تا ۴۰ عدد بودند و کمترین درصد (۱۰٪) مربوط به ژنوتیپ‌های دارای تعداد گره بیش از ۴۰ عدد بود (شکل۳، الف).

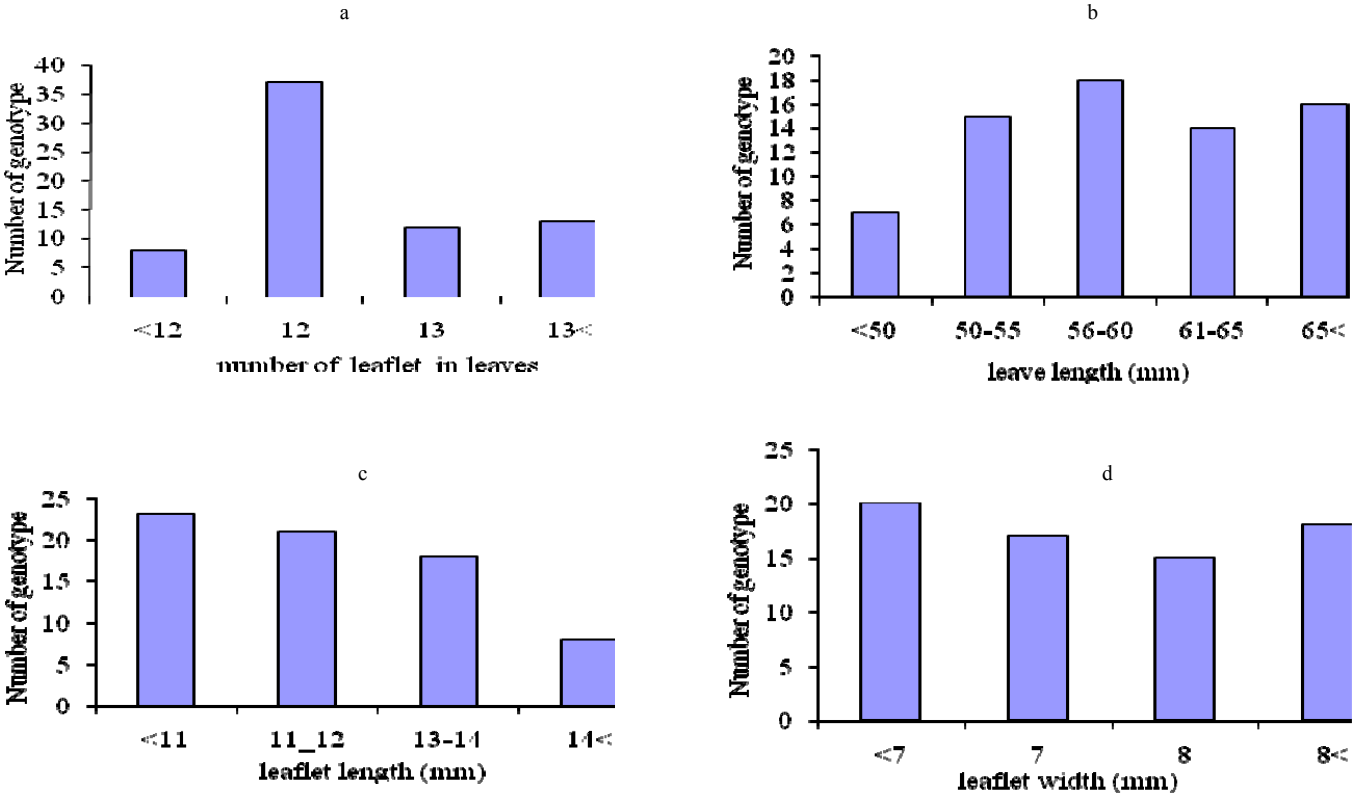
گستره ارتفاع بوته در میان ژنوتیپ‌ها، تنوع قابل‌توجهی داشت و میزان آن از ۱۰ تا ۶۳ سانتی‌متر متغیر بود و بر این اساس، ژنوتیپ‌ها در چهار دسته گروه بندی شدند (شکل۳، ب). درصد بیشتری از ژنوتیپ‌ها (۳۶٪)، از گسترهٔ ارتفاع بوته بین ۴۰-۳۱ سانتی‌متر برخوردار بودند و کمترین درصد (۱۳٪) مربوط به بوته های با ارتفاع کمتر از ۳۱ سانتی‌متر بود. در آزمایشی که در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ به‌منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ۱۵۲ ژنوتیپ متحمل به سرمای نخود تیپ کابلی در مشهد انجام شد، ارتفاع بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش را در دامنه‌ای بین ۱۱ تا ۵۷ سانتی‌متر بود (Rozrokh *et al.*, 2002). همچنین Singh *et al.* (1997) اظهار داشتند که در کاشت زمستانه نخود متوسط ارتفاع حدود ۴۷ سانتی‌متر و در کاشت بهاره آن حدود ۳۶ سانتی‌متر بود. با افزایش ارتفاع بوته، امکان برداشت مکانیزه نخود توسط کُمباین فراهم شده و لذا از هزینه‌های فراوان کارگری کاسته می‌شود (Singh *et al.*, 1997). گستره‌ی ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک نیز در بین ژنوتیپ‌های مورد

مطالعه بسیار متغیر بود به طوری که اختلاف بین کمترین و بیشترین آن، حدود ۲۵ سانتی‌متر بود (جدول ۱). بیشتر ژنوتیپ‌ها (۳۳٪) در این آزمایش، به دلیل پخش و پراکنش بوته‌ها برروی سطح خاک دارای غلاف‌های هم سطح با خاک بودند (شکل۳، ج). ۱۳درصد ژنوتیپ‌ها دارای ارتفاع اولین غلاف بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر از سطح خاک بودند که این موضوع می‌تواند در دسترسی به ژنوتیپ‌های مناسب برای برداشت مکانیزه مورد استفاده قرار گیرد.

گستره‌ی تعداد شاخه‌های فرعی اولیه در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱ تا ۶ شاخه متغیر بود. بیشترین درصد ژنوتیپ‌ها (۴۳٪) در این آزمایش دارای ۳ شاخه‌ی فرعی اولیه بودند و کمترین درصد (۹٪) مربوط به ژنوتیپ‌های با تعداد شاخه‌های فرعی اولیه بیشتر از ۴ عدد بود (شکل۴، الف).

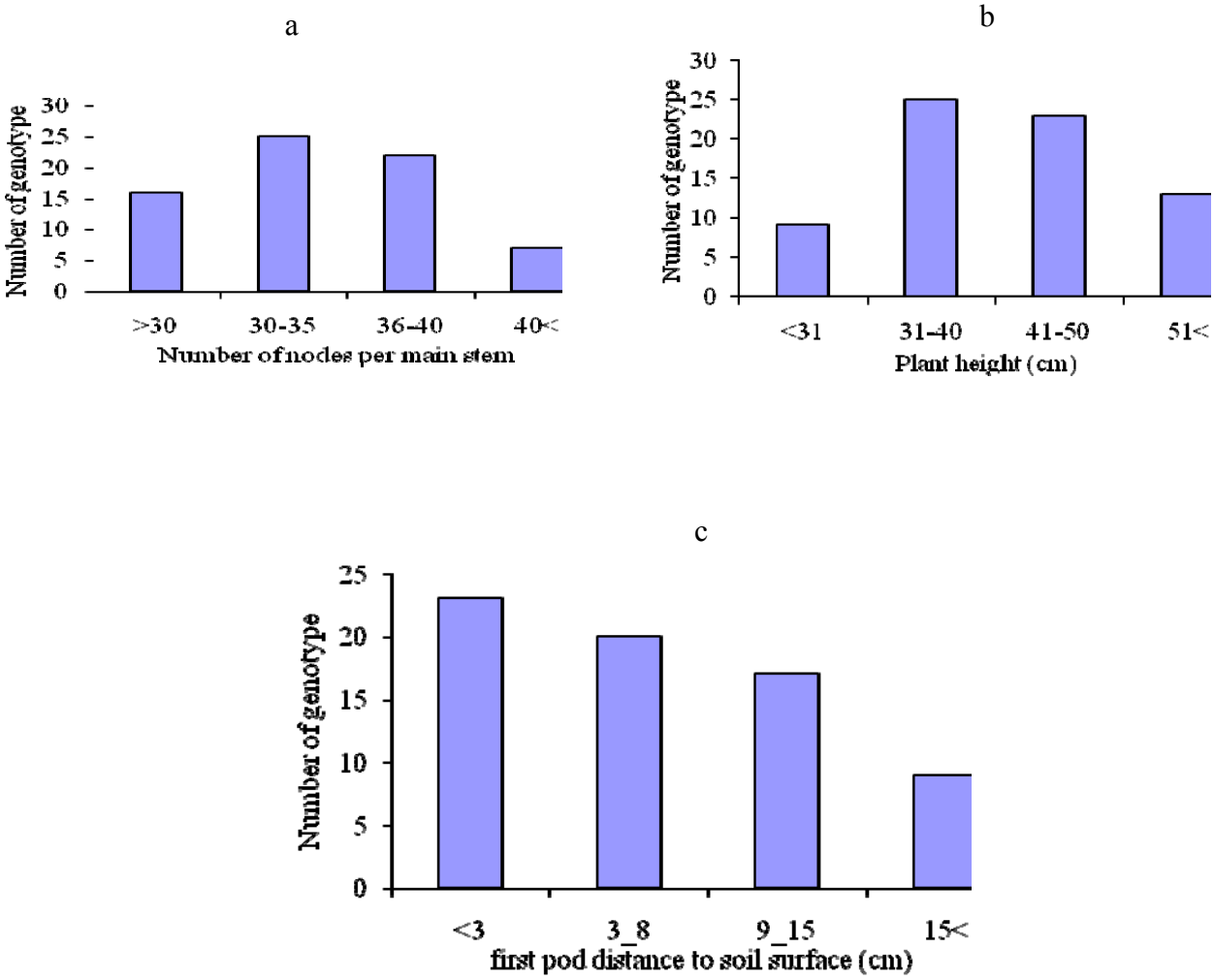
ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه نیز تنوع قابل‌توجهی داشتند و در چهار دسته گروه‌بندی شدند (شکل۴، ب). اختلاف بین بیشترین و کمترین تعداد شاخه‌ی فرعی ثانویه در میان ژنوتیپ‌ها، حدود ۳۳ شاخه بود. همچنین بیشترین و کمترین تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه در این تحقیق به ترتیب مربوط به ژنوتیپ MCC۵۲۰ با ۳۹ عدد و MCC۸۷۱ با ۴ شاخه بود (جدول۱) و درصد بیشتر ژنوتیپ‌ها (۳۴/۳٪) نیز تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه ۱۵ تا ۲۰ عدد را داشتند.

Kanoni (2004) در آزمایشی که برروی ارزیابی تحمل به سرما در ۴۰ ژنوتیپ نخود انجام داد، تفاوت معنی‌داری را در تعداد شاخه‌های ثانویه، در بین لاین‌های آزمایشی مشاهده نمود به طوری که تعداد آنها از ۴ تا ۱۲ شاخه در بوته متغیر بود.



شکل ۲- گستره‌ی تعداد برگچه در برگ (a)، گستره‌ی طول برگ (b)، گستره‌ی طول برگچه (c) و گستره‌ی عرض برگچه (d)

Fig. 2. Range of leaflet number in leaves (a), leaf length (b), leaflet length (c) and leaflet width (d)



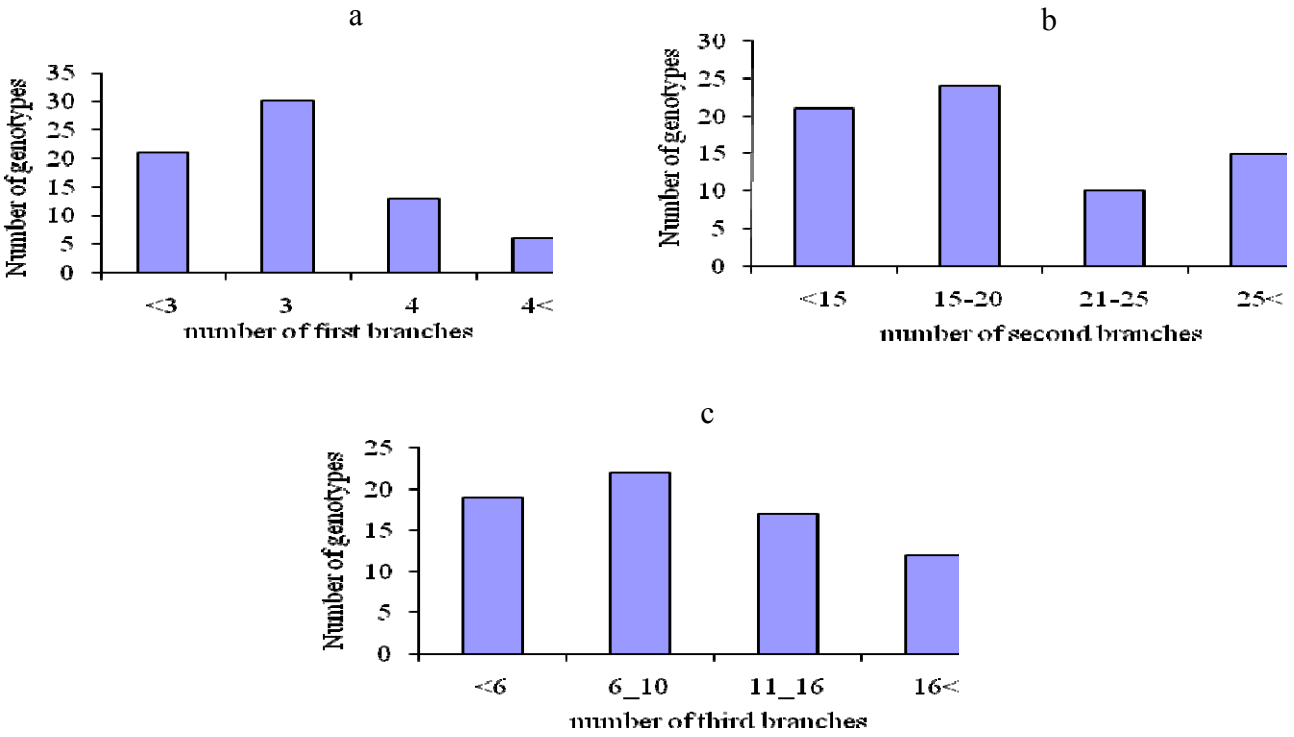
شکل ۳- خصوصیات مورفولوژیک نمونه‌های نخود تیپ دسی در شرایط مشهد در سال زراعی ۱۳۸۶، شامل گستره‌ی تعداد گره در ساقه‌ی اصلی (a)، گستره‌ی ارتفاع بوته (b) و گستره ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک (c)

Fig. 3. Morphological characteristics of Deci type chickpea in Mashhad, 2007, including ranges the number of nodes (a) plant height (b) and the first pod distance to soil surface (c)

درآزمایش Porsa *et al.* (2001) بر روی گیاه نخود، تعداد شاخه در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۷ تا ۵۰ شاخه متغیر بود. ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد شاخه‌های فرعی ثالثیه نیز با یکدیگر اختلاف قابل‌توجهی داشتند، به طوری که اختلاف بین بیشترین و کمترین شاخه ثالثیه در بین ژنوتیپ‌ها ۲۰ شاخه بود. با وجود این، درصد بیشتر ژنوتیپ‌ها (۳۱٪) دارای تعداد شاخه فرعی ثالثیه ۶ تا ۱۰ عدد بودند (شکل۴، ج).

با استفاده از روش تشخیص بافت پوسته بذر، ژنوتیپ‌ها در سه دسته‌ی (زبر، صاف و خال‌دار) گروه‌بندی شدند که حدود ۸۹٪ ژنوتیپ‌ها دارای بافت پوسته‌ی بذر زبر بودند (داده‌ها نشان داده نشدند). در تعیین وجود یا عدم وجود خال‌های کوچک روی بذر، ۴۰٪ ژنوتیپ‌ها دارای خال‌های کوچک بر روی بذر، ۲۸٪ بدون خال و ۳۲٪ مخلوطی از بذر خال‌دار و بی‌خال بودند. در بین ژنوتیپ‌ها ۴۷٪ آنها دارای شکل دانه‌ی زاویه‌دار، ۱۹٪ شکل

کله‌قوچی، ۵٪ شکلی شبیه به نخودفرنگی و ۲۹٪ باقی‌مانده، مخلوطی از دو یا سه شکل بودند. در تحقیقی که Upadhyaya *et al.* (2001) بر روی ۱۹۵۶ ژنوتیپ نخود (۱۴۶۵ژنوتیپ دسی، ۴۳۳ ژنوتیپ کابلی و ۵۸ ژنوتیپ حدواسط) انجام دادند مشاهده شد که بیشترین شکل دانه در ژنوتیپ‌های تیپ دسی از نوع زاویه‌دار بود.

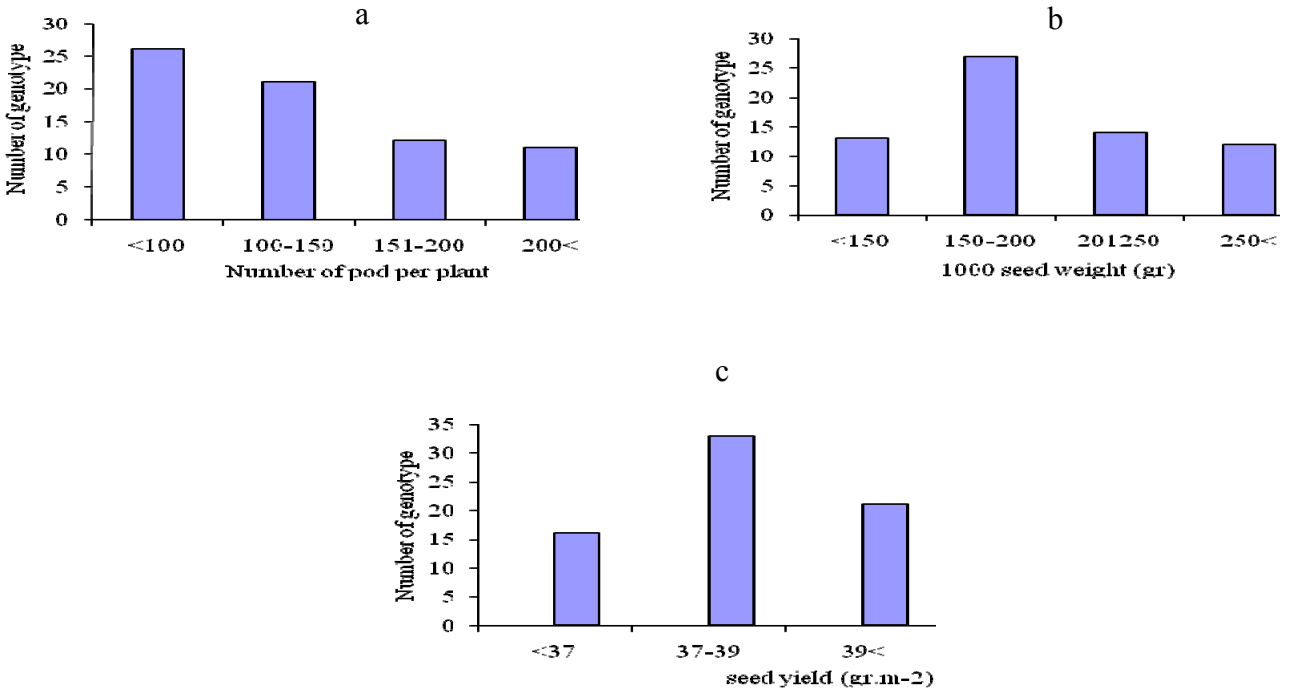


شکل ۴- گستره تعداد شاخه‌های فرعی اولیه (a)، ثانویه (b) و ثالثیه (c) ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی در شرایط مشهد سال ۱۳۸۶
Fig. 4. Range of number of primary (A) secondary (B) and tertiary branches (c) of Deci type chickpea in Mashhad, 2007

در بررسی صفت تعداد غلاف در بوته در میان ژنوتیپ‌ها تنوع زیادی مشاهده شد به طوری که اختلاف بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته در بین ژنوتیپ‌ها ۳۵۲ عدد بود. بر اساس گروه‌بندی‌های صورت گرفته، بیشترین درصد (۳۷٪) ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای تعداد غلاف کمتر از ۱۰۰ عدد و کمترین درصد (۱۶٪) مربوط به گروه دارای تعداد غلاف بیشتر از ۲۰۰ عدد در بوته بود (شکل۵، الف). بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته در این آزمایش به ترتیب مربوط به ژنوتیپ MCC۸۷۰ با ۳۷۰ عدد و MCC۹۴۷ با ۱۸ عدد در بوته بود (جدول۱). در این مطالعه تعداد دانه در غلاف در میان ژنوتیپ‌ها از ۱ تا ۳ دانه متغیر بود، با این وجود درصد بالایی از ژنوتیپ‌ها (۶۳٪) دارای یک دانه در غلاف بودند. بر اساس نتایج، از نظر وزن ۱۰۰۰دانه در بین ژنوتیپ‌ها تنوع زیادی مشاهده شد به طوری که این گستره از ۷۸ گرم برای ژنوتیپ MCC۶۰۸ تا ۴۰۶ گرم برای ژنوتیپ MCC۶۸۴ متغیر بود. در این آزمایش بیشترین درصد ژنوتیپ‌ها (۵۹٪) دارای وزن ۱۰۰۰دانه بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ گرم بودند و کمترین درصد (۱۷٪) مربوط به ژنوتیپ‌های با وزن ۱۰۰۰دانه بیشتر از ۲۵۰ گرم بود (شکل ۵، ب). از نظر عملکرد دانه نیز تنوع قابل‌توجهی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق وجود داشت (شکل۵، ج) و دامنه‌ی آن از ۱۴ تا ۷۴۵ گرم در مترمربع متغیر بود. در این تحقیق درصد بیشتر ژنوتیپ‌ها (۶۴٪) عملکردی بالاتر از ۴۰۰ گرم در مترمربع داشتند که این موضوع از نظر انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا می‌تواند حایز اهمیت باشد. بیشترین

و کمترین عملکرد دانه به ترتیب متعلق به ژنوتیپ MCC۸۸۶ با ۷۴۵ گرم در مترمربع و ژنوتیپ MCC۵۱۹ با ۱۴ گرم در مترمربع بود (جدول ۱).

بررسی همبستگی میان صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد نخودهای مورد مطالعه نشان داد که همبستگی معنی‌داری میان برخی از این صفات با یکدیگر وجود دارد (جدول ۲). به عنوان مثال طبق بررسی‌های صورت گرفته در این آزمایش بین ارتفاع بوته با تعداد گره در ساقه‌ی اصلی، شاخه‌های فرعی اولیه، طول برگ، طول برگچه، تراکم برگچه و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، همبستگی مثبت و معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) وجود داشت. همچنین همبستگی وزن ۱۰۰۰دانه با طول برگ، طول و عرض برگچه، تراکم برگچه و سطح برگ، مثبت و معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود. بین تعداد غلاف در بوته با تعداد شاخه‌های ثانویه و تعداد گره در ساقه‌ی اصلی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) مشاهده شد.



شکل ۵- گستره‌ی تعداد غلاف در بوته (a)، وزن ۱۰۰۰دانه (b) و عملکرد (c) ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی در شرایط مشهد سال ۱۳۸۶

Fig. 5. Range the number of pods per plant (a), 1000 seed weight (b) and seed yield (c) of Deci type chickpea in Mashhad, 2007

جدول ۱- حداکثر، حداقل و میانگین صفات مورد بررسی برای ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی در طی آزمایش در سال ۱۳۸۶، مشهد

(اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده‌ی شماره ژنوتیپ‌ها می‌باشند)

Table 1. Maximum, minimum and average traits for chickpea genotypes tested during the experiment

(numbers in parentheses indicate genotypes code)

Average میانگین	Maximum حداکثر	Minimum حداقل	Parameter پارامتر
35.3	44 (938)	31 (3,395,396,593,596,608, 614,617,618,623,628, 711, 868,869,637,642,646,650, 671,708,709,876,895,896)	DEF (day)
8.9	12 (623,617)	6 (938)	DFP (day)
37.9	44 (852)	32 (877,709)	DFM (day)
12.2	16 (896)	10 (662,608,520,519)	NLL (no)
58.0	76 (708)	38 (519,520)	LL (mm)
11.6	17 (708,883)	7 (519)	LEL (mm)
7.6	16 (883)	4 (519)	LW (mm)
33.2	52 (593)	15 (867)	NNPS (no)
40.8	63 (708)	10 (520)	PH (cm)
7.2	25 (710)	0 (501,519,520,589,601, 608,628,637,642,650, 662,749,831,868,938)	FPDS (cm)
2.9	6 (519,887)	1 (708,873,885)	NFB (no)
18.7	39 (520)	4 (871)	NSB (no)
9.7	52 (749)	2 (10,395,671,816,872,873,884)	NTB (no)
129.5	370 (870)	18 (947)	NPPP (no)
195	406 (684)	78 (608)	SW (g)
501.9	745 (886)	14 (519)	SY ($g.m^{-2}$)

DEF: روز از سبز شدن تا گلدهی، DFP: روز از گلدهی تا غلاف‌دهی، DFM : روز از گلدهی تا رسیدگی، NLL: تعداد برگچه در برگ، LL: طول برگ، LEL: طول برگچه، LW: عرض برگچه، NNPS: تعداد گره در ساقه اصلی، PH: ارتفاع گیاه، FPDS: ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، NFB : تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، NSB : تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه، NTB :تعداد شاخه‌های فرعی ثالثیه، NPPP: تعداد غلاف در گیاه، SW : وزن ۱۰۰۰دانه، SY: عملکرد دانه

DEF: Days from emergence to flowering, DFP: Days from flowering to podding, DFM: Days from flowering to maturity, NLL: number of leaflet per leaf, LL: leaf length, LEL: leaflet length, LW: Leaflet width, NNPS: number of nodes per stem, PH: plant height, FPDS: first pod distance to soil surface, NFB: number of primary branches, NSB: number of secondary branches, NTB: number of tertiary branches, NPPP: number of pod per plant, SW: 1000 seed weight and SY: seed yield.

محاسبه همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش با عملکرد دانه نیز نشان داد که از میان آنها، صفات تعداد برگچه در برگ، طول برگ و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) با عملکرد دانه بودند (جدول ۲).

تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها از طریق آزمون کلاستر از نظر شِش صفتی که همبستگی بالایی با عملکرد بذر داشتند (تعداد برگچه در برگ، طول برگ، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک و همچنین تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، ثانویه و ثالثیه)، تنوع بالایی را نشان داد. به طوری که از نظر این شش صفت و درصد تشابه ۷۵٪ در این آزمون، ۷۰ ژنوتیپ نخود مورد مطالعه، در ۹ خوشه متفاوت (۸ خوشه‌ی چندژنوتیپی و یک خوشه‌ی تک‌ژنوتیپی) قرار گرفتند (شکل ۶) که خوشه ۱ با ۲۹ ژنوتیپ و خوشه ۹ با یک ژنوتیپ به ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین خوشه‌ها بودند (جدول ۳). خوشه‌های ۲ تا ۸ نیز هر کدام به ترتیب دارای ۱۶، ۸، ۲، ۴، ۳، ۵ و ۲ ژنوتیپ بودند. Dwevedi & Gaibriyal (2009) نیز در بررسی که بر روی تنوع ژنتیکی ۲۵ ژنوتیپ نخود انجام دادند مشاهده کردند که از نظر صفات مورد بررسی این ژنوتیپ‌ها در ۶ خوشه مختلف قرار گرفتند. در بین این شش خوشه، خوشه ۱ با ۸ ژنوتیپ بزرگ‌ترین خوشه بود و بیشترین فاصله نیز بین خوشه ۳ و ۴ مشاهده شد. Chandra *et al*. (2007) در تحقیقی، ۵۷ ژنوتیپ برنج را از نظر ۱۴ صفت مورفولوژیک و فنولوژیک مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. آنها این ۵۷ ژنوتیپ برنج را از نظر اختلافاتی که در این ۱۴ صفت با یکدیگر داشتند در ۵ خوشه مجزا گروه‌بندی کردند. در بین این پنج خوشه، سه خوشه، چندژنوتیپی و دو خوشه نیز تک‌ژنوتیپی بودند. همچنین خوشه یک با ۵۰ ژنوتیپ، بزرگ‌ترین و خوشه‌های چهار و پنج نیز هر کدام با یک ژنوتیپ، کمترین تعداد ژنوتیپ را دارا بودند.

جدول۲- ضرایب همبستگی بین صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد ژنوتیپ‌های تیپ دسی نخود

Table 2. The correlation coefficients between traits, phenological, morphological, yield components and grain yield of chickpea Deci type

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1												
2	0.14	1											
3	-0.11	0.78**	1										
4	-0.21	0.53**	0.78**	1									
5	-0.14	0.01	-0.01	0.01	1								
6	0.22	0.50**	0.42**	0.19	0.30**	1							
7	0.10	0.28*	0.24*	0.03	0.05	0.51**	1						
8	-0.15	-0.18	-0.18	-0.03	-0.07	-0.44**	-0.45**	1					
9	-0.12	-0.13	-0.21	-0.12	0.13	-0.25*	-0.37**	0.55**	1				
10	-0.12	-0.18	-0.20	-0.17	0.17	-0.14	-0.36**	0.24*	0.57**	1			
11	0.16	0.09	-0.04	-0.01	0.27*	0.07	-0.11	0.10	0.27*	0.36**	1		
12	0.01	0.38**	0.43**	0.47**	-0.03	0.22	-0.03	-0.16	-0.09	-0.06	0.06	1	
13	0.28*	0.25*	0.09	-0.11	-0.01	0.26	0.26*	-0.27*	-0.30*	-0.29*	-0.06	0.01	1

۱- تعداد برگچه در برگ، ۲- طول برگ، ۳- طول برگچه، ۴- عرض برگچه، ۵- تعداد گره در ساقه اصلی، ۶- ارتفاع بوته، ۷- ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، ۸- تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، ۹- تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه، ۱۰- تعداد شاخه‌های فرعی ثالثیه، ۱۱- تعداد غلاف در بوته، ۱۲- وزن ۱۰۰۰دانه، ۱۳- عملکرد دانه

* و **: به ترتیب معنی‌دار در در سطح $\alpha=0.05$ و $\alpha=0.01$

1- Number of leaflet per leaf, 2- leaf length, 3- leaflet length, 4- leaflet width, 5- number of node per main stem, 6- plant height, 7- first pod distance to soil surface, 8- number of first branches, 9- number of secondary branches, 10- number of tertiary branches, 11- number of pod per plant, 12- 1000 seed weight, 13- seed yield. * & **: Significant at $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively

از نظر طول برگ، خوشه ۴ با ۶۸ میلی‌متر و خوشه ۸ با ۳۸ میلی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند (جدول ۴). از نظر تعداد برگچه در برگ نیز خوشه ۵ با ۱۴/۷۲ عدد، بیشترین و خوشه ۸ با ۱۰ عدد، کمترین تعداد را دارا بودند. خوشه ۵ از نظر ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک دارای بیشترین مقدار (۱۷/۲۵ سانتی‌متر) بود ولی دو خوشه ۴ و ۸ کمترین مقدار را از این نظر داشتند. بیشترین تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه نیز به ترتیب با ۵/۸۱ و ۳۷ شاخه متعلق به خوشه ۸ بود. خوشه ۶ نیز با ۴۵/۶۷ عدد، بیشترین تعداد شاخه فرعی ثالثیه را دارا بود.

Gaibriyal & Dwevedi (2009) نیز در آزمایش خود تنوع بالایی را از نظر برتری هر کدام از خوشه‌ها از نظر صفات مورد بررسی مشاهده کردند به طوری که خوشه ۶ از نظر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه در گیاه، عملکرد بذر در گیاه و همچنین میزان بذر در هکتار، بیشترین مقدار را دارا بود درحالی که خوشه ۴ از نظر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و وزن ۱۰۰دانه برتری داشت.

Chandra *et al.* (2007) نیز در بررسی خود بر روی ژنوتیپ‌های برنج، تنوع قابل‌توجهی را از نظر صفات مورد بررسی، مشاهده کردند به طوری که خوشه ۱ بیشترین تعداد پانیکل و خوشه ۲، بلندترین برگ پرچم، بیشترین وزن ۱۰۰دانه، بیشترین عملکرد بیولوژیک، بیشترین عملکرد بذر و همچنین بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد. همچنین خوشه ۳، بیشترین طول دانه، خوشه ۴، بیشترین طول دوره گلدهی، بیشترین ارتفاع گیاه، بیشترین سطح برگ و بیشترین تعداد بذر را دارا بودند.

نتیجه‌گیری

هدف اصلی از انجام مطالعات گسترده‌ی اصلاحی برروی گیاهان، شناسایی صفات مرغوب و انتقال یا تقویت آنها در گیاهان می‌باشد و هدف این آزمایش نیز بررسی تنوع صفات مورد مطالعه در بین ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی موجود در بانک بذر پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد بود.

این کار به منظور تعیین ژنوتیپ‌های برتر از نظر صفات مورد مطالعه و برای افزایش دسترسی به اطلاعات منابع ژنتیکی نخود صورت گرفت. با توجه به میانگین عملکرد بالای ۴۰۰ گرم در مترمربع در تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به نظر می‌رسد که می‌توان از برخی ژنوتیپ‌های موجود در این بانک بذر، جهت بهبود عملکرد نخود در کشور استفاده کرد.

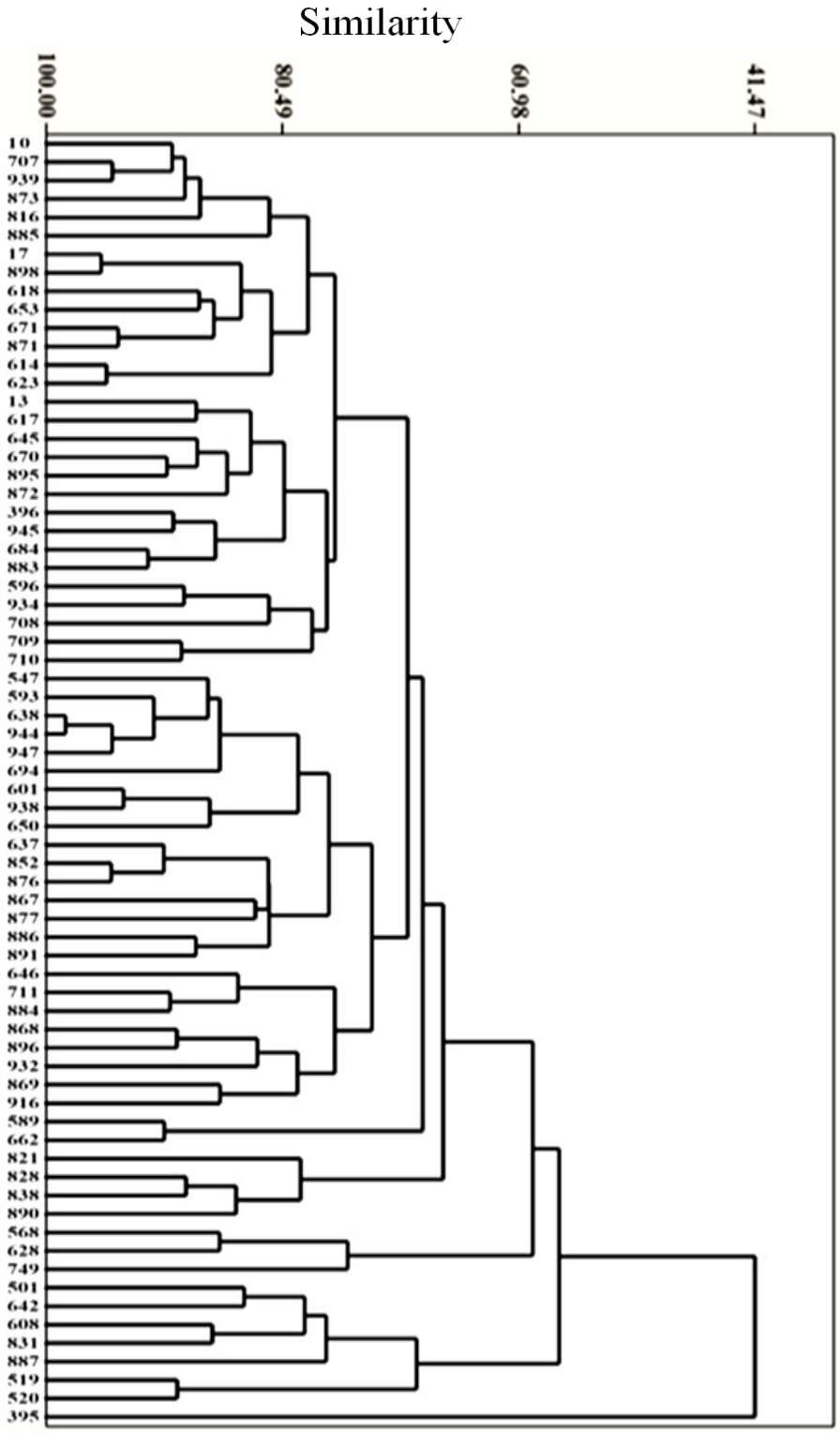


Figure 6: clustering of seventy chickpea genotypes based on traits (leaf length, number of leaflet per leaf, number of first branches, number of second branches, number of third branches and and first pod distance to soil surface) that were significant with grain yield based on correlation coefficients table

جدول۳- خوشه‌بندی ۷۰ ژنوتیپ نخود تیپ دسی بر اساس شش صفت (تعداد برگچه در برگ، طول برگ، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، ثانویه و ثالثیه) دارای همبستگی معنی‌دار با عملکرد دانه

Table 3. Clustering of seventy chickpea genotypes based on traits (number of leaflet per leaf, leaf length, first pod distance to soil surface, number of primary, secondary and tertiary branches) that had significant correlations with grain yield

Genotype ژنوتیپ	Number of genotype تعداد ژنوتیپ	Cluster number شماره خوشه
10,707,939,873,816,885,17,898,618,653, 671,871,614,13,623,617,645,870,895,872, 396,945,684,883,596,934,708,709,710	29	1
891,886,877,867,876,852,637,650, 938,601,694,947,944,638,593,544	16	2
916,869,932,896,868,884,711,646	8	3
662,589	2	4
890,838,828,821	4	5
749,628,568	3	6
887,831,608,642,501	5	7
520,519	2	8
395	1	9

جدول ۴- مقادیر میانگین هر خوشه برای شش صفت شامل تعداد برگچه در برگ، طول برگ، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک و تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، ثانویه و ثالثیه

Table 4: Cluster mean values of 9 clusters for 6 characters in 70 genotypes of Deci chickpea

Cluster 9 (1)	Cluster 8 (2)	Cluster 7 (5)	Cluster 6 (3)	Cluster 5 (4)	Cluster 4 (2)	Cluster 3 (8)	Cluster 2 (16)	Cluster 1 (29)*	Parameter
66.20	38.00	61.60	60.33	67.75	68.00	47.38	54.38	61.72	Leaf length (mm)
14.07	10.00	12.20	12.26	14.72	10.50	12.13	12.44	12.14	Number of leaflet per leaf
3.07	5.81	5.03	3.13	3.94	3.87	1.88	3.75	2.38	Number of primary branches
12.66	37.00	33.40	28.33	23.25	20.31	14.75	21.15	13.07	Number of secondary branches
2.40	11.50	1.20	45.67	10.75	8.01	11.00	12.23	6.45	Number of tertiary branches
10.82	0.00	1.2	3.33	17.25	0.00	5.22	3.64	11.45	first pod distance to soil surface (cm)

* اعداد داخل پرانتز، نشان‌دهنده‌ی تعداد ژنوتیپ در هر خوشه می‌باشند.

* Numbers in parentheses indicate the number of genotypes in each cluster.

همچنین در این مطالعه ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفاتی که با عملکرد، همبستگی بالایی داشتند گروه‌بندی شدند که این کار منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های برتر از نظر هریک از صفات مرتبط با عملکرد و در نتیجه استفاده‌ی بهتر از آنها در برنامه‌های اصلاحی و بهبود عملکرد خواهد شد.

منابع

1. Chandra, C., Pradhan, S.K., Sanjay Singh, L.K., Bose, L.K., and Singh, O.N. 2007. Multivariate analysis in upland rice genotypes. World Journal of Agricultural Science 3: 295-300.
2. Cox, T.S., Murphy, J.P., and Rodgers, D.M. 1986. Changes in genetic diversity in red and winter wheat regions of the United States. Proc. Natl. Acad. Sci. 83: 5583-5586.
3. Duvick, D.N. 1984. Genetic diversity in major farm crops on the farm and in reserve. Econ. Bot. 38: 161-178.
4. Dwevedi, K.K., and Gaibriyal, M.L. 2009. Assessment of genetic diversity of cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.). Asian Journal of Agricultural Sciences 1: 7-8.
5. Goldani, M., and Rezvanimoghaddam, P. 2004. Effects of different drought levels and planting date on yield and yield components of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 2: 2005.
6. Goldani, M., and Rezvanimoghaddam, P. 2007. Effect of different moisture regime and planting date on phenological characteristics and growth parameters of three irrigation and dry land chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14: 53-64.
7. Hall, A.E., Cisse, N., Thiaw, S., Elawad, H.O.A., and Ehlers, J.D. 2003. Development of cowpea cultivars and germplasm by the Bean/Cowpea CRSP. Field Crops Research 82: 103-134.
8. Holley, R.N., and Goodman, M.M. 1989. New sources of resistance to southern corn leaf blight from tropical hybrid maize derivatives. Plant Dis. 73: 562-564.
9. http://faostat.fao.org
10. IBPGR, ICRISAT, ICARDA. 1993. Descriptors for chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy; International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India and International Center for Agriculture Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria.
11. Kanoni, H. 2004. Evaluation of cold tolerance in chickpea crop genotypes (*Cicer arietinum* L.) cultivation in autumn nursery. Seed and Plant Production Journal 20: 89-99.
12. Kathiresan, G., and Gnanamurthy, P. 2003. Studies on seed yield-contributing characters in sesame. Sesame and Safflower Newsletter p. 95-98.
13. Koocheki, A., Nasiri, M., Jahanbin, G., and Zare Feyzabadi, A. 2004. Diversity of crops in Iran. Iranian Journal of Rang and Desert Research 9: 49-67.
14. Mcclean, P.E., Myers, J.R., and Hammond, J.J. 1993. Coefficient of parentage and cluster analysis of North American dry bean cultivars. Crop Sci. 33: 190-197.
15. Najibnia, S., Nezami, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2008. Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant genotypes in fall planting. Iranian Journal of Field Crops Research 6: 183-192.
16. Nezami, A. 2003. Evaluation of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) for cold tolerance in fall sowing on highland regions. Ph.D. Dissertation. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
17. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: I- phenology and morphology. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 143-155.
18. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 156-170.
19. Porsa, H., Bagheri, A., Nezami, A., Mohammadabadi, A.A., and Langari, M. 2002. Investigation on fall-winter sowing possibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions in Northern Khorassan. J. Agricul. Sci. & Technol. 16: 143-152.
20. Prayaga, L., Lakshmamma, P., and Padmavathi, P. 2003. Characterization of safflower germplasm for physiological traits. Sesame and Safflower Newsletter No. (2003). 18.
21. Rozrokh, M., Ghasemigolazani, K., and Javanshir, A. 2002. Relationship between seed vigour with chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth and yield in farm. Seed and Plant Production Journal 18: 156-169.
22. Saxena, M.C. 1990. Problems and potential of chickpea production in the nineties. In: Chickpea in the Nineties. p. 13-25. Proc. of the Second International Workshop on Chickpea Improvement, 4-8 Dec. 1989, ICRISAT. Patancheru India: ICRISAT.
23. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agron. J. 89: 112-118.

24. Upadhyaya, H.D., Bramel, P.J., and Singh, S. 2001. Development of chickpea core subset using geographic distribution and quantitative traits. Crop Sci. 41: 206-210.
25. Upadhyaya, H.D., Ortiz, R., Bramel, P.J., and Singh, S. 2002. Phenotypic diversity for morphological and agronomic characteristics in chickpea core collection. Euphytica 23: 333-342.
26. Van Rheenen, H.A., Saxena, N.P., Singh, K.B., Sethi, S.C., and Acosta-Gallegos, J.A. 1990. Breeding chickpea for resistance to abiotic stresses: What are the problems and how can we solve them. p. 239-243. In: H.A. Rheenen and M.C. Saxena (Eds). Chickpea in the Nineties, ICRISAT. Patancheru, India.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 21-36

Evaluation of phenologic, morphologic and yield characteristics of chickpea germplasms in Ferdowsi University of Mashhad Seed Bank I. Deci type chickpeas

Nezami[1*], A., Pouramir[2], F., Momeni[2], S., Porsa[3], H., Ganjeali[3], A. & Bagheri[1], A.

1- Contributions from College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2- MSc. in Agronomy (former student), College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3- Contributions from Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 13 May 2009
Accepted: 15 October 2010

Abstract

In order to study the morphological, phenological and yield characteristics of 70 Desi chickpea genotypes, a trial was conducted on 2007 in Research Farm of Agriculture Faculty of Ferdowsi University of Mashhad. In this study, 70 Desi chickpea genotypes from Ferdowsi University of Mashhad Seed Bank, were planted in plots without replication including one to Four planting rows at maximum length of 2.5 m and row space of 50 cm. Some characteristics were measured for each accession based on chickpea descriptors, including the days from emerging to flowering, flowering to pod setting, flowering to maturity, plant height, leaflet length and width, number of leaflet per leaf, leaf length, leaf area, number of node per main stem, number of primary, secondary and tertiary branches, flower length, pod length, number of pod per plant, number of seeds per pod, seed color and shape, 1000 seed weight, and seed yield. The results showed that rang of days from flowering to maturity were 32 to 44 days. Highest (47%) and lowest (20%) number of genotypes for days from flowering to maturity had ranges from 37 till 39 days and less than 37 days, respectively. The range of plant height among genotypes was 53 cm and MCC708 with 63 cm had the highest plant height. The height of the first pod from soil surface of 13% of genotypes was more than 15 cm. Seed yield in 64% of genotypes, those had the highest seed yield, was more than 400 gm^{-2} and MCC608 with 745 gm^{-2} had the most seed yield. In general, there was considerable diversity among chickpea genotypes for assessed characteristics. So it is possible to exploit this variation in breeding programs for improving yield of chickpea.

Key words: Chickpea descriptor, Germplasm, Yield component

[*] **Corresponding Author:** E-mail: nezamiahmad@yahoo.com

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۴۸-۳۷، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 37-48

اثر محلول‌پاشی متانول و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود (*Cicer arietinum* L.)

حمیدرضا احیایی[1*]، مهدی پارسا[2]، محمد کافی[2] و مهدی نصیری محلاتی[2]

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- اعضای هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۶/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی متانول و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود، آزمایشی به صورت به صورت کرت‌های دوبار خُرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آبیاری به عنوان عامل اصلی با مدار ۱۰ و ۲۰ روز و دو رقم نخود ILC۴۸۲ (تیپ کابلی) و پیروز (تیپ دسی) و متانول در غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شدند. متانول در طی فصل رشد سه مرتبه با فواصل ۱۰ روز بعد از شروع غلاف‌دهی بر روی اندام‌های هوایی بوته‌های نخود محلول‌پاشی شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی متانول اثرات معنی‌داری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد داشت. محلول‌پاشی با غلظت ۳۰ درصد، بیش از سایر تیمارها بر عملکرد و اجزای عملکرد مؤثر بود به طوری که موجب افزایش تعداد غلاف، وزن دانه، وزن ۱۰۰دانه، تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت شد. بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمار محلول‌پاشی متانول ۳۰ درصد (۲۱۹۸ کیلوگرم در هکتار) و متانول صفر درصد (۱۸۲۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. همچنین در تیمار محلول‌پاشی ۳۰ درصد متانول، بیشترین عملکرد دانه با ۱۲۴۳ کیلوگرم در هکتار و در تیمار متانول صفر درصد با ۹۰۴ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه به‌دست آمد. به طور کلی می‌توان کاربرد محلول‌پاشی ۳۰ درصد را برای افزایش عملکرد در گیاه نخود توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، دور آبیاری، متانول، نخود (*Cicer arietinum* L.)

مقدمه

نخود در بین حبوبات در سطح جهان، سومین و در ایران مهم‌ترین محصول به شمار می‌رود (Jalota *et al*., 2007) به طوری که در ایران از نظر سطح زیرکشت و تولید، رتبه اول را در میان دیگر حبوبات دارا می‌باشد (Parsa & Bagheri, 2008). نخود یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی در رژیم غذایی بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌باشد و دارای ۱۷ تا ۲۳ درصد پروتئین است که اغلب به عنوان مکمل پروتئین غلات در رژیم غذایی جای می‌گیرد. خصوصیاتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی ایفا کند (Bagheri *et al*., 1997). تنش خشکی یکی از معمول‌ترین تنش‌های محیطی است که تقریباً تولیدات گیاهان زراعی را در ۲۵ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان محدود می‌کند. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره‌ی مناطق خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد (Sarmdnya, 1993). میانگین عملکرد نخود در ایران ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار است که نسبت به میانگین جهانی بسیار پایین است (Parsa & Bagheri, 2008). راه‌هایی که موجب افزایش تثبیت CO_2 در گیاهان زراعی می‌شوند، می‌تواند به عنوان راه‌کارهای مناسب برای افزایش عملکرد و زیست‌توده گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرد (Nassiri mahalati, 2006). در تحقیقات اخیر، کاربرد متانول به عنوان یک منبع کربن برای گیاهان زراعی رواج پیدا کرده است (Benson *et al*., 1994 ; Downie *et al*., 2004 ; Arizona Department of Agriculture., 1993)، زیرا گیاهان می‌توانند متانول محلول‌پاشی شده بر روی برگ‌ها را به‌راحتی جذب کرده و آن را به عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفر مورد استفاده قرار دهند. متانول در مقایسه با CO_2 مولکول نسبتاً کوچک‌تری است که به راحتی توسط گیاهان، جذب شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (Gout *et al*., 2000 ; Downie *et al*., 2004) کاربرد متانول محلول‌پاشی شده همانند متانول طبیعی که در

* نویسنده مسئول: پُست الکترونیک: ehyaee.hre@gmail.com

برگ‌ها بر اثر فعالیت آنزیمی پکتین متیل استراز در فرایند گسترش دیواره سلولی ایجاد می‌شود، می‌تواند موجب افزایش تولید سیتوکنین و تحریک رشد گیاه شود (Holland, 1997). در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی گزارش شد که کاربرد محلول‌های متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع در رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آنها می‌شود (Nemecek-Marshall *et al*., 1995). Vyshkayy *et al*., 2008 دریافتند که محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول بر روی قسمت‌های هوایی بادام‌زمینی باعث افزایش عملکرد دانه، وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف رسیده و مقدار پروتئین دانه بادام‌زمینی شد. نتایج مطالعات Li *et al*., 1995 بر روی سویا نشان داد که وزن دانه، عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته در گیاهانی که به وسیله متانول تیمار شده بودند، به طور معنی‌داری بیشتر بود. محلول‌پاشی متانول ۲۵ درصد، بیشترین افزایش محصول سویا را در پی داشت. همچنین مطالعات Zbiec and Podsiadlo (2003) بر روی گیاهان گوجه‌فرنگی، لوبیا، چغندرقند و کلزا نشان داد گیاهانی که با متانول ۳۰درصد محلول‌پاشی شدند ۱۲ تا ۱۳ درصد، محصول بیشتری نسبت به گیاهان شاهد تولید کردند و این گیاهان به میزان کمتری به کمبود آب حساس بودند و در برخی موارد، تولید آنها با گیاهانی که آبیاری تکمیلی شده بودند، برابر بود. مطالعات Benson and Nonomura (1992) نشان داد که محلول‌پاشی متانول در برخی از گیاهان سه‌کربنه موجب افزایش سرعت رشد و شاخص برداشت و محصول گیاهان زراعی فاریاب در مناطق خشک می‌شود. Rowe *et al*. (1994) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش وزن ساقه و ریشه در گوجه‌فرنگی می‌شود. بررسی‌های انجام شده در مناطق خشک در پاکستان نیز نشان داد، که محلول‌پاشی متانول ۳۰درصد در گیاه پنبه موجب افزایش ارتفاع و محصول دانه پنبه می‌شود (Makhduma *et al*., 2002). در اثر کاربرد متانول در کمربند پنبه آمریکا محصول پنبه ۵۰درصد افزایش یافت و همچنین سطح و قطر برگ‌های تیمارشده با متانول، افزایش یافت (Mauney and Gerik, 1994). در بررسی دیگر، کاربرد متانول بر روی پنبه موجب دوهفته زودرسی، افزایش گره‌های غوزه‌دهنده و وزن غوزه‌ها و نیز افزایش ماندگاری آنها شد (Arizona Department of Agriculture, 1993). مطابق گزارش‌های Madhaiyan *et al*. (2006) کاربرد متانول ۳۰درصد در نیشکر موجب افزایش ۷/۸ درصد قند در گیاه شد و در پنبه محصول را در هر دو شرایط دیم و فاریاب، افزایش داد. در بررسی که Madhaiyan *et al*. (2006) انجام دادند، دریافتند کاربرد متانول موجب افزایش محتوی سیتوکنین در گیاهان پنبه و نیشکر شد. سیتوکنین تولیدشده توسط باکتری‌های متیلوتروف، بیشتر از مقدار سیتوکنینی بود که توسط خود گیاه تولید شد. پلی‌گالاکترونیک که در نتیجه‌ی گسترش دیواره‌ی سلولی گیاه تولید می‌شود، به وسیله فعالیت آنزیمی پکتین متیل استراز، به متانول و گلاکتونیک اسید تجزیه می‌شود (Mauney & Gerik, 1994). Madhaiyan *et al*. (2006) نیز نشان دادند، که متانول می‌تواند با فعالیت آنزیم پکتین متیل استراز مرتبط باشد. مطالعات گذشته نشان داده است که دمتیله شدن پکتین توسط آنزیم پکتین متیل استراز موجب آزادشدن متانول از دیواره سلول‌های گیاهی می‌شود (Mauney and Gerik, 1994). به طور کلی بررسی‌ها نشان می‌دهد که مصرف متانول در اغلب گیاهان زراعی موجب افزایش راندمان مصرف آب، کاهش تنفس نوری، افزایش سطح و دوام برگ و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (Rowe *et al*.,1994; Benson *et al*., 1994).

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر دور آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر متانول بر روی عملکرد و اجزای عملکرد نخود، آزمایشی به صورت به صورت کرت‌های دوبار خُرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۸۷ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل آبیاری کامل با مدار ۱۰ روز و ۲۰ روز و عامل‌های فرعی شامل دو رقم پیروز و ILC۴۸۲ و محلول‌پاشی متانول در چهار سطح با غلظت‌های ۲۰،۱۰،۰ و۳۰ درصد حجمی به صورت فاکتوریل در داخل کرت‌های اصلی قرار داده شدند. قبل از کاشت، عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک‌زنی و کرت‌بندی انجام شد. به منظور مصونیت بذور از عوامل بیماری‌زای خاک‌زی، کلیه بذور قبل از کاشت با استفاده از سم بنومیل به نسبت دو در هزار، ضدعفونی شدند. هر کرت دارای ۵ ردیف به طول ۵ متر و فاصله بین ردیف ها ۰/۵ متر بود که بذرهای نخود در وسط پشته‌ها در عمق ۴ سانتی‌متری و با فاصله ۱۰ سانتی‌متری از یکدیگر کشت شدند. فاصله بین کرت‌ها و بین بلوک‌ها یک‌متر در نظر گرفته شدند. علف‌های‌هرز

در طول فصل به‌صورت دستی کنترل شدند. محلول‌پاشی بوته‌های نخود هم‌زمان با ظهور غلاف‌های این گیاه در سه نوبت با فاصله ۱۰ روز در ساعت ۱۸ انجام شد. نازل محلول‌پاش در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری بالای بوته‌ها نگه‌داشته شد و محلول‌پاشی بوته‌ها تا زمان جاری شدن محلول متانول بر روی برگ‌ها ادامه یافت. به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد با حذف ردیف‌های حاشیه، سه مترمربع هر کرت برداشت شد و سپس در کیسه قرار داده شده و توزین شد. همزمان با برداشت، تعداد پنج بوته از هر کرت، جداگانه انتخاب شد و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در هر بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی و اصلی و همچنین ارتفاع بوته و تعداد و طول شاخه‌های فرعی و اصلی در آنها اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۶/۱۲ و مقایسه میانگین‌ها توسط MSTAT-C با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که دور آبیاری و رقم (در سطح $p<۰/۰۱$) و تیمار محلول‌پاشی (در سطح $p<۰/۰۵$)، تأثیر معنی‌داری در ارتفاع گیاهان داشت. اثرات متقابل آبیاری × رقم، آبیاری × متانول، رقم × متانول و همچنین آبیاری × رقم × متانول، معنی‌دار نشد (جدول۱). در بین رژیم‌های آبیاری، ارتفاع ساقه اصلی در آبیاری با دور ۲۰ روز، ۳۰/۵ سانتی‌متر بود که در مقایسه با دور ۱۰ روز (۳۳/۶ سانتی‌متر)، ۹ درصد کاهش یافت (جدول۲). بالاتر بودن ارتفاع بوته در دور آبیاری ۱۰ روز را می‌توان به رشدنامحدود بودن گیاه نخود و تحریک رشد رویشی در اثر افزایش دفعات آبیاری و همچنین افزایش طول دوره رویش نخود نسبت داد (Rezaeyan zadeh, 2008; Yousefi *et al*., 1997). در بین ارقام، بیشترین ارتفاع با ۳۳/۷ سانتی‌متر به رقم ILC۴۸۲ و کمترین ارتفاع با ۳۰/۴ سانتی‌متر به رقم پیروز اختصاص داشت (جدول۲). در بین تیمارهای محلول‌پاشی، متانول با غلظت ۲۰درصد با ۳۳/۳ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را دارا بود که نسبت به سایر تیمارها، تفاوت معنی‌داری را نشان داد. سایر تیمارها شامل متانول ۰، ۱۰ و ۳۰ درصد از این نظر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۲). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی متانول با افزایش تولید سیتوکنین و افزایش تقسیم سلولی، تحریک رشد و افزایش ارتفاع در گیاهان تیمارشده را موجب شده باشد (Mauney & Gerik, 1994). می توان کاهش ارتفاع در غلظت ۳۰ را به اثر سمیت این غلظت بر ارتفاع گیاه نسبت داد. در بررسی روی پنبه، بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد. Benson & Nonomura (1992) در محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی متانول، افزایش ۵۰ درصدی ارتفاع بوته گندم دوروم را نسبت به شاهد گزارش کردند. در گوجه‌فرنگی نیز بیشترین ارتفاع بوته در محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده شد (Rowe *et al*., 1994).

تعداد شاخه‌ها

دور آبیاری و اثر متقابل آبیاری × رقم × متانول بر تعداد شاخه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول۱). در بین سطوح آبیاری، دور آبیاری ۱۰ روز با تعداد ۱۲ شاخه بیشترین و دور آبیاری ۲۰ روز با تعداد ۱۰ شاخه، کمترین تعداد شاخه را دارا بودند (جدول۲). در برهم‌کنش آبیاری × رقم × متانول، بیشترین تعداد شاخه به ترتیب در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۱۰درصد حجمی (۱۵/۶) و کمترین در تیمار آبیاری ۲۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۲۰درصد حجمی (۹/۲) مشاهده شد (جدول۶). افزایش تعداد شاخه‌ها در دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به ۲۰ روز به علت دریافت رطوبت بیشتر و افزایش رشد رویشی بود که رشد نامحدود بودن این گیاه شرایط بهتری را از این نظر فراهم می‌کند (Rezaeyan zadeh, 2008).

تعداد غلاف در ساقه اصلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات رقم و متانول و اثر متقابل آبیاری × متانول بر تعداد غلاف در ساقه اصلی معنی‌دار بود، اما اثر دور آبیاری بر روی تعداد غلاف در ساقه اصلی معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین ارقام، رقم پیروز با ۵/۵ غلاف و رقم ILC۴۸۲ با ۴/۶ غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در ساقه اصلی را دارا بودند (جدول۲). محلول‌پاشی با غلظت۳۰ درصد متانول، بیشترین تعداد غلاف (۵/۶) در ساقه اصلی را داشت که در مقایسه با غلظت ۲۰درصد (۵/۲) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد غلاف در ساقه اصلی در تیمار شاهد (۴/۶) مشاهده شد که از نظر آماری نسبت به غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول۲). در بین رژیم‌های آبیاری، دور آبیاری ۱۰ روز با داشتن ۵/۳ غلاف در ساقه اصلی نسبت به دور آبیاری ۲۰ روز، ۷درصد افزایش نشان داد (جدول۲). تأثیر برهم‌کنش آبیاری و

متانول بر این صفت، معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود به طوری که بیشترین تعداد غلاف در ساقه اصلی (۶/۳) به دور آبیاری ۱۰ روز و متانول ۳۰ درصد و کمترین تعداد (۴/۳) به دور آبیاری ۲۰ روز و متانول ۱۰ درصد اختصاص داشت (جدول۴).

تعداد غلاف در ساقه فرعی

نتایج تجزیه نتایج تجزیه واریانس نشان داد، که تمام اثرات ساده و متقابل بر روی تعداد غلاف در ساقه فرعی معنی‌دار بود (جدول۱). رقم پیروز با تعداد ۴۶/۵ غلاف و رقم ILC۴۸۲ با تعداد ۳۱ غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در ساقه فرعی را داشتند (جدول۲). محققین نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه، یک ویژگی متغیر در بین اجزای عملکرد است (Aggrawal *et al.*, 1994).

Singh (1993) نیز گزارش کرد که شرایط محیطی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام، تأثیر می‌گذارد و برهم‌کنش محیط و ژنوتیپ نیز تمام اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که تنش خشکی، تعداد غلاف‌های پوک را در مقایسه با شرایط بدون تنش، افزایش می‌دهد. تعداد غلاف در ساقه فرعی تحت تأثیر دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به دور آبیاری ۲۰ روز، ۲۳ درصد افزایش یافت (جدول۲).

Singh (1993) نشان داد که با ۷۰ درصد کاهش رطوبت خاک، تشکیل غلاف حداقل به اندازه ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. در تیمار محلول‌پاشی متانول، بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی (۴۲ غلاف) در تیمار ۳۰ درصد متانول و کمترین تعداد آن (۳۲/۵ غلاف) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول۲). Vyshkayy *et al.* (2008) بیشترین تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی را در محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده کردند. Li *et al.* (1995) بیشترین تعداد غلاف در سویا را در تیمار ۲۵ درصد متانول مشاهده کردند. در برهم‌کنش دور آبیاری و رقم، بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی در آبیاری ۱۰ روز و رقم پیروز (۵۵/۸ غلاف) و کمترین تعداد در رقم ILC۴۸۲ و آبیاری ۲۰ روز (۳۰/۱ غلاف) مشاهده شد (جدول۳). بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی در آبیاری ۱۰ روز و متانول ۱۰ درصد (۴۷/۵) دیده شد که با متانول ۲۰ و ۳۰ درصد و آبیاری ۱۰ روز تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۴). بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی با ۵۱/۸ غلاف در متانول ۳۰ درصد و رقم پیروز و کمترین تعداد غلاف فرعی با ۲۲/۱ غلاف در رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۵). در برهم‌کنش آبیاری × رقم × متانول، بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم پیروز و متانول ۱۰ درصد حجمی (۶۷/۷ غلاف) و کمترین تعداد در تیمار آبیاری ۲۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد حجمی (۲۲ غلاف) مشاهده شد (جدول۶).

تعداد دانه در بوته

اثر هر یک از تیمارهای آبیاری، رقم و متانول و اثر متقابل آبیاری × رقم × متانول بر روی تعداد دانه در بوته معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول۱). رژیم آبیاری ۱۰روز با بیشترین و دور آبیاری ۲۰ روز کمترین تعداد دانه در بوته را دارا بود (جدول۱). گیاه نخود در آغاز گل‌دهی یک رشد سریع را طی کرده و به نظر می‌رسد در شرایط فراهم بودن رطوبت قابل دسترس، طول دوره رشد زایشی و میزان فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد که منجر به تشکیل گل‌های بیشتری در گیاه می‌گردد که بر تشکیل غلاف‌های بارور و تولید دانه مؤثر است (Rezaeyan zadeh, 2008). بیشترین تعداد دانه در بوته در رقم پیروز و کمترین تعداد دانه در رقمILC۴۸۲ مشاهده شد (جدول۲). در بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول، بیشترین تعداد دانه در محلول‌پاشی۳۰ درصد و کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۲). اثرات متقابل آبیاری ×رقم و همچنین رقم ×متانول و آبیاری ×رقم ×متانول در سطح ($p\leq ۰/۰۱$) و آبیاری ×متانول در سطح ($p\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار شدند (جدول۱). در برهم‌کنش آبیاری و رقم، بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته، در رقم پیروز به ترتیب در آبیاری ۱۰ روز (با ۵۹/۵ دانه) و در آبیاری ۲۰ روز (با ۳۲/۲ دانه) مشاهده شد (جدول۳). در برهم‌کنش آبیاری و متانول، بیشترین تعداد دانه در بوته (۵۶ دانه) در تیمار آبیاری ۱۰ روز و متانول ۲۰ درصد و کمترین آن (۳۳/۳ دانه) در آبیاری ۲۰ روز و متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۴).

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد دو رقم نخود در دو دور آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول

Table 1. Analysis of variance of morphological characteristics and yield components of chickpea cultivars in two different levels of irrigation and foliar application methanol

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن ۱۰۰دانه 100 seeds weight	وزن دانه تک‌بوته Seed weight per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pods	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods on lateral branches	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods on main stem	تعداد شاخه‌های جانبی Number of branches	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات S.O.V	
0.0009ns	539254.59**	177408.92**	3.14ns	8.03*	0.003ns	421.27**	252**	1.08ns	0.63ns	0.14ns	2	Replication	تکرار
0.0004ns	5249650.85**	156408.79**	85.33**	45.76**	0.004ns	1575.52**	1240.33**	1.33ns	45.31**	144.08**	1	Irrigation(A)	آبیاری
0.0002	2478068.46	7000984.41	5.39	60.76	0.038	1291.39	600	2.58	1.58	5.14	2	Error a	خطای۱
0.0085**	64993.21ns	80171.41*	1281.33**	95.4**	0.94**	728.52**	2883**	8.33**	0.07ns	133.33**	1	Cultivar(B)	رقم
0.003ns	176542.44*	10195.92**	12*	3.09ns	0.007ns	927.52**	867**	0.001ns	0.27ns	0.75ns	1	A × B	رقم × آبیاری
0.0021	76194.84	51777.56	4.6	1.99	0.003	7.33	28	0.79	3.12	3.47	2	Error b	خطای۲
0.0117**	36128.69**	261806.99**	10.27**	16.22**	0.003ns	339.07**	211.5**	2.05*	3.3ns	8.72*	3	Methanol(C)	متانول
0.0014ns	5759.47ns	4009.18ns	0.5ns	0.16ns	0.003ns	85.13*	53.61*	5.16**	2.84ns	4.69	3	C × A	آبیاری × متانول
0.0014ns	139403.81	17579.89ns	0.16ns	1.96ns	0.03ns	253.79**	114.27**	1.72ns	1.89ns	3.5ns	3	B × C	متانول × رقم
0.0007ns	64537.98ns	26607.89ns	0.27ns	0.31ns	0.004ns	207.24**	131.72**	1.5ns	14.61**	0.25ns	3	C × B × A	آبیاری × رقم × متانول
0.0152	844756.69	278637.91	49.83	43.03	0.157	530	394.66	51.5	60	55.5	3	Error c	خطای۳
4.76	9.19	9.94	6.28	14.27	6.77	10.33	10.46	16.15	14.02	4.73		C.V	

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

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

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر رقم، دور آبیاری و محلول‌پاشی متانول

Table 2. Results comparison of morphological characteristics and yield components of chickpea cultivars under irrigation and sprayed methanol

صفات	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods no.per main stem	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	وزن دانه تک بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 seeds weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
رقم Cultivar											
ILC482	33.7a	11a	46b	31.0b	41.5b	1.3a	10.7a	28.0a	1124.1a	2076.9a	0.54a
Piroz	30.4b	11a	5.5	46.5a	49.3a	1b	7.9b	17.7b	1042.3b	2003.3a	0.51b
رژیم آبیاری Irrigation regime											
۱۰ روز 10 day	33.6a	12a	5.3a	43.8a	51.2a	1.2a	10.3a	42.2a	1263.8a	2370.9a	0.53a
۲۰ روز 20 day	30.5b	10b	4.9a	33.6b	39.7b	1.1a	8.4b	21.5b	902.7a	1709.5b	0.52a
سطوح متانول Methanol levels											
0	31.9b	12a	4.6b	32.5b	37.6b	1.1a	8.1b	21.7b	904.1c	1823.3b	0.49c
10	31.5b	11a	4.8b	40.0a	46.5a	1.1a	8.5b	22.8ab	1031.4ab	1977.2b	0.52b
20	33.3a	11a	5.2ab	40.3a	48.7a	1.2a	10.1a	23.0a	1153.6a	2170.4a	0.53b
30	31.5b	11a	5.6a	42.0a	48.9a	1.1a	10.5a	24.0a	1243.7a	2198.7a	0.56a

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

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

در برهم‌کنش رقم و متانول، بیشترین تعداد دانه در بوته در رقم پیروز و متانول ۳۰ درصد با ۵۵/۱ دانه در بوته و کمترین تعداد دانه با ۲۹/۱ دانه در رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۵).

در برهم‌کنش آبیاری و رقم و متانول، بیشترین تعداد دانه در بوته به ترتیب در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم پیروز و متانول ۱۰ درصد حجمی (۶۷/۶عدد) و کمترین در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۱۰ درصد حجمی (۲۹/۰عدد) مشاهده شد (جدول۶).

Benson & Nonomura (1992) دریافتند که محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول بر روی گندم دوروم موجب دو برابر شدن تعداد دانه در بوته شد.

تعداد دانه در غلاف

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر دور آبیاری و محلول‌پاشی متانول قرار نگرفت ولی به طور معنی‌داری تحت تأثیر ارقام قرار گرفت (جدول۱). رقم ILC۴۸۲ با ۱/۳ دانه در غلاف و رقم پیروز با ۱دانه در غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را دارا بودند (جدول۲).

براساس گزارش Ghasemi golazani *et al.* (1997) تعداد دانه در غلاف در نخود به طور عمده‌ای تحت کنترل ساختار ژنتیکی است و تأثیر عوامل محیط بر آن ناچیز است. Pandey *et al.* (1983) نیز در مورد بادام‌زمینی به نتایج مشابهی دست یافتند که نشان می‌دهد تفاوت تعداد دانه در غلاف در بین ارقام بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است.

عملکرد دانه تک‌بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری، رقم و متانول بر وزن دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول۱). آبیاری ۱۰ روز و آبیاری ۲۰ روز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته را دارا بودند (جدول۲). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ و رقم پیروز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته را داشتند (جدول۲). افزایش وزن دانه در بوته در تیمار محلول‌پاشی متانول را می‌توان به افزایش سطح برگ در تیمار محلول‌پاشی متانول نسبت داد که موجب افزایش سطح سبز نسبت به مخزن شد. بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول، تیمار محلول‌پاشی ۳۰ درصد متانول با ۱۰/۵ گرم بیشترین و تیمار صفر درصد متانول با ۸/۱ کمترین وزن دانه در بوته را داشت (جدول۲). در بررسی Benson & Nonomura (1992) بر روی گندم دوروم، محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول موجب دو برابر شدن وزن دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. اثرات متقابل

آبیاری و رقم، رقم و متانول و همچنین آبیاری و رقم و متانول معنی‌دار نبود (جدول۱).

وزن ۱۰۰ دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثرات آبیاری، رقم و متانول بر وزن ۱۰۰دانه (در سطح $p\leq ۰/۰۱$) و برهم‌کنش آبیاری و رقم (در سطح $p\leq ۰/۰۵$) بود. سایر اثرات متقابل، معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری ۱۰ روز و آبیاری ۲۰ روز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰ دانه را دارا بودند (جدول۲). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ و رقم پیروز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰دانه را داشتند (جدول۲). نتایج Yousefi *et al.* (1997) نشان داد وزن ۱۰۰دانه‌ی توده‌های مختلف، با یکدیگر تفاوت دارند. در محلول‌پاشی، متانول ۳۰ و صفر درصد به ترتیب بیشترین (۲۴گرم) و کمترین(۲۱/۷گرم) وزن ۱۰۰دانه را داشتند (جدول۲). افزایش وزن ۱۰۰دانه را می‌توان ناشی از افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت غلاف‌های در حال رشد و همچنین افزایش سرعت رشد غلاف به دلیل افزایش فتوسنتز بر اثر افزایش CO_2 مورد نیاز گیاه دانست. Vyshkayy *et al.* (2008) در بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر روی بادام‌زمینی، بیشترین وزن ۱۰۰دانه را در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد متانول مشاهده کردند. Li *et al.* (1995) نیز بیشترین وزن ۱۰۰دانه را در محلول‌پاشی۲۰ و ۳۰ درصد متانول بر روی سویا مشاهده کردند. در برهم‌کنش آبیاری و رقم، بیشترین وزن ۱۰۰دانه با ۲۹/۹ در تیمار آبیاری ۱۰ روز و رقم ILC۴۸۲ و کمترین آن با ۱۶/۹ در آبیاری ۲۰ روز و رقم پیروز مشاهده شد (جدول۳).

جدول۳ - نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری و رقم بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 3. Comparison of results interaction irrigation and variety on morphological characteristics and yield components of chickpea

دور آبیاری Irrigation	رقم Variety	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g)	وزن دانه در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
۱۰ روز 10 day	Piroz	55.8a	59.5a	18.5c	9.1b	1269a	2395a	0.52ab
	ILC482	31.8c	42.9b	29.9a	11.5a	1259a	2347a	0.53ab
۲۰ روز 20 day	Piroz	37.1b	32.2b	16.9d	6.7c	815c	1612c	0.50b
	ILC482	30.1c	42.2b	26.2b	10.0b	989b	1807b	0.54a

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 $\alpha= 0.05$.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات آبیاری و محلول‌پاشی متانول (در سطح $p<۰/۰۱$) و نیز اثر رقم (در سطح $p<۰/۰۵$) بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثرات متقابل آبیاری×متانول، رقم×متانول و رقم×متانول×آبیاری، معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری ۱۰ روز با عملکرد دانه ۱۲۶۳/۸ کیلوگرم در هکتار و آبیاری ۲۰ روز با عملکرد ۹۰۲/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را در هکتار دارا بودند (جدول۲). بالاتر بودن عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۰ روز را می توان به برتری گیاه از نظر سرعت و دوره پُرشدن دانه و بهبود اجزای عملکرد به ویژه تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه نسبت داد. در شرایط آبیاری کامل، میزان فتوسنتز و تولید مواد پرورده افزایش یافته و در نتیجه از طریق افزایش سرعت پُرشدن دانه، وزن دانه و در نهایت عملکرد آن افزایش می‌یابد (Rezaeyan zadeh, 2008). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ با ۱۱۲۴/۱ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد دانه بالاتری نسبت به رقم پیروز با ۱۰۴۲/۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول۲). در محلول‌پاشی، تیمارهای ۳۰ و ۲۰ درصد متانول به ترتیب با ۱۲۴۳/۷ و ۱۱۵۳/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین عملکرد دانه با ۹۰۴/۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۲). بر اساس مطالعات انجام گرفته بر روی بادام‌زمینی، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای ۲۰ و

۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد (Vyshkayy *et al.,* 2008). به نظر می‌رسد کاربرد متانول موجب افزایش دسترسی گیاه به کربن حاصل از تجزیه متانول و کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده می‌شود که این موارد سبب افزایش وزن دانه در گیاه تحت تیمار می‌گردد. در این راستا، نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. Li *et al.*(1995) در بررسی بر روی سویا و Madhaiyan *et al.* (2006) با مطالعه بر روی پنبه، بیشترین عملکرد دانه را در محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده کردند.

جدول۴- نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری و متانول بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 4. Comparison of results on irrigation and methanol interaction on morphological characteristics and yield components of chickpea

دور آبیاری (روز) Irrigation (day)	سطوح متانول Methanol level	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods no. per main stem	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant
10	**0**	4.8cd	11.61bc	37.0bc	42.0cd
	10	5.3bc	13.71a	47.5a	55.1a
	20	4.5cd	12.05ab	46.3a	56.0a
	30	6.3a	11.63bc	44.5a	51.6ab
20	**0**	4.5cd	10.41bc	28.1d	33.3e
	10	4.3d	10.42bc	32.6cd	38.0de
	20	6.0ab	10.01c	34.3c	41.5cd
	30	4.8cd	10.38bc	39.5b	46.1bc

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 $\alpha= 0.05$.

Makhduma *et al.* (2002) در بررسی بر روی پنبه، بیشترین عملکرد دانه را در تیمار ۳۰ درصد متانول مشاهده کردند. در بررسی Zbiec & Podsiadlo (2003) بر روی کلزا، لوبیا و گوجه‌فرنگی در شرایط دیم، بیشترین عملکرد در تیمار محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول و در شرایط آبیاری در محلول‌پاشی ۴۰ درصد متانول مشاهده شد. در برهم‌کنش آبیاری و رقم، بیشترین عملکرد دانه با ۱۲۶۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۱۰ روز در رقم پیروز و کمترین آن با ۸۱۵ کیلوگرم در هکتار در آبیاری ۲۰ روز در رقم پیروز مشاهده شد (جدول۳).

عملکرد بیولوژیک

اثرات آبیاری و متانول بر روی عملکرد بیولوژیک (در سطح $p\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود ولی عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر رقم قرار نگرفت (جدول۱). دور آبیاری ۱۰ روز با ۲۳۷۰/۹ کیلوگرم در هکتار و دور آبیاری ۲۰ روز با ۱۷۰۹/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول۲). در بررسی Silim *et al.* (1993) روی عدس نشان داده شد که کل ماده خشک با افزایش رطوبت ممکن است بین ۵ تا ۳۵ درصد افزایش یابد. در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ با دارا بودن عملکرد بیولوژیک ۲۰۷۶/۹ کیلوگرم در هکتار و رقم پیروز با دارا بودن عملکرد بیولوژیک ۲۰۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۲). در بین تیمارهای متانول، محلول‌پاشی ۲۰ و ۳۰ درصد به ترتیب با عملکرد بیولوژیک ۲۱۷۰/۴ و ۲۱۹۸/۷ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۸۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در متانول صفر درصد مشاهده شد که در مقایسه با محلول‌پاشی ۱۰ درصد متانول (۱۹۷۷/۲ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۲). در بررسی بر روی پنبه، بیشترین عملکرد بیولوژیک، در تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد (Makhduma *et al.,* 2002). احتمالاً می‌توان افزایش عملکرد بیولوژیک را در تیمارهای کاربرد متانول به دلیل کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده دانست. تحقیقات مشابه نشان می‌دهد که محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول بر روی پنبه (Madhaiyan *et al.,* 2006)، کلزا (Zbiec & Podsiadlo, 2003) و گوجه‌فرنگی (Rowe *et al.,* 1994) موجب تولید زیست‌توده‌ی بالاتری می‌شود. اما اثرات متقابل آبیاری×متانول و آبیاری×رقم×متانول، معنی‌دار نشد. اثرات متقابل آبیاری×رقم و رقم×متانول، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در برهم‌کنش رقم و آبیاری، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۲۳۹۵ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری ۱۰روز و در رقم پیروز مشاهده شد که با آبیاری ۱۰روز و رقم ILC۴۸۲ (۲۳۴۷ کیلوگرم درهکتار)، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۶۱۲ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری ۲۰

روز و رقم پیروز مشاهده شد (جدول۳). در برهم‌کنش رقم و متانول، بیشترین عملکرد دانه (۲۳۰۸ کیلوگرم در هکتار) در رقم ILC۴۸۲ و متانول ۲۰ درصد و کمترین عملکرد دانه (۱۷۰۷ کیلوگرم در هکتار) در متانول صفر درصد و رقم ILC۴۸۲ مشاهده شد (جدول۵). در آزمایش Zbiec (2003) & Podsiadlo بر روی چغندرقند، بیشترین ماده خشک در تیمار ۳۰ و ۴۰ درصد متانول حجمی در تیمار آبیاری در مقایسه با شرایط بدون آبیاری مشاهده شد.

جدول۵ - نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم و متانول بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 5. Comparison of results on the variety and methanol interaction on morphological characteristics and yield components of chickpea

عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	وزن دانه تک‌بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods no. per main stem	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	سطوح متانول Methanol level	رقم variety
1939c	7.3c	46.1bc	43b	5.0bc	11.2bc	**0**	**Piroz**
1917cd	7.2c	49.5b	47.1ab	4.8bc	11.6a	**10**	
2033bc	8.3bc	46.6bc	44.0a	5.6ab	10.8ab	**20**	
2125ab	8.9b	55.1a	51.8a	6.5a	11.5ab	**30**	
1707d	9.0b	29.1d	22.1d	4.3c	10.7ab	**0**	**ILC482**
2038bc	9.8b	43.6c	33c	4.8bc	12.4a	**10**	
2308a	11.9a	50.8ab	36.6c	4.8bc	11.2ab	**20**	
2255ab	12.2a	42.6c	32.1c	4.6c	10.5 b	**30**	

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 $\alpha= 0.05$.

شاخص برداشت

تأثیر سطوح ارقام و متانول بر شاخص برداشت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود. رژیم‌های آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز اثر بر روی شاخص برداشت نداشت (جدول۱). رقم ILC۴۸۲ با ۵۴ درصد و رقم پیروز با ۵۱ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول۲). سایر محققین نیز تفاوت معنی‌داری را در شاخص برداشت ارقام نخود زراعی گزارش کرده‌اند (Yousefi *et al.*, 1997).

همچنین در برخی آزمایشات دیگر مشاهده شد که بین ارقام مورد مطالعه از نظر شاخص برداشت، اختلاف وجود داشت (Rezaeyan zadeh, 2008; Goldani & Rezvani, 2007) در بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول، بیشترین شاخص برداشت با ۵۶ درصد مربوط به کاربرد متانول ۳۰ درصد و کمترین شاخص برداشت ۴۹ درصد مربوط به متانول صفر درصد بود (جدول۲).

شاخص برداشت، بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد. بدیهی است که هرچه مقدار مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه‌ها منتقل شود سهم وزن دانه از کل گیاه افزایش می‌یابد (Rezaeyan zadeh, 2008). متانول نیز با افزایش سطح سبز موجب افزایش شاخص برداشت می‌شود. همچنین متانول از طریق تأثیر بر زودرسی محصول نیز می‌تواند موجب افزایش شاخص برداشت شود (Nonomura & Benson, 1992).

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از کلیه پرسنل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد و نیز آقایان محمدعلی احیایی و علی قنبری که ما را در اجرای این تحقیق یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

جدول۶ - نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری ×رقم ×متانول بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 6. Comparison of results on methanol, irrigation and varieties interaction on morphological characteristics and yield components of chickpea

تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods on lateral branches	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	سطوح متانول Methanol level	ارقام varieties	دور آبیاری(روز) Irrigation (day)
55.0bc	51.67b	12.8b	**0**	**Piroz**	**10**
67.6a	67.67a	11.7bcd	**10**		
58.0b	54.67b	11.6bcd	**20**		
57.3b	54.33b	12.5bc	**30**		
29.0j	22.33e	10.3bcd	**0**	**ILC482**	
42.6efgh	32.33cd	15.6a	**10**		
54.0bc	38.00c	12.4bc	**20**		
46.0def	34.67cd	10.7bcd	**30**		
37.3ghi	34.33cd	9.5d	**0**	**Piroz**	**20**
31.3ij	31.67cd	11.5bcd	**10**		
35.3hij	33.33cd	10.0bcd	**20**		
53.0bcd	49.33b	10.5bcd	**30**		
29.3j	22.00e	11.2bcd	**0**	**ILC482**	
44.6efg	33.67cd	9.2d	**10**		
47.6cde	35.33cd	10.0bcd	**20**		
39.3cd	29.67 cd	10.2cd	**30**		

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 $\alpha= 0.05$.

منابع

1. Aggrawal, P.K., Khanna-Chopra, R., and Sinha, S.K. 1994. Change in leaf water potential in relation to growth and dry matter production. Indian Journal of Experimental Biology 22: 98-101.
2. Arizona Department of Agriculture. 1993. Arizona, on the Frontier of Agricultural Technology, Arizona, Phoenix, USA.
3. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., and Parsa, M. 1997. Agronomy and breeding chickpea. Publications Jahad University of Mashhad. (In Persian).
4. Benson, A.A., and Nonomura, A.M. 1992. The path of carbon in photosynthesis: methanol inhibition of glycolic acid accumulation. Photosynth. Res. 34: 196.
5. Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., and Haslam, R. 2004. Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. Phytochem. 65: 2305-2316.
6. Ghasemi golazani, K., Mohamadi, S., Rahem zadeh, P., and Moghadam, M. 1997. Quantitative connection between density and yield of three chickpea cultivar on different planting dates. Journal of Plant Physiology and Breeding 7: 59-73. (In Persian with English Summary).
7. Goldani, M., and Rezvani, P. 2007. The effects of different irrigation regimes and planting dates on phenology and growth indices of tree chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in mashhad. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 229-242. (In Persian with English Summary).
8. Gout, E., Aubert, S., Bligny, R., Rebeille, F., Nonomura, A.R., Benson, A. and Douce, R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant Physiol. 123: 287-296.
9. Hanson, A.D., and Roje, S. 2001. One carbon metabolism in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 52: 119-138.
10. Holland, M.A. 1997. Occams razor applied to hormonology. Are cytokinins produced by plants? Plant Physiol. 115: 865-868.
11. Jalota, S.K., Anil, S., 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.
12. Karezmarezyk, S.J., Deviln. R., and Zbiec, M. 1995. Influence of methanol on winter rape seedlings. Acta Agrobotanica 48: 37-42.
13. 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. Europ. J. Agronomy 24: 236-246.

14. Li, Y., Gupta, J., and Siyumbano, A.K. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. J. Plant Nutr. 18: 1875-1880.
15. Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Sundaram, S.P., and Sa, T.A . 2006. New insight into foliar applied methanol influencing phylloplane methylotrophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Environmental and Experimental Botany 57: 168-176.
16. Makhdum, I.M., Nawaz, A. Shabab, M., Ahmad, F., and Illahi, F. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan 13: 37-43.
17. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea . ICARDA 17: 20-23.
18. Mauney, J.R., and Gerik, T.J. 1994. Evaluating methanol usage in Cotton. Proc. Beltwide Cotton Conf., National Cotton Council of America Memphis, TN, USA, I, p: 39-40.
19. Meckel, L., Egli, D.B., Phillips, R.E., Radcliffe, D., and Leggett, J.E. 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. Agron. J.: 76: 647-650.
20. Mudgett, M.E., and Clarke, S. 1993. Characterization of plant L-isoaspartyl methyletransferases that may be involved in seed survival, purification, characterization and sequence analysis of the wheat geram enzyme. Biochem. 32: 1100-1111.
21. Nassiri mahalati, M., Koocheki, A., and Rezvani Moghadam, P. 2006. Global climate change and agricultural production. Ferdowsi University Academic Publishers. (In Persian).
22. Nemecek-Marshall, M., MacDonald, R.C., Franzen, J.J., Wojciechowski, C.L., and Fall, R. 1995. Methanol emission from leaves: enzymatic detection of gas-phase methanol and relation of methanol fluxes to stomatal conductance and leaf development. Plant Physiol. 108: 1359-1368.
23. Nonomura, A.M., and Benson, A.A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: Improved crop yields with methanol. Proc. National Acad. Sci., USA, 89: 9794-9798.
24. Pandey, R.K., Herrera, W.A.T., and Pendleton, J.W. 1983. Drought response of grain legumes under irrigation gradient yield and yield components. Agron. J. 76: 549-553.
25. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Legumes. Mashhad University Jahad Press. (In Persian).
26. Rezaeyan zadeh, E. 2008. The effects of supplemental irrigation on yield and yield components and growth indices in three chickpea cultivar (*Cicer arietinum* L.). MBA. Thesis. University of Mashhad, Iran. (In Persian).
27. Rowe, R.N., Farr, D.J., and Richards, B.A.J. 1994. Effects of foliar and root applications of methanol or ethanol on the growth of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 22: 335-337.
28. Sarmdnya, Gh. 1993. Environmental stresses the importance of agriculture. Congress Proceedings Crop Iran, Faculty of Agriculture, Karaj, Tehran University, p. 571. (In Persian).
29. 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: 137-141.
30. Singh, S.P.1997.Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Research 53: 161-170.
31. Van, I., Heitholt, M.W., Wells, J.J., and Oosterhuis, D.M. 1995. Foliar methanol applications to cotton in the Southeastern United States, leaf physiology, growth and yield components. Agron. J. 87: 1157-1160.
32. Vyshkayy, M., Noormohammadi, Gh., Majidi, A., and Rabii, B. 2008. Effect of methanol on the growth function peanuts. Special Issue Journal of Agricultural Sciences 1: 102-87. (In Persian with English Summary).
33. Yousefi, B., Kazemi Arbat, H., RahimZadeh Khoyi, F., and Moghadam, M. 1997. Study for some agronomic traits in chickpea cultivars under two irrigation regimes and path analysis of traits under study. Journal of Agricultural Sciences p. 161-147. (In Persian with English Summary).
34. Zbiec, I., Karezmarczyk, S., and Podsiadlo, C. 2003. Response of some cultivar plant to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agronomy. 6: 1-7. Available at Web site http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue1/agrono my/art-01.html

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 37-48

Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars

Ehyaee[1*], H., Parsa[2], M., Kafi[2], M. & Nasiri Mahallati[2], M.

1- Ph.D. Student in Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contributions from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 2 September 2009
Accepted: 11 September 2010

Abstract

In order to evaluate the effects of foliar application of methanol and irrigation intervals on yield and yield components of chickpea cultivars a factorial experiment as split plots based on randomized complete block design with three replications was conducted in spring 2008 at the Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad. The treatments were 10 and 20 irrigation intervals as main plots and factorial combination of cultivars, ILC482 (Kabuli type) and Piroz (Desi type) with concentration of methanol 0, 10, 20 and 30 volume percent as subplots. Methanol sprayed on chickpea shoots after podding with 10 days interval. The results showed the effects of foliar application of methanol on yield and yield components were significant. Spray of 30 percent concentration affected yield and yield components more than other treatments. So that it increased number of pods, 100 seed weight, seed weight, seed number per plant and harvest index. Biological yield was the highest (2198 kg/ha) for 30 percent methanol and the lowest for zero percent (1823 kg/ha). In addition, 30 percent methanol had the highest grain yield (1243 kg/ha) and the lowest (904 kg/ha) was related to zero percent methanol. According to the results, foliar application of 30 percent methanol could be recommended for increasing the yield of chickpea.

Key words: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Irrigation, Methanol, Water stress

[*] **Corresponding Author:** E-mail: ehyaee.hre@gmail.com

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۵۸-۴۹، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 49-58

ارزیابی امکان کاشت پاییزه ژنوتیپ‌های عدس متحمل به سرما در شرایط آبیاری تکمیلی

احمد نظامی[1*]، عبدالرضا باقری[1]، حسن پُرسا[2]، محسن زعفرانیه[3] و نرگس خمدی[3]

۱- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی و اعضای پیوسته گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- کارشناس ارشد پژوهشی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجویان سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۶/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ۱۷ ژنوتیپ متحمل به سرمای عدس به همراه یک توده محلی رایج (رباط) در کاشت پاییزه (۲۱ مهرماه) تحت شرایط آبیاری تکمیلی، آزمایشی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آبیاری در طی فصل رشد در سه نوبت شامل بلافاصله پس از کاشت، ۲۰ روز بعد از آبیاری اول و نیز در آغاز گلدهی انجام شد. بر اساس نتایج، تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). محدوده رشد رویشی (سبزشدن تا گلدهی) در بین بوته‌ها از حداقل ۱۰۲ تا ۱۵۰ روز و تعداد شاخه در بوته از حداقل ۵ تا حداکثر ۲۴ شاخه در بوته متغیر بود ضمن این‌که گستره‌ی عملکرد دانه از حداقل ۷۶ گرم درمترمربع در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۳۷۹ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC20 مشاهده شد. همبستگی بین عملکرد دانه با طول دوره رشد رویشی ($r=$۰/۷۹**)، دوره رشد زایشی ($r=$۰/۸۳**)، ارتفاع بوته ($r=$۰/۶۲**)، تعداد شاخه در بوته ($r=$۰/۶۸**)، مجموع طول شاخه دربوته ($r=$۰/۵۶**) و تعداد غلاف در بوته ($r=$۰/۸۰**)، مثبت و معنی‌دار بود. با توجه به پایین بودن میانگین عملکرد دانه عدس در کشت رایج در ایران و نیز با توجه به افزایش حدود چهار برابری میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، انتظار می‌رود در صورت استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم به سرما در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی، عملکرد عدس افزایش چشمگیری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: رشد رویشی، شاخه، عملکرد، فنولوژی، متحمل به سرما

مقدمه

حبوبات به علت دارا بودن برخی ویژگی‌های غذایی و زراعی قابل ملاحظه، اهمیت ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی کشورهای در حال توسعه دارند. در بین حبوبات، عدس علاوه بر دارا بودن مقدار زیاد پروتئین (حدود ۲۸ درصد) با کیفیت مناسب و مکمل برای پروتئین غلات، به‌دلیل همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن هوا و حاصل‌خیز نمودن خاک‌ها، ضمن داشتن تناوب با غلات، عامل مهمی در ثبات تولید این محصولات در مناطق خشک و دیم‌زارهای کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Saxena, 1993). از مهم‌ترین مسایل موجود در رابطه با حبوبات از جمله عدس، تولید پایین و نوسان در عملکرد می‌باشد. از مجموع حدود ۲۲۵ هزار هکتار سطح زیرکشت عدس در ایران، تنها ۱۱۵ هزار تُن محصول دانه به‌دست می‌آید که به این ترتیب میانگین عملکرد دانه عدس در ایران، تنها ۵۱۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2006). از جمله مهم‌ترین دلایل پایین بودن عملکرد عدس در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران، می‌توان به عملکرد پایین ارقام رایج، به‌کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روش‌های نامناسب تولید و وقوع تنش‌های زیستی و غیرزیستی در طی فصل رشد این محصولات، اشاره کرد (Singh & Saxena, 1993) . مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا از جمله نواحی اگرواکولوژی عمده برای تولید عدس می‌باشند. این مناطق دارای اقلیمی با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های خشک و داغ هستند. در این نواحی عدس به‌طور سنتی در بهار کشت شده و غالباً با استفاده از رطوبت ذخیره شده در خاک رشد می‌کند و به‌صورت تدریجی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. در اواخر بهار و اوایل تابستان، تنش‌های خشکی و گرما هم‌زمان با هم در مراحل رویشی و زایشی گیاه حادث شده و رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Silim *et al*., 1993) . در مقابل، در کاشت زمستانه،

* **نویسنده مسئول:** گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، پُست الکترونیک: nezami@um.ac.ir

طولانی‌تر شدن دوره رشد رویشی و افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی، افزایش بیوماس گیاه را سبب می‌شود (Singh *et al*., 1997). نتایج آزمایشی در ترکیه نشان داده است که کشت پاییزه عدس می‌تواند عملکردی ۵۰ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از کاشت سنتی بهاره داشته باشد (Sakar *et al*., 1988). موفقیت کشت پاییزه عدس در مناطق مرتفع نیازمند استقرار مناسب ارقام متحمل به سرما در زمستان می‌باشد. طی دهه‌های گذشته تحقیقات وسیعی در رابطه با کاشت پاییزه عدس انجام شده است (Sarker *et al*., 2002; Kusmenoglu, & Aydin, 1995)، به عنوان مثال در آمریکا از بین ارقام عدس یونانی، یک لاین مقاوم به سرما (WH-2040) انتخاب شد (Wilson, & Hudson, 1978). این لاین در مرحله گیاهچه‌ای بدون پوشش برف، سرمای شدید تا ۲۳- درجه سانتی‌گراد را تحمل نمود و پوشش سبز مناسبی تولید کرد. این ژنوتیپ که عملکرد خوبی نیز داشت در سال ۱۹۷۹ به عنوان رقم تجارتی مقاوم به سرما، تکثیر و توزیع گردید. در مطالعه‌ای که با همکاری مرکز بین‌المللی ایکاردا در ایستگاه تحقیقاتی منا (ترکیه) صورت گرفت، ۳۵۹۲ نمونه عدس با دو شاهد محلی برای بِه‌گزینی جهت تحمل به سرما در یک طرح بدون تکرار در ردیف‌هایی به طول دو متر، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. تمامی نمونه‌ها قبل از فرا رسیدن سرما، سبز شدند. این نمونه‌ها ۴۷ روز پوشش برف زمستانه و سرمای شدید (که گاهی کمتر از ۲۶/۸- درجه سانتی‌گراد بود) را سپری کرده و پس از ذوب شدن برف، مورد ارزیابی قرار گرفتند. از بین آنها، تعداد ۲۳۸ نمونه که خسارتی ندیده بودند انتخاب شدند. منشأ این نمونه‌ها کشورهای شیلی، یونان، ایران، سوریه و ترکیه بود(Erskine *et al*., 1981). در تحقیقی که از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۴ با همکاری دانشگاه پروجا در ایتالیا انجام شد، ۴۶ لاین مقاوم به سرمای عدس مورد مطالعه قرار گرفت که از بین آنها پنج لاین مقاوم‌تر شامل ILL39، ILL45، ILL669، ILL1827 و ILL1878 انتخاب شدند. سپس از بین لاین‌های مذکور که مجدداً طی زمستان‌های ۱۹۸۴ و ۱۹۸۵ کشت گردیدند، ILL669 به‌عنوان مقاوم‌ترین لاین مورد تأیید قرار گرفت. حداقل دما درطی سال‌های مورد آزمایش، ۹- درجه سانتی‌گراد گزارش گردید (Erskine & Witcombe, 1984). هر چند برخی شواهد بیانگر این است که گیاهچه‌های عدس می‌توانند یخبندان ۳- تا ۴- درجه سانتی‌گراد را تحمل نمایند، ولی یخبندان شدیدتر ممکن است به قسمت‌های هوایی عدس آسیب برساند و آنها را از بین ببرد (Srivastava *et al*., 1988). در یک مطالعه‌ی سه‌ساله به‌منظور ارزیابی تحمل به سرمای عدس، ۷۶۰ نمونه در دانشکده کشاورزی کرج و تاکستان مورد بررسی قرار گرفت و دو رقم بسیار مقاوم (۱۰۰-۸۱ درصد مقاومت) و چهار رقم مقاوم (۸۰-۶۱ درصد مقاومت) شناسایی شدند. گیاهچه‌های جوان عدس در این آزمایش‌ها حدود ۳۰ تا ۴۰ روز زیر پوشش برف بودند در حالی‌که حداقل دما بین ۸/۴- تا ۱۴- درجه سانتی‌گراد بود (Panahpoor, 1990). در یک مطالعه دیگر مقاومت به سرمای ۳۹ لاین عدس طی دو سال زراعی که پایین‌ترین دمای مطلق طی ماه‌های سرد این دو سال به‌ترتیب ۱۰- و ۹/۸- درجه سانتی‌گراد بود مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین صفت مقاومت یا تحمل به سرما در بین ۳۹ ژنوتیپ مورد بررسی از روش مقیاس‌بندی بر اساس درصد بوته‌های باقی‌مانده پس از رفع یخبندان زمستانه و بهاره استفاده گردید. ژنوتیپ‌هایی که درصد مقاومت به سرمای ۹۶ تا ۱۰۰ درصد و ۹۱ تا ۹۵ درصد را نشان دادند به‌ترتیب، خیلی‌مقاوم و مقاوم و آنهایی که درصد مقاومت به سرمای ۷۱ تا ۹۰ درصد را داشتند، متحمل ارزیابی شدند. بر این اساس، ژنوتیپ‌های خیلی‌مقاوم، صفر درصد، مقاوم، ۴ درصد و ژنوتیپ‌های متحمل، ۲۸ درصد فراوانی را به‌خود اختصاص دادند (Yazdisamadi *et al*., 2004). بررسی تحمل به سرمای ۲۲۰ ژنوتیپ عدس مشهد طی دو سال زراعی در کاشت پاییزه در مشهد نشان داد که بین ژنوتیپ‌های عدس مورد بررسی از نظر درصد بقاء، تنوع قابل‌ملاحظه‌ای وجود داشت به‌گونه‌ای که بر اساس مجموع داده‌های سه تاریخ کاشت پاییزه در سال اول مطالعه، ۲۲ درصد نمونه‌ها بسیار متحمل، ۶۱ درصد متحمل، ۱۶ درصد نسبتاً متحمل، ۱ درصد، نسبتاً حساس و صفر درصد، حساس بودند و در سال دوم مطالعه، درصد نمونه‌های بسیار متحمل، متحمل، نسبتاً متحمل، نسبتاً حساس و حساس، به‌ترتیب ۲۳، ۵۷، ۲۰، ۱ و صفر درصد بود (Bagher *et al*., 2004). نتایج این آزمایش منجر به شناسایی ۱۸ ژنوتیپ عدس شد که تحمل به سرمای نسبتاً خوبی را در کاشت پاییزه نشان دادند و در آزمایش حاضر، ۱۷ ژنوتیپ از آنها مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفتند. لذا این آزمایش با هدف ارزیابی تحمل به سرمای تعدادی از لاین‌های عدس مقاوم به سرما موجود در بانک بذر حبوبات دانشگاه فردوسی مشهد تحت شرایط آبیاری تکمیلی در مزرعه، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

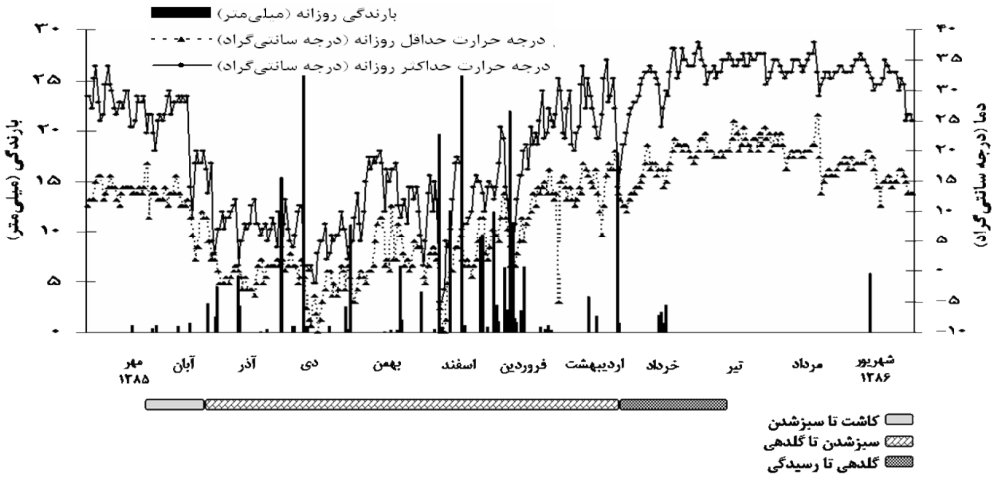
این آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. بر اساس آمار درازمدت هواشناسی، متوسط بارندگی سالانه مشهد ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه آن

به‌ترتیب ۴۳ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد است. ارتفاع مشهد از سطح دریا ۹۸۵ متر و اقلیم آن بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک است.

در این آزمایش، ۱۷ ژنوتیپ عدس متحمل به سرما حاصل بِه‌گزینی از آزمایشات گذشته (Bagher *et al*., 2004) به‌همراه توده محلی رباط در کاشت پاییزه و در شرایط آبیاری تکمیلی مورد بررسی قرار گرفتند. این لاین‌ها از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی و دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شده و در تاریخ ۲۱ مهر سال ۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۱/۵ متر شامل سه ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متری از یکدیگر کشت شدند. تراکم کاشت، ۲۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. قبل از کاشت از هر یک از کودهای اوره و سوپرفسفات آمونیوم، به‌ترتیب معادل ۱۰۰ و۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. آبیاری در سه مرحله شامل بلافاصله پس از کاشت، ۲۰ روز پس از آبیاری اول و نیز در زمان گلدهی انجام شد. مبارزه با علف‌های‌هرز در دو نوبت، ۲۰ روز پس از دومین آبیاری و بعد از سرمای زمستان (۲۵ فروردین) انجام شد. مراحل فنولوژیک گیاه بر اساس زمان وقوع ۵۰ درصد از هر یک از مراحل سبز شدن، گلدهی و رسیدگی، ثبت شدند (IBPGR, 1985). در پایان فصل رشد، بوته‌های موجود در هر کرت به‌منظور تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، برداشت شد. همزمان، تعداد چهار بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، خصوصیات مورفولوژیک گیاه شامل ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌ها در بوته و اجزای عملکرد دانه شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه، اندازه‌گیری شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارآماری MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های هواشناسی، گیاهان در فاصله کاشت تا سبزشدن در معرض دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد قرار نگرفتند. پایین‌ترین میزان دما در طی این دوره، ۲ درجه سانتی‌گراد بود (شکل۱). در طی دوره رشد رویشی (سبز شدن تا گلدهی) در مجموع، ۶۴ شب با دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد و نیز ۱۳ روز با پوشش برف اتفاق افتاد که پایین‌ترین درجه‌حرارت (حداقل روزانه) در طول این مدت، ۱۰- درجه سانتی‌گراد بود که در تاریخ‌های ۱۴ دی و ۸ و ۹ اسفندماه به‌وقوع پیوست. همچنین سرمای دیررس بهاره (۵- درجه سانتی‌گراد در۳۰ فروردین ماه) در اواخر رشد رویشی و همزمان با آغاز گلدهی، به‌وقوع پیوست.

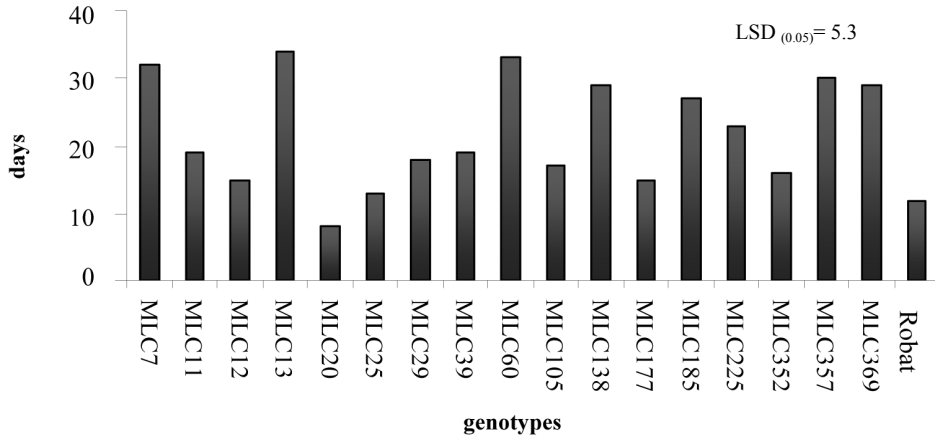


شکل۱- دماهای حداقل و حداکثر روزانه و بارندگی روزانه طی دوره کاشت تا رسیدگی ژنوتیپ‌های عدس در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 1. Daily minimum and maximum temperature and rainfall from sowing to harvest of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

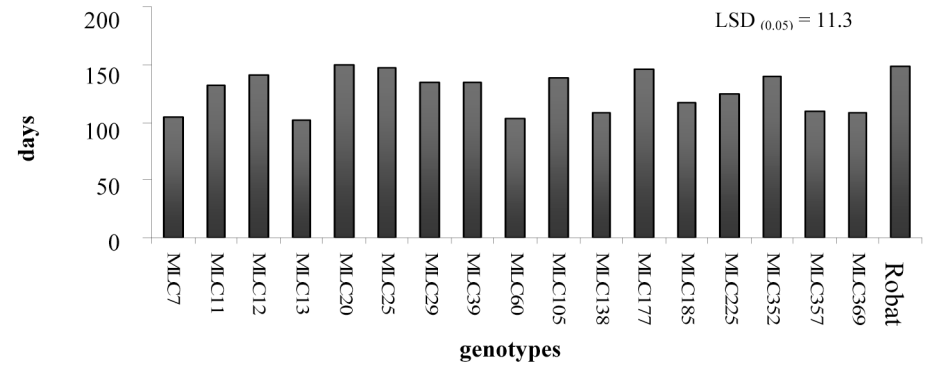
مجموع میزان بارندگی در طی دوره کاشت تا برداشت، ۲۶۷ میلی‌متر بود که در طی ۵۸ مورد بارندگی رُخ داد (شکل۱). تعداد بارندگی‌های بیش از ۱۰ میلی‌متر، ۱۱ مورد بود که در طی ماه‌های دی تا خرداد اتفاق افتاد.

مراحل فنولوژیک: واکنش ژنوتیپ‌های عدس پاییزه در شرایط آب و هوایی مشهد در مورد تمام ویژگی های مورد بررسی، معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) بود. بر اساس نتایج، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن، معنی‌دار بود و دامنه آن از حداقل ۸ روز در MLC20[2] تا حداکثر ۳۴ روز در ژنوتیپ MLC13 متغیر بود (شکل ۲). از نظر تعداد روزهای سبزشدن تا گلدهی، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود و گستره آن از حداقل ۱۰۲ روز در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۱۵۰ روز در توده محلی رباط متغیر بود (شکل ۳). نتایج آزمایشات Eshel (1967) بر روی نخود و Dahiya *et al.* (1989) در مورد عدس نشان داده است که در کشت زمستانه، رشد رویشی گیاهان با رژیم‌های رطوبتی و حرارتی مناسب‌تری روبه‌رو شده و در نتیجه رشد زایشی بهبود یافته و زمینه جذب تشعشع فعال فتوسنتزی بیشتری نسبت به کشت بهاره نیز فراهم می‌شود که این عمل منجر به افزایش عملکرد شد.



شکل۲- تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن در ژنوتیپ‌های عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 2. Days from sowing to emergence of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

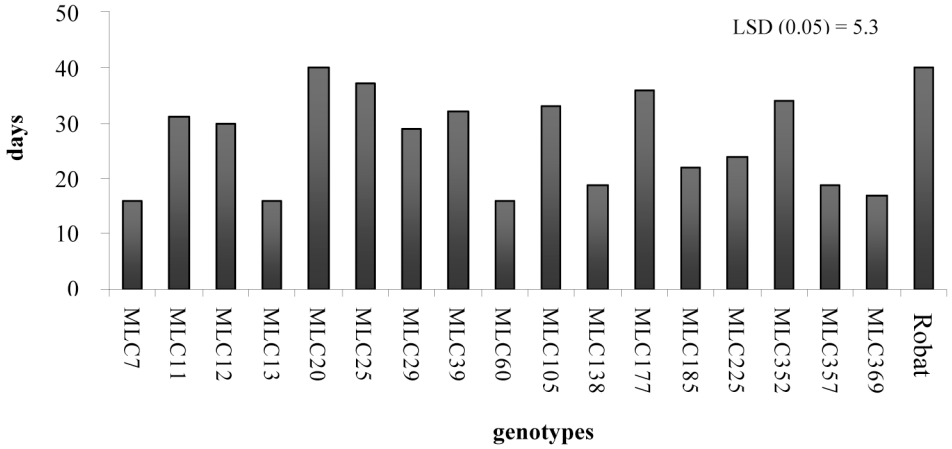


شکل۳- تعداد روزهای سبزشدن تا گلدهی در ژرم‌پلاسم عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 3. Days from emergence to flowering of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی نیز معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های MLC20 و توده رباط با ۴۰ روز بیشترین و ژنوتیپ‌های MLC7، MLC13 و MLC60 با ۱۶ روز کمترین دوره رشد زایشی را دارا بودند (شکل ۴). همبستگی بین دوره رشد زایشی با دوره رشد رویشی، مثبت و معنی‌دار (r=۰/۹۴**) بود.

[1] Mashhad Lentil Collection



شکل۴- تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی در ژرم‌پلاسم عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه مشهد در شرایط آبیاری تکمیلی طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 3. Days from flowering to maturity of cold tolerant lentil genotypes in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

صفات مورفولوژیک: بر اساس نتایج، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر ارتفاع بوته معنی‌دار بود و گستره‌ی آن از حداقل ۱۴ در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۵۶ سانتی‌متر در توده محلی رایج متغیر بود (جدول ۱). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته با دوره سبزشدن تا گلدهی (r=۰/۷۵**) و نیز گلدهی تا رسیدگی (r=۰/۸۲**) مشاهده شد.

از نظر تعداد شاخه در بوته، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود و گستره آن از حداقل ۵ در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۲۴ شاخه در بوته در توده محلی رباط متغیر بود. همبستگی تعداد شاخه در بوته با تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی (r=۰/۶۶**) و تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی (r=۰/۶۶**)، مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز از کاشت تا سبزشدن (r= -۰/۷۱**)، منفی و معنی‌دار بود. گزارش‌های متعدد نشان می‌دهد که تعداد شاخه در گیاهان کشت پاییزه نسبت به بهاره به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است که علت آن رشد بیشتر در اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت در طی دوره رشد رویشی بوده است (Nezami, 2002; Auld *et al.*, 1988). تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر مجموع طول شاخه در بوته معنی‌دار بود و دامنه آن از حداقل ۱۳۲ سانتی‌متر در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۷۵۷ سانتی‌متر در توده محلی رباط متغیر بود. همبستگی بین مجموع طول شاخه در بوته با دوره رشد رویشی (r=۰/۵۲**)، دوره رشد زایشی (r=۰/۵۲**)، تعداد شاخه در بوته (r=۰/۸۹**) و ارتفاع بوته (r=۰/۹۰**) مثبت و معنی‌دار بود. تاریخ کاشت بر مجموع طول شاخه در گیاه اثر معنی‌دار دارد به‌طوری‌که مجموع طول شاخه در بوته در کاشت‌های پاییزه و زمستانه نسبت به کشت بهاره بیشتر می‌باشد. انطباق رشد رویشی با رژیم‌های حرارتی مناسب‌تر باعث می‌شود تا رشد رویشی گیاه افزایش یافته و در نتیجه مجموع طول شاخه‌ها نیز افزایش یابد (Singh *et al.*, 1994).

اجزای عملکرد و عملکرد دانه: براساس نتایج، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. در این میان، ژنوتیپ‌های MLC20 و توده رباط به‌ترتیب با ۳۱۵ و ۳۱۳ غلاف، بیشترین و ژنوتیپ MLC13 با ۸۵ غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند. همبستگی میان تعداد غلاف در بوته با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۶۴**)، دوره رشد زایشی (r=۰/۶۸**)، مجموع طول شاخه‌ها در بوته (r=۰/۵۱**) و ارتفاع بوته (r=۰/۵۷**)، مثبت و معنی‌دار و با طول دوره کاشت تا سبزشدن (r= -۰/۷۴*)، منفی و معنی‌دار بود. نتایج بررسی Eshel (1967) نشان داده است که در کاشت زمستانه، درجه‌حرارت‌های پایین‌تر همراه با طول روز کوتاه‌تر، مرحله رشد رویشی گیاه نخود را طولانی کرده و به گیاه اجازه می‌دهد تا چارچوب رویشی خود را گسترش دهد. بدین ترتیب ضمن فراهم شدن زمینه جذب بیشتر تشعشع فعال فتوسنتزی، در اوایل فصل رشد، تعداد گره بیشتری نیز تولید می‌شود که با مناسب شدن شرایط فتوپریودی وارد رشد زایشی می‌شوند ضمن این‌که مراحل رشد زایشی گیاه نیز با شرایط حرارتی ملایم‌تر و رطوبتی مطلوب‌تری همزمان می‌شود.

گزارش‌های متعددی (Bagheri *et al*., 2004; Arvadia & Patel 1988; Saxina, 1980) در مورد افزایش تعداد غلاف در بوته در کاشت‌های زمستانه نخود و عدس نسبت به کشت بهاره ارائه شده است. در بررسی Kumar *et al*. (1983) در گیاه عدس نیز مشاهده شد که انشعابات جانبی نقش مهمی را در تولید غلاف در بوته ایفا می‌کنند.

از نظر وزن ۱۰۰دانه، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های MLC7 و MLC13 به‌ترتیب با ۵/۴ و ۵/۳ گرم، بیشترین و توده رباط با ۱/۵ گرم، کمترین وزن ۱۰۰ دانه را دارا بودند. همبستگی بین وزن ۱۰۰دانه با طول دوره رشد رویشی (r= -۰/۷۳**) و زایشی (r= -۰/۵۳**)، مجموع طول شاخه در بوته (r= -۰/۴۶**)، ارتفاع بوته (r= -۰/۵۴**) و تعداد غلاف در بوته (r= -۰/۴۴**)، منفی و معنی‌دار بود. در مورد تغییرات وزن ۱۰۰دانه نسبت به تاریخ کاشت، گزارش‌های متعددی وجود دارد. یک تحقیق نشان داد که با تأخیر در کاشت به دلیل افزایش درجه‌حرارت طی دوره پُرشدن دانه همچنین کاهش طول این دوره، وزن ۱۰۰دانه کاهش می‌یابد (Deore *et al*., 1989). در حالی‌که نتایج تحقیق دیگری مشخص کرده است که بین تاریخ‌های مختلف کاشت نخود از جمله کاشت‌های پاییزه- زمستانه با بهاره از نظر میزان وزن ۱۰۰دانه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (Khyrkhah *et al*., 2001). به نظر می‌رسد که کاهش وزن ۱۰۰دانه ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت بهاره به‌دلیل کمبود نزولات جوی در دوره رشد زایشی بوده است. بررسی دیگری برروی کشت پاییزه و بهاره نخود نیز بیانگر این است که وزن ۱۰۰دانه نخود تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفته است (Singh *et al*., 1993).

تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر میزان عملکرد دانه معنی‌دار بود و گستره آن از حداقل ۷۶/۴ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC13 تا حداکثر ۳۷۹/۲ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC20 متفاوت بود. همبستگی بین عملکرد دانه با طول دوره کاشت تا سبزشدن (r= -۰/۸۶**)، منفی و معنی‌دار بود در حالی که با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۷۹**)، طول دوره رشد زایشی (r=۰/۸۳**)، ارتفاع بوته (r=۰/۶۲**)، تعداد شاخه (r=۰/۶۸**) و مجموع طول شاخه در بوته (r=۰/۵۶**) همچنین تعداد غلاف در بوته (r=۰/۸۰**)، مثبت و معنی‌دار بود.

Porsa *et al*. (2001) مشاهده کردند که در میان سطوح تاریخ کاشت نخود در مشهد، کمترین میزان عملکرد دانه در کاشت بهاره به‌دست آمد که نسبت به سطوح تاریخ کاشت پاییزه، به‌میزان معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) کمتر بود. آنها کاهش تعداد غلاف در بوته در کاشت بهاره را دلیل اصلی کاهش عملکرد دانه در این تاریخ کاشت نسبت به کاشت‌های دیگر ذکر کردند. Kanooni *et al*. (2004) طی بررسی ۴۰ لاین نخود طی دو سال زراعی در کاشت پاییزه در مناطق غرب ایران گزارش نمودند که در بین لاین‌های مورد آزمایش، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود داشت. در آزمایش فوق، بالاترین میزان عملکرد دانه ۳۰۰۰ و پایین‌ترین میزان، ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود در حالی که معمولاً بهترین لاین‌های نخود در آزمایش‌های بهاره در این مناطق، تنها عملکردی بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار تولید می‌کردند. از آنجا که متوسط عملکرد دانه برای کلیه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در این تحقیق دو ساله، حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود این محقق نتیجه گرفت که افزایش عملکرد نخود، به دلیل استفاده از رطوبت کافی و دوره رشد طولانی‌تر در کاشت پاییزه بوده است.

در مورد عملکرد بیولوژیک، تفاوت بین ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود و از حداقل ۶۳۶ گرم در مترمربع در ژنوتیپ MLC357 تا حداکثر ۱۱۷۸ گرم در مترمربع در توده رباط متغیر بود. در این آزمایش، همبستگی بین عملکرد بیولوژیک با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۳۹**)، دوره رشد زایشی (r=۰/۳۵**)، تعداد غلاف در بوته (r=۰/۳۰**)، تعداد شاخه در بوته (r=۰/۳۴**)، ارتفاع بوته (r=۰/۳۴*)، مجموع طول شاخه در بوته (r=۰/۳۳**) و عمکرد دانه (r=۰/۳۸**)، مثبت و معنی‌دار بود. بر اساس اظهارات Singh *et al*. (1997) بهبود عملکرد دانه به علت افزایش رشد رویشی و تأمین مطلوب مخازن زایشی گیاه توسط اندام‌های رویشی رُخ می‌دهد. زیرا افزایش دوره رشد رویشی در گیاهانی که در پاییز کشت می‌شوند موجب بهبود رشد اندام‌های گیاهی و بیوماس شده و در نهایت موجب افزایش پتانسیل تولید در گیاه می‌شود.

میزان شاخص برداشت در بین ژنوتیپ‌ها از ۸ تا ۳۳ درصد متغیر بود به‌طوری‌که ژنوتیپ MLC20 با ۳۳ درصد بیشترین و ژنوتیپ MLC13 با ۸ درصد کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. در این آزمایش بین شاخص برداشت با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۲۸**)، رشد زایشی (r=۰/۳۴**)، ارتفاع بوته (r=۰/۱۸**)، تعداد شاخه (r=۰/۲۵**)، طول شاخه (r=۰/۱۷**)، عملکرد دانه (r=۰/۴۳**) و عملکرد بیولوژیک (r=۰/۰۲**)، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. Verghis *et al*. (1994) در زلاندنو مشاهده کردند که شاخص برداشت گیاهان عدس در کاشت زمستانه کمتر از کاشت بهاره بود. آنها اظهار داشتند که یکی از دلایل اصلی کاهش شاخص

برداشت در کاشت زودتر (زمستانه)، مرگ و میر زمستانه می‌باشد. در آزمایش آنها گیاهان پاییزه زودتر از گیاهان کاشت بهاره وارد مرحله گلدهی شدند، ولی بسیاری از گل‌ها احتمالاً به دلیل مصادف شدن دوره گلدهی با درجه حرارت‌های یخزدگی، ریزش کردند و بنابراین تعداد غلاف در واحد سطح شدیداً کاهش یافت.

جدول ۱- مقایسه خصوصیات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد ژرم‌پلاسم‌های عدس متحمل به سرما در کشت پاییزه در مشهد در شرایط آبیاری تکمیلی طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مشهد

Table 1. Comparison of morphological traits, yield components and yield of cold tolerant lentil in supplementary irrigation on fall planting during 2005-2006 growing season, Mashhad

شاخص برداشت (درصد) HI (%)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biomass ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Yield ($g.m^{-2}$)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	مجموع طول شاخه‌ها در بوته (سانتی متر) Branches length per plant (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	ژنوتیپ ها Genotypes
14.6	690	100.1	5.4	108	188	7	18	**MLC7**
28.2	730	200.6	2.2	203	409	14	41	**MLC11**
18.5	1112	200.6	2.2	205	465	15	46	**MLC12**
7.9	963	76.4	5.3	85	132	5	14	**MLC13**
32.7	1158	379.2	2.1	315	551	19	55	**MLC20**
25.5	1058	270.8	2.0	240	400	15	39	**MLC25**
18.0	1145	206.5	2.0	185	507	16	46	**MLC29**
23.6	1020	241.0	3.5	207	408	14	37	**MLC39**
14.0	647	90.9	4.1	141	262	9	24	**MLC60**
21.4	1118	239.5	4.0	206	445	17	38	**MLC105**
19.5	805	157.2	2.9	154	360	12	31	**MLC138**
26.0	1099	286.8	2.0	230	460	15	36	**MLC177**
15.7	943	148.7	3.1	134	353	12	31	**MLC185**
16.1	1055	170.9	4.1	151	403	14	33	**MLC225**
26.4	920	234.3	1.9	207	652	19	53	**MLC352**
18.7	636	119.5	4.4	99	267	10	19	**MLC357**
5.7	2368	136.4	5.2	160	365	12	32	**MLC369**
25.8	1178	304.4	1.5	313	757	24	56	**Robat**
6	**318**	**48.6**	**0.8**	**55**	**146**	**3**	**12**	**LSD(0.05)**

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری میان عملکرد دانه با صفاتی مانند طول دوره رشد رویشی، دوره رشد زایشی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، مجموع طول شاخه در بوته و تعداد غلاف در بوته، وجود دارد. با توجه به میانگین پایین عملکرد عدس در ایران (۵۱۱ کیلوگرم در هکتار)، افزایش حدود چهار برابری میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش نسبت به میانگین عملکرد عدس در کشور، حاکی از وجود چشم‌انداز روشن در راستای افزایش چشمگیر تولید عدس در کشور در صورت استفاده از ژنوتیپ‌های عدس مقاوم به سرما در کشت پاییزه و آبیاری تکمیلی، می باشد.

منابع

1. Arvadia, M.K., and Patel, Z.G. 1988. Influence of date of sowing on the growth and yield of gram (*Cicer arietinum* L.) under different fertility levels. In: Gujarat Agirc. Uni. Research J. 13: 65-66. Field Crop Abstract 43: 2631.
2. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence and seed yield of chickpea. Agron. J. 80: 909-914.
3. Bagheri, A., Nezami, A., and Hojjat, S. 2004. Evaluation of cold tolerance in lentil for fall planting in the highlands of Iran. Final report of research project, Ferdowsi University of Mashhad.
4. Dahiya, B.S., Grupta, K.R., and Waldia, M. 1983. Adaptation of Lentil varieties to late sowing. Indian J. Agric. Sci. 53: 673-676.
5. Deore, B.P., Bharud, R.W., and Khorde, V.N. 1989. Physiological basis for yield differences in chickpea under different seeding periods. In: Annuals of plant physiology 43: 432. Field Crop Abstract 43:1740.

6. Erskine, W., and Witcombe, J.R. 1984. Lentil Germplasm Catalogue. ICARDA, Syria.
7. Erskine, W., Meyveci, K., and Izgin, N. 1981. Screening of world lentil collection for cold tolerance. Intl. Lens Newsl. 8: 5-9.
8. Eshel, Y. 1967. Effect of sowing date on growth and seed yield components of chickpea (*Cicer arietinum*). In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). The Chickpea. p. 215. C.A.B. International, UK.
9. FAO. 2006. FAOSTAT data. Accessed 16th April 2006. Last updated 3rd February 2006, http://faostat. Fao.org/faostat/collection?Version=ext& hasbulk=0 & subset=agriculture.
10. IBPGR, ICRISAT and ICARDA. 1985. Descriptors for lentil (*Lens culinaris* Medik.) ICRISAT, Patancheru, India.
11. Kanooni, H. 2004. Evaluation of cold tolerance in chickpea germplasm in fall planting nurseries. Seedling and Seed 20: 89-99. (In Persian with English abstract).
12. Khyrkhah, M., Bagheri, A., Nassiri, M., and Nezami, A. 2001. Selection in Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) for Entezari planting in Mashhad conditions. Iranian J. of A. Sci. and Ind. 16: 173-180. (In Persian with English abstract).
13. Kumar, B., Mehra, K.L., and Sapra, R.L. 1983. An investigation on correlation pattern among yield components in lentil. Lens Newsl. 10: 10-12.
14. Kusmenoglu, I., and Aydin, N. 1995. The current status of lentil germplasm exploitation for adaptation to winter sowing in the Anatolain highlands. p. 63-71. In: J.D.H. Keatinge and I. Kusmenoglu (Eds.). Autumn-Sowing of Lentil in the Highlands of West Asia and North Africa". Central Research Institute for Field Crops, Ankara, Tukey.
15. Nezami, A. 2002. Evaluation of cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) for fall planting in the highlands of Iran. PhD. Thesis. Ferdowsi University of Masshad.
16. Panahpoor, H. 1990. Evaluation of cold resistance in Lentil. MSc. Thesis. Tehran University, Iran.
17. Porsa, H., Bagheri, A., Nezami, A., Mohammadabadi, A.A., and Langari, M. 2001. Evaluation of fall-winter planting of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in dryland conditions of North Khorasan. Iranian J. of A. Sci. and Ind. 16: 143-152. (In Persian with English abstract).
18. Sakar, D., Durutan, N., and Meyveci, K. 1988. Factors which limit the productivity of cool season food legumes in Turkey. p. 37-146. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer, the Netherlands.
19. Sarker, A., Aydin, N., Aydogan, A., Sabaghpour, S.H., Ketata, H., Kusmenoglu, I., and Erskine, W. 2002. Winter lentils promise improved nutrition and income in West Asian highlands. ICARDA Caravan 16: 1-4.
20. Saxena, M.C. 1980. Recent advances in chickpea agronomy. In: Proc. of the First International Workshop on Chickpea Improvement" p. 89-96. 1979. ICRISAT, India. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. p. 125. 1984. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
21. Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. p. 3-14. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
22. Silim, S.N., Saxena, M.C., and Erskine, W. 1993. Adaptation of lentil to the Mediterranean environment. 1. Factors affecting yield under drought conditions. Exp. Agric. 29: 12-20.
23. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1993. Breeding for stress tolerance in cool season food legume. ICARDA. Syria.
24. Singh, K.B., Bejiga, G., and Malhotra, R.S. 1993. Genotype Environment interactions for protein content in Lentil. J. Sci. Food Agric. 63: 87-90.
25. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Halila, M.H., Knights, E.J., and Verma, M. 1994. Current status and future strategy in breeding Lentil for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-149.
26. 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.
27. Srivastava, J.P., Saxena, M.C., Verma, S., and Taheir, M. 1988. Winter Cereals and Food Legumes in Mountainous Areas. ICARDA, Syria.
28. Verghis, T.I., Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 1994. Development of yield and variability in yield components of Lentil. Proceedings Agronomy Society of N.Z. 24: 109-116.

29. Wilson, V.E., and Hudson, L.W. 1978. Registration of WH-2040 lentil germplasm. Crop Sci. 18: 1097.
30. Yazdisamadi, B., Majnoonhosaini, N., and Paighabari, A. 2004. Evaluation of cold resistance in lentil (*Lens culinaris*) germplasm. Seedling and Seed 20: 23-37. (In Persian with English abstract).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 49-58

Evaluation of cold tolerant lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.) in fall planting under supplementary irrigation

Nezami[1*], A., Bagheri[1], A., Porsa[2], H., Zafranieh[3], M. & Khamadi[3], N.

1- Contributions from College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contribution from Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3- MSc. in Agronomy (former students), College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 8 January 2009
Accepted: 16 September 2009

Abstract

In order to evaluate phenological characteristics, yield and yield components of 18 cold tolerant lentil genotypes in fall planting under supplementary irrigation, an experiment was carried out based on randomized complete block design in 2006-2007 at Research farm of college of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad. Irrigation was performed three times: immediately after sowing, 20 days after that and at flowering stage. Based on results, the differences among genotypes for all traits were significant ($p \leq 0.05$). The range of vegetative period (emergence to flowering) among genotypes varied from 102 to 150 days. Numbers of branches per plant were different from 5 to 24. In addition, seed yield was observed to change from 76 $g.m^{-2}$ in MLC13 to 379 $g.m^{-2}$ in MLC20. Correlation between seed yield and vegetative growth period ($r=0.79^{**}$), reproductive growth period ($r=0.83^{**}$), plant height ($r=0.62^{**}$), number of branches per plant ($r=0.68^{**}$), length of branches per plant ($r=0.56^{**}$) and numbers of pod per plant ($r=0.80^{**}$) were positive and significant. Regarding to four times increase in seed yield in this experiment compared to average lentil seed yield in Iran, we predict an outstanding increase in producing of lentil in fall planting of cold tolerant lentil genotypes under supplementary irrigation.

Key words: Branch, Cold tolerant, Phenology, Vegetative, Yield

[*] **Corresponding Author:** E-mail: nezami@um.ac.ir

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۶۸-۵۹، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 59-68

بررسی اثر زمان کشت زمستانه و بهاره بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود در شرایط دیم

ناصر مجنون حسینی[1*] و رضا حمزه‌ئی[2]

۱- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲- کارشناس ارشد زراعت، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان بهار، همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۸/۲۴

چکیده

به منظور بررسی تاریخ کاشت مناسب نخود دیم در منطقه همدان، آزمایشی در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان، شهرستان بهار در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ اجرا شد. تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار صورت گرفت. فاکتور اول شامل دو تاریخ کشت زمستانه و بهاره و فاکتور دوم، ارقام نخود شامل شاهد محلی، ارقام اصلاح شده‌ی آرمان و هاشم و لاین ILC482 بودند. صفات مورد بررسی عبارت بودند از درصد سبز مزرعه، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، متوسط تعداد ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین تاریخ‌های مختلف کشت و ارقام نخود از لحاظ اغلب صفات مورد بررسی، معنی‌دار بود. برهم‌کنش تاریخ کشت و ارقام در تمامی صفات به‌جز ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد ساقه اصلی، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه، معنی‌دار بود. مقایسه‌ی میانگین عملکرد دانه و بیولوژیک ارقام نخود نشان داد که لاین ILC482، با متوسط عملکرد ۱۰۴۵ کیلوگرم دانه و ۲۳۸۵ کیلوگرم ماده خشک در هکتار در هر دو تاریخ کاشت نسبت به سایر ارقام، برتری داشت. همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک ($r= ۰/۵۷^{**}$) و شاخص برداشت ($r = ۰/۷۴^{**}$)، مثبت و معنی‌دار بود. ارتباط بین درصد سبز مزرعه با عملکرد بیولوژیک ($r= ۰/۶۷^{**}$) بیانگر آن است که عملکرد پایین نخود دیم زمستانه در این منطقه به علت تعداد کم بوته‌های استقراریافته (درصد سبز پایین) بوده است. به طور کلی، کشت زمستانه نخود دیم در شهرستان بهار، هم به لحاظ عملکرد دانه و بیولوژیک و هم به دلیل وجود ارقام متحمل به سرما (لاین ILC482) نسبت به کشت بهاره نخود دیم، برتری داشته است.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، درصد سبز مزرعه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، نخود دیم

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت جهان، دستیابی همه افراد به تغذیه کافی و مطلوب را دچار مشکل ساخته و بیش از ۲۰درصد مردم با سوء تغذیه مواجه هستند. موضوع کمبود مواد پروتئینی در اغلب کشورها، اهمیت تولید و مصرف حبوبات را در رفع این مشکل، مورد تأکید قرار می‌دهد. افزون بر آن، حبوبات در تقویت حاصل‌خیزی خاک، تأمین علوفه دام و ایجاد پوشش گیاهی مناسب در جلوگیری از فرسایش خاک نیز مؤثرند (Majnoun Hosseini, 2008). در ایران، حدود ۲درصد مجموع تولیدات زراعی را حبوبات تشکیل می‌دهند که ۳۴ درصد اراضی به کشت آبی و ۶۶ درصد به کشت دیم اختصاص دارد. نخود زراعی از نظر سطح زیرکشت در بین حبوبات، مقام اول را دارد که به طور عمده به صورت دیم در شمال‌غربی و غرب کشور کشت می‌شود. استان همدان همانند استان‌های زنجان، لرستان، چهارمحال و بختیاری، خراسان و فارس، جزو مناطق مستعد تولید نخود به شمار می‌رود (Anonymous, 2006).

در مناطق مرتفع و سرد ایران به طور معمول کشت نخود در فصل بهار انجام می‌شود اما کاشت زود و به‌موقع در شرایط دیم موجب خواهد شد که گیاه نخود از بارش‌های بهاره استفاده کرده و مقدار چشمگیری از نیاز آبی خود را برطرف سازد. با وجود این، در صورت کاهش نزولات جوی و به‌ویژه برخورد گیاه با گرما و تنش خشکی آخر فصل، عملکرد محصول بهاره به شدت کاهش می‌یابد (Nakhforoush *et al.*, 1998). از سوی دیگر، کشت پاییزه نخود دیم در برخی مناطق دنیا مانند نواحی تحت پوشش ایکاردا، با وجود این که دوره‌ای از رشد گیاه با سرما و نزولات جوی مصادف شده و از طرف دیگر با خشکی

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۶۰۷۴
پُست الکترونیک: mhoseini@ut.ac.ir

نسبی آخر فصل مواجه می‌شود، نسبتاً موفقیت‌آمیز بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای بر عملکرد نخود داشته است (Singh *et al.*, 1989). به همین دلیل محققان معتقدند که در مناطق مناسب، کشت پاییزه یا زمستانه نخود بهتر از کشت مرسوم بهاره است و عملکرد محصول را افزایش می‌دهد (Abbasnejad, 2006). بررسی رشد و عملکرد چهار رقم نخود زراعی در کشت زمستانه و بهاره در لبنان نشان داد که هر چند شاخص برداشت هم در بین ارقام و هم در بین فصول، اختلاف معنی‌داری داشت اما عملکرد بیولوژیکی و دانه، تفاوت معنی‌داری نداشتند (Islam & Solh, 1987). انتخاب تاریخ کاشت مناسب موجب می‌شود که گیاه به سرعت سطح برگ خود را توسعه داده و حداکثر نور را جذب کرده و مواد فتوسنتزی تولیدی را به دانه‌ها انتقال و تخصیص دهد. لاین‌هایی که ضریب برداشت معادل ۵۰-۴۰ درصد داشته باشند حداکثر عملکرد دانه را تولید می‌کنند (Sarmadnia & Koochaki, 1983).

Chengci & Miller (2003) در بررسی نخود زمستانه نشان دادند که کاشت ۱۳ و ۳۰ دسامبر (۲۲ شهریور و ۸ مهر ماه) نسبت به کاشت ۱۱ آوریل (۲۲ فروردین ماه) ۳۴ درصد افزایش عملکرد دانه داشته است. همچنین زیست‌توده‌ی تولیدی بیشتری در کشت پاییزه به‌دست آمد. در بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد ارقام نخود سفید در شرایط دیم در ایلام، اختلاف معنی‌داری بین تاریخ‌های کاشت و ارقام، مشاهده شد به طوری که تاریخ کاشت ۷ بهمن و ۲۲ اسفند به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند (Yasemi, 1996). همین طور لاین‌های ILC482 و Flip84-48C به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. حداکثر عملکرد در این ارقام در تاریخ کاشت اول (۷ بهمن) به دست آمد. Yasemi (1996) اظهار داشت برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد نخود، ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری برق‌زدگی (*Ascochyta rabiei*) مانند لاین‌های ILC482 و Flip8448C را در اواخر پاییز و ارقام حساس مانند بیونیج (نخود محلی کرمانشاه) و لاین ۱۵۷-۵۹-۱۸ را باید در اواخر زمستان تا اوایل بهار کشت کرد. در بررسی اثر زمان کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود تیپ دسی در شرایط دیم منطقه کردستان، تاریخ کاشت و رقم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (Bahrami, 2006). در مطالعه حاضر، به بررسی خصوصیات عملکرد و اجزای عملکرد نخود در دو تاریخ کاشت زمستانه و بهاره در شرایط آب و هوایی منطقه بهار همدان پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، شهرستان بهار اجرا شد. موقعیت جغرافیایی و شاخص‌های هواشناسی محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. آماده‌سازی زمین مزرعه در اوایل پاییز ۱۳۸۴ پس از شخم و مصرف کود پایه صورت گرفت. زمین قبل از کاشت نیز به کمک دیسک و لولر تسطیح گردید و عملیات کشت با دست انجام گرفت. این تحقیق در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل در چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول (تاریخ کاشت) در دو سطح شامل کشت زمستانه در نیمه اول اسفند و کشت بهاره در نیمه اول فروردین و فاکتور دوم، ارقام نخود تیپ کابلی در چهار سطح شامل نخود بومی همدان (شاهد)، دو رقم اصلاح شده داخلی (آرمان و هاشم) و لاین ILC482 بودند. مساحت هر کرت آزمایشی، ۱۲/۵ مترمربع در نظر گرفته شد که دارای ۵ ردیف کاشت به طول ۵ متر با فاصله ۵۰ سانتی متر از یکدیگر بود. در طول دوره رویش گیاه نخود، عملیات وجین دستی علف‌های هرز در دو نوبت انجام شد. صفاتی مورد بررسی عبارت بودند از: درصد سبز مزرعه، ارتفاع گیاه (متوسط ۱۰ بوته)، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، متوسط تعداد ساقه اصلی در بوته، متوسط تعداد غلاف در بوته، متوسط تعداد دانه در غلاف، متوسط وزن ۱۰۰دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه. پس از رسیدن فیزیولوژیک و تغییر رنگ ۹۰ درصد غلاف‌ها بوته‌های سه ردیف وسط هر کرت در هر تیمار پس از حذف اثر حاشیه برداشت شدند و پس از خرمن کوبی و بوجاری، عملکرد در واحد سطح تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر کل بیوماس خشک محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌ها (با آزمون چنددامنه‌ای دانکن) و محاسبه ضرایب همبستگی با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲)، صفات درصد سبز مزرعه، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن ۱۰۰دانه بین ارقام نخود و تاریخ‌های مختلف کاشت، (به‌جُز صفات تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰دانه و عملکرد دانه در تاریخ کاشت) تفاوت معنی‌داری داشتند.

جدول ۱- ویژگی‌های اکولوژیک محل آزمایش (موقعیت جغرافیایی و شاخص‌های هواشناسی)

Table 1. Ecological characteristics of experimental site (Geographical position & meteorological indices)

Latitude (عرض جغرافیایی)	52°34´ NL
Longitude (طول جغرافیایی)	48°32´ EL
Height above sea level (ارتفاع از سطح دریا)	1730m
Absolute mini. Temp. (درجه‌حرارت حداقل مطلق هوا)	-30.4°C
Mean mini. Temp. (میانگین حداقل درجه‌حرارت هوا)	-22.1°C
Absolute max. Temp. (درجه‌حرارت حداکثر مطلق هوا)	39.8°C
Mean max. Temp. (میانگین حداکثر درجه‌حرارت هوا)	37.9°C
The coldest months (سردترین ماه سال)	Jan-Feb
The warmest months (گرم‌ترین ماه سال)	July-Aug
Annual precipitation mini. (حداقل بارندگی سالیانه)	206.1 mm
Annual precipitation max. (حداکثر بارندگی سالیانه)	420.7 mm
Annual precipitation mean (میانگین بارندگی سالیانه)	294.7 mm
mini. R.H. (حداقل رطوبت نسبی هوا)	%37.4
max. R.H. (حداکثر رطوبت نسبی هوا)	%74.4
mean R.H. (میانگین رطوبت نسبی هوا)	%55.6
Wind speed max. (حداکثر سرعت باد)	72 km/h
Wind speed mean (سرعت میانگین باد)	41.8 Km/h
Wind direction (جهت باد غالب)	S.W.- W.
Topography (وضعیت توپوگرافی)	North Zagros Mt.
Climate (نوع اقلیم)	Semi arid-cold temperature

* اطلاعات هواشناسی بر اساس میانگین اطلاعات ۱۰ساله هواشناسی استان همدان می‌باشد.

Weather report based on 10 years mean data of Hamadan Province

برهم‌کنش تاریخ کاشت و ارقام نخود در تمامی صفات به‌جز ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد ساقه اصلی، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه، دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). لاین ILC482 با متوسط عملکرد ۱۰۴۵ کیلوگرم در هکتار دانه و ۲۳۸۵ کیلوگرم در هکتار ماده خشک (زیست‌توده) نسبت به سایر ارقام نخود آرمان، هاشم و بومی (شاهد) برتری نشان داد (شکل‌های ۱ و ۲). در کشت زمستانه نیز میانگین عملکرد دانه لاین ILC482 درمقایسه با سایر ارقام نخود و نسبت به کشت بهاره بیشتر بود (شکل ۱) اما عملکرد ماده خشک آن در کشت پاییزه و بهاره تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲). Yasemi (1996) نیز در بررسی اثر تاریخ کاشت در چند رقم نخود در شرایط دیم ایلام گزارش کرد که لاین ILC482 به لحاظ عملکرد دانه و بیوماس نسبت به سایر ارقام برتر بود. افزایش عملکرد دانه از طریق کاشت زودهنگام نخود در زمستان توسط Muehlbauer (2002) و همچنین Iliaddis (2001) گزارش شده است. کشت پاییزه و زودهنگام نخود، نیاز به فراهم بودن شرایط اقلیمی مناسب در منطقه دارد ضمن این‌که می‌بایست ارقام نخود مقاوم به سرما در اختیار باشد. در بین ارقام نخود مورد بررسی، لاین ILC482 دارای چنین ویژگی‌هایی بوده و تحمل نسبتاً خوبی به سرما نشان داده است. نتایج آزمایش حاضر در بهار همدان با آزمایشات انجام شده در لرستان (Toulabi, 1986) و کردستان (Bahrami, 2006) مطابقت دارد. یعنی در شرایط آب و هوایی لرستان و کردستان با زمستان طولانی و سرد، کاشت نخود دیم در فصل پاییز با در اختیار داشتن ارقام یا لاین‌های مناسب (مانند Flip86-60C و ILC482)، امکان‌پذیر بوده است.

در بررسی حاضر متوسط عملکرد دانه نخود در کشت زمستانه (۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به کشت بهاره (۶۸۸ کیلوگرم در هکتار) بالاتر بود اما درصد سبز بوته‌ها (شکل ۳) و ماده خشک کل (شکل ۲) در کشت بهاره بیشتر بود.

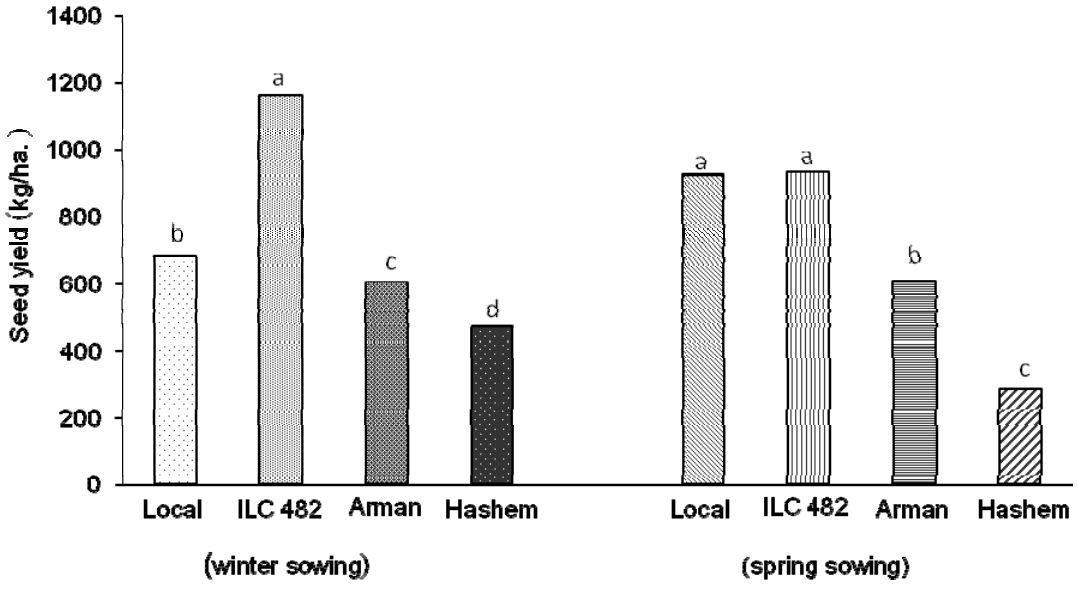
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام نخود دیم تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت، در منطقه بهار استان همدان

Table 2. Analysis of variance (MSS) for some agronomic traits of rainfed chickpea cultivars for different planting dates at Bahar region of Hamadan province

		میانگین مربعات (M.S.)									
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f.	درصد سبز بوته Seedling emergence	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع اولین غلاف تا زمین First node ht. from the ground	تعداد ساقه اصلی Main branch No.	تعداد غلاف در بوته Pods/pl.	تعداد دانه در غلاف Seeds/pod	عملکرد بیولوژیک Biol. yld.	عملکرد دانه Seed yld.	شاخص برداشت H.I.	وزن ۱۰۰دانه 100 Seed wt.
تکرار (Rep.)	3	285.6^{**}	14.5^{**}	2.7^{**}	0.03^{**}	$5.0^{n.s.}$	$0.001^{n.s.}$	$137797.5^{n.s}$	$27646.6^{n.s.}$	$31.5^{n.s.}$	$5.4^{n.s.}$
تاریخ کاشت (D) (Planting date)	1	10357.2^{**}	66.7^{**}	189.6^{**}	3.7^{**}	423.4^{**}	$0.007^{n.s.}$	1844832.3^{**}	$13604.2^{n.s}$	738.2^{**}	$008^{n.s.}$
رقم (C) (Cultivars)	3	947.5^{**}	68.5^{**}	42.1^{**}	0.5^{**}	2.0^{**}	0.016^{**}	601517.8^{**}	637018.2^{**}	548.3^{**}	36.0^{**}
تاریخ کاشت × رقم (D×C)	3	229.6^{*}	$4.0^{n.s.}$	$8.6^{n.s.}$	$0.17^{n.s.}$	29.3^{**}	$0.004^{n.s.}$	555244.6^{**}	92390.6^{**}	201.6^{**}	$3.9^{n.s.}$
خطای آزمایش (Er.)	21	50.3	2.5	4.8	0.08	4.4	0.002	142792.3	23181.6	22.0	3.1
کل (Total)	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(%C.V.)	-	10.9	5.4	13.5	10.0	18.1	4.1	18.8	21.4	13.1	6.5

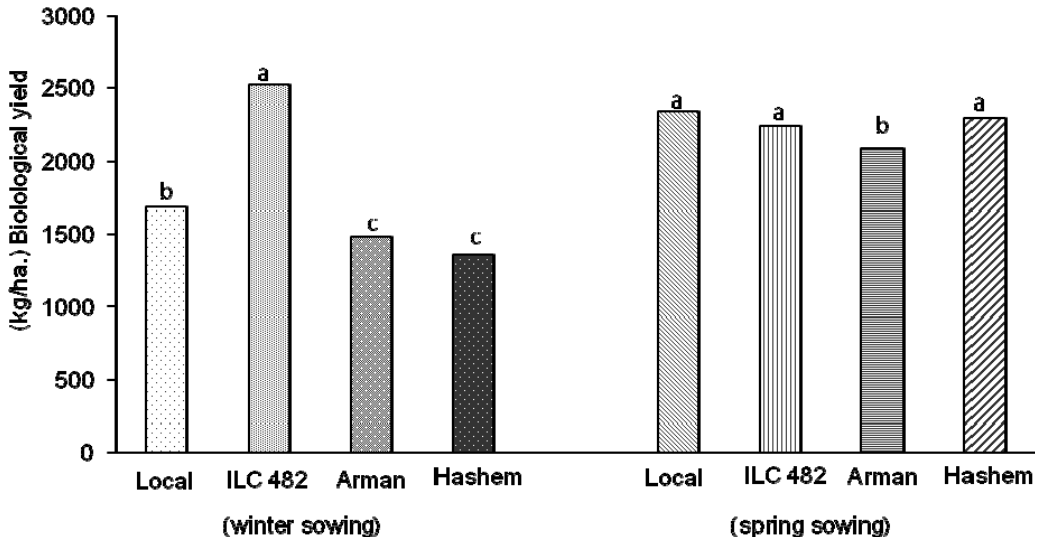
n.s، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در در سطح 0.05 =α و 0.01 =α

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



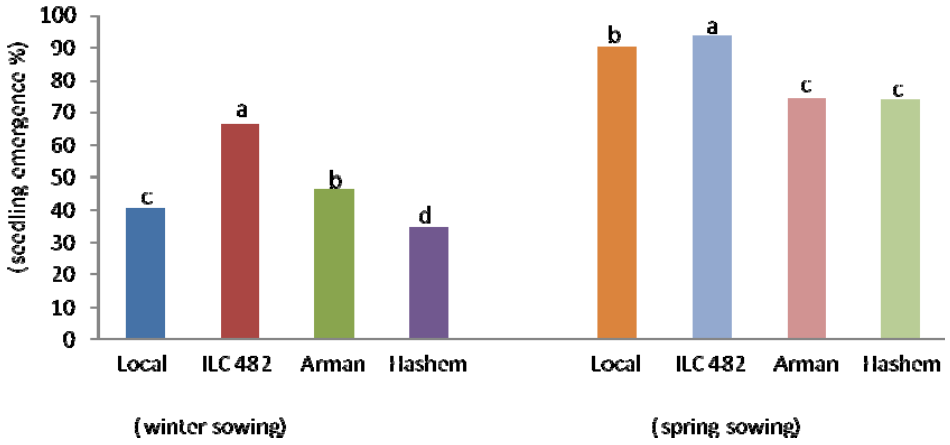
شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه نخود تحت تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم (α=٪۱)

Fig. 1. Chickpea cvs. mean seed yield under planting date & cultivar interactions (α= %1)



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک نخود تحت تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم (α=٪۱)

Fig. 2. Chickpea cvs. mean biological yield under planting date & cultivar interactions (α= %1)

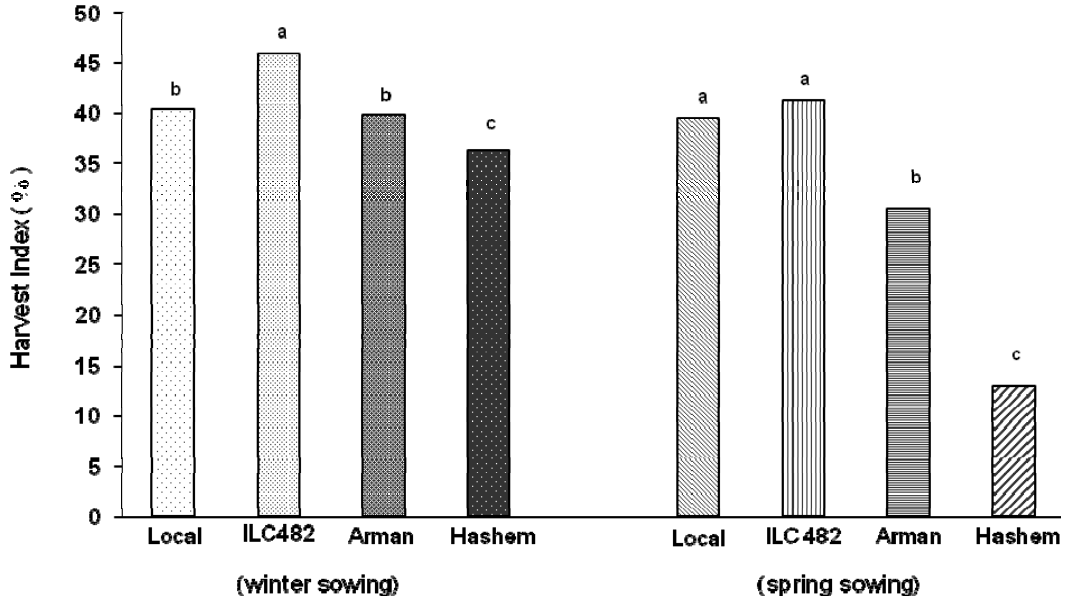


شکل ۳- مقایسه میانگین درصد سبز بوته نخود تحت تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم (α=٪۵)

Fig. 3. Chickpea cvs. mean seedling emergence% under planting date & cultivar interactions (α = %5)

همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک ($r= ۰/۵۷^{**}$)، شاخص برداشت ($r= ۰/۷۴^{**}$) و درصد سبز مزرعه ($r= ۰/۳۷^{*}$)، مثبت و معنی‌دار بود. به عبارت دیگر، زودتر کاشتن ارقام نخود دلیل افزایش تولید نبوده بلکه تولید ماده خشک ارقام نخود که به پتانسیل ژنتیکی آنها بستگی داشته به طور کامل به سود تولید بوده است زیرا که لاین ILC482 در هر دو شرایط کشت زمستانه و بهاره توانست زیست‌توده بالایی تولید کند. این یافته با مشاهدات Moradi (1994) که اظهار داشت بین ارقام نخود در رابطه با تولید ماده خشک تنوع ژنتیکی وجود داشته مطابقت دارد ولی با اظهارات Kazemi-Arbot & Rahimzade-Khoei (1983) مبنی بر این‌که میزان ماده خشک در گیاه نخود تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار دارد، مغایر می‌باشد. در بررسی حاضر، همبستگی عملکرد بیولوژیک (زیست‌توده) با درصد سبز بوته ($r= ۰/۶۷^{**}$) و تعداد ساقه اصلی ($r= ۰/۵۳^{**}$) در ارقام نخود، مثبت و معنی‌دار بود. Bahrami (2006) نیز در بررسی اثرات زمان کاشت بر ارقام نخود دسی در شرایط دیم کردستان اظهار داشت که افزایش اجزای رویشی گیاه در افزایش بیوماس گیاه تأثیر داشته است.

از نظر درصد شاخص برداشت بین تاریخ‌های کاشت و ارقام نخود، تفاوت معنی‌دار ($p \leq 0.05$) وجود داشت. کشت زمستانه نسبت به کشت بهاره و لاین ILC482 نسبت به سایر ارقام نخود، درصد شاخص برداشت بیشتری داشتند (شکل ۴). Pezeshkpour & Mirzaei-Heydari (2002) نیز نشان دادند که شاخص برداشت بین ژنوتیپ‌های نخود به طور معنی‌داری متفاوت بود. کاهش شاخص برداشت در کشت‌های بهاره نسبت به پاییزه به دلیل افزایش گرما، تنش خشکی و تأثیر آنها بر رشد زایشی گیاه نخود و در نهایت کاهش تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه می‌باشد (Bahrami, 2006). در بررسی حاضر, علت عملکرد پایین نخود رقم هاشم در کشت بهاره (شکل ۱) را می‌توان به کاهش تعداد غلاف در بوته (شکل ۵) و شاخص برداشت کم (شکل ۴) در این رقم در کشت بهاره نسبت داد زیرا همبستگی عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته ($r= ۰/۵۰^{**}$) و شاخص برداشت ($r= ۰/۷۴^{**}$)، مثبت و معنی‌دار بود.



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد شاخص برداشت نخود تحت تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم (α=٪۱)

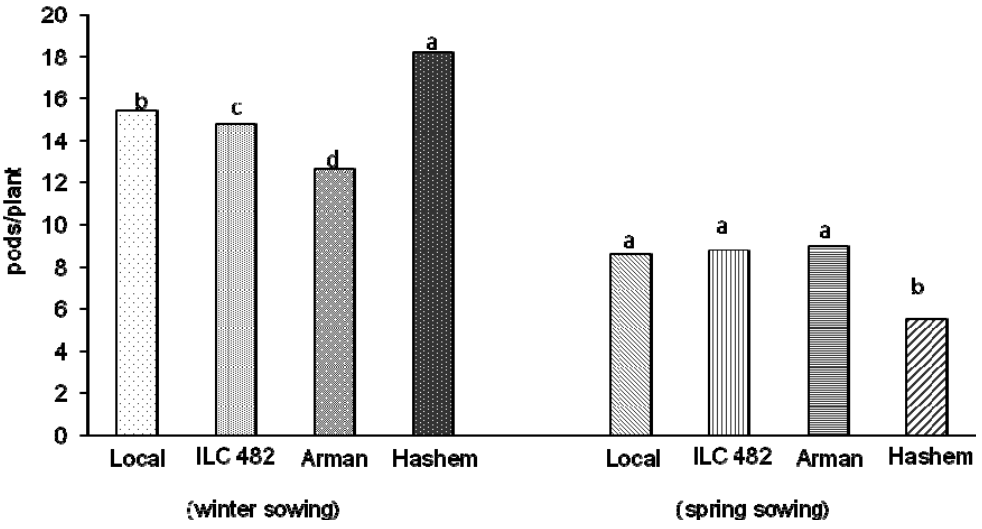
Fig. 4. Chickpea cvs. mean harvest index % under planting date & cultivar interactions (α= %1)

درصد سبز بوته‌های نخود در کشت بهاره به علت مساعد شدن شرایط جوی، بیشتر از کشت زمستانه بود (شکل ۳) اما در بین ارقام نخود، لاین ILC482 و رقم بومی همدان دارای بیشترین درصد سبز و ارقام نخود آرمان و هاشم درصد سبز کمتری داشتند. Yasemi (1996) نیز در بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر ارقام نخود دیم به این نتیجه رسید که تغییرات عملکرد دانه در اثر کم شدن تراکم بوته (درصد سبز مزرعه) بوده است. کمبود عملکرد در دیم‌زارها می‌تواند به علت درصد سبز پایین و تعداد کم بوته‌های استقرار یافته باشد (Moradi, 1994).

اختلاف بین تاریخ‌های کاشت، ارقام نخود و برهم‌کنش آنها از نظر تعداد غلاف در بوته، معنی‌دار ($p\leq 0.01$) بود. افزایش تعداد غلاف در بوته در کشت زمستانه به دلیل طولانی‌شدن دوره رشد و نمو نخود و فرصت کافی برای تشکیل اندام‌های زایشی بوده است (شکل ۵). در تحقیق Turk *et al.* (2003) نیز با تأخیر در کاشت، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت. از نظر تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه فقط بین ارقام نخود اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p\leq 0.01$). بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف به ترتیب در نخود رقم هاشم و لاین ILC482 مشاهده شد (داده‌ها ارائه نشده است). عدم تأثیر تیمار تاریخ کاشت و برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم بر این صفت (جدول ۲) بیانگر این است که تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر ژنتیک گیاه است (Bahrami, 2006). نخود بومی همدان، بیشترین و رقم هاشم، کمترین میانگین وزن ۱۰۰دانه را داشتند (شکل ۶). افزایش وزن ۱۰۰دانه در کشت زمستانه نخود نسبت به کشت بهاره (شکل ۶)، احتمالاً به تعداد غلاف در بوته ارتباط نداشت ($r= -۰/۱۰^{ns}$) ولی با تعداد دانه در غلاف ($r= -۰/۴۰^{*}$) همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد. در

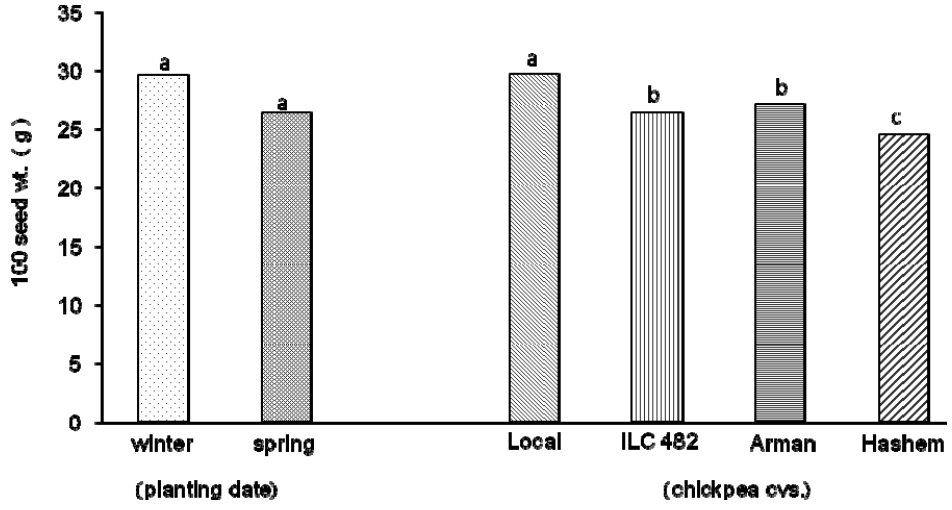
تحقیق Aziz (1993) ذکر شده است که در کشت زودهنگام عدس به علت افزایش طول دوره پُرشدن دانه، وزن ۱۰۰دانه افزایش یافته است.

اثر تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$) و در کشت پاییزه، ارتفاع بوته بیشتر بود (شکل ۷). Muehlbauer (2002) نیز گزارش کرد که در اثر کشت زودهنگام، ارتفاع گیاه افزایش یافت. در بین ارقام مورد بررسی، نخود هاشم نسبت به سایر ارقام از ارتفاع ساقه بیشتری برخوردار بود و نخود بومی همدان کمترین ارتفاع را داشت (شکل ۷). در تحقیق Toulabi (1996) نیز بین ارقام نخود از نظر ارتفاع، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثر تاریخ کاشت و رقم بر تعداد ساقه اصلی نخود معنی‌دار ($p\leq 0.01$) بود (جدول ۲). نخود رقم محلی همدان و لاین ILC482 بیشترین تعداد ساقه اصلی را داشتند (شکل ۸) و در کشت بهاره نیز بیشترین تعداد ساقه (به طور متوسط ۳/۲ ساقه اصلی در بوته) مشاهده شد. تعداد ساقه اصلی با ارتفاع بوته نخود همبستگی منفی نشان داد ($r= -۰/۶۲^{**}$).



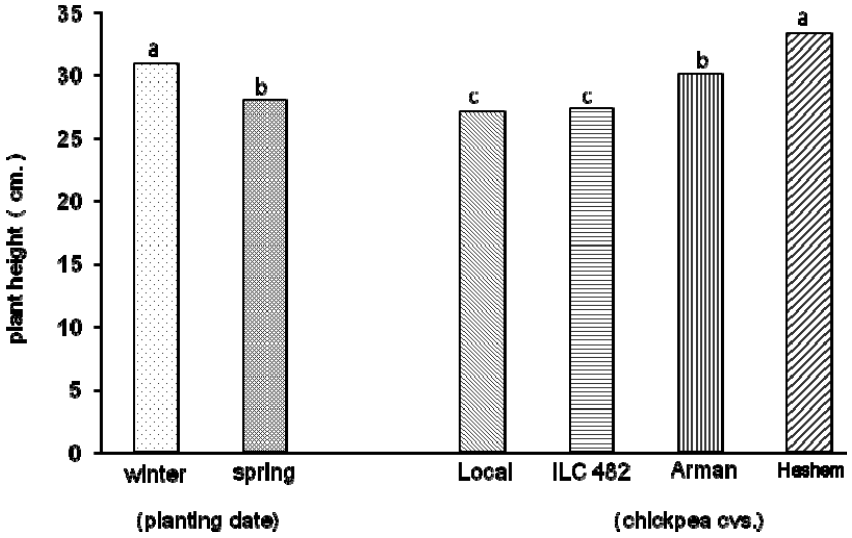
شکل ۵- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته نخود تحت تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم (α=٪۱)

Fig. 5. Chickpea cvs. mean pods per plant under planting date & cultivar interactions (α= %1)



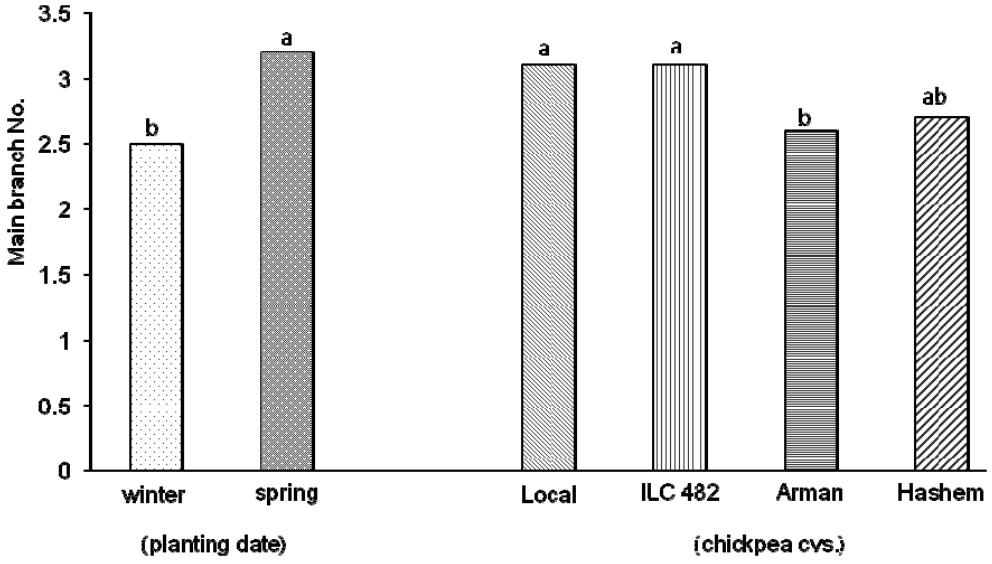
شکل ۶- مقایسه میانگین وزن ۱۰۰دانه نخود تحت تأثیر رقم (α=٪۱) و تاریخ کاشت (غیر معنی‌دار)

Fig. 6. Chickpea cvs. mean 100 seed wt. under cultivar (α = %1) and planting date effects (α =n.s.)



شکل۷- مقایسه میانگین ارتفاع بوته نخود تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم (α=٪۱)

Fig. 7. Chickpea cvs. mean plant height under planting date & cultivar effects (α= %1)



شکل۸- مقایسه میانگین تعداد ساقه اصلی نخود تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم (α=٪۱)

Fig. 8. Chickpea cvs. main branch No. under planting date & cultivar effects (α= %1)

در مجموع، کشت زمستانه نخود دیم در شهرستان بهار (استان همدان) از لحاظ عملکرد دانه (شکل ۱) و برخی صفات مرتبط با عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه و شاخص برداشت محصول نسبت به کشت بهاره، برتری داشت. البته عملکرد بیولوژیک (زیست‌توده) در کشت بهاره به دلیل بوته‌های باقی‌مانده‌ی بیشتر در واحد سطح، افزایش داشت. لاین ILC482 در کشت بهاره بیشترین درصد سبز بوته (شکل ۳) و در کشت زمستانه، بالاترین ماده خشک کل را تولید کرد (شکل ۲). همبستگی ساده بین درصد سبز بوته و عملکرد بیولوژیک، مثبت و معنی‌دار بود ($r= ۰/۶۷^{**}$). در واقع، عملکرد پایینِ دانه در کشت نخود دیم زمستانه در این منطقه به علت تعداد کم بوته‌های استقراریافته در مزرعه (درصد سبز پایین) بوده است.

بنابراین با توجه به برتری نخود لاین ILC482 (با ویژگی تحمل به سرما) و رقم شاهد (بومی همدان) از لحاظ عملکرد دانه و بیولوژیک (شکل های ۱ و۲) و برخی صفات دیگر می‌توان انتظار داشت که در منطقه بهار همدان، کشت نخود دیم زمستانه نسبت به کشت دیم بهاره، دارای برتری باشد.

سپاس‌گزاری

از پرسنل و مسئولین سازمان متبوع و مدیریت جهاد کشاورزی همدان، ایستگاه تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه و کارشناسان ناظر شرکت یاقوت سبز الوند که ما را در این تحقیق یاری رساندند، قدردانی می‌شود.

منابع

1. Abbasnejad, A. 2006. Evaluation of changing sowing date on seed yield & yield components of two chickpea & lentil genotypes through seed priming. M.Sc. Thesis (Agronomy), College of Agriculture & Natural Science, University of Tehran, Karaj-Iran (In Persian).
2. Anonymous. 2006. Agricultural statistics 2005-2006. Ministry of Jihad-e-Agriculture. (In Persian).
3. Aziz, M.A. 1993. Response of lentil to different sowing dates. Lens Newsletter 19: 18-20.
4. Bahrami, S. 2006. Study the effects of planting time on seed yield and yield components of desi type chickpea cultivars in Kurdistan dry land conditions. M.Sc. Thesis (Agronomy), College of Agriculture & Natural Science, University of Tehran, Karaj-Iran (In Persian).
5. Chengci, P., and Miller, P. 2003. Winter chickpea and lentil seeding date and seedling survival trials. MSU University News.
6. Iliaddis, C. 2001. Evaluation of six chickpea varieties for seed yield under autumn and spring sowing. J. Agric. Sci. 137: 439-444.
7. Islam, M.S., and Solh, M.B. 1987. Growth and yield performance of winter and spring sown cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Bangladesh J. of Bot. 16 :117-124.
8. Kazemi-Arbot, H., and Rahimzade-Khoei, F. 1983. The chickpea descriptor. Tabriz University Press.
9. Majnoun Hosseini, N. 2008. Grain legume production. Tehran Jihad-e -Daneshgahi publisher. Tehran, Iran. p. 294.
10. Moradi, R. 1994. Comparison of yield, yield components and grain quality of chickpea cultivars in Entezari & spring sowing date at Karaj conditions. M.Sc. Thesis (Agronomy), College of Agriculture & Natural Science, University of Tehran, Karaj-Iran (In Persian).
11. Muehlbauer, F.J. 2002. Winter legumes for direct seeding system. Washington State University, Pullman.
12. Nakhforoush, A., Koochaki, A., and Bagheri, A. 1998. Study the morphological & physiological indices effects on seed yield & yield components of lentil genotypes. Iranian J. of Crop Sciences 1 :37-20.
13. Pezeshkpour, P., and Mirzaei-Heydari, M. 2002. Evaluating the possibility of winter sowing chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Kohdasht region of Lorestan province (abstract). Proceeding of the 7th Iranian Crop Sciences Congress, Aug. 26-24, 2002, Karaj-Iran. p. 80. (In Persian).
14. Sarmadnia, G.H., and Koochaki, A. 1983. Crop Physiology (In Persian). Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Publisher. Mashhad, Iran.
15. Singh, K.B., Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 1989. Chickpea evaluation for cold tolerance under field conditions. Crop Sci. 29 :282-285.
16. Toulabi, H. 1996. Study the effects of planting density on seed yield and yield components of chickpea cultivars in Lorestan province. M.Sc. Thesis (Agronomy), College of Agriculture & Natural Science, University of Tehran, Karaj-Iran (In Persian).
17. Turk, M.A., Tawaha, A.M., and El-Shantuawi, M.K.J. 2003. Response of lentil (*Lens culinaris* Medik.) to plant density, sowing dates, phosphorus fertilization and application in the absence of moisture stress. Agronomy and Crop Sci. 189: 1-6.
18. Yasemi, A.A. 1996. Study the effects of planting time on seed yield of some chickpea cultivars in dry land conditions. M.Sc. Thesis (Agronomy), College of Agriculture & Natural Science, University of Tehran, Karaj-Iran (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 59-68

Effect of winter and spring planting time on yield and yield components of chickpea at dry land conditions

Majnoun Hosseini[1*], N. & Hamzeii[2], R.

1- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science & Engineering, University of Tehran
2- Agricultural Jihad Management of Bahar City, Hamadan

Received: 17 November 2009
Accepted: 15 November 2010

Abstract

In order to evaluate a better sowing date of chickpea cultivars in dry land conditions, a factorial experiment in randomized complete block design with four replications was carried out at research station of Bahar (Hamadan province) during 2005-2006 cropping season. Two planting time included winter and spring and four chickpea cultivars (cvs.) including one local (check) and three improved cvs. (i.e. Arman, Hashem and ILC482) were used. Plant characteristics such as seedling establishment percentage, plant height, first node height, number of primary branches, pods per plant, seeds per pod, 100 seed weight, biological yield, seed yield and harvest index were recorded. The results showed significant differences among sowing dates and chickpea cvs. The interaction effects was significant for all traits except for plant height, first node height, primary branches, seeds per pod and 100 seed weight. Mean seed and biological yield of cv. ILC482 were higher compared to other cultivars and were 1045 and 2385 $kg.ha^{-1}$, respectively. The correlation coefficient between seed yield and total dry matter accumulation ($r= 0.57^{**}$) and harvest index ($r= 0.74^{**}$) was significant. The relationships between seedling establishment percentage and dry matter accumulation ($r = 0.67^{**}$) revealed that the lower seed yield of winter dry land chickpea in this region was due to lower seedling establishment (emergence). Therefore, the winter dry land chickpea that produced higher seed and dry matter accumulation as compared to spring planting in Bahar region of Hamadan province was most likely due to accessibility of cold tolerance cvs. (ILC482).

Key words: Biological yield, Dry land chickpea, Planting dates, Seedling establishment, Seed yield

[*] **Corresponding Author:** E-mail: mhoseini@ut.ac.ir, Tel.: 09122181297

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۸۴-۶۹، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 69-84

تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی بر شاخص‌های رشد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط گلخانه

سیدرضا امیری ده‌احمدی[1*]، مهدی پارسا[2]، احمد نظامی[2] و علی گنجعلی[2]

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- اعضای هیأت علمی دانشکده‌ی کشاورزی و اعضای پیوسته گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۴/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی نخود رقم جم، آزمایشی درگلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تنش خشکی از طریق قطع آبیاری تا زمان رسیدن رطوبت خاک به ۲۰ درصد ظرفیت زراعی در مراحل گیاهچه‌ای، رشد سریع، گلدهی، غلاف‌دهی و دانه‌بستن اِعمال شد. در این آزمایش، عملکرد دانه در تک‌بوته و شاخص‌های رشد شامل وزن خشک تجمعی، سطح برگ در بوته، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی، سرعت فتوسنتز خالص، نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ در طول دوره رشد، اندازه‌گیری شدند. نتایج، مؤید حساسیت شدید گیاه نخود به تنش خشکی در مرحله گلدهی بود. تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش وزن (عملکرد) دانه در بوته، وزن خشک تجمعی، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد گیاه، سرعت فتوسنتز خالص و افزایش نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ شد. در این آزمایش، مرحله دانه‌بستن کمترین حساسیت را به تنش خشکی نشان داد. وقوع تنش در مراحل گیاهچه‌ای و رشد سریع باعث افزایش سرعت رشد گیاه و سرعت رشد نسبی در انتهای دوره رشد گیاه شد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شاخص‌های رشد، نخود (*Cicer arietinum* L.)

مقدمه

نخود، محصولی است که در سرتاسر دنیا کشت می‌شود و به شرایط آب و هوایی متفاوت از معتدل تا گرم و از مرطوب تا خشک سازگار است. خصوصیاتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده است که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی در کشاورزی پایدار ایفا نماید. در برخی نقاط دنیا نیز جایگزینی حبوبات به جای آیش در سیستم‌های زراعی گندم-آیش با موفقیت‌های مطلوبی همراه بوده‌است (Gangali *et al*., 2008). نخود به عنوان سومین محصول در بین حبوبات در جهان و اولین محصول در غرب آسیا و شمال آفریقا مطرح است (Xia, 1997 ; Soltani, 2001 ; Malhotra, 2002). این گیاه، یک محصول دانه‌ای مهم در نظام‌های کشاورزی دیم این مناطق به‌شمار می‌رود (Silim, 1993). در ایران نیز نخود، مهم‌ترین گیاه از گروه حبوبات است و بیش از ۵۰ درصد از سطح زیرکشت حبوبات را به خود اختصاص می‌دهد (Soltani, 2001). ایران در مقیاس جهانی پس از هند، پاکستان و ترکیه، بیشترین سطح زیرکشت و عملکرد را دارد. از آنجا که بیش از ۹۰ درصد کشت نخود در کشور به صورت دیم انجام می‌شود و هر چند که مقاومت نخود به خشکی بیشتر از سایر حبوبات سرما دوست است (Leport *et al*., Gordner *et al*., 1985; 1999) ولی تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد در این گیاه محسوب می‌شود (Kashiwagi, 2006)، که این کاهش از ریزش غلاف‌ها ناشی می‌شود. در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها در اثر تنش کمبود آب آغاز شده باشد (Siddique, 2000). اصولاً کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش خشکی، به علت اثرات منفی این تنش بر روی سطح برگ، فتوسنتز پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای عملکرد می‌باشد (Pannu & singh, 1993).

در بخش وسیعی از اراضی زیرکشت نخود که زمستان معتدل دارند، کشت پاییزه نخود رایج است و در مناطق با زمستان سرد و مناطق مرتفع نخود به صورت بهاره کشت می‌شود. از آنجا که مقدار و پراکنش بارندگی در پاییز و بهار متغیر است، وقوع تنش خشکی در همه مراحل رشد رویشی و زایشی محتمل است (Kashiwagi, 2006 ; Serraj, 2004

* نویسنده مسئول: پُست الکترونیک: amiriseyedreza86@gmail.com

Soltani, 2001). تنش خشکی متناوب در اثر قطع متناوب بارندگی‌های پاییزه حادث می‌شود و تنش خشکی انتهایی به سبب توقف زودهنگام بارندگی‌های بهاره به وقوع می‌پیوندد. در نواحی مدیترانه‌ای، گیاهان کشت‌شده در پاییز یا زمستان در دوره رشد رویشی خود تحت تأثیر تنش خشکی متناوب قرار گرفته و در مرحله رشد زایشی با تنش خشکی انتهایی مواجه می‌شوند. وقوع این تنش‌ها کاهش عملکرد نخود را در پی‌دارد (Gangali *et al*., 2008).

بر اساس مطالعات انجام شده، بین عوامل مختلف ایجادکننده تنش در نخود مانند بیماری، آفت، علف‌های هرز، خشکی، غرقابی، شوری و سرما، عامل خشکی به تنهایی ۴۵ درصد از عملکرد دانه را می‌کاهد (Gangali *et al*., 2008 ; Malhotra, 2002). کاهش جهانی عملکرد نخود که ناشی از تنش خشکی است، ۳/۷ میلیون تُن برآورد شده‌است و پیش‌بینی می‌شود ۲/۱ میلیون تُن آن را بتوان از طریق بهبود روش‌های بِه‌زراعی، به‌کارگیری روش‌های اصلاحی و استفاده از ارقام متحمل به خشکی جبران کرد (Ne smith & Richie, 1992). دستیابی به هر کدام از روش‌های فوق نیازمند شناخت واکنش‌ها و رفتارهای گیاه در مواجه با تنش خشکی است و از آنجا که مدت و شدت تنش خشکی و همچنین زمان وقوع آن بسیار متغیر است، لذا بررسی‌های گسترده‌ای لازم است تا واکنش‌ها و رفتارهای گیاه در مواجه با این تنش‌ها و نیز روند رشد و نمو گیاه پس از وقوع تنش مورد ارزیابی قرار گیرد. شناخت و بررسی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزای آن از اهمیت زیادی برخوردار است (Gordner *et al*., 1985) و میزان هر یک از این شاخص‌ها را در عملکرد نهایی مشخص می‌سازد.

تجزیه و تحلیل کمّی رشد، روشی است برای توجیه و تفسیر واکنش‌های گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلف که گیاه در طول دوره حیات خود با آنها مواجه می‌گردد. به کمک این روش، شناخت بهتری از چگونگی انتقال مواد ساخته شده فتوسنتزی به اندام‌های مختلف و انباشت آنها از طریق اندازه‌گیری ماده خشک تولید شده در طول فصل رشد گیاه به‌دست می‌آید (Ghasemi golozani, 1997). روش‌هایی که برای تعیین اجزای رشد محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند تحت عنوان شاخص‌های رشد معرفی می‌شوند (Koller *et al*., 1980). آنالیز رشد، روش بسیار مهمی در تجزیه و تحلیل کمّی رشد و نمو گیاه و همچنین تولید محصول است که اهمیت و کاربرد آن مورد تأکید قرار گرفته است. عمده‌ترین کمیت‌هایی که در تجزیه و تحلیل رشد گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: سرعت رشد محصول[1](CGR)، سرعت رشد نسبی[2](RGR)، سرعت جذب خالص[3](NAR)، شاخص سطح برگ[4](LAI) ، دوام سطح برگ[5](LAD)، نسبت سطح برگ[6](LAR)، سطح ویژه برگ[7](SLA) و وزن مخصوص برگ[8](SLW).

در این تحقیق، تأثیر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف گیاه نخود بر عملکرد دانه و شاخص‌های رشد مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی نخود، آزمایشی در شرایط گلخانه در محل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در نیمه دوم فروردین ۱۳۸۷ اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. این آزمایش در گلدان‌های با محتوای ۵ کیلوگرم خاک باغچه که دارای قطر ۲۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر بودند، انجام شد. نوع رقم نخود، جم (رقم رایج کشور و مقاوم به آفات و بیماری‌ها) و عمق کاشت، ۵ سانتی‌متر و تراکم گیاهان در هر گلدان، سه بوته بود. بذور قبل از کاشت با قارچ‌کش بنومیل (۲ در هزار) ضدعفونی شدند. برای تهیه خاک، خاک‌ها ابتدا از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. با استفاده از محاسبات، تعیین مقدار آب در خاک خشک نسبت به ظرفیت مزرعه انجام شد. برای تعیین تیمارهای مقادیر آب در هر گلدان ابتدا مقدار ۴۰۰۰ گرم خاک در داخل آون در درجه‌حرارت ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از ۴۸ ساعت توزین شد و وزن خاک خشک تعیین شد. سپس خاک خشک شده در گلدانی ریخته شده و به آرامی و تا حد اشباع آب به آن اضافه شد و پس از خارج شدن کامل آب ثقلی، گلدان توزین شد و پس از کسر وزن گلدان و خاک خشک، مقدار آب نگهداری شده در ظرفیت زراعی تعیین شد و تیمارهای مختلف بر این اساس محاسبه شدند. سپس تعداد ۱۱۶ گلدان آماده گردید و درون هر کدام ۵ کیلوگرم خاک آماده شده، ریخته شد. برای تیمار شاهد و تنش گیاهچه‌ای هر

[1] Crop Growth Rate
[2] Relative Growth Rate
[3] Net Assimilation Rate
[4] Leaf Area Index
[5] Leaf Area Duration
[6] Leaf Area Ratio
[7] Specific Leaf Area
[8] Specific Leaf Weight

کدام ۲۸ گلدان در نظر گرفته شد، تیمار تنش در مرحله رشد سریع ۲۴ گلدان، تنش گلدهی ۱۶ گلدان، تنش غلاف‌دهی۱۲ و برای تنش در مرحله دانه‌بستن ۸ گلدان در نظر گرفته شد.

تنش خشکی در پنج مرحله رشدی شامل مرحله گیاهچه‌ای، رشد سریع، گلدهی، غلاف‌دهی و دانه‌بستن، اِعمال شد. تنش در مرحله گیاهچه‌ای ۱۰ روز پس از سبزشدن زمانی که گیاه دارای یک تا دو گره در ساقه بود، اعمال شد. تنش در مرحله رشد سریع، ۱۷ روز پس از سبزشدن، زمانی که گیاه چها تا شش برگ داشت اعمال شد. تنش در مرحله گلدهی، ۳۲ روز پس از سبزشدن، موقعی که ۵۰ درصد بوته‌ها وارد گلدهی شده بودند، اِعمال گردید. تنش در مرحله غلاف‌دهی ۴۴ روز پس از سبزشدن، زمانی که ۵۰ درصد بوته‌ها دارای غلاف بودند و نیز تنش در مرحله دانه‌بستن، ۵۴ روز پس از سبزشدن زمانی که دانه‌ها حالت شیری داشتند، اِعمال شد. دوره تنشِ اِعمال شده برای هر مرحله‌ی فنولوژی، با قطع آبیاری شروع و تا رسیدن آب خاک گلدان‌ها به ۲۰ درصد ظرفیت زراعی که مصادف با ظهور علایم تنش شامل بسته‌شدن برگچه‌ها و پژمرده شدن جوانه انتهایی بود، پایان می‌یافت. در این زمان به منظور نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات، تعدادی از گلدان‌ها تخریب می‌شدند و بقیه گلدان‌های تنش‌دیده، آبیاری می‌شدند به طوری که در هر یک از مراحل فنولوژی بعدی، تعدادی از گلدان‌ها تخریب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری می‌شد. به این ترتیب برای تنش در مرحله رشد گیاهچه‌ای و عدم تنش (شاهد)، شِش نمونه برداری در مراحل گیاهچه‌ای، رشد سریع، گلدهی، غلاف‌دهی، دانه‌بستن و رسیدگی انجام شد و در هر نمونه‌برداری چهار گلدان به صورت تخریبی برداشت شد. برای تنش در مرحله رشد سریع، پنج نمونه‌برداری در مراحل رشد سریع تا رسیدگی انجام شد. به همین ترتیب برای تنش در مرحله گلدهی، چهار نمونه‌برداری و برای تنش در مرحله غلاف دهی، سه نمونه‌برداری و برای تنش در مرحله دانه‌بستن، دو نمونه‌برداری انجام شد ضمن آن‌که از تیمار شاهد هم در هر مرحله فنولوژی، نمونه‌گیری به‌عمل می‌آمد. آبیاری گلدان ها هر سه روز یک‌بار تا رسیدن آب خاک به ۷۰ درصد F.C (ظرفیت زراعی) انجام شد. ضمناً برای هر مرحله فنولوژی که تنش خشکی در زمان مربوطه اعمال شد، صفات مربوط به مراحل فنولوژی قبل از آن، مشابه شاهد در نظر گرفته شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ محاسبه شد و برای اندازه‌گیری وزن خشک برگ، نمونه‌ها پس از نگهداری در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، توزین شدند. در آخرین تخریب، وزن دانه در تک‌بوته اندازه‌گیری شد.

محاسبه شاخص‌های رشد

از آنجا که بوته‌های نخود در گلدان و در شرایط گلخانه رشد کردند، شاخص‌های رشد بر اساس تک‌بوته محاسبه شدند و به‌دلیل ثابت بودن دما در شرایط گلخانه به جای استفاده از درجه-روز رشد از تقویم زمانی روز پس از سبزشدن استفاده شد. برای تعیین تغییرات میزان سطح برگ در بوته، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی، سرعت اسیمیلاسیون خالص، نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ به ترتیب از روابط زیر استفاده شد:

$$LAI = [(LA\,2 + LA\,1)/2]\ (1/plant)$$

$$CGR = (W2-W1)/(T2-T1)plant$$

$$RGR = (Ln\ W2 - Ln\ W1)/(T2-T1)$$

$$NAR = [(LnW2.LnW1)/(T2-T1)][(LnLA2-LnLA1)/(LA2-LA1)]$$

$$LAR = (LA1/W1 + LA2/W2)/2$$

$$SLA = (LA1/LW1 + LA2/LW2)/2$$

در روابط فوق LA سطح برگ (سانتی‌متر مربع)، LW وزن خشک برگ (گرم)، W وزن‌خشک گیاه (گرم)، T زمان نمونه برداری و Plant به ازای تک‌بوته می‌باشند. در این پژوهش برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. تجزیه آماری توسط نرم‌افزار SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. تمام صفات در طول آزمایش بر اساس واحد تک‌بوته اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه در بوته

اثر تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر عملکرد دانه در بوته، معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در بوته مربوط به تیمارهای شاهد (۳/۵ گرم در بوته)، تنش در مرحله گیاهچه‌ای (۳/۵ گرم در بوته) و رشدسریع (۳/۴ گرم در بوته) بود که اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) نداشتند (شکل۱). کمترین عملکرد تک‌بوته مربوط به تنش در مرحله گلدهی (۰/۸ گرم در بوته) بود (شکل۱). به نظر می‌رسد در تیمارهای تنش گیاهچه‌ای و رشد سریع، گیاه با کاهش رشد رویشی، مواد فتوسنتزی را به جای اندام‌های رویشی به اندام‌های اقتصادی مانند غلاف‌های در حال پُرشدن اختصاص می‌دهد. در این شرایط، گیاه با تولید شاخص سطح برگ بهینه با کمترین سایه‌اندازی و افزایش دوام سطح برگ، مواد فتوسنتزی بیشتری را به سمت دانه‌ها انتقال می‌دهد که نتیجه آن افزایش توان

فتوسنتزی گیاه و نهایتاً عملکرد دانه خواهد بود (Goldani & Rezvani, 2007). تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش طول دوره گلدهی، تعداد گل و عملکرد دانه در بوته شد زیرا در این زمان گیاه نخود دارای رشد رویشی فعال است و تنش در این مرحله باعث کاهش شدید رشد و عدم جبران آن در مراحل بعد می‌شود (Gangali & Nezami, 2008).

Fougereux *et al*. (1997) با انجام آزمایشی بر روی نخودفرنگی نشان دادند که یک‌بار آبیاری در ابتدای گلدهی، عملکرد تولیدی را به طور چشم‌گیری افزایش داد. Ullah *et al*. (2002) و Oweis *et al*. (2005) اعلام کردند در مناطق خشک، زودکاشتن باقلا و عدس نه تنها عملکرد را افزایش می‌دهد بلکه وقتی با آبیاری تکمیلی همراه می‌شود می‌تواند به گیاه کمک کند تا از خشکی انتهایی فصل اجتناب و ثبات عملکرد را تضمین نماید.

تنش خشکی در بادام‌زمینی از مرحله گلدهی تا شروع مرحله رشد غلاف، عملکرد را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است. همچنین تنش خشکی اعمال شده در مراحل انتهایی پُرشدن دانه نسبت به مراحل آغازین این دوره، از تأثیر سوء کمتری بر روی عملکرد برخوردار بوده است زیرا در مراحل انتهایی، غلاف تشکیل شده و با پیرشدن برگ‌ها، مصرف آب رو به کاهش می‌گذارد (Boote *et al*. 1995). در این گیاه، مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد بر اثر خشکی، کاهش شدید فتوسنتز و در نتیجه کم‌شدن تولید مواد پرورده شناخته شد (Bhagsri *et al*. 1996).

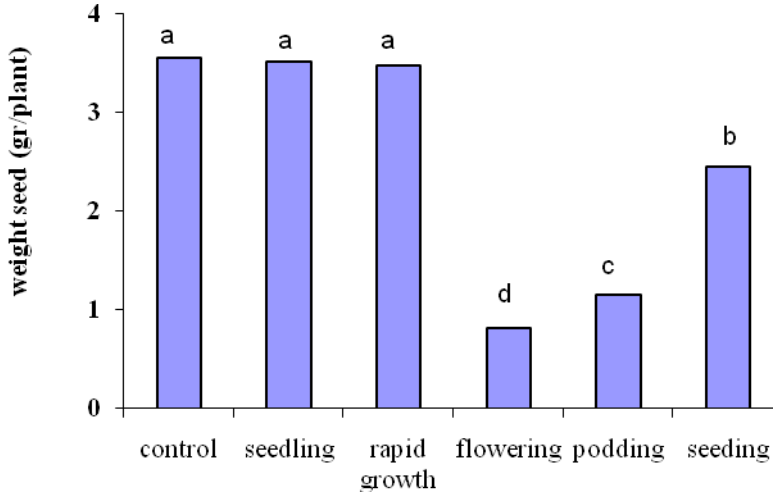
جدول۱- تجزیه واریانس عملکرد تک‌بوته نخود در شرایط تنش در مراحل مختلف رشدی

Table 1. Analysis of variance for yield per plant of chickpea in stressed conditions in different growth stages

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد تک‌بوته Yield per plant
تیمار (Treatment)	5	6260**
خطای‌آزمایش (Error)	18	600**
ضریب تغییرات (CV)		9.96

**: معنی‌دار در در سطح α= 0.01

**: Significant at α= 0.01



شکل۱- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر وزن (عملکرد) دانه در بوته

Fig. 1. The effects of drought stress at different phenological stages on seed weight per plant

شاخص‌های رشد

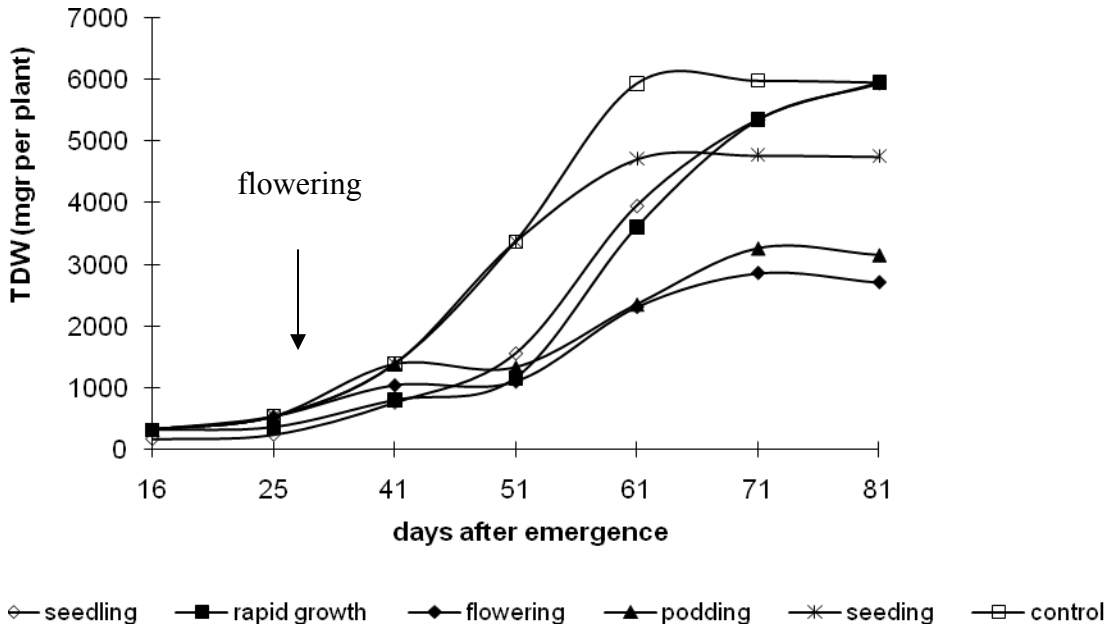
تجمع ماده خشک

تغییرات وزن خشک شاخساره[1] در تیمارهای وقوع تنش در مراحل مختلف رشدی نشان داد که وزن خشک در تمام تیمارها به صورت منحنی سیگموئیدی (S شکل) افزایش یافت(شکل ۲). به طور کلی شکل تجمع ماده خشک در طول فصل رشد در اغلب گیاهان زراعی، سیگموئیدی است، بدین صورت که در ابتدای رشد، سرعت تجمع ماده خشک، کم و تدریجی است و با گذشت زمان و افزایش شاخ و برگ، میزان فتوسنتز افزایش پیدا کرده و شیب تجمع ماده خشک، شدت بیشتری پیدا می‌کند به طوری که در نقطه‌ای از منحنی به حداکثر خود می‌رسد و بعد از آن به دلیل افزایش سن و پیری

[1] Shoot dry weight

برگ‌ها از مقدار ماده خشک کاسته شده و در نهایت متوقف می‌شود (Gordner *et al*., 1985). وزن خشک شاخساره با پیشرفت رشد گیاه به صورت یک تابع، افزایش می‌یابد. در مراحل اولیه رشد، تجمع ماده خشک در کلیه تیمارهای تنش، پایین است و اختلاف چندانی بین تیمارها مشاهده نمی‌شود. در این مرحله، گیاه بسیار کوچک است و رشد شاخساره ناچیز است. با افزایش رشد گیاه، رشد شاخساره و سطح فتوسنتزکننده افزایش یافته و سرعت تجمع ماده خشک بیشتر می‌شود به طوری که در تیمار شاهد به علت فراهم بودن آب قابل استفاده در مقایسه با سایر تیمارها، ماده خشک بیشتری در واحد سطح تولید گردید و این اختلاف در ادامه رشد، مشهودتر بود. تنش در مرحله گلدهی بیشترین تأثیر منفی را بر تولید ماده خشک در بوته داشت به طوری که مقدار ماده خشک بوته تا ۲۰ روز پس از گلدهی تقریباً ثابت ماند و طی ۲۰ روز پس از آن (از ۵۱ تا ۷۱ روز پس از سبزشدن) با سرعت حتی کمتر از سایر تیمارها افزایش یافت.

با اعمال تیمار تنش در مرحله گلدهی، کمترین میزان ماده خشک به دست آمد زیرا تنش باعث ریزش گل‌ها و عدم تشکیل دانه شد و در مرتبه بعد با ایجاد تیمار تنش در مرحله غلاف‌دهی به علت ریزش غلاف‌ها و برگ‌ها و کاهش تشکیل دانه، بیشترین آسیب به تولید ماده خشک در گیاه وارد آمد. در گیاه نخود، فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی بسیار حایز اهمیت است چون در این زمان، گیاه نخود دارای رشد رویشی فعال است. ضمن این‌که نخود، گیاهی است رشد نامحدود و الگوی تجمع ماده خشک در نخود دارای یک مرحله رشد رویشی سریع بعد از گلدهی و سپس کاهش در مرحله غلاف‌دهی است (Gangali & Nezami, 2008). در تیمارهای تنش در مرحله گیاهچه و رشد سریع، اگرچه تأثیر تنش تا ۵۱ روز پس از سبزشدن بر تولید ماده خشک شدید و اثرگذار بود اما از این زمان به بعد تا ۸۱ روز پس ازسبزشدن، سرعت تجمع ماده خشک به گونه‌ای افزایش یافت که ماده خشک نهایی در این تیمارها با تیمار شاهد مشابه بود. در تیمار شاهد در ۲۰ روز انتهایی دوره رشد، ماده خشک بوته ثابت ماند اما در تیمارهای تنش در مراحل گیاهچه و رشد سریع در این مدت از طریق افزایش دوام سطح برگ و افزایش فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها، تولید ماده خشک با سرعت زیادی ادامه یافت.



شکل۲- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر وزن خشک تک بوته در روزهای پس از سبزشدن

Fig. 2. The effects of drought stress at different phenological stages on total dry weight at days after emergence

به نظر می‌رسد که در تیمارهای تحت تنش رطوبتی به دلیل کاهش سطح فعال برگ و کاهش سرعت فتوسنتز، راندمان انتقال مواد به دانه و تجمع ماده خشک کاهش یافت که این موضوع با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد (Jami Maleki, 1999; Alahmadi, 1998). تنش در مرحله دانه‌بستن باعث ریزش شدید برگ‌ها و سپس توقف تجمع ماده خشک شد. چون تقریباً دانه‌ها پُر شده بودند و اعمال تنش خشکی در این مرحله باعث تسریع دوره پایانی رشد و ریزش و زردشدن برگ‌ها شد. تا قبل از گلدهی که رشد گیاه نخود کُند و بطئی بود تفاوت چندانی بین تیمارها مشاهده نشد اما پس از مرحله گلدهی که گیاه رشد سریع خود را آغاز کرد تفاوت موجود بین تیمارها به لحاظ تولید ماده خشک افزایش یافت. نتایج Singh (1997); Saxena *et al*. (1995) و Rezaeyanzadeh (2008) نشان داد که کمبود رطوبت در مرحله گلدهی عملکرد را کاهش می‌دهد. Siddique (2000) گزارش کرد که با افزایش رطوبت، میزان ماده خشک تولید شده در واحد سطح افزایش پیدا می‌کند و سایر محققان نیز برای برخی گیاهان زراعی نتایج مشابهی را گزارش کردند (Prasad ; Clarke & Simpson, 1978; Buttery, 1969 *et al*., 1978). به طور کلی وزن خشک گیاه زراعی در هر مرحله از رشد به وزن خشک اولیه، دوام رشد و سرعت رشد محصول بستگی دارد (Katiyar, 1980).

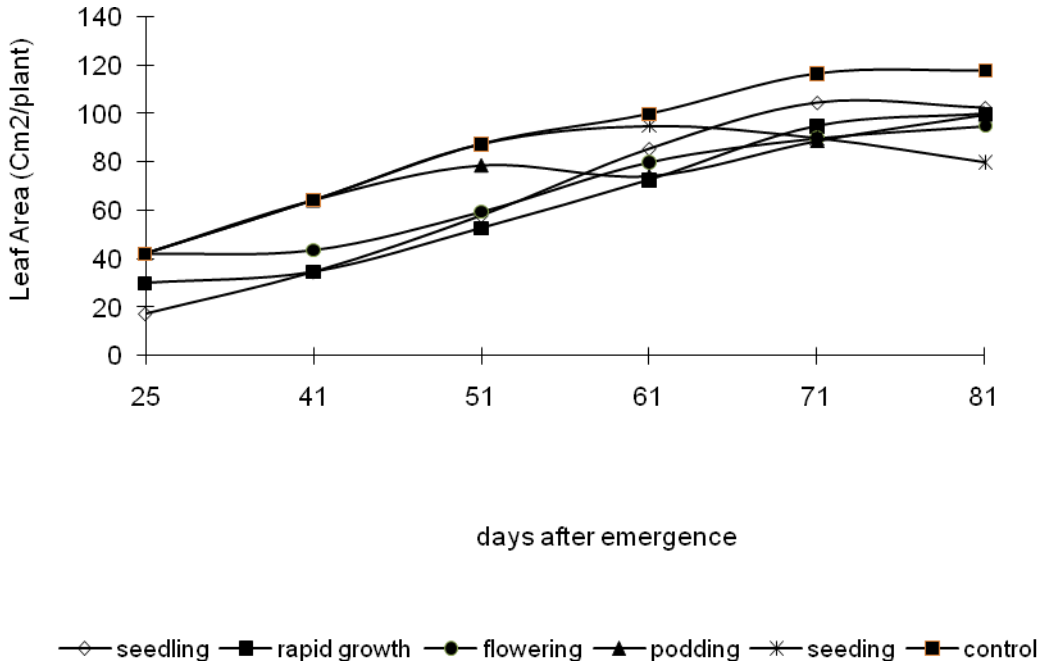
سطح برگ در بوته

نتایج نشان دادند که در همه تیمارها با افزایش سن گیاه، سطح برگ افزایش یافت. در پایان رشد، تیمار شاهد بالاترین میزان سطح برگ را دارا بود به طوری که از ۲۵ تا ۷۱ روز پس از سبزشدن، روند افزایشی منظمی را دنبال کرده و بعد از آن، تقریباً ثابت ماند (شکل ۳). در تیمارهای تنش گیاهچه‌ای و رشد سریع، با وجود کاهش تولید سطح برگ در مراحل اولیه رشد، از ۴۱ روز پس ازسبزشدن به بعد به ویژه در اواخر دوره رشد، سطح برگ با شیبی بیشتر از سایر تیمارها افزایش یافت به طوری که در انتهای دوره رشد، تقریباً بیشتر از سایر تیمارها سطح برگ تولید کردند. در توضیح این مطلب می توان گفت که اگر تنش بعد از مراحل اولیه رشد برطرف شود گیاه قادر به بازیابی خود می‌باشد و اثر قابل ملاحظه‌ای بر رشد گیاه نخواهد داشت. کمترین مقدار سطح برگ به ترتیب مربوط به اعمال تنش در مراحل دانه‌بستن، گلدهی و غلاف‌دهی بود (شکل۳). این نتیجه به این خاطر است که بخش مهمی از رشد رویشی در مرحله زایشی صورت می‌گیرد و وجود تنش در این مرحله بر تولید سطح برگ به طور جبران‌ناپذیری اثر می‌گذارد و پیری در گیاه تسریع می‌شود (Tavakoli *et al*., 1989). نتایج نشان دادند که توسعه سریع برگ‌ها پس از آن‌که گیاه در معرض تنش قرار می‌گیرد، کاهش یافته و این کاهش تا آبیاری مجدد ادامه می‌یابد و در نهایت وقتی سرعت پیری برگ‌ها بیش از سرعت توسعه برگ‌ها باشد، سطح برگ و به تبع آن تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد.

شاخص سطح برگ بالاتر درگیاه نخود در شرایط بدون تنش نسبت به شرایط تنش توسط چندین محقق تأیید شده است (Shabiri *et al*., Goldani & Rezvani, 2007; 2007). با کاهش رطوبت، شاخص سطح برگ روندی کاهشی را نشان می‌دهد. شاخص سطح برگ یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده رشد می‌باشد و همبستگی قوی بین سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی با عملکرد بیولوژیک و دانه در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (Singh, Saxena, 1990; 1997).

سرعت فتوسنتز خالص

بر اساس منحنی تغییرات سرعت فتوسنتز خالص نسبت به زمان برای تیمارهای مختلف، تیمار شاهد با شیب یکنواخت کاهش یافت و تنش در مرحله گیاهچه‌ای باعث افزایش فوق‌العاده سرعت فتوسنتز در فاصله زمانی ۲۵ تا ۴۱ روز پس از سبزشدن نسبت به سایر تیمارها شد (شکل ۴). به نظر می‌رسد گیاه برای جبران اثر تنش در مراحل اولیه رشد، سرعت فتوسنتز خالص را افزایش داد تا رشد رویشی و زایشی بعدی را بهتر تأمین کند. از طرفی تنش در این مرحله باعث توقف رشد گردید و متعاقب آن، سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر دیرتر آغاز شد لذا منحنی سرعت فتوسنتز خالص با تأخیر روند کاهشی را دنبال کرد. تنش در مرحله رشد سریع باعث شد NAR در فاصله ۲۵ تا ۴۱ روز روند افزایشی داشته باشد و با گذشت زمان با شیب تندی کاهش یافت که این امر به علت سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر و افزایش تنفس گیاهی در مقابل فتوسنتز بود. سرعت فتوسنتز خالص، تخمینی از میانگین شدت فتوسنتزی برگ‌ها در یک جامعه گیاهی است و زمانی به حداکثر خود می‌رسد که تمام برگ‌ها در معرض نور خورشید باشند واین شرایط زمانی اتفاق می‌افتد که گیاه در مراحل اولیه رشد خود بوده و برگ‌ها به اندازه‌ای هستند که هیچ‌کدام در سایه قرار ندارند (Gordner *et al*., 1985).



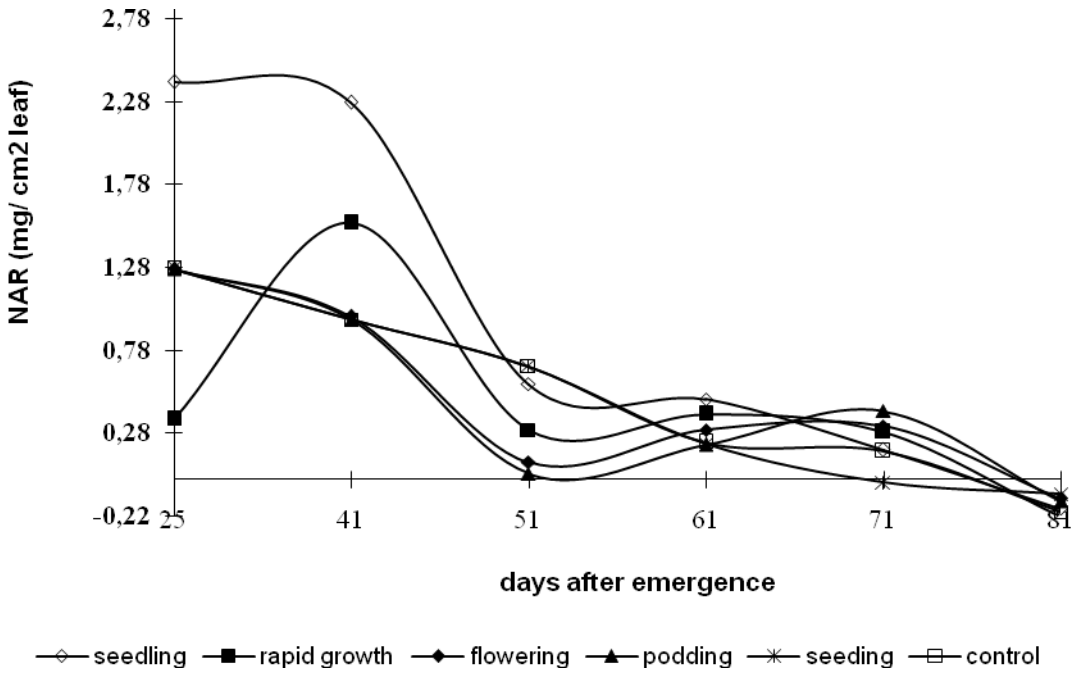
شکل۳- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر سطح برگ بوته در روزهای پس از سبزشدن

Fig. 3. The effects of drought stress at different phenological stages on leaf area at days after emergence

تنش در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی باعث افت شدید سرعت فتوسنتز خالص شد زیرا گیاه نخود در مرحله رشد زایشی دارای رشد فعالی است و تنش باعث افت آن می‌شود. در پایان نرخ رشد NAR در همه تیمارها به غیر از مرحله‌ی دانه‌بستن مقداری افزایش نشان داد که به علت ریزش برگ‌ها و کاهش سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر و فتوسنتز غلاف‌ها و نهایتاً تجمع ماده خشک بود. تنش مرحله دانه‌بستن، کمترین تأثیر را بر NAR داشت چون تقریباً دانه‌ها پُر شده بودند و گیاه هم در مرحله پایانی رشد قرار داشت و برگ‌ها هم در حال زردشدن و ریزش بودند که باعث افت کمتر آن شد. Rezaeyanzadeh (2008) اعلام کرد اگر بتوان از وقوع تنش در مرحله گلدهی از طریق آبیاری تکمیلی جلوگیری کرد فتوسنتز خالص افزایش می‌یابد و شیب افت سرعت فتوسنتز خالص، کُندتر می‌شود. از آنجا که گلدهی مصادف است با شروع سرعت بالای فتوسنتز و رشد گیاه، لذا آبیاری دراین مرحله باعث بهبود فعالیت فتوسنتز و در نتیجه افزایش NAR می‌شود. بنا به اظهار نظر Gordner *et al*. (1985) میزان فتوسنتز خالص با گذشت زمان ثابت نمی‌ماند و با افزایش سن گیاه یک افت نزولی در رشد و تکامل نشان می‌دهد و این افت نسبی در محیط نامناسب و تنش خشکی تسریع می‌شود، لذا هنگامی که برگ‌های جدید اضافه می‌شوند به علت سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر، وزن خشک به‌دست آمده به ازای واحد سطح برگ کاهش می‌یابد.

سرعت رشد گیاه

در تمامی تیمارها سرعت رشد گیاه در ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت و بعد از آن منفی گردید. چنین روندی به دلیل افزایش تدریجی و فزاینده‌ی جذب تشعشع خورشیدی همزمان با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک در گیاهان می باشد (Karimi & Azizi, 1994). بر اساس نتایج، PGR در تیمار شاهد با شیب یکنواخت تا ۶۱ روز پس از سبزشدن روند افزایشی داشت و بعد از آن افت کرد (شکل ۵). به نظر می‌رسد با افزایش سطح برگ در شرایط بدون تنش، نور بیشتری توسط گیاه دریافت می‌شود که به علت فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد گیاه نیز افزایش می‌یابد. در شرایط تنش به علت کاهش سطح برگ و مقدار فتوسنتز و وقوع پیری زودرس، سرعت رشد گیاه کاهش می‌یابد.



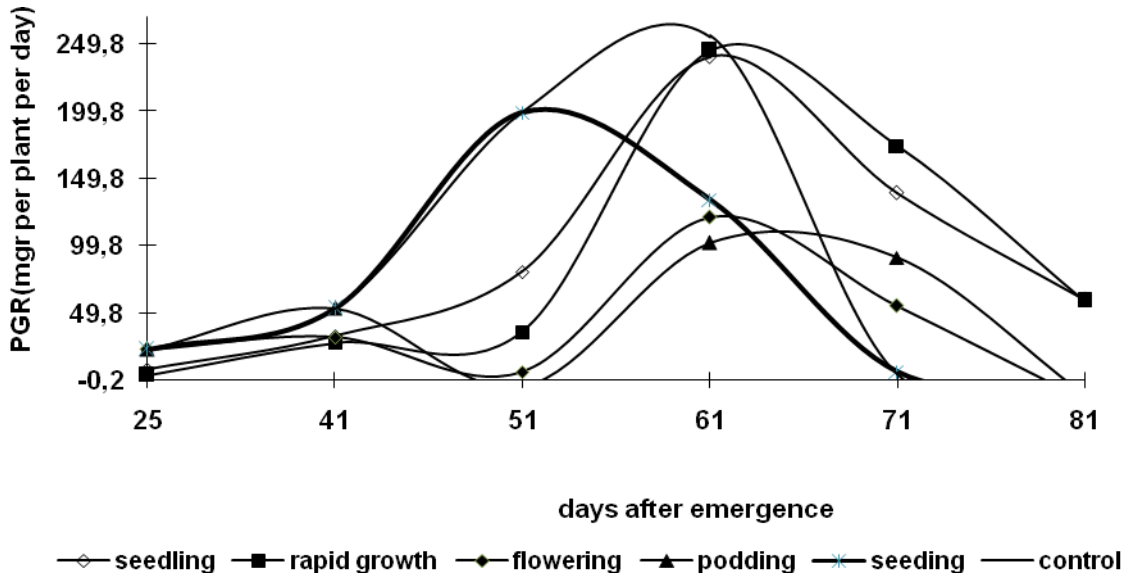
شکل۴- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر سرعت فتوسنتز خالص در روزهای پس از سبز شدن

Fig. 4. The effects of drought stress at different phenological stages on net assimilation rate at days after emergence

گزارش‌های Prasad *et al.* (1978) و Goldani & Rezvani (2007) حاکی از آن است که در شرایط تنش خشکی و با کاهش پتانسیل آبی گیاه، سرعت رشد گیاه به دلیل افزایش شدت تنفس و کاهش فتوسنتز کاهش می‌یابد. نتایج بررسی‌های Ghasemi golazani (1997)، Tavakoli *et al.*, (1989)، Clarke & Simpson (1978) و Pannu & Singh (1993) نیز مؤید کاهش سرعت رشد محصول در شرایط تنش خشکی می‌باشد.

در تیمارهای تنش در مراحل گیاهچه و رشد سریع، تا مدتی بعد از وقوع تنش (۲۵ تا ۴۱ روز پس از سبزشدن) سرعت رشد بسیار کم و ثابت بود اما بعد از این مدت تا ۶۱ روز پس از سبزشدن با شیبی بیش از سایر تیمارها افزایش یافت و پس از آن با شیبی کمتر از شاهد افت کرد. تنش در مراحل اولیه رشد باعث شد که رشد گیاه به تأخیر افتاده و دیرتر کامل شود لذا افزایش سطح برگ و دوام سطح برگ در مراحل انتهایی رشد سبب افزایش میانگین سرعت رشد گیاه و حفظ این سرعت برای مدت طولانی‌تری در دوره رشد گیاه شد که در نهایت تولید ماده خشک بیشتری را در پی داشت. تنش در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی باعث افت شدید سرعت رشد تا ۵۱ روز پس از سبزشدن شد و از این پس تا ۶۱ روز بعد از سبزشدن، افزایشی در حد نصف شاهد نشان داد و در ادامه مشابه تیمارهای تنش در مراحل گیاهچه و رشد سریع که سرعت رشدی بیش از شاهد داشتند، سیر نزولی انتهایی را طی کرد. می‌توان گفت که زردشدن و ریزش برگ‌ها که در دوره تنش در این مراحل اتفاق افتاد، دیگر فرصت جبران آن را برای گیاه باقی نگذاشت. اما تنش در مرحله دانه‌بستن باعث شد که گیاه سیکل زندگی خود را سریع به پایان ببرد و لذا مرحله کاهش سرعت رشد آن زودتر آغاز شد.

با مطابقت دادن منحنی‌های سرعت رشد گیاه و سطح برگ ملاحظه می‌شود که حداکثر مقدار سرعت رشد گیاه قبل از حداکثر سطح برگ به دست می‌آید و زمانی که سرعت رشد گیاه به حداکثر خود رسیده است، سطح برگ هنوز روند افزایشی خود را طی می‌کند. سرعت رشد گیاه تابع مستقیمی از سطح برگ و سرعت فتوسنتز خالص می‌باشد و از طرف دیگر با پیشرفت زمان، سرعت فتوسنتز خالص، روند کاهشی دارد که می‌تواند سبب کاهش سرعت رشد گیاه شود.



شکل ۵- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر سرعت رشد گیاه در روزهای پس از سبزشدن

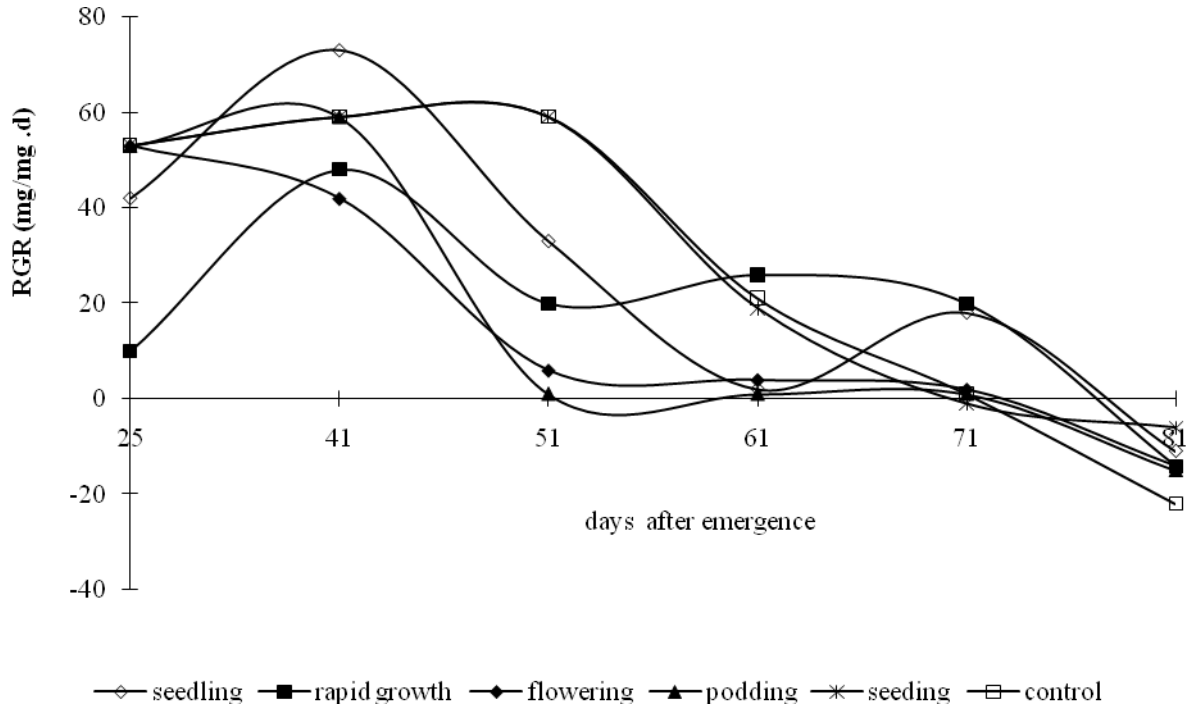
Fig. 5. The effects of drought stress at different phenological stages on plant growth rate at days after emergence

با نزدیک شدن به مرحله پُرشدن دانه و رسیدگی گیاه، به دلیل توقف رشد رویشی و زردشدن اندام‌های فتوسنتزکننده، کاهش سرعت فتوسنتز خالص و اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه مقدار سرعت رشد گیاه کاهش یافت و در نهایت با خشکی و ریزش برگ‌ها، مقدار سرعت رشد گیاه، منفی شد.

سرعت رشد نسبی

بر اساس نتایج، در کلیه تیمارها به استثنای آنهایی که در مراحل اولیه رشد دچار تنش شدند، با افزایش سن گیاه، سرعت رشد نسبی کاهش یافت (شکل ۶). از آنجا که بخش‌هایی که به گیاه افزوده می‌شوند بافت‌های ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیکی فعال نبوده و در فتوسنتز نقشی ندارند (Karimi & Siddique, 1991)، این نتیجه حاصل شد. در ابتدای فصل رشد، میزان RGR به علت نفوذ نور بیشتر، سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها و فتوسنتز خالص، بالاتر می‌باشد. سرعت رشد نسبی در تیمار تنش در مرحله گیاهچه‌ای در ۴۱ روز پس از سبزشدن، از همه تیمارها بیشتر بود و بعد از این مدت، روند کاهشی پیدا کرد تا این‌که دوباره در ۷۱ روز پس از سبزشدن یک روند افزایشی در مورد آن مشاهده شد. سرعت رشد نسبی در تیمار تنش در مرحله رشد سریع تا ۴۱ روز پس از سبزشدن، روند افزایشی نشان داد و در فاصله ۴۱ تا ۵۱ روز پس از سبزشدن، کاهش یافت و پس از آن تا ۷۱ روز تقریباً روند افزایشی داشت و بعداً افت کرد. در توجیه نتایج ذکر شده می‌توان گفت که تنش در مراحل اولیه، باعث توقف رشد گیاه و بلوغ سلول‌های ساقه شد که به دنبال آن بافت‌های ساختمانی کمتری تشکیل گردید. پس از رفع تنش نیز افزایش تجمع ماده خشک و مقدار سرعت رشد نسبی در دوره بلافاصله بعد از تنش، اتفاق افتاد (شکل‌های ۳ و ۵). RGR تیمارهای تنش در مرحله گیاهچه‌ای و رشد سریع در انتهای فصل، افزایش یافتند و دیرتر افت کردند. به نظر می‌رسد با دوام سطح برگ‌ها، سرعت پیرشدن برگ‌ها به‌ویژه برگ‌های پایینی گیاه، کاهش یافت و فتوسنتز برگ‌ها و استفاده آنها از نور بیشتر شد و سرعت رشد نسبی گیاه یا افزایش یافت (تنش گیاهچه) و یا در حدی بالاتر از سایر تیمارها باقی ماند (تنش رشد سریع). تنش در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی، سرعت رشد نسبی را تا ۵۱ روز پس از سبزشدن به شدت کاهش داد و از این زمان به بعد، مقدار آن ثابت ماند. بر اساس نتایج (شکل ۳)، تنش در مراحل یاد شده باعث کاهش سطح برگ و عدم جبران آن تا انتهای دوره رشد گردید و تشدید ریزش برگ‌ها، باعث افت سرعت رشد نسبی شد. تنش در مرحله دانه‌بستن، کمترین تأثیر را بر سرعت رشد نسبی داشت و مقدار آن مشابه با تیمار شاهد کاهش یافت چون دوره رشد گیاه نیز رو به اتمام بود (شکل ۶). سرعت رشد نسبی در پایان دوره رشد به دلیل رسیدگی فیزیولوژیک دانه و افزایش

تنفس دانه‌ها همچنین افزایش سن و ریزش برگ‌ها و کاهش فتوسنتز جاری جامعه گیاهی، منفی شد (Gordner *et al.*, 1985). Rezaeyanzade (2008) گزارش کرد که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی باعث افزایش سرعت رشد نسبی می‌شود و در نتیجه افت منحنی با شیب کندتری کاهش می‌یابد. این کاهش تا اندازه‌ای مربوط به در سایه قرار گرفتن و افزایش سن برگ‌های تحتانی پوشش گیاهی می‌باشد (Jami Alahmadi, 1998; Silim, 1993; Singh, 1997). گزارش‌های Ghasemi golazani (1997) و Tavakoli *et al.* (1989) نشان‌دهنده کاهش رشد نسبی تحت شرایط تنش خشکی است.



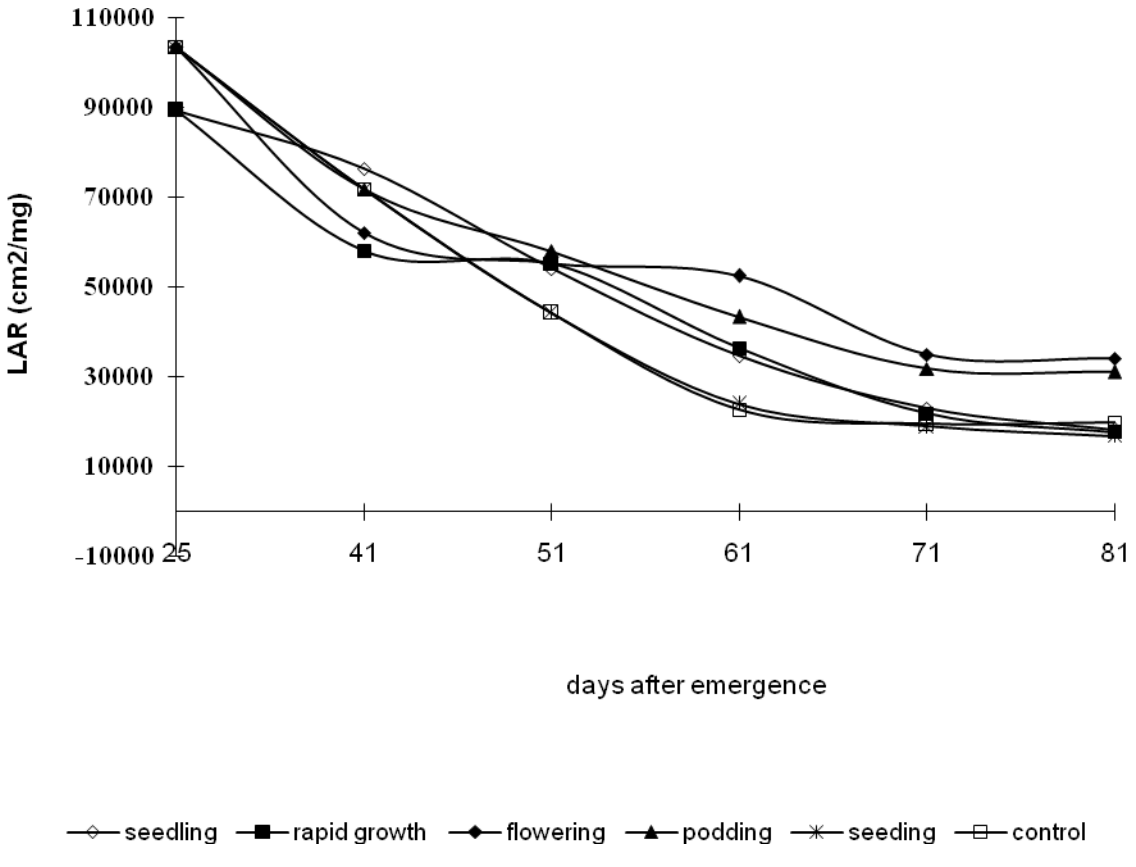
شکل۶- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر سرعت رشد نسبی در روزهای پس از سبزشدن

Fig. 6. The effects of drought stress at different phenological stages on relative growth ratio at days after emergence

نسبت سطح برگ

بر اساس نتایج، روند LAR کاهشی بود (شکل ۷). نسبت سطح برگ در تیمار شاهد با شیب یکنواخت کاهش یافت. تنش در مرحله گیاهچه‌ای باعث افت بسیار کم LAR در ۴۱ روز پس از سبزشدن و افزایش مقدار آن نسبت به کلیه تیمارها شد زیرا افزایش سطح فتوسنتزکننده بیشتر از وزن بافت‌های غیرفتوسنتزکننده بود. تنش در مرحله رشد سریع باعث کاهش LAR در فاصله ۲۵ تا ۴۱ روز پس از سبزشدن شد و در ۴۱ تا ۵۱ روز تقریباً ثابت ماند یعنی به همان نسبتی که بافت‌های فتوسنتزکننده اضافه شدند بافت‌های غیرفتوسنتز کننده تولید شدند و بعد از این زمان، روند LAR مشابه با تنش گیاهچه‌ای ادامه یافت. اما تنش در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی باعث کلروز و ریزش برگ‌ها شد و همچنین به همان نسبت وزن گیاه نیز کاهش یافت که نتیجه آن، ثابت بودن تقریبی نسبت سطح برگ طی مدت ۴۱ تا ۶۱ روز پس از سبزشدن بود که بعد از این مدت، روند کاهشی به خود گرفت. تنش در مرحله دانه‌بستن، کمترین تأثیر را بر LAR داشت و روند آن مشابه تیمار شاهد بود زیرا گیاه در اواخر دوره رشد دچار ریزش و کاهش بافت‌های فتوسنتزی بود که تأثیر آن قابل ملاحظه نبود. تیمارهای تنش گیاهچه، رشد سریع، گلدهی و غلاف‌دهی در پایان دوره رشد از لحاظ سطح برگ تقریباً مشابه بودند (شکل۳)، اما نسبت سطح برگ برای تنش در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در ۳۰ روز انتهایی دوره رشد گیاه نسبت به سایر تیمارها، کمی افزایش یافت. در واقع تنش در مراحل گلدهی و

غلاف‌دهی از طریق ریزش اندام‌های زایشی (عملکرد تک‌بوته کمتر) (شکل۱) باعث کاهش وزن گیاه شد. با ریزش اندام‌های زایشی، اختصاص اسیمیلات بیشتر به اندام‌های رویشی صورت گرفته و لذا دوام سطح برگ و به تبع آن سطح برگ افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش نسبت سطح برگ می‌باشد. در تیمارهای تنش گیاهچه و رشد سریع در طول دوره‌ی رشد، میزان سطح برگ، کمتر از شاهد بود (شکل ۳) و همچنین در انتهای دوره رشد به دلیل افزایش وزن خشک تجمعی گیاه (شکل ۲)، نسبت سطح برگ در مقایسه با شاهد در پایان کاهش یافت. Silim *et al*. (1993) نیز معتقدند که تنش رطوبتی از طریق تسریع پیری و ریزش برگ‌ها اثر خود را روی کاهش سطح برگ می‌گذارد که بدین ترتیب نسبت سطح برگ را متأثر می‌کند. نسبت سطح برگ، بیان‌کننده‌ی نسبت بین سطح پهنک یا بافت‌های فتوسنتزکننده به کل بافت‌های تنفس‌کننده یا وزن گیاه است. LAR نشان دهنده‌ی پُربرگی یک گیاه است (Karimi &Azizi, 1994).



شکل۷- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر نسبت سطح برگ در روزهای پس از سبزشدن

Fig. 7. The effects of drought stress at different phenological stages on leaf area ratio at days after emergence

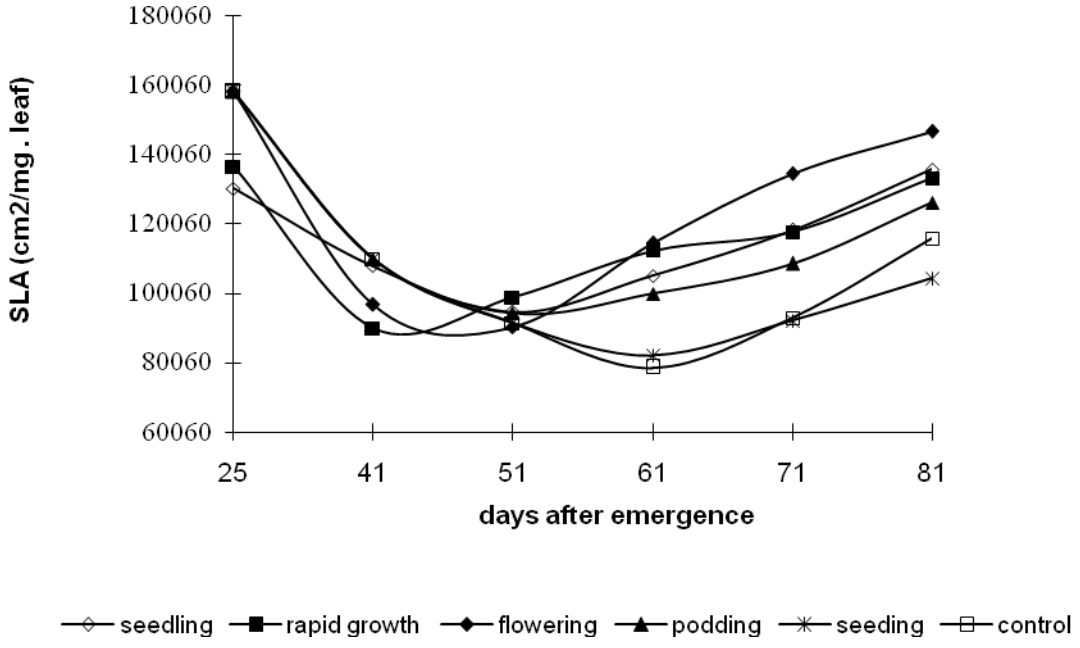
سطح ویژه برگ

سطح ویژه برگ در ۲۵ روز پس از سبزشدن، بیشترین مقدار را داشت و پس از آن کاهش یافت (شکل ۸). به نظر می‌رسد افزایش رشد رویشی و نیز جوان‌بودن برگ‌های تولیدشده در این زمان باعث افزایش این شاخص شد که نشان دهنده‌ی نازکی و لطافت برگ‌ها است و پس از آن با کاهش سرعت رشد رویشی و تولید برگ‌های جوان و از طرفی خشبی‌شدن و غیرفعال شدن برگ‌های مسن، سطح برگ ویژه کاهش یافت. البته این کاهش برای تنش‌های رشد سریع و گلدهی شدیدتر بود و زودتر (۴۱ روز پس از سبزشدن) به حداقل مقدار خود رسید و برای تیمارهای شاهد و تنش دانه‌بستن با شدت کمتر کاهش یافت و دیرتر (۶۱ روز پس از

سبزشدن) به حداقل مقدار خود رسید و این مقدار حداقل برای تیمارهای تنش گیاهچه و غلاف‌دهی در حدواسط این دو گروه (۵۱ روز پس از سبزشدن) قرار داشت و از این زمان به بعد، مقدار این شاخص افزایش یافت. طبیعتاً در شرایط تنش خشکی، گیاه با کاهش تعداد و کوچک‌تر کردن برگ، سطح فتوسنتزکننده خود را کاهش می‌دهد و متعاقب کاهش سطح برگ، ظرفیت فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد (Gordner *et al.*, 1985) و این رویداد باعث تلفات بیشتر برگ و کاهش سطح فتوسنتزکننده می‌گردد.

در بین مراحل تنش، در انتها سطح ویژه برگ در مرحله گلدهی بیش از سایر تیمارها بود که علت آن ریزش برگ‌های پیر و ضخیم بود و در مرتبه‌های بعدی به‌ترتیب تنش در مراحل گیاهچه و رشد سریع و غلاف‌دهی هم باعث افزایش سطح ویژه برگ شدند. تیمار تنش در مرحله دانه‌بستن باعث افزایش جزئی این شاخص شد ولی در ادامه به دلیل رسیدن به پایان دوره رشد، ریزش برگ‌ها زیاد شد و باعث کاهش آن نسبت به شاهد شد. تنش در مراحل گیاهچه و رشد سریع از لحاظ سطح ویژه برگ در مرتبه بعدی قرار داشتند زیرا تنش باعث کاهش رشد رویشی و تسریع رشد زایشی شد و بنابراین اختصاص مواد فتوسنتزی برای فرایندهای تمایز و ایجاد بافت‌های ساختمانی کاهش یافت و غالب مواد فتوسنتزی به گسترش برگ‌ها اختصاص یافت که نهایتاً باعث افزایش این شاخص شد. تنش غلاف‌دهی نیز در مرتبه بعدی قرار داشت چون تنش باعث ریزش برگ‌های پیر کردید و از طرفی چون دانه‌ها در حال شکل‌گیری بودند انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از برگ‌ها نیز تسریع شد و باعث افزایش سطح ویژه برگ نسبت به شاهد شد. تنش دانه‌بستن باعث کاهش شدید شاخص سطح برگ شد و از آنجا که تقریباً دانه‌ها پُر شده بودند باعث ریزش بیشتر سطح برگ در ادامه دوره رشد گردید و لذا سطح ویژه برگ در تیمار دانه‌بستن نسبت به شاهد، کاهش بیشتری نشان داد.

سطح ویژه برگ، نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ بوده و در اصل، نشان‌دهنده‌ی ضخامت برگ است و هر چه مقدار آن بزرگ‌تر باشد برگ نازک‌تر و هر چه کوچک‌تر باشد، برگ ضخیم‌تر است و در واقع غلظت کلروپلاست، کلروفیل و تعداد سلول‌های مزوفیل آن بیشتر می‌باشد. لذا تلفات نوری یا نوری که از آن عبور می‌کند، کمتر بوده و توان فتوسنتزی آن بیشتر است. سطح ویژه برگ در ابتدای رشد، کاهش و سپس افزایش می‌یابد. بنابراین در ابتدای فصل رشد، برگ‌های جامعه گیاهی ضخامت کمی دارند (نازک‌ترند).



شکل۸- تأثیر وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر سطح ویژه برگ در روزهای پس از سبز شدن

Fig. 8. The effects of drought stress at different phenological stages on specific leaf area at days after emergence

با گذشت زمان، برگ‌ها ضخیم‌تر و سطح ویژه برگ کاهش می‌یابد تا این‌که در انتهای فصل رشد، میزان آن به دو دلیل زیر افزایش می‌یابد: ۱- ریزش برگ‌های پیر که از ضخامت بالایی برخوردارند و ۲- انتقال مجدد مواد از برگ‌ها که باعث کاهش ضخامت آنها می‌شود (Karimi & Azizi, 1994).

Husain *et al*. (1988) و Karamanos (1978) اعلام کردند سازگاری بالقوه باقلا به تنش رطوبت، کاهش میزان توسعه برگ و تولید برگ‌های با سطح ویژه پایین و کاهش ارتفاع گیاه می‌باشد. Fischer (2001) اعلام کرد ارتباط قابل‌ملاحظه‌ای بین محتوی کلروفیل و عملکرد دانه در گندم (*Triticum aestivum* L.) وجود دارد. Xia (1997) اعلام کرد تنش خشکی، میزان فتوسنتز برگ و کارآیی مصرف نور را کاهش می‌دهد. کاهش سطح ویژه برگ موجب کاهش تعداد کلروپلاست در واحد سطح و افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد که به دلیل سطح برگ کمتر همراه با کلروپلاست بیشتر می‌باشد. می‌توان گفت به منظور کاهش تعرق و حفظ رطوبت گیاه در مناطق خشک باید سطح برگ کاهش یابد که همراه با افزایش در ضخامت برگ می‌باشد (Abbasi, 2003). Sadras *et al*. (1998) نیز بیان کردند که سطح ویژه برگ پنبه در تیمارهای تحت تنش آبی کاهش یافت و دلیل آن را حساسیت بیشتر گسترش برگ به تنش آب ذکر کردند. همچنین همبستگی شدیدی بین سطح ویژه برگ و شدت خسارت حشره به برگ (تنش علف‌خواری) وجود داشت.

نتیجه‌گیری

مرحله ظهور و تشکیل گل‌ها از حساس‌ترین مراحل رشدی به تنش خشکی بود. تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش طول دوره گلدهی، ریزش گل‌ها، زردشدن و ریزش برگ‌ها شد که در نتیجه باعث کاهش ماده خشک فتوسنتزی جهت حمایت دانه‌ها و کاهش شاخص‌های رشد از قبیل وزن خشک تجمعی، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد گیاه و سرعت فتوسنتز خالص شد و همچنین باعث افزایش نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ به علت ریزش برگ‌های پیر و ضخیم شد. در این آزمایش، مرحله دانه‌بستن کمترین حساسیت را به تنش خشکی نشان داد زیرا در این مرحله تقریباً دوره زندگی گیاه رو به پایان بود و تنش با ریزش و افزایش سرعت پیری در برگ‌ها باعث تسریع رسیدگی شد. وقوع تنش در مراحل گیاهچه‌ای و رشد سریع باعث افزایش سرعت رشد گیاه و سرعت رشد نسبی در انتهای دوره رشد گیاه شد زیرا وقوع تنش در این مراحل به علت کاهش تولید بافت‌های ساختمانی از طریق افزایش دوام سطح برگ و افزایش فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها باعث طولانی‌شدن دوره رشد گیاه و افزایش شاخص‌های رشد گردید. تنش در مراحل اولیه رشد در صورت تأمین رطوبت در مراحل بعدی قابل جبران بوده و خسارت چندانی به عملکرد دانه گیاه وارد نمی‌کند.

منابع

1. Abbasi, P. 2003. Effects of different levels salinity and water stress on growth characteristics and physiological traits *Aeluropus spp.* Ph.D. Thesis. Islamic Azad University of Tehran. Iran. (In Persian with English Summary).
2. Bhagsri, A.S., Brown, R.H., and Schepers, J.S. 1996. Effect of moisture stress on photosynthesis and same related physiological characteristics of peanut. Crop Sci. 16: 712-715.
3. Boote, K.J., Schubert, A.A., Stansell, J.R., and Stone, J.F. 1995. Irrigation, water use and water relation. In: H.E. Patte and C.T. Young (Eds.). Peanut Science and Technology. Am. Peanut. Res. Inc: Yoakum, Texas. p. 164-205.
4. Buttery, B.R. 1969. Analysis of the growth of soybean as affected by plant population and fertilizer. Can. J. Plant Sci. 49: 676-684.
5. Clarke, J.M., and Simpson, G.M. 1978. Changing irradiance in *Phaseolus* vulgaris L. J. Exp. Bot. 45: 931-936.
6. Fischer, R.A. 2001. Selection traits for improving yield potential. In: M.P. Reynolds, J.I. Ortiz-Monasterio and A. McNab (Eds.). Application of Physiology in Wheat Breeding. D.F. CIMMYT, Mexico p. 148-159.
7. Fougereux, J.A., Dore, T., Laddone, F., and Fleury, A. 1997. Water stress during reproductive stages affects seed quality and yield pea (*Pisum sativum* L.). Crop Science 37: 1247-1252.
8. Ganjeali, A., and Nezami, A. 2008. Ecophysiology and determinatives yield of pulses in pulses. JDM

Press. Iran. p. 500. (In Persian).
9. Ganjeali., A., Parsa, M., and Sabaghpour, S. 2008. Farming and agrosystems of pulses in pulses. JDM Press. Iran. p. 500. (In Persian).
10. Ghasemi golozani**,** K., Mohamadi, S., Rahim zadeh, P., and Moghadam, M. 1997. Quantitative connection between density and yield of three chickpea cultivars on different planting dates. Journal of Plant Physiology and Breeding 7: 59-73. (In Persian with English Summary).
11. Goldani, M., and Rezvani, P. 2007. The effects of different irrigation regimes and planting dates 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).
12. Gordner, F., Pearce, R., and Mitchell, R.L. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press, Ames USA.
13. Husain, M.M., Hill, G.D., and Gallagher, J.N. 1988. The response of field beans (*Vicia faba* L.) to irrigation and sowing date. 1. Yield and yield components. J. Agric. Sci. Camb. 111: 221-232.
14. Jami alahmadi, M. 1998. Effect of planting date and timing of irrigation cutting on growth, yield and quantities characteristics of cotton (Varamin cultivar). MSc. Thesis. University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
15. Karamanos, A.J. 1978. Water stress and leaf growth of field beans (*Vicia faba* L.) in the field: leaf number and total leaf. Ann. Bot. 42: 1393-1402.
16. Karimi, M., and Azizi, M. 1994. Analyses of Growth of Crop Plants. JDM Press. Iran. p. 111. (In Persian).
17. Karimi, M.M., and Siddique, H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old modern wheat cultivars. Aus. J. Agric. Res. 42: 783-788.
18. 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 Res. 95 :171-181.
19. Katiyar, R.P. 1980. Developmental changes in leaf area index and other growth parameters in chickpea. Indian J. Agric. Sci. 50: 684-691.
20. Koller, H.R., Nyguist, W.E., and Chrouch, I.S. 1980. Growth analysis of the soybean community. Crop Sci. 20: 407-413.
21. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.
22. Maleki, A. 1999. Effect of irrigation intervals and divide of nitrogen on yield and yield component of spring-sown rape seed (*Brassica napus*). MSc. Thesis. University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
23. Malhotra, R.S., and Sexana, M.C. 2002. Strategies for over coming drought stress in chickpea. ICARDA, 17: 20-23.
24. 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 Res. 29: 23-35.
25. Oweis, T.A., Hachum, and Pala, M. 2005. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agric. Water Manage. 68: 251-265.
26. Pannu, R.K., and Singh, D.P. 1993. Effect of irrigation on water use efficiency, growth and yield. I: mung bean. Field Crop Res. 31: 87-100.
27. Prasad, V.V., Pandey, S.R.K., and Saxena, M.C. 1978. Physiological analysis of yield variation in gram (*Cicer arietinum*) genotypes. Indian J. Plant Physiol. 21: 228-234.
28. Rezaeyanzadeh, E. 2008. The effects of supplemental irrigation on yield and yield components and growth index in three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). MSc. Thesis. University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
29. Sadras, V.O., Wilson, L.J., and Lally, D.A. 1998. Water deficit enhanced cotton resistance to spider mite herbivory. Annals of Bottany 81: 273-286.
30. Saxena, M.C. 1990. Problems and potential of chickpea production in the nineties. In: Chickpea in the Nineties. p. 13-25. Proc. of the Second International Workshop on Chickpea Improvement, 4-8 Dec. 1989, ICRISAT. Patancheru, India.
31. Saxena, N.P., Sethi, S.C., Krishnamurty, L., and Haware, M.P. 1995. Physiological approaches to genetic enhancement of drought resistance in chickpea. In: International Congress on Integrated Studies on Drought Tolerance of Higher Plants. Inter drought, Aug. 1995. Montpellier, France.

32. Serraj, 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 Crop Res. 88: 115-127.
33. Shabiri, S., Ghasemi golazani, K., Golchin, A., and Saba, J. 2007. Effect of limit water on growth and yield three chickpea cultivars in Zanjan. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 34-47.
34. 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 Res. 31: 193-203.
35. Silim, S.N., Saxana, M.C., and Singh, K.B. 1993. Adaptation of Spring-Sown Chickpea to the Mediterranean Basin. II. Factors influencing yield under drought. Field Crops Res. 34: 137-141.
36. Singh, S.P. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crop Res. 53: 161-170.
37. Soltani, A., Khooie, F.R., Khassemi_golozani, K., and Moghaddam, M. 2001. A stimulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agric. Water Manage. 49: 225-237.
38. Tavakoli, H., Karimi, M., and Mosavi, S.F. 1989. Effect of irrigation regimes on vegetative and reproductive components of corn. Iranian J. Agric. Sci. 22: 35-46.
39. Ullah, A.J., Bakht, M., and Islam, W.A. 2002. Effect of various irrigations level on different chickpea varieties. Asian. J. Plant. Sci. 4: 355-357.
40. 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. 1, No. 2, 2011, p. 69-84

The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions

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

1- Ph.D. Student in Crop Ecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contributions from College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 18 July 2009
Accepted: 5 May 2010

Abstract

In order to evaluate the effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivar Jam, an experiment was carried out at the Research Greenhouse of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, using a completely randomized design with four replications. Drought stress was applied by preventing irrigation until the soil moisture reached to 20 percent of field capacity at stages of seedling, rapid growth, flowering, podding and seed filling. In this experiment, traits such as yield (seed yield/plant) and growth indices including plant leaf area (PLA), total dry weight (TDW), relative growth rate (RGR), plant growth rate (PGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR) and specific leaf area (SLA) were measured. Results showed that the flowering stage in chickpea plant is more sensitive to drought stress because drought stress in flowering stage decreased yield per plant, TDW, RGR, PGR, NAR, but LAR and SLA increased. Seed filling stage showed less sensitivity to drought stress. Drought stress in seedling and rapid growth stages increased PGR and RGR.

Key words: Chickpea, Drought stress, Growth index

[*] **Corresponding Author:** E-mail: amiriseyedreza86@gmail.com

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۱۰۰-۸۵، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 85-100

بررسی تأثیر فواصل بین و روی ردیف کاشت بر شاخص‌های رشد ماش (*Vigna radiata*)

حسین‌علی فلاحی[1*]، امیر میرزایی[2]، محمدمهدی سیابیدی[2]، سیدعطاءالله سیادت[3] و فربد فتوحی[3]

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان
۲- اعضای هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام
۳- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۳/۲۳

چکیده

الگوی کاشت، یکی از راه‌کارهای افزایش عملکرد در واحد سطح است که لازم است در مناطق مختلف مورد توجه قرار گیرد. این تحقیق به منظور بررسی اثر فواصل بین و روی ردیف کاشت بر شاخص‌های رشد ماش رقم گوهر در سال ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ایلام اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. سه تیمار فاصله بین ردیف‌های کاشت (۵۰ ، ۶۵ و ۸۰ سانتی‌متر) به عنوان کرت‌های اصلی و سه تیمار فاصله بوته روی ردیف (۵ ، ۷/۵ و ۱۰ سانتی‌متر) به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. جهت تعیین روند رشد، نمونه‌برداری‌ها یک هفته پس از جوانه‌زنی آغاز و هر هفته یک‌بار نمونه‌برداری انجام شد. بررسی روند تغییرات ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص و نسبت وزن برگ در تیمارهای فواصل بین ردیف نشان داد که این صفات در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر نسبت به دو فاصله بین ردیف ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر، از سطح بالاتری برخوردار بودند. کاهش فاصله ردیف‌ها باعث ایجاد سرعت رشد محصول بیشتر در طول دوره رشد گیاه شد. از طرفی با کاهش فاصله بوته‌ها، سرعت رشد محصول در طول دوره رشد افزایش یافت. فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر کمترین سرعت رشد نسبی را به خود اختصاص داد. کاهش فاصله بوته روی ردیف منجر به کاهش سرعت رشد نسبی شد به شکلی که بیشترین میزان شاخص مذکور در تیمار ۱۰ سانتی‌متر فاصله بوته روی ردیف مشاهده شد. نسبت سطح برگ در تیمار ۵۰ سانتی‌متر به‌خصوص در اوایل فصل رشد نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. مطالعه روند تغییرات نسبت سطح برگ و فواصل مختلف بوته روی ردیف نیز از روند تقریباً مشابهی با تیمار فاصله بین ردیف تبعیت کرد. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که آرایش کاشت (۵×۵۰ سانتی‌متر) نسبت به سایر آرایش‌ها، بهتر بود.

واژه‌های کلیدی: ماش، فواصل بین ردیف، فواصل روی ردیف، شاخص‌های رشد

مقدمه

وجود شرایط آب و هوایی مناسب و همچنین نقش مثبت گیاه ماش در حاصل‌خیزی خاک، قرارگرفتن مطلوب در تناوب، قابلیت کشت علوفه‌ای یا کود سبز به منظور بهبود کیفیت خاک، ضرورت انجام تحقیقات همه‌جانبه برای این گیاه را به منظور به‌دست آوردن بهترین مدیریت زراعی (تراکم، الگوی کاشت، تغذیه، آب، تاریخ کاشت و ...)، برای کشور ما نمایان می‌سازد. یکی از راه‌های تجزیه عوامل مؤثر در عملکرد و تکامل گیاه که به نام تجزیه و تحلیل رشد معروف است، از طریق بررسی شاخص‌های رشد مانند سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص و... صورت می‌گیرد. با توجه با رابطه مستقیم شاخص‌های رشد نظیر CGR[1]، NAR[2]، LAR[3] و ... با میزان نفوذ نور در جامعه گیاهی و تأثیر مستقیم تراکم از طریق تغییر آرایش کشت گیاهان بر وضعیت نور در کانون کانوپی، بررسی اثرات الگوهای مختلف کشت بر شاخص‌های رشد ضروری به نظر رسیده و این شاخص‌ها را می‌توان به عنوان ابزاری در راستای دستیابی به بهترین ترکیب تراکم از لحاظ فواصل بین و روی ردیف مورد استفاده قرار داد.

Habibzadeh *et al.*, (2002) در بررسی اثرات فواصل روی ردیف ارقام مختلف ماش بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد گزارش کردند که عملکرد بالا در رقم ۳۲-۶۲-۱ نسبت به سایر

* **نویسنده مسئول:** استان گلستان، گنبد کاووس، خیابان شهید فلاحی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد، صندوق پستی ۱۸۱، تلفن: ۰۱۷۲-۲۲۳۹۱۱۶
پُست الکترونیک: hafallahi@gmail.com

[1] Crop Growth Rate
[2] Net Assimilation Rate
[3] Leaf Area Ratio

ارقام ماش تحت تأثیر برتری شاخص‌های رشد نظیر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در این رقم صورت گرفت. این محققین همچنین گزارش کردند که با کاهش فواصل بین ردیف‌ها در تغییرات ماده خشک کل، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول افزایش یافت اما میزان سرعت رشد نسبی و میزان جذب خالص گیاه کاهش یافت. در این تحقیق، هیچ‌یک از مراحل نموی گیاه تحت تأثیر تراکم کاشت واقع نشدند. Shukla & Dixit (1996) بیان کردند که افزایش عملکرد دانه ماش در فواصل بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر در مقایسه با فاصله ردیف‌های ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متر، به‌دلیل افزایش و توسعه سطح برگ، سرعت جذب خالص (NAR) و ماده خشک تجمع‌یافته که ناشی از تعداد بیشتر گیاه در واحد سطح بود، حاصل شد. Hassanzaddeh Ghurt tappeh & Rezaee (1991) با بررسی اثرات تاریخ کشت و تراکم از طریق اعمال دو فاصله روی ردیف ۷ و ۱۴ سانتی‌متر گزارش کردند افزایش تراکم و کاهش فاصله روی ردیف‌ها، وزن‌خشک برگ، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، نسبت سطح برگ و نسبت وزن برگ را افزایش داد اما میزان سرعت رشد نسبی و میزان جذب خالص کاهش یافت. درک ارتباط بین خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در ارقام ماش مورد بررسی در هر منطقه در راستای استفاده‌ی کارآمد از عوامل اقلیمی و مدیریت‌های زراعی می‌تواند عاملی مؤثر در جهت افزایش تولید ماش باشد بنابراین تعیین الگوهای مدیریتی مطلوب نظیر تراکم و الگوی کاشت با توجه به شرایط آب و هوایی در هر منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کرت‌های یک‌بار خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ایلام در سال ۱۳۸۳ واقع در ۳۵کیلومتری استان ایلام و ۸ کیلومتری شهر سرابله با مشخصات جغرافیایی ´۴۴ :°۳۳ شمالی و ´۳۵ :°۴۶ غربی و ارتفاع ۹۷۵ متر از سطح دریا به مرحله اجرا درآمد. سه تیمار فاصله بین ردیف به فواصل ۵۰ ، ۶۵ و ۸۰ سانتی‌متر به عنوان فاکتور اصلی و فاصله روی ردیف‌ها شامل ۵ ، ۷/۵ و ۱۰ سانتی‌متر به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. هر کرت اصلی به طول ۶ متر و به مساحت ۲۴ مترمربع بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاوآهن، دو دیسک عمود بر هم و ماله بود. کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و کود فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 از منبع فسفات آمونیوم پس از دیسک اول در مزرعه توزیع و با دیسک دوم به زیر خاک برده شد. در مرحله انجام کاشت پس از تعیین قوه نامیه و درجه خلوص بذور، میزان بذر مصرفی تعیین و با رعایت فواصل بین و روی خطوط کشت با توجه به هریک از تیمارهای اعمال شده، کشت بذور صورت گرفت. عملیات داشت شامل آبیاری، تنک و وجین علف‌های هرز در تمامی تیمارهای آزمایشی به صورت مطلوب و یکسان انجام شد. با علف‌های هرز از طریق وجین دستی مبارزه شد.

به منظور بررسی روند رشد و نمو گیاه ماش در الگوهای مختلف کاشت و محاسبه شاخص‌های رشد مانند تغییرات ماده خشک (TDM[1])، شاخص سطح برگ (LAI[2])، سرعت رشد گیاه (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR[3])، سرعت جذب خالص (NAR[4])، نسبت وزن برگ (LWR[5]) و نسبت سطح برگ (LAR) در مراحل رشد مجموعاً ۹ بار نمونه‌برداری صورت گرفت. در هر مرتبه نمونه‌برداری، ۹ بوته از نزدیکی سطح خاک برداشت شده و پس از جدا نمودن اجزاء (برگ، ساقه و غلاف)، اندام‌های گیاه به شکل جداگانه در آون با درجه‌حرارت ۶۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شدند. نمونه‌برداری یک هفته پس از جوانه‌زنی آغاز و هر هفته یک‌بار نمونه‌برداری انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار گرافیکی Excel انجام شد.

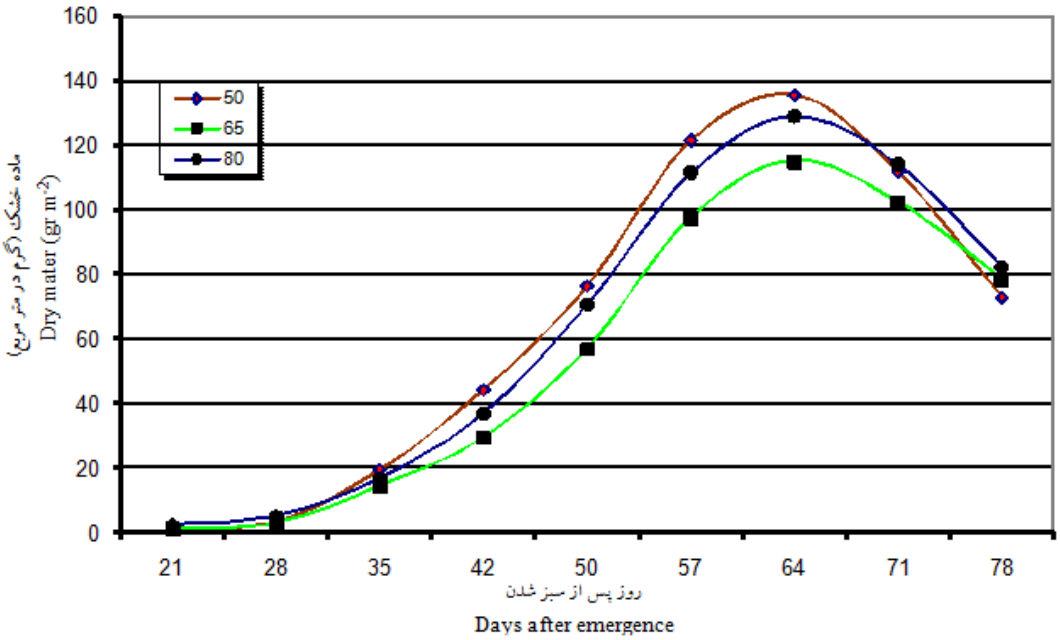
نتایج و بحث

روند تغییرات ماده خشک کل

بررسی روند تغییرات تجمع ماده خشک در طول دوره رشد ماش در آرایش‌های مختلف کشت مورد مطالعه در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. تمامی روندهای تجمع ماده خشک مورد مطالعه از حالت سیگموئیدی تبعیت کردند. مطالعه روند تغییرات ماده خشک در تیمارهای فواصل بین ردیف نشان داد که در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر، ماده خشک از سطح بالاتری نسبت به دو فاصله بین ردیف ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر برخوردار بود. به نظر می‌رسد استفاده کارآمدتر از

[1] Total Dry Matter
[2] Leaf Area Index
[3] Relative Growth Rate
[4] Net Assimilation Rate
[5] Leaf Weight Ratio

تشعشع خورشیدی به علت پوشش بیشتر به‌خصوص در مراحل اولیه رشد موجب افزایش ماده خشک در این تیمار نسبت به سایر تیمارها شد، تیمار ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف همچنین نسبت به دو تیمار دیگر سریع‌تر به حداکثر تجمع ماده خشک رسید اما شیب کاهش ماده خشک نسبت به دیگر تیمارها شدیدتر بود. دلیل این پاسخ را می‌توان به افزایش سایه‌اندازی برگ‌ها و ریزش سریع‌تر آنها در تراکم‌های بالا نسبت داد. این نتایج با گزارش‌های Balder *et al.*, (1998) و Riahipur *et al.*, (2001) مطابقت داشت.



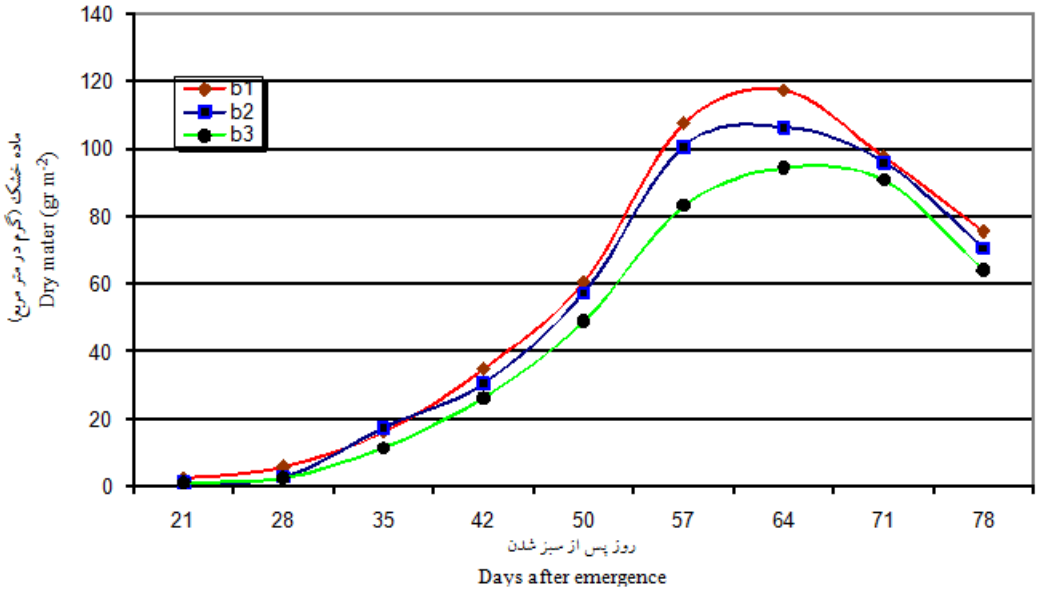
شکل ۱- روند تغییرات ماده خشک در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 1. Dry mater changes at different within row distance

روند تغییرات ماده خشک در تیمارهای مختلف فاصله روی ردیف نیز از یک روند سیگموئیدی تبعیت کرد. بدین‌صورت که ماده خشک ابتدای دوره رشد، کم و پس از آن وارد مرحله افزایش سریع تجمع ماده خشک شد و پس از رسیدن به یک مقدار حداکثر، کاهش یافت (شکل۲). نتایج نشان داد که تجمع ماده خشک در تیمار پنج سانتی‌متر روی ردیف نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. ماده خشک در این تیمار نسبت به سایر تیمارها سریع‌تر به حداکثر مقدار خود رسید و پس از این مرحله با شیب تندی نسبت به سایرین کاهش یافت (شکل ۲).

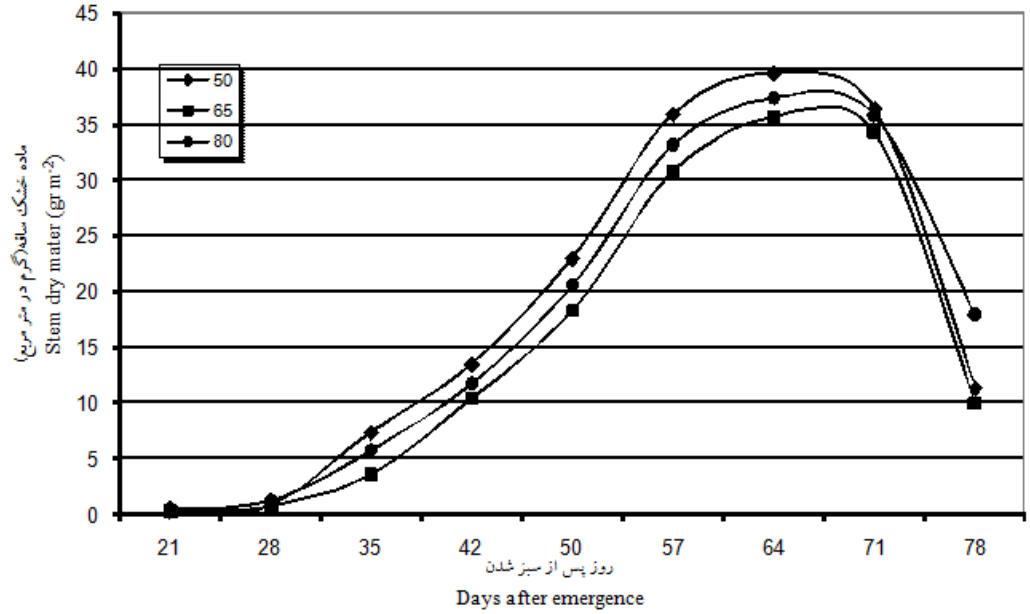
ماده خشک ساقه

نتایج نشان داد که منحنی تغییرات ماده خشک ساقه در تمامی تیمارها از روندی سیگموئیدی تبعیت کرد (شکل‌های ۳ و ۴)، به نحوی که ابتدای رشد مقدار ماده خشک این اندام کم و سپس با ادامه رشد و افزایش ذخیره مواد غذایی در ساقه، ماده خشک آن به صورت خطی افزایش یافته و پس از رسیدن به یک مقدار حداکثر در حدود مرحله گلدهی، مقدار ماده خشک کاهش پیدا کرد. بررسی روند تغییرات ماده خشک ساقه در تیمارهای فاصله ردیف نشان داد که بیشترین ماده خشک در فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف به‌دست آمد. مقدار ماده خشک ساقه در این تیمار در تمامی مراحل رشد نسبت به فواصل بین ردیف ۶۵ و ۸۰ سانتی‌متر بیشتر بود. فاصله ۸۰ سانتی‌متر بین ردیف کمترین ماده خشک ساقه را در طی دوره رشد خود نسبت به سایر تیمارها داشت (شکل۳). روند تغییرات ماده خشک ساقه در تیمارهای فاصله بوته روی ردیف تا حدودی با روند تغییرات موجود در تیمارهای بین ردیف مطابقت می‌کرد به نحوی که فاصله بین بوته پنج سانتی‌متر، بیشترین ماده خشک را در طی دوره رشد به خود اختصاص داد (شکل۴). به نظر می‌رسد با افزایش تعداد بوته در واحد سطح از طریق کاهش فواصل بوته‌ها و ردیف‌ها اگرچه وزن هر یک از ساقه‌ها کاهش یافت اما به دلیل افزایش تعداد ساقه‌ها، میزان ماده خشک در این اندام در فواصل بین ردیف و بین بوته کمتر افزایش یافت.



شکل ۲- روند تغییرات ماده خشک در تیمارهای فاصله روی ردیف

Fig. 2. Dry mater changes at various row distances



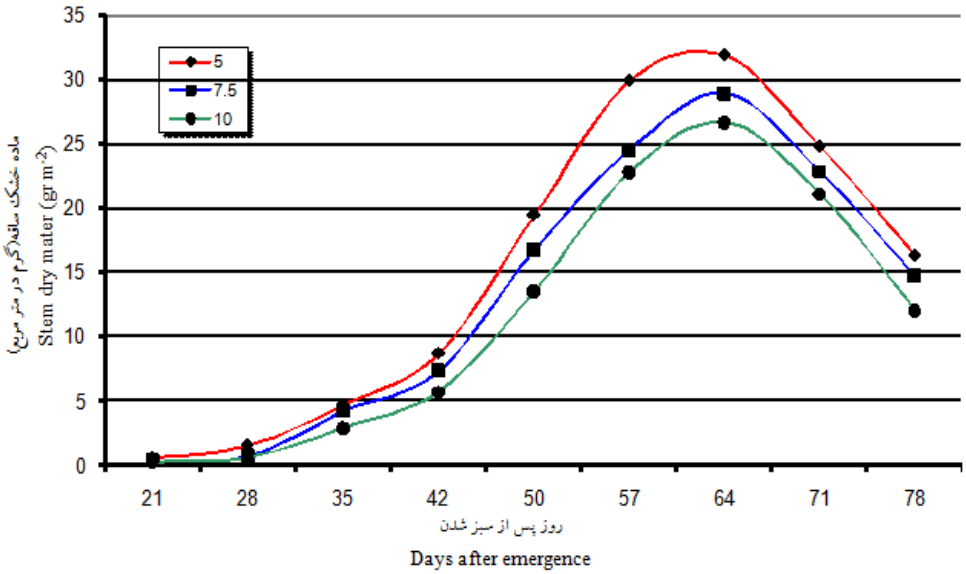
شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک ساقه در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 3. Stem dry mater changes at different within row distance

ماده خشک برگ

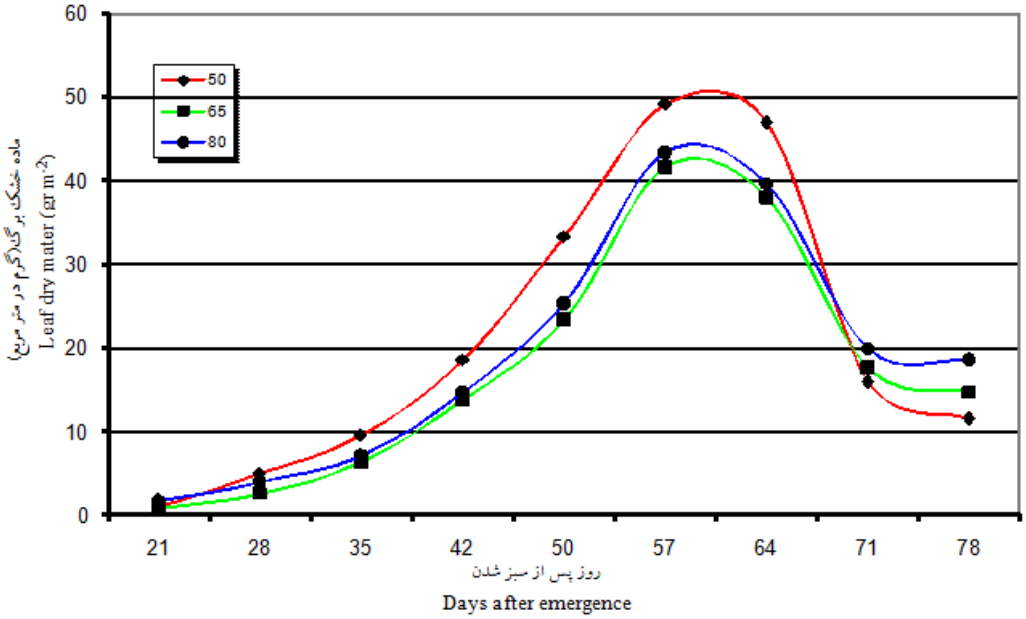
روند تغییرات ماده خشک برگ در طول دوره رشد گیاه ماش در تیمارهای مورد مطالعه (شکل ۵ و ۶) نتایج نشان داد که تغییرات ماده خشک برگ در تیمارهای مورد بررسی از روندی سیگموئیدی تبعیت کرد. بیشترین ماده خشک برگ در تیمارهای فاصله بین ردیف در تیمار ۵۰ سانتی‌متر مشاهده شد. مقدار برگ در این تیمار نسبت به سایر تیمارها به طور مشخص در تمام دوره رشد گیاه بیشتر بود (شکل ۵). افزایش تراکم از طریق کاهش فاصله بین ردیف‌ها افزایش جذب تشعشع و کاهش هدرروی نور را به‌خصوص در ابتدای دوره رشد به همراه داشته و این امر موجب افزایش میزان برگ تولیدی در این مرحله شد. با ادامه رشد، تولید برگ در گیاه به صورت خطی

افزایش یافت اما پس از مرحله گلدهی که میزان ماده خشک برگ در تمام تیمارها بیشترین بود، در تیمار ۵۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف، ماده خشک برگ بلافاصله پس از این مرحله با شیب سریع‌تر نسبت به سایر تیمارها کاهش یافت. دلیل این واکنش را می‌توان به افزایش رقابت در مرحله پُربرگی و افزایش سایه‌اندازی برگ‌ها برروی یکدیگر مرتبط دانست.



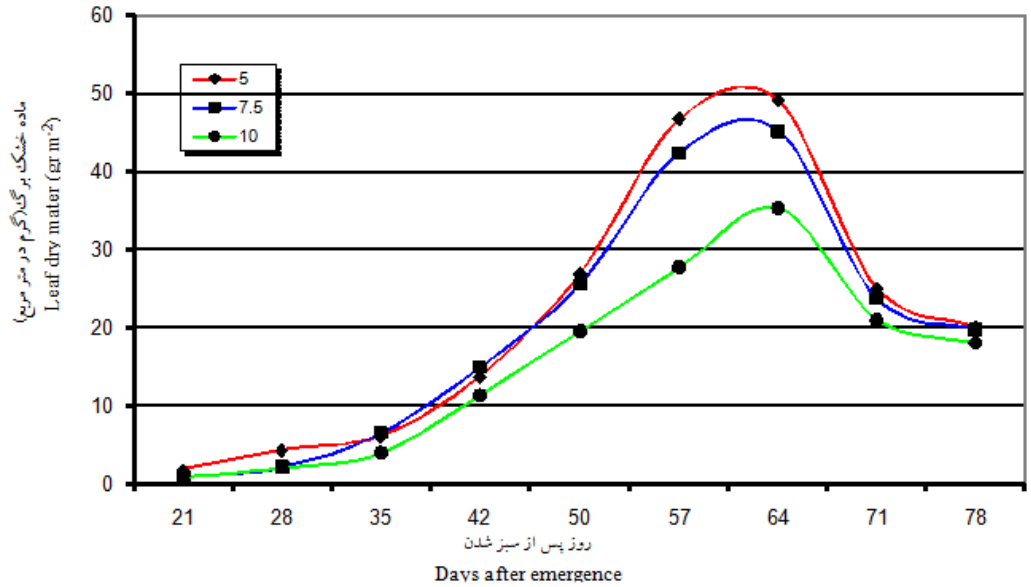
شکل ۴- روند تغییرات ماده خشک ساقه در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 4. Stem dry mater changes at various row distances



شکل ۵- روند تغییرات ماده خشک برگ در تیمارهای فاصله بین ردیف

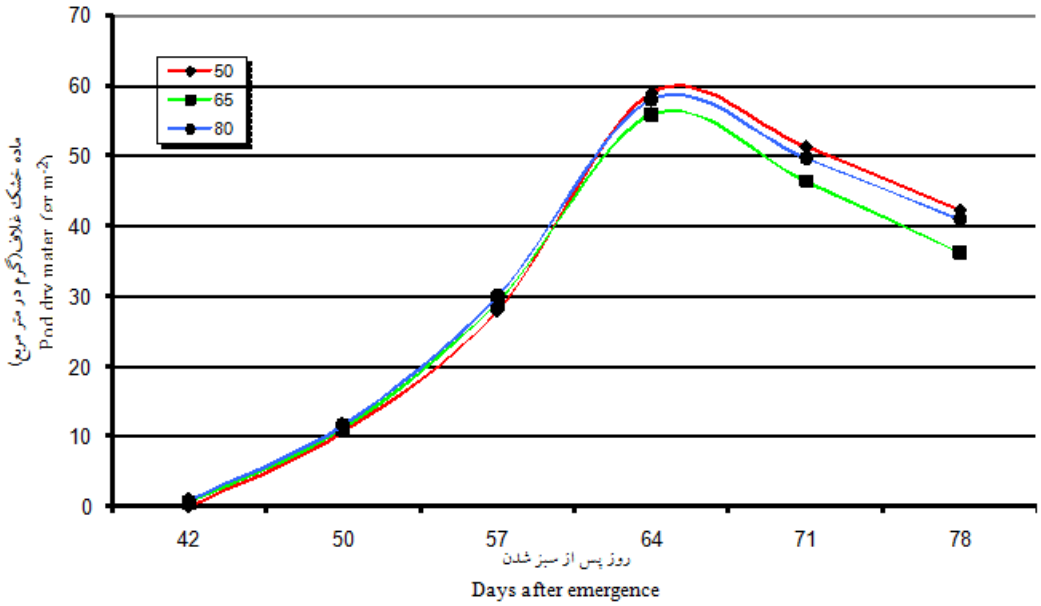
Fig. 5. Leaf dry mater changes at different within row distances



شکل ۶- روند تغییرات ماده خشک برگ در تیمارهای فاصله بین بوته

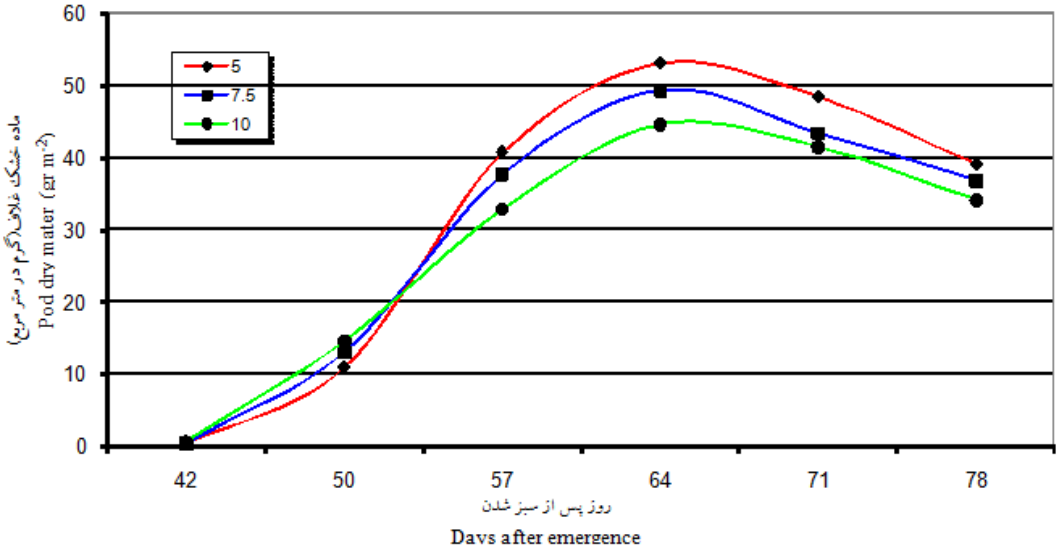
Fig. 6. Leaf dry mater changes at various row distances

روند تغییرات ماده خشک در تیمارهای فاصله بوته روی ردیف از روندی مشابه تبعیت کرد به نحوی که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح از طریق کاهش فاصله بوته‌ها، تجمع برگ‌ها افزایش یافته این امر موجب افزایش ماده خشک برگ در مترمربع شده و تیمار پنج سانتی‌متر روی ردیف بیشترین ماده خشک را در مراحل رشد به خود اختصاص داد. اما سرعت کاهش ماده خشک برگ به علت ریزش برگ‌ها در اثر رقابت و پیری زودرس آنها در این تیمار نسبت به تیمارهای ۷/۵ و ۱۰ سانتی‌متر بیشتر بود (شکل ۶).



شکل ۷- روند تغییرات ماده خشک غلاف در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 7. Pod dry mater changes at different within row distances



شکل ۸- روند تغییرات ماده خشک غلاف در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 8. Pod dry mater changes at within row distances

ماده خشک غلاف

تغییرات ماده خشک غلاف در واحد سطح در تیمارهای فاصله بین ردیف تا حدود زیادی مشابه بود اما تیمار فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف تقریباً از ماده خشک بیشتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود (شکل ۷).

بیشترین و کمترین ماده خشک غلاف در مترمربع در مراحل مختلف رشد در تیمارهای فاصله بوته روی ردیف به ترتیب به تیمارهای ۵ و ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف اختصاص داشت (شکل۸). اگرچه طبق نتایج ماده خشک بوته در واحد بوته در هنگام افزایش فاصله بوته‌ها افزایش یافت اما افزایش تعداد بوته‌های حاوی غلاف در فاصله بین بوته کمتر موجب افزایش ماده خشک غلاف در واحد سطح گردیده و این تیمار از ماده خشک غلاف بیشتری نسبت به تیمار ۱۰ سانتی‌متر برخوردار بود (شکل۸). این نتایج با گزارش Ganjeali *et al.*, 1998 تا حدودی مطابقت داشت. Mobasser *et al.*, 2002 نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم، ماده خشک غلاف در واحد سطح افزایش یافت.

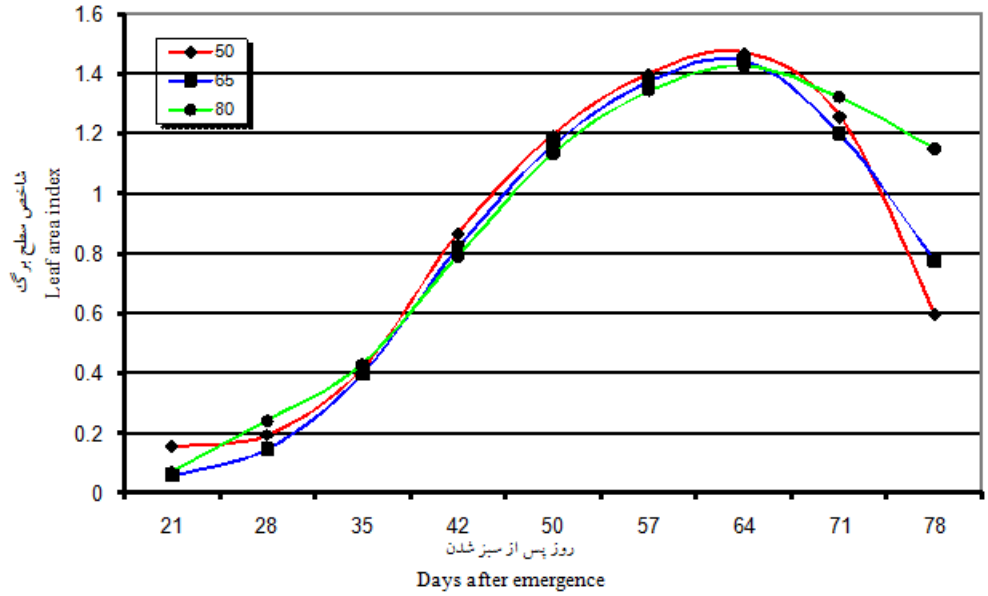
شاخص سطح برگ

تغییرات شاخص سطح برگ در تمامی تیمارهای مورد مطالعه در آزمایش از روندی سیگموئیدی تبعیت کرد به شکلی که میزان این صفت در ابتدای رشد، کم و سپس با شیب تند، افزایش و پس از رسیدن به یک مقدار حداکثر، کاهش یافت (شکل ۹ و ۱۰).

بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای فاصله بین ردیف نشان داد که در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر شاخص سطح برگ از میزان بیشتری نسبت به سایر تیمارها در مراحل مختلف رشد برخوردار بود اما کاهش سطح برگ پس از مرحله گلدهی در این تیمار نسبت به سایر تیمارها سریع‌تر صورت گرفت. دلیل این واکنش را می‌توان به سایه‌اندازی بیشتر برگ‌ها در تراکم‌های بالاتر بر روی یکدیگر نسبت داد (شکل۹). نتایج فوق با گزارش‌های Hassan Zaddeh, 2000، Muchow *et al.*, 1982 و Rhahman & Miah, 1987 مطابقت داشت. تیمار پنج سانتی‌متر فاصله روی ردیف از بیشترین شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد نسبت به سایر فواصل بوته روی ردیف‌ها برخوردار بود (شکل۱۰).کاهش فاصله بوته‌ها، انباشت بیشتر بوته‌ها و برگ‌های آنها و افزایش شاخص سطح برگ را موجب گردید اگرچه شیب کاهش این صفت در تیمار با تراکم بیشتر با سرعت بیشتری صورت گرفت (شکل۱۰).

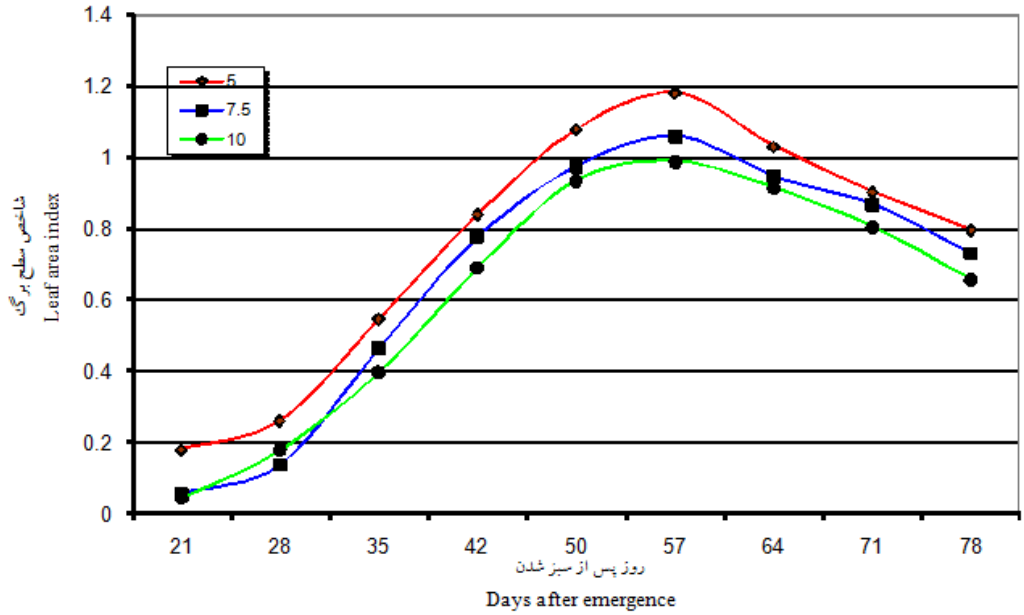
سرعت رشد محصول

بررسی روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای مختلف فاصله بین ردیف‌ها نشان داد که کاهش فاصله ردیف‌ها باعث ایجاد سرعت رشد محصول بیشتر در طول دوره رشد گیاه شد (شکل۱۱). به نظر می‌رسد کاهش فاصله ردیف‌ها منجر به پوشش مطلوب‌تر گیاهی شده و استفاده کارآمدتر از نور در اثر تولید شاخص سطح برگ مطلوب‌تر موجب افزایش سرعت رشد گیاه در این تیمار گردید.



شکل ۹- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای فاصله بین ردیف

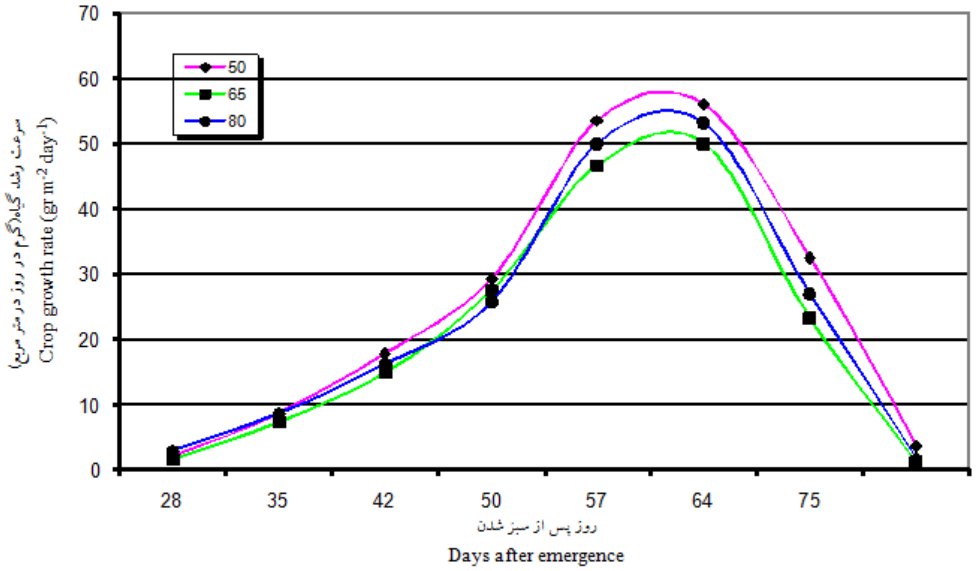
Fig. 9. Leaf area index changes at different within row distances



شکل ۱۰- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 10. Leaf area index changes at various row spacing

این نتایج با گزارش‌های Habibzadeh *et al.*, 2002 و Hassan Zaddeh Ghurttappeh & Rezaee, 1991 مطابقت داشت. مطالعه سرعت رشد گیاه در تیمارهای فاصله روی ردیف نشان داد که با کاهش فاصله بوته‌ها، سرعت رشد محصول در طول دوره رشد افزایش یافت (شکل۱۲). این نتایج با مشاهدات Riahipur *et al.*, 2001 که گزارش کردند با کاهش فاصله بوته‌ها روی ردیف، سرعت رشد محصول به دلیل پوشش گیاهی بیشتر و افزایش جذب تشعشع و تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش یافت، مطابقت داشت.

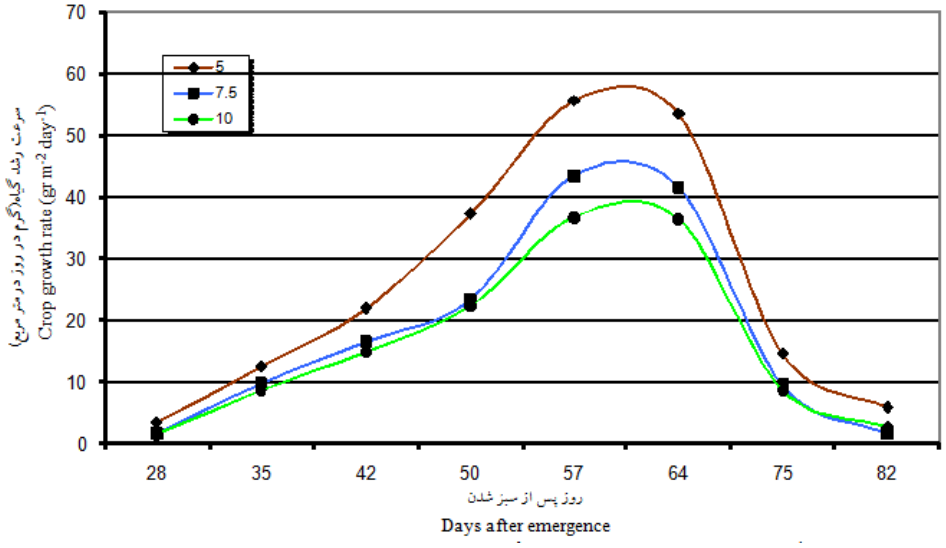


شکل ۱۱- روند تغییرات سرعت رشد گیاه در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 11. Crop growth rate changes at different within row distances

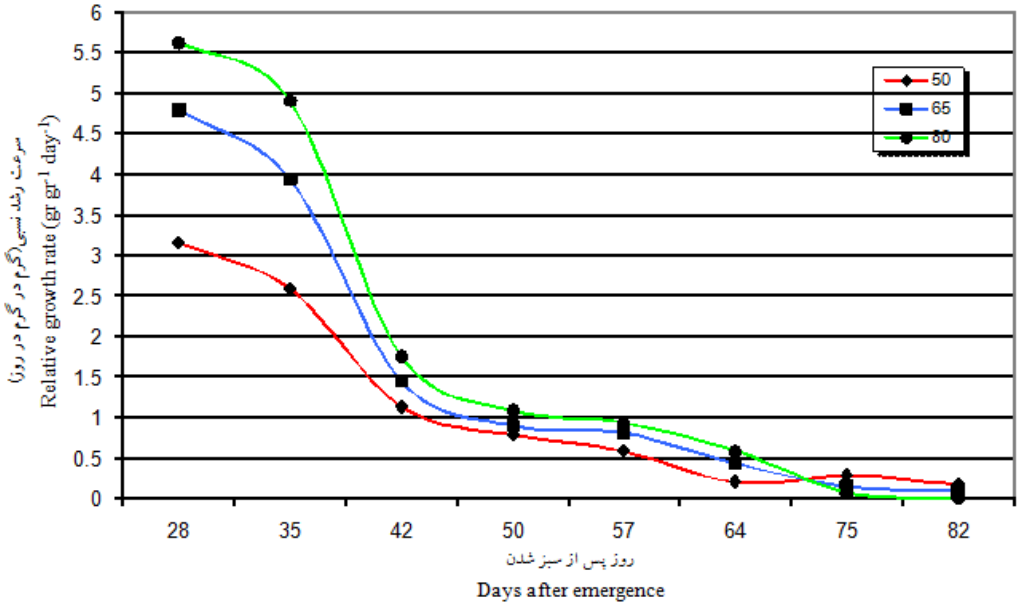
سرعت رشد نسبی

روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تمامی تیمارها به صورت نزولی بود (شکل ۱۳ و ۱۴). علت نزولی بودن این شاخص نسبت به زمان این بود که در ابتدای رشد به علت کوچک بودن گیاه، تمام بافت‌های گیاه در رشد شرکت داشته و بافت‌های مرده بسیار کم هستند، اما با گذشت زمان تعداد سلول‌های بالغ و مرده افزایش یافته و این سلول‌ها در تولید و اضافه وزن شرکت ندارند، یعنی دارای فعالیت متابولیکی نیستند، بنابراین با گذشت زمان، سرعت رشد نسبی که می‌توان آن را نسبت بافت‌های تقسیم‌شونده به کل بافت‌ها تعریف کرد به تدریج کاهش می‌یابد (Duncan, 1986).



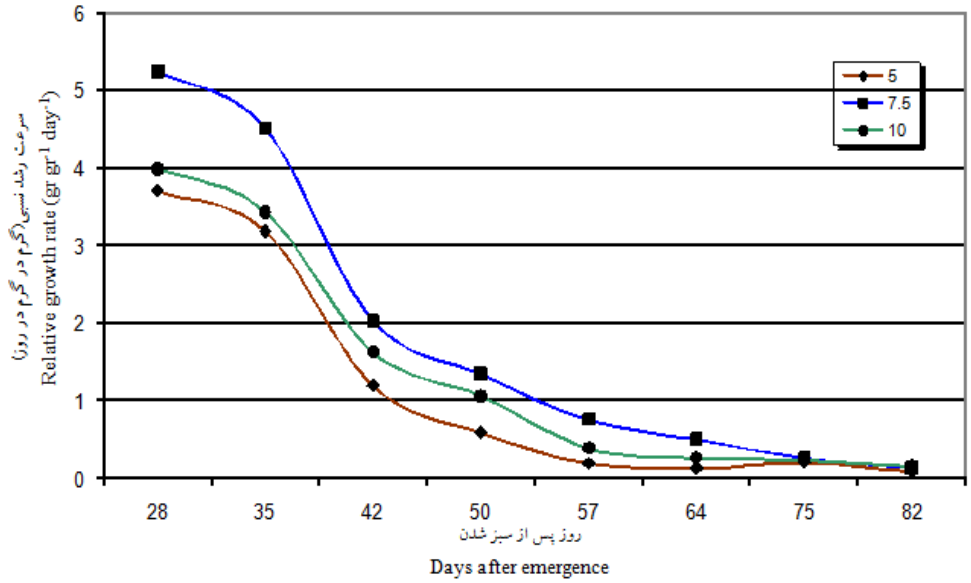
شکل ۱۲- روند تغییرات سرعت رشد گیاه در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 12. Crop growth rate changes at various row spacing



شکل ۱۳- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 13. Relative growth area changes at different within row distances



شکل ۱۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 14. Relative growth rate changes at various row spacing

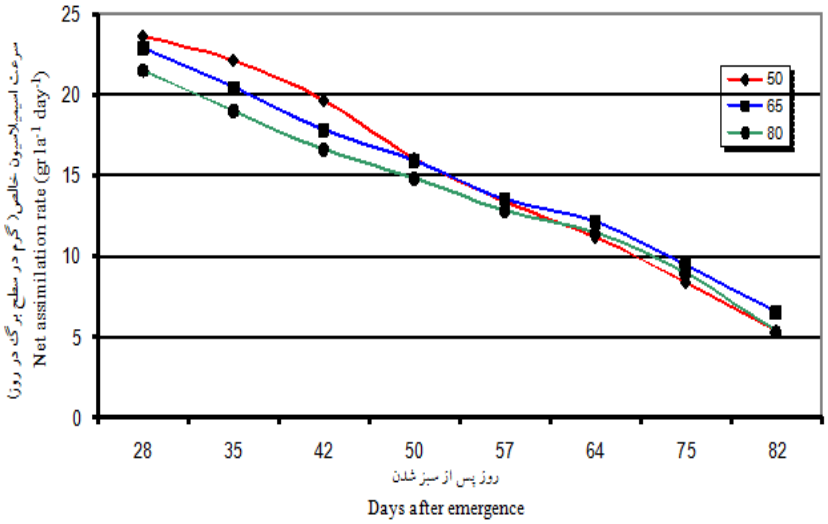
نتایج بررسی روند تغییرات در سرعت رشد نسبی در تیمارهای فاصله بین ردیف نشان داد که افزایش فاصله بین ردیف‌ها و کاهش تراکم موجب افزایش سرعت رشد نسبی شد. کمترین فاصله بین ردیف یعنی ۵۰ سانتی‌متر، کمترین سرعت رشد نسبی را به خود اختصاص داد (شکل۱۳). این نتایج با مشاهدات Habibzadeh *et al.*, 2002 که گزارش کردند با کاهش فاصله بین ردیف، سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابد، مطابقت داشت.

کاهش فاصله بوته روی ردیف منجر به کاهش سرعت رشد نسبی شد به شکلی که بیشترین میزان شاخص مذکور در تیمار ۱۰ سانتی‌متر فاصله بوته روی ردیف مشاهده شد (شکل۱۴). به نظر می‌رسد افزایش فاصله روی ردیف، فضای کافی را جهت توسعه گیاه فراهم نموده و این امر موجب افزایش نسبی ماده خشک نسبت به وزن قبلی گیاه شد.

Hassanzaddeh Ghurttappeh & Rezaee, 1991 گزارش کردند که با افزایش فاصله روی ردیف‌ها از هفت به ۱۴ سانتی‌متر، سرعت رشد نسبی به شکل معنی‌داری افزایش یافت.

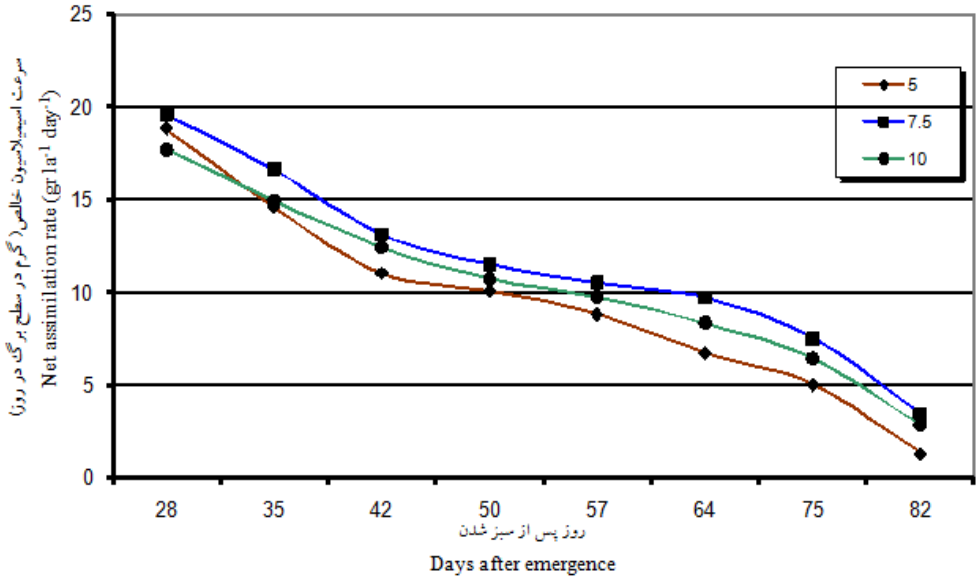
سرعت اسیمیلاسیون خالص

سرعت جذب خالص در تمامی تیمارها در ابتدای رشد، زیاد و سپس در اثر افزایش شاخص سطح برگ در مراحل بعدی رشد به سرعت کاهش یافت (شکل ۱۵ و ۱۶).



شکل ۱۵- روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیونخالص در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 15. Net assimilation rate changes at different within row distances



شکل ۱۶- روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 16. Net assimilation rate changes at various row spacing

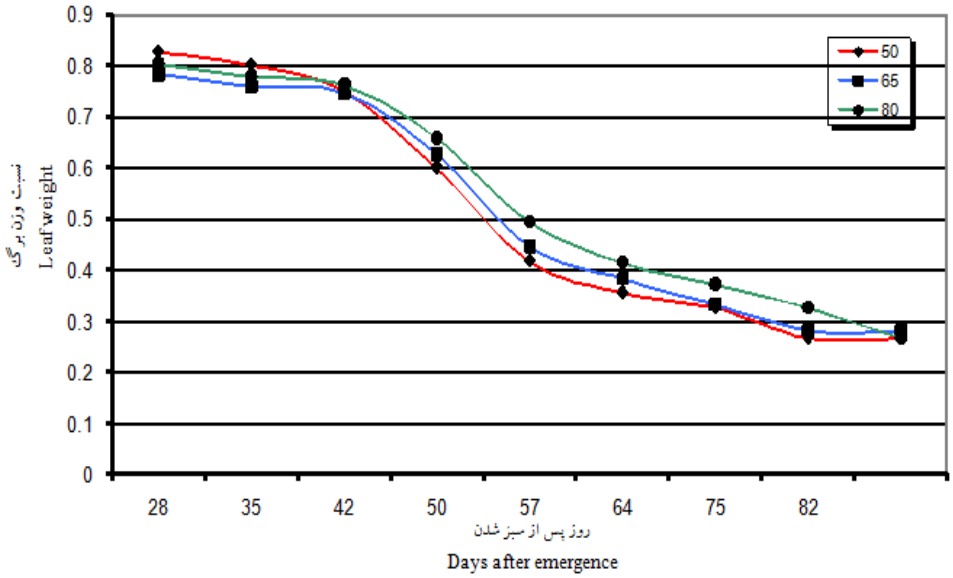
بررسی NAR در تیمارهای فاصله ردیف نشان داد که تیمار با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر نسبت به سایر تیمارها در اول دوره رشد از میزان NAR بیشتری برخوردار بود اما ادامه‌ی رشد با افزایش شاخص سطح برگ در این تیمار میزان سرعت جذب خالص با شیب بسیار تندتر نسبت به دیگران کاهش یافت (شکل ۱۵). این نتایج با گزارش‌های Habibzadeh و Hassanzaddeh *et al.*, 2002 Ghurttappeh & Rezaee, 1991 مطابقت داشت. روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای فاصله بوته روی ردیف تقریباً مشابه روند موجود در تیمارهای فاصله بین ردیف بود. به هر حال به نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته در اثر کاهش فاصله‌های بین و روی ردیف، شاخص سرعت جذب خالص با شیب تندتری کاهش می‌یابد (شکل ۱۶).

نسبت وزن برگ

بررسی روند تغییرات نسبت وزن برگ در تیمارهای مختلف (شکل ۱۷ و ۱۸) نشان داد که نسبت وزن برگ در ابتدای دوره رشد به دلیل اختصاص بخش اعظم گیاه به برگ، بالاترین مقدار خود را داشت و در ادامه رشد، میزان شاخص مذکور به علت افزایش سایر اندام‌ها مانند ساقه و غلاف با شیب تندی کاهش یافت. بررسی نسبت وزن برگ در تیمارهای فاصله بین ردیف نشان داد که تیمار ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف از نسبت وزن برگ بالاتری در بین تیمارها در اوایل دوره رشد برخوردار بود. به نظر می‌رسد این تراکم برای تولید برگ مطلوب، مناسب باشد. به هر حال شیب کاهش نسبت وزن برگ در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر نسبت به دیگران بیشتر بود که دلیل این واکنش را می‌توان ریزش سریع‌تر برگ به علت سایه اندازی بالا نسبت داد (شکل ۱۷). مطالعه شاخص نسبت وزن برگ در فواصل روی ردیف نشان داد که فاصله ۵ سانتی‌متر روی ردیف بیشترین نسبت وزن برگ را تولید نمود. به نظر می‌رسد تراکم بیشتر گیاهی و توسعه میزان برگ‌ها در اثر کاهش فاصله روی بوته‌ها منجر به این واکنش در گیاه شد اگرچه شیب کاهش نسبت وزن برگ در این تیمار به علت ریزش بیشتر برگ‌ها در اثر سایه‌اندازی و رقابت بیشتر، از روند تندتری تبعیت کرد (شکل ۱۸).

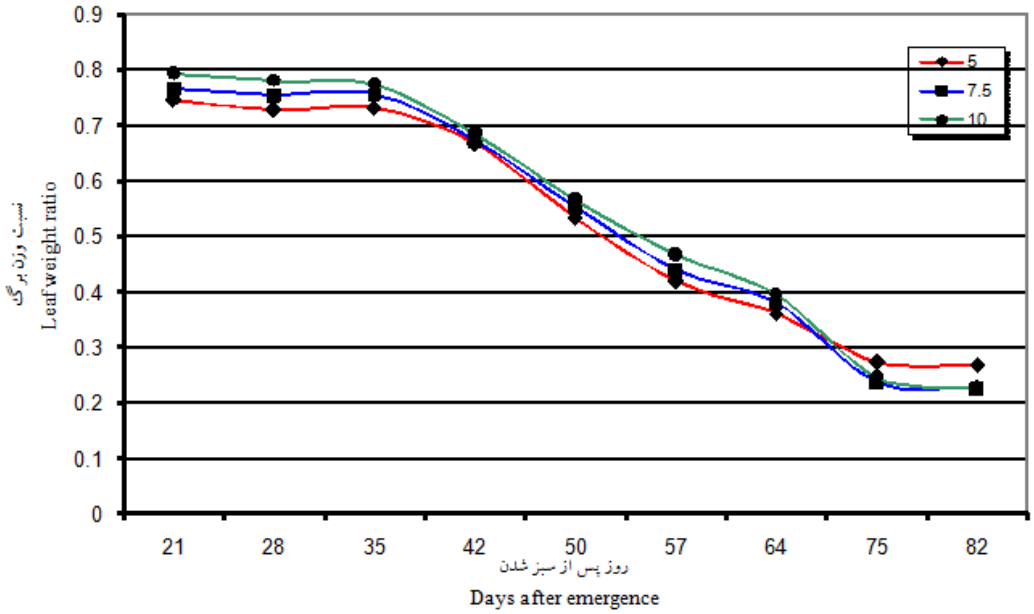
نسبت سطح برگ

بررسی نسبت سطح برگ در تیمارهای فاصله ردیف مورد مطالعه نشان داد که میزان این صفت در تیمار ۵۰ سانتی‌متر به‌خصوص در اوایل فصل رشد نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود، شیب کاهش نسبت سطح برگ در این تیمار نیز از روند سریع‌تری تبعیت کرد (شکل ۱۹). به نظر می‌رسد سایه‌اندازی و افزایش رقابت در برگ‌ها در تمامی صفاتی که سطح و وزن برگ جزئی از اجزای آن به شمار می‌روند، در تراکم‌های بالا روند تغییرات کاهش سریع‌تری نسبت به سایر تیمارها با فاصله بین ردیف بیشتر و تراکم دارند.



شکل ۱۷- روند تغییرات نسبت وزن برگ در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 17. Leaf weight ratio changes at different within row distances

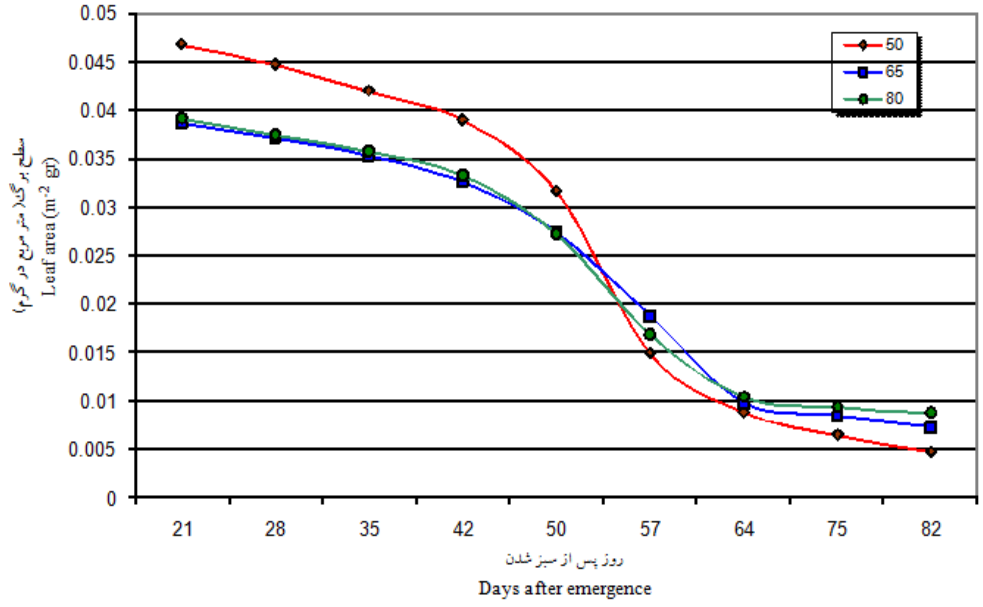


شکل ۱۸- روند تغییرات نسبت وزن برگ در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 18. Leaf weight ratio changes at various row spacing

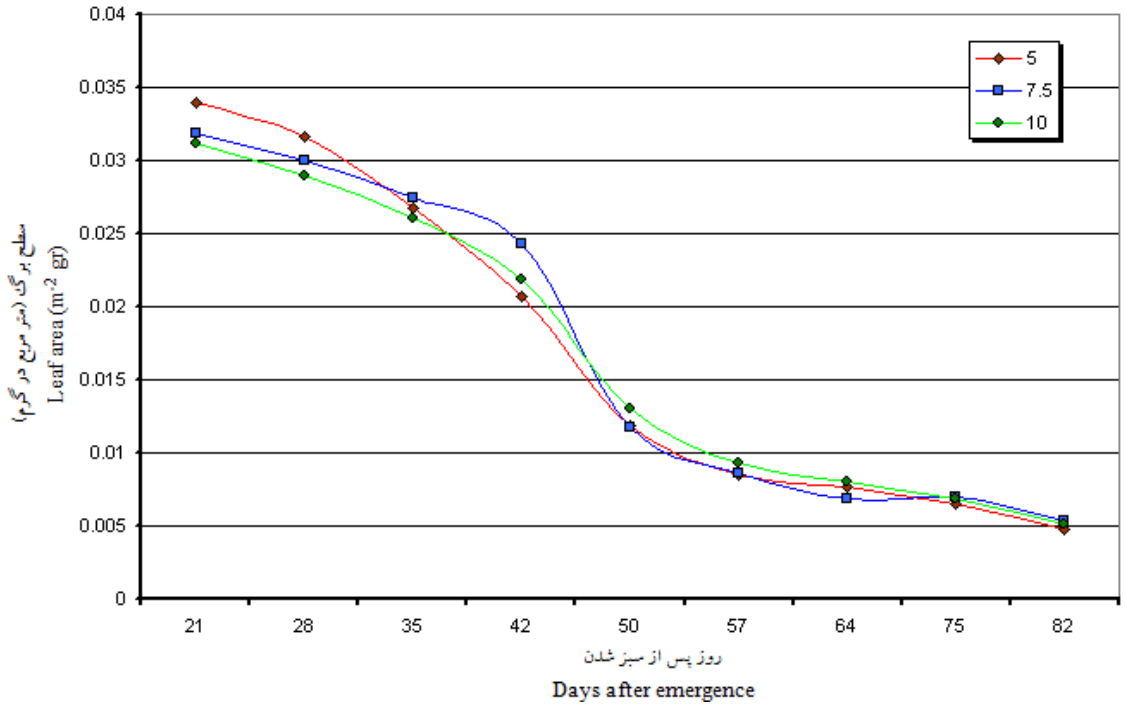
این نتایج با گزارش Riahipur *et al.*, 2001 مطابقت داشت.

مطالعه روند تغییرات نسبت سطح برگ در تیمارها و فواصل مختلف بوته روی ردیف نیز از روند تقریباً مشابهی با تیمار فاصله بین ردیف تبعیت کرد (شکل ۲۰). کاهش فاصله بین ردیف‌ها و روی ردیف به دلیل افزایش تراکم بوته‌های حاوی برگ در واحد سطح، نسبت سطح برگ را افزایش داد اگرچه شیب کاهش این پارامتر در تراکم‌های بالا سریع‌تر بود (شکل ۱۹ و ۲۰). این نتایج با گزارش‌های Habibzadeh *et al.*, 2002؛ Hassanzadeh Ghurttappeh & Rezaee, 1991 و Riahipur *et al.*, 2001 مطابقت داشت.



شکل ۱۹- روند تغییرات نسبت سطح برگ در تیمارهای فاصله بین ردیف

Fig. 19. Leaf area ratio changes at different within row distances



شکل ۲۰- روند تغییرات نسبت سطح برگ در تیمارهای فاصله بین بوته

Fig. 20. Leaf area ratio changes at various row spacing

نتیجه‌گیری

با بررسی اجمالی شاخص‌های رشد در تیمارهای مختلف فاصله ردیف و فاصله بوته روی ردیف به نظر می‌رسد که در مجموع با باریک‌تر شدن فاصله‌ها (۵×۵۰ سانتی‌متر)، شاخص‌های ماده خشک کل، سرعت رشد گیاه و نسبت سطح و وزن برگ، افزایش یافت در حالی که سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص تا حدودی کاهش یافت.

منابع

1. Balder, B.S., Ramanujam, H. and Jain, K. 1998. Pulse Crop. Oxford and IBH Publishing Co. put. Ltd, p. 625.
2. Duncan, W.B. 1986. Planting patterns and soybean yield. Corp Sci. 28: 917- 980.
3. Ganjeali, A., Bagheri, A., and Malakzadeh, S. 1998. Chickpea yield and density. 6th Iranian Congress on Crop Production. Babolsar.
4. Habibzadeh, Y., Mamaghani, V., and Kashani, A. 2002. Effects of various planting density on growth stages and indices of three Mungo bean under Ahvaz weather condition. MSc. Thesis of Agronomy. Ahvaz university of Technology.
5. Hassamzadeh, A. 2000. Effects of planting dates and density on Mungo bean yield. MSc. Thesis. I.U.T.
6. Hassanzadeh Ghurtappeh, A., and Rezaee, A. 1991. Evaluation of Mungo bean in Isfehan. MSc. Thesis of Agronomy. Isfehan university of Technology.
7. Mobasser, H.R., Mazaheri, D., and Mehraban, A. 2002. Effects of planting density on plant height and Mungo bean yield components in summer sowing under Sistan climatological condition. 7th Iranian Congress on Crop Production. Karaj.
8. Muchow, R.C., and Charles-Edwards, D.A. 1982. An analysis of the growth of Mungo bean at a range of plant density in tropical Australia. I. dry matter production. Aust. J. Arric. Res. 33: 41-51.
9. Rhahman, M.M., and Miah, A.A. 1987. Mungbean in Bangladesh problems and prospects. p. 570-579.

In: Proceeding of the Second Symposium Mungbean, Bangkok, Thailand.
10. Riahipur, M., Fathi, G., and Siaddat, A. 2001. Physiological study of Mungo bean yield under the influence of cultivar and planting density. MSc. Thesis. Islamic Azad University of Dezful unit. p. 142.
11. Shukla, S.K., and Dixit, R.S. 1996. Nutrient and plant population management in summer greengram. Indian. J. Agron. 41: 78-83.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 85-100

Evaluation of Mungo bean (*Vigna radiata*) growth indices as affected by various planting patterns

Fallahi[1*], H.A., Mirzaei[2], A., Siabidi[2], M.M., Siyadat[3], S.A. & Fotohi[3], F.

1- Member of Scientific Board of Agricultural and Natural Resource Research Center of Golestan
2- Members of Scientific Board of Agricultural and Natural Resource Research Center of Ilam
3- Members of Scientific Board of Azad University Dezful

Received: 15 September 2009
Accepted: 13 June 2010

Abstract

Manipulating of planting pattern is a method to increase the crop yield per unit of area which should be considered in different regions. In order to evaluate the effects of between and within row distances on growth indices of Gahar Mung bean, an experiment was conducted at the Agricultural Research Center of Ilam in 2004. The experiment was a split-plot arranged in an RCB design.Three between row distances i.e. 50, 65 and 80 cm and three within row distances i.e. 5, 7.5 and 10 cm were levels of main and sub plots, respectively. In order to determine growth trend, sampling was conducted every week starting at seven days after emergence. Study of variation in DM, LAI, NAR and LWR of main plots revealed that 50cm between rows was better than 60 and 80 cm. Decreasing the distances between rows resulted in increasing of CGR. Decreasing the within rows distances had the same results. 50cm between rows distances had the least RGR. Decreasing within rows distances decreased RGR, too in a way that 10 cm within row had the greatest RGR. Between rows 50cm had the greatest LAR especially in first half of growth duration. LAR in within rows followed the same trend as between rows. Based on these results obtained, in order to improve Mungobean yield it could be suggested to apply planting pattern of 50×5 cm.

Key words: Growth indices, Plant spacing, *Vigna radiata* L.

* **Corresponding Author:** E-mail: hafallahi@gmail.com, Tel.: 0172-2239115

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۱۱۰-۱۰۱، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 101-110

ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی ریشه نخود (*Cicer arietinum* L.) در واکنش به تنش خشکی

علی گنجعلی[1*] و عبدالرضا باقری[2]

۱- عضو هیأت علمی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی و عضو پیوسته گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۰/۱۵

چکیده

بخش مهمی از موفقیت تولید در مناطق دارای تنش خشکی به جذب مؤثر آب و عناصر غذایی توسط سیستم ریشه‌ای کارآمد وابسته است. به منظور بررسی خصوصیات مورفولوژیکی ریشه و شناسایی معیارهای مناسب برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی نخود، چهار آزمایش جداگانه در مراحل مختلف فنولوژی شامل مراحل گیاهچه‌ای، گل‌دهی، تشکیل غلاف‌ها و پُرشدن دانه‌ها انجام شد. ۱۰ ژنوتیپ نخود با تنوع جغرافیایی مناسب که کشت نخود در آن مناطق انجام می‌شود از کلکسیون نخود مشهد انتخاب شدند. به‌جُز در آزمایش اول (مرحله گیاهچه‌ای) که خصوصیات ریشه‌ی ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش مورد بررسی قرار گرفت، در سه آزمایش دیگر ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش خشکی (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) و شاهد قرار گرفتند. آزمایش‌ها جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شدند. در مرحله گیاهچه‌ای تفاوت معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مربوط به ریشه وجود داشت. ژنوتیپ MCC358 از نظر مجموع طول ریشه‌ها، سطح، وزن خشک و حجم ریشه‌ها، برتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود، با این حال بالاترین نسبت ریشه به اندام هوایی به ژنوتیپ MCC30 تعلق داشت. با وجود این‌که در مراحل گل‌دهی و تشکیل غلاف‌ها، اثر متقابل تنش و ژنوتیپ، تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه اصلی نداشت ولی در مرحله پُرشدن دانه‌ها، تنش خشکی طول ریشه اصلی را در اکثر ژنوتیپ‌ها نسبت به شاهد کاهش داد. نسبت ریشه به اندام هوایی در واکنش به تنش خشکی تا مرحله گل‌دهی افزایش یافت که به کاهش بیشتر رشد اندام‌های هوایی نسبت به ریشه‌ها در این مرحله مربوط می‌شود. ژنوتیپ‌ها به اقتضای الگوی رشدی در مراحل مختلف فنولوژی، واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند و یک روند منطقی از نظر تغییر کمّی صفات مورد بررسی میان ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. بنابراین با توجه به نتایج این بررسی به نظر می‌رسد گزینش برای یک صفت در مرحله‌ای از فنولوژی گیاه بایستی انجام شود که صفت مذکور در آن مرحله دارای بیشترین اثرگذاری است.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، ریشه، نخود و نسبت ریشه به اندام هوایی

مقدمه

در حال حاضر در اکثر نقاط دنیا، نخود (*Cicer arietinum* L.) به دلیل اهمیت راهبردی آن در تولید پروتئین‌های گیاهی کشت می‌شود. تنش‌های زنده و غیرزنده، محدودکننده‌ی رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از نقاط دنیا هستند و به همین دلیل اختلافات قابل‌توجهی در عملکرد این محصول در مناطق مختلف قابل مشاهده است. در شرایط اقلیمی خراسان، گیاهان کشت‌شده معمولاً در دوره رشد رویشی خود تحت تأثیر تنش خشکی متناوب قرار می‌گیرند و در مرحله رشد زایشی با تنش خشکی انتهایی و گرما به‌صورت توأم مواجه می‌شوند (Ganjeali & Nezami, 2008). از آنجا که آب قابل‌دسترس، عامل اصلی محدودکننده‌ی رشد در محیط‌های خشک می‌باشد، بیشترین بازده از نظر رشد و تولید محصول، زمانی حاصل می شود که از آب محدود موجود در خاک، حداکثر جذب صورت پذیرد. این خصوصیت تنها از طریق مکانیسم‌های سازگاری مرتبط با سیستم ریشه حاصل خواهد شد. Gregory (1988) بیان داشت در بقولات دانه‌ای، اولویت تخصیص مواد فتوسنتزی در مراحل اولیه رشد عموماً به سمت ریشه‌ها است تا اندام‌های هوایی و لذا بقولات در مرحله گیاهچه‌ای معمولاً از سیستم ریشه‌ای سنگین‌تری برخوردار هستند. از آنجایی که نسبت بالاتر ریشه به اندام‌های هوایی (اندام‌های جذب‌کننده آب نسبت به اندام‌های مصرف‌کننده) توان گیاه را برای افزایش تحمل به خشکی بهبود می‌بخشد، لذا اغلب متخصصان فیزیولوژی این نسبت را به عنوان یک معیار برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی می‌نمایند (Hussain *et al.,* 2000؛ Gupta, 1984؛ Gregory, 1988).

* نویسنده مسئول: پُست الکترونیک: ganjeali@um.ac.ir

نتایج بررسی‌های انجام شده در ایکریست[1] نشان داده است که رشد بیشتر ریشه‌ها و انشعابات آن در گیاهچه‌های نخود با مقاومت به خشکی گیاه ارتباط دارد (ICRISAT, 1990). مطالب زیادی در ارتباط با اهمیت تیپ ریشه در اصلاح برای مقاومت به خشکی بیان شده است. در این رابطه Gupta (1984) بیان داشت که گزینش برای بهبود بنیه‌ی ریشه‌های اولیه (ریشه‌های بذری)، یک صفت برای اصلاح مقاومت به خشکی است. او اهمیت تعداد ریشه‌های جنینی را به عنوان یک معیار مهم برای گزینش گیاهان مقاوم به خشکی مورد تأکید قرار داد. Singh *et al.* (2000) بیان داشتند گیاهانی که طول ریشه اصلی، تعداد ریشه‌های جانبی، تراکم طول ریشه[2] و نسبت ریشه به اندام هوایی بالاتری دارند نسبت به گیاهانی که این خصوصیات را کمتر دارا می‌باشند، مقاومت و تحمل بیشتری به کم‌آبی و تنش خشکی دارند.

اعتقاد اغلب متخصصان بر این است که در نخود حداکثر عمق ریشه، یک صفت ژنتیکی است (Singh & Saxena, 1993؛ Krishnamurthy, 2003)، در عین حال این صفت تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار می‌گیرد (Gregory, 1988؛ Pardo *et al.*, 2000؛ Bagheri *et al.*, 1997؛ Saxena, 2003). Singh *et al.* (2000) در بررسی ۳۰ ژنوتیپ نخود در مرحله گل‌دهی، تنوع ژنتیکی زیادی را از نظر وزن‌خشک و توزیع ریشه‌ها در لایه‌ی ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک مشاهده کردند. Huang & Gao (2000) بیان داشتند که جذب کارآمد آب توسط ریشه، یک مشخصه‌ی مهم برای مقاومت به خشکی است. جذب آب توسط گیاه به اندازه‌ی ریشه (طول یا وزن)، فعالیت و توزیع آن در خاک بستگی دارد بنابراین به نظر می‌رسد برای فهم بیشتر مکانیزم‌های مقاومت و دستیابی به منابع ژنتیکی مورد نیاز در برنامه‌های اصلاحی، درک صفات مورفولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی، ضروری است. به‌طور کلی در مورد ویژگی‌های ریشه بقولات، مطالعات بسیار کمی انجام شده است و لذا مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی تنوع موجود میان ژنوتیپ‌ها از نظر صفات ریشه، تغییرات کمّی صفات در واکنش به تنش خشکی و نیز امکان استفاده از این صفات به عنوان معیارهایی برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه خصوصیات مربوط به ریشه در گیاه نخود، چهار آزمایش جداگانه در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این راستا، ۱۰ژنوتیپ نخود با تنوع جغرافیایی مناسب از مجموعه ژنوتیپ‌های موجود در کلکسیون نخود مشهد انتخاب شدند (جدول ۱). به منظور سهولت مطالعه‌ی ریشه از نظر جمع‌آوری، شستشو و اندازه‌گیری صفات مربوط به آن، از شنِ شسته‌شده به عنوان بستر کاشت و از محلول غذایی هوگلند برای تغذیه گیاهچه‌ها استفاده شد.

در آزمایش اول (مرحله گیاهچه‌ای)، از لوله پلاستیکی به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱۰ سانتی‌متر به عنوان واحد آزمایشی استفاده شد و در آزمایش های دوم، سوم و چهارم به ترتیب مراحل گل‌دهی، تشکیل غلاف‌ها و پُرشدن دانه‌ها، از لوله‌های پلاستیکی به ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر و قطر ۱۰سانتی‌متر استفاده شد. در هر واحد آزمایشی، چهار عدد بذر پس از ضدعفونی کشت شد که پس از سبزشدن، به دو گیاهچه تقلیل یافت. ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌جُز در آزمایش اول که خصوصیات ریشه تنها در شرایط بدون تنش مورد بررسی قرار گرفت، در دو شرایط تنش خشکی و شاهد قرار گرفتند. در تیمار تنش خشکی میزان رطوبت خاک در طول آزمایش به اندازه ۲۵ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شد. کنترل میزان رطوبت از طریق توزین روزانه‌ی لوله‌های پلاستیکی شاهد که برای این منظور در نظر گرفته شده بودند و محاسبه کسری آب مورد نیاز تا ظرفیت زراعی (۱۷/۶۸ درصد رطوبت جرمی) و نیز ۲۵ درصد آن (۴/۴۱ درصد رطوبت جرمی)، انجام شد. با این میزان رطوبت در طول فصل رشد، هیچ‌گونه علایم ظاهری پژمردگی در گیاهان تحت تأثیر این تیمار مشاهده نشد. آزمایش اول به صورت بلوک‌های کامل تصادفی و آزمایش‌های بعدی هر یک جداگانه به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شدند. خصوصیات مورفولوژیکی ریشه در قالب آزمایش‌های جداگانه در هر یک از مراحل گیاهچه‌ای، گل‌دهی، تشکیل غلاف و پُرشدن دانه به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گرفت به‌طوری که گیاهان در هر آزمایش به دقت از لوله‌های پلاستیکی خارج و به دو بخش ریشه و اندام‌های هوایی تقسیم شدند. تمامی ریشه‌های هر گیاه به‌طور کامل و با حداقل آسیب‌دیدگی شسته و به منظور جلوگیری از پلاسیدگی، بلافاصله به یخچال منتقل

[1] International Crop Research Inistitute for the Semi - Arid Tropics (ICRISAT)
[2] Root lenght density

شدند. صفاتی مانند مجموع طول ریشه‌ها (TRL)[1]، تعداد ریشه‌های جانبی (NLR)[2]، سطح ریشه‌ها (RA)[3] تنها در مرحله گیاهچه‌ای اندازه‌گیری شد و صفاتی مانند طول ریشه‌ی اصلی (TL)[4]، حجم ریشه (RV)[5]، وزن‌خشک ریشه (RDW)[6] و نسبت‌های بین وزن‌خشک ریشه به وزن‌خشک اندام‌های هوایی[7] و چگالی ریشه (نسبت وزن خشک ریشه به حجم ریشه)[8] در هر چهار مرحله اندازه‌گیری و محاسبه شدند. سطح ریشه با استفاده از دستگاه دلتا تی اسکن[9] تعیین شد و حجم ریشه از طریق اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرارگیری ریشه در حجم مشخصی از آب محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزارهای آماری Mstat-C و Excel برای هر آزمایش به‌طور جداگانه انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ($P<0.05$) استفاده شد.

جدول ۱: ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش و محل جمع‌آوری آنها
Table 1. Genotypes were used and their region

نام ژنوتیپ (نمونه) Genotype name	توضیحات Comments
MCC4	توده بومی نهبندان (Nehbandan land race)
MCC358	رقم کرج (Karaj cultivar)
MCC76	توده بومی گناباد (Gonabad land race)
MCC392	توده بومی کرمانشاه (Kermanshah land race)
MCC30	توده بومی سبزوار (Sabzevar land race)
MCC361	رقم جم (Jam cultivar)
MCC405	توده بومی قائن (Gaen land race)
MCC447	توده بومی کلات (Kalat land race)
MCC426	توده بومی قزوین (Gazvin land race)
MCC126	نامشخص (Un known)

نتایج و بحث

مرحله گیاهچه‌ای

در این مرحله، ژنوتیپ‌های نخود از نظر ویژگی‌هایی مانند طول ریشه اصلی، مجموع طول ریشه‌ها، تعداد ریشه‌های جانبی، سطح ریشه، حجم ریشه و وزن‌خشک ریشه، نسبت وزن‌خشک ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه، تفاوت‌های معنی‌داری داشتند (جدول ۲). طول ریشه اصلی (TL) از جهت بهره‌برداری ریشه از رطوبت و عناصر غذایی موجود در افق‌های متفاوت خاک می‌تواند برای گیاه مفید باشد. دامنه تغییر این صفت در ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ۸/۶ سانتی‌متر بود به‌طوری که ژنوتیپ MCC405 با ۶/۸ سانتی‌متر، حداقل و ژنوتیپ MCC358 با ۱۵/۴ سانتی‌متر از حداکثر طول ریشه برخوردار بودند. ژنوتیپ MCC358 از نظر طول ریشه اصلی تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های MCC405، MCC447 و MCC126 داشت ($P<0.05$) ولی اختلاف این ژنوتیپ با سایر ژنوتیپ‌ها از این نظر معنی‌دار نبود (جدول ۲). دامنه تغییر طول مجموع ریشه‌ها (TRL) بین ژنوتیپ‌ها ۵۲/۵ سانتی‌متر بود و یک اختلاف تقریباً ۲/۵ برابری بین بیشترین TRL و کمترین آنها مشاهده شد. بیشترین TRL متعلق به ژنوتیپ‌های MCC358 و MCC76 و کمترین آن به ژنوتیپ MCC447 تعلق داشت. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تعداد ریشه‌های جانبی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<0.05$). بیشترین تعداد ریشه‌های جانبی در ژنوتیپ‌های MCC361 وMCC405 و کمترین آن در ژنوتیپ MCC126 مشاهده شد و یک اختلاف تقریباً ۲/۷ برابری از این جهت بین ژنوتیپ‌ها قابل مشاهده بود (جدول ۲). ژنوتیپ MCC405 که جزو ژنوتیپ‌های دارای بیشترین تعداد ریشه‌های جانبی بود از نظر طول ریشه اصلی بین ژنوتیپ‌ها دارای کمترین مقدار بود. به نظر می‌رسد این ژنوتیپ، عمق کمتر نفوذ ریشه‌های خود را از طریق افزایش تعداد ریشه‌های جانبی برای بهبود جذب آب و عناصر غذایی جبران نموده است. ژنوتیپ MCC358 که از نظر TL و TRL بیش از سایر ژنوتیپ‌ها بود از نظر RV و RA نیز این برتری را دارا بود. دامنه تغییر RA و RV در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به ترتیب برابر ۳/۵۶ سانتی‌مترمربع و ۰/۴۱ سانتی‌مترمکعب بود (جدول ۲). افزایش سطح ریشه از طریق افزایش نقاط ورودی آب و عناصر غذایی و همچنین افزایش سطح جذب می‌تواند کارآیی جذب آب و عناصر غذایی را افزایش دهد.

به نظر می‌رسد در مرحله گیاهچه‌ای تنوع کمتری را می‌توان در ویژگی‌هایی مانند وزن‌خشک ریشه و نسبت وزن‌خشک ریشه به اندام‌های هوایی نسبت به سایر صفات مربوط به ریشه در میان ژنوتیپ‌ها پیدا کرد. با وجود این موضوع، تفاوت‌های معنی‌داری بین برخی از ژنوتیپ‌ها از نظر نسبت ریشه به اندام‌های هوایی وجود داشت. بیشترین مقدار نسبت ریشه به اندام هوایی به ژنوتیپ MCC30 و کمترین آن به ژنوتیپ MCC405 تعلق داشت (جدول ۲).

[1] Total Root Length (TRL)
[2] Number of Lateral Root (NLR)
[3] Root Area (RA)
[4] Taproot Length (TL)
[5] Root Volume (RV)
[6] Root Dry Weight (RDW)
[7] Root Dry weight / Shoot Dry weight (Root / Shoot)
[8] Root Dry Weight / Root Volume (RDW / RV)
[9] Δ T Scan

جدول ۲- میانگین مقادیر مربوط به برخی خصوصیات ریشه در ژنوتیپ‌های نخود در آزمایش اول (مرحله گیاهچه‌ای)
Table 2. Mean values for root characteristics of chickpea genotypes in first experiment (seedling stage)

ژنوتیپ Genotype	طول ریشه اصلی (سانتی متر) Tap root length (cm)	مجموع طول ریشه‌ها (سانتی متر) Total root length (cm)	تعداد ریشه‌های جانبی Number of lateral roots	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع) Root area (cm^2)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب) Root volume (cm^3)	وزن‌خشک ریشه (میلی‌گرم) Root dry weight (mg)	نسبت ریشه به اندام‌هوایی Root/Shoot	چگالی ریشه (گرم بر سانتی‌متر مکعب) RDW/RV (g/cm^3)
MCC4	8.60 a-c*	36.57 bc	10.89 bc	3.55 bc	0.35 bc	37 ab	0.87 bc	0.105 b
MCC358	15.38 a	80.77 a	16.13 ab	6.94 a	0.71 a	67 a	1.05 ab	0.094 b
MCC76	9.55 a-c	77.53 a	9.33 bc	5.90 a-c	0.56 a-c	54 ab	0.94 ab	0.096 b
MCC392	11.25 a-c	49.03 a-c	14.00 ab	4.30 a-c	0.41 a-c	38 ab	0.75 bc	0.092 b
MCC30	10.45 a-c	73.12 ab	13.33 ab	4.48 ab	0.56 a-c	56 ab	1.35 a	0.010 b
MCC361	10.50 a-c	75.78 ab	16.68 a	5.80 a-c	0.55 a-c	54 ab	0.94 ab	0.098 b
MCC405	6.75 c	44.85 a-c	16.33 a	3.89 bc	0.31 c	24 b	0.47 c	0.077 b
MCC447	6.75 c	28.22 c	9.70 bc	3.18 c	0.30 c	28 b	0.73 bc	0.093 b
MCC426	11.52 a-c	57.70 a-c	11.67 a-c	5.12 a-c	0.65ab	46 ab	0.84 bc	0.070 b
MCC126	8.36 bc	46.13 a-c	6.33 c	4.74 a-c	0.36 bc	56 ab	1.21 ab	0.155 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.

اگرچه ژنوتیپ MCC30 با ۱/۳۵ برتری خود را از نظر این صفت نشان داد با این وجود ژنوتیپ MCC358 که از نظر سایر خصوصیات برتر بود با ۱/۰۵ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها از جایگاه مناسبی برخوردار بود. از آنجایی که نسبت بالاتر ریشه به اندام‌های هوایی (اندام‌های جذب‌کننده آب نسبت به اندام‌های مصرف کننده) توان گیاه را برای افزایش تحمل به خشکی بهبود می‌بخشد، لذا اغلب متخصصان فیزیولوژی این نسبت را به عنوان یک معیار برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی می‌نمایند (Gregory, 1988؛ Gupta, 1984؛ Hussain *et al.*, 2000). مطالعات انجام شده در ایکریست (ICRISAT, 1990) نشان داده است که بین رشد بیشتر ریشه‌ها و انشعابات آنها (TRL، NLR، RV وRDW) در گیاهچه‌های نخود، با مقاومت به خشکی گیاه در مراحل بعدی رشد، ارتباط نزدیکی وجود دارد. بیشترین چگالی ریشه به ژنوتیپ MCC126 تعلق داشت که با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری داشت. چگالی ریشه در سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲).

مرحله گل‌دهی تا پُرشدن دانه‌ها

با وجود این‌که تنش خشکی در مرحله گل‌دهی تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه اصلی، وزن‌خشک ریشه و حجم ریشه نداشت، ولی در مرحله تشکیل غلاف‌ها، تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه و حجم آن داشت و در مرحله پُرشدن دانه‌ها تمامی صفات مربوط به ریشه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند ($P<0.05$). احتمالاً در شروع گل‌دهی (۷۵۰ درجه روز رشد) نیاز آبی کمتر گیاه به دلیل رشد و گستردگی کمتر اندام‌های هوایی و تعرّق کمتر گیاه در این مرحله باعث شده است که تخلیه رطوبت خاک، کمتر صورت گیرد و در نتیجه کمبود رطوبت ایجاد شده در حدّ آستانه لازم برای تحریک رشد ریشه نباشد. از آنجایی که ریشه، نزدیک‌ترین اندام به منبع رطوبت خاک بوده و دیرتر از بخش‌های هوایی به تنش خشکی واکنش نشان می‌دهد، بنابراین تأثیر تنش خشکی بر ویژگی‌های ریشه در این مرحله، معنی‌دار نیست. در مرحله تشکیل غلاف‌ها (پس از ۱۱۰۰ درجه روز رشد)، طول ریشه اصلی تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت ولی حجم و وزن ریشه گیاه تحت تأثیر تنش قرار گرفتند ($P<0.05$). رشد و توسعه گیاه، افزایش سطح تعرق‌کنندگی و به‌طور کلی افزایش نیاز آبی باعث تخلیه بیشتر رطوبت خاک می‌گردد. شاید راهبرد گیاه در این مرحله حفظ طول ریشه برای جذب بیشتر رطوبت و عناصر غذایی به هزینه کاهش وزن ریشه بوده است. تأثیر تنش خشکی در مرحله پُرشدن دانه‌ها بر تمامی صفات مربوط به ریشه، معنی‌دار بود ($P<0.05$).

در مرحله گل‌دهی اثر متقابل تنش و ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه اصلی نداشت ($P<0.05$). با وجود این موضوع اطلاعات حاصل از مقایسه میانگین طول ریشه اصلی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و شاهد (جدول ۳) نشان داد که برخی ژنوتیپ‌ها از نظر طول ریشه اصلی، واکنش‌های متفاوتی را نسبت به شرایط رطوبتی خاک نشان می‌دهند. به‌طور مثال ژنوتیپ‌های MCC392 و MCC361 که بترتیب

با ۵۱/۷ و ۶۴/۰ سانتی‌متر دارای کمترین طول ریشه اصلی در شرایط تنش خشکی بودند در شرایط فراهمی رطوبت (شاهد) طول ریشه اصلی آنها به ۸۴/۰ و ۷۵/۵ سانتی‌متر افزایش یافت، در مقابل ژنوتیپ MCC447 که در شرایط تنش خشکی دارای طول ریشه اصلی معادل ۹۲/۳ سانتی‌متر بود در شرایط فراهمی رطوبت، طول ریشه اصلی آن به مقدار۵۷/۵ سانتی‌متر کاهش یافت (جدول ۳). به‌طور کلی در این مرحله رشدی، طول ریشه اصلی در اغلب ژنوتیپ‌ها تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت و ژنوتیپ‌ها واکنش‌های مشابهی را به رژیم رطوبتی خاک نشان دادند. Harris & Campbell (1989) در مطالعه عمق ریشه‌دهی در بقولات دانه‌ای از جمله نخود بیان داشتند که طول ریشه اصلی در یک دامنه گسترده‌ای از شرایط رطوبتی خاک، بسیار کم تغییر می‌کند. این محققان تأکید کردند حداکثر طول ریشه اصلی عمدتاً ژنتیکی است ولی عوامل محیطی ممکن است بیان کامل پتانسیل ژنتیکی را محدود نماید. اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ در مرحله تشکیل غلاف‌ها بر طول ریشه اصلی معنی‌دار نبود ($P<0.05$). نتایج حاصل از مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها مؤید عکس‌العمل مشابه آنها به شرایط رطوبتی خاک می‌باشد (جدول ۴). در مرحله پُرشدن دانه‌ها اثر متقابل تنش و ژنوتیپ بر طول ریشه اصلی بسیار معنی‌دار بود ($P<0.05$). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها مؤید این است که طول ریشه اصلی در اکثر ژنوتیپ‌ها در شرایط فراهمی رطوبت نسبت به تنش خشکی افزایش یافته است. به نظر می‌رسد با افزایش مدت زمانی که گیاه در شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرد و تنش را بیشتر تجربه می‌کند، شرایط محیطی حاکم بر گیاه قابلیت‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها را برای رشد، محدود و یا ضعیف‌تر می‌کند و در این شرایط، عوامل محیطی عمدتاً تعیین‌کننده‌ی ویژگی‌های ریشه خواهد بود. Saxena (2003) در مطالعات خود روی نخود کابلی رقم ILC482 دریافت که عمق نفوذ ریشه تحت تأثیر رطوبت منطقه فعالیت ریشه قرار می‌گیرد. وی طول ریشه اصلی این رقم را در مناطق با بارندگی متوسط ۴۶۵ و ۳۲۰ میلی‌متر به‌ترتیب برابر ۱۰۵ تا ۱۲۰ و ۷۵ تا ۹۰ سانتی‌متر ذکر نمود. این محقق تأکید کرده است که در مراحل انتهایی رشد، معمولاً طول ریشه اصلی به عمق رطوبت خاک وابسته است. بنابراین شاید بتوان چنین استدلال نمود که در دوره‌های تنش خشکی متعادل و دوره‌های نه‌چندان طولانی تنش خشکی، پتانسیل ژنتیکی ارقام، تعیین‌کننده‌ی ویژگی‌های ریشه و از جمله طول ریشه اصلی خواهد بود ولی با طولانی‌تر شدن مدت و یا شدت تنش، شرایط محیطی مانع از بروز استعدادهای ژنتیکی ژنوتیپ‌ها شده و در این زمان عوامل محیطی عمدتاً تعیین‌کننده‌ی ویژگی‌های ریشه خواهد بود.

در مرحله تشکیل غلاف‌ها، تنش خشکی، وزن‌خشک ریشه و حجم ریشه را در تمامی ژنوتیپ های مورد بررسی کاهش داد. بیشترین وزن‌خشک ریشه و حجم ریشه به ترتیب به ژنوتیپ‌های MCC358 و MCC76 در شرایط فراهمی رطوبت تعلق داشت که تفاوت آن با همین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی، معنی‌دار بود (جدول ۴). بر اساس نتایج حاصل از بررسی میانگین حجم و وزن‌خشک ریشه‌ی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و شاهد در مرحله پُرشدن دانه‌ها (جدول ۵)، بیشترین حجم ریشه متعلق به ژنوتیپ‌های MCC4 و MCC426 در شرایط فراهمی رطوبت و کمترین آن متعلق به ژنوتیپ MCC361 در تیمار تنش خشکی بود. ژنوتیپ‌های MCC4 وMCC361 در شرایط فراهمی رطوبت نیز از لحاظ وزن‌خشک ریشه برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بودند. به نظر می‌رسد بیشترین تأثیر تنش خشکی بر ویژگی‌های ریشه در این مرحله‌ی رشدی است چرا که کاهش سطح برگ، بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش جذب و انتقال آب و عناصر غذایی به دنبال کاهش رطوبت در منطقه‌ی ریشه و به‌طور کلی به‌کارگیری مکانیزم‌های تحمّل و مقاومت به خشکی توسط گیاه از یک طرف منجر به کاهش تولید و انتقال اسیمیلات به ریشه‌ها شده است و از طرف دیگر افزایش تقاضا برای دریافت مواد فتوسنتزی توسط دانه‌های در حال رشد باعث شده است که ویژگی‌هایی مانند حجم و وزن‌خشک ریشه به‌شدت تحت تأثیر قرار گیرند و از نظر کمّی کاهش یابند.

بررسی نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه

تنش خشکی در مرحله‌ی گل‌دهی باعث افزایش معنی‌داری در نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه گیاه نخود شد ($P<0.05$). میانگین نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه در ژنوتیپ ها بترتیب از ۰/۸۳ و ۰/۱۴ در شرایط فراهمی رطوبت، به ۱/۱۳ و ۰/۱۸ در تیمار تنش خشکی افزایش یافت (داده‌ها نشان داده نشده است). در مرحله تشکیل غلاف‌ها نیز این روند وجود داشت به این ترتیب که میانگین نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه در ژنوتیپ‌ها از ۰/۷۱ و ۰/۱۴ در شرایط فراهمی رطوبت به ۰/۹۰ و ۰/۱۶ در تیمار تنش خشکی افزایش یافت امّا این روند در مرحله پُرشدن دانه‌ها وجود نداشت و در این مرحله رشدی، تنش تأثیر معنی‌داری بر صفات فوق نداشت.

مطالعات متعدد نشان داده است که تنش خشکی، نسبت ریشه به اندام هوایی را در غالب گیاهان افزایش می‌دهد و این

افزایش به کاهش بیشتر رشد اندام‌های هوایی نسبت به ریشه مربوط می‌شود. البته شواهدی بسیار زیادی وجود دارد که افزایش رشد ریشه‌ها را مستقل از اندام‌های هوایی در شرایط تنش خشکی تأیید می‌کنند (Gupta, 1984; Krishnamurthy, 2003). در شرایط تنش، افزایش وزن ریشه از یک طرف و کاهش آماس سلولی در سلول‌های ریشه به دلیل محدودیت رطوبت (کاهش حجم) از طرف دیگر، از دلایل اصلی افزایش چگالی ریشه در تیمار تنش خشکی است. در مرحله گل‌دهی، تأثیر ژنوتیپ بر نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه‌ی گیاه نخود بسیار معنی‌دار بود ($P<0.01$). امّا در مرحله تشکیل غلاف‌ها تأثیر ژنوتیپ تنها بر نسبت ریشه به اندام هوایی معنی‌دار بود و در مرحله پُرشدن دانه‌ها ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر هیچ یک از صفات فوق نداشت. در بخش‌های قبلی به این موضوع اشاره شد که راهبرد گیاه نخود در مراحل اولیه رشد، اختصاص بیشتر مواد به ریشه‌ها نسبت به اندام‌های هوایی است. شاید این صفت در مسیر تکاملی گیاه و به‌صورت انتخاب طبیعی یا گزینش آگاهانه توسط بشر برای زراعت در مناطق دیم و حاشیه‌ای ایجاد شده است. بر این اساس ژنوتیپ‌ها با توجه به پتانسیل‌ها و قابلیت‌های ژنتیکی خود برای تداوم این راهبرد یا توقّف آن در مرحله خاصی از فنولوژی گیاه و یا تأثیرپذیری از عوامل محیطی به‌خصوص تنش خشکی، متفاوت عمل می‌نمایند. در این آزمایش در مراحل گیاهچه‌ای، گل‌دهی و تشکیل غلاف‌ها ، تفاوت‌های معنی‌داری در نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (جدول ۲، ۳ و ۴)، امّا در مرحله‌ی پُرشدن دانه‌ها ژنوتیپ‌ها عمدتاً از نظر صفات فوق، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). دلیل احتمالی، راهبرد واحدی است که کم و بیش تمامی ژنوتیپ‌ها و ارقام نخود از آن تبعیّت می‌کنند و آن، تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال رشد و اختصاص کمتر به اندام‌های رویشی و به‌خصوص به ریشه‌ها و احتمالاً انتقال مجدد از اندام‌های رویشی مثل برگ‌ها، دمبرگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها به دانه‌های در حال رشد می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به ریشه ژنوتیپ‌های نخود در آزمایش دوم (مرحله گل‌دهی، پس از ۷۵۰ درجه‌روز رشد) در شرایط تنش خشکی و فراهمی رطوبت

Table 3. Mean values for root characteristics of chickpea genotypes in second experiment (flowering stage, after 750 GDD) in stress and non stress condition

چگالی ریشه (گرم بر سانتی‌مترمکعب) RDW/RV (g/cm^3)	نسبت ریشه به اندام هوایی Root/Shoot	وزن‌خشک ریشه (میلی‌گرم) Root dry weight (mg)	حجم ریشه (سانتی‌مترمکعب) Root volume (cm^3)	طول ریشه اصلی (سانتی‌متر) Tap root length (cm)	تیمار/ ژنوتیپ Treatment /Genotype
					تنش خشکی Drought Stress:
0.19 ab	1.46 ab	427.7 ab	2.50 b-f	88.00 a-c*	MCC4
0.19 ab	1.07 b-d	549.2 ab	3.33 a-e	80.67 a-d	MCC358
0.22 a	1.56 a	469.3 ab	2.33 c-f	74.00 a-e	MCC76
0.17 a-d	1.08 b-d	426.8 ab	3.16 a-f	51.67 e	MCC392
0.19 ab	1.29 a-c	572.8 ab	3.83 a-d	83.00 a-d	MCC30
0.15 b-d	1.10 b-d	410.8 ab	3.00 b-f	64.00 a-e	MCC361
0.18 abc	1.03 b-e	383.2 ab	2.50 b-f	72.33 a-e	MCC405
0.18 abc	0.96 c-e	517.3 ab	3.33 a-e	92.33 a	MCC447
0.19 ab	0.99 c-e	544.0 ab	3.66 a-e	90.67 ab	MCC426
0.22 a	1.20 a-c	567.2 ab	3.42 a-e	90.00 ab	MCC126
					فراهمی رطوبت Non Stress:
0.12 b-d	0.58 ef	184.0 b	1.50 f	62.00 b-e	MCC4
0.16 a-d	0.96 c-e	576.7 ab	3.50 a-e	88.00 a-c	MCC358
0.14 b-d	1.14 a-d	507.3 ab	3.50 a-e	72.25 a-e	MCC76
0.12 b-d	0.51 f	308.5 ab	2.50 b-f	84.00 a-d	MCC392
0.11 c-d	0.91 c-f	470.8 ab	4.00a-c	83.50 a-d	MCC30
0.14 b-d	0.68 d-f	351.5 ab	2.05 b-f	75.50 a-e	MCC361
0.15 b-d	0.84 c-f	317.5 ab	2.75 b-f	72.00 a-e	MCC405
0.10 d	0.59 e-f	306.3 ab	3.00 a-f	57.50 b-e	MCC447
0.14 b-d	0.97 c-e	634.8 a	5.75 a	92.75 a	MCC426
0.19 ab	0.99 c-e	525.5 ab	2.75 b-f	69.00 a-e	MCC126

*: 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 $\alpha= 0.05$.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مربوط به ریشه ژنوتیپ‌های نخود درآزمایش سوم (مرحله تشکیل غلاف‌ها، پس از ۱۱۰۰ درجه روز رشد) در شرایط تنش خشکی و فراهمی رطوبت

Table 4. Mean values for root characteristics of chickpea genotypes in third experiment (podding stage, after 1100 GDD) in stress and non stress condition

چگالی ریشه (گرم بر سانتی‌مترمکعب) RDW/RV (g/cm^3)	نسبت ریشه به اندام‌هوایی Root/Shoot	وزن‌خشک ریشه (میلی‌گرم) Root dry weight (mg)	حجم ریشه (سانتی‌مترمکعب) Root volume (cm^3)	طول ریشه اصلی (سانتی‌متر) Tap root length (cm)	تیمار / ژنوتیپ Treatment /Genotype
					تنش خشکی
					Drought Stress:
0.10 c-f	0.55 de	265.5 ab	2.52 bc	96.37 ab*	MCC4
0.17 a-d	1.00 a-d	510.2 ab	3.13 bc	92.00 ab	MCC358
0.16 a-e	1.45 a	562.8 ab	3.35 bc	99.00 ab	MCC76
0.09 d-f	0.51 de	236.7 b	2.58 bc	94.05 ab	MCC392
0.14 a-f	0.87 b-e	370.3 ab	2.49 bc	97.17 ab	MCC30
0.21 a	1.02 a-d	507.8 ab	2.75 bc	96.00 ab	MCC361
0.14 a-f	1.26 ab	450.5 ab	3.00 bc	88.67 ab	MCC40
0.13 a-f	0.93 b-e	391.3 ab	2.83 bc	94.67 ab	MCC405
0.13 a-f	0.67 c-e	318.2 ab	2.63 bc	85.67 ab	MCC447
0.19 ab	1.11 a-c	515.2 ab	0.07 c	90.40 ab	MCC126
					فراهمی رطوبت
					Non Stress :
0.12 b-f	0.84 b-e	568.5 ab	4.77 a-c	99.67 ab	MCC4
0.11 b-f	0.88 b-e	674.3 a	8.00 ab	84.00 ab	MCC358
0.11 b-f	0.85 b-e	484.3 ab	10.67 a	75.75 b	MCC76
0.10 b-f	0.46 e	315.3 ab	3.067 bc	89.67 ab	MCC392
0.08 e-f	0.44 e	389.8 ab	4.52 ac	87.33 ab	MCC30
0.08 e-f	0.56 de	524.8 ab	7.00 ab	87.33 ab	MCC361
0.15 a-f	0.66 c-e	401.3 ab	3.83 a-c	90.67 ab	MCC405
0.18 a-f	0.93 b-e	521.5 ab	4.42 a-c	86.33 ab	MCC447
0.12 b-f	0.79 b-e	539.7 ab	6.60 a-c	87.00 ab	MCC426
0.07 f	0.50 de	583.3 ab	8.00 ab	106.0 a	MCC126

*: 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 $\alpha= 0.05$.

بدیهی است که این روند تا رسیدن گیاه به مراحل پایانی رشد و بلوغ فیزیولوژیکی ادامه می‌یابد و در این شرایط، انتظار خواهیم داشت که نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه مرتباً با طی شدن مراحل فنولوژی گیاه، کاهش یافته و در موقع رسیدگی و برداشت به حداقل مقدار خود برسد.

Krishnamurthy *et al.* (2003) در مطالعات خود روی گیاه نخود، کاهش نسبت ریشه به اندام هوایی را با رسیدن گیاه به مراحل انتهای رشد گزارش داده و تأیید کردند که دلیل اصلی کاهش نسبت فوق، تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی به‌خصوص به دانه‌های در حال رشد در مقایسه با ریشه‌ها می‌باشد.

اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ، تنها در مرحله گل‌دهی تأثیر معنی‌داری بر نسبت ریشه به اندام هوایی و چگالی ریشه داشت ($P<0.01$). با ادامه فنولوژی گیاه، صفات فوق در هر دو شرایط تنش خشکی و فراهمی رطوبت (شاهد) کاهش یافت که دلیل عمده‌ی آن همان‌طور که ذکر شد کاهش رشد ریشه در مقایسه با رشد اندام‌های هوایی می‌باشد. از نتایج این مطالعه و مطالعات دیگران (Gregory, 1988; Gupta, 1984; Singh *et al.*, 2000; Krishnamurthy *et al.*, 2003) چنین می‌توان استنباط کرد که نسبت‌های فوق در مرحله‌ی گل‌دهی و قبل از آن، بیشتر در کنترل عوامل درونی و استعدادی ژنتیکی گیاه است. در این مرحله، عوامل محیطی به‌ویژه تنش خشکی به‌عنوان یک محرک برای بیان استعدادهای ژنتیکی گیاه در ارتباط با میزان اختصاص به ریشه‌ها و اندام‌های هوایی ایفای نقش می‌کنند. بنابراین در مرحله گل‌دهی به دلیل وجود تنوع در قابلیت‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و نیز واکنش‌های متفاوت آنها به شرایط رطوبتی خاک، تفاوت‌های معنی‌داری را در نسبت‌های فوق شاهد هستیم. در ادامه‌ی مراحل فنولوژی گیاه و با شروع تشکیل غلاف‌ها و پُرشدن دانه‌ها، به تدریج نقش عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی در میزان اختصاص به اندام‌های هوایی و ریشه کاهش یافته و احتمالاً شرایط فیزیولوژیکی حاکم بر گیاه، مستقل از عوامل محیطی (عوامل محیطی در این زمان، تسریع‌کننده‌ی مراحل فنولوژی گیاه خواهند بود)

تعیین‌کننده‌ی مسیر انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌ها از جمله به دانه‌های در حال پُرشدن می‌باشد. راهبرد اخیر، راهبرد واحدی است که اغلب گونه‌های گیاهی از جمله نخود آن را در مراحل نهایی رشد و رسیدگی اتخاذ می‌کنند. مجموعه عوامل ذکر شده احتمالاً از دلایل اصلی معنی‌دار نبودن اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ از نظر نسبت‌های فوق در مراحل انتهایی رشد می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مربوط به ریشه ژنوتیپ‌های نخود در آزمایش چهارم (مرحله پُرشدن دانه‌ها پس از ۱۶۵۰ درجه روز رشد) در شرایط تنش خشکی و فراهمی رطوبت

Table 5. Mean values for root characteristics of chickpea genotypes in fourth experiment (seed filling stage, after 1650 GDD) in stress and non stress condition

چگالی ریشه (گرم بر سانتی‌مترمکعب) RDW/RV (g/cm^3)	نسبت ریشه به اندام‌هوایی Root/Shoot	وزن‌خشک ریشه (میلی‌گرم) Root dry weight (mg)	حجم ریشه (سانتی‌مترمکعب) Root volume (cm^3)	طول ریشه اصلی (سانتی‌متر) Tap root length (cm)	تیمار/ ژنوتیپ Treatment /Genotype
					تنش خشکی Drought Stress:
0.09 b-d	0.54 a	171.3 a	1.92 ef	86.67 c-e*	MCC4
0.11 b-d	0.49 a	230.8 f	2.002 ef	53.67 f	MCC358
0.11 b-d	0.87 a	324.8 ef	2.752 ef	86.33 de	MCC76
0.11 b-d	0.57 a	238.7 f	2.17 ef	75.67 ef	MCC392
0.11 b-d	0.50 a	221.7 f	2.00 ef	93.00 c-e	MCC30
0.19 ab	0.49 a	234.7 f	1.75 f	87.67 d-e	MCC361
0.11 b-d	0.44 a	270.8 f	2.33 ef	86.33 c-e	MCC405
0.11 b-d	0.49 a	292.3 f	2.50 ef	87.33 c-e	MCC447
0.11 b-d	0.44 a	353.5 d-f	3.25 ef	67.99 c-e	MCC426
0.11 b-d	0.62 a	274.3 f	2.50 ef	92.97 c-e	MCC126
					فراهمی رطوبت Non Stress:
0.10 b-d	0.74 a	1360 a	13.00 a	95.00 c-e	MCC4
0.05 cd	0.40 a	944.2 bc	11.75 ab	125.5 a	MCC358
0.08 cd	0.84 a	655.7 bcd	9.87 abc	126.5 a	MCC76
0.14 a-d	0.75 a	652.5 bcd	7.12 b-d	111.5 a-c	MCC392
0.23 a	0.55 a	629.8 cde	4.87 d-f	102.5 b-d	MCC30
0.08 c-d	0.32 a	972.0 b	10.75 ab	105.0 a-d	MCC361
0.04 d	0.20 a	800.5 bc	8.00 b-d	113.0 a-c	MCC405
0.15 a-c	0.71 a	771.5 bc	8.75 a-c	114.0 a-c	MCC447
0.11 b-d	0.48 a	134.2 f	13.38 a	125.0 a	MCC426
0.14 a-d	0.53 a	655.0 bcd	6.00 c-e	119.5 ab	MCC126

*: 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 $\alpha= 0.05$.

Singh *et al.* (2000) در مطالعه نسبت ریشه به اندام هوایی در ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم به خشکی اظهار داشتند که نسبت ریشه به اندام هوایی در ژنوتیپ‌های حساس به خشکی نخود در مراحل اولیه رشد برابر ۰/۰۵ بود و این نسبت تا انتهای بلوغ فیزیولوژیک گیاه، تقریباً ثابت باقی ماند، امّا در ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، این نسبت در مراحل اولیه رشد بیش از ۰/۳۰ تا ۰/۳۵ بود و تا انتهای گل‌دهی، کاهش نامحسوسی پیدا کرد ولی پس از آن به‌تدریج تا بلوغ فیزیولوژیک به ۰/۰۵ کاهش یافت. این محققان تأکید کردند که نسبت ریشه به اندام هوایی در ژنوتیپ‌های قرارگرفته در شرایط تنش خشکی و فراهمی رطوبت، هر دو تا رسیدن گیاه به مرحله بلوغ کاهش یافتند و در موقع برداشت نسبت فوق در تمامی تیمارهای مورد بررسی برابر ۰/۰۵ بود. در این مطالعه ژنوتیپ‌هایی که نسبت ریشه به اندام هوایی آنها در ابتدای فصل برابر ۰/۰۵ بود، رطوبت ذخیره‌شده در منطقه‌ی ریشه آنها به دلیل رشد سریع‌تر و بیشتر اندام‌های هوایی نسبت به ریشه، سریع‌تر تخلیه شد و ژنوتیپ‌ها در مراحل بعدی رشد با تنش خشکی شدید مواجه شدند.

نتیجه‌گیری

معمولاً نخود در مناطقی کشت می‌شود که رطوبت خاک محدودکننده و با خشکی انتهای فصل همراه است. زمین‌های این مناطق معمولاً از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، نامناسب هستند. در چنین مناطقی سیستم ریشه‌ای مناسب برای جذب حداکثر آب محدود موجود در خاک می‌تواند در ثبات عملکرد مؤثر باشد. این خاصیت تنها از طریق

مکانیسم‌های سازگاری مرتبط با ریشه و اندام‌های هوایی حاصل خواهد شد. در این بررسی نسبت ریشه به اندام هوایی گیاه در واکنش به تنش خشکی تا انتهای گل‌دهی، افزایش یافت که احتمالاً به کاهش بیشتر رشد اندام‌های هوایی نسبت به ریشه‌ها در این مرحله مربوط می‌شود ولی نسبت فوق در این مرحله در تیمار شاهد، تقریباً ثابت بود. با گذشت زمان، نسبت فوق در هر دو تیمار تا انتهای فصل کاهش یافت که دلیل اصلی آن اتخاذ راهبرد واحدی است که گیاهان تحت تأثیر هر دو تیمار آن را اتخاذ می‌نمایند و آن، اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی در مراحل پایانی رشد می‌باشد.

بررسی‌ها در این مطالعه نشان داد در مراحل اولیه رشد (گل‌دهی و قبل آن) ویژگی‌های ریشه بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی است ولی با گذشت زمان و افزایش دوره تنش خشکی نقش عوامل ژنتیکی به‌تدریج کاهش یافته و عوامل محیطی نقش مؤثری در بروز استعدادهای ژنتیکی ژنوتیپ‌ها دارند. ژنوتیپ‌ها به اقتضای الگوی رشدی متفاوت در مراحل مختلف فنولوژی به‌ویژه پس از مرحله گل‌دهی، از نظر ویژگی‌های ریشه و اندام‌های هوایی، واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند و یک روند منطقی از نظر تغییر کمّی صفات مورد بررسی در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. بنابراین در طرّاحی راهبردهای ژنتیکی برای غلبه بر اثرات تنش خشکی لازم است که تفاوت‌های ژنتیکی در الگوی رشد ریشه مورد توجه قرار گیرد و گزینش برای یک صفت خاص با توجه به شرایط محیطی در مرحله‌ای از فنولوژی گیاه انجام شود که صفت مذکور در آن مرحله دارای بیشترین تأثیرگذاری در رشد و عملکرد گیاه است.

منابع

1. Ali-khan, S.T., and Snoad, B. 1977. Root and shoot development in peas. I. Variability in seven root and shoot characters of seedlings. Ann. Appl. Biol. 85: 131-136.
2. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., and Parsa M. 1997. Chickpea, Agronomy and Breeding, Jahad Daneshgahi Mashhad Publisher (Translated).
3. 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.
4. Gregory, P.J. 1988. Root growth of chickpea, faba bean, lentil and pea and effcets of water and salt stresses. p. 857-867. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer Academic Publishers.
5. Gupta, U.S. 1984. Crop improvement for drought resistance. Curr. Agric. 8: 1-15.
6. Harris, G.A., and Campbell, G.S. 1989. Automated quantification of roots using a simple image analyzer. Agron. J. 81: 935-938.
7. Huang, B., and Gao, H. 2000. Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivar. Crop Sci. 40: 196-203.
8. Hussain, M.M., Reid, J.B., Othman, H., and Gallagher, Y.N. 1990. Growth and water use of faba beans (*Vicia faba*) in a sub-humid climate. I. Root and shoot adaptation to drought stress. Field Crop Research 23: 1-17.
9. ICRISAT. 1990. Annual Report. Patancheru. India. ICRISAT.
10. Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., and Upadhyaya, H.D. 2003. Genetic diversity of drought avoidance root triats in the mini-core germplasm collection of chickpea. International Chickpea and Pigeonpea Newsletters 10: 21-24.
11. Neumann, P.M. 1995. The role of cell wall adjustment in plant resistance to water deficits. Crop Sci. 35: 1258-1266.
12. Pardo, A., Amato, M., and Chiaranda, F.Q. 2000. Relationships between soil structure, root distribution and water uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant growth and water distribution. Euro. J. of Agron. 13: 39-45.
13. Saxena, M.P. 2003. Manangement of Agricultural Drought: Agronomic and Genetic Options. Science Publishers, INC.
14. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1993. Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legume. Johan Wiley and Sons Publisher.
15. Singh. D.N., Massod Ali, R.I., and Basu. P.S. 2000. Genetic variation in dry matter partitioning in shoot and root influences of chikpea to drought. 3rd International Crop Science Congress 2000. Hamburg-Germany. p. 230.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 101-110

Evaluation of morphological characteristics of root chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to drought stress

Ganjeali [1*], A. & Bagheri[2], A.

1- Contribution from Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contribution from College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 22 July 2009
Accepted: 5 January 2010

Abstract

In dry region, root systems play a major roll in controlling plant growth and yield due to their importance in absorbtion of water and nutrients. In order to evaluate the morphological characteristics of root chickpea and obtaining proper morphological makers for screening drought resistant genotypes, four experiments were conducted in different phenological stages of growth including, seedling, flowering, podding and seed filling stages. Ten conventional Iranian genotypes of chickpea with different geographical regions were selected from Mashhad Chickpea Collection. Except in seedling stage, genotypes were grown in drought stress (25% field capacity) and control (field capacity) conditions. Experiments were arranged in a factorial based on randomized complete block design with three replications. In seedling stage, significant differences were found among genotypes for root traits. The value of RA, RV, RDW and TRL was highest in MCC358 genotype, however R/S ratio was highest in MCC30 genotype. Despite that drought and genotype intraction had not significant effects on tap root length in flowering and podding stages but in seed filling stage, drought stress decreased tap root length significantly compared to control. R/S ratio increased up to flowering stage in response to drought stress. This result was related to decrease in shoot growth compared to the root. We didn't find uniform changes for root traits at different growth stages among the genotypes for introducing high performance genotypes throughout the growing season. So, in order to screen, selection must be done at the phenology of growth, which is most effective.

Key word: Chickpea, Drought stress, Root, Root/Shoot ratio

[*]**Corresponding Author:** E-mail: ganjeali@um.ac.ir, Tel.: 0511-8788216, Fax: 0511-8787670

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۱۲۲-۱۱۱، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 111-122

ارزیابی کارآیی علف‌کش ایمازتاپیر برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

سیدکریم موسوی[1*]، سیدحسین ناظر کاخکی[2]، محمدرضا لک[3]، رضا طباطبایی[4] و دلاور بهروزی[5]

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان

۲، ۳، ۴ و ۵- به‌ترتیب محققان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، مرکزی، اصفهان و چهارمحال و بختیاری

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۳/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۰/۱۶

چکیده

آزمایش ارزیابی کارآیی علف‌کش ایمازتاپیر برای کنترل علف‌های‌هرز کشت لوبیا طی سال ۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۹ تیمار و ۴ تکرار در استان‌های زنجان، مرکزی، اصفهان و چهارمحال و بختیاری اجرا شد. در این آزمایش‌ها، کارآیی کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک، پیش‌رویشی و پس‌رویشی علف‌کش ایمازتاپیر در مقادیر مختلف در مقایسه با علف‌کش‌های رایج تری‌فلورالین، اتان فلورالین و بنتازون مورد ارزیابی قرار گرفت. در استان زنجان بیشترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز نسبت به شاهد بدون کنترل به میزان ۹۱ درصد به تیمار کاربرد پیش‌رویشی به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان مربوط بود. در استان مرکزی نیز تراکم علف‌هرز برای تیمار یادشده کمتر از سایر تیمارها بود. کاربرد پیش‌کاشت، پیش‌رویشی و پس‌رویشی ایمازتاپیر در مقادیر مورد آزمایش، فاقد اثرات گیاه‌سوزی پایدار روی لوبیا بود. کاربرد ایمازتاپیر به صورت پس‌رویشی کارآیی چندانی در کنترل علف‌های‌هرز نداشت. هرچند تأثیر کنترلی ایمازتاپیر روی جمعیت علف‌های‌هرز در سطح عالی نبود اما با توجه به محدودیت شدید گزینه‌های علف‌کش در دسترس لوبیاکاران به نظر می‌رسد پس از مطالعات بیشتر در زمینه اثرات کنترلی آن روی گونه‌های علف‌هرز غالب کشور و همچنین کسب آگاهی درباره اثرات باقی‌مانده آن در خاک می‌توان نسبت به معرفی این علف‌کش برای مدیریت علف‌های‌هرز در سطح مزارع لوبیا اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، علف‌های‌هرز، علف‌کش ایمازتاپیر (پرسویت)

مقدمه

کاهش عملکرد لوبیا بر اثر تداخل علف‌های‌هرز تا ۹۶درصد نیز گزارش شده است. این موضوع، گویای اهمیت مدیریت علف‌های هرز این محصول است (Amador-Ramirez *et al*., 2001). البته میزان کاهش عملکرد بسته به گونه‌ی علف‌هرز، تراکم علف‌هرز و زمان رویش علف‌هرز، متفاوت است (Chikoye *et al*., 1995).

با وجود برخی مشکلات زیست‌محیطی که برای علف‌کش‌ها ذکر شده است، این ترکیبات هنوز از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز محسوب می‌شوند (Zimdahl, 1999). علف‌کش‌ها از جمله نهاده‌های مهم و ضروری نظام‌های کشاورزی کشورهای پیشرفته محسوب می‌شوند و بخش قابل‌توجهی از عملکرد محصولات زراعی این کشورها مرهون مصرف آنهاست (Powel *et al*., 1997). در کشور ایران تاکنون هفت علف‌کش تری‌فلورالین، اتال‌فلورالین، لاسو، داکتال، ارادیکان، بازاگران و گالانت برای لوبیا به ثبت رسیده است (Zand *et al*., 2007). نبود راه‌کاری برای کنترل مؤثر علف‌های‌هرز طی تمامی فصل رشد منجر به معرفی علف‌کش ایمازتاپیر برای زراعت لوبیا شده است. کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک، پیش‌رویشی یا پس‌رویشی ایمازتاپیر از گروه علف‌کش‌های ایمیدازولینون‌ها به طور مؤثری سبب کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ در کشت سویا و سایر گیاهان زراعی خانواده نیام‌داران می‌شود (Arnold *et al*., 1993). در ارزیابی دیگر کاربرد ایمازتاپیر همراه با متولاکلر، پندیمتالین، تری‌فلورالین یا اپتام به خوبی موجبات کنترل علف‌های‌هرز را فراهم آورد (Arnold *et al*., 1996).

در ارزیابی کارایی کاربرد ایمازتاپیر در کشت لوبیای سیاه اظهار شده است که کاربرد پیش‌کاشت و پیش‌رویشی ایمازتاپیر به تنهایی یا همراه با اس- متولاکلر نیازمند مراقبت جدی برای جلوگیری از هم‌پوشانی سمپاشی است زیرا در برخی شرایط محیطی بر اثر کاربرد مقادیر زیاد علف‌کش امکان آسیب به گیاه‌زراعی وجود دارد (Soltani *et al*., 2004). کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین در تلفیق با کاربرد پس‌رویشی مقادیر کاهش‌یافته‌ی ایمازتاپیر سبب کنترل مناسب

* **نویسنده مسئول:** خرم‌آباد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، تلفن: ۰۶۶۱-۲۲۰۱۰۰۵
نمابر: ۰۶۶۱-۲۲۰۲۲۰۲، پُست الکترونیک: skmousavi@gmail.com

علف‌های‌هرز شد (Blackshaw *et al.*, 2000). تیمارهای مشتمل بر کاربرد ایمازتاپیر نقش بهتری در کنترل علف‌هرز توق داشتند (Johnson *et al.*, 1998).

علف‌کش ایمازتاپیر از گروه ایمیدازولینون‌هاست که قادر به کنترل اویارسلام و برخی گونه‌های کشیده‌برگ یک‌ساله است. کاربرد پیش‌رویشی یا پس‌رویشی ایمازتاپیر به طور مؤثری بسیاری از گونه‌های پهن‌برگ مشکل‌ساز را کنترل می‌نماید (Klingman *et al.*, 1992; Nelson & Renner, 2002). تحمل سویا و بادام‌زمینی در مقایسه با گونه‌های علف‌هرز حساس به ایمازتاپیر به سرعت متابولیسم آن نسبت داده شده است (Cole *et al.*, 1989).

بررسی کارآیی کاربرد پیش‌کاشت، پیش‌رویشی و پس‌رویشی علف‌کش ایمازتاپیر با مقادیر مختلف در کنترل علف‌های‌هرز لوبیا از جمله اهداف این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

آزمایش ارزیابی کارآیی علف‌کش ایمازتاپیر در کنترل علف‌های‌هرز کشت لوبیا طی سال ۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۹ تیمار و ۴ تکرار در استان‌های زنجان، مرکزی، اصفهان و چهارمحال و بختیاری اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: (۱) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین به مقدار ۲ لیتر در هکتار؛ (۲) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین به مقدار ۳ لیتر در هکتار؛ (۳) کاربرد پس‌رویشی بنتازون به مقدار ۳ لیتر در هکتار؛ (۴) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین به مقدار ۲ لیتر در هکتار + کاربرد پس‌رویشی بنتازون به مقدار ۳ لیتر در هکتار؛ (۵) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین به مقدار ۳ لیتر در هکتار + کاربرد پس‌رویشی بنتازون به مقدار ۳ لیتر در هکتار؛ (۶) شاهد وجین دستی علف‌های‌هرز طی فصل رشد؛ (۷) و (۸) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر با مقادیر ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار؛ (۹) و (۱۰) کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر با مقادیر ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار؛ (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر با مقادیر ۰/۵، ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار؛ (۱۴) و (۱۵) کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ و ۰/۷ لیتر در هکتار همراه با مویان سیتوگیت به نسبت ۵ در هزار؛ (۱۶) کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار + کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار همراه با مویان سیتوگیت به نسبت ۵ در هزار؛ (۱۷) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین به مقدار ۳ لیتر در هکتار + کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار همراه با مویان سیتوگیت به نسبت ۵ در هزار؛ (۱۸) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین به مقدار ۲ لیتر در هکتار + کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار همراه با مویان سیتوگیت به نسبت ۵ در هزار؛ (۱۹) کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۱ لیتر در هکتار + کاربرد پس‌رویشی بنتازون به مقدار ۳ لیتر در هکتار بود. مشخصات علف‌کش‌های مورد آزمایش در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- مشخصات علف‌کش‌های مورد آزمایش

Table 1. Profile of herbicide tested

نام عمومی Generic name	نام تجاری Trade name	فرمولاسیون Herbicide formulation	نحوه کاربرد Method of application	میزان مصرف (مقدار ماده تجاری در هکتار) Rate
ایمازتاپیر Imazethapyr	پرسویت Pursuit	مایع حل‌شونده در آب ۱۰ درصد SL 10%	پیش‌کاشت آمیخته با خاک PPI	0.7 or 1 L/ha
			پیش‌رویشی PRE	0.7 or 1 L/ha
			پس‌رویشی POST	0.5, 0.7 or 1 L/ha
اتال‌فلورالین Ethalfluralin	سونالان Sonalan	امولسیون ۳۳/۳ درصد EC 33.3%	پیش‌کاشت آمیخته با خاک PPI	3 L/ha
تری‌فلورالین Trifluralin	ترفلان Treflan	امولسیون ۴۸ درصد EC 48%	پیش‌کاشت آمیخته با خاک PPI	2 L/ha
بنتازون Bentazon	بازاگران Bazagran	مایع حل شونده در آب ۴۸ درصد SL 48%	پس‌رویشی POST	3 L/ha

عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک‌زنی برای خُردکردن کلوخه‌ها و تسطیح زمین با ماله بود. عرض هر کرت ۳ متر و طول کرت ۱۱ متر در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایش از نظر طولی به دو قسمت ۵ متری با فاصله یک‌متری تقسیم شد. قسمت بالایی هر کرت سمپاشی نمی‌شد و شاهد همان کرت بود (Baghestani *et al.*, 2006). در زنجان، لوبیاچیتی رقم تلاش در خاکی با بافت رسی‌لومی روی پشته‌هایی با فاصله ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بذور ۸ سانتی‌متر در تاریخ ۱۳۸۵/۰۲/۳۱کاشته شد. در خمین، لوبیاچیتی محلی خمین در خاکی با بافت لومی‌رسی روی پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بذور ۱۰ سانتی‌متر در تاریخ ۱۳۸۵/۰۳/۲۷ کاشته شد. در اصفهان، لوبیاچیتی محلی در خاکی با بافت رسی‌شنی روی پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بذور ۲۰ سانتی‌متر در تاریخ ۱۳۸۵/۰۲/۱۴ کاشته شد. در چهارمحال و بختیاری، لوبیاچیتی رقم تلاش در خاک با بافت رسی‌شنی روی ردیف‌های با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بذور روی ردیف در تاریخ ۱۳۸۵/۰۳/۲۰ کاشته شد.

در مورد تیمارهای پیش‌کاشت آمیخته با خاک، پس از سمپاشی از شن‌کش برای اختلاط علف‌کش با خاک استفاده شد. سمپاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی ماتابی با نازل بادبزنی کالیبره شده بر اساس پاشش ۳۰۰ لیتر آب در هکتار انجام شد. پیش از سمپاشی پس‌رویشی در قسمت پایینی هر کرت (بخشی که تحت تیمار علف‌کش قرار می‌گرفت) یک کادر ۱×۱ متری نصب گردید. در سه مرحله، پیش از سمپاشی پس‌رویشی و به فواصل ۱۵ و ۳۰ روز بعد از آن، در کادرهای یادشده، شمارش علف‌های‌هرز به تفکیک گونه و ارزیابی چشمی تأثیرگذاری علف‌کش‌ها به روش استاندارد انجمن علوم علف‌هرز اروپا (نمره‌دهی در دامنه ۱ تا ۹ که در آن نمره ۱ گویای فقدان اثرات گیاه‌سوزی روی گیاه زراعی و نمره ۹ به معنای نابودی کامل گیاه زراعی؛ در مورد علف‌های‌هرز نمره ۱ به معنای نابودی کامل و نمره ۹ به معنای بی‌تأثیر بودن علف‌کش) صورت گرفت (Sandral *et al.*, 1997). به فاصله ۱۵ و ۳۰ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، زیست‌توده علف‌های‌هرز در دو بخش تیمار شده و تیمار نشده با نمونه‌برداری از سطح ۳ کادر ۰/۴×۰/۲۵متری در هر نیم‌کرت اندازه‌گیری شد. تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز مربوط به سه کادر یادشده به تفکیک گونه، شمارش و اندازه‌گیری شد.

جدول۲ - فهرست مهم‌ترین علف‌های‌هرز شایع در مناطق مختلف آزمایش

Table 2. List of weed species in different regions

نام فارسی Farsi name	نام علمی Scientific name	منطقه Region			
		چهارمحال و بختیاری Chaharmahal va Bakhtiari	اصفهان Esfahan	مرکزی Markazi	زنجان Zanjan
تاج خروس	*Amaranthus* spp.	+	+	+	+
ازمک	*Cardaria draba*	-	+	-	-
سلمه‌تره	*Chenopodium album*	+	+	+	+
خارلته	*Cirsium arvense*	-	+	-	+
پیچک صحرایی	*Convolvolus arvensis*	+	+	-	+
تاتوره	*Datura stramonium*	-	-	+	-
سوروف	*Echinochloa crus-galli*	-	+	+	-
شیرشیرک	*Euphorbia* spp.	-	-	-	+
کاهوی خاردار	*Lactuca serriola*	-	-	-	+
پنیرک	*Malva* spp.	-	+	-	-
علف هفت‌بند	*Polygonum arvensis*	-	-	-	+
خرفه	*Portulaca oleracea*	-	+	-	+
ارزنی	*Setaria* spp.	-	+	-	+
تاجریزی	*Solanum nigrum*	-	+	+	+
شیرتیغی	*Sonchus* spp.	+	-	+	+
قیاق	*Sorghum halepens*	-	-	-	+
شنگ	*Tragopogon* sp.	+	-	-	+
خارخسک	*Tribolus terrestris*	-	+	-	-
توق	*Xanthium* spp.	-	-	-	+

در کرت‌های مربوط به تیمار شاهد عاری از علف‌هرز از وجین دستی برای حذف علف‌های‌هرز طی فصل رشد استفاده شد. عملیات کوددهی، آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی و ... مطابق با دستورالعمل‌های فنی کشت لوبیا اعمال گردید. در پایان فصل و عملکرد دانه لوبیا در هر نیم‌کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای اندازه‌گیری شد. در مورد برخی داده‌ها به دلیل بالا بودن غیریکنواختی، پیش از آنالیز واریانس، تبدیل مناسب (جذری یا لگاریتمی) صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

فهرست مهم‌ترین گونه‌های علف‌هرز شایع در سطح مزارع آزمایشی مربوط به هر یک از مناطق در جدول ۲ ذکر شده است. گونه‌های تاج‌خروس و سلمه‌تره، در سطح مزارع آزمایش هر چهار استان مشاهده شد. تاج‌ریزی، پیچک صحرایی و خارلته از دیگر گونه‌های با فراوانی بالا بودند.

تراکم علف‌های‌هرز

در استان زنجان به فاصله ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، پایین‌ترین سطح تراکم علف‌های‌هرز (۲۸ بوته در مترمربع) به تیمار کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی آن به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان مربوط بود. در بین تیمارهای علف‌کش، حداکثر تراکم علف‌های‌هرز (۲۸۵ بوته در مترمربع) به تیمار کاربرد پس‌رویشی بنتازون تعلق داشت. پس از گذشت ۳۰ روز از سمپاشی پس‌رویشی، کمترین سطح تراکم علف‌های‌هرز به تیمار کاربرد پیش‌رویشی به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار مربوط بود (جدول ۳). کمترین سطح تراکم علف‌هرز سلمه‌تره در تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۱ و ۰/۷ لیتر در هکتار و کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی آن به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان مشاهده شد.

جدول ۳- تراکم علف‌های‌هرز به فاصله ۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی در استان‌های زنجان، مرکزی و اصفهان
Table 3. Density of weeds in Zanjan, Markazi and Esfahan provinces in intervals of 15 and 30 days after post-emergence herbicide application

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	مقدار علف‌کش Herbicide rate (L/ha)	تراکم علف‌هرز (تعداد بوته در مترمربع) Weed density (Plants/m²)					
		اصفهان Esfahan		مرکزی Markazi		زنجان Zanjan	
		۳۰ روز 30 days	۱۵ روز 15 days	۳۰ روز 30 days	۱۵ روز 15 days	۳۰ روز 30 days	۱۵ روز 15 days
Trifluralin PPI	2	17 gh	21 abcde	416 bcd	267 abc	213 abc	213 abc
Ethalfluralin PPI	3	21 fg	21 abcd	366 bcde	261 abcd	129 cde	129 cde
Bentazon POST	3	20 fg	20 abcde	827 a	545 a	314 a	284 a
Trifluralin PPI+ Bentazon POST	2+3	14 h	20 bcde	365 bcdef	222 bcdef	117 abcde	96 abcde
Ethalfluralin PPI+ Bentazon POST	3+3	14 h	16 e	290 cdefg	200 cdefg	187 abc	173 abc
Imazethapyr PPI	0.7	22 ef	22 abcd	854 a	560 a	279 ab	279 abc
	1	31 abc	31 a	600 ab	472 ab	170 abcd	170 abcd
Imazethapyr PRE	0.7	30 abc	26 abcd	502 abc	406 abc	101 abcde	101 abcd
	1	26 cde	28 ab	426 bcd	277 abc	49 de	49 de
Imazethapyr POST	0.5	30 abc	29 ab	382 bcde	246 bcde	264 ab	196 abc
	0.7	35 a	26 abcd	594 abc	467 abc	193 abcde	221 ab
	1	32 ab	26 abcd	274 defg	136 gh	223 ab	176 bcde
Imazethapyr+Surfactant POST	0.5	25 def	26 abcd	190 fg	121 defgh	217 ab	176 abc
	0.7	28 bcd	28 abc	230 efg	110 efgh	243 ab	195 abc
Imazethapyr PRE+ Imazethapyr+Surfactant POST	0.5+0.5	28 bcd	28 abcd	239 defg	70 h	43 e	28 e
Ethalfluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	3+0.5	22 ef	18 de	177 g	86 h	160 bcde	122 abcde
Trifluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	2+0.5	20 fg	21 abcd	246 fg	132 fgh	58 cde	41 de
Imazethapyr PRE+ Bentazon POST	1+3	16 gh	19 cde	348 cdefg	249 cdefg	65 cde	49 de

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 $\alpha = 0.05$.

در استان مرکزی، پایین‌ترین سطح تراکم علف‌های‌هرز به تیمار کاربرد پیش‌رویشی به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر به همراه مویان مربوط بود. علف‌کش‌های پیش‌کاشت رایج تری‌فلورالین و اتال‌فلورالین در تلفیق با کاربرد پس‌رویشی بنتازون یا ایمازتاپیر از نظر تراکم علف‌های‌هرز در سطح تیمار برتر بودند. تراکم علف‌های‌هرز برای تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ یا ۰/۷ لیتر در هکتار همراه مویان و کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار همراه با مویان تفاوت معنی‌داری با تیمار برتر نداشت. بالاترین سطح تراکم علف‌های‌هرز به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ یا ۱ لیتر در هکتار و کاربرد پس‌رویشی بنتازون مربوط بود. در کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار تراکم علف‌های‌هرز در شرایط استفاده از مویان به طور معنی‌داری کمتر از کاربرد علف‌کش بدون مویان بود. پس از گذشت ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی در بین تیمارهای علف‌کش، کمترین سطح تراکم علف‌هرز به تیمار کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان مربوط بود. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار و کاربرد پس‌رویشی بنتازون، بالاترین سطح تراکم علف‌های‌هرز را داشتند (جدول ۳).

در استان اصفهان به فاصله ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی بالاترین سطح تراکم علف‌های‌هرز به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت، پیش‌رویشی و پس‌رویشی ایمازتاپیر به تنهایی مربوط بود. پایین‌ترین سطح تراکم علف‌های‌هرز نیز به تیمار کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون تعلق داشت. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پس‌رویشی بنتازون به تنهایی و کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به تنهایی از نظر تراکم علف‌هرزتفاوت معنی‌داری با تیمار برتر نداشتند. در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی در بین تیمارهای علف‌کش، بیشترین سطح تراکم علف‌هرز به تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۷ لیتر در هکتار مربوط بود. تراکم علف‌های‌هرز برای تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ و ۱ لیتر در هکتار، کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به مقدار ۱ لیتر در هکتار و کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار تفاوت معنی‌داری با تیمار دارای بالاترین سطح تراکم علف‌هرز نداشت. کمترین تراکم علف‌هرز به تیمار کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون مربوط بود. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون و کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین از نظر تراکم علف‌هرز، تفاوت معنی‌داری با تیمار کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون نداشتند (جدول ۳).

در استان چهارمحال و بختیاری در ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی در بین تیمارهای علف‌کش، بالاترین سطح تراکم علف‌هرز سلمه‌تره به تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار مربوط بود. کمترین سطح تراکم علف‌هرز سلمه‌تره به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار و کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون تعلق داشت. پایین‌ترین سطح تراکم علف‌هرز به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار مربوط بود. در بین تیمارهای علف‌کش بالاترین سطح تراکم گونه‌های علف‌هرز به تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار مربوط بود (جدول ۴).

بر مبنای ارزیابی به فاصله ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، پایین‌ترین سطح تراکم علف‌هرز سلمه‌تره به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار مربوط بود. بالاترین سطح تراکم علف‌هرز نیز به تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر تعلق داشت. پایین‌ترین سطح تراکم علف‌های‌هرز به تیمار کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار مربوط بود. بالاترین سطح تراکم علف‌های‌هرز نیز به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر با مقادیر ۰/۵، ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار و تیمار کاربرد پس‌رویشی بنتازون تعلق داشت (جدول ۴). به عبارتی بالاترین سطح تراکم علف‌هرز به تیمارهای مشتمل بر کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌ها به تنهایی اختصاص داشت.

کاهش تراکم علف‌هرز تا سطح ۸۸ درصد برای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر در سویا گزارش شده است (Hart *et al.*, 1997) در حالی که در پژوهشی دیگر (Amador-Ramirez *et al.*, 2001) تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به‌علاوه بنتازون فقط به میزان ۶۲ درصد موجب کاهش تراکم علف‌های‌هرز شد. اختلاف نتایج ممکن است به تفاوت گونه‌های علف‌هرز مربوط باشد.

جدول ۴- تراکم علف‌های‌هرز در آزمایش استان چهارمحال و بختیاری

Table 4. Density of weeds in Chaharmahal va Bakhtiari province in intervals of 15 and 30 days after post-emergence herbicide application

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	مقدار علف‌کش Herbicide rate (L/ha)	تراکم علف‌هرز (تعداد بوته در مترمربع) Weed density (Plants/m^2)			
		۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس رویشی 30 days		۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس رویشی 15 days	
		کل علف‌های‌هرز Weeds	سلمه‌تره Lamb's squarters	کل علف‌های‌هرز Weeds	سلمه‌تره Lamb's squarters
Trifluralin PPI	2	8.3 abc	2.0 cdefg	12.8 abcd	2.0 cdefg
Ethalfluralin PPI	3	4.3 abcd	1.0 fgh	9.3 abcd	1.0 fg
Bentazon POST	3	8.8 ab	4.5 abc	8.0 abcd	3.5 abcde
Trifluralin PPI+ Bentazon POST	2+3	6.5 abc	2.5 bcdefg	17.3 a	4.3 bcdef
Ethalfluralin PPI+ Bentazon POST	3+3	6.5 abc	1.5 efgh	8.0 bcdef	1.0 fg
Imazethapyr PPI	0.7	1.0 e	0.0 h	2.0 f	0.3 g
	1	2.5 de	0.0 h	3.5 ef	0.5 fg
Imazethapyr PRE	0.7	5.3 cde	2.0 defg	6.8 def	2.8 bcdef
	1	3.3 bcde	1.3 defg	11.3 abcd	4.5 abcde
Imazethapyr POST	0.5	12.0 a	5.8 ab	20.0 abc	15.0 a
	0.7	10.8 a	6.5 a	23.5 a	10.3 ab
	1	14.5 ab	6.8 ab	24.8 abc	12.3 abc
Imazethapyr+Surfactant POST	0.5	8.5 abc	4.3 abcd	18.0 ab	9.3 abc
	0.7	7.3 abc	5.0 abc	10.5 abcd	6.5 abcd
Imazethapyr PRE+ Imazethapyr+Surfactant POST	0.5+0.5	4.3 abcd	3.3 abcde	8.0 abcde	3.0 bcdef
Ethalfluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	3+0.5	3.8 abcde	2.8 abcdef	7.5 abcde	2.0 defg
Trifluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	2+0.5	9.0 abc	4.5 abcde	13.8 abcd	4.0 bcdef
Imazethapyr PRE+ Bentazon POST	1+3	4.3 abcd	0.5 gh	7.0 cdef	1.5 efg

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

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

درصد کاهش وزن‌خشک علف‌های‌هرز

در استان زنجان بیشترین درصد کاهش وزن‌خشک علف‌های‌هرز نسبت به نیمه‌ی شاهد سم‌پاشی نشده به میزان ۹۱ درصد به تیمار کاربرد پیش‌رویشی به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان مربوط بود. تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۱ لیتر در هکتار، کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون نیز در مقایسه با بخش‌های شاهد بدون کنترل موجبات کاهش بیش از ۸۰ درصد وزن خشک علف‌های‌هرز را فراهم آوردند (جدول ۵).

در استان چهارمحال بختیاری بر مبنای ارزیابی پس از گذشت ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی در بین تیمارهای علف‌کش، بالاترین سطح کاهش ماده خشک به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار و تیمار کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون تعلق داشت. درصد کاهش ماده خشک جمعیت علف‌هرز برای تیمارهای یادشده بیش از ۹۵ درصد بود. در بین تیمارهای علف‌کش کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار، ضعیف‌ترین تیمار از نظر کاهش ماده خشک جمعیت علف‌های‌هرز در مقایسه با نیمه‌ی شاهد سم‌پاشی نشده بود. بر اساس ارزیابی به فاصله ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار و تیمار کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار کاهش ۹۵ درصد و تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار، کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد

پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان، کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین و تیمار کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار کاهش بیش از ۸۰ درصد تولید ماده خشک جمعیت علف‌هرز را در پی داشتند. کمترین سطح کاهش ماده خشک علف‌های‌هرز نسبت به شاهد سم‌پاشی نشده به تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر مربوط بود (جدول ۵).

جدول ۵- درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز در استان‌های زنجان و چهارمحال و بختیاری
Table 5. Weed biomass reduction% in Chaharmahal va Bakhtiari and Zanjan provinces

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	مقدار علف‌کش Herbicide rate (L/ha)	درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز Weed biomass reduction%		
		چهارمحال بختیاری Chaharmahal va Bakhtiari		زنجان Zanjan
		۳۰ روز 30 days	۱۵ روز 15 days	
Trifluralin PPI	2	75.82 a	77.72 abc	48.31 e
Ethalfluralin PPI	3	83.85 a	83.90 abc	55.40 cde
Bentazon POST	3	83.90 a	76.57 abc	52.72 de
Trifluralin PPI+ Bentazon POST	2+3	75.20 a	66.65 bcd	71.84 abcde
Ethalfluralin PPI+ Bentazon POST	3+3	66.15 ab	75.85 abc	72.76 abcde
Imazethapyr PPI	0.7	57.05 ab	67.38 bcd	62.78 bcde
	1	63.10 a	73.72 abcd	74.27 abcde
Imazethapyr PRE	0.7	67.42 a	45.22 d	77.46 abcde
	1	94.50 a	99.30 a	88.26 ab
Imazethapyr POST	0.5	79.83 a	97.80 a	71.61 abcde
	0.7	37.63 b	65.50 cd	73.49 abcde
	1	56.80 ab	81.78 abc	79.63 abc
Imazethapyr+Surfactant POST	0.5	85.47 a	98.57 a	52.54 de
	0.7	95.43 a	95.93 ab	65.20 abcde
Imazethapyr PRE+ Imazethapyr+Surfactant POST	0.5+0.5	64.75 ab	95.68 ab	90.97 a
Ethalfluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	3+0.5	57.80 ab	75.78 abc	81.54 abc
Trifluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	2+0.5	77.95 a	74.03 abcd	84.43 ab
Imazethapyr PRE+ Bentazon POST	1+3	78.60 a	85.47 abc	80.84 abc

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 $\alpha= 0.05$.

ارزیابی چشمی اثرات کنترلی علف‌کش‌ها روی علف‌های‌هرز

در استان مرکزی تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار همراه مویان، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان، کاربرد پیش‌رویشی به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار و کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان، بیشترین اثرات گیاه‌سوزی را روی جمعیت علف‌های‌هرز داشتند. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ یا ۱ لیتر در هکتار، کمترین اثرات گیاه‌سوزی را روی جمعیت علف‌های‌هرز داشتند. در فاصله ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، بهترین سطح کنترلی (کنترل خوب تا بسیارخوب) به تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی به علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار، کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار همراه مویان، کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان و کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان مربوط بود. تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار و کاربرد پس‌رویشی بنتازون ضعیف‌تر از سایر تیمارهای علف‌کش بودند (جدول ۶).

در استان اصفهان پس از گذشت ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، بهترین سطح کنترلی (کنترل نسبتاً مطلوب) به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون و تیمار کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون تعلق داشت. البته تیمار کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون با تیمار اخیر تفاوت معنی‌داری نداشت به عبارتی بالاترین سطح گیاه‌سوزی به تیمارهای مشتمل بر کاربرد پس‌رویشی بنتازون اختصاص داشت.

جدول ۶- ارزیابی چشمی اثرات کنترلی علف‌کش‌ها روی جمعیت علف‌های‌هرز بر مبنای روش استاندارد کمیته پژوهش علف هرز اروپا در استان‌های مرکزی و اصفهان

Table 6. EWRC rating scale used to score effects of herbicides on weed population 15 and 30 days after post-emergence herbicide application in Markazi, and Esfahan provinces

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	مقدار علف‌کش Herbicide rate (L/ha)	ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی جمعیت علف‌های‌هرز EWRC rating scale			
		اصفهان Esfahan		مرکزی Markazi	
		۳۰ روز 30 days	۱۵ روز 15 days	۳۰ روز 30 days	۱۵ روز 15 days
Trifluralin PPI	2	5.55 def	6.35 cde	6.75 ab	4.75 bc
Ethalfluralin PPI	3	5.95 bcde	6.20 e	5.75 bc	4.25 c
Bentazon POST	3	5.40 def	5.30 g	7.50 a	5.00 abc
Trifluralin PPI+ Bentazon POST	2+3	4.825 f	4.675 i	5.75 bcd	3.75 c
Ethalfluralin PPI+ Bentazon POST	3+3	4.90 f	4.925 hi	4.25 de	3.50 cd
Imazethapyr PPI	0.7	5.875 cde	6.70 bc	7.00 ab	6.75 a
	1	6.225 abcd	6.65 bc	7.00 ab	6.50 a
Imazethapyr PRE	0.7	6.80 ab	6.875 ab	7.50 a	4.75 abc
	1	6.60 abc	6.80 ab	7.50 a	6.25 ab
Imazethapyr POST	0.5	6.525 abc	6.925 ab	5.75 bc	4.00 c
	0.7	6.85 a	7.075 a	5.75 bc	4.25 c
	1	6.45 abc	6.80 ab	4.50 cde	4.25 c
Imazethapyr+Surfactant POST	0.5	6.675 abc	6.60 bcd	4.25 ef	2.25 e
	0.7	6.10 abcde	6.60 bcd	3.25 fg	2.25 e
Imazethapyr PRE+ Imazethapyr+Surfactant POST	0.5+0.5	6.25 abcd	6.275 de	3.00 g	2.25 e
Ethalfluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	3+0.5	6.175 abcde	6.175 e	3.25 fg	2.50 de
Trifluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	2+0.5	6.075 abcde	5.775 f	3.25 fg	2.25 e
Imazethapyr PRE+ Bentazon POST	1+3	5.325 ef	5.175 gh	5.00 cde	4.00 c

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 $\alpha= 0.05$.

اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها به صورت نمره‌دهی در دامنه ۱ تا ۹ به صورت چشمی، نمره ۱، گویای نابودی کامل علف‌هرز و بدون تأثیر روی گیاه‌زراعی و نمره ۹ به معنای بی‌تأثیر بودن روی علف‌هرز و نابودی کامل گیاه‌زراعی است.

Effects of herbicides scoring based on the EWRC rating scale in the range 1-9, score of 1 means complete destruction of treating weeds without affecting the crop and the score of 9 means no effect on weed and crop destruction is complete.

در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی بالاترین سطح اثرات کنترلی (کنترل نسبتاً مطلوب) به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پس‌رویشی بنتازون و کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین اختصاص داشت (جدول ۶).

در استان چهارمحال بختیاری ۱۵ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی بالاترین سطح اثرات کنترلی (کنترل بسیار خوب) روی علف‌هرز سلمه‌تره به تیمار کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار مربوط بود. در مورد جمعیت علف‌هرز بهترین سطح کنترل به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار مربوط بود. در ۳۰ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی بالاترین سطح اثرات کنترلی (کنترل بسیار خوب) روی علف‌هرز سلمه‌تره به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار مربوط بود. البته تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار و کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون از این نظر تفاوت معنی‌داری با تیمارهای برتر نداشتند.

در استان چهارمحال بختیاری ۳۰ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، بالاترین سطح اثرات کنترلی (کنترل بسیارخوب و خوب) روی جمعیت علف‌هرز به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار اختصاص داشت. البته تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی علف‌کش بنتازون، کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار، کاربرد پیش‌کاشت

ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان و کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. ضعیف‌ترین سطح اثرات کنترلی (کنترل بسیارضعیف) روی علف‌هرز سلمه‌تره نیز به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ و ۰/۷ لیتر در هکتار تعلق داشت. در بین تیمارهای علف‌کش، ضعیف‌ترین سطح اثرات کنترلی روی جمعیت علف‌هرز به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵، ۰/۷ و ۱ لیتر در هکتار تعلق داشت (جدول ۷).

جدول ۷- ارزیابی چشمی اثرات کنترلی علف‌کش‌ها روی علف‌های‌هرز در استان چهارمحال و بختیاری

Table 7. EWRC rating scale used to score effects of herbicides on weed population 15 and 30 days after post-emergence herbicide application in Chaharmahal va Bakhtiari province

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	مقدار علف‌کش Herbicide rate (L/ha)	ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها EWRC rating scale			
		۳۰ روز 30 days		۱۵ روز 15 days	
		جمعیت علف‌هرز Weeds	سلمه‌تره Lamb's squarters	جمعیت علف‌هرز Weeds	سلمه‌تره Lamb's squarters
Trifluralin PPI	2	3.75 abcd	4.25 defg	4.3 a	4.5 cdefg
Ethalfluralin PPI	3	3.00 defg	3.00 fgh	3.3 abcd	2.8 efg
Bentazon POST	3	4.00 bcd	7.00 abc	3.0 abcd	5.8 abcd
Trifluralin PPI+ Bentazon POST	2+3	3.25 bcdef	5.75 bcd	4.3 a	5.8 abcd
Ethalfluralin PPI+ Bentazon POST	3+3	3.50 bcde	3.75 defgh	3.0 abcd	2.8 efg
Imazethapyr PPI	0.7	2.25 g	1.75 h	2.0 d	2.0 g
	1	2.75 efg	1.75 h	2.3 cd	2.3 fg
Imazethapyr PRE	0.7	3.50 cdef	4.50 defg	2.8 abcd	4.8 cdefg
	1	2.50 efg	3.25 efgh	3.5 abcd	5.8 abcd
Imazethapyr POST	0.5	4.25 abc	8.25 a	3.3 abcd	8.3 a
	0.7	4.25 ab	8.25 a	3.8 ab	7.8 ab
	1	5.25 a	8.00 ab	3.8 ab	6.5 abcd
Imazethapyr+Surfactant POST	0.5	3.50 bcdef	7.50 abc	3.5 ab	6.8 abc
	0.7	3.50 bcdef	7.00 abc	3.3 abcd	7.0 abc
Imazethapyr PRE+ Imazethapyr+Surfactant POST	0.5+0.5	2.75 efg	5.50 cde	3.5 abc	5.3 bcde
Ethalfluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	3+0.5	2.50 efg	5.25 cdef	2.8 abcd	3.8 defg
Trifluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	2+0.5	3.88 abc	8.00 ab	3.0 abcd	5.0 bcdef
Imazethapyr PRE+ Bentazon POST	1+3	2.50 fg	2.75 gh	2.25 bcd	3.75 defg

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.

عملکرد لوبیا

در استان زنجان، بیشترین عملکرد لوبیا به تیمارهای شاهد وجین‌دستی، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پیش‌رویشی به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر به همراه مویان مربوط بود. عملکرد لوبیا برای تیمار کاربرد پس‌رویشی بنتازون به تنهایی به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای علف‌کش یاد شده بود (جدول ۸).

در استان مرکزی در بین تیمارهای آزمایش، بیشترین عملکرد لوبیا (۲۲۳۸ کیلوگرم در هکتار) به تیمار وجین‌دستی مربوط بود. تیمار کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان از نظر عملکرد در سطح تیمار شاهد وجین‌دستی بود (جدول ۸).

در استان اصفهان، عملکرد لوبیا برای تیمار وجین‌دستی علف‌های‌هرز برابر ۶۱۱۹ کیلوگرم در هکتار بود که به طور معنی‌داری بیشتر از عملکرد دانه لوبیا در تمامی تیمارهای علف‌کش بود. بعد از تیمار وجین‌دستی علف‌های‌هرز، بیشترین عملکرد دانه لوبیا به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان و کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون

اختصاص داشت. از سوی دیگر عملکرد دانه لوبیا در شرایط بدون کنترل علف‌های‌هرز به طور کاملاً معنی‌داری کمتر از تمامی تیمارهای کنترلی بود. در بین تیمارهای علف‌کش، کمترین عملکرد لوبیا به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ و ۰/۷ لیتر در هکتار مربوط بود (جدول ۸).

جدول ۸ـ عملکرد دانه لوبیا در استان‌های زنجان، مرکزی، اصفهان و چهارمحال و بختیاری

Table 8. Yield of common bean in Zanjan, Markazi, Esfahan and Chaharmahal va bakhtiari provinces

تیمار Treatment	مقدار علف‌کش Herbicide rate (L/ha)	عملکرد دانه لوبیا (کیلوگرم در هکتار) Common bean grain yield (kg/ha)			
		چهارمحال و بختیاری Chaharmahal va Bakhtiari	اصفهان Esfahan	مرکزی Markazi	زنجان Zanjan
Trifluralin PPI	2	1975 cde	4473 bcd	1634 def	1739 cd
Ethalfluralin PPI	3	2453 abc	4066 d	1624 defg	1779 bcd
Bentazon POST	3	2097 abcde	4566 bc	1322 h	1183 d
Trifluralin PPI+ Bentazon POST	2+3	1802 bcde	4473 bcd	1837 bcd	2125 abc
Ethalfluralin PPI+ Bentazon POST	3+3	1912 abcde	4698 b	1491 efgh	1945 abcd
Imazethapyr PPI	0.7	2359 abcd	2607 gh	1402 fgh	2087 abcd
	1	2468 ab	2723 fgh	1342 gh	2226 abc
Imazethapyr PRE	0.7	1934 abcde	2429 gh	1343 gh	2653 ab
	1	2446 abc	2776 fgh	1679 cdef	2356 abc
Imazethapyr POST	0.5	1502 e	2352 gh	1660 cdef	2307 abc
	0.7	1669 cde	2289 h	1628 def	2099 abcd
	1	1804 cde	2614 gh	1461 efgh	2346 abcd
Imazethapyr+Surfactant POST	0.5	1911 bcde	2804 fg	1707 bcde	1800 bcd
	0.7	1652 de	3144 ef	1933 bc	1990 abcd
Imazethapyr PRE+ Imazethapyr+Surfactant POST	0.5+0.5	2112 abcde	3305 e	1887 bcd	2840 a
Ethalfluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	3+0.5	1904 abcde	4181 cd	1964 ab	2193 abcd
Trifluralin PPI+ Imazethapyr+Surfactant POST	2+0.5	1972 abcde	4426 bcd	1831 bcd	3108 a
Imazethapyr PRE+ Bentazon POST	1+3	1995 abcde	4240 bcd	1473 efgh	2595 ab
Weeding		2930 a	6119 a	2238 a	3104 a
Weedy		-	786.7 i	1306 h	1445 cd

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 $\alpha= 0.05$.

در استان چهارمحال و بختیاری حداکثر مقدار عملکرد لوبیا (۲۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) به تیمار وجین دستی علف‌های‌هرز اختصاص داشت. فقط تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار، کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار با و بدون مویان، کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۱ لیتر در هکتار، کاربرد پیش‌کاشت تری‌فلورالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی بنتازون و کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار همراه مویان از نظر عملکرد دانه با تیمار وجین دستی تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۸).

گزارش شده است که کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر به میزان ۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار سبب خسارت چشمی تا ۷ درصد، کاهش ارتفاع بوته ۸ درصد، کاهش وزن‌خشک اندام‌های هوایی ۱۸ درصد و کاهش عملکرد ۱۲ درصد شد (Sikkema *et al.*, 2006). محققان یادشده عنوان نمودند که با افزایش مقدار علف‌کش ایمازتاپیر سطح خسارت آن به لوبیا افزایش یافت. در پژوهشی دیگر گزارش شده است که کاربرد پس‌رویشی دو مرحله‌ای ایمازتاپیر به میزان ۳۷/۵ گرم ماده مؤثر در هکتار و تمامی تیمارهای مشتمل بر کاربرد یک‌مرحله‌ای یا مکرر آن به میزان ۷۵ یا ۱۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار سبب آسیب ۱۵ تا ۴۴ درصد به لوبیا شد (Soltani *et al.*, 2008). چنین خسارتی پایدار بود و سبب کاهش ۲۱ درصد ارتفاع بوته و کاهش ۳۴ درصد وزن‌خشک اندام‌های هوایی شد ولی به استثنای کاربرد دومرحله‌ای آن به میزان ۱۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، سایر تیمارها تأثیر منفی بر رسیدگی و عملکرد دانه نداشت.

در این پژوهش کاربرد پیش‌کاشت، پیش‌رویشی و پس‌رویشی ایمازتاپیر فاقد اثرات گیاه‌سوزی پایدار روی لوبیا بود. کاربرد ایمازتاپیر به صورت پس‌رویشی کارآیی چندانی در کنترل علف‌های‌هرز نداشت. هر چند تأثیر کنترلی ایمازتاپیر در کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک و پیش‌رویشی روی جمعیت علف‌های‌هرز در سطح عالی نبود اما با توجه به محدودیت شدید گزینه‌های علف‌کش در دسترس لوبیاکاران به نظر می‌رسد پس از مطالعات بیشتر در زمینه اثرات کنترلی آن بر گونه‌های

علف‌هرز غالب کشور و همچنین کسب آگاهی درباره اثرات باقی‌مانده آن در خاک شاید بتوان نسبت به معرفی این علف‌کش برای مدیریت علف‌های‌هرز در سطح مزارع لوبیا اقدام نمود.

سپاس‌گزاری

این مقاله از طرح پژوهشی مصوب موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور با عنوان "ارزیابی کارآیی علف‌کش ایمازتاپیر برای کنترل علف‌های‌هرز لوبیا" به شماره مصوب ۸۵۰۳۴-۰۰۰۰-۰۸-۱۰۰۰۰۰-۱۰۰-۰ استخراج شده است.

منابع

1. Amador-Ramirez, M.D., Wilson, R.G., and Martin, A.R. 2001. Weed control and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) response to in-row cultivation, rotary hoeing and herbicides. Weed Technology 15: 429-436.
2. Arnold, R.N., Murray, M.W., Gregory, E.J., and Smeal, D. 1993. Weed control in pinto beans (*Phaseolus vulgaris*) with imzethapyr combinations. Weed Technology 7: 361-364.
3. Arnold, R.N., Murray, M.W., Gregory, E.J., and Smeal, D. 1996. Weed control in pinto beans with imzethapyr alone or in combination with other herbicides. New Mexico State University.
4. Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., PourAzar, R., Veysi, M., and Nassirzadeh, N. 2006. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Prot. doi:10.1016/j.cropro.2006.08.013 (in press).
5. Blackshaw, R.E., Louis, J., Molnar, H., Henning M., Saindon, G., and Xiangju, L. 2000. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technol. 14: 327-336.
6. Chikoye, D., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1995. Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density on white bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 43: 375-380.
7. Cole, T.A., Wehtje, G.R., Wilcut, J.W., and Hicks, T.V. 1989. Behavior of imazethapyr in soybean peanuts and selected weeds. Weed Sci. 37: 639-644.
8. Hart, S.E., Wax, L.M., and Hager, A.G. 1997. Comparison of total postemergence weed control programs in soybean. J. Prod. Agric. 10: 136-141.
9. Johnson, W.G., Jeffrey, S., Dilbeck, M., Defelice, S., and Kendig, J.A. 1998. Weed control with reduced rates of Chlorimuron plus Metribuzin and Imazethapyr in no-till narrow-row soybean (*Glycine max*). Weed Technology 12: 32-36.
10. Klingman, T.E., King, C.A., and Oliver, L.R. 1992. Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on imazethapyr activity. Weed Sci. 40: 227-232.
11. Nelson, K.A., and Renner, K.A. 2002. Yellow nutsedge control and tuber production with glyphosate and ALS-inhibiting herbicides. Weed Technol. 16: 512-519.
12. Powel, S.B., Peterson, C., Bryan, I.B., and Jutsum, A.R. 1997. Herbicide resistance: impact and management. Adv. in Agron. 58: 57-93.
13. Sandral, G.A., Dear, B.S., Pratley, J.E., and Cullis, B.R. 1997. Herbicide dose rate response curve in subterranean clover determined by a bioassay. Aust. J. Exp. Agric. 37: 67-74.
14. Sikkema, P.H., Robinson, D.E., Shropshire, C., and Soltani, N. 2006. Tolerance of Otebo bean (*Phaseolus vulgaris*) to new herbicides in Ontario. Weed Technol. 20: 862-866.
15. Soltani, N., Nurse, R.E., Nurse, D.E., and Sikkema, P.H. 2008. Response of pinto and small red Mexican bean to postemergence herbicides. Weed Technol. 22: 195-199.
16. Soltani, N., Shropshire, C., Cowan, T., and Sikkema, P. 2004. Tolerance of Black Beans (*Phaseolus vulgaris*) to soil applications of s-metolachlor and imazethapyr. Weed Technology 18: 111-118.
17. Zand, E., Baghestani, M.A., Bitarafan, M., and Shimim P. 2007. A Guide for Herbicides in Iran. Jihad-University Mashhad Press. p. 66.
18. Zimdahl, R.C. 1999. Fundamentals of Weed Science. Academic Press.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 111-122

Evaluation of Imazetapyr herbicide efficiency for weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Mousavi[1*], S.K., Nazer Kakhki[2], S.H., Lak[3], M.R., Tabatabaii[4], R. & Behrozi[5], D.

1, 2, 3, 4 & 5- Contributions from Agricultural and Natural Resources Research Center of Lorestan, Zanjan, Markazi, Esfahan & Chaharmahal va bakhtiari, respectively

Received: 31 May 2009
Accepted: 6 January 2010

Abstract

Field experiments were conducted in Zanjan, Markazi, Esfahan, and Chaharmahal va Bakhtiari provinces to evaluate Imazetapyr herbicide efficiency for weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) in 2006. There were four replications at each site and treatments were arranged in a randomized complete block design. In Zanjan, maximum weed biomass reduction by 91 and 88 percent were achieved for pre emergence application of imazethapyr (0.5 l/ha) plus postemergence application of imazethapyr (0.5 l/ha), and pre emergence application of imazethapyr (1 l/ha), respectively. Imazethapyr in all manner of application (preplant incorporation, pre emergence, and postemergence) did not have unacceptable phytotoxic effects on common bean. Post emergence application of Imazethapyr did not have excellent potential as weed control tool in common bean. Although Imazethapyr did not provide the best weed control, by regarding to the restriction of herbicides available for broadleaf weed control in common bean, it is essential to consider registration of this herbicide. However, to be identified as having utility for adequately weed control, more investigation about the effects of Imazethapyr on prevalent weed species is a necessity.

Key words: Common bean, Imazethapyr, Weeds

[*] **Corresponding Author:** E-mail: skmousavi@gmail.com, Tel.: 0661-2201005, Fax: 0661-2202202

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۱۳۰-۱۲۳، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 123-130

مقایسه علف‌کش‌های شیمیایی مختلف در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ زراعت لوبیا در یاسوج، استان کهگیلویه و بویراحمد

هوشنگ فرجی[1*] و خدیجه امیری[2]

۱ و ۲- به‌ترتیب استادیار دانشگاه یاسوج و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۹/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۷/۱۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر علف‌کش‌های شیمیایی مختلف بر کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ زراعت لوبیا، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ با ۱۲ تیمار بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در یاسوج اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد خاکی تری‌فلورالین به‌صورت پیش‌کاشت به مقدار ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌های بنتازون به مقدار ۱۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ علف‌کش ایمازتاپیر با مقادیر ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ علف‌کش فومسافن به مقادیر ۴۲۶، ۶۳۹ و ۸۵۲ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ علف‌کش استورم به مقادیر ۴۲۶، ۶۳۹ و ۱۰۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، شاهد عاری از علف‌های‌هرز توسط وجین دستی و تداخل علف‌های هرز تا پایان دوره رشد بودند. نتایج نشان داد که مؤثرترین تیمار بر افزایش عملکرد لوبیا، علف‌کش تریفلورالین بود که با تیمار شاهد عاری از علف‌هرز، در یک کلاس آماری قرار گرفت و بعد از آن علف‌کش‌های بنتازون و فومسافن در هر سه مقدار استفاده شده، قرار گرفتند. بیشترین و کمترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب به تیمارکاربرد علف‌کش تری‌فلورالین و بنتازون مربوط بود. در مجموع با در نظر گرفتن مشکل کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین که کشت بعدی را در معرض خطر قرار می‌دهد، می‌توان از علف‌کش فومسافن به صورت پس‌رویشی استفاده نمود. این علف‌کش ضمن خسارت کم به گیاه زراعی، از پتانسیل بالایی جهت کنترل علف‌های هرز برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: تری‌فلورالین، ایمازتاپیر، فومسافن، استورم، بنتازون، وجین دستی

مقدمه

حبوبات پس از غلات، مهم‌ترین منبع غذایی بشر محسوب می‌شود. در بین حبوبات آبی، لوبیا از نظر سطح زیرکشت مقام اول را در ایران دارد (USDA, 1998; FAO, 2002). لوبیا، یکی از منابع مهم پروتئین و تولید انرژی برای انسان می‌باشد. لوبیا اگرچه گیاهی با رشد بوته‌ای قوی است، اما در رقابت با علف‌های‌هرز، بسیار حساس است (Rastegar, 2005; Aguyoh & Masiunas, 2003; Amamador-Ramirez *et al.*, 2002). گزارش گردید که لوبیا در اوایل، رشد کُندی دارد و در ۴ تا ۸ هفته اول دوره زندگی، در رقابت با علف‌های‌هرز بسیار آسیب‌پذیر است. بنابراین کنترل علف‌های‌هرز در زراعت لوبیا یکی از عوامل مهم موفقیت کشت آن در هر منطقه است (Ahlawat *et al.*, 1981). گزارش شده است که در حضور ۱/۵ گیاه تاج‌خروس در متر مربع، عملکرد لوبیا تا ۲۲ درصد کاهش یافت (Chikoye *et al.*, 1995). همچنین مشاهده شد که وجود ۸ بوته تاج‌خروس در مترمربع، باعث کاهش عملکرد لوبیا به میزان ۵۸ درصد گردید (Aguyoh & Masiunas, 2003).

مهم‌ترین علف‌های‌هرز لوبیا که معمولاً در اکثر نقاط کشت این محصول مزاحمت ایجاد می‌نمایند عبارتند از تاج‌ریزی سیاه[1]، تاج‌خروس[2]، سلمه‌تره[3]، تاتوره[4]، توق[5]، پیچک صحرایی[6]، خرفه[7] و علف انگشتی[8] (USDA, 1998).

ایمازتاپیر، فومسافن و استورم از جمله علف‌کش‌های اختصاصی زراعت سویا هستند که در حال حاضر برای کنترل علف‌های‌هرز مزارع لوبیا به صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی به‌کار می‌روند (Fathi & Arjomad, 1998). مشاهده شد که استفاده از علف‌کش فومسافن به میزان ۰/۲۸ کیلوگرم در هکتار در مرحله ظهور اولین و دومین سه‌برگچه‌ای، باعث بیشترین کنترل علف‌های‌هرز در لوبیا گردید (Baily *et al.*, 2003).

[1] *Solanum nigrum*
[2] *Amaranthus retroflexus*
[3] *Chenopodium album*
[4] *Datura stromonium*
[5] *Xanthium strumarium*
[6] *Convolovolus arvensis*
[7] *Portulaca oleracea*
[8] *Digitaria sanguinalis*

* **نویسنده مسئول:** نمابر: ۰۷۴۱-۲۲۲۴۸۸۴۰
پُست الکترونیک: Hooshangfarajee@yahoo.com

گزارش گردید که به‌کار بردن علف‌کش ایمازتاپیر به صورت پیش‌کاشت و پیش‌رویشی در دُز مناسب، هیچ تأثیر منفی بر روی وزن خشک و عملکرد لوبیا نداشت (Somani, 1992).

برای کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز، آماده‌سازی زمین بسیار مهم است. معمولاً قبل از کاشت از علف‌کش‌های تری‌فلورالین، اتال‌فلورالین و اپتام استفاده می‌شود (Majnoon Hosseini, 1993). این سموم بایستی بلافاصله پس از مصرف در خاک در عمق مناسب مخلوط گردند. این عمق برای تری‌فلورالین و اتال‌فلورالین، ۵ سانتی‌متر و برای اپتام، ۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر است (Majnoon Hosseini, 1993). در صورتی که علف‌های‌هرزی همچون مرغ مشکل‌ساز شده باشند، عمق اختلاط با خاک، به ۱۰ الی ۱۲/۵ سانتی‌متر افزایش می‌یابد. همچنین رطوبت کافی نیز برای کارکرد مؤثر علف‌کش و جوانه‌زنی بذر علف‌های‌هرز لازم است (Majnoon Hosseini, 1993). گزارش گردید که کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، باعث خسارت به لوبیا و نهایتاً کاهش عملکرد گیاه شد اما اختلاط علف‌کش‌های ایمازاموکس با فومسافن به ترتیب در مقادیر ۵۰ و ۴۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، تأثیر سوئی بر عملکرد دانه نداشت (Kristene *et al.*, 2004). گزارش شد که علف‌کش تری‌فلورالین نسبت به سایر علف‌کش‌ها، تأثیر بهتری در کنترل علف‌های‌هرز لوبیا داشت. همچنین کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین به مقدار دو لیتر در هکتار بدون هیچ اثر سوئی بر عملکرد لوبیا، باعث کنترل مناسب علف‌های‌هرز گردید (Ramezani *et al.*, 2002). با کاربرد تری‌فلورالین با دُز ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، کنترل مناسبی از علف‌های هرز در عدس مشاهده شد (Majna *et al.*, 2005).

طی آزمایش‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای مشاهده گردید که کنترل علف‌های هرز یک‌ساله‌ی لوبیا با استفاده از اضافه کردن مواد افزودنی، که منجر به افزایش اثر علف‌کش‌های بنتازون و فومسافن گردید، بهبود داده شد. همچنین مقادیر حداقل از این علف‌کش‌ها برای کنترل مؤثر علف‌های‌هرز، به ترکیب گونه‌های علف‌های‌هرز بستگی داشت (Bellinder *et al.*, 2003). این محققین نشان دادند که علف‌کش تری‌فلورالین به‌علاوه اکسی‌فلورفن، بالاترین کارآیی کنترل (۹۵ درصد) علف‌های‌هرز را سبب گردید و کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن در بین تیمارهایی که در آنها تنها از یک علف‌کش استفاده شد، با ۸۵ درصد کارآیی در کنترل علف‌های‌هرز، مؤثرترین تیمار بود. نظر به اهمیت لوبیا در استان کهگیلویه و بویراحمد و نیز با توجه به عدم کنترل اقتصادی و مؤثر علف‌های‌هرز توسط وجین دستی، این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر پنج علف‌کش شیمیایی بر کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ لوبیا در یاسوج اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج انجام شد. مزرعه در ارتفاع ۱۹۰۰ متری از سطح دریا با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی در شمال شرقی استان کهگیلویه و بویراحمد واقع شده است (Wikipedia). میانگین حداقل و حداکثر دما در طی فصل آزمایش به ترتیب ۱۱- و ۳۹ درجه سانتی‌گراد بود. بافت خاک محل آزمایش، لومی رسی و میانگین اسیدیته آن ۷/۸ بود. میزان متوسط نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل دسترس گیاه در پروفیل خاک (متوسط عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متری) به ترتیب برابر ۸، ۱۱/۷ و ۳۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری گردید.

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد خاکی تری‌فلورالین[1] (EC=٪۴۸) به‌صورت پیش‌کاشت به مقدار ۹۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌های بنتازون[2] (SL=٪۴۸) به مقدار ۱۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ هکتار؛ علف‌کش ایمازتاپیر[3] (SL=٪۱۰) با مقادیر ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ علف‌کش فومسافن[4] (SL=٪۴۲/۶) به مقادیر ۴۲۶، ۶۳۹ و ۸۵۲ گرم ماده مؤثره در هکتار؛ علف‌کش استورم[5] (SL=٪۴۲/۶) به مقادیر ۴۲۶، ۶۳۹ و ۱۰۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، شاهد عاری از علف‌های‌هرز توسط وجین دستی و تداخل علف‌های هرز تا پایان دوره رشد گیاه بودند. کلیه علف‌کش‌های پس‌رویشی در مرحله ظهور دومین سه‌برگچه‌ای لوبیا به کمک سمپاش مدل پشتی با نازل بادبزنی و فشار ۲/۵ بار اعمال شدند. رقم لوبیای مورد آزمایش چیتی محلی خمین، به صورت ردیفی و با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع در کرت‌هایی با عرض ۳ و طول ۶ متر کاشته شد. کاشت به صورت هیرم‌کاری انجام گردید. آبیاری اول پس از ۲۰ روز از کاشت و سه آبیاری دیگر مطابق نیاز گیاه صورت گرفت. در طی مراحل داشت، به دلیل عدم مشاهده آفت و بیماری، هیچ‌گونه سمی مصرف نشد. سایر عملیات داشت، مطابق

[1] Trifluralin
[2] Bentazon
[3] Imazethapyr
[4] Fomesafen
[5] Storm

روش‌های مرسوم منطقه انجام شد. کودهای سوپرفسفات تریپل و اوره در زمان تهیه زمین آزمایش به ترتیب به میزان ۱۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه اعمال شد. هر کرت به دو بخش مساوی ۹ مترمربعی تقسیم شد. بخش اول کرت، سم‌پاشی و بخش دیگر به عنوان شاهد سم‌پاشی نشد. جهت برآورد تأثیر علف‌کش‌ها بر روی علف‌های‌هرز، تراکم علف‌های‌هرز در دو مرحله ۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی (به ترتیب مراحل A و B) در کادرهای یک مترمربعی به تفکیک گونه شمارش شدند. وزن خشک علف‌های‌هرز نیز در ۱۵ و۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی (به ترتیب مراحل A و B) از کادرهای یک مترمربعی به تفکیک گونه از سطح خاک، کف‌بر گردید و پس از قرار دادن در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد توزین شد. برای محاسبه عملکرد دانه، از سطحی برابر دو مترمربع، از هر دو قسمت کرت با رعایت حاشیه بوته‌های لوبیا به صورت کف‌بر برداشت گردید و عملکرد نهایی دانه پس از خشک شدن نمونه‌ها در آون اندازه‌گیری شد. با درنظر گرفتن میانگین عملکرد دانه نیم‌کرت‌های شاهد بدون کنترل علف‌های هرز، تداخل علف‌هرز با گیاه زراعی به عنوان کرت شاهد آلوده به علف‌هرز، منظور شد. برای محاسبهٔ کارآیی علف‌کش‌ها و تیمارهای کنترل علف‌های هرز از معادله‌ی زیر استفاده گردید (Somani, 1992):در این معادله، WCE[1] کارآیی کنترل علف‌های‌هرز بر حسب تراکم یا وزن خشک علف‌های‌هرز، A تراکم یا وزن‌خشک علف‌های‌هرز در شاهد تداخل و B تراکم یا وزن‌خشک علف‌های‌هرز در کرت‌های تیمارشده می‌باشد.

مطابق این معادله جهت محاسبه کارآیی کنترل علف‌های‌هرز توسط علف‌کش‌ها، ابتدا در نیم‌کرت سم‌پاشی‌شده و نیم‌کرت‌های شاهد بدون سم‌پاشی، تراکم و وزن‌خشک علف‌های‌هرز اندازه‌گیری شد. سپس میزان تراکم علف‌های‌هرز در نیم‌کرت سم‌پاشی‌شده از میزان آن در نیم‌کرت شاهد بدون سم‌پاشی کسر گردید و در ادامه، این مقدار بر میزان تراکم علف‌های هرز به تفکیک گونه در نیم‌کرت شاهد، تقسیم گردید و در نهایت در ۱۰۰ ضرب شد. برای وزن‌خشک نیز به همین ترتیب عمل شد.

جهت ارزیابی خسارت گیاه‌سوزی به لوبیا از مقیاس صفر (عدم مشاهده‌ی هیچ‌گونه اثر سوئی بر قسمت هوایی گیاه) تا ۱۰۰ (از بین رفتن کامل گیاه توسط علف‌کش) استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و مقایسه‌ی میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تراکم و وزن‌خشک علف‌های‌هرز

دو گونه علف‌هرز تاج‌خروس و آفتاب‌پرست[2] در مزرعه آزمایش، غالب بودند. علف‌های‌هرز دیگر نیز عمدتاً شامل پیچک صحرایی، چسپک خزنده[3]، سلمه‌تره[4]، خرفه و توق بود.

$$WCE = \frac{A-B}{A} \times 100$$

نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در خصوص تراکم علف‌های‌هرز در ۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (جدول ۱). همچنین در مورد وزن خشک علف‌های‌هرز هم بین تیمارها در هر دو مرحله‌ی قید شده، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). در نمونه‌برداری ۱۵ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، تیمارهای تری‌فلورالین و استورم به میزان ۱۰۶۵ گرم در هکتار، کنترل بالاتری از علف‌های‌هرز را نشان دادند (جدول ۲). در این مرحله، بالاترین کارآیی (۸۱ درصد) کنترل مجموع گونه‌ها مربوط به تیمار تری‌فلورالین بود. در بین علف‌کش‌های مختلف، بیشترین کارآیی کنترل در نمونه‌برداری ۳۰ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، مربوط به تیمارهای تری‌فلورالین، بنتازون و فومسافن به میزان ۸۵۲ گرم در هکتار، ایمازتاپیر به میزان‌های ۷۵ و ۱۰۰ گرم در هکتار و استورم به میزان ۱۰۶۵ گرم در هکتار بود که همگی در یک کلاس آماری قرار گرفتند. کمترین تأثیر در کاهش تراکم مجموع گونه‌های علف‌هرز، برای تیمارهای ایمازتاپیر به میزان ۵۰ گرم در هکتار و استورم به میزان ۴۲۶ گرم در هکتار به ترتیب با ۵۵ و ۵۴ درصد کنترل علف‌های هرز مشاهده گردید.

به طور کلی، کاهش تراکم علف‌های‌هرز در غلظت‌های بالای علف‌کش، شدیدتر بود. لذا پس از کاهش تراکم علف‌های‌هرز در ۱۵ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، گیاه زراعی توانست در نتیجه‌ی رقابت بهتر با علف‌های‌هرز باقیمانده، موجب افزایش کارآیی کنترل در ۳۰ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی شود.

در خصوص کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز (جدول ۳) در مرحله ۱۵ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، تیمارهای

[1] Weed Control Efficiency

[2] *Heliotropium europaeum*
[3] *Asperugo album*
[4] *Chenopodium procumbens*

تری‌فلورالین، فومسافن به میزان ۸۵۲ گرم در هکتار و استورم به میزان ۱۰۶۵ در هکتار، بیشترین کارآیی را در کاهش وزن خشک مجموع علف‌های هرز از خود نشان دادند. کمترین تأثیر نیز مربوط به تیمار علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۵۰ و ۷۵ گرم در هکتار به ترتیب با کارآیی ۴۰ و ۴۵ درصد بود. در ۳۰ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی، تیمارهای تری‌فلورالین، استورم به میزان ۱۰۶۵ گرم در هکتار، فومسافن به میزان ۸۵۲ گرم در هکتار و ایمازتاپیر به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار بهترین تیمارهای مؤثر در کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز بودند.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج، عملکرد دانه لوبیا به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای علف‌کشی قرار گرفت (جدول ۴ و ۵). تنها تیمار هم‌گروه با شاهد عاری از علف‌هرز، کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین بود که به علت تداوم کنترل علف‌هرز طی فصل رشد، باعث افزایش عملکرد دانه گردید و پس از آن تیمارهای ایمازتاپیر به میزان ۷۵ گرم در هکتار، بنتازون و فومسافن در هر سه دُز در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین تأثیر مثبت بر عملکرد دانه را نیز علف‌کش استورم به میزان ۱۰۶۵ گرم در هکتار داشت که با شاهد تداخل با علف‌های‌هرز، اختلاف معنی‌داری نداشت. در واقع اگرچه علف‌کش استورم کنترل مناسبی از علف‌های‌هرز را در دزهای بالاتر از خود نشان داد، ولی به علت گیاه‌سوزی (حدود ۷ درصد) چرخه رشدی گیاه را مختل کرد و باعث افت عملکرد دانه گردید. کاربرد این علف‌کش در دزهای پایین نیز جهت کنترل علف‌های‌هرز در تراکم‌های بالای علف‌هرز مطلوب نبود.

در خصوص سایر علف‌کش‌ها با کاهش دز مصرفی نیز چنین روندی مشاهده گردید. علف‌کش فومسافن اگرچه در دزهای بالا تا حدودی گیاه‌سوزی ایجاد کرد، اما گیاه توانست با جبران بافت‌های آسیب دیده، عملکرد قابل قبولی داشته باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد کاهش فراوانی و وزن‌خشک علف‌های‌هرز در دو مرحله نمونه‌برداری (۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی)

Table 1. Analysis of variance for reducing the frequency percent and dry weight of weeds in the two-stage sampling (15 and 30 days after post emergence application of herbicide)

ضریب تغییرات CV (٪)	خطا Error	تیمار Treatment	بلوک Block	منابع تغییرات S.O.V			
	20	10	2	درجه آزادی Degrees of freedom			
13.94	89.28	369.00**	751.40	A-Amaranthus	تاج‌خروسA	درصد کاهش تراکم علف‌هرز Percent reduction of weed density	میانگین مربعات Mean Square
7.13	31.00	125.47**	568.00	B-Amaranthus	تاج‌خروسB		
18.34	105.56	763.00**	470.00	A-Heliotropium	آفتاب‌پرستA		
10.45	59.00	326.77**	520.30	B-Heliotropium	آفتاب‌پرست B		
11.14	50.41	483.00**	412.10	A-Other	سایر A		
10.00	57.00	171.00**	127.80	B-Other	سایر B		
12.91	65.26	195.20**	62.57	A-Total	مجموع A		
13.46	91.00	361.30**	8.30	B-Total	مجموع B		
15.83	90.67	304.00**	315.00	A-Amaranthus	تاج‌خروسA	درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز Percent reduction of weed dry weight	
11.14	54.00	295.59**	871.00	B-Amaranthus	تاج‌خروسB		
13.92	63.95	1122.75**	74.33	A-Heliotropium	آفتاب‌پرست A		
11.00	63.44	1073.00**	103.40	B-Heliotropium	آفتاب‌پرست B		
14.80	71.03	565.00**	38.82	A-Other	سایر A		
12.40	50.68	734.00**	12.38	B-Other	سایر B		
7.16	17.16	410.40**	4.44	A-Total	مجموع A		
5.34	10.42	509.28**	105.51	B-Total	مجموع B		

**: معنی‌داری در سطح $\alpha= 0.01$

Aو B: به ترتیب، مرحله ۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی

**: Significant at $\alpha= 0.01$

A and B: 15 and 30 days after post emergence application of herbicide, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین کارآیی تیمارهای مختلف کنترل علف‌هرز بر اساس درصد کاهش تراکم در مراحل نمونه‌برداری (۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی)

Table 2. Comparison of average efficiency of different treatments to control weeds based on percent of density reduction in sampling stages (15 and 30 days after post emergence application of herbicide, respectively)

گونه علف‌هرز Weed species								روش کاربرد Application method			تیمار Treatment	
مجموع گونه‌ها Total species		سایر گونه‌ها Other species		آفتاب‌پرست Heliotropium		تاج‌خروس Amaranthus						
B	A	B	A	B	A	B	A					
87 a	81 a	84 a	81 a	87 a	79 a	91 a	86 a	Prer-plant	پیش‌کاشت	960 gha^{-1}	Trifluralin	تری‌فلورالین
80 ab	62 bc	75 abc	80 ab	77 abc	75 a	80 bcd	74 abc	Post-emergence	پس‌رویشی	1200 gha^{-1}	Bentazon	بنتازون
55 d	55 bc	63 c	52 d	55 e	44 def	75 bcd	49 e	Post-emergence	پس‌رویشی	50 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
73 ab	58 bc	76 abc	58 cd	73 abc	53 bcde	73 cd	55 de	Post-emergence	پس‌رویشی	75 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
79 ab	66 bc	79 ab	۷۳ ab	79 ab	65 abc	80 bcd	77 ab	Post-emergence	پس‌رویشی	100 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
60 cd	53 c	65 bc	49 d	63 cde	28 f	71 d	57 cde	Post-emergence	پس‌رویشی	426 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
68 bcd	54 bc	78 ab	56 cd	76 abc	49 cde	75 bcd	68 bcde	Post-emergence	پس‌رویشی	639 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
80 ab	62 bc	81 a	67 bc	87 a	70 ab	84 ab	78 ab	Post-emergence	پس‌رویشی	852 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
54 d	61 bc	66 bc	47 d	58 de	40 ef	69 d	61 bcde	Post-emergence	پس‌رویشی	426 gha^{-1}	Storm	استورم
68 bcd	61 bc	73 abc	57 cd	70 bcd	47 cde	73 cd	66 bcde	Post-emergence	پس‌رویشی	639 gha^{-1}	Storm	استورم
71 abcd	69 ab	86 a	76 ab	78 abc	62 abcd	83 abc	71 abcd	Post-emergence	پس‌رویشی	1065 gha^{-1}	Storm	استورم

A و B: به ترتیب، مرحله ۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی؛ میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح α= 0.05 اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

A and B: 15 and 30 days after post emergence application of herbicide, respectively; Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

جدول ۳- مقایسه میانگین کارآیی تیمارهای مختلف کنترل علف‌هرز بر اساس درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز در مراحل نمونه‌برداری (۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی)

Table 3. Comparison of average efficiency of different treatments to control weeds based on dry weight reduction of weeds in sampling stages (15 and 30 days after post emergence application of herbicide, respectively)

درصد کاهش وزن‌خشک گونه علف‌هرز Percent dry weight reduction of weeds								روش کاربرد Application method			تیمار Treatment	
مجموع گونه‌ها Total species		سایر گونه‌ها Other species		آفتاب‌پرست Heliotropium		تاج خروس Amaranthus						
B	A	B	A	B	A	B	A					
77 a	73 a	78 a	73 a	83 a	79 a	78 a	72 a	Prer-plant	پیش‌کاشت	960 gha^{-1}	Trifluralin	تری‌فلورالین
69 abc	50 fg	67 ab	66 ab	77 a	77 a	69 ab	57 abc	Post-emergence	پس‌رویشی	1200 gha^{-1}	Bentazon	بنتازون
45 e	40 h	34 c	34 d	38 c	36 c	53 de	44 c	Post-emergence	پس‌رویشی	50 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
48 de	45 gh	37 c	36 d	38 c	38 bc	70 ab	70 a	Post-emergence	پس‌رویشی	75 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
70 abc	64 bcd	68 ab	63 ab	53 b	46 bc	79 a	71 a	Post-emergence	پس‌رویشی	100 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
65 bc	63 cd	68 ab	57 abc	71 a	71 a	63 bcd	55 abc	Post-emergence	پس‌رویشی	426 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
64 c	60 de	65 ab	42 cd	77 a	43 bc	68 abc	62 abc	Post-emergence	پس‌رویشی	639 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
73 ab	71 ab	69 ab	67 ab	80 a	78 a	72 ab	65 ab	Post-emergence	پس‌رویشی	852 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
54 d	52 ef	59 b	56 bc	52 b	52 b	49 e	48 bc	Post-emergence	پس‌رویشی	426 gha^{-1}	Storm	استورم
53 d	46 g	58 b	57 abc	47 bc	31 c	55 cde	48 bc	Post-emergence	پس‌رویشی	639 gha^{-1}	Storm	استورم
76 a	70 abc	76 a	71 ab	83 a	77 a	70 ab	65 ab	Post-emergence	پس‌رویشی	1065 gha^{-1}	Storm	استورم

A و B: به ترتیب، مرحله ۱۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی؛ میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح α= 0.05 اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

A and B: 15 and 30 days after post emergence application of herbicide, respectively; Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05

دیگر محققین نشان دادند که کاربرد مخلوط بنتازون و فومسافن اگرچه باعث گیاه‌سوزی لوبیا پس از کاربرد سم گردید، ولی این گیاه‌سوزی موقتی بود و با جبران بافت‌های آسیب‌دیده گیاه، در نهایت عملکرد بالایی تولید شد (Soltani *et al.*, 2004). گزارش شده است که فومسافن ضمن خسارت به قسمت‌های هوایی علف‌هرز، با کاهش شدید رشد ریشه علف‌هرز، شرایط مناسبی را برای برتری لوبیا در مزرعه ایجاد می‌نماید (Senseman, 2002). در واقع، پتانسیل بالای

علف‌کش فومسافن در کنترل علف‌های‌هرز می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که می‌توان با مدیریت صحیح کاربرد، از آن به عنوان جایگزینی مناسب برای علف‌کش خاک مصرف تری‌فلورالین که کشت‌های بعدی را در خطر می‌اندازد، استفاده نمود.

به طور کلی، مصرف دزهای بالای علف‌کش‌های مورد استفاده در کنترل علف‌های‌هرز مؤثرتر بود، ولی بعضی از علف‌کش‌ها مانند استورم و ایمازتاپیر باعث گیاه‌سوزی روی لوبیا شد که نهایتاً منجر به کاهش عملکرد دانه گردید. البته بایستی به این نکته توجه داشت که علاوه بر دز مصرفی، زمان کاربرد سم، رقم زراعی کشت شده و شرایط محیطی بر میزان تحمل لوبیا در برابر علف‌کش بسیار تأثیرگذار است (Sikkeman *et al.*, 2009). از سویی، این پژوهش سعی بر آن داشت که با توجه به این‌که علف‌کش تری‌فلورالین در سطح کشور به طور وسیعی در کنترل علف‌های‌هرز لوبیا به صورت خاک مصرف به کار می‌رود، آن را با یکی از علف‌کش‌های پس‌رویشی جایگزین نماید. از این طریق برخی از مشکلات علف‌کش‌های خاک مصرف که باعث مخاطره در کشت بعدی و آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود، مرتفع می‌گردد. نتایج نشان داد که کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین نسبت به علف‌کش‌های پس‌رویشی مؤثرتر بود، ولی از لحاظ آماری با بعضی از علف‌کش‌ها از جمله فومسافن تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج دیگر محققان (Bellinder *et al.*, 2003) نیز مؤید نتایج این آزمایش می‌باشد، به طوری‌که آنها نتیجه گرفتند که اولاً کاربرد علف‌کش بنتازون به تنهایی و بدون استفاده از مواد افزودنی، موجب کنترل مفید و مؤثر علف‌های‌هرز نمی‌شود و مقادیر حداقل از این علف‌کش برای کنترل مؤثر و پایدار علف‌های‌هرز، به ترکیب گونه‌های علف‌های‌هرز وابسته است و ثانیاً علف‌کش تری‌فلورالین همراه با اکسی‌فلورفن، بالاترین کارآیی کنترل علف‌های‌هرز (۹۵درصد) را سبب گردید. محققان دیگر نیز علف‌کش تری‌فلورالین را نسبت به سایر علف‌کش‌ها، در کنترل علف‌های‌هرز لوبیا مؤثرتر معرفی نمودند به طوری‌که کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین به مقدار ۲ لیتر در هکتار بدون هیچ اثر سوئی بر لوبیا، باعث کنترل مناسب علف‌های‌هرز شد (Ramezani *et al.*, 2002).

نتایج برخی آزمایشات (Soltani *et al.*, 2005; Soltani *et al.*, 2006) نشان داد که کاربرد علف‌کش‌های فومسافن و بنتازون در لوبیا، باعث حدود ۳ درصد خسارت در لوبیا گردید که این خسارت نیز در ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی توسط گیاه کاملاً جبران شد. همچنین محققان دیگر نشان دادند که استفاده از علف‌کش فومسافن در مرحله اولین و دومین سه‌برگچه‌ای لوبیا، باعث بیشترین کنترل علف‌های‌هرز در لوبیا شد که نهایتاً منجر به افزایش عملکرد گردید (Bailey *et al.*, 2003; Soltani *et al.*, 2008). تحقیقی دیگر نیز نشان داد که فومسافن دارای بیشترین تأثیر مثبت بر عملکرد دانه لوبیا بود (Sikkeman, 2002). در این تحقیق نیز ملاحظه گردید که کاربرد علف‌کش‌های فومسافن و بنتازون بعد از تیمار شاهد عاری از علف‌هرز و علف‌کش تری‌فلورالین، دارای بیشترین تأثیر در افزایش عملکرد دانه بود.

گزارش شده است که پس از کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، علایم بالای خسارت در لوبیا مشاهده شد که نهایتاً کاهش عملکرد لوبیا را موجب گردید (Kristene *et al.*, 2004). همچنین در تحقیقی دیگرملاحظه شد که با کاربرد ایمازتاپیر به میزان ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، عملکرد لوبیا به طور معنی‌داری کاهش یافت (Soltani *et al.*, 2008). در این پژوهش نیز این علف‌کش باعث خسارت به لوبیا و کاهش عملکرد دانه شد.

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد دانه

Table 4. Analysis of variance for grain yield

میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییر S.O.V	
64775.20	2	Blook	بلوک
709415.60**	12	Treatment	تیمار
63716.70	24	Error	خطا
12.63		CV (%)	ضریب تغییرات (٪)

**: معنی‌داری در سطح $\alpha= 0.01$

**: Significant at $\alpha= 0.01$

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف کنترل علف‌هرز بر عملکرد دانه

Table 5. Comparison of the mean effect of different treatments of weed control on grain yield

عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg ha^{-1})	روش کاربرد Application method			تیمار Treatment	
2927.7 [a]	Hand weeding	وجین دستی	-	Free of weed	شاهد عاری از علف‌هرز
1228.0 [g]	-	-	-	Interference with weed	شاهد تداخل با علف‌هرز
2768.5[a]	Prer-plant	پیش‌کاشت	960 gha^{-1}	Trifluralin	تری فلورالین
2240.7 [bc]	Post-emergence	پس‌رویشی	1200 gha^{-1}	Bentazon	بنتازون
1690.7 [ef]	Post-emergence	پس‌رویشی	50 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
1899.4 [bcdef]	Post-emergence	پس‌رویشی	75 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
1696.0 [ef]	Post-emergence	پس‌رویشی	100 gha^{-1}	Imazethapyr	ایمازتاپیر
2005.5 [bcde]	Post-emergence	پس‌رویشی	426 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
2327.7 [b]	Post-emergence	پس‌رویشی	639 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
2179.2 [bcd]	Post-emergence	پس‌رویشی	852 gha^{-1}	Fomesafen	فومسافن
1715.0 [def]	Post-emergence	پس‌رویشی	426 gha^{-1}	Storm	استورم
1835.5 [cdef]	Post-emergence	پس‌رویشی	639 gha^{-1}	Storm	استورم
1436.2 [fg]	Post-emergence	پس‌رویشی	1065 gha^{-1}	Storm	استورم

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 $\alpha= 0.05$

منابع

1. Aguyoh, J., and Masiunas, N.J.B. 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with snap bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 51: 202-207.
2. Ahlawat, I.P., Singh, S., and Saraf, C.S. 1981. It pays to control weeds in pulses. Indian Farming 31: 11-13.
3. Amador-Ramirez, M., Wilson, R.G., and Martin, A.R. 2002. Effect of in-row cultivation, herbicides, and dry bean canopy on weed seedling emergence. Weed Science 50: 370-377.
4. Bailey, W.A., Wilson, H.P., and Hines, T.E. 2003. Weed control and snap bean (*Phaseolus vulgaris*) response to reducted rates of fomasafen. Weed Technol. 17: 269-275.
5. Bellinder, R.R., Arsenovic, M., Shan, D.A., and Rauch, B.J. 2003. Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. Weed Science 51: 1016-1021.
6. Chikoye, D., Weicse, S.F., and Swanton, C.L. 1995. Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density on white bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 43: 375-380.
7. Fathi, G.A., and Arjomand, A. 1998. Herbicides and plant physiology. Mashhad University Press. 171 pp.
8. Kristen, E., Sikkema, P.H., and Robinson, D.E. 2004. Snap bean tolerance to herbicides in Ontario. Weed Technol. 18: 962-967.
9. Majna, K.M., Alizadeh, H.M., Majnoon Hosseini, N., and Paghambari, S.A. 2005. Effect of separate and combined use of different herbicides on yield, yield components and agronomic traits of lentil in expectations and spring cultivation. Iranian J. of Agric. Sci. 36: 209-218.
10. Majnoon Hosseini, N. 1993. Legumes in Iran. Tehran University Press. 240 pp.
11. Ramezani, M.K., Sadri, A., and Ghanbari, A.A. 2002. Effect of row spacing and herbicides on weed control of bean. Fifteenth Iranian Plant Protection Congress. p. 171.
12. Rastegar, A. 2005. Weed and their control methods. Tehran University Press. 413 pp.
13. Senseman, S.A. 2007. Herbicide Handbook, ninth ed. Weed Science. Soc. Am., Champaign, IL, 458 pp.
14. Sikkema, P.H., Shropshire, C., and Soltani, N. 2009. Response of dry bean to pre-plant incorporated and pre-emergence applications of S-metolachlor and fomesafen. Crop Pro. 1-5. (In Press)
15. Soltani, N., Bowley, S., and Sikkema, P.H. 2005. Responses of black and cranberry beans (*Phaseolus vulgaris*) to post-emergence herbicides. Crop Pro. 24: 15-21.
16. Soltani, N., Gillard, C.L., Swanton, C.J., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2008. Response of white bean (*Phaseolus vulgaris*) to imazethapyr. Crop Pro. 27: 672-677.
17. Soltani, N., Robinson, D.E., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2006. Adzuki bean (*Vigna angularis*) responses to post-emergence herbicides. Crop Pro. 25: 613-617.
18. Soltani, N., Shorpshire, C., Cowan, T., and Sikkema, P.H. 2004. Tolerance of blak beans (*Phaseolus vulgaris*) to soil application of s-metolacholor and imazethapyr. Weed Technol. 18: 111-118.
19. Somani, L.L. 1992. Dictionary of weed science. Agrotech Publishing Academey (India).
20. USDA/NASS. 1998. Agricultural Statistics. http://www.usda.gov/nass/pubs/ agr98/98-intro.pdf.
21. www.fa.wikipedia.org
22. www.FAOSTAT.org

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 123-130

Comparison of different chemical herbicides to control of broad leaf weeds of common bean in Yasouj, Kohgiloyeh and Boyerahmad province

Farajee[1*], H. & Amiri[2], Kh.

1-Assistant Professor, Yasouj University
2- Former MSc. Student, Azad University of Yasouj

Received: 2 December 2008
Accepted: 10 October 2009

Abstract

In order to investigate the effect of chemical herbicides on control of broad leaf weeds of common bean, an experiment was conducted in 2007 at Yasouj with 12 treatments in a randomized complete block design with 3 replications. Treatments consisted of preplant application of Trifluralin herbicide at 960 g ai ha^{-1}; postemergence application of Bentazon at 1200 g ai ha^{-1}; Imaztapir at 50, 75 and 100 g ai ha^{-1}; Fomesafen herbicide at 426, 639 and 852 g ai ha^{-1}; Storm herbicide at 426, 639 and 1065 g ai ha^{-1}; control weed free treatment by hand weeding and non-treated control were maintained weed free during the growing season. Results showed that the most effective treatment for increasing yield was Trifluralin which was similar to control and then followed by Bentazon and Fomesafen herbicides in all 3 doses. Maximum and minimum reduction of shoot dry weight of weeds was observed with Trifluralin and Bentazon application. Generally, concerning the problems of Trifluralin application that may affect next crop, post emergence application of Fomesafen is recommended. This herbicide, in addition to low impact on crop, has high potential for weed control.

Key words: Bentazon, Fomesafen, Hand weeding, Imazethapyer, Storm, Tirifloralin

[*] **Corresponding Author:** E-mail: Hooshangfarajee@yahoo.com, Tel.: 0741-22248840

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۱۴۲-۱۳۱، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 131-142

کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز کشت زمستانه نخود (*Cicer aretinum* L.) در استان لرستان

سیدکریم موسوی*

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۵/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۲/۰۷

چکیده

به منظور ارزیابی کارآیی استفاده از ۱۲ علف‌کش اتال‌فلورالین (۳ لیتر در هکتار)، تری‌فلورالین (۲ لیتر در هکتار)، پندیمتالین (۱/۵ تا ۲/۵ لیتر در هکتار)، ایمازتاپیر (۰/۵ تا ۰/۷ لیتر در هکتار)، ایزوکسافلوتل (۸۰ گرم در هکتار)، پیریدیت (۲/۵ لیتر در هکتار)، بنتازون (۲ لیتر در هکتار)، متری‌بیوزین (۰/۷ کیلوگرم در هکتار)، فومسافن (۱ لیتر در هکتار)، سیمازین (۸۰۰ گرم در هکتار)، پرومترین (۸۳۰ گرم در هکتار) و هالوکسی‌فوپ- آر- متیل (۱ لیتر در هکتار) برای کنترل علف‌های‌هرز مزارع نخود و همچنین سنجش حساسیت نخود به این علف‌کش‌ها، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در شهرستان خرم‌آباد لرستان اجرا شد. در بین تیمارهای کنترل شیمیایی، کمترین تراکم علف‌های‌هرز یک‌ساله به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی فومسافن و ایزوکسافلوتل و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین و پرومترین و کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین اختصاص داشت. تیمارهای کاربرد پس‌رویشی فومسافن، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین و پرومترین و تیمار کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، حداقل موجب کاهش ۸۷ درصدی تراکم علف‌های‌هرز را فراهم آوردند. سطح کاهش جمعیت علف‌هرز برای تیمار کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، ۸۵ درصد بود. براساس ارزیابی چشمی به فاصله ۲ و ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، تیمارهای کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون، کاربرد پس‌رویشی فومسافن و تمامی شکل‌های کاربرد ایمازتاپیر، اثرات گیاه‌سوزی شدیدی روی گیاه‌زراعی نخود بر جای گذاشتند. بر مبنای ارزیابی چشمی صورت گرفته، تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل و فومسافن، بهترین تیمارها از نظر کنترل علف‌های‌هرز (کنترل ۹۶/۵ تا ۹۹ درصد) بودند. کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین و پرومترین، بهترین تیمار شیمیایی از نظر کنترل علف‌هرز خردل‌وحشی- شایع‌ترین گونه‌ی یک‌ساله- بود. کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی فومسافن، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت و ایزوکسافلوتل، کاربرد پیش‌کاشت و پس‌رویشی ایمازتاپیر، تیمارهای ترکیبی کاربرد پیش‌رویش به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر و پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین و پرومترین، سبب کاهش حداقل ۹۰ درصدی تولید ماده خشک علف‌های‌هرز شدند. اثرات گیاه‌سوزی کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، فومسافن و ایمازتاپیر و کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین نیز شدید بود. کاربرد پیش‌رویشی فومسافن برای نخود، ایمن بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای وجین دومرحله‌ای، وجین زودهنگام، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین و پرومترین، کاربرد پیش‌کاشت پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین، پندیمتالین و فومسافن، کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌کاشت ایمازتاپیر، اتال‌فلورالین و تری‌فلورالین مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: علف‌کش، لرستان، مدیریت علف‌های هرز، نخود

مقدمه

تقاضا برای خرید نخود در شبه‌جزیره هند و خاورمیانه، رو به افزایش است به طوری که سازمان خوار و بار جهانی، افزایش ۲/۲ درصدی تقاضا در سال را برای این محصول گزارش داده است (Palta *et al*., 2005). نخود به دلیل تثبیت نیتروژن و بهبود شرایط باروری خاک برای کشت بعدی در تناوب زراعی از اهمیت زیادی برخوردار است (Doughton, 1993; Miller *et al*., 2002; Patel *et al*., 2006). از جمله چالش‌های کشت نخود، توانایی کم آن در رقابت با علف‌های‌هرز است به طوری که کاهش عملکرد ناشی از تداخل علف‌های‌هرز تا ۹۰ درصد گزارش شده است (Knights, 1991; Mousavi *et al*., 2007).

* خرم‌آباد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، تلفن: ۰۶۶۱-۲۲۰۱۰۰۵
نمابر: ۰۶۶۱-۲۲۰۲۲۰۲، پُست الکترونیک: skmousavi@gmail.com

در بین روش‌های کنترل علف‌های هرز استفاده از علف‌کش‌ها به دلیل کارآیی و صرفه‌ی اقتصادی، جایگاه ویژه‌ای دارد و امروزه به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور کلی تعداد علف‌کش‌های ثبت شده برای کاربرد در مزارع نخود در سطح دنیا محدود و در کشور ایران محدودتر است (Datta *et al*., 2007). معرفی علف‌کش‌های با طیف کنترلی وسیع و به‌ویژه با محل‌های هدف متنوع از جمله ضرورت‌های مدیریت کاربرد علف‌کش‌ها و به تأخیر انداختن بروز مقاومت جمعیت‌های علف‌هرز به علف‌کش‌هاست (Mousavi *et al*., 2005).

علف‌کش‌های مؤثری برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ در دنیا شناسایی شده است. اکثر این علف‌کش‌ها در خاک فعال هستند و به صورت پیش‌کاشت یا پیش‌رویشی برای جلوگیری از استقرار دانه‌رست‌های علف‌های‌هرز مورد استفاده قرار می‌گیرند. همانند سایر حبوبات، نخود نیز نسبت به علف‌کش‌های پیش‌رویشی در مقایسه با تیمارهای پس‌رویشی متحمل‌تر است. این موضوع گویای محدودیت علف‌کش‌ها به ویژه پهن‌برگ‌کش‌های پس‌رویشی برای این محصول است (Solh & Pala, 1990). در استرالیا و آمریکا، علف‌کش‌های تری‌فلورالین، اتال فلورالین و سیمازین به صورت پیش‌کاشت و پیریدیت به صورت پس‌رویشی برای کنترل علف‌های‌هرز مزارع نخود مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربرد علف‌کش متری‌بیوزین در زمان خروج دانه‌رست نخود و پیش از بازشدن برگ‌های آن خسارت چندانی به این گیاه‌زراعی وارد نمی‌کند (Lees, 2004).

هر چند علف‌کش ایزوکسافلوتل (بالانس، ماده مؤثر ۷۵ درصد) به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار برای کنترل علف‌های‌هرز نخود در کشور استرالیا به ثبت رسیده است (Datta *et al*., 2007) اما گزارش شده است در برخی شرایط، کاربرد علف‌کش ایزوکسافلوتل در مقادیر کمتر از ۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار نیز روی ارقام حساس نخود اثرات گیاه‌سوزی داشت (Felton *et al*., 2004). کنترل دامنه وسیعی از گونه‌های پهن‌برگ، کنترل برخی علف‌های‌هرز مشکل‌ساز و کارآیی بالا، حتی در شرایط نسبتاً خشک، از ویژگی‌های علف‌کش ایزوکسافلوتل به‌شمار می‌رود. مکانیسم تحمل گیاه نخود نسبت به این علف‌کش به توانایی متابولیسم سریع آن برمی‌گردد. شرایط تنش مانند آب‌ماندگی یا آب و هوای سرد و یخبندان که سبب کندی رشد گیاهی می‌شود، سرعت متابولیسم این علف‌کش در گیاه نخود را کند می‌سازد (Lucy, 2004).

ارزیابی جامع امکان استفاده از علف‌کش‌های مختلف برای کنترل علف‌های‌هرز کشت نخود از جمله اهداف این پژوهش است. در این پژوهش سعی بر آن بوده است تا با معرفی علف‌کش‌های مناسب برای کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز مزارع نخود، گزینه‌هایی برای جای‌گزینی عملیات وجین و کاهش هزینه‌های تولید این محصول ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی کارآیی چند علف‌کش در کنترل علف‌های‌هرز نخود و پاسخ این گیاه زراعی به اثرات گیاه‌سوزی احتمالی آنها طی سال‌زراعی ۸۶-۱۳۸۵در شهرستان خرم‌آباد اجرا شد. آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طراحی شد. تیمارها شامل: ۱) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین (۳ لیتر در هکتار)؛ ۲) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین (۲ لیتر در هکتار)؛ ۳) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک پندیمتالین (۲/۵ لیتر در هکتار)؛ ۴) کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین (۲/۵ لیتر در هکتار)؛ ۵) کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین (۱/۵ لیتر در هکتار)؛ ۶) کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر (۰/۷ لیتر در هکتار)؛ ۷) کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر (۰/۷ لیتر در هکتار)؛ ۸) کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل (۸۰ گرم در هکتار)؛ ۹) کاربرد پس‌رویشی پیریدیت (۲/۵ لیتر در هکتار)؛ ۱۰) کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون (۲ لیتر در هکتار)؛ ۱۱) کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین (۰/۷ کیلوگرم در هکتار)؛ ۱۲) کاربرد پس‌رویشی هالوکسی‌فوپ-آر-متیل (۱ لیتر در هکتار)؛ ۱۳) کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر (۰/۷ لیتر در هکتار) به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی زودهنگام پندیمتالین (۱/۵ لیتر در هکتار)؛ ۱۴) کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر (۰/۵ لیتر در هکتار)؛ ۱۵) کاربرد پیش‌رویشی فومسافن (۱ لیتر در هکتار)؛ ۱۶) کاربرد پس‌رویشی فومسافن (۱ لیتر در هکتار)؛ ۱۷) کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین (۸۰۰ گرم در هکتار) + پرومترین (۸۳۰ گرم در هکتار)؛ ۱۸) کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین (۲/۵ لیتر در هکتار) به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر به مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار؛ ۱۹) کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر (۰/۷ لیتر در هکتار) به علاوه یک مرحله وجین؛ ۲۰) کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین (۲/۵ لیتر در هکتار) به‌علاوه یک مرحله وجین؛ ۲۱) وجین زود هنگام در ابتدای فصل بهار؛ ۲۲) وجین دیرهنگام در زمان گلدهی نخود؛ ۲۳) دو مرحله وجین زودهنگام و دیرهنگام و ۲۴) شاهد بدون کنترل بود.

عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک‌زنی برای خرّدکردن کلوخه‌ها و تسطیح زمین با ماله بود. در تاریخ ۳ اسفند ۱۳۸۵ کاشت نخود رقم فیلیپ به صورت دستی صورت گرفت. هر کرت آزمایش شامل ۱۰ خط کاشت ۵ متری با فاصله ۳۰ سانتی‌متری بود. بذور نخود روی هر خط کاشت به فاصله ۶ سانتی‌متری از همدیگر کاشته شدند (تراکم کاشت ۵۵ بوته در مترمربع). در مورد کاربرد علف‌کش‌های پیش‌کاشت خاک‌مخلوط، پس از سم‌پاشی از شن‌کش برای اختلاط علف‌کش با خاک استفاده شد. سمپاشی با استفاده از سمپاش پشتی ماتابی با نازل شره‌ای کالیبره شده بر اساس پاشش ۳۰۰ لیتر آب در هکتار انجام شد. ارزیابی چشمی تأثیرگذاری علف‌کش‌ها به روش استاندارد کمیته تحقیقات علف‌هرز اروپا (EWRC) به فاصله ۲ و ۱۵ روز پس از کاربرد پس رویشی علف‌کش‌ها صورت گرفت (Sandral *et al.*, 1997). بر این اساس اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها به صورت نمره‌دهی در دامنه ۱ تا ۹ به صورت چشمی مورد ارزیابی قرار گرفت. نمره یک گویای نابودی کامل علف هرز و بدون تأثیر روی گیاه‌زراعی و نمره ۹ به معنای بی‌تأثیر روی علف هرز و نابودی کامل گیاه‌زراعی است (جدول ۱).

جدول ۱- روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌هرز اروپا (EWRC) برای ارزیابی تأثیر علف‌کش‌ها روی گیاه زراعی و علف‌های هرز

Table 1. European Weed Research Council (EWRC) rating scale used to score the level of crop and weed response to herbicides

نمره ارزیابی Evaluation score	واکنش علف‌هرز Weed response		واکنش نخود Chickpea response	
	درصد کنترل علف‌هرز Weed control%	توضیح Description	درصد خسارت به نخود Crop damage%	توضیح Description
1	100	نابودی کامل Complete kill	0	بدون خسارت یا کاهش عملکرد No damage or yield reduction
2	96.5-99	کنترل عالی Excellent	1.0-3.5	خسارت یا رنگ‌پریدگی بسیار کم یا علایم خفیف مشابه Very little damage or paled or similar mild symptoms
3	93-96.5	کنترل خیلی خوب Very good	3.5-7.0	خسارت کمی شدیدتر ولی ناپایدار Slightly more severe damage, but unstable
4	87.5-93	کنترل مطلوب Good - acceptable	7.0-12.5	خسارت متوسط و پایدارتر Moderate and lasting damage
5	80.0-87.5	کنترل کمی مطلوب Moderate but not generally acceptable	12.5-20.0	خسارت متوسط و پایدار Moderate damage sustained
6	70.0-80.0	کنترل نامطلوب Fair	20.0-30.0	خسارت سنگین Heavy damage
7	50.0-70.0	کنترل ضعیف Poor	30.0-50.0	خسارت بسیار سنگین Very heavy damage
8	1.0-50.0	کنترل بسیار ضعیف Very poor	50.0-99.0	خسارت در حد نابودی کامل Damage at complete destruction level
9	0	کاملاً بدون تأثیر Non	100	نابودی کامل Complete destruction

۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، ارزیابی تولید زیست‌توده علف‌های‌هرز با نمونه‌برداری از سطح ۲ کادر ۰/۵×۰/۵ متری در هر کرت صورت گرفت. تراکم و وزن‌خشک علف‌های‌هرز مربوط به کادر یادشده به تفکیک گونه، شمارش و اندازه‌گیری شد. با شمارش تعداد بوته نخود در طول ۰/۵ متر روی دو ردیف میانی هر کرت، تراکم نخود در سطح کرت‌های آزمایش اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی دقیق اثرات گیاه‌سوزی احتمالی علف‌کش‌های مورد آزمایش بر رشد و نمو گیاه‌زراعی نخود از هر کرت آزمایش، بوته‌های نخود در یک نمونه ۰/۵×۰/۵ متری به طور تصادفی برداشت شد. در مورد نمونه‌های نخود برداشت شده تعداد بوته، ارتفاع بوته، وزن‌خشک برگ و وزن‌خشک ساقه اندازه‌گیری شد. وزن‌خشک برگ و ساقه نخود و گونه‌های علف‌هرز پس از قرارگیری در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد. زیست‌توده و عملکرد دانه نخود در هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل نهایی داده‌ها با

استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون LSD در سطح ۱ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

فلور علف هرز

خردل‌وحشی (*Sinapis arvensis*)، ماشک‌گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*)، شقایق‌وحشی (*Papaver* spp.)، پیچک‌صحرایی (*Convolvolus arvensis*)، خلر (*Lathyrus aphaca*)، شیرپنیر (*Galiume tricorne*)، گوش‌فیلی (*Conringia orientalis*) از جمله مهم‌ترین گونه‌های علف‌هرز شایع در سطح مزرعه آزمایشی بودند.

ارزیابی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی نخود

در فاصله ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی همانند ارزیابی به فاصله ۲ روز بعد از آن بیشترین اثرات گیاه‌سوزی روی نخود در تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون مشاهده شد (جدول ۲). میانگین نمره ارزیابی چشمی برای تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون گویای خسارت بسیار سنگین ۳۰ تا ۵۰ درصدی برای نخود بود. تیمار کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به علاوه کاربرد پس‌رویشی زودهنگام پندیمتالین نیز آسیب سنگین (۲۰ تا ۳۰ درصد) بر گیاه زراعی نخود وارد ساخت. بعد از تیمارهای یاد شده بیشترین اثرات گیاه‌سوزی (آسیب متوسط) به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر، کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پس‌رویشی فومسافن مربوط بود. میانگین نمره ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی برای تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل و کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین گویای آسیب متوسط به نخود بود. تیمارهای کاربرد پس‌رویشی هالوکسی‌فوپ-آر-متیل، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین و کاربرد پس‌رویشی پیریدیت فاقد اثرات گیاه‌سوزی روی نخود بودند. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک پندیمتالین و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین+پرومترین با داشتن حداقل اثرات گیاه‌سوزی روی نخود با تیمارهای فاقد اثرات گیاه‌سوزی تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲).

در دیگر تحقیقات عنوان شده است که کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش ایزوکسافلوتل هرچند اثرات گیاه‌سوزی موقتی روی نخود داشت اما بر رشد کلی این گیاه زراعی و عملکرد آن تأثیر معنی‌داری نداشت (Datta *et al*., 2007). همچنین گزارش شده است که کاربرد ایزوکسافلوتل در مقادیر بالا در خاک با محتوای مواد آلی و رس کم سبب خسارت به گیاه زراعی ذرت شد (Sprague *et al*., 1996). در مورد کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین خسارت معنی‌داری برای نخود گزارش شده است (Lyon & Wilson, 2005). در بررسی امکان کنترل شیمیایی علف‌های هرز مزارع نخود گزارش شده است که علف‌کش ایمازتاپیر سبب بازدارندگی شدید رشد و علف‌کش‌های بنتازون و متری‌بیوزین موجب سوختگی شدید نخود شدند (Mousavi, 2009).

ارزیابی چشمی اثرات علف‌کش‌ها روی علف‌های‌هرز

جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله

تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین + پرومترین و کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر براساس ارزیابی چشمی صورت گرفته جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله را در حد کمتر از ۷۰ درصد کنترل کردند. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به علاوه کاربرد پس‌رویشی زودهنگام پندیمتالین و کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین از نظر تأثیر بر جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله تفاوت معنی‌داری با تیمارهای یادشده نداشتند (جدول ۲).

بالاترین سطح کنترل جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله (نمره ۲ معادل کنترل ۹۶/۵ تا ۹۹ درصد) به تیمار کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل اختصاص داشت. کاربرد پس‌رویشی فومسافن دومین تیمار علف‌کش از نظر داشتن توانایی بالا برای کنترل جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله بود. تیمارهای کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر از نظر سطح کنترل علف‌های‌هرز یک‌ساله تفاوت معنی‌داری با تیمارهای حایز بهترین سطح کنترلی، نداشتند (جدول ۲).

علف‌هرز خردل وحشی

تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی سیمازین + پرومترین،

کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون و کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر، بهترین تیمارهای علف‌کش از نظر کنترل علف‌هرز خردل وحشی بودند. تیمارهای یادشده تقریباً به طور کامل سبب نابودی یا ممانعت از رویش علف‌هرز خردل‌وحشی شدند. تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین نیز از نظر سطح کنترل علف‌هرز خردل‌وحشی تفاوت معنی‌داری با تیمارهای برتر نداشتند. تمامی تیمارهای یادشده موجبات کنترل بیش از ۹۶/۵ تا ۹۹ درصدی علف‌هرز خردل‌وحشی را فراهم آوردند. در بین تیمارهای علف‌کش سطح پایین کنترل علف‌هرز خردل‌وحشی به تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک علف‌کش‌های اتال‌فلورالین، پندیمتالین و تری‌فلورالین مربوط بود. البته این تیمارها نیز از نظر کنترل علف‌هرز خردل‌وحشی خوب عمل کردند. به عبارتی تمامی تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش از نظر کنترل علف‌هرز یک‌ساله خردل‌وحشی کارکرد مناسبی از خود نشان دادند (جدول ۲).

علف‌هرز ماشک گل‌خوشه‌ای

بر اساس ارزیابی چشمی صورت گرفته، بالاترین سطح کنترل علف‌هرز ماشک گل‌خوشه‌ای به تیمار کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل مربوط بود. تیمار کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل علف‌هرز ماشک‌گل‌خوشه‌ای را به طور بسیار خوبی کنترل کرد. تیمار کاربرد پس‌رویشی فومسافن نیز از نظر کنترل علف‌هرز ماشک گل‌خوشه‌ای به طور خوبی عمل کرد. میانگین نمره اختصاص یافته برای تأثیر کنترلی ایزوکسافلوتل و فومسافن به ترتیب برابر ۱/۲۵ و ۳ (کنترل ۹۳ تا ۹۶/۵ درصد) بود. بر اساس ارزیابی چشمی صورت گرفته، اثرات کنترلی سایر تیمارهای علف‌کشی ضعیف تا بسیارضعیف بود (جدول ۲). در مورد علف‌کش ایمازتاپیر با توجه به این که علف‌کش برای گیاهان خانواده لگومینوز به طور انتخابی عمل می‌نماید، این امر دور از انتظار نیست.

جدول ۲- ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی گیاه‌زراعی نخود، جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله، علف‌هرز خردل‌وحشی و ماشک گل‌خوشه‌ای به فاصله ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی

Table 2. EWRC rating scale used to score effects of herbicides on chickpea, annual weed population, wild mustard and hairy vetch 15 days after post-emergence herbicide application

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	مقدار علف‌کش Herbicide rate	نمرات ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها EWRC rating scale			
		نخود Chickpea	جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله Annual weeds	خردل وحشی Wild mustard	ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch
Ethalfluralin PPI	3 L/ha	1.000 d	7.750 a	7.750 a	7.750 a
Pendimethalin PPI	2.5 L/ha	1.500 d	7.722 a	7.750 a	7.750 a
Trifloralin PPI	2 L/ha	1.250 d	7.545 a	7.750 a	7.750 a
Metribuzine PRE	0.7 kg/ha	4.000 bc	7.200 a	3.250 cdef	7.750 a
Pendimethalin PRE	2.5 L/ha	1.000 d	7.332 a	6.750 ab	7.750 a
Imazethapyr PPI	0.7 kg/ha	5.250 ab	6.500 ab	1.000 f	8.000 a
Imazethapyr PRE	0.7 kg/ha	4.750 abc	6.680 a	5.000 abc	8.333 a
Imazethapyr POST	0.5 L/ha	5.250 ab	4.378 bcde	1.250 f	7.750 a
Fomesafen PRE	1 L/ha	1.500 d	6.983 a	4.000 abcd	8.000 a
Fomesafen POST	1 L/ha	4.750 abc	3.628 de	1.250 f	3.000 b
Bentazon Early POST	2 L/ha	6.500 a	7.582 a	1.000 f	8.333 a
Isoxaflutole POST	0.080 kg/ha	3.750 bc	2.168 e	1.500 ef	1.250 c
Pendimethalin POST	1.5 L/ha	3.500 c	5.615 abcd	4.000 bcd	7.500 a
Pendimethalin PRE+ Imazethapyr POST	2.5+0.5 L/ha	5.000 abc	4.325 bcde	2.250 def	7.500 a
Imazethapyr PRE+ Pendimethalin POST	0.7+1.5 L/ha	5.500 ab	5.908 abc	3.500 cde	8.333 a
Simazine+Prometryn PRE	0.800+0.830 kg/ha	1.750 d	6.850 a	1.000 f	7.750 a
Pyridate POST	2.5 L/ha	1.000 d	4.122 cde	2.250 def	7.000 a

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.01$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها به صورت نمره‌دهی در دامنه ۱ تا ۹ به صورت چشمی، نمره یک گویای نابودی کامل علف‌هرز و بدون تأثیر روی گیاه‌زراعی و نمره ۹ به معنای بی‌تأثیر روی علف‌هرز و نابودی کامل گیاه‌زراعی است.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.01$.

Effects of herbicides scoring based on the EWRC rating scale in the range 1-9, score of 1 means complete destruction of treating weeds without affecting the crop and the score of 9 means no effect on weed and crop destruction is complete.

ارزیابی صفات مورفولوژیک نخود به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌ها

وزن برگ تک‌بوته نخود

بیشترین وزن برگ تک‌بوته نخود به تیمار وجین زودهنگام علف‌های‌هرز اختصاص داشت. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، وجین دومرحله‌ای علف‌های‌هرز، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه وجین دستی، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک پندیمتالین و کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین نیز از نظر وزن برگ تک‌بوته نخود تفاوت معنی‌داری با تیمار وجین یک‌مرحله‌ای زودهنگام نداشتند. وزن برگ تک‌بوته نخود برای تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط علف‌کش‌های سیمازین +پرومترین، کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به علاوه وجین دستی، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین و کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به علاوه کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین با تیمارهای کنترل شیمیایی حایز بیشترین مقدار وزن برگ تک‌بوته تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳).

کمترین وزن برگ تک‌بوته نخود به تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون مربوط بود. وزن برگ تک‌بوته برای این تیمار ۸۲/۹ درصد کمتر از وزن برگ تک‌بوته نخود برای تیمار وجین یک‌مرحله‌ای زودهنگام بود. تیمار کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل از نظر وزن برگ تک‌بوته نخود تفاوت معنی‌داری با تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون نداشت. وزن برگ تک‌بوته برای تیمار کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل ۵۵/۴ درصد کمتر از تیمار وجین یک‌مرحله‌ای زودهنگام بود. وزن برگ تک‌بوته نخود برای تیمارهای کاربرد پس‌رویش فومسافن، کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین و کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر با تیمارهای حایز بیشترین وزن برگ تک‌بوته نخود تفاوت معنی‌داری داشت. وزن برگ تک‌بوته نخود برای تیمارهای یادشده به ترتیب ۵۰/۲، ۴۹/۸ و ۴۴/۱ درصد کمتر از تیمار وجین یک‌مرحله‌ای زودهنگام بود (جدول ۳).

وزن خشک کل نخود در واحد سطح

در بین تیمارهای آزمایش، بیشترین وزن‌خشک نخود در واحد سطح به تیمار وجین یک‌مرحله‌ای زودهنگام اختصاص داشت. وزن‌خشک نخود در واحد سطح برای تیمار وجین زودهنگام به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارهای آزمایش بود. وزن‌خشک نخود برای تیمار وجین زودهنگام علف‌های‌هرز ۸۷ درصد بیشتر از وزن‌خشک نخود برای تیمار وجین دیرهنگام بود. بعد از تیمار وجین دستی زودهنگام، بیشترین وزن‌خشک نخود به تیمار تلفیقی کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه وجین دستی علف‌های‌هرز مربوط بود. البته تیمارهای کاربرد پس‌رویشی هالوکمی‌فوپ-آر- متیل، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین، کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، وجین دومرحله‌ای، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین، کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر و تیمار وجین دیرهنگام علف‌های‌هرز، تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. کمترین وزن‌خشک نخود در واحد سطح به تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون مربوط بود. وزن‌خشک نخود در واحد سطح برای این تیمار علف‌کش، حتی ۶۹ درصد کمتر از تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های‌هرز بود. وزن‌خشک نخود در واحد سطح برای تیمار کاربرد پس‌رویشی فومسافن هر چند بیش از دو برابر وزن‌خشک نخود برای تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون بود، تفاوت معنی‌داری با آن نداشت (جدول ۳).

تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز ۱۵روز پس از سمپاشی پس‌رویشی

تراکم علف‌های‌هرز یک‌ساله

میانگین تراکم علف‌های‌هرز یک‌ساله برای تیمار شاهد بدون کنترل برابر ۵۸ بوته در مترمربع بود. در بین تیمارهای کنترل شیمیایی، کمترین تراکم علف‌های‌هرز یک‌ساله به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی فومسافن، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین + پرومترین و کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل اختصاص داشت. مجموع تراکم علف‌های‌هرز یک‌ساله برای تیمارهای کنترل شیمیایی یادشده، کمتر از ۱۳درصد مجموع تراکم علف‌های یک‌ساله برای تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های‌هرز بود. به عبارتی تیمارهای کاربرد پس‌رویشی فومسافن، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین+ پرومترین و تیمار کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، حداقل موجب کاهش ۸۷ درصدی تراکم علف‌های‌هرز شدند. کاربرد

پس‌رویشی پیریدیت از نظر تراکم علف‌های‌هرز یک‌ساله با کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین+پرومترین، تفاوت معنی‌داری نداشت. سطح کاهش جمعیت علف‌هرز برای تیمار کاربرد پس‌رویشی پیریدیت در حد ۸۵ درصد بود. مجموع تراکم علف‌های‌هرز برای تیمارهای کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین و کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین نیز به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بدون کنترل بود. در بین تیمارها کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر از نظر جمعیت علف‌های هرز یک‌ساله حداقل اختلاف را با تیمار شاهد بدون کنترل داشت. سایر تیمارها در مقایسه با شاهد بدون کنترل، حداقل موجبات کاهش ۵۶ درصدی جمعیت علف‌های‌هرز یک‌ساله را فراهم آوردند (جدول ۴).

جدول ۳- وزن برگ تک‌بوته و وزن خشک کل نخود در واحدسطح به فاصله ۱۵ روز پس از سمپاشی پس‌رویشی

Table 3. Leaf weight per plant and total dry weight per unit area of chickpea 15 days after post-emergence herbicide application

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	وزن‌خشک کل نخود (گرم در مترمربع) Chickpea total dry weight (g/m^2)	وزن برگ تک‌بوته (گرم) Leaf weight per plant (g)
Ethalfluralin PPI	79.90 bcdef	0.8275 bcdef
Pendimethalin PPI	85.37 bcdef	0.9925 abcdef
Trifloralin PPI	97.28 bcde	1.160 ab
Metribuzine PRE	77.18 bcdef	0.6750 def
Pendimethalin PRE	101.6 bcd	1.138 abc
Imazethapyr PPI	70.83 def	1.013 abcde
Imazethapyr PRE	76.00 bcdef	0.9100 bcdef
Imazethapyr POST	73.00 cdef	0.8375 bcdef
Fomesafen PRE	101.5 bcd	1.065 abcd
Fomesafen POST	55.90 fg	0.6700 ef
Bentazon Early POST	23.00 g	0.2300 g
Isoxaflutole POST	64.68 ef	0.6000 fg
Pendimethalin POST	89.83 bcde	0.9700 abcdef
Pendimethalin PRE+ Imazethapyr POST	66.45 ef	0.7525 cdef
Imazethapyr PRE+ Pendimethalin POST	67.35 ef	0.7775 bcdef
Simazine+Prometryn PRE	66.67 ef	0.8925 bcdef
Pyridate POST	85.13 bcdef	1.127 abc
Imazethapyr PRE+ weeding	78.35 bcdef	0.8375 bcdef
Pendimethalin PRE+ weeding	108.0 b	1.070 abc
Late weeding	75.92 bcdef	0.8575 bcdef
Early weeding	142.0 a	1.345 a
Two times weeding	88.32 bcdef	1.077 abc
Haloxyfop-r-methyl POST	105.1 bc	1.035 abcde
Weedy	73.75 cdef	0.8675 bcdef

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.01$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.01$.

وزن‌خشک علف‌های‌هرز

میانگین تولید ماده‌خشک علف‌های‌هرز برای تیمار شاهد بدون کنترل برابر ۱۴۴/۲ گرم در مترمربع بود. میانگین تولید ماده‌خشک علف‌های‌هرز برای تیمارهای کنترل شیمیایی، به استثنای تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک پندیمتالین و تری‌فلورالین، به طور معنی‌داری کمتر از تولید ماده‌خشک علف‌های‌هرز در تیمار شاهد بدون کنترل بود. در بین تیمارهای کنترل شیمیایی، کمترین تولید ماده‌خشک علف‌های‌هرز به تیمار کاربرد پس‌رویشی فومسافن اختصاص داشت. میانگین تولید ماده‌خشک برای این تیمار فقط ۱/۱ درصد تولید ماده‌خشک در تیمار شاهد بدون کنترل بود. تیمارهای کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین +پرومترین، ضمن تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد بدون کنترل با تیمار حایز کمترین مقدار ماده‌خشک علف‌های‌هرز (تیمار کاربرد پس‌رویشی فومسافن)، تفاوت معنی‌داری نداشتند. تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین و کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین به استثنای تیمار شاهد بدون کنترل و تیمار حایز کمترین

ماده‌خشک علف‌های‌هرز (کاربرد پس‌رویشی فومسافن) با سایر تیمارهای آزمایش، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴).

میانگین تولید ماده‌خشک علف‌های‌هرز برای تیمارهای کنترل شیمیایی، حداقل ۷۵ درصد کمتر از شاهد بدون کنترل بود. تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی فومسافن، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک و کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، تیمارهای ترکیبی کاربرد پیش‌رویشی به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر و پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین+ پرومترین در مقایسه با تیمار شاهد بدون کنترل، سبب کاهش حداقل ۹۰ درصدی تولید ماده‌خشک علف‌های‌هرز شدند (جدول ۴).

جدول ۴- تراکم و وزن‌خشک علف‌های‌هرز در واحد سطح به فاصله ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی
Table 4. Density and dry weight of weeds 15 days after post-emergence herbicide application

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	وزن خشک علف‌هرز (گرم در مترمربع) Weed biomass (g/m^2)	تراکم علف‌هرز (تعداد بوته در مترمربع) Weed density ($plants/m^2$)
Ethalfluralin PPI	18.30 bcd	18.67 abcd
Pendimethalin PPI	36.69 ab	22.67 abc
Trifloralin PPI	28.43 abc	13.33 bcd
Metribuzine PRE	17.06 bcd	21.33 abcd
Pendimethalin PRE	9.63 bcde	20.00 abcd
Imazethapyr PPI	12.74 cde	20.00 abcd
Imazethapyr PRE	24.05 bc	48.00 ab
Imazethapyr POST	11.15 bcd	16.00 abcd
Fomesafen PRE	12. 33 bcd	24.00 abc
Fomesafen POST	1.61 e	4.00 f
Bentazon Early POST	8.83 bcde	16.00 abcd
Isoxaflutole POST	8.07 cde	8.00 def
Pendimethalin POST	26.02 bcd	12.00 cd
Pendimethalin PRE+ Imazethapyr POST	8.05 bcde	18.67 abcd
Imazethapyr PRE+ Pendimethalin POST	6.69 bcde	14.67 abcd
Simazine+Prometryn PRE	10.44 bcde	2.67 ef
Pyridate POST	3.75 cde	9.33 cde
Weedy	144.2 a	58.00 a

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.01$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.01$.

ارتفاع بوته

میانگین ارتفاع بوته نخود برای تیمارهای وجین زودهنگام و وجین دومرحله‌ای برابر ۴۱ سانتی‌متر بود. در بین تیمارهای آزمایشی، حداقل ارتفاع بوته نخود به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی فومسافن، کاربرد پس‌رویشی بنتازون و کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل اختصاص داشت. ارتفاع بوته نخود برای تیمارهای یادشده به طور معنی‌داری کمتر از ارتفاع بوته نخود در شرایط وجین دستی علف‌های‌هرز بود. ارتفاع بوته نخود برای تیمارهای کاربرد پس‌رویشی فومسافن، بنتازون و ایزوکسافلوتل به ترتیب ۳۱، ۳۱ و ۲۵ درصد کمتر از تیمار وجین‌دستی زودهنگام بود. تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به‌علاوه کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و تیمار کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر نیز از نظر ارتفاع بوته با تیمارهای حایز حداقل ارتفاع بوته، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵).

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه (۱۰۲۹ کیلوگرم در هکتار) برای تیمار وجین دومرحله‌ای حاصل شد. بعد از تیمار وجین‌دستی دومرحله‌ای، بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۹۸۵ کیلوگرم در هکتار به تیمار وجین زودهنگام تعلق داشت. بین تیمارهای وجین دومرحله‌ای و وجین زودهنگام، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت هر چند عملکرد دانه تیمار وجین دیرهنگام، تفاوت معنی‌داری با تیمارهای وجین دومرحله‌ای و وجین زودهنگام نداشت، اما به ترتیب ۲۸ و ۲۴ درصد کمتر از آنها بود. عملکرد تیمار تلفیقی کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه وجین دستی نیز فقط ۹ درصد کمتر از عملکرد دانه تیمار وجین

دومرحله‌ای بود. عملکرد دانه برای تیمار وجین دومرحله‌ای علف‌های‌هرز، ۲/۷ برابر عملکرد دانه تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های‌هرز بود. لیون و ویلسون (۲۰۰۵) عملکرد دانه نخود برای تیمار وجین دستی را ۸۷ درصد بیشتر از عملکرد تیمار شاهد بدون کنترل گزارش دادند.

کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین + پرومترین، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن؛ کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک ایمازتاپیر، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین و کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین بر اساس آزمون مقایسه میانگین LSD در سطح ۱ درصد از نظر عملکرد دانه تفاوتی با تیمارهای وجین دستی نداشتند (جدول ۵).

جدول ۵- ارتفاع بوته و عملکرد دانه نخود

Table 5. Chickpea plant height and grain yield

تیمار علف‌کش Herbicide treatment	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Chickpea yield (kg/ha)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Chickpea plant height (cm)
Ethalfluralin PPI	549.5 abcde	41.00 ab
Pendimethalin PPI	772.7 abcd	40.75 ab
Trifloralin PPI	518.3 abcde	39.00 bcd
Metribuzine PRE	773.7 abcd	39.75 abc
Pendimethalin PRE	758.8 abcd	41.25 ab
Imazethapyr PPI	623.7 abcde	38.75 bcd
Imazethapyr PRE	484.4 bcde	42.50 ab
Imazethapyr POST	210.8 g	33.25 cde
Fomesafen PRE	753.6 abcd	42.25 ab
Fomesafen POST	398.2 defg	29.00 e
Bentazon Early POST	269.6 fg	29.00 e
Isoxaflutole POST	771.5 abcd	31.50 e
Pendimethalin POST	734.5 abcd	33.00 de
Pendimethalin PRE+ Imazethapyr POST	558.0 bcde	33.50 cde
Imazethapyr PRE+ Pendimethalin POST	432.2 cdef	33.00 de
Simazine+Prometryn PRE	922.5 abc	39.25 bcd
Pyridate POST	932.6 abc	46.25 a
Imazethapyr PRE+ weeding	503.5 bcde	42.75 ab
Pendimethalin PRE+ weeding	937.1 ab	42.75 ab
Late weeding	745.0 abcd	38.75 bcd
Early weeding	984.5 ab	41.75 ab
Two times weeding	1029.0 a	40.50 ab
Weedy	375.0 efg	38.75 bcd

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Values followed by the same letter in each column do not differ statistically according to LSD test at 1%.

کمترین عملکرد دانه، به تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون مربوط بود. میانگین عملکرد دانه نخود برای تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون برابر ۲۶۹/۶ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد دانه دو تیمار کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون حتی از عملکرد دانه تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های هرزکمتر بود، البته تفاوت آنها معنی‌دار نبود. عملکرد دانه تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون به ترتیب ۴۳/۸ و ۲۸/۱ درصد کمتر از تیمار شاهد بدون کنترل بود. تیمار کاربرد پس‌رویشی فومسافن نیز از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون نداشت. علاوه بر این تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به علاوه کاربرد پس‌رویشی پندیمتالین، کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به علاوه وجین دستی، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه کاربرد پس‌رویشی ایمازتاپیر و کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر ضمن اختلاف معنی‌دار با تیمار وجین دومرحله‌ای، با تیمار شاهد بدون کنترل تفاوت معنی‌داری نداشتند. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتال‌فلورالین، تری‌فلورالین و ایمازتاپیر با تیمارهای وجین دستی دومرحله‌ای و هم‌چنین تیمار شاهد بدون کنترل، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). بدین‌ترتیب تیمار وجین

زودهنگام و تیمارهای شیمیایی کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین + پرومترین و تیمار کاربرد پس‌رویشی پیریدیت و تیمار تلفیقی کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین به علاوه وجین دستی، بهترین تیمارهای مدیریتی با حداقل اختلاف عملکرد دانه نسبت به تیمار برتر وجین دستی دومرحله‌ای بودند.

در دیگر پژوهش‌های مربوط به بررسی کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز نخود در شرایط دیم و آبی برای کاربرد پیش‌رویشی ایمازتاپیر به میزان ۵۳ گرم ماده مؤثر در هکتار، کاهش ارتفاع بوته، تأخیر در رسیدگی و کلروز برگ نخود گزارش شده است. چنین عنوان شده است که کاربرد پیش‌کاشت اتال‌فلورالین به رغم کنترل مناسب علف‌های‌هرز، اثرات گیاه‌سوزی روی نخود داشت. کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین در کشت آبی (آبیاری به فاصله ۴ روز پس از کاربرد علف‌کش) در سطح قابل قبولی علف‌های‌هرز را کنترل کرد اما در شرایط دیم، سطح کنترل آن مناسب نبود (Lyon & Wilson, 2005).

براساس نتایج این پژوهش، میانگین تراکم علف‌های‌هرز در سطح کرت‌های شاهد بدون کنترل برابر ۵۸ بوته در مترمربع بود. این موضوع گویای سطح خسارت‌زایی بسیار بالای جمعیت علف‌های‌هرز و اهمیت مدیریت زودهنگام علف‌های‌هرز در دست‌یابی به پتانسیل تولید کشت نخود است. عملیات وجین زودهنگام علف‌های‌هرز سبب افزایش تقریباً ۲/۷ برابری عملکرد دانه نخود شد. عملکرد دانه نخود برای تیمار وجین دومرحله‌ای از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار وجین زودهنگام نداشت. بر این اساس، یک مرحله وجین زودهنگام برای حذف رقابت علف‌های‌هرز کافی به نظر می‌رسد. میانگین تولید ماده خشک علف‌های‌هرز برای تیمارهای کنترل شیمیایی حداقل ۷۵ درصد کمتر از شاهد بدون کنترل بود. تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، کاربرد پیش‌رویشی پندیمتالین و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین + پرومترین سبب کاهش حداقل ۹۰ درصدی تولید ماده خشک علف‌های‌هرز در مقایسه با تیمار شاهد بدون کنترل شدند. به طور کلی براساس نتایج این پژوهش با توجه به کنترل علف‌های‌هرز و فقدان اثرات گیاه‌سوزی پایدار روی نخود می‌توان روی تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین، کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین+پرومترین، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن، کاربرد پس‌رویشی پیریدیت، کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل، کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک تری‌فلورالین و کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک اتان‌فلورالین حساب باز کرد. بی‌شک توصیه کاربرد این علف‌کش‌ها نیازمند تحقیقات بیشتر درباره دامنه کنترلی علف‌های هرز، سطح تحمل گیاه زراعی در شرایط مختلف و همچنین بررسی اثرات باقی‌مانده علف‌کش‌ها روی کشت‌های بعدی در تناوب زراعی است.

سپاس‌گزاری

این مقاله از طرح پژوهشی مصوب مدیریت آموزش و پژوهش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان لرستان با عنوان "کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز کشت زمستانه نخود دیم در استان لرستان" استخراج شده است.

منابع

1. Datta, A., Sindel, B.M., Jessop, R.S., Kristiansen, P., and Felton, W.L. 2007. Phytotoxic response and yield of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes with pre-emergence application of isoxaflutole. Australian Journal of Experimental Agriculture 47: 1460-1467.
2. Doughton, J.A., Vallis, I., and Saffigna, P.G. 1993. Nitrogen fixation in chickpea. I. influence of prior cropping or fallow, nitrogen fertilizer and tillage. Australian Journal of Agricultural Research 44: 1403-1413.
3. Felton, W.L., Knights, T.J., Haigh, B.M., and Harden, S. 2004. Tolerance of chickpea to isoxaflutole. In: Proceedings of the 14th Australian Weeds Conference, Wagga Wegga. B.M. Sindel and S.B. Johnson (Eds.) p. 257-260.
4. Knights, E. 1991. Chickpea. In: R.S. Jessop and R.L. Wright (Eds.). New Crops, Agronomy and Potential of Alternative Crop Species. p. 27-38. Inkata Press: Melbourne.
5. Lees, B. 2004. Weed control in chickpea, an Alberta perspective. Internet.

6. Lucy, M. 2004. Management Strategies for Balance Herbicide in Chickpeas. GRDC. Australia.
7. Lyon, D.J., and Wilson, R.G. 2005. Chemical weed control in dryland and irrigated chickpea. Weed Technol. 19: 959-965.
8. Miller, P., MacKay, K., Jenks, B., Riesselman, J., Neill, K., Buschena, D., and Bussan, A.J. 2002. Growing chickpea in the northern Great Plains. Montana State University Extension Service.
9. Mousavi, S.K. 2009. Evaluation of some herbicides for weed control in chickpea, and their residual effects on wheat in the following season. Journal of Iranian Field Crop Research 7: 229-239.
10. Mousavi, S.K., Pezeshkpour, P., and Shahverdi, M. 2007. Weed population response to planting date and cultivar chickpea *(Cicer arietinum*). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 40: 167-177.
11. Mousavi, S.K., Zand, E., and Saremi, H. 2005. Physiological Function and Application of Herbicides. Zanjan University Press. p. 286.
12. Palta J.A., Nandwal, A.S., Kumari, S., and Turner, N.C. 2005. Foliar nitrogen applications increase the seed yield and protein content in chickpea (*Cicer arietinum* L.) subject to terminal drought. Australian Journal of Agricultural Research 56: 105-112.
13. Patel, B.D., Patel, V.J., Patel, J.B., and Patel, R.B. 2006. Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. Indian J. Crop Science 1: 180-183.
14. Sandral, G.A., Dear, B.S., Pratley, J.E., and Cullis, B.R. 1997. Herbicide dose rate response curve in subterranean clover determined by a bioassay. Aust. J. Exp. Agric. 37: 67-74.
15. Solh, M.B., and Pala, M. 1990. Weed control in chickpea. Options Mediterranennes Seminaries 9: 93-99.
16. Sprague, C.L., Kells, J.J., and Penner, D. 1996. Weed control and corn tolerance with RPA 201772. In: Proceedings of the North Central Weed Science Society 51: 50-51.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 131-142

Chemical weed control in autumn sowing of chickpea (*Cicer aretinum* L.) at Lorestan province

Mousavi[1*], S.K.

Contribution from Agricultural and Natural Resource Research Center of Lorestan

Received: 5 August 2009
Accepted: 27 April 2010

Abstract

A field experiment was conducted in Khorramabad to evaluate the efficacy of 12 herbicides [ethalfloralin (3 L.ha^{-1}), trifloralin (2 L.ha^{-1}), pendimethalin (1.5-2.5 L.ha^{-1}), imazethapyr (0.5-0.7 L.ha^{-1}), isoxaflotole (80 g.ha^{-1}), pyridate (2.5 L.ha^{-1}), bentazon (2 L.ha^{-1}), metribuzine (0.7 kg.ha $^{-1}$), fomesafen (1 L.ha^{-1}), simazine (80 g.ha^{-1}), prometrine (830 g.ha^{-1}), haloxyfop-R-methyl (1 L.ha^{-1})] applied alone or in combination for weed control, in chickpea in 2006-2007. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications. The least annual weed density among chemical treatments belonged to fomesafen and isoxaflotole applied post, mixture of simazine+prometrine applied pre, and metribuzine applied pre. Fomesafen and isoxaflotole applied post, and mixture of simazine+prometrine applied pre caused at least 87% reduction of weed density. Pyridate applied post, reduced weed population by 85%. In the basis of visual injury, 2 and 15 days after post emergence application, bentazon applied early post, fomesafen applied post, and imazethapyr in all manure of application caused serious crop injury. Isoxaflotole and fomesafen applied post, gave approximately complete control of weeds (96.5-99%). Mixture of simazine+prometrine applied pre provided near complete control of wild mustard. Weed dry weight for fomesafen applied post, was only 1.1% of unweeded control. Fomesafen applied pre and post, pyridate and isoxaflotole applied post, imazethapyr applied pre plant and post, imazethapyr applied pre + pendimethalin applied post, bentazon applied early post, and simazine+prometrine applied pre gave very good weed control (>90% reduction in weed dry weight). At 15 days after post treatment, bentazon applied early post, caused significant reduction of stem and leaf dry weight of chickpea by 81.6 and 82.9%, respectively. Isoxaflotole, fomesafen, and imazethapyr applied post, and metribuzine applied pre also caused significant crop injury. Fomesafen applied pre, was safe for chickpea. Maximum chickpea grain yield was recorded in hand weeding twice (1029 kg/ha) and once (984.5 kg/ha), however pyridate applied post, simazine+prometrine applied pre, pendimethalin applied pre plant incorporate, isoxaflotole applied post, metribuzine, pendimethalin, and fomesafen applied pre, pendimethalin applied post, imazethapyr, ethalfloralin and trifloralin applied pre plant incorporate, did not had significant difference with hand weeding treatments.

Key words: Chickpea, Herbicides, Lorestan, Weed management

[*] **Corresponding Author:** E-mail: skmousavi@gmail.com, Tel.: 0661-2201005, Fax: 0661-2202202

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۱۵۲-۱۴۳، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 143-152

بررسی صفات مؤثر بر قابلیت پخت و درصد پروتئین در ۱۵ ژنوتیپ لوبیای قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی

آذر محمدی[1*]، محمدرضا بی‌همتا[2] و حمیدرضا دُری[3]

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان

۲- استاد رشته اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی خمین

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۹/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۲/۰۷

چکیده

به منظور بررسی صفات کمّی و کیفی تأثیرگذار بر قابلیت پخت و رابطه آن با درصد پروتئین، طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ ژنوتیپ لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در سه تکرار انجام شد. صفات مورد نظر در سطح مزرعه و آزمایشگاه تغذیه بر اساس استاندارد بین‌المللی CIAT بررسی شد. تجزیه واریانس نشان داد که تحت دو شرایط آبیاری مستقل اثر ژنوتیپ‌ها روی برخی صفات کمّی (طول بوته، گره روی ساقه اصلی، روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، دوره پُرشدن دانه، اندازه دانه، وزن ۱۰۰دانه و درصد پروتئین) و برخی صفات کیفی (شاخص جذب آب، شاخص تورم، جلوه و ظاهر دانه)، معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین آماری صفات نشان داد در اثر تنش خشکی، مقدار پروتئین دانه، بیشتر، رقم دیررس‌تر و دانه، دیرپزتر شده است. در تجزیه به عامل‌ها، چهار عامل پنهانی با توجیه تقریبی بیش از ۷۰درصد تغییرات، در محیط آبیاری معمولی شامل عوامل فیزیولوژیک بوته، مورفولوژی بوته، تیپ رشد و عامل قابلیت پخت و کیفیت پروتئین، دسته‌بندی شد و در شرایط تنش خشکی، عوامل اصلی به ترتیب شامل خصوصیات فیزیولوژیک بوته، مرتبط بر عملکرد بوته، کمیت دانه و عامل قابلیت پخت و زمان پخت بودند.

واژه‌های کلیدی : تجزیه به عامل، تنش خشکی، درصد پروتئین، قابلیت پخت، لوبیا قرمز

مقدمه

پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی، حبوبات است. در بین حبوبات لوبیای قرمز از لحاظ ارزش غذایی و مقدار مصرف، مقام اول را دارد. ارزش بیولوژیک پروتئین موجود در لوبیا مربوط به مقدار اسیدهای آمینه ضروری آن است (Schoonhoven & Voysest, 2001). در ایران از نظر رنگ، لوبیای قرمز بازارپسندتر می‌باشد و به لحاظ زودپزی، واریته‌ای که از لحاظ زودپزی مرغوب ولی خوش‌طعم نباشد، طرفدار ندارد. جهت بازارپسندی لوبیا بررسی قابلیت پخت مثل زودپزی، درصد پروتئین، قدرت هضم آسان، طعم و مزه و ... اهمیت دارد (Hohlberg & Stanley, 1987). در شرایط بی‌آبی شدید مولکول‌های حاوی باندهای هیدروژنی جایگزین مولکول‌های آب در گیاه می‌شود. همچنین روزنه‌ها، عمل فتوسیستم۲، وجود پروتئین‌های خاص و روبیسکو[1]، لیپیدها و قندها روی سازش و تحمل گیاه نسبت به شرایط تنش خشکی اثر می‌گذارد (Schoonhoven & Voysest, 2001). ضخیمی پوست با دیرپزی همبستگی مثبت داشته و با یک ژن غالب کنترل می شود. پروتئین دانه نیز یک صفت پلی‌ژنیک است و با چند ژن کنترل می شود و شدیداً تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد (Hohlberg & Stanley, 1987). اهداف اصلاح لوبیا در ایران، بالا بردن بازارپسندی از نظر رنگ، درشتی اندازه دانه، زودپزی، نازکی پوسته دانه، عملکرد زیاد، افزایش کیفیت محصول (پروتئین زیاد و اسیدهای آمینه ضروری)، کوتاهی دوره گل‌دهی، فرم بوته و ... می‌باشد. زودپزی و نازکی پوسته دانه، فاکتورهای مهمی هستند که در شرایط انبارداری در مکان با دما و رطوبت نسبی بالا، بذور را کم‌کیفیت و دیرپز می‌کند (Schoonhoven & Voysest, 2001; Ibrahimi *et al.*, 2001). در تحقیقی خصوصیت فیزیکی و شیمیایی (میزان سختی دانه، زودپزی و درصد جوانه‌زنی دانه) لوبیای سیاه در شرایط انبارداری یخچالی (دمای ۴/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد) و شرایط محیطی طبیعی (دمای ۲۵-۲۳ درجه سانتی‌گراد و

* **نویسنده مسئول:** همدان، بلوار موسیوند، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان
تلفن: ۰۸۱۱۴۴۹۴۰۰۱، پست الکترونیک: azar_mohamadi2000@yahoo.com

[1] Robissco.

رطوبت نسبی ۵۰-۳۰ درصد) طی دو سال آزمایش شد و نتیجه‌گیری شد لوبیاهای انبارشده در شرایط طبیعی، دیرپزتر بودند. درصد جذب آب در روش یخچالی بیش از روش طبیعی بود ولی میزان چربی و پروتئین خام به‌خصوص گلوبولین تحت هر دو روش انبارداری، تفاوت معنی‌داری نشان نداد (Berrios *et al*., 1999). در مقاله‌ای اثر محلول نمک حاوی یون‌های مونوالانت Na^{+} و K^{+} و دی‌والاونت Ca^{2+} و Mg^{2+} روی زمان پخت و خصوصیت غذایی لوبیای معمولی آزمایش گردید و مشخص شد زمان پخت و کیفیت پروتئین در لوبیاهای پوسته ضخیم و نازک در اثر تیمار نمک، کاهش می‌یابد (Leon *et al*., 1992). جهت تشخیص سریع آزمایشگاهی دیرپزی لوبیا، تحقیقی تحت شرایط دیم و آبیاری طبیعی با کمک دو روش شامل دیرپزکردن فیزیکی طی انبارداری ۳۵-۳۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۶درصد در مدت ۱۲۰ روز و نیز دیرپزکردن شیمیایی، خیساندن دانه در بافراستات ۰/۱ درصد و PH= ۴ در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷-۱ ساعت انجام شد. هر دو روش، زمان پخت و سختی دانه را با انحراف به ترتیب ۶/۰- ۴/۸ درصد و ۵/۸- ۱/۸ درصد تغییر داد. نتایج نشان داد که جهت غربال کردن ارقام جدید لوبیا روش شیمیایی نسبت به روش انبارداری، سریع‌تر و بهتر نتیجه می‌دهد (Reyes-Moreno *et al*., 1994). در آزمایشی به منظور بازارپسندی لوبیا و کم‌کردن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با روش‌های رگرسیون مکانی SREG[1] و دنباله ژنوتیپی GT[2] معلوم شد اثر ژنوتیپ × محیط تأثیر به‌سزایی روی کیفیت غذایی و پخت لوبیا دارد که بستگی به بافت و ساختمان دانه، فیزیولوژی گیاهی و صفات بیوشیمیایی لوبیا دارد به‌طوری‌که صفات مهم تجاری مثل شکستگی پوسته دانه، شاخص جذب آب، محتوای پروتئین خام و وزن دانه و همچنین صفت تعداد روزهای تا رسیدگی، تنوع وسیعی را نشان دادند. ژنوتیپ های با عملکرد بالا، بیشترین محتوای پروتئین ولی پایین‌ترین کیفیت پوسته دانه را داشتند که مشخصه آنها دیر به گل رفتن بوته‌ها بود درحالی‌که ژنوتیپ‌های با پوسته‌ی شکسته، کمترین ظرفیت جذب آب را داشتند (Gonzalez *et al*., 2005). محققی با تأثیر فاکتورهای غیرزنده‌ی محیطی روی کیفیت پخت و ثبات ارزش غذایی لوبیا، بیان کرد کیفیت پخت به دو عامل ژنتیکی (ساختمان دانه، فیزیولوژی آن و بیوشیمی دانه) و محیطی (دما، آب دسترسی گیاه و شرایط اکولوژیک) بستگی دارد. وی اثر فاکتورهای محیطی و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را به‌عنوان عامل عمده در نفوذپذیری پوسته دانه، سختی دانه و مقدار جذب آب طی زمان پخت بیان کرد. بررسی‌ها نشان داد کیفیت پخت وابسته به اندازه دانه، محتوی پروتئین، قندهای محلول در آب، چربی، مواد معدنی موجود در خاک، قدرت جذب آب دانه طی پخت و دیرپزی دانه می‌باشد. مثلاً نیتروژن و سولفور موجود در خاک، محتوی پروتئین دانه (متیونین) و اسیدآمینه‌های حاوی باند گوگردی (سیستئین) را افزایش می‌دهد (Kigel, 1999). تنش خشکی، محتوای نشاسته دانه را کاهش اما مقدار قندهای محلول را افزایش می‌دهد و روی پروتئین محلول و اسیدآمینه دانه بی‌تأثیر است (Leon *et al*., 1992). طبق نظریه‌ای محتوای پروتئین دانه لوبیا طی انبارداری به ویژه با دما و رطوبت نسبی بالا، تنزل می‌یابد. علت آن، آزادشدن پلی‌پپتیدهای کوچک و اسیدهای آروماتیک است که منجر به سنتز پلی‌فنل‌ها شده و تجمع لیگنین و پلیمرهای نامحلول باعث چوبی‌شدن پوسته‌ی دانه و دیرپزی دانه می‌شود (Hohlberg *et al*., 1987). بررسی‌ها نشان می‌دهد اگر قبل از پخت، حبوبات خیسانده شوند علاوه بر خوش طعمی، قدرت هضم و جذب پروتئین‌ها و نشاسته‌ی آن در بدن افزایش می‌یابد. به علت نفوذپذیری کم پوسته و سختی دانه، طی مدت پخت، آب کافی جذب نمی‌شود و به‌دلیل دیرپزی طی خیساندن، با این‌که دانه آب کافی جذب کرده اما به آسانی پخته نمی‌شود (Laing *et al*., 1983). در تحقیقی با مطالعه‌ی مواد معدنی خاک و تأثیر آن روی زمان پخت، نتیجه‌گیری شد زمان پخت و سختی دانه لوبیا در خاک‌های غنی از Ca و Mg با میانگین دمای سالانه ۲۴-۱۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با خاک با دمای ۱۸-۱۱ درجه سانتی‌گراد و فقیر نسبت به Mg و P، بیشتر است (Paredes-lopez *et al*., 1989). هدف از این آزمایش، بررسی صفات مؤثر بر قابلیت پخت و مقدار درصد پروتئین برخی ژنوتیپ‌های لوبیای قرمز به کمک شاخص آماری تجزیه به عامل‌ها به روش چرخش واریماکس و به‌کارگیری صفات استخراجی در برنامه‌های اصلاحی و به‌نژادی تحت شرایط آبیاری بدون تنش و تنش‌خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی صفات مؤثر بر قابلیت پخت و درصد پروتئین ۱۵ ژنوتیپ لوبیای قرمز در قالب طرح بلوک‌های-کامل‌تصادفی درسه تکرار تحت شرایط بدون تنش (دور آبیاری ۷ روز) و تنش (دور آبیاری۱۰روز) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج در بهار سال ۱۳۸۴ اجرا گردید.

مواد گیاهی

ژنوتیپ‌ها از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خمین مطابق جدول شماره ۱ تهیه گردید.

[1] Site Regression
[2] Genotype trail

جدول ۱ – کد ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز مورد استفاده در تحقیق

Table 1. Code of Red genotypes used in study

ردیف Row	کد ژنوتیپ Genotype code	ردیف Row	کد ژنوتیپ Genotype code	ردیف Row	کد ژنوتیپ Genotype code
1	KS31101	6	KS31106	11	KS31111
2	KS31102	7	KS31107	12	KS31138
3	KS31103	8	KS31108	13	KS31139
4	KS31104	9	KS31109	14	KS31169
5	KS31105	10	KS31110	15	KS31170

کشت، در تاریخ سوم خرداد به‌صورت خشکه‌کاری و به روش جوی و پشته‌ای با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ای پنج سانتی‌متر و در سه خط دومتری انجام شد. اولین آبیاری در تاریخ ۱۱ خرداد و آخرین آن با رعایت دور آبیاری در مرحله دانه‌بندی و در تاریخ ۳ شهریور انجام شد. یادداشت‌برداری صفات در زمان‌های لازم صورت گرفت. در مرحله برداشت، گیاه به‌طور کامل از سطح خاک برداشت و جهت اندازه‌گیری کیفیت پخت به آزمایشگاه تغذیه ارسال شد. صفات مورد ارزیابی در این تحقیق عبارت بودند از: تعداد روز از کاشت تا ۵۰درصد جوانه‌زنی، ۵۰درصد گل‌دهی، ۵۰درصد غلاف‌دهی، طول دوره پُرشدن دانه، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل غلاف، ارتفاع بوته از سطح خاک تا انتهای ساقه اصلی، تعداد گره روی ساقه اصلی، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه (وزن دانه در پنج بوته)، طول، عرض و قطر دانه، وزن ۱۰۰دانه، درصد پروتئین با استفاده از دستگاه (NIR)[1]، مدت زمان پخت قبل و بعد از جذب آب ۱۰۰دانه به وسیله کجدال شش اجاقه، بافت و ساختمان دانه، طعم دانه، بو و رایحه دانه، جلوه و ظاهر دانه بعد از پخت، شاخص جذب آب[2] و شاخص تورم[3] برای ۱۰۰دانه بعد از ۱۶ ساعت خیساندن طبق فرمول‌های زیر:

- شاخص‌جذب‌آب

$$H.C.= \{Y-[X-(X/100)\times N_2]\}/(N_1-N_2)$$

Y، X، N_1 و N_2 به ترتیب، وزن دانه بعد از جذب آب؛ وزن دانه قبل از جذب آب؛ تعداد کل بذور استفاده‌شده؛ تعداد بذوری که آب جذب نکرده‌اند.

- شاخص تورم

$$S.C.= (Y_1-Y_2)-\{(X_1-X_2)-[(X_1-X_2)/N_1]\times N_2\}/(N_1-N_2)$$

Y_1، Y_2، X_1، X_2، N_1 و N_2 به ترتیب، حجم آب + دانه‌هایی که آب جذب کرده‌اند؛ حجم آب اضافه شده به بذوری که آب جذب کرده‌اند؛ حجم آب + بذور خشک؛ حجم آب اضافه شده به بذورخشک؛ تعداد کل بذور استفاده شده؛ تعداد بذوری که آب جذب کرده‌اند.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل‌های کلی به کمک نرم‌افزارهای SAS *v.8* و PATH 2 انجام گرفت (Manly, 1994) و اندازه‌گیری‌های صفات بر اساس دستورالعمل تحقیقات مناطق خشک CIAT[4] انجام شد. جهت اندازه‌گیری طعم، بافت و ساختمان دانه پس از پخت، طبق دستورالعمل ICARDA[5]، دانه‌های پخته‌شده توسط چندین فرد در سه تکرار خورده و مزه شد و در جدولی که بر اساس عالی، خیلی‌خوب، خوب، متوسط، بد و بسیار بد طراحی شده بود، علامت‌گذاری گردید. جهت مقایسه میانگین آماری صفات تحت دو رژیم آبیاری از روش LSD استفاده شد و با کمک فرمول زیر، ضریب تغییرات صفات محاسبه و شکل آن به کمک نرم‌افزار Excel ترسیم‌گردید.

$$\text{درصد تغییرات صفت} = \frac{\text{میزان صفت در شرایط تنش} - \text{میزان صفت در شرایط بدون تنش}}{\text{میزان صفت در شرایط بدون تنش}} \times 100$$

نتایج و بحث

تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو محیط

تجزیه واریانس ساده به صورت مجزا در دو محیط آبیاری طبیعی و تنش خشکی نشان داد که اثر تیمارها روی صفات طول بوته، تعداد گره روی ساقه اصلی، تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، طول دوره پُرشدن دانه، تعداد روز تا رسیدگی کامل، طول و عرض دانه، وزن ۱۰۰دانه، درصد پروتئین، شاخص جذب آب، شاخص تورم، جلوه و ظاهر دانه معنی‌دار گردید که تنوع معنی‌دار در ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد.

[1] Near-Infrared Reflectance
[2] Hydration Capacity
[3] Swelling Capacity
[4] Centro International de Agriculture Tropical
[5] International Center for Agricultural Research in the Dry Areas

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس بلوک های کامل تصادفی روی ۱۵ ژنوتیپ لوبیا قرمز

Table 2. Results of RCBD analysis of 15 Red genotypes

تحت شرایط آبیاری طبیعی. under normal irrigation.

S.O.V		بلوک Block	تیمار Trait	خطای a Error a
		2	14	28
Height plant	طول بوته	111.4**	129.9**	30.19
Nod no. per main shoot	تعداد گره روی ساقه اصلی	2.16	6.74**	1.00
Days to 50% emergence	تعداد روز تا ۵۰٪جوانه زنی	0.45	0.698	0.398
Days to 50% flowering	تعداد روز تا۵۰٪ گل دهی	36.87**	26.47**	2.209
Days to 50% poding	تعداد روز تا۵۰٪ غلاف دهی	7.11	19.28	21.41
Seed filling duration	طول دوره پرشدن دانه	208.7**	35.91**	6.443
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدگی کامل	107.5**	25.06**	5.442
Seed no. per Plant	تعداد دانه در بوته	50.4**	129.76**	0.351
Seed length (mm)	طول دانه (mm)	0.017	1.99**	0.307
Seed (mm) width	عرض دانه (mm)	0.405**	0.597**	0.127
Seed (mm) diameter	قطر دانه (mm)	0.025	0.387	0.277
Seed yield (gr)	عملکرد دانه (gr)	9.14	4.88	6.096
100 Seed weight	وزن صد دانه	12.74	47.18*	20.32
Protein percentage	درصد پروتئین	1096.6**	189.57**	41.053
Hydration capacity	شاخص جذب آب	0.003	0.062**	0.011
Swelling capacity	شاخص تورم	0.74*	0.26*	0.140
Time before swelling	زمان پخت دانه قبل از جذب آب	21.18	281.24	312.83
Time after swelling	زمان پخت دانه بعد از جذب آب	167.66	627.73	493.19
Seed appearance	جلوه و ظاهر دانه بعد از پخت	1.11**	0.771**	0.257
Seed Scent	بو و عطر دانه بعد از پخت	0.114	1.18**	0.212
Seed texture and structure	بافت و ساختمان دانه	0.425	1.28**	0.466
Seed taste	طعم و مزه دانه بعد از پخت	6.45	18.06	23.609

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

تحت شرایط تنش خشکی. under drought stress condition.

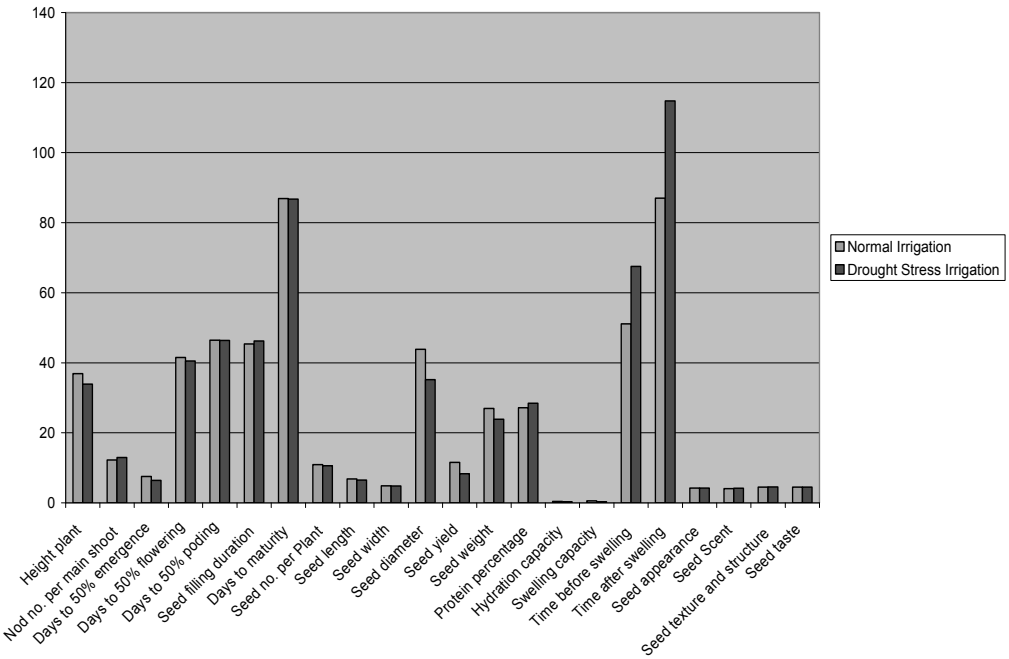
S.O.V		بلوک Block	تیمار Trait	خطای a Error a
		2	14	28
Height plant	طول بوته	60.42**	51.81**	23.885
Nod no. per main shoot	تعداد گره روی ساقه اصلی	7.62**	7.77**	0.874
Days to 50% emergence	تعداد روز تا ۵۰٪جوانه زنی	0.067	7.78**	0.312
Days to 50% flowering	تعداد روز تا۵۰٪ گل دهی	2.11	53.7**	0.914
Days to 50% poding	تعداد روز تا۵۰٪ غلاف دهی	1.16	56.1**	4.585
Seed filling duration	طول دوره پرشدن دانه	149.8**	34.65	31.665
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدگی کامل	177.6**	29.55	30.465
Seed no. per Plant	تعداد دانه در بوته	50.4	106.93	86.636
Seed length (mm)	طول دانه (mm)	0.291	3.03**	0.518
Seed (mm) width	عرض دانه (mm)	0.218	0.493**	0.150
Seed (mm) diameter	قطر دانه (mm)	0.067	0.372**	0.115
Seed yield (gr)	عملکرد دانه (gr)	9.136	5.29**	2.838
100 Seed weight	وزن صد دانه	14.91	26.12**	11.19
Protein percentage	درصد پروتئین	7415.5**	94.041**	0.214
Hydration capacity	شاخص جذب آب	0.027**	0.025**	0.002
Swelling capacity	شاخص تورم	0.001	0.011**	0.0008
Time before swelling	زمان پخت دانه قبل از جذب آب	594.54	226.51	452.50
Time after swelling	زمان پخت دانه بعد از جذب آب	1306.3**	451.17**	69.65
Seed appearance	جلوه و ظاهر دانه بعد از پخت	0.121	0.43**	0.150
Seed Scent	بو و عطر دانه بعد از پخت	0.076	0.269	0.250
Seed texture and structure	بافت و ساختمان دانه	0.004	0.167	0.850
Seed taste	طعم و مزه دانه بعد از پخت	0.316	0.782	0.500

*، ** Significant at 0.05, 0.01 levels of probability, respectively.

اثر تیمار در شرایط آبیاری معمولی روی صفت بو و عطر دانه و در شرایط اعمال تنش روی صفت زمان پخت دانه خیسانده نشده بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). از طرفی اثر ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز روی درصد پروتئین در هر دو محیط آبیاری طبیعی و تنش خشکی به شدت معنی‌دار گردید. این مسئله بر وجود تنوع ژنتیکی بالا روی صفت پروتئین تأکید می‌کند. نتایج نشان داد که تنوع موجود در صفات مذکور با نتایج تحقیقات محققان دیگر (Ibrahimi *et al*., 2001; Amini *et al*., 2000; Raffi *et al*., 2004) مطابقت دارد.

مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ۱۵ رقم لوبیا قرمز در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی

صفات کمّی شامل تعداد گره روی ساقه اصلی، دوره‌ی پُرشدن دانه، درصد پروتئین و زمان پخت قبل و بعد از پخت، به شدت در اثر تنش افزایش یافت و صفات کیفی شامل جلوه و ظاهر دانه، بو و عطر دانه، بافت و ساختمان دانه، طعم و مزه دانه در اثر تنش خشکی به دلیل غیر معنی‌دار بودن، افزایش نامحسوسی داشتند (جدول ۳). با مقایسه میانگین صفات به روش LSD در دو محیط روی صفت طول بوته و صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد و وزن ۱۰۰دانه، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد مشاهده شد، بدین مفهوم که تنش خشکی باعث کاهش صفات مرتبط بر عملکرد دانه گردید. همچنین مقایسه میانگین صفت پروتئین در اثر تنش، تفاوت معنی‌دار نشان داد و مقدار آن افزایش یافت. این نتایج با نتایج تحقیقات محققان دیگر، هم‌سو است (Raffi *et al*., 2004; Fransisco *et al*., 1997). زمان پخت در مقایسه میانگین، تفاوت معنی دار نشان داد یعنی تنش خشکی باعث صرف زمان بیشتر پخت و دیرپزی دانه‌ها گردید. از طرفی تنش خشکی باعث دیررسی ارقام، جذب آب کمتر هنگام پخت و کاهش طول بوته شد (شکل ۱). نتایج حاصله با نتایج تحقیق مشابه (Kigel, 1999) روی قابلیت پخت، مطابقت دارد.



شکل ۱- میانگین صفات مورد بررسی ۱۵ رقم لوبیا قرمز در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی

Fig. 1. Means of traits used for 15 Red cultivars under normal irrigation and drought stress conditions

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات با روش LSD و درصد ضریب تغییرات صفات در دو محیط آبیاری معمولی و تنش خشکی
Table 3. Mean with LSD method and coefficient of variation under normal and drought stress conditions

صفات Traits	میانگین Mean		درصد ضریب تغییرات (Coefficient of variation) %
	آبیاری تنش خشکی Drought stress irrigation	آبیاری بدون تنش Normal irrigation	
طول بوته Height plant	33.948 b	36.894 a	7.97
تعداد گره روی ساقه اصلی Nod no. per main shoot	12.960 a	12.241 a	-5.88
تعداد روز تا ۵۰٪جوانه زنی Days to 50% emergence	6.445 a	7.555 a	14.70
تعداد روز تا۵۰٪ گل دهی Days to 50% flowering	40.534 a	41.533 a	2.41
تعداد روز تا۵۰٪ غلاف دهی Days to 50% podding	46.400 a	46.466 a	0.15
طول دوره پُرشدن دانه Seed filling duration	46.223 a	45.399 a	-1.83
تعداد روز تا رسیدگی کامل Days to maturity	86.755 a	86.933 a	0.21
تعداد دانه در بوته Seed no. per Plant	10.620 a	10.955 a	3.01
طول دانه (میلی‌متر) Seed length (mm)	6.533 a	6.845 a	4.53
عرض دانه (میلی‌متر)Seed width (mm)	4.814 a	4.897 a	1.64
قطر دانه (میلی‌متر) Seed diameter (mm)	35.196 b	43.870 a	19.79
عملکرد دانه (گرم) Seed yield (g)	8.341 b	11.605 a	28.02
وزن صد دانه 100 Seed weight	23.881 b	26.983 a	11.49
درصد پروتئین Protein percentage	28.469 a	27.193 a	-4.67
شاخص جذب آب Hydration capacity	0.303 a	0.440 a	31.14
شاخص تورم Swelling capacity	0.338 a	0.609 a	43.67
زمان پخت دانه قبل از جذب آب Time before swelling	67.533 b	51.117 a	-32.10
زمان پخت دانه بعد از جذب آب Time after swelling	114.767 b	87.033 a	-31.87
جلوه و ظاهر دانه بعد از پخت Seed appearance	4.247 a	4.233 a	-0.95
بو و عطر دانه بعد از پخت Seed Scent	4.200 a	4.100 a	-2.44
بافت و ساختمان دانه Seed texture and structure	4.567 a	4.500 a	-1.56
طعم و مزه دانه بعد از پخت Seed taste	4.533 a	4.500 a	-0.67

جدول ۴- مقادیر ویژه، نسبت‌های واریانس و واریانس تجمعی صفات کمّی لوبیا قرمز
Table 4. Eigen values, factors variances and cumulative variance of Red beans

تحت تنش خشکی on drought stress				تحت آبیاری طبیعی on normal irrigation			
عوامل Factors	مقدار ویژه Eigen value	نسبت واریانس Variance ratio	واریانس تجمعی Cumulative variance	عوامل Factors	مقدار ویژه Eigen value	نسبت واریانس Variance ratio	واریانس تجمعی Cumulative variance
عامل اول Factor 1	6.947	0.278	0.278	عامل اول Factor 1	5.586	0.207	0.207
عامل دوم Factor 2	5.498	0.219	0.598	عامل دوم Factor 2	4.629	0.171	0.378
عامل سوم Factor 3	3.183	0.127	0.625	عامل سوم Factor 3	4.351	0.161	0.639
عامل چهار Factor4	2.427	0.097	0.822	عامل چهار Factor4	3.106	0.115	0.754

تجزیه به عامل‌ها[1]

تجزیه به عامل‌ها بر روی صفات کمی به روش PAF[2] و با چرخش متعامد واریماکس انجام گرفت. با انتخاب مقادیر ویژه بزرگ‌تر از نیم در شرایط آبیاری طبیعی و تنش خشکی (جدول ۵ و ۶)، چهار عامل مشترک پنهان استخراج شد که در شرایط آبیاری طبیعی روی‌هم‌رفته بیش از ۷۵ درصد و در شرایط تنش

[1] Factor Analysis
[2] Principle Analyzing Factor

خشکی بیش از ۸۲ درصد کل تغییرات صفات را توجیه کردند (جدول ۴). در شرایط آبیاری طبیعی این آزمایش فاکتور اول با توجیه حدود ۲۱ درصد تغییرات دربرگیرنده صفات روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی، طول دوره پُرشدن دانه، تعداد دانه در بوته، عرض دانه و وزن ۱۰۰دانه بود که به عنوان عامل خصوصیات فیزیولوژیک بوته و کمیت دانه دسته‌بندی شد. فاکتور دوم با توجیه ۱۷ درصد تغییرات دربرگیرنده صفات تعداد گره روی ساقه اصلی، تعداد روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی و تعداد دانه در بوته بود که عامل مربوط به مورفولوژی بوته گروه‌بندی شد. فاکتور سوم با توجیه ۱۶درصد تغییرات شامل صفت طول بوته بود و عامل مرتبط با تیپ رشد دسته‌بندی شد. فاکتور چهارم با توجیه حدود ۱۲درصد تغییرات دربرگیرنده صفات طول دوره پُرشدن دانه، روز تا رسیدگی کامل، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، درصد پروتئین، شاخص جذب آب و شاخص تورم، مدت زمان پخت دانه قبل و بعد از جذب آب بوده که عامل مرتبط با قابلیت پخت و کیفیت پروتئین در دانه گروه‌بندی شد.

جدول ۵- مقادیر بارهای عاملی در تجزیه به عامل‌های صفات کمّی با چرخش Varimax در ۱۵ رقم لوبیا قرمز تحت آبیاری طبیعی

Table 5. Factor analysis by varimax rotation for quantitative traits in 15 Red bean genotypes on normal irrigation

صفات کمّی Quantitative Traits	عامل اول Factor1	عامل دوم Factor2	عامل سوم Factor3	عامل چهارم Factor4
طول بوته Height plant	-0.106	-0.033	0.804	0.146
تعداد گره روی ساقه اصلی Nod no. per main shoot	0.425	-0.633	0.304	0.026
روز تا جوانه‌زنی Days to emergence	0.057	-0.318	-0.244	0.421
روز تا۵۰درصد گل دهی Days to 50% flowering	0.910	-0.217	-0.035	0.171
روز تا۵۰ درصد غلاف‌دهی Days to 50% podding	0.640	-0.518	-0.289	0.139
طول دوره پُرشدن دانه Seed filling duration	-0.571	0.168	-0.067	0.761
روز تا رسیدگی Days to maturity	0.251	-0.022	-0.118	0.924
تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	0.777	-0.155	-0.081	0.535
طول دانه Seed length	-0.296	0.847	-0.007	0.076
عرض دانه Seed width	-0.522	0.020	-0.176	-0.529
قطر دانه Seed diameter	-0.421	-0.383	-0.211	-0.514
عملکرد دانه Seed yield	-0.104	0.066	-0.236	0.936
وزن ۱۰۰دانه 100 Seed weight	-0.859	0.161	0.142	0.121
درصد پروتئین Protein %	-0.029	-0.097	-0.128	0.907
شاخص جذب آب Hydration capacity	0.097	0.158	-0.083	0.895
شاخص تورم Swelling capacity	-0.069	0.003	-0.017	0.972
زمان پخت دانه قبل از جذب آب Time before swelling	0.086	0.029	0.059	0.914
زمان پخت دانه بعد از جذب آب Time after swelling	-0.408	-0.186	0.422	0.686
جمع کل فاکتورها Total factors	**0.75**	**-1.11**	**0.039**	**7.587**

در شرایط تنش خشکی، فاکتور اول با توجیه حدود ۲۸ درصد تغییرات شامل صفات تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، تعداد روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی، طول دوره پُرشدن دانه، قطر دانه، وزن ۱۰۰دانه، درصد پروتئین و شاخص تورم بود و عامل فیزیولوژیک بوته و کیفیت پخت دسته‌بندی شد. فاکتور دوم با توجیه ۲۲ درصد تغییرات صفات تعداد گره روی ساقه اصلی، روز تا رسیدگی کامل، طول بوته، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰دانه را شامل گردیده و عامل مرتبط با عملکرد بوته معرفی شد. فاکتور سوم با توجیه حدود ۱۳ درصد تغییرات صفات تعداد دانه در بوته و عرض دانه را در بر گرفته و عامل کمیت در دانه شناخته گردید. فاکتور چهارم با توجیه کمتر از یک درصد تغییرات نیز صفات تعداد روز تا ۵۰درصد جوانه‌زنی، زمان رسیدگی کامل، شاخص جذب آب، زمان پخت بذور قبل و بعد از خیساندن بود و عامل مرتبط بر قابلیت پخت و زمان پخت دانه دسته‌بندی شد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد طی هر دو شرایط محیطی، چهار عامل پنهانی روی عملکرد و قابلیت پخت تأثیرگذار بودند که عامل مرتبط به کیفیت و زمان پخت، جزو آخرین عوامل مؤثر بر عملکرد دانه لوبیا شناخته شد. به عبارت دیگر صفات مؤثر بر کیفیت پخت، تأثیر ثانویه و جزئی روی عملکرد داشتند. می‌توان گفت پخت به آرامی نسبت به پخت

سریع، آب کمتری جذب کرده است. میزان همبستگی بین زمان پخت و شاخص جذب آب r= -۰/۷۳ بود و از این شاخص به عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای زمان پخت استفاده شد (Laing *et al*., 1983). زمان پخت با اندازه دانه همبستگی مثبت نشان داد و بذور ریز، زمان پخت کمتری داشته و جهت زودپزی لوبیا بهتر است ارقام با بذور ریز انتخاب شود (Reyes-Moreno *et al*., 1994; Kigel, 1999). از طرفی همان‌گونه که انتظار می‌رفت اکثر صفات در اثر رژیم تنش خشکی کاهش یافتند، اما صفاتی چون طول دوره پُرشدن دانه، درصد پروتئین، زمان پخت قبل و بعد از پخت به شدت در اثر تنش افزایش یافت. به عبارتی نتایج نشان داد در اثر اعمال تنش خشکی، مقدار پروتئین افزایش، بذور دیرپز و ارقام دیررس شدند. البته نتایج این تحقیق نشان‌دهنده افزایش صفات کیفی مؤثر بر قابلیت پخت و بازارپسندی مانند جلوه و ظاهر دانه، بو و عطر دانه، بافت و ساختمان دانه و طعم و مزه دانه در اثر تنش خشکی اما به میزان کم نیز می‌باشد. نتایج حاصل از عوامل مؤثر بر صفات کمّی با نتایج تحقیقات دو محقق دیگر (Ibrahimi *et al*., 2001; Amini *et al*., 2000) مطابقت دارد و نتایج حاصل از عوامل پنهانی شناخته شده در رابطه با صفات مؤثر بر پخت با نتایج آزمایشات سه تحقیق دیگر انجام شده (Paredes-lopez *et al*., 1989; Kigel, 1999; Hohlberg & Stanley, 1987) انطباق دارد.

جدول ۶- مقادیر بارهای عاملی در تجزیه به عامل های صفات کمی با چرخش Varimax در ۱۵ رقم لوبیا قرمز تحت تنش خشکی
Table 6. Factor analysis by varimax rotation for quantitative traits in 15 Red bean genotypes on drought stress

صفات کمّی Quantitative Traits	عامل اول Factor1	عامل دوم Factor2	عامل سوم Factor3	عامل چهارم Factor4
طول بوته Height plant	-0.034	0.045	0.175	0.196
تعداد گره روی ساقه اصلی Nod no. per main shoot	-0.097	-0.647	0.567	-0.007
روز تا جوانه‌زنی Days to emergence	-0.038	-0.002	-0.037	0.872
روز تا۵۰درصد گل دهی Days to 50% flowering	-0.862	-0.227	0.167	0.049
روز تا۵۰ درصد غلاف‌دهی Days to 50% podding	-0.858	-0.237	0.120	-0.027
طول دوره پُرشدن دانه Seed filling duration	0.842	-0.245	-0.170	-0.029
روز تا رسیدگی Days to maturity	-0.249	-0.571	0.040	0.604
تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	-0.209	0.191	0.844	-0.156
طول دانه Seed length	0.237	0.778	-0.099	0.167
عرض دانه Seed width	0.491	0.240	-0.509	0.311
قطر دانه Seed diameter	0.862	-0.096	0.204	0.174
عملکرد دانه Seed yield	0.235	0.763	0.489	-0.054
وزن ۱۰۰دانه 100 Seed weight	0.599	0.604	-0.308	0.204
درصد پروتئین Protein %	-0.621	0.287	-0.113	0.471
شاخص جذب آب Hydration capacity	0.469	0.038	0.068	0.780
شاخص تورم Swelling capacity	0.715	0.206	0.255	0.038
زمان پخت دانه قبل از جذب آب Time before swelling	0.067	-0.103	0.456	0.735
زمان پخت دانه بعد از جذب آب Time after swelling	0.078	0.036	0.254	-0.560
جمع کل فاکتورها Total factors	**1.627**	**1.06**	**2.403**	**3.768**

منابع

1. Amini, A., and Bihamta, M.R. 2000. Factor analysis for morphological traits in common bean. Seed and Plant. 16: 210-218. (In Persian, with English Abstract)
2. Berrios, J., Barry, D.J., Swanson, G., and Adeline Cheong, W. 1999. Physico-chemical characterization of stored black beans *(Phaseolus vulgaris* L.*)*. Food Research International 32: 669-676.
3. CIAT. 1992. Annual Report. Bean Program CIAT. Cali, Colombia.
4. Fransisco, J., Ibarra-Perez, B., Ehdaie, B., and Waines, G. 1997. Estimation of outcrossing rate in common bean. Crop Sci. 37: 60-65.

5. Gonzalez, A.M., Monteagudo, A.B., Casquero, P.A., De Ron, A.M., and Santalla, M. 2005. Genetic variation and environmental effects on agronomical and commercial quality traits in the main European market classes of dry bean. Field Crop Research.
6. Hohlberg, A.I., and Stanley, D.W. 1987. Hard-to-cook defect in black beans protein and starch considerations. J. Agric. Food Chem. 35: 571-576.
7. Ibrahimi, M., Bihamta, M.R., and Khiyalparast, F. 2001. Study of the response of some red and white varieties of common bean to limited irrigation. MSc. Thesis. The University of Tehran, Iran. p. 112.
8. Kigel, J. 1999. Culinary and nutritional quality of *(Phaseolus vulgaris* L.) seeds as affected by environmental factors. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 3: 205-206.
9. Laing, D.R., Kretchmer, P.J., Zuluaga, S., and Jones, P.J. 1983. Field Bean. In: Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environments. IRRI, Los Banos, Philippnes, p. 227-245.
10. Leon, L.F., Elias, L.G., and Bressani, R. 1992. Effect of salt solutions on the cooking time, nutritional and sensory characteristics of common beans *(Phaseolus vulgaris* L.*)*. Food Research International 25: 131-136.
11. Manly, B.F.J. 1994. Multivariate Statistical Methods. M. Moghaddam, C. Mohammadi and M. Aghaee Sarborze (Translated). p. 254.
12. Paredes-Lopez, O., Reyes-Moreno, C., Montes-Riveira, R., and Carabez-Trejo, A. 1989. Hard-to-cook phenomenon in common beans: influence of growing location and hardening procedures. Int. Food Sci. Technol. 24: 535-542.
13. Raffi, S.A.M., Newas, A., and Khan, N. 2004. Stability analysis for pod and seed production in dry bean *(Phaseolus vulgaris* L.*)*. Plant Sci. 3: 239-242.
14. Reyes-Moreno, C., Paredes-Lopez, O., and Barradas, I. 1994. A fast laboratory procedure to assess the hard-to-cook tendency of common bean varieties. Food chemistry 49: 187-190.
15. Schoonhoven, A.V., and Voysest, O. 2001. Production and Improvement of Common Bean. A. Bagheri, A. Mahmoudi and Ghezeli, F.D. (Translators). p. 556.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 143-152

Effects of factors affecting cooking characteristics and protein content in 15 red bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) under normal irrigation and drought stress conditions

Mohammadi[1*], A., Bihamta[2], M.R. & Dorri[3], H.

1- MSc. in Plant Breeding, Islamic Azad University, Hamadan branch
2- Contribution from College of Agriculture, Tehran University
3- Contribution from Agricultural Research Center of Khomein

Received: 20 December 2008
Accepted: 27 April 2010

Abstract

In order to study the effects of quantitative and qualitative traits on cooking characteristics and protein percentage of 15 Red bean genotypes, a Randomized Complete Block Design was conducted with three replications in normal irrigation and drought stress. These traits were measured in farm and nutrition laboratory employing international standard of CIAT. Analyses of variance showed that genotype were significantly different at some quantitative and qualitative traits under two independent conditions. Some of quantitative traits consisted of plant height, number of node per main shoot, days to 50% flowering, seed filling duration, seed size, 100 seed weight and protein percentage. The qualitative traits also consisted of hydration capacity, swelling capacity and seed appearance. Results of mean comparisons showed that the protein percentage increased under drought stress. Maturing and cooking time increased with drought stress. In factor analysis, 70% of total variation was explained by four hidden factors. These factors in normal condition were growth type, cooking characteristics and protein quality. In drought stress four factors in factor analysis was included plant physiological, seed yield related, seed quantitative, cooking ability and cooking time characteristics, respectively.

Key words: Cooking ability, Drought stress, Factor analysis, Protein percentage, Red bean

[*] **Corresponding Author:** E-mail: azar_mohamadi2000@yahoo.com, Tel.: 0811-4494001

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

مشخصات داوران جلد ۱، شماره ۲، نیمه‌ی دوم سال ۱۳۸۹

(به‌ترتیب حروف الفبا)

دکتر	پرویز	احسان‌زاده	دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر	منصور	امیدی	دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج
دکتر	ابراهیم	ایزدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مهدی	پارسا	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	حسین	توکلی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی
دکتر	مجید	جامی‌الاحمدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	حسین	حیدری شریف آباد	مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال
دکتر	رضا	خراسانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	حمیدرضا	خزاعی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	حمید	رحیمیان مشهدی	دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج
دکتر	محمود	رمرودی	دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
دکتر	غلامرضا	زمانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	اسکندر	زند	مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران
دکتر	قدرت‌الله	سعیدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر	مجید	عباس‌پور	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی
دکتر	حسین	غدیری	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
دکتر	کاظم	قاسمی گلعذانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
دکتر	رضا	قربانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	بیژن	قهرمان	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محمد	کافی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
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	پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	امیر	لکزیان	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	ناصر	مجنون حسینی	دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج
دکتر	علی‌اکبر	محمودی	مربی پژوهشی اصلاح نباتات، مشهد
دکتر	سعید	ملک‌زاده شفارودی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مهدی	نصیری محلاتی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
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

A Semi-Annually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol, 1, No. 2, 2010

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, Rahman Asadi
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.:** +98-511-8788216 & 8788277**; Fax:** +98-511-8787670
E-mail: rcps@um.ac.ir & rcpsfum@gmail.com**, Web Site:** http://rcps.um.ac.ir

Iranian Journal of Pulses Research

A semi-Annually Scientific Journal

ISSN 2008-725X

Research Center for Plant Sciences
Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 1 (2) December 2010

• Effect of some inoculants containing *Rhizobium legominosarum;* bv. *phaseoli* on nutrients elements uptake in three cultivars of common bean	Mehrpouyan, M., Noormohammadi, Gh., Mirhadi, M.J., Heidari Sharifabad, H. & Shirani Rad, A.H.	1
• Effect of plant density and starter nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) at Karaj conditions	Kashfi, S.M.H., Majnoun Hosseini, N. & Zeinali Khaneghah, H.	11
• Evaluation of phenologic, morphologic and yield characteristics of chickpea germplasms in Ferdowsi University of Mashhad Seed Bank I. Deci type chickpeas	Nezami, A., Pouramir, F., Momeni, S., Porsa, H., Ganjeali, A. & Bagheri, A.	21
• Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars	Ehyaee, H., Parsa, M., Kafi, M. & Nasiri Mahallati, M.	37
• Evaluation of cold tolerant lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.) in fall planting under supplementary irrigation	Nezami, A., Bagheri, A., Porsa, H., Zafranieh, M. & Khamadi, N.	49
• Effect of winter and spring planting time on yield and yield components of chickpea at dry land conditions	Majnoun Hosseini, N. & Hamzeii, R.	59
• The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions	Amiri Deh Ahmadi, S.R., Parsa, M., Nezami, A. & Ganjeali, A.	69
• Evaluation of Mungo bean (*Vigna radiata*) growth indices as affected by various planting patterns	Fallahi, H.A., Mirzaei, A., Siabidi, M.M., Siyadat, S.A. & Fotohi, F.	85
• Evaluation of morphological characteristics of root chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to drought stress	Ganjeali, A. & Bagheri, A.	101
• Evaluation of Imazetapyr herbicide efficiency for weed control in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)	Mousavi, S.K., Nazer Kakhki, S.H., Lak, M.R., Tabatabaii, R. & Behrozi, D.	111
• Comparison of different chemical herbicides to control of broad leaf weeds of common bean in Yasouj, Kohgiloyeh and Boyerahmad province	Farajee, H. & Amiri, Kh.	123
• Chemical weed control in autumn sowing of chickpea (*Cicer aretinum* L.) at Lorestan province	Mousavi, S.K.	131
• Effects of factors affecting cooking characteristics and protein content in 15 red bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) under normal irrigation and drought stress conditions	Mohammadi, A., Bihamta, M.R. & Dorri, H.	143

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

جلد ۱، شماره ۲، پیاپی ۲، زمستان ۱۳۸۹