

نشریه پژوهش‌های حبوبیات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۳، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۱

محمد دشتکی، محمدرضا بی‌همتا و
هادی محمدعلی پوریامچی

احمد نظامی، فرزین پورامیر، صیادمؤمنی،
حسن پُرسا، علی گنجعلی و عبدالرضا باقری

علیرضا محسنی محمدجانلو، احمد توبه،
عبدالقیوم قلی‌پوری و حسین مصطفایی

حسین صداقت‌خواهی، مهدی پارسا،
احمد نظامی، عبدالرضا باقری و حسن پُرسا

سیروس منصوری‌فر، مراد شعبان
مختار قبادی و سیدحسین صباغ‌پور

محمد زارع مهرجردی، عبدالرضا باقری،
احمدرضا بهرامی، جعفرنباتی و علی معصومی

علیرضا عیوضی، حسن تقی‌خانی،
شهرام شیرعلیزاده، محمد رضایی و
سیدحیدر موسوی انزایی

ایمان ناصح‌غفوری، محمدرضا بی‌همتا،
مرضیه افضلی و حمیدرضا دُری

ابراهیم ایزدی دربندی و لیلا اکرم

سمانه قایدی، محمد عبدالهی و
فریبا قادری

• ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مورفولوژیک ژرم‌پلاسماهای نخود کابلی و دسی

• ارزیابی بخشی از مجموعه ژرم‌پلاسما نخود بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد
قسمت دوم: نخودهای تیپ کابلی

• بررسی اثر مصرف پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن و پروتئین دانه در دو رقم عدس دیم

• ارزیابی ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)
متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم در مشهد

• خصوصیات فیزیولوژیک ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت اثر تنش
خشکی و کود نیتروژنه آغازگر

• ارزیابی گزینش به تنش خشکی حاصل از پلی‌اتیلن‌گلیکول در محیط هیدروپونیک
در دوازده ژنوتیپ نخود (*Cicer arietinum* L.)

• ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های نخود به سطوح کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد
با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش

• مقایسه عملکرد و ارزیابی صفات در ارقام لوبیاقرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)
تحت شرایط متداول و کم‌آبیاری

• تأثیر علف‌کش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر بر رشد، گره‌زایی و تثبیت زیستی
نیتروژن در نخود (*Cicer arietinum* L.)

• شناسایی عامل بیماری زوال گیاهچه‌های لوبیا در استان کهگیلویه و بویراحمد و واکنش
ارقام مختلف لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) به آن



باغبانی



دانشگاه صنعتی اصفهان



دانشگاه تربیت مدرس



دانشگاه شهید باهنر کرمان



دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی کرمان



دانشگاه علوم و تحقیقات



دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی ساری

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

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

جلد ۳، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۱

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی

مدیر مسئول:

دکتر محمد کافی

سر دبیر:

دکتر عبدالرضا باقری

مدیر اجرایی:

مهندس حسن پُرسا

هیئت تحریریه:

احمد ارزانی

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان

هادی استوان

استاد حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات فارس

علیرضا افشاری‌فر

دانشیار بیماری‌های گیاهی، دانشگاه شیراز

نادعلی بابائیان جلودار

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

عبدالرضا باقری

استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد

غلامحسین حق‌نیا

استاد خاک‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

سید حسین صباغ‌پور

دانشیار اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

محمد کافی

استاد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

سرالله گالشی

استاد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

محمد گلوی

دانشیار زراعت، دانشگاه زابل

علی گنجعلی

دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

ناصر مجنون حسینی

استاد زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

حسین معصومی

دانشیار گیاه‌پزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

احمد معینی

دانشیار بیولوژی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس

احمد نظامی

استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

ویراستار:

مهندس حسن پُرسا

همکاران این شماره:

نونا کریم‌زاده - مهندس حامد طلاچیان - سیدمهدی میرشاه‌ولای

ناشر:

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

چاپ:

مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

شمارگان:

۲۵۰ نسخه

این نشریه در قالب تفاهم‌نامه 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 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: ۹۱۷۷۵-۱۶۵۳، کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

تلفن: ۸۸۰۴۸۱۶ و ۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱۱)، نمابر: ۸۸۰۴۸۲۵ (۰۵۱۱)

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

تارنما: <http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR> و <http://rcps.um.ac.ir>

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد ۳، شماره ۱، نیمه اول ۱۳۹۱

صفحه	نویسنده(گان)	عنوان مقاله
۷	محمد دشتکی، محمدرضا بی‌همتا و هادی محمدعلی پوریامچی	• ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مورفولوژیک ژرم پلاسماهای نخود کابلی و دسی
۱۷	احمد نظامی، فرزین پورامیر، صیاد مؤمنی، حسن پُرسا، علی گنجعلی و عبدالرضا باقری	• ارزیابی بخشی از مجموعه ژرم پلاسما نخود بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد قسمت دوم: نخودهای تیپ کابلی
۳۱	علیرضا محسنی محمدجانلو، احمد توبه، عبدالقیوم قلی‌پوری و حسین مصطفایی	• بررسی اثر مصرف پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن و پروتئین دانه در دو رقم عدس دیم
۴۱	حسین صداقت‌خواهی، مهدی پارسا، احمد نظامی، عبدالرضا باقری و حسن پُرسا	• ارزیابی ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (<i>Cicer arietinum</i> L.) متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم در مشهد
۵۳	مراد شعبان، سیروس منصوری‌فر، مختار قبادی و سیدحسین صباغ‌پور	• خصوصیات فیزیولوژیک ارقام نخود زراعی (<i>Cicer arietinum</i> L.) تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر
۶۷	محمد زارع مهرجردی، عبدالرضا باقری، احمدرضا بهرامی، جعفرنباتی و علی معصومی	• ارزیابی گزینش به تنش خشکی حاصل از پلی‌اتیلن‌گلیکول در محیط هیدروپونیک در دوازده ژنوتیپ نخود (<i>Cicer arietinum</i> L.)
۸۱	علیرضا عیوضی، حسن تقی‌خانی، شهرام شیرعلیزاده، محمد رضایی و سیدحیدر موسوی انزابی	• ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های نخود به سطوح کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش
۹۳	ایمان ناصح‌غفوری، محمدرضا بی‌همتا، مرضیه افضلی و حمیدرضا ذری	• مقایسه عملکرد و ارزیابی صفات در ارقام لوبیاقرمز (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) تحت شرایط متداول و کم‌آبیاری
۱۰۵	ابراهیم ایزدی دربندی و لیلا اکرم	• تأثیر علف‌کش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر بر رشد، گره‌زایی و تثبیت زیستی (<i>Cicer arietinum</i> L.) نیتروژن در نخود
۱۱۹	سمانه قایدی، محمد عبدالهی و فریبا قادری	• شناسایی عامل بیماری زوال گیاهچه‌های لوبیا در استان کهگیلویه و بویراحمد و واکنش ارقام مختلف لوبیا (<i>Phaseolus vulgaris</i>) به آن

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 در خورتوجهی در بهبود حاصلخیزی خاک دارند. حبوبات در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی، کشت و کار می‌شوند و بدین ترتیب 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 کم‌نهاد مناسب می‌باشند. همچنین به صورت گیاهان پوششی، در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثرند. مجموعه این ویژگی‌ها، حبوبات را از جنبه‌های زراعی، بوم‌شناختی و زیست‌محیطی در جایگاه ارزشمندی قرار داده است.

حبوبات در ایران پس از غلات، بیشترین سطح زیرکشت را دارا هستند. بر اساس آمار، سالانه سطحی حدود یک‌میلیون و دو‌صد 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 مقایسه آن با آمار جهانی نشان می‌دهد که بازده تولید این محصولات در کشور ما، بسیار ناچیز بوده و گاه با نوسانات شدیدی همراه است. هرچند بخشی از پایین‌بودن بازده تولید این محصولات را می‌توان به وضعیت ویژه طبیعی و اقلیمی کشور مربوط دانست اما علت دیگر آن را باید در بی‌توجهی به سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با تولید به‌ویژه فقر تحقیقات حبوبات، جستجو کرد. این کم‌توجهی‌ها سبب شده است کشت بعضی محصولات زراعی مانند غلات و محصولات نقدینه‌ای، جایگزین کشت حبوبات در اراضی مرغوب شده و لذا کشت حبوبات، بیش‌ازپیش به مناطق حاشیه‌ای و کم‌بازده رانده شود. این وضعیت، چالشی بزرگ را فراروی مجموعه 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. نکته مهمی که در طراحی و اجرای برنامه‌های تحقیقات حبوبات باید همواره مدّ نظر باشد، قراردادن کشور در وضعیت طبیعی و اقلیمی خشک است؛ به‌طوری که بیش از ۹۰ درصد از تولید حبوبات در کشور ما در شرایط دیم با بارش‌های بسیار اندک انجام می‌شود. بدین ترتیب، انطباق با این شرایط خشک ضمن حفظ پایداری تولید، به‌عنوان یکی از اصول بنیادین در تدوین و اتخاذ سیاست‌ها و خط‌مشی‌های تحقیقاتی در رابطه با حبوبات، مدّ نظر قرار بگیرد.

به‌هر حال، تعیین یک راه‌برد واحد، هماهنگی و انسجام بین مراکز علمی و تحقیقاتی و نیز تبادل اطلاعات و تجارب به‌دست‌آمده بین محققان در مراکز مختلف، عواملی هستند که ما را در رسیدن به اهداف بلندمدت تحقیقات حبوبات یاری خواهند کرد. در این راستا، پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد با همکاری مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشور، نشریه 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



نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

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

الف- معرفی نشریه

«پژوهش‌های حبوبات ایران» نشریه‌ای است با درجه علمی پژوهشی که به وسیله پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب تفاهم‌نامه همکاری با شش دانشگاه کشور شامل دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، تربیت مدرس، 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 نشریه 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، دال عدس و خلر است.

ب- فراخوان و شرایط پذیرش مقاله

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

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

ب-۴- مقالات به وسیله هیئت تحریریه و با همکاری هیئت داوران ارزیابی شده و در صورت تصویب، بر اساس ضوابط خاص نشریه در نوبت چاپ قرار خواهند گرفت. نشریه در رد 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 اندازه ۱۲ تایپ شود. لازم است همه سطرهای متن مقاله به صورت ادامه‌دار (Continuous) شماره‌گذاری (Line numbering) شوند. همه صفحه‌های مقاله باید دارای شماره بوده و تعداد آن از ۲۰ تجاوز نکند. از هر مقاله، چهار نسخه چاپ شده کامل، یکسان و خوانا به همراه لوح فشرده حاوی مقاله و درخواست کتبی (مطابق بند ب-۲) با امضای نگارنده(گان) از طریق پست سفارشی ارسال شود. مقاله‌های ارسالی باید با نرم‌افزار MS-Office Word تایپ شود و هرگونه شکل، جدول و فرمول نیز به صورت واضح به همین نرم‌افزار انتقال یابند.

ج-۲- اجزای مقاله

هر مقاله تخصصی باید دارای صفحه مشخصات و نیز عنوان، چکیده 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 تهیه آن رعایت شده باشد:

ج-۲-۱- در صفحه مشخصات، عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده(گان)، درجه علمی، عنوان شغلی، محل خدمت، آدرس دقیق پستی، پست الکترونیک و تلفن ثابت و همراه به فارسی و انگلیسی نوشته شود. چنانچه مقاله توسط بیش از یک نفر تهیه شده باشد، نام مسئول مکاتبه (Corresponding Author) با گذاشتن ستاره‌ای روی آن، مشخص و در پاورقی همین صفحه درج شود. صفحه مشخصات، بدون شماره است.

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

ج-۲-۳- در وسط صفحه بعدی، عنوان مقاله باید نوشته شود. عنوان باید خلاصه، روشن و بیان‌کننده موضوع پژوهش بوده و از ۲۰ کلمه تجاوز نکند. چکیده، حداکثر در ۲۵۰ کلمه نوشته شده و همه 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 اختصاری 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 به‌میان نیامده باشد.

ج-۲-۵- در مقدمه باید سوابق پژوهشی مربوط به موضوع تحقیق، توجیه ضرورت و نیز اهداف تحقیق، به‌خوبی ارائه شوند.

ج-۲-۶- مواد و روش‌ها باید کاملاً گویا و روشن بوده و در آن، مشخصات محل و نحوه اجرای آزمایش همراه با روش گردآوری داده‌ها و پردازش و تحلیل آنها با ذکر منابع، به‌روشنی ارائه شود. در صورت کاربرد معادلات ریاضی، باید همه 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 همه اطلاعات و تعاریف لازم را شامل شوند به‌طوری‌که نیاز به مراجعه به متن مقاله نباشد. ترجمه انگلیسی عنوان‌ها و زیرعنوان‌های جداول و شکل‌ها و نیز واحدها و توضیحات علائم و اختصارات، در زیر نوشته 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 جداول‌ها بدون کادر باشند و حروف، عناوین و علائم به‌کار رفته در آنها، کاملاً خوانا و تفکیک‌پذیر باشند. شکل‌ها و جداول‌ها، هر کدام به‌طور مستقل دارای شماره ترتیبی مستقل باشند و حتماً در داخل متن به آنها ارجاع داده شود. برای بیان اوزان، واحدها و مقادیر از سیستم متریک استفاده شود.

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

ج-۲-۹- در بخش منابع، یک فهرست شماره‌گذاری شده از منابع استفاده‌شده که همگی به ترتیب حروف الفبا تنظیم شده باشند، ارائه شود. تنها منابعی باید ذکر شوند که در ارتباط نزدیک با کار نویسنده بوده و مستقیماً از آنها استفاده شده باشد. همه 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 است. از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان در این صفحه خودداری شود. چکیده انگلیسی تا حد امکان منطبق با چکیده فارسی تنظیم شود.

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 خلاصه انگلیسی، عبارت In Persian with English Summary و در صورت نداشتن خلاصه انگلیسی، عبارت In Persian در داخل پرانتز نوشته شود. در نوشتن منابع، نام نشریات به صورت کامل درج شود. از ذکر منابع بی نام و خارج از 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 تدوین شده (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 نشریه 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 Jihad Organization. p. 49. (In Persian).

ج-۳-۸- نرم افزارهای 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: ۹۱۷۷۵-۱۶۵۳، کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

تلفن: ۸۸۰۴۸۱۶ و ۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱۱)، نمابر: ۸۸۰۴۸۲۵ (۰۵۱۱)

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

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

<http://rcps.um.ac.ir>

ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مورفولوژیک ژرم پلاسماهای نخود کابلی و دسی

محمد دشتکی^{۱*}، محمدرضا بی‌همتا^۲ و هادی محمدعلی پوریامچی^۳

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۶

چکیده

آگاهی از روابط بین صفات زراعی با عملکرد اقتصادی، از اهمیت زیادی در تحقیقات به‌زراعی و به‌نژادی برخوردار است. به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد، ۵۶۸ ژرم پلاسما نخود کابلی و ۳۹۰ ژرم پلاسما نخود دسی موجود در کلکسیون حبوبات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده، در قالب طرح آگمنت به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی در این تحقیق، شامل تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه درغلاف، تعداد شاخه اصلی و عملکرد دانه بودند. نتایج حاصل از بررسی همبستگی‌های فنوتیپی و رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که در هر دو تیپ کابلی و دسی، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع گیاه، از جمله صفات مهم و مؤثر بر روی عملکرد می‌باشند. از طرف دیگر، تجزیه علیت نشان داد که تعداد غلاف در بوته، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در هر دو تیپ دارد. بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از هفت صفت زراعی، در هر دو تیپ، سه مؤلفه اصلی انتخاب شدند که در مجموع در ژنوتیپ‌های تیپ کابلی ۶۱/۳ درصد و در ژنوتیپ‌های تیپ دسی ۶۶/۵ درصد از تنوع کل را توجیه کردند و در هر دو تیپ، مؤلفه‌های اول و دوم به‌عنوان مؤلفه‌های عملکرد و اجزای عملکرد و مؤلفه سوم، به‌عنوان مؤلفه فنولوژیک معرفی شدند. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در هر دو تیپ دسی و کابلی، بر اساس صفات مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به‌روش Ward انجام شد که بر این اساس، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر دو تیپ در چهار کلاستر، گروه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر، رگرسیون گام‌به‌گام، همبستگی

مقدمه

وسعت زیاد کشت نخود، در بسیاری از کشورها، تولید کل آن پایین است؛ به‌طوری‌که یک شکاف عمیق بین عملکرد بالقوه (پنج تن در هکتار) و عملکرد واقعی (۰/۸ تن در هکتار) این محصول وجود دارد (FAO, 2008). با توجه به افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی، افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد اساسی در حل این مشکل به‌شمار آید. انتخاب ارقام مطلوب و تعیین روابط علت و معلولی مابین صفات در آنها، به اصلاح‌گر این توانایی را می‌دهد که مناسب‌ترین و منطقی‌ترین نسبت بین اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌گردد، انتخاب نماید. با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک و ژنتیکی می‌توان به بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد پرداخت. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی تنوع ژنتیکی، در انتخاب روش‌های مناسب تلاقی و پرهیز از تلاقی‌های بی‌ثمر و محاسبه همبستگی ژنتیکی بین صفات مختلف، به‌کار برده می‌شود (Eyvazi, 1997). اصلاح‌گران معمولاً از صفات مورفولوژیک به‌عنوان معیارهای گزینش جهت بهبود عملکرد استفاده می‌نمایند.

حبوبات بعد از غلات، دومین منبع غذایی انسان به‌شمار رفته و به‌عنوان یک مکمل غذایی طبیعی و باارزش برای غلات محسوب می‌شوند. نخود (*Cicer arietinum* L.) در بیش از ۵۰ کشور جهان مورد کشت و کار قرار می‌گیرد و از نظر سطح زیرکشت جهانی، در بین حبوبات در رده سوم قرار دارد. نخود در بین حبوبات کشور، چه از نظر سطح زیرکشت و چه از نظر تولید، در درجه اول اهمیت قرار دارد و کشت آن به‌جز در نواحی مرطوب شمالی، در اکثر نقاط کشور انجام می‌گیرد. در ایران، ۹۸ درصد سطح زیرکشت و ۹۳ درصد تولید نخود به‌صورت دیم صورت می‌گیرد و عملکرد آن در شرایط دیم، ۳۵۷ کیلوگرم در هکتار و در اراضی آبی، ۱۱۱۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anonymous, 2009). باوجود

* نویسنده مسئول: کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، همراه: ۰۹۱۲۵۶۷۵۹۷۳
md_dashtaki@yahoo.com

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد، تعداد ۵۶۸ ژرم پلاسما نخود کابلی و ۳۹۰ ژرم پلاسما نخود دسی موجود در کلکسیون حبوبات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج، انتخاب شد و در قالب طرح آگمنت به صورت دو آزمایش جداگانه در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران واقع در دولت‌آباد کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۱۲/۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات تهیه زمین با شخم به عمق ۲۵ سانتی‌متر در پاییز ۱۳۸۸ آغاز شد و قبل از کشت نیز یک شخم بهاره و دیسک به زمین زده شد. کاشت بذر در اسفندماه به صورت دستی انجام شد؛ به طوری که هر کرت آزمایشی شامل دو خط به طول دو متر و با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متری و فاصله بذور بر روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر و عمق بذر حدود پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در مرحله داشت، برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی صورت گرفت و برداشت، زمانی انجام شد که حدود ۹۰ درصد بوته‌های آزمایش، رسیده بودند. یادداشت‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم از ده بوته که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند، انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه اصلی و عملکرد دانه بودند. ارقام شاهد برای نخود کابلی شامل کوروش و جم و ارقام شاهد برای نخود دسی شامل کاکا و پیروز در نظر گرفته شدند. پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون، برآورد ضرایب همبستگی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه علیت و تجزیه کلاستر با نرم‌افزارهای SAS 9.1، MSTAT-C، SPSS و Path74 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طرح آگمنت نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها، از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد. نتایج بررسی شامل میانگین، مینیمم، ماکزیمم، انحراف معیار، درصد تغییرات، چولگی و کشیدگی در هر دو تیپ کابلی و دسی برای هفت صفت مورد بررسی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، بیشترین درصد ضریب تغییرات در تیپ کابلی به ترتیب برای عملکرد دانه (۴۰/۷۲) و تعداد

(Meena et al. 2010) نشان دادند که عملکرد دانه نخود، با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی، همبستگی منفی معنی‌دار دارد. (Kamel & Moradi 2008) به منظور تعیین صفات مؤثر بر عملکرد و تعیین تنوع، ۳۶ لاین نخود تیپ کابلی را در شرایط دیم مورد بررسی قرار دادند. (2008) Farshadfar & Farshadfar، ۳۶ رقم و لاین نخود را به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین صفات مؤثر عملکرد و تعیین فاصله، ارزیابی کردند. (Yucel et al. 2006) در بررسی ۱۵ ژنوتیپ نخود زراعی طی دو سال متوالی نشان دادند که عملکرد دانه در گیاه، روابط مثبت و معنی‌داری با ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد کل غلاف، تعداد غلاف‌های پُر و تعداد دانه در گیاه دارد. (Naghavi & Jahansouz 2005) استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه کلاستر، تنوع ژنتیکی ۳۶ ژنوتیپ نخود را مورد ارزیابی قرار دادند. همچنین (Jahansouz et al. 2004) در مطالعه روابط بین صفات زراعی در ارقام نخود سیاه و سفید، با استفاده از همبستگی ساده و رگرسیون گام‌به‌گام، صفاتی که بیشترین تأثیر را در عملکرد داشتند، مشخص کردند. (Mardi et al. 2003) نیز به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد، ۴۱۸ ژنوتیپ نخود تیپ دسی را مورد مطالعه قرار دادند. (Toker & Cagirgan 2004) برای ارزیابی عملکرد نخود با استفاده از همبستگی‌های فنوتیپی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ۱۷ ژنوتیپ نخود کابلی را مورد بررسی قرار دادند. (1991) Eser et al. با بررسی ژرم پلاسما‌های نخود در ترکیه و اندازه‌گیری صفات مختلف کیفی و کمی، اهمیت صفات وزن ۱۰۰۰ دانه و تعداد بذر در غلاف را در جهت افزایش عملکرد نشان دادند. همچنین (Ozdemir 1996) نشان داد که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه، اجزای عملکرد نخود را تشکیل می‌دهند. (2003) Kanouni & Malhotra به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی، ۴۸ لاین بین‌المللی نخود را مورد بررسی قرار دادند. (1990) Singh et al. طی سال‌های ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷، مطالعه گسترده‌ای بر روی ۳۲۶۹ نمونه ژرم پلاسما نخود کابلی انجام داده و ضرایب همبستگی بین صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و فنولوژیک را برآورد کردند.

این تحقیق به منظور شناسایی و احیای منابع ژنتیکی موجود در کلکسیون و همچنین ارزیابی تنوع ژنتیکی عملکرد دانه و برخی صفات مرتبط با آن اجرا شد.

صفات به‌منظور انتخاب و اصلاح برای دستیابی به ژنوتیپ‌های مطلوب در بین ژنوتیپ‌های نخود کابلی و دسی بهره جست. (Naghavi & Jahansouz (2005) و (2008) Farshadfar & Farshadfar نیز تنوع بالایی را برای صفات تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه مشاهده کردند و همچنین نشان دادند که درصد ضریب تغییرات برای صفت تعداد روز تا گلدهی پایین است که نشان‌دهنده تنوع کم برای این صفات می‌باشد.

غلاف در بوته (۴۰/۱۸) و کمترین ضریب تغییرات، برای صفت تعداد روز تا گلدهی (۳/۳۶) مشاهده شد. در تیپ دسی نیز بیشترین درصد ضریب تغییرات برای صفات عملکرد دانه (۵۴/۵۳) و تعداد غلاف در بوته (۵۱/۸۳) و کمترین آن برای تعداد روز تا گلدهی (۱/۵۳) مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر دو تیپ از نظر صفات عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته، بیشترین تنوع وجود دارد و می‌توان از این

جدول ۱- آمار توصیفی صفات مورد بررسی در ۵۶۸ ژنوتیپ نخود کابلی
Table 1. Descriptive statistics for traits in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	مینیمم Min.	ماکزیمم Max.	میانگین Mean	انحراف معیار STDEV	درصد ضریب تغییرات C.V.	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	71.00	94.00	78.90	2.65	3.36	2.08	7.01
Plant height (cm)	ارتفاع گیاه	11.76	116.17	37.66	8.38	22.26	-2.51	18.74
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	8.88	217.38	85.73	34.45	40.18	0.56	0.84
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.00	2.00	1.10	0.30	27.27	2.67	5.13
100-seed weight (g)	وزن ۱۰۰ دانه	4.25	35.85	18.38	4.95	26.94	0.13	-0.25
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	1.00	6.00	2.93	0.62	20.94	0.40	1.88
Yield/plant (g)	عملکرد دانه	5.13	364.63	104.62	42.61	40.72	1.05	3.58

جدول ۲- آمار توصیفی صفات مورد بررسی در ۳۹۰ ژنوتیپ نخود دسی
Table 2. Descriptive statistics for traits in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	مینیمم Min.	ماکزیمم Max.	میانگین Mean	انحراف معیار STDEV	درصد ضریب تغییرات C.V.	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	73.60	83.60	76.78	1.53	1.99	1.43	2.77
Plant height (cm)	ارتفاع گیاه	17.75	47.25	34.13	4.79	14.04	-0.28	0.04
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	3.60	274.85	76.30	39.54	51.83	1.04	2.31
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.00	2.00	1.79	0.41	22.67	-1.45	0.09
100-seed weight (g)	وزن ۱۰۰ دانه	7.44	28.34	12.34	2.79	22.62	2.33	8.01
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	1.15	7.65	2.97	0.87	29.38	0.69	2.01
Yield/plant (g)	عملکرد دانه	5.20	234.20	70.35	38.36	54.53	1.02	1.53

تعداد غلاف در بوته (۰/۴۹)، ارتفاع گیاه (۰/۳۳) و تعداد شاخه‌های اصلی (۰/۲۵) مشاهده شد (جدول ۴). (2008) Farshadfar & Farshadfar نیز نشان دادند که بیشترین همبستگی مثبت (۰/۷۸) بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته وجود دارد. (Mardi et al. (2003) نشان دادند که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد بوته با غلاف حاوی دانه (۰/۹۷) وجود دارد. همچنین (Kanouni & Malhotra (2003) نشان دادند که عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

ضرایب همبستگی ارتباط بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد (جدول ۳ و ۴). در رابطه با نخود کابلی (جدول ۳)، بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته (۰/۶۷)، وزن ۱۰۰ دانه (۰/۱۹)، تعداد شاخه اصلی (۰/۱۴) و ارتفاع بوته (۰/۱۱) مشاهده شد. همچنین همبستگی معنی‌داری بین تعداد شاخه‌های اصلی با تعداد غلاف در بوته و همچنین بین وزن ۱۰۰ دانه با تعداد روز تا رسیدگی به دست آمد. برای نخود دسی نیز بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با

نخود زراعی صورت گرفت، عملکرد دانه در گیاه به‌طور مثبت و معنی‌داری با تعداد روز تا گلدهی، کل وزن خشک گیاه، تعداد غلاف در گیاه و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی نشان داد.

همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری دارد که تحقیق حاضر نتایج حاصل از آزمایشات پیشین را تصدیق می‌کند. در مطالعاتی که توسط Saleem *et al.* (2002) بر روی ۲۰ رقم

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی و عملکرد در ۵۶۸ ژنوتیپ نخود کابلی

Table 3. Simple correlation coefficients between traits and yield in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7
1. Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	1						
2. Plant height	ارتفاع گیاه	-0.140**	1					
3. Pods/plant	تعداد غلاف در هر بوته	0.015 ^{ns}	-0.101*	1				
4. Seeds/plant	تعداد بذر در هر غلاف	0.023 ^{ns}	-0.077 ^{ns}	0.043 ^{ns}	1			
5. 100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-0.183**	0.083*	0.046 ^{ns}	-0.146**	1		
6. Branches/plant	تعداد شاخه های اصلی	-0.052 ^{ns}	0.059 ^{ns}	0.252**	0.055 ^{ns}	0.068 ^{ns}	1	
7. Yield/plant	عملکرد	-0.042 ^{ns}	0.143**	0.671**	-0.036 ^{ns}	0.192**	0.113**	1

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

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

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی و عملکرد در ۳۹۰ ژنوتیپ نخود دسی

Table 4. Simple correlation coefficients between traits and yield in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7
1. Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	1						
2. Plant height	ارتفاع گیاه	-0.170**	1					
3. Pods/plant	تعداد غلاف در هر بوته	0.095 ^{ns}	0.375**	1				
4. Seeds/plant	تعداد بذر در هر غلاف	-0.162**	0.140**	-0.064 ^{ns}	1			
5. 100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.114*	-0.067*	0.040 ^{ns}	-0.396**	1		
6. Branches/plant	تعداد شاخه های اصلی	0.072 ^{ns}	0.332**	0.497**	-0.030 ^{ns}	0.075 ^{ns}	1	
7. Yield/plant	عملکرد	0.006 ^{ns}	0.325**	0.478**	0.000 ^{ns}	0.246**	0.095 ^{ns}	1

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

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

تجزیه رگرسیون نشان دادند که تعداد غلاف در بوته، بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه در نخود داشته، به طوری که تقریباً ۶۲ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند و (Mardi *et al.* (2003) نشان دادند که غلاف حاوی دانه، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارد.

تجزیه به عامل‌ها قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام شد تا اهمیت متغیرهایی که در گروه‌ها نقش دارند، روشن شود (Jackson, 1991). ضرایب عامل‌ها در هر دو تیپ کابلی و دسی پس از چرخش وریماکس^۱، بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد شدند (جداول ۷ و ۸).

با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون گام‌به‌گام (جداول ۵ و ۶)، مشاهده گردید که صفات تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته برای هر دو نوع نخود کابلی و نخود دسی به ترتیب وارد مدل شده و بیشترین تأثیر را روی عملکرد داشتند. همچنین با توجه به نتایج، تعداد غلاف در بوته به تنهایی ۴/۴۸ درصد و ۹/۲۲ درصد از تغییرات عملکرد را به ترتیب برای نخود کابلی و نخود دسی توجیه می‌نماید. البته معنی‌دار شدن این روابط نیز مانند نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده (جداول ۳ و ۴)، ناشی از زیادبودن تعداد نمونه بوده و ممکن است از نظر بیولوژیکی ارتباط معنی‌داری بین این صفات وجود نداشته باشد. با این وجود Farshadfar & Farshadfar (2008) نیز با توجه به نتایج

1. Varimax

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی در ۵۶۸ ژنوتیپ نخود کابلی

Table 5. Stepwise regression analysis for seed yield per plant and other studied traits in 568 Kabuli type chickpea genotypes

مرحله Step	Traits	صفات	a	b1	b2	b3	R ^۲ تصحیح شده	P-value مدل
1	Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	30.785**	0.861**	-	-	0.486	<0.001
2	100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.580 ^{ns}	0.858**	1.667**	-	0.526	<0.001
3	Plant height	ارتفاع بوته	-28.503**	0.885**	1.572**	0.771**	0.555	<0.001

جدول ۶- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی در ۳۹۰ ژنوتیپ نخود دسی

Table 6. Stepwise regression analysis for seed yield per plant and other studied traits in 390 Desi type chickpea genotypes

مرحله Step	Traits	صفات	a	b1	b2	b3	R ^۲ تصحیح شده	P-value مدل
1	Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	35.448**	0.455**	-	-	0.227	<0.001
2	Plant height	ارتفاع بوته	-6.411 ^{ns}	0.395**	1.361**	-	0.249	<0.001
3	100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-23.759 ^{ns}	0.388**	1.431**	1.256*	0.256	<0.001

بر اساس مؤلفه اول انجام شود، این انتخاب بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه خواهد داشت و ژنوتیپ‌های برگزیده شده، بیشترین میزان عملکرد دانه را نشان خواهند داد. در مؤلفه دوم، تعداد بذر در بوته با بار منفی و ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه، با بار مثبت مهم‌ترین نقش را دارند و در مؤلفه سوم، روز تا ۵۰ درصد گلدهی، به تنهایی بیشترین نقش را دارد. در رابطه با نخود دسی نیز سه مؤلفه اصلی انتخاب شدند که در مجموع، ۶۶/۵ درصد از کل تنوع را توجیه کردند. همان‌طوری که در جدول ۸ ملاحظه می‌شود، مؤلفه‌های ۱ تا ۳، به ترتیب ۳۰/۶، ۲۲/۱ و ۱۳/۸ درصد از کل واریانس را تبیین می‌کنند. در مؤلفه اول، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های اصلی، عملکرد دانه و ارتفاع گیاه، تأثیر زیادی داشته و در مؤلفه دوم، تعداد بذر در بوته با بار منفی و وزن ۱۰۰ دانه با بار مثبت، مهم‌ترین نقش را دارند و در مؤلفه سوم، روز تا ۵۰ درصد گلدهی با بار منفی، به تنهایی بیشترین نقش را دارد.

(Naghavi & Jahansouz (2005) در بررسی ۱۰ صفت مورفولوژیک روی ۳۶۲ لاین نخود زراعی، با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌ها نشان دادند که حدود ۸۴/۱ درصد از تغییرات کل را چهار مؤلفه اصلی تشکیل می‌دهد. در مؤلفه اول که ۲۸/۹ درصد از کل تنوع را توجیه می‌کرد، روز تا رسیدگی اولیه، روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا ۵۰ درصد رسیدگی، بیشترین نقش را داشتند و در مؤلفه دوم، تعداد بذر در بوته، عملکرد دانه و تعداد

البته در ابتدا به منظور تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی، از دو شاخص KMO (کایزر- میر- اولکین) و آزمون کرویت بارتلت استفاده شد. در هر دو تیپ کابلی و دسی مقدار KMO بالاتر از ۰/۶ به دست آمد؛ بدین مفهوم که همبستگی‌های موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشد و همچنین آزمون کرویت بارتلت در هر دو شرایط بسیار معنی‌دار بود که وجود همبستگی کافی بین متغیرها را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشند. همچنین برای تعیین اعتبار داده‌ها^۱ در هر دو تیپ، داده‌ها به دو قسمت تصادفی تقسیم شدند و سپس تجزیه به عامل‌ها برای هر قسمت به‌طور جداگانه انجام شد (با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19). با توجه به این که نتایج در دو گروه برای هر دو تیپ یکسان بود، بنابراین تغییر افراد روی نتایج، تأثیری نداشته و می‌توان یک جمع‌بندی کلی داشت. در رابطه با نخود کابلی، بر اساس مقادیر ویژه، سه مؤلفه اصلی انتخاب شدند که جمعاً ۶۱/۳ درصد از کل تنوع را توجیه کردند (جدول ۷) که از این مقدار، سهم اولین مؤلفه، ۲۸/۶ درصد، دومین مؤلفه ۱۸/۴ درصد و مؤلفه سوم، ۱۴/۳ درصد بود. در مؤلفه اول، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه و تعداد شاخه‌های اصلی، تأثیر زیادی داشته و در صورتی که انتخاب

1. Data validation

بذر در غلاف، مهم‌ترین عوامل بودند. همچنین (2008) Farshadfar & Farshadfar در بررسی تنوع ژنتیکی اصلی، ۶۳/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کند. ۳۶۰ لاین و رقم نخود با ۱۵ صفت نشان دادند که پنج مؤلفه

جدول ۷- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۵۶۸ ژنوتیپ نخود کابلی

Table 7. Principal component analysis in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	مؤلفه اول (First)	مؤلفه دوم (Second)	مؤلفه سوم (Third)
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	0.062	-0.281	<u>0.782</u>
Plant height	ارتفاع گیاه	0.010	<u>0.521</u>	-0.347
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	<u>-0.627</u>	-0.115	0.020
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	-0.033	<u>-0.561</u>	-0.287
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-0.133	<u>0.513</u>	0.403
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	<u>-0.461</u>	-0.184	-0.128
Yield/plant	عملکرد دانه	<u>-0.610</u>	0.156	0.078
Proportion of Variance	درصد واریانس نسبی	28.6	18.4	14.3
Cumulative of Variance	درصد واریانس تجمعی	28.6	47.0	61.3

جدول ۸- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۳۹۰ ژنوتیپ نخود دسی

Table 8. Principal component analysis in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	مؤلفه اول (First)	مؤلفه دوم (Second)	مؤلفه سوم (Third)
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	-0.023	0.413	<u>-0.804</u>
Plant height	ارتفاع گیاه	<u>-0.454</u>	-0.283	0.225
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	<u>-0.567</u>	0.055	-0.148
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	0.018	<u>-0.629</u>	-0.258
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-0.073	<u>0.589</u>	0.424
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	<u>-0.488</u>	0.055	-0.164
Yield/plant	عملکرد دانه	<u>-0.478</u>	0.013	0.094
Proportion of Variance	درصد واریانس نسبی	30.6	22.1	13.8
Cumulative of Variance	درصد واریانس تجمعی	30.6	52.7	66.5

با غلاف بیشترین اثر مستقیم و تعداد کل غلاف، بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد بوته دارد. (Saleem *et al.* (2002) نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه، اثر مستقیم و مثبت با عملکرد دانه داشته و با توجه به نتایج تجزیه همبستگی و علیت نتیجه گرفتند که تعداد غلاف در گیاه و وزن ۱۰۰ دانه می‌توانند به‌عنوان صفات انتخابی جهت اصلاح عملکرد دانه در نخود زراعی باشد. (Yucel *et al.* (2006) نیز نشان دادند که تعداد دانه در گیاه و تعداد غلاف‌های پُر، به‌ترتیب با نسبت‌های ۴۷/۴۹ و ۴۴/۷۳ درصد، بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه داشتند. بنابراین صفات تعداد دانه در گیاه و تعداد غلاف پُر در گیاه را به‌عنوان بهترین صفات جهت اصلاح عملکرد دانه در ارقام نخود زراعی معرفی نمودند.

به‌طور کلی نتایج حاصل از همبستگی‌های فنوتیپی، رگرسیون چندگانه و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در هر دو نوع نخود کابلی و دسی نشان داد که تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع گیاه از مهم‌ترین صفات مؤثر و تأثیرگذار بر عملکرد بوته می‌باشند و اصلاح در جهت بهبود این صفات می‌تواند عملکرد بوته را به نحو مطلوبی افزایش دهد. به‌منظور شناسایی اجزای عملکرد و بررسی روابط علت و معلولی بین عملکرد دانه و سایر صفات مورفولوژیک، همبستگی‌های فنوتیپی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک شد. با توجه به نتایج تجزیه علیت (جدول ۹ و ۱۰)، تعداد غلاف در بوته، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه و ارتفاع، بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دانه در نخود کابلی و دسی دارد. (Mardi *et al.* (2003) نیز نشان دادند که وزن بذر

جدول ۹- تجزیه علیت برای عملکرد دانه در ۵۶۸ ژنوتیپ نخود کابلی
Table 9. Path analysis for grain yield in 568 Kabuli chickpea genotypes

Trait	صفات	ضریب همبستگی Correlation Coff.	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect		
				تعداد غلاف در بوته Pods/plant	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	ارتفاع بوته Plant height
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	0.671	0.731	-	-0.042	-0.020
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.192	0.282	-0.107	-	0.160
Plant height	ارتفاع بوته	0.143	0.193	-0.074	0.143	-

جدول ۱۰- تجزیه علیت برای عملکرد دانه در ۳۹۰ ژنوتیپ نخود دسی
Table 10. Path analysis for grain yield in 390 Desi chickpea genotypes

Trait	صفات	ضریب همبستگی Correlation Coff.	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect		
				تعداد غلاف در بوته Pods/plant	ارتفاع بوته Plant height	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	0.478	0.395	-	0.072	0.009
Plant height	ارتفاع بوته	0.325	0.192	0.148	-	-0.017
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.246	0.243	0.015	-0.013	-

جم نیز بود، از نظر عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی، کمترین مقادیر را نشان دادند.

بر اساس نتایج تجزیه کلاستر، ژنوتیپ‌های نخود دسی در چهار کلاستر گروه‌بندی شدند (جدول ۱۲)؛ به طوری که ۱۷۳ ژنوتیپ در کلاستر اول، ۱۴۲ ژنوتیپ در کلاستر دوم، ۳۸ ژنوتیپ در کلاستر سوم و ۳۷ ژنوتیپ در کلاستر چهارم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های کلاستر اول نسبت به سایر کلاسترها، از نظر عملکرد دانه و میانگین صفات مورد بررسی، کمترین مقادیر را نشان دادند. کلاستر دوم که شامل ژنوتیپ‌های شاهد پیروز و کاکا بود، از نظر صفات مورد بررسی در حد متوسطی قرار داشتند. ژنوتیپ‌های کلاستر سوم و چهارم به ترتیب از نظر عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته، بیشترین میانگین را داشتند. اطلاعات موجود در هر یک از گروه‌ها منجر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با صفات منحصربه‌فرد گشته و با تعیین فاصله ژنتیکی، می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی و هیبریداسیون استفاده کرد (Upadhyaya et al., 2001).

به منظور تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین قرابت بین ژنوتیپ‌ها، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward، بر مبنای هفت صفت مورد مطالعه انجام شد و ژنوتیپ‌های کابلی در چهار کلاستر گروه‌بندی شدند (جدول ۱۱) که ۲۳۲ ژنوتیپ در کلاستر اول، ۱۸ ژنوتیپ در کلاستر دوم، ۱۵۶ ژنوتیپ در کلاستر سوم و ۱۶۲ ژنوتیپ در کلاستر چهارم قرار گرفتند. محاسبه میانگین و انحراف معیار صفات مورد بررسی در هر کلاستر نشان داد که ژنوتیپ‌های کلاستر اول، متوسط ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه بیشتری نسبت به سایر کلاسترها داشته و از نظر عملکرد در رتبه دوم قرار داشتند و ژنوتیپ‌های کلاستر دوم، از نظر صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه، بیشترین میانگین را نشان دادند. بنابراین در این کلاستر، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد غلاف در بوته از جمله صفات مؤثر در عملکرد می‌باشند. ژنوتیپ‌های کلاستر سوم که ژنوتیپ شاهد کوروش نیز در این کلاستر گروه‌بندی شد، تقریباً برای اکثر صفات مورد بررسی حد متوسطی را نشان دادند و ژنوتیپ‌های کلاستر چهارم که شامل ژنوتیپ شاهد

جدول ۱۱- نتایج تجزیه کلاستر در ۵۶۸ ژنوتیپ نخود کابلی
Table 11. Cluster analysis results in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	کلاستر ۱ Cluster I	کلاستر ۲ Cluster II	کلاستر ۳ Cluster III	کلاستر ۴ Cluster IV
No. of genotype	تعداد ژنوتیپ	232	18	156	162
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	78.53±3.08	79.74±2.41	78.84±2.36	79.39±2.16
Plant height	ارتفاع گیاه	37.76±4.92	33.12±3.57	35.52±15.48	38.74±5.49
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	91.17±33.62	99.16±20.89	82.71±33.27	79.38±36.53
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.08±0.27	1.28±0.46	1.14±0.35	1.07±0.25
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	20.10±4.67	13.94±5.59	17.17±2.89	17.39±4.89
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	3.02±0.52	2.89±0.32	2.74±0.60	3.01±0.73
Yield/plant	عملکرد دانه	109.66±36.00	114.07±42.04	103.71±45.18	97.22±47.73

جدول ۱۲- نتایج تجزیه کلاستر در ۳۹۰ ژنوتیپ نخود دسی
Table 12. Cluster analysis results in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	کلاستر ۱ Cluster I	کلاستر ۲ Cluster II	کلاستر ۳ Cluster III	کلاستر ۴ Cluster IV
No. of genotype	تعداد ژنوتیپ	173	142	38	37
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	76.72±1.45	76.74±1.51	76.97±2.01	76.99±1.38
Plant height	ارتفاع گیاه	32.14±4.76	35.18±4.01	36.29±4.54	37.17±4.24
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	45.02±18.15	89.75±17.94	86.67±25.43	158.51±33.25
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.77±0.42	1.80±0.40	1.84±0.37	1.81±0.40
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	12.20±2.82	12.47±2.70	12.43±3.23	12.44±2.60
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	2.59±0.70	3.18±0.88	3.10±0.78	3.81±0.81
Yield/plant	عملکرد دانه	44.32±21.72	73.08±18.31	143.75±31.14	106.19±32.14

منابع

- Anonymous. 2009. Ministry of Jihad-e-Agriculture, I.R. of Iran. Agriculture Statistical Yearbook of Iran. Vol. 1.
- Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., and Parsa, M. 1997. Cultivation and breeding of chickpea (Translation), Jihad Daneshgahi of Mashhad. (In Persian).
- Eser, D., Gectt, H.H., and Mclier, H.Y. 1991. Evaluation of germplasm in chickpea landraces in Turkey. Chickpea Newsletter 24: 22-23.
- Eyvazi, A. 1997. Assessment of genetic diversity of wheat lines. Agriculture Research Center, Shiraz. M.Sc. Thesis. p: 116.
- FAO. 2008. Food Outlook, Global Market Analysis. [http://www.fao.org/food/outlook.com](http://www.fao.org/food/outlook).
- Farshadfar, M., and Farshadfar, E. 2008. Genetic variability and path analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces and lines. J. Applied sci. 8: 3951-3956.
- Jackson, J.E. 1991. A User's Guide to Principal Components. Wiley Inter-science. New York, U.S.A. 569 pp.
- Jahansouz, M.R., Naghavi, M.R., and Dolati Tape Rasht, M. 2004. A study of relationships between different traits in white and black chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science 35: 573-579.
- Kamel, M., and Moradi, P. 2008. Determination of traits effective on seed yield of 36 lines of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in northwest provinces of Iran in dry land conditions. Journal of seedling and seed 24: 347-357.
- Kanouni, H., and Malhotra, R.S. 2003. Genetic variation and relationships between traits in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under dry land conditions. Iranian J. of Crop sci. 5: 185-191.

11. Mardi, M., Taleei, A.R., and Omid, M. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components in Desi Chickpea. Iranian J. Agric. Sci. 34: 345-351.
12. Meena, H.P., Kumar, J., Upadhyaya, H.D., Bharadwaj, C., Chauhan, S.K., Verma, A.K., and Rizvi, A.H. 2010. Chickpea mini core germplasm collection as rich sources of diversity for crop improvement. SAT eJournal 8: 1-5.
13. Naghavi, M.R., and Jahansou, M.R. 2005. Variation in the agronomic and morphological traits of Iranian chickpea accessions. Journal of Integrative Plant Biology 47: 375-379.
14. Ozdemir, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. International Chickpea and Pigeon pea Newsletter 3: 9-21.
15. Saleem, M., Shahzad, K., Javid, M., and Rauf, S.A. 2002. Heritability estimates for grain yield and quality characters in chickpea. Int. J. Agri. Biol. 4.
16. Singh, K.B., Bejiga, G., and Malhotra, R.S. 1990. Associations of some characters with seed yield in chickpea collection. Euphytica 49: 83-88.
17. Toker, G., and Cagirgan, M.I. 2004. The use of phenotypic correlation and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Hereditas 140: 226-228.
18. Upadhyaya, H.D., Bramel, P.J., and Singh, S. 2001. Development of a chickpea core subset using geographical distribution and quantitative traits. Crop Sci. 41: 206-210.
19. Yucel, D.Ö., Anlarsal, A.E., and Yucel, C. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turk. J. Agri. For. 30: 183-188.

Evaluation of genetic diversity and morphological traits of Kabuli and Desi chickpea germplasm

Dashtaki^{1*}, M., Bihamta², M.R. & Mohammad Ali Pour Yamchi³, H.

1- Former MSc. Student of Plant Breeding

2- Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran

3- MSc. Student of Plant Breeding, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran

Received: 3 May 2011

Accepted: 15 February 2012

Abstract

Knowledge of the relation between agronomical traits with economical yield is very important in crop improvement and breeding. In order to study of genetic diversity and identifying yield components, 568 Kabuli type germplasm and 390 Desi type chickpea germplasm that were available in pulses collection of Faculty of Agriculture, University of Tehran, was investigated in this research in 2009 in two separate experiments based on Augmented design. The traits were included data to 50% flowering, 100 mature seeds weight, plant height, no. of pods/plant, no. of seeds/pod, no. of branches/plant and seed yield. The results of the phenotypic correlation and stepwise regression showed that in both Kabuli and Desi chickpea types, no. of pods per plant, 100 seed weight and plant height are important and effective traits on yield. Also, results of path analysis showed that in both chickpea types, the number of pods per plant imposed the largest direct effects on yield. According to principal component analysis using seven agronomic traits in both chickpea types, three main components were selected that in total, they explained %61.3 of variation in Kabuli type and %66.5 in Desi chickpea type genotypes, respectively. In both chickpea types, first and second component were introduced as components of yield and yield components and third component was introduced as a phenological component. Genotypes grouping in both Kabuli and Desi chickpea types were conducted based on studying traits with Ward's method and the square Euclidean distance and in both types studying genotypes were grouped in four clusters.

Key words: Cluster analysis, Correlation, Principal component analysis, Stepwise regression

* Corresponding author: md_dashtaki@yahoo.com; Mobile: 09125675973

ارزیابی بخشی از مجموعه ژرم پلاسما نخود بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد قسمت دوم: نخودهای تیپ کابلی

احمد نظامی^۱، فرزین پورامیر^{۲*}، صیاد مؤمنی^۲، حسن پُرسا^۲، علی گنجعلی^۴ و عبدالرضا باقری^۱
۱- اعضای هیئت 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 هیئت علمی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۰۸

چکیده

شناسایی خصوصیات مختلف ریخت‌شناسی، فنولوژیک و عملکردی ژنوتیپ‌های یک گیاه، به دلیل ارائه اطلاعات لازم در مورد تنوع قابل دسترس و در نتیجه فراهم آوردن امکان انتخاب برای یک یا چند صفت خاص، حایز اهمیت می‌باشد. به این منظور در این تحقیق، ۷۳ نمونه از ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت آبی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ کشت شدند. صفات مختلف اندازه‌گیری شده در مورد هر یک از نمونه‌های کشت شده بر اساس دسکرپتور نخود عبارت بودند از: طول دوره رویشی، طول دوره گلدهی تا غلاف‌دهی، طول دوره گلدهی تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول و عرض برگچه، تعداد برگچه در برگ، طول برگ، سطح برگ، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، ثانویه و ثالثیه، تیپ رشدی گیاه، طول گل، تعداد غلاف در دمگل، طول غلاف، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف در بوته، وضعیت شکوفایی غلاف، تعداد دانه در غلاف، رنگ و شکل بذر، وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر طول دوره گلدهی تا رسیدگی، اختلاف قابل توجهی وجود نداشت؛ به طوری که اختلاف بین کمترین تا بیشترین تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی، ۱۱ روز بود. بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها (۶۴/۴٪) از نظر طول دوره گلدهی تا رسیدگی در گروه ۳۷-۳۴ روز و کمترین تعداد (۱۵/۰٪) نیز در گروه کمتر از ۳۴ روز قرار گرفتند. از نظر ارتفاع بوته، تنوع قابل توجهی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت؛ به طوری که تفاوت کمترین و بیشترین ارتفاع بوته مشاهده شده حدود ۵۰ سانتی‌متر بود و ژنوتیپ MCC706 با ۶۷ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع بوته را دارا بود. عملکرد دانه در ۳۳ درصد از ژنوتیپ‌ها، بیش از ۴۰۰ گرم در مترمربع بود؛ به طوری که نمونه MCC216 با ۸۸۵ گرم در مترمربع، بیشترین میزان عملکرد دانه را داشت. با استفاده از آزمون کلاستر، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در پنج خوشه مجزا قرار گرفتند که در بین این خوشه‌ها، خوشه چهارم و یک به ترتیب، دارای بیشترین و کمترین عملکرد بودند. با توجه به نتایج به دست آمده، تنوع قابل ملاحظه‌ای در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات ارزیابی شده وجود داشت و لذا به نظر می‌رسد که این تنوع در برنامه‌های به‌نژادی جهت بهبود عملکرد این گیاه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آزمون کلاستر، تعداد شاخه، دوره رشد رویشی، وزن ۱۰۰۰ دانه

مقدمه

ترین منابع پروتئینی هستند که نقش مهمی در تأمین مواد غذایی مردم این مناطق ایفا می‌کنند و به خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارند و به همین علت در تناوب با سایر گیاهان زراعی، کشت شده و یا به‌عنوان کودسبز مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، کاه و کلش و بقایای این گیاهان نیز به دلیل کیفیت مناسب، کاربرد وسیعی در تغذیه دام دارد (Goldani &

حبوبات و از جمله نخود (*Cicer arietinum* L.)، در اغلب نظام‌های زراعی مناطق خشک و دیم‌زارهای کشورهای در حال توسعه، به‌طور وسیعی کشت می‌شوند. این گیاهان از جمله مهم-

* نویسنده مسئول: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی،
دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات

شد به طوری که دامنه وزن خشک گیاه از ۴۰ تا ۲۸۸/۶ گرم، وزن دانه در گیاه از ۲/۷ تا ۵۰/۵ گرم و شاخص برداشت از ۵ تا ۳۶ درصد در بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود. استفاده گسترده از تعداد معدودی از واریته‌های اصلاح‌شده که خویشاوندی بالایی نیز با هم دارند، باعث آسیب‌پذیری واریته‌های جدید به آفات و بیماری‌ها شده است (Cox et al, 1986; Duwick, 1984). برای مثال، Holley et al. (1989) با انجام آزمایشی بر روی چند واریته اصلاح‌شده ذرت اظهار داشتند که تنوع ژنتیکی پایین در این گیاه منجر به اپیدمی سوختگی برگ ذرت جنوبی^۱ شد. همچنین در آزمایشی که McClean et al. (1993) بر روی لوبیا در آمریکای شمالی انجام دادند مشاهده کردند که پایین بودن تنوع ژنتیکی مانع از اصلاح ژنتیکی این گیاه برای بهبود عملکرد شده است. در نخود عمدتاً دو تیپ کابلی و دسی وجود دارد. تیپ کابلی، بذرها درشت به رنگ کرم و با شکل کله‌قوچی دارد در حالی که در تیپ دسی، بذرها به رنگ تیره و کوچک و زاویه‌دار می‌باشند. یک شکل سومی هم که دارای شکل بذر حدواسط بوده و شکل بذرها شبیه نخودفرنگی است نیز تشخیص داده شده است (IBPGR, ICRISAT, ICARDA, 1993). مطالعه صفات این گیاه ممکن است نقش مثبتی را در انتخاب ژنوتیپ مناسب برای افزایش عملکرد داشته باشد. در آزمایشی که Najibnia et al. (2008) به منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در کاشت پاییزه در مشهد روی ۱۵۲ ژنوتیپ متحمل به سرما به همراه چهار شاهد انجام دادند، تنوع قابل ملاحظه‌ای در میان ژنوتیپ‌ها از نظر صفاتی مانند تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن، سبز شدن تا گلدهی، گلدهی تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و مجموع طول شاخه‌ها در بوته وجود داشت؛ به طوری که 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. در تحقیقی که Upadhyaya et al. (2002) بر روی ۱۹۵۶ ژنوتیپ نخود (۱۴۶۵ ژنوتیپ دسی، ۴۳۳ ژنوتیپ کابلی و ۵۸ ژنوتیپ حدواسط) انجام دادند مشاهده شد که در بین این سه تیپ نخود، تیپ کابلی بیشترین تأخیر در رسیدگی، بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه و همچنین کمترین میانگین تعداد غلاف در گیاه عملکرد در کرت را دارا بود؛ در حالی که در تیپ دسی، میانگین تعداد غلاف‌ها در گیاه و تعداد بذر در غلاف، زیاد ولی وزن ۱۰۰۰ دانه، پایین بود. در این تحقیق، عملکرد از الگوی تعداد غلاف در گیاه پیروی کرد و برای تیپ دسی بیشتر از تیپ کابلی

Rezvani, 2004; Nezami & Bagheri, 2005; Saxena, 1990; Saxena, 1990). نخود با تولید جهانی ۸/۱ میلیون تن، یکی از مهم‌ترین لگوم‌های دانه‌ای در دنیا است و قاره آسیا با ۷/۳ میلیون تن، دارای بیشترین تولید می‌باشد. در بین کشورهای آسیایی نیز هند، ترکیه، پاکستان و ایران، بزرگ‌ترین تولیدکنندگان آن هستند (FAO, 2008). تولید و عملکرد نخود در دنیا در طول ۵۰ سال گذشته، متغیر و بی‌ثبات بوده و تنش‌های زیستی و غیرزیستی مختلف، همراه با کمبود واریته‌های سازگار، پتانسیل پایین عملکرد ارقام موجود، به کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی و عدم اتخاذ روش‌های مناسب تولید، از دلایل نوسانات در عملکرد نخود ذکر شده است (Nezami & Bagheri, 2005; Upadhyaya et al, 2007). کاهش سالانه عملکرد نخود در دنیا به دلیل اثر تنش‌های زیستی و غیرزیستی، معادل ۲۵۵۹ میلیون دلار تخمین زده می‌شود و پیش‌بینی می‌شود با بهبود و توسعه واریته‌های نخود دارای مقاومت‌های چندگانه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی بتوان حدود ۱۱۸۵ میلیون دلار (۴۶٪) آن را بازیابی کرد (ICRISAT, 1992). در کشور ما نخود با ۸۰۲ هزار هکتار سطح زیرکشت، تقریباً ۶۴ درصد از سطح زیرکشت حبوبات را به خود اختصاص داده است (Nezami & Bagheri, 2005; FAO, 2008) که نشان می‌دهد این گیاه نسبت به سایر حبوبات، سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی کشور داشته و با توجه به محدودیت‌های موجود در تأمین پروتئین‌های حیوانی، می‌تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز کشور را تأمین نماید. از سوی دیگر با وجود این که میانگین عملکرد جهانی نخود، ۷۷۰ کیلوگرم در هکتار است؛ در ایران، فوق‌العاده کم و حدود ۳۶۵ کیلوگرم در هکتار ذکر شده است (FAO, 2008). در همین راستا حساسیت اغلب ارقام و ژنوتیپ‌های نخود به تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی و کشت دیم این محصول، دلیل کاهش عملکرد آن ذکر شده است. شناسایی صفات مختلف مربوط به ژرم‌پلاسما یک گیاه به این دلیل که اطلاعاتی را در مورد تنوع قابل دسترس در اختیار قرار می‌دهد و سپس در انتخاب برای یک یا چند صفت خاص کمک می‌کند، مهم است (Kathiresan & Gnanamurthy, 2003). این خصوصیت‌شناسی برای صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌ها، تعداد طبق‌ها و تعداد بذر در طبق برای ژنوتیپ‌های گلرنگ انجام شده است (Lakshmi et al, 2003).

در آزمایشی که Lakshmi et al. (2003) بر روی ۴۷۰ نمونه ژرم‌پلاسما گلرنگ موجود در ایکریست برای بررسی دامنه پارامترهایی نظیر وزن خشک کل، عملکرد بذر و شاخص برداشت انجام دادند، تنوع قابل توجهی برای این پارامترها مشاهده

1. Southern corn leaf blight [*Bipolaris maydis* (Nisik) Shoemaker]

غلاف، صفر تا ۲۵ درجه)؛ نیمه‌خوابیده (زاویه شاخه اولیه با خط عمود در مرحله پُرشدن غلاف، ۲۶ تا ۶۰ درجه)، و خوابیده (زاویه شاخه اولیه با خط عمود در مرحله پُرشدن غلاف، بیشتر از ۸۰ درجه).

- 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 دم‌برگ) به‌عنوان طول برگ، و میانگین تعداد برگچه‌ها نیز به‌عنوان تعداد برگچه در هر برگ برای هر ژنوتیپ ثبت گردید. اندازه‌گیری سطح برگ نیز به‌وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ انجام شد و سپس میانگین آنها به عنوان سطح برگ منظور گردید.

- طول و عرض برگچه‌ها: اندازه طول و عرض پنج برگچه از پنج گیاه در محل سومین برگچه تحتانی محور برگ پنجم از نوک گیاه.

- تیپ برگ‌ها: برگ‌ها بر اساس مشخصات دسکریپتور به سه دسته، معمولی (تک‌شانه‌ای)، ساده (پهنک برگ به برگچه و راکیس تمایز نیافته است) و چندرشته‌ای (پهنک برگ بیش از یک‌بار منشعب شده است) تقسیم شدند.

- تراکم برگچه‌ها: از تقسیم طول برگ به تعداد برگچه در برگ به‌دست آمد.

- طول گل: برای اندازه‌گیری طول گل، پنج گل از پنج بوته برای هر ژنوتیپ در مرحله گلدهی انتخاب شد و میانگین آنها به‌عنوان طول گل منظور شد.

- شکل دانه: دانه‌ها از نظر شکل ظاهری به سه دسته زاویه‌دار، کله‌قوچی و شبیه نخودفرنگی تقسیم شدند.

- تعداد غلاف در گیاه: میانگین تعداد غلاف‌های پنج گیاه به‌صورت تصادفی در مرحله برداشت.

- تعداد بذر در غلاف: میانگین بذر در ده غلاف از پنج گیاه.

- عملکرد بذر: عملکرد بذر در هر کرت بر اساس وزن دانه در واحد سطح، اندازه‌گیری و ثبت شد.

تعداد زیادی از پارامترهای دیگر نیز نظیر رنگ گل، رنگ دم‌گل، تعداد گل در دم‌گل، طول غلاف، 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 مورد بررسی و یا اندازه‌گیری قرار گرفت.

نتایج و بحث

تنوع قابل‌توجهی از نظر گستره تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود نداشت به‌طوری‌که تفاوت بیشترین و کمترین تعداد روز از سبزشدن تا

بود. در بررسی دیگر ایشان که در سال ۲۰۰۷ انجام شد، مشاهده شد که دامنه روز تا گلدهی برای ژنوتیپ‌های تیپ کابلی ۳۲/۸ تا ۸۴/۶ روز، ارتفاع گیاه ۳۳/۲ تا ۶۶/۶ سانتی‌متر، تعداد غلاف در گیاه ۴۲/۸ تا ۸۷/۴ عدد و وزن ۱۰۰۰ دانه، ۹۹ تا ۶۳۰ گرم بود (Upadhyaya et al, 2007). در تحقیق حاضر، ۷۳ نمونه از ژرم-پلاسما تیپ کابلی نخود بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد به‌منظور شناخت برخی خصوصیات ریخت‌شناسی، فنولوژیک و نیز برخی خصوصیات گیاهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر مشهد (با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا) اجرا شد. در این مطالعه، ۷۳ ژنوتیپ نخود تیپ کابلی از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد^۱ از نظر خصوصیات مختلف فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد، مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به محدودیت تعداد بذر در دسترس، بذور ژنوتیپ‌ها در کرت‌هایی شامل حداکثر چهار خط به طول حداکثر ۲/۵ متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر به‌صورت بدون تکرار در پنج اردیبهشت‌ماه کشت شدند. عملیات داشت شامل آبیاری بر اساس روال معمول منطقه، وجین علف‌های هرز و سم‌پاشی علیه آفت هلیوتیس در هنگام ضرورت، انجام شد. در این بررسی، صفات مختلف فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه بر اساس دسکریپتور نخود (IBPGR, ICRISAT, ICARDA, 1993) به‌صورت زیر انجام شد:

- صفات فنولوژیک: شامل زمان وقوع هر یک از مراحل سبزشدن، گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی، بر اساس تعداد روزها تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر ژنوتیپ، به مرحله فوق برسند.

- صفات مورفولوژیک شامل: ارتفاع گیاه بر اساس میانگین ارتفاع پنج بوته در انتهای دوره گلدهی؛ تعداد شاخه‌های اول، دوم، سوم، و همچنین تعداد گره در ساقه بر اساس میانگین پنج گیاه به‌صورت تصادفی در زمان برداشت.

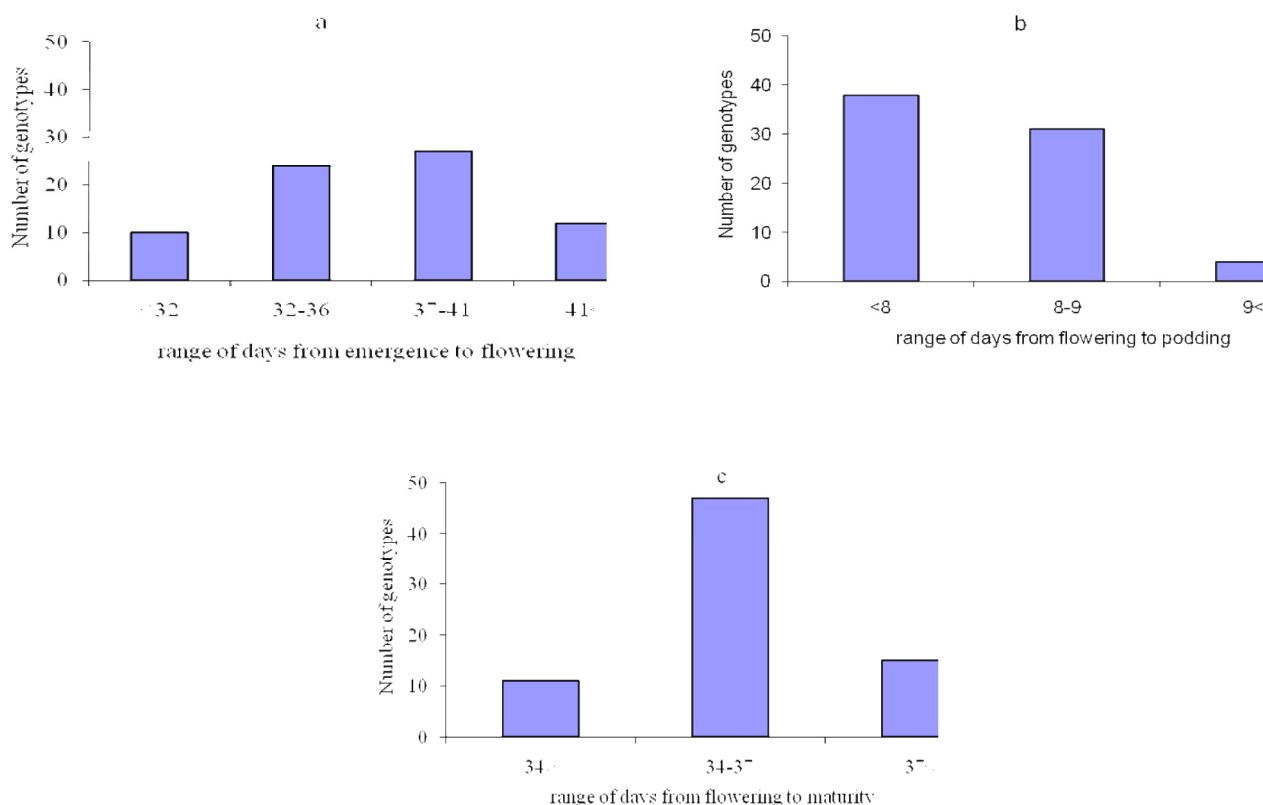
- شکل رشد گیاه: در سه دسته شامل: نیمه‌عمودی تا عمودی (زاویه شاخه اولیه با خط عمود بر زمین در مرحله پُرشدن

1. Mashhad Chickpea Collection (MCC)

کمترین و بیشترین تعداد روز از گلدهی تا غلاف‌دهی در میان ژنوتیپ‌ها، حدود ۶ روز بود (جدول ۱). این تعداد در ۵۲ درصد ژنوتیپ‌ها کمتر از ۸ روز و در حدود ۵/۴ درصد ژنوتیپ‌ها، بیشتر از ۹ روز بود (شکل ۱، ب). بین ژنوتیپ‌ها از نظر طول دوره گلدهی تا رسیدگی نیز اختلاف قابل توجهی وجود نداشت به طوری که اختلاف بین کمترین تا بیشترین تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی، ۱۱ روز بود (جدول ۱). بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها (۶۴/۴ درصد) از نظر طول دوره گلدهی تا رسیدگی در گروه ۳۷-۳۴ روز و کمترین تعداد (۱۵/۰ درصد) نیز در گروه کمتر از ۳۴ روز قرار گرفتند (شکل ۱، ج).

گلدهی، حدود ۱۴ روز بود. گستره تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی در ۳۷ درصد ژنوتیپ‌ها بین ۳۷ تا ۴۱ روز و در ۱۴ درصد آنها، در حدود ۳۲ روز بود (شکل ۱، الف). این دوره در شرایط کشت بهاره دیم در مشهد، در حدود ۳۷ روز گزارش شده است (Nezami, 2002).

در آزمایشی که بر روی ۳۳ ژنوتیپ نخود در مشهد در چهار تاریخ کاشت از عمهر تا ۱۶ اسفند انجام شد، تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی در کاشت بهاره (۱۶ اسفند) در حدود ۳۷ روز گزارش شد (Nezami & Bagheri, 2005). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، از نظر گستره تعداد روز از گلدهی تا غلاف‌دهی نیز تنوع قابل توجهی وجود نداشت به طوری که با ثبت ۶ و ۱۲ روز به عنوان کمترین و بیشترین تعداد روز از گلدهی تا غلاف‌دهی، تفاوت بین



شکل ۱- توزیع فراوانی خصوصیات فنولوژیک نمونه‌های نخود تیپ کابلی شامل گستره تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی (a)،

از گلدهی تا غلاف‌دهی (b) و از گلدهی تا رسیدگی (c) در مشهد (۱۳۸۶)

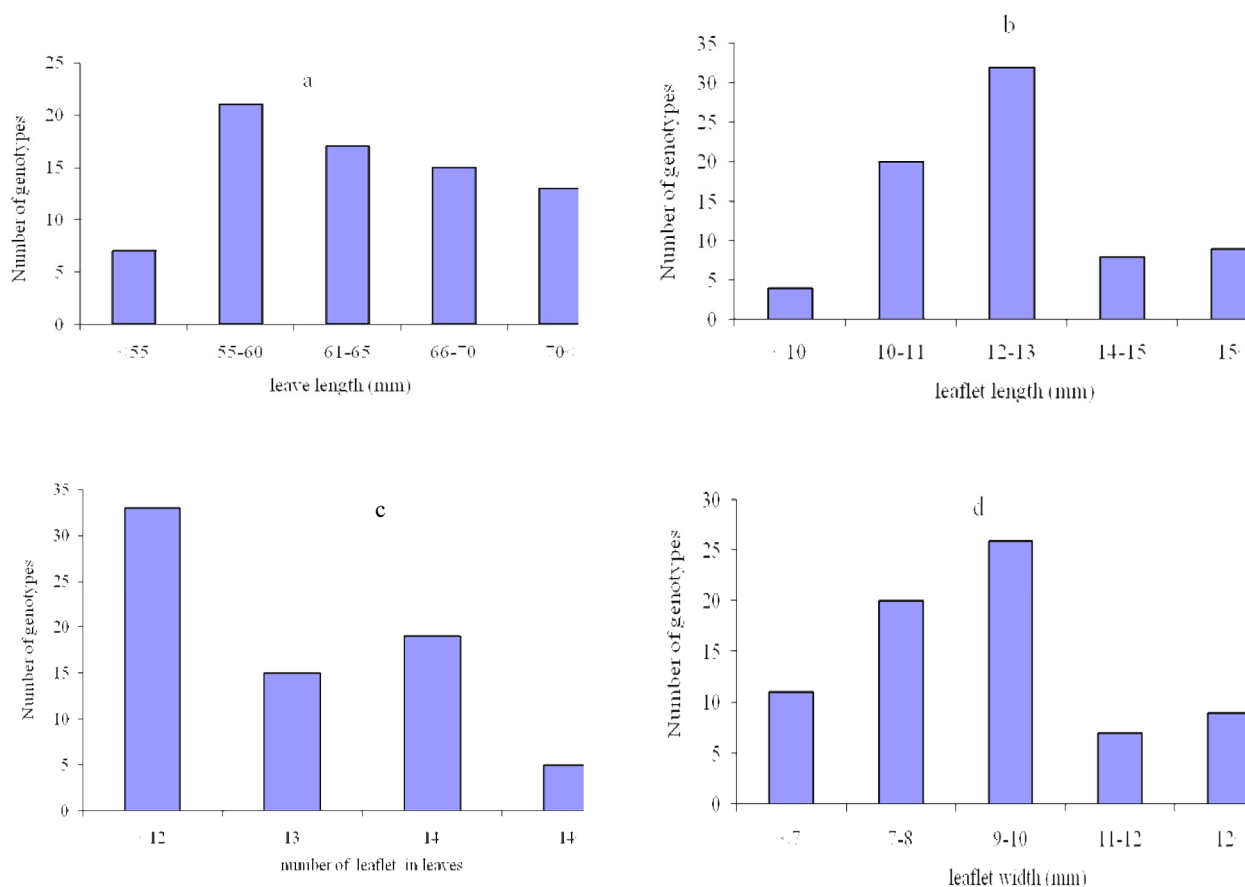
Fig. 1. Frequency distribution of phenological characteristics of the Kabuli chickpeas including the range of days from emergence to flowering (a), flowering to podding (b) and flowering to maturity (c) in Mashhad (2007)

ژنوتیپ‌ها دارای طول برگ‌ها بین ۵۵ تا ۶۰ میلی‌متر بودند (شکل ۲، الف). تنوع قابل توجهی از نظر گستره طول برگچه در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت به طوری که تفاوت بین بیشترین و کمترین طول برگچه، حدود ۳۱ میلی‌متر بود. کمترین

از نظر طول برگ، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت به گونه‌ای که ژنوتیپ MCC427 با ۴۸ میلی‌متر و ژنوتیپ‌های MCC544 و MCC693 با ۷۶ میلی‌متر، بیشترین طول برگ را داشتند (جدول ۱)، ضمن اینکه ۲۸/۷ درصد

عرض برگچه بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت به گونه‌ای که ژنوتیپ MCC427 با ۵ میلی‌متر و ژنوتیپ MCC703 با ۳۳ میلی‌متر به ترتیب کمترین و بیشترین عرض برگچه را در میان ژنوتیپ‌ها داشتند (جدول ۱). گستره عرض برگچه در بین حدود ۶۳ درصد از ژنوتیپ‌ها بین ۷ تا ۱۰ میلی‌متر بود. حدود ۱۵ درصد از ژنوتیپ‌ها، عرض برگچه‌ای کمتر از ۷ میلی‌متر و ۱۲/۳ درصد ژنوتیپ‌ها نیز عرض برگچه‌ای بیشتر از ۱۲ میلی‌متر داشتند (شکل ۲، د).

طول برگچه با ۷ میلی‌متر مربوط به ژنوتیپ MCC875 بود و بیشترین طول برگچه (۳۸ میلی‌متر) در ژنوتیپ MCC701 مشاهده شد (جدول ۱). طول برگچه در ۳۲ ژنوتیپ نیز حدود ۱۲ تا ۱۳ میلی‌متر بود (شکل ۲، ب). از نظر تعداد برگچه در برگ، تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد به طوری که گستره تعداد برگچه بین ۱۱ تا ۱۵ عدد بود (جدول ۱). ژنوتیپ MCC712 از ارقام اصلاح‌شده کانادایی، از این نظر یک استثناء محسوب می‌شد، چون فاقد برگچه بود. اختلاف قابل توجهی از نظر



شکل ۲- گستره مقادیر صفات طول برگ (a)، طول برگچه (b)، تعداد برگچه در برگ (c) و عرض برگچه (d) در نمونه‌های نخود تیپ کابلی (مشهد، ۱۳۸۶)

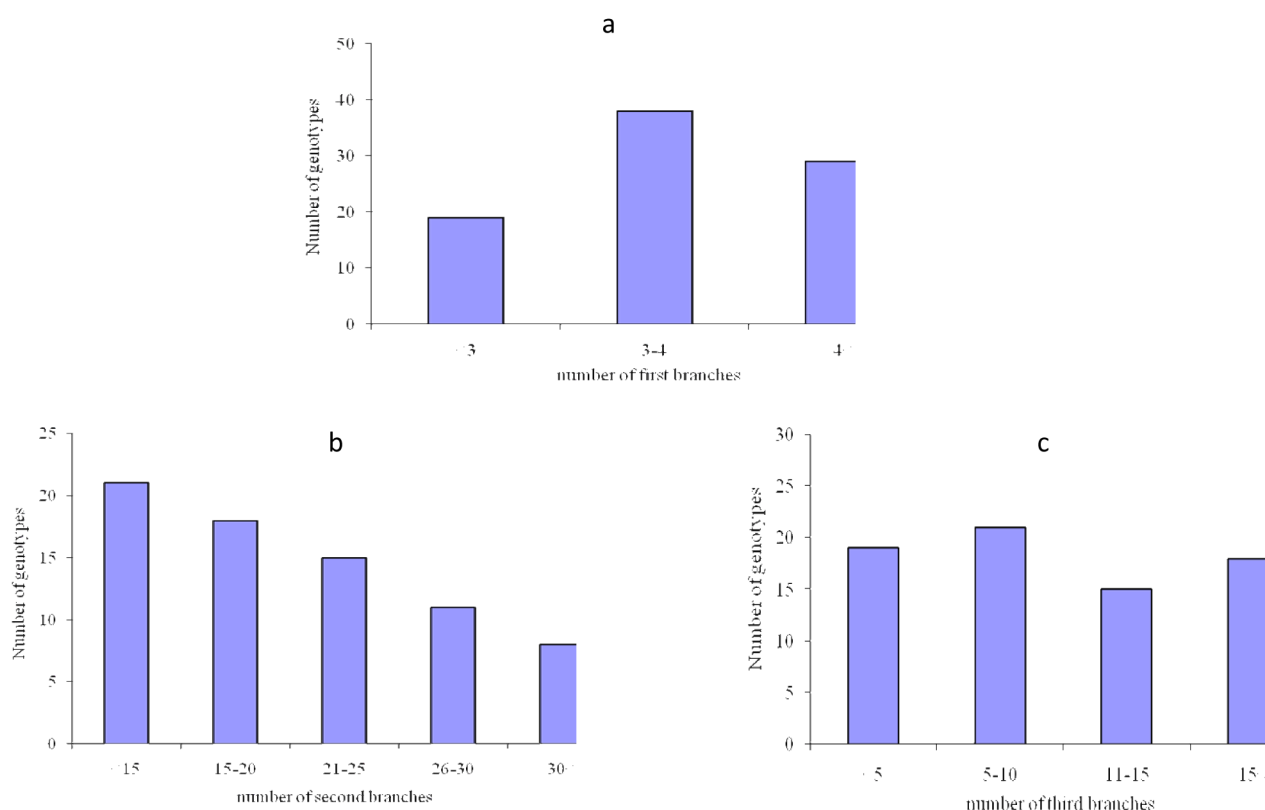
Fig. 2. Range of the leaf length (a), leaflet length (b), leaflet number in leaves (c) and leaflet width (d) in Kabuli chickpeas (Mashhad, 2007)

حدود ۴۶ شاخه بود. ژنوتیپ MCC392 با ۴ شاخه و ژنوتیپ MCC875 با ۵۰ شاخه به ترتیب دارای کمترین و بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه بودند (جدول ۱). بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه، در گروه کمتر از ۱۵ شاخه قرار داشتند (شکل ۳، ب). در آزمایش Porsa *et al.* (2002) تعداد شاخه در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۷ تا ۵۰ شاخه متغیر بود (Najibnia *et al.*, 2008). در آزمایشی که کانونی

در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تعداد شاخه‌های فرعی اولیه بین ۱ تا ۸ شاخه متغیر بود. در این بین، ژنوتیپ MCC849 با ۸ شاخه، بیشترین تعداد شاخه فرعی اولیه را دارا بود. البته ۵۲ درصد ژنوتیپ‌ها بین ۲ تا ۴ شاخه فرعی اولیه داشتند (شکل ۳، الف). ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه نیز تنوع قابل توجهی داشتند به طوری که اختلاف بین کمترین و بیشترین تعداد شاخه فرعی ثانویه در میان ژنوتیپ‌ها،

بیشترین و کمترین شاخهٔ ثالثیه در بین ژنوتیپ‌ها، ۵۷ شاخه بود. در این بین، ژنوتیپ MCC704 با ۵۷ شاخه و ژنوتیپ MCC976 بدون شاخه، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه‌های فرعی ثالثیه را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). حدود ۲۵ درصد ژنوتیپ‌ها دارای بیشتر از ۱۵ و حدود ۲۶ درصد ژنوتیپ‌ها نیز دارای کمتر از ۵ شاخهٔ فرعی ثالثیه بودند (شکل ۳، ج).

به منظور ارزیابی تحمل به سرما در ژنوتیپ‌های نخود زراعی در خزانه‌های کشت پاییزه در مناطق مرتفع و سردسیر غرب کشور طی دو سال زراعی بر روی ۴۰ لاین نخود انجام داد مشاهده نمود بین لاین‌های آزمایشی از نظر تعداد شاخه‌های ثانویه، تفاوت معنی‌داری وجود داشت و از ۴ تا ۱۲ شاخه در بوته متغیر بود (Kanoni, 2004). ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد شاخه‌های ثالثیه نیز با یکدیگر اختلاف قابل توجهی داشتند، به طوری که اختلاف بین



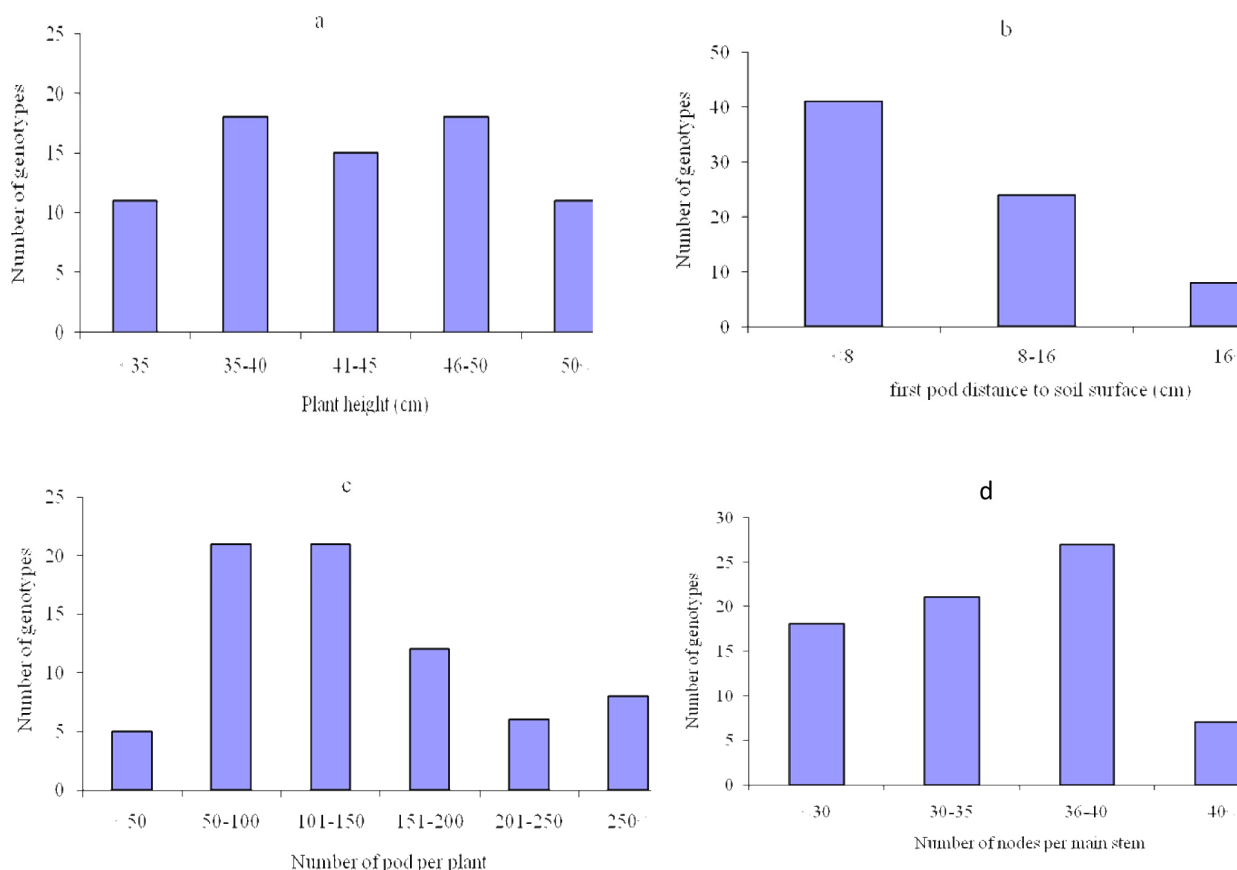
شکل ۳- گسترهٔ تعداد شاخه‌های فرعی اولیه (a)، ثانویه (b) و ثالثیه (c) در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی (مشهد، ۱۳۸۶)
Fig. 3. Range the number of first branches (a), second branches (b) and third branches (c) in Kabuli chickpeas (Mashhad, 2007)

Najibnia *et al.* به منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما روی ۱۵۲ ژنوتیپ متحمل به سرما به همراه چهار شاهد انجام دادند، ارتفاع بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از ۱۱ تا ۵۷ سانتی‌متر متغیر بود. در آزمایشی دیگر که به منظور مقایسهٔ کشت‌های پاییزه (۱۳ آذر و ۱۳ دی) با بهاره (۱۵ فروردین) نخود در شرایط دیم شمال خراسان در سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ انجام گرفت، ارتفاع بوته در کاشت بهاره با ۲۰ سانتی‌متر نسبت به کاشت پاییزه، ۲۵ درصد کاهش نشان داد (Porsa *et al.*, 2001). Singh *et al.* (1997) نیز مشاهده کردند که متوسط ارتفاع نخود در کاشت زمستانه، حدود ۴۷ سانتی‌متر و

در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تنوع قابل توجهی از نظر گسترهٔ ارتفاع بوته وجود داشت به طوری که تفاوت حداقل و حداکثر ارتفاع بوته مشاهده شده، حدود ۵۰ سانتی‌متر بود. بر این اساس، ژنوتیپ MCC706 با ۶۷ سانتی‌متر و ژنوتیپ MCC627 با ۱۷ سانتی‌متر، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۱). ارتفاع بوته در ۱۵ درصد از ژنوتیپ‌ها بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر بود (شکل ۴، الف). بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها از نظر ارتفاع بوته، مربوط به دو گسترهٔ ۳۵ تا ۴۰ سانتی‌متر و نیز ۴۶ تا ۵۰ سانتی‌متر بودند به طوری که ۲۵ درصد از ژنوتیپ‌ها در هر یک از این دو گسترهٔ ارتفاع بوته قرار گرفتند. در آزمایشی که (2008)

و ۱۱ ژنوتیپ نیز ارتفاع اولین غلاف‌شان از سطح خاک، صفر بود (جدول ۱). ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک در ۱۱ درصد از ژنوتیپ‌ها، بیشتر از ۱۶ سانتی‌متر بود (شکل ۴، ب) که این موضوع هم می‌تواند در دسترسی به ژنوتیپ‌های مناسب برای برداشت مکانیزه مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه اجزای عملکرد و از جمله تعداد غلاف در بوته، تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد. بر این اساس، ژنوتیپ MCC823 با ۳۷۱ و ژنوتیپ MCC216 با ۲۹ غلاف در بوته، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند (جدول ۱). بر اساس نتایج، ۱۹ درصد از ژنوتیپ‌ها، بیش از ۲۰۰ غلاف در بوته داشتند (شکل ۴، ج). از نظر تعداد گره در ساقه اصلی، حدود ۶۵/۷ درصد ژنوتیپ‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ گره داشتند و حدود ۹/۵ درصد ژنوتیپ‌ها نیز بیشتر از ۴۰ گره در ساقه اصلی خود داشتند (شکل ۴، د).

در کاشت بهاره، ۳۶ سانتی‌متر بود. به اعتقاد آنها، با افزایش ارتفاع بوته، امکان برداشت مکانیزه خود توسط کمباین غلات امکان‌پذیر است در صورتی که برداشت محصول با دست در گیاهان کشت شده در بهار، هزینه‌های کارگری را افزایش می‌دهد (Upadhyaya *et al.* 2001). Goldani & Rezvani (2004) در آزمایشی که به منظور بررسی اثر رژیم‌های مختلف رطوبتی و تاریخ کاشت بر خصوصیات فنولوژیکی و شاخص‌های رشد سه رقم نخود دیم و آبی در مشهد انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بیشترین ارتفاع گیاه (۴۲/۴۲ سانتی‌متر) در سه‌بار آبیاری و کمترین ارتفاع (۳۶/۹ سانتی‌متر) نیز در سطح بدون آبیاری به دست آمد (Goldani & Rezvani, 2007). میزان ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک نیز در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه متفاوت بود به طوری که اختلاف بین کمترین و بیشترین آن، حدود ۳۰ سانتی‌متر بود. در بین ژنوتیپ‌ها، نمونه MCC951 با ۳۰ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک را داشت

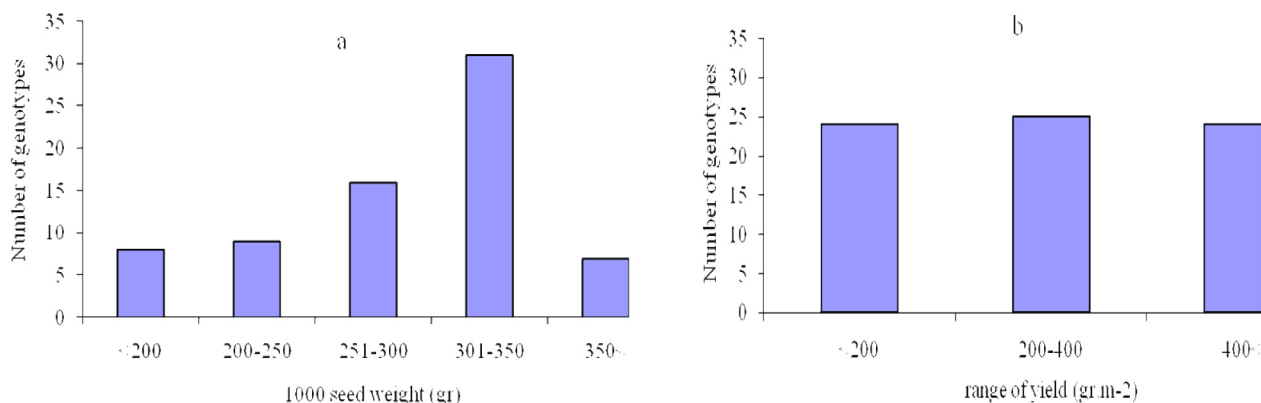


شکل ۴- گستره ارتفاع بوته (a)، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک (b)، تعداد غلاف در بوته (c) و تعداد گره در ساقه اصلی (d) نخودهای تیپ کابلی (مشهد، ۱۳۸۶)

Fig. 4. Range of plant height (a), the first pod distance to soil surface (b), number of pod per plant (c) and number of nodes in main stem (d) in Kabuli chickpeas (Mashhad, 2007)

ژنوتیپ MCC691) و بیشترین مقدار عملکرد دانه (۸۸۵ گرم در مترمربع مربوط به ژنوتیپ MCC216)، بیش از ۸۷۷ گرم در مترمربع بود (جدول ۱). بر این اساس، عملکرد دانه در حدود ۳۳ درصد ژنوتیپ‌ها بیشتر از ۴۰۰ گرم در مترمربع بود که این موضوع از نظر انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا، می‌تواند حایز اهمیت باشد (شکل ۵، الف).

وزن ۱۰۰۰ دانه از ۴۴۸ گرم برای ژنوتیپ MCC712 تا ۱۳۳ گرم برای ژنوتیپ MCC626 متغیر بود (جدول ۱). حدود ۵۲ درصد ژنوتیپ‌ها دارای وزن ۱۰۰۰ دانه بیش از ۳۰۰ گرم بودند و ۱۱ درصد نیز وزن ۱۰۰۰ دانه‌ای کمتر از ۲۰۰ گرم داشتند (شکل ۵، الف). از نظر عملکرد دانه نیز تنوع قابل توجهی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش وجود داشت به طوری که تفاوت کمترین میزان عملکرد دانه (۸ گرم در مترمربع مربوط به



شکل ۵- گستره وزن ۱۰۰۰ دانه (a) و عملکرد دانه (b) ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی (مشهد، ۱۳۸۶)

Fig. 5. Range of 1000 seed weight (a) and seed yield (b) in Kabuli chickpeas (Mashhad, 2007)

پنج خوشه متفاوت قرار گرفتند (شکل ۶) که خوشه ۲ با ۲۸ ژنوتیپ و خوشه ۴ با دو ژنوتیپ، به ترتیب بزرگترین و کوچکترین خوشه‌ها بودند (جدول ۳). (Nezami *et al.* (2010). با بررسی تنوع ژنتیکی در بین ۷۰ ژنوتیپ نخود تیپ دسی با استفاده از آزمون کلاستر، مشاهده کردند که تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر صفات مورد ارزیابی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود دارد به طوری که این ژنوتیپ‌ها از نظر شش صفت تعداد برگچه در برگ، طول برگ، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک و همچنین، تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، ثانویه و ثالثیه در ۹ خوشه متفاوت قرار گرفتند. (Chandra *et al.* (2007) در تحقیقی، ۵۷ ژنوتیپ برنج را از نظر ۱۴ صفت مورفولوژیکی و فنولوژیکی مورد بررسی قرار دادند. آنها این ۵۷ ژنوتیپ برنج را از نظر اختلافاتی که در این ۱۴ صفت بایکدیگر داشتند در پنج 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.

محاسبات همبستگی میان صفات مختلف نشان داد که همبستگی‌های معنی‌داری میان برخی از این صفات با یکدیگر وجود داشت (جدول ۲). به عنوان نمونه، همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری میان تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، ثانویه و ثالثیه با تعداد غلاف در بوته وجود داشت. یک همبستگی منفی و معنی‌دار نیز بین تعداد برگچه در برگ با طول برگچه و تعداد شاخه‌های فرعی ثالثیه وجود داشت. همچنین بین وزن ۱۰۰۰ دانه با تعداد گره در ساقه اصلی، همبستگی منفی و معنی‌داری ($t = -0.20^*$) وجود داشت. محاسبه همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش با عملکرد دانه نیز نشان داد که از میان آنها، تنها تعداد گره در ساقه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت ($t = 0.26^*$).

در تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها به وسیله آزمون کلاستر و براساس ده صفت روز از کاشت تا گلدهی، روز از گلدهی تا رسیدگی، تعداد شاخه‌های اولیه، ثانویه، ثالثیه، ارتفاع گیاه، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، تعداد گره در ساقه اصلی، وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه، تنوع خوبی مشاهده شد به طوری که از نظر این صفات و درصد تشابه ۷۵٪ در این آزمون، ۷۳ ژنوتیپ نخود مورد مطالعه در

جدول ۱- حداکثر، حداقل و میانگین پارامترهای مورد بررسی برای ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی (مشهد، ۱۳۸۶)
(اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده شماره ژنوتیپ‌ها می‌باشند)

Table 1. Maximum, minimum and mean traits for chickpea genotypes tested during the experiment in Mashhad, 2007 (numbers in parentheses indicate number of genotypes)

Average میانگین	Maximum حداکثر	Minimum حداقل	Parameters پارامترها
37.5	45 (87)	31 (590,706,802,823, 946,50,81,337,352,392)	DEF (day)
7.7	12 (802)	6 (669,715,781,787)	DFP (day)
35.7	42 (352,397)	31 (669,715,781,787)	DFM (day)
12.7	15 (760,787, 823,715,727)	0 (712)	NLL (No)
63.0	76 (544,693)	48 (427)	LL (mm)
13.0	38 (701)	7 (427)	LEL (mm)
9.2	20 (712)	5 (427,626,853,875)	LW (mm)
33.9	47 (361)	22 (669)	NNPS (No)
42.8	67 (705)	17 (669)	PH (cm)
7.5	30 (951)	0 (950,703,704,825,849, 50,87,427,573,696,700)	FPDS (cm)
3.4	8 (849)	1 (787,854)	NFB (No)
20.5	50 (875)	4 (392)	NSB (No)
12.5	57 (704)	0 (946)	NTB (No)
142.0	371 (823)	29 (316)	NPPP (No)
289.2	448 (712)	133 (626)	SW (g)
18.13	7737 (392)	49 (81)	SY (g.m ⁻²)

DF: 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: شاخه‌های فرعی اولیه، NSB: شاخه‌های فرعی ثانویه، NTB: شاخه‌های فرعی ثالثیه، NPPP: تعداد غلاف در گیاه، SW: وزن ۱۰۰۰ دانه، 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 first branches, NSB: Number of second branches, NTB: Number of third branches, NPPP: Number of pod per plant, SW: 1000 seed weight, SY: Seed yield.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی (مشهد، ۱۳۸۶)

Table 2. The correlation coefficients between morphological traits, yield components and seed yield of Kabuli chickpeas (Mashhad, 2007)

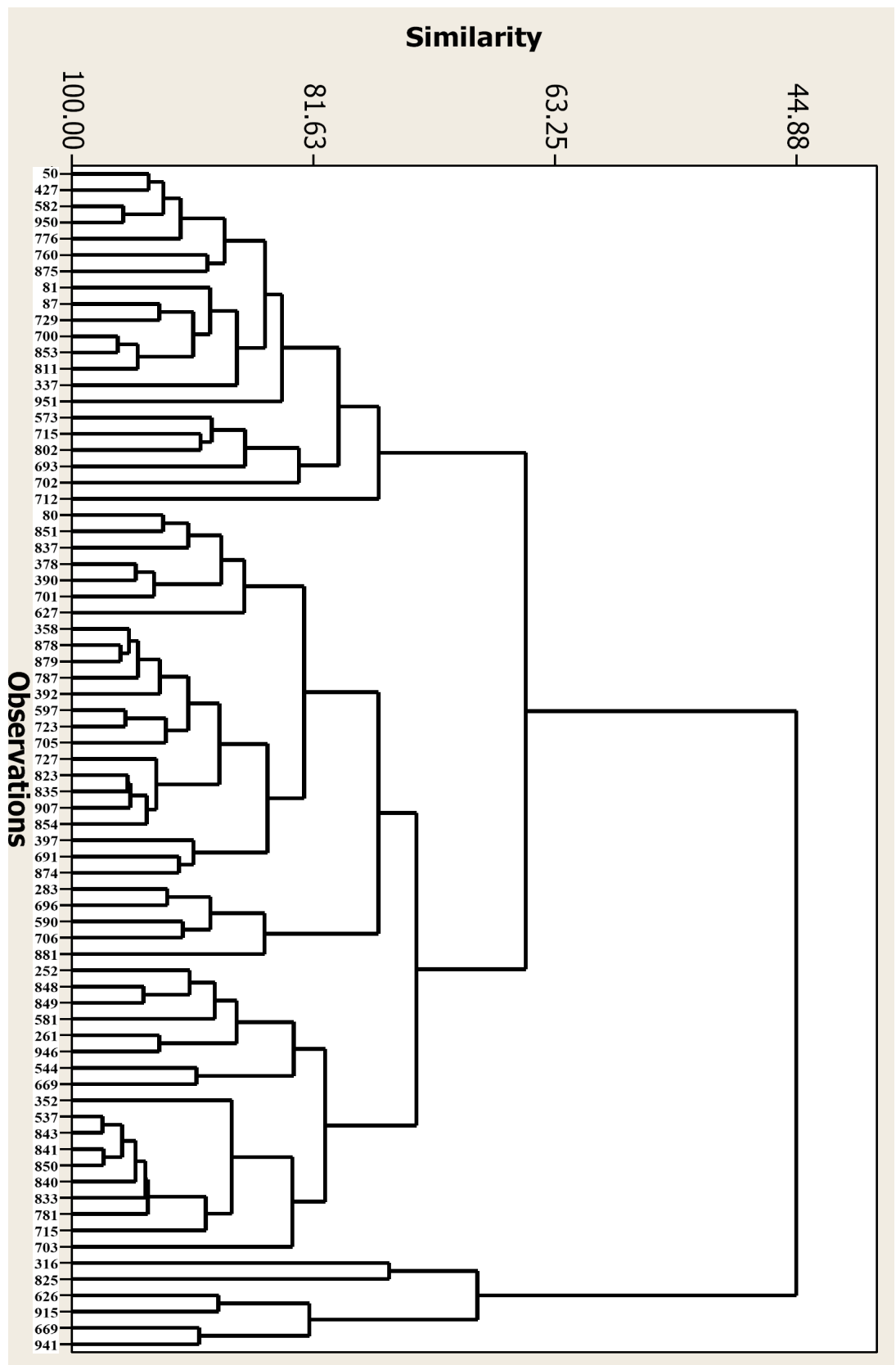
13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1
													1
													-0.14
													-0.44**
									1				0.11
									0.04				0.18
									0.13				0.11
									0.11				-0.01
									-0.03				-0.06
									0.04				-0.06
									0.02				-0.08
									0.08				-0.28**
									0.08				-0.18
									0.08				-0.12
									-0.26*				-0.12
									-0.2*				-0.07
									0.38**				0.12
									-0.16				0.12
									-0.02				0.12
									-0.02				0.12
1	-0.10	0.09	-0.15	0.04	0.20*	-0.06	0.08	0.26*	-0.16	-0.02	-0.07	0.12	0.12

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 ۱۰۰۰ دانه، ۱۳- عملکرد دانه.

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

1- number of leaflet per leaf, 2- leaf length, 3- leaflet length, 4- leaflet wide, 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 second branches, 10- number of third branches, 11- number of pod per plant, 12- 1000 seed weight, 13- seed yield.

* and **: Significant at $p \leq 0.05$ & $p \leq 0.01$, respectively.



شکل ۶: خوشه بندی ۷۳ ژنوتیپ نخود تیب کابلی بر اساس صفات مورد ارزیابی.

Figure 6: clustering of 73 genotypes of Kabuli type chickpea based on evaluation traits.

جدول ۳- خوشه‌بندی ۷۳ ژنوتیپ نخود تیپ کابلی از نظر صفات تعداد روز از کاشت تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی، تعداد شاخه‌های فرعی اولیه و ثانویه و ثالثیه، ارتفاع گیاه، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، تعداد گره در ساقه اصلی، وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه

Table 3. clustering of 73 genotypes of Kabuli chickpea based on traits including days from planting to flowering and flowering to maturity, number of first branches, second branches and third branches, plant height, first pod distance to soil surface, number of node per main stem, 1000 seed weight and seed yield

Genotypes ژنوتیپ‌ها	Number of genotypes تعداد ژنوتیپ‌ها	Cluster number شماره خوشه
50,427,582,950,776,760,875,81,87,729,700, 853,811,337,951,573,715,802,693,702,712	21	1
80,851,837,378,390,701,627,358,878,879, 787,392,597,723,705,727,823,835,907,854, 397,691,874,283,696,590,706,881	28	2
252,848,849,581,361,946,544,669,352,537, 843,841,850,840,833,781,715,703	18	3
316,825	2	4
626,915,669,941	4	5

گیاه، تعداد شاخه در گیاه، عملکرد بذر در گیاه و همچنین عملکرد بذر، بیشترین مقدار را دارا بود در حالی که خوشه ۴ از نظر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و وزن ۱۰۰ دانه، برتری داشت. (Nezami *et al.* (2010). با بررسی تنوع ژنتیکی در بین ۷۰ ژنوتیپ نخود تیپ دسی با استفاده از آزمون کلاستر، مشاهده کردند که تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر صفات مورد ارزیابی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود دارد. آنها در مطالعه خود مشاهده کردند که از نظر طول برگ، خوشه ۴ با ۶۸ میلی‌متر و خوشه ۸ با ۳۸ میلی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند. از نظر تعداد برگچه در برگ نیز خوشه ۵ با ۱۴/۷ عدد، بیشترین و خوشه ۸ با ۱۰ عدد، کمترین تعداد را دارا بودند. خوشه ۵ از نظر ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک نیز دارای بیشترین مقدار (۱۷/۳ سانتی‌متر) بود ولی دو خوشه ۴ و ۸، کمترین مقدار را از این نظر داشتند. بیشترین تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه به ترتیب با ۵/۸ و ۳۷ عدد متعلق به خوشه ۸ بود. خوشه ۶ نیز با ۴۵/۷ عدد، بیشترین تعداد شاخه فرعی ثالثیه را دارا بود. (Chandra *et al.* (2007). بررسی خود بر روی ژنوتیپ‌های برنج، تنوع قابل توجهی را از نظر صفات مورد بررسی مشاهده کردند به طوری که خوشه ۱، بیشترین تعداد پانیکل و خوشه ۲، بلندترین برگ پرچم، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه، بیشترین عملکرد بیولوژیک، بیشترین عملکرد بذر و همچنین بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد. همچنین خوشه ۳، بیشترین طول دانه و خوشه ۴، بیشترین طول دوره گلدهی، بیشترین ارتفاع گیاه، بیشترین سطح برگ و بیشترین تعداد بذر را دارا بودند.

از نظر روز از کاشت تا گلدهی، خوشه ۵ و ۲ به ترتیب با میانگین ۴۹ و ۴۷ روز، بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند (جدول ۴). از نظر روز از گلدهی تا رسیدگی نیز خوشه‌های ۱ و ۳ با میانگین ۳۶ روز و خوشه‌های ۴ و ۵ با ۳۴ روز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند. در بین پنج خوشه، فقط ژنوتیپ‌های خوشه ۵ دارای میانگین سه شاخه اولیه بودند ولی ژنوتیپ‌های بقیه خوشه‌ها، چهار شاخه اولیه داشتند. از نظر تعداد شاخه ثانویه، خوشه ۲ با میانگین ۲۶ شاخه و خوشه ۵ با ۱۱ شاخه به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار بودند. ژنوتیپ‌های موجود در خوشه‌های ۱ و ۲ با ۱۶ و ژنوتیپ‌های خوشه‌های ۴ و ۵ با هفت شاخه ثالثیه، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار داشتند. در بین خوشه‌ها، ژنوتیپ‌های خوشه ۲ با میانگین ارتفاع ۵۸ و خوشه ۵ با ۳۳ سانتی‌متر، به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه را دارا بودند. از نظر فاصله اولین غلاف از سطح خاک، خوشه ۲ با میانگین ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر و خوشه ۴ با میانگین سه سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند. در بین پنج خوشه، خوشه ۲ با ۴۴ و خوشه ۴ با ۲۸ گره در ساقه اصلی، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند. بر اساس وزن ۱۰۰۰ دانه، خوشه ۲ با ۳۶۵ گرم بیشترین و خوشه ۵ با ۱۲۱ گرم کمترین مقدار را داشتند. از نظر عملکرد دانه خوشه ۴ با میانگین عملکرد ۷۸۴ گرم در مترمربع بیشترین و خوشه ۱ با ۱۰۲ گرم در مترمربع، کمترین مقدار را در بین خوشه‌ها به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

Gaibriyal & Dwevedi (2009) نیز در آزمایش خود، تنوع بالایی از نظر برتری هر کدام از خوشه‌ها از نظر صفات مورد بررسی مشاهده کردند به طوری که خوشه ۶ از نظر ارتفاع

جدول ۴- مقادیر میانگین هر خوشه برای صفات مورد ارزیابی

Table 4. Average of each cluster for evaluated traits

Cluster 5 (4)	Cluster 4 (2)	Cluster 3 (18)	Cluster 2 (28)	Cluster 1 (21)*	پارامترها Parameters
49	48	48	47	48	روز از کاشت تا گلدهی Days from planting to flowering
34	34	36	35	36	روز از گلدهی تا رسیدگی Days from flowering to maturity
3	4	4	4	4	تعداد شاخه‌های اولیه Number of first branches
11	25	21	26	23	تعداد شاخه‌های ثانویه Number of second branches
7	7	11	16	16	تعداد شاخه‌های ثالثیه Number of third branches
33	51	45	58	41	ارتفاع گیاه Plant height
8	3	7	12	6	فاصله اولین غلاف از سطح خاک First pod distance to soil surface
35	28	36	44	33	تعداد گره در ساقه اصلی Number of node per main stem
121	324	296	365	316	وزن هزار دانه 1000 seed weight
629	784	485	389	102	عملکرد دانه Seed yield

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

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

نتیجه‌گیری

ارتفاع اولین غلاف آنها از سطح خاک، به‌منظور تسهیل در برداشت مکانیزه و کاهش هزینه‌های برداشت سنتی، بالا باشد وجود دارد و لذا از طریق تکرار این‌گونه آزمایش‌ها می‌توان امیدوار بود که میانگین عملکرد نخود در ایران، که در حال حاضر از میانگین عملکرد جهانی خیلی پایین‌تر است، افزایش یابد. به‌این‌ترتیب، با توجه به جایگاه ممتاز ایران از نظر سطح زیرکشت نخود در دنیا، می‌توان انتظار داشت ایران در آینده‌ای نزدیک به یک کشور صادرکننده این محصول نیز تبدیل شود. از آنجاکه این مطالعه در شرایط آب و هوایی مشهد انجام گرفت و با توجه به گسترده‌بودن سطح زیرکشت نخود در کشور، پیشنهاد می‌شود به‌منظور به‌دست‌آوردن نتایج قطعی‌تر، این مطالعه در مناطق دیگری که نخود در آنجا به‌طور وسیعی کشت می‌شود و نیز در مشهد، اجرا گردد.

هدف اصلی مطالعه فوق، بررسی تنوع صفات مورد مطالعه در بین ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی موجود در بانک بذر پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد بود. این کار به‌منظور تعیین ژنوتیپ‌های برتر از نظر صفات مورد مطالعه برای افزایش استفاده از منابع ژنتیکی نخود در کارهای اصلاحی صورت گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که تنوع قابل‌توجهی از نظر صفات مورد ارزیابی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود دارد به‌طوری‌که عملکرد در ۶۷ درصد ژنوتیپ‌ها (۴۹ ژنوتیپ) بیش از ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و در ۲۴ ژنوتیپ، بیش از ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین، با توجه به این‌که ارتفاع اولین غلاف در ۱۱ درصد از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش بیش از ۱۶ سانتی‌متر بود، می‌توان نتیجه گرفت که امکان اصلاح و معرفی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا که

منابع

1. 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.
2. Duvick, D.N. 1984. Genetic diversity in major farm crops on the farm and in reserve. Econ. Bot. 38: 161-178.
3. Ganjeali, M., Kafi, M., Bagheri, A., and Shahryari, F. 2005. Screening for drought tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 3: 103-122.
4. Goldani, M., and Rezvani, 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.
5. 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.

6. 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.
7. <http://faostat.fao.org>
8. 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.
9. ICRISAT. 1992. Medium Term Plan 1994-1998. Vol. 1. Main Report (Appendix B-Yield loss tables) (Limited circulation).
10. 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.
11. Kathiresan, G., and Gnanamurthy, P. 2003. Studies on seed yield-contributing characters in sesame. *Sesame and Safflower Newsletter* p. 95-98.
12. Lakshmi, P., Lakshamma, P., and Padmavathi, P. 2003. Characterization of safflower germplasm for physiological traits. *Sesame and Safflower Newsletter* 18: 92-98.
13. 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.
14. Mousavi, S.K., and Pezeshkpour, P. 2006. Evaluation of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date. *Iranian Journal of Field Crops Research* 4: 154-168.
15. Najibnia, S., Nezami, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2009. 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 (*Cicer arietinum* L.) cold tolerance for autumn-planting in the highland areas. PhD. dissertation of Agronomy. Agricultural Faculty. 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 Khorasan. *Journal of Agricultural Sciences & Technology* 16: 143-152.
20. 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.
21. Saxena, M.C. 1990. Problems and potential of chickpea production in the nineties. In: *Chickpea in the Nineties*. pp. 13-25. Proc. of the Second International Workshop on Chickpea Improvement, 4-8 Dec. 1989, ICRISAT. Patancheru India: ICRISAT.
22. 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*. John Wiley and Sons, New York, NY.
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., Dwivedi, S.L., Gowda, C.L.L., and Singh, S. 2007. Identification of diverse germplasm lines for agronomic traits in a chickpea (*Cicer arietinum* L.) core collection for use in crop improvement. *Field Crops Research* 100: 320-326.
26. Upadhyaya, H.D., Ortiz, R.P., Bramel, J., and Singh, S. 2002. Phenotypic diversity for morphological and agronomic characteristics in chickpea core collection. *Euphytica* 23: 333-342.

Evaluation of a subset of chickpea germplasm collection of Ferdowsi University of Mashhad Seed Bank II. Kabuli type chickpeas

Nezami¹, A., Pouramir^{2*}, F., Momeni², S., Porsa³, H., Ganjeali⁴, A. & Bagheri¹, A.

1- Contributions from Faculty of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

2- MSc. in Agronomy (former student), Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3- Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

4- Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 3 January 2011

Accepted: 30 July 2011

Abstract

Identification of morphological, phenological and yield characteristics of genotypes is important in order to collect necessary information for available varieties and as a result selection of one or more specific traits. In this study, 73 Kabuli chickpea genotypes from Pulses Seed Bank of Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, were planted in irrigated conditions at Research Farm of Agricultural Faculty of Ferdowsi University of Mashhad. Some characteristics were measured for each accession based on Chickpea Descriptors, including the days from emerging to flowering, flowering to podding, 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 there was not difference among the genotypes for the days from flowering to maturity, so that the difference between the lowest and the highest number of days from flowering to maturity was 11 days. According to period of flowering to maturity, the majority of genotypes (64.4%) were laid in group 34-37 days and the lowest number of the genotypes (15%) was put in group of lower than 34 days. Based on plant height, there was difference among the genotypes, so that the difference between the lowest height and the highest one was about 50cm and MCC706 with 67cm was the tallest genotype. Seed yield in 32.8% of genotypes was more than 400 g/m² and MCC216 with 885 g/m² produced the highest seed yield. Results of Cluster test showed that genotypes fallen in five distinct clusters, that clusters four and one had the highest and lowest seed yield, respectively. In general, there was considerable diversity among Kabuli chickpea genotypes regarding to assessed characteristics, so it may be possible to exploit this variation in breeding programs for improving yield of chickpea.

Key words: 1000 seed weight, Cluster test, Number of branch, Vegetative period

* Corresponding Author: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

بررسی اثر مصرف پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن و پروتئین دانه در دو رقم عدس دیم

علیرضا محسنی محمدجانلو^۱، احمد توبه^۲، عبدالقیوم قلی‌پوری^{۲*} و حسین مصطفایی^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، a.mohseni55@yahoo.com

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

۳- عضو هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل، اردبیل ایستگاه تحقیقات کشاورزی، mostafaei1343@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۷/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر مصرف پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن و پروتئین دانه در دو رقم عدس دیم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷ با تاریخ کاشت ۱۱ فروردین در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه سطح پتاسیم خالص (صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) به فرم کود سولفات پتاسیم، فاکتور دوم سه سطح نیتروژن خالص (صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) به فرم کود اوره و فاکتور سوم دو رقم عدس (محلی و ILL1180) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که با مصرف ۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، بیشترین درصد نیتروژن دانه، درصد پروتئین دانه (۲۷/۶۸ درصد) و درصد نیتروژن اندام هوایی به‌دست آمد. از گروه صفات فنولوژیک، زمان ۵۰ درصد سبز کردن، ۵۰ درصد گلدهی و زمان رسیدگی، تحت تأثیر اثر اصلی نیتروژن برای سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن نسبت به سطوح دیگر، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. با طولانی‌شدن طول دوره رسیدگی، صفاتی مانند تعداد کل غلاف و تعداد دانه در بوته نیز در همین تیمار در برترین گروه قرار گرفت که با اختلاف معنی‌داری باعث تولید بیشترین عملکرد دانه (۱۴۶۵/۱ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شد. همین روند تغییرات در درصد نیتروژن دانه، جذب نیتروژن دانه، درصد پروتئین دانه، درصد نیتروژن اندام هوایی و جذب پتاسیم در دانه در این تیمار مشاهده شد. در اثر اصلی رقم، رقم محلی در صفات درصد پتاسیم دانه و جذب پتاسیم در دانه بر رقم ILL1180 برتری داشت اما رقم ILL1180 از لحاظ تعداد دانه در بوته و درصد پتاسیم اندام هوایی نسبت به رقم محلی، برتر بود. به‌طور کلی، به‌نظر می‌رسد تأثیر مثبت نیتروژن زیاد روی اکثر صفات، به‌خاطر مصرف ۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: دوره رسیدگی، صفات فنولوژیک، عملکرد، غلاف، کود

مقدمه

عدس به‌عنوان غذا، منبع پروتئینی باارزشی است که همراه با این خصوصیات و توانایی رشد در شرایط محیطی نامناسب و خاک‌های فقیر توانسته است تا به امروز به‌عنوان یک گونه غذایی، بماند (Bagheri et al., 1997). نیتروژن، مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌آید و کمبود آن تقریباً در همه‌جا وجود دارد، مگر آن‌که نیتروژن به‌صورت کود، مصرف شود. نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته و تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد و در حبوبات،

تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد (Noori et al., 2005). (Hashemi Dezfuli et al., 1998) با بررسی چهار سطح نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر روی باقلا دریافتند که با افزایش میزان نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار، صفاتی مانند عملکرد دانه، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد غلاف در بوته و درصد پروتئین دانه افزایش یافتند. (Sepetogul (2002) گزارش کرد که نیتروژن، نقش مهمی در تثبیت نیتروژن در لگوم‌ها دارد. (Kumar et al., 1993) گزارش کردند که با کاربرد ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد غلاف و عملکرد دانه عدس به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش داشت. (Bremer et al., 1989) گزارش کردند که عملکرد دانه عدس با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به‌طور

* نویسنده مسئول: اردبیل، انتهای خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی،

دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تلفن: ۰۴۵۱-۵۵۱۰۱۴

همراه: ۰۹۱۴۳۵۳۷۸۹۱، gholipoori@yahoo.com

جذب و انتقال نیتروژن در گیاه نخود و عدس دریافتند که حداکثر میزان جذب و انتقال عناصر غذایی معمولاً در زمان شاخه‌دهی حدود ۲۸ تا ۴۹ روز پس از سبزشدن یا پس از ۲۰۶ تا ۴۹۶ درجه‌روز رشد رخ می‌دهد. همچنین از گلدهی تا پُرشدن دانه، ۶۶ تا ۸۵ روز پس از سبزشدن یا ۶۷۲ تا ۹۸۶ درجه‌روز رشد از مراحل مختلف رشد گیاهان، حداکثر جذب و انتقال نیتروژن در نخود ۴/۹ تا ۶ کیلوگرم در روز و در عدس ۲/۴ تا ۸ کیلوگرم در روز به‌دست آمد. براساس نتایج این تحقیق، پیشنهاد شده است که تأمین کافی عناصر از خاک یا از طریق کود در اوایل مراحل رشد و زمان پُرشدن دانه‌ها برای تولید عملکرد بالا در حبوبات دارای اهمیت می‌باشد.

Premaratne & Oertli (1993) طی مطالعه‌ای بر روی تأمین پتاسیم و تأثیر آن روی گره‌بندی و فعالیت آنزیم نیتروژناز در گیاه سویا گزارش کردند که با تغذیه پتاسیم در چهار سطح محلول ۱، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مول در کشت گلدانی، عواملی مانند تعداد گره‌ها، وزن گره‌ها در هر گیاه، وزن خشک، میانگین وزن گره‌ها و کل جذب نیتروژن در گیاه با افزایش پتاسیم، افزایش یافت. در این تحقیق کاربرد مقادیر بیشتر پتاسیم در مقایسه با مقادیر کمتر آن، تأثیر مطلوبی بر میزان رشد، جذب نیتروژن و تشکیل گره‌ها داشت. (Marschner 1995) اعلام کرد پتاسیم می‌تواند انتقال مواد فتوسنتزی به نقاط مختلف گیاه و انباشت آن را نیز تنظیم نماید. هدف از این پژوهش، تعیین میزان تأثیر پتاسیم بر جذب نیتروژن و پروتئین دانه و توصیه متعادلی از مصرف پتاسیم و نیتروژن برای افزایش کمیت و کیفیت محصول عدس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷ در تاریخ کاشت ۱۱ فروردین در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل واقع در ۱۰ کیلومتری شرق اردبیل در شرایط دیم اجرا شد و بخش آزمایشگاهی آن در دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت. آزمایش، به‌صورت فاکتوریل سه‌عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه سطح پتاسیم خالص (صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) به فرم کود سولفات پتاسیم به‌صورت پایه و فاکتور دوم سه سطح نیتروژن خالص (صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) به فرم کود اوره به‌صورت پایه و فاکتور سوم شامل دو رقم عدس (محلی و ILL1180) در نظر گرفته شدند. هر

قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت. (Togay et al. 2005) با بررسی تأثیر سطوح نیتروژن (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) و چهار شکل نیتروژن (نترات آمونیوم، سولفات آمونیوم، اوره و نیتروژن آلی) در دو سال بر روی عدس دریافتند که با مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و میزان آن در سال اول و دوم، به‌ترتیب ۱۴۲۲ و ۱۶۳۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. با کاربرد سولفات آمونیوم، بیشترین عملکرد دانه برای سال‌های اول و دوم، به‌ترتیب ۱۳۶۰ و ۱۵۷۲ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. (Tiwari & Nigam 1985) گزارش کردند کاربرد ۳۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار در مقایسه با تیمار بدون پتاسیم، عملکرد دانه نخود، نخودفرنگی و عدس را به‌ترتیب، ۲۱، ۲۵ و ۲۴ درصد افزایش داد. همچنین مصرف ۶۰ کیلوگرم پتاسیم، عملکرد تولیدی را برای سه گیاه فوق به‌ترتیب ۲۳، ۳۷ و ۳۲ درصد افزایش داد. (Jain et al. 1995) نشان دادند که ۱۶/۶ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌طور معنی‌داری محتوی پتاسیم را در کل گیاه و دانه عدس افزایش داد.

پتاسیم، عنصری ضروری برای همه موجودات زنده است و در فیزیولوژی و متابولیسم گیاه، نه‌تنها از نظر مقدار موجود در بافت‌های گیاهی، بلکه از نظر وظایف فیزیولوژیک و شیمیایی، مهم‌ترین کاتیون به‌شمار می‌رود (Mengel & Kirkby, 2001). مهم‌ترین نقش پتاسیم در گیاه را فعال کردن آنزیم‌های گیاهی می‌دانند (Bazargan et al., 2004). کاربرد پتاسیم در محیط رشد گیاه، جذب نیتروژن و درصد پروتئین دانه را افزایش می‌دهد. در صورت مصرف زیاد کودهای نیتروژنی، به‌دلیل رشد رویشی بیش از حد گیاه، مصرف کودهای پتاسیم برای برداشت محصول با کیفیت عالی، الزامی است. پتاسیم علاوه بر کمک در انجام فتوسنتز، در نقل و انتقال مواد فتوسنتزی مؤثر است. اضافه‌کردن پتاسیم کافی، سرعت انتقال نیتروژن از اندام‌های رویشی به دانه را افزایش می‌دهد. وجود پتاسیم کافی، بر تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم در بقولات، از طریق انتقال سریع مواد ساخته‌شده از برگ‌ها به غده‌های موجود در ریشه، اثر می‌گذارد (Malakouti & Nafisi, 1994). موادی که در برگ ساخته می‌شود، بایستی به محل ذخیره و انبار گیاه انتقال داده شود. هرچه میزان پتاسیم گیاه به میزان بهینه نزدیک‌تر شود، انتقال این مواد نیز سریع‌تر می‌شود (Salardini, 1995). (2007) Malhi et al. با بررسی تجمع ماده خشک (بیوماس) و

اندازه‌گیری پتاسیم اندام‌های گیاهی: ابتدا یک گرم از هر نمونه خشک‌شده، کوبیده شده و الک‌شده دانه و اندام هوایی گیاه عدس را به کروژه چینی ریخته و سپس در داخل کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت قرار داده شدند تا این که به کلی مواد آلی، سوخته شده و مواد گیاهی به خاکستر تبدیل شود. بعد از خنک‌شدن کروژه، مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلردریک ۲ نرمال برای هر نمونه اضافه گردید و با حرارت‌دادن ملایم کروژه، مواد خاکسترشده در اسید، حل شد. سپس محلول تهیه‌شده، از قیف و کاغذ صافی عبور داده شد و صاف گردید و عصاره در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر، جمع‌آوری شد. جهت شستشوی مواد باقیمانده در قیف، مقداری آب مقطر گرم به کاغذ صافی اضافه شد و عصاره مجدداً به بالن ژوژه منتقل گردید. هر کدام از عصاره جمع‌شده در بالن ژوژه با آب مقطر به حجم ۱۰۰ سی‌سی رسانده شدند. سپس محلول استاندارد ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام تهیه گردید. از محلول فوق، استانداردهای کوچکتر به میزان ۱۰۰ سی‌سی از هر کدام با غلظت‌های ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵ و ۵ پی‌پی‌ام تهیه گردید. سپس دستگاه فلیم‌فتومتر برای هریک از محلول‌های استاندارد، کالیبره شد و غلظت هر یک از نمونه‌های عصاره‌گیری‌شده با آن دستگاه اندازه‌گیری گردید و پس از رسم منحنی استاندارد کالیبراسیون، غلظت هر کدام از نمونه‌ها محاسبه شد.

تکرار آزمایشی شامل ۱۸ کرت و هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت با فواصل خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت چهار سانتی‌متر و طول خطوط کاشت، چهار متر بود. پس از آماده‌شدن زمین، به وسیله فوکا، شیاری به عمق چهار سانتی‌متر ایجاد شد و بذر عدس در شیاری هر خط کاشت، کشت گردید. در طول دوره رشد، کنترل علف‌های هرز چندین بار به طریق دستی انجام گردید. برای تعیین صفات فنولوژیک، زمانی که حدود ۵۰ درصد بوته‌ها سبز شدند به‌عنوان تاریخ سبزشدن، زمانی که حداقل در ۵۰ درصد بوته‌ها گل مشاهده گردید، مرحله ۵۰ درصد گلدهی و زمان رسیدن دانه، با زرد شدن ۵۰ درصد غلاف‌ها، ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری تعداد کل غلاف و تعداد دانه در بوته، چهار بوته در مرحله رسیدگی کامل به‌طور تصادفی انتخاب شد و اندازه‌گیری‌های لازم انجام گرفت. برای تعیین عملکرد هر کرت، پس از حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای دو خط میانی و دو خط کناری به‌عنوان حاشیه، بوته‌های دو خط میانی کلیه کرت‌ها با دست برداشت شد و به مدت پنج روز در مزرعه باقی ماندند. پس از خشک‌شدن در هوای آزاد، دانه‌ها از کاه جدا گردید. برای تعیین درصد نیتروژن، از روش کجلدال استفاده شد. در این روش پس از تعیین درصد نیتروژن، میزان جذب نیتروژن و درصد پروتئین دانه از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

$$\text{وزن خشک نمونه بذری} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{جذب نیتروژن (عملکرد نیتروژن)}$$

$$\text{درصد نیتروژن} \times \text{ضریب پروتئین عدس (۶/۲۵)} = \text{درصد پروتئین دانه}$$

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش
Table 1. Soil characteristics of the site

پتاسیم قابل جذب Absorbable K (ppm)	فسفر قابل جذب Absorbable P (ppm)	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	آهک Lime (%)	درصد اشباع Saturation (%)	pH	شوری EC (ds/m)
489	3.66	0.08	0.819	33	34	33	5.94	56	7.63	1.077

Texture: clay loam

بافت خاک محل آزمایش: لومرسی

نتایج و بحث صفات فنولوژیک

۵۰ درصد سبزشدن: در تجزیه واریانس، اثر اصلی نیتروژن بر روی صفت ۵۰ درصد سبزشدن در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با

برای تجزیه واریانس داده‌های حاصل، پس از تبدیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن محاسبه گردید. برای رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Word و Excel استفاده شد.

معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های Hazeri Niri (2009) مطابقت دارد.

تعداد دانه در بوته: اثرات اصلی رقم و نیتروژن بر روی تعداد دانه در بوته به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم ILL1180 با ۷۸/۶ عدد، تعداد دانه در بوته بیشتری نسبت به رقم محلی با ۵۲/۵ عدد داشت. مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد دانه در بوته را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد ولی با سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تفاوت معنی‌داری از این نظر نداشت (جدول ۳). Yazdi-Samadi *et al.* (2001) نشان دادند با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن، تعداد دانه در هر بوته عدس افزایش یافت.

عملکرد دانه: در تجزیه واریانس، اثر نیتروژن بر روی صفت عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد؛ اما پتاسیم، تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه نداشت (جدول ۲) که با گزارش Sharma *et al.* (1993) مشابه بود. مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه را نسبت به سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های Nakhzeri Moghadam 2002؛ Togay *et al.*, (2005)؛ Hazeri Niri, & Ramrodi, 1989؛ Bremer *et al.*, (2009) مطابقت دارد.

مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، زمان ۵۰ درصد سبزشدن نسبت به سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن)، به طور معنی‌داری به تأخیر افتاده است (جدول ۳). ۵۰ درصد گلدهی و زمان رسیدگی: طبق تجزیه واریانس، اثر نیتروژن بر روی صفات ۵۰ درصد گلدهی و زمان رسیدگی در سطح احتمال یک درصد، معنی‌دار شد (جدول ۲). با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، نسبت به سطح ۲۵ کیلوگرم در هکتار و شاهد (عدم مصرف کود) مرحله ۵۰ درصد گلدهی با تأخیر صورت گرفت و زمان رسیدگی گیاه نیز طولانی‌تر شد (جدول ۳). Brown & Scott (1987) گزارش کردند که میزان پایین نیتروژن، زمان شروع گلدهی را به جلو انداخته و از طول دوره رویشی خواهد کاست و برعکس با افزایش میزان نیتروژن، اندام‌های زایشی فعالیت خود را دیرتر شروع خواهند کرد.

عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد کل غلاف در بوته: بر اساس نتایج، فقط اثر اصلی نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر روی صفت تعداد کل غلاف در بوته اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). در سطح نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد کل غلاف تولیدی در بوته نسبت به شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن)، افزایش معنی‌داری نشان داد ولی نسبت به سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن، اختلاف

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در دو رقم عدس متأثر از سطوح مختلف پتاسیم و نیتروژن
Table 2. Mean square of analysis of variance of traits in two lentil cultivars under effect of different levels of K and N

عملکرد دانه Seed yield	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	تعداد کل غلاف در بوته Number of total pod per plant	رسیدگی Maturity	۵۰ درصد گلدهی 50% Flowering	۵۰ درصد سبزشدن 50% Emergency	درجه آزادی Df	منابع تغییر Source of variance	تکرار رقم (V) پتاسیم (K) نیتروژن (N) اثر متقابل V×K اثر متقابل V×N اثر متقابل K×N اثر متقابل V×K×N اشتباه آزمایشی ضریب تغییرات (CV%)
78273.42 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.011 ^{ns}	51.16**	1.40 ^{ns}	22.05**	2	Replication	
0.036 ^{ns}	0.380**	0.0005 ^{ns}	2.66 ^{ns}	0.66 ^{ns}	4.16 ^{ns}	1	Cultivar (V)	
35329.97 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.011 ^{ns}	8.66 ^{ns}	0.29 ^{ns}	2.05 ^{ns}	2	Potassium (K)	
334954.26*	0.093*	0.087*	35.16**	7.62**	11.72*	2	Nitrogen (N)	
47998.30 ^{ns}	0.027 ^{ns}	0.033 ^{ns}	12.66 ^{ns}	0.88 ^{ns}	0.38 ^{ns}	2	Interaction (V×K)	
6797.42 ^{ns}	0.017 ^{ns}	0.006 ^{ns}	7.16 ^{ns}	1.55 ^{ns}	0.72 ^{ns}	2	Interaction (V×N)	
26449.79 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.008 ^{ns}	14.91*	0.74 ^{ns}	1.77 ^{ns}	4	Interaction (K×N)	
30390.99 ^{ns}	0.019 ^{ns}	0.018 ^{ns}	2.91 ^{ns}	1.11 ^{ns}	7.77 ^{ns}	4	Interaction (V×K×N)	
78090.78	0.021	0.016	5.81	0.85	3.89	34	Experimental error	
21.31	8.29	7.16	2.33	1.28	12.38	-	CV%	

ns, * و **؛ به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح یک درصد و پنج درصد

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

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم، پتاسیم و نیتروژن بر صفات گیاهی دو رقم عدس
Table 3. Comparison of means simple effect of cultivars, K and N on traits in two lentil cultivars

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	تعداد دانه در بوته Number of seed of seed per plant	تعداد کل نیام در بوته Number of total pod per plant	رسیدگی (روز پس از کاشت) Maturity (day after planting)	۵۰ درصد گلدهی (روز پس از کاشت) 50% Flowering (day after planting)	۵۰ درصد سبز شدن (روز پس از کاشت) 50% Emergency (day after planting)	تیمارها Treatments	رقم (V)
1310.87 a	52.46 b	68.57 a	103.44 a	72.25 a	16.22 a	محلی (Local)	Cultivar (V)
1310.81 a	78.58 a	68.49 a	103.00 a	72.03 a	15.66 a	ILL1180	
1295.61 a	64.55 a	67.43 a	103.00 a	72.00 a	15.72 a	0	پتاسیم (K)
1276.16 a	65.08 a	66.33 a	102.66 a	72.22 a	15.77 a	30	(کیلوگرم در هکتار)
1360.75 a	66.93 a	71.83 a	104.00 a	72.22 a	16.33 a	60	
1216.52 b	56.48 b	58.36 b	102.50 b	71.66 b	15.88 ab	0	نیتروژن (N)
1205.95 b	64.05 ab	67.86 ab	102.33 b	71.88 b	15.16 b	25	(کیلوگرم در هکتار)
1465.06 a	76.02 a	79.37 a	104.83 a	72.88 a	16.77 a	50	

میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letter have no significant difference with using of Duncan test in 5% level of probability

صفات کیفی عدس

درصد نیتروژن دانه: بر اساس نتایج، اثر اصلی پتاسیم و نیتروژن بر روی صفت درصد نیتروژن دانه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴). مصرف ۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، میزان درصد نیتروژن دانه را نسبت به شاهد (بدون کود) به طور معنی‌داری افزایش داد ولی با سطح ۳۰ کیلوگرم پتاسیم، تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد. همچنین مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد نیتروژن دانه را نسبت به شاهد، افزایش داد (جدول ۵). کودهای نیتروژنی، احتمالاً مقدار واردات نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات‌ها افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می‌گردند (Kim & Paulsen, 1986).

جذب نیتروژن در دانه: نتایج حاصل نشان داد که اثر اصلی نیتروژن بر روی صفت جذب نیتروژن در دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، میزان جذب نیتروژن دانه را نسبت به سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و شاهد (بدون مصرف کود)، افزایش داد. از این‌رو، بیشترین میزان جذب نیتروژن در دانه به مقدار ۶۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل گردید (جدول ۵).

درصد پروتئین دانه: در تجزیه واریانس اثرات اصلی، پتاسیم و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴). با مصرف ۶۰ کیلوگرم

پتاسیم در هکتار، درصد پروتئین دانه نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ ولی با سطح ۳۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، اختلاف معنی‌داری از این نظر نداشت به طوری‌که بیشترین میزان درصد پروتئین دانه در تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم پتاسیم به مقدار ۲۷/۷ درصد به دست آمد. تحرک بالای این عنصر موجب فعال‌شدن بسیاری از آنزیم‌های مؤثر بر فرایندهای متابولیکی مهمی چون فتوسنتز و سنتز پروتئین می‌شود (Von Uexkull, 1978). همچنین مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد پروتئین دانه را نسبت به شاهد (بدون مصرف کود) به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۵) که با نتایج (Hazeri Niri, 2009) مطابقت دارد. افزایش میزان نسبی پروتئین دانه ممکن است به این دلیل باشد که مصرف کود نیتروژن علاوه بر تغذیه اندام‌های رویشی، انتقال آن به دانه‌ها را در مقایسه با انتقال ترکیبات کربوهیدراتی ناشی از فتوسنتز جاری افزایش داده و در نتیجه درصد حضور آن، بالا رفته است (Sarmad Nia & Koocheki, 1997).

درصد نیتروژن اندام هوایی: در تجزیه واریانس اثر اصلی پتاسیم و نیتروژن به ترتیب در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد و اثر متقابل پتاسیم در نیتروژن در سطح احتمال پنج‌درصد بر روی صفت درصد نیتروژن اندام هوایی معنی‌دار شد (جدول ۴). در کاربرد پتاسیم با مصرف میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار، درصد نیتروژن اندام هوایی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (عدم مصرف کود پتاسیم) افزایش یافت. در سطوح نیتروژن، بیشترین میزان درصد نیتروژن اندام هوایی

پنج درصد معنی دار شد (جدول ۴). رقم محلی نسبت به رقم ILL1180 میزان جذب پتاسیم دانه بالایی داشت. در کاربرد نیتروژن، مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار، مقدار جذب پتاسیم در دانه را نسبت به سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و شاهد (بدون مصرف کود) افزایش داد (جدول ۵).

درصد پتاسیم اندام هوایی: اثر اصلی رقم بر صفت درصد پتاسیم اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی پتاسیم و نیتروژن و اثر متقابل رقم در پتاسیم بر روی این صفت در سطح احتمال پنج درصد، اثر معنی‌داری گذاشت (جدول ۴). رقم ILL1180 نسبت به رقم محلی دارای درصد پتاسیم اندام هوایی بیشتری بود. به کاربردن ۳۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، درصد پتاسیم اندام هوایی را نسبت به سطح کودی ۶۰ کیلوگرم پتاسیم، افزایش داد. همچنین با مصرف ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد پتاسیم اندام هوایی نسبت به شاهد، افزایش معنی‌داری نشان داد ولی با سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن، اختلاف معنی‌داری از این نظر نداشت (جدول ۵).

در سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد که نسبت به سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شاهد، اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). اثر متقابل پتاسیم در نیتروژن بر روی صفت درصد نیتروژن اندام هوایی نشان داد که در سطح کودی ۶۰ کیلوگرم پتاسیم به همراه ۵۰ کیلوگرم نیتروژن نسبت به سایر سطوح پتاسیم و نیتروژن، درصد نیتروژن اندام هوایی افزایش یافت و در گروه برتر (a) قرار گرفت (شکل ۱). درصد پتاسیم دانه: اثر رقم و اثر متقابل رقم در پتاسیم بر روی درصد پتاسیم دانه به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). رقم محلی نسبت به رقم ILL1180 به طور معنی‌داری دارای درصد پتاسیم دانه بیشتری بود (جدول ۵). اثر متقابل ارقام در پتاسیم بر روی این صفت نشان داد که در سطوح مختلف پتاسیم، رقم محلی نسبت به رقم ILL1180 درصد پتاسیم دانه بالاتری داشت و در هر سه سطح پتاسیم، از نظر درصد پتاسیم دانه، بیشتر از رقم ILL1180 بود (شکل ۲).

جذب پتاسیم در دانه: در تجزیه واریانس اثر اصلی رقم و نیتروژن بر روی جذب پتاسیم دانه در سطح احتمال

جدول ۴- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در دو رقم عدس متأثر از سطوح مختلف پتاسیم و نیتروژن

Table 4. Mean square of analysis of variance of traits in two lentil cultivars under effect of different levels of K and N

درصد پتاسیم اندام هوایی	جذب پتاسیم در دانه	درصد پتاسیم دانه	درصد نیتروژن اندام هوایی	درصد پروتئین دانه	جذب نیتروژن در دانه	درصد نیتروژن دانه	درجه آزادی	منابع تغییر	
Shoot potassium percent	Seed potassium uptake	Seed potassium percent	Shoot nitrogen percent	Seed protein percent	Seed nitrogen uptake	Seed nitrogen percent	Df	Source of variance	
0.392**	0.005 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.087*	1.33 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.034 ^{ns}	2	Replication	تکرار
0.887**	0.053*	0.129**	0.010 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.00003 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	1	Cultivar (V)	رقم (V)
0.163*	0.002 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.090*	8.082*	0.008 ^{ns}	0.206*	2	Potassium (K)	پتاسیم (K)
0.247*	0.035*	0.0008 ^{ns}	0.116**	11.77*	0.052**	0.301*	2	Nitrogen (N)	نیتروژن (N)
0.271*	0.022 ^{ns}	0.008*	0.022 ^{ns}	0.64 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.016 ^{ns}	2	Interaction (V×K)	اثر متقابل V×K
0.080 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.037 ^{ns}	0.018 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	2	Interaction (V×N)	اثر متقابل V×N
0.019 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.047*	0.91 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.023 ^{ns}	4	Interaction (K×N)	اثر متقابل K×N
0.010 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.78 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.020 ^{ns}	4	Interaction (V×K×N)	اثر متقابل V×K×N
0.063	0.010	0.003	0.021	2.23	0.008	0.057	34	Experimental error	اشتباه آزمایشی
14.19	11.08	8.01	0.90	5.52	5.42	5.52	-	CV%	ضریب تغییرات (/)

ns, * و **؛ به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح یک درصد و پنج درصد

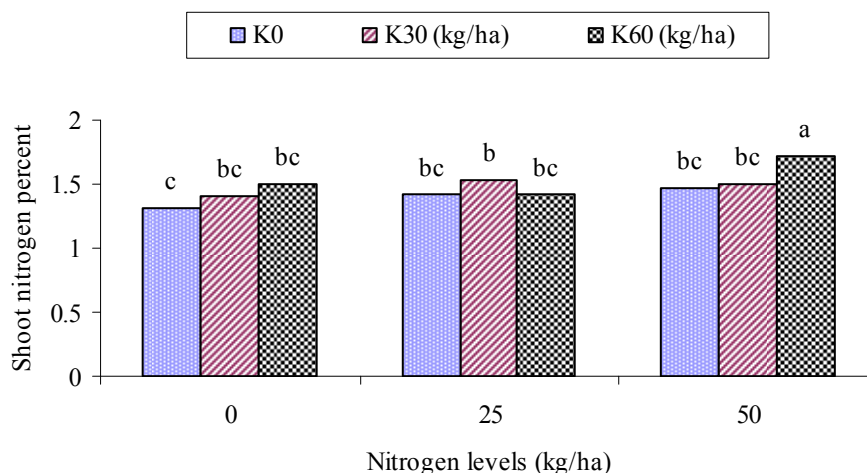
ns, * and **: no significant and significant at levels of 1% and 5%, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم، پتاسیم و نیتروژن بر صفات گیاهی دو رقم عدس
Table 5. Comparison of means simple effect of cultivars, K and N on traits in two lentil cultivars

درصد پتاسیم اندام هوایی Shoot potassium percent	جذب پتاسیم در دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed potassium uptake (kg/ha)	درصد پتاسیم دانه Seed potassium percent	درصد نیتروژن اندام هوایی Shoot nitrogen percent	درصد پروتئین دانه Seed protein percent	جذب نیتروژن در دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed nitrogen uptake (kg/ha)	درصد نیتروژن دانه Seed nitrogen percent	تیمارها Treatments
1.64 b	9.71 a	0.74 a	1.45 a	27.09 a	56.83 a	4.33 a	محلی (Local)
1.89 a	8.45 b	0.64 b	1.48 a	27.06 a	56.74 a	4.33 a	ILL1180
1.74 ab	9.13 a	0.70 a	1.40 b	26.35 b	54.47 a	4.21 b	0
1.87 a	8.87 a	0.69 a	1.47 ab	27.19 ab	55.57 a	4.35 ab	30
1.68 b	9.23 a	0.67 a	1.54 a	27.68 a	60.31 a	4.42 a	60
1.64 b	8.65 b	0.68 a	1.40 b	26.20 b	52.80 b	4.19 b	0
1.87 a	8.42 b	0.69 a	1.45 b	27.24 a	52.55 b	4.35 a	25
1.78 ab	10.17 a	0.69 a	1.56 a	27.79 a	65.00 a	4.44 a	50

میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letter have no significant difference with using of Duncan test in 5% level of probability.

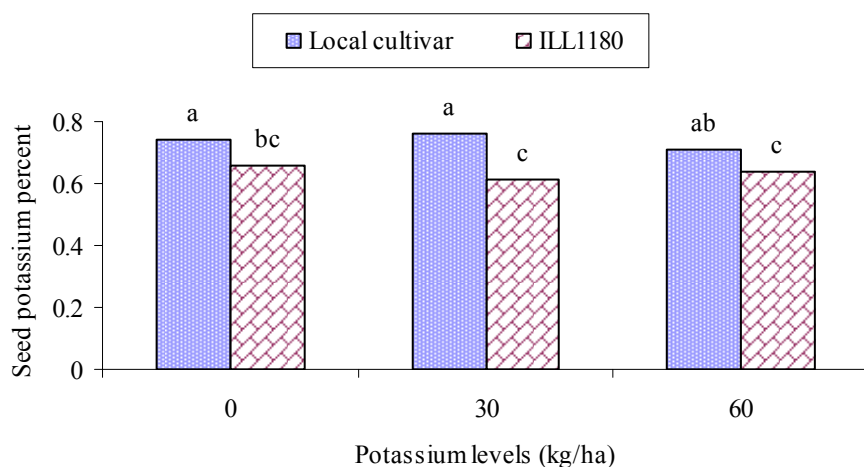


شکل ۱- اثر متقابل پتاسیم در نیتروژن بر درصد نیتروژن اندام هوایی گیاه عدس

Fig. 1. Interaction effect of potassium in nitrogen on shoot nitrogen percent lentil plant

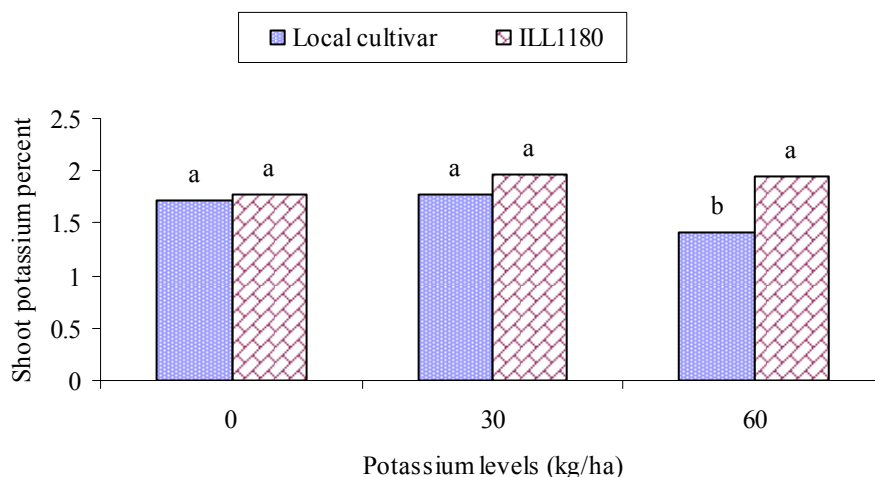
پتاسیم نیز میزان این صفت معنی‌دار نشد. ولی در رقم محلی در سطح ۶۰ کیلوگرم پتاسیم، درصد پتاسیم اندام هوایی نسبت به سطح ۳۰ کیلوگرم و شاهد، با اختلاف معنی‌داری کمتر شد و در گروه پایین‌تر (b) قرار گرفت (شکل ۳).

اثر متقابل ارقام در پتاسیم بر روی درصد پتاسیم اندام هوایی نشان داد که رقم ILL1180 در سطح ۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، نسبت به رقم محلی، درصد پتاسیم اندام هوایی بالاتری داشت. برای رقم ILL1180 در سطوح مختلف



شکل ۲- اثر متقابل ارقام در پتاسیم روی درصد پتاسیم دانه گیاه عدس

Fig. 2. Interaction effect of cultivars in potassium on seed potassium percent lentil plant



شکل ۳- اثر متقابل ارقام در پتاسیم روی درصد پتاسیم اندام هوایی گیاه عدس

Fig. 3. Interaction effect of cultivars in potassium on shoot potassium percent lentil plant

نیترژن دانه، درصد پروتئین دانه و درصد نیترژن اندام هوایی اثر معنی‌داری داشت. مصرف ۵۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار، کلیه صفات مورد بررسی را به‌جز درصد پتاسیم دانه به‌طور معنی‌داری افزایش داد. پیشنهاد می‌شود اثر پتاسیم بر جذب و تخصیص نیترژن معدنی و تثبیت‌شده، بررسی شود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در اثرات اصلی سطوح کود پتاسیم بر روی هیچ‌یک از صفات فنولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد مورد مطالعه، تأثیر معنی‌داری نداشت. فقط بر روی تعدادی از صفات کیفی عدس، از جمله درصد

منابع

1. Bagheri, A., Goldani, M., and Hasanzadeh, M. 1997. Agronomy and Breeding of Lentil. Jahad Daneshgahi Mashad Press, p. 248. (In Persian).
2. Bazargan, K., Malakouti, M.J., and Eftekhari, K. 2004. Potassium response in three soil type with different under planting of corn. J. Soil and Water 18. (In Persian).
3. Bremer, E., Van Kessel, C., and Karamanos, R. 1989. Inoculant, phosphorus and nitrogen responses of lentil. Can. J. Plant Sci. 69: 691-701.
4. Brown, D.A., and Scott, H.D. 1987. Dependence of crop growth and yield on root development and activity. PP. 101-136. In: Barder, S.A. and D.R. Bouldin (Eds.). Roots, nutrient and water influence, and plant growth. ASA Spec. Pupl. 49, Madison Wisconsin.
5. Hashemi Dezfuli, A., Kochehi, A., and Banaian Aval, M. 1998. Maximizing Crop Yields. Jahad Daneshgahi Mashad Press, p. 248. (In Persian).
6. Hazeri Niri, H. 2009. Investigate the effect of use of different nitrogen and phosphorus levels on yield and protein content of lentil under rain-fed conditions. M.Sc. Thesis. Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili. Iran.
7. Jain, R.C., Tiwari, R.J., and Nema, D.P. 1995. Integrated nutrient management for lentil under rain-fed conditions in Madhya Pradesh II. Nodulation. Nutrient content and economies. Lens Newsletter 22: 13-15.
8. Kim, N.I., and Paulsen, G.M. 1986. Response of yield attributes of isogenic tall, semi dwarf, and double dwarf winter wheats to nitrogen fertilizer and seeding rates. Crop Sci. 156: 197-205.
9. Kumar, P., Agrawal, J.P., and Chandra, S. 1993. Effect of inoculation, nitrogen and phosphorus on growth and yield of lentil. Lens-Newsletter (ICARDA), Lentil experimental News Service, 20: 57-59, Syria.
10. Malakouti, M.J., and Nafisi, M. 1994. Fertilization of Dryland and Irrigated Soils. A Publication of Tarbiat Modarres University. (In Persian).
11. Malhi, S.S., Johoston, A.M., Schoenau, J.J., Wang, Z.H., and Vera, C.L. 2007. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of pea and lentil on a black Chernozem soil in Saskatchewan. Journal of Plant Nutrition 30: 721-737.
12. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Sec. Ed. USA. 320 P.
13. Mengel, K., and Kirkby, E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition. 4th. Edition. International. Potash Institute. Bern, Switzerland.
14. Nakhzeri Moghadam, A., and Ramrodi, M. 2002. Effect of planting date and nitrogen top dress rates on yield and yield components of Lentil. Journal of Agriculture and Resource Science 9: 33-41. (In Persian).
15. Noori, S.H., Kashani, A., Nabipour, M., and Mamghani, R. 2005. Effect of nitrogen fertilizer application on yield and yield components of faba bean cultivars in Ahvaz climatic conditions. Proceeding of the 1st Iranian Pulses Symposium. Nov. 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. p. 419-422. (In Persian with English Summary).
16. Premaratne, K.P., and Oertli, J.J. 1993. The influence of potassium supply on nodulation, nitrogenase activity and nitrogen accumulation of soybean (*Glycine max* L. Merrill) grown in nutrient solution. Nutrient Cycling in Agroecosystems 38: 95-99.
17. Salardini, A.A. 1995. Soil Fertility. Tehran University Publications. (In Persian).
18. Sarmad Nia, G., and Koochehi, E. 1997. Physiological Aspects of Dryland Farming. Jahad Daneshgahi Mashad press. (In Persian).
19. Sepetoglu, H. 2002. Grain Legumes. Department of Field Crops, Faculty of Agric, Univ of Ege Pupl. 24/4, Izmir, Turkey.
20. Sharma, A.K., Billore, S.D., and Singh, R.P. 1993. Integrated nutrient management for lentil under rainfed conditions. Lens Newsletter 20: 15-16.
21. Tiwari, K.N., and Nigam, V. 1985. Crop responses to potassium fertilization in soils of Uttar Pradesh. Journal of Potassium Research 1: 62-71.
22. Togay, Y., Togay, N., Dogan, Y., and Ciftici, V. 2005. Effects of nitrogen levels and forms on the yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medic.). Asian Journal of Plant Sci. 4: 64-66.
23. Von Uexkull, H.R. 1978. Potash and rice production in Asia. Potash Review. Subj., Cereal Crops. 41 st suite, No. 8: 1-6.
24. Yazdi-Samadi, B., Peighambari, S.A., and Majnoun Hosseini, N. 2001. Effect of application of nitrogen and phosphorus fertilizers on agronomic traits of lentil in Karaj region. Iranian, J. Agric. Sci. 32: 415-423. (In Persian with English Summary).

The effects of potassium application on uptake and allocation of nitrogen and seed protein on two lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars in rain-fed condition

Mohseni Mohammadjanloo¹, A., Tobeh², A., Gholipouri^{2*}, A. & Mostafai³, H.

1- Former M.Sc. Student of Agronomy in University of Mohaghegh Ardabili

2- Assistant Professor in Faculty of Agriculture in University of Mohaghegh Ardabili

3- Academic member of Agriculture Research Center, Ardabil

Received: 11 October 2011

Accepted: 14 May 2012

Abstract

In order to study the effects of potassium application on uptake and allocation of nitrogen and seed protein on two lentil cultivars in rain-fed condition a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at Ardabil Research Center for Agriculture and Natural Resources, in 2008. Three potassium levels (0, 30 and 60 kg.ha⁻¹), three nitrogen levels (0, 25 and 50 kg.ha⁻¹) and two lentil cultivars (local and ILL1180) were applied. Results showed that the highest seed nitrogen content, seed protein content (27.68%) and shoot nitrogen content was obtained by application of 60 kg.ha⁻¹ potassium. In terms of phenological traits, aspects of time to 50% emergency, time to 50% flowering and date of maturity as affected by 50 kg.ha⁻¹ nitrogen was significantly higher than other nitrogen levels. Days to maturity, number of total pods and number of seed per plant also in such a treatment were placed in the superior group with significant difference caused production highest seed yield production (1465.06 kg.ha⁻¹) by using 50 kg.ha⁻¹ N. Such a trend was observed for seed nitrogen content, seed nitrogen uptake, seed protein content, shoot nitrogen content and seed potassium uptake was found in using 50 kg.ha⁻¹ N. In main cultivar effect, local cultivar was superior in seed potassium concentration and seed potassium uptake than ILL1180, but ILL1180 cultivar had the higher seeds per plant and shoot potassium content than local cultivar. Therefore, it seems that high positive effect of nitrogen on most traits was due to application of 60 kg.ha⁻¹ potassium.

Key words: Fertilizer, Maturity period, Phenological traits, Pods, Yield

* Corresponding author: gholipoori@yahoo.com; Mobile: 09143537891; Tel: 0451-5510140

ارزیابی ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)

متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم در مشهد

حسین صداقت‌خواهی^{۱*}، مهدی پارسا^۲، احمد نظامی^۲، عبدالرضا باقری^۲ و حسن پُرسا^۳

۱- کارشناس ارشد زراعت، دانش آموخته دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- کارشناس ارشد پژوهشی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۱/۱۴

چکیده

به منظور بررسی عکس‌العمل ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما به کشت انتظاری در شرایط آب و هوایی مشهد، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ انجام شد. آزمایش در قالب طرح لاتیس با سه تکرار و هر تکرار شامل نه بلوک و هر بلوک دارای نه کرت، انجام گرفت و تیمار مورد مطالعه، ۸۱ ژنوتیپ متحمل به سرمای نخود انتخابی از مطالعات قبلی بود. بر اساس نتایج، تفاوت میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر طول مراحل نمو (شامل کاشت تا سبز شدن، سبز شدن تا گلدهی، گلدهی تا غلاف‌دهی و غلاف‌دهی تا رسیدگی) و ویژگی‌های مورفولوژیک (شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و مجموع طول شاخه‌ها در بوته) معنی‌دار بوده ($p \leq 0.05$) و تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. درصد بقاء در ۷۳ درصد از نمونه‌ها بیش از ۷۵ درصد بود. همچنین عملکرد دانه برای حدود ۳۲ درصد از نمونه‌ها بیش از ۴۰ گرم در مترمربع بود. دوره رشد رویشی، دوره رشد زایشی و ارتفاع بوته، از مهم‌ترین ویژگی‌های تعیین‌کننده عملکرد در این آزمایش بودند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در کلکسیون نخود مشهد، نمونه‌های سازگار به کشت انتظاری دیم با ویژگی‌های زراعی مناسب برای این سیستم کشت، وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: تحمل به سرما، کشت انتظاری، نخود، ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک

مقدمه

نخود به واسطه داشتن قابلیت تثبیت نیتروژن و حاصلخیز نمودن خاک، جایگاه ویژه‌ای در تناوب زراعی دارد. به همین دلیل، سطح زیرکشت این گیاه در جهان در حال افزایش است (Bagheri *et al.*, 2010). پایین بودن و بی‌ثباتی عملکرد و تولید، یکی از مهم‌ترین مسائل موجود در رابطه با این گیاه می‌باشد. کشت نخود در مناطق مدیترانه‌ای، عمدتاً به‌طور سنتی و در بهار انجام می‌گیرد. در نتیجه، گیاه در طول فصل رشد به‌خصوص در مراحل پایانی، با تنش‌های غیرزیستی مانند افزایش دما و کاهش رطوبت خاک مواجه می‌شود (Singh *et al.*, 1994; Calcagno & Gallo, 1993). بررسی‌های اولیه در نواحی مدیترانه‌ای نشان می‌دهد در صورتی که از ارقام

مقاوم به سرما و برق‌زدگی استفاده شود، کشت زمستانه نسبت به بهاره، برتری دارد (Singh *et al.*, 1994). در همین راستا محققان، تعداد زیادی نمونه نخود متحمل به سرما را برای کاشت زمستانه در نواحی مدیترانه‌ای شناسایی و معرفی کرده‌اند (Singh *et al.*, 1994). کشت زمستانه نخود در نواحی مدیترانه‌ای باعث افزایش دوره رشد رویشی و تطابق دوره رشد زایشی گیاه با شرایط مناسب رطوبتی و حرارتی شده است. همچنین ارتفاع گیاه، راندمان مصرف آب و تثبیت نیتروژن افزایش یافته و عملکرد نیز با ثبات‌تر و برداشت مکانیزه آن امکان‌پذیر شده است (Silim *et al.*, 1985).

با توجه به بررسی‌های انجام شده در مناطق مرتفع، زمانی که بذور بلافاصله بعد از سرد شدن هوا و قبل از زمستان کشت می‌شوند و در طول زمستان، داخل خاک به‌صورت جوانه‌زده و یا جوانه‌نزده باقی می‌مانند (انتظاری)، بلافاصله پس از

* نویسنده مسئول: sedaghatkhahihosein@yahoo.com

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا انجام گرفت. تعداد ۸۱ ژنوتیپ به‌گزینی شده جهت تحمل به سرما، از آزمایشات سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ (NajibNia, 2005) و بر اساس ویژگی‌های برتر، شامل درصد سبز بالا، درصد بقاء بالاتر از ۶۷ درصد، عملکرد یک تن در هکتار حداقل در یک سال و وزن ۱۰۰ دانه بیشتر از ۲۰ گرم، گزینش شده بودند (۵۷ ژنوتیپ). ژنوتیپ‌های به‌گزینی شده، جهت تحمل به سرما در آزمایشات سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ و ۷۸-۱۳۷۷ (Nezami, 2002) (۱۷ ژنوتیپ) و نیز ژنوتیپ‌های رایج کشور شامل کاکا، کرج، ILC۴۸۲، ILC۳۲۷۹، Flip۴۸۳ و آرمان مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمایش، گیاهان در قالب طرح لاتیس ناقص با سه تکرار و هر تکرار شامل نه بلوک و هر بلوک دارای نه کرت در تاریخ ۱۵ آبان کشت شدند.

عملیات آماده‌سازی زمین با اجرای یک مرحله شخم برگردان در یک ماه قبل از کشت، دو مرحله دیسک عمود برهم و تسطیح قبل از کشت، پخش ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات آمونیوم و ایجاد فاروهای با فاصله ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت شامل سه ردیف، به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر و طول دو متر بود. بذرها پس از ضدعفونی با قارچ‌کش، با میانگین عمق پنج سانتی‌متر در طرفین ردیف‌ها به فاصله ۲۵ سانتی‌متر کشت شدند. بدین ترتیب ۲۵ عدد بذر در هر کرت (با تراکم ۱۷ بوته در مترمربع) کشت شد. بذور مورد استفاده هر رقم، از آزمایشات سال گذشته به‌دست آمده بودند و لذا دارای قوه‌نامیه بالایی بودند. طی دوره رشد، هیچ‌گونه آبیاری انجام نگرفت و آزمایش به‌صورت دیم کامل انجام شد. به‌منظور تعیین درصد بقاء، تعداد بوته‌های هر کرت پس از سبزشدن گیاهان در انتهای زمستان (اسفندماه) شمارش شدند. درصد بقای ژنوتیپ‌ها از رابطه زیر محاسبه شد (Kheir Khah *et al.*, 2002):

$$100 \times (\text{تعداد بذرهاى کشت شده} / \text{تعداد گیاهان پس از زمستان}) = \text{درصد بقاء}$$

مراحل فنولوژیک گیاه بر اساس تاریخ ۵۰ درصد سبزشدن، گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی ثبت گردید (IBPGR/ICRISAT/ICARDA, 1993). عادت رشدی گیاهان در هر کرت، در زمان رسیدگی اندازه‌گیری و ثبت شد به‌طوری که با توجه به زاویه اکثریت شاخه‌ها در بوته نسبت به

مساعده شدن دما در اسفندماه، سبز کرده و در طول بهار، رشد می‌کنند و بنابراین در مقایسه با گیاهان کشت‌شده در بهار از امکانات محیطی و نزولات جوی به‌خوبی استفاده می‌کنند و در نتیجه عملکرد بیشتری دارند (Zar Peyma, 1998; *et al.*, Singh 1997). گرچه کشت زمستانه خود دارای مزایای بسیاری نسبت به کشت بهاره می‌باشد (Singh *et al.*, 1994; Singh Ozdemir & Karadavut, 2003)، این نوع کشت در مناطق مرتفع از جمله برخی نقاط ایران به‌دلیل عدم کاربرد ارقام مقاوم به سرما مرسوم نیست و کشت بهاره آن رایج است (Nezami & Bagheri, 2001). در بررسی انجام‌شده در ترکیه، محققان با ارزیابی تحمل به سرمای ۳۱۵۸ ژنوتیپ نخود در کشت زمستانه، شش لاین بسیارمتحمل یا متحمل و ۲۳ لاین نسبتاً متحمل را شناسایی کردند (Toole *et al.*, 2001). با توجه به مزایای موجود در کشت پاییزه و زمستانه خود، آزمایشات متعددی جهت بررسی این نوع کشت در شرق کشور انجام گرفت (Nezami & Bagheri, 2001; Goldani *et al.*, 2000; NajibNia, 2005). بررسی‌های اولیه که در سال ۱۳۷۶ در مشهد انجام گرفت، نشان داد که تعدادی از نمونه‌های موجود در کلکسیون خود مشهد، متحمل به سرمای زمستان هستند (Nezami, 2002). همچنین نتایج یک تحقیق که بر روی کشت انتظاری پنج رقم نخود سفید در شرایط دیم در ارومیه انجام شد، نشان داد که بذور در طول زمستان به‌صورت سبز نشده باقی ماندند و در نیمه اول فروردین، جوانه زده و سبز شدند و در نهایت، برخی از نمونه‌ها عملکرد بالاتری نسبت به شاهد از خود نشان دادند (Zar Peyma, 1998). محققان شرق کشور نیز در آزمایشی بر روی ۳۱۵ نمونه نخود کابلی، طی دو سال گزارش کردند که کشت انتظاری خود در مشهد امکان‌پذیر است (KheirKhah *et al.*, 2002). محققان در کرج، آزمایشی را در سال ۸۴-۱۳۸۳ به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد هفت رقم عدس در کشت انتظاری (۱۵ آذر) و بهاره (۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین) انجام دادند. آنها دریافتند که در کشت انتظاری، عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه اصلی و فرعی، ارتفاع بوته و طول دوره پر شدن دانه، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Abasi Soraki *et al.*, 2005). در کشت انتظاری نخود، گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به سرما که دارای درصد بقاء بالا در زمستان باشند، جهت تضمین عملکرد مناسب، ضروری می‌باشد. لذا مطالعه حاضر به‌منظور بررسی ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک ۸۱ نمونه نخود متحمل به سرما در کشت انتظاری دیم در شرایط آب و هوایی مشهد انجام گرفت.

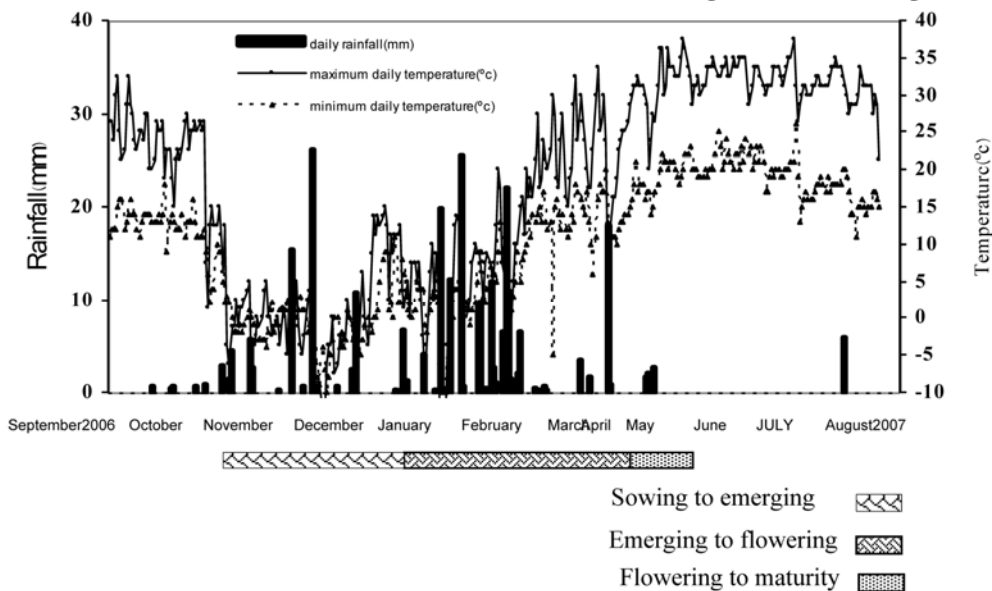
به میزان ۱۵/۴ میلی‌متر اتفاق افتاد (شکل ۱). با توجه به این‌که دمای پایه نخود بین صفر تا چهار درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Covell et al., 1986)، با وجود تأمین رطوبت برای جوانه‌زنی پس از وقوع بارندگی مؤثر، به دلیل کاهش دما به پایین‌تر از دمای پایه، بذرها در حالت رکود در زیر خاک باقی ماندند و جوانه‌زنی سبز کردن بذرها بعد از رفع سرما و شروع گرم‌شدن هوا در ابتدای اسفندماه انجام شد. در طول مدت کاشت تا سبز شدن، بذرها در مجموع، ۴۷ شب در معرض دماهای زیر صفر قرار گرفتند و پایین‌ترین دمای حداقل روزانه در طول این مدت، ۱۰- درجه سانتی‌گراد بود که سه مرحله در تاریخ‌های ۱۴ دی و هشت و نه اسفندماه اتفاق افتاد. گیاهان در مرحله سبز شدن تا گلدهی در معرض دماهای یخ‌زدگی قرار گرفتند. این دماها، ۱- درجه سانتی‌گراد در ۲۱ اسفندماه و ۵- درجه سانتی‌گراد در ۳۰ فروردین‌ماه (سرما دیررس بهاره) بودند که در اواخر رشد رویشی و همزمان با آغاز گلدهی، به‌وقوع پیوست. در مجموع میزان بارندگی در طی دوره کاشت تا برداشت، ۲۶۷ میلی‌متر بود که در طی ۵۴ مورد بارندگی رخ داد. نه مورد از بارندگی‌ها، بیش از ۱۰ میلی‌متر (با مجموع ۱۶۱ میلی‌متر) بود که در ماه‌های آذر، دی و اسفند به‌وقوع پیوست (شکل ۱).

خط عمود بر زمین، ۳۰- درجه = ایستاده، ۶۰-۳۰ درجه = نیمه‌خوابیده و ۹۰-۶۰ درجه = ایستاده) به سه گروه تقسیم‌بندی شدند. در انتهای فصل رشد، به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد زیستی و عملکرد دانه، تمام بوته‌ها برداشت شده و پس از خشک‌شدن در هوای آزاد، وزن آن‌ها (عملکرد زیستی) اندازه‌گیری شد و پس از جدا کردن دانه‌ها از کاه، عملکرد دانه به‌دست آمده و شاخص برداشت نیز محاسبه شد. به‌منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیک، همزمان با برداشت، چهار بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت شد و در آزمایشگاه، ارتفاع بوته (فاصله یقه تا انتهای‌ترین گره ساقه اصلی)، تعداد و طول شاخه‌های فرعی و همچنین اجزای عملکرد دانه شامل تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری و رسم نمودارها با کمک نرم‌افزارهای رایانه‌ای Excel، SAS و Power Point انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

ویژگی‌های آب و هوایی

بر اساس داده‌های هواشناسی، در فاصله کاشت تا قبل از رسیدن سرما زیر صفر، هیچ بارندگی مؤثری رخ نداد، به‌طوری‌که اولین بارندگی مؤثر (بیش از ۱۰ میلی‌متر)، در ۲۸ آذر



شکل ۱- درجه‌حرارت حداقل و حداکثر روزانه و بارندگی روزانه در طی دوره کاشت تا رسیدگی ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در کشت انتظاری دیم در مشهد در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

Fig. 1. Mean daily maximum and minimum temperature and rainfall during sowing to maturity of cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

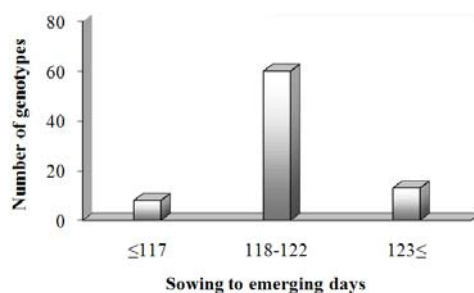
نتایج و بحث

ویژگی‌های فنولوژیک

از آنجا که در این آزمایش، وقوع اولین بارندگی‌های مؤثر و تأمین رطوبت خاک جهت جوانه‌زنی، با فصل زمستان و کاهش دما به کمتر از صفر پایه نخود مصادف شد (شکل ۱)، لذا بذور در تمام ژنوتیپ‌ها تا اوایل اسفند به صورت انتظاری و سبز نشده، باقی ماندند. در ابتدای اسفند، با افزایش تدریجی دمای هوا، بذرها با استفاده از آب ذخیره شده در خاک شروع به سبز شدن نمودند.

تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن

بر اساس نتایج، تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱۱۵ تا ۱۳۰ روز متغیر بود. تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از این نظر، معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود.

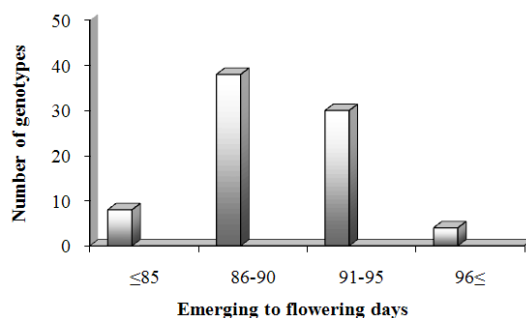


شکل ۲- گستره تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
Fig. 2. Sowing to emerging days in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

نخود افزایش یابد و در نتیجه رشد گیاهان و قابلیت زایشی آنها نسبت به کشت بهاره بهبود یابد (Silim *et al.*, 1985). در آزمایشی که محققان به منظور بررسی اثرپذیری صفات فنولوژیک و مورفولوژیک ۳۳ ژنوتیپ نخود در کشت پاییزه و بهاره انجام دادند، مشاهده کردند که دوره رشد رویشی (سبز شدن تا گلدهی) در تاریخ کشت‌های ۶مهر، ۲۴مهر و ۱۱آبان، به ترتیب ۸۰، ۷۷ و ۶۵ درصد بیشتر از تاریخ کشت ۱۶اسفند (کاشت بهاره) به طول انجامید (Nezami & Singh *et al.* (1997). Bagheri, 2001). نیز متوسط ۱۰ساله عملکرد در کشت زمستانه نسبت به کشت بهاره نخود را ۷۰ درصد بیشتر گزارش کردند. ایشان افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی را یکی از علل اصلی این افزایش عملکرد دانسته‌اند.

تعداد روزهای سبز شدن تا گل‌دهی

بر اساس نتایج و با توجه به شروع گلدهی نمونه‌ها از اواسط اردیبهشت، تعداد روزهای سبز شدن تا گل‌دهی بین ژنوتیپ‌ها از ۸۱ تا ۱۰۰ روز متفاوت بود؛ به طوری که تفاوت آنها با یکدیگر از این نظر معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). بر این اساس، گلدهی ژنوتیپ‌ها در محدوده ۱۴ تا ۲۲ اردیبهشت، اتفاق افتاد. ژنوتیپ MCC۸۰۰ با ۱۰۰ روز و ژنوتیپ‌های MCC۷۶۳ و MCC۵۱۰ هر کدام با ۹۷ روز، بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC۸۱۱ و MCC۷۳۲ به ترتیب با ۸۱ و ۸۲ روز، کمترین تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی را دارا بودند. بر اساس نتایج، تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی در ۱۰ درصد از ژنوتیپ‌ها کمتر از ۸۵ روز و در پنج درصد از آنها نیز بیش از ۹۶ روز بود (شکل ۳). محققان اظهار داشتند که رژیم‌های حرارتی کمتر و رطوبتی بیشتر در کشت زمستانه سبب می‌شود تا دوره رشد رویشی



شکل ۳- گستره تعداد روزهای سبز شدن تا گلدهی در ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
Fig. 3. Emerging to flowering days in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

سبز شدن تا گلدهی و تعداد روز از غلاف‌دهی تا رسیدگی، مثبت و معنی‌دار ($F=0/68^{**}$) بود. همچنین همبستگی تعداد روزهای گلدهی تا غلاف‌دهی با تعداد روزهای غلاف‌دهی تا رسیدگی مثبت و معنی‌دار ($r=0/23^{**}$) بود (جدول ۱). بر این اساس انتظار می‌رود که با افزایش طول دوره رویشی و زایشی، طول دوره پُرشدن غلاف، افزایش یافته و عملکرد گیاه نیز بهبود یابد.

تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی

تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی در میان ژنوتیپ‌ها از ۲۶ تا ۴۰ روز متغیر بود. از نظر این صفت، ژنوتیپ‌های مورد آزمایش با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0/05$) داشتند. ژنوتیپ‌های $MCC283$ و $MCC228$ به ترتیب با ۴۰ و ۳۹ روز بیشترین و ژنوتیپ $MCC784$ با ۲۶ روز و ژنوتیپ‌های $MCC258$ ، $MCC496$ ، $MCC492$ و $MCC798$ هر کدام با ۲۸ روز، کمترین تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی را به خود اختصاص دادند.

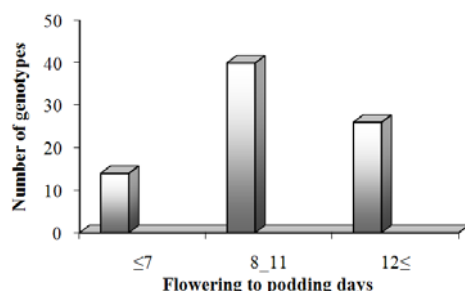
دوره گلدهی تا رسیدگی در شش درصد از ژنوتیپ‌ها کمتر از ۲۸ روز و در چهار درصد از ژنوتیپ‌ها، بیش از ۳۹ روز بود (شکل ۶). همبستگی تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی با تعداد روزهای سبز شدن تا گلدهی، معنی‌دار ($r=0/63^{**}$) بود (جدول ۱). بررسی‌های مختلف، حاکی از آن است که طول دوره گلدهی تا رسیدگی ژنوتیپ‌های نخود، در کشت پاییزه و بهاره، تفاوت چندانی ندارد (Ozdemir & Karadavut, 2003)؛ ولی از آنجایی که در کشت پاییزه، مراحل گلدهی و تشکیل دانه در رژیم‌های حرارتی و رطوبتی بهتری قرار می‌گیرند، عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Ozdemir & Bagheri, 2005)؛ باید (Calcagno & Gallo, 1993; Karadavut, 2003).

تعداد روزهای گل‌دهی تا غلاف‌دهی

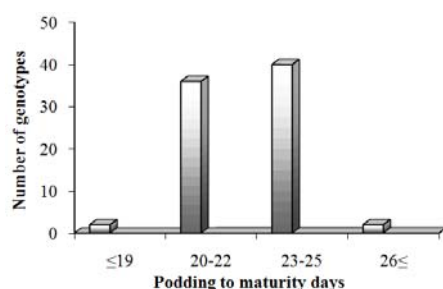
طبق نتایج به دست آمده، تعداد روزهای گلدهی تا غلاف‌دهی در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۶ تا ۱۸ روز متغیر بود به طوری که تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر، از این نظر معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). ژنوتیپ $MCC488$ با ۱۸ روز و ژنوتیپ‌های $MCC815$ و $MCC738$ هر کدام با ۱۶ روز بیشترین و ژنوتیپ‌های $MCC783$ و $MCC758$ با ۶ روز کمترین تعداد روزهای گلدهی تا غلاف‌دهی را به خود اختصاص دادند. در این بررسی، تعداد روزهای گلدهی تا غلاف‌دهی در ۱۷ درصد از ژنوتیپ‌ها کمتر از هفت روز و در ۳۳ درصد از ژنوتیپ‌ها بیشتر از ۱۲ روز بود (شکل ۴). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد روزهای سبز شدن تا گلدهی و تعداد روزهای گلدهی تا غلاف‌دهی وجود داشت ($r=0/32^{**}$) (جدول ۱). این موضوع، موافق با نتیجه‌ای است که در مورد کشت پاییزه ۱۵۲ نمونه نخود در شرایط آبیاری تکمیلی گزارش شده است (Najibnia, 2005). بنابراین به نظر می‌رسد افزایش طول دوره رویشی منجر به افزایش طول دوره گلدهی و تولید تعداد گل بیشتر در گیاه می‌شود.

تعداد روزهای غلاف‌دهی تا رسیدگی

بر اساس نتایج، تعداد روزهای غلاف‌دهی تا رسیدگی در بین ژنوتیپ‌ها از ۱۸ تا ۲۶ روز متفاوت بود و تفاوت ژنوتیپ‌ها از این نظر، معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). ژنوتیپ $MCC488$ با ۱۸ روز و ژنوتیپ $MCC496$ با ۱۹ روز، کمترین و ژنوتیپ‌های $MCC53$ و $MCC740$ با ۲۶ روز و $MCC736$ و $MCC719$ با ۲۵ روز بیشترین تعداد روز از غلاف‌دهی تا رسیدگی را دارا بودند. در میان ژنوتیپ‌ها، تعداد روزهای غلاف‌دهی تا رسیدگی در سه درصد ژنوتیپ‌ها کمتر از ۱۹ روز و در حدود دودرصد ژنوتیپ‌ها بیش از ۲۶ روز بود (شکل ۵). رابطه میان تعداد روز از



شکل ۴- گستره تعداد روزهای گلدهی تا غلافدهی در ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
Fig. 4. Flowering to podding days in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)



شکل ۵- گستره تعداد روزهای غلافدهی تا رسیدگی در ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
Fig. 5. Podding to maturity days in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

جدول ۱- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک نخود در کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)

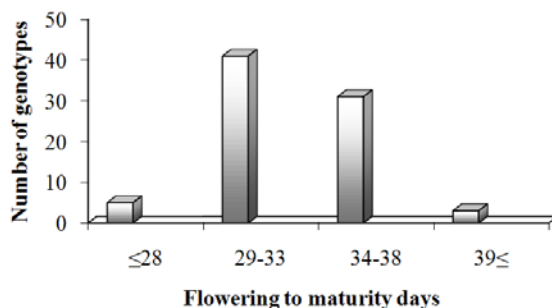
Table 1. Correlation coefficients between morphological and phenological characteristics of chickpea cultivation in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

عملکرد دانه (SY)	مجموع طول شاخه‌ها (SBL)	تعداد شاخه‌ها در گیاه (NBP)	ارتفاع گیاه (PH)	تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی (FM)	تعداد روز از غلافدهی تا رسیدگی (PM)	تعداد روز از گلدهی تا غلافدهی (FP)	تعداد روز از ظهور تا گلدهی (EF)	تعداد روز از کاشت تا ظهور (SE)	
								1	تعداد روز از کاشت تا ظهور (SE)
							1		تعداد روز از ظهور تا گلدهی (EF)
						1			تعداد روز از گلدهی تا غلافدهی (FM)
					1				تعداد روز از غلافدهی تا رسیدگی (PM)
				1					تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی (FM)
			1						ارتفاع گیاه (PH)
		1							تعداد شاخه‌ها در گیاه (NBP)
	1								مجموع طول شاخه‌ها (SBL)
1									عملکرد دانه (SY)

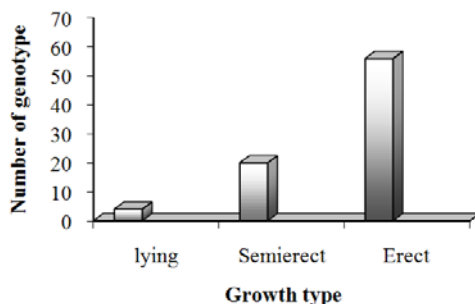
*and **: Significant at $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively

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

SY: Seed yield; SBL: Sum of branches length; NBP: Number of branches per plant; PH: Plant height; FM: Flowering to maturity; PM: Podding to maturity; FP: Flowering to podding; EM: Emerging to flowering; SE: Sowing to emerging



شکل ۶- گستره تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی در ژنوتیپ های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
 Fig. 6. Flowering to maturity days in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)



شکل ۷- گستره عادت رشدی در زمان برداشت در ژنوتیپ های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
 Fig. 7. Growth type in harvest time in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

نیمه ایستاده و چهار ژنوتیپ، عادت رشدی خوابیده داشتند (شکل ۷). در آزمایش حاضر، بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به نمونه های با عادت رشدی نیمه ایستاده بود (۳۷ گرم در مترمربع) در حالی که در نمونه های دارای عادت رشدی ایستاده و خوابیده، مشابه یکدیگر بود (حدود ۳۴ گرم در مترمربع). محققان اسپانیایی در بررسی ژنوتیپ های نخود با عادت رشدی ایستاده و خوابیده در کشت پاییزه، نتیجه گرفتند که میانگین عملکرد ژنوتیپ های با عادت رشدی خوابیده، ۲۰/۸۱ گرم در مترمربع و ژنوتیپ های با عادت رشدی ایستاده، ۱۹/۹۷ گرم در مترمربع بود (Rubio *et al.*, 1985).

افزایش دما می تواند با کاهش طول دوره زایشی، اثرات منفی بر رشد گیاه در مراحل زایشی داشته باشد. در آزمایشی که به منظور بررسی تأثیر درجه حرارت و فتوپریود بر گلدهی چند ژنوتیپ نخود انجام گرفت، مشخص شد که با افزایش دما از ۲۰ به ۳۰ درجه سانتی گراد و افزایش طول روز از ۱۲ به ۱۵ ساعت، گلدهی زودتر اتفاق افتاد (Roberts *et al.*, 1985).

ویژگی های مورفولوژیک

عادت رشدی گیاه در زمان برداشت

در این مطالعه، ژنوتیپ ها از نظر عادت رشدی، دارای تنوع بودند به طوری که ۵۶ ژنوتیپ، عادت رشدی ایستاده، ۲۰ ژنوتیپ

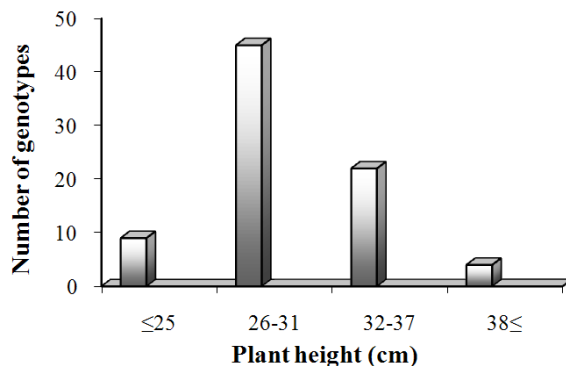
ارتفاع بوته

۷۴ سانتی متر بود، به طوری که ارتفاع بوته ها در کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه، به ترتیب ۳۹ و ۱۸ درصد در سال اول و دوم کاهش نشان داد (Ozdemir & Karadavut, 2003). به نظر می رسد که اختلاف زیاد در ارتفاع گیاهان کشت شده در ترکیه و آزمایش حاضر، به دلیل تفاوت در میزان بارندگی باشد به طوری که میزان بارندگی در ترکیه در طی دو سال آزمایش، به ترتیب ۵۴۶ و ۷۶۰ میلی متر بود.

تعداد شاخه در بوته

تعداد شاخه در بوته در میان ژنوتیپ ها از چهار تا ۱۳ شاخه متغیر بود و از این نظر، تفاوت معنی داری ($p \leq 0.05$) در بین ژنوتیپ ها وجود داشت. در این ارتباط، ژنوتیپ های MCC۲۸۳، MCC۷۸۳ و MCC۴۷۷ با چهار شاخه و ژنوتیپ های MCC۳۶۱ و MCC۸۱۴ با پنج شاخه، کمترین و ژنوتیپ MCC۸۰۰ با ۱۳ شاخه و MCC۷۴۶ با ۱۱ شاخه، بیشترین تعداد شاخه در بوته را داشتند.

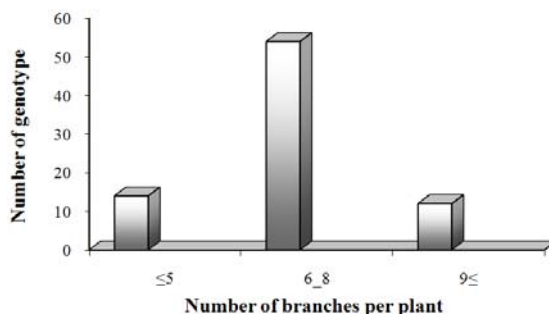
ارتفاع بوته در پایان فصل رشد در میان ژنوتیپ ها از ۲۲ تا ۴۲ سانتی متر متفاوت بود و از این نظر، تفاوت معنی داری ($p \leq 0.05$) در بین ژنوتیپ ها وجود داشت. ژنوتیپ MCC۷۵۳ با ۲۲ سانتی متر و ژنوتیپ های MCC۷۸۱، MCC۷۲۱، MCC۷۸۸ و MCC۴۹۳ هر کدام با ۲۳ سانتی متر کمترین و ژنوتیپ MCC۸۵ با ۴۲ سانتی متر و MCC۴۷۶ با ۴۱ سانتی متر بیشترین ارتفاع را در میان ژنوتیپ های مورد آزمایش داشتند. در این بررسی، ارتفاع در ۱۱ درصد از ژنوتیپ ها کمتر از ۲۵ سانتی متر و در پنج درصد از آنها، بیشتر از ۳۸ سانتی متر بود (شکل ۸). همبستگی مثبت و معنی داری ($r = 0.41^{**}$) بین ارتفاع بوته با طول دوره رشد زایشی (گلدهی تا رسیدگی) وجود داشت (جدول ۱). در آزمایشی که به منظور مقایسه کشت های پاییزه با بهاره ژنوتیپ های نخود در ترکیه در طی دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ انجام گرفت، میانگین ارتفاع بوته ها به ترتیب در طی دو سال آزمایش در کشت پاییزه، ۹۱/۶ و



شکل ۸- گستره ارتفاع بوته در ژنوتیپ های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
 Fig. 8. Plant height in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

دوره رویشی و زایشی بیشتری داشتند، با استفاده بهتر از شرایط محیطی توانستند ساختار رویشی خود را افزایش داده و تعداد شاخه بیشتری تولید کنند. بررسی های مختلف نشان می دهد که کشت پاییزه نسبت به بهاره، تعداد شاخه در بوته را به طور معنی داری افزایش می دهد که علت آن، رشد بهتر گیاهان بر اثر قرار گرفتن در شرایط دمایی و رطوبتی مناسب تر در طی دوره رویشی و زایشی می باشد (Auld et al., 1988; Saxena, 1980).

در این مطالعه، ۱۸ درصد از ژنوتیپ ها کمتر از پنج شاخه، و ۱۵ درصد از ژنوتیپ ها بیش از ۹ شاخه در بوته داشتند (شکل ۹). در این آزمایش، تعداد شاخه در بوته همبستگی معنی داری با طول دوره سبز شدن تا گلدهی ($r = 0.17^{**}$) و طول دوره گلدهی تا رسیدگی ($r = 0.26^{**}$) داشت (جدول ۱). به نظر می رسد از آنجا که گیاه نخود دارای عادت رشدی نامحدود می باشد، تشکیل شاخه های جدید در زمان رشد زایشی نیز ادامه داشته است. بر این اساس، گیاهانی که طول

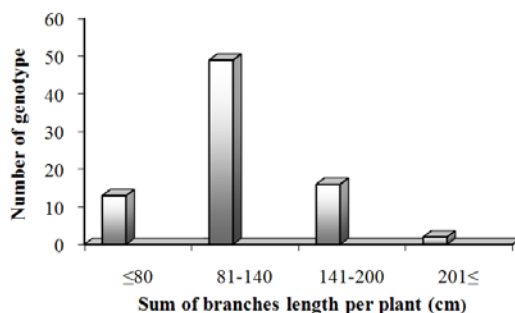


شکل ۹- گستره تعداد شاخه در بوته در ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
Fig. 9. Number of branches per plant in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

این آزمایش، سه درصد از ژنوتیپ‌ها بیش از ۲۰۱ سانتی‌متر و ۱۶ درصد از آنها کمتر از ۸۰ سانتی‌متر طول شاخه در بوته داشتند (شکل ۱۰). در آزمایش سایر محققان نیز مشاهده شد که طول شاخه در بوته نخود در کشت پاییزه، افزایش یافته‌است (Ozdemir & Karadavut, Nezami & Bagheri, 2005). (2003).

مجموع طول شاخه‌ها در بوته

طول شاخه در بوته در میان ژنوتیپ‌ها، از ۴۰ تا ۲۴۴ سانتی‌متر متغیر بود. از این نظر، تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود. ژنوتیپ‌های MCCY۸۳ و MCCY۶۶ به ترتیب با ۴۰ و ۵۴ سانتی‌متر، کمترین و ژنوتیپ‌های MCC۸۰۰ و MCCY۹۹ به ترتیب با ۲۶۴ و ۲۰۳ سانتی‌متر، بیشترین طول شاخه در بوته را دارا بودند. در



شکل ۱۰- گستره طول شاخه‌ها در بوته در ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری دیم (مشهد، سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)
Fig. 10. Sum of branches length per plant in cold tolerant chickpea genotypes in Entezary culture conditions in Mashhad (2006-2007)

وجود داشت (جدول ۱). در آزمایش انجام‌شده روی ۱۵۲ نمونه نخود در کشت پاییزه در مشهد، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین دوره سبز شدن تا گلدهی و نیز ارتفاع گیاه با عملکرد گزارش شد در حالی که رابطه مشخصی بین تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی و عملکرد، وجود نداشت (NajibNia, 2005). (Ozdemir & Karadavut, 2003). با آزمایش روی

رابطه ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک با عملکرد

عملکرد دانه در ۲۶ ژنوتیپ (۳۲ درصد از نمونه‌ها) بیش از ۴۰ گرم در مترمربع بود. از میان ویژگی‌های مورد بررسی، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد روزهای سبز شدن تا گلدهی ($r=0.17^{**}$)، تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی ($r=0.23^{**}$) و ارتفاع بوته ($r=0.21^{**}$)،

(FAO, 2005)، عملکردهای به‌دست‌آمده از ژنوتیپ‌های مذکور، امیدبخش به‌نظر می‌رسد. توزیع بارندگی در سال انجام آزمایش، مناسب نبود به‌طوری‌که بیشتر بارندگی‌ها (۸۳ درصد) تا قبل از ۱۰ فروردین به‌وقوع پیوست. همچنین با توجه به این‌که پس از ۱۰ فروردین به‌مدت شش هفته هیچ بارندگی مؤثری رخ نداد، گیاهان در طی دوره رشد زایشی دچار تنش رطوبتی شدند. بنابراین جهت اطمینان از ثبات عملکرد این ژنوتیپ‌ها پیشنهاد می‌شود ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده، در سال‌های آتی و در مناطق سردتر از مشهد با شرایط بارندگی متفاوت، مورد بررسی بیشتر قرار گیرند. استفاده از آمار درازمدت هواشناسی جهت تعیین تاریخ کشت مناسب و بررسی تأثیر کودهای مختلف از جمله فسفر در مقاومت به سرما و خشکی در شرایط دیم پیشنهادات دیگری در رابطه با کشت انتظاری نخود می‌باشد.

ژنوتیپ نخود طی دو سال در ترکیه، همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/68^{**}$) بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته گزارش کردند. بررسی ما نشان داد که طول دوره رویشی و نیز دوره زایشی (از میان ویژگی‌های فنولوژیک) و ارتفاع بوته (از میان ویژگی‌های مورفولوژیک)، بیشترین رابطه را با عملکرد دانه دارند. این موضوع، مطابق با نتایج سایر محققان، نشان می‌دهد که با افزایش دوره رشد رویشی و زایشی در گیاه نخود در کشت پاییزه، ضمن افزایش رشد رویشی گیاه، بخش زایشی نیز به‌خوبی تأمین شده و عملکرد افزایش می‌یابد.

به‌طور کلی ژنوتیپ‌های MCC۳۳۳، MCC۱۸۶، MCC۸۰۳ و MCC۷۴۳ با عملکرد بیش از ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط دیم مشهد، شناسایی شدند. با توجه به این‌که در آزمایش حاضر، گیاهان بدون هیچ‌گونه آبیاری و تنها با تکیه بر نزولات جوی مورد مطالعه قرار گرفتند و نیز با توجه به میانگین عملکرد نخود در کشور (حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار)

منابع

1. Abasi Soraki, A., Majnon Hoseini, N., and Yazdi Samadi, B. 2005. Effect of expectant cultures and spring cultures and spring on yield and yield components in some lentil genotypes. In: National Conference Abstracts Grains, 29 and 30 November 2005, Institute for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. p. 171-169. (In Persian).
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 Soltani, M. 2000. Breeding of cool season legumes for tolerance to stress. Publishing Research Organization, Education and Agricultural Extension. 445 pp. (In Persian).
4. Calcagno, F., and Gallo, G. 1993. Physiological and morphological basis of abiotic stress resistance in chickpea. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*. John Wiley and Sons, Chichester, UK. p. 293-309.
5. Covell, S., Ellis, R.H., Roberts, E.H., and Summerfield, R.J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. *Journal of Experimental Botany* 37: 705-715.
6. FAO. Statistic. 2005. Agriculture statistics of Iran 2005. www.Fao.rap-ascas.org
7. Goldani, M., Bagheri, A., and Nezami, A. 2000. Effect of planting date on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Mashhad climate. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 7: 23-33. (In Persian).
8. IBPGR/ICRISAT/ICARDA. 1993. Descriptors for chickpea (*Cicer arietinum* L.). ICRISAT, Patancheru, India.
9. Kheir Khah, M., Bagheri, A., Nasiri M., and Nezami, A. 2002. The setting in Kabuli chickpea germplasm for planting weather conditions expected in Mashhad. *Journal of Agricultural Science and Technology* 16: 173-180. (In Persian).
10. Najib Nia, S. 2005. Evaluation of chickpea germplasm (*Cicer arietinum* L.) for tolerance to cold. Agriculture M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English summary).
11. Nezami, A. 2002. Evaluation of cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) in order to autumn planting in elevated areas. Ph.D. Thesis of Agricultural College. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English summary).

12. Nezami, A., and Bagheri, A. 2001. Collection evaluation chickpea (*Cicer arietinum* L.) Mashhad for cold tolerance under field conditions. Journal of Agricultural Science and Technology 15: 155-162. (In Persian).
13. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Evaluation cold tolerant chickpea genotypes characteristic of autumn and spring: 1-phenological and morphological characteristics. Journal of Agronomic Research 3: 155-143. (In Persian).
14. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turk Agric. 27: 345-352.
15. Roberts, E.H., Hadley, P., and Summerfield, R.J. 1985. Effect of temperature and photoperiod on flowering in chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Annals of Botany 55: 881-892. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea. pp. 180. C.A.B. International, UK, 409 pp.
16. Rubio, J., Flores, F., Moreno, M.T., Cubero, J.I., and Gil, J. 2004. Effects of the erect/bushy habit, single/double pod and late/early flowering genes on yield and seed size and their stability in chickpea. Field Crops Research 90: 255-262.
17. 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.
18. Silim, S.N., Hebblethwait, P.D., and Heath, M.C. 1985. Comparison of the effects of autumn and spring sowing date on growth and yield of combining peas (*Pisum sativum* L.) J. Agric. Sci. Camb. 104: 35-46.
19. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Halia, M.H., Knights, E.J., and Werma, M. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-149.
20. 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.
21. Toole, N.O., Stoddard, F.L., and Obrien, L. 2001. Screening of chickpeas for adaptation to autumn sowing. Journal of Agronomy and Crop Science 186: 193-207.
22. Zar Peyma, N. 1998. Product comparison white pea varieties cultivated expects dry conditions. Congress Abstracts Crop Iran Improvement Institute, Karaj and Plant Seeds. p. 531-532. (In Persian).

Evaluating of the morphological and phenological characteristics of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at Entezary sowing in Mashhad conditions

Sedaghat Khahi^{1*}, H., Parsa², M., Nezami², A., Bagheri², A. & Porsa³, H.

1-Former Master Student, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2-Faculty of Agricultural College and Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

3- Faculty of Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 23 August 2009

Accepted: 3 April 2010

Abstract

In order to evaluate phenological and morphological responses of cold tolerant chickpea genotypes to Entezary culture in Mashhad conditions, 81 cold tolerant chickpea accessions were cultured during growing year 2006-2007 in Research Farm of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. The experiment was carried out in lattice design with three replications including 9 blocks per replication and 9 plots per block. Results showed that there were significant differences among genotypes in terms of developmental traits including: sowing to emerging, emerging to flowering, flowering to podding and podding to maturity; and morphological traits including: plant height, number of branches per plant and sum of branches length per plant. Survival percentage (ratio of remaining plants at harvest date to the number of sowed seeds) in the 73% of samples was more than 75%. Furthermore, seed yield for 32% of tested genotypes was more than 40 g/m². Vegetative growth duration, reproductive growth duration and plant height were the most important characteristics in seed yield determination. Based on these results and regarding to the remarkable yield of some studied accessions, it appears that some of the chickpea genotypes in collection of Mashhad with suitable agronomical characteristics, have appropriate potential for Entezary culture.

Key words: Chickpea, Cold tolerant, Entezary culture, Phenological and morphological characteristics

*Corresponding author: sedaghatkhahihosein@yahoo.com

خصوصیات فیزیولوژیک ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر

سیروس منصوری فر^۱، مراد شعبان^{۲*}، مختار قبادی^۱ و سیدحسین صباغ پور^۳

۱- اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد،

باشگاه پژوهشگران جوان، بروجرد، ایران

۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۵/۲۴

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۱۶

چکیده

تنش خشکی مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد گیاهان زراعی از جمله نخود بوده و باعث تغییر در میزان برخی ترکیبات درونی گیاه می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر روی برخی صفات فیزیولوژیک چهار رقم نخود انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار تنش خشکی شامل بدون تنش خشکی (آبیاری کامل)، سطح تنش خشکی متوسط (آبیاری در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و سطح تنش خشکی شدید (بدون آبیاری) در کرت‌های اصلی قرار گرفت. تیمارهای کود نیتروژنه در دو سطح (مصرف کود و بدون مصرف کود) و رقم با چهار سطح (رقم آزاد، بیونیچ، هاشم و ILC482) فاکتوریل شدند و در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر محتوای پرولین، میزان قندهای محلول، شاخص پایداری غشاء، محتوای نسبی آب برگ‌ها، میزان کلروفیل‌های a، b، کلروفیل کل و آب نسبی از دست‌رفته برگ‌ها، معنی‌دار شد. تأثیر کود نیتروژنه فقط بر شاخص پایداری غشاء معنی‌دار شد که سبب افزایش آن گردید. اثر رقم نیز بر محتوای پرولین، میزان قند محلول، کلروفیل‌های a، کلروفیل کل، شاخص پایداری غشاء، محتوای نسبی آب برگ‌ها و آب نسبی از دست‌رفته برگ‌ها معنی‌دار شد. در نتایج حاصله مشخص شد که با افزایش تنش خشکی، میزان کلروفیل‌های a، b، کلروفیل کل، محتوای نسبی آب برگ و شاخص پایداری غشاء در گیاه، کاهش یافته و میزان پرولین و قندهای محلول به ترتیب سه و دو برابر افزایش پیدا کردند که احتمالاً باعث تحمل بیشتر در برابر خشکی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تحمل خشکی، کلروفیل، قند محلول

مقدمه

از طریق تعرق صورت بگیرد. تنش طولانی‌مدت با تأثیر بر تمامی فرایندهای متابولیک گیاه، موجب کاهش تولید گیاهان زراعی می‌گردد (Movahedie Dehnavi et al., 2004). در برابر تنش خشکی، گیاه نیز مکانیسم‌هایی دارد که خود را از تنش خشکی در امان نگه می‌دارد. از جمله این سازگاری‌ها، اجتناب و تحمل تنش آبی است. تنظیم اسمزی به‌عنوان مهم‌ترین جزء مکانیسم تحمل می‌باشد که در طی آن گیاهان با شکستن مولکول‌های درشت درونی خود، با تنش خشکی مقابله می‌کنند (Zhan et al., 1999). تنظیم اسمزی، کاهش پتانسیل شیره سلولی از طریق افزایش مواد محلول در داخل سلول است (Blum, 1996). علاوه بر این، اسمولیت‌های سازگار نظیر پرولین و بتائین نیز در افزایش تحمل اثرات کمبود آب ناشی از تنش شوری، خشکی و سرما مؤثر هستند

کمبود آب، بر رشد ریشه و اندام‌های هوایی و مراحل نمو گیاهان زراعی مختلف، اثر گذاشته و باعث تغییر در خصوصیات فیزیولوژیک گیاه شده و در نهایت تأثیر مستقیمی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان خواهد گذاشت (Khodambashi et al., 1990). نخود زراعی یکی از گیاهان زراعی متداول در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل در کاهش عملکرد آن مطرح می‌باشد (Saxina & Singh, 1997). تنش خشکی، زمانی رخ می‌دهد که جذب آب به‌وسیله گیاه از خاک، کندتر از تلفات آب

* نویسنده مسئول: بروجرد، بلوار دکتر شهیدی، شهرک شهید رجایی، کوچه بنفشه ۴، پلاک ۱۰، کدپستی: ۶۹۱۸۷۱۱۱۱۱، تلفن: ۰۶۶۲-۴۴۵۳۵۴۹، همراه: ۰۹۳۶۰۷۵۱۱۵۳، Shaban.morad@yahoo.com

در ارقامی که مقاومت بیشتری به تنش خشکی دارند، دچار تخریب کمتری می‌شود و پرولین آزاد ممکن است در طول تنش، پایداری غشاء را افزایش دهد (Kocheva et al., 2003). عواملی مانند سن برگ، موقعیت برگ در ساقه و شدت تنش خشکی می‌توانند در آسیب به غشاء سلول تأثیر داشته باشند. تنش‌هایی از قبیل خشکی و سوری، بر محتوای نسبی آب برگ‌ها اثر گذاشته و افزایش شدت این تنش‌ها باعث کاهش در میزان آب نسبی برگ‌ها می‌شود (Garg et al., 2009). در این زمینه از محتوای نسبی آب برگ‌ها به‌عنوان شاخص مناسبی از وضعیت آب برگ‌ها یاد می‌شود که با افزایش تنش خشکی، میزان آن کاهش یافته و سبب تغییر در غشاء یاخته‌ای و در نتیجه افزایش نشت الکترولیتی از یاخته‌ها می‌گردد. کاهش محتوای نسبی آب برگ‌ها در گیاه یونجه تحت تأثیر تنش خشکی گزارش شده است (El-Sayed, 1992). همچنین آزمایش ارقام فلفل نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش در مقدار محتوای نسبی آب برگ‌ها شده و این کاهش فقط تحت شرایط تنش شدید مشهود بود (Ebadi et al., 2000). در این بررسی به تغییرات برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی در چهار رقم نخود زراعی تحت تأثیر تنش خشکی و کود نیتروژن آغازگر پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. محل انجام آزمایش در ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول خاوری از نصف‌النهار گرینویچ با ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا قرار داشت. متوسط بارندگی محل، ۴۵۰ میلی‌متر و بافت خاک منطقه آزمایش، رسی بود. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش، عامل آبیاری در سه سطح تنش شدید S_2 (بدون آبیاری)، تنش متوسط S_1 (آبیاری در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و بدون تنش S_0 (آبیاری در زمان کاشت، اوایل گلدهی، شروع غلاف‌دهی و در زمان پُرشدن دانه‌ها، به‌عنوان شاهد) در کرت‌های اصلی و ترکیب چهار رقم نخود شامل هاشم، آزاد، رقم محلی بیونیچ و رقم ILC482 توأم با کاربرد کود نیتروژنه آغازگر به‌میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (N_1) و سطح بدون مصرف کود نیتروژنه (N_0)، فاکتوریل شد و در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هر کرت دارای شش ردیف کشت به‌طول پنج‌متر با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله

(Rhodes & Hanson, 1993). مواد محلول سازگار، مختلف بوده و پرولین، گسترده‌ترین آنها می‌باشد و به‌نظر می‌رسد تجمع آن در فرایند سازگاری به تنش خشکی در بسیاری از گیاهان شیرین‌پسند، دخالت دارد (Yoshiba et al., 1997). همچنین در طی تنش آبی در نوعی گیاه رستاخیزی (L. *Sporobolus elongates*)، سطح پرولین در نمونه مقاوم به خشکی، بیشتر از نمونه حساس به خشکی بود (Ghasempoor & Kianian, 2001). برخی گزارش‌ها حاکی است که کاربرد کود نیتروژن نیز همانند تنش خشکی، در برخی موارد باعث افزایش میزان پرولین در گیاهان می‌شود (Martines et al., 1994).

یکی دیگر از اسمولیت‌های سازگار، قندهای محلول هستند که در شرایط تنش خشکی تجمع می‌یابند (Bohnert et al., 1995). آزمایش روی گیاه نخود نیز نشان داد که تنش خشکی، قندهای محلول را افزایش داد و باعث کاهش میزان نشاسته در آن شد. دلیل این امر، آن است که در شرایط تنش، گیاه برای مقابله با تنش، مولکول‌های درشتی مثل نشاسته‌ها را شکسته و این امر، سبب افزایش محتوای قند گیاه می‌شود (Ghorbanli et al., 2001). افزایش تنش خشکی موجب افزایش در مقدار قندهای محلول و محتوای پرولین برگ‌ها در گیاه آفتابگردان شد (Hamudi et al., 2000). کمبود آب باعث افزایش میزان پرولین و قندهای محلول در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به گیاه شاهد شد (Soza et al., 2004).

غلظت کلروفیل به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته شده است (Herzog, 1986). نتایج حاصل از یک آزمایش نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش میزان کلروفیل در برگ‌ها می‌شود (Kuroda et al., 1990). تنش کم‌آبی در گیاه کلزا باعث کاهش معنی‌دار مقدار کلروفیل a, b و کلروفیل کل در مقایسه با شاهد شد (Ahmadi et al., 2005). با افزایش تنش خشکی در نخود، میزان کلروفیل و فتوسنتز برگ‌های نخود نیز کاهش می‌یابد.

غشاء سلول‌های گیاهی در مقابل حرکت آب و محلول‌های مختلف، به‌صورت مانعی با نفوذپذیری انتخابی عمل می‌کند و موجب تنظیم غلظت محلول‌ها در سلول و ایجاد تورژسانس مثبت می‌شود. غشاء سلول، یکی از اولین بخش‌ها در گیاه است که در شرایط تنش، آسیب می‌بیند. پایداری غشاء از جمله عواملی است که تحت تأثیر تنش‌های مختلف از جمله خشکی و سوری قرار می‌گیرد و با افزایش شدت تنش از میزان آن کاسته می‌شود (Garg et al., 2009). در شرایط تنش خشکی، غشاء

نگهداری و پس از آن سانتریفیوژ نموده و بعد از جدانمودن مایع شفاف بالایی، میزان جذب آنها برای تعیین غلظت کلروفیل‌های a، b و کلروفیل کل در طول موج‌های مربوطه و با استفاده از روابط زیر تعیین گردید (Bruisma, 1963):

$$\begin{aligned} \text{Chl-a (mg/ml)} &= [12.7(\text{ABS663}) - 2.69(\text{ABS645})] \times V / (1000 \times W) \\ \text{Chl-b (mg/ml)} &= [22.9(\text{ABS645}) - 4.69(\text{ABS663})] \times V / (1000 \times W) \\ \text{Total-Chl (mg/ml)} &= [20.2(\text{ABS645}) + 8.02(\text{ABS663})] \times V / (1000 \times W) \end{aligned}$$

ABS = میزان جذب در طول موج‌های مورد نظر (نانومتر)
 W = وزن نمونه اندازه‌گیری شده (گرم)
 V = حجم نمونه استخراج شده (میلی‌لیتر)
 با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر، جذب آن قرائت شد و غلظت کلروفیل موجود در عصاره، تخمین زده شد.

پایداری غشاء سلولی^۲

برای اندازه‌گیری میزان پایداری غشاء سلولی، ۱۰ عدد برگ بالغ از هر کرت انتخاب شد. برگ‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و سپس درون هر یک از لوله‌های مخصوص در شرایط بدون تنش و شرایط تنش، ۱۰ عدد برگچه با اندازه‌های مساوی قرار داده شد. سپس محتوای همه لوله‌ها به وسیله آب مقطر شستشو داده شد. سپس درون لوله‌های بدون تنش، ۱۰ سی‌سی آب مقطر دوبار تقطیر شده ریخته شد و در لوله‌های تنش، ۱۰ سی‌سی پلی‌اتیلن‌گلایکول ۳۰ درصد ریخته و درب آنها را محکم کرده، پس از ۲۴ ساعت نگهداری در یخچال در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد و شستشوی آنها با آب مقطر، به تمامی لوله‌ها ۱۰ سی‌سی آب مقطر اضافه گردید و ۲۴ ساعت دیگر در یخچال نگهداری شدند. سپس هدایت الکتریکی نمونه‌ها را قرائت کرده و پس از آن، نمونه‌ها را به مدت یک ساعت در آب جوش قرار داده و برای بار دوم، هدایت الکتریکی نمونه‌ها را قرائت نموده و با استفاده از رابطه زیر، میزان خسارت غشاء سلولی تعیین گردید (Sairam et al., 2002):

$$\text{MSI (درصد)} = [1 - ((1 - T1/T2) / (C1/C2))] \times 100$$

C1 و C2، هدایت الکتریکی در محیط شاهد در قرائت‌های

اول و دوم؛

T1 و T2: هدایت الکتریکی در محیط تنشی در قرائت‌های

اول و دوم.

محتوای آب نسبی برگ‌ها^۳

بین بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. بذور قبل از کاشت، با چارچکش کاربوکسین تیرام ضد عفونی شد. قبل از شروع غلاف‌دهی، مزرعه با سم سوین به میزان سه کیلوگرم در هکتار علیه آفت هلیوتیس (*Heliothis armigera*) سمپاشی شد. سه روز پس از اِعمال آخرین تیمار آبیاری، یکبار نمونه‌برداری از هر کرت به تعداد پنج بوته انجام شد و شاخص‌های فیزیولوژیک زیر برای آنها اندازه‌گیری شد.

محتوای پرولین برگ‌ها

برای اندازه‌گیری محتوای پرولین برگ‌ها، نمونه‌های تازه برگ‌ها پس از نمونه‌برداری، به کمک نیتروژن مایع، پودر شد و ۰/۵ گرم از نمونه برگ تازه به لوله‌های آزمایش ۱۵ میلی‌لیتری منتقل گردید. سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوسالسیلیک ۳/۳ درصد به آنها اضافه شد. پس از ۴۸ ساعت، نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی، فیلتر شدند و از محلول‌های صاف شده جهت اندازه‌گیری میزان پرولین به روش Bates et al., 1973 با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده شد. برای تعیین و ارزیابی کمی محتوای پرولین در نمونه‌ها از منحنی استاندارد با به کارگیری غلظت‌های معلوم پرولین خالص استفاده شد. با به دست آوردن منحنی استاندارد که به صورت یک معادله رگرسیونی می‌باشد، جذب اصلی پرولین قرائت گردید و با قراردادن آنها در فرمول زیر، مقدار پرولین نمونه‌ها محاسبه شد:

$$\text{میکروگرم بر میلی لیتر پرولین} = \text{میکرومول پرولین بر گرم برگ تازه} \times ((115/17) / (115 \text{ میکروگرم بر مول})) / ((\text{میلی لیتر تولون} \times$$

قندهای محلول^۱

برای اندازه‌گیری میزان قندهای محلول از روش فنل سولفوریک اسید استفاده شد. این روش مبتنی بر آب‌گیری قندهای محلول و تشکیل ترکیب فورفورال است که با فنول، تولید کمپلکس رنگی می‌کند. شدت رنگ کمپلکس حاصله به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۰ نانومتر تعیین گردید و برای تعیین و ارزیابی کمی قندهای محلول در نمونه‌ها از منحنی استاندارد و به کارگیری غلظت‌های معلوم گلوکز استفاده شد (Ghorbanli et al., 2001).

سنجش میزان کلروفیل

برای سنجش میزان کلروفیل، ۰/۵ گرم برگ تازه را با استفاده از نیتروژن مایع در هاون چینی به صورت پودر درآورده و درون لوله‌های آزمایش ۱۵ سی‌سی ریخته و ۱۰ سی‌سی استون ۸۰٪ را به آن اضافه کرده و سپس به مدت دو ساعت در تاریکی

2. Membrane Stability Index (MSI)

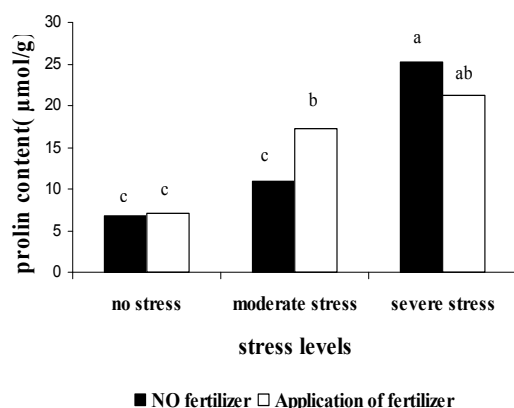
3. Relative Water Content (RWC)

1. Soluble sugar

کود نیتروژنه و اثر متقابل رقم×کود بر قندهای محلول، معنی‌دار نشد (جدول ۱).

کمترین میزان پرولین در تیمار بدون تنش حاصل شد و با افزایش تنش خشکی، میزان تولید پرولین افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان پرولین در تیمار تنش شدید و بدون مصرف کود نیتروژنه به دست آمد (شکل ۱). میزان پرولین در تیمار با مصرف کود نیتروژنه بیشتر از تیمار بدون مصرف کود نیتروژنه بود.

اثر متقابل تنش×کود نشان داد که در تیمار تنش متوسط، کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش میزان پرولین شد ولی در شرایط تنش شدید، کاربرد کود، تولید پرولین را کاهش داد (شکل ۱). با افزودن نیتروژن در محلول غذایی در محیط کشت گیاهان گوجه‌فرنگی و خیار، میزان پرولین در این گیاهان افزایش یافت (Martines et al., 1994). در تیمار تنش شدید، تولید پرولین نسبت به تیمار بدون تنش، حدود سه برابر بود.



شکل ۱- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر

بر محتوای پرولین برگ‌های نخود

Fig.1. Interaction effect of drought stress and nitrogen fertilizer starter on leaf proline content in chickpea

در تیمار بدون تنش، کمترین میزان قند محلول تولید شد و با افزایش شدت تنش خشکی، تولید قندهای محلول افزایش یافت. بیشترین میزان تولید قند محلول، در تیمار تنش شدید به همراه مصرف کود نیتروژنه حاصل شد (شکل ۲). در تیمار تنش شدید، تولید قندهای محلول نسبت به تیمار بدون تنش، حدود دو برابر بود.

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ‌ها، نمونه‌برداری‌ها از برگ‌های انتهایی و جوان گیاه انجام شد و پس از توزین، آنها را به مدت پنج ساعت درون آب مقطر گذاشته و وزن آماسیده آنها نیز محاسبه شد و با قراردادن آنها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون و توزین، وزن خشک آنها محاسبه گردید. سپس با استفاده از رابطه زیر، محتوای نسبی آب برگ‌ها محاسبه شد (Cornic, 1994):

= محتوای آب نسبی برگ (درصد)

۱۰۰ × (وزن خشک-وزن آماسیده/وزن خشک-وزن تازه)

اندازه‌گیری آب ازدست‌رفته برگ‌ها^۱

نمونه‌برداری‌ها برای اندازه‌گیری این صفت، هنگام نمونه‌برداری برای محاسبه محتوای نسبی آب برگ‌ها و مشابه آن انجام گرفت. پس از نمونه‌برداری برگ‌ها، نمونه‌ها به دو قسمت هم‌وزن تقسیم شدند. به وسیله یک قسمت از برگ‌ها ابتدا وزن تازه آنها محاسبه شده و سپس نمونه‌ها به مدت پنج ساعت در آب مقطر قرار داده شد و سپس وزن آماسیده برگ‌ها به دست آمد. قسمت دیگر برگ‌ها به مدت پنج ساعت در هوای آزاد قرار داده شد و پس از ثبت وزن پژمردگی، در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و سپس وزن خشک آنها نیز محاسبه شد. با استفاده از رابطه زیر، میزان آب ازدست‌رفته برگ‌ها محاسبه گردید:

= آب ازدست‌رفته برگ‌ها (درصد)

۱۰۰ × (وزن خشک-وزن آماسیده/وزن پژمردگی-وزن تازه)

در پایان، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTAT-C انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

محتوای پرولین و قندهای محلول

نتایج نشان داد که تأثیر تمام تیمارها و برهم‌کنش آنها به استثنای اثر ساده کود نیتروژنه، روی محتوای پرولین برگ‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

تنش خشکی و رقم، روی قندهای محلول در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). اثر متقابل تنش×کود و تنش×کود×رقم نیز در سطح ۱ درصد و اثر متقابل رقم×کود در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و اثر تیمار

1. Excised-Leaf Water Loss (ELWL)

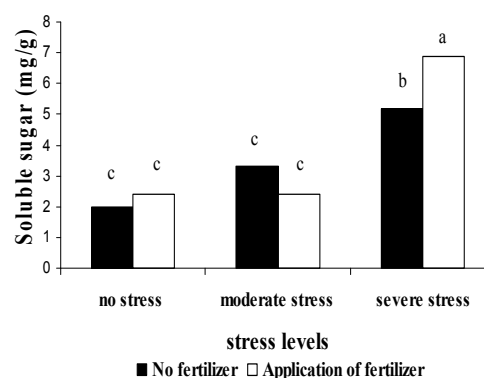
رقم بیونج نیز دارای بیشترین میزان قندهای محلول بود. تفاوت در واکنش ارقام نسبت به تنش آبی را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی آنها نسبت داد. در گونه‌های *Brassica Spp.* نیز تغییرات ژنتیکی در تنظیم اسمزی در برابر تنش خشکی وجود داشته است (Kumar *et al.*, 1987). در یک بررسی که روی کلم صورت گرفت، مشاهده شد با افزایش میزان تنش، مقادیر گلوکز و فروکتوز که جزو قندهای احیاکننده هستند، در ساقه‌های این گیاه افزایش و مقدار نشاسته، کاهش یافت. در هنگام کاهش پتانسیل آب برگ، تجمع قندهای محلول می‌تواند در تنظیم اسمزی نقش اساسی را ایفا کند. از آنجا که نشاسته از کربوهیدرات‌های اصلی در ساقه گیاه کلم می‌باشد و در تنش کم‌آبی، مقدار آن کاهش می‌یابد، این پدیده یک پاسخ فیزیولوژیک برای مقابله با تنش کم‌آبی به‌شمار می‌رود (Sato *et al.*, 2004). در یک تحقیق که به بررسی اثرات تنش خشکی روی دو رقم نخود پرداخته شده بود، نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که افزایش تنش خشکی باعث کاهش میزان نشاسته در ریشه و اندام هوایی نخود و افزایش قندهای محلول آن شد (Ghorbanli *et al.*, 2001). رشد و تنفس گیاه نیز باعث مصرف نشاسته شده و موجب کاهش ذخیره کربوهیدرات در طی تنش شد (Ahmadi *et al.*, 2005).

کلروفیل

تأثیر تنش خشکی بر کلروفیل a، b و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱) به‌طوری‌که با افزایش سطوح تنش، از میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل کاسته شد. تأثیر رقم بر کلروفیل a در سطح ۱ درصد و بر کلروفیل کل در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و بر کلروفیل b معنی‌دار نشد و اثر کود نیتروژنه نیز بر هیچ‌کدام از آنها معنی‌دار نشد (جدول ۱). اثر متقابل تنش × کود و رقم × کود بر کلروفیل b در سطح ۱ درصد و بر کلروفیل کل در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و اثر متقابل تنش × کود × رقم روی کلروفیل a، b و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

با افزایش تنش خشکی، محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل کاهش یافت به‌طوری‌که کلروفیل b کاهش شدیدی را نسبت به کلروفیل a نشان داد.

تنش آبی سبب کاهش معنی‌دار کلروفیل b در گیاه سویا گردید (Ghorbanli *et al.*, 2005). کاهش در محتوای کلروفیل‌ها به احتمال زیاد به دلیل افزایش کاتابولیسم کلروفیل‌ها و تخریب رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌باشد که این فرایند نیز خود نتیجه فراهم‌نبودن عوامل لازم جهت سنتز

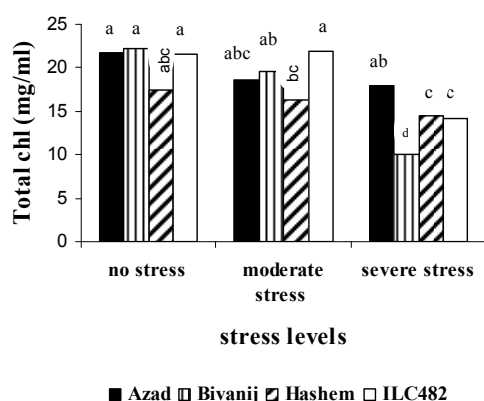


شکل ۲- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر بر قندهای محلول برگ‌های نخود

Fig.2. Interaction effect of drought stress and nitrogen fertilizer starter on soluble sugar in chickpea

افزایش در میزان قندهای محلول و پرولین، ازجمله واکنش‌هایی است که گیاهان مختلف مانند نخود برای کاهش پتانسیل اسمزی خود و مقابله با تنش خشکی از خود بروز می‌دهند (Sanchez *et al.*, 1998). آزمایشات روی گیاهان مختلف تحت تنش خشکی نیز این واقعیت را اثبات می‌کند (Movahedie Dehnavi *et al.*, 2004; Barker *et al.*, 1993; Soza *et al.*, 2004; Evan *et al.*, 1992) ازجمله در یک مطالعه که به بررسی تأثیر تنش خشکی روی آفتابگردان پرداخته شده بود، این نتیجه حاصل شد که افزایش تنش خشکی موجب افزایش در مقدار قندهای محلول و محتوای پرولین برگ‌ها پس از تنش شد (Hamdi *et al.*, 2000). همچنین تنش خشکی باعث افزایش محتوای پرولین و قندهای محلول گیاه گلرنگ پس از اعمال تیمار تنش شد (Movahedie Dehnavi *et al.*, 2004). قندهای احیاکننده در گیاهان تحت تنش کم‌آبی، افزایش معنی‌داری را نسبت به گیاهان شاهد نشان دادند (Ahmadi *et al.*, 2005). پرولین باعث حفظ ظرفیت آب‌گیری در سیتوپلاسم سلول شده و باعث حفظ ماکرومولکول‌ها از جمله آنزیم‌ها شده و از تشکیل اشکال نامطلوب و یا قطعه‌قطعه‌شدن آنها جلوگیری می‌کند (Barker *et al.*, 1993 & Evan *et al.*, 1992).

در بین ارقام، رقم هاشم بیشترین تولید پرولین را در شرایط تنش نشان داد به‌طوری‌که با تولید ۲۰/۴۸ میکرومول بر گرم، حدود دوبرابر رقم آزاد، پرولین تولید نمود. این رقم اگرچه مقاومت بالایی در برابر تنش خشکی می‌تواند داشته باشد، ولی تولید قندهای محلول آن، از همه ارقام کمتر بود؛ هر چند از این نظر با رقم‌های آزاد و ILC482 اختلاف معنی‌داری نداشت.



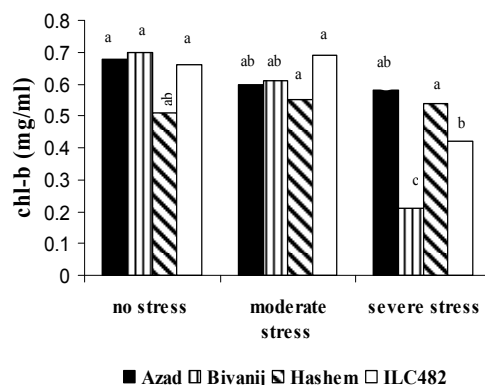
شکل ۴- اثر برهم کنش تنش خشکی و رقم بر کلروفیل کل برگ‌های نخود

Fig. 4. Interaction effect of drought stress and cultivar on total chlorophyll in chickpea leaves

با افزایش تنش خشکی از میزان این شاخص کاسته شد ولی با مصرف کود نیتروژنه، میزان آن افزایش پیدا کرد. پایداری غشاء سلولی با افزایش تنش خشکی و عدم مصرف کود نیتروژنه کاهش یافت. در بین ارقام، بیشترین پایداری غشاء سلولی مربوط به رقم هاشم بود. اگرچه در شرایط تنش خشکی پایداری غشاء سلولی کاهش می‌یابد، ولی افزایش میزان پروتئین سبب حفظ تورم و کاهش خسارت به غشاء می‌شود و در نتیجه با این روش تنظیم اسمزی، تحمل به تنش کم‌آبی افزایش پیدا می‌کند (Pandet & Agarwal, 1998). در این آزمایش نیز رقم هاشم که بالاترین میزان پروتئین را تولید کرد، دارای بیشترین شاخص پایداری غشاء بود و با افزایش تنش خشکی، این شاخص در رقم هاشم، کمتر تغییر کرد. کمترین شاخص پایداری غشاء مربوط به رقم بیونج و در شرایط تنش شدید بود (شکل ۵). طبق آزمایشی که روی ارقام سیب‌زمینی انجام شد نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، از پایداری غشاء سلولی کاسته شد که این نشان‌دهنده اثرات نامطلوب تنش روی انسجام غشاء سلول‌ها می‌باشد و هرچه وقوع تنش در مراحل انتهایی رشد رخ دهد، نشت از دیواره سلولی بیشتر شده و پایداری غشاء، بیشتر دچار آسیب می‌شود (Khorshidiebanam *et al.*, 2002). تنش خشکی از تکامل دیواره ممانعت نموده و باعث نشت بیشتر الکترولیت‌ها از دیواره سلولی شده و پایداری غشاء سلولی کاهش می‌یابد (Shibarío *et al.*, 1998).

کلروفیل و تخریب ساختمان آن در شرایط تنش می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2005).

در بین ارقام، بیونج دارای بیشترین و هاشم دارای کمترین میزان کلروفیل a بود (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به رقم بیونج در تیمار بدون تنش بود که از این نظر با رقم هاشم اختلاف معنی‌داری داشت. با افزایش تنش خشکی، از میزان کلروفیل b در همه ارقام کاسته شد به طوری که در تیمار تنش شدید، رقم بیونج دارای کمترین میزان کلروفیل b بود. در بین ارقام، میزان کلروفیل b در رقم هاشم تغییر معنی‌داری نکرده و در سه سطح تنش تقریباً ثابت بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر برهم کنش تنش خشکی و رقم بر کلروفیل b برگ‌های نخود

Fig. 3. Interaction effect of drought stress and cultivar on chlorophyll-b in chickpea leaves

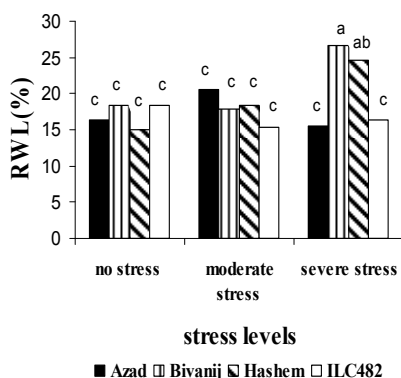
رقم بیونج دارای بیشترین میزان کلروفیل کل در شرایط بدون تنش بود و در این شرایط رقم هاشم دارای کمترین میزان کلروفیل کل بود. در شرایط تنش متوسط رقم ILC482 و در شرایط تنش شدید، رقم آزاد دارای بیشترین میزان کلروفیل کل بودند که از این نظر با سایر ارقام دارای اختلاف معنی‌دار بودند. در همه ارقام با افزایش تنش خشکی از میزان کلروفیل کل کاسته شد و کمترین میزان کلروفیل کل در تیمار تنش شدید مربوط به رقم بیونج بود (شکل ۴).

پایداری غشاء سلولی

تأثیر تنش خشکی، کود نیتروژنه، رقم و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر شاخص پایداری غشاء سلولی در سطح ادرصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

سایر اثرات متقابل، تأثیر معنی‌داری روی آن نداشتند (جدول ۱).

بیشترین میزان آب نسبی ازدست‌رفته برگ‌ها مربوط به تیمار تنش شدید بود. در بین ارقام در شرایط تنش خشکی شدید، رقم بیونج دارای بیشترین میزان آب نسبی ازدست‌رفته بود که از این نظر با سایر ارقام، اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین آن مربوط به رقم‌های آزاد و ILC482 بود. در شرایط بدون تنش و تنش متوسط، تفاوتی از این نظر در میان ارقام مشاهده نشد (شکل ۶).

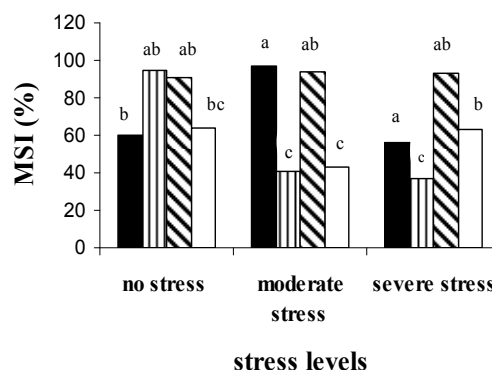


شکل ۶- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر آب نسبی ازدست‌رفته برگ‌های نخود

Fig. 6. Interaction effect of drought stress and cultivar on excised-leaf water loss in chickpea

همبستگی بین شاخص‌های فیزیولوژیک

بر اساس نتایج، محتوای پرولین برگ‌ها با محتوای قندهای محلول، میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و RWC دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بود (جدول ۳). همبستگی بین محتوای پرولین با RWL، مثبت و معنی‌دار بود. پرولین و قندهای محلول، هر دو، نقش کاهش پتانسیل آب را در گیاه دارند و تولید بیشتر یکی از آنها در شرایط تنش، کمبود دیگری را جبران می‌کند. در بین ارقام نیز هاشم که بیشترین میزان پرولین را تولید کرد دارای کمترین میزان قند محلول بود و رقم بیونج که پرولین کمتری تولید نمود دارای بیشترین میزان قند محلول بود. با افزایش پرولین، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل نیز کاهش می‌یابد که این وضعیت جز در شرایط تنش، رخ نداد که این خود، نتیجه افزایش کاتابولیسم کلروفیل‌ها در شرایط تنش می‌باشد.



شکل ۵- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر شاخص پایداری غشاء برگ‌های نخود

Fig. 5. Interaction effect of drought stress and cultivar on membrane stability index in chickpea leaves

محتوای نسبی آب برگ‌ها (RWC)

تنش خشکی در سطح ۱ درصد و رقم در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری روی محتوای نسبی آب برگ‌ها داشتند، ولی کود نیتروژنه هیچ اثر معنی‌داری روی آن نداشت (جدول ۱). با افزایش تنش خشکی، محتوای نسبی آب برگ‌ها کاهش یافت و رقم بیونج از این لحاظ دارای بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ بود (جدول ۲). هیچ‌کدام از اثرات متقابل دو و سه‌گانه، تأثیر معنی‌داری بر روی این فاکتور نداشتند (جدول ۱). پایین‌آمدن RWC و کاهش تورژسانس در بافت‌های گیاهی می‌تواند اولین اثر تنش خشکی باشد که به‌طور طبیعی رشد سلول و اندازه نهایی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (El-Kheir *et al.*, 1994). کاهش میزان آب نسبی برگ در اثر کمبود آب در فلفل نیز گزارش شده است (Ebadi *et al.*, 2000). ارقام مختلف سیب‌زمینی که در معرض تنش خشکی قرار گرفته بودند RWC پایین‌تری نسبت به شاهد داشتند (Khorshidiebanam *et al.*, 2002). تغییرات RWC در ارقام مختلف به قابلیت نگهداری تورم برگ‌ها تحت شرایط تنش بستگی دارد (Bansal & Nagarajans, 1983).

آب نسبی ازدست‌رفته برگ‌ها (RWL)

فقط تأثیر تنش خشکی و رقم بر مقدار آب نسبی ازدست‌رفته برگ‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و به‌جز اثر متقابل تنش×رقم که در سطح ۱ درصد بر روی آن معنی‌دار شد،

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های فیزیولوژیک ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروزنه آغازگر .
 Table 1. Analysis of variance (mean squares) for physiological traits in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer starter

منابع تغییرات	درجه آزادی	پروлін	قند محلول	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	شاخص پایداری غشاء	محتوای نسبی آب برگ‌ها	محتوای نسبی آب برگ‌ها	نسبت آب رفته برگ‌ها
S.O.V	df	proline	Soluble sugar	chlorophyll-a	chlorophyll-b	Total chlorophyll	Membran stability index (MSI)	Relative water content (RWC)	Relative water content (RWC)	Excised-leaf water loss (RWL)
تکرار	2	22.2	48096.1	0.64	0.021	9.91	308.61	158.83	158.83	116.11
تنش خشکی	2	1581.8**	960308**	35.4**	0.28**	283.59**	738.01**	710.8**	710.8**	90.18*
خطای a	4	6.56	1985.6	3.18	0.02	17.29	76.57	103.3	103.3	22.28
کود نیتروزنه	1	14.8ns	19821ns	0.0006ns	0.0009ns	0.51ns	1135.2**	13.21ns	13.21ns	0.19ns
رقم	3	328.6**	60775**	18.07**	0.048ns	48.17*	1990.07**	105.6*	105.6*	69.13*
تنش×کود	2	164.7**	93079.5**	0.23ns	0.018ns	7.54ns	1927.07**	21.02ns	21.02ns	25.01ns
رقم×کود	3	194.8**	37875.1*	0.87ns	0.098**	48.62*	3022.7**	59.7ns	59.7ns	20.27ns
تنش×رقم	6	131.7**	19790ns	3.13ns	0.09**	39.03*	1525.7**	24.7ns	24.7ns	85.8**
تنش×کود×رقم	6	35.9**	173174**	10.08**	0.056*	33.83*	1333.9**	65.2ns	65.2ns	8.19ns
خطای b	42	8.41	1058.7	2.66	0.021	13.79	128.6	36.24	36.24	20.06
%ضریب تغییرات	%CV	19.62	27.66	24.7	25.55	20.61	8.48	8.48	8.48	24.02

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

جدول ۲- مقایسات میانگین محتوای نسبی آب برگ‌ها و کلروفیل a در ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر

Table 2. Mean comparisons for relative water content (RWC) and chlorophyll-a in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer starter

تیمارها	Treatments	کلروفیل a (میلی گرم بر میلی لیتر) chlorophyll-a (mg/ml)	محتوای نسبی آب برگ‌ها (درصد) Relative water Content (RWC) (%)
تنش خشکی			
Drought stress			
بدون تنش	No stress(S0)	7.37a	76.58a
تنش متوسط	Moderate stress(S1)	6.16ab	70.55ab
تنش شدید	Severe stress(S2)	4.94b	65.71b
LSD		1.43	8.14
کود نیتروژن			
Nitrogen fertilizer			
بدون مصرف	No fertilizer (N0)	6.16a	71.38a
با مصرف	Used fertilizer (N1)	6.16a	70.5a
LSD		0.077	2.86
ارقام			
Cultivars			
آزاد	Azad	6.34a	71.43ab
بیونج	Bivanij	6.73a	74.11a
هاشم	Hashem	4.69b	68.52b
ILC482	ILC482	6.87a	69.74b
LSD		1.09	4.05

*مقادیر هر ستون که حرف مشترکی با هم ندارند در سطح آماری ۰/۰۵، تفاوت معنی‌دار با هم دارند.

*Means by the uncommon letter in each column are significantly different ($p < 0.05$).

شد، مشخص شد که در شرایط تنش خشکی، محتوای پرولین با آسیب به غشاء سلول همبستگی منفی دارد (Pactu *et al.*, 1995). در تیمار مصرف کود نیتروژنه که تولید پرولین در نخود افزایش یافته، شاخص پایداری غشاء کاهش یافته است. همبستگی قندهای محلول نیز با کلروفیل‌های a, b, کلروفیل کل، شاخص پایداری غشاء و RWC مثبت بود که برای کلروفیل a در سطح ۵ درصد و برای RWC در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و با توجه به همبستگی آن با RWL که منفی و معنی‌دار است، نشان‌دهنده این است که با افزایش شدت تنش، میزان تولید پرولین در گیاه برای کاهش پتانسیل آب، بیشتر از میزان تولید قندهای محلول می‌باشد و در شرایط بدون تنش، میزان تولید قندهای محلول بیشتر از میزان پرولین می‌باشد. در بین ارقام، رقم بیونج بیشترین میزان تولید قندهای محلول و کمترین میزان کلروفیل b را نیز داشت و سایر ارقام که قند محلول کمتری نسبت به این رقم تولید کردند، کلروفیل b بیشتری نسبت به این رقم داشتند.

در بین ارقام، رقم آزاد که کمترین میزان پرولین را تولید نمود دارای بیشترین میزان کلروفیل a, b و کلروفیل کل بود و رقم هاشم که بیشترین میزان پرولین را داشت، دارای کلروفیل a, b و کلروفیل کل کمتری بود. در تیمار عدم مصرف کود نیتروژنه که پرولین کمتری تولید شد میزان کلروفیل a, b و کلروفیل کل نسبت به تیمار مصرف کود نیتروژنه، بیشتر بود. هرچند همبستگی بین پرولین و شاخص پایداری غشاء، معنی‌دار نشد، ولی دارای یک روند منفی بود که با افزایش سطح پرولین، خسارت به غشاء افزایش یافت و این روند بدین دلیل است که افزایش در میزان پرولین، نشان‌دهنده شرایط تنش حاکم بر گیاه است که هرچه میزان پرولین بیشتری تولید شود یعنی تنش شدیدتر بوده و خسارت به غشاء افزایش می‌یابد و پرولین فقط می‌تواند تا حدودی این خسارت را تخفیف بخشد. رقم هاشم بیشترین میزان تولید پرولین را داشت و در این حال دارای کمترین میزان شاخص پایداری غشاء بود و ارقام آزاد و بیونج که کمترین میزان پرولین را تولید نمودند شاخص پایداری غشاء بیشتری نسبت به سایر ارقام داشتند. در مطالعه‌ای که بر روی ژنوتیپ‌های سویا انجام

جدول ۳- همبستگی بین شاخص های فیزیولوژیک ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر
Table 3. Correlation between physiological parameters of chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer starter

صفات فیزیولوژیکی Physiological traits	پرولین proline	قند محلول S. sugar	کلروفیل a (chl-a)	کلروفیل b (chl-b)	Total chl (chl-a+b)	شاخص پایداری (MSI)	محتوای نسبی آب برگها (RWC)	نسب از دست (RWC)
پرولین prolin	1							
قند محلول Soluble sugar (S.sugar)	-0.77**	1						
کلروفیل a chlorophyll-a (chl-a)	-0.88**	0.72*	1					
کلروفیل b chlorophyll-b (chl-b)	-0.85**	0.46ns	0.66ns	1				
کلروفیل کل Total chlorophyll (Total chl)	-0.93**	0.61ns	0.84**	0.95**	1			
شاخص پایداری Membran stability index(MSI)	-0.05ns	0.17ns	-0.31ns	0.29ns	0.1ns	1		
محتوای نسبی آب برگها Relative water content(RWC)	-0.88**	0.92**	0.82**	0.6ns	0.74*	0.002ns	1	
نسب از دست Eccised-leaf water loss(RWL)	0.72*	-0.74*	-0.62ns	-0.66ns	-0.72*	-0.35ns	-0.65ns	1

ns. * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح $\alpha=0.05$ و $\alpha=0.01$.

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

پایداری غشاء در گیاه کاهش می‌یابد و با توجه به همبستگی منفی که بین ویژگی‌های مورد بررسی با میزان پرولین وجود دارد، میزان پرولین در هنگام تنش شدید تا سه برابر افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به این که همبستگی بین این صفات با میزان قندهای محلول، مثبت است، ولی در شرایط تنش شدید میزان این قندها نیز تا دو برابر افزایش می‌یابد که افزایش در میزان پرولین و قندهای محلول سبب می‌شود گیاه تحمل بیشتری در برابر خشکی داشته باشد هر چند که نقش پرولین در تحمل تنش خشکی در مورد گیاه نخود بیشتر احساس می‌شود.

کلروفیل کل نیز با کلروفیل‌های a و b و RWC دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود که این نشان می‌دهد که در شرایط تنش، کاهش هر کدام از اینها سبب کاهش چشمگیر کلروفیل کل می‌شود. در میان همه ارقام نیز با کاهش محتوای کلروفیل‌های a و b در اثر افزایش شدت تنش خشکی، میزان کلروفیل کل نیز کاهش یافت (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان داد هنگامی که گیاه نخود با کمبود آب روبرو می‌شود میزان کلروفیل‌های a و b، کلروفیل کل، محتوای نسبی آب برگ و شاخص

منابع

1. Ahmadi, M.A., Manuchehri, K.Kh., and Torkzadeh, M. 2005. Effect of type of Brasinoestroid on accumulation of Malon Aldeid, Proline, sugar and photosynthetic pigments in Rapeseed in situation of water stress. J. Biol. of Iran 18: 295-306. (In Persian with English Summary).
2. Bansal, K.C., and Nagarajans, S. 1983. Measurement of desiccation tolerance in potato leaves. Indian Journal of Plant Physiol. 264: 418-420.
3. Barker, D.L., Sulivan, C.Y., and Moser, L.E. 1993. Water deficits effect on osmotic potential, cell wall elasticity and prolin in five grasses. J. Agron. 85: 2750-2759.
4. Bates, L.S., Walden, R.P., and Teave, I.D., 1973. Rapid determination of free praline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.
5. Blum, A. 1996. Crop response to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regulators 20: 135-148.
6. Bohnert, H.J., Nelson, D.E., and Jensen, R.G. 1995. Adaptations to environmental stresses. Plant Cell 7: 1099-1111.
7. Bruisma, J. 1963. The quantitative analysis of chlorophyll a & b in plant extract. Photochem Photobil 12: 241-249.
8. Cornic, G. 1994. Drought stress and high light effects on leaf photosynthesis. In: N.R. Baker and J.R. Bowyer (Eds.). Photoinhibition of photosynthesis: from molecular mechanisms to the field. Bios Scientific Publishers, Oxford, 297-313.
9. Ebadi, A., Heydarie Sharifabad, H., Hashemie dezfulli, A., and Tahmasebi, Z. 2000. Effect of water deficit on accumulation of accord metabolites in different varieties of alfalfa. J. Rea & Bui 48: 64-67. (In Persian).
10. El-Kheir, M.S.A., Kandil, S.A., and Mekki, B.B. 1994. Physiological response of two soybean cultivars grown under stress conditions as affected by CCC treatment. Egypt. J. Physiol. Sci. 18: 179-200.
11. El-Sayed, H. 1992. Proline metabolism during water stress in sweet pepper (*Capsicum annum* L.) plant Phyton. Horn. 32: 255-261.
12. Evan, R.D., Black, R.A., Loeshel, W.H., and Follows, R.J. 1992. Osmotic relation the drought-induced shrub *Artimisia tridentata* in response to water stress. Plant. Cell and Environ 15: 49-59.
13. Garg, N., and Singla, R. 2009. Variability in the response of chickpea cultivars to short-term salinity, in terms of water retention capacity, membrane permeability and osmo-protection. Turk J. Agric. 33: 1-7.

14. Ghasempoor, H.R., and Kianian, J. 2001. Effect of drought stress on free Proline, total protein soluble sugar and protein profile in (*Sporobolus elongates* L.). J. Sci TMU. 1: 111-119. (In Persian).
15. Ghorbanli, M., and Niakan, M. 2005. Effect of drought stress on amount of soluble sugar, protein, Proline, complexes of Phenolic and activity of nitrate reductase enzyme in Gorgan three varieties of rapeseed. J. Sci. TMU. 5: 537-551. (In Persian).
16. Ghorbanli, M., Noujavan, M., Heydari, R., and Farbodnia, T. 2001. Changes of soluble sugar, starch and proteins on tow Iranian varieties of chickpea in effect of drought stress. J. Sci. TMU. 1: 1-53. (In Persian with English Summary).
17. Hamudi, J., Heydari, R., Nojavan, M., and Zare. S. 2000. Effect of drought stress on biochemical and biological parameters in Sunflower (Rekurd variety). MSc. Thesis. Uromia University, Iran. (In Persian with English Summary).
18. Herzog, H. 1986. Source and Sink during the Productive Period of Wheat. Scientific Publishers. Berlin and Hamburg.
19. Khodambashi, M., and Khajepoor, M. 1990. Effect of types of irrigation on growth procedure of soybeen. J. Agric. Sci. 21: 39-44. (In Persian).
20. Khorshdiebenam, M.B., Rahimzadekhui, F., Mirhadi, M.J., and Noormohamadi, G. 2002. Effect of drought stress on growth stages in different varieties of potato. J. Agro. Sci. of Iran 4: 48-58. (In Persian with English Summary).
21. Kocheva, K., and Georgive, G. 2003. Evaluation of the reaction of two contrasting Barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG600. BLUG. J. Plant Physiol. 12: 290-294.
22. Kumar, A., Singh, D., and Singh, P. 1987. Genotypic variation in response of *Brassica* species to water deficit. J. Agric. Sci. Camb. 109: 615-618.
23. Kuroda, M., Qzawa, T., and Imagawa, H. 1990. Changes in chloroplast peroxidase activities in relation to chlorophyll loss in barley leaf segments. Physiologia Plantarum 80: 555-560.
24. Martines, V., Nnez, J., Orrizl, M., and Cerda, A. 1994. Changes in amino acid and organic acid composition in tomato and cucumber plants in relation to salinity and nitrogen nutrition. J. Sci. TMU. 11: 201-218.
25. Movahedie Dehnavi, M., Modarese Sanavi, S.A.M., Soroushzhadeh, A., and Jalali, M. 2004. Changes of proline, total soluble sugar, chlorophyll (spad) and chlorophyll fluorescence in varieties of autumn *Carthamus* in effect of drought stress and spray of Zn and Mn. J. Desert 9: 93-110. (In Persian with English Summary).
26. Pactu, E., Dencescu, S., and Vladu, P. 1995. Aspects of the tolerance of some soybean genotypes to water stress problem. De Genetic Teoretica Siaplicata 27: 115-124.
27. Pandey, R., and Agarwal, R.M. 1998. Water stress-induced change in praline contents and nitrate reductase activity in rice under light and dark condition. Physiology and Molecular Biology of Plants 4: 53-59.
28. Rhodes, D., and Hanson, A.D. 1993. Quaternary ammonium and quaternary sulfonium compounds in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 44: 357-384.
29. Sanches, F.J., Manzanares, M., Andres, E.F., Ternorio, J.L., Ayerbe, L., and De Andres, E.F. 1998. Turger maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and praline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crop Res. 59: 225-235.
30. Sarim, R.R., Veerabhadra Rao, K., and Srivastava. G.C. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci. 163: 1037-1046.
31. Sato, F., Yoshioka, H., Fujiwara, T., Higashio, H., Uragami, A., and Tokuda, S. 2004. Physiological response of cabbage pig seedling to water stress during low-temperature storage in darkness. J. Hort. Sci. 101: 349-357.

32. Shibario, S.I., Opadhyaya, M.K., and Toivonen, P.M.A. 1998. Influence of pre harvest water stress on post harvest moisture loss of carrots (*Daucus carota* L.). J. Hort. Sci. & Biotech. 73: 347-352.
33. Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B. Lagoa, A.M.M.A., and Silveira, J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) during water stress and recovery. Environmental & Experimental Botany 51: 45-56.
34. Saxina, M.C., and Singh, K. 1997. Planting and Regeneration of Chickpea. 245pp.
35. Yoshiba, Y.M., Kiyosue, T., Nakashima, K., Kamayushi-shino Zaki, K., and Shinizaki, K. 1997. Regulation of levels of praline as an osmolyte in plants under water stress. Plant and Cell Physi. 38: 1095-1102.
36. Zhan, J., Nguyen, H.T., and Blum, A. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. J. of Exper. Botany 50: 291-302.

Physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer as starter

Mansourifar¹, S., Shaban^{2*}, M., Ghobadi¹, M. and Sabaghpour³, S.H.

1- Contributions from College of Agriculture, Razi University of Kermanshah

2- MSc. Student of Agronomy, Razi University of Kermanshah and contribution from Young Researchers Club, Islamic Azad University, Broujerd branch, Boroujerd, Iran

3- Contribution from Agriculture and Natural Resources Research Center of Hamedan

Received: 15 August 2010

Accepted: 5 February 2011

Abstract

Drought stress is the most important factor that reduces yield in crops including chickpea and causes some changes in seed composition. This study was performed in order to evaluate the effects of drought stress and starter nitrogen fertilizer on four cultivars of chickpea. Experiment was performed in a split-factorial using randomized complete block design with three replications. Drought stress treatment stand as main plots in three levels consist of no drought stress (complete irrigation), moderate drought stress (irrigation at planting and early flowering) and severe drought stress (no irrigation). Nitrogen fertilizer in two levels (0 and 25kg N/ha) and cultivar treatment (four cultivars Azad, Bivanij, Hashem and ILC482) allocated in sub plots. The results showed that effects of drought stress treatments were significant on proline content, amount of soluble sugar, membrane stability index (MSI), relative water content (RWC), chlorophyll-a, chlorophyll-b, total chlorophyll and excised-leaf water loss (RWL). Application of nitrogen fertilizer treatment only significantly increased membrane stability index (MSI). Effect of cultivar treatment was significant on proline, soluble sugar, membrane stability index (MSI), chlorophyll-a, total chlorophyll, relative water content (RWC) and excised-leaf water loss (RWL). Results showed that with increase of drought stress level amounts of chlorophyll-a, chlorophyll-b, total chlorophyll, relative water content (RWC) and membrane stability index (MSI) decreased while proline content and soluble sugar increased by three and two-fold compared to control, respectively. This osmoprotectant accumulation probably explains increase in plant tolerance to drought stress.

Key words: Chlorophyll, Drought tolerance, Proline, Soluble sugar

* Corresponding Author: shaban.morad@yahoo.com, Mobile: 09360751153, Tel.: 0662-4453549

ارزیابی گزینش به تنش خشکی حاصل از پلی اتیلن گلیکول در محیط هیدروپونیک در دوازده ژنوتیپ نخود (*Cicer arietinum* L.)

محمد زارع مهرجردی^{۱*}، عبدالرضا باقری^۲، احمدرضا بهرامی^۳، جعفرنباتی^۴ و علی معصومی^۵

۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد

۲ و ۳- به ترتیب عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی و دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دکتری فیزیولوژی زراعی، شرکت فن آوران بذر یکتا

۵- استادیار دانشگاه پیام‌نور

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۰۷

چکیده

تنش خشکی انتهای فصل، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد نخود، به‌خصوص در ارقام دیررس به‌شمار می‌رود. این آزمایش با هدف مطالعه تحمل به تنش خشکی در ۱۲ ژنوتیپ نخود، از طریق بررسی عکس‌العمل خصوصیات ریشه و اندام‌های هوایی آن‌ها انجام شد. برای این منظور، تأثیر دو تیمار خشکی القاء شده با استفاده از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در سطوح ۳- و ۶- بار و یک تیمار شاهد بدون تنش در محیط هیدروپونیک بر روی ژنوتیپ‌های مورد نظر، در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. دوهفته پس از اعمال تیمار، مقدار نسبی آب برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، طول ریشه اصلی، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد. شاخص‌های کمی مقاومت و حساسیت به خشکی در ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد زیست‌توده محاسبه شد. نتایج نشان داد علاوه بر اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مختلف، تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار مقدار نسبی آب برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و وزن خشک اندام هوایی و ریشه و نیز افزایش طول ریشه در تیمار ۳- بار نسبت به تیمار شاهد، در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردید. با بهره‌گیری از شاخص‌های مقاومت و ترسیم نمودار بای‌پلات و میانگین تولید زیست‌توده، ژنوتیپ‌های MCC783 و MCC877 به ترتیب با ۲/۸۷ و ۱/۵۴ گرم بر بوته، بیشترین و کمترین میزان مقاومت به خشکی را دارا بودند. به‌طور کلی باوجود ارزیابی صفات مختلف تحمل به خشکی در شرایط هیدروپونیک و انتخاب بر اساس زیست‌توده، ژنوتیپ‌های گزینش شده در این شرایط، احتمالاً با ژنوتیپ‌های گزینش شده در شرایط طبیعی و عملکرد دانه مطابقت نداشته باشند.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات ریشه و اندام هوایی، شاخص‌های کمی مقاومت، مقدار نسبی آب برگ، نخود

مقدمه

عملکرد آن کاسته می‌شود (Nezami, 2001)، به‌نحوی که بر اساس آمار فائو (FAO, 2008)، ایران با وجود داشتن سومین سطح زیرکشت، در میان ۵۱ کشور تولیدکننده نخود، از نظر میزان تولید در واحد سطح در مقام چهل‌ونهم قرار گرفته است. در ارتباط با گزینش ارقام متحمل به خشکی در نخود، مطالعات مختلفی صورت گرفته و در مواردی گزینش برای ارقام زودرس با موفقیت همراه بوده است (Kumar et al., 1985; Subarao et al., 1995; Kumar & Rao, 2001). در این رابطه، گرچه ارقام زودرس از ثبات عملکرد مناسبی برخوردار هستند، اما به‌علت حساسیت به کشت زمستانه و تولید زیست‌توده کمتر به‌علت کوتاهی دوره رشد، به نسبت ارقام دیررس در سال‌هایی که میزان بارندگی مناسب باشد، عملکرد پایین‌تری

تنش‌های محیطی از جمله خشکی از مهم‌ترین عوامل کاهش تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌روند. در این میان گیاه زراعی نخود (*Cicer arietinum* L.) نیز که جایگاه ویژه‌ای در جیره غذایی مردم خاورمیانه دارد، از این قاعده مستثنی نبوده و از آنجا که این محصول در ایران توسط کشاورزان در اواخر زمستان و اوایل بهار و بیشتر به‌صورت دیم کشت می‌شود، به‌دلیل برخورد دوره زایشی گیاه با شرایط نامناسب محیطی و کاهش نزولات جوی، به‌طور چشمگیری از

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

میانگین هارمونیک (HM)، مناسب‌ترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در نخود معرفی شده‌اند. با این حال، مقاومت به خشکی یک صفت چندژنی و بسیار متأثر از محیط است، از این رو نتایج گزینش می‌تواند تحت تأثیر عوامل و متغیرهای محیطی قرار گیرد (Piepho, 2000). در گزینش ارقام، تکرارپذیری محیط تنش برای بررسی صفات کمی که با تنش خشکی در ارتباط هستند، حایز اهمیت است (Fussell *et al.*, 1991). به نظر می‌رسد که گزینش در شرایط کنترل‌شده و بررسی تأثیر هر یک از خصوصیات ارقام در میزان تحمل آن‌ها به خشکی، می‌تواند در افزایش کارایی گزینش ارقام متحمل مؤثر باشد.

مطالعه بر روی برنج (Balch *et al.*, 1996; Wang *et al.*, 2005)، بادام‌زمینی (Pandey & Pendleton, 1986)، لوبیا چشم‌بلبلی (Ogbonnaya *et al.*, 2003) و یونجه (Safarnejad, 2008) نشان داده که گزینش برای تحمل به خشکی در شرایط هیدروپونیک، می‌تواند به عنوان یک روش سریع و باارزش مطرح باشد. کشت در این شرایط علاوه بر این که امکان کنترل شدت تنش با استفاده از آسمولیتی نظیر PEG را فراهم می‌سازد، محیط یکنواختی را از نظر مواد غذایی ایجاد می‌کند.

بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی نقاط ضعف و قدرت گزینش برای تحمل به خشکی در محیط هیدروپونیک با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول، بر اساس معیار گزینشی عملکرد زیست‌توده و بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نخود مورد مطالعه، از نظر خصوصیات اندام هوایی و ریشه و تأثیر این خصوصیات بر روی مقاومت به خشکی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

بر اساس نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای Saxena *et al.* (1993)، Sedaghatkhahi (2007) و Ganjeali (2009) *et al.*، دوازده ژنوتیپ نخود متنوع از لحاظ مقاومت به خشکی، انتخاب و بذر آن‌ها از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، تهیه شد (جدول ۱). بذرهای سالم و بدون شکستگی ژنوتیپ‌ها، پس از شستشوی سطحی با آب، به مدت سه روز بر روی کاغذ صافی مرطوب‌شده با آب در پتری‌دیش‌های با قطر نه‌سانتی‌متر، به مدت یک‌هفته جوانه‌دار شدند. این گیاهچه‌ها به منظور رشد و اعمال تیمار در هفته آخر اسفندماه به محیط هیدروپونیک در گلخانه در شرایط دمایی متوسط ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. سیستم هیدروپونیک مورد استفاده، شامل لوله‌هایی از جنس

دارند. در مجموع، استفاده از این ارقام در مناطق با آب و هوای مدیترانه‌ای و از جمله برخی از مناطق کشور ما که دارای سال‌های پرباران و کم‌باران است، می‌تواند به کاهش تولید منجر شود (Kumar & Shahal, 2001). با این حال، کشت ارقام دیررس نیز مستلزم دستیابی به ارقام متحمل به خشکی است تا در سال‌های کم‌باران، در مقایسه با ارقام زودرس از عملکرد قابل‌قبولی برخوردار باشند.

راهکارهای مقاومت در برابر خشکی در گیاهان در بردارنده مسیرهای فنولوژیکی، مورفولوژیکی و مولکولی مختلف است که در مواجهه با خشکی، راهکارهای فرار، اجتناب و تحمل را برای گیاه فراهم می‌سازند (Cattivelli *et al.*, 2008). شناسایی این راهکارها و خصوصیات که باعث بهبود عملکرد در شرایط تنش می‌شود، می‌تواند در اصلاح گیاهان مقاوم‌تر، مؤثر باشد. در این ارتباط مشخص شده که برخی از خصوصیات اندام‌های هوایی و ریشه می‌تواند در بروز این فرایندها مؤثر باشد. مطالعات بر روی ارقام نخود نشان داده ارقامی که از سطح برگ کمتری برخوردار هستند، از مقاومت به خشکی بیشتری برخوردارند (Anbessa & Bejiga, 2002). علاوه بر این مشخص شده ژنوتیپ‌هایی که از ارتفاع بوته بیشتری برخوردار هستند، از عملکرد بیشتری نیز نسبت به ژنوتیپ‌های پاکوتاه برخوردار هستند (Upadhyaya *et al.*, 2002). اصلاح برای خصوصیات اندام هوایی در نخود، باعث بهبود عملکرد شده است (Gupta, 1997). در ارتباط با ریشه نیز مطالعات نشان داده که در نخود، ژنوتیپ‌هایی که طول ریشه اصلی بلندتر و تعداد ریشه جانبی بیشتری دارند، از تحمل به خشکی بیشتری برخوردارند (Kashiwagi *et al.*, 2006). به علاوه گزارش شده که صفت ریشه در نخود، تحت تأثیر ژن‌های با اثرات افزایشی است که گزینش در بین ژرم‌پلاسِم متنوع، می‌تواند شیوه خوبی برای دستیابی به ژنوتیپ‌های با سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر باشد (Kashiwagi *et al.*, 2008).

روش‌های متفاوتی برای ارزیابی میزان مقاومت به خشکی در گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است. برخی از این روش‌ها که بر اساس مدل‌های محاسباتی، به منظور مقایسه عملکرد در شرایط بدون تنش با شرایط تنش استوار هستند، از پتانسیل خوبی برای گزینش ارقام مقاوم به خشکی برخوردار بوده است (Ganjeali *et al.*, 2005; Reynolds *et al.*, 2007; Nazari & Pakniyat, 2010). بر اساس نتایج حاصل از تحقیق Ganjeali *et al.* (2005) شاخص‌های زیر شامل شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص تحمل به تنش (STI) و شاخص

شدت تنش در تیمارها مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور در زمان برداشت، نمونه‌هایی از برگ تهیه و وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. این نمونه‌ها در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و به مدت یک‌شب در آب مقطر قرار داده شدند. پس از حذف رطوبت سطحی، وزن تورژسانس آن‌ها تعیین شد. سپس نمونه‌های برگ در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت، مقدار نسبی آب برگ از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC(\%) = \frac{((\text{وزن خشک-وزن تورژسانس}) / (\text{وزن خشک-وزن تر})) \times 100}{}$$

همچنین با استفاده از روابط ریاضی زیر، شاخص‌های مختلف ارزیابی میزان تحمل به خشکی بر اساس مقدار تولید زیست‌توده (وزن خشک اندام هوایی و ریشه) و به صورت مجزا برای هر یک از تیمارهای تنش ۳- و ۶-بار نسبت به تیمار شاهد محاسبه شد.

در نهایت بر اساس معیارهای فوق، با استفاده از نمودارهای پراکنش سه‌بعدی و بای‌پلات، ژنوتیپ‌های برتر از نظر تولید ماده خشک بیشتر، شناسایی شدند و در ادامه، همبستگی بین صفات فنوتیپی اندازه‌گیری شد و مقدار نسبی آب برگ با شاخص‌های مقاومت و حساسیت به خشکی گیاه، تعیین و میزان و چگونگی روابط بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین روابط بین صفات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم نمودارها، از نرم‌افزارهای JMP، STATISTICA و Excel استفاده شد.

پلی‌ونیل‌کلراید (PVC) با قطر شش‌سانتی‌متر و طول ۱/۵ متر بود که با فاصله ۵۰ سانتی‌متری از یکدیگر به صورت افقی قرار گرفته بودند. بر روی این لوله‌ها حفره‌هایی با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر تعبیه شده بود که گیاهچه‌های تولیدشده در این حفره‌ها مستقر شدند. هر یک از لوله‌ها با سه‌لیتر محلول غذایی هوگلند (Hoagland & Arnon, 1950) پر شده بود که هر دو هفته یک‌بار تا پایان آزمایش تعویض می‌شد. چهار هفته پس از انتقال گیاهچه‌ها به محیط هیدروپونیک (در مرحله ۰ برگی)، به منظور تعیین میزان تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها، تیمار تنش خشکی بر روی آن‌ها اعمال شد. برای این منظور، تیمار تنش خشکی با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و بر اساس معادله Michel & Kaufman (1973) در دو سطح اسمزی ۳- و ۶-بار اعمال شد. جهت جلوگیری از وارد شدن تنش شدید، تنش به صورت تدریجی و با نرخ ۰/۵ بار در روز برای تیمار ۳- و یک‌بار در روز برای تیمار ۶- به مدت شش‌روز اعمال شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده، بر اساس طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت که در آن تیمارهای تنش به عنوان کرت اصلی و ژنوتیپ‌ها به عنوان کرت فرعی توزیع شدند. دو هفته پس از اعمال تیمارها (۴۷ روز پس از جوانه‌زنی بذرها) و در شرایطی که حدود نیمی از ژنوتیپ‌ها به گل رفته بودند، نمونه‌های گیاهی برداشت و ارتفاع بوته، طول ریشه اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن خشک ریشه و اندام هوایی اندازه‌گیری شد.

مقدار نسبی آب برگ (RWC) با هدف بررسی میزان

$TOL^1 = Y_p - Y_s$	۱) شاخص تحمل
$MP^2 = (Y_p + Y_s) / 2$	۲) شاخص بهره‌وری متوسط
$SSI^3 = (1 - Y_s / Y_p) / (1 - \bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$	۳) شاخص حساسیت به تنش
$GMP^4 = (Y_p \times Y_s)^{0.5}$	۴) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری
$STI^5 = (Y_p \times Y_s) / (\bar{Y}_p)^2$	۵) شاخص تحمل به تنش

در معادلات فوق، Y_s : تولید ماده خشک ژنوتیپ در شرایط تنش (۳- یا ۶-بار)، Y_p : تولید ماده خشک ژنوتیپ در شرایط بدون تنش، \bar{Y}_p : میانگین تولید ماده خشک کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش، \bar{Y}_s : میانگین تولید ماده خشک کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش (۳- یا ۶-بار) می‌باشد.

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

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش و منشأ آن‌ها

Table 1. Used chickpea genotypes and their origin

منبع Reference	وضعیت گل دهی Flowering situation	پاسخ به خشکی Response to drought	منشأ Origin	شناسه در بانک بذر Seed bank ID	ردیف No.
Sedaghatkhahi, 2007	حد واسط - MF	متحمل-T	ایکارد- ICARDA	(Flip87-84c) MCC333	1
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	زود گل - EF	متحمل-T	ایران- Iran	MCC537	2
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	زود گل - EF	متحمل-T	ایران- Iran	MCC544	3
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	زود گل - EF	حساس-S	ایران- Iran	MCC674	4
Sedaghatkhahi, 2007	حد واسط - MF	حساس-S	ایکارد- ICARDA (Sel96TH11439)	MCC753	5
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	دیر گل - LF	حساس-S	ایکارد- ICARDA (Flip97-41c)	MCC759	6
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	زود گل - EF	متحمل-T	ایکارد- ICARDA (Flip97-43c)	MCC760	7
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	حد واسط - MF	متحمل-T	ایکارد- ICARDA (Flip97-91c)	MCC770	8
Sedaghatkhahi, 2007	زود گل - EF	حساس-S	ایکارد- ICARDA (Flip97-97c)	MCC773	9
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	دیر گل - LF	حساس-S	ایکارد- ICARDA (Flip97-120c)	MCC783	10
Ganjeali <i>et al.</i> , 2009	دیر گل - LF	حساس-S	ایکارد- ICARDA (Flip97-196c)	MCC806	11
Saxena <i>et al.</i> , 1993	زود گل - EF	متحمل-T	ایکریست- ICRISAT (ICC4958)	MCC877	12

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

نتایج و بحث

به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو تیمار شاهد و ۶-بار بود (جدول‌های ۲ و ۳). همچنین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات فوق با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در میان ژنوتیپ‌ها، دو ژنوتیپ MCC537 و MCC760 با متوسط ۲۸/۴ سانتی‌متر بیشترین و ژنوتیپ MCC753 با متوسط ۱۴ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند که این اختلاف در ارتفاع، بیشتر در اثر خصوصیت‌های ژنتیکی ژنوتیپ بود (جدول ۲).

همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزایش میزان شدت تنش خشکی از میزان ارتفاع بوته، وزن اندام هوایی، وزن ریشه و ماده خشک کل ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری کاسته شدند. همچنین افزایش شدت تنش موجب کاهش تعداد شاخه‌های جانبی شد، اما این کاهش معنی‌دار نبود. از نظر نسبت ریشه به اندام هوایی بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. طول ریشه اصلی در تیمار ۳-بار

جدول ۲- اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته، طول ریشه اصلی و تعداد شاخه در بوته دوازده ژنوتیپ نخود

Table 2. Effect of drought stress on plant height, main root length and branch number in 12 chickpea genotypes

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)			طول ریشه اصلی (سانتی‌متر)			تعداد شاخه در بوته		
	Plant height (cm)			Main root length (cm)			Branch number		
	شاهد	۳-بار	۶-بار	شاهد	۳-بار	۶-بار	شاهد	۳-بار	۶-بار
MCC333	28.3	20.0	20.3	31.3abc	21.3	41.7	10.0	6.0	8.0
MCC537	32.7	28.3	24.3	26.6abc	18.3	32.0	6.7	7.0	5.7
MCC544	29.7	25.3	26.0	32.6ab	23.3	38.0	5.7	5.3	6.3
MCC674	28.7	28.7	20.3	28.0abc	20.7	38.3	7.0	6.3	5.7
MCC753	16.0	13.0	13.0	27.1abc	17.7	36.7	11.7	10.3	11.3
MCC759	28.0	26.0	22.0	28.6abc	23.0	39.7	6.0	6.3	3.3
MCC760	31.3	27.3	26.7	28.7abc	36.0	26.0	6.3	8.5	4.0
MCC770	23.0	18.0	16.7	33.5a	30.7	39.5	7.7	5.0	7.0
MCC773	22.3	20.3	18.7	28.8abc	19.3	38.7	7.3	8.7	5.7
MCC783	24.7	19.0	20.3	25.8abc	20.7	35.0	7.7	8.7	10.0
MCC806	25.0	19.7	17.0	24.6bc	31.7	21.3	7.7	6.3	5.7
MCC877	29.3	19.0	21.3	23.1c	26.3	16.7	8.3	3.0	4.3

LSD=1.8 6.4a 6.8a 7.7a LSD=10.2 24.1b 33.6a 26.9b LSD=6.820.6b22.1b 26.6a Mean میانگین

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

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

Table 3. Effect of drought stress on shoot dry weight, root dry weight and root per shoot ratio in 12 chickpea genotypes

میانگین Mean	نسبت ریشه به اندام هوایی Root per shoot ratio			میانگین	وزن خشک ریشه (گرم بر بوته) Root dry weight (g/plant)			میانگین Mean	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر بوته) Shoot dry weight (g/plant)			
	۶-بار -6bar	۳-بار -3bar	شاهد Control		۶-بار -6bar	۳-بار -3bar	شاهد Control		۶-بار -6bar	۳-بار -3bar	شاهد Control	ژنوتیپ Genotype
0.61ab	0.62	0.65	0.56	0.86abc	0.76	0.83	0.99	1.50abcd	1.44	1.27	1.79	MCC333
0.54b	0.48	0.43	0.73	1.05ab	0.64	0.84	1.67	1.86a	1.24	2.02	2.32	MCC537
0.64ab	0.58	0.78	0.57	0.66bc	0.52	0.68	0.78	1.12defg	1.03	0.86	1.47	MCC544
0.67ab	0.81	0.53	0.66	0.90abc	0.82	0.83	1.03	1.37bcdef	0.94	1.63	1.55	MCC674
0.84a	0.73	0.93	0.84	0.82abc	0.59	0.76	1.12	0.99fg	0.81	0.86	1.32	MCC753
0.87a	0.84	0.71	1.06	0.88abc	0.39	1.07	1.18	1.03efg	0.46	1.40	1.21	MCC759
0.53b	0.63	0.58	0.36	0.74bc	0.42	0.99	0.82	1.60abc	0.68	1.85	2.27	MCC760
0.83a	0.95	0.77	0.79	0.70bc	0.58	0.57	0.95	0.85g	0.65	0.69	1.20	MCC770
0.68ab	0.64	0.80	0.60	0.86abc	0.45	1.00	1.12	1.28cdef	0.72	1.25	1.87	MCC773
0.69ab	0.55	0.81	0.71	1.14a	0.84	1.17	1.41	1.73ab	1.60	1.62	1.98	MCC783
0.66ab	0.77	0.65	0.57	0.89abc	0.59	0.95	1.11	1.43bcde	0.81	1.53	1.96	MCC806
0.64ab	0.56	0.81	0.56	0.58c	0.19	0.44	1.12	0.96fg	0.35	0.61	1.91	MCC877
-	0.68	0.70	0.67	LSD=0.56	0.57	0.84	1.11	LSD=0.59	0.89c	1.30b	1.74a	میانگین Mean

مقایسه میانگین اثرات ساده بر اساس آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵. مقدار LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح ۰/۰۵.

Simple effect mean comparison base on Duncan's multiple-range test, significant difference at 5% level of probability.

Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

بیشتر از نوع ژنوتیپ بود. با وجود این که ژنوتیپ MCC877 در مطالعات به‌عنوان یک مدل برای ژنوتیپ‌های با ریشه گسترده و مقاوم به خشکی معرفی شده است (Saxena et al., 1993)، اما این ژنوتیپ تنها در شرایط شاهد، ریشه مناسبی را تولید کرده بود و در دو تیمار تنش، رشد و گسترش ریشه‌ها به‌شدت تحت تأثیر تنش قرار گرفته بود. به‌نظر می‌رسد که کاهش رشد ریشه در شرایط تنش در این ژنوتیپ، بیشتر در اثر کاهش تولید در اندام هوایی در اثر تنش بوده است.

در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های MCC753، MCC759 و MCC770 بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC760 و MCC537 کمترین نسبت ریشه به اندام هوایی را دارا بودند. مشخص شده که نسبت ریشه به اندام هوایی در ژنوتیپ‌های متحمل نخود در شرایط تنش، بیشتر از ارقام حساس است و این خصوصیت به حفظ رطوبت نسبی در برگ ارقام متحمل منجر می‌شود (Anbessa & Bejiga, 2003).

نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش از میزان مقدار نسبی آب برگ در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری کاسته شد (جدول ۴). بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر مقدار نسبی آب برگ، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، به‌طوری‌که ژنوتیپ MCC806 بیشترین میانگین مقدار نسبی آب برگ را به‌طور میانگین در تیمارهای مورد مطالعه دارا بود و کمترین مقدار نسبی آب برگ نیز در ژنوتیپ MCC544 مشاهده شد (جدول ۴).

از نظر طول ریشه اصلی نیز ژنوتیپ MCC770 با متوسط ۳۳/۵ سانتی‌متر به‌طور میانگین در تمامی تیمارها بیشترین طول ریشه و ژنوتیپ MCC877 با ۲۴/۱ سانتی‌متر کمترین طول ریشه را به خود اختصاص دادند. در این ارتباط اگرچه در اکثر ژنوتیپ‌ها، در تیمار تنش ۳-بار نسبت به شاهد، طول ریشه اصلی افزایش و در تیمار ۶-بار کاهش نشان دادند، با این حال در دو ژنوتیپ MCC760 و MCC806 افزایش معنی‌دار طول ریشه اصلی نسبت به شاهد در تیمار تنش ۶-بار مشاهده شد (جدول ۲). اگرچه در اکثر مطالعات انجام‌شده بر روی گیاهان مختلف در شرایط هیدروپونیک، تنش خشکی باعث کاهش طول ریشه شده (Wu et al., 2008)، در برنج در این شرایط در برخی از ارقام و در شدت‌های کم تنش، افزایش در طول ریشه و وزن تر ریشه گزارش شده است (Balch et al., 1996; Wang et al., 2005). به‌نظر می‌رسد که اعمال تیمار تنش در القای رشد طولی ریشه مؤثر باشد. با این حال در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، با افزایش شدت تنش، از میزان وزن خشک ریشه‌ها کاسته شد. از این نظر نیز در بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. به‌طور میانگین در تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین وزن خشک ریشه با ۱/۱۷ گرم در بوته در ژنوتیپ MCC783 و کمترین وزن خشک ریشه با ۰/۵۸ گرم در بوته در ژنوتیپ MCC877 مشاهده شد (جدول ۳). در این ارتباط، اثر تنش خشکی بر روی تنوع مشاهده شده،

جدول ۴- اثر خشکی بر مقدار نسبی آب برگ دوازده ژنوتیپ نخود

Table 4. Effect of drought stress on relative water content (RWC) in 12 chickpea genotypes

میانگین Mean	مقدار نسبی آب برگ (درصد) Relative water content (%)			ژنوتیپ Genotype
	۶-بار -6bar	۳-بار -3bar	شاهد Control	
63ab	56	59	75	MCC333
67a	49	77	75	MCC537
47d	23	51	66	MCC544
53bcd	33	59	67	MCC674
64ab	50	69	72	MCC753
50cd	32	44	75	MCC759
50cd	29	52	69	MCC760
50cd	39	38	72	MCC770
58abc	30	71	74	MCC773
63ab	42	72	76	MCC783
0.68a	60	61	84	MCC806
48cd	39	40	65	MCC877
LSD=16	40c	58b	73a	Mean میانگین

مقایسه میانگین اثرات ساده بر اساس آزمون مقایسه میانگین چنداندازه‌ای دانکن

در سطح ۰/۰۵. مقدار LSD برای مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح ۰/۰۵.

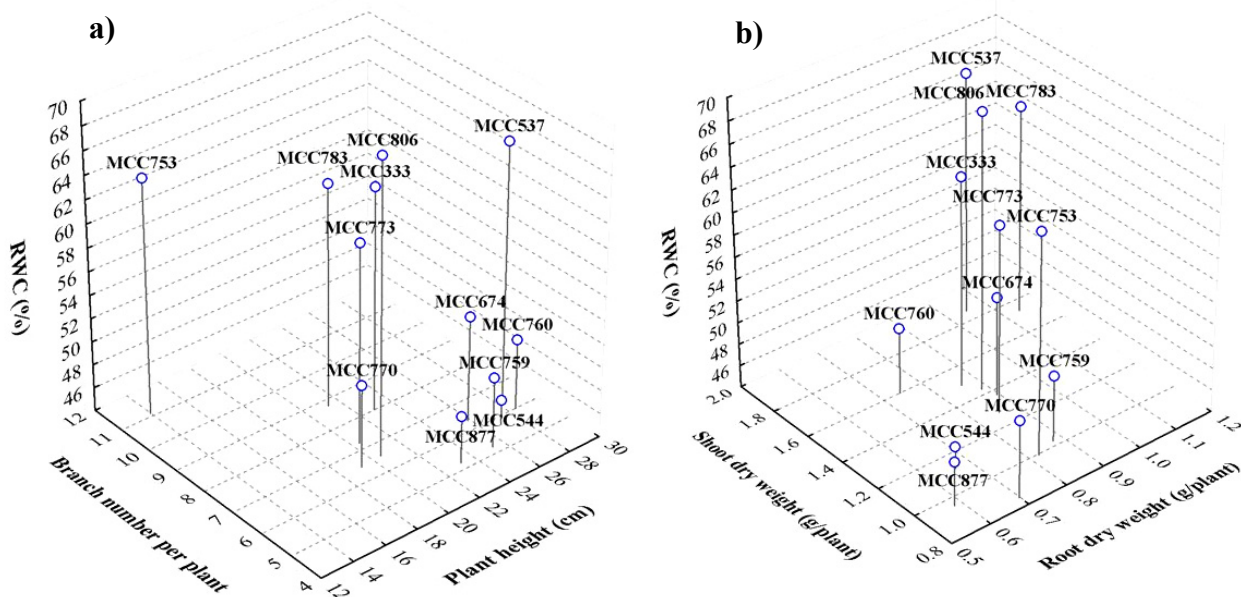
Simple effect mean comparison based on Duncan's multiple-range test, significant difference at 5% level of probability. Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

زیست‌توده در بوته، بیشتر تابع ارتفاع بوته باشد و از آنجایی که تعداد شاخه با ارتفاع بوته همبستگی منفی دارد، تعادل این دو متغیر، تعیین‌کننده میزان ماده خشک در بوته است، اما در شرایط تنش، وجود شاخه‌های فرعی بیشتر می‌تواند به‌عنوان یک مزیت نسبی برای افزایش تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌ها مد نظر باشد. بنابراین ممکن است که کاهش نسبت طول ساقه و افزایش تعداد دستجات آوندی، به‌واسطه افزایش تعداد شاخه جانبی و در نتیجه بهبود انتقال آب در ژنوتیپ‌های دارای تعداد شاخه بیشتر، دلیل این مزیت نسبی باشد. بررسی ارتباط این دو متغیر با مقدار نسبی آب برگ نشان داد که غالب ژنوتیپ‌هایی که از ارتفاع بوته بیشتر و تعداد شاخه کمتری برخوردار هستند، به‌طور میانگین از میزان نسبی آب برگ کمتری برخوردار بودند (شکل ۱). بر این اساس، بین تعداد شاخه و ارتفاع بوته، با مقدار نسبی آب برگ در مجموع تیمارهای مورد مطالعه، همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. همچنین بین تیمارهای مورد مطالعه، تعداد شاخه در تیمار ۳-بار، همبستگی مثبت و معنی‌دار با مقدار نسبی آب برگ نشان داد ولی همبستگی معنی‌داری بین ارتفاع بوته با مقدار نسبی آب برگ به صورت مجزا، در هر یک از تیمارهای مورد مطالعه مشاهده نشد (جدول‌های ۵ و ۶).

با وجود پاسخ طول ریشه اصلی به تنش در مجموع تیمارها، همبستگی معنی‌داری بین این صفت با سایر صفات اندازه‌گیری‌شده مشاهده نشد (جدول ۵). با این حال در تیمار تنش ۳-بار، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول ریشه اصلی با میزان ماده خشک ریشه مشاهده شد. به‌علاوه در تیمار تنش ۶-بار، طول ریشه اصلی با تعداد شاخه در بوته، همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (جدول ۶). در مقابل، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ماده خشک ریشه با ماده خشک اندام هوایی و ماده خشک کل در مجموع و در هر یک از تیمارهای مورد مطالعه، مشاهده شد. پیش‌تر نیز برخی محققان، وجود همبستگی بالا بین وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه را در ژنوتیپ‌های نخود گزارش کرده بودند (Krishnamurthy *et al.*, 2003; Ganjeali & Kafi, 2007).

اگر چه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک ریشه با وزن خشک اندام هوایی و مقدار نسبی آب برگ مشاهده شد (جدول ۵)، هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری بین طول ریشه یا نسبت ریشه به اندام هوایی با وزن خشک بوته و مقدار نسبی آب برگ مشاهده نشد.

بررسی همبستگی صفات مورد مطالعه با هم در مجموع و در هر یک از تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته با تولید ماده خشک وجود دارد (جدول ۵). در مقابل، همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد شاخه در بوته با ارتفاع بوته در تیمارهای مورد مطالعه مشاهده شد. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد ژنوتیپ‌هایی که دارای ارتفاع بیشتری هستند، از تعداد شاخه کمتر و ژنوتیپ‌هایی که ارتفاع کمتری دارند از تعداد شاخه بیشتری به‌ازای هر بوته برخوردارند. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر روشن می‌شود که اغلب ژنوتیپ‌های زودرس نظیر ژنوتیپ‌های MCC537، MCC544، MCC760 و MCC877 از ارتفاع بوته بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند (شکل ۱). در مطالعه بر روی خصوصیات مورفولوژیک مجموعه ژرم‌پلاسم نخود که قبلاً توسط Upadhyaya *et al.* (2002) در نخود انجام شده است نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین روز تا گل‌دهی و ارتفاع بوته گزارش شده است. اگرچه تعداد شاخه جانبی به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد در مجموع تیمارهای مورد مطالعه، همبستگی مثبت و معنی‌داری با میزان تولید ماده خشک در بوته نشان داد، اما در تیمار شاهد بین این دو متغیر، همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). از طرف دیگر در تیمارهای تنش، همبستگی مثبت و معنی‌داری از این نظر وجود داشت (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد که در شرایط شاهد، تولید



شکل ۱- (a) نمودار سه بعدی تغییرات میانگین ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و مقدار نسبی آب برگ در نخود؛ (b) نمودار سه بعدی تغییرات میانگین وزن خشک اندام هوایی بوته، وزن خشک ریشه و مقدار نسبی آب برگ در نخود
 Fig. 1. a) 3D scatter plots of plant height, branch number per plant and RWC in chickpea genotypes; b) 3D scatter plots of shoot dry weight, root dry weight and RWC in chickpea genotypes

با وجود این که در کل، همبستگی مثبت و معنی داری بین ماده خشک کل و شاخص‌های مرتبط با مقدار نسبی آب برگ مشاهده شد (جدول ۷ و شکل ۱)، در تیمار شاهد، همبستگی معنی داری از این نظر وجود نداشت. بیشترین همبستگی بین مقدار نسبی آب برگ و ماده خشک، در تیمار تنش ۳-بار مشاهده شد. در تیمار تنش ۶-بار، مقدار نسبی آب، تنها با ماده خشک اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۶). به علاوه، بررسی رابطه بین مقدار نسبی آب برگ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با شاخص‌های مقاومت در ژنوتیپ‌ها نشان داد که مقدار نسبی آب برگ در تیمارهای شاهد و تنش ۶-بار، ارتباط معنی داری با شاخص‌های مقاومت در ژنوتیپ‌ها نداشت. این در حالی است که مقدار نسبی آب برگ در تیمار تنش ۳-بار، همبستگی مثبت و معنی داری با شاخص‌های STI، MP و GMP داشت (جدول ۸). به نظر می‌رسد اعمال تیمار تنش خشکی با شدت ۳-بار، در گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از برتری بیشتری نسبت به تیمار تنش ۶-بار برخوردار است. با این وجود، Massomi *et al.* (2005) شدت تنش در محدوده ۳- تا ۶-بار را مناسب‌ترین شدت اعمال تنش برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل نخود کشت شده در گلدان با بستر

با وجود این که طول ریشه اصلی و نسبت ریشه به اندام هوایی از جمله صفات مؤثر در مکانیزم اجتناب از خشکی به شمار می‌رود، در این مطالعه، این صفات تأثیر چندانی در حفظ مقدار نسبی آب برگ نداشت که به نظر می‌رسد این خصوصیات تأثیر چندانی در گزینش ژنوتیپ‌ها در محیط هیدروپونیک نداشته است. Ganjeali *et al.* (2007) نیز عدم وجود ارتباط معنی دار بین طول ریشه در شرایط هیدروپونیک، با طول ریشه در بستر شن را در گیاهان ۳۰ روزه نخود گزارش کرده بودند. بنابراین اگرچه طول ریشه اصلی در مزرعه، یک مزیت مثبت برای دسترسی ژنوتیپ‌ها به رطوبت در اعماق بیشتر خاک به شمار می‌رود، اما در محیط هیدروپونیک، ممکن است به دلیل دسترسی یکنواخت ریشه به محلول غذایی، طول ریشه اصلی تأثیری در مقاومت گیاه به خشکی نخود نداشته باشد. به نظر می‌رسد اگرچه در محیط هیدروپونیک امکان گزینش ژنوتیپ‌ها با طول ریشه بیشتر وجود دارد، بررسی این خصوصیت در جهت مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌ها، مستلزم آزمایشات مبتنی بر خاک است. به نظر می‌رسد که وزن خشک ریشه نیز در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تابع نوع ژنوتیپ و وضعیت رشدی گیاه و میزان رشد اندام هوایی است و نوعی تعادل بین این دو متغیر وجود دارد.

داشت. Jamshidi-Moghadam *et al.* (2007) نیز وجود رابطه بین تحمل به خشکی و مقدار نسبی آب برگ را گزارش کرده بودند.

خاک معرفی کردند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که حفظ رطوبت برگ در تیمارهای خشکی، همبستگی بالایی با میزان تولید و مقاومت ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش خشکی

جدول ۵- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده نخود در مجموع (قطر بالایی) و شاهد (قطر پایینی)

Table 5. Correlation matrix of chickpea morphological properties in total (above diagonal) and control (lower diamond)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
1	0.11	-0.25**	0.33**	0.57**	0.50**	0.22*	1 ارتفاع بوته Plant height
0.19	1	-0.04	0.14	0.01	0.07	0.07	2 طول ریشه Main root length
-0.45**	0.01	1	0.38**	0.35**	0.41**	0.30**	3 تعداد شاخه Branch number
0.12	0.11	0.19	1	0.68**	0.88**	0.49**	4 ماده خشک ریشه Root dry weight
0.56**	0.07	-0.08	0.41**	1	0.94**	0.56**	5 ماده خشک اندام هوایی Shoot dry weight
0.42**	0.11	0.05	0.82**	0.86**	1	0.58**	6 ماده خشک کل Total dry mater
-0.19	-0.14	0.07	0.24	0.03	0.15	1	7 مقدار نسبی آب برگ Relative water content

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

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده نخود در ۳-بار (قطر بالایی) و ۶-بار (قطر پایینی)

Table 6. Correlation matrix of chickpea properties in -3 bar (above diagonal) and -6 bar (below diagonal)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
1	0.05	-0.25	0.21	0.54**	0.44**	0.00	1 ارتفاع بوته Plant height
0.15	1	0.12	0.28*	-0.09	0.07	0.10	2 طول ریشه Main root length
-0.43**	-0.33*	1	0.36*	0.32*	0.43**	0.30*	3 تعداد شاخه Branch number
0.13	-0.18	0.51**	1	0.50**	0.78**	0.19	4 ماده خشک ریشه Root dry weight
0.26	-0.22	0.58**	0.82**	1	0.92**	0.44**	5 ماده خشک اندام هوایی Shoot dry weight
0.22	-0.21	0.58**	0.92**	0.98**	1	0.40**	6 ماده خشک کل Total dry mater
-0.13	-0.16	0.26	0.19	0.28*	0.26	1	7 مقدار نسبی آب برگ Relative water content

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

شاخص‌های TOL و SSI مشخص شد که برخی از ژنوتیپ‌ها نظیر MCC333 و MCC783 از ثبات بیشتری از نظر میزان تولید ماده خشک در پاسخ به تنش خشکی برخوردار بودند. در مقابل در برخی دیگر نظیر MCC877 افزایش شدت تنش به کاهش معنی‌دار وزن بوته منجر شد (جدول ۷).

از نظر میزان تولید ماده خشک به ازای بوته، ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار با یکدیگر داشتند. دو ژنوتیپ MCC537 و MCC783 بیشترین و دو ژنوتیپ MCC770 و MCC877 کمترین میزان تولید ماده خشک در بوته را به خود اختصاص داده بودند. در بین تیمارهای مورد مطالعه، با بهره‌گیری از

نهاد درحالی که مؤلفه دوم که توضیح‌دهنده شاخص‌های SSI و TOL بود، ۲۵/۱ درصد از تغییرات را شامل می‌شود. بنابراین مؤلفه دوم را می‌توان به‌عنوان بُعد تحمل به تنش معرفی کرد که با این شرایط، انتخاب ژنوتیپ‌هایی که دارای مقدار PCA1 و PCA2 پایین‌تر می‌باشند، تولید بیشتری هم در شرایط تنش و هم بدون تنش نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارا هستند. در این آزمایش، ژنوتیپ‌های MCC674، MCC333، MCC783 و MCC544 دارای ویژگی یادشده بودند. بر این اساس، ژنوتیپ‌های MCC544، MCC770 و MCC753 از پتانسیل تولید پایین‌تری در شرایط تنش و شرایط غیرتنش برخوردار بودند؛ با این حال، کاهش تولید زیست‌توده در اثر تنش در این ژنوتیپ‌ها نیز پایین بود. در بین ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ MCC877 از کمترین مقدار مقاومت به خشکی برخوردار بود درحالی که میزان تولید این ژنوتیپ در شرایط بدون تنش، نسبتاً بالا بود. در مقابل، ژنوتیپ MCC537 بیشترین تولید را در بین ژنوتیپ‌ها دارا بود. سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نیز در قالب یک گروه در مرکز نمودار تجمع پیدا کرده بودند و پاسخی حد واسطه از میزان تحمل به خشکی و پتانسیل عملکرد برخوردار بودند (شکل ۲).

بررسی همبستگی بین شاخص‌های مقاومت در ژنوتیپ‌ها نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین میزان زیست‌توده با شاخص‌های MP، GMP و STI در تیمار تنش و شاهد وجود دارد. همچنین شاخص‌های TOL و SSI نیز با تولید بیومس در شرایط تنش، همبستگی معنی‌دار نشان دادند (جدول ۹). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص‌های MP، GMP و STI در هر دو تیمار ۳- و ۶-بار وجود داشت. در مقابل، شاخص‌های TOL و SSI نیز با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند (جدول ۸). در میان شاخص‌های مورد مطالعه، شاخص MP از همبستگی بیشتری با مقدار زیست‌توده در شرایط تنش و شاهد نسبت به سایر شاخص‌ها برخوردار بود (جدول ۹). نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه بای‌پلات بر اساس متغیرهای ارائه‌شده در جدول ۱۰، مؤید همبستگی مشاهده‌شده بین شاخص‌های تحمل به خشکی بود. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، مؤلفه اول، ۵۸/۰ درصد از تغییرات شاخص‌های MP، STI، GMP و عملکرد در تیمار تنش ۳- و ۶-بار و شاهد را توضیح داد (جدول ۱۰). این نتایج مطابق با گزارش‌های (Ganjeali et al., 2005; 2009) در شکل ۲، بُعد اول نمودار را می‌توان بُعد پتانسیل تولید و مقاومت به خشکی نام

جدول ۷- اثر خشکی بر مقدار تولید ماده خشک در بوته و شاخص‌های مقاومت به خشکی دوازده ژنوتیپ نخود

Table 7. Effect of drought stress on biomass and drought resistance indexes in 12 chickpea genotypes

شاخص‌های مقاومت به خشکی drought resistance indexes										ماده خشک کل (گرم بر بوته) Total dry mater (g/plant)			ژنوتیپ Genotype	
GMP (-6bar)	GMP (-3bar)	STI (-6bar)	STI (-3bar)	TOL (-6bar)	TOL (-3bar)	MP (-6bar)	MP (-3bar)	SSI (-6bar)	SSI (-3bar)	میانگین Mean	۶-بار -6bar	۳-بار -3bar		شاهد Control
2.47	2.41	0.76	0.72	0.58	0.69	2.49	2.44	0.43	0.98	2.36ab	2.20	2.09	2.78	MCC333
2.74	3.38	0.93	1.41	2.10	1.13	2.93	3.42	1.08	1.12	2.91a	1.88	2.86	3.99	MCC537
1.87	1.87	0.43	0.43	0.70	0.70	1.90	1.90	0.64	1.24	1.78bc	1.55	1.55	2.25	MCC544
2.13	2.52	0.56	0.78	0.82	0.12	2.17	2.52	0.65	0.19	2.27ab	1.76	2.46	2.58	MCC674
1.85	1.99	0.42	0.49	1.03	0.81	1.92	2.03	0.87	1.32	1.82bc	1.40	1.62	2.43	MCC753
1.42	2.43	0.25	0.73	1.55	-0.08	1.62	2.43	1.33	-0.13	1.90bc	0.85	2.47	2.39	MCC759
1.85	2.85	0.42	1.00	1.98	0.45	2.09	2.86	1.32	0.58	2.27ab	1.10	2.63	3.08	MCC760
1.63	1.65	0.33	0.34	0.92	0.89	1.69	1.71	0.88	1.64	1.55c	1.23	1.26	2.15	MCC770
1.87	2.60	0.43	0.83	1.82	0.74	2.08	2.62	1.25	0.97	2.14bc	1.17	2.26	2.99	MCC773
2.88	3.08	1.02	1.17	0.95	0.60	2.91	3.09	0.58	0.70	2.87a	2.44	2.79	3.39	MCC783
2.07	2.76	0.53	0.94	1.67	0.60	2.24	2.77	1.12	0.77	2.32ab	1.40	2.48	3.07	MCC806
1.28	1.78	0.20	0.39	2.48	1.98	1.78	2.04	1.68	2.59	1.54c	0.55	1.05	3.02	MCC877
										LSD=1.1	1.46c	2.13b	2.84a	میانگین Mean

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

Simple effect mean comparison based on Duncan's multiple-range test, significant difference at 5% level of probability.

Interaction compare with LSD, significant difference at 5% level of probability.

تعیین میزان تحمل به خشکی نشان داد که ژنوتیپ‌هایی نظیر MCC544، MCC770 و MCC877 با وجود این‌که در

بررسی نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش و مقایسه آن با نتایج سایر آزمایشات انجام‌شده بر روی این ژنوتیپ‌ها به‌منظور

تعیین ژنوتیپ حساس از مقاوم باشد. در مطالعاتی که اساس تعیین مقاومت، بر اساس تولید بذر استوار است، گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی بیشتر تحت تأثیر زودرسی و مکانیسم فرار قرار می‌گیرد. به‌عنوان نمونه، بر اساس مطالعه Ganjeali *et al.* (2009) ژنوتیپ‌های MCC544 و MCC770، تعداد روز کاشت تا گل‌دهی کوتاه‌تری نسبت به ژنوتیپ MCC753 داشتند.

مطالعات قبلی به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناسایی شده بودند (Saxena *et al.*, 1993; Ganjeali *et al.*, 2009) در این آزمایش جزو ژنوتیپ‌های حساس یا با توانایی تولید پایین، طبقه‌بندی شدند و برخی از ژنوتیپ‌های دیگر مانند ژنوتیپ MCC783 که به‌عنوان ژنوتیپ حساس به خشکی شناسایی شده بود، دارای مقاومت خوبی به تنش خشکی بودند. عمده دلیل این تفاوت در نتایج، می‌تواند معیار

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و مقدار نسبی آب برگ (RWC) در تیمارهای تنش در نخود

Table 8. Correlation matrix of drought tolerance indexes and RWC in drought treatments in chickpea

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
SSI	SSI	MP	MP	TOL	TOL	STI	STI	GMP	GMP	RWC	RWC	RWC	
(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(Control)	(-3bar)	(-6bar)	
1	0.27	-0.45	-0.17	0.95**	0.28	-0.48	-0.24	-0.54	-0.28	-0.35	-0.24	0.14	SSI (1) (-3 bar)
	1	0.03	-0.41	0.37	0.92**	-0.03	-0.58*	-0.04	-0.63*	-0.09	-0.32	-0.18	SSI (2) (-6 bar)
		1	0.81**	-0.19	0.35	0.99**	0.72**	0.99**	0.71**	0.46	0.69**	0.23	MP (3) (-3 bar)
			1	0.03	-0.04	0.83**	0.97**	0.80**	0.96**	0.38	0.78**	0.42	MP (4) (-6 bar)
				1	0.47	-0.23	-0.09	-0.29	-0.14	-0.27	-0.09	0.21	TOL (5) (-3 bar)
					1	0.28	-0.25	0.26	-0.29	0.01	-0.03	-0.03	TOL (6) (-6 bar)
						1	0.75**	0.99**	0.74**	0.48	0.70**	0.22	STI (7) (-3 bar)
							1	0.73**	0.99**	0.38	0.75**	0.40	STI (8) (-6 bar)
								1	0.73**	0.50	0.70**	0.22	GMP (9) (-3 bar)
									1	0.40	0.78**	0.40	GMP (10) (-6 bar)
										1	0.43	0.67**	RWC (11) (شاهد)
											1	0.35	RWC (12) (-3 bar)
												1	RWC (13) (-6 bar)

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

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و مقدار تولید زیست‌توده در تیمارهای تنش در نخود

Table 9. Correlation matrix of drought tolerance indexes and biomass in drought treatments in chickpea

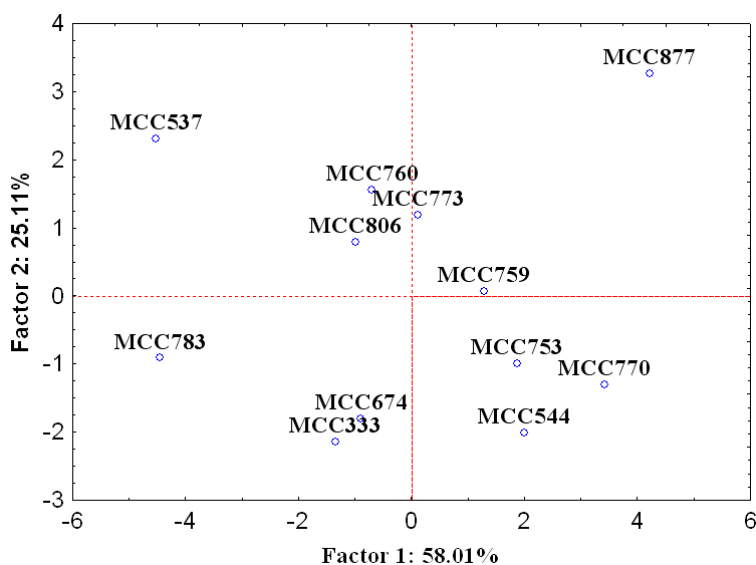
GMP	GMP	STI	STI	TOL	TOL	MP	MP	SSI	SSI	عملکرد
(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	(-6bar)	(-3bar)	Yield
0.61*	0.82**	0.65*	0.85**	0.56*	0.30	0.80**	0.87**	0.21	0.02	(شاهد) (control)
0.64*	0.94**	0.63*	0.92**	0.09	-0.57*	0.66**	0.91**	-0.13	-0.77**	(-3 bar) (بار)
0.93**	0.49	0.91**	0.49*	-0.60*	-0.24	0.81**	0.44	-0.85**	-0.29	(-6 bar) (بار)

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

جدول ۱۰- سهم هر یک از متغیرها در دو مؤلفه برتر آزمون PCA برای متغیرهای اندازه‌گیری شده در نخود

Table 10. Principal component loading for the measured trait of chickpea genotypes

GMP (-6bar)	GMP (-3bar)	STI (-6bar)	STI (-3bar)	TOL (-6bar)	TOL (-3bar)	MP (-6bar)	MP (-3bar)	SSI (-6bar)	SSI (-3bar)	Y (-6bar)	Y (-3bar)	Y (Control)	سهم از واریانس کل Proportion of total variation (%)	مؤلفه Factor
-0.92	-0.93	-0.92	-0.93	0.04	0.30	-0.93	-0.91	0.37	0.50	-0.77	-0.89	-0.74	58.01	اول PCA1
-0.22	0.28	-0.17	0.31	0.99	0.54	0.04	0.37	0.88	0.34	-0.54	0.09	0.63	25.11	دوم PCA2



شکل ۲- نمودار بای‌پلات بر مبنای دو مؤلفه اول و دوم با بیشترین توجیه واریانس داده‌ها

Fig. 2. Biplot based on two major principal component factors

که در مورد خصوصیات ریشه بحث شد، به‌علت استفاده از محیط هیدروپونیک و دسترسی یکنواخت ریشه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به آب، خصوصیات دیگری نظیر طول ریشه، در گزینش مقاومت ژنوتیپ‌ها به خشکی مؤثر نبود. به‌عنوان نمونه، دو ژنوتیپ MCC544 و MCC770 از طول ریشه بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند که این طول ریشه بیشتر می‌تواند در آزمایش‌های مبتنی بر خاک به‌عنوان یک مزیت نسبی برای افزایش تحمل به تنش خشکی در این ژنوتیپ‌ها مطرح باشد. (Saxena *et al.*, 1993) در آزمایش مبتنی بر خاک، وجود ارتباط بین عمق ریشه و مقدار نسبی آب برگ را در ارقام نخود گزارش کرده بودند. به‌علاوه در مطالعه بر روی پراکنش توسعه ریشه نخود در خاک، مشخص شد که تراکم ریشه در لایه ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری از سطح خاک،

ژنوتیپ MCC877 نیز در این آزمایش، در مدت زمانی کمتر از سه‌هفته پس از کاشت وارد مرحله گلدهی شد. زمانی که معیار گزینشی بر اساس وزن خشک گیاه انتخاب شود، سایر روش‌های مقاومت به خشکی نظیر اجتناب و تحمل، در انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم، مؤثرتر هستند. در این ارتباط مشخص شده که اگرچه در شرایط مناسب رطوبتی، همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه و میزان تولید زیست‌توده درنخود وجود دارد، در شرایط تنش خشکی چنین همبستگی مشاهده نشده است (Jamshidi-Moghadam *et al.*, 2007). دلیل دیگر برای عدم مطابقت نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات دیگر را می‌توان در روش آزمایش جستجو کرد. مشخص شده که خصوصیات ریشه تأثیر به‌سزایی در جذب آب از خاک و اجتناب گیاه از خشکی دارد (Kashiwagi *et al.*, 2006). همان‌طور

راهکارهای دیگر مقاومتی نظیر اجتناب و تحمل هستند، گزینش کرد. به‌علاوه شرایط محیطی نیز در گزینش ژنوتیپ‌ها مؤثر است. در این آزمایش، با توجه به همبستگی بیشتر شاخص‌های مقاومت با میزان تولید زیست‌توده و امکان بروز برخی از صفات مؤثر در تحمل به خشکی نظیر طول ریشه، تیمار تنش ۳-بار در گزینش ژنوتیپ‌های متحمل از برتری بیشتری نسبت به تیمار تنش ۶-بار برخوردار بود. به‌نظر می‌رسد که هرچه میزان شدت تنش کمتر باشد، شرایط برای فعال شدن راهکارهای مقاومتی، بیشتر فراهم می‌شود. به‌علاوه این نتایج نشان داد که اگرچه در شرایط هیدروپونیک، امکان بررسی خصوصیات ریشه وجود دارد، خصوصیات نظیر طول ریشه و پراکنش ریشه، تأثیرگذاری کمتری در مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها در این شرایط دارند و لزوم آزمایشات مبتنی بر خاک برای بررسی تأثیر این صفات بر روی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها وجود دارد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله لازم می‌بینم از آقایان دکتر علی گنجعلی و مهندس حسن پُرسا به‌دلیل همکاری‌های بی‌دریغ‌شان در فراهم‌آوردن ژرم‌پلاسِم و اطلاعات اولیه لازم برای این مطالعه، صمیمانه تشکر کنم.

همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش خشکی دارد (Kashiwagi *et al.*, 2006).

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که تنش خشکی در شرایط هیدروپونیک باعث کاهش ارتفاع بوته، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و تعداد شاخه جانبی شد؛ اما طول ریشه در پاسخ به تنش خشکی در بیشتر ژنوتیپ‌ها در ۳-بار نسبت به شاهد، افزایش یافت. وجود اختلاف معنی‌دار در تمامی صفات فوق در بین ژنوتیپ‌ها، مؤید وجود تنوع در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. وجود این تنوع و ارزیابی تأثیر صفات فوق در حفظ مقدار نسبی آب برگ در ژنوتیپ‌ها نشان داد که ارتفاع کمتر و تعداد شاخه بیشتر می‌تواند به‌عنوان یک مزیت نسبی برای جذب آب در گیاه مد نظر باشد. بررسی میزان مقاومت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با بهره‌گیری از شاخص‌های مقاومت و مقایسه آن با نتایج آزمایشات دیگران بر روی این ژنوتیپ‌ها نشان داد که معیار گزینش ژنوتیپ‌ها، در نتیجه گزینش برای تحمل به خشکی مؤثر است. انتخاب بر اساس عملکرد بذر، اگرچه توانایی خوبی در گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی دارد در نخود، بیشتر تحت تأثیر زودرسی ژنوتیپ‌ها قرار می‌گیرد و لزوماً به انتخاب ژنوتیپ‌ها که از سایر روش‌های مقاومت بهره می‌گیرند، منجر نمی‌شود. انتخاب بر اساس عملکرد زیست‌توده، کمتر تحت تأثیر راهکارهای فرار قرار می‌گیرد و به‌واسطه آن می‌توان ژنوتیپ‌هایی را که دارای

منابع

1. Anbessa, Y., and Bejiga, G. 2002. Evaluation of ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49: 557-564.
2. Balch, E.P.M., Gidekel, M., Nieto, M.S., Estrella L.H., and Alejo, N.O. 1996. Effects of water stress on plant growth and root proteins in three cultivars of rice (*Oryza sativa*) with different levels of drought tolerance. *Physiologia Plantarum* 96: 284-290.
3. Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A., and Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research* 105: 1-14.
4. FAOSTAT Database. 2008. <http://apps.fao.org/faostat/>
5. Fussell, L.K., Bidinger, F.R., and Bieler, P. 1991. Crop physiology and breeding for drought tolerance: research and development. *Field Crops Research* 27: 183-199.
6. Ganjeali, A., and Kafī, M. 2007. Genotypic differences for allometric relationships between root and shoot characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistanian Journal of Botany* 39: 1523-1531.
7. Ganjeali, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2009. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm for drought resistance. *Journal of Iranian Field Crop Research* 7:185-196. (In Persian with English Summary).
8. Ganjeali, A., Kafī, M., Bagheri, A., and Shahriyari, F. 2005. Screening for drought tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research*. 3: 103-122. (In Persian with English Summary).
9. Ganjeali, A., Porsa, H., and Hojjat, S. 2007. Genotypic diversity of root and shoot characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in hydroponic culture and in the greenhouse. *Journal of Iranian Field Crop Research* 5: 143-153. (In Persian with English Summary).
10. Gupta, U.S. 1997. *Crop Improvement: Vol II. Stress Tolerance*. Oxford and IBH Publishing CO. PVT. LTD.

11. Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular p. 337.
12. Jamshidi-Moghadam, M., Pakniyat, H., and Farshadfar, E. 2007. Evaluation of drought tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines using agrophysiologic characteristics. Seed and Plant Improvement 23: 325-342. (In Persian with English Summary).
13. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Crouch, J.H., and Serraj, R. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Research 95: 171-181.
14. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Gaur, P.M., Chandra, S., and Upadhyaya, H.D. 2008. Estimation of gene effects of the drought avoidance root characteristics in chickpea (*C. arietinum* L.). Field Crops Research 105: 64-69.
15. Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., and Upadhyaya, H.D. 2003. Genetic diversity of drought avoidance root traits in the mini-core germplasm collection of chickpea. International Chickpea and Pigeonpea Newsletters 10: 21-24.
16. Kumar, J., and Rao, B.V. 2001. Registration of ICCV96029, super early and double podded chickpea germplasm. Crop Science 41: 605-606.
17. Kumar, J., and Shahal, A. 2001. Genetic of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. Advances in Agronomy 72: 107-138.
18. Kumar, J., Haware, M.P., and Smithon, J.B. 1985. Registration of four shortduration Fusarium wilt-resistant Kabuli (Garbanzo) chickpea germplasm. Crop Science 25: 576-577.
19. Massomi, A., Kafi, M., Nezami, A., and Hosseini, S.H. 2005. Effects of drought stress on morphological trait in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in green house. Journal of Iranian Field Crop Research. 3: 277-289. (In Persian with English Summary).
20. Michel, B.E., and Kaufman, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylenglycol 6000. Plant Physiology 51: 914-916.
21. Nazari, L., and Pakniyat, H. 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. Journal of Applied Sciences 10: 151-156.
22. Nezami, A. 2001. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) for autumn planting in highlands. Ph.D. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
23. Ogbonnaya, C.I., Sarr, B., Brou, C., Diouf, O., Diop N.N., and Roy-Macauley, H. 2003. Selection of cowpea genotypes in hydroponics, pots, and field for drought tolerance. Crop Science 43: 1114-1120.
24. Pandey, R.K., and Pendleton, J.W. 1986. Genotypic variation in root and shoot growth of peanut in hydroponics. Philipp. J. Crop Sci. 11: 189-193.
25. Piepho, H.P. 2000. A mixture-model approach to mapping quantitative traitloci in barley on the basis of multiple environment data. Genetics 156: 2043-2050.
26. Reynolds, M.P., Pierre, C.S., Saad, A.S.I., Vargas, M., and Condon, A.G. 2007. Evaluating potential genetic grains in wheat associated with stress-adaptive trait expression in elite genetic resources under drought and heat stress. Crop Science 47: 172-189.
27. Safarnejad, A. 2008. Morphological and biochemical response to osmotic stress in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Pakestianian Journal of Botany 40: 735-746.
28. Saxena, N.P., Krishnamurthy, L., and Johansen, C. 1993. Registration of a drought resistant chickpea germplasm. Crop Science 33: 1424.
29. Sedaghatkhahi H. 2007. Evaluation of Entezary sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under rainfed conditions of Mashhad. Msc. Thesis. Ferdwosi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
30. Subarao, G.V., Johanson, C., Slinkard, A.E., Nageswara Rao, R.C., Saxena, N.P., and Chauhan, Y.S. 1995. Strategies for improving drought resistance in grain legumes. Critical Reviews in Plant Sciences 14: 469-523.
31. Upadhyaya, H.D., Ortiz, R., Bramel P.J., and Singh, S. 2002. Phenotypic diversity for morphological and agronomic characteristics in chickpea core collection. Euphytica 123: 333-342.
32. Wang, H., Inukai, Y., Kamoshita, A., Wade, L., Siopongco, J., Nguyen, H., and Yamauchi, A. 2005. QTL analysis on plasticity in lateral root development in response to water stress in the rice plant In: K.L. Heong (Ed.). Rice is life: scientific perspectives for the 21st century. International Rice Research Institute p. 463-465.
33. Wu, F.Z., Bao, W.K., Li, F.L., and Wu, N. 2008. Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of *Sophora davidii* seedlings. Environmental and Experimental Botany 63: 248-255.

Evaluation of selection to drought by PEG in hydroponic condition of twelve chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes

Zare Mehrjerdi^{1*}, M., Bagheri², A., Bahrami³, A., Nabati⁴, J. & Massomi⁵, A.

1- Assistant Professor of Faculty of Agriculture of Shirvan, Ferdowsi University of Mashhad

2- Contribution from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3- Contribution from Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad

4- Ph.D. of physiology, Fanavaran Bazr Yekta Corporation

5- Assistant Professor of Payame Noor University

Received: 31 July 2010

Accepted: 27 April 2011

Abstract

Late-season drought is the major constraint reducing the productivity of chickpea. This experiment was carried out to study response of root and shoot characteristics in 12 chickpea genotypes to drought stress. Two-drought stress levels (-3 and -6 Bar) induced by PEG 6000 and control in hydroponic condition at green house was performed. Leaf relative water content (RWC), plant height, number of branches, root length, shoot and root biomass measured two weeks after drought imposition. In addition, drought susceptibility and resistance indices based on biomass calculated and correlation matrix was obtained among the traits studied. Result showed that leaf relative water content (RWC), plant height, branch number and shoot and root biomass significantly reduced by water stress and root length increased in -3 bar compare with control condition. Biplot analysis on drought resistance indices showed that MCC783 and MCC877 genotypes with 2.87 and 1.54 g/plant had the highest and lowest dry matter production, respectively. It seems that selection for drought tolerance of chickpea genotypes in hydroponic condition is not applicable to soil condition.

Key words: Chickpea, Drought resistance indices, Root and shoot property, RWC

* Corresponding Author: mzareml381@yahoo.com, Mobile: 09359926720

ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های نخود به سطوح کم آبیاری در مراحل مختلف رشد با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش

علیرضا عیوضی^{۱*}، حسن تقی‌خانی^۲، شهرام شیرعلیزاده^۳، محمد رضایی^۱ و سیدحیدر موسوی انزابی^۴

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

۲- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

۳- کارشناس پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۶/۲۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد ژنوتیپ‌های نخود، تعیین بهترین شاخص تحمل به تنش خشکی و ژنوتیپ متحمل، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو ارومیه اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که فاکتور اصلی، سطوح آبیاری شامل تنش خشکی با قطع آبیاری در مراحل ۵-۶ برگی، گل‌دهی و غلاف‌بندی و آبیاری معمول و هفت ژنوتیپ نخود به‌عنوان فاکتور فرعی شامل قزوین، بیونج، FLIP97-111C، FLIP98-134C، FLIP98-143C، FLIP99-1C و ILC3279 در نظر گرفته شد. تنش خشکی اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف دانه‌دار، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه تک‌بوته، عملکرد دانه و ماده خشک کل داشت. بین ژنوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد بررسی، اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد. شاخص‌های HAR، GMP، MP و STI نشان دادند که نخود در مرحله ۵-۶ برگی حداکثر تحمل را به خشکی داشت و لاین‌های FLIP99-1C و FLIP98-143C متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی بودند. همبستگی بین شاخص‌ها با عملکرد دانه نشان داد که MP، GMP، HAR و STI، مناسب‌ترین شاخص برای غربال ژنوتیپ‌ها می‌باشند. بر اساس دو مؤلفه اصلی اول، رقم قزوین تحت تنش خشکی در مرحله ۵-۶ برگی، در ناحیه مطلوب بای‌پلات قرار گرفت. صفت تعداد دانه در غلاف، به‌عنوان مهم‌ترین جزء در تعیین عملکرد دانه، تحت تنش خشکی در مرحله ۵-۶ برگی بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، ژنوتیپ‌های نخود، شاخص‌های تحمل به تنش خشکی

مقدمه

خشکی گزارش شده است که از آن، در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی بهره‌برداری می‌شود (Krishnamurthy *et al.*, 2010). اعمال تنش خشکی، علاوه بر این که صفات کمی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بر صفات کیفی نیز اثرگذار است به‌طوری‌که تحت تنش خشکی، میزان پروتئین دانه در لوبیا افزایش یافته و متعاقب آن، دانه دیرپز می‌شود (Mohammadi *et al.*, 2011). بیشترین حساسیت به تنش خشکی در نخود رقم جم، تحت شرایط گلخانه‌ای مرحله گل‌دهی می‌باشد. تنش خشکی در این مرحله، باعث کاهش تعداد دانه در بوته، وزن خشک تجمعی، سرعت رشد نسبی و سرعت فتوسنتز خالص می‌شود (Amiri Deh Ahmadi *et al.*, 2011). ژنوتیپ‌های نخود به اقتضای الگوی رشدی خود در مراحل مختلف فنولوژیکی، واکنش‌های متفاوتی را به تنش خشکی نشان

در حدود ۴۰ درصد از اراضی کره زمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند که استان آذربایجان غربی نیز دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد. عکس‌العمل گیاهان و حتی ارقام مختلف یک گونه به تنش خشکی، متفاوت است (Koocheki, 1997; Singh *et al.*, 1995). حبوبات، دومین منبع مهم غذای بشر به‌شمار می‌روند و نخود به‌عنوان منبع مهم پروتئین در تغذیه بشر اهمیت خاصی دارد (Miller *et al.*, 2002). تنوع ژنتیکی گسترده‌ای در نخود، برای صفات روزهای لازم تا ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی، ماده خشک کل و عملکرد دانه تحت تنش

* نویسنده مسئول: ارومیه، کیلومتر ۳ جاده سلماس، مرکز تحقیقات کشاورزی و

منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، بخش تحقیقات نهال و بذر، صندوق پستی: ۳۶۵

تلفن: ۰۰۹۱۴۱۴۵۱۵۷۰، alirezaeivazi@yahoo.com

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو، واقع در ۲۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان ارومیه اجرا شد. نوع اقلیم منطقه، نیمه خشک با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. میزان بارندگی منطقه بر اساس میانگین دراز مدت ۱۰ ساله، ۲۳۶/۷ میلی‌متر است. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اصلی سطوح آبیاری، شامل تنش خشکی در مراحل ۶-۵ برگی، گل‌دهی، غلاف‌بندی و آبیاری معمول و فاکتور فرعی، هفت ژنوتیپ نخود به اسامی قزوین، بیونچ، FLIP99-1C، FLIP98-143C، FLIP98-134C، FLIP97-111C و ILC3279 بود. هر کرت اصلی شامل هفت کرت فرعی به طول دو و نیم متر و عرض یک متر که شامل چهار ردیف با فاصله بیست و پنج سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف ده سانتی‌متر بود، هم‌چنین فاصله‌ی بین کرت‌های اصلی برای جلوگیری از نشت رطوبت، دو متر در نظر گرفته شد. کاشت در نیمه اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ به صورت دستی و در عمق پنج سانتی‌متر انجام شد. تنش خشکی در کرت‌ها، با توجه به مراحل فنولوژیک و رشد گیاه اعمال شد. بعد از رسیدگی کامل دانه‌ها و خشک شدن غلاف‌ها، بوته‌های نخود از قسمت طوقه برداشت شدند. از هر کرت آزمایشی، تعداد هفت بوته به طور تصادفی برداشت گردید و تعداد غلاف دانه‌دار، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه‌ی تک بوته برای هر تکرار و تیمار محاسبه و میانگین آنها ثبت شد. از هر کرت ۱۰۰ گرم دانه توزین و در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، درصد پروتئین دانه اندازه‌گیری شد (Bremner & Mulvaney, 1982). شاخص‌های تحمل به تنش خشکی به شرح زیر محاسبه گردیدند (Emamjome, 2000):

۱- شاخص تحمل به تنش (STI):

$$STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2}$$

۲- شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP):

$$GMP = \sqrt{(Y_p)(Y_s)}$$

۳- شاخص تحمل (TOL):

$$TOL = Y_p - Y_s$$

می‌دهند و گزینش برای یک صفت در مرحله‌ای از فنولوژی گیاه بایستی انجام شود که صفت مذکور در آن مرحله دارای بیشترین اثرگذاری باشد (Ganjeali & Bagheri, 2011). Kumar *et al.* (2004) گزارش کردند که تعداد غلاف در ژنوتیپ‌های کابلی، تحت شرایط آبیاری در مقایسه با دیم، ۲۶-۲۱ درصد افزایش یافت. (Soltani *et al.* (2001) نشان دادند که خشکی انتهایی دوره رشد، عملکرد دانه را در نخود به میزان ۶۷ درصد کاهش داد. در تحقیق دیگری مشخص شد که در بین مراحل فنولوژیک نخود، مرحله تشکیل و پرشدن دانه، حساس‌ترین مرحله به کمبود آب است (Mohammadi *et al.*, 2007). Blum (1988) اظهار داشت که انتخاب برای تحمل به تنش خشکی، بایستی با انتخاب برای پتانسیل عملکرد بالا تحت شرایط آبیاری معمول همراه باشد. تعداد برگ و شاخه‌های ثانویه در نخود نسبت به سرعت رشد برگ، در تنش خشکی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند و هر دوی این صفات با عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته در ارتباط هستند (Basu *et al.*, 2004). تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و غلاف‌بندی نخود، عملکرد دانه و اجزای آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد در حالی که تنش، در مرحله رویشی موجب کاهش ارتفاع گیاه، شاخه‌دهی، وزن خشک و اندازه ریشه می‌شود (Million *et al.*, 2005). وقوع خشکی در انتهای دوره رشد نخود، علاوه بر عدم تکامل غلاف و گل، بر مادگی بیشتر از دانه‌گرده تأثیرگذار است (Fang *et al.*, 2010). شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی و تعیین تحمل آنها ارائه شده است. Fischer & Rosielle (1978) شاخص SSI^۱ را پیشنهاد کردند. Hamblin & (1981) شاخص TOL^۲ و MP^۳ را معرفی نمودند. Fernandez (1992) و Kristin *et al.* (1997). شاخص GMP^۴ را پیشنهاد نمودند. شاخص HAR^۵ شاخص دیگری برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی می‌باشد (Farshadfar *et al.*, 2002). ایشان در ارزیابی ۲۱ لاین نخود، جهت شناسایی مقاومت به خشکی دریافتند که HAR، STI^۶، GMP و MP، مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال لاین‌ها می‌باشند. هدف از این تحقیق، تعیین بهترین شاخص برای تحمل به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه نخود، شناسایی حساس‌ترین مرحله رشدی و متحمل‌ترین ژنوتیپ نخود به تنش خشکی بود.

1. Stress Susceptible Index (SSI)
2. Tolerance Index (TOL)
3. Mean Productivity (MP)
4. Geometric Mean Productivity (GMP)
5. Harmonic Index (HAR)
6. Stress Tolerance Index (STI)

۴- شاخص بهره وری متوسط (MP):

$$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2}$$

۵- شاخص حساسیت به تنش (SSI):

$$SSI = \frac{1 - \left[\frac{Y_s}{Y_p} \right]}{SI}$$

$$SI = 1 - \left[\frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right]$$

۶- میانگین هارمونیک (HAR):

$$HAR = \frac{2(Y_p \cdot Y_s)}{Y_p + Y_s}$$

Y_p و Y_s به ترتیب عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی می‌باشد. محاسبات آماری، شامل تجزیه

واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌ها، همبستگی صفات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین سطوح آبیاری برای صفات تعداد غلاف دانه‌دار، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه تک بوته، عملکرد دانه، ماده خشک کل و بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات، اختلاف آماری معنی‌داری حداقل در سطح احتمال پنج‌درصد وجود داشت. اثر متقابل سطوح آبیاری و ژنوتیپ نیز به غیر از صفات ماده خشک کل و درصد پروتئین دانه، برای سایر صفات اندازه‌گیری شده، معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات منابع تغییر برای صفات ارقام نخود تحت شرایط مزرعه‌ای

Table 1. Mean squares sources of variance for traits of chickpea genotypes under field conditions

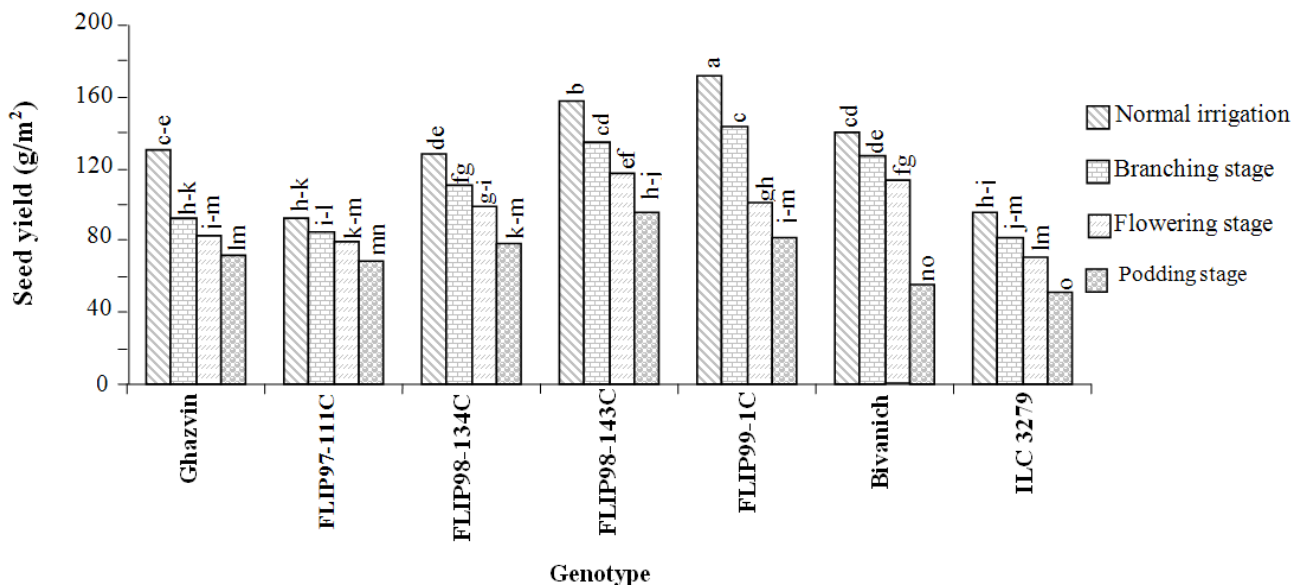
میانگین مربعات (Mean squares)							
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	ماده خشک کل Total dry matter	تعداد غلاف دانه‌دار Number of seeded pod	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	وزن دانه تک بوته Seed weight per plant	پروتئین دانه Seed protein
تکرار Replication	3	405.24	5949.03	6.60	0.24	1.15	5.06
آبیاری (I) Irrigation (I)	3	17594.03**	153982.31**	695.00**	6.13**	68.44**	11.82 ^{ns}
خطای الف Ea	9	36.93	4825.93	6.20	0.10	0.51	4.65
ژنوتیپ (G) Genotype (G)	6	6457.49**	20656.59**	61.68**	4.54**	4.33**	0.18*
آبیاری × ژنوتیپ I×G	18	595.91**	2537.63 ^{ns}	40.79**	1.00**	2.29**	0.12 ^{ns}
خطای ب Eb	72	87.87	2793.32	9.70	0.17	0.63	0.07
ضریب تغییرات (درصد) C. V (%)		9.19	21.95	20.71	23.76	18.84	1.22

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

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

رشد، در کاهش عملکرد دانه نخود، در شرایط دیم در بررسی Soltani *et al.* (2001) نیز گزارش شده است. لاین FLIP98-143C، بیشترین و ILC3279، کمترین عملکرد دانه در واحد سطح را داشتند. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ نشان داد که در آبیاری معمول، لاین FLIP99-1C بیشترین عملکرد دانه و در تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی، لاین ILC3279 کمترین مقدار را داشت (شکل ۱). در آبیاری معمول، گیاه از طول دوره زایشی طولانی‌تری برخوردار می‌باشد و تولید گل و غلاف در مدت زمان بیشتری صورت می‌گیرد. در شرایط کمبود آب، ریزش گل، افزایش و تعداد غلاف در هر بوته کاهش یافت. تأثیر کمبود آب، بر کاهش تعداد غلاف در بوته نخود توسط Ghasemi *et al.* (1998) و Singh & Saxena (1991) نیز گزارش شده است.

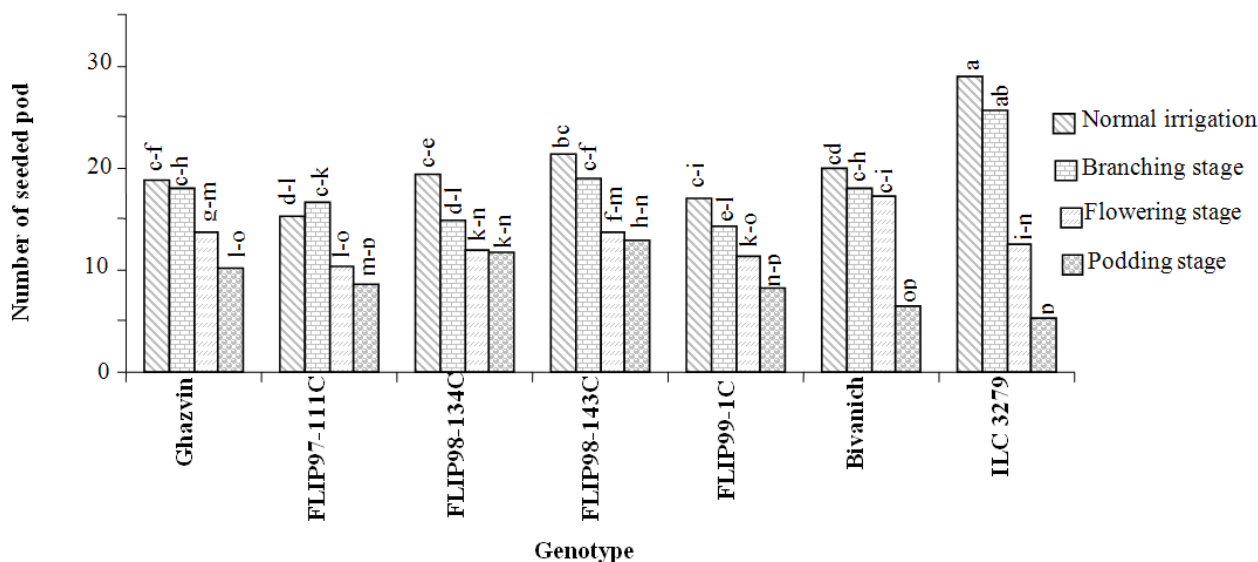
مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که گیاهان در شرایط تنش خشکی، طی مرحله غلاف‌بندی، دارای کمترین وزن ماده خشک، عملکرد دانه، تعداد غلاف دانه‌دار، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه تک بوته شدند، در حالی که بیشترین مقدار، برای آبیاری معمول به دست آمد. نتایج مذکور توسط Ghasemi *et al.* (1998)، Misra (1991) و Colom & Vazzana (2002) گزارش شد. رقم بیونچ، بیشترین ماده خشک را داشت. بالابودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمول، در پی دوره طولانی پُرشدن دانه و تعداد بیشتر غلاف در بوته ناشی شد. Silim & Saxena (1993) اظهار داشتند که بالابودن درصد پوشش سبز، به ویژه در دوره بحرانی پُرشدن دانه، تبخیر آب از سطح خاک را کاهش داده و به بهبود وضعیت رطوبتی خاک و افزایش میزان آب در دسترس گیاه منجر می‌شود. نقش تنش خشکی انتهای فصل



شکل ۱- اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح آبیاری برای صفت عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های نخود
 Fig 1. Interactions of genotype by irrigation levels for seed yield in chickpea genotypes

بیشترین تعداد غلاف دانه‌دار و تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی بر روی همان لاین، موجب کمترین تعداد غلاف دانه‌دار شد (شکل ۲).

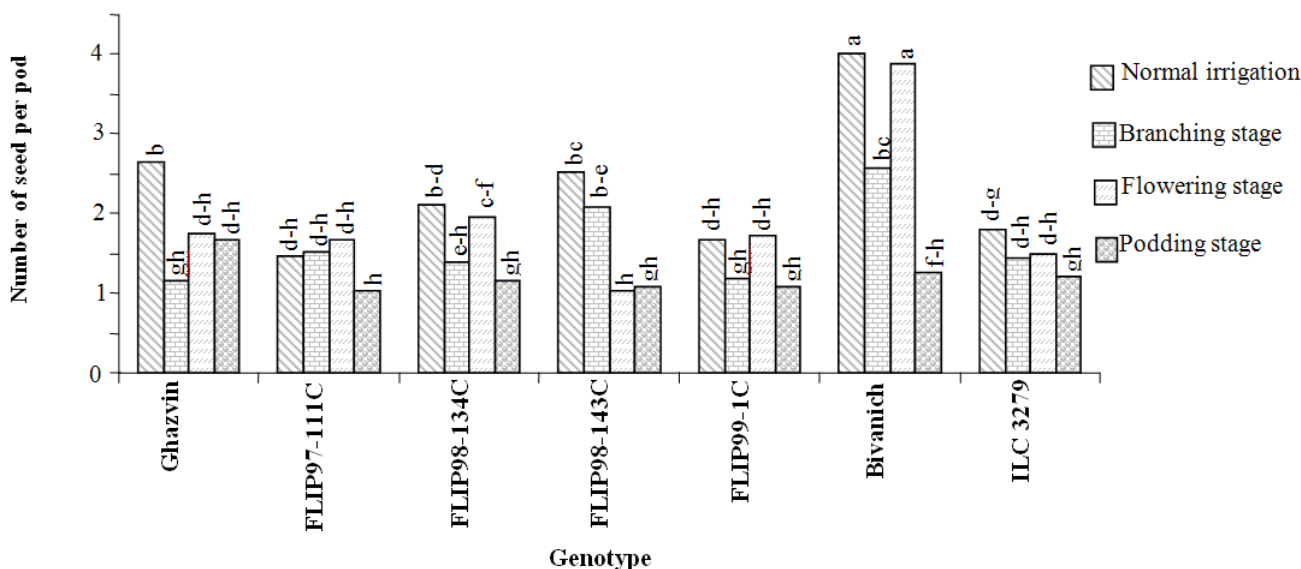
تعداد غلاف دانه‌دار در لاین ILC3279، به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود و از سوی دیگر، کمترین تعداد در لاین FLIP97-111C حاصل شد. اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ نشان داد که در آبیاری معمول، لاین ILC3279



شکل ۲- اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح آبیاری برای صفت تعداد غلاف دانه‌دار در ژنوتیپ‌های نخود
 Fig 2. Interactions of genotype by irrigation levels for number of seeded pod in chickpea genotypes

می‌باشد. رقم بیونچ دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف و لاین FLIP97-111C دارای کمترین تعداد دانه در غلاف بود. اثر متقابل آبیاری معمول با رقم بیونچ، دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف و اثر تنش خشکی طی مرحله‌ی غلاف‌بندی در لاین FLIP97-111C، دارای کمترین تعداد دانه بود (شکل ۳).

وجود رطوبت کافی در مرحله پُرشدن دانه، باعث ادامه رشد آنها و افزایش دودانه‌ای شدن غلاف‌ها شد. کاهش تعداد دانه در غلاف، در سطوح تنش آبی نسبت به شاهد با نتایج Chaiechi *et al.* (2004) و Leport *et al.* (1999) مبنی بر کاهش تعداد دانه در غلاف در شرایط تنش خشکی، مشابه



شکل ۳- اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح آبیاری برای صفت تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ‌های نخود

Fig 3. Interactions of genotype by irrigation levels for number of seed per pod in chickpea genotypes

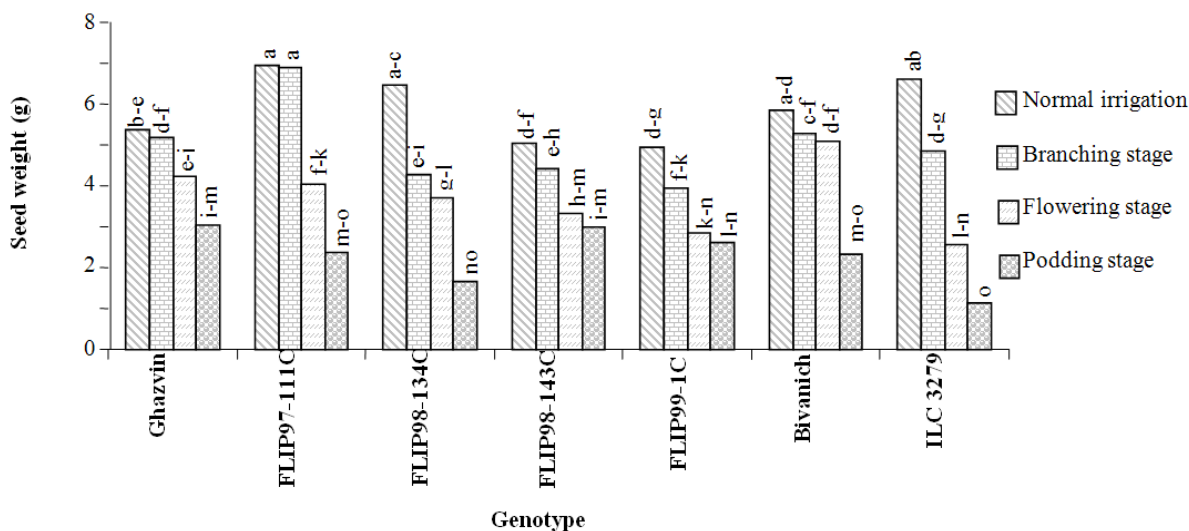
یک صفت کیفی مطرح بوده و توسط تعداد کمی ژن کنترل شده و تأثیر شرایط محیطی بر روی آن، کم‌تر است (Beihaghi *et al.*, 2010).

قطع آبیاری در مرحله ۶-۵ برگی رشد نخود، دارای بیشترین مقدار شاخص‌های STI، MP، GMP و HAR و در مرحله غلاف‌بندی، دارای کمترین مقدار شاخص‌های مذکور شد که بیانگر متحمل به خشکی بودن مرحله ۶-۵ برگی نسبت به دیگر مراحل رشدی می‌باشد. در ارزیابی شاخص TOL برای مراحل مختلف تنش خشکی، مرحله غلاف‌بندی دارای بیشترین مقدار و به‌عنوان حساس‌ترین مرحله رشدی و مرحله ۶-۵ برگی، دارای کمترین مقدار گردید و به‌عنوان مقاوم‌ترین مرحله رشدی شناخته شد. در میان ژنوتیپ‌ها نیز FLIP99-1C با بیشترین مقدار شاخص‌های STI، MP، GMP و HAR، مقاوم‌ترین و لاین ILC3279 دارای کمترین مقدار و به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ تعیین گردید. لاین FLIP99-1C دارای بیشترین مقدار شاخص TOL و حساس به تنش خشکی و FLIP97-111C دارای کمترین مقدار و متحمل شناخته شد. در بین ژنوتیپ‌ها، رقم قزوین دارای

تنش خشکی در مرحله گل‌دهی، باعث کمتر شدن تعداد گل و در نتیجه وزن کمتر دانه در مقایسه با دیگر تیمارها شد. تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی نیز باعث کوچک و چروکیده شدن دانه‌ها و کمتر شدن وزن آنها شد. این نتایج در آزمایش Chaiechi *et al.* (2004) نیز گزارش شد. بیشترین وزن دانه تک‌بوته مربوط به لاین FLIP97-111C و کمترین وزن دانه تک‌بوته در لاین ILC3279 مشاهده گردید. همچنین اثر متقابل فاکتورها نشان داد که در آبیاری معمول، لاین FLIP97-111C بیشترین وزن دانه تک‌بوته و در تنش خشکی در مرحله غلاف‌بندی، لاین ILC3279 کمترین مقدار را داشت (شکل ۴). اثر تنش خشکی بر درصد پروتئین دانه و اثر متقابل آن با ژنوتیپ، اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۱)؛ در صورتی‌که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین درصد پروتئین دانه، در رقم قزوین و کمترین مقدار در لاین FLIP98-134C بود. شاید دلیل عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار برای درصد پروتئین دانه در تیمارهای مختلف آبیاری، کوتاه‌بودن دوره رشد و نمو گیاه نخود باشد. به‌نظر می‌رسد میزان پروتئین بر خلاف عملکرد دانه، به‌عنوان

شد (جدول ۲). در بررسی Farshadfar *et al.* (2002) روی لاین‌های نخود، شاخص‌های MP، GMP، HAR و STI به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها در نظر گرفته شدند.

بیشترین مقدار شاخص SSI بود و به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ به خشکی معرفی شد و FLIP97-111C نیز دارای کمترین مقدار این شاخص بود و به‌عنوان لاین متحمل، معرفی



شکل ۴- اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح آبیاری برای صفت وزن دانه در ژنوتیپ‌های نخود

Fig 4. Interactions of genotype by irrigation levels for seed weight in chickpea genotypes

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد ژنوتیپ‌های نخود

Table 2. Values of drought tolerance indices at different growth stages in chickpea genotypes

تنش Stress	ژنوتیپ Genotype	STI	MP	GMP	SSI	TOL	HAR
مرحله ۵-۶ برگی Branching stage	Ghazvin	0.70	111.3	109.6	1.81	37.7	107.9
	FLIP97-111C	0.45	88.5	88.3	0.54	7.5	88.2
	FLIP98-134C	0.83	119.6	119.2	0.88	17.7	118.9
	FLIP98-143C	1.24	146.3	145.8	0.94	23.2	145.2
	FLIP99-1C	1.43	157.7	157.1	1.01	27.5	156.4
	Bivanich	1.05	134.0	133.8	0.64	13.5	133.6
	ILC3279	0.45	88.3	88.0	0.99	14.7	87.7
مرحله گلدهی Flowering stage	Ghazvin	0.62	106.6	103.8	1.45	47.2	101.2
	FLIP97-111C	0.42	85.6	85.2	0.53	13.2	84.8
	FLIP98-134C	0.74	113.7	112.7	0.81	29.5	117.7
	FLIP98-143C	1.08	137.7	136.1	0.92	40.5	134.6
	FLIP99-1C	1.00	136.2	131.3	1.46	70.5	126.6
	Bivanich	0.93	126.8	126.0	0.71	27.7	125.3
	ILC3279	0.39	83.1	82.1	0.95	25.2	81.1
مرحله غلاف‌بندی Podding stage	Ghazvin	0.53	100.7	96.1	1.14	59.0	91.8
	FLIP97-111C	0.36	80.1	79.0	0.58	24.2	78.0
	FLIP98-134C	0.58	103.2	100.0	0.84	50.5	96.7
	FLIP98-143C	0.88	127.0	122.9	0.84	62.0	119.0
	FLIP99-1C	0.81	126.7	118.3	1.12	89.5	110.4
	Bivanich	0.45	98.2	88.3	1.32	85.0	79.4
	ILC3279	0.28	73.5	70.0	1.11	44.5	66.7

با عملکرد در شرایط آبیاری معمول (Y_P)، دارای تنش (Y_S) و شاخص‌های STI، MP، GMP، HAR و TOL داشت و در مقابل، همبستگی مثبت و پایینی با شاخص‌های SSI و TOL داشت. بنابراین مؤلفه اول، به‌عنوان مؤلفه متحمل به تنش خشکی نام‌گذاری شد. این مؤلفه، ارقام با پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی را از لاین‌های با عملکرد پایین و حساس، جدا نمود. مؤلفه اصلی دوم، ۲۴/۱۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان کرد و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش و شاخص‌های MP، GMP، HAR و STI داشت. از سوی دیگر، این مؤلفه با شاخص‌های SSI و TOL، همبستگی مثبت و بالایی داشت. بنابراین این مؤلفه را می‌توان مؤلفه حساسیت به تنش خشکی نام‌گذاری کرد.

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی شاخص‌ها با عملکرد دانه نشان داد که بین شاخص‌های MP، GMP، HAR و STI با عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی، در هر سه مرحله رشدی، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بنابراین می‌توان این شاخص‌ها را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها در انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی نخود که در شرایط آبیاری معمول و تنش، عملکرد بالایی دارند، در نظر گرفت (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی هشت شاخص و هفت ژنوتیپ نشان داد که در تنش ۵-۶ برگی، ۹۹/۸۷ درصد از تغییرات مورد نظر بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اصلی اول صورت گرفت (جدول ۴). اولین مؤلفه، ۷۶/۵۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد و همبستگی مثبت و بالایی

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه تحت شرایط معمول و تنش خشکی در مراحل ۵-۶ برگی، گلدهی و غلاف‌بندی

Table 3. Correlation coefficient between drought tolerance indices and seed yield in normal and drought stress at branching, flowering and podding stages conditions

تنش Stress	شاخص تحمل به تنش خشکی Drought tolerance index	STI	MP	GMP	SSI	TOL	HAR	Y_P	Y_S
مرحله ۵-۶ برگی Branching stage	MP	0.99**							
	GMP	0.99**	0.99**						
	SSI	-0.02 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.003 ^{ns}					
	TOL	0.38 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.91**				
	HAR	0.99**	0.99**	0.99**	-0.01 ^{ns}	0.38 ^{ns}			
	Y_P	0.97**	0.98**	0.98**	0.17 ^{ns}	0.55 ^{ns}	0.98**		
	Y_S	0.98**	0.98**	0.98**	-0.15 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.99**	0.94**	
مرحله گلدهی Flowering stage	MP	0.99**							
	GMP	0.99**	0.99**						
	SSI	0.25 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.28 ^{ns}					
	TOL	0.60 ^{ns}	0.66 ^{ns}	0.61 ^{ns}	0.89**				
	HAR	0.99**	0.99**	0.99**	0.22 ^{ns}	0.56 ^{ns}			
	Y_P	0.94**	0.97**	0.95**	0.53 ^{ns}	0.82*	0.93**		
	Y_S	0.94**	0.92**	0.94**	-0.04 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.96**	0.80*	
مرحله غلاف‌بندی Podding stage	MP	0.98**							
	GMP	0.99**	0.99**						
	SSI	0.05 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.07 ^{ns}					
	TOL	0.54 ^{ns}	0.67 ^{ns}	0.56 ^{ns}	0.81*				
	HAR	0.99**	0.96**	0.99**	-0.04 ^{ns}	0.44 ^{ns}			
	Y_P	0.89**	0.95**	0.90*	0.45 ^{ns}	0.85*	0.84*		
	Y_S	0.91**	0.83*	0.90**	-0.33 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.95**	0.64 ^{ns}	

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

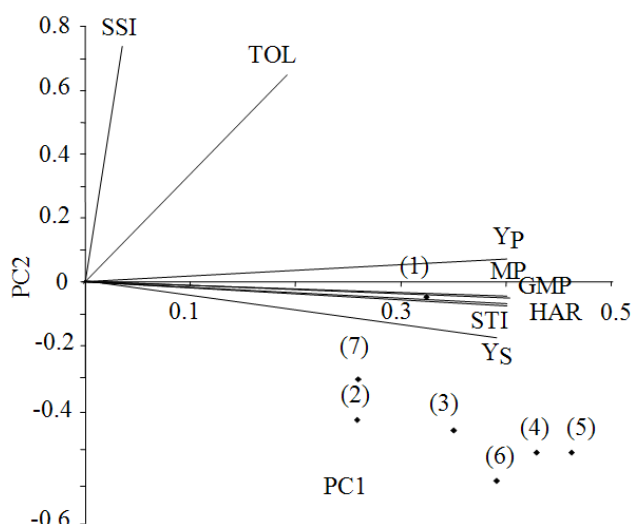
ns :Non-significant, *and **: Significant at $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively.

جدول ۴- مقادیر ویژه، سهم تجمعی و بردارهای ویژه شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در مرحله ۵-۶ برگی
Table 4. Eigen values, cumulative proportion and eigen vectors of drought tolerance indices at branching stage

مؤلفه Component	مقادیر ویژه Eigen values	سهم تجمعی Cumulative proportion	STI	MP	GMP	SSI	TOL	HAR
1	6.12	76.58%	0.401	0.403	0.403	0.035	0.192	0.402
2	1.86	99.87%	-0.080	-0.047	-0.061	0.729	0.644	-0.076

بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی یعنی MP، HAR، GMP و STI قرار دارد ولی بقیه ژنوتیپ‌ها، در گروه دیگر و در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی قرار نداشتند ولی در قسمت مطلوب بای پلات قرار گرفته بودند که نشانگر نیمه حساس بودن این ژنوتیپ‌ها به خشکی می‌باشد.

این مؤلفه، قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط تنش و مقادیر بالای SSI و TOL می‌باشد؛ بنابراین قسمت مطلوب بای پلات، ناحیه سمت راست و پایین شکل خواهد بود. چنین نتایجی توسط (2002) Ebrahimi در مورد ۳۰ رقم لوبیاسفید و ۳۰ رقم لوبیاقرمز نیز دیده شده است. نمودار بای پلات (شکل ۵) نشان داد که رقم قزوین در مجاورت



شکل ۵- نمایش بای پلات عملکرد ژنوتیپ‌های نخود در هشت شاخص تحمل به خشکی بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم تحت شرایط تنش خشکی در مرحله ۵-۶ برگی

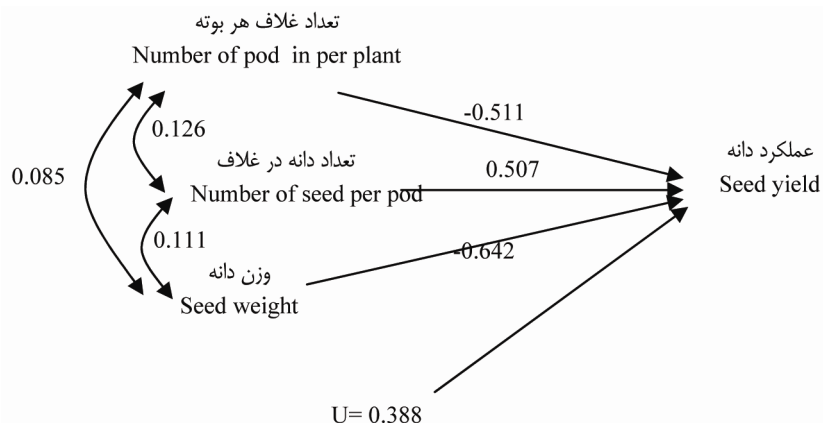
(۱) قزوین، (۲) FLIP97-111C، (۳) FLIP98-134C، (۴) FLIP98-143C، (۵) FLIP99-1C، (۶) بیونج، (۷) ILC3279

Fig 5. The biplot display of chickpea genotypes yield in eight drought tolerance indices based on the first and second main components under drought stress at branching stage

1) Ghazvin, 2) FLIP97-111C, 3) FLIP98-134C, 4) FLIP98-143C, 5) FLIP99-1C, 6) Bivanich, 7) ILC3279

(شکل ۶). Viakumar *et al.* (1991) و Uddin (1990). تعداد دانه در غلاف را به‌عنوان مهم‌ترین صفت تأثیرگذار بر عملکرد بوته اعلام نمودند. (Auld *et al.* (1980) و Khanna- Chopra & Sinha (1988). تعداد غلاف در بوته را دارای بالاترین همبستگی با عملکرد دانه گزارش کردند.

نتایج تجزیه علیت برای تعیین اثرات اجزای عملکرد بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی طی مرحله رشدی ۵-۶ برگی نشان داد که صفت تعداد دانه در غلاف، دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۵۰۷) بر عملکرد دانه بود. تعداد دانه در غلاف، دارای همبستگی نسبتاً زیادی نیز با عملکرد دانه بود که ناشی از اثر مستقیم این صفت بوده است



شکل ۶- ضرایب مسیر بین عملکرد و اجزای اصلی آن با استفاده از همبستگی‌ها، تحت شرایط تنش خشکی در مرحله ۵-۶ برگی (U، اثرات باقیمانده می‌باشد)

Fig. 6. Coefficients of direction between yield and main parts of that with use correlations under drought stress at branching stage (U is residual effects)

نتیجه‌گیری

بای پلات قرار گرفت. در بین اجزای اصلی عملکرد، صفت تعداد دانه در غلاف، دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در مرحله ۵-۶ برگی بود. در بین ژنوتیپ‌ها، حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش خشکی شناسایی شد. همچنین لاین‌های FLIP98-143C و FLIP99-1C به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند و دارای پتانسیل عملکرد بالایی می‌باشند. به‌نظر می‌رسد کشت این ژنوتیپ‌ها در حالت کم‌آبیاری تحت شرایط ارومیه، عملکرد مناسبی تولید خواهد نمود. آبیاری در مراحل رشدی حساس به تنش خشکی نظیر گل‌دهی و غلاف‌بندی می‌تواند موجب افزایش عملکرد و استفاده بهینه از منابع آب موجود گردد.

صفات عملکرد دانه، ماده خشک کل، تعداد غلاف دانه‌دار، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه تک‌بوته، تحت تنش خشکی در هر سه مرحله رشدی ۵-۶ برگی، گل‌دهی و غلاف‌بندی، نسبت به آبیاری معمول، کاهش یافتند. در بین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی، شاخص‌های STI، MP، GMP و HAR، نشان دادند که مرحله غلاف‌بندی به‌عنوان حساس‌ترین مرحله برای تحمل به تنش خشکی و مرحله ۵-۶ برگی، کمترین خسارت را از تنش خشکی در گیاه نخود دریافت نمود. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه اول و دوم، بیش از ۹۹ درصد تغییرات داده‌ها را نشان دادند که بر اساس آن، رقم قزوین در تیمار تنش خشکی در مرحله ۵-۶ برگی، در ناحیه مطلوب

منابع

- Amiri Deh Ahmadi, S.R., Parsa, M., Nezami, A., and Ganjeali, A. 2011. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research 1: 69-84. (In Persian with English Summary).
- Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1980. Planting date and temperature effects on germination, emergence, and seed yield of chickpea. Agronomy Journal 8: 909-914.
- Basu, P.S., Masoos, A., and Chaturvedi, S.K. 2004. Adaptation of photosynthetic components of chickpea to water stress. Abstract Book of the 4th International Crop Science Congress, May 22-24, New Delhi, India. p. 143.
- Beihaghi, M., Bagheri, A., Bahrami, A.R., Shahriari, F., and Nezami, A. 2010. The possible role of Phosphoenolpyruvate Carboxykinase (PEPCK) in protein content of chickpea seeds (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Pulses Research 1: 57-64. (In Persian with English Summary).
- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. Boca Raton Publishers.
- Bremner, J.M., and Mulvaney, R.L. 1982. Nitrogen-Total. In: S.H. Mickelson and J.M. Bigham (Eds.). Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, p. 595-622.
- Chaiechi, M., Rostamzadeh, M., and Esmailian, K.S. 2004. Examination for resistance of black chickpea genotypes to drought stress under different irrigation regimes. Journal of Agricultural Science and Natural Source 10: 126-135. (In Persian with English Summary).

8. Colom, M.R., and Vazzana, C. 2002. Water stress effect on three cultivars *Eragrostis curvula*. Italian Journal of Agronomy 6: 127-132.
9. Ebrahimi, M. 2002. Study of red and white beans for reaction to limited irrigation. M.Sc. Thesis. University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary).
10. Emamjome, A. 2000. Evaluation of drought indices and assimilation of agreement on Persian chickpea. M.Sc. Thesis. University of Razi, Iran. (In Persian with English Summary).
11. Fang, X., Turner, N.C., Yan, G., Li, F., and Siddique, K.H.M. 2010. Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought. Journal of Experimental Botany 61: 335-345.
12. Farshadfar, A., Zamani, M.R., Motallebi, M., and Emamjome, A. 2002. Selection of chickpea genotypes for resistance to drought. Iranian Journal of Agricultural Science 32: 65-77. (In Persian with English Summary).
13. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the 6th Symposium of Crop Science, Jun 17-19, Taiwan. p. 257.
14. Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research 29: 897-912.
15. Ganjeali, A., and Bagheri, A. 2011. Evaluation of morphological characteristics of root chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to drought stress. Iranian Journal of Pulses Research 1: 101-110. (In Persian with English Summary).
16. Ghasemi-Golazani, K., Movahhedi, M., Rahimzadeh Khoorie, F., and Moghaddam, M. 1998. Effect of insufficiency of water on growth and yield of two chickpea genotypes at different crowds. Journal of Agricultural Science 7: 17-42. (In Persian with English Summary).
17. Khanna-Chopra, R., and Sinha, S.K. 1988. Physiology aspect of growth and yield in the chickpea. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). Chickpea. CAB International, Oxon, U.K. p. 163-169.
18. Koocheki, A. 1997. Cultivation on Dry Zones. Mashhad Jahad-e-Daneshgahie Publishers. (In Persian).
19. Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Gaur, P.M., Upadhyaya, H.D., and Vadez, V. 2010. Sources of tolerance to terminal drought in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) minicore germplasm. Field Crops Research 119: 322-330.
20. Kristin, A.S., Serna, R.R., Peraz, F.I., Enriques, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallego, P.R., Wassimi, N., and Kelly, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science 37: 43-50.
21. Kumar, J., Dhiman, N., Yadav, S.S., Berger, J., Turner, N.C., and Singh, D. 2004. Moisture stress studies in different chickpea types. Abstract Book of the 4th International Crop Science Congress, May 22-24, New Delhi, India. p. 268.
22. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.B., Dude, R.S., Davies, L., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological response of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.
23. Miller, P.R., Mekay, K.N., and Jenks, B.A. 2002. Growing chickpea in the Northern Great Plains. Montana State University Publishers.
24. Million, E., Naseri, W., and Haddad, I. 2005. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to soil moisture stress at different growth stages. Field Crops Research 30: 331-341.
25. Misra, R.C. 1991. Stability of heritability, genetic advance and character association estimates in chickpea. International Chickpea Newsletter 25: 10-11.
26. Mohammadi, A., Bihamta, M.R., and Dorri, H. 2011. Effects of factors affecting cooking characteristics and protein content in 15 red bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) under normal irrigation and drought stress conditions. Iranian Journal of Pulses Research 1: 143-152. (In Persian with English Summary).
27. Mohammadi, G.H., Ghasemi-Golazani, K., Javanshir, A., and Moghaddam, M. 2007. Effect of water limitation on yield of three chickpea genotypes. Journal of Science and Technology of Agriculture 2: 109-120. (In Persian with English Summary).
28. Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science 21: 943-946.
29. Silim, S.N., and Saxena, M.C. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. I. Response to moisture supply. Field Crops Research 34: 121-136.
30. Singh, I.S., Hussain, M., and Gupta, A.K. 1995. Correlation studies among yield and yield contributing traits in F₂ and F₃ chickpea populations. International Chickpea and Pigeon Pea Newsletter 2: 11-13.

31. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1991. Studies on drought tolerance in legume program. ICARDA, Aleppo, Syria.
32. Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi-Golezani, K., and Moghaddam, M. 2001. A simulation study of chickpea crop response to limit irrigation in semiarid environment. *Agricultural Water Management* 49: 225-237.
33. Uddin, N. 1990. Variability, correlation and path analysis in chickpea. *Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics* 12: 87-93.
34. Viakumar, C., Salmath, P.M., Goud, J.V., and Parameshw, R. 1991. Genetic variability and genotype environment interaction in chickpea. *Journal of Maharashtra Agriculture University* 16: 37-39.

Evaluation of response of chickpea genotypes to water deficit at different growth stages by using drought tolerance indices

Eivazi^{1*}, A., Taghikhani², H., Shiralizadeh³, S.H., Rezaei¹, M. & Mousavi Anzabi⁴, S.H.

1- Assistant Professor of Agricultural Research Center of Western Azerbaijan

2- Graduated Student of Islamic Azad University, Khoy Branch

3- Expert Researcher of Agricultural Research Center of Western Azerbaijan

4- Assistant Professor of Islamic Azad University, Khoy Branch

Received: 7 February 2011

Accepted: 19 September 2011

Abstract

In order to investigate the effects of water deficit at different growth stages of chickpea genotypes, determining the best drought tolerance index and genotypes, an experiment carried out in the Saatlu Agricultural Research Station of Uromia in 2008-2009. The experiment was split plot based on the randomized complete blocks design with four replications, in which, four levels of irrigation as the main plots based on water withholding at branching, flowering and podding stages and normal irrigation, and genotypes including Ghazvin, Bivanich, FLIP97-111C, FLIP99-1C, FLIP98-134C, ILC3279 and FLIP98-143C as subplots. Results showed that water deficit decreased number of seeded pods, seeds per pod, seed weight per plant, seed yield and total dry matter, significantly. There were significant differences among varieties in all measured traits. Indices of stress tolerance (STI), mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP) and harmonic mean (HAR) showed that chickpea in branching stage and FLIP99-1C and FLIP98-143C lines were the most tolerant to water deficit. Correlation coefficients between indices and seed yield indicated that for screening chickpea genotypes, STI, MP, GMP and HAR indices were suitable. Principal component analysis showed that with the base of two factors, withholding irrigation at branching stage in Ghazvin cultivar was in desired area of biplot. Withholding irrigation at branching stage, seeds per pod resulted as the most important component in determining of seed yield.

Key words: Chickpea genotypes, Drought tolerance indices, Yield component

* Corresponding Author: E-mail: alirezaeivazi@yahoo.com, Mobile.: 09141451570

مقایسه عملکرد و ارزیابی صفات در ارقام لوبیاقرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت شرایط متداول و کم آبیاری

ایمان ناصح‌غفوری^{۱*}، محمدرضا بی‌همتا^۲، مرضیه افضلی^۳ و حمیدرضا ذری^۴

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد اصلاح نباتات به ترتیب از دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۴- کارشناس مؤسسه تحقیقات لوبیای خمین

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۲۹

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تعدادی از صفات مهم زراعی مرتبط با عملکرد دانه در ۳۲ ژنوتیپ لوبیاقرمز در طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط متداول و کم آبیاری در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج در سال ۱۳۸۶ اجرا گردید و در آن، برخی از صفات مهم زراعی و مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در تمام صفات مورد بررسی، تفاوت معنی‌دار وجود داشت که این موضوع حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام بود. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها نشان داد که پنج عامل در شرایط متداول و کم آبیاری به ترتیب ۷۲ و ۷۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. تجزیه ضرایب مسیر نیز نشان داد که صفت تعداد غلاف در بوته، بالاترین اثر مستقیم را در هر دو محیط متداول و کم آبیاری، (به ترتیب ۰/۶۹۷ و ۰/۶۹۹) بر روی عملکرد دانه داشت. صفات تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی و طول غلاف به ترتیب به میزان ۰/۰۲۶ و ۰/۰۰۴- در محیط متداول آبیاری به طور غیرمستقیم و از طریق تعداد غلاف در بوته بر عملکرد دانه تأثیر گذاشت که منجر به کاهش همبستگی این صفت با عملکرد دانه گردید. همچنین در محیط کم آبیاری نیز این صفت با اثرات غیرمستقیم از طریق صفات تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه به ترتیب ۰/۰۸۳ و ۰/۰۷۴- بر عملکرد دانه مؤثر بود. لذا می‌توان از این صفت به خوبی در افزایش عملکرد استفاده کرد. از طریق تجزیه خوشه‌ای، تمامی ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط متداول و کم آبیاری به چهار گروه مجزا تقسیم شدند. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که شاخص‌های تحمل به خشکی (SST)، میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) و میانگین هارمونیک محصول‌دهی (HMP) بهترین شاخص‌ها برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی (KS-3112، KS-31139، KS-31150 و KS-31127) در این بررسی بودند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تنش کم آبی، شاخص‌های مقاومت به خشکی، ضرایب مسیر

مقدمه

منطقه و روش‌های کشاورزی، روی تولید محصولات کشاورزی اثر می‌گذارند. حتی اگر تمامی شرایط مهیا باشد، عملکرد به میزان زیادی به شرایط اقلیمی به ویژه خشکی وابسته است. مهم‌ترین عامل که به طور معنی‌داری روی عملکرد دانه در محیط‌های خشک تأثیر می‌گذارد، میزان نزولات آسمانی است (Albayrak & Tongel, 2006). تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد در سرتاسر جهان به حساب می‌آید (Teran & Singh, 2002). اثر خشکی از لحاظ عمل، پیچیده بوده و عوامل و شرایط مختلف در میزان وقوع آن اثرگذارند. کیفیت و عملکرد دانه لوبیا به طور معنی‌داری تحت تأثیر مدت زمان کم آبی می‌باشد (Halterlein, 1983). تحمل به خشکی برای اولین بار توسط دانشمندی به نام Hall (1993) در مقایسه‌ای بین عملکرد تعدادی از ژنوتیپ‌ها بیان شد.

توصیف دقیق صفات گونه‌های زراعی و بررسی صفات مورفولوژیک، پایه و اساس هر برنامه اصلاحی است (Vander Heijden, 1990). لوبیای معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از حبوبات مهم در جهان است که در بسیاری از کشورها کشت شده و یکی از منابع مهم پروتئین محسوب می‌شود. مرکز تنوع لوبیا، قاره آمریکا شامل دو منطقه آند (جنوب پرو، بولیوی و شمال آرژانتین) و آمریکای میانی (مکزیک) می‌باشد (Galvan et al., 2006). عوامل زیادی از قبیل گونه گیاهی، خاک و موجودات ذره‌بینی موجود در آن، آب‌وهوای

* نویسنده مسئول: کرج، پردیس کشاورزی، گروه اصلاح نباتات، دانشکده علوم

زراعی و دامی، کدپستی: ۳۱۵۸۷۷۷۸۷۱، تلفن: ۰۹۱۳۱۰۰۸۹۲۹
ighafoori@ut.ac.ir

Mirzaie Nadooshan (1997) اظهار داشت که صفت تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می‌تواند عامل مهمی در انتخاب بوته در جهت افزایش عملکرد دانه باشد. (Sarafi (1978 نشان داد که عملکرد دانه در لوبیا صفت پیچیده‌ای است که دارای سه جزء تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و میانگین وزن ۱۰۰ دانه می‌باشد، به طوری که بین عملکرد کل دانه و هر یک از اجزاء ذکر شده، همبستگی بالایی وجود دارد. وی بیان کرد که ضریب همبستگی بین خود اجزاء، منفی است. یعنی انتخاب در جهت افزایش یک جزء، موجب کاهش جزء دیگر خواهد شد، اما انتخاب با توجه به هر سه جزء، منجر به افزایش عملکرد می‌شود.

Amini *et al.* (2002) با انجام تجزیه علیت بر روی صفات مختلف لوبیا اظهار داشتند که صفات تعداد گره روی شاخه اصلی، ارتفاع بوته، طول غلاف، وزن غلاف‌ها، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف، بیشترین تأثیر مستقیم و غیرمستقیم را بر عملکرد دانه داشتند. همچنین Azizi *et al.* (2000) نیز در بررسی خود روی ۱۲۱ ژنوتیپ لوبیای سفید، قرمز و چیتی، تعداد غلاف در ساقه‌های فرعی و اصلی را مهم‌ترین صفت در ارتباط با عملکرد اعلام کردند.

Mohamadi *et al.* (2006) در پژوهشی روی ۱۵ ژنوتیپ لوبیا قرمز از تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران عامل‌ها به روش وریماکس بهره بردند و مشخص گردید که ۸۹ درصد تغییرات کل به وسیله هشت عامل اصلی توجیه پذیر است که این عوامل به دو دسته عوامل اولیه شامل صفات کمی مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه و عوامل ثانویه دربرگیرنده صفات مؤثر بر کیفیت پخت دانه همچون قابلیت زودپزی و فرم بوته تقسیم شدند که البته این نتایج بسته به شرایط محیطی می‌تواند متغیر باشند (Siler & Stafford, 1979).

این پژوهش به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای آن در تعدادی از ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز و بررسی برخی از صفات مهم فیزیولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی و همچنین تعیین میزان ارتباط بین این صفات و عملکرد در شرایط کم‌آبایی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۳۲ ژنوتیپ از مجموعه لوبیا قرمز متعلق به بانک ژن مرکز تحقیقاتی خمین و دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط کم‌آبایی (دور آبیاری ۱۱ روز) بر اساس ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و معمول آبیاری (دور آبیاری ۶ روز) که بر

حساسیت به خشکی ژنوتیپ‌ها، اغلب با کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی، اندازه‌گیری می‌شود (Blum, 1988). همچنین عملکرد را بر اساس میانگین هندسی (Fernandez, 1992) و یا شاخص حساسیت به خشکی (Fischer & Maurer, 1978) نیز تخمین می‌زنند. انتخاب بر اساس عملکرد به تنهایی در شرایط خشکی نمی‌تواند تخمین دقیقی از مقاومت ژنوتیپ‌ها به خشکی باشد، زیرا ممکن است عملکرد در شرایط تنش خشکی با عملکرد در شرایط بدون تنش، همبستگی داشته باشد (Rosielle & Hamblin, 1981). با وجود این محدودیت‌ها، به طور کلی تخمین عملکرد لوبیا در شرایط متداول و کم‌آبایی به هم شبیه می‌باشد (Schneder *et al.*, 1997; White *et al.*, 1994; Singh, 1995).

مدل‌های ریاضی متعددی برای مقایسه تغییرات عملکرد در محیط تنش و متداول آبیاری وجود دارد (Mederski & Jeffer, 1973; Keim & Kronstand, 1979; Bidinger & Mahalakshimi, 1987a; Bidinger & Mahalakshimi, 1981b; Rosielle & Hamblin, 1981). Mahalakshimi (1987b) شاخص پاسخ به خشکی را برای بررسی عملکرد در شرایط تنش خشکی به کار بردند. این شاخص، مستقل از فنولوژی لاین‌ها و پتانسیل عملکرد در محیط مطلوب است. آنها دریافتند که همبستگی بالایی بین این شاخص و اجزای عملکرد دانه در ارزن *Pennisetum americanum* L. (Leeke) که در شرایط تنش خشکی رشد یافته بود، وجود داشت، اما همبستگی‌ها در محیط نرمال، معنی‌دار نبود.

Teran & Singh (2002) شاخص‌های درصد کاهش محصول و حساسیت به خشکی و Normand Moayyed *et al.* (2001) میانگین هندسی و تحمل به خشکی را از مناسب‌ترین شاخص‌ها برای تخمین عملکرد در شرایط تنش خشکی اعلام کردند. همچنین Ramirez & Kelly (1998) نیز از میانگین هندسی محصول دهی و شاخص حساسیت، برای ارزیابی صفات فنولوژیک و فیزیولوژیک لاین‌های لوبیای مقاوم به تنش خشکی استفاده کردند. تنش خشکی در مراحل گلدهی و پُرشدن دانه باعث کاهش شدید عملکرد و وزن دانه‌ها شده و به تبعیت از آن، دوران رسیدگی گیاه کوتاه می‌شود (Singh, 1995).

تنوع ژنتیکی صفات، برای اصلاح و انتخاب تیپ مطلوب گیاه، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. از طرف دیگر تجزیه همبستگی بین عملکرد و اجزای آن برای تعیین شرایط انتخاب ضروری به نظر می‌رسد (Ozveren yucel *et al.*, 2006). Schoonhoven & Voysest (1993) مهم‌ترین هدف در اصلاح لوبیا را به ترتیب اهمیت، افزایش عملکرد دانه و کیفیت محصول (پروتئین بالا و اسیدهای آمینه ضروری) اعلام کردند.

$$TOL = Y_p - Y_s$$

$$MP = (Y_p + Y_s) / 2$$

۲- شاخص‌های حساسیت به خشکی (SSI) که با توجه به فرمول زیر و بر اساس Y_p عملکرد در شرایط معمول آبیاری، Y_s عملکرد در شرایط کم‌آبیاری، \bar{Y}_p میانگین عملکرد کل در شرایط معمول آبیاری و \bar{Y}_s میانگین عملکرد کل در شرایط کم‌آبیاری محاسبه می‌گردد:

$$SI = 1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$$

$$SSI = [1 - (Y_s / Y_p)] / SI$$

۳- میانگین هندسی بهره‌وری در دو محیط (GMP):

$$GMP = \sqrt{Y_s \times Y_p}$$

۴- شاخص تحمل به تنش خشکی (STI):

$$STI = (Y_p)(Y_s) / (\bar{Y}_p)^2$$

برای گروه‌بندی نمونه‌های مورد بررسی، به منظور تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین دوری یا نزدیکی آن‌ها از لحاظ تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای به روش گروه‌های جفت‌شده غیر هم‌وزن، با استفاده از میانگین حسابی^۱، برای هر دو شرایط انجام گرفت. نرم‌افزارهای آماری به کاررفته شامل SAS، SPSS و PATH 2 و Minitab بودند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین لاین‌ها از نظر همه صفات در سطح ۱ درصد، در هر دو شرایط آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت که دلالت بر تنوع ژنتیکی موجود در بین لاین‌ها دارد. در جدول ۱، میانگین صفات برای هر دو محیط متداول و کم‌آبیاری مشاهده می‌شود. همچنین میزان تغییرات به کمک تفاوت بین میانگین صفات در دو محیط، نسبت به میانگین صفت در شرایط متداول آبیاری، بر حسب درصد مورد بررسی، به دست آمده و به کمک آزمون t-استیودنت، معنی‌داری تغییرات میانگین صفات، از محیط متداول به کم‌آبیاری محاسبه گردید. با توجه به نتایج این جدول مشاهده می‌گردد که بیشترین خسارت ناشی از تنش، مربوط به عملکرد دانه به میزان ۲۸/۲ درصد نسبت به محیط متداول آبیاری می‌باشد. همچنین کمترین تأثیر تنش خشکی، مربوط به صفات عرض غلاف، طول، عرض و قطر دانه، تعداد روز تا غلاف‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی و تعداد گره بود. این نتایج منطبق بر نتایج تحقیقات Ramirez & Kelly (1998) بود.

اساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر برآورد شدند، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج مورد بررسی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی دارای سه ردیف به طول دو متر و فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. همچنین فاصله بذور کاشته شده روی ردیف، ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات مربوط به شخم و تهیه زمین در اردیبهشت سال ۱۳۸۶ و کاشت در اواسط خردادماه همان سال انجام گرفت. عملیات مبارزه با آفات و وجین علف‌های هرز در زمان‌های مورد نیاز صورت پذیرفت. رژیم‌های مختلف آبیاری از مرحله سبز شدن (دوبرگی) اعمال شد.

پس از اندازه‌گیری صفات تاریخ غلاف‌دهی (تعداد روز از کاشت تا زمانی که اولین غلاف در ۵۰ درصد از گیاهان تشکیل شده باشد)، تاریخ رسیدگی (تعداد روز از کاشت تا زمانی که در ۵۰ درصد از گیاهان اولین غلاف شروع به تغییر رنگ و خشک شدن نماید) و طول گیاه (در موقع رسیدگی با اندازه‌گیری قاعده گیاه تا انتهای بوته)، در اوایل مهر همان سال برداشت محصول صورت گرفت، به گونه‌ای که از هر واحد آزمایشی، پنج بوته به طور تصادفی با رعایت اثر حاشیه برداشت گردید و سایر صفات از جمله تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، عرض غلاف، طول، عرض و قطر دانه، رنگ دانه، رنگ گل، تیپ رشد، عرض کانوبی، عملکرد دانه، وزن غلاف، تعداد گره، طول میانگره در ساقه اصلی، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند.

به منظور بررسی وجود تنوع در صفات بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، بر روی تک‌تک صفات، تجزیه واریانس ساده در هر یک از محیط‌های معمول و کم‌آبیاری انجام گرفت. به جهت شناسایی عوامل مؤثر بر عملکرد و گروه‌بندی صفات، از تجزیه به عامل‌ها استفاده گردید. همچنین جهت تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات دارای همبستگی بالا با عملکرد، از روش تجزیه علیت استفاده شد که توسط آن همبستگی‌های مابین صفات به اجزای مستقیم و غیرمستقیم، تقسیم و مناسب‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد تعیین شد.

با توجه به این‌که در این پژوهش، ژنوتیپ‌ها در دو محیط متداول و کم‌آبیاری مورد بررسی قرار گرفتند، از شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی جهت شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی استفاده گردید. شاخص‌های مورد بررسی عبارت بودند از:

۱- شاخص تحمل (TOL) و شاخص میانگین بهره‌وری (MP) که به ترتیب، تفاوت و میانگین عملکرد دانه در دو محیط می‌باشند:

1. Unweighted Paired Group Method Using Arithmetic (UPGMA)

جدول ۱- اثر تنش خشکی بر تعدادی از صفات لوبیاقرمز در محیط متداول و کم آبیاری

Table 1. Effect of drought stress on some traits of common bean under normal and water deficit condition

صفات (Traits)	درصد تغییرات Variation (%)	محیط کم آبیاری (Water deficit condition)	محیط متداول آبیاری (Normal condition)
ارتفاع بوته (Plant height)	5.8*	63.45	67.4
تعداد غلاف در بوته (Pod no. per plant)	5.0 ^{ns}	17.10	18.01
وزن غلافها (Pod weight)	26.1***	24.18	32.74
طول غلاف (Pod length)	7.7***	9.59	10.40
عرض غلاف (Pod width)	0 ^{ns}	8.55	8.55
تعداد دانه در غلاف (Seed no. per pod)	2.9*	5.28	5.44
طول دانه (Seed length)	1.3 ^{ns}	11.64	11.80
عرض دانه (Seed width)	0 ^{ns}	7.06	7.06
قطر دانه (Seed diameter)	0.1 ^{ns}	5.10	5.11
تعداد میانگره در ساقه اصلی (No. of node)	0 ^{ns}	10.53	10.53
طول میانگره (Internode length)	6.4*	6.71	7.17
تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد رسیدگی (Day to 50% maturity)	1.2*	84.07	85.13
تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلافدهی (Day to 50% podding)	0 ^{ns}	63.68	63.68
عرض کانوپی (Canopy width)	8.9***	41.85	45.96
وزن ۱۰۰ دانه (100 seed weight)	8.1**	29.57	32.18
عملکرد دانه (Seed yield)	28.2***	16.66	23.23
شاخص برداشت (Harvest index)	4.2**	0.67	0.70

جدول ۲- تجزیه علیت برای ۳۲ ژنوتیپ لوبیاقرمز در محیط متداول آبیاری

Table 2. Path analysis in 32 genotypes of common bean under normal condition

Residual effect=0.644

صفت Trait	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق صفت Indirect effect by trait			ضریب همبستگی ژنتیکی با عملکرد دانه Genetic correlation coefficient with seed yield
		1	2	3	
تعداد غلاف در بوته (۱) No. pods per plant (1)	0.697	-	0.026	-0.004	0.72
تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلافدهی (۲) Day to 50% podding (2)	-0.117	-0.161	-	0.063	-0.341
طول غلاف (۳) Pod length (3)	0.196	-0.014	0.037	-	0.219

را بر روی عملکرد دانه داشت که با نتایج به دست آمده از بررسی Amini *et al.* (2002) منطبق می‌باشد. همچنین تعداد غلاف در بوته به طور غیرمستقیم و به میزان ۰/۰۲۶ از طریق صفت تعداد روز از کاشت تا غلافدهی و همچنین از طریق صفت طول غلاف به صورت غیرمستقیم و منفی (۰/۰۰۴-) بر عملکرد تأثیر گذاشت. با توجه به این که مقدار اثر غیرمستقیم، منفی و کم است، لذا تأثیر چندانی بر روی اثر مستقیم مثبت ندارد.

همچنین اثر مستقیم طول غلاف بر عملکرد دانه، مثبت ولی کم (۰/۱۹۶) و اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد غلاف در بوته و تعداد روز از کاشت تا غلافدهی بر عملکرد دانه، به ترتیب

شناسایی صفاتی غیر از عملکرد که بتوان از آنها به عنوان معیاری در انتخاب والدین و یا تک بوته در نسل‌های در حال تفکیک استفاده کرد، از اهمیت به سزایی برخوردار است. انتخاب بر اساس اجزای عملکرد، پیشرفت ژنتیکی بیشتری را نسبت به خود عملکرد به همراه دارد.

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه علیت (جدول ۲) برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد روز از کاشت تا غلافدهی و طول غلاف که صفات وارد شده به مدل رگرسیونی با فرض عملکرد به عنوان متغیر وابسته می‌باشند، مشاهده گردید که صفت تعداد غلاف در بوته (۰/۶۹۷) بیشترین اثر مستقیم مثبت

تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته، به‌طور غیرمستقیم، باعث کاهش همبستگی این صفت با وزن ۱۰۰ دانه شدند. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که افزایش عملکرد در محیط معمول آبیاری در اثر افزایش تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و کاهش تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی ناشی می‌شود، درحالی‌که در محیط کم‌آبیاری، افزایش عملکرد در اثر افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه می‌باشد. بنابراین جهت رسیدن به یک پاسخ مؤثر در طول نسل‌های قبل از رسیدن به خلوص و افزایش عملکرد، لازم است گزینش برای صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه که از اجزای عملکرد نیز می‌باشند و صفات طول غلاف و تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی، به‌طور همزمان انجام گیرد.

۰/۱۴- و ۰/۳۷ و همچنین صفت تعداد روز تا غلاف‌دهی نیز دارای اثر مستقیم منفی (۰/۱۱۷-) بر عملکرد دانه بود. تجزیه علیت در محیط کم‌آبیاری برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه که صفات وارد شده به مدل رگرسیونی، با فرض عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته می‌باشند، انجام شد و نشان داد که اثر مستقیم تعداد غلاف در بوته (۰/۶۹۹) و وزن ۱۰۰ دانه (۰/۴۸۶) بر عملکرد مثبت بود. میزان اثر مستقیم صفت تعداد دانه در غلاف نیز ۰/۲۸۶ برآورد گردید (جدول ۳). اثرات غیرمستقیم تعداد غلاف در بوته از طریق سایر صفات بر عملکرد دانه، کوچک و ناچیز بود. چنین به‌نظر می‌رسد که با افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در واحد سطح، به تبع آن عملکرد دانه افزایش می‌یابد. گرچه وزن ۱۰۰ دانه اثر مستقیم زیادی بر عملکرد دانه در شرایط کم‌آبیاری داشت ولی صفات

جدول ۳- تجزیه علیت برای ۳۲ ژنوتیپ لوبیا قرمز در محیط کم‌آبیاری

Table 3. Path analysis in 32 genotypes of common bean under water deficit condition
Residual effect=0.534

صفت Trait	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق صفت Indirect effect by trait			ضریب همبستگی ژنتیکی با عملکرد دانه Genetic correlation coefficient with seed yield
		1	2	3	
تعداد غلاف در بوته (۱) No. pods per plant (1)	0.699	-	0.083	-0.074	0.709
تعداد دانه در غلاف (۲) Seed no. per plant (2)	0.286	0.202	-	-0.19	0.3
وزن ۱۰۰ دانه (۳) 100 seed weight (3)	0.486	-0.105	-0.112	-	0.27

تغییرات را توجیه کردند. این نتایج با بخشی از نتایج گزارش‌های Amini et al. (2002) و Mohamadi et al. (2006) مطابقت دارد. در شرایط کم‌آبیاری نیز تجزیه به‌عامل‌ها، پنج عامل مشترک در مجموع، ۷۲/۴۶۱ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. به‌ترتیب، عامل اول شامل صفات تعداد گره در ساقه اصلی، طول دانه، وزن ۱۰۰ دانه، طول میانگره، عادت رشد، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و ارتفاع گیاه بود که ۲۶/۵۳۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد. عامل دوم شامل صفات عملکرد دانه، وزن غلاف‌ها در یک بوته، شاخص برداشت و تعداد غلاف‌ها در یک بوته بود و ۱۷/۱۲۰ درصد از کل تغییرات را توجیه کرد. عامل سوم که ۱۳/۸۱۵ درصد از تغییرات را توجیه کرد، شامل صفات عرض کانوبی، تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی و تعداد روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی بود. عامل چهارم شامل عرض غلاف، عرض و قطر دانه و رنگ گل و عامل پنجم که شامل رنگ بذر بودند، به‌ترتیب ۹/۱۶۳ و ۵/۸۳۳ درصد از تغییرات را توجیه کردند (جدول ۵).

تجزیه به‌عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و با چرخش متعامد و ریماکس روی ۲۰ صفت کمی، در شرایط متداول آبیاری انجام گرفت (جدول ۴) که با در نظر گرفتن معیار مقادیر ویژه بزرگتر از یک، پنج عامل مشترک استخراج شدند که در مجموع، ۷۲/۴۹۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کردند. اولین فاکتور، ۳۰/۰۶۴ درصد از تغییرات داده‌ها را که شامل تعداد گره در ساقه اصلی، طول دانه، ارتفاع بوته، عادت رشد، طول میانگره، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، طول غلاف و شاخص برداشت بود، توجیه کرد. عامل دوم، ۱۵/۰۹۳ درصد از تغییرات داده‌ها را که شامل وزن غلاف‌ها در یک بوته، عملکرد دانه، تعداد غلاف‌ها در یک بوته و تعداد روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی بود و عامل سوم نیز ۱۲/۱۰ درصد از تغییرات داده‌ها را که شامل عرض و قطر دانه و عرض غلاف بود، توجیه کردند. عامل چهارم که شامل تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی و عرض کانوبی و عامل پنجم که شامل صفات رنگ گل و رنگ دانه بودند، به‌ترتیب ۱۰/۶۰ درصد و ۵/۶۲ درصد از

جدول ۴- تجزیه به عامل‌های صفات کمی برای ۳۲ ژنوتیپ لوبیا در محیط متداول آبیاری

Table 4. Factor analysis for quantitative traits in 32 common bean genotypes under normal condition

صفات (Traits)	عامل ۱ (Factor1)	عامل ۲ (Factor2)	عامل ۳ (Factor3)	عامل ۴ (Factor4)	عامل ۵ (Factor5)
تعداد گره در ساقه اصلی (No. of node)	-0.907	-5.977×10^{-4}	0.172	1.830×10^{-2}	6.624×10^{-2}
طول دانه (Seed length)	0.893	8.28×10^{-2}	-0.100	0.154	-1.442×10^{-2}
ارتفاع بوته (Plant height)	-0.810	-2.445×10^{-2}	0.124	0.441	1.141×10^{-2}
عادت رشد (Plant habit)	-0.801	-9.361×10^{-2}	0.226	0.297	6.837×10^{-2}
طول میانگر (Internode length)	0.781	-5.433×10^{-2}	-0.229	0.357	-4.982×10^{-3}
تعداد دانه در غلاف (Seed no. per pod)	-0.719	7.811×10^{-2}	-6.449×10^{-2}	-0.159	-0.263
وزن ۱۰۰ دانه (100 seed weight)	0.712	0.123	0.445	0.227	-0.125
طول غلاف (Pod length)	0.631	0.308	-0.118	6.736×10^{-2}	-0.393
شاخص برداشت (Harvest index)	-0.433	8.092×10^{-2}	0.395	0.368	-0.425
وزن غلاف‌ها (Pod weight)	6.536×10^{-2}	0.936	-1.353×10^{-2}	0.204	0.174
عملکرد دانه (Seed yield)	-7.952×10^{-2}	0.910	0.120	0.292	5.897×10^{-2}
تعداد غلاف در بوته (Pod no. per plant)	-0.238	0.838	-0.176	5.969×10^{-2}	0.284
تعداد روز تا غلاف‌دهی (Day to 50% podding)	-0.217	-0.498	-0.412	0.478	5.957×10^{-2}
عرض دانه (Seed width)	0.395	-1.470×10^{-2}	0.791	3.644×10^{-2}	-9.307×10^{-3}
قطر دانه (Seed diameter)	0.189	-0.118	0.670	0.396	0.111
عرض غلاف (Pod width)	0.324	-0.247	0.639	-0.177	0.104
تعداد روز تا رسیدگی (Day to 50% maturity)	0.480	-0.162	-0.350	0.637	-0.189
عرض کانویی (Canopy width)	-0.422	-0.111	1.353×10^{-2}	0.594	-0.130
رنگ گل (Color of flower)	0.166	-0.226	0.161	8.874×10^{-2}	0.562
رنگ دانه (Color of seed)	0.160	-0.243	-0.205	0.394	0.434
درصد تغییرات (Variation %)	30.064	15.093	12.102	10.609	5.627
درصد واریانس تجمعی (Cumulative variation%)	30.064	45.157	57.259	67.868	73.496

بالا می‌باشند، عامل عملکرد و یا عامل مقصد فیزیولوژیک تلقی می‌شود؛ زیرا با افزایش شمار غلاف‌ها و وزن غلاف‌ها، امکان ذخیره مواد فتوسنتزی بیشتری فراهم گشته و در مجموع، عملکرد افزایش می‌یابد. تفسیر فیزیولوژیک عوامل، به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و صفات اندازه‌گیری شده بستگی زیادی داشته و تجزیه عامل‌ها، تنها الگویی از ساختار داخلی ماتریس همبستگی (کوواریانس) میان صفات را نشان می‌دهد. بنابراین در شرایط اجرا شده آزمایش، می‌توان نتیجه گرفت که برای تولید لوبیا با عملکرد بالا بایستی توازن خاصی بین مبدأ و مقصد فیزیولوژیک به وجود آید، بدین ترتیب که حد متعادلی از رشد رویشی می‌تواند عملکرد بیشتری را فراهم سازد و در رابطه با گزینش گیاهان مطلوب در هر دو شرایط آبیاری، اولویت را به عوامل اول و دوم داد. در مجموع به این نکته می‌توان اشاره کرد که تجزیه به عامل‌ها، به صفات و ژنوتیپ‌های مورد بررسی و شرایط محیطی بستگی دارد (Seiler & Stafford, 1979).

در هر دو محیط آبیاری، در عامل اول، صفات تعداد گره در ساقه اصلی، طول دانه، ارتفاع گیاه، عادت رشد، طول میانگر، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف، دارای بار عاملی بالایی بودند. بنابراین می‌توان این عامل را عامل رشد رویشی و عامل درجه دوم عملکرد نامید؛ درحالی‌که عامل دوم در هر دو محیط شامل صفات عملکرد، وزن غلاف و تعداد غلاف در بوته بود و به همین دلیل عامل درجه اول عملکرد نامیده شد. عامل اول را می‌توان به‌عنوان عامل رشد رویشی و یا عامل مبدأ فیزیولوژیک در نظر گرفت، زیرا با افزایش ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه اصلی و طول میانگر افزایش یافته و منجر به افزایش شمار برگ‌ها و به عبارتی واحدهای فتوسنتزکننده می‌شود. همچنین به دلیل وجود صفات تعداد دانه در غلاف، طول دانه و غلاف، به‌عنوان عامل درجه دوم عملکرد حایز اهمیت می‌باشند. درحالی‌که عامل دوم، به دلیل وجود صفات عملکرد، وزن غلاف‌ها در یک بوته و تعداد غلاف در بوته که دارای بار عاملی

عملکرد، گروه‌بندی صفات بر اساس روابط داخلی میان آنها و بررسی گوناگونی ژنتیکی استفاده می‌شود.

بنابراین اطلاعات به‌دست آمده از این تجزیه برای شرایط مشابه، به‌طور خاص و برای شرایط دیگر، به‌طور عام صادق است. از تجزیه به‌کارها برای کاهش داده‌ها، شناسایی اجزای اصلی

جدول ۵- تجزیه به‌کارهای صفات کمی برای ۳۲ ژنوتیپ لوبیا در محیط کم‌آبیاری

Table 5. Factor analysis for quantitative traits in 32 common bean genotypes under water deficit condition

صفات (Traits)	عامل ۱ (Factor1)	عامل ۲ (Factor2)	عامل ۳ (Factor3)	عامل ۴ (Factor4)	عامل ۵ (Factor5)
تعداد گره در ساقه اصلی (No. of node)	-0.883	-0.150	5.296×10^{-2}	0.284	0.105
طول دانه (Seed length)	0.868	0.271	9.094×10^{-2}	-4.119×10^{-2}	4.117×10^{-2}
وزن ۱۰۰ دانه (100 seed weight)	0.843	0.282	0.155	0.196	3.695×10^{-2}
طول میانگره (Internode length)	0.787	-3.578×10^{-2}	0.218	-0.342	-9.600×10^{-2}
عادت رشد (Plant habit)	-0.689	-0.271	0.399	0.205	-2.181×10^{-2}
تعداد دانه در غلاف (Seed no. per pod)	-0.624	0.370	-0.265	-1.539×10^{-2}	0.110
طول غلاف (Pod length)	0.589	0.323	6.031×10^{-2}	-0.101	0.451
ارتفاع بوته (Plant height)	-0.571	-0.354	0.506	-7.228×10^{-3}	0.144
عملکرد دانه (Seed yield)	-0.158	0.850	0.499	2.580×10^{-2}	-1.149×10^{-2}
وزن غلافها (Pod weight)	-0.103	0.836	0.450	3.358×10^{-2}	3.103×10^{-2}
شاخص برداشت (Harvest index)	-0.294	0.596	0.146	-4.225×10^{-3}	-0.369
تعداد غلاف در بوته (Pod no. per plant)	-0.395	0.572	0.463	3.097×10^{-3}	0.144
عرض کانوپی (Canopy width)	-5.322×10^{-2}	-0.177	0.842	-9.922×10^{-2}	-3.721×10^{-3}
تعداد روز تا رسیدگی (Day to 50% maturity)	0.439	-0.390	0.585	-8.655×10^{-2}	0.229
تعداد روز تا غلاف‌دهی (Day to 50% podding)	-5.497×10^{-2}	-0.520	0.573	-0.236	0.185
عرض غلاف (Pod width)	0.238	-0.207	-6.582×10^{-2}	0.735	0.436
عرض دانه (Seed width)	0.425	0.128	0.101	0.632	9.051×10^{-2}
قطر دانه (Seed diameter)	0.208	-0.169	0.285	0.553	-0.410
رنگ گل (Color of flower)	0.121	4.022×10^{-2}	9.780×10^{-2}	0.466	-0.307
رنگ دانه (Color of seed)	0.363	-0.401	0.255	-5.738×10^{-2}	-0.449
درصد تغییرات (Variation %)	26.530	17.120	13.815	9.163	5.833
درصد واریانس تجمعی (Cumulative variation%)	26.530	43.650	57.465	66.628	72.461

بر طبق نظر Fernandez (1992) مناسب‌ترین معیار گزینش برای تحمل به تنش باید بتواند ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو محیط نرمال و تنش، تظاهر مطلوبی دارند از سایر گروه‌ها تفکیک نماید؛ پس بهترین شاخص‌ها می‌بایست همبستگی بالایی را با عملکرد، تحت دو شرایط متداول و کم‌آبیاری داشته باشند. با توجه به نتایج ماتریس همبستگی (جدول ۷) ملاحظه می‌شود که شاخص‌های تحمل به خشکی (STI)، میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) و میانگین هارمونیک محصول‌دهی (HM) دارای این‌چنین خصوصیتی بوده و با عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری را دارند.

برآورد شاخص‌های تحمل به خشکی در جدول ۶، برای ۳۲ ژنوتیپ در این بررسی آورده شده است که این شاخص‌ها عبارتند از: Y_p : عملکرد در محیط نرمال، Y_s : پایداری عملکرد، GMP: میانگین هندسی محصول‌دهی، HM: میانگین هارمونیک محصول‌دهی، STI: شاخص تحمل به خشکی، MP: میانگین حسابی محصول‌دهی و SSI: شاخص حساسیت به خشکی. همه ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص‌ها رتبه‌بندی شدند.

نظر به این‌که مقاومت به خشکی، یک صفت پیچیده است و عوامل مختلفی در آن دخالت دارند، لذا قضاوت پیرامون ژنوتیپ‌ها از نظر یک صفت، پیچیده و گاهی اوقات با نتایج متناقض همراه است (Normand Moayyed *et al.*, 2001).

جدول ۶- نتایج حاصل از رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی در ۳۲ ژنوتیپ لوبیا قرمز
Table 6. Result of ranking genotypes based on drought resistance indices in 32 genotypes of common bean

شماره No.	ژنوتیپ Genotype	پتانسیل عملکرد Yp	رتبه (Rank)	پایداری عملکرد Ys	رتبه (Rank)	حساسیت به خشکی SSI	رتبه (Rank)	شاخص تحمل TOL	رتبه (Rank)	میانگین حسابی MP	رتبه (Rank)	تحمل به خشکی STI	رتبه (Rank)	میانگین هندسی GMP	رتبه (Rank)	میانگین هارمونیک HM	رتبه (Rank)
1	ks31103	26.00	9	16.11	16	2.01	9	9.89	9	4.95	9	0.98	12	20.46	12	19.89	12
2	ks31144	20.56	16	13.95	21	1.70	15	6.61	14	3.31	14	0.67	19	16.94	19	16.62	19
3	ks31122	12.44	29	12.94	25	-0.21	24	-0.50	24	-0.25	24	0.38	28	12.69	28	12.69	27
4	ks31127	29.50	7	28.77	1	0.13	22	0.73	21	0.36	21	1.99	1	29.13	1	29.13	1
5	ks31150	32.28	4	17.99	13	2.34	8	14.29	4	7.15	4	1.36	5	24.10	5	23.10	5
6	ks31142	20.22	17	13.54	23	1.75	13	6.68	13	3.34	13	0.64	21	16.54	21	16.22	20
7	ks31143	14.68	26	12.63	26	0.74	18	2.05	20	1.02	20	0.44	25	13.62	25	13.58	25
8	ks31104	25.20	10	11.60	30	2.85	3	13.60	5	6.80	5	0.69	18	17.09	18	15.88	21
9	ks31134	21.16	13	18.40	12	0.69	19	2.76	18	1.38	18	0.91	14	19.73	14	19.68	13
10	ks31114	8.58	31	16.46	15	-4.85	31	-7.88	31	-3.94	31	0.33	31	11.89	31	11.28	30
11	ks31111	20.04	19	7.47	31	3.31	1	12.57	7	6.29	7	0.35	30	12.24	30	10.88	31
12	ks31137	19.10	21	23.29	4	-1.16	28	-4.19	28	-2.10	28	1.05	9	21.09	9	20.99	8
13	ks31138	32.68	2	25.11	2	1.22	16	7.57	11	3.79	11	1.93	2	28.64	2	28.40	2
14	ks31147	20.68	15	23.03	5	-0.60	26	-2.35	26	-1.17	26	1.12	8	21.82	8	21.79	7
15	ks31139	30.78	6	20.81	7	1.71	14	9.97	8	4.98	8	1.51	4	25.31	4	24.83	3
16	ks31123	21.50	12	24.76	3	-0.80	27	-3.26	27	-1.63	27	1.25	6	23.07	6	23.01	6
17	ks31107	32.32	3	12.32	27	3.27	2	20.00	1	10.0	1	0.94	13	19.95	13	17.84	16
18	ks31110	28.28	8	15.68	18	2.35	7	12.60	6	6.30	6	1.04	10	21.05	10	20.17	11
19	ks31112	37.50	1	18.53	11	2.67	6	18.97	2	9.49	2	1.63	3	26.36	3	24.80	4
20	ks31156	18.20	22	12.18	28	1.75	12	6.02	16	3.01	16	0.52	22	14.89	22	14.59	23
21	ks31141	21.12	14	20.73	8	0.10	23	0.39	23	0.20	23	1.03	11	20.92	11	20.92	9
22	ks31152	19.48	20	18.99	10	0.13	21	0.49	22	0.25	22	0.87	15	19.23	15	19.23	14
23	ks31157	21.62	11	13.63	22	1.95	10	7.99	10	4.00	10	0.69	17	17.16	17	16.72	18
24	ks31166	20.12	18	17.56	14	0.67	20	2.56	19	1.28	19	0.83	16	18.80	16	18.75	15
25	ks31161	16.56	24	13.18	24	1.08	17	3.38	17	1.69	17	0.51	23	14.77	23	14.68	22
26	ks31164	32.18	5	15.30	19	2.77	5	16.88	3	8.44	3	1.16	7	22.19	7	20.74	10
27	ks31167	7.98	32	20.82	6	-8.50	32	-12.84	32	-6.42	32	0.39	27	12.89	27	11.54	29
28	ks31168	12.86	28	14.29	20	-0.59	25	-1.43	25	-0.72	25	0.43	26	13.56	26	13.54	26
29	ks31169	14.78	25	19.35	9	-1.63	29	-4.57	29	-2.29	29	0.67	20	16.91	20	16.76	17
30	ks31221	9.94	30	15.80	17	-3.12	30	-5.86	30	-2.93	30	0.37	29	12.53	29	12.20	28
31	گلی (Goli)	13.10	27	6.15	32	2.80	4	6.95	12	3.48	12	0.19	32	8.97	32	8.37	32
32	اختر (Akhtar)	18.16	23	11.81	29	1.85	11	6.35	15	3.17	15	0.50	24	14.65	24	14.31	24

Y_p: Yield potential, Y_s: Yield Stability, SSI: Stress Susceptibility Index, TOL: Stress Tolerance, MP: Mean Productivity, STI: Stress Tolerance Index, GMP: Geometric Mean Productivity, HM: Harmonic Mean

از بقای عملکرد تحت شرایط تنش، از بین ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده، آنهایی که دارای مقادیر بالای Y_s هستند، انتخاب کردند. بر این اساس نیز ژنوتیپ‌های ۴ و ۱۳ (KS-31127 و KS-31138) به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب می‌شوند. تجزیه خوشه‌ای در محیط متداول و کم‌آب‌یاری، بر اساس میانگین تمامی صفات، به روش UPGMA انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای تقریباً ژنوتیپ‌ها را بر اساس شباهت بین صفات، گروه‌بندی می‌کند (Azizi et al., 2000). به‌عنوان مثال، ژنوتیپ‌هایی که در گروه اول قرار می‌گیرند، نسبت به گروه چهارم که شامل ژنوتیپ‌های ۲۹، ۲۷ و ۳۱ می‌باشد، دارای بیشترین مقدار عملکرد هستند.

Normand Moayyed et al. و Fernandez (1992) (2001) نیز در بررسی‌های جداگانه، شاخص‌های STI و GMP را برای شرایط مختلف تنش خشکی جهت شناسایی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در نظر گرفتند. با توجه به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها (جدول ۶) و ژنوتیپ‌های برتر هر شاخص (جدول ۸)، ژنوتیپ‌های برتر مشترک بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی، میانگین هندسی محصول‌دهی و میانگین هارمونیک محصول‌دهی انتخاب شدند که شامل ژنوتیپ‌های ۴، ۱۹، ۱۳، ۱۵ و ۵ (KS-31112، KS-31139، KS-3138، KS-31150 و KS-31127) می‌باشند. (Schneider et al. (1997) پیشنهاد می‌کنند که در ابتدا، انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر بالای شاخص تحمل به خشکی انجام گیرد و سپس به‌منظور حصول اطمینان

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی در ۳۲ ژنوتیپ لوبیا قرمز

Table 7. correlation coefficients between drought resistance indices in 32 genotypes of common bean

شاخص‌ها Indicators	پایداری عملکرد (Ys)	شاخص حساسیت به خشکی (SSI)	شاخص تحمل (TOL)	میانگین حسابی محصول‌دهی (MP)	شاخص تحمل به خشکی (STI)	میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP)	میانگین هارمونیک محصول‌دهی (HM)
عملکرد در محیط نرمال (Yp)	0.274	0.649**	0.789**	0.789**	0.824**	0.839**	0.791**
پایداری عملکرد (Ys)		-0.402*	-0.375*	-0.375*	0.746**	0.744**	0.778**
شاخص حساسیت به خشکی (SSI)			0.883**	0.883**	0.243	0.262	0.237
شاخص تحمل (TOL)				1.000**	0.317	0.333	0.265
میانگین حسابی محصول‌دهی (MP)					0.317	0.333	0.265
شاخص تحمل به خشکی (STI)						0.989**	0.983**
میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP)							0.994**

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

*and **: Significant at $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively.

Yp: Yield Potential, Ys: Yield Stability, SSI: Stress Susceptibility Index, TOL: Stress Tolerance, MP: Mean Productivity, STI: Stress Tolerance Index, GMP: Geometric Mean Productivity, HM: Harmonic Mean

جدول ۸- ژنوتیپ‌های برگزیده لوبیا قرمز بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی

Table 8. Selected genotypes of common bean based on drought resistance indices

شماره ژنوتیپ (Genotype No.)	شاخص‌ها (Indicators)
19-13-17-5-26	عملکرد در محیط نرمال (Ys)
4-13-16-12-14	عملکرد در محیط تنش (Yp)
11-17-8-31-26	شاخص حساسیت به خشکی (SSI)
17-19-26-5-8	شاخص تحمل (TOL)
17-19-26-5-8	میانگین حسابی محصول‌دهی (MP)
4-13-19-15-5	شاخص تحمل به خشکی (STI)
4-13-19-15-5	میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP)
4-13-15-19-5	میانگین هارمونیک محصول‌دهی (Harmonic m)

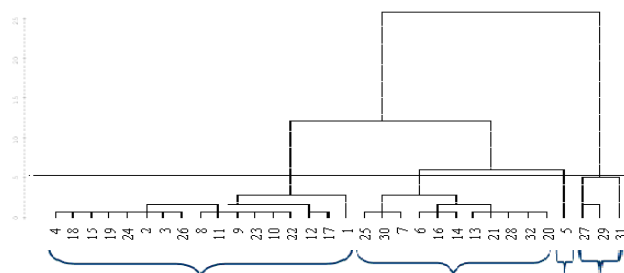
شماره ژنوتیپ‌ها بر اساس جدول ۶ است.

Number of genotypes is based on table 6.

Yp: Yield Potential, Ys: Yield Stability, SSI: Stress Susceptibility Index, TOL: Stress Tolerance, MP: Mean Productivity, STI: Stress Tolerance Index, GMP: Geometric Mean Productivity, HM: Harmonic Mean

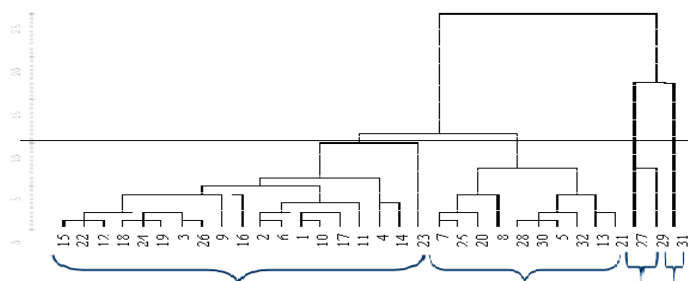
نتایج تجزیه خوشه‌ای در محیط کم‌آبیری نیز نشان داد که ۳۲ ژنوتیپ لوبیا قرمز مورد بررسی، در چهار گروه طبقه‌بندی شدند (شکل ۲). این شکل نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۳۱ که کمترین عملکرد را در بین سایر ژنوتیپ‌ها دارد، در یک گروه مجزا قرار گرفته است. در گروه سوم که شامل ژنوتیپ‌های ۲۷ و ۲۹ می‌باشد، از لحاظ صفات تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، وزن غلاف‌ها در یک بوته و شاخص برداشت، بسیار به هم شبیه‌اند. ژنوتیپ‌های گروه دوم نیز همگی دارای وزن ۱۰۰ دانانه بالایی می‌باشند.

این دو گروه، دورترین فاصله ژنتیکی را نسبت به هم داشته و بنابراین جهت تولید دورگ‌های قوی، دارای بالاترین پتانسیل می‌باشند. (Schoonhoven & Voysest (1993) نیز اظهار داشتند، زمانی که والدین دارای قرابت ژنتیکی دوری از هم باشند، هیبرید حاصل از دورگ‌گیری در لوبیا، تنوع مطلوبی جهت انتخاب بوته‌های مناسب برای پهن‌زادگر فراهم می‌آورند. صفاتی مانند عادت رشد، تعداد گره، ارتفاع بوته، عرض کانوپی، رنگ دانه و گل در ژنوتیپ‌های گروه چهارم، بسیار به هم شبیه‌اند. میانگین عملکرد گروه اول تا چهارم، به ترتیب ۲۴/۸۹، ۲۰/۳۴، ۳۶/۸۷ و ۱۹/۸۲ می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- دندروگرام ۳۲ ژنوتیپ لوبیا بر اساس تمامی صفات اندازه‌گیری شده در شرایط متداول آبیاری به روش غیرهم‌وزن زوج گروه‌ها با استفاده از میانگین حسابی

Fig. 1. Dendrogram for 32 genotypes based on all of measured traits by UPGMA method under normal condition



شکل ۲- دندروگرام ۳۲ ژنوتیپ لوبیا بر اساس تمامی صفات اندازه‌گیری شده در شرایط کم آبیاری به روش غیرهم‌وزن زوج گروه‌ها با استفاده از میانگین حسابی

Fig. 2. Dendrogram for 32 genotypes based on all of measured traits by UPGMA method under water deficit condition

بار عاملی بالایی در عامل عملکرد در تجزیه عامل‌هاست، می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین شاخص در گزینش ژنوتیپ‌های پرمحصول، مورد استفاده قرار گیرد. با افزایش این صفت، وزن غلاف‌ها در یک بوته و در نتیجه، عملکرد افزایش یافته و در نتیجه نقش مهمی در انتخاب غیرمستقیم، جهت افزایش بهره‌وری دارد. همچنین شاخص‌های تحمل به خشکی، میانگین هندسی و هارمونیک محصول‌دهی، به‌عنوان بهترین شاخص‌ها جهت شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش کم‌آبی شناسایی شدند.

میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های گروه اول تا گروه چهارم، به‌ترتیب ۱۷/۴۷، ۱۵/۵۲، ۲۰/۰۸ و ۶/۱۴ بود. ژنوتیپ ۴ و ۱۳ که ژنوتیپ‌های مقاوم شناخته شدند، با توجه به قرارگیری این دو لاین در دو کلاستر جداگانه و حداکثر فاصله ژنتیکی بین این دو، می‌توانند جهت دورگ‌گیری و تلاقی در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، صفت تعداد غلاف در بوته که در تجزیه علیت دارای بیشترین اثر مستقیم در عملکرد لوبیا، در هر دو شرایط معمول و کم‌آبیاری بود و همچنین دارای

منابع

- Albayrak, S., and Tongel, O. 2006. Path analysis of yield and yield-related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.) under different rainfall conditions. Journal of Faculty of Agriculture OMU 21: 27-32.
- Amini, A., Bihamta, M.R., and Abdmishani, C. 2002. Genetic diversity between difference traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian J. of Agricultural Sciences, Agricultural economics & Development 33: 605-615. (In Persian with English Summary).
- Azizi, F., Rezaie, A.M., and Meybodi, S. 2000. Study of Genetic and phenotypic variation and factor analysis of morphological traits in common bean. Journal of Science and Technology of Agriculture and Resources 5: 127-140. (In Persian with English Summary).

4. Bidinger, F.R., Mahalakshmi, V., and Rao, G.D.P. 1987a. Assessment of drought resistance in pearl millet. I. Factors affecting yields in stress. *Aust. J. Agric. Res.* 38: 37-48.
5. Bidinger, F.R., Mahalakshmi, V., and Rao, G.D.P. 1987b. Assessment of drought resistance in pearl millet [*Pennisetum americanum* (L.) Leake]. II. Estimation of genotype response to stress. *Aust. J. Agric. Res.* 38: 49-59.
6. Blum, A. 1988. *Plant Breeding for Stress environments*. CRC Press, Florida. p. 212.
7. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.G. Kue (Ed.). *Adaptation of food crop to temperature and water stress*. AVRDC. Shanhua, Taiwan. p. 257-270.
8. Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897-912.
9. Galvan, M.Z., Menendez-Sevillano, M.C., De Ron, A.M., Santalla, M., and Balatti, P.A. 2006. Genetic diversity among wild common beans from northwestern Argentina based on morpho-agronomic and RAPD data. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 891-900.
10. Hall, A.E. 1993. Is dehydration tolerance relevant to genotypic differences in leaf senescence and crop adaptation to dry environments? In: T.J. Close and E.A. Bray (Eds.). *Plant Responses to Cellular Dehydration during Environmental Stress*. p. 1-10.
11. Halterlein, A.J. 1983. Bean. In: I.D. Teare and M.M. Peet (Eds.). *Crop Water Relations*. p. 157-185.
12. Keim, D.L., and Kronstand, W.E. 1979. Drought resistance and dry land adaptation in winter wheat. *Crop Sci.* 19: 574-576.
13. Mederski, H.J., and Jeffers, D.L. 1973. Yield response of soybean varieties grown at two soil moisture stress levels. *Agron. J.* 65: 410-412.
14. Mirzaie Nadooshan, H. 1997. Studying of genetic diversity and geo-morphological in collection of Iranian and foreign beans. M.Sc. Thesis. Tarbiat Modarres University, Iran. p. 112. (In Persian with English Summary).
15. Mohammadi, A., Bihamta, M.R., Soluoki, M., and Dorri, H.R. 2006. Grouping of red bean genotypes based on the relationship between some quantitative and qualitative traits-using multivariate statistical methods. *Iranian Journal of Crop Sciences* 10: 178-190. (In Persian with English Summary).
16. Nourmand Moayyed, F., Rostami, M.A., and Ghandha, M.R. 2001. Evaluation of drought resistance indices in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Iranian J. Agric. Sci.* 32: 795-805. (In Persian with English Summary).
17. Ozveren Yucel, D., Anlarsel, A.E., and Yucel, C. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turk J. Agric. For.* 30: 183-188.
18. Ramirez, P., and Kelly, J. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica* 99: 127-136.
19. Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21: 943-946.
20. Sarafi, A. 1978. A yield component selection experiment involving American and Iranian cultivar of the common bean. *Crop Sci.* 18: 5-7.
21. Schneder, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acostagallegos, J.A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. *Crop Sci.* 37: 43-50.
22. Schoonhoven, A.V., and Voysest, O. 1993. *Common bean: Research for Crop Improvement*. Published in Association with CIAT. Cali, Colombia. p. 980.
23. Seiler, G.J., and Stafford, R.E. 1979. Factor analysis of components of yield in guar. *Crop Sci.* 25: 905-908.
24. Singh, S.P. 1995. Selection for water-stress tolerance in interracial population of common bean. *Crop Sci.* 35: 118-124.
25. Teran, H., and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crop Sci.* 42: 64-70.
26. Vander Heijden, G. 1990. Determination of parameters with digital images. *Prophyta* 8: 246-247.
27. White, J., Ochoa-M, R., Ibarra-P, F., and Singh, S.P. 1994. Inheritance of seed yield, maturity and seed weight of common bean (*Phaseolus vulgaris*) under semi-arid rained conditions. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 122: 265-273.

Comparison of seed yield and related traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties under normal and water deficit conditions

Naseh-ghafoori^{1*}, I., Bihamta², M., Afzali³, M. & Dori⁴, H.

1- Former Graduate Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Collage of Agricultural and Natural Resource of Tehran University, Karaj, Iran

2- Prof. of Department of Agronomy and Plant Breeding, Collage of Agricultural and Natural Resource of Tehran University, Karaj, Iran

3- Former Graduate Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Collage of Technology of Isfahan

4- Agricultural Research Institute of Bean, Khomein, Iran

Received: 8 March 2011

Accepted: 20 November 2011

Abstract

The effect of water stress were studied on the agronomic traits related to yield of common bean by planting 32 genotypes in normal and water deficit conditions. These genotypes were evaluated in randomized complete block design with three replications in experimental field of Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj Campus in 2007. Analysis of variance showed that there were significant differences among varieties in all traits, indicating the existence of genetic variation among varieties. Factor analysis were accomplished in both conditions indicated that there were five factors that explained 73 and 72 percent of total variations in normal and stress conditions, respectively. Path analysis for seed yield showed that number of pods per plant had the highest positive effect, 0.697 and 0.699, respectively, on seed yield in normal and stress conditions. Number of days to podding (0.026) and length of pod (-0.004) had indirect effects through number of pods on seed yield. Also, in stress condition, number of seed per pods (0.083) and 100 seed weight (-0.074) had indirect effects through number of pods on seed yield. Therefore, this trait could be used as an indicator for improving of common bean seed yield. Phenotypic clustering of genotypes (UPGMA) showed that all of the genotypes were classified in four separate groups in normal and stress conditions. Evaluation of drought resistance in common bean genotypes showed that stress tolerance index (STI), geometric mean productivity (GMP) and harmonic mean of yield were the best criteria for reorganization of tolerant genotypes as detected as KS-31127, KS-31150, KS-3138, KS-31139, KS-31112 in this experiment.

Key word: Cluster analysis, Drought resistance indices, Factor analysis, Path analysis, Water deficit

* Corresponding Author: E-mail: ighafoori@ut.ac.ir, Tel.: 09131008929

تأثیر علف‌کش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر بر رشد، گره‌زایی و تثبیت‌زیستی (*Cicer arietinum* L.) نیتروژن در نخود

ابراهیم ایزدی دربندی^۱ و لیلا اکرم^{۲*}

۱- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۰۹

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر علف‌کش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر بر رشد، گره‌زایی و تثبیت‌زیستی نیتروژن در گیاه نخود، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای این آزمایش شامل کاربرد سه علف‌کش پیریدات، بنتازون و ایمازتاپیر در مقادیر توصیه‌شده (به ترتیب ۱۲۰۰، ۷۲۰ و ۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)، دو سطح تلقیح و عدم تلقیح بذور نخود با باکتری *Mesorhizobium ciceri* دو سطح استریل و عدم استریل خاک بودند. کاشت بذور در گلدان‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر انجام شد و سپس علف‌کش‌های پیریدات در زمان پس از کاشت و قبل از سبزشدن و بنتازون و ایمازتاپیر در مرحله سومین برگ شانه‌ای به کار برده شدند. در ۴۰ روز پس از کاربرد علف‌کش‌ها (مرحله شروع گلدهی) شاخص‌های زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، تعداد گره‌های تثبیت‌نیتروژن ریشه، وزن خشک گره‌ها و نیتروژن کل تثبیت‌شده در گیاه، اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج، تلقیح بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، تعداد و وزن خشک گره ریشه را به ترتیب ۲۵ درصد و ۲۰ درصد افزایش داد. استریل کردن خاک به‌طور معنی‌داری ($P < 0.01$) باعث کاهش تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن، وزن خشک گره، نیتروژن کل تثبیت‌شده و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی شد. کاربرد همه علف‌کش‌ها منجر به کاهش معنی‌داری ($P < 0.01$) در همه شاخص‌های مذکور شدند و در بین آنها، علف‌کش بنتازون بیشترین تأثیر را بر پارامترهای فوق داشت، به‌طوری‌که کاربرد آن، زیست‌توده ریشه و اندام هوایی نخود را به ترتیب ۸۰ درصد و ۷۳ درصد و تعداد و وزن گره‌ها را به ترتیب ۹۳ درصد و ۹۷ درصد کاهش داد. با وجود این‌که علف‌کش پیریدیت کمترین تأثیر را بر تعداد و وزن خشک گره‌ها و نیتروژن تثبیت‌شده داشت، به‌طور معنی‌داری باعث کاهش زیست‌توده خشک ریشه و ساقه شد. بر اساس نتایج حاصل، علف‌کش ایمازتاپیر با وجود این‌که اثر نامطلوب کمتری بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی داشت، بیشترین تأثیر را بر تعداد و وزن خشک گره داشت.

واژه‌های کلیدی: باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، تعداد و وزن خشک گره، زیست‌توده، نخود

مقدمه

متوسط ۴۰۷ کیلوگرم در هکتار در بین حبوبات، مقام اول را دارد. با توجه به اهمیت این محصول در کشور و سید غذایی مردم، در دو دهه اخیر، سطح زیرکشت و تولید آن به ترتیب پنج‌برابر و سه‌برابر افزایش یافته است. ویژگی‌های منحصربه‌فرد نخود از جمله بهبود خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک و باروری آن (Doughton et al., 1993)، درصد پروتئین بالا، ایجاد وقفه در چرخه زندگی آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز و همچنین تثبیت‌زیستی نیتروژن، باعث شده است که در بین گیاهان زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد و یکی از مهم‌ترین اجزای تناوب زراعی محسوب شود (Peoples et al., 1992). همانند سایر گیاهان زراعی، مهم‌ترین هدف تولید نخود، حصول حداکثر عملکرد و کیفیت

نخود (*Cicer arietinum* L.) سومین حبوبات مهم دنیا و با تولید جهانی معادل ۸ میلیون تن می‌باشد. این مقدار تولید در مساحتی حدود ۱۰/۳۵ میلیون هکتار و با عملکرد متوسط ۷۷۳ کیلوگرم در هکتار حاصل می‌شود. قاره آسیا، ۸۸ درصد تولید و ۹۱ درصد سطح زیرکشت نخود را به خود اختصاص داده است. سطح زیرکشت نخود در ایران، ۷۵۰ هزار هکتار می‌باشد و با تولید ۳۰۰ هزار تن و عملکرد

* نویسنده مسئول: تبریز، زعفرانیه، ایستگاه مدرسه، ۱۰ متری اول شرقی،

پلاک ۱۴، طبقه دوم، تلفن: ۰۴۱۱۳۲۹۹۱۵، همراه: ۰۹۱۴۳۰۹۸۹۳

le_akram@yahoo.com

گزارش شده است که علفکش‌های تریپتیلزین، تریپتیلزین، تریازین، سیمازین، پرومترین و بنتازون بر رشد، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن نخود، تأثیر شدیدی داشته‌اند و منجر به کاهش گره‌زایی و رشد ریشه، اندام‌های هوایی، سطح برگ، ذخیره مواد حاصل از فتوسنتز برای گره‌ها و کل نیتروژن تثبیت‌شده در نخودفرنگی می‌شوند (Wright & Singh, 1999). (Douglas & Eberbach, 1989) در مطالعات خود بیان کردند که کاربرد علفکش‌های گلایفوسیت، پاراکوات، دایکوات و کلروسولفورون، منجر به کاهش معنی‌داری در بقای باکتری *Rhizobium trifolii* شده‌اند. (2002) Aamil نیز در بررسی‌های خود گزارش کرد که کاربرد علفکش‌های پندیمتالین، ایزوپروتورون و فلوکلورالین به مقدار قابل‌توجهی بقای باکتری *Mesorhizobium ciceri* را در خاک کاهش دادند. با وجود این که در اغلب مطالعات انجام‌شده، بر تأثیر سوء کاربرد علفکش‌ها بر رشد باکتری‌ها و همزیستی آنها با بقولات اشاره شده است، گزارش‌های ضدونقیضی هم در این ارتباط وجود دارد. (2004) *et al.* Anderson در یک مطالعه آزمایشگاهی مشاهده کردند که علفکش کلروسولفورون حتی در دوبرابر مقدار توصیه‌شده، رشد ریزوبیوم‌ها را تحت تأثیر قرار نداد، اما توانایی آنها را برای تشکیل گره، کاهش داد. براساس ارزیابی چشمی به‌فاصله ۲ و ۱۵ روز پس از سم‌پاشی پس‌رویشی، تیمارهای کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بنتازون، اثر گیاه‌سوزی شدیدی روی گیاه زراعی نخود بر جای گذاشت. (Martensson, 1992) و (Mousavi, 2010) نیز گزارش کردند که در حضور علفکش کلروسولفورون، رشد نژادهای مختلف ریزوبیوم به‌جز در سطوح بالاتر از مقادیر کاربرد آن، تحت تأثیر قرار نگرفت و حضور کلروسولفورون، تأثیری بر فعالیت و توانایی گره‌زایی باکتری‌های ریزوبیوم نداشت. *et al.* (1996) Gonzalez نیز نتایج مشابهی را ارائه کرده‌اند. موارد مذکور نشان می‌دهد که بسته به نوع علفکش، شرایط محیطی و خاکی، اثرات متفاوت و متناقضی در رفتار همزیستی باکتری-لگوم مشاهده می‌شود.

در ایران، کاربرد علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز مزارع نخود، به‌طور گسترده معمول نیست. با وجود این، به‌دلیل بالا بودن هزینه سایر روش‌ها در کنترل علف‌های هرز، گرایش به سمت کاربرد علفکش‌ها در حال افزایش است و از این رو تحقیقات برای معرفی علفکش‌هایی برای این منظور متمرکز شده‌اند (Mousavi *et al.*, 2010). از آنجا که در ارتباط با اثرات کاربرد علفکش‌ها بر همزیستی باکتری‌های تثبیت‌کننده

می‌باشد. عمده کشت این گیاه، به‌صورت دیم پاییزه بوده و به‌دلیل سرعت رشد اندک، ارتفاع کم و نیز عدم پوشش کافی زمین، توان رقابتی اندکی با علف‌های هرز دارد؛ لذا کنترل علف‌های هرز در نخود، از مهم‌ترین مشکلات کشت‌وکار و تولید آن به‌شمار می‌رود، به‌طوری‌که در صورت عدم کنترل و یا مدیریت ضعیف علف‌های هرز، تلفات عملکرد آن در اثر رقابت به بیش از ۵۰ درصد و گاهی تا ۸۰ درصد نیز می‌رسد (Parsa & Bagheri, 2008). برای کنترل و مدیریت علف‌های هرز نخود راه‌های گوناگونی از جمله وجین‌دستی، استفاده از ادوات خاک‌ورزی، اصلاح روش‌های کاشت و کاربرد علفکش‌ها پیشنهاد شده است. از آنجایی که جنبه‌های اقتصادی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در انتخاب روش کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود، لذا امروزه استفاده از علفکش‌ها به‌عنوان آسان‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش برای کنترل علف‌های هرز در اغلب محصولات زراعی از جمله نخود به‌شمار می‌رود و برای این منظور، علفکش‌های مختلفی در جهان و ایران به ثبت رسیده است (Parsa & Bagheri, 2008). باوجود تمام مزیت‌های نسبی کاربرد علفکش‌ها نسبت به سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز، آلودگی‌های زیست‌محیطی، تأثیر سوء این مواد بر موجودات زنده و اختلال در فرایندهای طبیعی اکوسیستم‌ها از مهم‌ترین تبعات کاربرد این مواد شیمیایی کشاورزی به‌شمار می‌روند (Matthews, 2008). همزیستی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن با بقولات از مهم‌ترین فرایندهای طبیعی است که نقش مهمی در بقاء، ثبات و توالی بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی دارد و بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، این فرایندها می‌تواند تحت تأثیر کاربرد نهادهای کشاورزی به‌ویژه علفکش‌ها قرار گیرد (Singh & Wright, 1999).

علفکش‌ها به چندین روش می‌توانند همزیستی لگوم-ریزوبیوم را تحت تأثیر قرار دهند. این آفت‌کش‌ها با تأثیر مستقیم بر رشد گیاه، تثبیت نیتروژن را متأثر می‌سازند و یا از طریق تأثیر مستقیم بر بقاء و رشد ریزوبیوم‌ها، توانایی آنها را برای همزیستی با گیاهان میزبان کاهش می‌دهند (Anderson *et al.*, 2004; Eberbach, 1989; Martensson & Nilsson, 1993). از دیگر اثرات علفکش‌ها بر همزیستی لگوم-ریزوبیوم، ممانعت از تشکیل سیگنال‌های بیوشیمیایی بین ریزوبیوم‌ها و گیاهان میزبان و نیز کاهش توانایی تقسیم سلولی در ریشه گیاه جهت تشکیل گره می‌باشد که در نتیجه، تثبیت‌زیستی نیتروژن را مختل می‌کند (Anderson *et al.*, 2004; Eberbach, 1993).

نیترژن با ارقام نخود و تثبیت‌زیستی نیترژن، مطالعات اندکی در کشور صورت گرفته‌است، این تحقیق با هدف ارزیابی اثرات علف‌کش‌های پیریدات، بنتازون و ایمازتاپیر بر رشد، گره‌زایی و تثبیت نیترژن در نخود انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۹ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد علف‌کش‌های پیریدیت ۶۰ درصد، بنتازون ۴۸ درصد و ایمازتاپیر ۱۰ درصد به ترتیب با مقادیر کاربرد ۱۲۰۰، ۷۲۰ و ۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، تلقیح بذور نخود با باکتری تثبیت‌کننده نیترژن (*Mesorhizobium ciceri*) در دو سطح (تلقیح‌شده و تلقیح‌نشده) و وضعیت استریل خاک در دو سطح (خاک استریل‌شده و استریل‌نشده) بودند که همراه با تیمار شاهد (بدون کاربرد علف‌کش) بودند. به منظور سترون کردن خاک، پس از تهیه خاکی به نسبت ۱:۳ (خاک: ماسه) آن را درون کیسه‌های متقالی ریخته و پس از انتقال به اتوکلاو، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و در دو مرحله، عملیات سترون کردن خاک انجام شد (Nesari et al., 2009). بافت خاک، رسی و با اسیدیتهٔ قلیایی ضعیف بود. پس از تهیه خاک، رقم ILC482 نخود به تعداد شش بذر در داخل گلدان‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و در عمق مناسب کشت شدند. در تیمارهایی که نیاز به تلقیح بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیترژن بود، عمل تلقیح بذور مربوطه با کود زیستی نخود، محصول مؤسسه فن‌آوری زیستی مهرآسیا، حاوی باکتری *Mesorhizobium ciceri* (باکتری اختصاصی تلقیح بذور نخود جهت تثبیت زیستی نیترژن)، طبق دستورالعمل درج‌شده بر روی جعبهٔ کود زیستی انجام شد. برای این منظور، بذور به نسبت توصیه‌شده در برچسب (۱ کیلوگرم کود برای ۸۰ کیلوگرم بذر نخود) با کود زیستی حاوی باکتری، تلقیح شدند. بر اساس دستورالعمل، ابتدا مادهٔ چسبانندهٔ باکتری به بذر، موجود در جعبه را در مقدار معینی آب، حل کرده و سپس بذور را به آن اضافه نموده و جهت آغشته‌شدن بذور به مادهٔ چسباننده، ظرف را تا مدتی تکان داده و پس از آن، کود زیستی به مخلوط حاصل اضافه شد. ظرف، آن‌قدر تکان داده شد تا کود زیستی به‌طور یکنواخت بر روی بذور قرار گیرد. بذور تلقیح‌شده، بلافاصله در گلدان‌ها کشت شدند. پس از عملیات کاشت، برای اطمینان از سبزشدن بذور، با تعیین ظرفیت زراعی خاک، گلدان‌ها با نسبت یکسان، آبیاری شده و در طول آزمایش، رطوبت خاک در حد ظرفیت

زراعی حفظ شد. یک‌هفته پس از سبزشدن بذور، گیاهان هر گلدان، تنک و تراکم آنها به سه‌بوته در هر گلدان رسانده شد. برای کاربرد علف‌کش‌ها، از سم‌پاش کتابی مدل ماتابی پلاس با نازل تی‌جت شماره ۸۰۰۱، نصب‌شده بر روی یک ریل و با سرعت حرکت ثابت، استفاده شد. سم‌پاشی با نسبت ۲۵۰ لیتر آب در هکتار، انجام شد. برای این منظور، علف‌کش پیریدیت به صورت پیش‌رویشی و دو روز پس از کاشت نخود و علف‌کش‌های بنتازون و ایمازتاپیر به صورت پس‌رویشی در مرحلهٔ ظهور سومین برگ شانه‌ای نخود به کار برده شدند. گیاهان تا ۴۰ روز پس از سبزشدن نخود که مصادف با ظهور جوانه‌های گل بود، نگهداری شدند و سپس برای تحلیل نتایج حاصل، صفات مربوط به رشد شامل درصد بقای بوته‌ها، ارتفاع گیاهان، زیست‌تودهٔ ریشه و اندام‌های هوایی، نسبت ریشه به ساقه و نیز شاخص‌های مربوط به تثبیت‌زیستی نیترژن شامل تعداد و وزن خشک گره‌ها و نیترژن کل گیاه (به روش کجدال) اندازه‌گیری شدند (Iswaran & Marwah, 1980). برای این منظور پس از خاک‌شویی ریشه، گیاهان حاصل در داخل کیسه‌های نایلونی به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آزمایشگاه، ریشه در محل یقه از اندام هوایی جدا شد. ارتفاع گیاهان به وسیلهٔ خط‌کش اندازه‌گیری گردید. سپس تعداد گره‌های تثبیت‌کنندهٔ نیترژن در ریشهٔ هر یک از نمونه‌ها به دقت شمارش شد. در ادامه، نمونه‌ها به تفکیک ریشه و اندام‌های هوایی، داخل پاکت‌های کاغذی قرار داده شده و در آن در دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. وزن خشک نمونه‌ها به وسیلهٔ ترازویی با دقت هزارم گرم اندازه‌گیری شد. پس از حصول داده‌های آزمایشی، برای تجزیهٔ واریانس آنها از نرم‌افزار MINITAB R13 استفاده شد و مقایسات میانگین به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌های آزمایش، تلقیح بذور نخود با باکتری مزوریزوبیوم، تأثیر معنی‌داری ($P < 0.01$) بر زیست‌تودهٔ خشک ریشه و اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه، تعداد گره‌های تثبیت‌کنندهٔ نیترژن در ریشه، وزن خشک گره‌ها و نیترژن کل تثبیت‌شده داشت (جدول ۱). بر این اساس، تلقیح بذور نخود با باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیترژن، زیست‌تودهٔ خشک ریشه، زیست‌تودهٔ خشک اندام هوایی و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی

مذکور، منجر به افزایش تثبیت نیتروژن شده است. در همزیستی نخود با باکتری مزوریزوبیوم، عملکرد گیاه، مقدار نیتروژن و وزن خشک گره، پس از تلقیح با میکروارگانیسم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، افزایش می‌یابد (Koutroubas *et al.*, Soleimani & Asgharzadeh, 2010). همچنین، روابط معنی‌داری بین عملکرد بیولوژیک نخود و مقادیر نیتروژن تثبیت‌شده، گزارش شده است (Kumar & Goh, 2000).

نخود را به ترتیب ۱۹ درصد، ۲۴ درصد و ۱۵ درصد افزایش داد (شکل ۱). از سوی دیگر، میانگین تعداد گره‌های تشکیل‌شده در ریشه، وزن خشک گره‌ها و نیتروژن کل تثبیت‌شده در تیمار بذور تلقیح‌شده با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن نسبت به شرایط عدم تلقیح بذور، به ترتیب ۲۵ درصد، ۲۰ درصد و ۳ درصد بیشتر بود (جدول ۲). از آنجا که تثبیت نیتروژن توسط نخود، ارتباط مستقیمی با تعداد و وزن خشک گره‌های تشکیل‌شده دارد، به نظر می‌رسد تأثیر تلقیح بذور نخود بر شاخص‌های

جدول ۱- میانگین مربعات (MS) مربوط به صفات اندازه‌گیری‌شده نخود حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش
Table 1. Means of square (MS) of chickpea parameters, resulted from analysis of variences

Source of variation	df	%Su	RDW	ShDW	R/Sh	Nno	NDW	%N
T (Herbicide)	3	16657**	2.45**	1.61**	1.13**	2512**	14059**	0.72**
I (Inoculation)	1	3111**	0.3**	0.82**	0.22**	176**	446**	0.01**
S (soil sterile)	1	1554*	0.11*	0.01 ^{ns}	0.22**	2919**	2717**	0.06**
T*I	3	363 ^{ns}	0.09*	0.15*	0.32**	157**	281**	0.028**
T*S	3	665*	0.29**	0.55**	0.17**	1358**	4648**	0.13**
I*S	1	276 ^{ns}	0.014 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.19*	218**	1064**	0.01**
T*I*S	3	0.4 ^{ns}	0.012 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.09*	119**	1056**	0.35**
Error	48	219.8	0.025	0.038	0.027	10.5	24.1	0.001
C.V.		20.28	23.15	23.18	22.36	27.56	19.82	2.57

T: تیمار علفکش؛ I: تیمار تلقیح با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن؛ S: تیمار استریل خاک؛ %Su: درصد بقای اندام هوایی؛ RDW: زیست‌توده خشک ریشه (گرم)؛ ShDW: زیست‌توده خشک اندام هوایی (گرم)؛ R/Sh: نسبت وزن خشک ریشه به ساقه؛ Nno: تعداد گره؛ NDW: وزن خشک گره (میلی‌گرم)؛ %N: درصد نیتروژن تثبیت‌شده در کل گیاه؛ df: درجه آزادی؛ MS: میانگین مربعات

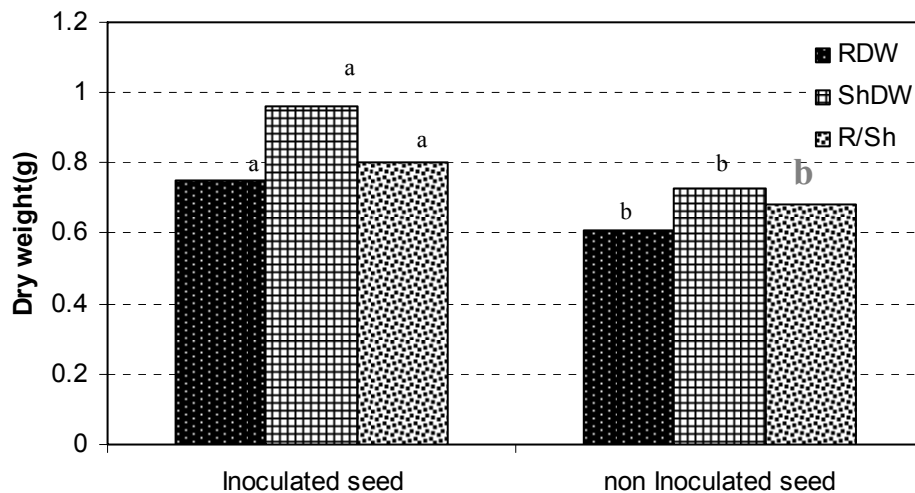
** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد؛ ns: عدم معنی‌دار.

T: herbicide application; I: seed inoculation; S: soil sterile; %Su: plant survival; RDW: root dry weight (g); ShDW: shoot dry weight(g); R/Sh: root/shoot ratio; Nno: nodule number; NDW: nodule dry weight (mg); %N: nitrogen fixation
ns, * and ** represent non-significant and significantly difference at 5 and 1% levels, respectively.

میکروارگانیسم‌های مفید خاک از بین می‌روند و شرایط برقراری همزیستی بین ریشه گیاه و میکروارگانیسم‌های مفید محدود می‌شود، لذا این مسأله می‌تواند بر جذب عناصر توسط ریشه گیاه، تأثیر گذاشته و به عنوان نوعی تنش مطرح باشد؛ به طوری که معمولاً در گیاهان تحت تنش‌های محیطی، نسبت ریشه به ساقه افزایش می‌یابد (Kafi & Mahdavi damghani, 2000). از این رو به نظر می‌رسد افزایش نسبت ریشه به ساقه نخود، ناشی از این امر باشد. بر اساس نتایج آزمایش، میانگین تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در خاک استریل‌نشده، ۷۳ درصد بیشتر از میانگین تعداد گره ریشه در تیمار خاک استریل‌شده بود. استریل خاک بر روی وزن خشک گره‌ها نیز اثر معنی‌داری ($P < 0.01$) داشت، به طوری که میانگین وزن خشک گره‌ها در تیمار عدم استریل خاک، ۴۲ درصد بیشتر از خاک استریل‌شده بود. میانگین درصد نیتروژن کل تثبیت‌شده در گیاه نخود نیز تحت تأثیر ($P < 0.01$) استریل کردن خاک قرار گرفت، به طوری که استریل خاک باعث کاهش ۷ درصدی در نیتروژن تثبیت‌شده در نخود شد.

نتایج حاصل از این آزمایش نیز با این فرضیه مطابقت دارد. Sandhu *et al.* (1991) گزارش کردند که در گیاهان عدس که عملیات تلقیح بذور روی آنها انجام شده بود، تعداد و وزن خشک گره‌ها، بیشتر و نیز رشد بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده مشاهده شد. منابع متعدد بیانگر این هستند که استفاده از کود بیولوژیک و تلقیح بذور، باعث افزایش زیست‌توده خشک گیاه شده است (Anderson *et al.*, 2004).

استریل کردن خاک نیز تأثیر معنی‌داری بر زیست‌توده خشک ریشه ($p < 0.05$)، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، وزن خشک گره‌ها و درصد نیتروژن کل تثبیت‌شده ($p < 0.01$) داشت (جدول ۳). بر اساس نتایج حاصل، زیست‌توده خشک ریشه در تیمار خاک استریل‌شده، ۱۱ درصد بیشتر از خاک استریل نشده بود و نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی که شاخصی برای بررسی عکس‌العمل گیاه به شرایط محیطی موجود به خصوص تنش‌های مختلف می‌باشد، در خاک استریل‌شده حدود ۱۵ درصد افزایش یافت. از آنجایی که در خاک استریل‌شده، کلیه



شکل ۱- اثر تلقیح بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن بر زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی و نسبت وزن خشک ریشه به ساقه در نخود

Fig. 1. Effect of seed inoculation with nitrogen fixation bacteria on chickpea root dry weight, shoot dry weight and root/shoot ratio

RDW: زیست‌توده خشک اندام‌های زیرزمینی؛ ShDW: زیست‌توده خشک اندام‌های هوایی؛ R/Sh: نسبت وزن خشک ریشه به ساقه؛

Inoculated seed: بذور تلقیح‌شده؛ non inoculated seed: بذور تلقیح‌نشده؛

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).

RDW: Root dry weight; ShDW: Shoot dry weight; R/Sh: Root/shoot ratio; Means by the uncommon letters are significantly different ($p < 0.01$).

جدول ۲- اثر تلقیح و عدم تلقیح بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن بر تعداد گره، وزن خشک گره و درصد نیتروژن تثبیت‌شده در نخود

Table 2. Effect of seed inoculation on nodule number, nodule dry weight and nitrogen percent in chickpea

وضعیت تلقیح	تعداد گره	وزن خشک گره	درصد نیتروژن
Inoculation	Nodule number	Nodule dry weight (mg)	Nitrogen percent
I تلقیح‌شده	13.4 a	27 a	1.25 a
NI تلقیح‌نشده	10 b	22 b	1.22 b

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).

I: Inoculated seeds; NI: Non inoculated seeds

Means by uncommon letter in each column are significantly different ($p < 0.01$).

حدود ۷۸ درصد، ۵۵ درصد و ۱۰ درصد بیشتر از موارد فوق در

تیمار بذور تلقیح‌شده و خاک استریل‌شده بود (جدول ۴).

به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که استریل‌کردن

خاک در شرایطی که بذور با باکتری تلقیح شده‌اند، باعث

کاهش همزیستی نخود-باکتری می‌شود. در شرایطی که بذور

با باکتری تلقیح نشده بودند نیز تعداد گره، وزن خشک گره و

نیتروژن تثبیت‌شده در حالت خاک استریل‌نشده به ترتیب

حدود ۶۵ درصد، ۱۹/۵ درصد و ۳ درصد بیشتر از خاک

استریل‌شده بود.

با توجه به این‌که استریل خاک، تعداد و وزن خشک

گره‌ها را کاهش داد، کاهش درصد نیتروژن تثبیت‌شده توسط

گیاه در خاک مذکور، دور از ذهن نیست. به نظر می‌رسد علت

این امر، از بین رفتن باکتری‌های مفید موجود در خاک در اثر

استریل‌کردن آن باشد. اثر متقابل تیمار تلقیح بذور نخود با

باکتری و استریل خاک بر روی تعداد و وزن خشک گره و

نیتروژن تثبیت‌شده، معنی‌دار ($p < 0.01$) بود (جدول ۱).

میانگین تعداد گره، وزن خشک گره و نیتروژن تثبیت‌شده در

تیمار بذور تلقیح‌شده با باکتری و خاک استریل‌نشده، به ترتیب

جدول ۳- اثر استریل خاک بر وزن خشک و تعداد گره، درصد نیتروژن تثبیت‌شده و نسبت وزن خشک ساقه به ریشه در نخود

Table 3. Effect of soil sterilization on chickpea nodule dry weight, nodule number, nitrogen percent and root/shoot ratio

صفات parameters					وضعیت خاک Soil condition
درصد نیتروژن Nitrogen percent	وزن خشک گره Nodule dry weight (mg)	تعداد گره Nodule number	وزن خشک ریشه Root dry weight	ساقه/ریشه R/Sh	
1.20 b	18.1 b	5.0 b	0.72 a	0.80 a	Sterile استریل شده
1.27 a	31.4 b	18.5 a	0.64 b	0.68 b	Non sterile استریل نشده

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).
Means by uncommon letter in each column are significantly different ($p < 0.01$).

جدول ۴- اثر متقابل تلقیح بذور و استریل خاک بر تعداد و وزن خشک گره و درصد نیتروژن در نخود

Table 4. Interaction of seed inoculation and soil sterile on nodule number, nodule dry weight and nitrogen percent

صفات parameters			استریل خاک Sterile	تلقیح بذور Inoculation
درصد نیتروژن Nitrogen percent (%)	وزن خشک گره Nodule dry weight (mg)	تعداد گره Nodule number		
1.17 c	16.8 c	4.8 c	S استریل شده	I تلقیح شده
1.27 a	38 a	22 a	NS استریل نشده	I تلقیح شده
1.23 b	19.7 c	5.2 c	S استریل شده	NI تلقیح نشده
1.26 a	24.5 b	15 b	NS استریل نشده	NI تلقیح نشده

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).
I: Inoculated seeds; NI: Non inoculated seeds; S: Sterile soil; NS: Non sterile soil
Means by uncommon letter in each column are significantly different ($p < 0.01$).

علف‌کش پیریدات و بنتازون به‌طور معنی‌داری ($p < 0.01$) باعث کاهش درصد بقای نخود شدند، به‌طوری‌که علف‌کش‌های مذکور به‌ترتیب باعث کاهش ۲۵ و ۷۱ درصدی بقای نخود نسبت به شاهد شدند (جدول ۵).

در اثر کاربرد علف‌کش‌ها در این آزمایش، زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی نخود به‌طور معنی‌داری ($p < 0.01$) کاهش یافتند. بر اساس نتایج حاصل، بیشترین تأثیر منفی بر صفات مذکور، در اثر کاربرد علف‌کش بنتازون مشاهده شد، به‌طوری‌که این علف‌کش به‌ترتیب باعث کاهش ۸۰ و ۷۳ درصدی زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی نخود شد. دو علف‌کش پیریدات و ایمازتاپیر، اختلاف معنی‌داری ($p < 0.01$) بر زیست‌توده خشک اندام هوایی نخود نداشتند. همچنین در بین سه علف‌کش مذکور، علف‌کش ایمازتاپیر کمترین تأثیر را بر زیست‌توده خشک ریشه نخود داشت (جدول ۵). در این ارتباط، Nesari *et al.* (2009) گزارش کردند که در اثر کاربرد ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد مقدار توصیه‌شده علف‌کش متریبیوزین، وزن خشک

بیشتر نیتروژن تثبیت‌شده توسط مزوریزوبیوم در اختیار گیاه میزبان قرار می‌گیرد و باعث افزایش غلظت نیتروژن به‌خصوص در اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (Marschner, 1995). در این ارتباط، گزارش شده است که درصد نیتروژن و درصد پروتئین دانه نخود دیم با تلقیح بذور با باکتری و مصرف کود نیتروژن، افزایش یافته است (Soleimani & Asgharzadeh, 2010).

با توجه به نتایج آزمایش، کاربرد علف‌کش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر، تأثیر معنی‌داری ($p < 0.01$) بر درصد بقا، زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به ساقه، تعداد گره تثبیت نیتروژن در ریشه، وزن خشک گره و درصد نیتروژن کل تثبیت‌شده در نخود داشت (جدول ۱). با توجه به نتایج حاصل از مقایسات میانگین، بالاترین درصد بقا، مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کش) بود و در بین سه علف‌کش به‌کار برده شده، علف‌کش ایمازتاپیر نسبت به شاهد، اثر معنی‌داری ($p < 0.01$) بر درصد بقای نخود نداشت، اما دو

کمترین تأثیر را بر نسبت وزن خشک ریشه به ساقه نخود داشت (جدول ۵). با توجه به این‌که در اثر کاربرد علفکش ایمازتاپیر، بین زیست‌توده ریشه و اندام هوایی نخود، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. نتایج آزمایش نشان داد که تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن ریشه نخود نیز تحت تأثیر کاربرد علفکش‌ها قرار گرفت. بر اساس نتایج، کاربرد هر سه علفکش پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر باعث کاهش معنی‌دار ($p < 0.01$) تعداد گره در ریشه نخود شدند. دو علفکش بنتازون و ایمازتاپیر بدون اختلاف معنی‌داری با هم، بیشترین تأثیر را بر تعداد گره در ریشه نخود داشتند، به طوری‌که منجر به کاهش بیش از ۹۰ درصد در تعداد گره شدند. با توجه به این‌که علفکش پیریدیت نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری را از این نظر نشان داد، لیکن در بین علفکش‌های مورد استفاده، کمترین تأثیر را بر صفت مذکور داشت (جدول ۵).

ریشه نخود به طور معنی‌داری کاهش یافت. (2009) *et al.* Datta نیز در مطالعات خود گزارش کردند که مقدار توصیه‌شده علفکش ایزوکسافلوتول در وارپته‌های حساس نخود، به ترتیب باعث کاهش ۲۲ و ۵۰ درصدی وزن خشک ساقه و ریشه نخود شد. در آزمایشی دیگر، ۱۰ درصد مقدار توصیه شده علفکش کلروسولفورون، زیست‌توده ریشه و اندام هوایی و حجم ریشه گیاه نخود را کاهش داد و منجر به کاهش توانایی گیاه در جذب مواد غذایی از خاک شد (Anderson *et al.*, 2004). نسبت وزن خشک ریشه به ساقه نیز تحت تأثیر کاربرد علفکش‌ها قرار گرفت. هر سه علفکش به کاررفته باعث کاهش معنی‌دار ($p < 0.01$) این صفت نسبت به تیمار شاهد شدند. بین دو علفکش پیریدیت و بنتازون از این نظر، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، به طوری‌که این دو علفکش به ترتیب باعث کاهش ۳۷ و ۵۷ درصدی نسبت ریشه به ساقه نخود در مقایسه با شاهد شدند و در بین علفکش‌های مذکور، ایمازتاپیر

جدول ۵- اثر کاربرد علفکش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر بر صفات اندازه‌گیری شده در گیاه نخود

Table 5. Effect of herbicides application (Pyridate, Bentazon and Imazethapyr) on chickpea measured parameters

parameters صفات							Herbicide علفکش
درصد نیتروژن کل %N	درصد بقاء %Su	زیست‌توده اندام‌های زیرزمینی RDW (g)	زیست‌توده اندام‌های هوایی ShDW (g)	R/Sh ساقه/ریشه	Nno تعداد گره	NDW(mg) وزن خشک گره	
1.41 a	98 a	1.20 a	1.5 a	0.80 a	27.9 a	64.5 a	شاهد Control
1.34 b	73 b	0.59 c	0.9 b	0.63 b	15.4 b	30.2 b	پیریدیت Pyridate
0.93 d	28 c	0.24 d	0.4 c	0.43 b	1.8 c	1.6 c	بنتازون Bentazon
1.25 c	94 a	0.74 b	0.9 b	0.86 a	1.9 c	2.7 c	ایمازتاپیر Imazethapyr

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).

%Su: Plant survival; RDW: Root dry weight; ShDW: Shoot dry weight; R/Sh: Root/shoot ratio; Nno: Nodule number; NDW: Nodule Dry Weight; %N: Nitrogen fixation; Means by uncommon letter in each column are significantly different ($p < 0.01$).

باکتری‌های گره، گزارش شده است (Singh & Wright, 2002; Hernandez *et al.*, 1999). در مطالعه‌ای بر روی نخودفرنگی، مشاهده شد که کاربرد علفکش پیش‌رویشی لینوران به مقدار ۱۷۵ گرم در هکتار و متابنزیازورون به مقدار ۱۳ گرم در هکتار منجر به کاهش معنی‌داری در تعداد و وزن گره‌های نخود شد (Parsa & Bagheri, 2008). اعتقاد بر این است که برخی آفت‌کش‌ها به طور طبیعی می‌توانند همانند مواد بیوشیمیایی رفتار کرده و در روابط سیگنالی بین مواد بیوشیمیایی و ریزوبیوم‌ها اختلال ایجاد کنند (Fox *et al.*, 2004).

وزن خشک گره نخود نیز با کاربرد علفکش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر تحت تأثیر قرار گرفت. هر سه علفکش به کاررفته در این آزمایش، باعث کاهش معنی‌داری ($p < 0.01$) در این صفت شدند. بر اساس نتایج آزمایش، علفکش‌های بنتازون و ایمازتاپیر بدون اختلاف معنی‌داری، بیشترین تأثیر را در وزن خشک گره داشتند، به طوری‌که کاربرد آنها به ترتیب باعث کاهش ۹۷ درصد و ۹۵ درصدی این صفت شدند، در حالی‌که علفکش پیریدیت کاهش ۵۳ درصدی این صفت را موجب شد (جدول ۵). در این ارتباط، اثر بازدارنده تعدادی از علفکش‌ها بر

درصد نیتروژن تثبیت‌شده در گیاه با کاربرد سه علف‌کش پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر به‌طور معنی‌داری ($p < 0.01$) کاهش یافت، به‌طوری‌که علف‌کش‌های مذکور، به‌ترتیب باعث کاهش تثبیت نیتروژن به مقدار ۷ درصد، ۴۸ درصد و ۱۶ درصد شدند (جدول ۵). بر اساس نتایج، علف‌کش بنتازون بیش از دو علف‌کش دیگر باعث کاهش نیتروژن تثبیت‌شده در نخود شد و علف‌کش پیریدیت نسبت به دو علف‌کش دیگر، کمترین تأثیر را بر درصد تثبیت نیتروژن توسط گیاه داشت. علف‌کش‌های پیریدیت و بنتازون، هر دو از بازدارندگان فتوسنتز و علف‌کش ایمازتاپیر، بازدارنده سنتز اسیدهای آمینه می‌باشد، از این رو، به‌نظر می‌رسد علف‌کش‌هایی که در نمو ریشه یا ساختن کلروفیل اثرگذارند، ممکن است همزیستی باکتری-گیاه را به‌شدت تحت‌تأثیر قرار دهند. در این ارتباط، گزارش شده است که علف‌کش‌ها بر گره‌زایی و تثبیت نیتروژن در حبوبات، تأثیر منفی دارند و این اثر بسته به حساسیت گونه گیاهی و علف‌کش به‌کاررفته، متفاوت است (Parsa & Bagheri, 2008). کاربرد علف‌کش‌ها موجب کاهش سطح برگ و در نتیجه کم‌شدن مواد فتوسنتزی برای گره‌ها شده و در نهایت می‌تواند نیتروژن کل تثبیت‌شده را کاهش دهد (Walley et al., 2006). همچنین بسیاری از مطالعات نشان می‌دهند که علف‌کش‌ها، تثبیت نیتروژن را از طریق اثرات غیرمستقیم بر رشد گیاه و کاهش دسترسی گره‌های ریشه به مواد فتوسنتزی، به‌شدت تحت‌تأثیر قرار می‌دهند (Sprout et al., 1992; Vidal et al., 1992; Abd-Allah et al., 2000).

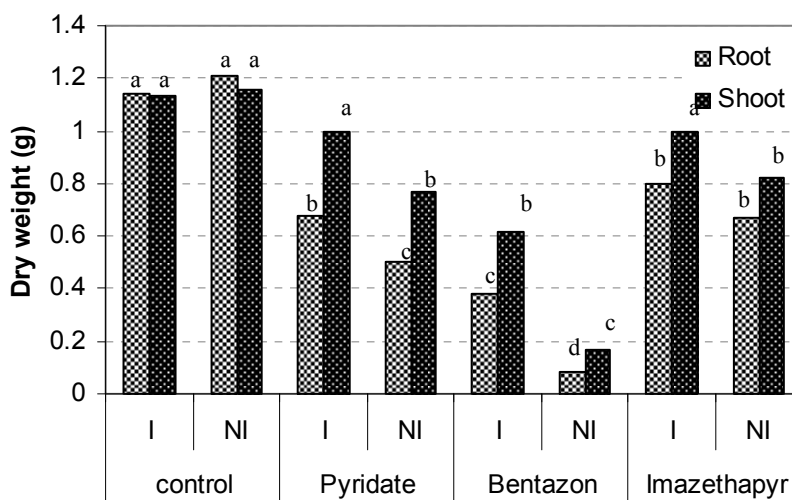
بر اساس نتایج (جدول ۱) اثر متقابل تیمار کاربرد علف‌کش و تلقیح بذور نخود با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، بر صفات زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی ($p < 0.05$)، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، تعداد و وزن خشک گره و درصد تثبیت نیتروژن ($p < 0.01$) اختلاف معنی‌داری را نشان داد. همان‌طوری که قبلاً ذکر شد، زیست‌توده خشک ریشه در اثر کاربرد علف‌کش‌ها کاهش می‌یابد. اما در بررسی اثر متقابل کاربرد علف‌کش و تلقیح بذور بر این صفت، مشاهده شد که در علف‌کش‌های پیریدیت و بنتازون، زیست‌توده خشک ریشه در شرایطی که بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن تلقیح شده بودند به‌ترتیب ۲۶ درصد و ۷۹ درصد بیشتر از شرایطی بود که بذور با باکتری تلقیح نشده بودند. بر اساس نتایج، در تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کش) و کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر، اختلاف بین تیمار بذور تلقیح‌شده و بذور تلقیح‌نشده در زیست‌توده خشک ریشه، معنی‌دار نبود (شکل ۲).

نتایج حاصل از مقایسه زیست‌توده خشک اندام هوایی، در شرایط کاربرد علف‌کش‌ها و تلقیح و عدم تلقیح بذور نشان داد که زیست‌توده خشک اندام هوایی در شرایط کاربرد علف‌کش‌ها در تیماری که بذور با باکتری تلقیح شده‌اند، به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) بیشتر از شرایط عدم تلقیح بذور بود، به‌طوری‌که زیست‌توده خشک اندام هوایی در علف‌کش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر در شرایط بذور تلقیح‌شده با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، به‌ترتیب ۲۳ درصد، ۷۲ درصد و ۱۸ درصد بیشتر از شرایط عدم تلقیح بذور بود (شکل ۲). بر اساس نتایج مذکور می‌توان گفت که با به‌کارگیری علف‌کش بنتازون که بیشترین اثرات منفی را بر صفات ذکر شده داشته است، تلقیح بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن تا حدی باعث تعدیل اثر این علف‌کش شده است.

تعداد گره نیز در اثر کاربرد علف‌کش‌های بنتازون، ایمازتاپیر و پیریدیت در شرایط بذور تلقیح‌شده و تلقیح‌نشده، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۶). اما اختلاف علف‌کش‌های مذکور در شرایط بذور تلقیح‌شده و تلقیح‌نشده نسبت به شاهد، معنی‌دار ($p < 0.01$) بود. در آزمایشات مشابه دیگری روی عدس، کاهش تعداد گره در حضور علف‌کش متریبیوزین با نسبت ۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. همچنین Islam (1982) بیان کرده‌است که اثر علف‌کش بر گیاهان تلقیح‌شده، کمتر از گیاهان تلقیح‌نشده بوده‌است.

وزن خشک گره در اثر کاربرد علف‌کش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر در شرایط بذور تلقیح‌شده نسبت به شاهد، به‌ترتیب ۳۹ درصد، ۹۶ درصد و ۹۳ درصد کمتر بود، در حالی‌که در شرایط عدم تلقیح بذور، این اختلاف به‌ترتیب به ۶۷ درصد، ۹۸ درصد و ۹۸ درصد رسید. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که تلقیح بذور در شرایط کاربرد علف‌کش پیریدیت می‌تواند اثرات منفی این علف‌کش را بر وزن خشک گره‌های ریشه کاهش دهد.

درصد نیتروژن تثبیت‌شده در تیمار شاهد و در شرایط تلقیح بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار عدم تلقیح بذور بود، اما در شرایط کاربرد علف‌کش‌های بنتازون و ایمازتاپیر، تلقیح و عدم تلقیح بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، اختلاف معنی‌داری ($p < 0.01$) را بر درصد تثبیت نیتروژن نشان نداد (جدول ۶). در این ارتباط Nesari et al. (2009) گزارش کردند که کاربرد کود بیولوژیک در مقادیر ۲۵ و ۵۰ درصدی علف‌کش متریبیوزین باعث تعدیل اثرات مضر این علف‌کش بر نخود شد.



شکل ۲- اثر متقابل کاربرد علفکش و تلقیح بذور بر زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی نخود میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.05$).

Fig. 2. Interaction of herbicide application and inoculation on chickpea root and shoot dry weight
I: Inoculated seeds; NI: Non inoculated seeds; Means by the uncommon letters are significantly different ($p < 0.05$).

جدول ۶- اثر متقابل کاربرد علفکش و تلقیح بذور بر تعداد و وزن خشک گره، درصد نیتروژن و نسبت ریشه به ساقه در نخود
Table 6. Inteaction of herbicide application and seed inoculation on nodule number, nodule dry weight, nitrogen content and root/shoot ratio in chickpea

صفات Parameters					
تعداد گره Nodule number	وزن خشک گره Nodule dry weight (mg)	درصد نیتروژن Nitrogen content (%)	نسبت ریشه به ساقه Root/Shoot ratio	تلقیح Inoculation	علفکش Herbicide
34.2 a	64 a	1.45 a	1.0 ab	تلقیح شده I	شاهد Control
21.6 b	65 a	1.38 b	1.1 a	تلقیح نشده NI	
14.9 c	39 b	1.28 c	0.67 d	تلقیح شده I	پیریدیت Pyridate
15.9 c	21 c	1.41 ab	0.58 d	تلقیح نشده NI	
2.5 d	2.2 d	0.92 d	0.70 cd	تلقیح شده I	بنتازون Bentazon
1.1 d	1.0 d	0.94 d	0.17 e	تلقیح نشده NI	
1.0 d	4.2 d	1.25 c	0.80 bcd	تلقیح شده I	ایمازتاپیر Imazethapyr
1.7 d	1.2 d	1.26 c	0.90 abc	تلقیح نشده NI	

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).

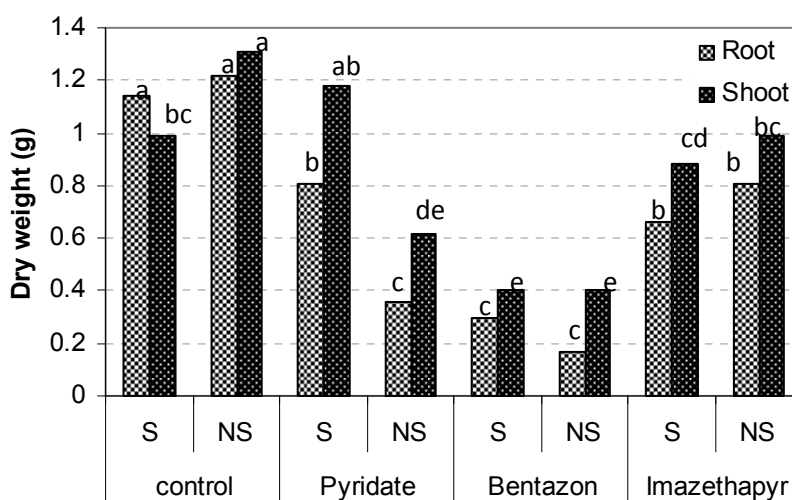
I: Inoculated seeds; NI: Non inoculated seeds; Means by uncommon letter in each column are significantly different ($p < 0.01$).

بنتازون مشاهده شد. به‌طور کلی تلقیح بذور همراه با کاربرد علفکش‌ها نسبت مذکور را افزایش داد (جدول ۶).
نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار علفکش و استریل خاک بر زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی، در شکل ۳ آورده شده است. در تیمار شاهد، زیست‌توده خشک اندام هوایی در خاک استریل‌نشده بیشتر از خاک

نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی، در شرایط مختلف کاربرد علفکش و تلقیح بذور تحت تأثیر قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار این نسبت مربوط به شاهد در هر دو حالت بذور تلقیح‌شده و تلقیح‌نشده بود و کمترین مقدار این نسبت در شرایط عدم تلقیح بذور و کاربرد علفکش

تیمار علفکش پیریدیت و خاک استریل‌شده، به‌طور معنی‌داری ($p < 0.01$) بیشتر از همین صفت در خاک استریل‌نشده بود. با به‌کارگیری این علفکش، زیست‌توده خشک ریشه نیز با روند بسیار مشابه با اندام هوایی تغییر کرد (شکل ۳).

استریل‌شده بود. علفکش‌ها تأثیر متفاوتی بر این روند داشتند، به‌طوری‌که در اثر کاربرد علفکش ایمازتاپیر، زیست‌توده خشک اندام هوایی در خاک استریل‌نشده بیشتر از خاک استریل بود، گرچه اختلاف بین تیمار استریل‌شده و استریل‌نشده در این علفکش، معنی‌دار نبود. زیست‌توده خشک اندام هوایی در



شکل ۳- اثر متقابل کاربرد علفکش و استریل خاک بر زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی نخود

Fig. 3. Interaction of herbicides application and soil sterilization on chickpea root and shoot dry weight

S: خاک استریل‌شده؛ NS: خاک استریل‌نشده؛ میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).

S: Sterile soil; NS: Non sterile soil; Means by the uncommon letters are significantly different ($p < 0.01$).

استریل‌نشده باعث کاهش حدود ۷۸ درصدی در وزن خشک گره شد (جدول ۷).

نیترژن تثبیت‌شده در نخود نیز تحت تأثیر اثر متقابل کاربرد علفکش‌ها و استریل خاک قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، علفکش پیریدیت و بنتازون، به‌ترتیب کمترین و بیشترین تأثیر منفی را بر این صفت داشتند (جدول ۷).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، در بین سه علفکش مورد بررسی، بنتازون بیشترین تأثیر منفی را بر نخود داشت، به‌طوری‌که باعث کاهش معنی‌داری در بقاء، رشد، گره‌زایی و تثبیت نیترژن در نخود نسبت به سایر علفکش‌ها شد. از آنجایی که این علفکش، بیشتر در سایر حبوبات از جمله لوبیا استفاده می‌شود و برای نخود به‌طور اختصاصی ثبت نشده است، این نتیجه، مورد انتظار بود. دو علفکش پیریدیت و ایمازتاپیر اثرات متفاوتی بر نخود داشتند. بر اساس نتایج حاصل، علفکش پیریدیت باعث کاهش معنی‌داری در زیست‌توده

اثر متقابل تیمار علفکش و استریل خاک، بر تعداد گره تثبیت‌کننده نیترژن نیز معنی‌دار ($p < 0.01$) بود. اختلاف تعداد گره در تیمار شاهد و خاک استریل‌نشده نسبت به تیمار شاهد و خاک استریل‌شده، معنی‌دار بود. همچنین با به‌کارگیری علفکش‌های پیریدیت، بنتازون و ایمازتاپیر مشاهده شد که در تیمار عدم استریل خاک تعداد گره بیشتری وجود داشت (جدول ۷). در کاربرد دو علفکش بنتازون و ایمازتاپیر، در شرایط خاک استریل‌شده، هیچ گرهی در ریشه تشکیل نشد. اثر متقابل علفکش و استریل خاک بر وزن خشک گره نیز معنی‌دار ($p < 0.01$) بود. بر اساس نتایج آزمایش، به‌جز در علفکش پیریدیت که در خاک استریل‌شده، میانگین وزن خشک گره بیشتری داشت، در تیمار شاهد و دو علفکش دیگر در خاک استریل‌نشده، میانگین وزن خشک گره بیشتری مشاهده شد. البته برخی از اختلاف‌ها معنی‌دار نبودند. علفکش پیریدیت در خاک استریل‌شده، اختلاف معنی‌داری را بر وزن خشک گره نسبت به تیمار شاهد نداشت، ولی در خاک

بودند، در صفات مختلف اندازه‌گیری شده، مقادیر بالاتری را نشان دادند. بر اساس نتایج، استریل کردن خاک، بیشترین تأثیر را بر همزیستی نخود-باکتری داشت. با توجه به این که استریل خاک، کلیه ریزموجودات مفید موجود در خاک را از بین می‌برد، شانس برقراری ارتباط همزیستی نیز کاهش می‌یابد. لذا کاهش رشد، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن در خاک استریل شده می‌تواند ناشی از این امر باشد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، استفاده از علفکش بنتازون در نخود توصیه نمی‌شود.

خشک ساقه و ریشه نخود شد ولی تأثیر کمتری بر گره‌زایی و تثبیت نیتروژن در نخود نسبت به ایمازتاپیر داشت. با این که علفکش ایمازتاپیر اثر منفی کمتری بر خصوصیات رشدی نخود از جمله زیست‌توده خشک ریشه و اندام هوایی داشت، اثر مخرب کاربرد این علفکش در صفاتی مانند تعداد و وزن خشک گره، مشابه با علفکش بنتازون بود. از سوی دیگر، تلقیح بذور نخود با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن باعث تعدیل اثرات مضر کاربرد علفکش‌ها بر رشد، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن نخود شد، به طوری که در تیمارهایی که بذور آنها با باکتری تلقیح شده

جدول ۷- اثر متقابل کاربرد علفکش و استریل خاک بر تعداد و وزن خشک گره و تثبیت نیتروژن در نخود

Table 7. Interaction of herbicide application and soil sterilization on chickpea nodule number, nodule dry weight and nitrogen content

صفات Parameters			استریل خاک Soil sterile	علفکش Herbicide
درصد نیتروژن Nitrogen content (%)	وزن خشک گره Nodule dry weight (mg)	تعداد گره Nodule number		
1.42 a	33.75 b	7.37 d	استریل شده S	شاهد Control
1.40 a	95.38 a	48.50 a	استریل نشده NS	
1.41 a	39.25 b	12.63 c	استریل شده S	پیریدیت Pyridate
1.28 b	21.13 c	18.13 b	استریل نشده NS	
0.88 e	0.00 d	0.00 e	استریل شده S	بنتازون Bentazon
0.98 d	3.25 d	3.62 de	استریل نشده NS	
1.10 c	0.00 d	0.00 e	استریل شده S	ایمازتاپیر Imazethapyr
1.40 a	5.37 d	3.78 de	استریل نشده NS	

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری ندارند ($p < 0.01$).

S: sterile soil; NS: Non sterile soil; Means by uncommon letter in each column are significantly different ($p < 0.01$).

علفکش‌های به‌کاررفته در این آزمایش، علفکش ایمن‌تری محسوب می‌شود. از این رو با توجه به محدود بودن طیف علفکش‌های قابل‌استفاده برای کشت نخود، می‌توان کاربرد پیش‌رویشی این علفکش‌ها را در نظر داشت.

همچنین دو علفکش پیریدیت و ایمازتاپیر، تأثیر سوئی بر بقای نخود نداشتند. بنابراین با توجه به اهمیت تثبیت‌زیستی نیتروژن در کاهش نیاز به مصرف کودهای نیتروژنه و این که علفکش پیریدیت تأثیر سوء کمتری بر ویژگی‌های زیستی نخود از جمله تثبیت نیتروژن داشته است، نسبت به سایر

منابع

1. Aamil, M. 2002. Effect of agrochemicals on soil microflora and some important cereal and legume crops. Ph.D. Thesis, Fac. Agric. Aligrah Muslim Univ: Aligrah., India. 2.
2. Abd-Alla, M.H., Omar, S.A., and Karanzha, S. 2000. The impact of pesticides on arbuscular mycorrhizal and nitrogen-fixing symbioses in legumes. *Applied Soil Ecology* 14: 191-200.
3. Anderson, A., Baldock, J.A., Rogers, S.L., Bellotti, W., and Gill, G. 2004. Influence of Chlorsulfuron on rhizobial growth, nodule formation and nitrogen fixation with chickpea. *Australian Journal of Agricultural Research* 55: 1059-1070.

4. Datta, A., Sindel, B.M., Kristiansen, P., Jessop, R.S., and Felton, W.L. 2009. Effect of Isoxaflutole on the growth, nodulation and nitrogen fixation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Crop Protection 28: 923-927.
5. 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.
6. Eberbach, P. 1993. The effect of herbicides and fungicides on legume-Rhizobium symbiosis. In: J. Altman, (Ed.). Pesticide Interactions in Crop Production: Beneficial and Deleterious Effects. CRC Press, London.
7. Eberbach, P.L., and Douglas, L.A. 1991. Effect of herbicide residues in a sandy loam on the growth, nodulation and Nitrogenase activity (C_2H_2/C_2H_4) of *Trifolium subterraneum*. Plant and Soil 131: 67-76.
8. Fox, J.E., Starcevic, M., Jones, P.E., Burow, M.E., and McLachlan, J.A. 2004. Pyhotestrogen signaling and symbiotic gene activation are disrupted by endocrine-disrupting chemicals. Environ Health Perspec 112: 672-677.
9. Gonzalez, A., Gonzalez-Murua, C., and Royuela, M. 1996. Influence of Imazethapyr on *Rhizobium* growth and its symbiosis with pea (*Pisum sativum*). Weed Science 44: 31-37.
10. Hernandez, A., Gracia Plazaola, J.I., and Becerril, J.M. 1999. Glyphosate effects on Phenolic metabolism of nodulated soybean (*Glycine max* L. Merr.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 47: 2920-2925.
11. Islam, R. 1982. Lentil Experimental News Service, Canada. 9: 23-24.
12. Iswaran, V., and Marwah, T.S. 1980. A modified rapid Kjeldahl method for determination of total nitrogen in agricultural and biological materials. Geobios 7: 281-282.
13. Kafi, M., and Mahdavi damghani, A. 2002. Mechanism of tolerance to environmental stress in plant. Ferdowsi Univ. Mashhad., Iran. (In Persian with English summary).
14. Koutroubas, S.D., Parageorgiou, M., and Fotiadis, S. 2009. Growth and nitrogen dynamics of spring chickpea genotypes in a Mediterranean-type climate. Journal of Agricultural Science 147: 445-458.
15. Kumar, K., and Goh, K.M. 2000. Biological nitrogen fixation, accumulation of soil nitrogen and nitrogen balance for white clover (*Trifolium repens* L.) and field pea (*Pisum sativum* L.) grown for seed. Field Crops Research 68: 49-59.
16. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. San Diego, CA. USA.
17. Mårtensson, A.M. 1992. Effects of agrochemicals and heavy metals on fast-growing *rhizobia* and their symbiosis with small-seeded legumes. Soil Biology and Biochemistry 24: 435-445.
18. Mårtensson, A.M., and Nilsson, A.K. 1989. Effects of Chlorsulfuron on *Rhizobium* grown in pure culture and in symbiosis with alfalfa (*Medicago sativa*) and red clover (*Trifolium prtense*). Weed Science 37: 445-450.
19. Matthews, G.A. 2008. Pesticides, health, safety and the environment. Black Well Publishing Ltd.
20. Mousavi, S.K. 2010. Chemical weed control in autumn sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Lorestan province. Iranian Journal of Pulses Research 1: 131-142.
21. Mousavi, S.K., Sabeti, P., Jafarzadeh, N., and Bazzazi, D. 2010. Evaluation of some herbicides efficacy for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Pulses Research 1: 19-31.
22. Nesari, N., Ghorbani, R., and Lashkari, A. 2009. Nodulation, nitrogen fixation and growth characteristics of chickpea under Metribuzin herbicide application. Agroecology 1: 37-45.
23. Parsa, M., and Bagheri, A. 2009. Pulses. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad. (In Persian with English summary).
24. Peoples, M.B., and Craswell, E.T. 1992. Biological nitrogen-fixation investments, expectations and actual contributions to agriculture. Plant and Soil 141: 13-39.
25. Sandhu, P.S., Dhingra, K.K., Bhandari, S.C., and Gupta, R.P. 1991. Effect of hand-hoeing and application of herbicides on nodulation, nodule activity and grain yield of *Lens culinaris*. Plant and Soil 135: 293-296.
26. Singh, G., and Wright, D. 1999. Effects of herbicides on nodulation, symbiotic nitrogen fixation, growth and yield of pea (*Pisum sativum*). Journal of Agricultural Science 133: 21-30.
27. Singh, G., and Wright, D. 2002. *In vitro* studies on the effects of herbicides on the growth of rhizobia. Letters in Applied Microbiology 35: 12-16.

28. Soleimani, R., and Asgharzadeh, A. 2010. Effect of *Mesorhizobium* inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea. Iranian Journal of Pulses Research 1: 1-8.
29. Sprout, S.L., Nelson, L.M., and Germida, J.J. 1992. Influence of Metribuzin on the *Rhizobium leguminosarum*- lentil (*Lens culinaris*) symbiosis. Canadian Journal of Microbiology 38: 343-349.
30. Vidal, D., Martinez, Bergareche, J.C., Miranda, A.M., and Simon, E. 1992. Effect of Methabenzthiazuron on growth and Nitrogenase activity in *Vicia faba*. Plant and Soil 144: 235-245.
31. Wally, F., Taylor, A., and Lupwayi, N. 2006. Herbicide residues & effects on nitrogen fixation in pulse crops. Presented at Farm Tech. 2006. Herbicide Effects on Pulse Crop Nodulation and Nitrogen Fixation P: 52-55.

Investigate the effect of Pyridate, Bentazon and Imazethapyr herbicides on growth, nodulation and biological nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Izadi Darbandi¹, E. & Akram^{2*}, L.

1- Contribution from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2- MSc. student of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 17 March 2011
Accepted: 31 October 2011

Abstract

In order to study the effect of Pyridate, Bentazon and Imazethapyr herbicides on chickpea growth, nodulation and biological nitrogen fixation, a greenhouse experiment was conducted at Ferdowsi University of Mashhad in 2010. Experimental type was completely randomized design with four replications. Treatments included Pyridate, Bentazon and Imazethapyr herbicides application in 1200, 720 and 75 g.a.i./ha⁻¹, respectively. Chickpea seed inoculation with *Mesorhizobium ciceri* bacteria in two levels (inoculated and non-inoculated) and two levels of soil sterile and non-sterile. Seeds planted in pots with 10 cm diameter. Pyridate was applied as preplant and soil in corporation, but Bentazon and Imazethapyr were applied at third pinnately leaf. At 40 days after herbicides application (flowering stages), plant survival, root and shoot biomass, root/shoot ratio, nodule number, nodule dry weight and chickpea nitrogen fixing parameters were determined. Results showed that seed inoculation with *Mesorhizobium* increased nodule number and its dry weight, 20 and 25 percent, respectively. Soil sterilization decreased nodule number, nodule dry weight, nitrogen fixing and root/shoot ratio, significantly ($P < 0.01$). Based on experimental results of all herbicides, application decreased significantly ($P < 0.01$) in above mentioned parameters. Among herbicides, Bentazon imposed the most negative effect on chickpea parameters, and decreased root and shoot biomass and nodule number and weight as 80%, 73%, 93% and 97%, respectively. However, Pyridate herbicide had the lowest effect on nodule number, nodule dry weight and nitrogen fixation, but it decreased chickpea root and shoot biomass, significantly. Imazethapyr had lower effect on chickpea root and shoot biomass, but it imposed the most negative effect on nodule number and nodule weight.

Key words: Bacteria, Biomass, Nodule dry weight, Nodule number, Pulses

* Corresponding author: le_akram@yahoo.com; Mobile: 0914309893

شناسایی عامل بیماری زوال گیاهچه‌های لوبیا در استان کهگیلویه و بویراحمد و واکنش ارقام مختلف لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) به آن

سمانه قایدی^۱، محمد عبدالهی^{۲*} و فریبا قادری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۲ و ۳- به ترتیب، استادیار و مربی گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۶

چکیده

بیماری پوسیدگی زغالی ناشی از قارچ *Macrophomina phaseolina* به دلیل دامنه میزبانی وسیع، از عوامل محدودکننده توسعه کشت گیاهان زراعی در کشور محسوب می‌شود به طوری که در مناطق آلوده، برخی از این گیاهان تا حدود ۹۰ درصد آلودگی را نشان می‌دهند. در حال حاضر در اکثر مناطق کشت، دمای بالا در اواسط و اواخر فصل زراعی و تنش خشکی، به عنوان اصلی‌ترین عوامل طغیان بیماری مطرح می‌باشد. بافت‌های آلوده، بعد از شستشو با آب لوله و خشک کردن، به قطعات پنج میلی‌متری تقسیم و بعد از ضدعفونی سطحی، روی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز-آگار کشت داده شدند. پس از کشت و خالص‌سازی قارچ جدا شده از بافت‌های پوسیده، قارچ *M. phaseolina* به عنوان عامل بیماری شناخته شد. بیست جدایه از *M. phaseolina*، عامل پوسیدگی زغالی، از مناطق مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد، جدا شده از گیاه لوبیا، مورد استفاده قرار گرفت. خصوصیات فنوتیپی آن‌ها روی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز-آگار در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد مقایسه شد. ظاهر پرگنه، میزان رشد پرگنه و تولید سختینه و همچنین ارتباط بین رشد در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و اندازه سختینه، تعیین گردید. میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها پس از دو ماه با کشت قطعات ریشه روی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز-آگار، محاسبه گردید. جدایه‌ها در یک گروه فنوتیپی به نام پنبه‌ای با سختینه متراکم قرار گرفتند. مقایسه درصد بوته‌های آلوده و کلونیزاسیون ریشه نشان داد که ارقام خمین و ازنا به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را به این قارچ دارند. مقایسه درصد کلونیزاسیون طوقه نشان داد که ارقام خمین و ازنا، بیشترین حساسیت و رقم ازنا کمترین حساسیت را دارد.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی زغالی، فنوتیپ، لوبیا، *Macrophomina phaseolina*

مقدمه

حفظ می‌کند. اسکروت‌ها دارای ظاهری مشبک بوده و از اتصال ۲۰۰-۵۰ سلول هیف به وسیله ملانین، تشکیل می‌شوند. این سختینه‌ها تا چند سال در خاک زنده می‌مانند (Sinclair & Backman, 1989). نشانه‌های بیماری به صورت پژمرده شدن بوته‌ها قبل از رسیدن، پاره‌پاره شدن بافت پوست در پایین ساقه، تشکیل اسکروت‌ها در آوندهای آبکش و زیر پوست است که با تشکیل آن‌ها بافت‌های داخلی به رنگ سیاه درمی‌آیند و به همین جهت به آن پوسیدگی زغالی می‌گویند.

لوبیا از میزبان‌های بسیار مهم این قارچ می‌باشد و گاهی تا ۱۰۰ درصد به این محصول خسارت وارد می‌گردد (Abawi & Poster-Corrales, 1990). نتیجه پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که جدایه‌های قارچ *M. phaseolina* جمع‌آوری شده از مکان‌های مختلف با استفاده از نشان‌گرهای

قارچ *Macrophomina phaseolina* عامل پوسیدگی زغالی، از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای گیاهی در مناطق گرم، خصوصاً در سال‌های خشک و کم‌باران می‌باشد (Pearson, et al., 1986). این قارچ موجب سوختگی گیاهچه، پوسیدگی ریشه و طوقه می‌گردد و دارای دامنه میزبانی وسیع شامل حدود ۷۵ خانواده و بیش از ۵۰۰ گونه گیاهی است (Smith & Carvil, 1997; Su et al., 2001). قارچ عامل بیماری بقای خود را به صورت اسکروت‌های سیاه‌رنگ در خاک و روی بقایا

* نویسنده مسئول: یاسوج، خیابان دانشجو، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه گیاهپزشکی، کد پستی: ۷۵۹۱۸۷۴۸۳۱، تلفکس: ۰۷۴-۲۲۲۴۸۴۰، همراهِ: ۰۹۱۷۱۱۵۸۶۸۱، mdabdollahi@gmail.com

هدف از انجام این تحقیق، تعیین میزان حساسیت برخی ارقام لوبیا به منظور شناسایی ارقام متحمل و معرفی آن‌ها برای کاشت در مناطق آلوده است.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و شناسایی عامل بیماری

طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ از گیاهچه‌های در حال زوال لوبیا در مناطق جنوبی استان کهگیلویه و بویراحمد (باشت، لنده، سوق، گچساران و دهدشت) نمونه برداری شد. بافت‌های آلوده در آزمایشگاه زیر آب لوله به ملایمت شسته شدند تا قارچ‌های سطحی پوده‌زی و مواد اضافی در سطح بافت شسته شود. سپس بافت به قطعات ۵-۲ میلی‌متری تقسیم و ضدعفونی شد. قطعات سپس با حوله کاغذی خشک گردید و روی محیط غذایی سیب زمینی-دکستروز-آگار کشت داده شدند. نگهداری نمونه‌ها بر روی کاغذ صافی و در حرارت 20°C بود (Saneii et al., 2004). برای تشخیص گونه‌ها، بعد از خالص‌سازی، بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی اندام‌های رویشی، تولیدمثلی و دماهای رشد از کلید Holliday & Punithalingam (1970) استفاده شد.

بررسی واکنش ارقام مختلف لوبیا به

Macrophomina phaseolina

جهت تهیه مایه تلقیح، ۳۶۰ گرم ماسه دانه‌ریز با ۴۰ گرم آرد ذرت و ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر کاملاً مخلوط شد. این مخلوط در ارلن‌مایر یک‌لیتری ریخته و دو نوبت به فاصله ۲۴ ساعت، هر بار به مدت نیم‌ساعت، اتوکلاو شد و سپس با کشت پنج‌روزه قارچ که بیماری‌زایی آن اثبات شده بود، تلقیح شد و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک‌ماه نگهداری گردید. برای ارزیابی واکنش ارقام لوبیا به قارچ مایه‌تلقیح تهیه‌شده با خاک سترون‌گلدانی (کود حیوانی، ماسه و خاک به مقدار مساوی) به نسبت ۹:۱ مخلوط شده و گلدان‌ها با آن پر شدند (Jimenez-Diaz et al., 1983). بذرهای سالم ۹ رقم انتخاب‌شده لوبیا (خمین، ازنا، درخشان، جماران، سفید، گلی، ناز، اختر و صیاد) پس از ضدعفونی سطحی در گلدان‌ها کاشته شد و بعد از سه‌هفته، درصد بوته‌های آلوده با روش Schteinberg (1997) تعیین شد. در این ارزیابی برای هر تیمار، پانزده گلدان (هر گلدان حاوی دو گیاهچه) در نظر گرفته شد. بعد از دو ماه، گیاهچه‌ها از خاک خارج شده و درصد کلونیزاسیون طوقه، ریشه و همچنین مرگ‌ومیر بوته‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. برای محاسبه درصد کلونیزاسیون هر کدام از بافت‌ها، از هر بافت، ۵۰ قطعه چندمیلی‌متری بریده شد و بعد از حذف آب

RAPDs, AFLPs و RFLPs دارای تنوع ژنتیکی بالایی هستند (Jones et al., 1998; Almeida et al., 2003; Vandemark et al., 2000; Su et al., 2001; Mayek, 1997).

بیماری پوسیدگی زغالی اولین بار در ایران توسط شریف از مزارع خریزه اصفهان گزارش شده است (Ghaffarian, 2000). این بیماری در ایران از پراکندگی جغرافیایی بالایی برخوردار است و گزارش‌های متعددی از وجود آن بر روی گیاهان مختلف از جمله پنبه (Hamdollahzadeh, 1991)، سویا (Raayatpanah et al., 2002)، کنجد (Golzar, 1989)، سوزنی‌برگان (Mirabolfathi, 1991) و زیتون (Saneie et al., 2005) وجود دارد.

میزان آلودگی مزارع بسته به حساسیت رقم، وضعیت آب‌وهوایی، میزان آلودگی خاک و سیستم آبیاری، متغیر است (Daneshian & Rahmanpour, 1995; Su et al., 2001). Naseri (2011)، قارچ *M. phaseolina* را برای اولین بار در لوبیا از زنجان گزارش نمود و بیماری‌زایی آن را روی سه رقم چیتی، قرمز و سفید اثبات نمود. تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های *M. phaseolina* روی ارقام مختلف لوبیا بسیار زیاد ذکر شده است (Mihail & Taylor, 1995; Mayek, 2001).

روش‌های مختلفی مانند کاربرد قارچ‌کش‌ها، استفاده از آنتاگونیست‌ها و تناوب، برای کاهش دادن میزان خسارت پوسیدگی زغالی متداول است (Francel et al., 1988). با وجود کاربرد روش‌های مختلف در مبارزه با این قارچ، تحقیقات نشان داده است که استفاده از ارقام مقاوم برای کاشت در مناطق آلوده تا حدود زیادی می‌تواند مؤثر باشد. اسمیت و کراویل (Smith & Cravil, 1997) رقم مقاوم به قارچ *M. phaseolina* را در میان ۲۴ رقم سویا شناسایی کردند. میزان مقاومت ارقام مختلف کنجد (John et al., 2005)، نخود (Pande et al., 2004)، گلرنگ (Mirza et al., 1982) و آفتابگردان (Saeed & Sellam, 1991) به پوسیدگی زغالی بررسی شده است. برخی محققان (Mihail & Taylor, 1995; Mayek & Lopez, 1997; Mayek et al., 2001) در بررسی ارقام مختلف لوبیا متوجه شدند که حتی با وجود این‌که برخی از جدایه‌ها از مکان یکسان جمع‌آوری شده بودند، تنوع بیماری‌زایی در جدایه‌های آن وجود دارد. بیشتر جدایه‌های مورد مطالعه ایشان از مناطق بسیار گرم جمع‌آوری شده بودند.

نمره‌دهی ۱-۹ (Abawi & Pastor-Corrales, 1990) ارزیابی و ثبت گردید (جدول ۱). ثبت مشاهدات تا دو ماه بعد از مایه‌زنی ادامه داشت.

اضافی با کمک حوله کاغذی، این قطعات بر روی محیط PDA کشت و در دمای ۲۵°C قرار داده شدند. از روز دوم به بعد، نمونه‌ها جهت مشاهده ظهور پرگنه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین علائم بیماری در گلخانه بر اساس مقیاس

جدول ۱- ارزیابی نشانه‌های هوایی بوته‌های لوبیا (بر اساس مقیاس نمره‌دهی ۱-۹) آلوده‌شده به *Macrophomina phaseolina*

Table 1- Rating scale (1-9) used to evaluate bean plants for aboveground infection caused by *Macrophomina phaseolina*

درجه بیماری Disease score	ارزیابی نشانه‌های هوایی ایجادشده توسط <i>M. phaseolina</i> Evaluation of aboveground symptoms caused by <i>M. phaseolina</i>	
1	- No significant lesion	- فاقد نشانه مشخص
3	- Lesions are limited to the cotyledon tissue	- لکه‌ها محدود به بافت کوتیلدون
5	- Lesions extended from cotyledon tissue to 2 cm of stem tissue	- رشد لکه‌ها از بافت کوتیلدون تا ۲ سانتی‌متری بافت ساقه
7	- Lesions spread on stem and its branches. The above ground parts show chlorosis and necrosis symptoms	- گسترش لکه‌ها روی ساقه و شاخه‌ها، بروز کلروز و نکروز در اندام‌هوایی
9	- All parts of plant are inoculated and produce lots of sclerotia and pycnidia	- آلودگی تمام قسمت‌های گیاه و تولید میزان قابل توجهی اسکروت و پیکنید

خاکستری و میکرواسکروت‌های سیاه‌رنگ فراوان به قطر ۱۰۹-۴۸ میکرومتر نمودند (شکل‌های ۱ و ۲). در محیط کشت آب-آگار، پیکنیدیوم‌های سیاه‌رنگ به قطر ۱۳۰-۹۰ میکرومتر و پیکنیدیوسپورهای بی‌رنگ بیضوی تا تخم‌مرغی به ابعاد ۱۹-۱۶×۱۲-۶ میکرومتر تولید شد. دماهای ویژه شامل کمینه ۱۷ درجه سانتی‌گراد، بهینه ۳۵ درجه سانتی‌گراد و بیشینه ۴۳/۵ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. بر اساس این ویژگی‌ها، تمام جدایه‌ها، *M. phaseolina* تشخیص داده شدند (Holliday & Punithalingam, 1970).

آزمایش در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام گرفت و داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 17 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

شناسایی بیمارگر

از گیاهچه‌های در حال زوال لوبیا، ۲۰ جدایه از بافت‌های طوقه و ریشه به‌دست‌آمد. پرگنه‌ها روی محیط کشت‌های آگاردار، رشد نسبتاً سریع داشتند و تولید پرگنه‌های سفید تا



شکل ۱- بافت طوقه لوبیا، پوشیده‌شده توسط میکرواسکروت‌های قارچ *M. phaseolina*

Fig. 1. Crown tissue of common bean, covered with microsclerotia of *M. phaseolina*



شکل ۲- پرگنه قارچ *M. phaseolina* جدا شده از طوقه بوت‌های آلوده
Fig. 2. Colony of *M. phaseolina* isolated from infected crown tissue of common bean

پنبه‌ای با میکرواسکلروت کم و پراکنده، تمایلی به کلونیزاسیون ریشه نشان نمی‌دهند و از بقیه فنوتیپ‌ها کاملاً متمایزند.

عکس‌العمل ارقام مختلف لوبیا به قارچ *M. phaseolina* اولین نشانه‌ها بعد از گذشت سه هفته، به صورت زردی و پژمردگی ظاهر شد. بعد از دو ماه، گیاهچه‌ها از خاک خارج شده و درصد کلونیزاسیون طوقه، ریشه و همچنین مرگومیر، مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۳).

در این تحقیق، جدایه‌ها در یک گروه فنوتیپی به نام پنبه‌ای با سختینه متراکم قرار گرفتند. Edraki & Banhashemi (2010)، ۶۱ جدایه عامل پوسیدگی زغالی را که از گیاهان مختلف از قبیل طالبی، خربزه، سویا، خیار و کنجد از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری کرده بودند، در چهار گروه فنوتیپی شامل پنبه‌ای با سختینه متراکم (۱۴ درصد)، پنبه‌ای با سختینه پراکنده (۲۵ درصد)، نیمه‌پنبه‌ای (۵۳ درصد) و تخت (۸ درصد) قرار دادند و نتیجه گرفتند که جدایه‌های



شکل ۳- نشانه‌های پوسیدگی ریشه و طوقه لوبیا ناشی از *M. phaseolina* در مقایسه با بوت‌های سالم ارقام مورد بررسی از راست به چپ به ترتیب: خمین، گلی، درخشان، جماران، سفید، ازنا، ناز، اختر و صیاد

Fig. 3. Symptoms of root and crown rot of common bean, caused by *M. phaseolina* compare to healthy plants
 Tested varieties from left to right: Sayad, Akhtar, Naz, Azna, Sefid, Jamaran, Derakhshan, Goli and Khomein

معنی‌دار بود (جدول ۲) که بیانگر اختلاف ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تحمل به بیماری پوسیدگی زغالی است. مقایسه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، درصد آلودگی بوت‌ها به قارچ *M. phaseolina* در سطح احتمال یک درصد

مطالعه از نظر تحمل به بیماری پوسیدگی زغالی بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد کلونیزاسیون ریشه‌ی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۴/۳ تا ۶۰/۲ متغیر بود. ژنوتیپ‌های خمین با ۶۰/۲ درصد و ژنوتیپ‌های ازنا با ۴ درصد کلونیزاسیون ریشه، بیشترین و کمترین آلودگی را نشان دادند (جدول ۲).
بررسی مقاومت ارقام مختلف لوبیا به قارچ *M. phaseolina* در شرایط گلخانه انجام گرفت و بر اساس تحقیقات (Iqbal et al. (2010)، نتایج شرایط گلخانه ممکن است با نتایج شرایط مزرعه‌ای تا حدودی مغایرت داشته باشد؛ چرا که بیشتر ژنوتیپ‌های بررسی‌شده لوبیا در شرایط مزرعه‌ای، مقاوم اما در شرایط گلخانه‌ای حساس بودند که ممکن است به‌خاطر استفاده از خاک استریل و کاهش تعامل بین بیمارگر و سایر میکروارگانیسم‌های خاک باشد. همچنین Abawi & Pastor-Corrales (1990) بیان کردند که تلقیح مصنوعی قارچ *M. phaseolina* به میزبان، باعث افزایش بیماری می‌گردد.

میانگین آلودگی ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که درصد آلودگی از ۱۵/۱ تا ۹۳/۶ متغیر بود. ژنوتیپ‌های خمین با ۹۳/۶ درصد و ژنوتیپ ازنا با ۱۵ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین آلودگی را نشان دادند.

مقایسه میانگین درصد کلونیزاسیون طوقه ارقام مختلف لوبیا به قارچ *M. phaseolina* در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود که بیانگر اختلاف ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تحمل به بیماری پوسیدگی زغالی بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد کلونیزاسیون طوقه ژنوتیپ‌های مورد بررسی از ۲۰/۱۹ تا ۹۶/۶ متغیر بود. ژنوتیپ‌های خمین با ۹۶/۶ درصد و ژنوتیپ‌های ناز با ۹۴/۵ درصد کلونیزاسیون طوقه بیشترین و ژنوتیپ ازنا با ۲۰/۱۹ درصد کمترین آلودگی طوقه را نشان دادند (جدول ۲).

همچنین مقایسه میانگین‌های درصد کلونیزاسیون ریشه ارقام مختلف لوبیا به قارچ *M. phaseolina* در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود که بیانگر اختلاف ژنوتیپ‌های مورد

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد کلونیزاسیون طوقه، ریشه و بوته‌های آلوده ایجادشده در ارقام لوبیا با قارچ *M. phaseolina*

Table 2. Comparison of root and crown colonization of *M. phaseolina* and means of infected plants on bean cultivars

رقم Cultivar	درصد کلونیزاسیون طوقه Crown rot (%)	درصد کلونیزاسیون ریشه Root rot (%)	درصد بوته‌های آلوده Infected plants (%)
خمین (Khomain)	96.6a	60.2a	93.6a
ناز (Naz)	94.5a	51.9b	86b
گلی (Goli)	89.4b	61.3a	85.4b
سفید (Sefid)	74.2cd	58.5a	71bc
درخشان (Derakhshan)	72.1cd	49.9b	59.1c
جماران (Jamaran)	52e	39.7c	40.1d
صیاد (Sayad)	40f	33.9d	32.9e
اختر (Akhtar)	21.6h	14.54e	19.61e
ازنا (Azna)	18.19g	4.3f	15.1f

میانگین‌ها با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن)

Means with similar letters are not significantly different at 1% probability level (DMRT)

حساسیت بالا داشته و ارقام سفید، درخشان و جماران نیمه‌حساس هستند. ارقام صیاد و اختر با حساسیت کم و رقم ازنا متحمل تشخیص داده شد. (Iqbal et al. (2010) بر اساس این مقیاس نمره‌دهی، در شرایط گلخانه پنج ژنوتیپ کاملاً مقاوم، ۱۱ ژنوتیپ مقاوم، ۳۰ ژنوتیپ متحمل و ۵۴ ژنوتیپ حساس و در شرایط مزرعه‌ای، ۱۲ ژنوتیپ با مقاومت بالا، ۱۷ ژنوتیپ مقاوم و ۲۵ ژنوتیپ متحمل و ۱۶ ژنوتیپ حساس تشخیص داده‌اند.

در شرایط گلخانه با حرارت بالا و رطوبت کم، به گیاهچه‌های لوبیا تنش رطوبتی وارد گردید و مشخص شد که این نتایج با نتایج (Abawi & Pastor-Corrales (1990) مطابقت دارد. آن‌ها اظهار کرده‌اند که حرارت بالا و تنش رطوبتی از شرایط مطلوب قارچ *M. phaseolina* برای رشد و نمو در شرایط مزرعه و گلخانه می‌باشد.

در این تحقیق مشخص گردید که بر اساس نمره‌دهی نشانه‌های هوایی بر مبنای مقیاس ۹-۱، ارقام خمین، ناز و گلی

منابع

1. Abawi, G.S., and Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa; diagnosis, research methodologies and management strategies. CIAT, Cali, Colombia. 114 p.
2. Almeida, A.M.R., Abdelnoor, R.V., Arrabal-Arias, C.A., Calvalho, V.P., Jacoud-Filho, S.S., Marín, S.R.R., Benato, L.C., Pinto, M.C., and Carvalho, C.G.P. 2003. Genotypic diversity among Brazilian isolates of *Macrophomina phaseolina* revealed by RAPD. *Fitopatologia Brasileira* 28: 279-285.
3. Daneshian, J., and Rahmanpour, S. 1995. Effect of planting dates on *Macrophomina phaseolina* in commercial hybrids of sunflower. Proceedings of the 16th. Iranian Plant Protection Conference, Tabriz, Iran (in Farsi).
4. Edraki, V., and Banihashemi, Z. 2010. Phenotypic diversity among isolates of *Macrophomina phaseolina* and its relation to pathogenicity. *Iranian Journal of Plant Pathology* 46: 93-100.
5. Francel, L.J., Wyllie, T.D., and Rosenbrock, S.M. 1988. Influence of crop rotation on population density of *M. phaseolina* in soil infested with *Heterodera glycines*. *Plant Disease* 72: 760-764.
6. Ghaffarian, A.R. 2000. Biological control of *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot of melon, by *Trichoderma* and *Gliocladium*. MSc. Thesis. Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran. p 101. (In Farsi)
7. Golzar, H. 1989. Evaluating susceptibility of Sesame cultivars to three fungal pathogens in Gorgan. Proceeding of the 9th Iranian Plant Protection Congress. Mashhad. p 98.
8. Hamdollahzade, A. 1991. Charcoal rot of cotton in Iran. Proceeding of the 11th Iranian Plant Protection Congress, Kerman, Iran p120.
9. Holiday, P., and Punithalingan, E. 1970. *Macrophomina phaseolina*, CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 275. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
10. Iqbal, U., Mukhtar, T., Muhammad, S., UL- Haque, and Rhiyaz Malik, S. 2010. Host plant resistance in blackgram against charcoal rot (*M. phaseolina*). *Pakistan Journal of Phytopathology* 22: 126-129.
11. Jimenez-Diaz, R.M., Blance-Lopez, M.A., and Sackston, W.E. 1983. Incidence and distribution of charcoal rot of sunflower caused by *M. phaseolina* in Spain. *Plant Disease* 67: 1033-1036.
12. John, P., Tripathi, N., and Naveen, K. 2005. Evaluation of sesame germplasm/cultivar for resistance against charcoal rot. *Research on Crops* 6: 152-153.
13. Jones, R.W., Canada, S., and Wang, H. 1998. Highly variable minichromosomes and highly conserved endoglucanase genes in the phytopathogenic fungus *Macrophomina phaseolina*. *Canadian Journal of Botany* 76: 694-698.
14. Mayek, N., López, C., and Acosta, J.A. 1997. Variación en características culturales *in vitro* de aislamientos de *Macrophomina phaseolina* y su virulencia en frijol común. *Agrociencia* 31: 187-195.
15. Mayek, N., López-Castañeda, C., González-Chavira, M., García-Espinosa, R., Acosta-Gallegos, J., Martínez de la Vega, O., and Simpson, J. 2001. Variability of Mexican isolates of *Macrophomina phaseolina* based on pathogenesis and AFLP genotype. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 59: 257-264.
16. Mihail, J.D., and Taylor, S.J. 1995. Interpreting variability among isolates of *Macrophomina phaseolina* in pathogenicity, pycnidium production, and chlorate utilization. *Canadian Journal of Botany* 73: 1596-1603.
17. Mirabolfathi, M. 1991. Charcoal rot of conifer in Iran. Proceeding of the 11th Iranian Plant Protection Congress. Kerman, Iran p. 148.
18. Mirza, M.S., Beg, A., and Khan, A.R. 1982. Varietal screening of sunflower cultivars to charcoal rot caused by *M. phaseolina*. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 3: 202-203.
19. Naseri, B. 2006. First report of *Macrophomina phaseolina* on common bean in Zanjan. *Iranian Journal of Plant Pathology* 42: 276.
20. Pande, S., Kishore, G.K., and Rao, J.N. 2004. Evaluation of chickpea lines for resistance to dry root rot caused by *Rhizoctonia bataticola*. *International chickpea and Newsletter* 11: 37-38.
21. Pearson, C.A.S., Leslie, J.F., and Schwenk, F.W. 1986. Variable chlorate resistance in *Macrophomina phaseolina* from corn, soybean and soil. *Phytopathology* 76: 646-649.
22. Raeyat panah, S., Foroutan, A., and Oladi, M. 2002. Evaluation of soybean cultivars to charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* in Mazandaran. Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congress. Isfahan, Iran p. 116.
23. Saeed, F.A., and Sellam, M.A. 1991. Resistance of certain sunflower cultivars to charcoal rot and wilt diseases caused by *Macrophomina phaseolina* Tassi and *Fusarium oxysporum* Schecht ex Fr. *Assute Journal of Agricultural Science* 22: 27-35.

24. Saneii, S.J., Okhovat, S.M., Javan Nikkhah, M., and Razavi, S.I. 2004. Materials and Methods of Reaserch in Plant Diseases. Payke Reyhan Press 254p.
25. Schteinberg, D. 1997. *Rhizopus* head rot of confectionery sunflower, effects on yield quantity and quality and implications for disease management. *Phytopathology* 87: 1226-1232.
26. Sinclair, J.B., and Backman, P.A. 1989. Compendium of Soybean Diseases. The American Phytopatological Society. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
27. Smith, G.S., and Cravil, O.N. 1997. Field screening of commercial and experimental soybean cultivars for their reaction to *M. phaseolina*. *Plant Disease* 81: 363-368.
28. Su, G., Sun, S.O., Schneider, R.W., and Russin, J.S. 2001. Host specialization in the charcoal rot fungus *M. phaseolina*. *Phytopathology* 91: 120-126.
29. Vandemark, G., Martinez, O., Pecina, V., and Alvarado, M.J. 2000. Assessment of genetic relationships among isolates of *Macrophomina phaseolina* using a simplified AFLP technique and two different methods of analysis. *Mycologia* 92: 656-664.

Identification of Charcoal rot disease of bean seedlings in Kohgiluyeh and Boyerahmad province and evaluation of partial resistance of common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars

Ghayedi¹, S., Abdollahi^{2*}, M. & Ghaderi³, F.

1- MSc. Student, Department of Plant Protection, University of Yasouj

2&3- Assistant Professor and Instructor, Department of Plant Protection, University of Yasouj, Iran

Received: 3 May 2011

Accepted: 16 January 2012

Abstract

Charcoal rot disease, caused by *Macrophomina phaseolina* has become a restrictive agent for annual crops in Iran. The disease incidence reaches up to 90 percent in some infested areas. High air temperature and drought stress associated with this disease, are the main factors for increasing the disease incidence and severity. In order to isolate the pathogenic agents, pieces of infected root and crown of bean were washed with tap water blotted dry and plated on potato dextrose agar (PDA). Twenty isolates of *Macrophomina phaseolina*, the cause of charcoal rot, were isolated from different parts of Kohgiluyeh and Boyerahmad province on bean. Phenotypic characteristics of the isolates were compared by growing on PDA at 35°C. Colony appearance, growth rate, production and amount of sclerotia and also the relationship between growth rate at 35°C and size of sclerotia were determined. Isolates were grouped in one phenotype that named fluffy with abundant sclerotia. Pathogenicity test of *M. Phaseolina* on different cultivars of bean were evaluated under greenhouse conditions. After two months root colonization was assessed by growing on PDA. The data were analyzed using MSTAT software. Disease indices including colonization of root and crown, and infected plants were measured. Comparative percentage of infected plants and root colonization showed that Khomain and Azna cultivars were the most susceptible and the most resistant tested varieties in reaction to *M. phaseolina*, respectively. The percentage of crown colonization showed that Khomain and Naz cultivars were the most susceptible and Azna cultivar was the most resistant in reaction to it.

Key words: Charcoal rot, Bean, *Macrophomina phaseolina*, Phenotype

* Corresponding author: mdabdollahi@gmail.com; Mobile: 09171158681



نشریه پژوهش‌های 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، کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

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

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

.....

نشانی دقیق پستی:

.....

.....

.....

تلفن (با کد 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 شماره ۹۹۶۵۴ به نام 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 به‌عهده متقاضی می‌باشد.

امضاء:

تاریخ:

**Iranian Journal of
Pulses Research**

**List of Articles
Vol. 3, No. 1, 2012**

Title	Author(s)	Page
• Evaluation of genetic diversity and relationships between morphological traits of Kabuli and Desi chickpea germplasm	Dashtaki, M., Bihamta, M.R., & Mohammad Ali Pour Yamchi, H.	7
• Evaluation of a subset of chickpea germplasm collection of the Ferdowsi University of Mashhad Seed Bank II. Kabuli type chickpeas	Nezami, A., Pouramir, F., Momeni, S., Porsa, H., Ganjeali, A. & Bagheri, A.	17
• The effects of potassium application on uptake and allocation of nitrogen and seed protein on two lentil (<i>Lens culinaris</i> Medik.) cultivars in rain-fed condition	Mohseni Mohammadjanloo, A., Tobeh, A., Gholipouri, A. & Mostafeai, H.	31
• Evaluating of the morphological and phenological characteristics of cold tolerant chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) genotypes at Entezary sowing in Mashhad conditions	Sedaghat Khahi, H., Parsa, M., Nezami, A., Bagheri, A. & Porsa, H.	41
• Physiological characteristics of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer as starter	Shaban, M., Mansourifar, S., Ghobadi, M. & Sabaghpour, S.H.	53
• Evaluation of selection to drought by PEG in hydroponic condition of twelve chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) genotypes	Zare Mehrjerdi, M., Bagheri, A., Bahrami, A., Nabati, J. & Massomi, A.	67
• Evaluation of response of chickpea genotypes to water deficit at different growth stages by using drought tolerance indices	Eivazi, A., Taghikhani, H., Shiralizadeh, S.H., Rezaei, M. & Mousavi Anzabi, S.H.	81
• Comparison of seed yield and related traits in common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) varieties under normal and water deficit conditions	Naseh-Ghafoori, I., Bihamta, M., Afzali, M. & Dori, H.	93
• Investigate the effect of Pyridate, Bentazon and Imazethapyr herbicides on growth, nodulation and biological nitrogen fixation in chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.)	Izadi Darbandi, E. & Akram, L.	105
• Identification of Charcoal rot disease of bean seedlings in Kohgiluyeh and Boyerahmad province and evaluation of partial resistance of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>) cultivars	Ghayedi, S., Abdollahi, M. & Ghaderi, F.	119

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

**Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol, 3, No. 1, 2012**

Published by: Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Editor in Charge: Dr. Mohammad Kafi

Editor in Chief: Dr. Abdolreza Bagheri

Executive Director: Hassan Porsa

Editorial Board:

Alireza Afsharifar

Associate Professor, Shiraz University

Ahmad Arzani

Professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology (IUT)

Nadeali Babaecian Jelodar

Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Abdolreza Bagheri

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

Mohammad Galavi

Associate Professor, Zabol University

Serrollah Galeshi

Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Ali Ganjeali

Associate Professor, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Gholam Hossein Haghnia

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

Mohammad Kafi

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

Nasser Majnoun Hosseini

Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Hossain Massumi

Associate Professor, University of Shahid Bahonar Kerman

Ahmad Moieni

Associate Professor, Tarbiat Modares University

Ahmad Nezami

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

Hadi Ostovan

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

Sayyed Hossain Sabaghpour

Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Hamadan

Editor: Hassan Porsa

Assistant: Karimzadeh, Talachian, Mirshahvelay

Circulation: 250

This journal has the "Scholarly Grade" issued by the Ministry of Sciences, Research & Technology (No. 3/11/3785 dated 07/06/2010) and is published based on a Memorandum of Cooperation between Mashhad Ferdowsi University and the following universities: Isfahan University of Technology; Tarbiat Modares University; University of Shahid Bahonar Kerman; Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources; Fars Science and Research Branch, Islamic Azad University; Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

This journal is indexed in Scientific Information Database (www.SID.ir)

Address:

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Azadi Square, Mashhad- Iran
P.O. Box: 91775-1653, **ZIP Code:** 9177948974, **Tel.:** +98-511-8804801 & 8804816; **Fax:** +98-511-8804825
E-mail: reps@um.ac.ir; repsfum@gmail.com, **Web Site:** <http://reps.um.ac.ir>; <http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR>

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

ISSN 2008-725X

Research Center for Plant Sciences
Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 3 (1) June 2012

- Evaluation of genetic diversity and relationships between morphological traits of Kabuli and Desi chickpea germplasm
Dashtaki, M., Bihamta, M.R., & Mohammad Ali Pour Yamchi, H.
- Evaluation of a subset of chickpea germplasm collection of the Ferdowsi University of Mashhad Seed Bank II. Kabuli type chickpeas
Nezami, A., Pouramir, F., Momeni, S., Porsa, H., Ganjeali, A. & Bagheri, A.
- The effects of potassium application on uptake and allocation of nitrogen and seed protein on two lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars in rain-fed condition
Mohseni Mohammadjanloo, A., Tobeh, A., Gholipouri, A. & Mostafeai, H.
- Evaluating of the morphological and phenological characteristics of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at Entezary sowing in Mashhad conditions
Sedaghat Khahi, H., Parsa, M., Nezami, A., Bagheri, A. & Porsa, H.
- Physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer as starter
Mansourifar, S., Shaban, M. Ghobadi, M. & Sabaghpoor, S.H.
- Evaluation of selection to drought by PEG in hydroponic condition of twelve chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes
Zare Mehrjerdi, M., Bagheri, A., Bahrami, A., Nabati, J. & Massomi, A.
- Evaluation of response of chickpea genotypes to water deficit at different growth stages by using drought tolerance indices
Eivazi, A., Taghikhani, H., Shiralizadeh, S.H., Rezaei, M. & Mousavi Anzabi, S.H.
- Comparison of seed yield and related traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties under normal and water deficit conditions
Naseh-Ghafoori, I., Bihamta, M., Afzali, M. & Dori, H.
- Investigate the effect of Pyridate, Bentazon and Imazethapyr herbicides on growth, nodulation and biological nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.)
Izadi Darbandi, E. & Akram, L.
- Identification of Charcoal rot disease of bean seedlings in Kohgiluyeh and Boyerahmad province and evaluation of partial resistance of common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars
Ghayedi, S., Abdollahi, M. & Ghaderi, F.



دانشگاه صنعتی اصفهان



دانشگاه تربیت مدرس



دانشگاه شهید باهنر کرمان



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان



دانشگاه علوم پزشکی مشهد



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی مازندران