نشریه پژوهش های حبوبات ایران

ISSN 2008-725X

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

جلد۶، شماره۲، نیمه دوم ۱۳۹۴

• بررسی فیلوژنی ژنوتیپ‌های نخود ایکاردا با تودهٔ بومی بیونیج (Bivanij) غرب ایران	مهین رحیمی، فرهاد نظریان فیروزآبادی و احمد اسماعیلی
• بررسی تنوّع حبوبات در بوم‌نظام‌های زراعی ایران	علیرضا کوچکی، مهدی نصیری‌محلاتی، سمانه نجیب‌نیا، بختیار للـه‌گانی و حسن پُرسا
• مطالعه اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر سبزشدن و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر و گیاهچه عدس	عباس بیابانی، محسن آذرنیا، حسین صبوری و ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری
• اثر تاریخ کاشت‌های دیرهنگام بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام باقلا (*Vicia faba* L.) در رامین خوزستان	حدیث حسنوند، سیدعطاءاله سیادت، محمدرضا مرادی‌تلاوت، سیدهاشم موسوی و عبدالحمید کرمی‌نژاد
• اثر تغذیهٔ روی بر برخی صفات فیزیولوژیک نخود (*Cicer arietinum* L.) در تنش کم‌آبی	نادر دادخواه، علی عبادی، قاسم پرمون، عبدالقیوم قلی‌پوری و سدابه جهانبخش
• بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مختلف ارزیابی در کشت مخلوط درهم و ردیفی کنجد (*Sesamum indicum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)	فرانک نوربخش، علیرضا کوچکی و مهدی نصیری محلاتی
• تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی عدس به روش بیلان آبی (مطالعه موردی: خرم‌آباد)	مریم صارمی، بهمن فرهادی، عباس ملکی و معصومه‌فراستی
• بررسی تأثیر قطع آبیاری در مرحلهٔ گلدهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی	سید حمزه حسینیان و ناصر مجنون‌حسینی
• بررسی تأثیر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط مزرعه	محمد دشتکی، هادی محمدعلی پوریامچی و محمدرضا بی‌همتا
• گزینش برای تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیاچشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)	خسرو مفاخری، محمدرضا بی همتا و علیرضا عباسی
• تأثیر مدیریت تلفیقی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز لوبیاچیتی	سجاد حیدری، نورعلی ساجدی و محمدجواد مدنی
• اثر سطوح بقایای آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) بر خصوصیات جمعیت علف‌های‌هرز و عملکرد و اجزای عملکرد نخود(*Cicer arietinum* L.)	قربانعلی اسدی، سرور خرم‌دل و قدریه محمودی

با همکاری

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی- پژوهشی

جلد۶، شماره۲، نیمه دوم ۱۳۹۴

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

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

جلد۶، شمارهٔ۲، نیمهٔ دوّم۱۳۹۴

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی

مدیر مسئول: دکتر محمّد کافی

سردبیر: دکتر احمد نظامی

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 شیراز
علیرضا افشاری‌فر	دانشیار بیماری‌های گیاهی، دانشگاه شیراز
نادعلی بابائیان جلودار	استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
عبدالرضا باقری	استاد ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد
غلامحسین حق‌نیا	استاد خاک‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد
سیدحسین صباغ‌پور	استاد اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان
محمّد کافی	استاد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
سرالله گالشی	استاد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
محمد گلوی	دانشیار زراعت، دانشگاه زابل
علی گنجعلی	دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
ناصر مجنون‌حسینی	استاد زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
حسین معصومی	دانشیار گیاه‌پزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
احمد معینی	دانشیار بیولوژی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس
احمد نظامی	استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

ویراستار: مهندس حسن پُرسا (ویراستار علمی)؛ مهندس زهرا طاهری (ویراستار فنی)

همکاران این شماره: حامد طلاچیان- رحمان اسدی- سیدمهدی میرشاه‌ولای

ناشر: پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

چاپ: مؤسسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

شمارگان: ۵۰ نسخه

این نشریه در قالب تفاهم‌نامهٔ همکاری میان دانشگاه فردوسی مشهد با دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، تربیت مدرس، شهید باهنر کرمان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آزاد اسلامی واحد شیراز و علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و با هدف گسترش همکاری‌های علمی و پژوهشی منتشر می‌شود.

این نشریه در پایگاه‌های زیر نمایه می‌شود:

- پایگاه استنادی علوم جهان اسلام http://www.isc.gov.ir
- پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی http://fa.journals.sid.ir
- بانک اطلاعات نشریات کشور http://www.magiran.com
- گوگل اسکالر http://scholar.google.com

نشانی:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی

دفتر نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران، صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۲ و ۳۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱)، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴ (۰۵۱)

پُست الکترونیک: **ijpr@um.ac.ir**

تارنما: **http://ijpr.um.ac.ir/index.php/ijpr** و **http://rcps.um.ac.ir**

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد۶، شمارهٔ۲، نیمهٔ دوّم۱۳۹۴

عنوان مقاله	نویسنده(گان)	صفحه
• بررسی فیلوژنی ژنوتیپ‌های نخود ایکاردا با تودهٔ بومی بیونیج (Bivanij) غرب ایران	مهین رحیمی، فرهاد نظریان فیروزآبادی و احمد اسماعیلی	۹
• بررسی تنوّع حبوبات در بوم‌نظام‌های زراعی ایران	علیرضا کوچکی، مهدی نصیری‌محلاتی، سمانه نجیب‌نیا، بختیار للـه‌گانی و حسن پُرسا	۱۹
• مطالعه اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر سبزشدن و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر و گیاهچه عدس	عباس بیابانی، محسن آذرنیا، حسین صبوری و ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری	۳۱
• اثر تاریخ کاشت‌های دیرهنگام بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام باقلا در رامین خوزستان (*Vicia faba* L.)	حدیث حسنوند، سیدعطاءاله سیادت، محمدرضا مرادی‌تلاوت، سیدهاشم موسوی و عبدالحمید کرمی‌نژاد	۴۷
• اثر تغذیهٔ روی بر برخی صفات فیزیولوژیک نخود (*Cicer arietinum* L.) در تنش کم‌آبی	نادر دادخواه، علی عبادی، قاسم پرمون، عبدالقیوم قلی‌پوری و سدابه جهانبخش	۵۹
• بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مختلف ارزیابی در کشت مخلوط درهم و ردیفی کنجد (*Sesamum indicum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)	فرانک نوربخش، علیرضا کوچکی و مهدی نصیری محلاتی	۷۳
• تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی عدس به روش بیلان آبی (مطالعه موردی: خرم‌آباد)	مریم صارمی، بهمن فرهادی، عباس ملکی و معصومه فراستی	۸۷
• بررسی تأثیر قطع آبیاری در مرحلهٔ گلدهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی	سید حمزه حسینیان و ناصر مجنون‌حسینی	۹۹
• بررسی تأثیر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط مزرعه	محمد دشتکی، هادی محمدعلی پوریامچی و محمدرضا بی‌همتا	۱۰۹
• گزینش برای تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیاچشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)	خسرو مفاخری، محمدرضا بی‌همتا و علیرضا عباسی	۱۲۳
• تأثیر مدیریت تلفیقی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز لوبیاچیتی	سجاد حیدری، نورعلی ساجدی و محمدجواد مدنی	۱۳۹
• اثر سطوح بقایای آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) بر خصوصیات جمعیت علف‌های‌هرز و عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.)	قربانعلی اسدی، سرور خرم‌دل و قدریه محمودی	۱۵۱

سخن سردبیر

حبوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین، دوّمین منبع مهم غذایی انسان پس از غلات، به‌شمارمی‌روند. این گیاهان با داشتن قابلیت تثبیت زیستی نیتروژن، نقش درخورتوجهی در بهبود حاصلخیزی خاک دارند. حبوبات در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی، کشت و کار می‌شوند و بدین‌ترتیب با تنوع‌بخشی به نظام‌های کشت مبتنی بر غلات، جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی پایدار به خود اختصاص داده‌اند. این گیاهان، کم‌توقع بوده و برای کشت در نظام‌های زراعی کم‌نهاده مناسب می‌باشند. همچنین به صورت گیاهان پوششی، در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثرند. مجموعهٔ این ویژگی‌ها، حبوبات را از جنبه‌های زراعی، بوم‌شناختی و زیست‌محیطی در جایگاه ارزشمندی قرار داده است.

حبوبات در ایران پس از غلات، بیشترین سطح زیرکشت را دارا هستند. بر اساس آمار، سالانه سطحی حدود یک‌میلیون‌ودویست‌هزار هکتار در کشور به کشت حبوبات اختصاص می‌یابد که از این سطح، سالانه حدود ۷۰۰هزارتُن محصول به‌دست می‌آید. نگاهی اجمالی به آمار تولید و سطح زیرکشت این محصولات در ایران و مقایسهٔ آن با آمار جهانی نشان می‌دهد که بازده تولید این محصولات در کشور ما، بسیار ناچیز بوده و گاه با نوسانات شدیدی همراه است. هرچند بخشی از پایین‌بودن بازده تولید این محصولات را می‌توان به وضعیت ویژهٔ طبیعی و اقلیمی کشور مربوط دانست اما علت دیگر آن را باید در بی‌توجهی به سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با تولید به‌ویژه فقر تحقیقات حبوبات، جستجو کرد. این کم‌توجهی‌ها سبب شده است کشت بعضی محصولات زراعی مانند غلات و محصولات نقدینه‌ای، جایگزین کشت حبوبات در اراضی مرغوب شده و لذا کشت حبوبات، بیش‌ازپیش به مناطق حاشیه‌ای و کم‌بازده رانده شود. این وضعیت، چالشی بزرگ را فراروی مجموعهٔ برنامه‌ریزان، سیاست‌گزاران و نیز محققان حبوبات در کشور قرار داده است.

اهمیت حیاتی این محصولات به‌ویژه از نظر تأمین نیازهای پروتئینی کشور و نیز حفظ بوم‌نظام‌های طبیعی ایجاب می‌کند تا به امر پژوهش‌های دامنه‌دار پیرامون جنبه‌های مختلف تولید این محصولات به‌منظور پاسخ‌گویی به نیازهای جدید، به‌صورت ویژه‌ای پرداخته شود. نکتهٔ مهمی که در طراحی و اجرای برنامه‌های تحقیقات حبوبات باید همواره مدّ نظر باشد، قرارداشتن کشور در وضعیت طبیعی و اقلیمیِ خشک است؛ به‌طوری که بیش از ۹۰درصد از تولید حبوبات در کشور ما در شرایط دیم با بارش‌های بسیاراندک انجام می‌شود. بدین‌ترتیب، انطباق با این شرایط خشک ضمن حفظ پایداری تولید، به‌عنوان یکی از اصول بنیادین در تدوین و اتخاذ سیاست‌ها و خط‌مشی‌های تحقیقاتی در رابطه با حبوبات، مدّ نظر قرار بگیرد.

به‌هر حال، تعیین یک راهبرد واحد، هماهنگی و انسجام بین مراکز علمی و تحقیقاتی و نیز تبادل اطلاعات و تجاربِ به‌دست‌آمده بین محققان در مراکز مختلف، عواملی هستند که ما را در رسیدن به اهداف بلندمدت تحقیقات حبوبات یاری خواهند کرد. در این راستا، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد با همکاری مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشور، نشریهٔ علمی‌پژوهشی **"پژوهش‌های حبوبات ایران"** را با هدف انتشار دستاوردهای حاصل از تحقیقات حبوبات پژوهشگران کشور، آغاز کرده است. امید است این اقدام، بستر مناسبی را جهت شکل‌گیری فضای تعامل علمی و رشد قابلیت‌های محققان این عرصه فراهم آورد.

باسمه تعالی

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

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

الف- معرفی نشریه

«پژوهش‌های حبوبات ایران» نشریه‌ای است با درجهٔ علمی‌پژوهشی که به‌وسیلهٔ پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب تفاهم‌نامهٔ همکاری با شِش دانشگاه کشور شامل دانشگاه‌های صنعتی اصفهان، تربیت‌مدرس، شهیدباهنر کرمان، علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، آزاد اسلامی واحد شیراز و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، به تعداد دو شماره در سال انتشار می‌یابد. این نشریهٔ تخصصی، نتایج تحقیقات حبوبات را در زمینه‌های مختلف پژوهشی، منتشر می‌کند. منظور از حبوبات، بقولات مهم زراعی شامل نخود، عدس، انواع لوبیا، ماش، باقلا، نخودفرنگی، دال‌عدس و خلّر است.

ب- فراخوان و شرایط پذیرش مقاله

ب-۱- مقالات باید نتیجهٔ پژوهش‌های اصیل در زمینه حبوبات بوده و پیش‌تر در نشریهٔ دیگری چاپ نشده و یا همزمان به نشریهٔ دیگری ارسال نشده باشند. مراحل ارسال مقاله و پیگیری وضعیت آن، از طریق پایگاه اختصاصی نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران در سامانهٔ یکپارچهٔ مدیریت نشریه‌های علمی دانشگاه فردوسی مشهد به نشانی http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR خواهد بود.

ب-۲- نویسنده(گان) طی تعهدنامه‌ای، ضمن اعلام ارسال مقاله با ذکر عنوان، رعایت اخلاق پژوهشی و نیز اصول اخلاقی نشر را ابراز می‌نمایند. این تعهدنامه که فایل آن در سایت نشریه موجود است، باید به امضای نویسندهٔ مسئول و نیز یکایک نویسندگان مقاله، رسیده و پس از اسکن، از طریق سامانهٔ اینترنتی نشریه در بخش بارگذاری فایل‌های الحاقی، بارگذاری گردد.

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

ب-۴- مقالات به‌وسیلهٔ گروه دبیران (هیئت تحریریه) و با همکاری هیئت داوران، ارزیابی شده و در صورت تصویب، بر اساس ضوابط خاص نشریه در نوبت چاپ قرار خواهند گرفت. نشریه در ردّ یا پذیرش و نیز ویراستاری و تنظیم مطالب مقالات، آزاد است.

ب-۵- زبان اصلی نشریه، فارسی است و مقالات، حاوی چکیده به زبان انگلیسی نیز خواهند بود.

ج- راهنمای تهیه و ارسال مقاله

ج-۱- روش نگارش

متن مقاله باید در محیط نرم‌افزار MS-Office Word 2007 با ابعاد A4 با فاصلهٔ ۲/۵سانتی‌متر از لبه‌ها و فاصلهٔ۱/۵ بین خطوط با قلم فارسی B Nazanin اندازهٔ۱۲ و قلم انگلیسی Times New Roman اندازهٔ۱۱ تایپ شود. لازم است تمام سطرهای متن مقاله، به‌صورت ادامه‌دار (Continuous) شماره‌گذاری (Line numbering) شوند. همهٔ صفحه‌های مقاله باید دارای شماره بوده و تعداد آن از۲۰ تجاوز نکند. هرگونه شکل، جدول و فرمول نیز به‌صورت واضح به همین نرم‌افزار انتقال یابد.

ج-۲- اجزای مقاله

هر مقالهٔ تخصصی، حداقل باید در دو فایل جداگانه شامل فایل صفحهٔ مشخصات و فایل متن مقاله، تهیه و ارسال شود. بخش‌های ضروریِ هر یک از این دو فایل و نیز اصول لازم که در تهیهٔ آنها باید رعایت شوند، به‌شرح زیر است:

ج-۲-۱- در فایل صفحهٔ مشخصات، موارد زیر باید به‌دقت به هردو زبان فارسی و انگلیسی قید گردند: عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده(گان)، درجهٔ علمی، عنوان شغلی، محل خدمت، آدرس دقیق پستی، پُست الکترونیک، تلفن ثابت و تلفن همراه. چنانچه مقاله توسط بیش از یک‌نفر تهیه شده باشد، نام مسئول مکاتبه (Corresponding Author) با گذاشتن ستاره‌ای روی آن، مشخص و در پاورقی همین صفحه درج شود. صفحهٔ مشخصات، بدون شماره است. چنانچه مقاله، خلاصه یا بخشی از پایان‌نامه (رساله) دانشجویی باشد، لازم است موضوع در پاورقی صفحهٔ مشخصات با قید نام استاد راهنما و دانشگاه مربوط، منعکس شود. فایل صفحهٔ مشخصات به‌صورت جدا از فایل متن مقاله، در گام پنجم از فرآیند ارسال مقاله (بارگذاری فایل‌های الحاقی)، بارگذاری شود.

ج-۲-۲- فایل متن مقاله، باید حاوی بخش‌های عنوان، چکیدهٔ فارسی و واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، سپاسگزاری (در صورت لزوم)، فهرست منابع و چکیدهٔ مبسوط انگلیسی باشد. در اولین صفحه، عنوان مقاله بدون هرگونه ذکر نام و مشخصات نویسنده(گان)، درج شود. عنوان باید خلاصه، روشن و بیان‌کنندهٔ موضوع پژوهش بوده و از ۲۰کلمه تجاوز نکند. چکیده، حداکثر در ۲۵۰کلمه نوشته شده و همهٔ آن در یک پاراگراف تنظیم شود. چکیده با وجود اختصار باید محتوای مقاله و برجسته‌ترین نتایج آن را بدون استفاده از جدول، شکل و کلمات اختصاریِ تعریف‌نشده، ارائه کند.

ج-۲-۳- پس از چکیده، واژه‌های کلیدی آورده شود. به این منظور تنها از واژه‌هایی استفاده شود که در عنوان و حتی‌المقدور در چکیدهٔ مقاله از آنها ذکری به‌میان نیامده باشد.

ج-۲-۴- در مقدمه، باید سوابق پژوهشی مربوط به موضوع تحقیق، توجیه ضرورت و نیز اهداف تحقیق، به‌خوبی ارائه شوند.

ج-۲-۵- مواد و روش‌ها باید کاملاً گویا و روشن بوده و در آن، مشخصات محل و نحوهٔ اجرای آزمایش همراه با روش گردآوری داده‌ها و پردازش و تحلیل آنها با ذکر منابع، به‌روشنی ارائه شود. در صورت کاربرد معادلات ریاضی، باید همهٔ اجزای معادله به‌طور دقیق تعریف شده و در صورت استخراج معادله توسط نگارنده(گان)، نحوهٔ حصول آن در پیوست، آورده شود.

ج-۲-۶- نتایج و بحث باید به‌صورت توأم ارائه شده و یافته‌های پژوهش (نتایج) با استناد به منابع علمی مرتبط با موضوع، مورد بحث قرار گیرند. عنوان جدول‌ها، در بالا و عنوان شکل‌ها در پایین آنها آورده شود. این عناوین باید گویای کامل نتایج ارائه شده در جدول یا شکل بوده و همهٔ اطلاعات و تعاریف لازم را شامل شوند، به‌طوری‌که نیاز به مراجعه به متن مقاله نباشد. ترجمهٔ انگلیسی عنوان‌ها و زیرعنوان‌های جداول و شکل‌ها و نیز واحدها و توضیحات علایم و اختصارات، در زیر نوشتهٔ فارسی آنها درج شود. ساختار جداول به‌صورت چپ‌چین تنظیم شده و محتوای آنها (اعداد) تنها به انگلیسی نوشته شود. شکل‌ها کاملاً به انگلیسی تهیه شوند. شکل‌ها و جدول‌ها بدون کادر باشند و حروف، عناوین و علائم به‌کاررفته در آنها، کاملاً خوانا و تفکیک‌پذیر باشند. شکل‌ها و جدول‌ها، هر کدام به‌طور مستقل دارای شمارهٔ ترتیبی مستقل باشند و حتماً در داخل متن به آنها ارجاع داده شود. برای بیان اوزان، واحدها و مقادیر از سیستم متریک استفاده شود.

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

ج-۲-۸- در بخش منابع، یک فهرست شماره‌گذاری شده از منابعِ استفاده‌شده که همگی به‌ترتیب حروف الفبا تنظیم شده باشند، ارائه شود. تنها منابعی باید ذکر شوند که در ارتباطِ نزدیک با کار نویسنده بوده و مستقیماً از آنها استفاده شده باشد. همهٔ منابعی که در متن ذکر شده‌اند، باید در فهرست منابع با مشخصات کامل نوشته شوند. در مواردی که فقط چکیدهٔ مقاله در اختیار بوده است، پس از نام منبع، کلمه (abstract) داخل پرانتز ذکر شود. نحوه ارجاع به منابع در متن به‌صورت اسم نویسنده(گان) و تاریخ انتشار منبع باشد. حتی‌الامکان از نام بردن افراد در شروع جمله خودداری گردد و منابع در انتهای جمله و در پرانتز ارائه شوند، مانند (Nezami, 2007). برای جداسازی منابع از ";" استفاده شود مانند (Saxena, 2003; Singh *et al*., 2008; Bagheri & Ganjeali, 2009). چنانچه در شروع جمله به منبعی استناد شود، به‌صورت نام (سال) نوشته شود مانند Parsa (2007). اسامی فارسی نیز باید به لاتین و سال شمسی به میلادی، برگردان شوند.

ج-۲-۹- صفحهٔ آخر، شامل چکیدهٔ مبسوط انگلیسی است. از ذکر اسامی و آدرس نویسندگان در این صفحه خودداری شود.

ج-۲-۱۰- تهیهٔ چکیدهٔ مبسوط انگلیسی (Extended Abstract):

بر اساس رویکرد تازهٔ دانشگاه فردوسی مشهد و اهمیت توجه به نظام‌های رتبه‌بندی و علم‌سنجی رسمی، مقرر گردید از این پس، چکیدهٔ انگلیسی کل مقاله، در قالب جدیدی تحت عنوان "چکیدهٔ مبسوط" (Extended Abstract) نگارش یابد. لذا ضروری است در ارسال مقالات خود، "چکیدهٔ مبسوط" مقاله را با قالب زیر تهیه نموده و در قالب یک فایل جداگانه، به‌همراه مقالهٔ خود برای بررسی و داوری ارسال نمایید.

"چکیدهٔ مبسوط"، **با حداقل ۷۰۰ و حداکثر ۱۰۰۰ کلمه**، به تفکیک دارای بخش‌های زیر می‌باشد:

1. Title
2. Author(s)
3. Affiliation
4. Introduction
5. Materials & Methods
6. Results & Discussion
7. Conclusion
8. Key words

ج-۳- نحوهٔ تنظیم فهرست منابع

کلیهٔ منابع فارسی و انگلیسی، به زبان انگلیسی و با قلم Times New Roman اندازهٔ۱۲در فهرست منابع نوشته شوند. لازم است منابع فارسی به زبان انگلیسی برگردان شده و در آخر هر منبع، در صورت داشتن خلاصهٔ انگلیسی، عبارت In Persian with English Summary و در صورت نداشتن خلاصهٔ انگلیسی، عبارت In Persian در داخل پرانتز نوشته شود. در نوشتن منابع، نام نشریات به‌صورت کامل درج شود. از ذکر منابع بی‌نام و خارج از دسترس، خودداری شود.

مثال‌هایی از نحوهٔ نوشتن فهرست منابع در زیر آمده است:

ج-۳-۱- مجلات:

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

ج-۳-۲- کتاب تألیف شده:

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

ج-۳-۳- مقاله یا یک فصل از کتاب تدوین‌شده (Edited book):

Mettam, G.R., and Adams, L.B. 1999. How to prepare an electronic version of your article. In: B.S. Jones and R.Z. Smith (Eds.). Introduction to the Electronic Age. E-Publishing Inc., New York, p. 281-304.

ج-۳-۴- مقاله در نشریهٔ برخط (On-line):

Mantri, N.L., Ford, R., Coram, T.E., and Pang, E.C.K. 2010. Evidence of unique and shared responses to major biotic and abiotic stresses in chickpea. Environmental and Experimental Botany 69(3): 286-292. Available at Web site http://www.sciencedirect.com/ (verified 1 August 2010).

ج-۳-۵- مقاله یا نوشته از اینترنت مربوط به یک دانشگاه یا سازمان:

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). 2010. Crops varieties released, 1977-2007, cereal and legume varieties released by national programs: Kabuli chickpea. Available at Web site http://www.icarda.org/Crops_Varieties_KC.htm (verified 1 August 2010).

ج-۳-۶- رساله‌های تحصیلی:

Bagheri, A. 1994. Boron tolerance in grain legumes with particular reference to the genetics of boron tolerance in peas. Ph.D. Thesis. University of Adelaide, South Australia.

ج-۳-۷- کنفرانس‌های علمی:

Porsa, H., Nezami, A., Gholami, M., and Bagheri, A. 2010. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms for cold tolerance at fall sowing in highland and cold areas of Iran. (abstract). In: Abstract Book of the 3rd Iranian Pulse Crops Symposium, May 19-20, 2010. Kermanshah Agricultural Jahad Organization. p. 49. (In Persian).

ج-۳-۸- نرم‌افزارهای رایانه‌ای:

SAS Institute. 1999. SAS/Stat User's Guide, Version 8.0. SAS Institute, Cary, NC.

MSTAT-C. Version 1.42. Freed, R.D. and Eisensmith, S.P. Crop and Soil Sciences Department. Michigan State University.

در انتها، فایل متن مقاله را نیز در گام چهارم از فرایند ارسال مقاله، بارگذاری نمایید.

نشانی:

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دفتر نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران

صندوق پستی: ۱۶۵۳-۹۱۷۷۵، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۲ و ۳۸۸۰۴۸۰۱ (۰۵۱)، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴ (۰۵۱)

پست الکترونیک: ijpr@um.ac.ir

تارنما: http://ijpr.um.ac.ir/index.php/ijpr

http://rcps.um.ac.ir

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۸-۹، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 9-18

بررسی فیلوژنی ژنوتیپ‌های نخود ایکاردا با تودهٔ بومی بیونیج (Bivanij) غرب ایران

مهین رحیمی[1]، فرهاد نظریان فیروزآبادی[2*] و احمد اسماعیلی[3]

۱- دانش‌آموخته بیوتکنولوژی دانشگاه پیام نور واحد کرج
۲- دانشیار بیوتکنولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۳- دانشیار ژنتیک مولکولی و مهندسی ژنتیک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

چکیده

با وجود اینکه ایران یکی از خاستگاهای عمده نخود (*Cicer arietinum* L.) در دنیا به شمار می‌آید، اطلاعات اندکی از ساختار تنوع ژنتیکی این گیاه در ایران موجود است. در این تحقیق، تنوع ژنتیکی ۱۸ ژنوتیپ نخود اصلاح شده و مورد کشت و کار در غرب ایران با استفاده از نشانگر تصادفی RAPD مورد مطالعه قرار گرفتند. از میان ۱۸ آغازگری که در مطالعه به‌کار رفتند، ۱۷ آغازگر (آغازگر OPM-05 قطعه‌ای تولید نکرد) در مجموع ۲۰۸ قطعه DNAی واضح و قابل امتیازدهی تکثیر نمودند. از مجموع کل تعداد باندهای حاصل، تعداد ۲۰۱ باند چندشکل (۹۶/۶۶٪) بودند. متوسط تعداد باننددهی به‌ازای هر آغازگر۱۲/۲ باند بود. تجزیه خوشه‌ای داده‌ها براساس ضریب تشابه دایس (Dice) و به روش UPGMA (ضریب همبستگی کوفنتیک؛ r =۰/۹۸) ژنوتیپ‌های نخود را به شش گروه تقسیم نمود. بر مبنای دندروگرام حاصل، بیشترین فاصله ژنتیکی بین رقم بومی و خوشه ششم به‌دست آمد. قرارگرفتن بخش وسیعی از ژنوتیپ‌ها در داخل یک گروه، بیانگر این نکته است که با وجود عدم حضور ژنوتیپ‌های تکراری در این ژرم‌پلاسم، اکثر ژنوتیپ‌ها شباهت ژنتیکی بسیار بالایی با یکدیگر نشان می‌دهند. همچنین گروه‌بندی توده‌ی محلی بیونیج در بزرگترین خوشه می‌تواند احتمالاً بیانگر این موضوع باشد که ژنوتیپ‌های اصلاح شده‌ی ایکاردا از یک توده‌ی بومی غرب ایران منشأ گرفته باشند. نتایج این مطالعه می‌تواند در جلوگیری از آسیب‌پذیری ژرم‌پلاسم نخود زراعی، افزایش تنوع ژنتیکی و مستندسازی ژرم‌پلاسم نخود مفید فایده باشد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، ژرم‌پلاسم، نخود، نشانگر مولکولی RAPD

مقدمه

حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی جامعه بشری، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه ایفاء می‌کنند. در بین حبوبات، نخود[1] نسبت به دیگر حبوبات، سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی ایران دارد و با توجه به محدودیت‌های موجود در تأمین پروتئین‌های حیوانی، این گیاه می‌تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز کشور را تأمین نماید (SabaghPour, 1998; Bagheri *et al.,* 1999). آگاهی از چگونگی تنوع ژنتیکی و اطلاع از قرابت فامیلی بین افراد موجود در ژرم‌پلاسم یک گونه، یکی از پیش‌شرط‌های اساسی موفقیت در برنامه‌های به‌نژادی است. این مسئله به مدیریت بهتر منابع ژرم‌پلاسم، تعیین ژنوتیپ‌های تکراری و در نهایت به انتخاب والدین مناسب برای برنامه‌های دورگ‌گیری کمک می‌کند. برای اصلاح ارقام نخود و نیز نگهداری و حفظ ذخایر توارثی، بررسی تنوع موجود بین ارقام نخود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Sharma *et al.,* 1995; Samizadeh-Lahiji, 1997; Tilman & Wedin, 1996). میزان تولید نخود در ایران پایین است (Millan *et al.,* 2006). تحقیقات متعدد، محدودیت پایه ژنتیکی و ناسازگاری این گیاه با انواع وحشی نخود در تلاقی‌های بین گونه‌ای را از عمده‌ترین علل پایین‌بودن تنوع ژنتیکی و در نهایت عملکرد این گیاه ذکر می‌کنند (Rao *et al.,* 2007). کلکسیون جهانی ژرم‌پلاسم ارقام نخود، تنوع کمی دارد و برای افزایش عملکرد می‌بایست ارقام جدیدی را با پتانسیل بالا معرفی نمود (Collard *et al.,* 2003; Robertson *et al.,* 1997). کمبود ژرم‌پلاسم جهانی نخود نیازمند روش‌های به‌نژادی مؤثر این گیاه است (Robertson *et al.,* 1997). به‌علاوه، فرسایش ژنتیکی نخود به‌واسطه‌ی تنش‌های زنده و غیرزنده به دلایل متعدد سبب شده است تا تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم این گیاه کاهش یابد. تولید و به‌نژادی هیبریدهای بین‌گونه‌ای، قادر است میزان تنوع ژنتیکی

*نویسنده مسئول: همراه: ۰۹۱۶۶۶۰۸۱۹۴، Nazarian.f@lu.ac.ir

[1] *Cicer arietinum*

را افزایش داده و در به‌نژادی گیاهی مانند نخود مفید باشد (Singh *et al.,* 1994; Van Rheenen *et al.,* 1993). برنامه‌های به‌نژادی نخود بایستی روی اصلاح پتانسیل ژنتیکی همراه با افزایش عملکرد و مقاومت علیه تنش‌های زنده و غیرزنده متمرکز شوند. به منظور افزایش پتانسیل ژنتیکی، می‌بایست تنوع ژنتیکی کارآمدی را بین گونه‌های موجود و نمونه‌های وحشی ایجاد نمود (Robertson *et al.,* 1997; Collard *et al.,* 2003). اگرچه گزینش مبتنی بر فنوتیپ با تکیه بر داده‌های آماری و طرح‌های آزمایشی امکان‌پذیر است، اما به دلیل ماهیت ژنتیکی صفات و رفتار ژن‌ها در اکثر موارد، انتخاب‌ها با خطا همراه هستند. برای بررسی تنوع ژنتیکی از روش‌های مختلفی از جمله توزیع جغرافیایی مبتنی بر جمع‌آوری نمونه‌ها از مناطق مختلف، اختلافات مورفولوژیکی، آیزوزایم و بررسی‌های سیتولوژیکی استفاده شده است که هریک از این روش‌ها به علت محدودیت‌هایشان قادر به تعیین دقیق و سریع تنوع ژنتیکی نمی‌باشند (Gharhyazi, 1997). بررسی تنوع ژنتیکی به کمک نشانگرهای مولکولی DNA، در ارقام مختلفی از گیاه نخود صورت گرفته است. نشانگر مولکولی RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) یکی از نشانگرهای مولکولی متداول برای بررسی تنوع ژنتیکی موجود بین ارقام و گونه‌های گیاهی است. این نشانگر از قدرت مناسبی برای بررسی چندشکلی بین ارقام برخوردار است (Byazid, 1996; Emamjomeh, 2000). نشانگر RAPD نشانگری کم‌هزینه و مؤثر برای مطالعات تاکسونومی و فیلوژنیک است (Abo-elwafa *et al.,* 1995; Sharma *et al.,* 1995; Friesen *et al.,* 1997; Wolff & Morgan-Richards, 1998). سادگی فنی تکنیک RAPD استفاده از آن را برای بررسی پلی‌مورفیسم، شناسایی ژنوتیپ و اختلاف ژنتیکی در طیف وسیعی از گیاهان فراهم می‌کند (Abo-elwafa *et al.,* 1995; Sharma *et al.,* 1995; Friesen *et al.,* 1997; Wolff & Morgan-Richards, 1998). تاکنون از نشانگر تصادفی RAPD در گیاه نخود برای بررسی تنوع ژنتیکی استفاده شده است (Sant *et al.,* 1999). برای مثال، در تحقیقی ۱۷ جمعیت نخود وحشی و زراعی براساس ویژگی‌های مورفولوژیکی، آلوزایم‌ها و به کمک نشانگر RAPD، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و در نهایت نشان داده شد که همبستگی نزدیکی بین گونه‌های وحشی و زراعی نخود وجود دارد (Hu & Carlos, 1991). براساس نتایج Davis (1995) نشانگر مولکولی RAPD نسبت به آلوزایم و نشانگرهای پروتئینی از کارایی بیشتری برای تعیین تنوع ژنتیکی برخوردار است. چنین نتایجی روی نخود نیز گزارش شده است (Gaur & Slinkard, 1990). نشانگر RAPD توانسته است سطح بالایی از پلی‌مورفیسم را در ارقام نخود ایرانی نشان دهد (Weeden, 1992; Sharma *et al.,* 1995). پژوهشگران همبستگی بالایی را بین ماتریس حاصل از RFLP, RAPD, AFLP و میکروساتلیت گزارش نمودند و پیشنهاد کردند که به‌جای RFLP می‌توان از این روش‌ها نیز استفاده نمود.

علی‌رغم آنکه غرب کشور به‌خصوص استان‌های لرستان و کرمانشاه قطب کشت و کار نخود در کشور هستند، اما متأسفانه در مورد ارقام نخود موجود در این مناطق بررسی و مطالعه جامعی صورت نگرفته است. لذا با توجه به نیاز روش‌های به‌نژادی به شناخت تنوع ژنتیکی بین گونه‌های مختلف گیاهی و با عنایت به این که نخود از نظر اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است و دارای مصارف و مزایای متعددی است و همچنین این گیاه به شدت در معرض فرسایش ژنتیکی قرار دارد، لازم است تحقیقات بیشتر در زمینه تعیین چندشکلی بین ژنوتیپ‌های مختلف آن صورت گیرد. هدف از اجرای این تحقیق تعیین میزان فاصله ژنتیکی بین ۱۸ ژنوتیپ نخود و میزان تنوع ژنتیکی بین آنها با استفاده از نشانگر RAPD بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی چندشکلی مولکولی ارقام و ژنوتیپ‌های پیشنهادی برای کشت و کار در غرب ایران، تعداد ۱۸ ژنوتیپ نخود از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان تهیه شدند (جدول ۱). ژنوتیپ‌های شماره‌ی ۲ تا ۱۸ جزو ژنوتیپ‌های امیدبخشی هستند که از مرکز تحقیقات بین‌المللی ICARDA به ایران ارسال شده‌اند. در این جدول رقم بیونیج (Bivanij) جزو توده‌های بومی استان کرمانشاه است. این رقم سازگاری خوبی به شرایط استان‌های غرب کشور دارد و هنوز هم توسط کشاورزان استان‌های کرمانشاه و لرستان کشت می‌شود. حدود سه هفته بعد از کاشت گلدانی بذور (تعداد ۱۰ عدد بذر)، از تعداد پنج بوته از گیاهان جوان به تصادف سه برگ جوان و تازه جمع‌آوری و بلافاصله در نیتروژن مایع منجمد شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و در ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان استخراج DNA نگهداری شدند. به منظور استخراج DNAی ژنومی، حدود ۰/۴ گرم برگ جوان از هر گیاه در نیتروژن مایع پودر شد و DNA ژنومی به روش CTAB استخراج گردید (Murray & Thompson, 1980). پس از بررسی سالم بودن DNAی ژنومی در جریان الکتروفورز ژل آگارز ۰/۸ درصد، غلظت و خلوص آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر تعیین گردید (نتایج نشان داده نشده‌اند). در

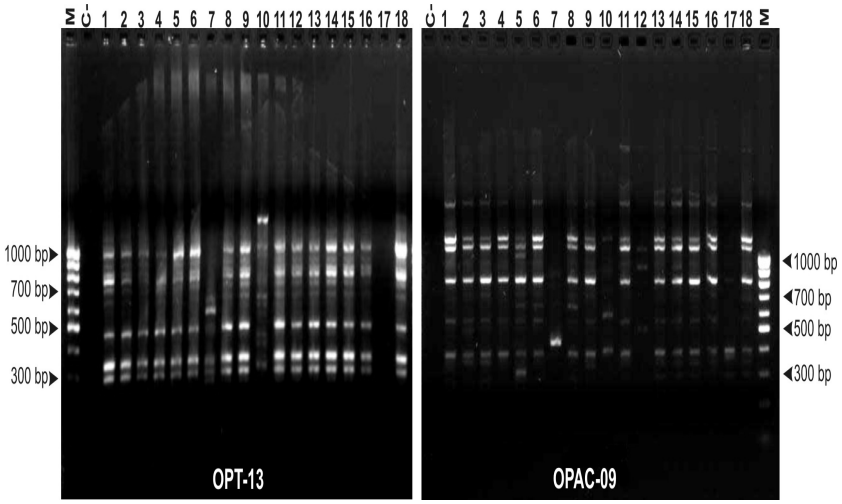
این تحقیق از ۱۸ آغازگر تصادفی استفاده گردید (جدول ۲) که براساس تولید بیشترین چندشکلی براساس مطالعات سایر منابع انتخاب شده بودند. واکنش زنجیره پلیمراز (PCR) در حجم ۲۵ میکرولیتر شامل یک میکرولیتر آنزیم Tag DNA Polymerase (۱۰ u/ µl) (فزاپژو، تهران)، ۱۰ میکرولیتر DNA ژنومی (۳۰ ng/µl)، یک میکرولیتر از هرکدام از آغازگرها (۱۰۰ pmol /µl)، یک میکرولیتر dNTPs (۰/۲ mM) و ۶میکرولیتر بافر مخصوص آنزیم پلیمراز با غلظت نهایی ۱× صورت گرفت. واکنش PCR بعد از بهینه‌سازی در ۴۰چرخه صورت گرفت. در آغاز کل واکنش به مدت ۵ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد (پیش واسرشت سازی) حرارت داده شد. هر چرخه از واکنش، ۳ دقیقه در ۹۴ درجه سانتی‌گراد (واسرشت سازی)، یک دقیقه در دمای خاص نشستن آغازگرها (جدول ۲)، دو دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد (بسط آغازگرها) انجام گردید. بعد از اتمام ۴۰ چرخه، واکنش برای مدت ۵ دقیقه (بسط نهایی) در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. محصولات حاصل از تکثیر DNAی ژنومی روی ژل آگارز ۱/۵ درصد حاوی اتیدیوم بروماید برای مدت ۲ ساعت در ۱۰۰ولت الکتروفورز گردیدند. واکنش PCR برای تک‌تک آغازگرها بهینه گردید و از تکرارپذیری نسبی (بیش از ۹۵ درصد) باندها پس از سه واکنش PCR اطمینان حاصل گردید. الگوی باندی حاصل از تجزیه RAPD روی ژل آگارز، براساس وجود یا عدم وجود باند خاص در نمونه‌ها، به‌صورت یک یا صفر امتیازدهی گردید. سپس براساس ماتریس صفر و یک حاصل، فاصله یا شباهت ژنتیکی بین افراد با استفاده از ماتریس تشابه بین ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از ضریب تشابه Dice و روش UPGMA به کمک نرم‌افزار NTSYSpc 2. محاسبه گردید.

نتایج و بحث

نشانگرهای تصادفی RAPD به دلیل هزینه‌ی کم، سادگی اجرا، عدم نیاز به اطلاعات ترادف DNA و تولید اطلاعات مقدماتی مورد نیاز برای گروه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌ها، از مقبولیت خوبی در بین محققان بر خوردار هستند (Ahmad & Slinkard, 1992). به منظور ارزیابی چند شکلی‌های حاصل از تکثیر DNA در بین ۱۷ ژنوتیپ و یک توده‌ی بومی نخود، از هجده آغازگر تصادفی استفاده شد. از مجموع هجده آغازگر مورد مطالعه، هفده آغازگر در مجموع ۲۰۸ باند واضح بین ۱۰۰bp تا ۱۳۰۰bp تکثیر نمودند. آغازگر OPM-05 علی‌رغم آزمون دماهای مختلف در PCR، هیچ‌گونه باندی تولید نکرد (جدول ۲). میانگین تعداد باندهای تکثیری برای هر آغازگر ۱۲/۲ بود. از مجموع تعداد کل باندها، ۲۰۱ باند چندشکل (۹۶/۶٪) بودند. تعداد قطعات تکثیری بین ۵ و ۱۹ متفاوت بود. در بین آغازگرها، بیشترین تعداد قطعات مربوط به آغازگر OPA-07 با ۱۹ باند و کمترین تعداد مربوط به آغازگر OPA-16 با ۵ باند بود. میزان درصد چندشکلی در بین ۱۷ آغازگر از ۸۱/۸ تا ۱۰۰درصد متغیر بود. همان‌طوری‌که از نتایج برمی‌آید، آغازگرهای مورد مطالعه از نظر کارایی تولید چندشکلی با هم اختلاف داشتند و حتی یکی از آنها به نام OPM-05 نتوانست هیچ قطعه‌ای را تکثیر نماید، علی‌رغم آنکه این آغازگر در مطالعه‌ای از جمله آغازگرهای با کارایی بالا بود (Iruela *et al.,* 2002). اگرچه در مطالعه مذکور کلکسیونی از ۷۵ ژنوتیپ شامل گونه‌های زراعی، یک‌ساله و چندساله و همچنین تعداد بیشتری (۳۰ آغازگر) استفاده شده است، میانگین تعداد قطعات تولیدی در این مطالعه (۸/۵) پایین‌تر از متوسط تعداد قطعات تولیدی در مطالعه‌ی حاضر است. همچنین تعداد قطعات حاصل به‌ازای هر آغازگر و درصد چندشکلی حاصل در مطالعه‌ی اخیر به‌ترتیب بیشتر از تعداد قطعات تولیدی و درصد چندشکلی حاصل (۷۴/۴٪) در مطالعه‌ی مذکور است (Rao *et al.,* 2006). در مطالعه‌ای دیگر، ارقام و توده‌های بومی نیز به ۱۲/۳ باند به‌ازای هر آغازگر رسید که با متوسط تعداد باند تولیدی توسط این مطالعه تفاوتی ندارد (Fazeli & Choghamirza, 2011). درصد چندشکلی بالا را می‌توان به قرابت بالای این ژنوتیپ‌ها نسبت داد، به‌طوری‌که متوسط تعداد قطعات تولیدی به دلیل قرابت ژنوتیپ‌ها و برخورداری از شجره‌ی مشابه، نسبتاً بالاست.

ماتریس تشابه بین ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از ضریب تشابه Dice و روش UPGMA تشکیل گردید (جدول ۳). چنان‌که در شکل ۲ دیده می‌شود بین ژنوتیپ‌های نخود، شباهت ژنتیکی وجود دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که نشانگرهای بیوشیمیایی (Ahmad & Slinkard, 1992; Labdi *et al.,* 1996) و نشانگرهای مبتنی بر DNA و از آن جمله RAPD (Sant *et al.,* 1999; Iruela *et al.,* 2002; Sudupak *et al.,* 2002) ، تنوع ژنتیکی گیاه نخود را ضعیف ارزیابی کرده‌اند. با این حال سیستم‌های نشانگری مبتنی بر میکروساتلیت‌ها (Sharma, 1995) به‌خوبی می‌توانند تنوع ژنتیکی نخود را آشکار سازند. همان‌طوری‌که از نتایج این تحقیق بر می‌آید، نشانگر RAPD به تنهایی کارایی خوبی در جداسازی و تشخیص تنوع در این ژنوتیپ‌ها ندارد. به رغم مشکلات RAPD و هماهنگ با نتایج دیگران (Sant *et al.,* 1999; Iruela *et al.,* 2002; Sudupak *et al.,* 2002) این نشانگر توانست ژنوتیپ‌های نخود را از همدیگر جدا کند. با این حال قدرت این جداسازی خیلی زیاد نبود. یکی از عمده‌ترین

دلایل در این خصوص ممکن است پیشینه مشترک این ژنوتیپ‌ها باشد که از شجره آنها و محل اصلاح آنها در ICARDA مشخص است. ژنوتیپ بومی Bivanij بیشترین شباهت را با Flip 98-22C (۸۶/۲درصد) و کمترین شباهت را با ژنوتیپ Flip 99-66C نشان داد. با توجه به خاستگاه نخود و شباهت بالای بقیه ژنوتیپ‌ها با این توده محلی، این‌گونه به‌نظر می‌رسد که چنین ژنوتیپ‌هایی ممکن است از این توده و یا توده‌ای ایرانی با خصوصیات مشابه منشأ گرفته باشند.

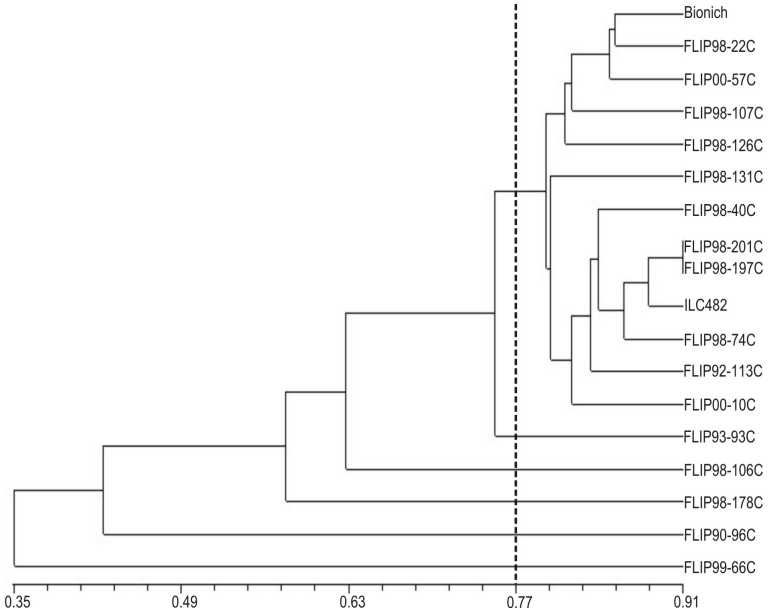


شکل ۱- پروفایل الکتروفورز محصول PCR دو آغازگر تصادفی OPAC-09 و OPT-13

اعداد از ۱ تا ۱۸ شماره‌ی ژنوتیپ‌ها براساس جدول ۱ هستند. M نشانگرbp ۱۰۰ را نشان می‌دهد.

Fig. 1. RAPD fingerprinting of chickpea genotypes generated by two different random primers

M: 100 bp size marker



شکل ۲- دندروگرام روابط ژنتیکی ۱۸ ژنوتیپ نخود

اسامی ژنوتیپ‌ها براساس جدول ۱ است. ماتریس تشابه بین ژنوتیپ‌های نخود با استفاده از ضریب تشابه Dice و روش UPGMA ترسیم شده است.

Fig. 2. Dendrogram representing genetic relationships among 18 chickpea genotypes

The genotype names are the same as those shown in table 1. Similarity matrix among genotypes was created based on Dice similarity coefficient and denderogram was drawn by UPGMA

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های نخود به همراه شجره آنها

بیونیچ نام یک توده‌ی محلی استان کرمانشاه است که از روستایی به همین نام در اطراف شهرستان کرند جمع‌آوری شده است.

Table 1. Name and pedigree of chickpea genotypes

Bivanij is a landrace from Kermansha province and has been collected from a village in Kerend suburb

ردیف Row	نام Name	شجره Pedigree	منشأ Origin
1	Bivanij	شاهد محلی	کرمانشاه
2	FLIP98-22C	95TH2/FLIP91-18C*×FLIP90-96C	ICARDA
3	FLIP00-57C	96TH22-2-BH-122/FLIP92-146C*×FLIP93-53C	ICARDA
4	FLIP98-107C	95TH47/(FLIP88-6C×ILC3373)×FLIP89-4C	ICARDA
5	FLIP98-131C	95TH47/(FLIP88-6C×ILC3373)×FLIP89-4C	ICARDA
6	FLIP98-126C	95TH47/(FLIP88-6C×ILC3373)×FLIP89-4C	ICARDA
7	FLIP99-66C	96TH61/(FLIP91-159C×ILC1278)× FLIP91-149C	ICARDA
8	FLIP93-93C	89TH258/(FLIP85-122C×FLIP82-150C) FLIP86-77C	ICARDA
9	FLIP98-40C	95TH70/(FLIP81-77C× PLOT29283)× S93320	ICARDA
10	FLIP90-96C	(ILC5342/FLIP84-93C)	ICARDA
11	FLIP92-113C	89TH141/ILC1934×FLIP85-122C	ICARDA
12	FLIP98-106C	95TH47/(FLIP88-6C×ILC3373)×FLIP89-4C	ICARDA
13	FLIP98-74C	95TH17/FLIP90-100C×S93040	ICARDA
14	FLIP98-201C	95TH4/FLIP91-52C*×FLIP93-65C	ICARDA
15	FLIP98-197C	95TH11/FLIP90-95C*×FLIP92-19C	ICARDA
16	ILC482	-	ICARDA
17	FLIP98-178C	95TH8/FLIP91-124C*×FLIP90-19C	ICARDA
18	FLIP00-10C	96TH7/FLIP90-196C*×FLIP90-15C	ICARDA

جدول ۲- توالی، نام دمای آنیلینگ، تعداد باندهای پلی‌مورف و درصد چندشکلی برای آغازگرها

آغازگرها همگی ۱۰نوکلئوتیدی هستند.

Table 2- Primer sequences, name, Tm, number of polymorphic bands and the percentage of polymorphism

All primes are 10 nucleotides long.

ردیف Row	نام آغازگر Primer	توالی ('3→'5) Sequence	دما آنیلینگ Tm (°C)	تعداد قطعات چند شکل No. Polymorphic bands	درصد پلی‌مورفیسم Polymorphism (%)
1	OPZ-10	CCGACAAACC	34	16	100
2	OPZ-19	GTGCGAGCAA	35	11	90.66
3	OPY-18	GTGGAGTCAG	39	8	100
4	OPY-02	CATCGCCGCA	32	13	100
5	OPY-10	CAAACGTGGG	32	6	100
6	OPS-01	CTACTGCGCT	33	9	100
7	OPJ-20	AAGCGGCCTC	33	15	100
8	OPT-13	AGGACTGCCA	34	17	94.44
9	OPX-14	ACAGGTGCTG	32	11	90.66
10	OPA-07	GAAACGGGTG	31	19	100
11	OPA-08	GTGACGTAGG	29	12	100
12	OPA-16	AGCCAGCGAA	36	5	100
13	OPAB-17	TCGCATCCAG	33	10	90.91
14	OPAC-09	AGAGCGTACC	31	18	100
15	OPM-05	GGGAACGTGT	33	0	0
16	OPI-13	CTGGGGCTGA	35	11	84.61
17	OPC-05	GATGACCGCC	35	9	81.81
18	OPAF-16	TCCCGGTGAG	35	10	100

قرارگرفتن بخش وسیعی از ژنوتیپ‌ها در داخل یک کلاستر بیانگر این است که اگرچه توده‌های تکراری در این ژرم‌پلاسم وجود ندارد ولی اکثر توده‌ها شباهت ژنتیکی نسبتاً بالایی با یکدیگر دارند و در بخش وسیعی از ژنوم خود مشابه هستند.

اگرچه ایران یکی از خاستگاهای این گیاه است، به نظر می‌رسد که گروه‌بندی توده‌ها براساس مارکرهای RAPD تصویر واضحی از پراکنش جغرافیایی آنها نشان نمی‌دهد.

جدول ۳- ضریب تشابه ژنوتیپ‌ها براساس ۱۷ آغازگر RAPD

Table 3- Similarity coefficient among 17 chickpea genotypes based on 17 RAPD markers

ژنوتیپ Genotype	Bivanij	Flip9822	Flip0057	Flip98107	Flip98131	Flip98126	Flip9966	Flip9393	Flip9840	Flip9096	Flip92113	Flip98106	Flip98201	Flip9874	Flip98197	ILC482	Flip98178	Flip0010
Bivanij	1.00																	
Flip9822	0.84	1.00																
Flip0057	0.84	0.84	1.00															
Flip98107	0.80	0.80	0.83	1.00														
Flip98131	0.79	0.78	0.78	0.79	1.00													
Flip98126	0.81	0.79	0.81	0.80	0.80	1.00												
Flip9966	0.29	0.36	0.35	0.34	0.38	0.33	1.00											
Flip9393	0.74	0.70	0.78	0.73	0.77	0.75	0.37	1.00										
Flip9840	0.83	0.78	0.78	0.71	0.79	0.77	0.35	0.77	1.00									
Flip9096	0.42	0.42	0.44	0.39	0.42	0.43	0.27	0.36	0.41	1.00								
Flip92113	0.82	0.81	0.83	0.76	0.82	0.81	0.37	0.78	0.81	0.44	1.00							
Flip98106	0.63	0.63	0.62	0.59	0.62	0.63	0.36	0.56	0.62	0.33	0.63	1.00						
Flip98201	0.85	0.80	0.79	0.74	0.78	0.83	0.30	0.76	0.83	0.44	0.82	0.65	1.00					
Flip9874	0.79	0.79	0.77	0.74	0.78	0.77	0.35	0.71	0.83	0.45	0.82	0.64	0.83	1.00				
Flip98197	0.83	0.78	0.79	0.74	0.79	0.81	0.34	0.72	0.87	0.46	0.83	0.66	0.90	0.88	1.00			
ILC482	0.80	0.80	0.77	0.75	0.80	0.84	0.35	0.71	0.80	0.43	0.83	0.64	0.87	0.84	0.88	1.00		
Flip98178	0.55	0.56	0.65	0.57	0.62	0.58	0.38	0.57	0.55	0.43	0.62	0.39	0.56	0.55	0.57	0.63	1.00	
Flip0010	0.81	0.75	0.78	0.74	0.78	0.79	0.37	0.77	0.79	0.43	0.79	0.57	0.83	0.80	0.83	0.81	0.58	1.00

تنوع ژنتیکی و فاصله ژنتیکی که بین ژنوتیپ‌های نخود مورد مطالعه با استفاده از نشانگرهای تصادفی (RAPD) مشاهده شد، می‌تواند برای انجام تلاقی به منظور بالابردن کمیت و کیفیت عملکرد که هدف نهایی در اصلاح گیاهان است به‌کار رود. با استفاده از برآورد تنوع ژنتیکی حجم تلاقی‌های ممکن کاهش می‌یابد و شانس تولید نتاج برتر از این تلاقی‌ها افزایش خواهد یافت.

منابع

1. Abo-elwafa, A., Murai, K., and Shimada, T. 1995. Intra-and Inter-specific variation in Lens revealed by RAPD markers. Theoretical and Applied Genetics 90: 335-340.
2. Ahmad, F., and Slinkard, A.E. 1992. Genetic relationships in the genus *Cicer* L. as revealed by polyacrylamide gel electrophoresis of seed storage proteins. Theoretical and Applied Genetics 84: 688-692.
3. Bagheri, A., Nezami, A., and Ganjali, A. 1999. Chickpea agronomy and Breeding. Jehad-e-daneshgahi, Mashhad. (In Persian).
4. Bayazid, B. 1996. The study of genetic diversity among cultivated chickpea cultivars under two moisture levels and correlation analysis of agronomical Traits. M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, Tabriz University. (In Persian with English Summary).
5. Collard, B.C.Y., Pang, E.C.K., and Taylor, P.W.J. 2003. Selection of wild *Cicer* accessions for the generation of mapping population segregation to ascochyta blight. Euphytica 130: 1-9.
6. Davis, T.M. 1995. A method of enhancing detection and interpretation of co-dominant RAPD markers. Theoretical and Applied Genetics 91: 582-588.
7. Emamjomeh, A. 2000. Evaluation of genetic distance drought resistance and analysis of adaptation, using RAPD-PCR in Iranian chickpea. M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran. (In Persian with English Summary).
8. Fazeli, F., and Choghamirza, K. 2011. Genetic variation in Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L. Kabuli type) based on agronomic traits and RAPD marker. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding 27(4): 555-579. (In Persian with English Summary).
9. Friesen, N., Fritsch, R., and Bachmann, K. 1997. Hybrid origin of some ornamentals of *allium* subgenus Melanocrommyum verified with GISH and RAPD. Theoretical and Applied Genetics 95: 1229-238.
10. Gaur, P.M., and Slinkard, A.E. 1990. Genetic control and linkage relations of additional isozyme markers in chickpea. Theoretical and Applied Genetics 80: 648-659.
11. Gharhyazi, B. 1997. Application of DNA markers in plant breeding (Abstract). In: Abstract book of the 4th Iranian Agronomy and Plant Breeding Congress. (In Persian).
12. Hu, J., and Carlos, F. 1991. Identification of broccoli and cauliflower cultivars with RAPD markers. Plant Cell Reports 10: 505-511.
13. Iruela, M., Rubio, J., Cubero, J.I., Gill, J., and Millan, T. 2002. Phylogenetic analysis in the genus *Cicer* and cultivated chickpea using RAPD and ISSR markers. Theoretical and Applied Genetics 104: 643-651.
14. Labdi, M., Robertson, L.D., Singh, K.B., and Charrier, A. 1996. Genetic diversity and phylogenetic relationships among the annual *Cicer* species as revealed by isozyme polymorphisms. Euphytica 88: 181-188.
15. Lu, J. 1996. Comparative analysis of genetic diversity in pea assessed by RFLP and PCR based methods. Theoretical and Applied Genetics 93: 1103-1111.
16. Millan, T., Clarke, J., Siddique, H.M., Buhariwalla, K., Gaur, M., Kumar, J., Gill, J., Kahl, G., and Winter, P. 2006. Chickpea molecular breeding: New tools and concepts. Euphytica 147: 81-103.
17. Murray, M.G., and Thompson, W.F. 1980. RAPD isolation of high molecular weight plant DNA. Nucleic Acid Research 8: 4321-4325.

18. Rao, L.S., UshaRani, P., Deshmukh, P.S., Kumar, P.A., and Panguluri. S.K. 2007. RAPD and ISSR fingerprinting in cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its wild progenitor *Cicer reticulatum* Ladizinsky. Genetic Resources and Crop Evolution 54 (6): 1235-1244.
19. Robertson, L.D., Ocampo, B., and Singh, K.B. 1997. Morphological variation in wild annual *Cicer* species in comparison with the cultigens. Euphytica 95: 309-319.
20. Sabaghpour, S.H. 1998. Chickpea Genetics. Agriculture Education Publisher. (In Persian).
21. Samiezadeh-Lahiji, H. 1997. The assessment of genetypic and phenotypic variation of quantitative traits, their correlation with Iranian chickpea yield. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran. (In Persian).
22. Sant, V.J., Patankar, A.G., Sarode, N.D., Mhase, L.B., Sainani, M.N., Deshmukh, R.B., Ranjekar, P.K., and Gupta, V.S. 1999. Potential of DNA markers in detecting divergence and in analyzing heterosis in Indian elite chickpea cultivars. Theoretical and Applied Genetics 98: 1217-1225.
23. Sharma, P.C. 1995. Abundance and polymorphism of di-triand tetra nucleotide tandem repeats in chickpea. Theoretical and Applied Genetics 90: 90-960.
24. Sharma, S.K., Dawson, I.K., and Waugh, R. 1995. Relationship among cultivated and wild lentils revealed by RAPD analysis. Theoretical and Applied Genetics 91: 647-654.
25. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Halila, M.H., Nights E.J., and Verma, M.M. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-149.
26. Sudupak, M.A., Akkaya, M.S., and Kencea, K. 2002. Analysis of genetic relationships among perennial and annual *Cicer* species growing in turkey using RAPD markers. Theoretical and Applied Genetics 105(8): 1220-1228.
27. Tilman, D., and Wedin, D. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystem. Nature 379: 718-720.
28. Van Rheenen, H.A., Pundir, R.P.S., and Miranda, J.H. 1993. How to accelerate the genetic improvement of a recalcitrant crop species such as chickpea. Current Science 65: 414-417.
29. Weeden, N.F. 1992. Marker locus, Adh-1, for resistance to pea enation mosaic virus. Journal of Heredity 79(2): 128-131.
30. Wolff, K., and Morgan-Richards, M. 1998. PCR markers distinguish plantago major subspecies. Theoretical and Applied Genetics 96: 282-286.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 9-18

Assessment of relationship between chickpea genotypes from ICARDA with a western Iranian landrace (Bivanij)

Rahimi[1], R., Nazarian-Firouzabadi[2*], F., & Ismaili[2], A.

1- MSc. Student, Payam-e-Nour University, Alborz, Karaj
2- Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture Lorestan University, Khorramabad

Received: 21 January 2014
Accepted: 15 March 2015

Introduction
Despite the fact that Iran is one of the major chickpea (*Cicer arietinum* L.) center of origins, limited information is available regarding chickpea genetic variation and diversity. Genetic diversity information is crucial for the choice of proper parents to establish new breeding programs. Chickpea germplasm is poor, suggesting the need for gaining enough knowledge of genetic diversity among available chickpea genotypes. A number of molecular techniques have been developed to unveil the genetic potentials of plant materials. Random Amplified Polymorpic DNA (RAPD) seems to be a reliable molecular marker to investigate the genetic diversity of chickpea genotypes in IRAN. The objectives of present research was: (1) to investigate the power of RAPD markers for estimation of genetic diversity among chickpea genotypes in west of Iran, (2) to investigate the genetic relationships between chickpea genotypes, and (3) to determine whether chickpea genotypes could be distinguished by RAPD marker data.

Materials and Methods
Random amplified polymorphic DNA markers (RAPD) were used to assess the genetic relationship between 18 different chickpea genotypes representing the cultivated chickpea cultivars in west of Iran. Genomic DNA was isolated according to Murray & Thompson (1980). Eighteen oligonucleotide primers were selected according to the number of literature published with the highest number of polymorphic bands. Polymerase chain reaction (PCR) was carried out in a total volume of 25 µl including 2 units of Taq DNA polymerase, 30 ng of genomic DNA template, 10 pmol of primers, 0.2 mM of dNTPs, and 2.5 µl of 10 × reaction buffer. DNA amplifications were performed in a thermocycler. The thermal profile was as follow: One time denaturation at 94°C (5 min), followed by 40 cycles of denaturation at 94°C (3 min), annealing at each primer proper T_m (1 min) and extension at 72°C (2 min) and one time final extension at 72°C (5 min). PCR products were analyzed on 1.5 % agarose gels in TBE buffer running at 100 V for 2h. The gels were stained using *ethidium bromide* and visualized with UV light. The reproducibility of the DNA band patterns was evaluated duplicate gel electrophoresis analysis. Only clear and repeatedly amplified RAPD DNA bands were scored as (1) for present bands and (0) for absent ones.

Results and Discussion
Out of 18 random RAPD primers used in this study, 17 primers amplified genomic DNA across all the genotypes. In total, 201 polymorphic bands (96.63%) out of 208 reproducibly scoreable RAPD markers were generated (OPM-05 primer did not produce any band). On average, 12.2 bands per primer were observed in RAPD analysis. Cluster analysis using Dice coefficient of similarity and UPGMA (r=0.98) method based on polymorphic fragments, grouped all eighteen genotypes into 6 groups with 77% accuracy. Based on dendrogram obtained, Bivanij (Landrace genotype) showed the least similarity with the 6th cluster. Although there was no redundancy among the genotypes tested, the majority of genotypes were clustered together. ICARDA genotypes may have been improved from an Iranian landrace.

Conclusions
Genetic diversity among chickpea cultivars using RAPD markers have been studied by a number of researchers. Although in most cases a low level of polymorphism with RAPD markers have been reported, this study showed a considerable amount of polymorphism. Furthermore, our results showed that cultivated chickpea cultivars in west of Iran have many genes in common. We recommend further studies to be

* **Corresponding Author:** Nazarian.f@lu.ac.ir, Mobile: 09166608194

conducted by using more number of chickpea genotypes as well as more robust molecular markers. Results of this study can be used in germplasm management/conservation practices, developing core collections and as guidance to plant geneticist and breeders for planning future explorations, and crop improvement purposes. These findings may help to avoid genetic vulnerability and erosion, keeping chickpea genetic diversity and germplasm.

Key words: Chickpea, DNA, Genetic diversity, Germplasm, RAPD molecular marker

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۳۰-۱۹، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 19-30

بررسی تنوّع حبوبات در بوم‌نظام‌های زراعی ایران

علیرضا کوچکی[۱]، مهدی نصیری‌محلاتی[۱]، سمانه نجیب‌نیا[۲*]، بختیار للـه‌گانی[۳] و حسن پُرسا[۴]

۱- استادان گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانش‌آموخته مقطع دکتری رشتهٔ اکولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار گروه مهندسی علوم‌کشاورزی و محیط‌زیست، دانشگاه پیام‌نور، تهران
۴- پژوهشگر گروه پژوهشی بقولات، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۷

چکیده

حبوبات، به‌خاطر دارابودن ویژگی‌های تغذیه‌ای و زراعی قابل‌ملاحظه، جایگاه خاصی در نظام‌های کشاورزی جهان دارند. این گیاهان در برخی کشورهای درحال توسعه به‌عنوان یک منبع پروتئینی باارزش محسوب شده و به‌علت این‌که گیاهانی کم‌توقع هستند، در اراضی حاشیه‌ای و سیستم‌های زراعی کم‌نهاده، کشت‌وکار می‌شوند. این گیاهان با تثبیت نیتروژن هوا موجب افزایش مقدار نیتروژن خاک می‌شوند. حبوبات، تاریخچهٔ کشت‌وکار طولانی در ایران دارند و برخی معتقدند که بعضی از آنها مانند عدس (*Lense culinaris* Medik) و نخود (*Cicer arietinum* L.) در این کشور اهلی شده‌اند. این پژوهش به منظور بررسی تنوع کنونی حبوبات در ایران و پیش‌بینی روند آینده آن انجام شد. بدین‌منظور، اطلاعات مربوط به تنوع زیستی، عملکرد، سطح زیرکشت و تولید، جمع‌آوری شد و با ارزیابی شاخص شانون و سری‌های زمانی تجزیه و تحلیل انجام گرفت. براساس نتایج به‌دست‌آمده، تنوع حبوبات دیم کشور در سال ۱۳۸۲، به‌میزان ۱/۱۹برابر سال ۱۳۶۲ افزایش یافته و پیش‌بینی‌های انجام‌شده تا سال ۱۴۰۰ نیز روند افزایش تنوع حبوبات دیم کشور را ۱/۲۲برابر نسبت به سال۱۳۸۲ نشان می‌دهد. این در حالی است که تنوع حبوبات آبی در سال۱۳۸۲ تنها ۰/۸۱برابر سال۱۳۶۲ بوده و ادامهٔ این روند نشان داد که تنوع حبوبات آبی در سال ۱۴۰۰، معادل ۰/۸۸ سال۱۳۸۲ خواهد بود. به این ترتیب، هرچند میانگین تنوع کل حبوبات کشور طی سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ تقریباً ثابت بوده است (۱/۰۳)، اما پیش‌بینی‌ها، کاهش ۱۰درصدی میانگین تنوع کل حبوبات کشور را در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال۱۳۸۲ نشان داد. تولید کل لوبیا، نخود و عدس در سال ۱۳۸۲ به‌ترتیب ۳/۲۹، ۲/۶۱ و ۴/۸۳ برابر سال ۱۳۶۲ افزایش یافته و در مورد سایر حبوبات، تغییر زیادی نداشته است. سطح زیرکشت کُل (لوبیا، نخود، عدس) و نیز سایر حبوبات در سال ۱۳۸۲، به‌ترتیب ۲/۶۴، ۲/۵۰، ۵/۵۵ و ۱/۱۵ برابر سال ۱۳۶۲ افزایش یافته است؛ اما به‌نظر می‌رسد که عملکرد در طول این سال‌ها تغییر چندانی نداشته است؛ به‌جُز در مورد لوبیا که به میزان ۱/۲۴برابر افزایش یافته است. بنابراین می‌توان گفت که افزایش تولید در اثر افزایش سطح زیرکشت اتفاق افتاده است.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، تولید، حبوبات، سری‌های زمانی

مقدمه

حبوبات، منبع اصلی پروتئین در کشورهای درحال‌توسعه هستند و لذا نقش ویژه‌ای در تولید غذا در این کشورها دارند (Saxena, 1993). این گیاهان، مکمل خوبی برای پروتئین غلات بوده و در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاده، حائز اهمیت هستند (Bagheri *et al.*, 2000). از آنجا که این گیاهان قادر به تثبیت نیتروژن هوا هستند، به‌طور گسترده‌ای در سراسر دنیا توزیع شده‌اند (Bagheri *et al.*, 2005). حبوبات همچنین جایگاه ویژه‌ای در تناوب موجود در برخی سیستم‌های زراعی دنیا، به‌ویژه در نواحی خشک دارند (Nezami *et al.*, 2005).

وسعت تمام زمین‌های زیرکشت حبوبات در دنیا، ۸۰میلیون‌هکتار، با تولید کُل ۷۳ میلیون‌تُن و متوسط عملکرد ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار است (FAO, 2013). این مقادیر برای ایران به‌ترتیب ۰/۸میلیون‌هکتار، ۰/۷۲میلیون‌تُن و ۸۹۷کیلوگرم در هکتار است (FAO, 2013). ایران از نظر سطح زیرکشت و تولید حبوبات در دنیا به‌ترتیب در رده‌های ۱۳ و ۱۸ قرار دارد، ولی از نظر عملکرد در جایگاه ۱۵۴ قرار دارد (Bagheri *et al.*, 2005). اگرچه این گیاهان، اجزای اصلی سیستم‌های کشاورزی در برخی نواحی خشک دنیا هستند، ولی

*نویسنده مسئول: وزارت آموزش و پرورش، استان خراسان‌رضوی، مشهد
samanehnajibnia@yahoo.com

در دهه‌های اخیر به‌علت وجود کودهای نیتروژن مصنوعی، اهمیت آنها در تناوب به فراموشی سپرده شده است. البته در سال‌های اخیر به‌علت مشکلات ناشی از سیستم‌های کشاورزی فشرده، نقش لگوم‌ها در پایداری سیستم‌های زراعی رو به افزایش است (Draper, 2006; ESA, 1997).

تک‌کشتی، از جمله سیستم‌های کوتاه‌رشد در نظام‌های کشاورزی با انرژی فشرده است که از تنوع زیستی کَمی نیز برخوردار است (Carmine *et al.*, 2007; Monti & Venturi, 2003). امروزه تنها ۱۷گونه از گیاهان زراعی در ۱/۴۴۰میلیارد هکتار از اراضی کشاورزی دنیا کشت می‌شوند (Koocheki, 2006). ایران، جزو نواحی با تنوع زراعی کم و غالبیت گیاهان محدود به‌ویژه غلات در اغلب سیستم‌های زراعی است (Nassiri Mahallati *et al.*, 2003). از ۳۸گونهٔ زراعی که در کشور کشت می‌شوند، تنها ۲۰گونه، ۸۸درصد از کل سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده‌اند که غالباً غلات و لگوم‌ها را شامل می‌شوند. در مجموع، تنوع گیاهان زراعی در کشور بسیار پایین است (Koocheki, 2006).

تنوع گیاهی، به‌وسیلهٔ شاخص‌های متعددی ارزیابی می‌شود و شاخص شانون از مهم‌ترین آنها است (Koocheki *et al.*, 2005). این شاخص در بوم‌نظام زراعی به ندرت از ۳ تجاوز می‌کند (Meng *et al.*, 1999). Koocheki *et al*, (2005) و Nassiri Mahallati *et al*, (2003) در یک بررسی جامع، تنوع زیستی کشاورزی سیستم‌های زراعی ایران را در سطح گونه، واریته و سیستم زراعی بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که تنوع، به علت استفاده از تکنولوژی‌های جدید کشاورزی، در همهٔ سطوح کاهش یافته است. آنها نشان دادند که از بین ۳۴واریته گندم که در کشور کشت و کار می‌شوند، تنها ۱۰واریته، ۳درصد از اراضی را به خود اختصاص داده و برای گندم و برنج که غلات عمده محسوب می‌شوند و غنای واریته‌ای بالایی دارند، شاخص شانون از ۱/۵ تا ۱/۷ تجاوز نمی‌کند. هدف از این مطالعه، ارزیابی تنوع زیستی حبوبات در ایران و بررسی روند تغییرات عملکرد، سطح زیرکشت و تولید این محصولات در آینده بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، وضعیت حبوبات در استان‌های مختلف کشور در طول سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ بررسی شدند. این گیاهان شامل لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)، نخود (*Cicer arietinum*) و عدس (*Lense culinaris*) و سایر حبوبات بودند. سایر گونه‌های این خانواده، با عنوان «سایر حبوبات» مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور استخراج اطلاعات آماری مربوطه، از بانک اطلاعاتی وزارت جهاد کشاورزی کشور استفاده شد. شاخص شانون براساس سطح زیرکشت محاسبه شد (Murgan, 1988; Smale, *et al.*, 2003):

$$H= -\sum((n_i/N)*\ln(n_i/N)) \quad (۱)$$

مقدار n_i/N عبارت از نسبت سطح زیرکشت هر یک از حبوبات به سطح زیرکشت کل حبوبات در هر سال است. بررسی روند تغییرات تنوع زیستی، سطح زیرکشت، تولید و عملکرد حبوبات، با وسیله سری‌های زمانی[1] با استفاده از نرم‌افزار MINITAB VER 13.1 انجام شد.

$$Y_t= f(t)+et \quad (۲)$$

در این معادله، Y_t مقدار متغیر در زمان t است، f(t) تابعی است که Y را براساس زمان توصیف می‌کند و et خطای پیش‌بینی در زمان t می‌باشد. برای محاسبه روند تغییرات از روش مستقیم[2] (Patchet, 1982) استفاده شد و اولین سال آماری به‌عنوان نقطه مبدأ درنظرگرفته شد. در این مطالعه، اثرات آب‌وهوا از روند، تفکیک نشده است و این اثرات بسته به شرایط ممکن است مثبت یا منفی باشند. اگر معیارهای آماری سری زمانی شامل میانگین، واریانس و خودهمبستگی[3] نسبت به زمان (سال) مستقل باشند، سری زمانی ثابت است و در غیراین‌صورت، متغیر محسوب خواهد شد.

پیش‌بینی روند آیندهٔ سری زمانی با روش‌های آماری مختلف شامل میانگین متحرک، هموارسازی نمایی، میانگین متحرک دوگانه، هموارسازی نمایی دوگانه، روش‌های بوکس-جنکینز[4]، آریما-آرما[5] و نیز روش وینترز[6] انجام می‌شود (Hanke & Reitsch, 1995). انتخاب هر یک از این روش‌ها به ماهیت سری زمانی از نظر ثابت یا متغیربودن بستگی دارد. در این مطالعه بسته به نوع سری زمانی، از روش میانگین متحرک دوگانه و وینترز جهت پیش‌بینی آینده استفاده شد. در روش میانگین متحرک دوگانه، که برای داده‌های دارای روند خطی به‌کار می‌رود، ابتدا یک سری از میانگین‌های متحرک محاسبه شده و سپس میانگین‌های متحرک دوم از روی سری اول ساخته می‌شوند. در روش وینترز، پیش‌بینی براساس نوع میانگین هم‌وزن‌شده از داده‌های سری زمانی صورت می‌گیرد، به‌نحوی‌که نزدیک‌ترین داده‌ها دارای بالاترین وزن بوده و با دورشدن از زمان حال، وزن داده‌ها کمتر خواهد شد.

[1] Time series
[2] Direct method
[3] Auto correlation
[4] Box-Jankins
[5] Arima-Arma
[6] Winters

جدول ۱- میانگین تنوع حبوبات از لحاظ سطح زیرکشت در ایران از سال۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲

Table 1. Mean of Pulses diversity based on land area under cultivation in Iran during 1983-2003

Year سال		شاخص تنوع شانون (Shannon diversity index)		
		دیم Rainfed	آبی Irrigated	مجموع Total
۱۳۶۲	1983	0.52	1.27	0.96
۱۳۶۳	1984	0.50	1.26	0.95
۱۳۶۴	1985	0.59	1.21	0.97
۱۳۶۵	1986	0.54	1.26	0.98
۱۳۶۶	1987	0.63	1.22	1.13
۱۳۶۷	1988	0.80	1.31	1.18
۱۳۶۸	1989	0.70	1.30	1.10
۱۳۶۹	1990	0.58	1.29	1.03
۱۳۷۰	1991	0.72	1.17	1.02
۱۳۷۱	1992	0.66	1.11	1.03
۱۳۷۲	1993	0.63	1.16	0.97
۱۳۷۳	1994	0.68	1.24	1.02
۱۳۷۴	1995	0.65	1.25	0.96
۱۳۷۵	1996	0.58	1.18	0.83
۱۳۷۶	1997	0.72	1.11	0.99
۱۳۷۷	1998	0.70	1.08	1.03
۱۳۷۸	1999	0.69	1.07	1.00
۱۳۷۹	2000	0.65	1.17	0.96
۱۳۸۰	2001	0.64	1.17	0.92
۱۳۸۱	2002	0.64	1.09	0.95
۱۳۸۲	2003	0.62	1.04	0.99

به‌علاوه، برآورد سه پارامتر الگوهای فصلی، روند و سطح نیز جهت پیش‌بینی، لازم است. انتخاب مدل نهایی پیش‌بینی که به کیفیت برازش آن به داده‌ها بستگی دارد (Bell & Fischer, 1994; Blackmore & Godvin, 2003; Walker, 1989)، ممکن است به‌صورت حاصل‌جمع یا حاصل‌ضرب بیان شود. محاسبات مربوط به پیش‌بینی‌های آینده تا سال۱۴۰۰ با استفاده از نرم‌افزار MINITAB VER 13.1 انجام شد. درجه تشابه تنوع زیستی برای استان‌های مختلف نیز با استفاده از تجزیه خوشه‌ای[1] در همین نرم‌افزار انجام شد.

نتایج و بحث

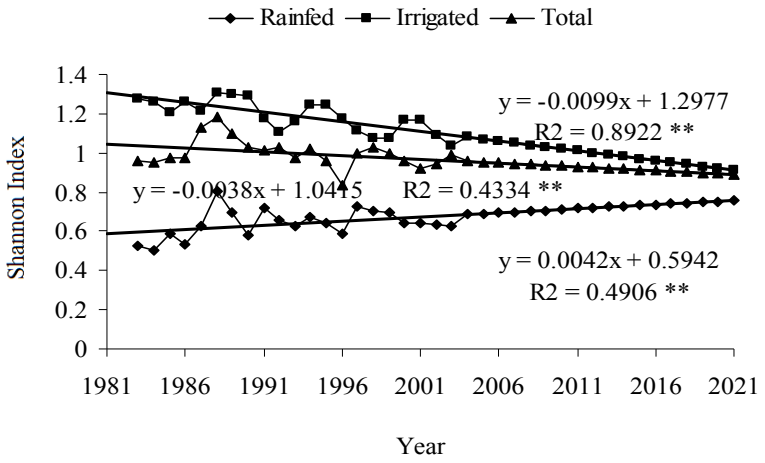
در جدول ۱، شاخص تنوع شانون از سال۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ نشان داده شده است. این جدول نشان می‌دهد که تنوع حبوبات در ایران در شرایط کشت دیم روند افزایشی داشته است، در حالی‌که این روند در وضعیت کشت آبی از کاهش نسبی برخوردار بوده است. تنوع کل حبوبات (مجموع دیم و آبی) ثابت نبوده، اما یک روند افزایشی از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ مشاهده شد و بعد از آن روند کاهشی مشاهده گردید. این روند برای پیش‌بینی انجام شده تا سال ۱۴۰۰ وجود داشت.

در شکل ۱، روند تغییر شاخص تنوع حبوبات از سال۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ و پیش‌بینی روند آینده تا سال۱۴۰۰ نشان داده شده است. از این شکل مشخص می‌شود که روندی مشابه با آنچه از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ وجود دارد، تا سال ۱۴۰۰ قابل انتظار است.

در شکل ۲، تجزیه خوشه‌ای مکانی تنوع حبوبات برای استان‌های مختلف نشان داده شده است. تنوع حبوبات در استان‌های مختلف نیز با استفاده از اطلاعات آماری وزارت جهاد کشاورزی و به‌وسیله شاخص شانون محاسبه شد. در این آنالیز

[1] Cluster analysis

کلاستر، چهار گروه مشخص شده است. گروه اول شامل استان‌های آذربایجان‌غربی، کرمانشاه، سیستان‌وبلوچستان و کردستان است که از کمترین تنوع حبوبات و کمترین درصد تشابه (۶۷/۶۸) برخوردار بودند (جدول ۲).



شکل ۱- روند تغییر تنوع حبوبات در ایران از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ و روند آن تا سال ۱۴۰۰

Fig. 1. Pulses diversity change trend in Iran from 1983 to 2003, and its trend up to the 2021

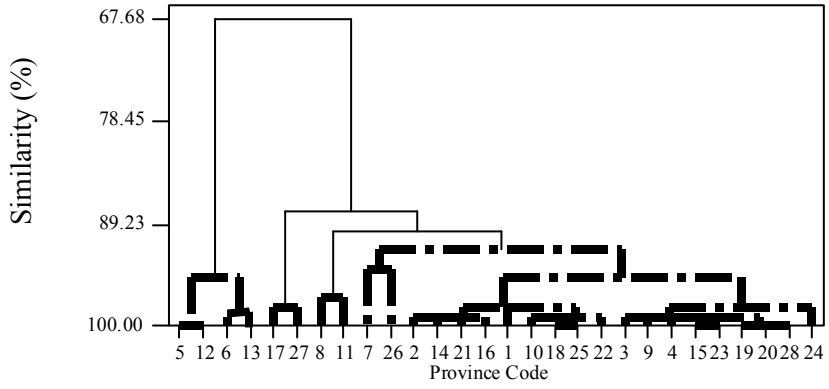
جدول ۲- میانگین تنوع حبوبات در استان‌های مختلف ایران در سال۱۳۸۲

Table 2. Pulses diversity means in different provinces of Iran in 2003

کُد Code	استان Province		شاخص شانون Shannon index	کُد Code	استان Province		شاخص شانون Shannon index
1	مرکزی	Markazi	0.90	15	چهارمحال و بختیاری	Chaharmahal & Bakhtiari	1.01
2	گیلان	Gillan	0.94	16	لرستان	Lorestan	0.95
3	مازندران	Mazandaran	1.03	17	ایلام	Ilam	0.58
4	آذربایجان شرقی	East Azerbaijan	1.00	18	کهکیلویه و بویراحمد	Kohkeloieh & Boyerahmad	0.86
5	آذربایجان غربی	West Azerbaijan	0.26	19	بوشهر	Bushehr	1.02
6	کرمانشاه	Kermanshah	0.21	20	زنجان	Zanjan	1.02
7	خوزستان	Khuzestan	0.72	21	سمنان	Semnan	0.92
8	فارس	Fars	1.16	22	یزد	Yazd	0.88
9	کرمان	Kerman	1.04	23	هرمزگان	Hormozgan	1.01
10	خراسان	Khorassan	0.87	24	تهران	Tehran	1.06
11	اصفهان	Esfahan	1.19	25	گلستان	Golestan	0.86
12	سیستان و بلوچستان	Systan & Baluchistan	0.26	26	قزوین	Ghazvin	0.78
13	کردستان	Kurdistan	0.20	27	اردبیل	Ardabil	0.60
14	همدان	Hamadan	0.93	28	قم	Qom	1.02

بر این اساس، ایلام و اردبیل در گروه دوم با ۸۹/۹۰درصد تشابه قرار داشتند. بیشترین تشابه (۹۵ درصد) در مورد استان‌های فارس و اصفهان (گروه سوم) مشاهده شد. گروه چهارم که تمام استان‌های دیگر را شامل می‌شود، تشابه ۹۴/۵درصد را نشان دادند.

Nassiri Mahallati *et al*, (2003) نشان دادند که تنوع گونه‌ای با شرایط اقلیمی و به‌ویژه بارندگی ارتباط دارد. آنها نشان دادند که تنوع آلفا و بتا در بین استان‌ها متفاوت بود، اما استان‌هایی که از یکنواختی اقلیمی بیشتری برخوردار بودند، تنوع آلفا در آنها زیاد و تنوع بتا، کم بود و با افزایش غیریکنواختی اقلیمی، تنوع آلفا کاسته شده و تنوع بتا اضافه شد. Stocking (2001) نشان داد که تغییرات اقلیمی از عوامل اصلی تعیین‌کنندهٔ تنوع گونه‌ای و ژنتیکی در اکوسیستم‌های زراعی هستند. او بیان کرد که تأثیر تنوع اقلیمی بر تنوع گونه‌ای، معمولاً مهم‌تر از سایر عوامل محیطی است.



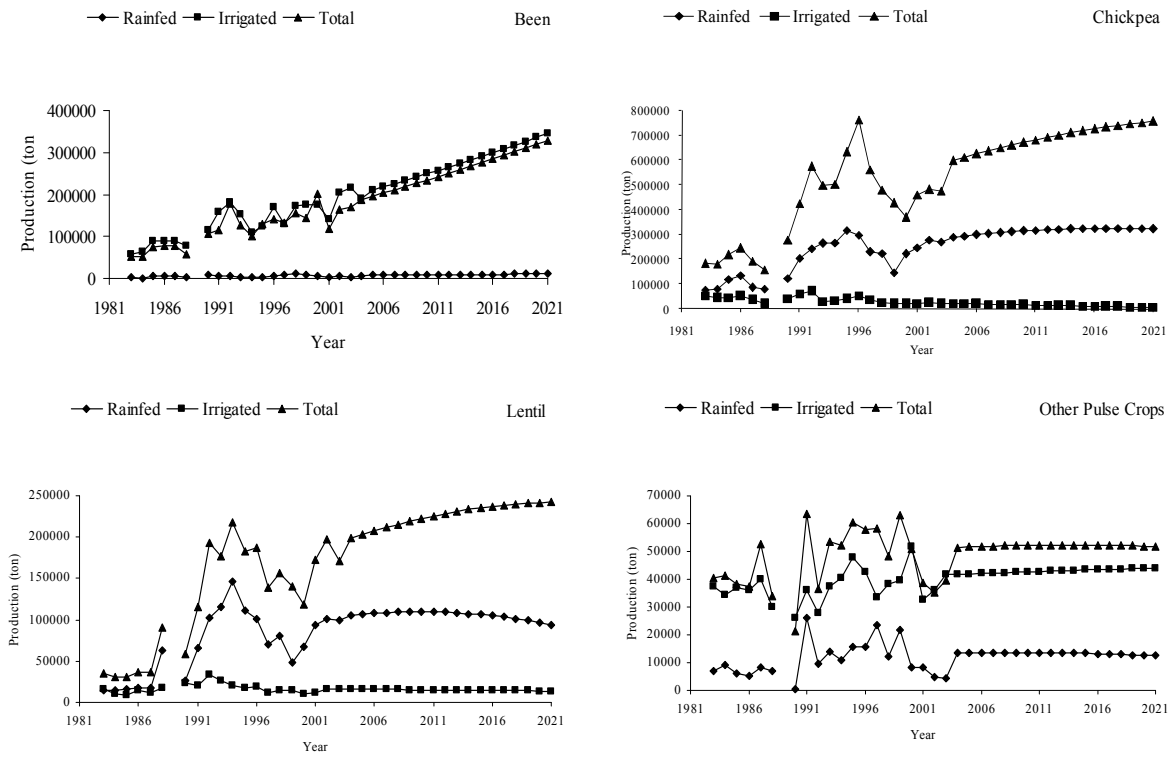
شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای مکانی برای تنوع حبوبات در ایران در سال ۱۳۸۲
Fig. 2. Spacial cluster analysis for pulses diversity in Iran in 2003

برخی گزارش‌های موجود نشان داده است که در استان پهناوری نظیر خراسان با شرایط اقلیمی متنوع، دامنه وسیعی از گیاهان کشت و کار می‌شوند؛ درحالی‌که در استان‌هایی که از تنوع اقلیمی کمتری برخوردارند (آذربایجان)، شاخص تنوع گونه‌ای کم است (Nassiri Mahallati *et al.*, 2003). ایران، به‌عنوان کشوری با گونه‌های زراعی کم و متکی به غلات ذکر شده است (FAO, 1994; FAO, 2005). البته در برخی استان‌ها، به‌دلیل ویژگی‌های اقلیمی که امکان کشت سایر گیاهان مانند گونه‌های روغنی و الیافی را فراهم می‌کند، تنوع گونه‌ای زیاد است (Nassiri Mahallati *et al.*, 2003). Swift & Anderson (1993) با تأکید بر فقیربودن تنوع گونه‌های زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، دشواری شرایط محیطی، به‌ویژه کمبود بارندگی و محدودیت روش‌های کاربری اراضی را دلیل اصلی این امر ذکر کرده‌اند. Tilman (1987) نشان داد که در اکوسیستم‌های طبیعی، تنوع با حاصلخیزی خاک رابطه معکوس دارد.

در شکل ۳، روند تولید حبوبات اصلی شامل لوبیا، نخود، عدس و نیز سایر حبوبات نشان داده شده است. با وجود افزایش تولید لوبیا، به‌نظر می‌رسد این افزایش تولید، به‌طور عمده ناشی از افزایش تولید کشت آبی بوده است؛ درحالی‌که افزایش تولید در نخود و عدس، بیش از همه به‌دلیل افزایش تولید در نتیجهٔ کشت دیم این حبوبات بوده است. روند مشابهی برای این گیاهان تا سال ۱۴۰۰ انتظار می‌رود.

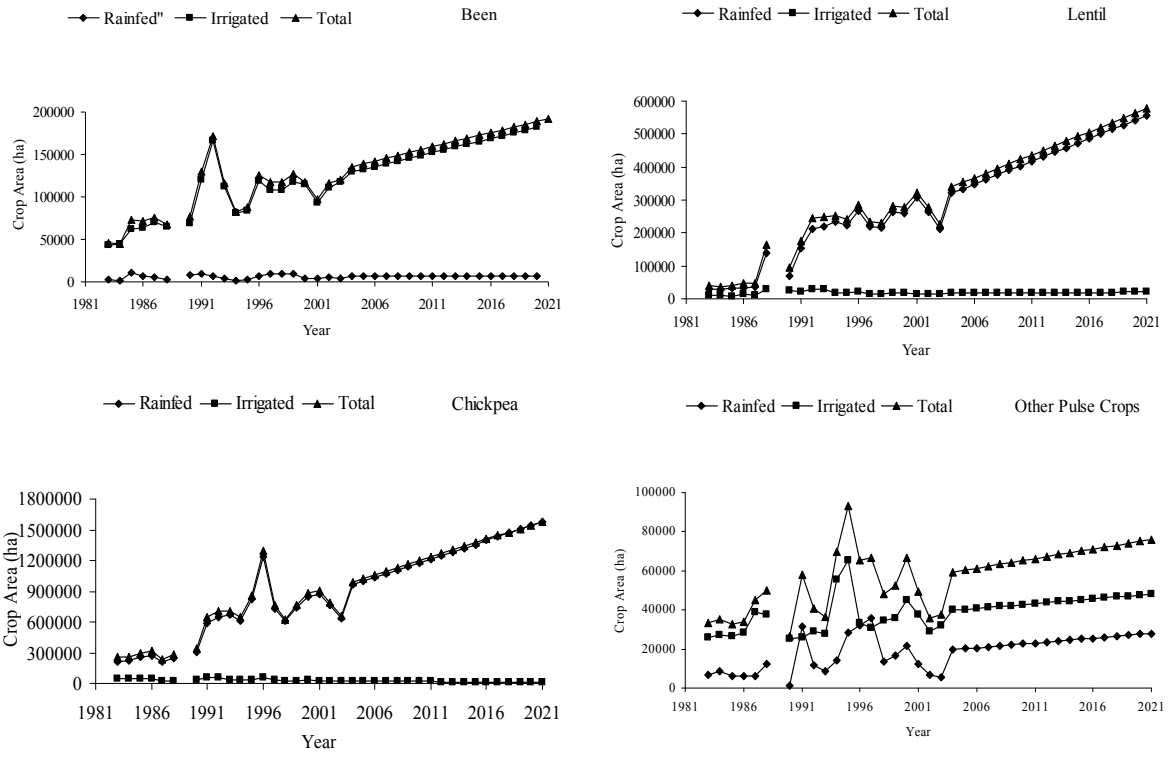
روند مشابهی در مورد سطح زیرکشت مشاهده می‌شود (شکل۴). سطح زیرکشت آبی در مورد لوبیا افزایش یافته است؛ درحالی‌که برای عدس و نخود، سطح زیرکشت دیم افزایش یافته است.

در شکل ۵، روند عملکرد نشان داده شده است. همچنان‌که مشاهده می‌شود، تنها عملکرد لوبیا روند افزایشی داشته است و این امر به‌دلیل کشت لوبیا در شرایط آبی بوده است. در مورد سایر حبوبات که تحت شرایط دیم کشت می‌شوند، افزایشی مشاهده نشد.



شکل۳- روند تولید لوبیا، نخود، عدس و سایر حبوبات از سال۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ و روند آن تا سال۱۴۰۰

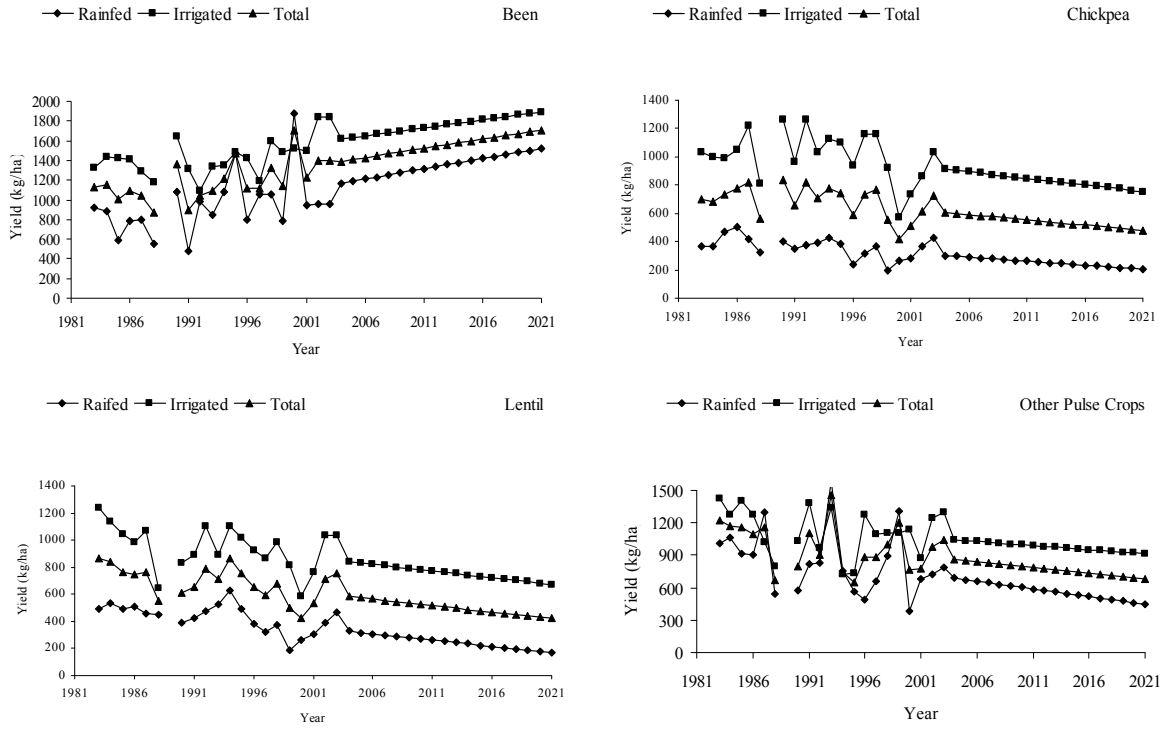
Fig. 3. Production trends of Bean, Chickpea, Lentil and other pulses from 1983 to 2003, and its upward trend to 2021



شکل ۴- روند تغییر سطح زیرکشت لوبیا، نخود، عدس و سایر حبوبات از سال۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ و روند آن تا سال۱۴۰۰

Fig. 4. Trends in area under cultivation of Bean, Chickpea, Lentil and other pulses from 1983 to 2003, and its upward trend to 2021

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در مورد لوبیا، افزایش تولید عمدتاً در نتیجه افزایش عملکرد و سطح زیرکشت است؛ درحالی‌که برای سایر حبوبات، افزایش تولید به‌دلیل افزایش سطح زیرکشت روی داده است؛ زیرا عملکرد در طی این سال‌ها تا حدی، از روند کاهشی برخوردار بوده است.



شکل ۵- روند تغییر عملکرد لوبیا، نخود، عدس و سایر حبوبات از سال۱۳۶۲ تا ۱۳۸۲ و روند آن تا سال ۱۴۰۰

Fig. 5. Yield change trend of Bean, Chickpea, Lentil and other pulses from 1983 to 2003, and its trend up to the 2021

در جدول ۳، پیش‌بینی تنوع حبوبات دیم تا سال۱۴۰۰، افزایش ۱/۲۲برابر در مقایسه با سال۱۳۸۲ را نشان داد. با وجود این، تنوع برای شرایط آبی و مجموع دیم و آبی، به‌ترتیب، کاهشی معادل ۰/۸۸ و ۰/۹برابر را نشان داد.

در جدول ۴، میزان تغییر تولید، عملکرد و سطح زیرکشت برای حبوبات مختلف نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، پیش‌بینی تولید لوبیا تا سال۱۴۰۰ تحت شرایط دیم، آبی و مجموع دیم و آبی، به‌ترتیب ۲/۹۶، ۱/۶۰ و ۱/۹۵برابر نسبت به سال۱۳۸۲ افزایش خواهد یافت. این مقادیر در مورد عملکرد لوبیا، تحت شرایط مشابه، به‌ترتیب ۱/۵۹، ۱/۰۳ و ۱/۲۲بوده و در مورد سطح زیرکشت هم به‌ترتیب، ۱/۸۸، ۱/۵۸ و ۱/۵۹ برابر خواهد بود.

سطح زیرکشت نخود در شرایط دیم، آبی و مجموع دیم و آبی تا سال ۱۴۰۰ به‌ترتیب ۲/۴۷، ۰/۳۷، ۲/۴۱ و سطح زیرکشت عدس در این شرایط به‌ترتیب ۲/۶۳، ۱/۳۱ و ۲/۵۴ برابر سال ۱۳۸۲خواهد بود. این مقادیر برای سایر حبوبات، به‌ترتیب ۴/۹۶، ۱/۴۹ و ۲/۰۱ خواهد بود.

جدول۳- روند تنوع حبوبات در دوره‌های مختلف

Table 3. Trend of diversity of pulse crops at different periods

نوع کشت Farming type	۱۳۶۲-۱۳۸۲ 1983-2003	۱۳۸۲-۱۴۰۰ 2003-2021
دیم Rainfed	1.19	1.22
آبی Irrigated	0.81	0.88
مجموع Total	1.03	0.90

روند افزایش عملکرد در آینده برای گیاهان زراعی مختلف، گزارش شده است (Khush, 1999; Rosegrant *et al.*, 2001). Borlaug (2000) بیان کرده است که رشد عملکرد ناشی از اصلاح ژنتیکی و مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و سیستم‌های آبیاری، در آینده نیز با موفقیت ادامه خواهد یافت.

جدول۴- بزرگ‌نمایی تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید حبوبات در دوره‌های مختلف

Table 4. Magnitude of changes for acreage, yield and production of pulse crops for different periods

نوع گیاه زراعی Crop type	نوع کشت Farming type	۱۳۶۲-۱۳۸۲ 1983-2003			۱۳۸۲-۱۴۰۰ 2003-2021		
		سطح زیر کشت Crop area	عملکرد Yield	تولید Production	سطح زیر کشت Crop area	عملکرد Yield	تولید Production
لوبیا Bean	دیم Rainfed	1.84	1.04	1.91	1.88	1.59	2.96
	آبی Irrigated	2.68	1.39	3.72	1.58	1.03	1.60
	مجموع Total	2.64	1.24	3.29	1.59	1.22	1.95
نخود Chickpea	دیم Rainfed	3.03	1.16	3.52	2.47	0.48	1.19
	آبی Irrigated	0.37	1.00	0.37	0.37	0.73	0.27
	مجموع Total	2.50	1.04	2.61	2.41	0.66	1.59
عدس Lentil	دیم Rainfed	7.52	0.95	7.14	2.63	0.36	0.94
	آبی Irrigated	1.22	0.84	1.03	1.31	0.65	0.85
	مجموع Total	5.55	0.87	4.83	2.54	0.56	1.42
سایر حبوبات Other pulse crops	دیم Rainfed	0.82	0.78	0.64	4.96	0.57	2.81
	آبی Irrigated	1.23	0.91	1.12	1.49	0.70	1.05
	مجموع Total	1.15	0.85	0.98	2.01	0.65	1.31

بنابراین در مجموع به نظر می‌رسد در حالی‌که تنوع کلّ حبوبات طی سال‌های آینده رو به کاهش قرار دارد، اما تنوع حبوبات دیم افزایش یابد. از طرف دیگر، تولید کلّ حبوبات با روند ملایمی افزایش یابد. البته این افزایش بیشتر متأثر از افزایش سطح زیرکشت کلّ حبوبات خواهد بود و عملکردها تقریباً ثابت خواهند بود.

منابع

1. Bagheri, A., Nezami, A., and Porsa, H. 2005. Analysis on approaches of pulse crop research in Iran. Approaches of the First National Symposium of Pulses Crop. Agricultural Researches Magazine of Iran 4(1): 1-13. (In Persian).
2. Bagheri, A., Nezami, A., and Soltani, M. 2000. Improvement of cool season pulse crops for tolerance against stresses. Agriculture Education and General Researches Organization Press, 445 p. (In Persian).
3. Bell, M.A., and Fischer, R.A. 1994. Using yield prediction models to assess yield gains- a study for wheat. Field Crops Research 36: 161-166.
4. Blackmore, B.S., and Godwin, R. 2003. The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. Biosystems Engineering 84: 455-466.
5. Borlaug, N.E. 2000. Ending world hunger; the promise of biotechnology and the threat of antiscience zealotry. Plant Physiology 124: 487-490.
6. Carmine, C., Curci, M., Pellegrino, A., Ricciuti, P., Tursi, N., and Ruggiero, P. 2007. Soil microbial dynamics and genetic diversity in soil under monoculture wheat grown in different long-term management systems. Soil Biology and Biochemistry 39(6): 1391-1400.
7. Draper, P. 2006. Cool Season Pulse Crops Suitable for Rotation with Rice. Australian Nuffield Farming Scholars Association, Sponsored by RIRDC.
8. ESA, 1997. Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Causes and Consequences. Issues in Ecology, No 1.
9. FAO, 1994. Production Yearbooks on Agriculture. Statistical Series 125. (48) Rome, Italy.
10. FAO, 2013. FAO Production Year Book (58). Rome, Italy.
11. FAO, 2013. Pulse: past trends and future prospects. In: Food Legumes for Nutritional Security and Sustainable Agriculture. 4th International Food Legumes Research Conference (IFLRC-IV). 18-22 October. New Delhi, India.
12. Hanke, J.E., and Reitsch, A.G. 1995. Business Forecasting. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
13. Khush, G.S. 1999. Green revolution: preparing for the 21st century. Genome 42: 646-655.
14. Koocheki, A. 2006. Agrobiodiversity of field crops in Iran. Collection of Articles on Science, Agriculture, Veterinary, Engineering, Name-Ye Farhangestan-e Olom, Iran. (In Persian).
15. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Jahanbin, M., and Zarea, A. 2005. Crop varieties diversity of Iran. Biaban 9(1): 49-66.
16. Meng, E.C., Smal, M., Rozelle, S., Ruifa, H., and Huang, J. 1999. The cost of wheat diversity in China. American Agricultural Economics Association Annual Meeting, August 8-11, Nashvilsle, Tennessee.
17. Monti, A., and Venturi, G. 2003. Comparison of the energy performance of fiber sorghum, sweet sorghum and wheat monocultures in northern Italy. European Journal of Agronomy 19(1): 35-43.
18. Murgan, A.E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. London: Co room Helm.
19. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Mazaheri, D. 2003. Crop species diversity of Iran. Biaban 10(1): 32-50.
20. Nezami, A., Bagheri, A., Kafi, M., Mahmoodi, A., and Khodadadi, A. 2005. Evaluation of legumes cultivation as fallow substitution crop in area of rainfed wheat in north Khorasan. Agricultural Science and Industries 19(1): 191-204.
21. Patchet, S.I. 1982. Statistical Methods for Managers and Administrators. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

22. Rosegrant, M., Paisner, M., Meijer, S., and Witcover, J. 2001. Global food projections to 2020: emerging trends and alternative future. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
23. 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 Legumes. John Wiley & Sons, New York, p. 3-14.
24. Smale, E.M., Brennan, J.P., and Hu, R. 2003. Determinants of spatial diversity in modern wheat: examples from Australia and China. Agricultural Economics 28: 13-26.
25. Stocking, M. 2001. Agrodiversity: A positive means of addressing land degradation and sustainable rural livelihoods. In: A.J. Conacher and D. Kluwer (Eds.). Land Degradation. Academic Publishers, p: 1-16.
26. Swift, M.J., and Anderson, J.M. 1993. Biodiversity and ecosystem function in agroecosystems. In: E. Schultze and H.A. Mooney (Eds.). Biodiversity and Ecosystem Function. Springer, New York, p. 57-83.
27. Tilman, D. 1987. Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. Ecological Monographs 57: 189-214.
28. Walker, G.K. 1989. Model for operational forecasting of western Canada wheat yield. Agricultural & Forest Meteorology 44: 339-351.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 19-30

Study of pulse crops biodiversity in agroecosystems of Iran

Koocheki[1], A., Nassiri Mahallati[1], M., Najibnia[2*], S., Lalehgani[3], B. & Porsa[4], H.

1- Professor, Contributions from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2- Ph.D. of Agronomy, Contribution from Ministry of Education, Mashhad, Iran
3- Assistant Professor, Department of Agriculture and Environment Science Engineering, University of Payame Noor, Tehran, Iran
4- MSc. in Agronomy, Researcher, Contribution from Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Received: 14 February 2015
Accepted: 7 June 2015

Introduction

In recent years due to problems associated with intensive agricultural systems, the role of legumes in the sustainability of cropping systems has been accelerated (Draper, 2006). Currently, one of the challenges of energy intensive agricultural systems is monoculture, which is associated with low biological diversity (Carmine, 2007). Iran has been considered as the area with low agricultural diversity and dominance of few crops particularly cereals in the main cropping systems (Nassiri Mahallati *et al.,* 2003). The most common index of plant diversity is the SHANNON index. In agroecosystems, a Shannon index of 3 is rare (Meng *et al.,* 1999). Researchers evaluated agrobiodiversity of agricultural systems at species, variety and cropping systems in a comprehensive survey for Iran and they found that the diversity at all levels have been declining due to introduction of new agricultural technology (Koocheki *et al.,* 2005). They found that for wheat and rice which are the main cereal crops with high variety richness the SHANNON index ranges from 1.5 to 1.7. The aim of present study was to evaluate biodiversity of pulse crops in Iran and the future trends of yield, acreage and production.

Materials and Methods

In this survey, the status of pulse crops in different provinces of the country from 1983 to 2003 was evaluated. These crops were bean (*Phaseolus vulgaris*), chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lense culinaris*). Other species of this category were classified as other pulse crops. The SHANNON index (H) was calculated based on the cultivated area (Smale *et al.,* 2003):

For evaluating of the trends in biodiversity, cultivated area, production and yield, time series were used by the following formula:

$$Yt = f(t) + et \qquad (1)$$

Where, Yt is the variable at the time of t, f(t) is a function which describes Y on the bases of time and et is the prediction error of the time of t. Prediction of trend was calculated by direct method (Patchet, 1982) and the first year of data was considered as starting point. In this study, based on the type of time series, double dynamic mean and WINTERS method were used for the future prediction. In the WINTERS method, prediction is made on the bases of harmonized mean from time series data, in such a way that the highest weight is given to the nearest data and the weight of data is decreased with aversions from the present time.

Results and Discussion

The diversity index under rainfed condition showed an increasing trend whereas the reverse is true for the diversity index under irrigated condition. The diversity index for the whole pulse crops (rainfed plus irrigated) was inconsistent, but an increasing trend was observed from 1983 to 2003 and a decreasing trend was observed afterwards. The decreasing trend was also true for the prediction towards the year 2021. Similar trend as for the period 1983 to 2003 is expected up to the year 2021.

The acreage and yield for irrigated has been increased for bean, whereas for chickpea, the rainfed acreage has been increased. The lentil was similar to chickpea. The acreage of the other pulse crops showed a slightly increasing trend from 1983 to 2003. This rise is due, in part, to an increase in the irrigated acreage. This trend is likely to increase slightly over the coming years and is likely it will show a consistent trend afterwards. The yield of other pulse crops decreased from 1983 to 2003. This reduction is due to a reduction under rainfed conditions. The yield of other pulse will decreased until 2021.

The same trend is shown for production. Although production of bean has shown an increase, this increase is mainly due to an increase under irrigated condition, whereas the rise in lentil and chickpea is due to rainfed production. The same trend is expected up to the year 2021 for these crops. The production of the

* **Corresponding Author:** samanehnajibnia@yahoo.com

other pulse crops showed a slight decreasing trend from 1983 to 2003. This decreasing is due to a decreasing under irrigated and rainfed conditions. The trend will show increase for a few time and it will show a consistent trend afterwards.

Only the yield for bean has an increasing trend and this is associated with this fact that bean has been under irrigated conditions. No increase is shown for other crops which are produced under rainfed condition. Therefore, it may be concluded that the production increase for bean is mainly due to yield and acreage increase, whereas for other pulse crops, the production increase is due to increasing in the acreage, because the yield showed somewhat the decreasing trend during these years. Prediction of diversity index of rainfed pulse crops up to the year 2021 indicates an increase of 1.22 folds compared to the year 2003. However diversity index for irrigated and irrigated plus rainfed showed a reduction of 0.88 and 0.9 folds, respectively. The magnitude of the change of production, yield and acreage for different pulse crops is shown. It is apparent that the prediction of production for the bean up to the year 2021, under rainfed, irrigated and rainfed plus irrigated will be increased by 2.96, 1.60 and 1.95 folds compared with the year 2003. These values for the yield of bean under similar conditions are 1.59, 1.03 and 1.22 folds, respectively and also for the acreage will be 1.88, 1.58 and 1.59 folds, respectively.

Acreage for the chickpea and lentil for rainfed, irrigated and irrigated plus rainfed will be 2.47, 0.37, 2.41 and 2.63, 1.31, 2.54 folds, respectively. These values for other pulse crops will be 4.96, 1.49 and 2.01 folds, respectively. An increasing trend of the yield has been reported for the future for different crops (Khush, 1999; Rosegrant *et al.,* 2001). Borlog (2000) has stated that yield growth which is associated with genetic improvement and the use of chemical fertilizers, pesticides and irrigation systems, will be continued, in the future.

We can predict that the rate of acreage and production of pulse crops in Iran, specially three important crops, bean, chickpea and lentil will increase until 2021. However, under rainfed conditions, it is likely that the yields, particularly of chickpea and lentil will stabilize.

Conclusions

This study was conducted to evaluate the trends in biodiversity, cultivated area, production and yield of pulse crops in different provinces of Iran from 1983 to 2003. Time series formula was used for such evaluation. The diversity indices studied under irrigated and rainfed conditions. It seems the results can be useful for policy makers, scientists and food industry to improve food security in country.

Key words: Biodiversity, Production, Pulse crops, Time series

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۴۶-۳۱، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 31-46

مطالعه اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر سبزشدن و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر و گیاهچه عدس

عباس بیابانی[1*]، محسن آذرنیا[2]، حسین صبوری[1] و ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[3]

۱- دانشیار و عضو هیئت علمی گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس
۲- دانشجوی دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
۳- استادیار و عضو هیئت علمی گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۵

چکیده

آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف پیش‌تیمار بذر عدس با اسید سالیسیلیک در عمق‌های مختلف کاشت بر سبزشدن و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس اجرا شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس در سال۱۳۹۲ به‌اجرا درآمد. عامل اول شامل پیش‌تیمار بذور عدس با اسید سالسیلیک در غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم و عامل دوم عمق‌های مختلف کاشت ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۲/۵ سانتی‌متری بود. صفاتی همچون درصد و سرعت سبزشدن، قدرت بذر، وزن خشک گیاهچه، طول ساقه‌چه، تعداد شاخه فرعی اولیه، سطح برگ، نسبت سطح برگ، سطح ویژه برگ، نسبت وزن برگ، شاخص سبزینگی و پرولین مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی به‌جز نسبت وزن برگ، تحت تأثیر پرایمینگ و عمق‌های مختلف کاشت قرار گرفتند. تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید سالسیلیک در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متر، صفاتی نظیر درصد سبزشدن (۹۸/۸۹)، سرعت سبزشدن (۱/۸۰ گیاهچه در روز)، وزن خشک گیاهچه (۱/۱۳ گرم)، سطح برگ (۷۰/۶۴ سانتی‌متر مربع)، تعداد شاخه فرعی اولیه (۴/۷)، وزن خشک برگ (۰/۶۹ گرم) و شاخص سبزینگی (۲/۱۳) را افزایش داد درحالی‌که پرولین، نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ را کاهش داد. همچنین تیمار پرایمینگ با اسید سالسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم میزان پرولین و طول ساقه را افزایش داد و درمقابل، سطح برگ و وزن خشک گیاهچه را کاهش داد. بهترین تیمار، تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید سالیسیلیک + عمق کاشت ۲/۵ سانتی‌متری بود زیرا در اکثر صفات مورد بررسی نقش افزایشی داشت.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، پرولین، شاخص سبزینگی، صفات مورفوفیزیولوژیک

مقدمه

حبوبات از عمده‌ترین منابع پروتئینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب شده و نقش عمده‌ای در اقتصاد این مناطق دارند (Thomas *et al*., 2003) که در این میان عدس (*Lens culinaris* L.) با میزان پروتئین حدود ۴۰- ۳۵ درصد و مواد معدنی۴۰- ۳۰ درصد، حدود ۲۲ درصد ویتامین و بنا به گزارش فائو (FAO, 2013) با متوسط عملکرد ۶۰۹ کیلوگرم در هکتار در ایران و ۱۱۴۰ کیلوگرم در هکتار جهان، از حبوبات عمده در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Parsa & Bagheri, 2008). بنابراین متوسط عملکرد عدس در ایران از متوسط عملکرد آن در جهان خیلی کم‌تر است که این امر ناشی از کیفیت پایین گیاهچه‌های تولیدی، ظرفیت پایین جوانه‌زنی و سبزشدن، تنش‌های زنده و غیرزنده و استقرار نامطلوب گیاهچه (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 a, b) می‌باشد و باید به‌دنبال راهی برای ارتقاء این مؤلفه‌ها بود. ازجمله روش‌های افزایش کیفیت بذر، پرایمینگ آن می‌باشد. پرایمینگ می‌تواند باعث رشد سریع‌تر گیاهچه (Harris *et al*., 2001)، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی (Eisvand *et al*., 2011b)، تحمل گیاه به خشکی از طریق توسعه ریشه‌ها تحت شرایط متغیر محیطی (Eisvand *et al*., 2011a)، گلدهی زودتر و افزایش کمّی و کیفی عملکرد (Azarnia & Eisvand, 2013a and b) و افزایش جذب مواد غذایی (Ashraf & Rasul, 2002) شود.

در روش پرایمینگ می‌توان از هورمون‌های گیاهی همچون اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک استفاده کرد که در

*نویسنده مسئول: ایران، استان گلستان، شهرستان گنبد کاووس، خیابان شهید فلاحی، دانشگاه گنبدکاووس، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه تولیدات گیاهی؛ همراه: ۰۹۱۱۳۷۴۰۵۸۳؛ abs346@yahoo.com

این رابطه محققان گزارش کردند که اسید سالیسیلیک، قابل‌حل در آب و یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی است و از جمله هورمون‌های گیاهی به‌شمار می‌رود (Zaki & Radwan, 2011). پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک، نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از قبیل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی بسته به غلظت مورد نظر، گونه گیاه، دوره رشدی و شرایط محیطی ایفا می‌کند (Iqbal & Ashraf, 2006). این ماده همچنین به‌عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Senaratna *et al*., 2000). اثرات مفید پرایمینگ در گیاهان دارویی و زراعی زیادی همچون شنبلیله (Farahmandfar *et al*., 2013)، هویج (Eisvand *et al*., 2011b)، علف‌پشمکی (Eisvand *et al*., 2010)، لوبیاچیتی (Eisvand *et al*., 2014)، نخود زراعی (Zarei *et al*., 2011) و عدس (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 a, b) به اثبات رسیده است. عمق کاشت به‌دلیل تأثیر زیادی که بر سبزشدن و استقرار گیاهچه دارد در کشاورزی بسیار حائز اهمیت است (Siddique *et al*., 1997). لازمه تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی، انتخاب یک رقم مناسب با مقدار بذر کافی به‌همراه ترکیب زمان و عمق کاشت مناسب است (Mahdi *et al*., 1998) در زمینه اثر عمق کاشت بر سبزشدن و استقرار گیاهچه در گیاهان مختلف مطالعات متعددی صورت گرفته است. Roy *et al*, (2011) و Harbir *et al*, (1991) گزارش نمودند که عمق کاشت در جوانه‌زنی، سبزشدن، قدرت بذر و رشد گیاهان بسیار مهم می‌باشد. عمق کشت عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Schimdt & Belfred, 1994; Roy *et al*., 2011). برخی نیز گزارش نمودند که عمق کاشت مطلوب (۷-۳ سانتی‌متر) عملکرد گندم را افزایش داد (Yagmur & Kaydan, 2009).

Srivastava *et al*, (2006)، Aikins *et al*, (2006) و Asgharipour (2011) گزارش نمودند که عمق کشت بر جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار مطلوب تأثیر معنی‌داری دارد. عمق کشت ۵ سانتی‌متر طول ساقه و تعداد برگ سویا را افزایش داد (Aikins *et al*., 2011). دیگر محققان نیز گزارش کردند که سرعت و درصد سبزشدن نخود تحت تأثیر عمق کاشت قرار گرفت و با افزایش عمق کاشت حتی در دماهای بالا این دو مؤلفه نیز کاهش یافتند (Yousefi *et al*., 2007). از آن‌جایی‌که مطالعات اندکی در مورد اثرات پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و عمق کاشت بر سبزشدن و رشد عدس صورت گرفته است؛ در نتیجه این تحقیق به منظور بررسی اثرات پرایمینگ و عمق کاشت بر سبزشدن بذور و تعدادی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آبان ماه سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌ها شامل پیش‌تیمار بذور عدس با اسید سالیسیلیک در غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم و عامل دیگر عمق‌های مختلف کاشت ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۲/۵ سانتی‌متری بود. در آزمایش حاضر بذرهای عدس قبل از کشت به مدت ۶ ساعت و در دمای اتاق در محلول هورمون اسید سالیسیلیک نگه‌داری شده و سپس از محلول خارج شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق بر روی کاغذ صافی خشک شدند (Ghassemi-Golezani *et al.,* 2010; Zarei *et al*., 2011; Kaur *et al*., 2005)؛ سپس بذور پرایم شده عدس در گلدان‌هایی (۳۰ عدد بذر در هر گلدان) به قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. رقم مورد استفاده رقم کیمیا بود. خاک گلدان‌ها از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با بافت سیلتی لومی، اسیدیته کل ۷/۹، درصد کربن ۰/۶۸، فسفر قابل‌جذب ۱۳/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ازت کل ۰/۰۷ و پتاسیم قابل جذب ۳۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم انتخاب شد. سپس برخی از صفات مرتبط با سبزشدن نظیر درصد و سرعت سبزشدن، قدرت بذر و برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی مانند وزن خشک گیاهچه‌ها (وزن خشک بعد از قرار گرفتن ۴۸ ساعته نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری شد)، طول ساقه‌چه، تعداد ساقه فرعی اولیه، سطح برگ، نسبت سطح برگ، سطح ویژه برگ، نسبت وزن برگ، شاخص سبزینگی و پرولین ۶۰ روز پس از کاشت اندازه‌گیری شد.

سنجش پرولین گیاه مطابق روش Bates *et al,* (1973) صورت گرفت. در این روش ۰/۵ گرم از ماده خشک گیاهی (شامل برگ و ساقه) با ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳درصد اسید سولفوسالسیلیک ساییده گردید. از مخلوط همگن حاصل پس از صاف‌کردن، ۲میلی‌لیتر برداشته شد و پس از افزودن ۲میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین و ۲میلی‌لیتر اسید استیک خالص در حمام آب جوش به مدت یک ساعت قرار داده شد. سپس آن‌ها را در ظرف حاوی یخ گذاشته و پس از اضافه‌کردن ۴میلی‌لیتر تولوئن، مقدار جذب نوری در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و مقدار پرولین با استفاده از منحنی استاندارد آن به‌دست آمد. اندازه‌گیری شاخص سبزینگی نیز توسط دستگاه

کلروفیل‌سنج اسپد براساس رنگ برگ صورت گرفت. برای این منظور از هر گلدان ۱۰بوته (وسط شاخه دوم از رأس هر بوته) اندازه‌گیری شد و از میانگین عددی آن‌ها شاخص سبزینگی محاسبه شد.

محاسبه برخی صفات از طریق معادله‌های زیر انجام شد.

(۱) سرعت سبزشدن با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{سرعت سبز شدن} = \sum_{i}^{n} \frac{Ni}{Di}$$

Ni = تعداد گیاهچه در روز iام و Di = تعداد روز پس ازکاشت (Agrawal, 2004).

(۲) درصد سبزشدن: مقدار این صفت از تقسیم تعداد کل بذرهای سبز شده در هر گلدان بر تعداد بذرهای کاشته شده در همان گلدان به‌دست آمد.

(۳) قدرت بذر: از طریق معادله زیر محاسبه شد (Agrawal, 2004).

$$\text{قدرت بذر} = \frac{\text{میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر)} \times \text{درصد سبزشدن}}{۱۰۰}$$

(۴) شاخص‌های رشد

$LAR^{1}= LA/ TDw$
$SLA^{2}= LA/ LDw$
$LWR^{3}=LDw/ TDw$
$LWR=LAR/ SLA$

که LAR = نسبت سطح برگ (متر مربع برگرم)، SLA = سطح ویژه برگ (متر مربع برگرم)، LWR = نسبت وزن برگ (گرم بر گرم)؛ LA = سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل DELTA-T اندازه‌گیری شد) و TDw= وزن خشک گیاهچه می‌باشد (Koocheki & Sarmadnia, 1999). داده‌ها توسط نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

طول ساقه‌چه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کاشت، معنی‌دار بود، ولی اثرات متقابل عوامل بر طول ساقه‌چه عدس معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای پرایمینگ نشان داد بلندترین ساقه‌چه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین آن از تیمار شاهد بود (شکل ۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای عمق کشت نشان داد که بلندترین ساقه‌چه از تیمار عمق کشت ۲/۵سانتی‌متر بود که با عمق کشت ۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن در تیمار عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل۲). محققان گزارش نمودند که پرایمینگ هورمونی با اسید سالیسیلیک ۱۰۰پی‌پی‌ام نسبت به هیدروپرایمینگ و شاهد، طول ساقه‌چه هویج را افزایش داد (Eisvand *et al.*, 2011 b). در این رابطه نیز Ghassemi-Golezani *et al*, (2008 a, b) گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ بذر، طول ساقه و ریشه عدس را افزایش داد. برخی محققان نیز بیان کردند که پرایمینگ بذر برنج با اسید سالیسیلیک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و طول گیاهچه آن شد (Basra *et al*., 2006). برخی محققان نیز گزارش نمودند که عمق کشت ۵ سانتی‌متر طول ساقه سویا را افزایش داد (Aikins *et al*., 2011). نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر پژوهشگران (Ghassemi- Eisvand *et al.*, 2011 b; Aikins *et al*., 2011; Golezani *et al*., 2008 a, b) همخوانی داشت.

درصد سبزشدن: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر درصد سبزشدن معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین درصد سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر بود و کم‌ترین درصد سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۲). محققان گزارش نمودند که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبزشدن بذر می‌گردد (Demir Kaya *et al*., 2006; Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 b). نتایج حاضر نیز با نتایج برخی محققان (Demir Kaya *et al*., 2006; Ghassemi-Golezani *et al*., 2008 b) همخوانی داشت. همچنین Yagmur & Kaydan (2009) گزارش نمودند کاشت گندم در عمق کشت ۵ و ۷ سانتی‌متری استقرار مطلوبی داشت در حالی‌که عمق کشت ۹ سانتی‌متر و بیش‌تر، درصد استقرار گیاهچه‌ها را به‌شدت کاهش داد؛ همچنین Yagmur & Kaydan (2008) و Asgharipour (2011) گزارش نمودند که افزایش عمق کشت، جوانه‌زنی و سبزشدن را کاهش داد که این نتیجه در راستای نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. با توجه به نتایج مذکور و نتایج محققان می‌توان گفت در شرایط کشت دیم که عمق کاشت را به خاطر کمبود رطوبت زیادتر می‌گیرند؛ پرایمینگ می‌تواند تأثیر مفیدی بر درصد سبزشدن بذر داشته باشد که این می‌تواند منجر به افزایش استقرار و تراکم مطلوب و نهایتاً عملکرد قابل قبول شود.

[1] Leaf area ratio
[2] Specific leaf area
[3] Leaf weight ratio

سرعت سبزشدن: نتایج نشان داد که اثر تیمارهای پرایمینگ، عمق کاشت و اثر متقابل عوامل، اثرات معنی‌داری بر سرعت سبزشدن بذر عدس داشت (جدول ۱). بیشترین سرعت سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر اتفاق افتاد و کم‌ترین سرعت سبزشدن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر بود؛ البته عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متر در همه سطوح تیمارهای پرایمینگ سرعت سبزشدن را کاهش داد؛ ولی این کاهش در تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم شدیدتر بود و با دیگر تیمارها نیز اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). تأثیر هورمون بر سرعت سبزشدن حتی در عمق‌های کمتر مشهودتر بود. در این رابطه Eisvand *et al*, (2011 a) گزارش نمودند که در شرایط دیم، پرایمینگ هورمونی با اسید جیبرلیک ۱۰۰پی‌پی‌ام سبب افزایش سرعت سبزشدن بذر نخود شد. همچنین Eisvand *et al*, (2011 b) نیز گزارش نمودند هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی با اسید سالیسیلیک سرعت سبزشدن بذر هویج را افزایش داد. در آزمایش دیگری که بر روی بذر جو انجام شد، نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر جو با اسید سالیسیلیک باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی آن شد (El-Tayeb, 2005). نتایج تحقیق حاضر با نتایج (Eisvand *et al*., 2011 b; El-Tayeb, 2005) همخوانی داشت.

قدرت بذر: اثرات اصلی و اثرات متقابل عوامل در سطح یک‌درصد بر قدرت بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیش‌ترین قدرت بذر از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر و کم‌ترین آن از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۲) که با نتایج Eisvand *et al*, (2011 b) که گزارش نمودند اسید سالیسیلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام قدرت بذر هویج را افزایش داد، همخوانی داشت. دیگر محققان نیز گزارش نمودند که غلظت زیاد جیبرلین (۱۵۰ppm) سبزشدن بذر علف‌گندمی بلند (*Agropyron elongatum* L.) را کاهش داد؛ اما در بذرهای پرایم‌شده با جیبرلین ۱۰۰پی‌پی‌ام، سرعت جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش خشکی تا ۴۳ درصد و قدرت بذر تا ۴۰ درصد افزایش یافت (Eisvand *et al*., 2008). این اثرات مفید پرایمینگ با غلظت بهینه هورمون‌ها ممکن است به‌واسطه نقش بهینه آن در تسریع و بهبود سبزشدن از یک طرف و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه تولیدی از طرف دیگر باشد (Da Silva *et al*., 2005).

جدول ۱- آنالیز واریانس اثر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر مؤلفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس

Table 1- Analysis of variance the effect of priming with salicylic acid and sowing depth on emergence and morpho-physiological characteristics of lentils

منابع تغییر (S. O. V.)	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares				
		طول ساقه Shoot length	سرعت سبزشدن Rate of emergence	درصد سبزشدن Percentage of emergence	قدرت بذر Seed vigor	ساقه فرعی اولیه Number of primary branches
بلوک Replication (A)	2	0.841^{ns}	0.005^{ns}	23.20^{ns}	6.16^{ns}	0.007^{ns}
پرایمینگ Priming (B)	3	108.37^{**}	0.019^{*}	259.75^{**}	4715.94^{**}	1.25^{**}
عمق کشت Planting depths	4	63.74^{**}	2.18^{**}	6650.29^{**}	12432.84^{**}	3.56^{**}
A*B	12	0.83^{ns}	0.077^{**}	72.91^{**}	248.38^{**}	0.22^{*}
خطا Error	38	0.75	0.004	14.95	16.95	0.84
ضریب تغییرات (CV)		10.57	8.10	6.19	7.38	7.68

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

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

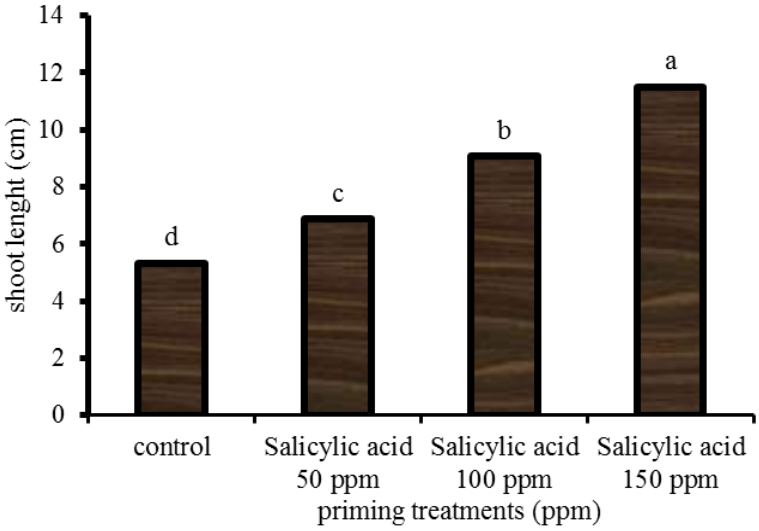
ادامه جدول ۱- آنالیز واریانس اثر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و عمق‌های مختلف کاشت بر مؤلفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفو فیزیولوژیکی عدس

Continue of Table 1- Analysis of variance the effect of priming with salicylic acid and sowing depth on emergence and morpho-physiological characteristics of lentils

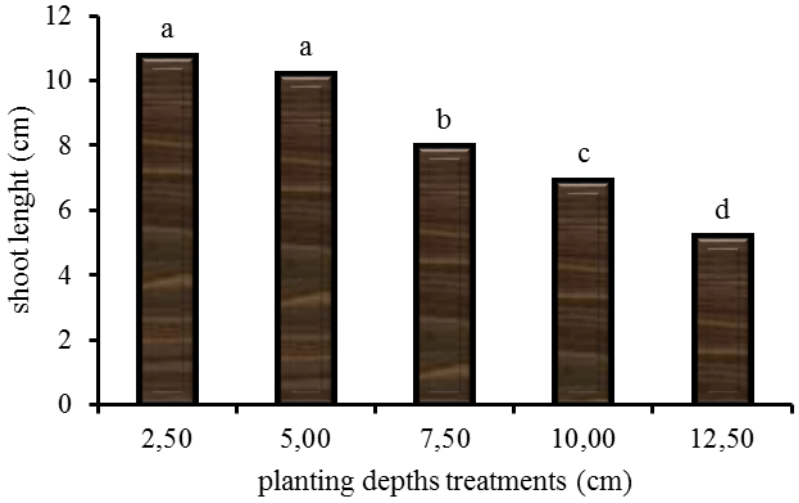
منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی df	Mean Square میانگین مربعات					
		سطح برگ Leaf area	نسبت سطح برگ LAR	سطح ویژه برگ SLA	نسبت وزن برگ LWR	پرولین Proline	شاخص سبزینگی Chlorophyll
بلوک Replication	2	0.99^{ns}	8.70^{ns}	20.17^{ns}	0.001^{ns}	5.42ns	0.02^{ns}
پرایمینگ priming	3	604.66**	334.24**	706.32**	0.001^{ns}	5500.20**	0.57**
عمق کشت Planting depths	4	2567.10**	62.58^{ns}	137.24**	0.001^{ns}	2211.42**	0.29**
A*B	12	20.26**	16.53^{ns}	22.11^{ns}	0.001^{ns}	296.70**	0.24**
خطا Error	38	4.16	33.70	27.8	0.001	13.01	0.015
ضریب تغییرات CV		4.58	8.47	4.76	5.11	6.64	7.25

ns و **، به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

ns and **, indicating no significant and significant at 1% levels of probability, respectively



شکل ۱- اثر تیمارهای پرایمینگ بر طول ساقه‌چه عدس
Fig. 1. Effect of priming treatments on lentil shoot length



شکل ۲- اثر عمق کشت بر طول ساقه‌چه عدس
Fig. 2. Effect of planting depth on lentil shoot length

دیگر محققان نیز گزارش نمودند پرایمینگ بذر در شرایط تنش، رشد گیاهچه و قدرت بذر را افـزایش داد (Yagmur & Kaydan, 2008). در کل نتایج حاضر با نتایج برخـی محققـان (Yagmur & Eisvand *et al.*, 2008 and 2011b; Kaydan, 2008) هم‌سو بود. از آنجا که قـدرت بـذر بـه‌طـور مستقیم از طول ساقه‌چه و درصد سبزشدن بـه‌دسـت مـی‌آیـد (معادله ۲) لذا هر عاملی که این مؤلفه‌ها را افزایش دهد؛ سـبب افزایش قدرت بذر می‌شود. از آنجا که تیمار اسـید سالیسـیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اثر افزایشـی چشـمگیری بـر درصـد سبزشدن نداشت، لذا به نظر می‌رسد این تیمار با افزایش بـیش از حد طول ساقه‌چه، قدرت بذر (۱۱۸/۳) را افزایش داده باشـد که وجود چنین شرایطی بـه‌نظـر مـی‌رسـد مطلـوب کشـاورز و مزرعه نباشد، ولی تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلـی‌گـرم بـر کیلوگرم از طریق افزایش درصد سبزشدن و طول ساقه‌چـه (در حد مطلوب) سبب افزایش قـدرت بـذر (۱۱۷/۷) شـد کـه ایـن سبب تضمین استقرار و تراکم مطلـوب و نهایتـاً عملکـرد گیـاه می‌شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر و عمق‌های مختلف کاشت بر مولفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس

Table 2. Comparison of the effects of seed priming and sowing depth on seed Emergence and morpho-physiological characteristics of lentil

پرایمینگ Priming	عمق کشت (سانتی‌متر) Planting depths (cm)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf area (cm^2)	تعداد ساقه فرعی اولیه Number of primary branches	قدرت بذر Seed vigor	سرعت سبزشدن (گیاهچه در روز) Rate of emergence (seedling per day)	درصد سبزشدن Percentage of emergence
شاهد Control	2.5	52.78e	4.2bcde	61.39e	1.28c	85.55bc
	5	44.94fg	4.05cdef	57.22e	0.87de	80cde
	7.5	38.83hi	3.8efg	38.78g	0.97d	68.89fg
	10	33.37j	2.64j	22.19ij	0.60fgh	50ij
	12.5	23.70l	2.40j	7.08k	0.51h	33.33k
سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 50 ppm	2.5	63.02b	4.40abc	80.06c	1.58b	81.11bcd
	5	56.51cd	4.30abcd	69.61d	0.87de	78.89de
	7.5	47.92f	4.17bcde	37.11g	0.64fg	62.22h
	10	36.95i	3.75efgh	29.81h	0.56gh	46.67j
	12.5	24.58l	3.62fghi	6.96k	0.24j	15.89l
سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 100 ppm	2.5	70.64a	4.7a	117.7a	1.80a	98.89a
	5	64.93b	4.57ab	95.52b	0.92de	81.11bcd
	7.5	54.48de	4.17bcde	58.01e	0.66fg	65.89gh
	10	44.91fg	3.27i	39.43g	0.70f	53.33i
	12.5	29.67k	3.20i	19.73j	0.21j	35.67k
سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 150 ppm	2.5	58.04c	3.95cdefg	118.3a	1.31c	86.89b
	5	52.26e	3.9defg	98.02b	0.93de	74.44ef
	7.5	41.74gh	3.87defg	83.85c	0.84e	72.22fg
	10	33.04k	3.48ghi	46.71f	0.66f	44.44j
	12.5	18.14m	3.28hi	28.77hi	0.40i	33.33k

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq0.05$).

Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using LSD Test ($p\leq0.05$).

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر و عمق‌های مختلف کاشت بر مؤلفه‌های سبزشدن و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی عدس

Continue of Table 2. Comparison of the effects of seed priming and sowing depth on seed emergence and morpho-physiological characteristics of lentil

پرایمینگ Priming	عمق کشت (سانتی‌متر) Planting depths (cm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (g)	پرولین (میلی‌گرم در گرم) Proline (ml.g^{-1})	شاخص سبزینگی Chlorophyll index
شاهد Control	2.5	0.76def	13.31k	2.02bc
	5	0.70fg	26.38j	1.65ghij
	7.5	0.55hi	33.18hi	1.26[1]
	10	0.48ij	37.64fgh	1.65ghij
	12.5	0.36k	28.02ij	1.69fghi
سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 50 ppm	2.5	0.99b	34.82gh	1.97bcd
	5	0.88c	47.72e	1.57hij
	7.5	0.73ef	60.15d	1.91cde
	10	0.56h	75.15c	1.28kl
	12.5	0.36k	57.92d	2.16ab
سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 100 ppm	2.5	1.13a	39.51fg	2.13ab
	5	1.02b	42.68ef	1.86cdef
	7.5	0.81cd	80.78bc	2.27a
	10	0.65g	84.89b	1.53ij
	12.5	0.48j	61.09d	1.79defg
سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم Salicylic 150 ppm	2.5	0.80de	62.73d	1.47jk
	5	0.73ef	56.86d	1.75efgh
	7.5	0.57h	62.31d	1.1[1]
	10	0.41k	86.16b	1.47jk
	12.5	0.24[1]	95.08a	1.50ij

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq0.05$).

Means in each column followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using LSD Test ($p\leq0.05$).

تعداد ساقه فرعی اولیه: اثرات اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کاشت در سطح یک درصد و اثرات متقابل عوامل در سطح ۵ درصد بر تعداد ساقه فرعی اولیه معنی‌دار بود (جدول ۱). تعداد ساقه فرعی اولیه جزء اجزای عملکرد نیست؛ اما چون حامل شاخه‌های گل دهنده هستند؛ نقش بسیار مهمی در عملکرد عدس ایفا می‌کنند و به نظر می‌رسد هر تیماری که این مؤلفه را افزایش دهد؛ می‌تواند سهم بالایی در عملکرد دانه‌ای داشته باشد. بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی اولیه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق ۲/۵ سانتی‌متر و کم‌ترین آن از تیمار شاهد در عمق ۱۲/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۲). Azarnia & Eisvand (2013 a) نیز گزارش نمودند که تیمار جیبرلیک اسید سبب کاهش شاخه‌های ثانویه نخود زراعی شد؛ در حالی‌که اسید آبسیزیک تعداد آن‌ها را افزایش داد. Zarei *et al*, (2011) گزارش نمودند که پرایمینگ بر طول گیاهچه نخود تأثیر نداشت؛ اما تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه را تحت تأثیر قرار داد به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه از تیمار ۶ ساعت هیدروپرایمینگ بود. برخی از محققان نیز گزارش نمودند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سبب افزایش تعداد شاخه فرعی اولیه در ارقام کیمیا، کرمانشاه و گچساران عدس شد (Kayednezami *et al.*, 2012). نتایج حاضر با نتایج Zarei *et al*, (2011) همخوانی داشت.

وزن خشک گیاهچه: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک گیاهچه معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متر بود و همچنین کم‌ترین وزن خشک گیاهچه از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (جدول ۲). این نتیجه ممکن است به خاطر این باشد که غلظت زیاد هورمون مذکور سبب چیرگی انتهایی می‌شود و سبب کاهش شاخه‌های فرعی اولیه و تعداد برگ می‌شود و از این رو ممکن است بیوماس (زیست توده) کم‌تری تولید شود. محققان گزارش نمودند پرایمینگ هورمونی بذر با اسید سالیسیلیک باعث افزایش طول ساقه‌چه، ریشه، وزن تر و خشک گیاهچه در مقایسه با شاهد شد (Farooq *et al*., 2008). Eisvand *et al*, (2011a) گزارش نمودند پرایمینگ هورمونی و هیدروپرایمینگ نسبت به شاهد تأثیر مثبت بیش‌تری بر وزن‌تر و خشک گیاهچه نخود در شرایط دیم و آبی داشت. Ghassemi-Golezani *et al*, (2008 a) نیز گزارش نمودند هیدروپرایمینگ بذر وزن خشک گیاهچه عدس را

افزایش داد. نتایج حاضر با نتایج محققان مذکور همخوانی داشت.

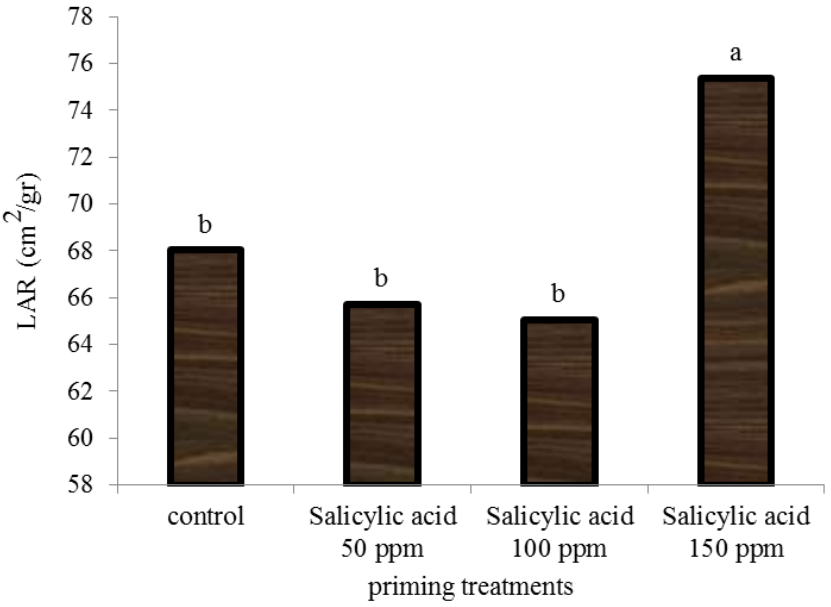
سطح برگ: با توجه به این‌که در ابتدای فصل رشد که تعداد و سطح برگ گیاهان کم می‌باشد و از آنجا که با افزایش سطح برگ، درصد جذب نور افزایش می‌یابد؛ بنابراین در ابتدای فصل رشد گیاه عدس اگر سطح برگ مناسبی تولید شود؛ گیاه موفق‌تر است و با توجه به این موضوع که هر گیاهی که در ابتدای فصل رشد که کیفیت نور جهت رشد و فتوسنتز پایین است، سطح برگ مناسب داشته باشد، بیوماس و عملکرد مناسبی تولید می‌کند؛ بنابراین عوامل افزایش‌دهنده این مؤلفه نقش خیلی مهمی در عملکرد نهایی عدس دارند. اثر همه تیمارهای آزمایشی بر سطح برگ، معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متر مشاهده شد و همچنین کم‌ترین آن از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (جدول ۲). به نظر می‌رسد اثرات مخرب عمق کاشت زیاد در تیمارهای سالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یافته است که با نتایج Aikins *et al*, (2011) همخوانی داشت. البته این نتیجه ممکن است به این دلیل باشد که غلظت زیاد هورمون مذکور سبب چیرگی انتهایی و کاهش شاخه‌های فرعی اولیه و تعداد برگ می‌شود و از این رو ممکن است سطح برگ کم‌تری تولید شود (جدول ۲). این موضوع، بیان‌گر وجود تعداد برگ‌های کم و وجود برگ‌های کوچک در تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که این منجر به کاهش سطح برگ‌ها شده است. یکی دیگر از دلایل کاهش سطح برگ در تیمارهای مذکور کاهش تولید شاخه‌های جانبی و غالبیت انتهایی (Arteca, 1995) نسبت به سایر تیمارها می‌باشد. این نتایج با نتایج برخی محققان (Azarnia & Eisvand, Eisvand *et al*., 2011a; 2013a) همخوانی داشت، به‌طوری‌که این محققان گزارش نمودند از دلایل احتمالی کاهش سطح برگ در تیمارهای غلظت بالای جیبرلین، افزایش ارتفاع گیاه است و با این کار مواد فتوسنتزی، بیشتر صرف افزایش ارتفاع ساقه می‌شوند و در واقع ساقه به یک مخزن قوی تبدیل می‌شود و همین کار سبب می‌شود تولید برگ‌های جدید، کُند شود. تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم علاوه بر افزایش سطح برگ، برگ‌های زیادتر و ضخیم‌تری نسبت به سایر تیمارها تولید کرد که این بیان‌گر میزان زیاد کلروفیل و غلظت کلروپلاست در این برگ‌ها است و در نتیجه کاهش اتلاف نوری و در نتیجه توان فتوسنتزی بالای آن‌ها است. در مقابل تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید سالیسیلیک علاوه بر کاهش سطح برگ، برگ‌های نازک‌تری نیز تولید کرد که این بیان‌گر میزان کم کلروفیل و در نتیجه افزایش اتلاف نوری و در نتیجه توان فتوسنتزی پایین آن‌ها است.

نسبت سطح برگ و سطح ویژه برگ: همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اثر اصلی تیمارهای پرایمینگ بر نسبت سطح برگ معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که با تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اثر اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کاشت بر سطح ویژه برگ معنی‌دار بود (جدول ۱)؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین نسبت سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که با تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴). همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود بیش‌ترین سطح ویژه برگ از تیمار ۱۰ سانتی‌متر عمق کشت بذر بود که با تیمار ۱۲/۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین سطح ویژه برگ از تیمار ۲/۵ و ۵ سانتی‌متر حاصل شد (شکل ۷)؛ که این بیان‌گر وجود برگ‌های نازک در تیمار ۱۰ سانتی‌متر عمق کشت و تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است.

شاخص سبزینگی: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر میزان شاخص سبزینگی معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین شاخص سبزینگی (۲/۲۷ میلی‌گرم در سانتی‌متر مربع) از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۷/۵ سانتی‌متر بود و همچنین کم‌ترین (۱/۱ میلی‌گرم در سانتی‌متر مربع) شاخص سبزینگی از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۷/۵ سانتی‌متری به‌دست آمد (جدول ۲). Azarnia (2011) گزارش نمود که هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی با جیبرلین و اسید آبسیزیک تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل نخود زراعی ندارند؛ ولی Farahmandfar *et al*, (2013) گزارش نمودند پرایمینگ بذر (با اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک و هیدروپرایمینگ) میزان شاخص سبزینگی a و b در شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) را در شرایط تنش و عدم تنش شوری افزایش داد. نتایج حاضر با نتایج Farahmandfar *et al*, (2013) همسو بود.

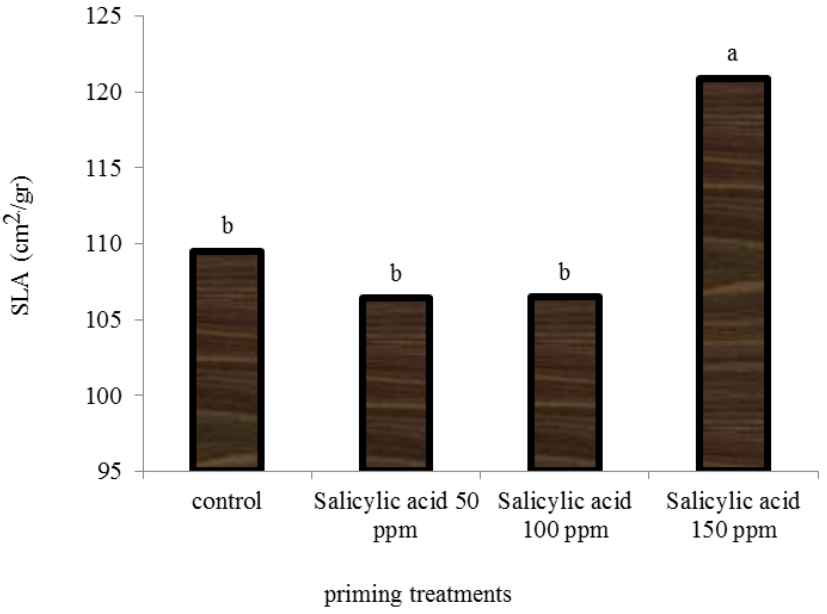
پرولین: اثر اصلی تیمارهای پرایمینگ و عمق کشت و اثرات متقابل عوامل در سطح یک درصد بر میزان پرولین معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین پرولین از تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت ۱۲/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد و همچنین کم‌ترین پرولین از تیمار شاهد در عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متری حاصل شد (جدول ۲).

یکی از راه‌کارهای تحمل به تنش، کم آبی در گیاهان تنظیم اسمزی می‌باشد. تنظیم اسمزی معمولاً از طریق افزایش میزان انباشت کربوهیدرات‌های محلول (قندها)، اسیدهای آمینه از جمله پرولین، گلایسین و بتائین و یون‌های غیرآلی مخصوصاً پتاسیم در شرایط تنش کم آبی در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (Kafi *et al*., 2010).



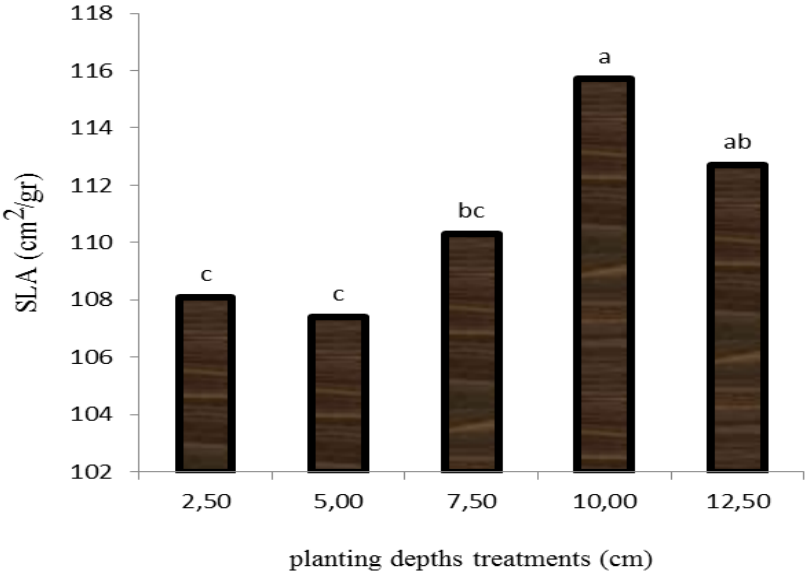
شکل ۳- اثر تیمارهای پرایمینگ بر نسبت سطح برگ عدس

Fig. 3. Effect of priming treatments on lentil Leaf Area Ratio



شکل ۴- اثر تیمارهای پرایمینگ بر سطح ویژه برگ عدس

Fig. 4. Effect of priming treatments on lentil Specific Leaf Area



شکل ۵- اثر تیمارهای عمق کشت بر سطح ویژه برگ عدس

Fig. 5. Effect of planting depths treatments on lentil Specific Leaf Area

از آنجا که پرولین جزء اسید آمینه‌های مهم گیاهان مقاوم به تنش‌های غیر زنده می‌باشد، افزایش آن در شرایط تنش نقش مفیدی برای بقاء گیاهان ایفا می‌کند. در تحقیق حاضر افزایش عمق کشت (۱۲/۵-۱۰) سبب تولید پرولین بیش‌تری در گیاه شده که در تیمار شاهد و با کاربرد سالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم این افزایش چشمگیر نبود ولی در تیمار سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم با افزایش عمق کشت میزان پرولین نیز بیش‌تر شد که این بیان‌گر بیش‌تر بودن تنش حاصل از عمق کشت زیاد می‌باشد. محققان گزارش نمودند که تنش شوری میزان پرولین در گیاه شنبلیله را افزایش داد ولی پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک و هیدروپرایمینگ میزان آن را حتی در شرایط تنش شوری کاهش داد (Farahmandfar *et al*., 2013) که این نتیجه با نتایج Kayednezami *et al,* (2012) و نتایج حاضر همسو بود.

نتیجه‌گیری

در بسیاری از مناطق دیم شرایط نامطلوب مزرعه سبب کاهش جوانه‌زنی، سبزشدن، استقرار مطلوب، تراکم، رشد و نهایتاً عملکرد گیاهان می‌شود. پرایمینگ برای کاهش این خطرات در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی سودمند است. تیمارهای اسید سالیسیلیک مؤلفه‌های سبزشدن عدس را افزایش دادند و صفت‌هایی نظیر پرولین را کاهش دادند که این کاهش بیان‌گر رشد در شرایط ایده‌آل می‌باشد که ممکن است در اثر تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ناشی از آن‌ها باشد. در شرایط دیم که به ناچار عمق کشت را بیش‌تر در نظر می‌گیرند، جوانه‌زنی، سبزشدن و رشد بعدی گیاهچه ممانعت می‌شود. پرایمینگ برای کاهش خطر استقرار ضعیف در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی سودمند است. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که پرایمینگ یک روش ساده و مفید برای بالابردن سرعت و درصد سبزشدن بذر عدس می‌باشد. این اثرات سودمند پرایمینگ می‌تواند موجب استقرار مطلوب گیاهچه، ایجاد تراکم ایده‌آل و یکنواخت و در انتها باعث بهبود و افزایش عملکرد حبوبات، که از مواد غذایی مهم محسوب می‌شوند، گردد. نتایج نشان داد پرایمینگ با سالیسیلیک ۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم نسبت به غلظت‌های بالاتر تأثیر کمتری بر صفات سبزشدن و رشد عدس داشت. البته پرایمینگ با سالیسیلیک ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز به علت اثرات معکوسی که بر صفات مورد مطالعه داشت، اثرات ایده‌آلی جز در شرایط تنش حاصل از عمق کشت نداشت. در شرایط معمولی با افزایش عمق کشت، صفات سبزشدن و رویشی عدس روندی کاهشی داشتند؛ البته این روند در عمق کشت‌های ۷/۵ – ۲/۵ سانتی‌متری کمتر محسوس بود؛ ولی عمق کشت بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متری صفات مذکور را به‌شدت تحت تأثیر قرار داد. در شرایط کاربرد پرایمینگ تا حدودی شیب این روند کندتر بود و به‌طور کلی در آزمایش حاضر مؤثرترین و ایده‌آل‌ترین ترکیب تیماری، تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در عمق کشت‌های کم به‌خصوص عمق کشت ۲/۵ سانتی‌متری بود چون در مقایسه با سایر تیمارها در اکثر صفت‌های مورد اندازه‌گیری نقش افزایشی داشت.

منابع

1. Agrawal, R. L. 2004. Seed Technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD. New Delhi.
2. Aikins, S.H.M., Afuakwa, J.J., and Baidoo, D. 2006. Effect of planting depth on maize stand establishment. Journal of the Ghana Institution of Engineers 4(2): 20-25.
3. Aikins, S.H.M., Afuakwa, J.J., and Nkansah, E.O. 2011. Effect of different sowing depths on soybean growth and dry matter yield. Agriculture and Biology Journal of North America 2(9): 1273-1278.
4. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol Oxidase in Beta Plant Physiol 24: 1-5.
5. Arteca, N.R. 1995. Plant Growth Substances: Principles and Applications. Springer, 352 pages.
6. Asgharipour, M.R. 2011. Effects of planting depth on germination and the emergence of field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.). Asian Journal of Agricultural Sciences 3(6): 459-461.
7. Ashraf, M., Karim, F., and Rasul, E. 2002. Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. Plant Growth Regulate 36(1): 49-59.
8. Azarnia, M. 2011. The Effect of Priming by Gibberllin and Abcsisic Acid on Seed and Seedling Physiological Quality Enhancement of Chikpea (*Cicer arietinum* L.) Under Dry Farming and Irrigated Conditions. M.Sc.Thesis in Agriculture, University of Lorestan.
9. Azarnia, M., and Eisvand, H.R. 2013a. Effects of hydro and hormonal priming on yield and yield components of chickpea in irrigated and rain-fed conditions. Electronic Journal of Plant Production (EJCP) 6(4): 1-18. (In Persian with English Summary).
10. Azarnia, M., and Eisvand, H.R. 2013b. Priming is a method for improve seed quality for increase growth and yield crop. Research Achievements for Field and Horticulture Crops 2(4): 277-287. (In Persian).
11. Da Silva, E.A.A., Toorop, P.E., Nijsse, J., Bewley, J.D., and Hilhorst, H.W.M. 2005. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica cv* Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. Journal of Experimental Botany 56(413): 1029-1038.
12. Eisvand, H.R., Alizadeh, M.A., and Fekri, A. 2010. How hormonal priming of aged and non aged seeds of bromgrass affects seedling physiological characters. Journal of New Seeds 11: 52-64.
13. Eisvand, H.R., Azarnia, M., Nazarian Firozabadi, F., and Sharafi, R. 2011a. Effect of priming by gibberllin and abcsisic acid on emergence and some seedling physiological characters of Chikpea (*Cicer arietinum* L.) under dry and irrigated conditions. 42(4): 789-797. (In Persian).
14. Eisvand, H.R., Shahrosvand, S., Zahedi, B., Heidari, S., and Afroughe, Sh. 2011b. Effects of hydro-priming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var. sativus). Iranian Journal of Plant Physiology 1(4): 233-239.
15. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.
16. FAO. 2013. FAO Year Book. FAO Publication, (http://faostat.fao.org/site/).
17. Farahmandfar, E., Bagheri Shirvan, M., Azimi Sooran, S., and Hoseinzadeh, D. 2013. Effect of seed priming on morphological and physiological parameters of fenugreek seedlings under salt stress. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5(8): 811-815.
18. Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M.A., Cheema, M.A., and Rehman, H. 2008. Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. Journal Agronomy Crop Science 194: 438-448.
19. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008a. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 36(1): 29-33.

20. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008b. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Food, Agriculture and Environment 6(2): 222-226.
21. Ghassemi-Golezani, K., Chadordooz-Jeddi, A. Nasrollahzadeh, S., and Moghaddam, M. 2010. Effects of hydro-priming duration on seedling vigour and grain yield of Pinto Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Notulae Botanicae Horti AgrobotaniciCluj-Napoca 38(1): 109-113.
22. Green, B., Grevers, M., and Lafond, G. 2000. Soil temperature and crop emergence under conventional and direct seedling. ca/DOCS/crop/integrated-pest-manegment/soil-fertility-fertilaizer/Ses 1294.asp.
23. Harbir, S., Singh, T., Singh, S.M., Rao, D.S.R.M., Faroda, A.S., Panwar, K.S., and Singh, H. 1991. Effect of seeding depth in relation to germination, seedling establishment and yield of dwarf wheat (*Triticum aestivun*). Indian Journal Agronmy Science 61(8): 546-550.
24. Harris, D.B.S.R., Aghuwanshi, G.S., Gangwar, S.C., Singh, K.D., Joshi, A., Rashid, H., and Hollington, P.A. 2001. Participatory evaluation by farmers of on farm seed priming in wheat in india Nepal and Pakistan. Experimental Agriculture 37: 403-415.
25. Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Mahdavi-Damghani, A., and Abbasi, F. 2010. Plant Physiology 2 (translate). Jihad-e- Daneshgahi of Mashhad press. (In Persian).
26. Kaur, S., Gupta, A.K., and Kaur, N. 2005. Seed priming Increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science 191: 81-87.
27. Kayednezami, R., Balouchi, H.R., and Yadavi, A. 2012. Effect of foliar application of Salicylic Acid on yield and yield components and some physiological traits of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) varieties under salt stress. Iranian Journal of Pulses Research 3(2): 97-110. (In Persian with English Summary).
28. Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 1999. Physiology of Crop Plants. Pp 400. (In Persian).
29. Mahdi, L., Bell, C.J., and Ryan, J. 1998. Establishment and yield of wheat (*Triticum turgidum* L.) after early sowing at various depths in a semi-arid mediterranean environment. Field Crops Research 58: 187-196.
30. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Jihad-e Daneshgahi Mashhad Publisher. (In Persian).
31. Roy, J., Biswas, P.K., Ali, M.H., and Rahman, A. 2011. Effect of sowing depth and population density on yield attributes and yields of wheat. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 1(4): 125-133.
32. Schimdt, C.P., and Belfred, R.K. 1994. Increasing the depth of soil disturbance increases yield of direct drilled wheat on the sand plain soils of Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 34(6): 777-781.
33. Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulate 30: 157-161.
34. Siddique, K., Loss, S., French, B., and Veitch, C. 1997. Sowing depth for chickpea, faba bean. lentil and field pea. http://agspsrv 34. agric. wa. gov.au /agency/pubns/ farmnote /1997/f04597.
35. Srivastava, A.K., Goering, C.E., Rohrbach, R.P., and Buckmaster, D.R. 2006. Engineering Principles of Agricultural Machines, (2^{nd}), American Society of Agricultural and Biological Engineers, Michigan.
36. Thomas, M., Robertson, J., Fukai, S., and Peoples, M.B. 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. Field Crop Research 86(1): 67-80.
37. Yagmur, M., and Kaydan, D. 2009. The effects of different sowing depth on grain yield and some grain yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under dryland conditions. African Journal of Biotechnology 8(2): 196-201.
38. Yousefi, M., Soltani, A., Zeinali, E., and Sarparast, R. 2007. Effect of temperature and sowing depth on emergence of chickpea. Journal Agriculture Science Natural Resource. 13(2), Feb- Mar 2007 Special Issue.

39. Zaki, R.N., and Radwan, T.E. 2011. Improving wheat grain yield and its quality under salinity conditions at a newly reclaimed soil by using different organic sources as soil or foliar applications. Journal of Applied Sciences Research 7: 42-55.
40. Zarei, I., Mohammadi, G., Sohrabi, Y., Kahrizi, D., Khah, E.M., and Kheirollah, Y. 2011. Effect of different hydropriming times on the quantitative and qualitative characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). African Journal of Biotechnology 10(66): 14844-14850.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 31-46

Effect of salicylic acid pretreatment and various planting depths on emergence and some morpho-physiological characteristics of lentil

Biabani[1*], A., Azarnia[2], M., Sabori[3], H. & Gholamalipour Alamdari[4], E.

1- Associate professor, Faculty of Aagriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University
2- Ph.D student in Crop Physiology, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University
3- Associate professor, Faculty of Aagriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University
4- Assistant professor, Faculty of Aagriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

Received: 27 December 2014
Accepted: 16 March 2015

Introduction

Lentil is one of the major legume with protein content about 28% where is cultivated in different regions of Iran, especially in arid and semi-arid regions with low or variable rainfall. In these regions abiotic stresses such as heat of the around the end of growing season, drought stress in early and late within the season and salt stress alone or together have a large negative impact on germination, emergence, seedling growth and ultimately yield. Germination and seedling establishment are sensitive and crucial stages in the life cycle of plants, and determine density, uniformity as well as final yield of the crops. On the one hand, optimal germination and plant establishment and also planting depth due to the significant effect on seedling emergence and plant establishment is very important. So, selecting appropriate treatments with the combination of time and suitable planting depth are necessary for successful crop production. Seed priming as one of the strategy for increasing the rate and percentage of the germination, increasing in quality of seedling productivity, plant suitable establishment and increasing crop yield in the area is favorable.

Materials and Methods

This experiment was conducted in the form of factorial based on completely randomized block design in three replications in the research greenhouse of Gonbad Kavous University, College of Agriculture and Natural Resources in November of 2013. Factors included salicylic acid pretreatment in four concentrations (0, 50, 100 and 150 mg/kg) and various planting depths in five levels (2.5, 5, 7.5, 10 and 12.5 cm). In the present experiment, lentil seeds before planting were kept in the solution of salicylic acid hormone for 6 hours at room temperature and then they were removed from solution and dried on paper towels for 24 hr at room temperature. Then 30 primed lentil seeds of Kimia cultivar were planted in pots with 20 cm diameter and 30 cm height. Soil of the pots was prepared from research field of Gonbad Kavous University. The physicochemical characteristics of the soil included loam silt texture, pH 7.9, 13.4 mg/kg resorb able phosphorus, 68% carbon, 0.07 total nitrogen, 356 mg/kg resorb able potassium. Then some of the emergence traits such as rate, percentage and seed vigor as well as some morpho-physiological traits such as seedling dry weight, shoot length, number of primary branches, leaf area, leaf area ratio, specific leaf area, leaf weight ratio, chlorophyll Index and proline content were measured 60 days after planting.

Results and Discussion

Results showed that whole study traits except leaf weight ratio were affected by various priming and planting depths. The treatment of 100 mg/Kg salicylic acid in 2.5 cm planting depth increased traits such as percentage of emergence (98.89), emergence rate (1.80 seedlings per day), seedling dry weight (1.13 g), leaf area (70.64 cm^2), number of primary branches (4.7), leaf dry weight (0.69 g) and chlorophyll index (2.13). While proline content, leaf area ratio and specific leaf area decreased. It was also observed that priming treatment with 150 mg/kg salicylic acid increased proline content and shoot length, while leaf area and seedling dry weight inversely decreased. In this study, the treatment of 100 mg/kg of salicylic acid + 2.5 cm of planting depth due to additive effects on the most of the traits was suitable treatment. Salicylic acid treatments increased lentil emergence, while proline content decreased using various concentrations of study

* **Corresponding Author:** abs346@yahoo.com, Mobile: 09113740583

treatment. It may be due to some physiological and morphological changes resulting from them. Under rainfed conditions, cultivation depth is more considerable. It may be prevented from seed germination, seed emergence and subsequent growth. Seed priming to reduce the risk of poor establishment is useful in a wide range of environmental conditions. Results of this experiment also showed that priming is a simple and useful method to enhance the rate and percentage of the emergence of lentil. The beneficial effects of priming can cause optimal seedling establishment, creating a uniform density and increasing of legumes yield which are important food. The results showed that priming with 50 mg/kg of salicylic acid had a weak effect on emergence and growth traits of lentil over higher concentrations. However, priming with 150 mg/kg salicylic had a negative effect on the studied traits. In other words, the effects are not ideal. Under normal conditions by increasing cultivation depth the emergence and vegetative lentil traits had a declining trend. However, the trend in plant depth of 2.5 to 7.5 cm was less sensitive; but in the more than 7.5 cm of plant depth, the mentioned traits were influenced considerably.

Conclusions

In the present experiment the most effective and ideal combination treatment was 100 mg/kg of salicylic acid in low cultivation depth especially in 2.5 cm. Therefore, the study treatment had an additive effect on most of the measured traits.

Key words: Chlorophyll index, Morpho-pphysiological traits, Pretreatment, Proline

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۵۸-۴۷، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 47-58

اثر تاریخ کاشت‌های دیرهنگام بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام باقلا در رامین خوزستان (*Vicia faba* L.)

حدیث حسنوند[1*]، سید عطاءاله سیادت[2]، محمدرضا مرادی‌تلاوت[2]، سیدهاشم موسوی[3] و عبدالحمید کرمی‌نژاد[4]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی رامین خوزستان
۲- به‌ترتیب، استاد و استادیار گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی رامین خوزستان
۳- کارشناس زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۴- کارشناس زراعت دانشگاه آزاد واحد دزفول

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۰۶

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت‌های دیرهنگام بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام باقلا (*Vicia faba* L.) آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خُردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل تاریخ کاشت به‌عنوان فاکتور اصلی (۱۰ مهر، ۲۵ مهر، ۱۰ آبان، ۲۵ آبان و ۱۰ آذر) و دو رقم باقلا هیستال (رقم خارجی) و سرازیری (رقم محلی) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که صفات مورد بررسی به‌جُز تعداد دانه در غلاف در تاریخ کاشت‌های مختلف با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین دو رقم مورد بررسی از لحاظ تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه و درصد نیتروژن دانه با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه، پایداری غشاء سلول و کلروفیلb معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم هیستال دارای تعداد دانه در غلاف بیشتر و رقم سرازیری دارای تعداد غلاف در بوته بیشتری بودند. بیشترین عملکرد دانه به‌ترتیب به تاریخ کاشت دوم و سوم با میانگین عملکرد ۳۹۷۹/۳ و ۳۸۴۹/۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه به تاریخ پنجم با میانگین عملکرد ۱۸۰۶/۲ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. به‌طور کلی رقم هیستال در صورت کاشت در تاریخ ۱۰ آبان و رقم سرازیری در صورت کاشت در تاریخ ۲۵ مهر، از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: پایداری غشاء سلول، زمان کاشت، کلروفیل a و b، نیتروژن دانه

مقدمه

تعیین زمان صحیح کاشت گیاهان زراعی تحت تأثیر عوامل اقلیمی مختلف از قبیل بارش، دما و طول روز قرار دارد و از مهم ترین جنبه‌های مدیریتی لازم برای تولید گیاهان زراعی است. واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به تأخیر در کاشت متفاوت می‌باشد. معمولاً تاریخ کاشت با سایر مدیریت‌های زراعی اثر متقابل دارد (Johnson *et al*., 1995). یافتن زمان مناسب کاشت و انتخاب رقم یا ارقام مطلوب، مهم است؛ به‌طوری‌که مجموعه عوامل محیطی حادث در آن زمان برای سبزشدن، استقرار و بقای گیاهچه مناسب بوده و در ضمن حتی‌الامکان گیاه در هر مرحله از رشد با شرایط مطلوب روبه‌رو گردیده و با شرایط نامساعد محیطی نیز برخورد نکند. بنابراین بهترین تاریخ کاشت، منجر به حصول عملکرد بالاتری در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت می‌گردد (Khajehpour, 2009). به‌طور کلی با توجه به آنکه رشد رویشی بیشتر و عملکرد بالاتر به تاریخ‌های کاشت زودهنگام نسبت داده شده است، تلفیق مناسبی از عوامل زراعی و ارقام مطلوب در جهت حصول حداکثر عملکرد لازم است (Shahsavari *et al*., 1993). محققین با انجام آزمایشی بر روی باقلا نشان دادند که با تأخیر در کاشت، طول دوره رشد گیاهان به دلیل افزایش دمای محیط، کوتاه شده و در نتیجه منجر به کاهش تعداد غلاف و در نهایت کاهش عملکرد دانه گردید (Hashem Abadi & Sedaghathoor, 2006; Mousavi *et al*., 2014). همچنین در تحقیق دیگری نشان داده شد که تأخیر در کاشت موجب تسریع عمل گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک شده و از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته سبب کاهش عملکرد دانه به میزان ۲۹/۶ درصد شد (Mahlooji *et al*., 1999).

*نویسنده مسئول: همراه: ۰۹۱۶۵۰۸۹۲۸۸، hadis68hasanvand@yahoo.com

El-Degwy *et al*. (2010) معتقدند که عکس‌العمل ارقام نسبت به مکان بسیار متفاوت است و برخی ارقام تحمل بیشتری نسبت به تغییرات محیط دارند. ارقام باقلا پتانسیل تولید بالایی در تاریخ کاشت مطلوب خود دارند. لذا در انتخاب یک رقم باقلا برای کشت در هر منطقه عوامل زراعی متعددی از جمله زمان رسیدگی فیزیولوژیک، استحکام ساقه و مقاومت به بیماری‌ها باید مورد توجه قرار گیرند (Adamsen & Coffelt, 2005). در یک تحقیق سه رقم خارجی باقلا در مقایسه با رقم رایج منطقه مازندران (برکت) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که رقم هیستال نسبت به سه رقم دیگر دارای بیشترین عملکرد محصول سبز و تعداد بذر در غلاف بود (Mirzargar *et al*., 2011). محتوای رطوبت نسبی برگ نیز یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های بیلان آبی گیاه است که نقش مهمی در تنظیم هدایت روزنه‌ای و در نتیجه سرعت فتوسنتزی گیاه دارد و به‌عنوان یک معیار انتخاب برای تحمل به خشکی پیشنهاد شده است (Mitchell *et al*., 2001). بررسی‌ها مؤید آن است که تاریخ کاشت بر محتوای رطوبت نسبی برگ اثر معنی‌داری دارد (Fathi *et al*., 2011; Dekot *et al*., 2000). علاوه بر این Sandhu *et al*. (1989) در نخود و Masoudi Kia & Azizi (2005) در لوبیاقرمز گزارش کردند که تاریخ کاشت درصد نیتروژن دانه را نیز تحت تأثیر قرار داد. Robertson *et al*. (2004) نتایج مشابهی را در خصوص افزایش درصد نیتروژن دانه به‌دلیل افزایش درجه حرارت در زمان گلدهی و پُرشدن دانه گزارش کردند. در مجموع با توجه به وجود پتانسیل کشت باقلا در منطقه خوزستان و عدم داشتن اطلاعات کافی در رابطه با تاریخ کاشت مناسب آن در منطقه، تحقیق حاضر با هدف اثر تاریخ کاشت های دیرهنگام بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام باقلا (*Vicia faba* L.) در منطقه خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان اجرا گردید. این منطقه با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا قرار دارد و از مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید. متوسط بارندگی ۱۶۹میلی‌متر است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد نظر در جدول ۱ آمده است. این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به‌اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت به عنوان فاکتور اصلی با پنج سطح (۱۰ مهر، ۲۵ مهر، ۱۰ آبان، ۲۵ آبان و ۱۰ آذر) و دو رقم باقلا هیستال و سرازیری به‌عنوان فاکتور فرعی درنظرگرفته شدند. رقم سرازیری رقم بومی شمال خوزستان و رقم هیستال مناسب برای کشت زمستانه بوده و رقمی پرمحصول و حاوی ۶ تا ۷دانه بزرگ در غلاف است که بذر آن از شرکت بازارگان کالا دزفول تهیه شد. هر کرت فرعی به ابعاد ۳ × ۴ متر و شامل ۴ پشته به فاصله ۷۵ سانتی متر که در دو طرف آن کشت صورت گرفته و فاصله هر بوته ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در مجموع ۸ خط کاشت که ردیف دوم و هفتم به عنوان ردیف نمونه‌برداری و ردیف چهارم و پنجم به عنوان برداشت نهایی و سایر ردیف‌ها به عنوان حاشیه درنظرگرفته شدند. جهت جلوگیری از تأثیر تیمار ها بر هم، بین کرت های اصلی و فرعی به‌ترتیب ۱/۵ و ۰/۷۵ متر فاصله منظور شد. براساس آزمایش خاک، کودهای مورد استفاده شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل به‌صورت پایه و ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود که یک دوم کود اوره به‌صورت پایه و بقیه آن به‌صورت سرک در مرحله ۶-۴ برگی مصرف گردید. فاصله بین دو پشته ۷۵سانتی‌متر درنظرگرفته شد. آبیاری اول براساس تاریخ کاشت هر تیمار تنظیم و انجام شد. مبارزه با علف‌های‌هرز به‌صورت دستی و در چندین مرحله صورت گرفت. برداشت از دو خط میانی با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط از سطحی معادل یک مترمربع زمانی‌که غلاف‌ها به رنگ سیاه و به حالت چرمی‌شده بودند و رطوبت دانه بین ۱۰ تا ۱۵ درصد بود (از اواسط تا اواخر فروردین) انجام گرفت.

جهت تعیین اجزای عملکرد، از هر کرت۱۰بوته به‌طور تصادفی مشخص شده و اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و وزن صددانه محاسبه شدند. بعد از برداشت نمونه‌ها از خطوط مربوط به عملکرد نهایی، عملکرد اقتصادی هر واحد آزمایشی پس از بوجاری به طور جداگانه محاسبه شد. مقدار رطوبت نسبی برگ (RWC) روی جوان‌ترین برگ توسعه‌یافته از سه بوته در هر کرت اندازه‌گیری شد. در آزمایشگاه بلافاصله وزن تازه برگ‌ها (W_f) تعیین و سپس این برگ‌ها در آب مقطر به مدت پنج ساعت در ۲۵درجه سانتی‌گراد و در تاریکی در آزمایشگاه قرار گرفتند. پس از خشک‌شدن سطح برگ‌ها با دستمال کاغذی، وزن آماس برگ‌ها (W_s) تعیین شد. متعاقب آن، برگ‌ها در آون ۷۲درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ساعت خشک شدند و توزین گردیدند (W_d). میزان RWC از معادله (۱) به‌دست آمد.

$$\%RWC= (W_f - W_d/ W_s - W_d) \times 100 \qquad (۱)$$

میزان پایداری غشاء سلول(CMS) [1] با اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیت‌ها تعیین گردید. نشت الکترولیت‌ها (EL) به روش معرفی شده توسط Luts *et al*, (1996) مشخص شد. براساس این روش، نمونه‌های تهیه‌شده از جوان‌ترین برگ توسعه‌یافته، به آزمایشگاه انتقال و با استفاده از پانچ از هر برگ پرچم در مرحله گلدهی، دیسک‌های دایره‌ای و با قطر نیم‌سانتی متر تهیه شد. قطعات حاصل، بعد از آن‌که سه مرتبه با آب مقطر شسته شدند، به لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰میلی‌لیتر آب مقطر انتقال یافتند. این نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه بر روی شیکر [2] با ۱۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و EC_1 آنها با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی تعیین گردید. سپس نمونه‌ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفته و میزان EC_2 و پایداری غشاء نمونه‌های مختلف با استفاده از معادله (۲) تعیین شد.

$$CMS= [1-(EC_1/ EC_2)] \times 100 \qquad (۲)$$

مقدار کلروفیل براساس روش معرفی شده توسط Ashraf *et al*, (1994) با استون ۸۰ درصد استخراج شد و میزان جذب نور توسط عصاره استخراج شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۳/۲ و ۶۴۵/۱ نانومتر تعیین گردید. بدین‌صورت که از هر تیمار، سه نمونه برگ پرچم تازه برداشت شد و از هر برگ ۰/۱ گرم جدا و درون شیشه حاوی ۱۰ میلی‌لیتر استون۸۰درصد به مدت ۴۸ ساعت غوطه ور شد. در این مدت ظروف حاوی نمونه، در مکانی بدون نور نگهداری شدند. سپس نمونه گیاهی از محلول استون جدا شد و محلول باقیمانده قرائت و غلظت کلروفیل از طریق معادلات (۳) تا (۵) به‌دست آمد. در این روابط V حجم نمونه و W وزن‌تر نمونه است.

(۳)

کلروفیل a (mg/g FW)=

{(۱۲/۷ (جذب در ۶۶۳ nm) - ۲/۶۹ (جذب در ۶۴۵ nm)} ×V/ (۱۰۰۰× W)

(۴)

کلروفیل b (mg/g FW)=

{(۲۲/۹ (جذب در ۶۴۵ nm) - ۴/۶۹ (جذب در ۶۶۳ nm)} ×V/ (۱۰۰۰ × W)

(۵)

کلروفیل کل (mg/g FW)=

{(۲۰/۲ (جذب در ۶۴۵ nm) - ۸/۰۲ (جذب در ۶۶۳ nm)} ×V/ (۱۰۰۰ × W)

درصد نیتروژن موجود در بذر باقلا که در برآورد پروتئین موجود در بذر نیز به‌کارمی‌رود، از طریق توزین۱۰۰گرم بذر از هر تیمار، شستشو و خشک‌کردن آنها در آون با دمای ۷۰درجه سانتی‌گراد (به مدت ۷۲ ساعت)، آسیاب‌نمودن نمونه‌ها و نهایتاً استفاده از روش تعیین نیتروژن با کاربرد دستگاه کجلدال (2300 Kjeltec Analyzer unit, Germany) به‌دست آمد.

تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS، انجام شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی دار LSD در سطح آماری ۵ درصد انجام گرفت. همچنین جهت به‌دست آوردن معادلات مختلف، رسم منحنی ها و نمودار ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر تاریخ کاشت و برهمکنش این دو عامل بر صفت تعداد دانه در غلاف تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف در بین ارقام نشان داد که رقم هیستال با میانگین ۵ و سرازیری با میانگین ۴/۴ بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳). به نظر می‌رسد تعداد دانه در غلاف بسته به نوع رقم و خصوصیات ژنتیکی آن فرق می‌کند، به‌طوری‌که در رقم هیستال تعداد دانه‌ها بیشتر و غلاف‌ها درشت‌تر از رقم محلی بود. از آن‌جا که رقم هیستال یک رقم اصلاح‌شده و پُرمحصول بوده و طول غلاف بیشتری نسبت به رقم محلی و کم محصول سرازیری دارد، در نتیجه دارای تعداد دانه در غلاف بیشتری نیز بود.

Abadi & Hashem Sedaghathoor (2006) و Mousavi *et al*, (2014) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا، معنی‌دارنبودن اثر تاریخ کاشت بر تعداد دانه در غلاف را گزارش کردند که با نتایج حاضر همسو می‌باشد. تعداد دانه در غلاف باثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است، به‌طوری‌که روش‌های زراعی و شرایط آب و هوایی اختلاف کمی در تعداد دانه ایجاد می‌نماید. تعداد دانه در هر غلاف به موقعیت غلاف در گیاه بستگی دارد. غلاف‌های میان‌گره‌های پایین حاوی دانه بیشتری بوده و تعداد دانه در غلاف به سمت بالای گیاه کاهش می‌یابد (Koocheki & Banayane Aval, 2004).

بنابراین تعداد دانه در غلاف، ثابت اما الگوی توزیع ماده خشک بین غلاف‌های مختلف تابع مراحل نمو گیاه می‌باشد، به‌طوری‌که غلاف‌هایی که زودتر تشکیل می‌شوند مخازن اصلی در مرحله گلدهی هستند (Koocheki & Khajeh Hoseyni, 1999). به‌علاوه تشکیل غلاف‌های پایین زمانی است که گیاه سطح سبز بیشتری دارد و تولید و انتقال مواد فتوسنتزی بالایی دارد. به همین دلیل غلاف‌های پایین تعداد دانه‌های بیشتر و

[1] Cell Membrane Stability
[2] Shaker

نسبتاً بزرگتری تولید می‌نمایند. از طرفی تأخیر در کاشت در اثر افزایش درجه حرارت باعث کاهش دوره پرشدن دانه و تولید دانه‌های کوچک‌تر شده، اما تعداد دانه در غلاف در درجه حرارت پایین‌تر تشکیل، کاهش محسوسی پیدا نمی‌کند (Abadi & Sedaghathoor, 2006).

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

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

بافت خاک Soil texture	پتاسیم قابل جذب Available potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available phosphor ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن Nitrogen (%)	کربن آلی Organic Carbon (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	عمق Depth (cm)
Clay loam	214	7.2	0.50	0.76	7.4	3.6	0-30

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین تاریخ‌های مختلف کاشت، تاریخ ۲۵ مهر با تولید ۷۱/۴ و تاریخ ۱۰ آذر با ۴۴/۶ تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته بودند (جدول ۴). در بین اجزای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته یکی از مهم‌ترین و درعین‌حال متغیرترین جزء عملکرد دانه است. زیادتر بودن تعداد غلاف در تاریخ کاشت‌های زودتر را می‌توان ناشی از طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی و تولید شاخه‌های فرعی در بوته دانست. از آن‌جایی‌که تعداد غلاف در بوته به تعداد کل گره در بوته و نیز ارتفاع بوته وابسته است، بنابراین تأخیر در کاشت ممکن است سبب کاهش طول دوره رشد، کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، کاهش ارتفاع و به دنبال آن کاهش تعداد غلاف در بوته شود (Salehi *et al*., 2008). همچنین، در یک تحقیق مشخص شد که تاریخ کاشت می‌تواند تعداد غلاف در بوته را تحت تأثیر قرار دهد (El-Degwy *et al*., 2010). مقایسه میانگین ارقام مورد بررسی نشان داد که سرازیری با تعداد ۶۵/۹ غلاف در بوته و رقم هیستال با تعداد ۵۳/۸ غلاف در بوته به‌ترتیب بیشترین و کمترین غلاف در بوته را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳).

وزن صددانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن صددانه تحت تأثیر رقم و تاریخ کاشت قرار گرفت اما اثر متقابل دو عامل، معنی‌دار نبود (جدول ۲). وزن صددانه با تأخیر در کاشت کاهش یافت، به‌طوری‌که در بین تاریخ‌های مختلف کاشت تاریخ ۲۵ مهر با میانگین ۱۲۸/۵ گرم بیشترین وزن صددانه و تاریخ ۱۰ آذر با میانگین ۹۵/۵ گرم کمترین وزن صددانه را دارند (جدول ۴). تأخیر در کاشت به علت کوتاهی دوره رشد و خصوصاً مواجه‌شدن بوته‌ها در دورهٔ پُرشدن دانه با تنش‌هایی مانند خشکی و گرما منجر به کاهش وزن صددانه در بوته می‌گردد(Wajid *et al*., 2002) . مقایسه میانگین نشان داد که در بین ارقام مختلف، بیشترین و کمترین وزن صددانه به‌ترتیب مربوط به رقم هیستال با میزان ۱۱۵/۶ گرم و رقم سرازیری با میزان ۱۰۶/۹ گرم است. (جدول ۳). بیشتربودن وزن صددانه رقم هیستال احتمالاً به دلیل این است که این رقم کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفته است و کمتربودن وزن صددانه رقم سرازیری مربوط به ریزبودن این رقم است که منشأ ژنتیکی دارد. وزن صددانه از با ثبات‌ترین صفات گیاه باقلا محسوب می‌شود. ممکن است دانه‌هایی که در گره‌های انتهایی گیاه یا انتهای غلاف تشکیل می‌شوند، وزن کمتری داشته باشند، اما وزن صددانه از ثبات قابل‌توجهی برخوردار است. به‌طور عمده وزن صددانه متأثر از میزان مواد فتوسنتزی، تعداد دانه و ظرفیت هر دانه می‌باشد، اما ژنوتیپ و شرایط آب و هوایی طی دوره رشد و نمو گیاه نیز بر آن مؤثرند (Khadem Hamzeh *et al*., 2004).

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت و برهمکنش تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت، ولی اثر رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). در تاریخ کاشت ۲۵ مهر، به‌دلیل افزایش طول دوره رشد، گیاه از حداکثر عوامل محیطی استفاده نموده و باعث تولید بیشترین تعداد گل، شاخص سطح برگ و غلاف در بوته گردید؛ در نتیجه گیاه فرصت کافی برای استفاده از مواد فتوسنتزی ساخته‌شده و ذخیره آنها در اندام‌های ذخیره‌ای داشته است. از طرفی دانه‌بستن و رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، به دوره سرما برخورد ننموده و عملکرد در واحد سطح بیشتر شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و رقم بر صفات مورد آزمایش

Table 2. Analysis of variance of sowing date and cultivar effect on traits in experiment

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی df	مجموع مربعات (Sum square)										
		تعداد دانه در غلاف No. seed/pod	وزن صددانه 100 seed weight	عملکرد دانه Grain yield	محتوای رطوبت نسبی برگ Relative water content	پایداری غشاء سلول Cell membrane stability	نیتروژن دانه Grain nitrogen	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Chlorophyll total
تکرار Replication	3	0.40 ^{ns}	402.76 ^{ns}	1205900.62 ^{ns}	210.20 ^{ns}	972.04 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.005^{ns}
تاریخ کاشت Sowing date	4	0.27 ^{ns}	5167.52**	25576867.02**	1454.77*	7604.71**	2.79*	0.42**	0.22**	0.79**
خطای اصلی Error a (Ea)	12	0.95	740.45	2383828.56	1170.70	2468.03	2.26	0.21	0.02	0.21
رقم Cultivar	1	4.69**	752.56*	1453767.26 ^{ns}	1.50 ^{ns}	121.80 ^{ns}	0.99*	0.07 ^{ns}	0.000 9 ^{ns}	0.03^{ns}
تاریخ کاشت × رقم Sowing date × Cultivar	4	0.46 ^{ns}	741.68 ^{ns}	5589832.33*	615.73 ^{ns}	3123.88**	1.89 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.04*	0.44^{ns}
خطای فرعی Error b (Eb)	15	2.62	961.23	6534840.87	2705.70	2438.45	2.74	0.78	0.05	0.81
ضریب تغییرات CV (%)	-	8.9	7.19	21.03	18.27	23.31	11.99	24.53	17.35	18.57

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

جدول۳- مقایسه میانگین اثر رقم بر برخی صفات مورد بررسی در باقلا

Table 3. Mean comparison of effect of cultivar on some faba bean characters

میانگین (Mean)				
نیتروژن دانه (درصد) Grain nitrogen (%)	وزن صددانه (گرم) 100 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته No. pod/plant	تعداد دانه در غلاف No. seed/pod	ارقام Cultivars
3.41^{b}	115.6^{a}	53.8^{b}	5^{a}	هیستال (Histal)
3.73^{a}	106.9^{b}	65.9^{a}	4.4^{b}	سرازیری (Saraziry)

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال خطای ۵ درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column are significantly ($p\leq0.05$) different.

جدول۴- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر برخی صفات مورد بررسی در باقلا

Table 4. Mean comparison of effect of sowing date on some faba bean characters

میانگین (Mean)							
کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) Chlorophyll Total (mg/g fw)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) Chlorophyll a (mg/g fw)	نیتروژن دانه (درصد) Grain nitrogen (%)	محتوای رطوبت نسبی (درصد) Relative water content (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	وزن صددانه (گرم) 100 seed weight (g)	تعداد غلاف در بوته No. pod/plant	تاریخ کاشت Sowing date
1.25^{bc}	0.94^{b}	3.63^{abc}	83.75^{a}	3333.1^{b}	109.9^{bc}	63.1^{a}	۱۰ مهر 10 October
1.46^{a}	1.12^{a}	3.20^{c}	76.08^{ab}	3979.3^{a}	128.5^{a}	71.4^{a}	۲۵ مهر 25 October
1.33^{ab}	0.88^{b}	3.37^{bc}	69.58^{b}	3849.4^{a}	117.5^{b}	67.0^{a}	۱۰ آبان 10 November
1.13^{dc}	0.86^{b}	3.68^{ab}	71.71^{b}	2723.8^{c}	105.9^{c}	53.2^{b}	۲۵ آبان 25 November
1.07^{d}	0.84^{b}	3.96^{a}	66.32^{b}	1806.2^{d}	94.5^{d}	44.6^{c}	۱۰ آذر 10 December

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمالی ۵ درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column are significantly ($p\leq0.05$) different.

جدول ۵- برش‌دهی اثر برهمکنش تیمارها در تاریخ کاشت‌های مختلف بر عملکرد دانه، پایداری غشاء سلول و کلروفیل b

Table 5. Slice of interaction treatments in different sowing dates on grain yield, cell membrane stability and chlorophyll b

کلروفیل b Chlorophyll b	پایداری غشاء سلول Cell Membrane Stability	عملکرد دانه Grain yield	درجه آزادی df	تاریخ کاشت Sowing date
0.004^{ns}	578.00^{ns}	191992^{ns}	1	۱۰ مهر 10 October
0.006^{ns}	1095.12^{*}	870322^{ns}	1	۲۵ مهر 25 October
0.01^{*}	1482.40^{**}	1970847^{*}	1	۱۰ آبان 10 November
0.005^{ns}	75.03^{ns}	3039099^{*}	1	۲۵ آبان 25 November
0.015^{*}	15.12^{ns}	971339^{ns}	1	۱۰ آذر 10 December

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال خطای پنج و یک درصد

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

قبلاً نیز تحقیقات نشان داده است عملکرد دانه در باقلا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار داشت؛ به این معنی که تأخیر در کاشت در کنار کاهش طول دوره رشد رویشی سبب گل‌انگیزی زودتر از موعد مناسب گیاه شد که به نوبه خود کاهش تجمع ماده خشک، کاهش تعداد غلاف و شاخه در بوته و در نهایت کاهش عملکرد را در پی داشت (Lopez-Bellido *et al.*, 2008).

براساس نتایج برش‌دهی اثر تیمارها، بین ارقام در تاریخ کاشت‌های متفاوت، به‌جز تاریخ کاشت سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نشان داد که در تاریخ ۱۰ آبان عملکرد دانه رقم هیستال، به میزان ۲۲/۸ درصد بیشتر از رقم سرازیری بود؛ در حالی‌که در تاریخ ۲۵ آبان نتایج متفاوت و عملکرد دانه مربوط به رقم سرازیری ۳۴/۹ درصد بیشتر از رقم هیستال بود

(جدول ۶). برای تفسیر تفاوت‌های عملکرد بذر در تاریخ‌های کاشت و ارقام مختلف باید به تغییرات اجزای عملکرد، به‌موازات تأخیر در کاشت، همچنین تفاوت‌های ژنتیکی ارقام در این موارد توجه کرد.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم بر عملکرد دانه، پایداری غشاء سلول و کلروفیل b

Table 6. Mean comparison of interaction effect of sowing date × cultivar on grain yield, cell membrane stability and chlorophyle b

تیمار Treatment		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	پایداری غشاء سلول (درصد) Cell membrane stability (%)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) Chlorophyll b (mg/g fw)
تاریخ کاشت Sowing date	رقم Cultivar			
۱۰ مهر 10 October	هیستال (Histal)	3178.23 a	70.17 a	0.32 a
	سرازیری (Saraziry)	3488.06 a	87.17 a	0.28 a
۲۵ مهر 25 October	هیستال (Histal)	3649.46 a	56.70 b	0.37 a
	سرازیری (Saraziry)	4309.13 a	72.30 a	0.31 a
۱۰ آبان 10 November	هیستال (Histal)	4345.7 a	48.75 b	0.41 b
	سرازیری (Saraziry)	3353.01 b	65.97 a	0.49 a
۲۵ آبان 25 November	هیستال (Histal)	2107.45 b	45.55 a	0.30 a
	سرازیری (Saraziry)	3240.15 a	40.42 a	0.25 a
۱۰ آذر 10 December	هیستال (Histal)	1457.76 a	37.52 a	0.28 a
	سرازیری (Saraziry)	2154.66 a	33.27 a	0.19 b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

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

رطوبت نسبی برگ

از نظر صفت محتوای رطوبت نسبی برگ، اختلاف معنی‌داری بین سطوح تاریخ کاشت در سطح احتمالی پنج‌درصد وجود داشت، ولی بین رقم و اثر متقابل تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین محتوای رطوبت نسبی برگ مربوط به تاریخ ۱۰ مهر با میانگین ۸۳/۷درصد بود و کمترین محتوای رطوبت نسبی برگ را تاریخ ۱۰ آذر با میانگین ۶۶/۳درصد به‌خود اختصاص داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد تأخیر در کاشت باعث مصادف‌شدن مرحله گلدهی گیاه با درجه حرارت بالا و بروز تنش گرما و درنتیجه کاهش طول دوره رشد گیاه خواهد شد که به همین دلیل محتوای رطوبت نسبی برگ کاهش یافت. Wahid *et al*. (2007) گزارش کردند که کاهش رطوبت نسبی برگ ناشی از افزایش تبخیر و تعرق در اثر افزایش دمای محیط و کاهش آب برگ بود. محتوای نسبی آب برگ با توجه به نوع گیاه، نیاز تبخیری و سایر شرایط اتمسفری و محیطی می‌تواند متفاوت باشد. کاهش رشد و فعالیت ریشه و افزایش میزان تبخیر و تعرق از جامعه گیاهی از عوامل مؤثر در کاهش محتوای رطوبت نسبی شناخته شده است (Hassanzadeh *et al*., 2008).

پایداری غشاء سلول

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر تاریخ کاشت و اثر متقابل تیمارها بر پایداری غشاء سلول در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس نتایج برش‌دهی، تنها در تاریخ کاشت دوم و سوم تفاوت بین دو رقم از لحاظ میزان پایداری غشاء سلول دیده شد (جدول ۵)؛ به‌طوری‌که در تاریخ ۲۵ مهر و ۱۰ آبان میزان پایداری غشاء سلول‌های رقم سرازیری به‌ترتیب به میزان ۲۱/۶ و ۲۶/۱ درصد بیشتر از رقم هیستال بود. از طرف دیگر، در سایر تاریخ‌های کاشت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین دو رقم مورد بررسی مشاهده نشد (جدول ۶). در تاریخ کاشت دوم و سوم احتمالاً رقم سرازیری دارای مقاومت به خشکی بیشتری بوده در نتیجه میزان پایداری غشاء سلول بالاتری داشت. تحت تنش خشکی و گرما، غشاء سلولی پایداری خود را از دست داده و در صورت قرارگرفتن برگ در یک محیط آبی، مواد محلول از سلول‌های آن تراوش می‌یابد، لذا پایداری غشاء به‌وسیله ارزیابی تراوش یون‌ها از آن تعیین می‌شود (Sanchez-Rodrıguez *et al*., 2010).

نیتروژن دانه

نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت روی درصد نیتروژن دانه نشان می‌دهد که بیشترین درصد نیتروژن دانه در

تاریخ ۱۰ آذر و کمترین آن در تاریخ ۲۵ مهر، به‌ترتیب برابر با ۳/۷ و ۳/۲ بوده است (جدول ۴). Naseri *et al*. (2011) در نخود و Masoudi Kia & Azizi (2008) در لوبیا گزارش کردند که درصد نیتروژن دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرد و با تأخیر در کاشت به علت کاهش طول دوره رشد، درصد نیتروژن دانه افزایش یافته است. مقایسه میانگین ارقام نشان داد که بیشترین نیتروژن دانه مربوط به رقم سرازیری با میانگین ۳/۷ درصد و کمترین مربوط به رقم هیستال با میانگین ۳/۴ درصد بود که این به شرایط ژنتیکی رقم مربوط می‌شود (جدول ۳). نتایج این آزمایش با گزارشات Masoudi Kia & Azizi, 2008) که اعلام نمودند بین ارقام آزمایشی لوبیا، از نظر درصد نیتروژن دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت مطابقت دارد.

کلروفیل a، b و کُل

داده‌های تجزیه واریانس جدول۲ گویای معنی‌داربودن اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال یک‌درصد بر کلروفیل a بود. حفظ کلروفیل در برگ جوان و دو برگ زیرین آن باعث تأخیر در پیری برگ و بالارفتن عمر ماندگاری آن شد که بر انتقال مواد فتوسنتزی به دانه در طی پُرشدن دانه تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای داشت. در نتیجه، هرچه غلظت کلروفیل برگ بیشتر باشد، عمر ماندگاری برگ بیشتر شده و مواد پرورده را در مدت زمان طولانی‌تری به دانه‌ها می‌فرستد؛ بنابراین سرعت پرشدن دانه کندتر و دوره پرشدن دانه‌ها طولانی‌تر می‌شود. در نتیجه، با انتخاب تاریخ کاشت مناسب مراحل مختلف رشد گیاه با شرایط مطلوب محیطی منطبق شده که این امر سبب افزایش راندمان فتوسنتز و در نتیجه ذخیره مطلوب مواد فتوسنتزی در دانه‌ها می‌گردد که با اظهارات Rezvani Moghadam *et al*., 2008) مطابقت دارد. براساس نتایج مقایسه میانگین، تاریخ ۲۵ مهر با میانگین ۱/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیشترین کلروفیل a را نشان داد و تاریخ ۱۰ آذر با میانگین ۰/۸۳میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر، کمترین مقدار کلروفیل a را به‌خود اختصاص داد که با تاریخ کاشت‌های اول، سوم و چهارم در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۴). EL-Metwally *et al*, (2013) در بررسی اثر تاریخ کاشت روی عملکرد و اجزای عملکرد باقلا به این نتیجه رسیدند که با تأخیر در کاشت، میزان کلروفیل a کاهش یافت. ایشان گزارش کردند که تنش گرما با تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم نیتروژن در گیاه، میزان کلروفیل برگ را کاهش داده است. نتایج برش‌دهی اثر متقابل تیمارها نشان داد که میزان کلروفیلb دو رقم در تاریخ کاشت سوم و پنجم تفاوت معنی‌داری داشت؛ اما تفاوتی بین ارقام در تاریخ کاشت‌های اول، دوم و چهارم مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل مناسب بودن تاریخ کاشت برای این دو رقم در این شرایط بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی نشان داد که در تاریخ ۱۰ آبان میزان کلروفیل b رقم سرازیری به میزان ۱۶/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر بیشتر از رقم هیستال بود؛ ولی در تاریخ ۱۰ آذر میزان کلروفیل b رقم هیستال به میزان ۳۲/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر بیشتر از رقم سرازیری بود (جدول ۶). مطابق جدول۶ همزمان با تأخیر در کاشت، میزان کلروفیل b کاهش یافت که با گزارشات Sadeghipoor & Aghai (2011) مطابقت دارد. اثر تاریخ کاشت بر کلروفیل کل در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس مقایسات میانگین، بیشترین میزان کلروفیل کل از تاریخ کاشت ۲۵ مهر با میانگین ۱/۴۶ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر حاصل شد. با تأخیر در کاشت میزان آن کاهش یافت، به‌طوری‌که کمترین مقدار آن از تاریخ کاشت ۱۰ آذر به‌دست آمد (جدول ۴). احتمالاً تأخیر در کاشت، سبب کاهش سطح برگ شده و در نتیجه کلروفیل کل در تاریخ کاشت دیرهنگام کمترین مقدار را داشت. Pezeshkpour *et al*. (2007) گزارش نمودند، تأخیر در کاشت و مواجهه گیاه با خشکی انتهایی، به دلیل هیدرولیز پروتئین‌های تیلاکوئیدی، میزان کلروفیل a، b و کل را کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که کلروفیل b را با شدت بیشتری نسبت به کلروفیل a کاهش داد. از سوی دیگر با تأخیر در تاریخ کاشت شاخص سطح برگ و تداوم سطح برگ در دوره زایشی کاهش می‌یابد و در نهایت سبب کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در دوره زایشی می‌گردد. این کاهش را می‌توان با کاهش کلروفیل کل در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام به‌خوبی مشخص نمود.

نتیجه‌گیری

انتخاب بهترین تاریخ کاشت به عنوان یک عامل به‌زراعی تأثیرگذار بر اجزای عملکرد و صفات فیزیولوژیکی گیاه شناخته شده است، به‌طوری‌که با تغییر این ویژگی‌ها به‌وسیله تاریخ کاشت، محصول تولیدی نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. همان‌گونه که از نتایج آزمایش حاضر استنباط می‌شود، تاریخ کاشت ۲۵ مهر و ۱۰ آذر به دلیل انطباق با شرایط آب و هوایی منطقه اجرای آزمایش و بهره‌برداری بهینه از نهاده‌های تولید، از وزن صددانه، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، کلروفیل a و کل نسبتاً بالاتری برخوردار بود. همزمان با تأخیر در کاشت صفات تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه، عملکرد دانه، محتوای رطوبت نسبی، پایداری غشاء سلول و غلظت کلروفیل کاهش یافتند. در بین ارقام باقلا مورد بررسی نیز رقم هیستال با

دارابودن بیشترین تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه، بیش‌ترین عملکرد دانه را با ۴۳۴۵/۷ کیلوگرم در هکتار به‌خود اختصاص داد. در مجموع در این آزمایش می‌توان برای رقم هیستال ۱۰آبان و برای رقم سرازیری ۲۵مهر را به عنوان تاریخ کاشت مناسب دانست؛ زیرا در این تاریخ بیشترین عملکرد دانه به‌دست آمده و در کاشت‌های دیر عملکرد کاهش پیدا کرد.

منابع

1. Adamsen, F.J., and Coffelt, T.A. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield and oil content of rape and crambe cultivars. Crop Science 21: 293-307.
2. Ashraf, M.Y., Azmi, A.R., Khan, A.H., and Ala, S.A. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and cholorophyll content in wheat. Actavphysiologiae Plantarum 16(3): 185-191.
3. Dekot, T., Tsoner, T., and Yordanov, I. 2000. Effects of water stress and high temperature stress on the structure and activity of photosynthetic apparatus of zea mays and *Helianthus annuus*. Photosynthetica 38: 361-366.
4. El-Degwy, I.S., Glelah, A.A., Galaly, A.E.L., and Marwa, K. 2010. Performance of some faba been cultivars as influenced by sowing date and broomrape control. Journal of Agricultural Research 36: 292-313.
5. EL-Metwally, I.M., El-Shahawy, T.A., and Ahmed, M.A. 2013. Effect of sowing dates and some broomrape control treatments on faba bean growth and yield. Journal of Applied Sciences Research 9(1): 197-204.
6. Fathi, G., Enayate Gholizdeh, M.R., and Razzaz, M. 2012. Response of yield and yield components of rapeseed cultivars and planting dates to heat. Journal of Plant Physiology 4(13): 21-36. (In Persian).
7. Hashem Abadi, D., and Sedaghathoor, Sh. 2006. Study of mutual effect of the sowing date and plant density on yield and yield components of winter *Vicia faba* L. Journal of Agricultural Sciences 12(1): 135-141. (In Persian with English Summary).
8. Hassanzadeh, R.L., Chavoshi, Q., Madani, H., and Asgari, A.H. 2008. Evaluation of the use of manure and irrigation management to increase water use efficiency in corn (*Zea mays* L.) KSC 704. The new findings Agriculture 3: 225-237. (In Persian).
9. Johnson, B.L., Mackay, K.R., Schneiter, A.A., Hanson, B.K., and Schatz, B.G. 1995. Influence of planting date on canola and Crambe production. Agronomy Journal 8: 594-599.
10. Khadem Hamzeh, H.R., Karimi, M., Rezaie, A., and Ahmadi, M. 2004. Effect of plant density and planting date on agronomic characteristic, yield and yield components in soybean. Iranian Journal of Agricultural Science 35(3): 357-367. (In Persian).
11. Khajehpour, M.R. 2009. Principles of Agriculture. Jahad Daneshghahi, Esfahan, Iran. 386 pp.
12. Koocheki, A., and Banayane Avval, M. 2004. Agriculture Cereal. Jahad Daneshghahi Mashhad Press. 236 pp. (In Persian).
13. Koocheki, A., and Khajeh Hoseyni, M. 1999. Modern Agriculture. Jahad Daneshghahi Mashhad Press. 635 pp. (In Persian).
14. Lopez-Bellido, F.J., Lopez-Bellido, R.J., Kasem Khalil, S., and Lopez-Bellido, L. 2008. Effect of planting date on winter kabuli chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean conditions. Agronomy Journal 100(4): 957-964.
15. Luts, S., Kinet, J.M., and Bouhanmont, J. 1996. Nacl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany 78: 389-398.
16. Mahlooji, M., Mousavi, F., and Karimi, M. 1999. Effects of water stress and planting date on yield and yield components of bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 4(1): 57-67. (In Persian).
17. Masoudi Kia, A., and Azizi, Kh. 2008. Effects of sowing date and plant density on yield and its components and percentage of seed protein in cultivars of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agricultural Science 1(2): 1-14. (In Persian with English Summary).

18. Mirzargar, N., Rahimpoor, A., and Abas Nezhad, Gh. 2011. Report of foreign varieties of beans (*Vicia faba* L.) compared to native culture. Ministry of Agriculture, Mazandaran Province. 6 pp. (In Persian).
19. Mitchell, R.A., Mitchell, V.J., and Lawlor, D.W. 2001. Response of wheat canopy CO_2 and water gasexchange to soil water content under ambient and elevated CO_2. Global. Change Biology 7: 599-611.
20. Mousavi, Gh., Seghatoleslami, M.J., and Delarami, M.R. 2014. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* cv. Sistan). Annual Research & Review in Biology 4(1): 296-305.
21. Naseri, R., Siadat, S.A., Soleymani Fard, A., Soleymani, R., and Khosh khabar, H. 2011. Effects of planting date and density on yield, yield components and protein content of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions in Ilam province. Iranian Journal of Pulses Research 2(2): 7-18. (In Persian with English Summary).
22. Pezeshkpour, P., Ahmadi, A.R., and Daneshvar, M. 2007. Effect of sowing date on yield and yield components of leaf chlorophyll index and light interception in the bottom of the canopy. Proceedings of the National Conference on the Legumes. Institute of Plant Sciences. Ferdowsi University of Mashhad. 210-211.
23. Rezvani Moghadam, P., Broumnd Rezazadeh, Z., Mohammad Abadi, A.A., and Sharif, A. 2008. Effect of planting dates and different fertilizer treatments on yield, yield components and seed oil castor oil plant. Journal of Agricultural Research 6(2): 303-313. (In Persian).
24. Robertson, M.J., Holland, J.F., and Bambach, R. 2004. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of north-eastern Australia. Australia Journal of Experimental Agricultural 44: 43-52.
25. Sadeghipour, A., and Aghaei, P. 2011. Effect of different sowing dates on chlorophyll content, intercepted radiation and leaf area index of chickpea genotypes. Journal of Agricultural Research 3(1): 25-39. (In Persian with English Summary).
26. Salehi, M., Akbari, R., and Khorshidi Benam, M.B. 2008. Responses of yield and yield components of Red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 43(1): 105-115. (In Persian).
27. Sanchez-Rodrıguez, E., Rubio-Wilhelmi, M., Cervilla, L.M., Blasco, B., Rios, J.J., Rosales, M.A., Romero, L., and Ruiz, J.M. 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. Plant Science 178: 30-40.
28. Sandhu, T.S., Gumber, R.K., Bhullar, B.S., and Bhatia, R.S. 1989. Genetical analysis of grain protein, grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal Research Punjab Agriculture University.
29. Shahsavari, M.R., Rezaei, A., and Khajehpour, M.R. 1993. Effect of planting date on yield and yield components of beans. Journal of Agricultural Science and Technology 24(1): 53-63. (In Persian).
30. Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental and Experimental Botany 61: 199-223.
31. Wajid, A., Hussain, A., Maqsood, M., Ahmad, A., and Awais, M. 2002. Influence of sowing date and irrigation levels on groth and grain yield of wheat. Pakestan Journal of Agricultural Sciences 39(1).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 47-58

The effect of different sowing dates on physiological characteristics of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in Khouzestan Ramin

Hasanvand[1*], H., Siadat[2], S.A., Moraditelavat[3], M.R., Mousavi[4], S.H. & Karaminejad[5], A.

1- MSc. Student of Agronomy, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Khuzestan
2- Professor, Department of Agronomy, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Khuzestan
3- Assistance Professor, Department of Agronomy, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Khuzestan
4- Department of Agronomy, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Khuzestan
5- Department of Agronomy, Agriculture, Azad University of Dezful

Received: 29 November 2014
Accepted: 26 March 2015

Introduction

Determining the proper time for planting under different climate depends on the factors such as rainfall, temperature and length of day which are the most important aspects of crop production. Its importance is because of the severity of these effects on different genotypes to achieve potential production. Because different genotypes respond differently to planting delays. Sowing date usually interacts with other agricultural management. The goal of this study is to find the perfect time to plant so that environmental factors occurring be favorable for germination, seedling establishment and maintenance of the plant and as far as possible, the plant is faced with a decent condition at any stage of growth. In general, higher growth and higher performance is linked to early sowing date.Appropriate integration of crops and varieties are desirable in order to achieve maximum performance. In general, due to the potential capacity for bean cultivation in the Khuzestan region and lack of adequate information concerning the proper sowing date in the area, this research focuses on the effect of delayed sowing dates on physiological features of bean cultivars (*Vicia faba* L.) in Khuzestan.

Materials and Methods

The experiment was conducted in 2013-2014 at the Research Center of Agriculture and Natural Resources University of Ramin in Khuzestan. The region located on 31 degrees 36 minutes north and 48 degrees 53 minutes east, and with a height of 20 meters above sea level and is considered as arid and semi-arid areas. The average rainfall is 169 mm. The experiment was conducted as split-plot arrangement based on randomized complete block design with four replications. Treatments included five sowing dates as the main factor (October 10, October 25, November 10, November 25 and December 10) and two Faba bean varieties (Hystal and Saraziry) was considered as sub plots. To determine the functional components, 10 plants were randomly marked out of each plot and yield components including grains per pod, number of pods per plant and hundred grain weight were measured.

Results and Discussion

The results showed that all features apart from the number of grain per pod were significantly influenced by sowing dates. Also, the two varieties showed significant differences in terms of the number of grain per pod, number of pods per plant, grain weight and grain nitrogen. Significant differences were found through the interaction of treatments for the features of grain yield, cell membrane stability and chlorophyll-b. The highest grain yield was obtained by second and third sowing date, with an average of 3979.3 and 3849.4 kg per hectare respectively, and the lowest yield was shown at the fifth planting date (1806.2 kg per hectare).

Conclusions

It can be deduced from the results that the sowing dates October 25 and December 10 seem more productive in features like grain weight, number of pods per plant, grain yield and chlorophyll due to the better adaption to climate conditions. Meanwhile, late sowing date caused to decrease the number of pods per plant, grain weight, grain yield, relative water content, cell membrane stability and chlorophyll. Comparing different types of bean revealed that Hystal cultivar had better yield with the highest number of

* **Corresponding Author:** h1167.hasanvand@gmail.com, Mobile: 09165089288

grain per pod, grain weight, and a grain per yield of 4345.7 kg/ha. In general, present study showed that the best planting date is November 10 for Hystal cultivar, and October 25 for Saraziry.

Key words: Cell membrane stability, Chlorophyll a, b, Delay sowing dates, Grain nitrogen

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۷۲-۵۹، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 59-72

اثر تغذیهٔ روی بر برخی صفات فیزیولوژیک نخود (*Cicer arietinum* L.) در تنش کم‌آبی

نادر دادخواه[۱]، علی عبادی[۲]، قاسم پرمون*[۱]، عبدالقیوم قلی‌پوری[۲] و سدابه جهانبخش[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی

۲ و۳- به‌ترتیب دانشیار و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۴

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر کم‌آبی و محلول‌پاشی سولفات روی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک نخود آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح آبیاری (آبیاری در زمان کاشت؛ آبیاری در زمان کاشت و قبل از گلدهی؛ و آبیاری در زمان کاشت، قبل از گلدهی و غلاف‌دهی) و سه سطح محلول‌پاشی روی (صفر، ۳ و ۶ کیلوگرم روی در هکتار به‌صورت سولفات روی) در دو مرحله ۱۵ و ۲۵ روز پس از کاشت بود. نتایج نشان داد کم‌آبی موجب افزایش میزان پرولین، لیزین، قندهای محلول و کاهش متیونین، پروتئین و پتانسیل اسمزی شد. محلول‌پاشی با ۶ کیلوگرم در هکتار سولفات روی سبب افزایش میزان پرولین، پروتئین، قندهای محلول و پتانسیل اسمزی شد، ولی بر میزان لیزین و متیونین تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد همبستگی صفات با افزایش مدت زمان بعد از اعمال تنش بیشتر می‌شود، به‌طوری‌که در ۳۳ روز بعد از تنش، تنها پرولین و در ۷۵ روز همه صفات با پتانسیل اسمزی همبستگی معنی‌دار داشتند. نتایج معادلات رگرسیونی نیز نشان داد در مراحل اولیه نمونه‌برداری میزان پرولین بیشترین سهم را در پیش‌بینی میزان پتانسیل اسمزی داشت، ولی با گذشت زمان سهم لیزین و متیونین و پروتئین‌ها در پیش‌بینی پتانسیل اسمزی افزایش پیدا کرد. به‌طور کلی می‌توان گفت تنش میزان پتانسیل اسمزی را کاهش داده و در این شرایط تولید متابولیت‌های ثانویه افزایش یافت. در بین متابولیت‌های ثانویه، پرولین بیشترین حساسیت را به تنش داشت و در سطوح پایین تنش تولید آن جهت تنظیم اسمزی مناسب می‌باشد، ولی با شدت‌یافتن تنش گیاه از متابولیت‌هایی مانند لیزین و متیونین نیز جهت تنظیم اسمزی استفاده می‌کند.

واژه‌های کلیدی: پرولین، قندهای محلول، لیزین، همبستگی

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) در بین حبوبات، سومین گیاه مهم است که در جنوب آسیا، خاورمیانه و شرق آفریقا به‌طور گسترده‌ای کشت می‌شود. عمده مناطق تولید نخود در نقاط خشک و نیمه خشک قرار دارند و حدود ۹۰ درصد از نخود جهان در شرایط دیم تولید می‌شود. تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد نخود به حساب می‌آید (Sabaghpour, 2004). کم‌آبی یکی از عوامل محدودکننده تولیدات گیاهان زراعی است، علت اصلی تنش آب در گیاه افزایش میزان تلفات آب یا کافی نبودن میزان جذب آب و یا ترکیبی از هر دو است که موجب افزایش تلفات آب ناشی از تعرق در مقایسه با آب جذب شده توسط ریشه‌ها می‌شود (Hajebi & Hidary Sharifabady, 2005). در چنین شرایطی گیاه به‌منظور ادامه جذب آب، از طریق تجمع ترکیبات اسمزی از جمله پرولین و کربوهیدرات‌های محلول، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهد (Zhang *et al.,* 1999). تنظیم اسمزی یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌های تحمل خشکی در گیاهان است و به‌واسطه کاهش پتانسیل اسمزی از طریق تجمع املاح در سلول‌های گیاه با حفظ پتانسیل آماس سلول‌ها به توسعه سلولی و رشد گیاه در شرایط تنش کمک می‌کند (Mansour *et al.,* 2005). پرولین یک مولکول آلی است که در گیاهان تحت تنش به‌عنوان محافظ ماکرومولکول‌ها (پروتئین‌ها و غشاها)، منبع انرژی و حتی ترارسان علامت در تنش عمل می‌کند (Rahnama & Ebrahimzadeh, 2004). پرولین قادر به محافظت از پروتئین‌ها و افزایش فعالیت‌های مختلف آنزیمی است و همچنین در پایداری ساختارهای غشاها و پروتئین‌ها، خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و تنظیم پتانسیل اکسید و احیایی در شرایط تنش نقش دارد (Szabados & Savoure, 2009). قندهای محلول، دسته دیگری از محافظت‌کننده‌های اسمزی هستند که در پاسخ به تنش

*نویسنده مسئول: ghasem.parmoon@gmail.com

خشکی وضعیت آنها در برگ‌ها شروع به تغییر می‌کند و این امر ممکن است به‌عنوان یک سیگنال متابولیک عمل کند (Pagter *et al.,* 2005). قندهای محلول باعث ممانعت از چسبندگی غشاهای مجاور در طول دوره تنش، نگهداری لیپیدها، پایداری پروتئین‌ها و تنظیم بیان ژن می‌شوند (Ho *et al.,* 2001). سنتز پروتئین‌ها یکی از اصلی‌ترین عوامل در رشد سلول‌ها محسوب می‌گردد. بنابراین تنش خشکی که موجب توقف سنتز پروتئین‌ها می‌گردد، باعث کاهش رشد نیز خواهد شد. تخریب پروتئین‌ها و انباشت برخی اسیدآمینه‌های آزاد در جهت حفظ و تنظیم پتانسیل اسمزی سلول و کاهش سنتز پروتئین در شرایط تنش خشکی نیز مشاهده شده است. مقدار پروتئین بافت‌های گیاه تحت شرایط خشکی یا شوری به دلیل افزایش پروتئولیز و کاهش سنتز پروتئین کاهش می‌یابد (Moran *et al.,* 1994).

متیونین نیز یکی دیگر از اسیدهای آمینه است که به‌عنوان اسید آمینه‌های ضروری غیرقطبی طبقه‌بندی و به همراه سیستئین یکی از دو اسید آمینه حاوی سولفور می‌باشد. متیونین به‌عنوان یک واسطه در بیوسنتز سیستئین، کارنتئین، تورین، لستین، فسفولیپیدها دارای نقش بوده و همچنین به‌عنوان پیش‌ساز هورمون اتیلن در تنظیم حرکات روزنه‌ای برگ مؤثر است. متیونین به‌عنوان باقی‌مانده پروتئین‌های اکسیدشده، می‌تواند توسط رایکال‌های فعال اکسیژن تولیدشده در سیستم‌های بیولوژیک تولید شود (Refsum *et al.,* 1998; Vogt, 1995). همچنین لیزین در تنظیم بازشدن روزنه‌های برگ، در تندش دانه‌های گرده و در سنتز کلروفیل کاربرد دارد که می‌تواند نقش مهمی در افزایش تحمل گیاه به تنش ایفا کند (Najafy *et al.,* 2013).

عنصر روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزور فعال‌کننده و یا ساختمانی دارد و در گیاه در ساخته‌شدن و تخریب پروتئین‌ها دخالت دارد. روی از عناصر کم‌مصرف ضروری است که برای رشد طبیعی و باروری گیاهان زراعی ضروری است (Brown *et al.,* 1993). Marschner (1995) بیان کرد که عنصر روی نقش بسیار مهمی در سنتز پروتئین و کربوهیدرات‌ها، اعمال متابولیکی سلول، محافظت از غشاء در مقابل رادیکال‌های آزاد اکسیژن و سایر فرآیندهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش‌ها دارد.

نتایج پژوهش‌ها نشان داد تنش خشکی و کاربرد سولفات روی سبب افزایش میزان پروتئین و عناصر غذایی در ذرت شد (Sajedi & Rjay, 2011). Thalooth *et al,* (2005) نشان دادند که محلول‌پاشی عنصر روی، اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان داشت. Aziz zade Firozy *et al.* (2004) گزارش نمودند کاربرد روی موجب افزایش روی، آهن و پروتئین در دانه گندم گردید. Marschner (1995) گزارش کرد در اثر مصرف آهن و روی در ذرت، مقدار نشاسته و پروتئین دانه افزایش و با افزایش کربوهیدرات وزن هزاردانه، تعداد دانه و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافت. نتایج نشان داد تنش کمبود آب سبب افزایش غلظت پرولین و کل کربوهیدرات‌های محلول در نخود گردید، به‌گونه‌ای‌که محتوای پرولین و کل کربوهیدرات‌های محلول در سطح ۲۵درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب ۳۲ و ۲ برابر افزایش یافت (Samen *et al.,* 2011). با توجه به مطالب بیان شده هدف از این مطالعه بررسی نقش برخی از متابولیت‌های سازگاری در تنظیمات سلول‌های برگ نخود در شرایط تنش و نقش محلول‌پاشی روی در این تغییرات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و آزمایش آزمایشگاهی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا گردید. فاکتور اول، به‌صورت سه سطح آبیاری (۱- آبیاری در زمان کاشت، ۲- آبیاری در زمان کاشت و قبل از گلدهی، ۳- آبیاری در زمان کاشت، قبل از گلدهی و غلاف‌دهی) و فاکتور دوم، سه سطح محلول‌پاشی روی (صفر، ۳ و ۶ کیلوگرم روی در هکتار به‌صورت سولفات روی) در دو مرحله ۱۵ و ۲۵ روز پس از کاشت، درنظر گرفته شدند.

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در ۱۰کیلومتری شرق اردبیل با مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و دارای میانگین بارندگی سالانه ۴۰۰ میلی‌متر اجرا شد. خصوصیات خاک‌شناسی منطقه طبق آزمون خاک در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک، شوری ۰/۴۱ دسی زمینس بر متر، pH خاک ۷/۶۲، درصد اشباع خاک ۵۴/۹، کربنات کلسیم معادل ۱/۲۵ درصد، کربن آلی ۲۹ درصد، نیتروژن کل ۰/۱۵۴ درصد، فسفر قابل جذب ۸/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم، روی ۰/۵۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم، رس ۳۷/۵ درصد، سیلت ۲۲/۵ درصد، شن ۴۰ درصد و بافت خاک لوم رسی بود. مزرعه در پاییز شخم عمیق زده شد و در بهار عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل شخم سطحی، دیسک‌زنی و همچنین کرت‌بندی انجام شد. بذور از نوع توده محلی بیونیج، از ایستگاه تحقیقات کرمانشاه تهیه شد و با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع کشت شد. هر کرت آزمایشی به مساحت ۸ مترمربع بود، در هرکرت ۵ ردیف نخود

با فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر کشت گردید. در طول دوره رشد، کنترل علف‌های هرز چندین‌بار به‌طریق دستی انجام شد. به‌منظور مبارزه با آفت هلیوتیس، گیاهان با سم مالاتیون به نسبت دو در هزار سمپاشی شدند.

پتانسیل اسمزی براساس هدایت الکتریکی در ۷۵ روز بعد از اعمال تنش اندازه‌گیری شد. در این روش یک گرم بافت برگ را پس از له‌کردن، با آب مقطر، به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و EC آن در دمای ۲۵°C درجه سلسیوس قرائت شد. محتوای آب یک گرم دیگر از برگ‌های نمونه هم با قراردادن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت به‌دست آمد. با استفاده از معادلات زیر پتانسیل اسمزی محاسبه گردید (Janardhan & Krishnamorthy, 1975).

$$Df^{1}=\frac{\text{وزن ماده}\times 25}{\text{مقدار آب موجود در یک گرم بافت برگی}}$$

$$OP^{2}=\frac{\text{EC (در دمای ۲۵)}\times 0.0836\times Df}{0.672}$$

میزان پرولین، لیزین، متیونین، قندهای محلول و پروتئین در سه مرحله ۳۳، ۵۵ و ۷۵ روز بعد از اعمال تنش اندازه‌گیری شد. استخراج پرولین از جوان‌ترین برگ‌ها صورت گرفت. در این روش مقدار یک گرم بافت برگی در ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳/۳٪ ساییده و سپس با سرعت ۴۰۰۰ دور بر دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید و به ۲میلی‌لیتر از عصاره حاصل، ۲ میلی‌لیتر معرف ناین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید اسیتیک گلاسیال خالص اضافه گردید. لوله‌ها به مدت یک ساعت در بن‌ماری قرار گرفته و پس از اضافه‌کردن ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هرکدام از لوله‌ها، به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه ورتکس گردیدند. پس از تشکیل دو فاز جداگانه، فاز بالایی رنگی، در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد (Bates *et al.*, 1973). استخراج قندهای محلول با استفاده از روش فنل سولفوریک (Irigoyen *et al.*, 1992) صورت گرفت. در این روش ۰/۲گرم از برگ‌ها پودر شده با ۲ میلی‌لیتر بافر سدیم فسفات (pH=۷) ساییده و با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. از محلول روشناور ۱۰ میکرولیتر برداشته و به آن ۹۹۰ میکرولیتر آب مقطر افزوده شد. به ۰/۵میلی‌لیتر از محلول حاصل، ۰/۵ میلی‌لیتر فنل ۵٪ (محلول آبی) و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک (۹۸٪) اضافه گردید و جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۹۰ نانومتر صورت گرفت.

استخراج پروتئین کل از برگ به روش برادفورد انجام گرفت. در این روش ۰/۱ گرم برگ را با ۱ میلی‌لیتر بافر استخراج، له نموده سپس نمونه‌ها با استفاده از سانتریفیوژ (۱۱۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ سانتی‌گراد) به مدت ۲۱دقیقه سانتریفیوژ شدند. در ادامه در هر لوله آزمایش ۵میلی‌لیتر محلول برادفورد و ۹۹۰ میکرولیتر بافر استخراج افزوده و سپس به هرکدام۱۰میکرولیتر عصاره افزوده و بعد از به‌هم زدن میزان جذب در طول ۵۹۵ نانومتر قرائت شد (Bradford, 1976). اندازه‌گیری لیزین و متیونین با استفاده از روش Ferrel *et al,* (1969) صورت گرفت. در این روش ۰/۵گرم نمونه را در۵۰میلی‌لیتر از هیدروکلریک اسید (۰/۱نرمال) حل کرده آن را با آب به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و صاف‌کرده و سپس نیم میلی‌لیتر از آن را با گلیسرول (۵۰٪)، ۲ میلی‌لیتر از بافر فسفات (pH=6) و ۱ میلی‌لیتر نین‌هیدرین حل و به مدت ۳۰ دقیقه در آب جوش ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و جذب لیزین درطول موج ۵۷۰ نانومتر قرائت شد. برای اندازه‌گیری متیونین ۱۰ میلی‌لیتر از محلول فیلترشده در مرحله بالا را با ۴ میلی‌لیتر از سدیم هیدروکسید (۵ نرمال)، ۲ میلی‌لیتر از محلول گلیسین آبدار و ۲ میلی‌لیتر از محلول سدیم نیتروفری سیانید آبدار (۰/۱) مخلوط نموده و محلول حاصل به مدت۱۰دقیقه در دمای۴۰درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس ۵ میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید (۱:۱) را به آن افزوده و بعد از صاف‌نمودن در میزان جذب در ۵۱۰ نانومتر قرائت شد.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. تجزیه رگرسیونی با استفاده از نرم افزار Minitab، همبستگی با استفاده از SPSS و رسم نمودارها با Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات اصلی کم‌آبی بر میزان پرولین برگ‌ها در ۳۳ روز بعد از تنش دارای اثر معنی‌دار نبود، ولی بر میزان پرولین در ۵۵ و ۷۵ روز در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی در مورد تنش کم‌آبی نشان داد در مرحله دوم و سوم نمونه‌برداری بیشترین میزان انباشت پرولین (به‌ترتیب ۰/۹۰۴ و ۱/۱۸۸ میکروگرم بر گرم وزن تر بافت) از یک بار آبیاری و کمترین میزان آن (به‌ترتیب با ۰/۵۹۵ و ۰/۸۳۸ میکروگرم بر گرم وزن‌تر) از سه بار آبیاری مشاهده شد (جدول ۲). همچنین کاربرد سولفات روی در ۳۳روز بعد از تنش تأثیر بر میزان

[1] Dillution factor
[2] Osmotic potential

پرولین نداشت، درحالی‌که در ۵۵ و ۷۵ روز به‌ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد تأثیر معنی‌دار نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش، کاربرد ۶کیلوگرم روی در هکتار باعث افزایش معنی‌دار میزان پرولین تولیدشده نسبت به سایر سطوح روی شد، به‌طوری‌که در ۵۵روز بعد از تنش میزان پرولین از ۰/۶۳۰به ۰/۸۵۱و در ۷۵روز از ۰/۸۸۲ به ۱/۰۸۱ میکروگرم بر گرم وزن‌تر رسید (جدول ۲).

نتایج دیگر پژوهش‌ها نیز تأییدکننده این مطالب می‌باشد، به‌طوری‌که در نخود و بادرنجبویه نیز به افزایش محتوای پرولین برگ برای اجتناب از تنش کم‌آبی اشاره شده است (Abbas-Zade *et al.,* 2007; Dehqanzadeh *et al.,* 2008; Verbruggen & Hermans, 2008). به نظر می‌رسد با افزایش فواصل آبیاری و کاهش رطوبت خاک، پتانسیل آب سلول به پایین‌تر از حد آستانه رسیده و با افزایش آنزیم پروتئولاز، سنتز پرولین به‌منظور بالابردن توان جذب آب افزایش یافته است. کاهش تورژسانس، عامل اولیه تجمع پرولین در تنش خشکی است. کاهش تورژسانس باعث فعال شدن یک توالی پیچیده فرآیندهای تطابقی مرتبط با سطح تحمل گیاه به تنش می‌شود (Syosemarde *et al.,* 2009). تجمع پرولین در زمان تنش کم‌آبی در سیتوپلاسم بوده و به‌عنوان یک مادهٔ محلول، سبب محافظت از ساختمان ماکرومولکول‌های درون سلول، تنظیم اسمزی، نگهداری تورژسانس سلول و در مجموع موجب انطباق گیاه با شرایط تنش شده است (Bokhari & Trent, 1985).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان اسیدآمینه‌های پرولین، متیونین و لیزین طی ۳۳، ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش کم‌آبی و کاربرد روی

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for proline, methionine and lysine content in 33, 55 and 75 day after stress and usage zinc

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)								
			پرولین Proline			متیونین Methionine			لیزین Lysine		
			33day	55day	75day	33day	55day	75day	33day	55day	75day
تنش	Stress	2	0.230**	0.147**	0.275**	0.000033^{ns}	0.000050**	0.00019**	0.000056^{ns}	0.0439**	0.094**
روی	Zinc	2	0.116*	0.117*	0.116**	0.000002^{ns}	0.000003^{ns}	0.00016^{ns}	0.00020^{ns}	0.000090^{ns}	0.0075^{ns}
اثرات متقابل	Stress×Zinc	4	0.028^{ns}	0.002^{ns}	0.002^{ns}	0.000022	0.000006^{ns}	0.000022^{ns}	0.000065^{ns}	0.00045^{ns}	0.0010^{ns}
خطا	Error	18	0.020	0.021	0.006	0.000021	0.000007	0.000054	0.00017	0.00073	0.0023
ضریب تغییرات	CV%	-	19.54	19.34	8.03	12.56	8.85	9.10	11.02	9.48	10.55

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

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

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان پروتئین و قندهای محلول طی ۳۳، ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش کم‌آبی و کاربرد سولفات روی و پتانسیل اسمزی

Table 2. Analysis of variance (mean squares) for protein, soluble sugar and potansil osmotic content in 33, 55 and 75 day after streass and usage zinc

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)						
			پروتئین Protein			قندهای محلول Soluble sugar			پتانسیل اسمزی Osmotic potential
			33day	55day	75day	33day	55day	75day	
تنش	Stress	2	31.70^{ns}	525.13**	489.35**	10.74^{ns}	500.37**	2090.10**	50.57**
روی	Zinc	2	42.39^{ns}	166.65*	125.89*	26.20^{ns}	300.73*	291.08*	1.66*
اثرات متقابل	Stress×Zinc	4	43.48^{ns}	20.59^{ns}	12.66^{ns}	20.11^{ns}	522.45^{ns}	13.049^{ns}	0.367^{ns}
خطا	Error	18	53.99	37.83	26.56	58.22	52.004	103.38	0.405
ضریب تغییرات	CV%	-	9.61	10.44	15.08	8.29	14.42	12.40	4.72

ns: غیر معنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد. ns: Non-significant; * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین میزان پرولین، لیزین و متیونین تحت شرایط تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی روی

Table 3. Mean comparisons for proline, methionine and lysine content under drought stress and zinc applied

تیمارها	Traits	پرولین (میکروگرم بر گرم وزن‌تر) Proline (µg. g fw)			متیونین (میکروگرم بر گرم وزن‌تر) Methionine (µg. g fw)			لیزین (میکروگرم بر گرم وزن‌تر) Lysine (µg. g fw)		
		33day	55day	75day	33day	55day	75day	33day	55day	75day
تنش	Stress									
۱ بار آبیاری	1 stage irrigation	0.904^{a}	0.904^{a}	1.188^{a}	0.038^{a}	0.028^{b}	0.021^{c}	0.117^{a}	0.365^{a}	0.57^{a}
۲ بار آبیاری	2 stage irrigation	0.676^{b}	0.676^{b}	1.016^{b}	0.038^{a}	0.032^{a}	0.024^{b}	0.120^{a}	0.251^{b}	0.442^{b}
۳ بار آبیاری	3 stage irrigation	0.595^{b}	0.689^{b}	0.839^{c}	0.035^{a}	0.033^{a}	0.030^{a}	50.122^{a}	0.238^{b}	0.374^{c}
روی	Zinc									
۰ کیلوگرم	0 kg	0.630^{b}	0.630^{b}	0.881^{b}	0.037^{a}	0.031^{a}	0.024^{b}	0.119^{a}	0.281^{a}	0.435^{b}
۳ کیلوگرم	3kg	0.694^{b}	0.788^{a}	1.075^{a}	0.036^{a}	0.030^{a}	0.025^{ab}	0.116^{a}	0.287^{a}	0.463^{ab}
۶ کیلوگرم	6kg	0.851^{a}	0.851^{a}	1.082^{a}	0.037^{a}	0.031^{a}	0.027^{a}	0.125^{a}	0.286^{a}	0.493^{a}

حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در احتمال خطای درصد ($P<0.05$) آزمون LSD می‌باشد

Dissimilar letters indicate significant differences at 5% level ($P<0.05$) of LSD test.

عناصر روی و منگنز به‌خصوص در ارقام متحمل به خشکی در شرایط تنش، نقش افزایش‌دهنده در فرآیند تنظیم اسمزی به‌واسطه افزایش میزان پرولین و یا قندهای محلول دارند. بررسی‌ها نشان داد که انباشتگی میزان پرولین با میزان تحمل به خشکی گیاه ارتباط مستقیم دارد. همچنین نتایج نشان داد با گذشت مدت زمان بیشتر بعد از تنش میزان پرولین افزایش پیدا کرد که این باعث می‌شود گیاه فرصت کافی برای تولید پرولین را به‌دست آورده و در این مدت گیاه به تنش مقاوم‌تر شده است.

همچنین نتایج نشان داد در ۳۳ روز بعد از تنش تنها میزان پرولین با تغییرات پتانسیل اسمزی دارای همبستگی معنی‌داری بود ولی با افزایش مدت زمان به ۵۵ و ۷۵ روز میزان اسید آمینه‌های لیزین و متیونین نیز با تغییرات پرولین دارای همبستگی معنی‌دار بودند که این نشان‌دهنده واکنش سریع پرولین به شرایط تنش می‌باشد. افزایش پرولین در طی تنش مربوط به کاهش فعالیت آنزیم نیترات رداکتاز می‌باشد. حساسیت آنزیم نیترات رداکتاز به تغییرات وضعیت رطوبت و پتانسیل آب برگ، می‌تواند توجیه‌گر حساسیت پرولین به تنش کم‌آبی باشد (Tejo & Santos Diaz, 1987).

همچنین نتایج تجزیه واریانس‌ها نشان داد اگرچه اثرات اصلی کم‌آبی بر میزان لیزین در۳۳روز بعد از تنش معنی‌دار نشد، ولی بر میزان آن در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش در سطح ۱درصد معنی‌دار بود. محلول‌پاشی با سولفات روی بر میزان لیزین در هیچ‌یک از مراحل نمونه‌برداری اثر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱)؛ ولی مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش نشان داد میزان لیزین طی افزایش فواصل آبیاری افزایش یافت. بیشترین میزان لیزین در طی ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش به‌ترتیب ۰/۳۶۵ و ۰/۵۷۵ میکروگرم در گرم از یک بار آبیاری و کمترین میزان آن نیز به‌ترتیب ۰/۲۳۸ و ۰/۳۷۴ میکروگرم بر گرم وزن‌تر از تیمار سه بار آبیاری به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد میزان اسیدآمینه متیونین تنها تحت تأثیر اثرات اصلی کم‌آبی در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش قرار گرفت ($P<0.01$) و محلول‌پاشی و اثرات متقابل کم‌آبی در محلول‌پاشی در هیچ‌کدام از مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار نشد (جدول ۱). نتایج نشان داد بر خلاف لیزین میزان متیونین در طی تنش کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در طی ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش به‌ترتیب ۰/۳۳۵ و ۰/۳۰۶ میکروگرم بر گرم وزن‌تر از ۳ بار آبیاری و کمترین مقدار آنها (۰/۲۸۹ میکروگرم بر گرم وزن‌تر در ۵۵ روز بعد از تنش و ۰/۲۱۶ میکروگرم بر گرم وزن‌تر در ۷ روز بعد از تنش) نیز از یک بار آبیاری مشاهده شد (جدول ۲). علی‌رغم معنی‌دارنشدن اثرات اصلی مصرف روی بر میزان لیزین و متیونین، بین مصرف ۶ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و عدم استفاده روی در مرحله سوم نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار وجود دارد. با این حال، تأثیر روی در شرایط تنش، کم رنگ‌تر از اثر خشکی بر میزان این اسیدآمینه بود. نتایج همبستگی صفات نشان داد که هرچه مدت زمان بعد از تنش افزایش یابد همبستگی بین لیزین و متیونین با پتانسیل اسمزی افزایش پیدا می‌کند که علت آن می‌تواند افزایش شدت تنش باشد (جدول ۴).

پژوهش‌های دیگر نیز گزارش نمودند میزان لیزین برای کاهش تأثیر تنش افزایش پیدا می‌کند (Liu *et al.*, 2007). پلی‌آمین ها نقش مثبتی را در واکنش دفاعی گیاهان در برابر تنش‌ها بر عهده دارند. نقش تنظیم‌کنندگی پلی‌آمین‌ها در

واکنش گیاهان در برابر تنش‌ها، از طریق استحکام غشاهای سلولی و بازداری از فعالیت آنزیم‌های هیدرولتیک می‌باشد. چنین تأثیری در پلی‌آمین‌ها با برخی بارهای مثبت (گروه‌های آمینی) در ساختار مولکول مرتبط می‌باشد (Abu-kpawoh *et al.,* 2002). به نظر می‌رسد مصرف روی موجب افزایش اسیدآمینه لیزین در مقابله با تنش شده و از این طریق موجب تقویت سیستم دفاع سلولی شده است (Liu *et al.,* 2007)؛ به نحوی‌که در شرایط کمبود عنصر روی بروز خسارت‌های اکسیداتیو ناشی از تهاجم رادیکال‌های آزاد با ایجاد اختلال در عملکرد غشاهای سلولی و تولید رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید به سلول خسارت وارد می‌نمایند (Murray, 1989). روند کاهشی میزان متیونین با افزایش تنش، قابل‌توجه است. بیوسنتز متیونین و اتیلن از یک پیش ماده مشترک به‌نام s-آدنوزیل متیونین می‌باشد. به نظر می‌رسد تنش باعث برتری بیوسنتز اتیلن در باندشدن با پیش‌ماده مشترک شده و میزان متیونین کاهش یافته است. این نتایج با یافته‌های پژوهشگران دیگر (Khan, 2008; Sood & Nagar, 2008) مطابقت دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان پروتئین، قندهای محلول و پتانسیل اسمزی تحت شرایط تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی روی

Table 4. Mean comparisons for protein, soluble sugar content and osmotic potential under drought stress and zinc applied

تیمارها	Traits	پروتئین (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) Protein (mg. g fw)			قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) Soluble sugar (mg. g fw)			پتانسیل اسمزی (بار) Osmotic potential (par)
		33day	55day	75day	33day	55day	75day	
تنش	Stress							
۱ بار آبیاری	1 stag irrigation	76.84^{a}	50.21^{b}	26.91^{c}	34.48^{a}	58.57^{a}	98.14^{a}	-15.76^{a}
۲ بار آبیاری	2 stag irrigation	78.02^{a}	61.81^{a}	33.93^{b}	32.49^{a}	46.40^{b}	79.81^{b}	-13.63^{b}
۳ بار آبیاری	3stag irrigation	74.34^{a}	64.62^{a}	41.65^{a}	32.70^{a}	45.02^{b}	67.89^{c}	-11.03^{c}
روی	Zinc							
۰ کیلوگرم	0 kg	73.90^{a}	53.91^{b}	31.88^{b}	33.21^{a}	44.21^{b}	77.11^{b}	-13.72^{a}
۳ کیلوگرم	3kg	77.78^{a}	61.34^{a}	32.14^{b}	31.53^{a}	50.01^{ab}	80.52^{ab}	-13.72^{a}
۶ کیلوگرم	6kg	77.52^{a}	61.39^{a}	38.78^{a}	34.94^{a}	55.77^{a}	88.21^{a}	-12.98^{b}

حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در احتمال خطای درصد (P<0.05) آزمون LSD می‌باشد

Dissimilar letters indicate significant differences at 5% level (P<0.05) of LSD test.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد میزان پروتئین در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش در سطح ۱درصد تحت تأثیر اثرات اصلی کم‌آبی و در سطح ۵درصد تحت تأثیر محلول‌پاشی با سولفات روی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد کم‌آبی موجب کاهش میزان پروتئین‌ها شد، به‌طوری‌که بیشترین میزان تولید پروتئین (به‌ترتیب ۶۴/۶۲ و ۴۱/۶۵ میلی‌گرم در گرم در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش) با سه بار آبیاری و کمترین میزان این شاخص در مرحله ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش (به‌ترتیب ۵۰/۲۰ و ۲۶/۹۰ میلی‌گرم در گرم) با یک بار آبیاری به‌دست آمد. سه بار آبیاری گیاه در مراحل مختلف رشد نسبت به دو بار ۱۸/۵۳ درصد و نسبت به یک بار ۳۵/۳۹ درصد از پروتئین محلول بیشتری برخوردار بود (جدول ۳). همچنین کاربرد سولفات روی باعث کاهش تأثیر تنش در تجزیه پروتئین شد. محلول‌پاشی موجب افزایش پروتئین برگ‌ها در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش شد. مصرف ۶ کیلوگرم در هکتار سولفات روی موجب افزایش ۶۱٪ و ۲۲٪ میزان پروتئین در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که تنش خشکی موجب تجزیه و کاهش غلظت پروتئین‌ها در برگ‌ها شده است. احتمالاً تجزیه و تخریب پروتئین‌ها و انباشت برخی آمینواسیدهای آزاد (از جمله پرولین) در شرایط تنش خشکی، در جهت تنظیم اسمزی سلول و کاهش تأثیر سوء تنش باشد. در پژوهش‌های نخود و ذرت نیز چنین نتایجی حاصل شده بود (Moran *et al.,* 1994; Sheykhbagloo1 *et al.,* 2009). Ghorbanli & Niakan (2005) بیان کردند که با تشدید میزان تنش در سویا، مقدار کل پروتئین‌های محلول، هم در بخش هوایی ساقه و برگ و هم در ریشه، کاهش یافت. روی، سنتز پروتئین را افزایش داده و باعث کاهش همه اسیدهای آمینه از طریق انتقال اسیدهای آمینه و کاهش تجزیه و تخریب RNA شد (Brown *et al.,* 1993). نتایج نشان می‌دهد، تنش خشکی از طریق توقف سنتز و افزایش تخریب پروتئین‌ها باعث کاهش عملکرد شد. کاهش میزان پروتئین‌ها از لحاظ تغذیه‌ای نیز از آثار نامطلوب تنش خواهد بود. نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققان نشان داده است که محلول‌پاشی روی موجب افزایش درصد پروتئین می‌گردد (Jamson *et al.,* 2009;

Banks .(Mazhar *et al.,* 2005; Thalooth *et al.,* 2005 (2004) بیان داشت محلول‌پاشی روی در سویا میزان پروتئین و میزان روغن دانه را افزایش داد.

میزان قندهای محلول در سطح ۱ درصد و ۵ درصد تحت تأثیر اثرات اصلی کم‌آبی و محلول‌پاشی در ۵۵ و ۷۵ روز بعد از تنش قرار گرفت، ولی در ۳۳ روز معنی‌دار نشد (جدول ۲). کم‌آبی موجب افزایش میزان قندهای محلول گردید؛ به‌طوری‌که بیشترین (۵۸/۵۷ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) و کمترین (۴۵/۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) میزان قندهای محلول در ۵۵ روز بعد از تنش به‌ترتیب از یک بار آبیاری و سه بار آبیاری مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد یک بار آبیاری در مرحله سوم نمونه‌برداری موجب افزایش میزان قندهای محلول از ۶۷/۸۹ به ۹۸/۱۴ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر شد (جدول ۴). محلول‌پاشی با سولفات روی بر میزان قندهای محلول در نمونه‌برداری بعد از ۵۵ و ۷۵ روز اعمال تنش در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). محلول‌پاشی موجب افزایش میزان قندهای محلول شد. محلول‌پاشی برگ‌ها با ۶کیلوگرم در هکتار سولفات روی موجب افزایش ۲۷٪ قندهای محلول در نمونه‌برداری در ۵۵ روز و ۱۴٪ در نمونه‌برداری در ۷۵ روز بعد از تنش شد (جدول ۴). این نتایج با گزارش‌های دیگر پژوهش‌ها مطابقت دارد (;Abbas-Zade *et al.,* 2007 Dehqanzadeh *et al.,* 2008). در طی دیگر پژوهش‌ها نیز میزان کربوهیدرات‌ها در اثر محلول‌پاشی روی افزایش یافت (Babania *et al.,* 2010). به نظر می‌رسد با افزایش فاصله زمانی از آبیاری، پتانسیل آب سلول سریع‌تر به پایین‌تر از حد آستانه رسیده و منجر به افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز و تجزیه نشاسته به ساکارز و سپس مولکول‌های کوچک‌تری مانند گلوکز و فروکتوز و سایر قندهای آزاد محلول شده است. نتایج همبستگی نیز نشان داد بین تغییرات میزان قند محلول و پتانسیل اسمزی همبستگی مثبت وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد میزان قندهای محلول تنها در نمونه‌برداری سوم دارای همبستگی معنی‌داری با میزان پتانسیل اسمزی می‌باشد. در واقع می‌توان گفت تغییرات میزان قندهای محلول آهسته بوده و برای تجزیه نشاسته نیاز به زمان بیشتری در مقایسه با میزان اسید آمینه‌ها و پروتئین می‌باشد (جدول ۷). قندهای محلول تجمع‌یافته در شرایط تنش خشکی ممکن است به‌عنوان عامل اسمزی و یا محافظ اسمزی عمل نمایند. در حالت اول، افزایش قندها در اثر تنش با تنظیم اسمزی و نگهداری تورژسانس و در حالت دوم، با پایدار کردن غشاها و پروتئین‌ها در ارتباط می‌باشد. قندها به‌احتمال قوی جایگزین آب در پیوندهای هیدروژنی یا دنباله‌های پلی‌پپتیدی و گروه‌های فسفات فسفولیپیدها می‌شوند و از گسیختگی غشایی ممانعت می‌کنند (Irigoyen *et al.,* 1992). انباشت قندهای محلول در شرایط تنش علاوه بر نقش‌های فیزیولوژیک مهمی که از نظر تأمین انرژی و جلوگیری از مرگ حتمی ایفا می‌کند،می‌تواند از طریق تنظیم اسمزی و بالاترنگه‌داشتن محتوای آب نسبی، در سازوکار تحمل به خشکی هم نقش مهمی داشته باشد. افزایش قندهای محلول تحت تنش، نشان‌دهنده این است که میزان تنظیم اسمزی در اندام‌های در حال رشد، به تأمین متابولیت‌ها بستگی کامل دارد، زیرا این عمل با صرف انرژی همراه است و ترکیبات کربن‌دار برای تولید متابولیت‌ها به تداوم فتوسنتز وابسته‌اند. با کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش کربوهیدرات‌های ساختاری، رشد و عملکرد محدود می‌شود.

جدول ۵- نتایج همبستگی صفات در ۳۳ روز بعد از اعمال تنش

Table 5. Correlation results at 33 days after stress

	Proline	Methionine	Lysine	Protein	Souble sugar	Osmotic potential
پرولین Proline	1					
متیونین Methionine	-0.135	1				
لیزین Lysine	0.041	-0.089	1			
پروتئین Protein	0.135	-0.104	-0.182	1		
قندهای محلول Souble sugar	-0.059	0.455*	-0.154	-0.305	1	
پتانسیل اسمزی Osmotic potential	-0.428*	-0.357	0.151	-0.116	-0.102	1

*: Significant at 5% probability levels

* : معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۶- نتایج همبستگی صفات در ۵۵ روز بعد از اعمال تنش

Table 6. Correlation results at 55 days after stress

	Proline	Methionine	Lysine	Perotine	Souble sugar	Osmotic potential
پرولین Proline	1					
متیونین Methionine	-0.104	1				
لیزین Lysine	0.567**	-0.407*	1			
پروتئین Protein	-0.666**	0.334	-.673**	1		
قندهای محلول Souble sugar	0.029	-0.216	0.411*	-0.334	1	
پتانسیل اسمزی Osmotic potential	-0.489**	0.601**	-0.777**	0.653**	-0.378	1

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

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

جدول ۷- نتایج همبستگی صفات در ۷۵ روز بعد از اعمال تنش

Table 7. Correlation results at 75 days after stress

	Proline	Methionine	Lysine	Protein	Souble sugar	Osmotic potential
پرولین Proline	1					
متیونین Methionine	-0.542**	1				
لیزین Lysine	0.768**	-0.677**	1			
پروتئین Protein	-0.505**	0.706**	-.530**	1		
قندهای محلول Souble sugar	0.784**	-0.543**	0.836**	-0.440*	1	
پتانسیل اسمزی Osmotic potential	-0.726**	0.854**	-0.762**	0.788**	-0.691**	1

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

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

تأثیر کم‌آبی بر پتانسیل اسمزی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش تعداد دفعات آبیاری محتوای آب بیشتر و پتانسیل اسمزی افزایش می‌یابد. کمترین پتانسیل اسمزی (۱۵/۷- بار) از یک بار آبیاری و بالاترین میزان این شاخص (۱۱/۱- بار) از سه بار آبیاری به‌دست آمد (جدول ۴). مصرف سولفات روی نیز در سطح ۵ درصد بر روی پتانسیل اسمزی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). محلول‌پاشی با سولفات روی موجب افزایش پتانسیل اسمزی شد به‌طوری‌که مصرف ۶ کیلوگرم روی در هکتار نسبت به دو سطح دیگر تأثیر مثبت‌تری بر کاهش پتانسیل اسمزی داشت (جدول ۵).

با مصرف روی، نشتی کمتر، پایداری بیشتر، خروج املاح کمتر، املاح باقی‌مانده بیشتر و پتانسیل اسمزی پایین‌تر بود. تنظیم اسمزی یکی از سازوکارهای مهم تحمل خشکی در گیاهان می‌باشد. کاهش معنی‌دار پتانسیل اسمزی می‌تواند به دلیل از دست دادن آب آزاد سلول‌ها و یا به دلیل وجود سازوکار فعال در جذب و یا تولید املاح کاهش‌دهنده پتانسیل اسمزی در محیط سلول و یا هر دو آن‌ها باشد. در شرایط کمبود آب فعالیت برخی از آنزیم‌های هیدرولیزکننده افزایش می‌یابد که این آنزیم از طریق تجزیه مولکول‌های پلیمر ذخیره‌ای، میزان مواد محلول در سلول را افزایش داده و پتانسیل اسمزی را کاهش می‌دهند. این امر موجب می‌شود که سلول با حفظ توانایی جذب آب، فشار آماس خود را در سطح بالایی حفظ کند؛ همان‌طوری‌که در پژوهش انجام گرفته نیز همبستگی مثبت معنی‌داری بین افزایش اسید آمینه پرولین، لیزین و میزان قندهای محلول مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد در طی نمونه‌برداری میزان پرولین در نمونه‌برداری اول، دارای همبستگی معنی‌داری با میزان پتانسیل اسمزی داشته و بقیه صفات معنی‌دار نشده‌اند. با گذشت زمان و نمونه‌برداری‌های بعدی میزان لیزین و قندهای محلول نیز دارای همبستگی معنی‌دار شده‌اند. با توجه به این نتیجه می‌توان استنباط نمود که تغییرات پرولین حساس‌تر بوده و به‌سرعت در اثر تنش تغییر پیدا می‌کند و با پتانسیل اسمزی همبستگی بالاتری دارد (جدول ۶). توانایی گیاه از نظر تنظیم

اسمزی عمدتاً تحت تأثیر محیط رشد قرار می‌گیرد (Loos & Siddique, 1994). همچنین نتایج پیش‌بینی میزان پتانسیل اسمزی نشان داد در نمونه‌برداری اول (۳۳ روز بعد از اعمال تنش) میزان پرولین (R^2=۰/۱۸۳) بالاترین سهم را در پیش‌بینی نشان داد، به‌طوری‌که تغییرات میزان پرولین و پتانسیل اسمزی از نوع خطی بود. با گذشت مدت زمان از اعمال تنش سهم بقیه اسیدآمینه‌ها در پیش‌بینی پتانسیل اسمزی افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که در مرحله دوم نمونه‌برداری میزان اسید آمینه لیزین (R^2=-۰/۶۰۴) و متیونین (R^2=-۰/۵۹۲) و در ۷۵ روز بعد از تنش میزان متیونین (R^2=-۰/۷۲۹) و پروتئین (R^2=-۰/۶۲۰) بالاترین سهم را در پیش‌بینی میزان پتانسیل اسمزی نشان دادند (جدول ۸). در واقع نتایج نشان داد میزان پرولین در مقایسه با بقیه صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌برداری اول واکنش سریع‌تری انجام داده است، ولی با گذشت زمان و تغییر در دیگر صفات مانند اسیدآمینه لیزین و متیونین از تأثیر پرولین بر میزان پتانسیل اسمزی کاسته شد. همچنین نتایج نشان داد میزان پرولین در نمونه‌برداری اول به‌جز با پتانسیل اسمزی با هیچ‌یک از صفات دیگر دارای همبستگی معنی‌دار نبود، ولی در نمونه‌برداری دوم و سوم بر میزان همبستگی لیزین و پروتئین افزوده شده که این می‌تواند از همبستگی پرولین با پتانسیل اسمزی کاسته ولی بر میزان همبستگی آن با لیزین و متیونین افزوده و از این طریق در تنظیم پتانسیل اسمزی نقش ایفا نماید (جدول ۵، ۶ و ۷).

جدول ۸- معادلات رگرسیونی پیش‌بینی پتانسیل اسمزی در شاخص‌های سازگاری سلول در روزهای مختلف بعد تنش

Table 8. Regression equations for predicting the osmotic potential of the cells at various days post- stress adaptation

صفات وابسته X	نمونه‌برداری	همبستگی R square	ضرایب رگرسیونی معادله b_0	b_1	b_2	b_3	مدل Model
پرولین Proline	33day	0.183	10.42**	-4.205*	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
	55day	0.239	9.38**	-5.40**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
	75day	0.528	5.29**	-8.07**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
متیونین Methionine	33day	0.127	7.48**	-160.70	….ns	….ns	$Y=b_0$
	55day	0.592	84.66**	3780.7**	47801.1**	0.00*	$Y=b_0+b_1X+b_2X^2+b_3X^2$
	75day	0.729	23.68**	397.9**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
لیزین Lysine	33day	0.023	16.50	25.17	….ns	….ns	$Y=0$
	55day	0.604	6.12**	-25.74**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
	75day	0.580	5.93**	-16.19**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
پروتئین Protein	33day	0.013	10.86	-0.034	….ns	….ns	$Y=0$
	55day	0.427	22.31**	0.150**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
	75day	0.620	20.30**	0.200**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X+b_2X^2$
قندهای محلول Solube sugar	33day	0.010	12.43	-0.031	….ns	….ns	$Y=0$
	55day	0.142	10.52**	-0.059**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$
	75day	0.478	6.10**	-0.090**	….ns	….ns	$Y=b_0+b_1X$

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

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

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش مشاهده شد در طی تنش کم‌آبی میزان اسیدآمینه پرولین، لیزین و میزان قندهای محلول افزوده و از میزان متیونین و پروتئین و پتانسیل اسمزی برگ‌ها کاسته شد. همچنین محلول‌پاشی برگ‌ها با سولفات روی سبب افزایش و ارتباط پرولین، قند محلول و میزان پروتئین و پتانسیل اسمزی شد، ولی بر میزان لیزین و متیونین تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین با گذشت زمان بعد از اعمال تنش (تشدید تنش) همبستگی صفات با یکدیگر افزایش پیدا می‌کند. پرولین در مراحل اولیه بعد از تنش بیشترین همبستگی و سهم را در پیش‌بینی پتانسیل اسمزی نشان داد که می‌تواند به ایفای نقش آن در تنظیم اسمزی در ابتدای تنش مرتبط باشد؛ ولی با گذشت زمان میزان همبستگی لیزین و متیونین با پتانسیل اسمزی افزایش یافت که نشان‌دهنده این است که در کاهش شدید پتانسیل اسمزی گیاه از این اسیدآمینه‌ها نیز برای تحمل تنش استفاده می‌کند.

منابع

1. Abbas-Zade, B., Sharifi. A., Abadi, A., Lebaschi, M.H., Naderi, M., and Maghdami, F. 2007. Effect of drought stress on proline, soluble sugars, chlorophyll and relative water content of *Melissa officinalis* L. Journal Reserche Aroma Plants Iran 23(4): 504-513.

2. Abu-Kpawoh, J.C., Xi, Y.F., Zhang, Y.Z., and Jin, Y.F. 2002. Polyamine accumulation following Hot-water dips influence chilling injury and decay in friar plum fruit. Food Chemistry and Toxicology 67(7): 2649-2653.
3. Aziz zade Firozy, F., Bahman Yar, A., Momeny, V., and Ghasem por A. 2004. Effect of potassium fertilizers on the agronomic characteristics and quantities of zinc, iron and phosphorus in two wheat cultivars on calcareous soil with low. Proceedings of the 10th Congress of Iran, Karaj. (In Persian).
4. Babania, M., Haidary, M., and Ghanbari, A., 2010. Effects of water stress and foliar application of micronutrients on physiological characteristics and nutrient uptake of sunflower. (*Helianthus annus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 12(4): 377-391. (In Persian).
5. Banks, L.W. 2004. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 22(116): 226-231.
6. Bates, I.S., Waldern. R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.
7. Bokhari, U.G., and Trent, J.D. 1985. Proline concentrations in water stressed grasses. Journal of Range Management 38: 37-38.
8. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantitie of protein utilysineg the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.
9. Brown, P.H., Cakmak, I., and Zhang, Q. 1993. Form and function of zinc in plants, In: Robson, A.D. (Ed.). Pp: 93-106.
10. Dehqanzadeh, H., Khajehpour, M.R., Heidari Sharif Abad, H., and Soleimani, A.S. 2008. Effect of limited irrigation on the accumulation of proline, free soluble sugars and potassium in bread wheat cultivars. 10th Iran. Cong. Agron. and Plant Breed Science. 430p.
11. Ferrel, R.E., Fellers, D.A., and Shepherd, A.D. 1969. Determination of free Lysine and Methionine in Amino acid-Forttified wheat. 46: 614- 620.
12. Ghorbanli, M., and Niakan, M. 2005. Study the effect of drought stress on soluble sugars, protein, proline, phenol compounds and reductase enzyme activity in soybean plants cv. Gorgan 3. Tarbiat Moallem University Science Magazin. 5(1, 2): 537-550.
13. Hajebi, A., and Hidary sharifabady, H. 2005. Effect of drought on growth and nodulation of three species of clover. Journal of Agronomy and Horticulture Research and Development 66: 13-21. (In Persian).
14. Ho, S., Chao, Y., Tong, W., and Yu, S. 2001. Sugar coordinately and differentially regulates growth and stress-related gene expression via a complex signal transduction network and multiple control mechanisms. Plant Physiology 46: 281-285.
15. Irigoyen, J. J., Emerich D.W., and Sanchez-Diaz, M. 1992. Alfalfa leaf senescense induced by drought stress: photosnthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and athylene evoluation. Physiologia Plantarum 84: 67-72.
16. Jamson, M., Galshy, S., Pahlevani, M., and Zinaly, A., 2009. Effect of foliar zinc (Zn) on the yield and grain quality characteristics of soybean cultivars in summer cultivation. Journal of Plant Production 16(1): 17-28. (In Persian).
17. Janardhan, K.V., and Krishnamorthy, V. 1975. Arapid metod for determination of osmotic potencial of plant cell. Curren Science 44(11): 390-391.
18. Khan, A.S., Singh, Z., Abbasi, N.A., and Swinny, E.E. 2008. Pre or post-harvest application of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of Agelino plum. Journal of the Science of food and Agriculture 88(11): 1687-1695.
19. Liu, J. H., Kitashiba, H., Wang, J., Ban, Y., and Moriguchi, T. 2007. Polyamines and their ability to provide environmental stress tolerance to plants. Plant Biotechnology 24: 117-126.
20. Loos, S.P., and Siddique, K.H.M. 1994. Morphological and physiological traits Associated with wheat increases in Mediterranean environment. Adv. in Agronomy 52: 229-276.

21. Mansour, M.M.F., Salama, K.H., Ali, F.Z.M., and Abou Hadid, A.F. 2005. Cell and plant responses to NaCl in *Zea Mays* L. cultivars differing in salt tolerance. Gentice Applec Plant Physiology 31(1-2): 29-41.
22. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2. Academic Press, London, U.K., Pp. 889.
23. Mazhar, U., Haq, M.U., and Mallarino, A.P. 2005. Response of soybean grain oil and protein concentrations to foliar and soil fertilization. Agronomy Journal 97: 910-918
24. Mohsenzade, S., Malboobi, M.A., Razavi, K., and Farrahi Aschtiani, S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (poaceas) to water deficit. Environmental and Experimental Botany 56: 374-322.
25. Moran, J.F., Becana, M., Ormaetxe, I.I., Frechilla, S.L., Klucasc, R.V., and Tejo, D.A. 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. Plant 194: 346-352.
26. Murray, D. R. 1989. Biology of fool irradiation. Research Studies Press, UK. Esmith, D. S. 1991. Growth responses of corn (*Zea mays* L.) to interminating of soil water dificits. Fild Crops Abstracts. Pp: 237.
27. Najafy, M. 2013. The role of amino acids in organic farming. http://www.talfighdaneh.ir/News/post-23550.
28. Pagter, M., Bragato, C., and Brix, H. 2005. Tolerance and physiological responses of phragmites australis to water deficit. Aquatic Botany 81: 285-299.
29. Rahnama, H., and Ebrahimzadeh, H. 2004. The effect of NaCl on proline accumulation in potato seedlings and calli. Physiologiae Plantarum 26 (3): 263-270.
30. Refsum H., Ueland, P.M, Nygård, O., and Vollset, S.E. 1998. Homocysteine and Cardiovascular Disease. Annual Review of Medicine 49: 31-62.
31. Sabaghpour, S.H. 2004. Present status and future prospects of food legume in Iran. In Gowda, C.L.L and Pande, F. (Eds.). Role of legumes in crop diversification and poverty reduction in Asia. The International Crops Research Institute for the Semi-Arid-Tropics. Pp 75-83.
32. Sajedi, N.A., and Rjay, F. 2011. Application of mycorrhizal inoculation on the uptake of zinc and micronutrients in maize. Journal of Soil Research 25: 83-92. (In Persian).
33. Samen, M., Sepehry A., and Ahmadvand, G., 2011. Dry matter accumulation of metabolites produced in six chickpea genotypes under different levels of soil moisture adjustment. Iranian Journal of Biology 24(3): 373-389. (In Persian).
34. Sheykhbagloo1, N., Hassanzadeh, A., Gorttapeh, M., Baghestani, M., and Zand, B. 2009. Study the effect of zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield of grain corn under water stress. Electronic Journal of Crop Production 2(2): 59-74. (In Persian).
35. Sood, S., and Nagar, P.K. 2008. Post-harvest alteration in polyamins and ethylene in two diverse rose species. Acta Physiology Plant 30(21): 243-248.
36. Syosemarde, A., Ahmady, A., and Postiny, K. 2009. Stomatal and non-stomatal factors controlling photosynthesis and its relation with drought resistance in wheat. Journal of Agricultural Sciences 35: 93-106. (In Persian).
37. Szabados, L., and Savoure, A. 2009. Proline: a multifunctional amino acid. Trends in Plant Science 15(2): 89-97.
38. Tejo, P.A., and Santos Diaz, M. 1987. Nodule and leaf nitrate reductase and nitrogen fixation in *Medicago sativa* L. under water stress. Plant Physiology 69: 479-482.
39. Thalooth, A.T., Badr, N.M., and Mohamed, M.H. 2005. Effect of foliar spraying with Zn and different levels of phosphatic fertilizer on growth and yield of sunflower plants grown under saline conditions. Egyptian Journal of Agronomy 27: 11-22.
40. Verbruggen, N., and Hermans, C. 2008. Proline accumulation in plants: a review. Amino Acids 35: 753 -759.
41. Vogt, W. 1995. Oxidation of methionine residues in proteins: Tools, targets, and reversal. Free Radical Biology and Medicine 18: 93-105.

42. Zhang, J., Nguyen, H.T., and Blum, A. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. Journal of Experimental Botany 50: 291-302.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 59-72

The effects of zice fertilizer on some physiological characteristics of chickpea (C*icer arietinum* L.) under water stress

Dadkhah[1], N., Ebadi[2], A., Parmoon[1*], Gh., Ghlipoori[2], E. & Jahanbakhsh[2], S.

1- MSc. Graduated of Agronomy and seed science and technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2- Associate & Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili

Received: 8 June 2014
Accepted: 3 February 2015

Introduction

Dehydration is one of the limiting factors of crop production. It results from increasing the amount of water losses from leaf or inadequate water absorption rate or combination of both. Zinc used in many enzymes of the plant tissues and have catalytic role in activation of some enzymes. Zinc is involved in the synthesis and degradation of proteins and is an essential micronutrient for normal growth and reproduction of crops. It plays an important role in the synthesis of protein and carbohydrates, metabolic functions of the cell membrane to protect cells against free radicals of oxygen and other processes related to the plants adaptation to stress. Osmotic adjustment is one of the most important mechanisms of drought tolerance in plants. By this mechanism the osmotic potential of plant cells reduces by solute accumulation. Torgur potential maintains high which is essential in cell development and growth.

Materials and Methods

Effect of water deficit stress and foliar application of zinc on physiological characteristics of chickpea was studied at a factorial experiment using randomized complete block design in field crop research station of University of Mohaghegh Ardabili in 2012. Irrigation schedules consisted of three levels (1: irrigation at planting, 2 : planting + before flowering and 3 : planting + before flowering + pod set) and zinc was applied on three concentration (0, 3 and 6 kg ha^{-1} as zinc sulfate) in two stages of 15 and 25 days after planting. In this study Proline, Lysine, Methionine, soluble sugars, and protein content were measured in three stages 33, 55 and 75 day after stress induction and osmotic potential in 75 days after stress. Osmotic potential was measured based on the electrical conductivity, the extraction of soluble sugars by using phenol sulfuric method, total protein from the leaves by the Bradford method and Lysine and methionine assayed using Ferrel method. Data were analyzed using the SAS and means compared by the LSD at the 5% level.

Results and Discussions

The results showed that dehydration increased proline, lysine, methionine, protein and soluble sugar content but reduced the osmotic potential. The maximum amount of proline accumulation resulted in two and three stage samplings once irrigation and its minimum rate obtained in the three irrigation schedule. It seems that by reducing soil moisture availability or increasing irrigation intervals, the water potential of the cells has been reached to the lower threshold which enhanced the protease enzyme activity resulted in proline accumulation in order to enhance water absorption. The maximum amount of lysine during 55 and 75 days after the stress obtained from one irrigation. Unlike the lysine, methionine content reduced during stress period, so that it's maximum value was obtained over 55 and 75 days after the tension of 3 times irrigation. Dehydration reduced the amount of proteins so that the maximum amount of protein production observed with three irrigations. Spraying six kg ha^{-1} zinc sulphate also enhanced the amount of proline, soluble sugar and osmotic potential but had no effect on the amount of lysine and methionine. Correlation showed that by increasing the time from withholding irrigation by 33 days proline increased, but osmotic potential affected only after 75 days. The regression results also showed that in the early stages of sampling, proline content had the significant effect on the biomass prediction but the elapsed time increased the effect of lysine, methionine and protein on predicting the osmotic potential.

*** Corresponding Author**: ghasem.parmoon@gmail.com

Conclusions

In general it can be said increasing the secondary metabolites production can reduce the stress and proline is the most sensitive to the low level of stress, but under higher levels of stress many metabolites such as lysine and methionine were also used for osmoregulation. The regression results also showed that in the early stages of sampling, proline levels had the largest effect on the biomass prediction, but with increasing time the lysine, methionine and protein levels also predicted the osmotic potential.

Key words: Correlation, Lysine, Proline, Soluble sugar

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۸۶-۷۳، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 73-86

بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مختلف ارزیابی در کشت مخلوط درهم و ردیفی کنجد (*Sesamum indicum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

فرانک نوربخش[1]، علیرضا کوچکی[2*] و مهدی نصیری محلاتی[2]

۱- دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۶

چکیده

به منظور بررسی عملکرد و ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط کنجد و لوبیا تحت شرایط آب و هوایی مشهد، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. دو روش کاشت ردیفی و درهم و پنج نسبت کاشت شامل ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا، ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ لوبیا و ۵۰٪ لوبیا+۵۰٪ کنجد، کشت خالص کنجد و کشت خالص لوبیا به‌ترتیب به‌عنوان فاکتورهای اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و لوبیا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی قرار گرفتند. بیشترین میزان عملکرد کنجد (۳۱۲۸/۹۳ کیلوگرم در هکتار) در نسبت ۵۰٪ کنجد+۵۰�٪ لوبیا و در مورد لوبیا با ۱۰۸۷/۷۶کیلوگرم در هکتار در کشت خالص مشاهده شد. کاشت ردیفی لوبیا و کنجد به‌ترتیب باعث بهبود ۲۳/۹ و ۴۸/۸۸ درصدی عملکرد دانه نسبت به کشت درهم شد. میزان نسبت برابری زمین (LER) در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از یک بود و بالاترین میزان برای تیمارهای کشت ردیفی و نسبت ۵۰٪ لوبیا+۵۰٪ کنجد به‌دست آمد. ضریب ازدحام نسبی (RCC) در نسبت۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا با ۲/۱۹ بالاترین میزان را داشت. در نهایت، با توجه به شاخص تهاجم، لوبیا به‌عنوان گونه غالب تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص تهاجم، ضریب ازدحام نسبی، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشت مخلوط یکی از روش‌های رایج مورد استفاده در نظام‌های کشاورزی پایدار است که نقش مهمی در افزایش تولید و ثبات عملکرد به جهت بهبود استفاده از منابع و عوامل محیطی دارد (Alizadeh *et al.,* 2010). نتایج تحقیقات در کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد که کشت مخلوط ضمن افزایش تنوع بوم‌شناختی و اقتصادی باعث افزایش تولید یا سودمندی عملکرد، استفاده کارآمدتر از منابع آب، زمین، نیروی‌کار و عناصر غذایی، کاهش مشکلات ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز (Awal *et al.,* 2006) و بهبود شرایط محیطی برای رشد گیاه می‌شود (Alizadeh *et al.,* 2010). ازجمله مهم‌ترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی است (Banik *et al.,* 2006). علت افزایش محصول در زراعت مخلوط، استفاده بهتر گیاهان از عوامل محیطی مانند آب، موادغذایی و نور است (Alizadeh *et al.,* 2010). با این وجود، مزیت کشت مخلوط زمانی حاصل می‌شود که گونه‌های تشکیل‌دهنده آن از نظر نحوه و میزان استفاده از منابع طبیعی با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این‌گونه گیاهان با خصوصیات مرفولوژی و فیزیولوژی متفاوت در صورت کشت در کنار یکدیگر قادر خواهند بود تا از عوامل محیطی استفاده بهینه به عمل آورند. توحیدی نژاد و همکاران (Tohidi Nejad *et al.,* 2004) در کشت مخلوط ذرت (*Zea mayz*) و آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، گزارش کردند کشت مخلوط به دلیل استفاده بیشتر از نور، بهبود عملکرد هر دو گیاه را به‌دنبال داشت. Pouramir *et al,* (2010) نیز در بررسی کشت مخلوط کنجد و نخود (*Cicer arietinum*) به این نتیجه رسیدند که عملکرد کنجد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کشت مخلوط قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد نخود در تک‌کشتی مشاهده شد و عملکرد آن در اثر سایه‌اندازی کنجد، از کشت مخلوط تأثیر منفی پذیرفت.

معیارهای متعددی جهت ارزیابی مزیت کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله این معیارها می‌توان به

*نویسنده مسئول: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکدهٔ کشاورزی، گروه زراعت، akooch@um.ac.ir

شاخص‌هایی همچون نسبت برابری زمین (LER)[1]، ضریب ازدحام نسبی (RCC)[2] و شاخص غالبیت (AG)[3] اشاره کرد. Beheshti *et al.* (2010) طی بررسی خود بر روی کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor*) و سویا (*Glaycin max*) بیان داشتند که کشت مخلوط در تمامی تیمارها، سبب افزایش نسبت برابری زمین شد. در آزمایشی که Jahani *et al.* (2008) بر روی آرایش‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و عدس (*Lensculinaris medic*) انجام دادند، LER کل، نشان از برتری عملکرد در تمامی تیمارهای کشت مخلوط داشت. در ضمن عملکرد زیره سبز در کشت مخلوط ردیفی زیره سبز و عدس در مقایسه با تیمارهای دیگر کشت مخلوط و کشت خالص بیشتر بود. Rahimy *et al.* (2003) با بررسی کشت مخلوط ذرت و سویا بالاتر بودن میزان LER در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را گزارش کردند. آنها همچنین گیاه ذرت را در اکثر تیمارها به‌عنوان گیاه غالب معرفی کردند. در آزمایش Sarlak *et al.* (2009) نیز بیشترین ضریب ازدحام نسبی (RCC) برای نسبت ۲۵٪ ذرت+ ۷۵٪ ماش (*Vigna radiata*) درکشت مخلوط این دوگونه مشاهده شد و در نتیجه آن‌ها این تیمار را به‌عنوان بهترین نسبت برای کشت مخلوط این دو گونه معرفی نمودند. Jamshidi *et al.* (2008) با بررسی شاخص غالبیت (AG) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی چنین نتیجه گرفتند که زمانی‌که سهم هریک از دو گیاه نسبت به دیگری در ترکیب مخلوط افزایش یابد، آن گیاه غالب خواهد شد و برعکس.

بدین ترتیب، با توجه به این مطلب که کشت مخلوط یکی از راهکارهای زراعی برای افزایش بهره‌وری از سیستم‌های زراعی است، بنابراین، انجام مطالعه در زمینه کشت مخلوط در شرایط آب و هوایی استان‌های مختلف کشور به‌ویژه خراسان به‌دلیل شرایط اقلیمی خاص ضروری به نظر می‌رسد. مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر نسبت‌های مختلف کشت‌های مخلوط کنجد-لوبیا تحت الگوی کاشت جایگزینی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بررسی شاخص‌های مختلف ارزیابی کشت مخلوط در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد. لوبیا گونه‌ای تثبیت‌کننده نیتروژن، حاوی پروتئین بالا، دارای برگ‌های پهن، فرم رشدی رونده و ریشه افشان است، در مقابل کنجد گونه‌ای دارویی، روغنی، دارای برگ‌های عمودی و ریشه راست می‌باشد که هرکدام یک گروه کارکردی مجزا را تشکیل داده و حضور این دو گونه در کشت مخلوط باعث افزایش تنوع خواهد شد و انتظار می‌رود در صورت دستیابی به بهترین نسبت مخلوط و برقراری تعادل میان رقابت بین گونه‌ای و رقابت درون گونه‌ای بتوان به عملکرد مطلوب دست یافت و به مرور با بهبود جنبه‌های اکولوژیک مزرعه از طریق سیستم کشت مخلوط و افزایش تنوع، بتوان در مسیر کشاورزی پایدار و کاهش مصرف نهاده‌های بیرونی گام برداشت. در این تحقیق از کشت مخلوط ردیفی (به دلیل سهولت مدیریت تراکم و آرایش کاشت) و درهم (به دلیل تشابه بیشتر به شرایط اکولوژیک و طبیعی) دو گونه مذکور برای ارزیابی این هدف استفاده شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. عامل اصلی شامل روش کاشت به‌صورت ردیفی و درهم و عامل فرعی، نسبت‌های مختلف کشت مخلوط دو گونه براساس الگوی کاشت جایگزینی شامل ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا، ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ لوبیا و۵۰٪ لوبیا +۵۰٪ کنجد، کشت خالص کنجد و کشت خالص لوبیا بود. ابعاد هر کرت فرعی ۲×۳ متر، فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر و فاصله بین تکرارها نیز ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت هر دو گونه با استفاده از ارقام رایج در منطقه (ارقام اسفراین و درخشان به‌ترتیب برای کنجد و لوبیا) در اواخر اردیبهشت ماه (۱۳۹۱/۲/۲۳) انجام شد. فاصله بین و روی ردیف‌ها برای کنجد به‌ترتیب ۵۰ و ۵ سانتی‌متر و برای لوبیا به‌ترتیب ۵۰ و ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم مورد نظر برای کنجد ۴۰ و برای لوبیا ۲۰ بوته در متر مربع بود. در کشت‌های مخلوط ردیفی ترتیب ردیف‌های کشت با توجه نسبت مخلوط مورد نظر به شرح ذیل بود:

۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا: کاشت سه ردیف کنجد و یک ردیف لوبیا

۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ لوبیا: کاشت سه ردیف لوبیا و یک ردیف کنجد

۵۰٪ لوبیا +۵۰٪ کنجد: کاشت دو ردیف لوبیا و دو ردیف کنجد

در مورد کشت‌های درهم نیز با توجه به نسبت مخلوط مورد نظر و محاسبه نسبت وزنی، میزان بذر لازم از هرگونه

[1] Land Equivalent Ratio
[2] Relative Crowding Coefficient
[3] Aggressivity index

برآورد و با دست در سطح کرت پخش و با لایه‌ای از خاک نرم پوشانده شدند.

در مرحله ۶-۴ برگی بوته‌ها برای دستیابی به تراکم مورد نظر تنک شدند. اولین آبیاری به منظور تسهیل در سبزشدن بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هشت روز یک بار به‌صورت نشتی انجام شد. در طول فصل رشد از هیچ‌گونه کود و یا سموم شیمیایی استفاده نگردید.

عملیات برداشت در زمان زرد شدن کپسول‌های کنجد و غلاف‌های لوبیا، با دست انجام شد سپس اجزای عملکرد هر دو گونه شامل تعداد غلاف در بوته (برای لوبیا) و تعداد کپسول در بوته (برای کنجد)، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. پس از محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت هر دو گونه نیز محاسبه شد. برای ارزیابی کشت مخلوط نیز از شاخص‌هایی همچون نسبت برابری زمین (LER) (معادله ۱)، ضریب ازدحام نسبی (RCC) (معادله ۲) و شاخص تهاجم یا غالبیت (AG) (معادله ۳) استفاده شد (Vandermeer, 1989).

$$LER = \sum_{c}^{n} \frac{Yci}{Ycm} \qquad (۱)$$

که در این معادله، Yci: عملکرد هر جزء در مخلوط و Ycm: حداکثر عملکرد تک کشتی آن جزء می‌باشد.

یکی از روش‌های ارزیابی کشت مخلوط نسبت برابری زمین است. این معیار تعیین می‌کند که زارع در حالت تک‌کشتی چه میزان زمین لازم دارد تا محصولی معادل محصول تولید شده از کشت مخلوط تولید شود (Mazaheri, 1998). این نسبت به‌عنوان شاخصی از برتری کشت مخلوط و درآمد خالص اقتصادی برای ارزیابی راندمان سیستم‌های متفاوت کشت به‌کار برده می‌شود. این شاخص عبارت است از سطح زمین مورد نیاز در کشت خالص جهت حصول عملکرد به‌دست آمده از یک هکتار کشت مخلوط، که در مخلوط‌ها این مقدار معمولاً بیش از یک می‌شود و نشان‌دهنده این است که برای به‌دست آوردن عملکرد برابر با محصول یک هکتار زراعت مخلوط باید بیشتر از یک هکتار زمین به‌صورت خالص مورد کشت قرار گیرد. هنگامی که نسبت برابری زمین بیش از یک باشد نشان‌دهنده وجود روابط متقابل مثبت بین اجزای گیاهی مخلوط نسبت به کشت خالص بوده و بیان‌کننده‌ی برتری کشت مخلوط نسبت به خالص (Salivan, 2003) و کارایی مصرف نور بالاتر در مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌باشد (Jahani *et al.*,2008).

$$K_a = (Y_{ab} \times Z_{ba}) \div (Y_{aa_}Y_{ab})\,(Z_{ab}) \qquad (۲)$$

$K_a \times K_b = K$

K_a: ضریب نسبی تراکم گونه a، Y_{aa}: محصول گونه a در زراعت تک‌کشتی، Y_{ab}: محصول گونه a در زراعت مخلوط، Z_{ab}: نسبت مخلوط گونه a، Z_{ba}: نسبت مخلوط گونه b.

عبارت است از ضریب افزایش یا کاهش عملکرد هر دو گونه در کشت مخلوط نسبت به عملکرد مورد انتظار آنها در کشت خالص. هر گونه دارای ضریبی است که مشخص می‌کند آیا گونه فوق عملکرد بیشتر، مساوی یا کمتر از عملکرد مورد انتظار تولید کرده است. محصولی که ضریب بالاتری دارد محصول غالب است. برای تعیین RCC تمام ضرایب جمع می‌شود و ضریب K حاصل می‌شود که اگر بزرگتر از ۱ باشد، برتری عملکرد را نشان می‌دهد.

$$AG = [Y_{ab} \div (Y_{aa} \times Z_{ab})] - [Y_{ba} \div (Y_{bb} \times Z_{ba})] \qquad (۳)$$

Y_{aa}= محصول گونه a در زراعت تک‌کشتی، Y_{bb}= محصول گونه b در تک‌کشتی، Y_{ab}= محصول گونه a در زراعت مخلوط، Y_{ab}= محصول گونه b در زراعت مخلوط، Z_{ab}= نسبت مخلوط گونه a، Z_{ba}= نسب مخلوط گونه b.

به‌صورت تعریف عبارت است از افزایش عملکرد گونه A نسبت به گونه B. اگر تفاضل مقادیر حاصله صفر باشد نشان‌دهنده قدرت رقابت مساوی دو گونه، اگر مثبت باشد بیانگر غالب بودن یکی بر دیگری و اگر منفی باشد نشان‌دهنده مغلوب بودن یک گونه نسبت به دیگری است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS ver.9.1 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها نیز براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. همچنین جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد، شاخص برداشت و اجزای عملکرد کنجد

اثر روش کاشت بر عملکرد اقتصادی کنجد معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$، جدول ۱)، به‌طوری‌که درصد بهبود عملکرد در کشت مخلوط ردیفی ۴۸/۸۸ درصد نسبت به کشت مخلوط درهم بود (جدول ۲).

محققان دیگر نیز پایین بودن عملکرد اقتصادی کشت درهم در مقایسه با کشت ردیفی را در نتایج آزمایشات خود گزارش کردند (Pouramir *et al.,* 2010; Ghaderi *et al.,* 2008; Awal *et al.,* 2006). آن‌ها دلیل این مسئله را به آرایش بهتر گیاهان در الگوی کشت ردیفی و در نتیجه استفاده بهتر از منابع محیطی به‌ویژه آب و نور نسبت دادند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر روش و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد

Table 1. Analysis of variance for planting pattern and different planting ratios of sesame and bean intercropping on yield and yield components of sesame

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		عملکرد اقتصادی Economic yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	شاخص برداشت HI	وزن هزار دانه 1000 seed weight	تعدادکپسول در بوته Number of capsule per plant	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant
تکرار Rep.	2	395914.48 ns	4339222.1 ns	0.037 ns	0.64 ns	15.87 ns	13454.16 ns
نحوه کاشت Planting pattern	1	1568942763.63*	534348608.7**	4.60 ns	3.49 ns	2440.16**	2001037.5**
خطای a A error	2	256016.18	2198873.13	0.33	1.88	9.29	16587.5
نسبت‌های مختلف کاشت Different planting ratios	4	3196199.36**	43949352.31*	1.54**	2.57 ns	339.38 ns	293515.27 ns
نحوه‌کاشت×نسبت‌های کاشت Planting pattern× Different planting ratios	4	1517260.39*	19757898.95 ns	0.61 ns	1.58 ns	225.61 ns	253693.05 ns
خطای b B error	16	278537.04	7881187.04	0.23	1.21	180.25	130270.83
ضریب تغییرات CV%		21.11	27.46	17.77	20.41	34.64	30.53

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, * and ** are non -significant and significant at α=0.05 and α=0.01, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد در کشت مخلوط کنجد و لوبیا

Table 2. Mean comparison of yield and yield components of sesame in intercropped sesame and bean

	عملکرد اقتصادی ($kg.ha^{-1}$) Economic yield	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$) Biologic yield	شاخص برداشت (%) HI	وزن هزار دانه (g) 1000 seed weight	تعدادکپسول در بوته Number of capsule per plant	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant
روش کاشت Planting pattern						
کشت ردیفی Row intercropping	3308.23a*	14938.39a	22.14a	5.87a	48.83a	1470.83a
کشت درهم Mixed intercropping	1691.16b	5501.33b	22.89a	5.01a	28.66b	893.33a
نسبت‌های کاشت مخلوط Different planting ratio						
Sa	1712.26b	9345.46bc	18.32b	4.42a	32.83a	995a
Sb	2045.13b	6966.45c	29.35a	5.66a	31.83a	988.33a
Sc	3128.93a	11257.6ab	27.79a	5.84a	43.66a	1343.33a
Ss	3112.46a	13309.93a	23.38ab	5.65a	46.66a	1401.66a

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون مربوط به هر تیمار براساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

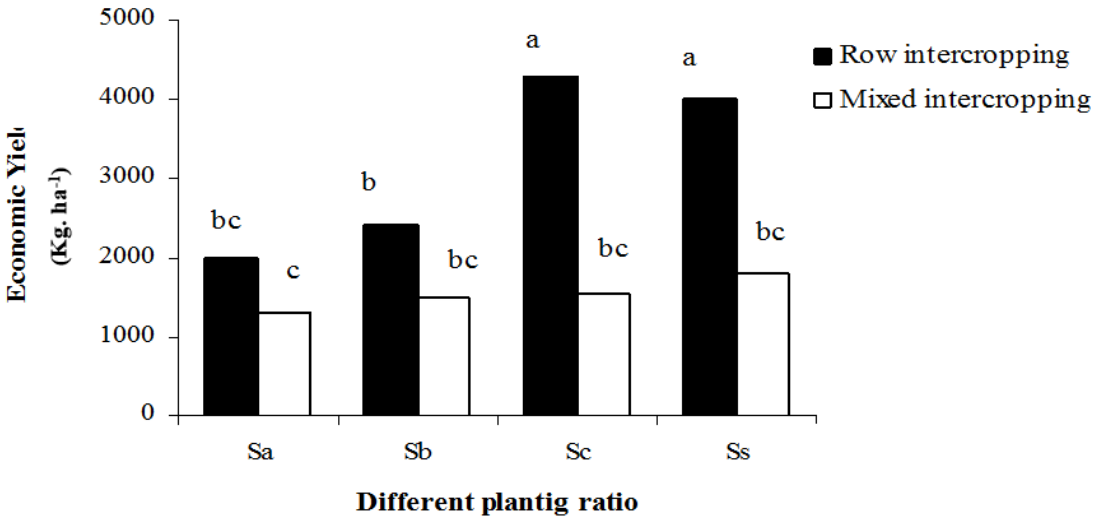
Sa: ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا، Sb: ۷۵٪ لوبیا+ ۲۵٪ کنجد، Sc: ۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا و Ss: خالص کنجد

Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test at 5% level of probability

Sa: 75% Sesame and 25% Bean, Sb: 75% Bean and 25% Sesame, Sc: 50% Sesame and 75% Bean, Ss: Pure Sesame

از میان نسبت‌های مختلف کاشت نسبت ۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا بیشترین میزان عملکرد را نشان داد که البته تفاوت معنی‌داری با کشت خالص کنجد نداشت (جدول ۲). Elmor (1986) نیز طی بررسی روی کشت مخلوط کنجد و آفتابگردان (*Helianthus annuus*) اظهار داشت که عملکرد کنجد در تیمار کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود.

در مورد اثرات متقابل نیز بیشترین عملکرد اقتصادی در کشت ردیفی در نسبت‌های ۵۰ درصد کنجد+۵۰ درصد لوبیا و کشت خالص کنجد مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثرات متقابل نحوه کاشت و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی کنجد در کشت مخلوط کنجد - لوبیا

Sa: ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا، Sb: ۷۵٪ لوبیا+ ۲۵٪ کنجد، Sc: ۲:۲ ۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا و Ss: خالص کنجد

میانگین های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Fig. 1. Iinteraction of planting pattern and different planting ratios on economic yield of sesame in sesame and bean intercropping

Sa: 75% Sesame and 25% Bean, Sb: 75% Bean and 25% Sesame, Sc: 50% Sesame and 75% Bean, Ss: Pure Sesame

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at p≤0.05.

عملکرد بالا در تیمارهای ۵۰ درصد کنجد+۵۰ درصد لوبیا در کشت ردیفی می‌تواند ناشی از اثر مثبت گیاه لوبیا همچون تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (Bhatti *et al.*, 2006) و فراهمی عناصرغذایی دیگری مثل فسفر (Tsubo *et al.*, 2001) برای کنجد و همچنین کاهش رقابت‌گونه‌ای تحت تأثیر جذب منابع رشدی باشد (Pouramir *et al.*, 2010).

روش کاشت به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) عملکرد بیولوژیک کنجد را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). کاشت ردیفی موجب بهبود ۶۳/۱۷ درصدی عملکرد بیولوژیک کنجد در مقایسه با کاشت درهم شد (جدول ۲). چنین به نظر می‌رسد که با توجه به فضای بیشتر برای رشد و توسعه بوته‌ها در شرایط کاشت ردیفی، استفاده از این روش باعث استفاده بهتر از منابع شده که در نهایت به‌دلیل افزایش رشد، بهبود عملکرد بیولوژیک را به دنبال داشته است.

از میان دو شیوه مختلف کاشت، کشت ردیفی در مورد عملکرد بیولوژیک نیز برتری خود را نشان داد (جدول ۲). Pouramir *et al.* (2010) با بررسی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum*) و کنجد بیان کردند که نامنظم بودن الگوی کاشت به‌صورت کشت درهم، به‌دلیل پایین آمدن سطح برگ در مقایسه با الگوی ردیفی کاهش کارایی مصرف نور را به دنبال دارد که این امر در نهایت، کاهش عملکرد را به دنبال داشت. در میان نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک برای کشت خالص کنجد با ۱۳۳۰۹/۹۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در نسبت ۷۵٪ لوبیا+ ۲۵٪کنجد با ۶۹۶۶/۴۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۲). چنین به‌نظر می‌رسد که عدم وجود رقابت بین گونه‌ای در کشت خالص، باعث بهره‌گیری بهتر از عناصرغذایی و منابع به‌ویژه نور شده و در نتیجه میزان فتوسنتز و به تبع آن تجمع ماده خشک

در کشت خالص افزایش یافته است (Hasanzade *et al.,* 2011; Raei *et al.,* 2007; Koocheki *et al.,* 2009).

نتایج نشان داد که تنها تیمار نسبت‌های مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۱). بیشترین (۲۹/۳۵ درصد) و کمترین (۱۸/۳۲ درصد) شاخص برداشت کنجد به‌ترتیب مربوط به نسبت ۷۵٪ لوبیا +۲۵٪ کنجد و نسبت ۷۵٪ کنجد+۲۵٪ لوبیا بود (جدول ۲).

نتایج آزمایش (جدول ۱) نشان داد که از میان اجزاء عملکرد کنجد، تنها تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در بوته تحت تأثیر تیمار نحوه کاشت قرار گرفت؛ علاوه بر این وزن هزار دانه تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارها قرار نگرفت.

نتایج به‌دست آمده حاکی از برتری کشت ردیفی بر کشت درهم است، به‌طوری‌که بیشترین تعداد کپسول (۴۸/۸) و بیشترین تعداد دانه در بوته (۱۴۷۰/۸) برای این تیمار مشاهده شد (جدول ۲). در همین راستا، Pouramir *et al,* (2010) با بررسی کشت مخلوط کنجد و نخود بیان کردند که بوته‌های کنجد در آرایش ردیفی رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای کمتری با یکدیگر و با بوته‌های نخود در مقایسه با کشت درهم داشته و در نتیجه از منابع رشدی به نحو مطلوب‌تری استفاده کرده و مواد فتوسنتزی بیشتری را به مخازن به‌ویژه کپسول اختصاص دادند. Adeniyan *et al,* (2007) در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiata*) و ذرت به این نتیجه رسیدند که بیشترین عملکرد ماش در الگوهایی به‌دست آمد که فضای کافی در اختیار ماش قرار داشت و موجب افزایش تعداد غلاف در بوته شد.

عملکرد، شاخص برداشت و اجزای عملکرد لوبیا

دو شیوه مختلف کشت مخلوط در این آزمایش، از لحاظ عملکرد اقتصادی لوبیا تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر روش و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا

Table 3. Analysis of variance for planting pattern and different planting ratios of sesame and bean intercropping on yield and yield components of bean

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		عملکرد اقتصادی Economic yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	شاخص برداشت HI	وزن هزار دانه 1000 seed weight	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant
تکرار Rep	2	12583.97 ns	69016.15 ns	7.01 ns	2217.56 ns	4.96 ns	0.16 ns
نحوه کاشت Planting pattern	1	304537.38 ns	119427.04 ns	256.63*	72167.48 ns	31.47 ns	0.53 ns
خطای a A error	2	19807.04	168562.82	10.48	4561.65	9.87	0.57
نسبت‌های مختلف کاشت Different planting ratios	4	221491.85*	3387423.84**	88.92 ns	53791.58**	237.15*	36.6**
نحوه‌کاشت×نسبت‌های کاشت Planting pattern× Different planting ratios	4	238082.33*	3766898.29**	90.52 ns	39886.75**	335.86*	19.94*
خطای b B error	16	43663.39	202955.80	28.83	5664.39	57.61	4.53
ضریب تغییرات CV%		25.20	10.60	27.56	14.86	18.23	13.27

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, *and ** are non -significant and significant at α=0.05 and α=0.01 respectively.

نسبت‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (جدول ۳) به‌طوری‌که در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بیشترین عملکرد در نسبت ۷۵٪ کنجد+۲۵٪ لوبیا با ۸۳۴/۱۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). با این وجود کشت خالص لوبیا با ۷۶/ ۱۰۸۷ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با کشت مخلوط از عملکرد بالاتری برخوردار بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا در کشت مخلوط کنجد و لوبیا

Table 4. Mean comparison of yield and yield components of bean in intercropped sesame and bean

تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	وزن هزار دانه (g) 1000 seed weight	شاخص برداشت (%) HI	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$) Biologic yield	عملکرد اقتصادی ($kg.ha^{-1}$) Economic yield	
						نحوه کاشت Planting pattern
16.19^{a}	42.76^{a}	561.18^{a}	22.75^{a}	4175.58^{a}	941.59^{a*}	کشت ردیفی Row intercropping
15.90^{a}	40.47^{a}	451.15^{a}	16.61^{b}	4316.66^{a}	716.30^{a}	کشت درهم Mixed intercropping
						نسبت‌های مختلف کاشت Different planting ratios
13.87^{b}	37.88^{b}	586.51^{a}	16.67^{a}	4889.91^{a}	834.19^{ab}	Pa
17.76^{a}	44.70^{ab}	413.82^{b}	22.84^{a}	3333.33^{b}	763.51^{b}	Pb
13.98^{b}	35.06^{b}	435.60^{b}	15.66^{a}	3930.41^{b}	630.32^{b}	Pc
18.57^{a}	48.83^{a}	589.43^{a}	22.75^{a}	4830.83^{a}	1087.76^{a}	Ps
						اثرات متقابل Interactions
						کشت ردیفی Row intercropping
673.22^{a}	16.3^{abc}	46.96^{ab}	18.61^{a}	5898.16^{a}	1096.26^{a}	Pa
546.7^{ab}	18.57^{ab}	50.66^{ab}	31.64^{a}	3270.83^{d}	1048.27^{a}	Pb
376.85^{cd}	12.50^{cd}	30.26^{c}	15.40^{a}	3062.5^{d}	498.46^{b}	Pc
648.48^{a}	17.41^{ab}	43.17^{abc}	25.34^{a}	4470.83^{bc}	1127.38^{a}	Ps
						کشت درهم Mixed intercropping
499.81^{bc}	11.45^{d}	28.79^{c}	17.73^{a}	3881.66^{cd}	572.13^{b}	Pa
281.48^{d}	19.95^{ab}	38.75^{bc}	14.03^{a}	3395.83^{d}	478.75^{b}	Pb
494.35^{bc}	15.64^{bcd}	39.86^{abc}	15.91^{a}	4798.33^{b}	766.19^{ab}	Pc
589.43^{ab}	19.73^{a}	54.5^{a}	20.16^{a}	5190.83^{b}	1048.15^{a}	Ps

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مربوط به هر تیمار، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

Pa : ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪لوبیا ، Pb: ۷۵٪ لوبیا +۲۵٪کنجد، Pc: ۵۰٪کنجد+۵۰٪ لوبیا و Ps: خالص لوبیا

Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test at 5% level of probability

Pa: 75% Sesame and 25% Bean, Pb: 75% Bean and 25% Sesame, Pc: 50% Sesame and 75% Bean, Ps: Pure Bean.

Rezvan Beydokhti (2005) طی بررسی خود بر کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کرد که با جابه‌جایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط از عملکرد دانه لوبیا به میزان ۳۶ درصد کاسته شد.

اثرات متقابل نحوه کاشت و نسبت‌های مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اقتصادی لوبیا داشت (جدول ۳). بیشترین عملکرد اقتصادی در کشت خالص لوبیا به‌صورت ردیفی با۱۱۲۷/۳۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۴).

از بین نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک لوبیا در نسبت ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا با ۴۸۸۹/۹۱ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن نیز در تیمار ۷۵٪ لوبیا+ ۲۵٪ کنجد با ۳۳۳۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد با افزایش رقابت بین‌گونه‌ای در کشت مخلوط، رقابت بر سر آب و مواد غذایی بیشتر شده و عملکرد بیولوژیک در کشت مخلوط کاهش یافته است (Jahani *et al.,* 2008). Tayefe Noori (2004) نیز گزارش کرد که عملکرد بیولوژیک لوبیا در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط با ذرت بود و با افزایش تراکم ذرت از عملکرد بیولوژیک لوبیا به‌طور معنی‌داری کاسته شد.

در بین اثرات متقابل بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک لوبیا در کشت ردیفی با نسبت ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا (۵۸۹۸/۱۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان در کشت ردیفی با نسبت ۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا (۳۰۶۲/۵ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد در آرایش ۳ردیف کنجد و ۱ ردیف لوبیا توزیع نور در کانوپی به نحو مطلوب‌تری صورت گرفته و نور بیشتری در اختیار بوته‌های

لوبیا قرار گرفته است که منجر به افزایش عملکرد این محصول شده است.

نتایج آزمایش نشان داد که فقط نحوه کاشت تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت لوبیا داشت و نسبت‌های مختلف کاشت و اثرات متقابل آن‌ها تأثیری بر این شاخص نداشت (جدول ۳). از میان دو الگوی مختلف کاشت، بیشترین شاخص برداشت در کشت ردیفی مشاهده شد و کشت ردیفی باعث بهبود ۳۶ درصدی شاخص برداشت نسبت به کشت مخلوط درهم شد (جدول ۴). بین نسبت‌های مختلف کاشت از نظر شاخص‌برداشت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد با این حال به لحاظ مقدار، بیشترین شاخص برداشت از کشت خالص لوبیا با ۲۲/۷۵ به‌دست آمد (جدول ۴). Jahani *et al,* (2008) نیز بیشترین شاخص برداشت عدس را در تیمار کشت خالص این گیاه گزارش کردند. در آزمایش انجام شده توسط Tavasoli *et al,* (2010) برای بررسی کشت مخلوط ارزن (*Panecum miliaceum*) و لوبیا نیز بیشترین شاخص برداشت لوبیا از تیمار خالص لوبیا به‌دست آمد.

تعداد غلاف در بوته لوبیا تنها تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت قرار گرفت (جدول ۳). از میان نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین تعداد غلاف در بوته در کشت خالص لوبیا (۴۸/۸۳) مشاهده شد (جدول ۴). می‌توان گفت که پایین بودن تعداد غلاف در کشت مخلوط به دلیل وجود رقابت بین‌گونه‌ای بالا در این تیمارها بود. Rezvan (Beydokhti 2005) کاهش تعداد غلاف در گیاه را عامل کاهش عملکرد لوبیا در کشت مخلوط نسبت به خالص گزارش کرد. بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به کشت خالص لوبیا به‌صورت درهم (۱۹/۷۳) بود (جدول ۴).

در این آزمایش مشاهده شد که در میان نسبت‌های مختلف کشت، کشت خالص لوبیا با ۱۸/۵۷ بیشترین تعداد دانه در بوته را داشت (جدول ۴). دلیل این امر می‌تواند ناشی از افزایش جذب نور و منابع بیشتر به دلیل کاهش رقابت لوبیا با کنجد باشد که احتمال می‌رود افزایش ظرفیت منبع به دلیل عدم وجود رقابت، موجبات افزایش تعداد دانه در بوته را فراهم کرده باشد. در بین اثرات متقابل، کشت خالص لوبیا به شیوه درهم با ۵۸۹/۴۳ و نسبت ۷۵٪ کنجد+۲۵٪ لوبیا به‌صورت درهم با ۲۸۱/۴۸ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در مورد وزن هزار دانه فقط تیمار نسبت‌های مختلف کاشت و اثر متقابل آن با نحوه کاشت تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشت. از بین نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین و کمترین وزن هزار دانه با ۵۸۹/۴۳ و ۴۱۳/۸۲ گرم به‌ترتیب در کشت خالص لوبیا و کشت با نسبت ۷۵٪ لوبیا+۲۵٪ کنجد مشاهده شد (جدول ۴). کمتربودن وزن هزار دانه لوبیا در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط را می‌توان به اسیمیلاسیون کمتر ناشی از رقابت برون‌گونه‌ای و رقابت بر سر نور دانست (Tavasoli *et al.,* 2010). بیشترین مقدار وزن هزار دانه در کشت ردیفی لوبیا با نسبت ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا (۵۰/۶۶ گرم) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با کشت خالص لوبیا نداشت (جدول ۴). Koocheki *et al,* (2009) طی مطالعه‌ای در مورد کشت مخلوط ذرت و لوبیا بیان داشتند که وزن هزار دانه لوبیا با کاهش نسبت لوبیا در مخلوط افزایش یافت اما این اختلاف معنی‌دار نبود. کمترین میزان وزن هزار دانه نیز در کشت درهم با نسبت ۷۵٪ لوبیا + ۲۵٪ کنجد (۱۴/۰۳) دیده شد (جدول ۴).

ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط

نسبت برابری زمین (LER): دو روش کاشت مورد بررسی از لحاظ نسبت برابری زمین تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۵).

از میان نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین میزان LER در تیمار ۵۰ درصد کنجد+۵۰ درصد لوبیا با ۱/۵۹ مشاهده شد (جدول ۶) ولی به‌طور کلی تمامی تیمارها در مقایسه با کشت خالص دارای LER بالاتری بود و این امر نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. شاید بتوان بیشتر بودن میزان LER از یک را به تثبیت و جذب نیتروژن در کشت مخلوط کنجد و لوبیا نسبت داد (Tavasoli *et al.,* 2010). وقتی دو گونه در مجاورت هم رشد می‌کنند، هر دو گونه برای جذب عناصر غذایی در رقابت خواهند بود. اگر یکی از گونه‌ها توانایی تثبیت نیتروژن داشته باشد، در این صورت فشار رقابتی کاهش می‌یابد، زیرا گونه لگوم در جذب نیتروژن موجود در خاک با گونه مجاور رقابت کمتری خواهد داشت (Vandermeer, 1989)، در نتیجه دو گونه به رقابت در مورد سایر منابع می‌پردازند.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط کنجد و لوبیا

Table 5. Analysis of variance for evaluation indices of intercropped sesame and bean

میانگین مربعات Mean squares			درجه آزادی	منابع تغییرات
AG	RCC	LER	df	S.O.V
0.10 ns	0.61 ns	0.040 ns	2	تکرار Rep.
0.015*	0.02 ns	0.11ns	1	نحوه کاشت Planting pattern
0.006	0.31	0.10	2	خطایa A error
0.39**	4.92**	3.18**	4	نسبت‌های مختلف کاشت Different planting ratios
0.48**	2.79*	0.04 ns	4	نحوه کاشت× نسبت‌های مختلف کاشت Planting pattern× Different planting ratios
0.060	0.63	0.09	16	خطای b B error

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, *and ** are non -significant and significant at α=0.05 and α=0.01 respectively.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط کنجد و لوبیا

Table 6. Mean comparison for evaluation indices of intercropped sesame and bean

AG	RCC	LER	
			نحوه کاشت Planting pattern
-0.02b	1.10a	1.14a	کشت ردیفی Row intercropping
0.13a	1.04a	1.01a	کشت درهم Mixed intercropping
			نسبت‌های مختلف کاشت Different planting ratios
0.17a	0.88b	1.35b	۷۵٪ کنجد- ۲۵٪ لوبیا 75% sesame and 25% bean
0.02b	1.22ab	1.37b	۷۵٪ لوبیا – ۲۵٪ کنجد 75% bean and 25% sesame
-0.42b	2.19a	1.59a	۵۰٪ کنجد – ۵۰٪ لوبیا 50% sesame and 50% bean

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مربوط به هر تیمار، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test at 5% level of probability.

Alizadeh *et al,* (2010) در کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum*) و لوبیا نشان دادند که تقریباً تمامی تیمارهای کشت مخلوط بر کشت خالص آنها برتری دارد. Koocheki *et al,* (2009) نیز در کشت مخلوط ذرت و لوبیا به نتیجه مشابهی دست یافتند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

ضریب ازدحام نسبی (RCC): در این آزمایش مقدار ضریب ازدحام نسبی در تمامی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط مثبت بود (جدول ۶). براساس تعاریف، مثبت بودن ضریب ازدحام نسبی نشان‌دهنده سودمند بودن کشت مخلوط نسبت به زراعت تک‌کشتی است. در این تحقیق نسبت کشت ۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ لوبیا بالاترین ضریب ازدحام نسبی (۲/۱۹) را به خود اختصاص داد و پس از آن نسبت‌های ۷۵٪ لوبیا+۲۵٪ کنجد و ۷۵٪ کنجد+۲۵٪ لوبیا به‌ترتیب با ضریب ازدحام نسبی ۱/۲۲ و ۰/۸۸ قرار گرفتند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نسبت ۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا به دلیل بالاترین میزان ضریب

ازدحام نسبی در بین نسبت‌های مختلف کشت، بهترین نسبت کشت مخلوط گیاهان کنجد و لوبیا است.

شاخص تهاجم یا غالبیت (AG): براساس نتایج به‌دست آمده از جدول ۶، با توجه به مثبت بودن شاخص غالبیت در اکثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط، گیاه لوبیا نسبت به کنجد، گیاه غالب بود. در این میان میزان شاخص غالبیت در نسبت ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ لوبیا منفی شد (AG= -۰/۱۷) که نشان‌دهنده مغلوبیت گیاه کنجد در مقایسه با لوبیا در نسبت مذکور است. از طرفی شاخص غالبیت در نسبت‌های ۷۵٪ لوبیا+۲۵٪ کنجد و ۵۰٪ لوبیا+۵۰٪ کنجد، مثبت و به‌ترتیب ۰/۰۲۱ و ۰/۴۲ شد که نشان‌دهنده غالبیت گیاه لوبیا در نسبت‌های مذکور می‌باشد.

Jamshidi *et al,* (2008) با بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها از آزمایشات خود چنین نتیجه گرفتند که زمانی‌که سهم یک گونه نسبت به دیگری در ترکیب مخلوط افزایش یابد، آن گیاه غالب خواهد شد و برعکس.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و لوبیا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی قرار گرفتند. بیشترین میزان عملکرد کنجد در نسبت ۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا و در مورد لوبیا، در کشت خالص مشاهده شد. کاشت ردیفی لوبیا و کنجد باعث بهبود عملکرد دانه نسبت به کشت درهم شد. میزان نسبت برابری زمین (LER) در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از یک بود و بالاترین میزان برای نسبت ۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا به‌دست آمد. ضریب ازدحام نسبی (RCC) در نسبت۵۰٪ کنجد+۵۰٪ لوبیا بالاترین میزان را داشت. در نهایت، با توجه به قدرت تهاجم، لوبیا به‌عنوان گیاه غالب تعیین شد. لوبیا گونه‌ای تثبیت‌کننده نیتروژن، حاوی پروتئین بالا و کنجد گونه‌ای دارویی و روغنی می‌باشد که هرکدام یک گروه کارکردی مجزا را تشکیل می‌دهند. حضور این دو گونه در کشت مخلوط باعث افزایش تنوع شده و در صورت استفاده از بهترین نسبت مخلوط و برقراری تعادل میان رقابت بین گونه‌ای و رقابت درون گونه‌ای می‌توان به عملکرد مطلوب دست یافت و هم‌چنین به مرور با بهبود جنبه‌های اکولوژیک مزرعه از طریق سیستم کشت مخلوط و افزایش تنوع، می‌توان در مسیر کشاورزی پایدار و کاهش مصرف نهاده‌های بیرونی گام برداشت.

منابع

1. Adeniyan, O.N., Akande, S.R., Balogun, M.O., and Saka, J.O. 2007. Evaluation of crop yield of African yam bean, maize and kenaf under intercropping systems. America-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 2: 99-102.
2. Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 541-553. (In Persian with English Summary).
3. Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology 139: 74-83.
4. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment. European Journal of Agronomy 24: 325-332.
5. Bhatti, I.H., Ahmad, R., Jabbar, A., Nazir, M.S., and Mahmood. T. 2006. Competitive behavior of component crops in different sesame – legume intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology 165-167.
6. Beheshti, A.R., Soltanian, B., and Sadrabadi, R. 2010. Investigation of density and different crop rates on grain and biological yield in intercropping of grain sorghum and bean. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 1-11. (In Persian with English Summary).

7. Elmor, R.W., and Jockobs, H.A. 1986. Yield and nitrogen yield of sorghum intercropped with nodulating and non- nodulating soybeans. Agronomy Journal 78: 780-789.
8. Ghaderi, G.R., Gazanchian, A., and Yousefi, M. 2008. The forage production comparison of alfalfa and wheatgrass as affected by seeding rate on mixed and pure cropping. Iranian journal of Range and Desert Research 15(2): 256-268.
9. Hasan Zade Aval, F., Koochaki, A., Khazaei, H., and Nasiri Mahalati, M. 2011. Effect of density on agronomic characteristics and yield of savory and Iranian clover in intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 8(6): 920-929.
10. Jahani, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and lentil (*Lens culinaris* M.). Iranian Journal of Field Crops Research 6(1): 67-78. (In Persian with English Summary).
11. Jamshidi, K.H., Mazaheri, D., Majnoun Hosseini, N., Rahimian, H., and Peyghambari, A. 2008. Evaluation of yield in intercropping of maize (*Zea mays)* and cow pea (*Vigna unguiculata*). Pajouhsh & Sazandegi 80: 110-118.
12. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi, H., and Amirmoradi, S. 2009. Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy. Journal of Agroecology 1: 13- 23. (In Persian with English Summary).
13. Mazaheri, D. 1998. Intercropping (Second Edition). University of Tehran, 262p. (In Persian).
14. Pouramir, F., Koocheki, A., Nassiri M., and Ghorbani, R. 2010. Evaluation the effect of different planting combinations on yield and yield components of intercropping sesame and chickpea in additive series. Iranian Journal of Field Crops Research. In Press. (In Persian with English Summary).
15. Raei, Y., Ghasemi, K., Javanshir, A., Alyari, H., Mohammadi, S.A., and Nasrolah zade, S. 2007. Assessment of soybean (*Glycine max*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) intercropping by using reciprocal model of yield. Iranian Journal of Crop Science 8(1): 1-13.
16. Rahimy, M.M., Mazaheri, D., Khodabandeh, N., and Heidari, H. 2003. Assessment of product in corn and soybean intercropping in Arsanjan region. Agricultural Science 9: 109-126. (In Persian with English Summary).
17. Rezvan Beydokhti, Sh. 2005. Comparison of different intercropping arrangement of corn and bean. MSc. Thesis, College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
18. Sarlak, Sh., and Aghaalikhani, M. 2009. Effect of pant density and mixing ratio on crop yield in sweet corn (*Zea mays* L. var Saccharata) and mungbean (*Vigna radiata* L.) intercropping. Iranian Journal of Crop Sciences 11(4): 367-380. (In Persian).
19. Sullivan, P. 2003. Intercropping principles and production practices ATTRA, Available Online (October 2006): Http://www.attra.ncat.org.
20. Tavasoli, A., Ghanbari, A., Ahmadi, M.M., and Heydari, M. 2010. Effect of manual and chemical fertilizer on Yield of intercropping (*Panicum miliaceum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*). Iranian Journal of Field Crops Research 8(2): 203-212.
21. Tayefe Noori, M. 2004. Study of intercropping of maize and cow pea. MSc. Thesis, College of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary).
22. Tohidi Nejad, A., Mazaheri, D., and Koochaki, A. 2004. Study of maize and sunflower intercropping. Pajouhesh & Sazandegi 64: 39-45. (In Persian with English Summary).

23. Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with different row orientation. Field Crops Research 71: 17-29.
24. Vandermeer, J.H. 1989. The Ecology of Intercropping, Cambridge. University Press. 297 pp.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 73-86

Evaluation of yield, yield components and different intercropping indices in mixed and row intercropping of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Nurbakhsh[1], F., Koocheki[2*], A. & Nassiri Mahallati[2], M.

1- PhD. Student, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2- Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Received: 12 January 2014
Accepted: 26 January 2015

Introduction

Intercropping as a common method in sustainable agricultural systems, plays an important role in increasing productivity and yield stability to improve utilization of resources (Alizadeh *et al.,* 2010). Studies in different countries showed that intercropping causes increase in diversity, production and more efficient use of water resources, land, labor and nutrients and also reduces problems caused by pests, diseases and weeds (Awal *et al.,* 2006) and improves environmental conditions for plant growth (Alizadeh *et al.,* 2010). One the most important benefits of intercropping is increasing production per unit area compared with sole cropping (Banik *et al.,* 2006).The reason for increasing the yield in the intercropping is the better use of environmental factors such as water, nutrient and light (Alizadeh *et al.,* 2010). TohidiNejad *et al,* (2004) evaluated the intercropping of corn *(Zeamayz*) and sunflower (*Helianthus annuus*) and reported that intercropping, due to more efficient use of light, improved the yield of both plants. Pouramir *et al,* (2010) investigated the intercropping of sesame **(***Sesamum indicum* L.**)** and chickpea *(Cicer arietinum*) and concluded that yield of chickpea was significantly affected by intercropping with sesame and the highest yield of chickpea was obtained in monoculture. Beheshti (Beheshti *et al.,* 2010) evaluated the intercropping of sorghum (*Sorghum bicolor*) and soybean (*Glaycin max*) and stated that in all the intercropping treatments, land equivalent ratio was increased. The present study was designed to investigate the effects of mixed and row intercropping on yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.).

Matrials and Methods

In order to study the effects of mixed and row intercropping of sesame and bean on yield and yield components in two species of sesame and bean, a split-plot experiment based on randomized complete blocks design with three replicates was performed in research farm of Ferdowsi University of Mashhad in 2011-2012. Cropping pattern (mixed or row intercropping) was allocated to the main plots and different planting ratios (25% bean +75% sesame, 25% sesame +75% bean, 50% sesame +50% bean, sole cropping of sesame, sole cropping of bean) were assigned to the sub-plots. Density of planting for sesame and beans were 40 and 20 plants per square meters respectively.

Crop combination in row intercropping was as follows:

75% sesame + 25% bean: planting three rows of sesame and one row of bean.

25% sesame + 75% bean: planting three rows of bean and one row of sesame.

50% sesame and 50% bean: planting two rows of sesame and two rows of beans.

Indices such as Land Equivalent Ratio (LER), Aggressively index (AG) and Relative Crowding Coefficient index (RCC) were used (Vandermeer, 1989). For analyzing data, SAS ver.9.1 was used and mean comparison was performed based on Duncan test and for drawing charts Excel was used.

Results and Discussion

Results indicated that yield and yield components of sesame and bean were affected by different treatments. In all cases, row intercropping showed superior compared with mixed intercropping. The highest sesame yield (3128.93 kg/ha) was obtained with 50% sesame and 50% bean treatment and the highest bean yield (1087.76 kg/ha) was obtained with sole cropping. The highest amount of LER (land equivalent ratio) (1.59) was obtained with 50% sesame and 50% bean. LER values in all different treatments of multiple cropping were more than 1 and this shows superiority of multiple cropping compared with sole cropping of sesame and bean. This can be caused by biological nitrogen fixing by bean (Tavasoli *et al.,* 2010). The highest value of Relative Crowding Coefficient (RCC) (2.19) was obtained with the50% sesame and 50% bean treatment. Based on Aggressively index (AG), bean was the dominant species.

* **Corresponding Author:** akooch@um.ac.ir

Conclusions

Bean (as a nitrogen-fixing species) and sesame (as an oil crop) are different groups of plants with various functions. The presence of these two species in the intercropping increased diversity and optimal yield was obtained when the appropriate ratio (Balance between inter specific and intra specific competition) was used.

Key words: AG (Aggrssivity index), LER (land equivalent ratio), RCC (Relative Crowding Coefficient)

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۹۸-۸۷، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 87-98

تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی عدس به روش بیلان آبی (مطالعه موردی: خرم‌آباد)

مریم صارمی[1*]، بهمن فرهادی[2]، عباس ملکی[3] و معصومه فراستی[4]

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه
۲- استادیار آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه
۳- استادیار آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
۴- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۲۰

چکیده

عدس یکی از حبوبات است که عمدتاً در استان لرستان کاشته می‌شود. علی‌رغم اینکه این محصول از نظر سطح کشت، مقام دوم را در بین حبوبات در کشور دارد ولی تاکنون نیاز آبی این محصول در استان لرستان اندازه‌گیری نشده است. هدف اصلی این مطالعه اندازه‌گیری نیاز آبی و تعیین ضرایب گیاهی برای عدس در خرم‌آباد می‌باشد. به همین منظور یک آزمایش لایسیمتری طی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان واقع در خرم‌آباد انجام گردید. در این آزمایش عدس و چمن هرکدام در چهار میکرولایسیمتر زهکش‌دار به قطر ۴۸ و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر کشت شدند. میزان تبخیر و تعرق عدس و چمن درون لایسیمترها با استفاده از روش بیلان آبی تعیین گردید. مقدار کل تبخیر و تعرق عدس و چمن در طول دوره رشد عدس به‌ترتیب برابر ۴۷۶ و ۵۶۸ میلی‌متر تعیین گردید. ضمناً مقدار ضریب گیاهی در طول دوره رشد براساس نسبت تبخیر و تعرق عدس به تبخیر و تعرق چمن محاسبه گردید. میانگین ضریب گیاهی عدس در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب ۰/۴۵، ۰/۸۹، ۱/۱۹ و ۰/۵۶ به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: رطوبت خاک، رقم گچساران، مدیریت آبیاری، مراحل رشد

مقدمه

در کشور ایران با متوسط ریزش‌های آسمانی ۲۵۲ میلی‌متر در سال و شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک، استفاده بهینه از منابع محدود آب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نیاز آبی گیاهان یکی از بخش‌های مهم سیکل هیدرولوژی است که تخمین دقیق آن برای مطالعات بیلان آبی، تأسیسات آبی، مدیریت و طراحی سیستم‌های نوین آبیاری و مدیریت منابع آب مورد نیاز می‌باشد. بنابراین به‌دست آوردن میزان تبخیر- تعرق برای هر پوشش گیاهی امری بسیار ضروری است. شناخت رفتار و خصوصیات پوشش گیاهی غیرمرجع در مقایسه با پوشش گیاهی مرجع (چمن)، اولین قدم در برآورد تبخیر- تعرق گیاهان زراعی است. ضریب گیاهی بیان‌کننده اثرات پوشش گیاهی و رطوبت خاک گیاه غیرمرجع نسبت به گیاه مرجع است (Doorenbos & Prutt, 1977). به‌عبارتی ضریب گیاهی تفاوت تبخیر و تعرق گیاهان و سطح مرجع چمن را توصیف می‌کند. این تفاوت می‌تواند در یک ضریب یک جزئی تلفیق شده یا به‌صورت دو ضریب جداگانه که تفاوت دو جزء تبخیر و تعرق دو سطح را بیان کرده، نشان داده شود. انتخاب روش، به اهداف محاسباتی، دقت مورد نظر، داده‌های اقلیمی در دسترس و دوره زمانی مورد نظر بستگی دارد. در روش ضریب گیاهی یک جزئی، اثر تعرق گیاه و تبخیر از خاک سطحی به‌صورت یک ضریب گیاهی نشان داده می‌شود و در واقع میانگین تبخیر از خاک و تعرق گیاهان را نشان می‌دهد. این روش برای مدیریت آبیاری معمول معتبر است. در روش ضریب گیاهی دو جزئی، تعرق گیاهان و تبخیر از سطح خاک به‌طور جداگانه بررسی و تعیین می‌شوند. در این روش از ضریب گیاهی پایه برای توصیف فرآیند تعرق گیاه و از ضریب تبخیر برای توصیف فرآیند تبخیر از سطح خاک استفاده می‌شود (Allen *et al.,* 1998). ضریب گیاهی به‌طور عمده به ویژگی‌های گیاه و به‌طور محدودتر، به اقلیم بستگی دارد و همین ویژگی موجب به‌کارگیری ضرایب گیاهی استاندارد در مناطق و اقلیم‌های گوناگون و پذیرش آن به‌عنوان شاخصی

*نویسنده مسئول: کرمانشاه، بزرگراه امام خمینی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه مهندسی آب
همراه: ۰۹۳۶۷۱۱۴۸۸۲؛ m.saremi2008@gmail.com

مهم در محاسبات مربوط به نیاز آبی گیاهان شده است (Grattan *et al.,* 1998).

تبخیر- تعرق واقعی گیاه را می‌توان با اندازه‌گیری پیوسته تغییرات آب خاک با استفاده از لایسیمتر و براساس بیلان آب در خاک اندازه‌گیری نمود. این پارامتر را می‌توان با ضرب تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع در ضریب گیاهی نیز برآورد کرد. علی‌رغم اینکه مطالعات متعددی در خصوص تعیین ضریب گیاهی براساس نتایج لایسیمتری انجام شده است اما در خصوص محصول عدس مطالعات انجام شده بسیار محدود بوده است. براساس بانک اطلاعاتی همراه نرم افزار Agwat طول مراحل چهارگانه رشد عدس در خرم‌آباد به‌ترتیب ۲۵، ۳۴، ۳۵ و ۱۷ روز و ضریب گیاهی در مراحل آغازین، میانی و پایانی به‌ترتیب ۰/۱۵، ۱/۰۵ و ۰/۲۰ در نظر گرفته شده است.

با در نظر گرفتن اطلاعات هواشناسی ناحیه تحت آبیاری سیکتا در هند، ضرایب گیاهی عدس برای مراحل آغازین، میانی و پایانی به‌ترتیب ۰/۴، ۱/۰ و ۰/۲۳ برآورد شد (Paudel & Pandey, 2013). اگرچه در خصوص نیاز آبی عدس در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته است اما در مورد تعیین نیاز آبی برخی از گیاهان مطالعات زیادی وجود دارد، لذا در ادامه به برخی از مقالات ارائه شده در خصوص برآورد نیاز آبی سایر محصولات پرداخته می‌شود. در تحقیقی در سال‌های ۸۷-۱۳۸۶ در مجتمع تحقیقاتی البرز، واقع در جنوب شهرستان البرز کرج ضرایب گیاهی چهارگانه رشد شامل مرحله اولیه، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب برابر با ۰/۱۶، ۰/۴۵، ۱/۰۵ و ۰/۸۱ و مقدار خالص آب آبیاری مورد نیاز گیاه بومادران معادل ۱۴۹/۷۲ میلی‌متر برآورد گردید (Sharifi Ashoorabadi *et al.,* 2012). در سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ در پژوهشی در مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان کرمانشاه واقع در دشت ماهیدشت به روش لایسیمتری، مقدار متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع و تبخیر و تعرق ذرت در طول فصول رشد به‌ترتیب برابر با ۹۱۳ و ۷۴۳ میلی‌متر اندازه‌گیری و میزان متوسط ضریب گیاهی ذرت برای مراحل ابتدایی، میانی و نهایی به‌ترتیب برابر با ۰/۵، ۱/۲۲ و ۰/۸۹ به‌دست آمد (Bafkar *et al.,* 2013). به منظور ارزیابی ضریب گیاهی دو جزئی در تعیین مقدار تبخیر- تعرق واقعی آزمایشی بر روی گندم پاییزه و ذرت در شمال چین با استفاده از لایسیمترهای وزنی صورت گرفت، در نهایت با استفاده از داده‌های لایسیمتری ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد برای گندم به‌ترتیب ۰/۸، ۱/۱۵، ۱/۲۵ و ۰/۹۵ و برای ذرت ۰/۹، ۰/۹۵، ۱/۲۵ و ۱ تخمین زده شد (Liu & Luo, 2010). طی دو سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ با هدف تعیین تبخیر- تعرق و ضریب گیاهی پنبه آزمایشی در اراضی نیمه خشک برزیل انجام شد. در این تحقیق محصول پنبه با استفاده از یک سیستم آبیاری بارانی با ضریب یکنواختی ۸۴/۷ درصد، سه تا چهار بار در هفته آبیاری شد. تبخیر و تعرق روزانه پنبه با اندازه‌گیری درجه حرارت هوا، شیب فشار بخار آب، تابش خالص و شار حرارتی خاک در لایه‌های نزدیک سطح بالاتر از سطح تبخیر و با استفاده از روش توازن انرژی (BREB) و تبخیر و تعرق روزانه گیاه مرجع براساس داده‌های هواشناسی جمع‌آوری شده از ایستگاه هواشناسی با روش فائو ۵۶ به‌دست آمد. در نهایت مقدار متوسط تبخیر- تعرق پنبه ۷۳۵ میلی‌متر اندازه‌گیری و مقدار متوسط ضریب گیاهی برای مراحل اولیه، میانی و پایانی به‌ترتیب برابر با ۰/۷۵، ۱/۰۹ و ۰/۸ به‌دست آمد (Bezerra *et al.,* 2012).

در منطقه نیمه خشک ایران (مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شهرستان کرمانشاه)، تحقیقی به منظور تعیین ضریب گیاهی گشنیز صورت گرفت. در این تحقیق برای محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل از معادله پنمن- مانتیث و برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق واقعی از معادله بیلان آبی استفاده گردید. در نهایت طی دو سال آزمایش مقادیر ضرایب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب ۰/۶۶، ۱/۱۹، ۱/۳۶ و ۰/۹۸ به‌دست آمد (Ghamarnia *et al.,* 2013).

در بین حبوبات، عدس دارای مواد پروتئینی با ارزشی است که به‌عنوان مکمل غذایی در الگوی تغذیه‌ای انسان جایگاه ویژه‌ای دارد (Anjam *et al.,* 2005; Rubeena *et al.,* 2003). سطح زیر کشت عدس در سال ۱۳۹۲ در ایران ۱۵۵۷۰۰ هکتار و تولید آن ۸۰۰۰۰ تن می‌باشد و پس از نخود و لوبیا رتبه سوم را در بین حبوبات دارا می‌باشد. آذربایجان شرقی، اردبیل، فارس، لرستان و زنجان مهم‌ترین مراکز تولید عدس در ایران می‌باشند (Ministry of Agricultural, 2013). با توجه به ارزش غذایی عدس و اهمیت کشت آن در استان لرستان و نیز با توجه به اینکه در مورد نیاز آبی این گیاه و به‌ویژه ضرایب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد در منطقه مورد بررسی، تحقیقی صورت نگرفته است، این آزمایش با هدف تعیین ضرایب گیاهی عدس در خرم‌آباد با استفاده از روش بیلان آبی در میکرولایسیمترهای زهکش‌دار طی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان واقع در خرم‌آباد به مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول

شرقی با ارتفاع ۱۱۴۸ متر از سطح دریا انجام گردید. این منطقه براساس طبقه‌بندی آمبروژه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است (Lashnizand *et al.*, 2011). جهت به‌دست آوردن تبخیر- تعرق واقعی عدس و تبخیر- تعرق مرجع چمن و در نهایت محاسبه ضریب گیاهی عدس، هشت دستگاه میکرولایسیمتر زهکش‌دار در منطقه مورد مطالعه قرار داده شد. عدس و چمن هرکدام در چهار میکرولایسیمتر (به‌عنوان چهار تکرار) کشت گردیدند. میکرولایسیمترها به شکل استوانه و از جنس پلی‌اتیلن ضخیم بودند که طول و قطر آن‌ها به‌ترتیب برابر ۸۰ و ۴۸ سانتی‌متر بود. اولین و ضروری‌ترین مورد قابل پیش‌بینی در هر میکرولایسیمتر، تهیه و نصب لوله زهکش در بخش تحتانی آن جهت خروج آب‌های اضافی و تداعی شرایط نفوذ عمقی در حین عملیات آبیاری می‌باشد. بدین منظور از لوله پلاستیکی با قطر پنج سانتی‌متر استفاده گردید که در مرکز و کف میکرولایسیمترها ایجاد شده و به ظرف جمع‌آوری آب هدایت می‌شد. میکرولایسیمترها در دو ردیف، به فاصله یک‌متر از یکدیگر قرار داده شدند. به منظور جلوگیری از ورود ذرات خاک و شستشوی آن توسط جریان آب به درون لوله‌های زهکش استفاده از صافی یا فیلتر مناسب در کف میکرولایسیمتر امری ضروری است؛ به همین دلیل در کف میکرولایسیمترها به ضخامت حدود ۱۵ سانتی‌متر شن ریخته شد، سپس میکرولایسیمترها با خاک زراعی از همان مزرعه و با در نظر گرفتن ترتیب لایه‌های پروفیل خاک همراه با کود حیوانی پر و در چندین نوبت فشرده شدند. جهت تحکیم خاک قبل از کشت، چندین نوبت خاک داخل میکرولایسیمترها آبیاری شده و پس از نشست کامل مجدداً تا سطح مورد نظر با خاک پر شدند. جهت جلوگیری از تابش مستقیم خورشید و برقراری شرایطی مشابه شرایط مزرعه از لحاظ گرمایی، از عایق پشم شیشه با روکش آلومینیوم مسلح پلی‌اتیلن‌دار به ضخامت ۲۵ میلی‌متر و دانسیته ۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب به‌عنوان پوشش میکرولایسیمترها استفاده گردید. قبل از کاشت به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از خاک درون لایسیمترها نمونه‌برداری شد. نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک داخل لایسیمترها تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک درون لایسیمترها

Table 1. Physical properties of the soil in the lysimeters

جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density ($gr.cm^{-3}$)	نقطه پژمردگی (درصد وزنی) Wilting point (% Weight)	ظرفیت زراعی (درصد وزنی) Field capacity (% Weight)	عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)
1.29	17.70	29.00	0 - 20
1.29	20.22	28.18	20 - 40
1.29	19.80	22.79	40 - 60
1.29	19.24	26.66	میانگین Average

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک درون لایسیمترها

Table 2. Chemical properties of soil in the lysimeters

پتاسیم قابل جذب (یک قسمت در میلیون) Absorbable potassium (ppm)	فسفر قابل جذب (یک قسمت در میلیون) Absorbable phosphorus (ppm)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (٪)	آهک (درصد) Lime (٪)	قلیائیت (-) pH (-)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)	عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)
330	3.3	0.53	37.1	7.5	0.95	0 - 60

بذر گیاه عدس از نوع رقم گچساران پس از کنترل از نظر صحت و سلامت و سم‌زدایی شدن، در ۲۶ اسفند در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ درون چهار دستگاه میکرولایسیمتر به‌صورت دستی کاشته شد. فواصل ردیف‌های کاشت پنج سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها در هر ردیف دو سانتی‌متر و عمق کاشت پنج سانتی‌متر بود، در نتیجه تراکم کشت حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ بوته در هر متر مربع می‌باشد. به‌منظور اندازه‌گیری تبخیر و تعرق گیاه مرجع بذر چمن رقم اسپرت هلندی[1] نیز با کود حیوانی مخلوط و در سطح چهار دستگاه میکرولایسیمتر پاشیده شد.

[1] Barenbrug

اولین آبیاری در هنگام کاشت بذرهای عدس و چمن صورت گرفت. آبیاری‌های بعدی زمانی اعمال می‌شدند که گیاهان دچار تنش رطوبتی نشوند. به همین منظور حداکثر کمبود رطوبتی مجاز خاک ۳۰ درصد در نظر گرفته شد. بدین منظور رطوبت قبل از آبیاری تعیین شده و با محاسبه اختلاف این میزان و حد ظرفیت زراعی، نیاز آبیاری تعیین می‌شد. البته از آنجا که میکرولایسیمتر یک محیط کنترل شده و به سادگی قابل زهکشی بود همواره سعی می‌شد حجمی بیش از این میزان برای آبیاری در نظر گرفته شود به‌طوری‌که حداکثر ۱۰ درصد زه آب ایجاد شود. در نهایت عمق آب آبیاری (I) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$I = (\theta_{fc} - \theta_m) \times D \qquad (۱)$$

که در آن، θ_{fc}: رطوبت حجمی ظرفیت زراعی خاک (درصد)، θ_m: رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده خاک قبل از آبیاری (درصد)، I: عمق آب آبیاری (میلی‌متر)، D: عمق توسعه ریشه (میلی‌متر) می‌باشد.

زه آب خروجی نیز قبل از هر آبیاری توسط ظروفی که در محل خروجی لوله زهکش نصب شده بود اندازه‌گیری و حجم آن با استفاده از استوانه مدرج تعیین می‌شد.

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از حسگرهای اندازه‌گیری رطوبت خاک که توسط گروه پژوهشی آبیاری و زهکشی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران تحت عنوان تجاری IDRG[1] ساخته شده است استفاده گردید. بدین منظور در ابتدا دستگاه برای خاک مزرعه کالیبره شد سپس سنسورهای رطوبت‌سنج داخل میکرولایسیمترها قرار داده شده و اطراف سنسورها به‌طور کامل از خاک پوشیده شد. کابل سنسورها از میکرولایسیمترها بیرون قرار داده شده و با وصل کردن سنسور به دستگاه، رطوبت خاک قرائت و یادداشت می‌شد. قرائت دستگاه قبل از آبیاری انجام می‌گرفت.

برای تأمین کامل نیازهای غذایی گیاه و افزایش حاصلخیزی خاک کود ازت، فسفات و پتاس و همچنین کود حیوانی در طول فصل رشد مصرف شد. همچنین برای کنترل علف‌های هرز در طی فصل رشد به دفعات لازم وجین دستی انجام گرفت. برای هریک از میکرولایسیمترها میزان تبخیر- تعرق عدس و چمن بین هر دو نوبت آبیاری متوالی در طول فصل زراعی با استفاده از رابطه بیلان آب خاک به‌صورت زیر محاسبه شد.

$$ET = I + R - d \pm \Delta w \qquad (۲)$$

که در آن، ET: تبخیر- تعرق واقعی یا مرجع در فاصله اندازه‌گیری رطوبت خاک در میکرولایسیمتر (میلی‌متر)، I: مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)، R: ارتفاع بارندگی (میلی‌متر)، d: مقدار آب زهکشی (میلی‌متر)، Δw: تغییرات رطوبت خاک در فاصله اندازه‌گیری رطوبت خاک (میلی‌متر) می‌باشد.

مقدار آب آبیاری و زهکشی با تقسیم حجم آب آبیاری و زهکشی بر مساحت میکرولایسیمترها به‌دست آمد. مقدار بارندگی روزانه در طول فصل رشد از ایستگاه هواشناسی واقع در مجاورت دانشکده کشاورزی اخذ گردید و تغییرات رطوبت خاک در فواصل بین دو آبیاری با دستگاه رطوبت‌سنج IDRG اندازه‌گیری شد. در نهایت مقادیر تبخیر- تعرق به‌دست آمده را بر فاصله‌ی بین دو آبیاری متوالی (دور آبیاری) تقسیم کرده و به این ترتیب مقدار تبخیر- تعرق روزانه‌ی گیاه عدس و چمن محاسبه شد.

برداشت عدس نیز قبل از خشک شدن کامل در تاریخ اول تیرماه ۱۳۹۲ به‌صورت دستی انجام گرفت. در طول دوره رشد با بازدیدهای منظم و یادداشت‌برداری‌های مستمر صفاتی از قبیل درصد سبز شدن و تفکیک مراحل چهارگانه رشد (ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی) اندازه‌گیری شد. مراحل چهارگانه رشد گیاه با توجه به تعریف این مراحل در نشریه شماره ۵۶ سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد (Allen *et al.*, 1998) تعیین گردید. مرحله ابتدایی از تاریخ کاشت بذر شروع و تا زمان وقوع پوشش گیاهی ۱۰ درصدی در مزرعه که معمولاً با ۲ تا ۳ برگی شدن گیاه همراه است ادامه دارد. مرحله توسعه از زمان پوشش ۱۰ درصدی مزرعه تا شروع گل‌دهی در نظر گرفته شد. مرحله میانی از آغاز گل‌دهی تا آغاز رسیدن محصول که با پلاسیدن و ریزش برگ همراه است و مرحله پایانی از انتهای مرحله میانی تا زمان رسیدن فیزیولوژیکی کامل در نظر گرفته شد. ضریب گیاهی منفرد عدس برای هرکدام از میکرولایسیمترها در هریک از مراحل رشد از تقسیم تبخیر- تعرق گیاه عدس بر متوسط تبخیر- تعرق چمن حاصل از چهار لایسیمتر، در هر روز با استفاده از رابطه (۳) به‌دست آمد (Allen *et al.*, 1998).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \qquad (۳)$$

در رابطه فوق ET_C و ET_O به‌ترتیب تبخیر- تعرق گیاه عدس و گیاه چمن (میلی‌متر) می‌باشند و K_C نیز ضریب گیاهی عدس (بدون واحد) می‌باشد. با توجه به اینکه یکی از اهداف این مطالعه استفاده از ضرایب به‌دست آمده در نرم‌افزارهایی از قبیل CROPWAT و AGWAT می‌باشد، منحنی ضریب گیاهی عدس مطابق با روش ارائه شده در نشریه

[1] Irrigation & Drainage Research Group

فائو ۵۶ (Allen *et al.,* 1998) تهیه گردید. تبخیر و تعرق مرجع در طی پژوهش توسط نرم‌افزارهای REF-ET، CROPWAT و AGWAT با مشخص بودن موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) و با استفاده از پارامترهای هواشناسی شامل دمای ماکزیمم و مینیمم، رطوبت نسبی ماکزیمم و مینیمم، سرعت باد و ساعات آفتابی که همزمان با اندازه‌گیری تبخیر و تعرق چمن با استفاده از لایسیمترها، از ایستگاه سینوپتیک واقع در فرودگاه خرم‌آباد اخذ شده بود، محاسبه گردید. در نهایت مقادیر ضریب گیاهی و تبخیر- تعرق به‌دست آمده از لایسیمترها در مراحل چهارگانه رشد برای چهار تکرار با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تبخیر- تعرق گیاه به‌دست آمده از لایسیمترها و متوسط تبخیر- تعرق چمن اندازه‌گیری شده از چهار لایسیمتر و ضرایب گیاهی محاسبه شده در دوره‌های ۱۰ روزه طی دوره رشد گیاه عدس در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به این جدول، مقدار نیاز آبی عدس در مرحله ابتدایی به دلیل رشد کم و کوچک بودن گیاه، پایین بوده و سپس در مرحله توسعه افزایش یافته است. در مرحله میانی به دلیل توسعه اندام هوایی گیاه و پر شدن دانه‌ها نیاز آبی به حداکثر مقدار خود رسیده و به‌تدریج در مرحله پایانی روندی کاهشی داشته است که این روند با نتایج تحقیقات قبلی در مورد سایر محصولات همسو است. در تحقیقات Sharifi Ashoorabadi *et al*, (2012) نیز روندی مشابه طی شده به‌طوری‌که نیاز آبی در مرحله‌ی میانی بیشترین مقدار را داشته است.

متوسط مقادیر حداقل و حداکثر نیاز آبی ۱۰ روزه گیاه به‌ترتیب ۱۷/۰۲ و ۸۸/۴۶ میلی‌متر در ۱۰ روز بود (جدول ۳). براساس نتایج بیلان آب خاک به‌دست آمده در این دوره، مقدار تبخیر- تعرق واقعی گیاه عدس ۴۷۶/۳۳ میلی‌متر برآورد گردید. از طرف دیگر میزان تبخیر- تعرق مرجع محاسبه شده در این مدت ۵۶۷/۷۳ میلی‌متر به‌دست آمد. چنانچه در جدول ۳ دیده می‌شود به‌طور کلی در طول دوره رشد با گرم‌تر شدن هوا و نزدیک شدن به فصل تابستان، تبخیر- تعرق مرجع مطابق انتظار روندی صعودی دارد. این روند صعودی به دلیل بلندبودن طول روز، افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت نسبی می‌باشد. به‌طور کلی روند تغییرات نیاز آبی گیاه مرجع در طی پژوهش با نتایج تحقیقات Bafkar *et al*, (2013) و Ghamarnia *et al*, (2013) همخوانی دارد.

جدول ۳- متوسط تبخیر و تعرق چمن (ETo) و عدس (ETc) بر حسب میلی‌متر و ضرایب گیاهی (Kc) ۱۰ روزه عدس

Table 3. Average of grass (ETo) and lentil evapotranspiration (ETc) in millimeters and 10-days lentil crop coefficient

متوسط (عدس) Average (Lentil)		لایسیمتر ۴ (عدس) Lysimeter 4 (Lentil)		لایسیمتر ۳ (عدس) Lysimeter 3 (Lentil)		لایسیمتر ۲ (عدس) Lysimeter 2 (Lentil)		لایسیمتر ۱ (عدس) Lysimeter 1 (Lentil)		متوسط (چمن) Average (Grass)	تاریخ Date		
Kc	ETc	Kc	ETc	Kc	ETc	Kc	ETc	Kc	ETc	ETo	پایان End	شروع Start	دهه Decade
0.47	17.02	0.53	19.24	0.55	20.19	0.36	13.19	0.42	15.47	36.83	92/1/6 2013/3/26	91/12/27 2013/3/17	1
0.47	21.53	0.48	22.07	0.38	17.35	0.53	24.39	0.48	22.30	46.52	92/1/16 2013/4/5	92/1/7 2013/3/27	2
0.85	39.25	0.81	37.70	0.86	39.88	0.93	42.67	0.79	36.76	47.17	92/1/26 2013/4/15	92/1/17 2013/4/6	3
0.91	42.50	0.92	43.25	0.94	44.10	0.86	40.26	0.90	42.39	46.65	92/2/5 2013/4/25	92/1/27 2013/4/16	4
1.15	58.69	1.14	58.08	1.14	58.21	1.17	60.83	1.13	57.64	51.64	92/2/15 2013/5/5	92/2/6 2013/4/26	5
1.31	79.58	1.41	85.15	1.35	81.44	1.24	76.83	1.23	74.88	61.18	92/2/25 2013/5/15	92/2/16 2013/5/6	6
1.18	88.46	1.17	87.04	1.16	86.86	1.21	90.76	1.20	89.17	74.15	92/3/4 2013/5/25	92/2/26 2013/5/16	7
0.78	56.32	0.75	54.33	0.87	62.06	0.76	55.11	0.74	53.78	73.32	92/3/14 2013/6/4	92/3/5 2013/5/26	8
0.55	43.68	0.53	42.05	0.52	41.10	0.58	45.76	0.58	45.80	78.77	92/3/24 2013/6/14	92/3/15 2013/6/5	9

0.57	29.31	0.57	29.61	0.58	29.68	0.57	29.12	0.56	28.80	51.49	92/3/30 2013/6/20	92/3/25 2013/6/15	*10
	476.33		478.52		480.87		478.93		467	567.73			جمع Total

*۶ روز

در جدول ۴ تاریخ و طول مراحل رشد در طی انجام پژوهش و همچنین ضرایب گیاهی چهار مرحله رشد برای چهار میکرو لایسیمتر و میانگین آن‌ها ارائه شده است. چنانچه در جداول ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، در دوره اولیه رشد (دو دهه اول) به دلیل کوچک بودن گیاه و نیاز کم آن به آب، میزان ضریب گیاهی پایین می‌باشد. مقدار ضریب گیاهی در این مرحله بیشتر تحت تأثیر توان تبخیرکنندگی اتمسفر (کمبود فشار بخار در دمای واقعی هوا و در نتیجه ETo) است (Allen *et al.,* 1998) که با توجه به پایین بودن میزان تبخیر- تعرق، کوچک است. در دوره میانی رشد (دهه‌های پنجم، ششم و هفتم)، ضریب گیاهی نه تنها تابع شرایط اقلیمی است، بلکه ارتفاع گیاه نیز در آن تأثیر دارد (Allen *et al.,* 1998) و لذا با رشد گیاه و افزایش ارتفاع آن میزان تبخیر- تعرق و در نتیجه ضریب گیاهی در این دوره هم بالا رفت، اما در خصوص ضریب گیاهی دوره انتهایی رشد (سه دهه‌ی آخر) باید گفت که اثر مدیریت آبیاری و عملیات زراعی در این مقدار، گنجانده شده است (Allen *et al.,* 1998). از آنجا که گیاه تا زمانی نزدیک به برداشت آبیاری شد، لایه خاک سطحی مرطوب بوده و علاوه بر تعرق، تبخیر هم در تعیین نیاز آبی مؤثر بود و به دلیل بالابودن تبخیر- تعرق برای مقدار ضریب گیاهی مرحله پایانی، عدد بالایی حاصل شد. در تحقیقات Paudel & Pandey (2013); Bafkar *et al*, (2013) Liu & Luo (2010); Bezerra *et al*, (2012); و Sharifi Ashoorabadi *et al*, (2012) نیز مقدار این ضریب در مرحله ابتدایی پایین بوده، سپس به‌تدریج افزایش یافته و در مرحله میانی به حداکثر خود رسیده و در مرحله پایانی روندی کاهشی داشته است.

جدول ۴- طول مراحل رشد و متوسط ضرایب گیاهی (K_C) در هر مرحله

Table 4. Stage length and average of crop coefficient (Kc) in each growth stage

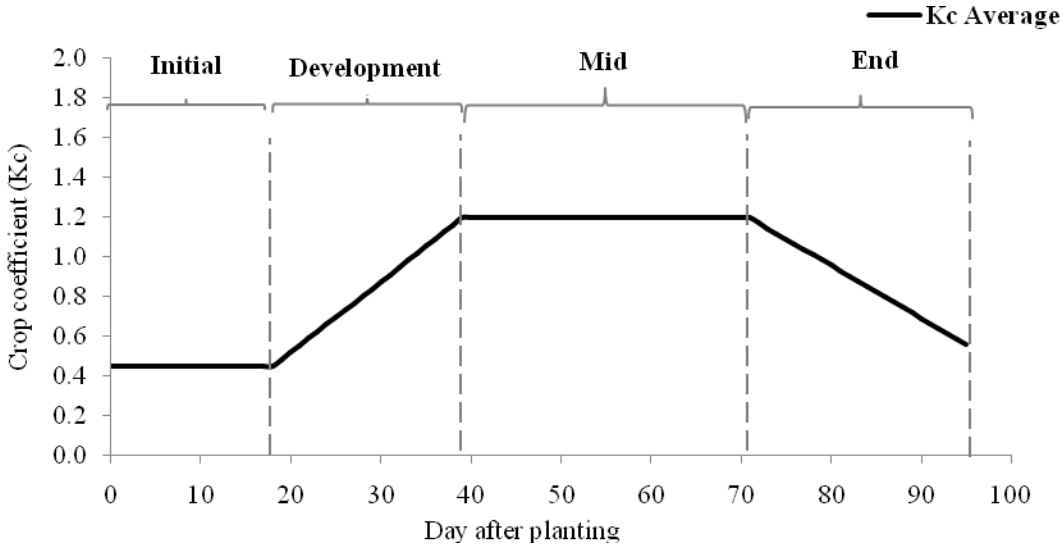
مراحل رشد Growth stages	تاریخ Date		طول دوره (روز) Stage length (Day)	(K_C)				
	شروع Start	پایان End		لایسیمتر ۱ Lysimeter 1	لایسیمتر ۲ Lysimeter 2	لایسیمتر ۳ Lysimeter 3	لایسیمتر ۴ Lysimeter 4	متوسط Average
اولیه Initial	91/12/27 2013/3/17	92/1/15 2013/4/4	19	0.43	0.41	0.46	0.49	0.45
توسعه Development	92/1/16 2013/4/5	92/2/4 2013/4/24	20	0.88	0.94	0.82	0.91	0.89
میانی Mid	92/2/5 2013/4/25	92/3/6 2013/5/27	33	1.17	1.18	1.20	1.22	1.19
پایانی End	92/3/7 2013/5/28	92/3/30 2013/6/20	24	0.62	0.58	0.61	0.65	0.61

برای تعیین ضریب گیاهی و استفاده از آن جهت تبدیل تبخیر- تعرق گیاه مرجع به تبخیر- تعرق گیاه مورد نظر براساس روش پیشنهادی FAO برای دوره رویش گیاه منحنی تغییرات ضریب گیاهی رسم می‌شود تا در هر مرحله از رشد ضریبی متناسب با همان مرحله اعمال شود. برای رسم این منحنی در مراحل اولیه و میانی از روش میانگین‌گیری استفاده می‌شود، به گونه‌ای که برای این دو مرحله از رشد میانگین ضرایب گیاهی در نظر گرفته می‌شود. تغییرات ضریب گیاهی در مراحل توسعه و پایانی با توجه به مقدار ضریب گیاهی به‌دست آمده در ابتدا و انتهای هر مرحله از رشد و در نهایت با به‌دست آوردن معادله خط قابل ترسیم است. ضریب گیاهی ارائه شده در نشریه فائو ۵۶ در مرحله پایانی نیز مربوط به آخرین روز از دوره رشد می‌باشد.

منحنی ضریب گیاهی عدس مطابق با روش ارائه شده در نشریه فائو ۵۶ در شکل ۱ آورده شده است.

سازمان فائو با تقسیم دوره رشد این گیاه به سه مرحله ابتدایی، میانی و انتهایی مقادیر ضرایب گیاهی را برای اقلیم نیمه مرطوب (میانگین روزانه حداقل رطوبت نسبی ۴۵ درصد و

باد آرام تا ملایم با میانگین ۲ متر بر ثانیه)، به‌ترتیب ۰/۴، ۱/۱ و ۰/۳ ارائه کرده است. میانگین ضریب گیاهی به‌دست آمده از این پژوهش برای مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی در جدول ۵ آورده شده است. این مقادیر در مراحل اولیه و میانی با مقادیر پیشنهادی فائو و تحقیقات (Paudel & Pandey, 2013) در هند تقریباً مطابقت دارد، اما در مرحله پایانی این اختلاف زیاد است. علت بزرگ بودن ضریب گیاهی در این دوره را می‌توان آبیاری تا زمان نزدیک به برداشت محصول و برداشت زود هنگام گیاه قبل از خشک شدن کامل بیان نمود.



شکل ۱- منحنی ضریب گیاهی عدس تعیین شده در مطالعه کنونی
Fig. 1. Lentil crop coefficient curve determined in the current study

Ghamarnia *et al*, (2013) نیز دلیل بالابودن ضریب گیاهی گشنیز در مرحله پایانی رشد را برداشت زود هنگام گیاه قبل از خشک شدن برای جلوگیری از هدر رفتن میزان روغن و اسانس دانه‌ها عنوان کردند. به‌طور کلی بیشتر بودن ضرایب گیاهی به‌دست آمده در مقایسه با مقادیر فائو با توجه به اینکه خرم‌آباد دارای اقلیم نیمه خشک سرد است و لذا تبخیر و تعرق در این منطقه زیاد است، منطقی به نظر می‌رسد و می‌توان از نتایج آن برای برنامه‌ریزی‌های آبیاری و نیاز آبی گیاه استفاده نمود. همچنین با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۵ مقدار ضریب گیاهی پیشنهادی براساس بانک اطلاعاتی موجود در نرم افزار AGWAT در مرحله ابتدایی و پایانی کمتر از نتایج به‌دست آمده از این پژوهش است، اما مقدار این ضریب در مرحله میانی با نتایج به‌دست آمده از پژوهش همخوانی دارد. در جدول ۶ تبخیر و تعرق چمن (ETo) به‌دست آمده از لایسیمترها در طی این پژوهش با نرم افزارهای REF-ET، CROPWAT و AGWAT مقایسه شده است. براساس این جدول، تبخیر و تعرق گیاه مرجع توسط نرم‌افزارهای REF-ET و CROPWAT با نتایج ETo به‌دست آمده از لایسیمترها تقریباً همخوانی دارد. از طرفی مقدار تبخیر و تعرق مرجع محاسبه شده توسط نرم افزار AGWAT از مقادیر به‌دست آمده توسط لایسیمترها کمتر است و لذا می‌توان گفت به‌طورکلی مقادیر نیاز آبی و ضریب گیاهی عدس برآورد شده توسط این نرم افزار نیز کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر است (نیاز آبی برآورد شده عدس توسط AGWAT، ۳۰۱ میلی‌متر). لازم به ذکر است که طول دوره رشد در این پژوهش با طول دوره رشد در نرم افزار AGWAT کاملاً متفاوت است. همچنین ضریب گیاهی به‌کار برده شده در این نرم افزار با توجه به اینکه این ضریب تابع اقلیم است و تاکنون هیچ مطالعه میدانی در خصوص برآورد ضریب گیاهی عدس در ایران انجام نشده جای تأمل دارد. به‌طور کلی اطلاعات موجود در نرم‌افزار AGWAT براساس یک سری فرضیات است که به‌طور میانگین برای کل دنیا به‌دست آمده و با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، اطلاعات به‌دست آمده از این نرم‌افزار با منطقه لرستان (شهرستان خرم‌آباد) هم‌خوانی ندارد و این عوامل می‌توانند دلیلی بر متفاوت بودن نتایج تحقیق حاضر با نرم افزار ذکر شده باشند.

اثر تکرار و تیمارهای مختلف (مراحل مختلف رشد) بر تبخیر و تعرق و ضرایب گیاهی به‌دست آمده از لایسیمترها در

جدول ۷ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف (مراحل چهارگانه رشد) از نظر نیاز آبی عدس، ضریب گیاهی و تبخیر و تعرق چمن اختلاف معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود دارد، از طرفی نیاز آبی عدس، ضریب گیاهی و تبخیر و تعرق چمن تحت تأثیر تکرارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از خود نشان نداد.

جدول ۵- مقایسه ضرایب گیاهی عدس به‌دست آمده در مطالعه کنونی با مقادیر FAO 56 و نرم افزار AGWAT

Table 5. Comparison of determined lentil crop coefficients in the current study with FAO 56 and AGWAT software

	مرحله رشد Growth stage			
	اولیه Initial	توسعه Development	میانی Mid	پایانی End
مطالعه کنونی Current study	0.45	0.89	1.19	0.56
فائو 56 FAO 56	0.4	-	1.1	0.3
نرم افزار AGWAT AGWAT package	0.15	-	1.05	0.2

جدول ۶- مقایسه تبخیر و تعرق چمن (ETo) به‌دست آمده از لایسیمترها با نرم افزارهای REF-ET، CROPWAT و AGWAT بر حسب میلی‌متر

Table 6. Comparison of determined grass (ETo) evapotranspiration using lysimeter with REF-ET, CROPWAT and AGWAT softwares in millimeters

روش	لایسیمتر	نرم افزار Software		
Method	Lysimeter	REF-ET	CROPWAT	AGWAT
ETo	567.73	565.93	550.79	340

جدول ۷- تجزیه واریانس تبخیر و تعرق چمن (ETo) و عدس (ETc) و ضرایب گیاهی (Kc) عدس

Table 7. Analysis of variance for grass evapotranspiration (ETo) and lentil (ETc) and the lentil crop coefficients

		میانگین مربعات Mean squares		
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	ETo	ETc	Kc
تکرار Replication	3	24.318^{ns}	9.939^{ns}	0.002^{ns}
تیمار Treatment	3	16971.950**	32876.084**	0.426**
خطا Error	9	34.798	6.297	0.001
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		4.16	2.11	4.25

ns، * و **: به‌ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق مقدار نیاز آبی گیاه عدس طی پژوهش معادل ۴۷۶/۳۳ میلی‌متر و مقدار نیاز آبی گیاه مرجع معادل ۵۶۷/۷۳ میلی‌متر برآورد گردید. همچنین با بررسی نتایج لایسیمتری (بیلان آبی) به‌دست آمده، طول دوره‌های مختلف رشد (با توجه به تعریف این مراحل در نشریه شماره ۵۶ سازمان فائو)، برابر با ۱۹، ۲۰، ۳۳ و ۲۴ روز و مقادیر ضریب گیاهی عدس در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی

(با استفاده از مقادیر تبخیر و تعرق عدس و چمن روزانه به‌دست آمده از لایسیمترها)، به‌ترتیب برابر با ۰/۴۵، ۰/۸۷، ۱/۱۹ و ۰/۵۶ به‌دست آمد. با استفاده از این ضرایب که تاکنون به‌صورت تجربی برای منطقه خرم‌آباد ارائه نشده است و محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع توسط نرم‌افزارهایی مانند REF-ET، CROPWAT، AGWAT و غیره، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری گیاه عدس امکان‌پذیر خواهد بود. در این پژوهش بین مراحل چهارگانه رشد از نظر نیاز آبی عدس، ضریب گیاهی و تبخیر و تعرق چمن اختلاف معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود داشت، از طرفی نیاز آبی عدس، ضریب گیاهی و تبخیر و تعرق چمن تحت تأثیر تکرارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از خود نشان نداد.

منابع

1. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300, 6541.
2. Anjam, M.S., Ali, A., Iqbal, S.H.M., and Haqqani, A.M. 2005. Evaluation and correlation of economically importanttraistin exotic germplasms of lentil. International Journal of Agriculture and Biology 7(6): 959-961.
3. Bafkar, A., Farhadi, B., and Karimi, A.R. 2013. Estimation of crop coefficients (Kc) of grain corn S.C. 704 using the physiological properties (case study: Kermanshah- Mahidasht). Journal of Water and Soil 27(4): 832-838. (In Persian with English Summary).
4. Bezerra, B.G., Silva, B.B., Bezerra, J.R.C., Sofiatti, V., and Santos, C.A.C. 2012. Evapotranspiration and crop coefficient for sprinkler- irrigated cotton crop in Apodi Plateau semiarid lands of Brazil. Agricultural Water Management 107: 86-93.
5. Bossie, M., Tilahum, K., and Hordofa, T. 2009. Crop coefficient and evapotranspiration of onion at Awash Melkassa. Central Rift Valley of Ethiopia. Journal Irrigation and Drainage 23(1): 1-10.
6. Doorenbos, J., and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No 24, FAO, 144 p, Rome Italy.
7. Ghamarnia, H., Jafarizade, M., Meri, E., and Gobadei, M.A. 2013. Lysimetric determination of *Coriandrum sativum* L. water requirement and single and dual crop coefficients in a semiarid climate. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 139(6): 447-455.
8. Grattan, S.R., Boewrs, W., Dong, A., Snyder, R.L., Carroll, J.J., and George, W. 1998. New crop coefficients estimate water use of vegetables, row crops. California Agricultural 52(1): 16-21.
9. Lashnizand, M., Parvaneh, B., and Beiranvand, F. 2011. Climate zoning of Lorestan province using geostatistical methods and determine the most appropriate experimental method. Journal of Natural Geography 4(11): 89-106. (In Persian).
10. Liu, Y., and Luo, Y. 2010. A consolidated evaluation of the FAO-56 dual crop coefficient approach using the lysimeter data in the North China Plain. Agricultural Water Management 97(1): 31-40.
11. Ministry of Agricultural Jahad. 2013. Agricultural Products Statistics.156 pages. (In Persian).
12. Paudel, H.D., and Pandey, A. 2013. Comparative study of ETo estimation methods for the water balance estimation–A case study of Sikta irrigation project, Nepal. Journal of Indian Water Resources Society 33(4): 42-50.

13. Rubeena, R., Ford, P., and Taylor, W.J. 2003. Construaction of an intraspecific linkage map of lentil (*Lens alinaris* ssp. Culinaris), Threor. Theoretucal and Appllied Genetics 107(5): 910-916.
14. Sharifi Ashoorabadi, E., Rouhipour, H., Assareh, M.H., Lebaschy, M.H., Abaszadeh, B., Naderi, B., and Rezaei Sarkhosh, M. 2012. Determination of crop water requirement of yarrow (*Achillea millefolium*) using lysimetry. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28(3): 484-492. (In Persian with English Summary).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 87-98

Determination the crop coefficient and water requirement of lentil, using water balance method (Case study: Khorram Abad)

Saremi[1*], M., Farhadi[2], B., Maleki[3], A. & Farasati[4], M.

1- MSc Graduate Student, Agriculture Engineering (Irrigation and Drainage), Water Engineering Department, Campous of Agriculture and Natural resources, Razi University
2- Assistant Professor, Phd of Agriculture Engineering (Irrigation and Drainage), Water Engineering Department, Campous of Agriculture and Natural resources, Razi University
3- Assistant Professor, Phd of Agriculture Engineering (Irrigation and Drainage), Water Engineering Department, Agriculture Faculty, Lorestan University
4- Assistant Professor, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah

Received: 11 August 2014
Accepted: 10 May 2015

Introduction

Evapotranspiration is one of the most important elements of hydrological cycle which is required for water resource management and design of irrigation systems. Crop evapotranspiration (ETc) can be measured by the Lysimeter using water balance equation. It also can be estimated by multiplying reference evapotranspiration (ETo) and crop coefficient (Kc). Considering the importance of this parameter, numerous studies have been performed to determine the Kc of major crops in each region. Lentil is one of the legumes which is cultivated mainly in Lorestan province. Although this crop is the second in terms of the area under cultivation among the legumes in the country, the water requirement and crop coefficients of this crop is not determined in Lorestan province yet. The main purpose of the current study is to determinate lentil water requirement and its Kc in Khorram Abad.

Materials and Methods

A lysimetric experiment was conducted during the lentil growth season in 2013 at the research farm of agricultural faculty, Khorram Abad, Lorestan University. The farm is located in a cold semi-arid climate. Physical and chemical properties of the soil in the lysimeters were determined in the laboratory. The average of soil moisture content in the lysimeter at the field capacity and permanent wilting point was determined as 34.4 and 24.8 volumetric percentage respectively. In this study, lentil (Gachsaran cultivar) and grass were cultivated each on four micro drainable lysimeter with the diameter of 48 cm and height of 80 cm. Maximum allowable depletion (MAD) of soil moisture was considered as 30% to ensure that crops are not faced with water stress. Length of the crop growth stages (initial, development, mid-season and late-season) was determined by daily observation of the field and measuring crop canopy. Lentil and grass evapotranspiration was determined using water balance method. The evapotranspiration from grass was considered as reference evapotranspiration (ETo). The measured values of ETo and lentil evapotranspiration was compared with the calculated values by CROPWAT, REF-ET and AGWAT (Basis of national document of water) packages. Crop coefficient (Kc) was calculated as the ratio of lentil evapotranspiration over ETo. Average of Kc for each stage was also calculated and compared with literature.

Results and Discussion

The average of reference crop evapotranspiration (ETo) was increasing thorough the growth period of lentil from 3.7 to 8.6 $mm.day^{-1}$. This was due to increasing of sunshine hours and air temperature during that period. Total amount of lentil and grass evapotranspiration during the growing period of lentil was determined as 476 and 568 mm respectively. Total amount of calculated ETo in this period by CROPWAT, REF-ET and AGWAT packages was 551, 566 and 340 mm respectively. Results indicated that calculated values of ETo by CROPWAT and REF-ET is almost equals to measured ETo. However, AGWAT also uses Penman-Monteith equation but its results were far from the measured values of ETo because of differences

* **Corresponding Author:** m.saremi2008@gmail.com, Mobile: 09198879433

in weather data. Results also indicated that lentil evapotranspiration was low at the initial stage, increased during the development stage and decreased during the late season. The maximum crop evapotranspiration of 88.46 mm per decade was measured at the period of 16-25 May 2013. Measured lentil evapotranspiration in the current study was higher than values calculated by AGWAT software package for this region. Lengths of initial, development, mid-season and late-season stages were determined as 19, 20, 33 and 24 days respectively. The average of lentil crop coefficient for initial, development, mid-season and late-season stages was calculated as 0.45, 0.89, 1.19 and 0.56 respectively. Calculated Kc values in this study were compared with the values of Kc in FAO 56 report and AGWAT. Calculated Kc at initial and mid stages (0.45 and 1.19 respectively) were close to values reported in FAO 56 (0.4 and 1.1 respectively) but far from AGWAT (0.15 and 1.05 respectively). In general, calculated crop coefficients in the current study were higher than the values presented in FAO 56 and AGWAT package software. Measured values of lentil evapotranspiration were higher than values reported in AGWAT. The reason was underestimation of ETO by AGWAT and lower values of Kc for lentil.

Conclusions

As there was no measurement of lentil evapotranspiration and crop coefficient, the results of current study can be used as a base for further studies about this issue in the region. Comparison of measured values of ETo and lentil crop evapotranspiration with the values calculated by AGWAT package indicated the under estimation of both parameters by AGWAT. However, it is recommended to do more studies on this subject but the results of current study can be used to determine lentil evapotranspiration instead of values reported in AGWAT and national documents of water for Lorestan province.

Key words: Gachsaran variety, Growth stages, Irrigation management, Soil moisture

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۰۸-۹۹، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 99-108

بررسی تأثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچشم‌بلبلی

سید حمزه حسینیان[1*] و ناصر مجنون حسینی[2]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- استاد زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ۳۱ ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو شرایط آبیاری معمول (بدون تنش) و قطع آبیاری (تنش خشکی از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد) در مزرعه پژوهشی دانشگاه تهران واقع در کرج در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک تک‌بوته و عملکرد دانه تک‌بوته بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو محیط نیز نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در مورد تمامی صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. اثر محیط نیز برای تمامی صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده که بیانگر تأثیر منفی روی صفات در اثر اعمال تنش خشکی در مرحله گل‌دهی می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه معنی‌دار شد که بیانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف است. میانگین مقایسه صفات نشان داد که در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره ۶ بود. نتایج تجزیه همبستگی نشان از همبستگی بالا و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه را در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت، که می‌توان از آن‌ها در انتخاب مستقیم برای افزایش عملکرد استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مرکب، تنش خشکی، ضریب همبستگی، عملکرد، لوبیا چشم بلبلی

مقدمه

در اکثر نقاط دنیا آب عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. استفاده بهینه از آب به‌خصوص در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بر آن حاکم است دارای اهمیت به‌سزایی می‌باشد. براساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (FAO, 2010). اقتصاد و مدیریت منابع آب ایجاب می‌کند که از واحد حجم آب حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد. در چنین شرایطی که کمبود آب آبیاری وجود دارد، اطلاع از واکنش گیاهان و میزان حساسیت به کم‌آبی از اهمیت به‌سزایی بر خوردار است. میزان افت پتانسیل آبی که منجر به اثرات نامطلوب می‌شود، به نوع گیاه، مرحله رشد و فرایندی که مورد نظر است بستگی دارد. طبق نظر Nielsen (1997) تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

لوبیا چشم‌بلبلی محصول زراعی مهمی است که به‌طور وسیعی در مناطق گرم آفریقا، آسیا و آمریکا رشد می‌کند و اغلب به‌عنوان گیاهی با سازگاری زیاد به دماهای بالا و خشکی در مقایسه با گونه‌های دیگر حبوبات، مورد توجه است (Ehlers, 1997) و با دارا بودن پروتئین بالا می‌تواند جایگزین مناسبی برای گوشت برای اقشار کم‌درآمد باشد و به‌عنوان یکی از منابع مهم تغذیه‌ای به شمار می‌آید. طبق مطالعات انجام شده، اثبات شده است که لوبیا چشم‌بلبلی قادر به نگهداری پتانسیل آب برگی بالا یا محتوای رطوبت نسبی برگی بالا، طی تنش آبی است، بنابراین از پسابیدگی بافت جلوگیری می‌کند (Souza *et al.*, 2004).

با اندازه‌گیری عملکرد و اجزای آن می‌توان مشخص نمود که تنش در مراحل مختلف فنولوژیک از طریق تأثیر بر کدام‌یک از اجزای عملکرد، تولید در واحد سطح گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Boonjung & Fukai, 1996). Turk *et al.* (1980) نشان دادند که لوبیا چشم‌بلبلی در طی مراحل گلدهی

*نویسنده مسئول: کرج، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۲۶۳۲۲۲۷۴۱۳، s.h.hosseinian@ut.ac.ir

و پرشدن غلاف به تنش خشکی بسیار حساس است. Neinhus & Singh (1988) بیان داشتند که عملکرد لوبیا یک صفت کمّی پیچیده بوده و اجزای آن عبارت از تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه است. Fienebaum *et al.* (1991) با بررسی اثر تنش خشکی روی اجزای عملکرد سه رقم لوبیا نشان دادند تنش در مرحله گل‌دهی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در هر سه رقم شد. در آزمایشی با بررسی تنش خشکی در دو فصل زراعی بر روی سه ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مراحل رویشی و زایشی گزارش شد که حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی، مرحله گلدهی بود که باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد دانه شد در حالی‌که تنش خشکی در مرحله رویشی، تفاوت معنی‌داری با شرایط نرمال نداشت و این نشان می‌دهد که گیاه در این مرحله می‌تواند تنش خشکی را تحمل کند و خود را بهبود دهد (Ahmad & Suliman, 2010). در آزمایشی دیگر اثر تنش خشکی روی ۲۰ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مرحله زایشی نارزیابی شد که تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ (۲۰٪)، میزان کلروفیل (۱۶٪)، تعداد غلاف در بوته (۱۷۵٪) و عملکرد دانه (۶۰٪) شده است (Bastos *et al.*, 2011).

این پژوهش به‌منظور مطالعه اثر تنش خشکی اواخر دوره رشد بر عملکرد دانه و اجزاء آن در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی و شناخت همبستگی‌های موجود بین عملکرد دانه با صفات مختلف مورفولوژیک و اجزای عملکرد اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایشی با ۳۱ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی (جدول ۱) که از کلکسیون حبوبات بانک ژن گیاهی گروه زراعت و اصلاح‌نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب شده بودند، در شرایط آبیاری معمول (بدون تنش) و قطع آبیاری (تنش خشکی از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج (۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی چهل ساله حدود ۲۵۸ میلی‌متر) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. هر کرت شامل دو ردیف به طول دو متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خط ۵ سانتی‌متر و عمق کاشت در حدود ۵ سانتی‌متر بود. هر ژنوتیپ در دو خط دو متری به‌صورت دستی کشت گردید. در طول فصل رشد عملیات وجین علف‌های هرز با دست انجام گرفت. فواصل زمانی آبیاری به‌طور منظم هر هفت روز در نظر گرفته شد. در تیمار تنش آبی، از مرحله گلدهی به بعد تا پایان دوره رشد آبیاری متوقف گردید. در مرحله برداشت، صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک تک‌بوته و عملکرد دانه تک‌بوته اندازه‌گیری شد. همچنین برای محاسبه میزان اختلاف صفات بر حسب درصد در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط عدم تنش از فرمول زیر استفاده شد.

$$\frac{\text{(مقدار صفت در حالت تنش - مقدار صفت در حالت عدم تنش)}\times 100}{\text{مقدار صفت در حالت عدم تنش}}$$

برای تجزیه واریانس ساده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی و برای تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه دو آزمایش (شرایط تنش خشکی و شرایط بدون تنش) از تجزیه مرکب استفاده گردید. جهت تجزیه و تحلیل و محاسبات آماری داده‌های پژوهش از برنامه آماری SAS 9.2 و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی اثر تنش خشکی بر صفات اندازه‌گیری شده

با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که بسیاری از صفات در اثر تنش خشکی کاهش نشان دادند. بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به تعداد غلاف در بوته (۳۴/۲۷ درصد) بود که باعث کاهش شدید در عملکرد دانه (۳۲/۵ درصد) شد. Muuhouche *et al.* (1998) بیان کردند که در لوبیا صفت تعداد غلاف در بوته در مقایسه با تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی دارد. Szilagyi (2003) نیز بیشترین تأثیر ناشی از تنش خشکی در لوبیا را روی صفت عملکرد دانه، برابر با ۸۰ درصد برآورد نمود. در آزمایشی دیگر بیان شد که در بین اجزای عملکرد تعداد غلاف در بوته بیشترین کاهش را در اثر تنش خشکی داشت (Ramires & Kelly, 1998). صفت تعداد غلاف در بوته (۳۴/۲۷) در مقایسه با تعداد دانه در غلاف (۱۵/۰۷) بیشتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته است (جدول ۲). صفت تعداد غلاف در بوته در مقایسه با تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری دارد (Ramires & Kelly, 1998).

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی مورد بررسی برای تمامی صفات در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد (جدول ۳ و ۴).

جدول ۱- کد و منشأ ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی مورد آزمایش

Table 1. Code and origin of cowpea genotypes in the experiment

شماره ژنوتیپ	کد	مبدأ		شماره ژنوتیپ	کد	مبدأ	
Genotype No.	Code	Origin		Genotype No.	Code	Origin	
1	62-034-00007	Colombia	کلمبیا	17	62-069-00273	India	هند
2	62-153-00042	Turkey	ترکیه	18	62-157-00301	USA	آمریکا
3	62-153-00052	Turkey	ترکیه	19	62-157-00318	USA	آمریکا
4	62-069-00058	India	هند	20	62-157-00322	USA	آمریکا
5	62-069-00061	India	هند	21	62-157-00328	USA	آمریکا
6	62-153-00066	Turkey	ترکیه	22	62-157-00341	USA	آمریکا
7	62-000-00073	Africa	آفریقا	23	62-157-00351	USA	آمریکا
8	62-110-00091	Nigeria	نیجریه	24	62-157-00354	USA	آمریکا
9	62-110-00107	Nigeria	نیجریه	25	62-157-00355	USA	آمریکا
10	62-015-00110	Congo	کنگو	26	62-157-00372	USA	آمریکا
11	62-157-00118	USA	آمریکا	27	62-157-00374	USA	آمریکا
12	62-157-00122	USA	آمریکا	28	62-157-00377	USA	آمریکا
13	62-157-00137	USA	آمریکا	29	62-157-00380	USA	آمریکا
14	62-110-00240	Nigeria	نیجریه	30	62-157-00396	USA	آمریکا
15	62-110-00260	Nigeria	نیجریه	31	62-157-00347	USA	آمریکا
16	62-069-00270	India	هند				

جدول ۲- میانگین صفات و درصد تغییرات صفات ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط بدون تنش و تنش

Table 2. Mean traits and percentage changes in traits in cowpea genotypes under non-stress and stress conditions

صفات	Traits	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	درصد تغییرات صفت Percentage change in trait
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	Plant height (cm)	138.85	106.48	23.31
تعداد شاخه در بوته	Branch. Plant^{-1}	12.71	9.06	28.72
تعداد غلاف در بوته	Pod.plant^{-1}	21.45	14.10	34.27
تعداد دانه در غلاف	Grain. Pod^{-1}	11.35	9.64	15.07
وزن صد دانه (گرم)	100 Grain weight	16.01	14.65	8.49
عملکرد بیولوژیک تک بوته (گرم)	Grain yield. Plant^{-1}	107.46	78.90	26.58
عملکرد دانه تک بوته (گرم)	Biological yield. Plant^{-1}	25.91	17.49	32.50

نتایج تجزیه مرکب صفات

نتایج تجزیه مرکب صفات نشان داد که اثر رژیم رطوبتی روی تمامی صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). همچنین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بودند. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز برای صفات تعداد دانه در بوته و وزن صددانه در سطح احتمال ۵ درصد و برای صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵) که نشانگر تفاوت در واکنش ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مذکور در دو شرایط محیطی است.

مقایسه میانگین صفات

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد برای آزمایش بدون تنش و تنش خشکی در جدول ۶ آورده شده است.

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که دامنه تغییرات صفت ارتفاع بوته برای ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آبیاری نرمال بین ۸۲/۳ تا ۱۹۷/۸ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۳ و ۲۱ بالاترین ارتفاع و ژنوتیپ‌های شماره ۳۰، ۱۹ و ۲۰ کمترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند (جدول ۶).

در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب ۱۷۴/۱ و ۳۷/۶ سانتی‌متر بود که بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۱، ۴ و ۱۰ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۳۰، ۱۹ و ۲۴ بود (جدول ۶). ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۲۱ و ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۳۰، ۱۹ در هر دو شرایط محیطی به‌ترتیب بیشترین ارتفاع و کمترین ارتفاع را داشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در شرایط بدون تنش خشکی

Table 3. Simple analysis of variance for traits of cowpea genotypes in non-stress drought conditions

منابع تغییرات	S.O.V	میانگین مربعات (MS)							
		درجه آزادی d. f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Grain. Pod^{-1}	وزن صد دانه 100 Grain weight	عملکرد دانه تک بوته Grain yield. Plant^{-1}	عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. Plant^{-1}
تکرار	Replication	2	4.16	2.33	4.43	0.20	0.29	20.97	1.12
ژنوتیپ	Genotype	30	3669.72**	8.10**	38.48**	2.76**	28.38**	42.72**	36.59**
خطا	Error	60	232.74	3.06	5.65	0.59	0.38	20.16	0.71
ضریب تغییرات	C.V. (%)	-	10.99	13.66	11.10	6.73	3.84	17.33	3.79

* و**: به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

جدول ۴- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی

Table 4. Simple analysis of variance for traits of cowpea genotypes in stress drought conditions

منابع تغییرات	S.O.V	میانگین مربعات (MS)							
		درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Grain. Pod^{-1}	وزن صد دانه 100 Grain weight	عملکرد دانه تک بوته Grain yield. Plant^{-1}	عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. Plant^{-1}
تکرار	Replication	2	136.12	15.32**	6.46	0.03	0.01	22.81	361.28
ژنوتیپ	Genotype	30	3201.11**	6.23**	22.55**	3.62**	29.76**	35.53**	605.26**
خطا	Error	60	308.65	2.62	2.27	0,43	0.32	12.63	199.17
ضریب تغییرات	C.V. (%)	-	16.50	17.93	10.63	6.86	3.88	20.32	17.89

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش

Table 5. Combined analysis of variance traits of cowpea genotypes in stress drought and non-stress drought conditions

منابع تغییرات	S.O.V	میانگین مربعات (MS)							
		درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Grain. Pod^{-1}	وزن صد دانه 100 Grain weight	عملکرد دانه تک بوته Grain yield. Plant^{-1}	عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. Plant^{-1}
مکان	Location	1	48734.82**	650.42**	2427.87**	157.02**	85.78**	3297.10**	37925.40**
خطا ۱	Error 1	4	70.14	8.41	5.45	0.13	0.15	21.89	362.97
ژنوتیپ	Genotype	30	6546.22**	12.28**	42.79**	5.31**	57.54**	58.41**	1135.47**
ژنوتیپ × مکان	G×L	30	324.61	1.87	18.25**	1.07*	0.60*	19.84	343.11
خطا ۲	Error 2	120	270.70	2.90	3.96	0.51	0.35	16.39	234.48
ضریب تغییرات	C.V. (%)	-	13.41	15.57	11.19	6.81	3.86	8.66	16.43

* و **: به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

در شرایط آبیاری نرمال ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ و ۲ و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸ و ۲۷ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه در بوته را داشتند (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین تعداد شاخه در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۱ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۶، ۲۶، ۲۷ و ۲۸ بود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود کمترین تعداد

شاخه در بوته در هر دو محیط مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۷ و ۲۸ بود.

براساس نتایج به‌دست آمده از نظر صفت تعداد غلاف در بوته، بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط محیطی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی دیده شد. در شرایط آبیاری نرمال ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۱۹ و ۱۲ بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸، ۹ و ۳ کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۴ و ۱۹ با ۲۰ عدد و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۸ و ۲۰ با ۹ عدد بود (جدول ۶). تنش خشکی تعداد غلاف در بوته کلیه ژنوتیپ‌ها را کاهش داد. بیشترین کاهش تعداد غلاف در بوته در اثر تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ و ۱۷ و کمترین کاهش تعداد غلاف در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۹ و ۲۱ بود (جدول ۶).

Hunter *et al,* (2004) گزارش کردند که صفات مورفوفیزیولوژیکی که دارای توارث‌پذیری بالا هستند در افزایش عملکرد، مهم محسوب می‌شوند. مطالعه وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی نشان داد که تنوع برای این صفت در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی وجود داشت به‌طوری‌که اختلاف آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در شرایط آبیاری نرمال دامنه تغییرات وزن صد دانه ژنوتیپ‌ها از ۲۵/۴۳ تا ۱۲ گرم در نوسان بود به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های شماره ۳۱ و ۱۳ دارای بیشترین وزن صد دانه و ژنوتیپ‌های شماره ۲۴ و ۲۲ دارای کمترین وزن صد دانه بودند (جدول ۶).

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که دامنه تغییرات عملکرد بیولوژیک برای ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آبیاری نرمال بین ۱۳۷/۲۵ تا ۸۰/۸۳ گرم در بوته بود. ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۷ بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۱۴، ۲۸ و ۷ کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک بوته به‌ترتیب ۱۰۵/۲۳ و ۵۲/۱۴ گرم در بوته بود که بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۵ و ۲۵ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۲۸ بود (جدول ۶).

براساس نتایج به‌دست آمده از نظر عملکرد دانه، بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط محیطی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. متوسط عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از ۲۵/۹۱ در شرایط آبیاری نرمال به ۱۷/۴۹ گرم در بوته در شرایط تنش کاهش یافت (جدول ۲). اختلاف عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها هم در شرایط آبیاری نرمال و هم در شرایط تنش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). مقایسه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۲۰ و ۱۷ دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸، ۹ و ۳ دارای کمترین عملکرد دانه بودند. همچنین ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۲ و ۱۰ بالاترین و و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸، ۳ و ۱۷ پایین‌ترین عملکرد دانه را در شرایط تنش داشتند.

تنش خشکی عملکرد دانه کلیه ژنوتیپ‌ها را کاهش داد. بیشترین کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ و ۲۰ و کمترین کاهش عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۵ و ۱ بود (جدول ۶). یافته‌های به‌دست آمده نشان داد تنش خشکی در مرحله گل‌دهی منجر به کاهش عملکرد دانه و کاهش تعداد غلاف شد. کاهش عملکرد دانه در مرحله گل‌دهی عمدتاً در اثر کاهش تعداد غلاف در بوته بود که با نتایج محققان دیگر هماهنگی دارد (Ahmad & Suliman, 2010; Bastos *et al.*, 2011). با توجه به اینکه حفظ پتانسیل عملکرد دانه در شرایط تنش را می‌توان به‌عنوان یک معیار فیزیولوژیک مقاومت به تنش خشکی در نظر گرفت (Ahmadi *et al.*, 2009)، لذا به نظر می‌رسد که ارقام با درصد کاهش بالا و پایین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به‌ترتیب به‌عنوان ارقام حساس و مقاوم به تنش مطرح شوند.

نتایج همبستگی ساده بین صفات

رابطه همبستگی عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال نشان داد که این صفت با صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه در بوته در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۷). عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد بیولوژیک ($r=0/679^{**}$) و تعداد غلاف در بوته ($r=0/612^{**}$) داشت. Chalyk *et al.* (1984) نیز بیشترین همبستگی عملکرد دانه با تعداد غلاف را در لوبیا گزارش کردند. تعداد شاخه در بوته به‌عنوان یکی از صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه که دارای همبستگی مثبت متوسط و معنی‌داری ($r=0/485^{**}$) با صفت عملکرد دانه بود، بالاترین میزان همبستگی را با صفت عملکرد بیولوژیک ($r=0/578^{**}$) دارا بوده است. مقدار مثبت این همبستگی بیانگر اهمیت تعداد شاخه در بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک بوده و در پی آن افزایش محصول را شامل خواهد شد.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش

Table 6. Means of Traits of Cowpea genotypes in Stress drought and non-Stress drought conditions

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ارتفاع بوته Plant height		تعداد شاخه در بوته Branch. plant^{-1}		تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}		تعداد دانه در غلاف Grain. pod^{-1}		وزن صد دانه 100 Grain weight		عملکرد دانه تک‌بوته Grain yield. plant^{-1}		عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. plant^{-1}	
	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress
1	139.6 efghi	98.83 fghij	11.66 def	8.66 cdef	23.66 abcdef	15 bcdefg	11 def	9.66 bcde	14.57 klmn	14.13 defg	22.98 abcde	20.46 abcd	87.37 ef	81.40 abcdefg
2	110.6 jklm	76.87 ijk	14 abcd	10.66 abcd	26 abcd	16 bcdef	12.33 abcd	10.33 bc	15.33 fghijkl	14.47 de	27.38 abcd	22.42 ab	111.7 abcdef	94.49 abcde
3	118.4 hijk	91.37 ghij	13.66 abcde	10.33 abcde	15 jkl	11.33jkl	10.66 ef	8.66 ef	17.30 cd	16.05 c	19.27 de	11.73 gh	101.57 bcdef	71.40 defgh
4	197.8 a	157.47 ab	13.66 abcde	8.66 cdef	19 fghij	10.33 jkl	10.66 ef	9 def	23.03 b	21.93 b	29.81abc	16.82 bcdefgh	137.25 a	87.06 abcdef
5	151.87 defg	124.1 bcdefg	11.33 def	7.66 def	22.33 bcdefghi	14.33 cdefgh	11.66 bcde	9.66 bcde	15.73 efghijk	14.83 d	25.48 abcde	19.96 abcde	112.33 abcdef	103.07 ab
6	137.53 fghij	124.53 bcdefg	13.33 abcde	9.66 bcdef	20.66 efghi	16.33 bcde	12.33 abcd	9.66 bcde	16.00 efghij	14.83 d	32.02 a	24.61 a	102.93 bcdef	82.43 abcdefg
7	139.6 efghi	128.53 bcdef	11.33 def	7.66 def	21.66 defghi	13.66 efghi	11.33 cdef	9.66 bcde	16.40 defg	14.67 d	27.46 abcd	18.54 abcdefg	83.4 f	63.81 fgh
8	152.73 cdefg	116.43 defg	15.33 abc	13 a	24 abcde	16.66 bcd	12.33 abcd	10.66 ab	17.63 c	16.73 c	26.72 abcd	17.73 abcdefgh	125.53 abc	105.23 a
9	140 efghi	112.27 defgh	11.33 def	8 cdef	14.33 kl	12.66 ghij	12.66 abc	10.66 ab	16.30 defg	14.30 def	19.22 de	12.98 efgh	89.7 def	70.12 efgh
10	168.7 bcd	153.7 abc	13.66 abcde	8.66 cdef	23 bcdefg	17 bc	12.33 abcd	10.66 ab	15.40 fghijkl	14.17 defg	30.24 abc	22.25 abc	129.6 abc	99.33 abcd
11	94.53 klm	77.27 ijk	15.33 abc	12 ab	24 abcde	14.33 cdefgh	13.33 a	11.66 a	16.07 efghi	14.63 d	29.44 abc	18.64 abcdefg	128.2 abc	99.17 abcd
12	98.17 klm	74.20 ijk	13 bcde	9.66 bcdef	27 abc	17.33 b	11.33 cdef	9.66 bcde	13.40 op	12.73 hij	28.01 abcd	16.5 bcdefgh	122.23 abcd	75.24 bcdefgh
13	193.93 ab	146.33 abcd	13 bcde	8.66 cdef	18.33 ghijk	12.33ghij	11.66 bcde	10 bcd	24.60 a	23.60 a	27.79 abcd	20.16 abcd	116.33 abcde	87.33 abcdef
14	144.93 defgh	132.47 bcdef	11.33 def	7 f	22.33 bcdefghi	11.33 ijkl	11.33 cdef	9.66 bcde	13.97 mno	12.00 jk	21.53 cde	12.69 fgh	82.09 f	52.14 h
15	97.03 klm	66.33 jkl	12.33 bcde	9 bcdef	22.33 bcdefgi	15 bcdefg	11.33 cdef	9.33 cde	16.80 cde	13.47 efgh	22.66 bcde	18.34 abcdefg	87.47 ef	75.30 bcdefgh
16	160.23 cdefg	126.07 bcdef	11.66 def	7.33 ef	22.66 bcdefgh	14 defgh	13 a	9 def	14.30 lmno	13.37 fgh	22.32 bcde	17.71 abcdefgh	80.83 f	67.33 efgh
17	134.47 ghij	112.07 defgh	12 cdef	8.33 cdef	28 a	11.66 hijk	11 def	9.33 cde	13.87 mno	12.73 hij	30.90 ab	12.12 gh	136.8 a	68.04 efgh
18	171.67 abcd	133.73 bcde	12.33 bcde	9 bcdef	22 cdefghi	14.33 cdefgh	11.33 cdef	9.33 cde	14.50 lmno	13.10 ghi	26.71 abcd	20.14 abcd	107.47 abcdef	83.87 abcdefg
19	85.07m	66.20 jkl	12.33 bcde	9 bcdef	27 ab	20 a	11 def	8 fg	14.07 mno	11.10 kl	28.86 abc	19.74 abcdef	90.53 def	68.77 efgh
20	87.30 lm	37.60 l	16.66 a	10.33 abcde	25 abcde	8.66 l	11.33 cdef	7 g	16.13 efgh	14.67 d	31.38 ab	13.98 defgh	132 ab	63.47 fgh
21	192.5 ab	174.07 a	13.33 abcde	9.33 bcdef	18 hkij	15.66 bcdef	12.33 abcd	10.66 ab	14.87 jklm	14.03 defg	25.96 abcd	19.58 abcdef	106.9 abcdef	83.67 abcdefg
22	166.47 bcdef	100 fghij	15.6 ab	8.66 cdef	22 cdefghi	13.33 fghi	11 def	9.33 cde	12.63 pq	11.80 jkl	25.43 abcde	15.27 cdefgh	117.57 abcde	76.79 bcdefgh
23	182.43 abc	111.67 efgh	14 abcd	10.33 abcde	22.33 bcdefghi	15 bcdefg	10.66 ef	10.33 bc	14.87 jklm	13.33 fgh	29.24 abc	20.66 abcd	110.73 abcdef	80.57 abcdefg
24	98.1 klm	69.13 jkl	13.66 abcde	11 abc	23.66 abcdef	20 a	13.66 a	11.66 a	12.00 q	10.93 l	25.02 abcde	16.87 bcdefgh	91.9 def	66.30 efgh
25	99.17 klm	72.47 ijk	11.66 def	9.33 bcdef	20 efghi	17 b	11.33 cdef	10.66 ab	13.57 nop	12.10 ijk	22.32 bcde	20.01 abcde	107.6 abcdef	100.53 ab
26	140.8 efgh	104.73 efghi	12.33 bcde	7 f	17.66 kij	14.33 cdefgh	10.33 ef	9 def	14.90 ijklm	12.57 hij	23.19 abcde	14.94defgh	98.37 cdef	69.47 efgh
27	171.3 abcd	127.2 bcdef	10.33 ef	7.33 ef	21 defghi	11.33 ijkl	10 f	8 fg	15.00 hijklm	14.20 def	26.38 abcd	15.43 bcdefgh	108.2 abcdef	66.87 efgh
28	152.83 defg	127.2 bcdef	8.66 f	7 f	12.66 l	9.33kl	10 f	7.33 g	16.50 def	15.00 d	16.93 e	11.12 h	82.5 f	58.47 gh
29	114.87 ijkl	80.67 hijk	11.66 def	8.66 cdef	20 efghi	14.33 cdefgh	10.33 ef	8.66 ef	15.30 ghijkl	13.93 defg	23.74 abcde	15.42 bcdefgh	105.83 abcdef	72.07 cdefgh
30	82.33 m	56.17 kl	13 bcde	8.66 cdef	20.33 efghi	12.66 ghij	10.33 ef	10.33 bc	15.77 efghij	14.63 d	26.50 abcd	14.50 defgh	110.7 abcdef	72.53 cdefgh
31	173.58 abcd	121.29 cdefg	13 bcde	9.66 bcdef	18.33 fghijk	14.33 cdefgh	10.66 ef	9.33 cde	25.43 a	24.10 a	27.48 abcd	20.73 abcd	125.62 abc	99.67 abc

Means with similar letters in each column are not significantly different

میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

از طرفی، علت بالا بودن ضریب همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، نشانگر آن است که با افزایش کل زیست توده، عملکرد دانه افزایش داشته است. با توجه به آن که دانه حاصل فعالیت فتوسنتزی اندام‌هایی چون شاخ و برگ می‌باشد لذا همبستگی بالای این دو صفت دور از انتظار نیست و بیانگر آن است که برای حصول عملکرد بالا به گیاهانی با رشد سبزینه‌ای خوب و قدرت رویشی مناسب احتیاج است.

جدول ۷- تجزیه همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط بدون تنش

Table 7. Correlation analysis in cowpea genotypes under non-stress conditions

	1	2	3	4	5	6	7
وزن صد دانه 100 seed-weight	1						
تعداد غلاف در بوته Pods no. per plant	-0.393*	1					
تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	-0.051	0.178	1				
ارتفاع بوته Plant height	0.420*	-0.350	0.007	1			
تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant	-0.032	0.356*	0.257	-0.180	1		
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.327	0.278	-0.018	0.142	0.578**	1	
عملکرد دانه Grain yield	0.142	0.612**	0.098	0.052	0.485**	0.679**	1

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸- تجزیه همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط تنش

Table 8. Correlation analysis in cowpea genotypes under stress conditions

	1	2	3	4	5	6	7
وزن صد دانه 100 seed-weight	1						
تعداد غلاف در بوته Pods no. per plant	-0.359*	1					
تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	-0.078	0.554**	1				
ارتفاع بوته Plant height	0.382*	-0.194	0.098	1			
تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant	0.099	0.439*	0.442*	-0.365*	1		
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.395*	0.353	0.478**	0.161	0.537**	1	
عملکرد دانه Grain yield	0.168	0.598**	0.372*	0.183	0.339	0.662**	1

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

رابطه همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نشان داد که این صفت با صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد و با صفت تعداد دانه در غلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). همانند شرایط بدون تنش در اینجا نیز عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد دانه داشت که با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (Weillenmann & Luguez, 2000; Kumar & Sharma, 2008). بین تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه یک همبستگی منفی در سطح ۵ درصد دیده شد، یعنی با افزایش تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی، وزن صد دانه کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه هرگاه تعداد غلاف در گیاه زیاد شود، توان گیاه برای تولید دانه باید بین تعداد بیشتری دانه صرف شود که باعث کاهش وزن صد دانه می‌شود که همین عامل باعث به وجود آمدن همبستگی منفی بین این صفات شده است. Aggarwal & Singh (1973) با مطالعه لوبیا در چند منطقه بیان کردند که صفت عملکرد دانه با صفت تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته اما صفت تعداد غلاف در بوته با وزن صد دانه همبستگی منفی داشته است.

سپاسگزاری

مؤلفان وظیفه خود می‌دانند از همکاری صمیمانه کارکنان مزرعه آزمایشی و بانک ژن گروه زراعت و اصلاح نباتات که در اجرای این تحقیق نهایت همکاری را داشتند تشکر و قدردانی

نمایند. همچنین، از قطب علمی حبوبات دانشگاه تهران به خاطر تأمین بخشی از هزینه‌های طرح سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Aggarwal, V.D., and Singh, T.D. 1973. Genetic variability and interrelation in agronomic. Abstracts on Field Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) 31: 609-618. (Abstract).
2. Ahmad, F.E., and Suliman, A.S.H. 2010. Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of Cowpea. Agriculture and Biology Journal of North America 1(4): 534-540.
3. Ahmadi, A., Joudi, M., Tavakoli, A., and Ranjbar, M. 2009. Investigation of yield and its related morphological traits responses in wheat genotypes under drought stress and irrigation conditions. Journal Science and Technological, Agriculture and Natural Resources 12(46): 155-166. (In Persian).
4. Bastos, E.A., Nascimento, S.P., Silva, E.M., Filho, F.R.F., and Gomide, R.L. 2011. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. Revista Ciência Agronômica 42(1):100-107.
5. Boonjung, H., and Fukai, S. 1996. Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions. 2. Phenology, biomass production and yield. Field Crops Research 48: 47-55.
6. Chalyk, L.V., Balashov, T.N., and Zuchenka, A.A. 1984. Relationship between yield in French bean varieties and its structural components. Biology Bulletin 29(1): 53-55.
7. Ehlers, J.D., and Hall, A.E. 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Field Crops Research 53: 187-204.
8. FAO. 2010. FAOSTAT. Available in http://faostat.fao.org/[28 May 2010].
9. Fienebaum, V., Santos, D. S., and Tillmann, M.A. 1991. Influence of water deficit on the yield components of three bean cultivars. Pesquisa-Agropecuaria Breasileria 26: 275-280.
10. Hunter, D.A., Ferrante, A., Vernieri, P., and Ried, M.S. 2004. Role of abscises acid in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* Dutch Master). Physiologia Plantarum 121(2): 313-321.
11. Kumar, A., and Sharma, D.P. 2008. Traits for screening and selection of cowpea genotypes for drought tolerance at early stages of breeding. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics 109 (2): 191-199.
12. Neinhus, J., and Singh, S.D. 1988. Genetic of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle American origin. Plant Breeding 101: 143-163.
13. Nielsen, D.C. 1997. Water use and yield of canola under dry land conditions in the central Great Plains. Journal of Production Agriculture 10: 303-313.
14. Ramirez-Vallejo, P., and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.
15. Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B., Lagˆoa, A.M.M.A., and Silveira, J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. Environmental and Experimental Botany. Bot. 51: 45-56.
16. Turk, K.J., Hall, A.E., and Asbell, C.W. 1980. Drought adaptation of cowpea. 1. Influence of drought on seed yield. Agronomy Journal 72: 413-420.
17. Weillenmann, M.E., and Luguez, J. 2000. Variation for biomass, economic yield and harvest index among Soybean cultivars of maturity Groups and in Argentina. Soybean Genetic Newsletter, 27. Online Journal (URL http//:www.Soybean.org articles/sgn 2000).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 99-108

Evaluation of irrigation cut off effect at flowering stage on yield and yield components of cowpea genotypes

Hosseinian[1*], S.H. & Majnoon Hosseini[2], N.

1- Former MSc. Student of Agronomy, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
2- Professor of Agronomy, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Received: 3 July 2014
Accepted: 31 December 2014

Introduction

Water availability is an important factor affecting plant growth and yield, mainly in arid and semi-arid regions, where plants are often subjected to periods of drought. The occurrence of morphological and physiological responses, which can lead to some adaptation to drought stress, may vary considerably among species. In arid and semi-arid areas that are subjected to more irregular rainfall distribution and occurrence of long summer, the use of more rustic cultivars, tolerant to water stress and with greater ability to recover from drought, should be recommended. The plant tolerance to water deficit is an important defense to keep the production process in conditions of low water availability. Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] is an important crop largely grown in warm and hot regions of Africa, Asia and the Americas and is often regarded as being well-adapted to high temperatures and drought compared with other crop species (Ehlers and Hall,1997). Drought adaptation in cowpea has been related to the minimization of water losses by the control of stomatal aperture. Turk *et al*. (1980) showed that cowpea is highly sensitive to water stress during the flowering and pod-filling stages. Ahmed & Suliman (1980) showed that the reproductive stage of development is the most sensitive to water deficit in cowpea, causing a reduction in water-use efficiencies and seed yields of at least 50%. In contrast, the genotypes showed a better ability to recover from stress at vegetative stage. This research aims to study the effect of drought stress in the end of the growing season on grain yield and its components of cowpea genotypes and was conducted to identify correlations between grain yield, different morphological characteristics and yield components.

Materials and Methods

In order to evaluate the effect of terminal drought stress on yield and yield components of 31 cowpea genotypes an experiment was conducted in randomized complete block design (RCBD) with three replications in normal irrigation (non- stress) and drought stress (from flowering stage until the end of the growing season) at research field of Tehran University in Karaj during 2011-2012 growing season. Each plot consisted of two rows with two m length and 50 cm row spacing and 5 cm for plant spacing on lines with planting depth of approximately 5 cm. Each genotype in the two lines was planted manually. For the water stress from flowering stage until the end of the growing season, irrigation was terminated. In this experiment plant height, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pod, seed 100 weight, biological yield per plant and grain yield per plant were measured., Randomized complete block design was performed for simple analysis of variance and the combined analysis was performed for analysis of variance in two experiments (under drought stress and non-stress conditions).

Results and Discussion

The results showed that values of many of the traits decreased under drought stress. The most damage due to drought stress related to the number pods per plant (34.27%), which was caused a sharp decline in the grain yield (32.5%). The analysis of simple variance examined the both situations (stress and non-stress), showed that in the study varieties, there was a significant difference for all the characteristics. The results of the compound analysis in the treatment indicated that there was a definite distinction in the genotypes and also environment of all traits. The counter effect of environment × genotype for the reaction of the number of pods per plant, number of seeds per pod and grain 100 weight traits was significant, which showed the different reactions of the genotypes in different environments. The comparison between the average traits proved that in both conditions, genotype number 6 showed the highest performance.

* **Corresponding Author:** s.h.hosseinian@ut.ac.ir; Mobile: 09161901895

Conclusions

The results showed that under both irrigation regimes the biological yield and pod number per plant were highly correlated with grain yield which can be used to improve the performance of their direct selection. Understanding the importance of direct selection of genotypes for biological yield and number of pods per plant is recommended.

Key words: Coefficient correlation, Combine analysis, Cowpea, Drought stress, Yield

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۲۲-۱۰۹ نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 109-122

بررسی تأثیر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط مزرعه

محمد دشتکی[1*]، هادی محمدعلی پوریامچی[2] و محمدرضا بی‌همتا[3]

۱- کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی بر عملکرد دانه و ارزیابی شاخص‌های تحمل خشکی تعداد ۳۳ ژنوتیپ لوبیا از بین ژنوتیپ‌های موجود در بانک ژن گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به‌صورت دو آزمایش جداگانه در دو شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی ارزیابی شدند. عامل‌ها شامل دو سطح آبیاری بدون تنش و تنش (به‌ترتیب با ۷۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و ۳۳ ژنوتیپ لوبیا بود. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، روز تا مرحله رسیدگی، اندازه بذر در شرایط تنش و بدون تنش تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. در شرایط بدون تنش بیشترین عملکرد در ژنوتیپ ۲۸ با میزان ۲۴۵/۶ و کمترین در ژنوتیپ ۱۲ با ۶۰/۶۱ گرم در مترمربع بود. در تنش رطوبتی بیشترین عملکرد در ژنوتیپ ۱۴ با ۱۳۲/۷۷ و کمترین در ژنوتیپ ۲۵ با ۱/۴ گرم در مترمربع بود. نتایج تحلیل همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد دانه نشان داد که شاخص تحمل تنش (STI) و شاخص میانگین بهره‌وری (MP) دارای همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط تنش می‌باشند و برای شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش مناسب هستند. همچنین براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش، دو مؤلفه اول به‌ترتیب ۷۲ و ۷۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه رگرسیون، تنش رطوبتی، شاخص مقاومت، لوبیا، همبستگی

مقدمه

حبوبات بعد از غلات دومین منبع غذایی انسان به شمار رفته و به‌عنوان یک مکمل غذایی طبیعی و با ارزش برای غلات محسوب می‌شوند. لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) مهم‌ترین لگوم خوراکی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه است. دانه لوبیا دارای ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و ۵۶-۵۰ درصد کربوهیدرات بوده و در مقایسه با غلات دارای ۲ تا ۳ برابر پروتئین است. تنش خشکی می‌تواند عملکرد این لگوم را تحت تأثیر قرار دهد (Majnoun Hosseini, 2008).

محدودیت آب یکی از مشکلات اساسی رشد و تولید محصول گیاهان زراعی در مناطق نیمه‌خشک دنیا است. با توجه به این که تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در بخش کشاورزی است، تلاش‌های زیادی برای حفظ عملکرد گیاهان تحت شرایط خشکی صورت گرفته است. در حالی‌که انتخاب طبیعی، ساز و کار مناسبی برای سازگاری و حفظ حیات گیاه در شرایط کم آبی می‌باشد ولی هدف اصلاح‌گران انتخاب مستقیم جهت افزایش عملکرد اقتصادی ارقام زراعی می‌باشد (Cattivelli *et al.,* 2008). بنابراین شناسایی و انتخاب ارقام متحمل به خشکی در لوبیا که در شرایط محدودیت آب بتوانند عملکرد قابل قبولی داشته باشد از اهمیت خاصی برخوردار است.

تاکنون روش‌های مختلفی برای ارزیابی واکنش گیاهان زراعی نسبت به انواع تنش‌ها ابداع شده و مورد استفاده به‌نژادگران قرارگرفته است. اولین بار بهبود عملکرد دانه براساس اصلاح اجزای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی عملکرد در گیاهان پیشنهاد شد (Abiri *et al.,* 2012). Bayat *et al.* (2010) گزارش کردند که تنش آبی تأثیر کاهندهٔ معنی‌داری در صفات عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت در لوبیا چشم بلبلی داشته است. Szilagyi (2003) نیز نشان داد که تنش خشکی عملکرد دانه را ۸۰ درصد، تعداد غلاف در بوته را ۶۰ درصد، تعداد دانه در غلاف را ۲۶ درصد و وزن صد دانه را ۱۳ درصد کاهش داده است.

*نویسنده مسئول: همراه: ۰۹۱۲۵۶۷۵۹۷۳، md_dashtaki@yahoo.com

Kristin *et al,* (1997) در ارقام لوبیا، Farshadfar *et al,* (2001) در ارقام نخود و Haghparas (1995) در ارقام گندم نان شاخص‌های میانگین هندسی و حسابی را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال ارقام دارای پتانسیل عملکرد بالا (YP) و متحمل به تنش معرفی نمودند. Fathi *et al,* (2012) در مطالعه‌ای بر روی ۲۳۸ ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی، شاخص‌های میانگین حسابی، هندسی، هارمونیک و تحمل تنش را به‌عنوان شاخص‌های مهم شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی معرفی کردند.

Shafiee *et al,* (2012) صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه در ۶۴۸ ژنوتیپ لوبیا تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی را بررسی و بیان داشتند که براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی تحت شرایط تنش و بدون تنش، دو مؤلفه اصلی به‌ترتیب ۷۳/۳۷٪ و ۷۲/۵۷٪ از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. همچنین Rahnamaie Tak *et al*, (2006) با بررسی ۲۵۰ نمونه از کلکسیون لوبیا قرمز بانک ژن گیاهی ملی ایران بیان داشتند که براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، هفت مؤلفه اصلی مشخص شدند که ۶۹/۴٪ از تغییرات کل را توجیه می‌کنند.

هدف از این تحقیق ارزیابی اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و اجزای آن و تعیین مناسب‌ترین شاخص تحمل به تنش خشکی برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در لوبیا، ارزیابی رابطه عملکرد دانه با سایر صفات با استفاده از روش‌های آماری و همچنین تعیین روابط علت و معلولی صفات از طریق تجزیه علیت و تعیین عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد به روش تجزیه به مؤلفه‌ها و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با تجزیه کلاستر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش و شناسایی اجزا عملکرد تعداد ۳۰ ژنوتیپ لوبیا به همراه سه رقم شاهد رقم دانشکده (لوبیا سفید)، رقم گلی (لوبیا قرمز) و رقم خمین (لوبیا چیتی) از کلکسیون حبوبات گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی دانشگاه تهران انتخاب و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌صورت دو آزمایش جداگانه در دو شرایط بدون تنش و تحت تنش رطوبتی 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 ۱۱۱۲/۵ از سطح دریا در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات تهیه زمین با عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر در پاییز ۱۳۹۰ آغاز و قبل از کشت آماده‌سازی زمین با یک شخم بهاره و دیسک انجام شد. در ضمن نوع خاک محل آزمایش لومی، PH خاک ۸ و EC حدود ۱/۷۴ دسی زیمنس بر متر بود و براساس آزمایش خاک میزان ۷۵ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم به تمامی کرت‌های آزمایش داده شد. کاشت بذور در دهم خردادماه ۱۳۹۱ به‌صورت دستی انجام شد، به‌طوری‌که هر کرت آزمایشی شامل سه ردیف به طول ۲/۵ متر و با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری و فاصله بذور بر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و عمق بذر حدود ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تیمارهای آبیاری در دو سطح، یکی بدون تنش (۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) و دیگری به‌صورت تنش از آغاز ۵۰ درصد گلدهی با کم آبیاری (۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) به‌صورت آبیاری نشتی اعمال گردید. در مرحلهٔ داشت، مبارزه با علف‌های هرز به روش وجین دستی صورت گرفته و زمانی‌که حدوداً ۹۰ درصد بوته‌های آزمایش رسیده بودند، برداشت انجام شد. یادداشت‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم از ۱۰ بوته که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل روز تا رسیدگی بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، طول دانه، عرض دانه، قطر دانه و عملکرد دانه بودند. پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون، برآورد ضرایب همبستگی (همبستگی ساده بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی)، شاخص‌های تحمل به تنش شامل شاخص تحمل (TOL)، شاخص میانگین بهره‌وری (MP)، شاخص تحمل تنش (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص پایداری (YSI) و شاخص عملکرد (YI) برمبنای روابط زیر به منظور تشخیص ارقام متحمل و تعیین مناسب‌ترین شاخص یا شاخص‌ها که در هر دو محیط دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد بودند با استفاده از نرم افزارهای SAS 9.1، MSTAT-C و SPSS 18 محاسبه گردید.

شاخص حساسیت به تنش (SSI):

$$SI = 1 - (Ys / Yp) \quad ، \quad SSI = (1 - (Ysi / Ypi)) / SI$$

شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط(MP):

$$MP = (Ypi + Ysi)/2 \quad ، \quad TOL = Ypi - Ysi$$

شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP):

$$GMP = \sqrt{(Ypi \times Ysi)} \quad ، \quad STI = (Ypi \times Ysi)/(Yp)^2$$

در این روابط Ys و Yp به‌ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیه ارقام در شرایط تنش آبی و بدون تنش است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از دو محیط (شرایط) اجرای آزمایش مبین اختلاف بسیار معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات به‌جز صفت تعداد روز تا رسیدگی در سطح احتمال ۱ درصد و عملکردهای آبی و تنش بود که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد. همچنین بین دو شرایط هم اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. به‌طوری‌که تنش رطوبتی سبب کاهش معنی‌داری در اکثر صفات مورد بررسی گردید (جدول ۱). همچنین اثر متقابل ژنوتیپ×محیط برای کلیه صفات به‌جز صفت قطر بذر معنی‌دار گردید که بیانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی می‌باشد. همچنین محیط‌های آزمایشی اثرات متفاوتی را بر روی صفات نشان دادند.

با توجه به میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی (جداول ۲ و ۳)، در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی بیشترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۸ (Yp=۲۴۵/۱۶ و Ys=۱۲۵) در متر مربع و کمترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با میانگین ۶۰/۶۲ گرم مربوط به ژنوتیپ ۱۲ و در شرایط تنش رطوبتی با میانگین ۱/۴۳ گرم در متر مربع مربوط به ژنوتیپ ۲۷ بود و نهایتاً با توجه به عملکرد نسبتاً بالا و مناسب در هر دو محیط ژنوتیپ‌های ۲۸، ۱۴، ۵ و ۳۰ به‌عنوان ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به تنش رطوبتی شناسایی شد.

جدول ۱- تجزیه مرکب عملکرد و اجزای عملکرد ۳۳ ژنوتیپ لوبیا در دو محیط تنش و بدون تنش رطوبتی

Table 1. Combined analysis of variance of yield and component of yield in 33 bean genotypes in stress and non-stress irrigation condition

		میانگین مربعات (MS)							
منابع تغییر	درجه آزادی	تعدادغلاف در بوته	تعداد بذر در غلاف	وزن صددانه	تعداد روز تارسیدن	طول بذر	عرض بذر	قطر بذر	عملکرد
S.O.V	df	Pods/plant	Seeds/ pod	Seed-100 weight	Days to maturity	Seed length	Seed wide	Seed diameter	Yield/plant
محیط Enviroment	1	196405**	2.6164**	2588**	3955**	422.7**	97.52**	73.93**	1401408**
بلوک (محیط) Block	4	245.6	0.0180	68.43	608.4	12.5	3.81	2.2	94.03
ژنوتیپ Genotype	32	2188**	0.1156**	320.7**	478.8ns	17.38**	4.82**	2.92**	19367**
ژنوتیپ × محیط Env.*Genotype	32	1877**	0.0640**	146.7**	971.3**	9.04*	3.61**	1.6ns	11034**
اشتباه آزمایشی Experimental error	128	166.82	0.0348	59.19	378.7	5.87	1.94	1.22	280.02
ضریب تغییرات % CV	-	15.88	23.77	30	19.9	22.38	20.6	22.16	10.7

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن

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

جهت بررسی اثر تنش رطوبتی بر ژنوتیپ‌ها کلیه شاخص‌های مربوطه در ارتباط با تنش رطوبتی با توجه به فرمول تعریف شده آن در جدول ۴ خلاصه شده است. در شاخص حساسیت به تنش (SSI) مقدار عددی کمتر نشان‌دهنده تحمل بیشتر به تنش می‌باشد. با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌گردد که ژنوتیپ ۲۷ با مقدار ۰/۹۹ حساس‌ترین ژنوتیپ و ژنوتیپ‌های ۱۳، ۱۴ و ۳۳ به‌ترتیب با ۰/۳۵-، ۰/۴۴- و ۰/۵۰- مقدار مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در شاخص حساسیت به تنش علاوه بر میزان عملکرد ارقام در شرایط تنش، تغییر یا آسیب وارده به ژنوتیپ‌ها در اثر تنش نیز مدنظر قرار می‌گیرد. بدین معنی که اگر ژنوتیپی در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش دارای عملکرد بالاتری باشد، اما درصد تغییر زیادی نشان می‌دهد به‌عنوان ژنوتیپ متحمل شناسایی نمی‌شود. براساس شاخص بهره‌وری متوسط (MP) که میزان بالای عددی این شاخص نشان‌دهنده تحمل نسبی به تنش است. ژنوتیپ شماره ۲۸ با عملکرد مناسب ۳۷۰/۲ به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ به تنش خشکی و ژنوتیپ ۹ با ۱۸/۱ حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش رطوبتی معرفی گردید. در شاخص تحمل (TOL) مقادیر عددی پایین نشان‌دهنده تحمل نسبی ژنوتیپ‌ها به تنش می‌باشد. گروه‌بندی ارقام با استفاده از این شاخص نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۳ و ۳۳ به‌ترتیب با ۵۸/۷، ۵۴/۶ و ۶۴/۷ به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل و

ژنوتیپ ۲۷ با ۴۸۲ به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی معرفی گردید. با بررسی عملکرد ارقام در هر دو شرایط تنش و بدون تنش مشخص شد که شاخص TOL در گزینش ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش موفق بوده است ولی در گزینش رقم‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد مناسب باشند، موفق نبود. در واقع شاخص TOL به نوعی تغییر حاصل از شرایط تنش را بیان می‌کند.

براساس شاخص میانگین هندسی (GMP)، با توجه به این‌که مقادیر عددی بالا نشان‌دهنده تحمل نسبی است، ژنوتیپ شماره ۲۸ با ۳۵۰/۰۶ با عملکرد بالا به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ و ژنوتیپ ۲۷ با ۳۶/۵۵ حساس‌ترین ژنوتیپ به خشکی معرفی گردید. مقادیر بالای شاخص تحمل به تنش (STI)، نیز نشان‌دهنده تحمل ژنوتیپ به شرایط تنش می‌باشد. براساس این شاخص ژنوتیپ شماره‌های ۳۳، ۱۴ و ۱۳ به‌ترتیب با ۲/۳۷، ۲/۳۷ و ۲/۲۵ به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل و ژنوتیپ ۲۷ با ۰/۰۲ حساس به خشکی معرفی گردید. ممکن است ژنوتیپ‌های شناسایی شده ژنوتیپ‌های متحمل نباشند، زیرا امکان دارد ژنوتیپ دارای عملکرد بالا در شرایط بدون تنش ولی دارای عملکرد پایین در شرایط تنش باشد. بنابراین شاخص زمانی قابل اعتماد است که ژنوتیپ دارای عملکرد بالا در شرایط تنش نیز باشد. شاخص YSi نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۲۸، ۱۴و ۱۳ دارای بالاترین عملکرد در دو حالت تنش و بدون تنش بوده و ژنوتیپ ۲۷ دارای پایین‌ترین عملکرد می‌باشد.

همبستگی

با محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط بدون تنش (جدول ۵)، بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته ($r=۰/۵۳۵^{**}$) و زمان رسیدن غلاف‌ها ($r=۰/۶۲۰^{**}$) و وزن صد دانه ($r=۰/۵۵۱^{**}$) مشاهده شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط بدون تنش

Table 2. Comparison of mean of yield and component of yield in bean genotypes in non-stress condition

ژنوتیپ Genotype	تعداد غلاف Pods/plant	تعداد بذر در غلاف Seeds/pod	وزن صددانه (گرم) 100-seed weight	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	طول بذر (میلی‌متر) Seed length	عرض بذر (میلی‌متر) Seed wide	قطر بذر (میلی‌متر) Seed diameter	عملکرد (گرم در۰/۵ متر مربع) Yield/plant
1	109.6 ±14.1	5.32 ±0.28	16.5 ±0.9	97.3±1.7	8.5±0.2	6.3±0.1	4.5±0.1	99.7±12.3
2	130.7±15.5	3.52 ±0.24	29. ±2.4	100.6±0.9	9.7±2.9	7.7±0.2	5.1±0.2	107.6±8.5
3	144.7±4.24	4.26 ±0.24	23.7 ±1.2	100.6±2.2	11.3±0.2	7.7±0.2	5.7±0.2	98.8±3.9
4	117.4±15.7	3.86 ±0.76	22.4 ±1	101±2	11.3±0.2	7.2±0.4	5.2±0.2	94.9±2.6
5	144.4±22.6	4 ±0.34	22.5 ±2.4	99.3±1.7	11.3±0.3	7.4±0.1	5.9±0.4	134.1±2.7
6	80.5±2.5	3.72 ±0.24	51.9 ±4.8	120.3±6.3	16.1±0.2	7.7±0.2	5.5±0.6	133.5±3.7
7	150.2±5.6	5.06 ±0.36	22.3 ±1.2	98.3±1.2	11.0±0.2	6.6±0.2	5.4±0.1	142.2±8.6
8	101.7±4.9	3.52 ±0.28	21.3 ±0.8	97±2	11.6±0.3	7.6±0.2	4.4±0.2	83.0±4.5
9	79.4±6.6	4.06 ±0.18	33.5 ±3.1	103.6±0.9	13.5±0.4	7.6±0.2	5.9±0.2	72.5±6.3
10	70.1±7.7	5.32 ±0.46	40.5 ±2.7	99±3.8	13.5±0.4	9.6±0.2	7.2±0.1	109.2±7.6
11	83.4±3.1	5.2 ±0.22	16.2 ±0.7	99±2.5	8.9±0.1	6.0±0.1	4.5±0.1	78.4±5.4
12	75.3±6.1	3.86 ±0.28	25.4 ±1.4	98.6±0.3	10.1±0.3	7.0±0.2	6.0±0.1	60.6±2.1
13	77.2±5.9	4.6 ±0.12	30.2 ±1.7	103.3±0.3	13.6±0.1	7.5±0.2	5.6±0.1	73.8±12.6
14	119.4±4.7	4.8 ±0.58	28.2 ±2.9	97.6±1.9	14.7±0.4	6.8±0.2	4.7±0.3	112.4±2.3
15	83.9±2.5	4.32 ±0.26	33.3 ±3.1	99.6±0.7	12.8±0.1	8.2±0.2	6.1±0.1	96.1±9.7
16	83.9±5.9	4 ±0.58	32.1 ±3.7	98.6±1.4	13.6±0.2	8.3±0.1	6.5±0.1	93.5±5.3
17	128.2±1.6	5.46 ±0.18	16.6 ±1.1	101±0.3	10.0±0.3	5.7±0.3	4.4±0.06	108.5±0.6
18	125.5±5.5	4.72 ±0.28	23.9 ±0.6	102.3±0.9	11.8±0.1	7.0±0.1	5.4±0.1	118.3±6.1
19	137.4±0.6	4.4 ±0.3	30.6 ±2.2	101±1.1	13.6±0.4	8.2±0.3	5.9±0.1	157±6.6
20	83.9±4.4	4.72 ±0.34	29.7 ±2.5	104±1.1	11.9±0.2	7.2±0.3	5.4±0.2	93.2±4.1
21	96±3.5	4.8 ±0.76	26.6 ±2.6	99.6±1.3	12.1±0.1	7.2±0.2	5.5±0.5	96.4±8.4
22	132.4±3.7	4.66 ±0.14	31.7 ±0.8	100.6±1.8	12.0±0.1	7.1±0.3	5.9±0.2	180.6±9.7
23	147.4±0.1	5.8 ±0.3	28.4 ±1.4	96±0.6	11.7±0.2	7.8±0.2	5.1±0.2	181.4±2.8
24	163.2±12.2	4.92 ±0.46	27.6 ±1.7	100.6±0.9	13.3±0.5	7.5±0.3	5.0±0.3	191.6±5.7
25	139.6±7.3	4.2 ±0.3	24.8 ±2.3	101±0.6	12.9±0.5	7.4±0.2	5.7±0.3	114.1±2.9
26	96.4±8.2	4.12 ±0.14	39.1 ±2.3	102±1.7	14.9±0.2	6.8±0.1	5.8±0.2	118.6±3.2
27	126.1±23.7	4.52 ±0.24	52.9 ±0.1	125.6±0.3	13.8±0.5	8.8±0.3	5.8±0.3	242.2±4.5
28	122.2±6.4	4.46 ±0.38	49.3 ±10.1	128±0.6	14.5±0.2	8.6±0.4	6.6±0.3	245.1±3.6
29	115.96±3.5	4.2 ±0.5	39.2 ±3.7	101±2	15.6±0.5	8.8±0.3	6.7±0.2	130.6±2.8
30	79.60±2.6	3.66 ±0.18	34.3 ±3.9	98.6±0.7	12.6±0.7	8.2±0.8	6.7±0.1	103.1±5.9
31	134.93±6.2	5.12 ±0.44	21.4 ±1.3	93.6±0.9	11.7±0.1	6.3±0.2	5.0±0.2	118.4±8.7
32	146.04±5.7	5.4 ±0.2	17.7 ±0.8	100.6±1.4	10.2±0.2	6.6±0.2	5.1±0.2	95.2±4.6
33	96.21±4.5	3.72 ±0.78	19.3 ±1.7	96.3±1.4	10.4±0.3	6.1±0.1	5.0±0.1	67.5±4.4

مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط تنش رطوبتی

Table 3. Comparison of mean of yield and component of yield in bean genotypes in drought stress condition

ژنوتیپ Genotype	تعداد غلاف Pods/plant	تعداد بذر در غلاف Seeds/pod	وزن صددانه (گرم) 100-seed weight	تعدادروزتارسیدگی Days to maturity	طول بذر (میلی‌متر) Seed length	عرض بذر (میلی‌متر) Seed wide	قطر بذر (میلی‌متر) Seed diameter	عملکرد (گرم در۰/۵ متر مربع) Yield/plant
1	71.55±8.1	5.6 ±0.22	15.1 ±0.3	96±1	8.4±0.3	5.9±0.2	4.2±0.2	44.3±3.3
2	31.90±1.9	2.06 ±1.22	13.8 ±7.1	67±33.5	8.8±4.44	5.1±2.6	3.9±1.9	18.1±2.6
3	46.75±4.1	2.92 ±0.88	19.2 ±3.7	103.6±2.4	11.4±0.4	7.3±0.1	5.6±0.1	31.8±0.9
4	48.2±6.1	3.66 ±0.24	19.3 ±3.9	102±2.6	8.5±0.2	5.3±0.1	3.8±0.2	28.6±1
5	43.8±1.9	2.06 ±0.68	15.9 ±8.1	66.3±33.2	8.1±4	4.8±2.4	3.6±1.9	55.4±2.7
6	13.1±2.6	3.86 ±0.26	36.2 ±4.4	106.3±3.2	15.5±0.3	8.0±0.03	4.6±0.1	12.1±2.2
7	83.9±12.2	4.6 ±0.88	25.4 ±2.3	98.6±1.8	10.5±0.4	6.6±0.1	4.5±0.4	51.5±5.9
8	42.3±9.9	3.2 ±0.2	18.1 ±3.8	97.3±2.2	9.2±0.5	6.7±0.1	3.9±0.2	21±2
9	23.2±3.2	3.26 ±0.64	17.1 ±2.6	118±9.6	9.9±0.2	6.1±0.2	4.4±0.2	8.5±2
10	10.5±1.3	3.12 ±0.88	32.4 ±1.8	107.3±1.8	9.5±0.3	8.5±0.2	5.4±0.2	9.4±0.7
11	46.1±5.9	4.4 ±0.94	15.1 ±0.5	100±3.8	8.0±0.2	5.7±0.07	4.1±0.06	31.3±2.4
12	57.7±0.7	3.06 ±0.06	21.8 ±2.2	96.3±0.8	8.4±0.7	6.1±0.2	5.6±0.5	31.2±3
13	103.3±0.9	3.06 ±0.14	43.3 ±12.6	118±10.5	11.4±0.2	6.7±0.4	4.9±0.2	41.4±2
14	105.7±3.5	4.06 ±0.18	24.9 ±2.3	100±2	11.6±0.7	5.4±0.2	3.7±0.08	66.3±6
15	73.8±1.8	3.4 ±0.3	30.2 ±4.3	99.6±1.2	9.5±0	7.2±0.2	4.3±0.2	51.8±0.7
16	53.1±3.7	3.2 ±0.42	23.1 ±0.5	101±1.1	9.1±0.4	7±0.1	4.3±0.4	34.5±2.8
17	38.4±6.7	4.8 ±0.3	13.4 ±0.3	98±1	7.6±0.08	5.3±0.2	3.6±0.3	16.3±1.5
18	23.1±4.7	3.32 ±0.18	15.9 ±3.8	102.6±1.4	9.3±0.3	5.9±0.2	4.7±0.2	17.2±0.4
19	66.5±11.1	3.52 ±0.64	22.5 ±0.8	105±1.5	10.7±0.4	6.8±0.2	4.8±0.2	49.6±0.8
20	16.3±1.4	1.4 ±1.4	8.9 ±8.9	33.6±33	3.9±3.9	2.1±2.2	1.6±1.7	11.3±0
21	58.0±1.0	3.72 ±0.4	24.3 ±4.7	99±0	11.1±0.2	6.7±0.4	5.4±0.2	44.6±2.9
22	41.7±1.2	3.32 ±0.38	26.7 ±2.4	99.6±1.2	12.0±0.2	7.1±0.1	5.8±0.2	36.3±3.5
23	70.4±13.7	4.12 ±0.64	26.3 ±1.5	96.6±0.6	10.9±0.2	6.7±0.1	4.5±0.3	63.0±2
24	29.2±0.7	2.06 ±1.04	15.8 ±8.8	70±35	6.8±3.4	4.5±2.3	3.1±1.6	25.3±2.6
25	40.6±5.3	4.06 ±0.54	23.1 ±3.2	103.3±0.6	10.1±0.6	6.4±0.1	4.8±0.6	29.7±0.9
26	47.9±9.1	3.46 ±0.06	27.5 ±2.2	101.3±1.2	11.5±0.2	6.2±0.1	4.8±0.1	34.7±0.7
27	1.6±1.7	0.8 ±0.78	15.1 ±15.1	42.3±42	5.2±5.1	3.0±2.9	2.3±2.4	68.72±0.4
28	47.6±2.3	1.2 ±1.18	13.6 ±13.6	41.3±41	4.2±4.1	2.9±2.9	2.2±2.2	125±2.9
29	66±9.3	3.46 ±0.26	39.6 ±2.4	103.3±1.3	11.4±0.7	6.8±0.3	5.4±0.2	26.4±1.8
30	37.6±3.1	4 ±0.42	26.8 ±3.3	99.6±0.6	9.4±0.2	8.4±0.4	5.9±0.4	39.0±3.3
31	64.6±4.9	5.06 ±0.28	16.8 ±1.6	99.6±1.2	9.8±0.4	5.4±0.3	3.9±0.2	42.5±2
32	54.7±2.4	3.32 ±0.4	16.6 ±2.7	100.3±2.3	9.3±0.6	6.1±0.3	4.2±0.2	36.0±1.4
33	84.1±6.4	3.26 ±0.46	19.4 ±0.6	98±1	6.9±2.8	5.9±0.06	4.7±0.4	40.2±1.7

مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده است.

همچنین تحت شرایط تنش رطوبتی (جدول ۶)، ضریب همبستگی مثبت معنی‌داری بین صفات تعداد غلاف در بوته (r=۰/۵۷۰**) با عملکرد دانه مشاهده شد. Farshadfar & Farshadfar (2008) نیز نشان دادند که بیشترین همبستگی مثبت با ۷۸ درصد بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته وجود دارد. Nasir Zadeh (2008) نیز در بررسی خود تعداد غلاف در بوته را حساس‌ترین جزء عملکرد به تنش رطوبتی دانست. Fageria *et al,* (2008)، German *et al,* (2006) و Shree & Singh (2007) نیز در تحقیقات خود دریافتند که بروز تنش در مرحله گلدهی عملکرد دانه را کاهش خواهند داد. Saleem *et al,* (2002) در مطالعه‌ای روی ۲۰ رقم نخود زراعی، نشان دادند 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.

همچنین با توجه به جدول همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش (جدول ۷) مشاهده می‌گردد که بین شاخص‌های GMP، STI و MP با عملکرد در شرایط تنش همبستگی بالایی وجود دارد و می‌توان به‌عنوان شاخص‌های معیار، در تعیین ارقام متحمل به خشکی استفاده گردد. از طرفی بین دو شاخص GMP و STI نیز همبستگی بالایی وجود دارد. Abiri *et al.* (2012) در تحقیق خود بر روی جو در دو شرایط تنش و بدون تنش بیان داشتند که شاخص‌های بهره‌وری متوسط، میانگین هندسی بهره‌وری، تحمل به تنش، میانگین هارمونیک و شاخص عملکرد به دلیل همبستگی معنی‌دار و بالا با عملکرد در هر دو محیط تنش و بدون تنش، شاخص‌های مناسبی هستند که می‌توانند برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و تخمین پایداری عملکرد در هر دو شرایط به‌کار روند. Schneider *et al,* (1997) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری را برای انتخاب ژنوتیپ‌های لوبیا معمولی مناسب‌تر دانستند. همچنین Samizadeh (1996) در تحقیقات خود روی نخود سفید به منظور بررسی و تعیین مناسب‌ترین شاخص حساسیت به خشکی تعداد ۷۲ لاین را در دو محیط تنش و بدون تنش مقایسه نمود و از بین شاخص‌های مورد مطالعه شاخص‌های میانگین هندسی (GMP) و شاخص تحمل به خشکی (STI) را شاخص‌های مناسبی برای برآورد

پایداری عملکرد و همچنین دستیابی به ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط معرفی نمود.

جدول ۴- شاخص‌های تحمل به خشکی برای ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی

Table 4. Drought tolerance Indices and grain-yield in bean genotypes in stress and non-stress condition

ژنوتیپ	حساسیت به تنش	شاخص تحمل	بهره‌وری متوسط	تحمل به تنش	میانگین هندسی بهره‌وری	شاخص پایداری	شاخص عملکرد	میانگین عملکرد نرمال	میانگین عملکرد تنش
Genotype	SSI	TOL	MP	STI	GMP	Ysi	Yr	YP	YS
1	0.1907	110.85	144.098	1.8097	132.922	0.44967	55.048	199.52	88.673
2	0.7963	179.02	125.795	0.6807	87.959	0.16933	83.078	215.3	36.286
3	0.524	133.96	130.671	1.2917	112.188	0.32267	67.742	197.65	63.691
4	0.567	132.57	123.674	1.2093	104.379	0.30267	69.771	189.96	57.39
5	0.293	157.32	189.603	1.6527	172.339	0.41433	58.558	268.26	110.944
6	0.987	242.82	145.69	0.36	79.654	0.092	90.799	267.1	24.278
7	0.4327	181.37	193.813	1.4633	170.957	0.36167	63.847	284.5	103.127
8	0.663	124.13	104.065	1.0207	83.478	0.252	74.805	166.13	42
9	0.8583	128.05	81.142	0.4517	48.366	0.12467	87.531	145.17	17.117
10	0.9047	199.75	118.681	0.3427	63.833	0.08733	91.259	218.56	18.806
11	0.3233	94.11	109.822	1.5913	98.829	0.40567	59.417	156.88	62.769
12	-0.0667	58.77	91.832	2.0573	86.738	0.517	48.289	121.22	62.444
13	-0.349	64.74	115.358	2.247	109.901	0.59133	40.862	147/73	82.987
14	-0.442	92.13	178.841	2.362	172.438	0.591	40.925	224.9	132.778
15	-0.1993	88.51	147.971	2.152	140.732	0.552	44.789	192.23	103.714
16	0.4053	117.98	128.073	1.465	113.175	0.375	62.505	187.06	69.083
17	0.8227	184.34	124.853	0.6023	84.032	0.15067	84.934	217.02	32.685
18	0.828	202.17	135.583	0.5817	90.24	0.14667	85.315	236.67	34.5
19	0.535	214.61	206.694	1.2657	176.545	0.31767	68.218	314	99.389
20	0.8603	163.8	104.658	0.488	65.128	0.12233	87.75	186.56	22.76
21	-0.1153	103.68	141.048	1.829	130.405	0.47567	52.452	192.89	89.206
22	0.7467	288.6	216.944	0.797	161.444	0.20233	79.744	361.25	72.643
23	0.478	236.82	244.508	1.2943	213.909	0.34733	65.272	362.92	126.098
24	0.8467	332.67	217	0.5257	138.776	0.133	86.69	383.33	50.667
25	0.6473	168.8	143.845	1.0423	116.446	0.26067	73.932	228.24	59.446
26	0.5853	167.84	153.413	1.171	128.382	0.29367	70.671	237.33	69.492
27	0.9943	481.59	243.666	0.024	36.555	0.00567	99.41	484.46	68.72
28	-0.0407	240.33	370.167	2.0397	350.064	0.51	48.998	490.33	250
29	0.7457	208.36	157.069	0.8097	117.392	0.20267	79.734	261.25	52.889
30	0.392	128.12	142.189	1.5293	126.912	0.378	62.216	206.25	78.129
31	0.43	151.94	160.972	1.425	141.39	0.36567	63.435	236.94	85
32	0.3863	118.24	131.296	1.5157	117.108	0.381	61.897	190.42	72.175
33	-0.497	54.57	107.855	2.3717	104.04	0.60433	39.548	135.14	80.571

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی و عملکرد در ۳۳ ژنوتیپ لوبیا تحت شرایط بدون تنش

Table 5. Simple correlation coefficients between traits and yield in 33 bean genotypes in non-stress condition

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	1							
2. Seeds/pod	تعداد بذر در غلاف	0.309	1						
3. 100-seedweight	وزن ۱۰۰ دانه	-0.261	-0.259	1					
4. Days to maturity	روز تا رسیدگی	-0.044	-0.148	0.762**	1				
5. Seed length	طول بذر	-0.163	-0.240	0.802**	0.473**	1			
6. Seed wide	عرض بذر	-0.162	-0.252	0.746**	0.411*	0.620**	1		
7. Seed diameter	قطر بذر	-0.308	-0.283	0.647**	0.274	0.545**	0.787**	1	
8. Yield/plant	عملکرد دانه	0.535**	0.225	0.551**	0.620**	0.378*	0.394*	0.203	1

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشند.

** and *: significant at probability levels of 1 % and 5%, respectively

به منظور تعیین اهمیت این صفات در تغییرات مربوط به عملکرد، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد. با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام در شرایط بدون تنش (جدول ۸)، مشاهده گردید که صفات روز تا رسیدگی ژنوتیپ‌های لوبیا، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب وارد مدل شده و بیشترین تأثیر را روی عملکرد در شرایط بدون تنش داشتند. همچنین به‌طوری‌که روز تا رسیدگی ژنوتیپ‌های لوبیا به تنهایی ۳۶/۵ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. در محاسبه رگرسیون گام به گام در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۹) صفات تعداد غلاف در بوته و

روز تا رسیدگی ژنوتیپ‌های لوبیا به‌ترتیب بیشترین تأثیر بر روی عملکرد داشته و به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند که صفت تعداد غلاف در بوته به تنهایی ۳۰/۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود.

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی و عملکرد در ۳۳ ژنوتیپ لوبیا تحت شرایط تنش رطوبتی

Table 6. Simple correlation coefficients between traits and yield in 33 bean genotypes in drought stress condition

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	1							
2. Seeds/pod	تعداد بذر در غلاف	0.441*	1						
3. 100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.345*	0.229	1					
4. Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.381*	0.731**	0.561**	1				
5. Seed length	طول بذر	0.259	0.516**	0.708**	0.753**	1			
6. Seed wide	عرض بذر	0.192	0.552**	0.685**	0.831**	0.777**	1		
7. Seed diameter	قطر بذر	0.229	0.483**	0.609**	0.788**	0.711**	0.883**	1	
8.Yield/plant	عملکرد دانه	0.570**	0.020	0.015	-0.154	-0.096	-0.132	-0.120	1

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشند.

** and *: significant at probability levels of 1 % and 5%, respectively

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین میانگین‌های شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی و عملکرد دانه

Table 7. Simple correlation coefficients between tolerance indices and yield in bean genotypes

		YP	Ys	MP	GMP	HARM	STI	TOL	SSI
		میانگین عملکرد نرمال	میانگین عملکرد تنش	بهره‌وری متوسط	میانگین هندسی بهره‌وری	هارمونیک	تحمل به تنش	شاخص تحمل	حساسیت به تنش
YP	میانگین عملکرد نرمال	1							
Ys	میانگین عملکرد تنش	0.342	1						
MP	بهره‌وری متوسط	0.927**	0.668**	1					
GMP	میانگین هندسی بهره‌وری	0.525**	0.954**	0.795**	1				
HARM	هارمونیک	0.393*	0.991**	0.705**	0.982**	1			
STI	تحمل به تنش	0.927**	0.668**	1.000**	0.795**	0.705**	1		
TOL	شاخص تحمل	0.869**	-0.169	0.620**	0.048	-0.111	0.620**	1	
SSI	حساسیت به تنش	0.295	-0.706**	-0.047	-0.498**	-0.640**	-0.047	0.682**	1

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪

** and *: significant at probability levels of 1% and 5%, respectively

Farshadfar & Farshadfar (2008) نیز با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون نشان دادند که تعداد غلاف در بوته بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه در نخود داشته به‌طوری‌که تقریباً ۶۲ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند و Mardi *et al,* (2003) نشان دادند که تعداد غلاف در بوته بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارد.

با توجه به اینکه تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه از جمله فاکتورهای اصلی اجزای عملکرد دانه تک بوته در لوبیا هستند و در تحقیق حاضر نیز این دو صفت بیشترین تأثیر مستقیم و صفت روز تا رسیدگی تأثیر غیرمستقیم و مثبت را روی عملکرد دانه داشتند، بنابراین می‌توانند به‌عنوان معیارهایی برای انتخاب ارقام پر محصول در لوبیا در شرایط بدون تنش معرفی شوند (جدول ۱۰).

در شرایط تنش رطوبتی نیز بیشترین اثر مستقیم مثبت به‌ترتیب توسط صفت تعداد غلاف در بوته (۰/۷۳۵) و بیشترین اثر مستقیم منفی، توسط صفت روز تا رسیدگی (۰/۱۵۴-) مشاهده گردید.

جدول ۸- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی در ۳۳ ژنوتیپ لوبیا بدون تنش رطوبتی

Table 8. Stepwise regression analysis for seed yield per plant and other studied traits in 33 bean genotypes in non-stress condition

مرحله Step	Traits	صفات	a	b_1	b_2	b_3	b_4	R^2 تصحیح‌شده	P-value مدل
1	Days to maturity	روز تا رسیدگی	-502.644**	7.276**	-	-	-	0.365	<0.001
2	Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	-742.708**	7.565**	1.866**	-	-	0.681	<0.001
3	100-seed weight	وزن صد دانه	-438.716**	2.616ns	2.290**	5.242**	-	0.798	<0.001
4	no. seed pod	تعداد دانه در غلاف	-567.349**	2.557ns	2.106**	5.670**	31.76**	0.838	<0.001

** and *: significant at probability levels of 1% and 5%, respectively

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪

جدول ۹- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی در ۳۳ ژنوتیپ لوبیا در شرایط تنش رطوبتی

Table 9. Stepwise regression analysis for seed yield per plant and other studied traits in 33 bean genotypes in drought stress condition

مرحله Step	Traits	صفات	a	b_1	b_2	R^2 تصحیح‌شده	P-value مدل
1	Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	19.652ns	1.037**	-	0.304	<0.001
2	Days to maturity	روز تا رسیدگی	93.441**	1.339**	-0.954**	0.453	<0.001

ns، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشند.

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

همچنین تعداد غلاف در بوته از طریق صفت روز تا رسیدگی (۰/۱۶۶-) بیشترین اثر غیرمستقیم منفی و صفت روز تا رسیدگی از طریق تعداد غلاف در بوته (۰/۲۸) بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت را روی عملکرد دانه داشتند (جدول ۱۱).

تجزیه به عامل‌ها قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام شد تا اهمیت متغیرهایی که در گروه‌ها نقش دارند، روشن شود (Jackson, 1991). نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۱۲) برای کلیه صفات در شرایط بدون تنش نشان داد که حدود ۷۲ درصد از تغییرات کل توسط دو مؤلفه اول (PC1 و PC2) توجیه شدند.

اولین مؤلفه اصلی ۴۸/۵ درصد از کل تغییرات را بیان می‌کند و این مؤلفه همبستگی بالایی با وزن صد دانه، طول بذر، عرض بذر، تعداد روز تا رسیدگی و قطر بذر دارد.

جدول ۱۰- تجزیه علیت فنوتیپی برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط بدون تنش خشکی

Table 10. Phenotypic path coefficient analysis for grain yield bean genotypes in non-stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	ضریب همبستگی (r_p)	اثر مستقیم Direct effect	1	2	3	4
Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.62	0.216	-	-0.28	0.463	-0.33
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	0.535	0.635	-0.1	-	-0.159	0.067
100-seed weight	وزن صد دانه	0.55	0.608	0.165	-0.166	-	-0.57
No. seed pod	تعداد دانه در غلاف	0.224	0.218	-0.33	0.196	-0.158	-
Residual=0.102							

جدول ۱۱- تجزیه ضرایب علیت فنوتیپی برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط تنش رطوبتی

Table 11. Phenotypic path coefficient analysis for grain yield of bean genotypes in drought stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	ضریب همبستگی (r_p)	اثر مستقیم Direct effect	1	2
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	0.569	0.735	-	-0.166
Days to maturity	روز تا رسیدگی	-0.154	-0.435	0.28	-
Residual=0.102					

دومین مؤلفه حدود ۲۳ درصد از تغییرات را توجیه کرد. این مؤلفه‌ها هم همبستگی بالایی به‌ترتیب با تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در غلاف و عملکرد دانه داشتند. در مؤلفهٔ اول وزن صد دانه، طول بذر و عرض بذر تأثیر زیادی داشته و در صورتی‌که انتخاب براساس مؤلفهٔ 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 مؤلفهٔ دوم تعداد بذر در غلاف و تعداد غلاف در بوته با بار مثبت مهم‌ترین نقش را دارند. با توجه به اینکه صفات ارائه شده کلاً شامل عملکرد و اجزای عملکرد می‌باشند و این دو مؤلفه همه صفات را در برگرفتند، با انتخاب براساس این دو مؤلفه می‌توان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا را شناسایی نمود.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۱۳) برای صفات در شرایط تنش نشان داد که حدود ۷۶ درصد از تغییرات کل توسط دو مؤلفه اول (PC1 و PC2) بیان گردید. اولین مؤلفه اصلی ۵۶ درصد از کل تغییرات را بیان می‌کند و این مؤلفه همبستگی بالایی با تعداد روز تا رسیدگی، عرض بذر، قطر بذر و طول بذر دارد. دومین مؤلفه حدود ۲۰ درصد از تغییرات را بیان می‌کند. این مؤلفه‌ها هم همبستگی بالایی به‌ترتیب با تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و تعداد بذر در غلاف داشتند. در مؤلفه اول تعداد روز تا رسیدگی، عرض بذر، قطر بذر و طول بذر تأثیر زیادی داشته و در صورتی‌که انتخاب براساس 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.

از آن‌جایی‌که مؤلفه اول تغییراتی را در برمی‌گیرد که توسط مؤلفه دوم تعیین نمی‌شود و بالعکس، از این رو می‌توان وضعیت ژنوتیپ‌ها را براساس این دو مؤلفه تبیین نمود و از این جهت دو مؤلفه را می‌توان به‌صورت دو محور عمود بر هم نمایش داد و ژنوتیپ‌ها را براساس این دو مؤلفه در سطح نمودار فوق مشخص نمود.

با توجه به این که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی، دو مؤلفه اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در این مؤلفه‌ها قرار داشتند، از این دو مؤلفه جهت به‌دست آوردن پراکنش و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد. در شرایط بدون تنش، ژنوتیپ‌های ۲۸، ۲۷، ۱۹ و ۲۲ که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، عملکرد دانه بیشتری نیز داشتند (شکل ۱).

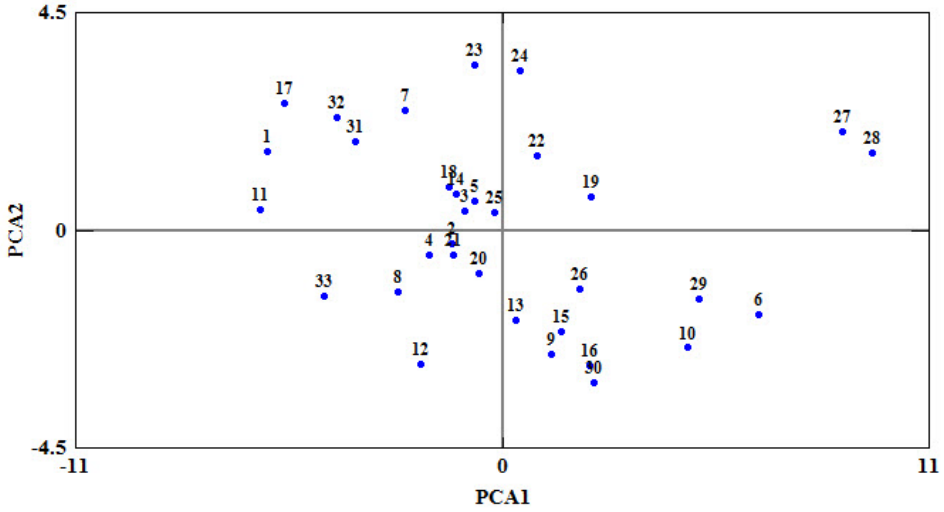
در شرایط تنش رطوبتی نیز موقعیت ژنوتیپ‌ها براساس دو عامل اصلی اول و دوم بررسی شد (شکل ۲) و ژنوتیپ‌های ۱۳، ۲۹، ۳۱، ۲۱، ۱۹، ۲۳ و ۷ که دارای عامل اول و دوم مثبت و بالاتری بودند، عملکرد دانه بیشتری در شرایط تنش رطوبتی نیز نشان دادند.

از بررسی خطوط در نمودار بای پلات که شاخص‌ها را نشان می‌دهند (شکل ۳) می‌توان به همبستگی شاخص‌ها پی برد به‌طوری‌که مشاهده می‌شود شاخص SSI همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش دارد و شاخص‌های HARM و GMP و YSI با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و بالایی دارند. همانطور که از نمودار مشاهده می‌شود شاخص STI و MP به عملکرد بدون تنش و شاخص HARM و GMP به عملکرد در شرایط تنش نزدیک‌تر می‌باشند.

جدول ۱۲- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۳۳ ژنوتیپ لوبیا تحت شرایط بدون تنش

Table 12. Principal component analysis in 33 bean genotypes in non-stress condition

Traits	صفات	مؤلفه اول (First)	مؤلفه دوم (Second)
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	-0.083	0.846
Seeds/pod	تعداد بذر در غلاف	-0.231	0.627
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.957	-0.116
Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.758	0.196
Seed length	طول بذر	0.810	-0.151
Seed wide	عرض بذر	0.830	-0.212
Seed diameter	قطر بذر	0.714	-0.401
Yield/plant	عملکرد دانه	0.663	0.705
Eigenvalues	مقادیر ویژه	3.887	1.844
Cumulative of variance	درصد واریانس تجمعی	48.586	71.631



شکل ۱- توزیع ژنوتیپ‌ها براساس مؤلفه‌های اول و دوم براساس صفات اندازه‌گیری شده تحت شرایط بدون تنش

Fig. 1. Biplot for 33 genotypes of bean based on the first and second components in non-stress condition

جدول ۱۳- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۳۳ ژنوتیپ لوبیا تحت شرایط تنش رطوبتی

Table 13. Principal component analysis in 33 bean genotypes in drought stress condition

Traits	صفات	مؤلفه اول (First)	مؤلفه دوم (Second)
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	0.316	0.869
Seeds/pod	تعداد بذر در غلاف	0.664	0.281
100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.741	0.121
Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.924	0.069
Seed length	طول بذر	0.881	0.016
Seed wide	عرض بذر	0.939	-0.060
Seed diameter	قطر بذر	0.894	-0.041
Yield/plant	عملکرد دانه	-0.173	0.886
Eigenvalues	مقادیر ویژه	4.481	1.592
Cumulative of variance	درصد واریانس تجمعی	56.018	75.922

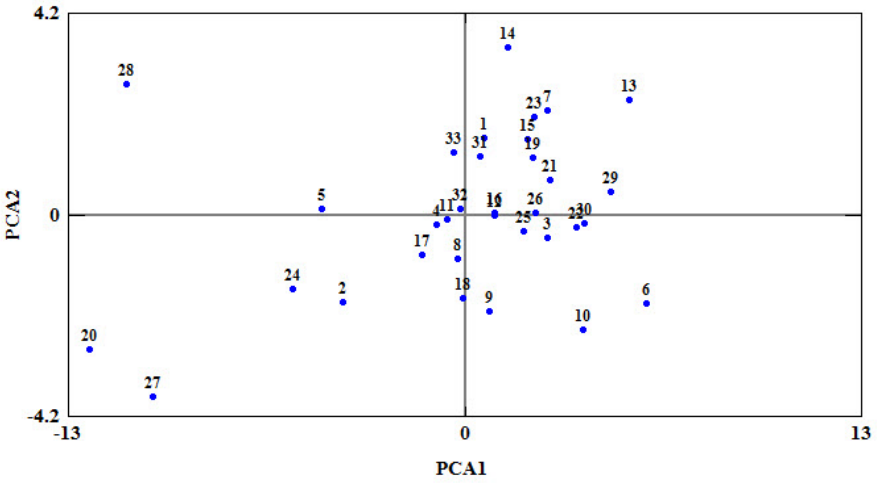
لذا می‌توان عنوان کرد که شاخص STI و MP بیشتر متمایل به ژنوتیپ‌هایی است که عملکرد بالایی در شرایط بدون تنش دارند در حالی‌که شاخص HARM و GMP بیشتر متمایل به ژنوتیپ‌هایی است که عملکرد بالایی در شرایط تنش دارند. شاخص‌های STI و MP با توجه به نزدیکی خطوط آنها به هم نشان از همبستگی بالای این شاخص‌ها نسبت به یکدیگر دارد و با توجه به قرارگرفتن در حد وسط خطوط عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش می‌توان آنها را به همراه شاخص GMP و HARM به‌عنوان شاخص‌های مناسب جهت انتخاب ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش از عملکرد بالایی برخوردارند انتخاب نمود.

Fernandez (1992) در لوبیا و Sori *et al,* (2005) در نخود از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای پلات به منظور انتخاب ارقام متحمل به خشکی بهره گرفته‌اند.

نتیجه‌گیری

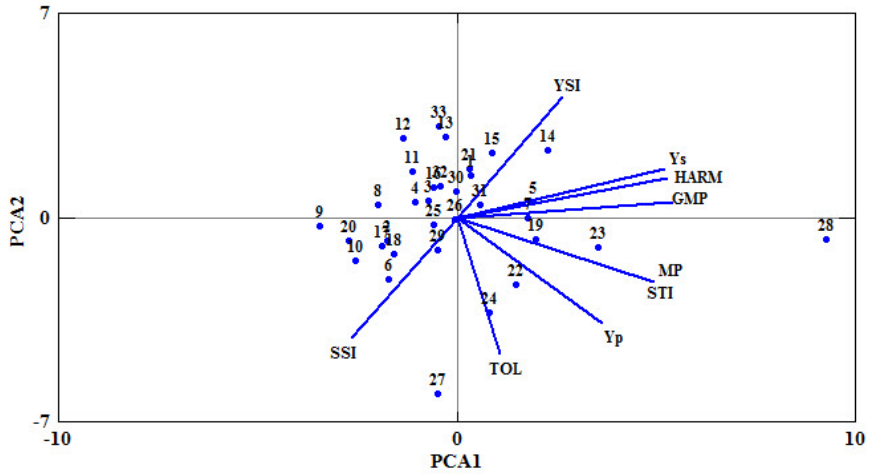
به‌طور کلی آزمایشات نشان دادند که تنش رطوبتی آخر فصل باعث کاهش معنی‌داری در صفات عملکرد و اجزای عملکرد گردید. استفاده از ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی خواهد توانست یک راهکار مناسب در رابطه با تنش آخر فصل در لوبیا را میسر سازد. همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد نشان داد که بین شاخص‌های GMP، STI و MP یک همبستگی بالایی وجود دارد و خواهد توانست در انتخاب دقیق ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی کمک شایانی نماید. با توجه به میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی بیشترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۸ و کمترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش به ژنوتیپ ۱۲ و در شرایط تنش رطوبتی مربوط به ژنوتیپ ۲۷ بود و نهایتاً با توجه به عملکرد نسبتاً بالا و مناسب در هر دو محیط ژنوتیپ‌های

۲۸، ۱۴، ۵ و ۳۰ به‌عنوان ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به تنش رطوبتی شناسایی شد.



شکل ۲- توزیع ژنوتیپ‌ها براساس مؤلفه‌های اول و دوم براساس صفات اندازه‌گیری شده تحت شرایط تنش رطوبتی

Fig. 2. Biplot for 33 genotypes of bean based on the first and second components in drought stress condition



شکل ۳- توزیع ژنوتیپ‌ها براساس مؤلفه‌های اول و دوم براساس صفات اندازه‌گیری شده تحت شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی با استفاده از شاخص‌های تحمل

Fig. 3. Biplot for 33 genotypes of bean based on the first and second components with stress indexes

از بررسی خطوط در نمودار بای پلات مشاهده می‌شود شاخص SSI همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش دارد و شاخص‌های HARM و GMP و YSI با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و بالایی دارند. همانطور که از نمودار مشاهده می‌شود شاخص STI و MP به عملکرد بدون تنش و شاخص HARM و GMP به عملکرد در شرایط تنش نزدیک‌تر می‌باشند. لذا می‌توان عنوان کرد که شاخص STI و MP بیشتر متمایل به ژنوتیپ‌هایی است که عملکرد بالایی در شرایط بدون تنش دارند، در حالی‌که شاخص HARM و GMP بیشتر متمایل به ژنوتیپ‌هایی است عملکرد بالایی در شرایط تنش دارند. همچنین براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش، دو مؤلفه اول به‌ترتیب ۷۲ درصد و ۷۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند.

منابع

1. Abiri, R., Zebarjadi, A.R., Ghobadi, M., Kafashi, A.K., and Atabak, N. 2012. Determination of advanced drought tolerant and breeder lines in *Hordeum vulgare* L. under Kermanshah conditions. Iranian Journal of Field Crop Science 33(1): 175-188. (In Persian).

2. Bayat, A.A., Sepehri, A., Ahmadvand, G., and Dorri, H.R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 12(1): 42-54. (In Persian).
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. Fageria, N.K., and Santos, A.B. 2008. Yield and physiology of dry bean. Journal of Plant Nutrition 31(6): 983-1004.
5. Farshadfar, E., Zamani, M., Motallebi, M., and Immamjomeh, A. 2001. Selection for drought resistance in chickpea lines. Iranian Journal of Agriculture Science 32(1): 65-77.
6. Farshadfar, M., and Farshadfar, E. 2008. Genetic variability and path analysis of chickpea (*Cicer arientinum* L.) landraces and lines. Journal of Applied Sciences 8(21): 3951-3956.
7. Fathi, M., Bihamta, M.R., Majnoon Hosseini, N., Shah Nejat Boushehry, A.A., and Mohammad Ali Pour Yamchi, H. 2012. Screening for terminal drought stress tolerance in cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* L.). Iranian Journal of Pulses Research 3(2): 45-54.
8. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for plant stress tolerance. Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan. 13-16 Aug.
9. German, C., Teran, H., Richard, G.A., James, L., Wright, T.D., Westerman, T., and Singh, S.P. 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. Crop Science 2111-2120.
10. Haghparast, R. 1995. Selection for resistance to drought in wheat. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tabriz, Iran. (In Persian).
11. Kristin, A.S., Serna, R.R., Perez, F.I., Enriques, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallego, P.R., Wassimi, N., and Kelley, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science 37: 43-50.
12. Mardi, M., Taleei, A.R., and Omidi, M. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components in Desi chickpea. Iranian Journal of Agricultural Sciences 34(2): 345-351.
13. Nasir Zadeh, L. 2008. Study on effect of nitrogen and irrigation stress on some physiological traits and yield of red bean. MSc. Thesis in Agronomy, Tehran University. (In Persian).
14. Rahnamaie Tak, A., Vaezi, S., Mozafari, J., and Shah Nejat Boshehri, A.A. 2006. Correlation and Path analysis of grain yield and related traits in beans. Journal of Agronomy and Horticulture 76. (In Persian).
15. Saleem, M., Shahzad, K., Javid, M., and Rauf. S.A. 2002. Heritability estimates for grain yield and quality characters in chickpea. International Journal of Agriculture and Biology 4(2): 275-276.
16. Samizadeh, H. 1996. Phenotypic and genotypic variation of quantitative traits and their correlation with the yield of white Chickpeas. MSc. Thesis, Islamic Azad University of Karaj. (In Persian).
17. Schneider, K.A., Rosales- Serena, F., Ibarra- Perez, B., Cacares- Enriguez, J.A., Acosta-Gallegos, R., Ramirec- Vallejo, N., Wassimi, N., and Kelly, J.P. 1997. Improvement common bean performance under drought stress. Crop Science 37: 43-50.
18. Shafiee, M., Bihamta, M.R., Khialparast, F., and Naghavi, M.R. 2012. Using PCA analysis in yield evaluation and its components in 648 common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) under normal and limited irrigation conditions. In: Proceedings of the 12th Iranian Crop Science Congress, Karaj. Page: 101.
19. Shree, P., and Singh, S. 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean Landraces and cultivars. Agronomy Journal 99: 1219-1225.
20. Sori, J., Dehghani, H., and Sabaghpor, S.H. 2005. Study of genotypes of chickpea in water stress condition. Iranian Journal of Agriculture Science 6: 1517-1527. (In Persian).
21. Szilagyi, L. 2003. Influence of drought on seed yield components in common bean. Bulgarian Journal of Plant Physiology 9: 320-330.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 109-122

Evaluation of the effects of late season water stress on genotypes of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Dashtaki[1*], M., Mohammad Ali Pour Yamchi[2], H. & Bihamta[3], M. R.

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

Received: 2 February 2013
Accepted: 7 January 2014

Introduction

Common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) is the world's most important food legume. This staple is considered as a nearly perfect food mainly because of its high protein content and abundant fiber, complex carbohydrates, and other daily food needs such as vitamins (folate) and minerals (Cu, Ca, Fe, Mg, Mn, Zn). Annual production, including both dry and snap bean, exceeds 21 million metric tons (MT), which represents more than half of the world's total food legume production. A majority of the bean production occurs under low input agriculture on small-scale farms in developing countries. Beans produced by these resource-poor farmers are more vulnerable to attack by disease and insect pests and to abiotic stresses including drought and low soil fertility. Development of cultivars with improved resistance to biotic and abiotic stresses is a primary goal of bean breeding programs throughout the world. As much as 60% of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in the developing world occurs under conditions of significant drought stress. Selecting drought tolerant genotypes, could be a viable option to cope with the limited available water for irrigation and increasing the productivity in such climates. Terminal drought is one of the main water limiting conditions that constrain common bean production because plants rely on the stored soil water during flowering and pod-filling periods, when usually water deficit intensifies.

Materials and Methods

To evaluate of the effects of late season water stress on phenological traits, grain yield, yield components, determination of phenotypic variation and evaluation of relationship between grain yield with other traits in 33 bean genotypes an experimental design was carried out using a randomized complete block design with three replications under two conditions (stress and non-stress) in 2012 in the experimental field of college of Agriculture and natural resources of Tehran University in Karaj Campus.

Results and Discussion

Results showed that among genotypes in study traits there were significant differences which reveal genetic variation among the genotypes. The highest and lowest grain yield in non-stress condition was in 28 and 12 number genotypes, respectively. The highest and lowest grain yield in stress condition was in 14 and 25 numbers of genotypes, respectively. The analysis of tolerance index correlation showed that indices of tolerance stress (STI), mean productivity (MP) and geometric mean productivity are the best indices for identifying genotypes with high yield in both conditions. According to the results of phenotypic correlations, stepwise regression, path analysis in both normal and stress conditions, it can be concluded that, the traits of biological yield, seed and pod weight, number of filled pods, number of seeds per plant, 100 seed weight and number of seed per pod were the most important and effective traits on yield. According to principal component analysis using seven agronomic traits in both conditions, two main components were selected that in total under non stress condition 72 percent and under water stress condition 76 percent of the total variation was explained and in both conditions, the first and second factors were introduced as yield and yield component factors.

Conclusions

In crops such as common bean, where seeds are the product of interest, the main criteria for selection of agronomical resistance to drought is focused on traits that lead to a higher grain production.

* **Corresponding Author:** md_dashtaki@yahoo.com, Mobile: 09125675973

Followed by selection based on yield under stress, was suggested as the most effective strategy to improve drought resistance in common bean. It is suggested that selection under stress reveals that some of genotypes have resistant inherited genes, and are key to yield improvement of common bean.

Cultivars with improved stress resistance can reduce reliance on pesticides in high input systems, avert risk of yield loss from pests in low- and high-input systems, and enable more stable bean production across diverse and adverse environments (low precipitation, high humidity, etc.) and poor soil conditions (low fertility, hillsides, etc.).

This study reinforces the importance of characterizing drought resistant genotypes selected for particular drought types, to build a better picture of those mechanisms involved in drought resistance during specific plant developmental stages and to particular environments, knowledge that will contribute to define selection criteria for drought resistance in common bean that, after proper validation, could be used in improvement programs.

Key words: Bean genotypes, Correlation, Drought stress, Principal component analysis, Regression, Tolerance indices

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۳۸-۱۲۳، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 123-138

گزینش برای تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)

خسرو مفاخری[۱]، محمدرضا بی‌همتا[۲*] و علیرضا عباسی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشگاه تهران

۲- استاد دانشگاه تهران

۳- دانشیار دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۱

چکیده

به منظور بررسی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در لوبیا چشم‌بلبلی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط نرمال (آبیاری هر ۷ روز یکبار) و تنش آبی (آبیاری هر ۱۴ روز یکبار) به‌صورت جداگانه در مزرعه گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران واقع در کرج در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا گردید. تنش خشکی از ۵۰ روز پس از کاشت یا به‌عبارتی از مرحله ۶ برگچه‌ای بر روی ۳۲ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی اعمال شد. ارزیابی تحمل به تنش خشکی بر روی ژنوتیپ‌ها، توسط ۸ شاخص مختلف شامل، شاخص تحمل تنش، میانگین حسابی، میانگین هندسی، شاخص حساسیت به تنش، شاخص پایداری عملکرد، شاخص عملکرد، شاخص تحمل تنش و شاخص میانگین هارمونیک صورت گرفت. برای تعیین روابط بین عملکرد دانه و شاخص‌های مورد بررسی، از ضرایب همبستگی استفاده گردید و شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین حسابی، میانگین هندسی و میانگین هارمونیک که دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش بودند، انتخاب شدند. با استفاده از روش ترسیمی بای‌پلات بر روی ۳۲ ژنوتیپ لوبیای چشم‌بلبلی و بررسی وضعیت قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در بای‌پلات، ژنوتیپ‌های ۲۹۱، ۳۱۳، ۹۹۸ و ۷ به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی با عملکرد بالا شناسایی شدند. تجزیه کلاستر برای ژنوتیپ‌ها براساس شاخص‌های مورد مطالعه و عملکرد در دو شرایط نرمال و تنش خشکی انجام گرفت و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در چهار کلاستر گروه‌بندی شدند. نتایج این تجزیه نشان داد که، اغلب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و دارای عملکرد بالا در کلاستر دوم و بیشتر ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی در کلاستر چهارم قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیه کلاستر، شاخص‌های تحمل به تنش خشکی، عملکرد دانه، لوبیا چشم‌بلبلی، همبستگی

مقدمه

تنش خشکی یکی از محدودیت‌های تولید لوبیا در سطح جهان می‌باشد که در کارهای به‌نژادی و اصلاح برای مقاومت به تنش خشکی، به‌نژادگر به دنبال تعیین ارقام و منابع ژنتیکی مقاوم به کم‌آبی و مقایسه میزان مقاومت به خشکی در بین آنها و معرفی ارقام برتر به لوبیاکاران می‌باشد. در اکثر نقاط جهان خشکی یا عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است که در این زمینه استفاده مؤثر و اقتصادی از منابع آب اهمیت به‌سزایی دارد، به‌خصوص برای مناطقی که دارای شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک می‌باشند که این مناطق حدود دوسوم از مساحت ایران را دربرگرفته است (Shahram & Daneshi, 2005). یکی از تنش‌هایی که گیاهان در شرایط طبیعی با آن روبه‌رو می‌شوند تنش خشکی است (Alavi & Shoaie Deilami, 2004). افزایش عملکرد دانه که مهم‌ترین شاخص انتخاب ارقام تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد، یکی از مهم‌ترین اهداف به‌نژادگران است از آن‌جایی‌که تولید دانه تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی زیادی قرار دارد، به همین دلیل انتخاب تحت شرایط تنش دشوار می‌باشد (Debaeke & Abdellah, 2004). به‌نژادگران همواره در تلاش بوده‌اند که با آزمایش ارقام مختلف در شرایط تنش و نرمال به تشخیص ارقام مختلف پرداخته و از آنها در جهت برنامه‌های اصلاحی استفاده کنند. در مناطق دارای کمبود آب، افزایش عملکرد گیاه هم از طریق تغییر عملیات زراعی و هم از طریق تغییرات ژنتیکی، گزینش و به‌نژادی امکان‌پذیر است (Gangeali *et al.*, 2005).

لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) یکی از گیاهان خانواده حبوبات بوده که در حالت کلی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری آفریقا، آسیا، آمریکای جنوبی،

*نویسنده مسئول: mrghanad@ut.ac.ir

قسمت‌هایی از جنوب اروپا و ایالت متحده آمریکا کشت می‌گردد (Singh *et al.,* 1997). حبوبات از منابع مهم و غنی از پروتئین هستند که در تغذیه انسان و دام نقش حیاتی را دارند. دانه‌های لوبیا چشم‌بلبلی دارای ۲۰ تا ۲۵ درصد (بعضاً تا ۳۵ درصد) پروتئین هستند (Majnoon Hosseini, 2008).

شاخص‌های تحمل به تنش خشکی شامل، شاخص تحمل تنش (TOL)، متوسط عملکرد (MP)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، تحمل تنش (STI)، میانگین هندسی عملکرد (GMP)، میانگین هارمونیک (HM)، پایداری عملکرد (YSI) و شاخص عملکرد (YI) از جمله شاخص‌هایی هستند که برای انتخاب ارقام متحمل به خشکی معرفی شده‌اند (Ahmadi *et al.*, 2000; Fernandez, 1992; Safari *et al.*, 2007; Bouslama & Schapaugh, 1984; Gavuzzi *et al.,* 1997). مقادیر بالای برخی از شاخص‌های تحمل به تنش نشان‌دهنده حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش می‌باشد (Fernandez, 1992). Fernandez (1992) ژنوتیپ‌ها را از نظر واکنش به شرایط تنش و بدون تنش به چهار گروه تقسیم‌بندی کرد. شاخص‌های تحمل تنش (STI) و میانگین هندسی (GMP) عملکرد توسط Fernandez (1992) و Kristin *et al*. (1997) پیشنهاد شدند. شاخص STI به‌عنوان بهترین شاخص در شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی در ماش توسط Fernandez (1992) معرفی شد. در ارزیابی لاین‌های نخود شاخص‌های MP، GMP، HM و STI به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های گزینش ارقام مقاوم به خشکی توسط Farshadfar *et al*. (2001) شناسایی شدند که نتایج تحقیق Ganjeali *et al*. (2005) بر روی ژنوتیپ‌های نخود با این مطالعات مطابقت داشت. شاخص حساسیت به تنش (SSI)، هراندازه مقدارش کوچکتر باشد، میزان مقاومت یا تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌ها بالاتر است. انتخاب براساس شاخص SSI موجب انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط عادی ولی دارای عملکرد بالا در محیط تنش می‌شود (Fischer & Maurer, 1987). محققان در بررسی این شاخص‌ها به این نتیجه رسیدند که کارآمدی شاخص‌های انتخاب، به شدت و مدت تنش خشکی بستگی دارد (Panthuwan *et al.*, 2002; Blum, 1996). با توجه به اهمیت تنش خشکی و پتانسیل بالای مقاومت به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی هدف از این تحقیق، ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا از لحاظ تحمل به تنش کم‌آبی و انتخاب بهترین معیار گزینش با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به خشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی و شناسایی ژنوتیپ‌ها برتر و متحمل به تنش خشکی با استفاده از این شاخص‌ها بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا چشم‌بلبلی، پژوهشی در سال زراعی ۱۳۹۲ براساس شاخص‌های ارزیابی تحمل تنش خشکی مرحله رویشی در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده 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 که در ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا قرار دارد، انجام شد. در این پژوهش تعداد ۳۰ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی به همراه دو رقم شاهد، مشهد و پرستو، از کلکسیون بانک ژن دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، دریافت شد و در سال زراعی ۱۳۹۲ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی اجرا شد. قبل از کاشت، آماده‌سازی زمین با شخم بهاره و تسطیح به صورت یکسان برای هر دو آزمایش انجام گرفت. هر آزمایش شامل سه تکرار و هر تکرار شامل ۳۲ واحد آزمایشی، در هر واحد یا کرت آزمایشی، ۳ خط به طول ۲ متر با فاصله بین خطوط ۷۰ سانتی‌متر کاشته شد. فاصله بین بوته‌ها روی ردیف، ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین هر کرت ۵۰ سانتی‌متر در نظرگرفته شد. عملیات تهیه زمین مانند شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد فارو در اردیبهشت ماه سال۱۳۹۲ به‌طور یکسان برای دو آزمایش انجام گرفت. عملیات کاشت و عملیات داشت شامل آبیاری، چهار مرحله وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی، در طول انجام آزمایش به‌صورت یکسان برای هر دو آزمایش انجام شد. حدود ۵۰ روز پس از کاشت یعنی در مرحله ۶ برگی بوته‌ها (۳برگچه دوم) و زمانی‌که بوته‌ها رشد رویشی کافی کرده بودند و خطر حذف بوته‌ها در اثر اعمال تنش خشکی برطرف شده بود، تنش آغاز شد و تا پایان دوره رشدی ادامه داشت، به‌صورتی‌که در آزمایش نرمال طبق عرف زراعی منطقه هر ۷ روز یک‌بار آبیاری انجام می‌گرفت و در آزمایش تنش هر ۱۴ روز یک‌بار آبیاری صورت گرفت. در حالت تنش مدت زمان انجام آبیاری دو برابر مدت زمان شرایط نرمال شده بود. با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال (Yp) و آبیاری محدود (Ys)، شاخص‌های تحمل تنش (TOL)، متوسط عملکرد (MP)، میانگین هندسی عملکرد (GMP)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص پایداری عملکرد (YSI) و شاخص عملکرد (YI) به‌صورت زیر محاسبه شدند:

(شاخص تحمل به تنش) TOL=Yp-Ys (McCaig & Clark, 1982; Hossain *et al.*, 1990)

(میانگین حسابی) MP=(Yp+Ys)/2 (McCaig & Clark, 1982; Hossain *et al*., 1990)

(میانگین هندسی) GMP=√Yp+Ys (Fernandez, 1992)

(شاخص تحمل تنش) $STI=(Yp\times Ys)/(\bar{Y}p)^2$ (Fernandez , 1992)

(شاخص حساسیت به تنش) SSI=1-(Ys/Yp)/D (Fischer & Maurer, 1978)

(شدت تنش) $D=1-(\bar{Y}s/\bar{Y}p)$ (Fischer & Maurer, 1978)

(شاخص پایداری عملکرد) YSI=Ys/Yp (Bouslama & Schapaugh, 1984)

(شاخص عملکرد) $YI= Ys/\bar{Y}s$ (Gavuzzi *et al.*, 1997)

(شاخص میانگین هارمونیک) HM=2(Yp×YS)/(Yp+Ys) (Safari *et al.*, 2007)

Yp: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط نرمال که از میانگین عملکرد هر ژنوتیپ در سه تکرار حاصل شد.

Ys: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش که از میانگین عملکرد هر ژنوتیپ در سه تکرار حاصل شد.

$\bar{Y}p$: میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال.

$\bar{Y}s$: میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی.

همچنین D یا SI (Stress Index) شاخص تنش می‌باشد که از طریق رابطه ذکر شده محاسبه شد و برای محاسبه شاخص حساسیت به تنش مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه واریانس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی مقادیر کمی شاخص‌های محاسبه شده برای هر ژنوتیپ در سه تکرار انجام شد. به منظور بررسی رابطه بین سه متغیر از نمودار سه‌بعدی و برای بررسی روابط بین بیش از سه متغیر از نمودار بای‌پلات استفاده شد. در این مطالعه برای تعیین ژنوتیپ متحمل دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط از نمودار سه‌بعدی استفاده گردید. با توجه به سه معیار عملکرد در شرایط تنش خشکی (Ys)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Yp) و یکی از شاخص‌های موردنظر، ژنوتیپ‌ها به چهار گروه A، B، C و D تقسیم شدند، مناسب‌ترین شاخص انتخاب ژنوتیپ برای تحمل به تنش خشکی، شاخصی است که قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها باشد (Fernandez, 1992). برای ترسیم نمودار بای‌پلات، ابتدا تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس شاخص‌های تحمل، عملکرد تحت شرایط نرمال و عملکرد تحت تنش خشکی انجام شد و ضرایب مؤلفه‌های اصلی برآورد گردیدند.

جدول ۱- اسامی و منشأ ۳۲ ژنوتیپ لوبیای چشم‌بلبلی مورد بررسی

Table 1. Name and origin of 32 studied cowpea genotypes

کد ژنوتیپ Code of genotype	شماره ژنوتیپ Genotype No.*	منشأ Origin	کد ژنوتیپ Code of genotype	شماره ژنوتیپ Genotype No.*	منشأ Origin
175	62-069-00276	India	8	62-034-00008	Columbia
107	62-002-00157	Afghanistan	196	62-157-00297	America
210	62-157-00310	America	203	62-157-00304	America
43	62-069-00048	India	162	62-110-00255	Nigeria
141	62-071-00218	India	193	62-157-00294	America
49	62-019-00004	Brazil	294	62-157-00424	America
307	62-157-00444	America	174	62-069-00273	India
186	62-157-00287	America	192	62-157-00293	America
220	62-157-00324	America	232	62-157-00341	America
222	62-157-00331	America	30	62-069-00030	India
291	62-157-00421	America	17	62-117-00017	Paraguay
7	62-034-00007	Columbia	76	62-015-00110	Belgium
37	62-153-00041	Turkey	9	62-157-00311	America
215	62-157-00318	America	229	62-157-00336	America
246	62-157-00355	America	Parasto	62-157-00347	America
313	62-157-00451	America	Mashhad	62-071-10003	Iran

*: شماره ژنوتیپ‌ها در بانک ژن پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران-کرج

*: Genotype number of gene bank, Faculty of agriculture and natural resources, University of Tehran-Karaj

همچنین برای تعیین روابط بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون‌تنش و شاخص‌های محاسبه شده ضرایب همبستگی ساده برآورد شدند. جهت مشخص کردن میزان خویشاوندی یا فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده شد. برای دسته‌بندی داده‌ها، از نرم‌افزار Excel، برای محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SPSS 19، SAS 9.2 و برای ترسیم نمودارهای سه‌بعدی، بای‌پلات و دندروگرام گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از برنامهSTATGRAPHICS 16 استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در دو شرایط محیطی تنش و بدون تنش را نشان داد ($P\leq0.01$)، که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان گزینش برای تحمل به خشکی است (جدول ۲).

جدول۲- تجزیه واریانس شاخص‌های کمّی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی

Table 2. Analysis of variance for drought tolerance quantitative indices in cowpea genotypes

میانگین مربعات (Mean-square)												
HM	STI	YI	YSI	SSI	GMP	MP	TOL	Yp	Ys	درجه آزادی (df)	منابع تغییرات	S.O.V
1.37^{ns}	0.002^{ns}	0.011^{ns}	0.0164^{ns}	0.145^{ns}	0.778^{ns}	4.16^{ns}	4.46^{ns}	448.47^{ns}	315.81^{ns}	2	بلوک	Block
1888.94^{**}	0.719^{**}	2.286^{**}	0.359^{**}	8.99^{**}	1886.92^{**}	2057.58^{**}	3579.68^{**}	2820.28^{**}	3026.94^{**}	31	ژنوتیپ	Genotype
2.39	0.003	0.004	0.007	0.0422	0.968	1.29	1.38	778.73	540.04	62	اشتباه	Error
1.74	6.45	5.48	9.53	5.41	1.081	1.23	6.47	27.41	26.82	---	ضریب تغییرات	CV%

Ys=عملکرد تحت شرایط استرس; Yp=عملکرد پتانسیل; TOL=شاخص تحمل تنش; MP=میانگین حسابی; GMP=میانگین هندسی; SSI=شاخص حساسیت تنش; YSI=شاخص پایداری عملکرد; YI=شاخص عملکرد; STI=شاخص تحمل تنش; HM=میانگین هارمونیک.

Ys=Yield stress; Yp= Yield potential; TOL=Tolerance Index; MP=Mean Productivity; GMP=Geometrical Mean Productivity; SSI=Stress Susceptibility Index; YSI=Yield Stability Index; YI=Yield Index; STI=Stress Tolerance Index; HM= Harmonic mean.

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

ns , **and*: Not significant, significant at 1% and 5% levels probability, respectively.

مقادیر میانگین و خطای استاندارد عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال (Yp) و مقدار عملکرد در شرایط تنش‌خشکی (Ys) و شاخص‌های ارزیابی تحمل به تنش برای گزینش بهترین ژنوتیپ محاسبه گردید که در جدول ۳ ارائه شده است. عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی نشان داد که می‌توان تعداد ۳۰ ژنوتیپ و ۲رقم شاهد (مشهد و پرستو) مورد نظر را به چهار گروه تقسیم نمود. بر این اساس گروه A شامل ژنوتیپ‌های است که عملکرد خوبی در هر دو شرایط تنش و بدون‌تنش نشان دادند، گروه B شامل ژنوتیپ‌های است که فقط در شرایط آبیاری نرمال عملکرد خوبی دارند، گروه C شامل ژنوتیپ‌های است که در شرایط تنش خشکی عملکرد خوبی دارند، گروه D ژنوتیپ‌های را شامل می‌شود که در شرایط آبیاری نرمال و در شرایط تنش خشکی عملکرد رضایت‌بخش ندارند. شاخص مناسب و مطلوب برای تعیین مقاومت یا تحمل تنش، شاخص‌های است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از ژنوتیپ‌های سایر گروه‌ها تفکیک نماید (Fernandez, 1992).

جدول ۳- میانگین (Mean) و خطای استاندارد (StD) عملکرد در شرایط مطلوب و تنش و شاخص‌های تنش خشکی در ۳۲ ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی

Table 3. Mean and standard deviations for Yp, Ys, and drought stress indices in 32 cowpea genotypes

	Ys	Yp	TOL	MP	GMP	SSI	YSI	YI	STI	HM
Mean	83.57	101.82	18.24	92.69	90.87	-3.74	0.850	1.106	0.856	89.17
StD	31.76	30.66	34.59	25.97	25.19	1.76	0.316	0.895	0.502	24.71

Ys=عملکرد تحت شرایط استرس; Yp=عملکرد پتانسیل; TOL=شاخص تحمل تنش; MP=میانگین حسابی; GMP=میانگین هندسی; SSI=شاخص حساسیت تنش; YSI=شاخص پایداری عملکرد; YI=شاخص عملکرد; STI=شاخص تحمل تنش; HM=میانگین هارمونیک.

Ys=Yield stress; Yp= Yield potential; TOL=Tolerance Index; MP=Mean Productivity; GMP=Geometrical Mean Productivity; SSI=Stress Susceptibility Index; YSI=Yield Stability Index; YI=Yield Index; STI=Stress Tolerance Index; HM= Harmonic mean.

محاسبه پارامترهای ساده آماری (میانگین و انحراف استاندارد) برای شاخص‌های تحمل مورد بررسی نشان داد (جدول ۳) که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از تنوع بسیار خوبی برخوردار هستند که این تنوع می‌تواند به‌عنوان ذخیره ژنتیکی غنی، به‌نژادگران را در اصلاح و شناسایی ارقام کمک کند. میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها برای شرایط تنش خشکی Ys=83.57 و میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها برای شرایط آبیاری نرمال Yp=101.82 بود که تفاوت چشمگیری با یکدیگر نداشتند و این امر نشان می‌دهد که لوبیا چشم‌بلبلی گیاهی با پتانسیل تحمل بالا به تنش خشکی است. مقدار شاخص SSI=-3.74 بود که نشان‌دهنده تحمل بالای ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی می‌باشد، در محاسبه این شاخص از یک جزء به نام D یا SI که شاخص سختی محیط و یا شدت تنش است استفاده می‌شود که هرچه این جزء بزرگتر باشد شاخص SSI کوچک‌تر می‌شود (Moghadam & Hadizadeh, 2002). به‌عبارتی شاخص SI (شدت تنش)، که برای محاسبه شاخص حساسیت به تنش به‌کار می‌رود حداکثر مقدار آن واحد است. شاخص حساسیت به تنش (SSI) هرچه مقدارش کمتر باشد، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه حساسیت کمتری به تنش رطوبتی نشان می‌دهند و یا به‌عبارتی تحمل نسبی آنها نسبت به کمبود آب بیشتر است و به عبارت دیگر هر ژنوتیپی که مقدار Ys آن از نظر کمیت به Yp نزدیکتر باشد به همان مقدار حساسیت آن ژنوتیپ به تنش خشکی کمتر خواهد بود (Shirinzadeh *et al.*, 2008). شاخص SSI (حساسیت به تنش) برنامه‌های اصلاحی را در جهت انتخاب ارقام متحمل به تنش خشکی و کم‌بازدهی که تغییرات مقدار عملکرد آنها تحت دو شرایط مطلوب و تنش کمتر است، هدایت می‌کند. در شاخص حساسیت به تنش علاوه بر میزان عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش، آسیب وارده به ژنوتیپ‌ها در اثر تنش نیز مدنظر قرار می‌گیرد، بدین‌صورت ژنوتیپی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالاتری باشد اما درصد تغییر زیادی را در عملکردش نشان دهد به‌عنوان ژنوتیپ متحمل شناسایی نمی‌شود. میانگین مقدار TOL نسبت به سایر شاخص‌ها پایین‌تر است (TOL=18.24)، مقادیر پایین شاخص تحمل تنش نشان‌دهنده تحمل نسبی ژنوتیپ‌ها است در واقع شاخص تحمل تنش تغییرات حاصل از شرایط تنش را نشان می‌دهد یعنی ژنوتیپ‌های که دارای شاخص TOL پایینی هستند تغییرات کمتری نشان می‌دهند و برعکس. مطالعه تنش خشکی بر روی هیبریدهای ذرت نشان داد که مقادیر بالای TOL نشان‌دهنده تغییرات بیشتر در عملکرد آنها در شرایط تنش و مطلوب می‌باشد و میزان حساسیت هیبریدها را در شرایط قطع آبیاری نشان می‌دهد، مقادیر کمتر TOL نشان‌دهنده تحمل بیشتر به تنش خشکی می‌باشد. در ارزیابی تحمل به تنش باید به دنبال ژنوتیپ‌هایی بود که حداقل اختلاف بین Ys و Yp در عملکرد آنها دیده می‌شود و شاخص MP گزینش را به سمت شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد زیاد در هر دو شرایط مطلوب و تنش هدایت می‌کند (Shirinzadeh *et al.*, 2008). معیار MP در شناسایی هیبریدهای متحمل به تنش نسبت به شاخص‌های SSI و TOL بهتر عمل می‌کنند (Moghadam & Hadizadeh, 2000). به صورتی‌که شاخص میانگین حسابی (MP) که میزان بالای عددی این شاخص نشان‌دهنده تحمل نسبی به تنش است، در این مطالعه MP=92.69 برآورد شده است که با توجه به فرمول شاخص MP اگر ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی داشته باشند باعث بالارفتن شاخص MP خواهد شد. بنابراین شاخص MP در گزینش ژنوتیپ‌های که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی هستند، مناسب نیست (Fernandez, 1992). Ahmadzadeh (1996) گزارش کرد که شاخص MP در شناسایی لاین‌های پرمحصول و متحمل به خشکی ذرت مطلوب است. به عقیده بیشتر محققان، بهترین شاخص، شاخصی است که در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی، دارای همبستگی معنی‌داری با عملکرد باشد (Blum, 1988). با توجه به همبستگی‌های ساده‌ی به‌دست آمده بین عملکرد تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی و شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص‌های GMP، STI، MP و HM همبستگی مثبت و معنی‌داری را در سطح احتمال ۱درصد با عملکرد تحت دو شرایط تنش و بدون‌تنش نشان دادند (جدول ۴). بنابراین این شاخص‌ها را می‌توان به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در هر دو شرایط نرمال و تنش انتخاب نمود. شاخص TOL با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش همبستگی مثبت معنی‌داری را در سطح احتمال ۱درصد و با عملکرد دانه در شرایط تنش همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۱درصد نشان داد. شاخص YSI (شاخص پایداری عملکرد) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش در سطح ۱درصد و دارای همبستگی منفی در شرایط بدون‌تنش در سطح ۵ درصد بود. شاخص SSI (حساسیت به تنش) دارای همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش در سطح ۱درصد و دارای همبستگی مثبت در سطح ۵ درصد با عملکرد در شرایط نرمال می‌باشد (جدول ۴). بنابراین هرچه مقادیر این شاخص‌ها کوچکتر باشد، ژنوتیپ‌ها متحمل‌تر خواهند بود. Schneider *et al,* (2004) پیشنهاد کردند که در ابتدا ژنوتیپ‌ها براساس مقادیر بالای

GMP انتخاب شوند و سپس به منظور حصول اطمینان از پایداری عملکرد در شرایط تنش، از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ‌های با بیشترین مقادیر Ys انتخاب شوند. به طور کلی، وجود همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار بین شاخص‌های مختلف مقاومت به تنش خشکی و عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون‌تنش، می‌تواند نشان‌دهنده کارآمد بودن این شاخص‌ها در ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها باشد. استفاده از معیارهای GMP و STI برای بررسی پایداری عملکرد و شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد زیاد در ارقام نخود سفید توسط Samieezadeh (1996) به‌عنوان شاخص‌های گزینشی کارآمد معرفی گردیدند. شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا تحت شرایط تنش براساس مقادیر بالای GMP و Ys توسط Schneider *et al*, (2004) جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش معرفی شدند. شاخص‌های GMP، MP، HARM و STI که دارای همبستگی بالا و معنی‌دار با عملکرد دانه در دو شرایط مطلوب و تنش بودند توسط Fathi *et al*, (2012) انتخاب شدند و آن‌ها بیان داشتند که معیارهای TOL وSSI دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط مطلوب و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش می‌باشند، بنابراین هرچه مقدار TOL و SSI کوچکتر باشد، ژنوتیپ‌ها به خشکی متحمل‌تر خواهند بود. Habibi *et al,* (2006) در بررسی ۱۵لاین لوبیا قرمز نشان دادند که شاخص‌های GMP،MP و STI بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش‌خشکی دارند، بنابراین لاین‌هایی که مقادیر بالای این شاخص‌ها را داشتند به‌عنوان لاین‌های متحمل معرفی شدند. Naroui Rad *et al,* (2010) در مطالعه‌ای با ارزیابی ۱۸ ژنوتیپ عدس نشان دادند که شاخص‌های GMP وSTI بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد در شرایط خشکی و آبیاری نرمال داشتند و براساس این شاخص‌ها دو ژنوتیپ مقاوم به خشکی را شناسایی و معرفی نمودند. شناخت رابطه بین عملکرد دانه و سایر صفات و شاخص‌ها در اجرای برنامه‌های گزینشی، اهمیت زیادی دارد. نتایج حاصل از همبستگی ساده بین شاخص‌ها (جدول ۴) نشان داد بین عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش با شاخص‌های تحمل به تنش همبستگی مثبت یا منفی وجود دارد. شاخص‌های میانگین هارمونیک (HM)، شاخص متوسط عملکرد (MP)، میانگین هندسی عملکرد (GMP) و شاخص تحمل به تنش (TOL) به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها، جهت گزینش ارقام مقاوم به تنش خشکی در نخود معرفی گردیده‌اند (Farshadfar *et al*., 2001). شاخص‌های GMP، STI، MP و HM، به‌عنوان شاخص‌های مناسب و کارآمد جهت گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی نخود معرفی شدند (Ganjeali *et al*., 2005). در پژوهشی به منظور بررسی لاین‌های نخود از نظر شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و پس از تحلیل همبستگی عملکرد تحت شرایط تنش و نرمال، شاخص‌های GMP، STI و MP در هر دو شرایط تنش خشکی و نرمال آبیاری به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها جهت گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی معرفی گردیدند (Farayedi, 2004).

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد در شرایط تنش خشکی و بدون تنش با شاخص‌های تحمل به تنش در ۳۲ ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی

Table 4. Correlation coefficients between Yp ،Ys and stress tolerance indices in drought stress and non stress conditions in 32 cowpea genotypes

	Ys	Yp	TOL	MP	GMP	SSI	YSI	YI	STI	HM
Ys	1									
Yp	0.386*	1								
TOL	-0.576**	0.532**	1							
MP	0.839**	0.826**	-0.038^{ns}	1						
GMP	0.849**	0.805**	-0.067^{ns}	0.994**	1					
SSI	-0.734**	0.320*	0.957**	-0.260^{ns}	-0.275^{ns}	1				
YSI	0.734**	-0.320*	-0.957**	0.259^{ns}	0.275^{ns}	-1**	1			
YI	0.856**	0.122^{ns}	-0.678**	0.595**	0.569**	-0.812**	0.812**	1		
STI	0.834**	0.800**	-0.056^{ns}	0.982**	0.987**	-0.262^{ns}	0.262^{ns}	0.566**	1	
HM	0.849**	0.766**	-0.092^{ns}	0.977**	0.944**	-0.285^{ns}	0.285^{ns}	0.536**	0.981**	1

Ys=عملکرد تحت شرایط استرس; Yp=عملکرد پتانسیل; TOL=شاخص تحمل تنش; MP=میانگین حسابی; GMP=میانگین هندسی; SSI=شاخص حساسیت تنش; YSI=شاخص پایداری عملکرد; YI=شاخص عملکرد; STI=شاخص تحمل تنش; HM=میانگین هارمونیک.

Ys=Yield stress; Yp= Yield potential; TOL=Tolerance Index; MP=Mean Productivity; GMP=Geometrical Mean Productivity; SSI=Stress Susceptibility Index; YSI=Yield Stability Index; YI=Yield Index; STI=Stress Tolerance Index; HM= Harmonic mean.

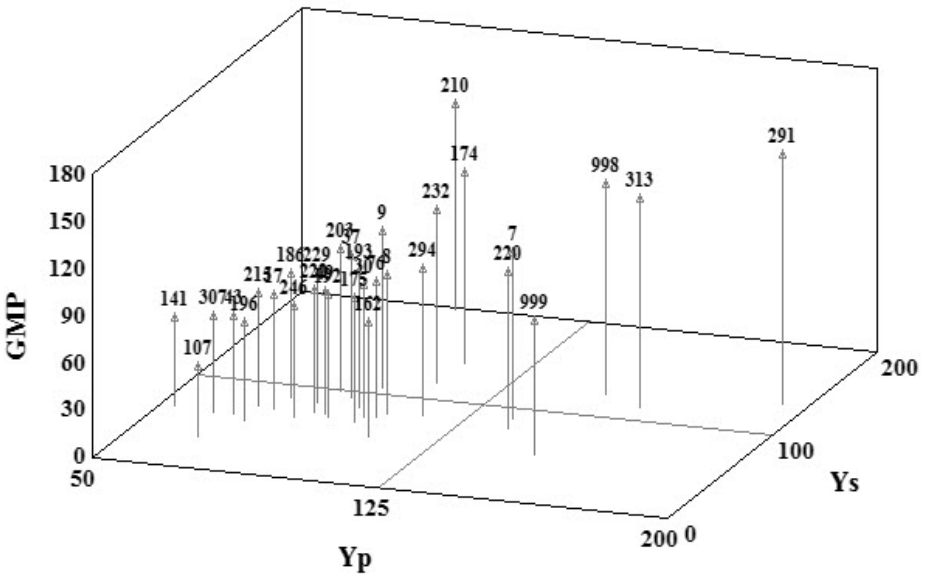
ns، **و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

ns , **and*: Not significant, significant at 1% and 5% levels probability, respectively.

Ganjeali *et al,* (2009) در مطالعه‌ای نشان دادند که شاخص‌های MP، GMP، HM و STI بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش داشتند و براساس این چهار شاخص چهار ژنوتیپ متحمل به تنش را شناسایی کردند. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه معیارهای MP، STI، GMP و HM به‌عنوان مناسب‌ترین معیارها برای شناسایی ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها شناخته شدند، لذا نمودار سه بعدی آنها به منظور تسهیل و بهتر انجام گرفتن مطالعات ترسیم شد (شکل‌های ۱ تا ۴). از نمودار پراکنش سه‌بعدی جهت تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی استفاده می‌شود، در نمودار پراکنش سه‌بعدی با تقسیم‌بندی سطح زیر نمودار به چهار قسمت مساوی، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در چهار گروه دسته‌بندی شدند. معیارهای STI، MP و GMP در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیای سفید برای جداکردن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی به‌عنوان بهترین معیار توسط Ebrahimi *et al,* (2010) معرفی گردیدند. Ganjeali *et al,* (2005) برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی از چهار شاخص GMP، STI، HARM و MP استفاده نمودند. Fernandez (1992) از شاخص‌های STI وMP برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم در بین ژنوتیپ‌های لوبیا استفاده نمودند. از شاخص‌های GMP و STI که همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در دو شرایط مطلوب و تنش داشتند در ژنوتیپ‌های عدس توسط Naroui Rad *et al*. (2010) استفاده شد و دو ژنوتیپ متحمل براساس این دو شاخص گزینش گردیدند. Ahmadi *et al,* (2000) از معیارهای GMP و STI در بررسی هیبریدهای ذرت دانه‌ای استفاده نمودند. Fathe Baheri *et al*, (2003) از شاخص‌های GMP، MP، HARM و STI در ژنوتیپ‌های جو استفاده نمودند. در بررسی‌ها با استفاده از نمودارهای سه‌بعدی اگر هیچ‌کدام از ژنوتیپ‌ها در ناحیه A قرار نگیرند، ژنوتیپ‌هایی که در ناحیه‌ای با عملکرد بالا و مقاومت متوسط و پایدار قرار گرفته‌اند، می‌توانند به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط معمول و تنش خشکی انتخاب شوند. رابطه بین سه متغیر را می‌توان با استفاده از نمودار سه بعدی بررسی کرد، ولی در صورتی‌که بررسی رابطه بیش از سه متغیر مدنظر باشد، از نمودار چند متغیره موسوم به نمودار بای‌پلات استفاده می‌شود. در این حالت می‌توان روابط بین عملکرد ژنوتیپ‌ها و تمام شاخص‌های تحمل را در یک شکل نشان داد. برای ترسیم این نمودار ابتدا باید تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر مبنای شاخص‌های تحمل و عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش انجام داد. در حالت کلی واکنش گیاهان زراعی و ارزیابی آنها برای عملکرد بهینه در شرایط محیطی متنوع به توانایی آنها در استفاده از شرایط محیطی وابسته است. که از طریق تغییرات اجزای عملکرد و اثر متقابل ژنوتیپ با محیط به هنگام بروز شرایط مطلوب و نامطلوب در هر مرحله از رشد گیاه امکان‌پذیر است (Entz & Flower, 1990). برای شاخص تحمل به تنش (STI)، مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده تحمل ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی است، چون شاخص STI حاصل‌ضرب دو کمیت (Ys×Yp) است و به دلیل خاصیت ضرب اعداد که با یکدیگر تفاوت ماهوی دارند، مربع میانگین هندسی باید یکسان باشد (Naderi *et al*., 1999). بنابراین ممکن است ژنوتیپ‌های شناسایی شده لاین‌های متحمل نباشند، زیرا امکان دارد ژنوتیپی دارای عملکرد بالا در شرایط بدون‌تنش ولی دارای عملکرد پایین در شرایط تنش باشد. بنابراین این شاخص زمانی قابل اعتماد است که ژنوتیپ دارای عملکرد بالا در شرایط تنش نیز باشد. یک شاخص مناسب برای گزینش شاخصی است که منجر به انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش گردد، به‌عنوان مثال مقادیر بالای شاخص HM نشان‌دهنده تحمل نسبی ژنوتیپ‌ها است. مقادیر عددی بالا شاخص میانگین هندسی (GMP) نشان‌دهنده تحمل نسبی ژنوتیپ‌ها است.

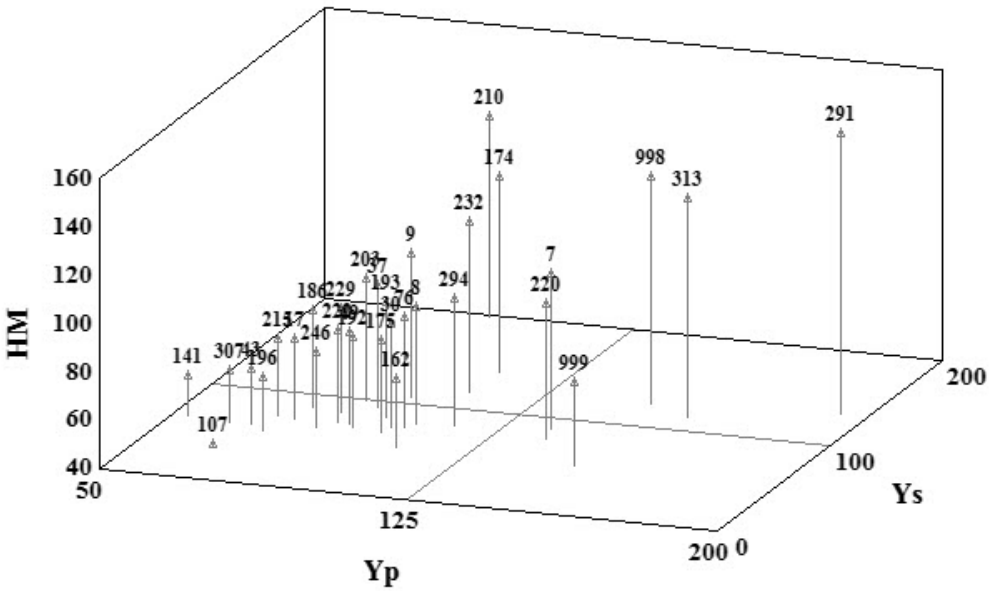
در بررسی‌های آماری به منظور بررسی ارتباط بین متغیرها می‌توان از نمودارها برای ایجاد ارتباط بین متغیرها استفاده نمود، بدین منظور محققان از نمودار سه بعدی برای بررسی ارتباط بین سه متغیر استفاده می‌نمایند، که در این حالت ارتباط بین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال و تنش و معیارهای مقاومت را در یک شکل نشان می‌دهد. بیشترین تغییرات مقاومت به‌وسیله چهار شاخص توجیه می‌شود که عملکرد همبستگی بالایی با چهار شاخص TOL، HM، GMP و MP نشان داد و همبستگی منفی را با شاخص SSI نشان می‌دهد. بررسی نمودارهای سه‌بعدی Yp و Ys با شاخص‌های انتخاب شده نشان داد ژنوتیپ‌های ۲۹۱، ۳۱۳ و ۹۹۸ در گروه A قرار دارند به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا تحت شرایط تنش خشکی و آبیاری نرمال شناسایی شدند و به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها در دو شرایط معمول و تنش خشکی انتخاب شدند. استفاده از نمودارهای سه‌بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها در لوبیا توسط Fernandez (1992) و در نخود توسط Ganjeali *et al,* (2005) و در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی توسط Fathi *et al,* (2012) مورد استفاده و تأیید قرار گرفت. و با توجه به این‌که ژنوتیپ‌های ۲۲۰، ۷ و رقم ۹۹۹ در ناحیه‌ای با عملکرد بالا و مقاومت متوسط و پایدار قرار گرفته‌اند، بنابراین به‌عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب در شرایط

آبیاری نرمال در گروه B قرار گرفتند و شناسایی شدند، می‌توان ابتدا از ژنوتیپ‌های گروه A و سپس از ژنوتیپ‌های گروه B به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا تحت شرایط تنش در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.



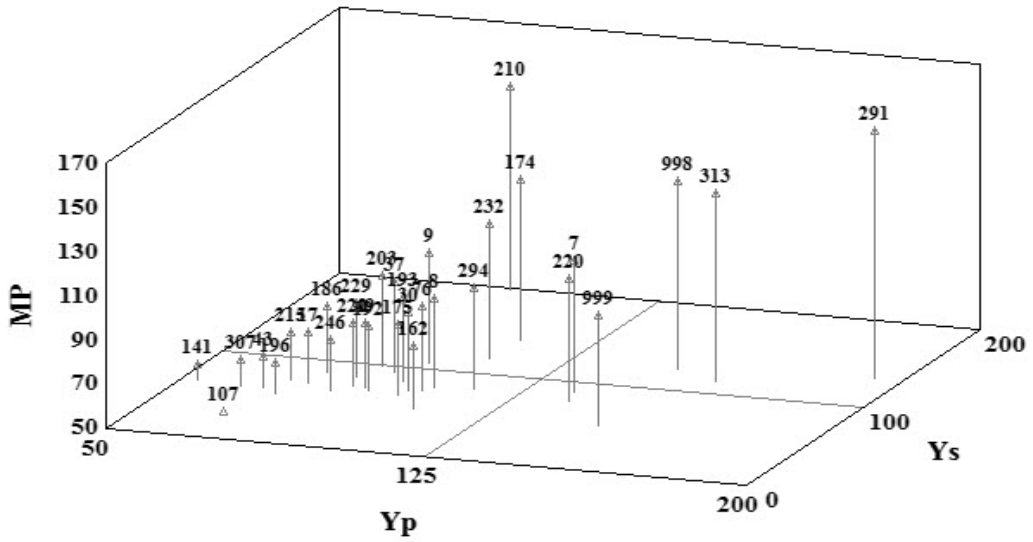
شکل ۱- نمودار پراکنش سه بعدی برای تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد تنش (Ys) و عملکرد نرمال (Yp) و شاخص GMP

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



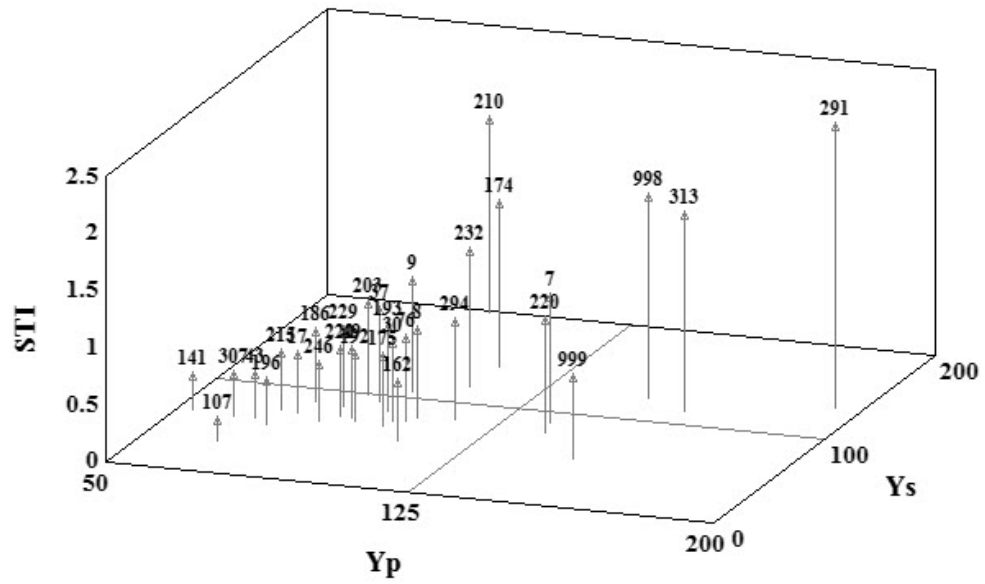
شکل ۲- نمودار پراکنش سه بعدی برای تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد تحت تنش (Ys) و عملکرد نرمال (Yp) و شاخص HM

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



شکل ۳- نمودار پراکنش سه بعدی برای تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد تحت تنش (Ys) و عملکرد نرمال (Yp) و شاخص MP

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



شکل ۴- نمودار پراکنش سه بعدی برای تعیین ارقام متحمل به خشکی براساس عملکرد تحت تنش (Ys) و عملکرد نرمال (Yp) و شاخص STI

Fig. 4. 3D plot for determination tolerant genotypes to drought stress based on Yp, Ys and STI index

به منظور پی بردن به اهمیت صفاتی که در گروه‌ها نقش دارند، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام شد تا اهمیت متغیرهای که در گروه‌ها نقش دارند مشخص شود. از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌توان به تأثیر شرایط محیطی بر اهمیت و گروه‌بندی صفات مختلف پی برد. در جدول ۵ مشاهده می‌شود که در حدود ۹۷/۲۴ درصد تغییرات بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول توجیه شد. بنابراین ترسیم بای‌پلات داده‌ها براساس این دو مؤلفه صورت گرفت، در این تحقیق، مؤلفه اول ۶۲/۳۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود، که همبستگی بالایی با عملکرد تحت تنش خشکی (Ys) و عملکرد تحت شرایط نرمال (Yp) و همچنین با معیارهای گزینشی MP، GMP، STI و HM نشان داد و رابطه آن با شاخص SSI منفی بود. می‌توان نتیجه گرفت زمانی‌که مؤلفه اول بالا باشد، ژنوتیپ‌هایی انتخاب می‌شوند که

در شرایط تنش خشکی دارای عملکرد بالا هستند و در کنار این به تنش کم‌آبی تحمل نسبی نشان می‌دهند، از این نظر به نام مؤلفه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی نام‌گذاری شد. مؤلفه دوم ۳۴/۹۱ درصد از کل تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه می‌کند و همبستگی منفی با عملکرد تحت شرایط نرمال (Yp) و همبستگی منفی بالایی با شاخص‌های TOL و SSI را نشان داد و با عملکرد تحت شرایط تنش (Ys) و شاخص‌های YSI و YI همبستگی مثبت بالایی نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت که اگر مؤلفه دوم مقدارش بالاتر برود، ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالا تحت شرایط تنش و عملکرد پایین تحت شرایط نرمال را دارند، انتخاب می‌شوند. براساس این دو مؤلفه می‌توان ژنوتیپ‌ها را براساس میانگین عملکردشان تحت شرایط مختلف و میزان تحمل آنها به تنش خشکی براساس معیارهای گزینشی در درون گروه‌های مشخص قرار داد. Farayedi (2004) در ارزیابی مقاومت به خشکی در ۲۰ ژنوتیپ نخود کابلی شاخص‌های MP، GMP و STI را به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای ارزیابی تحمل به خشکی معرفی نمود.

جدول ۵- مقادیر ویژه، بردارهای ویژه و سهم تجمعی شاخص‌های مقاومت و عملکرد در شرایط نرمال و تنش خشکی در ۳۲ ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی

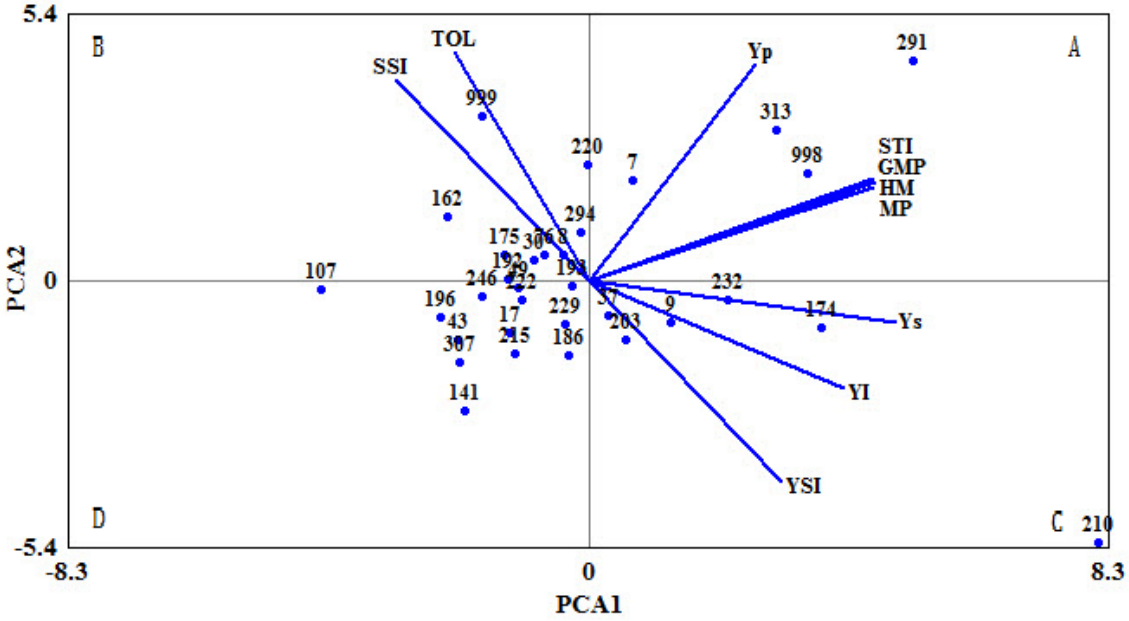
Table 5. Eigen values, eigen vector and cumulative variance of tolerance indices، Yp and Ys in 32 cowpea genotypes

مؤلفه Component	مقادیر ویژه Eigen values	درصد سهم تجمعی Cumltative of (٪) variance	Ys	Yp	TOL	MP	GMP	SSI	YSI	YI	STI	HM
1	6.23	62.33	0.744	0.900	0.115	0.985	0.982	-0.102	0.102	0.466	0.976	0.968
2	3.49	97.24	0.665	-0.418	-0.982	0.160	0.174	-0.990	0.990	0.791	0.164	0.185

Ys=عملکرد تحت شرایط استرس; Yp=عملکرد پتانسیل; TOL=شاخص تحمل تنش; MP=میانگین حسابی; GMP=میانگین هندسی; SSI=شاخص حساسیت تنش; YSI=شاخص پایداری عملکرد; YI=شاخص عملکرد; STI=شاخص تحمل تنش; HM=میانگین هارمونیک.

Ys=Yield stress; Yp= Yield potential; TOL=Tolerance Index; MP=Mean Productivity; GMP=Geometrical Mean Productivity; SSI=Stress Susceptibility Index; YSI=Yield Stability Index; YI=Yield Index; STI=Stress Tolerance Index; HM= Harmonic mean.

براساس اطلاعات جدول ۵ و مقادیر برآورد شده برای مؤلفه‌های اول و دوم، نمودار بای‌پلات برای داده‌ها ترسیم گردید (شکل ۵). در فضای بای‌پلات ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخصی قرار گرفتند که مرتبط با میانگین عملکرد و تحمل آن‌ها به کمبود آب بود. از آن‌جایی‌که همبستگی بالایی بین عملکرد در شرایط تنش و همچنین شاخص‌های تحمل به خشکی با مؤلفه اول وجود دارد و همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین مؤلفه دوم و شاخص عملکرد و شاخص پایداری عملکرد وجود دارد، لذا ژنوتیپ‌هایی که در فضای بالایی این دو مؤلفه قرار می‌گیرند (منطقه A) می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پرمحصول پیشنهاد شوند. با توجه به زوایای خطوط بر روی بای‌پلات (شکل ۵) که هر کدام از آنها یکی از شاخص‌های گزینش برای خشکی را نشان می‌دهد، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های TOL و SSI همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد تحت شرایط تنش خشکی و همبستگی مثبت با عملکرد دانه در شرایط نرمال را داشتند به طوری‌که ژنوتیپ‌های ۲۲۰، ۹۹۹، ۱۶۲ و ۲۹۴ که در ناحیه B قرار دارند دارای عملکرد بالا تحت شرایط مطلوب بوده ولی عملکرد پایینی تحت شرایط تنش را دارند؛ درحالی‌که شاخص‌های STI، HM، GMP، HM و Yp دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط می‌باشند، براین اساس ژنوتیپ‌های ۲۹۱، ۳۱۳، ۹۹۸ و ۷ که در ناحیه A قرار گرفتند، جزو ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی می‌باشند، با توجه به این‌که زاویه بین بردارها میزان همبستگی بین متغیرها را نشان می‌دهد، همان‌گونه که ملاحظه می‌شود زاویه بسیار تند بین شاخص‌های HM، GMP، MP و STI نشان‌دهنده همبستگی شدید بین این شاخص‌هاست. نتایج حاصل از این نمودار (شکل ۵)، نتایج نمودارهای سه‌بعدی (شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴) را تأیید می‌کند. همچنین ژنوتیپ‌های ۲۱۰، ۲۳۲، ۱۴۷ و ۹ که در ناحیه C قرار گرفتند، دارای عملکرد بالاتری تحت شرایط تنش خشکی تولید می‌باشند. ژنوتیپ‌های ۱۴۱، ۱۹۶، ۴۳، ۳۰۷، ۲۱۵، ۱۷، ۱۸۶، ۲۲۹، ۲۴۶ و ۱۰۷ که در ناحیه‌ی D با عملکرد پایین تحت شرایط مطلوب و تنش خشکی قرار دارند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین در هر دو شرایط مطلوب و تنش خشکی معرفی شدند.

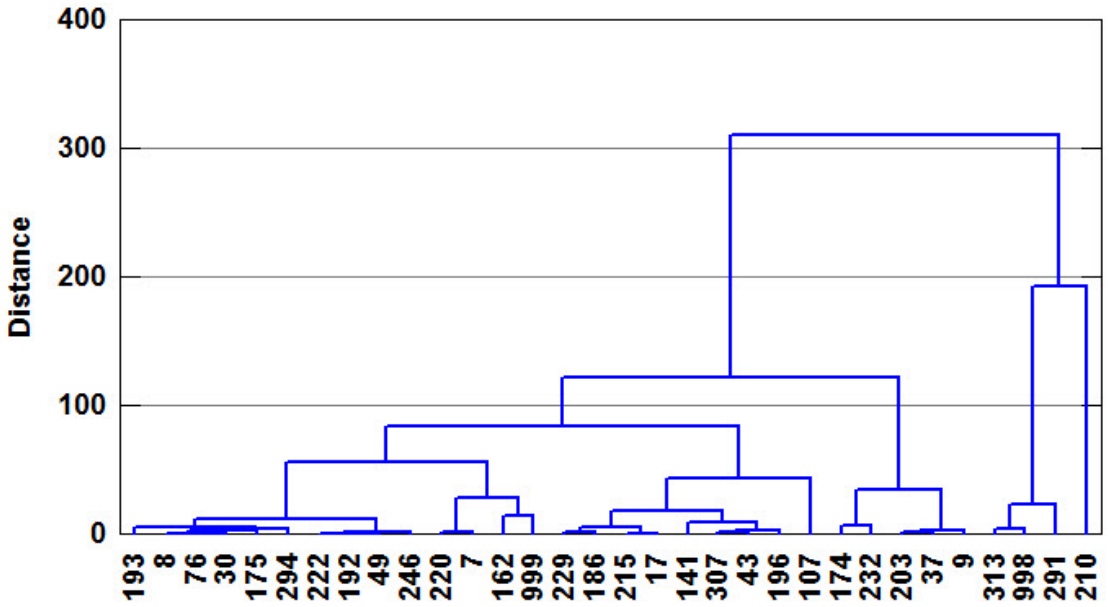


شکل ۵- نمایش بای‌پلات ۳۲ ژنوتیپ لوبیاچشم‌بلبلی در ۱۰ شاخص تحمل به خشکی براساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم

Fig. 5. Biplot display for 32 cowpea genotypes at 10 drought tolerance indices on the basis of first and second principal components

Ys=عملکرد تحت شرایط استرس; Yp=عملکرد پتانسیل; TOL=شاخص تحمل تنش; MP=میانگین حسابی; GMP=میانگین هندسی; SSI=شاخص حساسیت تنش; YSI=شاخص پایداری عملکرد; YI=شاخص عملکرد; STI=شاخص تحمل تنش; HM=میانگین هارمونیک.

Ys=Yield stress; Yp= Yield potential; TOL=Tolerance Index; MP=Mean Productivity; GMP=Geometrical Mean Productivity; SSI=Stress Susceptibility Index; YSI=Yield Stability Index; YI=Yield Index; STI=Stress Tolerance Index; HM= Harmonic mean.



شکل ۶- دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ۳۲ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی براساس عملکرد در شرایط نرمال (Yp) و تنش خشکی (Ys) و شاخص‌های تحمل به خشکی با استفاده از روش Ward

Fig. 6. Dendrogram obtained by cluster analysis of 32 cowpea genotypes based on Yp, Ys and drought tolerance indices using Ward′s method

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه براساس عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش خشکی و با استفاده از شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از روش وارد (Ward) انجام شد، نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ژنوتیپ ۲۱۰ به تنهایی در کلاستر اول قرار دارد و ژنوتیپ‌های ۳۱۳، ۹۹۸ و ۲۹۱ در کلاستر دوم قرار گرفته‌اند که این ژنوتیپ‌ها همان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی می‌باشند. ژنوتیپ‌های ۹۹۹، ۲۲۰، ۲۴۶، ۱۹۳، ۲۹۴ و ۱۶۲ که دارای عملکرد پایین تحت شرایط تنش خشکی می‌باشند در کلاستر چهارم قرارگرفتند. در لوبیا و نخود سفید توسط Ganjeali *et al.* (2005) و Fernandez (1992) و در لوبیا چشم‌بلبلی و نخود توسط Fathi *et al.* (2012) و Ganjeali *et al.* (2011) از روش تجزیه خوشه‌ای جهت گروه‌بندی ژنوتیپ و ارقام مورد مطالعه استفاده نمودند. آنها لاین‌های مورد مطالعه را به چهار گروه تقسیم کردند که همان چهار گروه A، B، C و D در نمودار سه‌بعدی می‌باشد. استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای جهت گروه‌بندی لاین‌های نخود در شرایط تنش خشکی به‌کار رفته است که لاین‌ها را به چهار گروه تقسیم کردند که همان چهار گروه A، B، C و D در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بودند (Farshadfar *et al.*, 2001).

نتیجه‌گیری

ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی مورد بررسی در این آزمایش، تنوع قابل ملاحظه‌ای را از نظر عملکرد دانه در دو شرایط تنش خشکی و مطلوب و نیز شاخص‌های مقاومت، حساسیت و پاسخ به تنش خشکی نشان دادند. نتایج حاصل از همبستگی صفات، نشان داد که شاخص‌های STI، GMP، MP و HM در لوبیا چشم‌بلبلی به‌عنوان مناسب‌ترین و کارآمدترین معیارها برای شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش آبی، معرفی می‌شوند. براساس بررسی مجموعه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های ۲۹۱، ۷ و ۳۱۳ در کنار رقم مشهد (۹۹۸) را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی پیشنهاد نمود. در مجموع می‌توان بیان نمود که با توجه به تنوع ژنتیکی بالا در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی و پتانسیل تحمل به خشکی بالای آنها، اصلاح و معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی برای این گیاه زراعی، امکان‌پذیر می‌باشد.

منابع

1. Ahmadi, J., Zeinaly Khanghah, H., Rostamy, M.A., and Chogan, R. 2000. Study of drought tolerance indices and biplot method in eight corn hybrids. Iranian. J. Agric Sci. 31: 513-523. (In Persian).
2. Ahmadzadeh, A. 1996. Evaluation of best index for drought tolerance in the choosing lines mayse (*Zea mays*. L). MSc. Thesis. College of Agriculture, University of Tehran. (In Persian).
3. Alavi, R., and Shoaie Deilami, M. 2004. Selection of different tobacco cultivars for resistance to drought in Rasht regions. Proceedings of the 8th Agronomy and Plant Breeding of Iran. College of Agricultural Sciences of Guilan, Rasht. p. 78. (In Persian).
4. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press. Boca Raton. FL. pp. 38-78.
5. Blum, A. 1996. Crop response to drought and the interpretation of adaptation. J. Plant. Growth Regul. 20: 135-148.
6. Bouslama, M., and Schapaugh. W. T. 1984. Stress tolerance in soybean, I Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science 24: 933-937.
7. Debaeke, P., and Abdellah, A. 2004. Adaptation of crop management to water limited environments. Eur. J. Agron. 21: 433-446.
8. Ebrahimi, M., Bihamta, M.R., Hossein zadeh, A.H., Khiyalparast, F., and Golpashi, M. 2010. Evaluation of reaction yield and yield components of white bean genotypes under water stress. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 347-358. (In Persian).
9. Entz, M.H., and Flower, B. 1990. Differential agronomic response of winter wheat cultvers to preanthesis environmental stress. Crop Science 30: 1119-1123.
10. Fathi, M., Bihamta, M.R., Mjnoon Hosseini, N., Shah Nejat Biushehry, A.A., and Mohammad AliPour Yamchi, H. 2012. Screening for terminal drought stress tolerance in cowpea genotypes

(*Vigna unguiculata* L.). Iranian Journal of Pulses Research 3(2): 45-54. (In Persian with English Summary).
11. Farayedi, Y. 2004. Evalution of drought resistance in chickpea genotype Kabuli. Journal of Agriculture 6: 27-38. (In Persian).
12. Farshadfar, A., Zamani, M., Talebi Matlabi, M., and Emamjome, A. 2001. Selection for drought resistance chickpea lines. Iranian .J. Agric Sci. 32: 65-76.
13. Fathe Baheri, S., Javanshir, A., Kazemi, H., and Ahari Zad, S. 2003. Evaluation of drought tolerance indices in a spring barley cultivars. Journal of Agricultural Science 13(3): 95-105.
14. Fernandez, G.G.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.G. Kuo. (Ed.). Adaptation of food crops to temperature and water stress. AVRDC, Shanhau, Taiwan. pp: 259-270.
15. Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: grain yield response. Aust. J. Agr. Res. 29: 897-912.
16. Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G.L., and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian Journal of Plant Science 77: 523-531.
17. Ganjeali, A., Joveynipour, S., Porsa, H., and Bagheri, A. 2011. Selection for drought tolerance in Kabuli chickpea genotypes in Neyshabour region. Iranian Journal of Pulses Research 2(1): 27-38. (In Persian with English Summary).
18. Ganjeali, A., Kafi, M., Bagheri, A.R., and Shahriar, F.A. 2005. Selection for drought resistance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum*). Iranian .J. Agric Res. 3: 103-122.
19. Habibi, Gh.M., Ganadha, M.R., Sohani, A.R., and Dory, H.R. 2006. Evaluation of relation of seed yield with important agronomic traits of Red bean by different analysis methods in stress water condition. J. Agric Sci. Natur Resour 13: 1-13. (In Persian with English Summary).
20. Hossain, A.B.S., Sears, A.G., Cox, T.S., and Paulsen, G.M. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Crop Sci. 30: 622-627.
21. Kristin, A.A., Serna, R.R., Perez, F.I., Enriquez, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallejo, P.R., Wassimi, N., and Kelley, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci 37: 43-50.
22. Majnoon Hoseini, N. 2008. Grain legume production. Jihad-e-Daneshgahi of Tehran Publishers. 284pp. (In Persian).
23. McCaig, T.N., and Clarke, J.M. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrate levels of wheat and oats grown in semiarid environment. Crop Sci. 22: 963-970.
24. Moghaddam, A., and Hadizadeh, M.H. 2002. Response of corn (*Zea mays* L.) hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. Iranian Journal of Agricultural Sciences 18(3): 255-272.
25. Naroui Rad, M.R., Ghasemi, A., and Arjmandinejad, A.R. 2010. Study of limited irrigation on yield of lentil genotypes of national Plant Gene Bank of Iran by drought resistance indices. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 7(2): 238-241.
26. Naderi, A., Majidi Herwan, A., Hashemi Dezfoli, A., Rezaii, V., and Nor Mohammadi, Gh. 1999. Analysis performance screening indices in Plants under environmental stress and introduce one new index. Iranian Journal of Agricultural Sciences 15: 390-402. (In Persian).
27. Panthuwan, G., Fokai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S., and Toole, J.C. 2002. Yield response of rice genotypes to different types of drought under rain fed lowlands. Part 1, grain yield and yield components. Field Crop Res. 41: 45-54.
28. Safari, S., Dehghan, H., and Chogan, R. 2007. Evaluation of corn inbred lines for water resistance based on resistance indices and biplot method. Iranian J. Agric. Sci. 38(2): 215-228.

29. Samieezadeh, H.A. 1996. Evaluation of phenotypic and genotypic variation of quantitative traits and their correlation with the yield of Kabuli type chickpea. MSc. Thesis. Islamic Azad University of Karaj.
30. Schneider, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J.A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J.D. 2004. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
31. Shahram, A., and Daneshi, N. 2005. Appropriate level of irrigation water needed in agriculture white beans. 9th Congress of Soil Science. Iran.
32. Shirinzadeh, A., Zarghami, R., and Shiri, M.R. 2008. Evaluation of drought tolerance in late and medium maize hybrids -using stress tolerance indices. Iranian Journal of Crop Sciences 10(40): 416-427. (In Persian with English Summary).
33. Singh, K.B., and Ocampo, B. 1997. Exploitation of wild cicer species for yield improvement in chickpea. Theor. Appl. Genet. 95: 418-23.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 123-138

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

Mafakheri[1], Kh., Bihamta[2*], M.R. & Abbasi[3], A.R.

1- PhD. Student of Plant Breeding, Plant Breeding and Biotechnology Department, University of Tabriz
2- Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran
3-Associated Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran

Received: 30 December 2013
Accepted: 20 April 2015

Introduction

Drought stress is one of the most important abiotic stresses all around the world. The aim of breeding studies and breeding for resistance to drought is that breeders seek to identify varieties and genetic resources to drought resistant and comparison of drought resistance among the varieties and the introduction of superior varieties to farmers. Drought or imbalance between supply and demand for water is one of the most important limiting factors affecting crop production which is very important in this context, effective and economic use of water resources especially for areas with arid and semi-arid climatic conditions which covers about two-thirds of the total area of Iran (Shahram & Daneshi, 2005). Breeders have been trying that by testing different varieties under normal and stress conditions to identify varieties and use them to plant breeding programs.

Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a member of the family leguminous (Fabaceae) is a crop grown under the tropical and sub-tropical areas covering Africa, Asia, South America, and parts of Southern Europe and United States (Singh *et al*., 1997). Dry seeds of cowpea contain 20-25% protein, 1.8% fat, and 60.3% carbohydrate and are rich sources of iron and calcium (Majnoon Hoseini, 2008).

In this study, various drought tolerance indices were used to identify drought resistant in varieties. Indices included drought tolerance, Tolerance Index (TOL), Mean Productivity (MP), Geometric Mean Productivity (GMP), Stress Susceptibility Index (SSI), Yield Stability Index (YSI), Yield Index (YI), Stress Tolerance Index(STI), and Harmonic Mean (HM) (Ahmadi *et al.*, 2000; Fernandez, 1992; Safari *et al.*, 2007; Bouslama & Schapaugh,1984; Gavuzzi *et al.,*1997).

Materials and Methods

In order to study and determine the most effective traits, drought tolerance indices and identify tolerant genotypes in vegetative drought stress on the cowpea genotypes, All 32 cowpea genotypes were cultivated in a randomized complete block design with three replications which each replication consisted of 32 experimental units, each unit or plot, three lines with a length of two meters with line spacing of 70 cm were planted. The distance between rows of plants, 10 cm and 50 cm was considered the distance between each plot, in two separate experiments including normal irrigation and water stress conditions. The study was conducted at Experimental Research Farm, University of Tehran, Karaj Agricultural Research Institute at College of Agriculture and Natural Resources in Karaj, Tehran, Iran during 2014. Drought stress was imposed by doubling the irrigation time about 50 days after planting against normal irrigation on thirty-two cowpea genotypes. Evaluation of drought resistant in different genotypes was conducted using eight indices including Tolerance Index (TOL), Mean Productivity (MP), Geometric Mean Productivity (GMP), Stress Susceptibility Index (SSI), Yield Stability Index (YSI), Yield Index (YI), Stress Tolerance Index (STI), and Harmonic Mean (HM).

Results and Discussion

Analysis of variance showed that there is a significant difference between genotypes for all the indices of drought tolerance and grain yield in both normal and stress conditions ($P \leq 0.01$). This result suggested that the genetic variation among genotypes is capable of selection for drought tolerance.

* **Corresponding Author:** mrghanad@ut.ac.ir

A simple calculation of statistical parameters (mean and standard deviation) for drought tolerance indices indicated that there is a great diversity among the study genotypes which it can be used as rich genetic resources to help breeders to improve and identify resistant varieties.

The average yield of all genotypes under drought stress and normal irrigation condition was Ys = 83.57, and Yp =101.82, respectively. Significant differences between two different conditions indicated that cowpea plant has a high potential for tolerance under drought stress condition. TOL index revealed the lowest average value among various indices (TOL =18.24).

The low level of stress tolerance index shows a high relative tolerance genotype. In fact, stress tolerance index showed the changes of stress condition in genotypes. It means that genotypes with low TOL index indicate less changes and genotypes with high TOL index show more changes.

Correlation coefficient was calculated to determine the relationship between grain yield and drought tolerance indices. The STI, MP, HM and GMP indices which have the most positive and significant correlation with grain yield under stress and non-stress conditions were introduced as the best indices for screening tolerant genotypes to drought and high-yielding in both environmental conditions. Using Biplot scatter graph in 32 cowpea genotypes and according to genotypes situation in Biplot display, genotypes 998, 313, 291 and 7 were identified as tolerant genotypes with high-yield. Cluster analysis based on investigated indices and yield under drought stress and non-stress conditions showed that genotypes were grouped in four clusters and most of the drought tolerant genotypes with high yield were grouped in the second cluster، while most of drought sensitive genotypes were grouped in the fourth cluster.

Conclusions

In this study, genotypes showed high genetic diversity in terms of drought tolerance using drought tolerance indices. Based on the results obtained in this study genotypes 291, 7, 313, and the Mashhad cultivar (998) can be proposed as drought tolerant genotypes.

Key words: Biplot, Cluster analysis, Correlation, Cowpea, Grain yield, Tolerance indices

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۵۰-۱۳۹، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 139-150

تأثیر مدیریت تلفیقی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز لوبیاچیتی

سجاد حیدری[۱]، نورعلی ساجدی[۲*] و محمدجواد مدنی[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۳- مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

لوبیا از مهم‌ترین حبوبات در دنیا می‌باشد که به‌طور مستقیم به مصرف انسان می‌رسد و یک منبع غنی از پروتئین و کربوهیدرات است. لوبیا به‌دلیل رشد نسبتاً کند در اوایل دوره رشد در رقابت با علف‌های هرز حساس می‌باشد. بنابراین به‌منظور مطالعهٔ تأثیر مدیریت تلفیقی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز لوبیاچیتی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو روش کاشت (نم‌کاری و خشکه‌کاری)، تراکم در سه سطح (۱۲/۵، ۱۷ و ۲۵ بوته در متر مربع) و روش‌های کنترل علف‌های هرز در سه سطح (عدم کنترل، دو مرحله وجین دستی و استفاده از علف‌کش تریفلورالین به اضافه یک مرحله وجین دستی) بودند. نتایج نشان داد کشت به‌صورت نم‌کاری عملکرد دانه را به میزان ۱۴درصد نسبت به روش خشکه‌کاری افزایش داد. بالاترین عملکرد دانه (۴۶۶۷/۳ کیلوگرم در هکتار) از روش کشت نم‌کاری، تراکم ۱۷ بوته در متر مربع و مصرف علف‌کش تریفلورالین به اضافه یک مرحله وجین حاصل شد. در هر دو روش کاشت، با کاهش تراکم لوبیا، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز افزایش یافت. کمترین تعداد (۳۷/۸۰) و وزن خشک علف‌های هرز (۹۷/۹۶ گرم) از روش نم‌کاری و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع به‌دست آمد. در هر دو روش کاشت، کمترین تعداد و وزن خشک علف‌های هرز از تیمار مصرف علف‌کش تریفلورالین توأم با یک مرحله وجین دستی حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، تریفلورالین، روش کاشت، لوبیا، وجین

مقدمه

سطح زیر کشت حبوبات در ایران، یک میلیون و دویست هزار هکتار است و با تولید ۷۰۰ هزار تن، پس از غلات از نظر سطح زیر کشت رتبه دوم را به خود اختصاص داده‌اند و نقش مهمی در تأمین پروتئین مورد نیاز مردم ایفا می‌کنند. در بین حبوبات آبی، لوبیا از نظر سطح زیر کشت مقام اول را در ایران دارد (FAO, 2006). لوبیا در پنج قاره دنیا کشت می‌گردد و سطح زیر کشت جهانی آن حدود ۲۴ میلیون هکتار و متوسط عملکرد آن حدود ۵۰۰ کیلو گرم در هکتار می‌باشد. سطح زیر کشت لوبیا در ایران ۹۳۸۸۸ هکتار و تولید آن ۱۸۱۳۷۴ تن بوده است و میانگین عملکرد در کشور ۱۹۳۲ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (FAO, 2009).

لوبیا به دلیل رشد نسبتاً کند در اوایل دوره رشد در رقابت با علف‌های هرز حساس می‌باشد. لذا کنترل علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد اهمیت دارد. نتایج مطالعات انجام شده حاکی از آن است که لوبیا از جمله گیاهان آسیب‌پذیر در مقابل علف‌های هرز است و علف‌های هرز و کنترل آن‌ها به‌عنوان مهم‌ترین مشکل تولید لوبیا در بسیاری از کشورها از جمله ایران می‌باشد (Sadeghpoure *et al*., 2005). عملکرد گیاه زراعی غالباً به مقدار، تعداد، اندازه و همجواری علف‌های هرز موجود پس از سبز شدن گیاه زراعی بستگی دارد. بنابراین هرگونه عملیات زراعی که تعادل رقابتی گیاه زراعی را افزایش دهد، به ضرر علف هرز و به نفع گیاه زراعی خواهد بود. عواملی که توانایی رقابتی گیاه زراعی را افزایش می‌دهند عبارتند از: انتخاب ارقامی با سازگاری مناسب، تاریخ کاشت مناسب، آرایش مطلوب کاشت (فاصله ردیف)، اصلاح خاک از نظر حاصلخیزی و غیره، مدیریت صحیح آب و استفاده از تیپ رشدی گیاهان خفه‌کننده. معمولاً هرگونه عملیاتی که به استقرار گیاهان زراعی قوی و یکنواخت کمک کند، باعث کاهش غلبه علف هرز می‌شود (Zand *et al*., 2004). کنترل موفق علف‌های هرز معمولاً به ترکیبی از کاربرد روش‌های مرسوم و به موقع توأم با عملیات زراعی مطلوب وابسته می‌باشد (Abu-Hamdeh,

*نویسنده مسئول: اراک، میدان امام خمینی ره، بلوار امام خمینی ره، دانشگاه آزاد اسلامی اراک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۹۱۸۸۶۲۹۰۹۲؛ n-sajedi@iau-arak.ac.ir

2003). تلفیق علف‌کش‌ها با روش زراعی (کاهش فواصل ردیف، انتخاب ارقام رقابتی، حفظ تراکم علف‌های هرز در پایین‌تر از آستانه خسارت اقتصادی) و سایر روش‌های کنترل در بهترین زمان جهت کسب عملکرد مناسب و پایدار و با حداقل آسیب‌های زیست محیطی و تخریب منابع طبیعی در قالب سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز توصیه شده است (Patel *et al*., 2000). روش کشت، تراکم و وجین توأم با روش‌های شیمیایی می‌توانند نقش مؤثری در کنترل علف‌های هرز لوبیا داشته باشد. زمان مبارزه با علف‌های هرز در یک روش به تنهایی خلاصه نمی‌شود و بایستی مدیریت به‌صورت تلفیق روش‌های مختلف، ترویج و عملی شود (Swanton, 1991). محققان روش تلفیقی را تلاشی در جهت درست و مؤثر بودن علف‌کش‌ها از نظر مقدار و زمان مصرف و نیز کاهش وابستگی به کنترل شیمیایی قلمداد کرده‌اند (Lutman *et al*., 1996). روش‌های کاشت گیاهان از مهم‌ترین مباحث مزرعه می‌باشد. از آن‌جایی‌که گیاه لوبیا یکی از گیاهان حساس به شرایط نامساعد خاک (سله بستن) می‌باشد، انتخاب روش صحیح کاشت باعث کاهش تلفات و افزایش راندمان تولید خواهد گردید. براساس پژوهش Beheshtinezhad (2008) آبیاری پیش کشت تأثیری در ترکیب علف‌های هرز لوبیا نداشت. تعداد و وزن خشک علف‌های هرز در روش نم‌کاری کمتر از روش خشکه‌کاری بود. در روش نم‌کاری صفات تراکم، ارتفاع غلاف در بوته، دانه در بوته و عملکرد لوبیا به‌ترتیب ۱۰، ۱۱، ۲۱، ۳۴ و ۱۸درصد بیشتر از روش خشکه‌کاری بود. تیمار مصرف علف‌کش تری فلورالین خاک مصرف+علف‌کش بنتازون و هالوکسی فوپ آتوکسی اتیل بهترین تیمار در بین تیمارهای کنترل شیمیایی بود که در این تیمار صفات ارتفاع، دانه در غلاف، غلاف در بوته و عملکرد لوبیا به‌ترتیب ۴۱، ۱۳، ۷۳، ۸۹ و ۶۳درصد نسبت به شاهد بدون وجین افزایش داشت. براساس پژوهش Melander *et al,* (2001) افزایش تراکم گیاه زراعی به اندازه ۶۰درصد، باعث کاهش بیشتر زیست توده علف‌های هرز به میزان ۳۴درصد در مقایسه با دو برابر کردن تراکم گیاه زراعی در فاصله ردیف ۲۴ سانتی‌متر شد. تراکم زیاد لوبیا در کرت‌هایی که در تمام طول فصل به علف هرز آلوده بودند، نسبت به کرت‌هایی با تراکم معمولی لوبیا که آنها نیز به علف هرز آلوده بودند، ۱۶درصد عملکرد بیشتری نشان داد (Malik *et al*., 2003). کاربرد علف‌کش تری فلورالین به مقدار دو لیتر در هکتار بدون هیچ اثر سوئی بر عملکرد لوبیا، باعث کنترل علف‌های هرز در مزارع لوبیا گردید (Ramezani *et al*., 2002). براساس پژوهش Wilson (1993)، رقابت لوبیا با ارزن وحشی موجب کاهش عملکرد به میزان ۳۱-۱۲درصد به‌ازای ۱۰ بوته ارزن در متر مربع گردید. به‌ازای تراکم ۲ بوته علف هرز تاج‌ریزی در هر متر ردیف، ۱۳درصد عملکرد لوبیا کاهش یافت (Blackshow, 1991). بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز لوبیا چیتی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر روش‌های زراعی و شیمیایی بر کنترل علف‌های هرز و ویژگی‌های زراعی لوبیا چیتی ژنوتیپ KS2189 آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در بهار سال ۱۳۹۰ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان شازند از استان مرکزی با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳ دقیقه و ۲۰۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. قبل از کاشت جهت آزمایش خاک تعداد ۷ نمونه از عمق ۳۰ سانتی‌متری تهیه و پس از ترکیب نمونه‌ها، یک نمونه تصادفی به آزمایشگاه خاک ارسال شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منطقه مورد آزمایش

Table 1. Physical and chemical soil properties of the experimental site

عمق نمونه‌برداری Soil depth (cm)	سیلت Silt %	شن Sand %	رس Clay %	ازت کل N (%)	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی OC (%)
0-30	44	24	32	0.04	200	9	7.7	4.1	0.38

عوامل مورد بررسی شامل روش‌های کاشت در دو سطح به‌صورت خشکه‌کاری و نم‌کاری، تراکم در سه سطح ۱۲/۵، ۱۷ و ۲۵ بوته در متر مربع و روش‌های کنترل علف‌های هرز در سه سطح شاهد (بدون کنترل)، دو مرحله وجین دستی در طول دوره رشد و علف‌کش تریفلورالین + یک بار وجین دستی بودند. زمین در پاییز سال قبل شخم و در بهار پس از انجام کلتیواتور، عناصر غذایی مورد نیاز براساس آزمون خاک به زمین داده شد و سپس جوی و پشته‌های به عرض ۴۰ سانتی‌متر در آن ایجاد

شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به عرض ۱/۶ متر و طول ۶ متر بود. تریفلورالین به میزان ۲ لیتر در هکتار طبق نقشه کاشت در ۲۸اردیبهشت با سم‌پاش کتابی پشتی– تلمبه بغل با مخزن ۱۰ لیتری و لانس‌دار اعمال و سپس با خاک مخلوط شد. کشت در ۲۲خرداد ماه انجام شد. بذر لوبیاچیتی ژنوتیپ KS2189 از کلکسیون بذر مرکز تحقیقات ملی لوبیا کشور واقع در شهرستان خمین تهیه شد. این لاین دارای ارتفاع حدود ۹۰ سانتی‌متر، تیپ بوته ایستاده و رشد نامحدود، وزن صد دانه ۴۲ گرم، طول دوره رشد ۱۰۵ روز، متوسط عملکرد ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، متحمل به کنه دونقطه‌ای می‌باشد. آبیاری براساس شرایط اقلیمی و عرف محل انجام شد. برداشت در تاریخ ۲۹شهریورماه صورت گرفت. در زمان برداشت برای اندازه‌گیری صفات زراعی و اجزای عملکرد ۱۵ بوته از هر کرت برداشت شد. برای محاسبه عملکرد دانه پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایشی به‌عنوان حاشیه، ۳ متر مربع برداشت شد. شاخص تلاش و بازآوری از رابطه زیر محاسبه شد.

شاخص تلاش و بازآوری = عملکرد غلاف توأم با دانه / عملکرد بیولوژیک ×۱۰۰

اولین وجین علف‌های هرز ۳۰ روز پس از کاشت و دومین وجین ۴۵ روز پس از کاشت انجام شد. پس از اعمال تیمارها، نمونه‌برداری از علف‌های هرز ۶۰ روز پس از کاشت انجام شد. برای این منظور علف‌های هرز واقع در یک متر مربع از دو خط وسط هر کرت به‌صورت تصادفی با استفاده از کوادرات یک متری برداشت و شمارش شدند و سپس وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. علف‌های هرز نمونه‌برداری شده شامل تاج خروس، سلمک، کنف وحشی، پیچک، توق، خردل وحشی، چسبک، دم روباهی و سوروف بودند. در هر کرت آزمایشی تعداد علف‌های هرز ذکر شده به‌صورت جداگانه شمارش و در داخل پاکت قرار داده شدند و جهت اندازه‌گیری وزن خشک آنها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. در نهایت تعداد کل علف‌های هرز و وزن خشک کل آنها برای هر تیمار محاسبه شد. داده‌های حاصل از صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس گردید و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد که اثر تراکم بوته بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۵درصد و روش‌های کنترل علف‌های هرز در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد کمترین تعداد غلاف در بوته معادل ۱۱/۷۵ از تراکم ۲۵ بوته مشاهده شد. با کاهش تراکم تعداد غلاف در بوته به شکل معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). براساس پژوهش Ashaghi *et al.* (2011) با افزایش تراکم از ۴۰ بوته به ۶۶ بوته در متر مربع در لوبیا قرمز، تعداد غلاف در بوته ۱۵درصد، تعداد دانه در غلاف ۸درصد کاهش و عملکرد دانه ۵درصد افزایش یافت. براساس پژوهش Madani *et al.* (2009) با افزایش تراکم از ۱۳/۳ بوته به ۴۰ بوته در متر مربع در لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تپاری، تعداد غلاف از ۱۹/۲ به ۹/۲ عدد در بوته کاهش یافت. نتایج نشان داد که کمترین تعداد غلاف در بوته معادل ۹/۵۵ از تیمار عدم کنترل علف‌های هرز حاصل شد. با مصرف علف‌کش تریفلورالین توأم با یک مرحله وجین تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار شاهد ۶۲درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). برخی از محققان معتقدند تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین جزء از اجزای عملکرد لوبیا است (Chung & Goulden, 1971). به نظر می‌رسد کاهش تعداد آن در اثر رقابت با علف هرز نقش زیادی در افت عملکرد داشته باشد. رقابت با علف هرز منجر به کاهش چشمگیری در تعداد غلاف در بوته می‌شود (Ahmadi, 2003). براساس پژوهش Philip & Bradly (1990) رقابت با علف هرز مانند تنش رطوبتی منجر به کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود. نتایج نشان داد، بیشترین تعداد غلاف در بوته معادل ۱۸/۸۲ در تیمار خشکه‌کاری، تراکم ۱۲/۵ بوته در متر مربع و استفاده از علف‌کش تریفلورالین به اضافه یک بار وجین مشاهده شد که با همین تیمار در روش نم‌کاری اختلاف معنی‌داری نشان نداد. به نظر می‌رسد در تراکم ۱۲/۵ بوته در متر مربع و کنترل علف‌های هرز گیاه از فضای بیشتری جهت استفاده از منابع موجود استفاده نموده و لذا از طریق توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای توانایی جذب آب و مواد غذایی را افزایش داده و از طرفی شرایط و فضای مناسب برای رشد و توسعه اندام‌های هوایی فراهم شده و درنتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش یافته است. اثر متقابل روش کاشت و روش‌های کنترل نشان داد که در هر دو روش با اعمال تیمارهای کنترل علف هرز، تعداد غلاف در بوته افزایش نشان داد. بیشترین تعداد غلاف در بوته از روش خشکه‌کاری یا نم‌کاری توأم با مصرف علف‌کش ترفلورالین و یک بار وجین دستی حاصل شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه (r=۰/۶۰**) و عملکرد بیولوژیک (r=۰/۵۰*) همبستگی مثبت و با تعداد (r=-۰/۳۰*) و وزن خشک علف‌های هرز (r=-۰/۲۳*) همبستگی منفی نشان داد.

تعداد دانه در غلاف

اثر ساده تراکم و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد دانه در غلاف از تراکم ۱۷ بوته در متر مربع حاصل شد که با تراکم ۱۲/۵ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌دار نشان نداد.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده

Table 2. Analysis of variance of measured traits

منابع تغییر	S.O.V	درجه آزادی d.f	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of grain per pod	وزن صد دانه 100 grain weight	تلاش و بازآوری Productivity	عملکرد دانه Grain yield	تعداد کل علف Number of weed	وزن خشک علف‌های هرز Dry weight of weed
تکرار	Replication	3	10.98^{ns}	0.95^{**}	22.15^{ns}	23.93^{ns}	253306.3^{ns}	564.45^{**}	2693.63^{**}
روش کاشت	Sowing method (M)	1	2.92^{ns}	0.003^{ns}	12.75^{ns}	0.01^{ns}	4700178.0^{**}	11501.38^{**}	235511.85^{**}
تراکم	Density (D)	2	21.42^{*}	0.63^{*}	36.4^{ns}	29.05^{ns}	432183.79^{ns}	8303.51^{**}	63659.48^{**}
روش کاشت ×تراکم	M× D	2	0.34^{ns}	0.05^{ns}	45.58^{ns}	16.72^{ns}	268594.6^{ns}	6345.98^{**}	26923.23^{**}
خطا	Error	15	3.83	0.13	26.31	14.57	820769.45	19.15	122.14
روش‌های کنترل	Control methods (C)	2	218.41^{**}	0.83^{*}	55.96^{ns}	35.93^{ns}	13774448.6^{**}	120415.39^{**}	718681.37^{**}
روش کاشت× روش‌های کنترل	M×C	2	4.69^{ns}	0.06^{ns}	19.7^{ns}	38.18^{ns}	996162.0^{ns}	10709.93^{**}	138327.16^{**}
تراکم × روش‌های کنترل	D×C	4	8.78^{ns}	0.18^{ns}	43.78^{ns}	57.4^{*}	448317.4^{ns}	5185.26^{**}	20579.88^{**}
روش کاشت × تراکم × روش‌های کنترل	M×D×C	4	3.04^{ns}	0.11^{ns}	3.55^{ns}	54.95^{*}	539180.8^{ns}	989.70^{**}	50781.56^{**}
خطا		36	6.13	0.3	24.05	20.89	429185.5	40.93	172.72
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)		19.4	13.2	9.7	7.06	18.7	8.9	7.26

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

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

کمترین تعداد دانه در غلاف معادل ۴/۰۱ از تراکم ۲۵ بوته در متر مربع حاصل شد. نتایج نشان داد که تیمار دو مرحله وجین دستی و مصرف علف‌کش تریفلورالین توأم با یک مرحله وجین دستی تعداد دانه در غلاف را نسبت به تیمار عدم کنترل به‌ترتیب ۸/۶ و ۱درصد افزایش دادند (جدول ۳). اثر متقابل روش کاشت و تراکم نشان داد که در هر دو روش کاشت بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب از تراکم ۱۷ و ۲۵ بوته در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج اثر متقابل تراکم و روش کنترل علف هرز نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب مربوط به تیمارهای تراکم ۱۲/۵ بوته در متر مربع توأم با دو مرحله وجین دستی و تراکم ۱۷ بوته در متر مربع توأم با مصرف علف‌کش تریفلورالین و یک مرحله وجین دستی حاصل شد (جدول ۴). براساس پژوهش Ahmadi (2003) در رابطه با اثر دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز لوبیا، گزارش نمود که تعداد دانه در غلاف به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر رقابت علف هرز قرار نگرفت.

وزن صد دانه

اثرات ساده و متقابل تیمارها بر وزن صد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). وزن صد دانه در روش نم‌کاری بیشتر از خشکه‌کاری بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد در روش خشکه‌کاری، برای مقابله با شرایط نامساعد خاک، گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری به بافت‌های رویشی اختصاص می‌دهد (Van Schoonhoven & Voysest, 1991) بنابراین مواد فتوسنتزی کمتری در اختیار غلاف قرار گرفته و در نتیجه وزن صد دانه آن کاهش می‌یابد. نتایج این آزمایش با نتایج بسیاری از محققان مطابقت دارد. براساس پژوهش Beheshtinezhad (2008) و Ghanbari *et al*, (2002)، اثر روش کاشت بر وزن صد دانه معنی‌دار نبود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها برروی صفات اندازه‌گیری شده

Table 3. Mean comparisons of simple effects of treatment on the measured traits

تیمارها Treatments		تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of grain per pod	وزن صد دانه (گرم) 100 grain weight (g)	تلاش و بازآوری Productivity (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد کل علف Number of weed	وزن خشک علف‌های هرز Dry weight of weed (g)
روش کاشت	**Sowing methods**							
خشکه کاری	Dry planting (DP)	12.9a	4.19a	49.84a	64.75a	3236.1b	84.76a	237.99a
هیرم کاری	Wet planting (WP)	12.5a	4.18a	50.68a	64.72a	3747.1a	59.18b	123.60b
تراکم	**Density**							
۲۵ بوته در متر مربع	25 (D1)	11.75b	4.01b	49.70a	64.95a	3486.0a	67.38b	168.62b
۱۷ بوته در متر مربع	17 (D2)	12.7ab	4.32a	51.67a	65.7a	3628.5a	55.84c	136.4c
۱۲/۵ بوته در متر مربع	12.5 (D3)	13.64a	4.21ab	49.41a	63.54a	3360.3a	92.25a	237.3a
روش کنترل	**Control method**							
بدون کنترل	Without control (C1)	9.55c	4.05b	48.73b	63.33a	2623.6b	151.51a	374.22a
دو بار وجین دستی	Two handing weeds (C2)	12.99b	4.4a	51.78a	65.58a	3831.4a	47.94b	127.50b
علف‌کش + یک بار وجین	Trifloralin +once handing weeds (C3)	15.56a	4.10ab	50.26ab	65.29a	4019.8a	16.02c	40.67c

میانگین‌های ارائه شده با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند

Means followed by the same letters in each column are not significantly different on Duncan's multiple range test, 5%

همچنین معنی‌دار نشدن اثر تراکم بر وزن صد دانه نیز در تحقیق Bayat & Ghadiri (1998) گزارش شد. نتایج اثر روش‌های کنترل نشان داد که با دو مرحله وجین دستی و مصرف علف‌کش تریفلورالین توأم با یک مرحله وجین دستی، وزن صد دانه نسبت به شاهد ۶ و ۳درصد افزایش نشان داد. براساس پژوهش Rahmati *et al*, (2013)، روش‌های کنترل بر وزن صد دانه لوبیا قرمز معنی‌دار نبود، با این وجود بیشترین وزن صد دانه (۲۵/۳۴ گرم) مربوط به کاربرد علف‌کش بنتازون و کمترین وزن صد دانه (۲۴/۲۰ گرم) مربوط به تیمار مصرف تریفلورالین توأم با یک بار وجین دستی بود. نتایج نشان داد که بیشترین وزن صد دانه معادل ۵۵/۶۵ گرم در روش خشکه‌کاری، تراکم ۱۷ بوته در متر مربع و استفاده از دو مرحله وجین و کمترین وزن صد دانه معادل ۴۴/۳۲ گرم از تیمار خشکه‌کاری، تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و عدم مبارزه با علف هرز مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد افزایش تراکم و عدم کنترل علف هرز منجر به افزایش رقابت و کاهش توانایی جذب آب و مواد غذایی گیاه شده و در نتیجه احتمالاً از طریق کاهش در سطح برگ، تقلیل فتوسنتز، ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی و کاهش در وزن صددانه می‌شود.

شاخص تلاش و بازآوری

این شاخص معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به کل اندام هوایی است. با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثرات متقابل دوگانه تراکم و روش کنترل علف‌های هرز و همچنین اثر متقابل سه‌گانه تیمارها بر شاخص تلاش و بازآوری در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین شاخص تلاش و بازآوری معادل ۶۹درصد از تراکم ۱۷ بوته در متر مربع توأم با دو مرحله وجین حاصل شد که نسبت به تیمار بدون کنترل در همین تراکم شاخص تلاش و بازآوری را به میزان ۱۱درصد افزایش یافت (جدول ۴). اثر متقابل سه‌گانه تیمارها نشان داد که بیشترین میزان شاخص تلاش و بازآوری معادل ۷۲/۷۵ درصد از روش خشکه‌کاری، تراکم ۱۷ بوته در متر مربع و دو مرحله وجین حاصل شد که نسبت به همین تیمار و بدون کنترل علف هرز، شاخص تلاش و بازآوری به میزان ۱۶/۸ درصد افزایش یافت (جدول ۵).

جدول۴- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها برروی صفات اندازه‌گیری شده

Table 4. Mean comparisons of simple effects of treatment on the measured traits

تیمارها Treatments	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of grain per pod	وزن صد دانه (گرم) 100 grain weight (g)	عملکرد دانه تلاش و بازآوری Productivity (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد کل علف Number of weed	وزن خشک علف‌های هرز Dry weight of weed (g)
روش کاشت × تراکم Sowing method × Density							
Dp×D1	11.86b	3.97b	49.02ab	62.91b	3189.2a	96.95b	239.29b
Dp×D2	12.85ab	4.38a	72.74a	66.66a	3294.1a	52.99e	155.53c
Dp×D3	13.98a	4.22ab	47.75b	64.66ab	3225.0a	103.44a	319.15a
Wp×D1	11.64b	4.05ab	50.37ab	64.75ab	3782.8a	37.80f	97.96e
Wp×D2	12.54ab	4.27ab	50.6ab	64.16ab	3962.9a	58.69d	117.41d
Wp2×D3	13.30ab	4.2ab	51.06ab	65.25ab	3495.6a	81.05c	155.44c
روش کاشت × روش کنترل Sowing method× Control method							
Dp×C1	9.25d	4.0a	47.81b	62.0b	2267.1d	186.96a	518.66a
Dp×C2	13.2bc	4.4a	50.83ab	66.75a	3810.4b	41.70d	148.48c
Dp×C3	16.16a	4.16a	50.87ab	65.5ab	3630.8b	24.72e	46.82e
Wp×C1	9.84d	4.10a	49.65ab	64.66ab	2980.1c	116.05b	229.79b
Wp×C2	12.7c	4.39a	52.74a	64.66ab	3852.4b	54.18c	106.51d
Wp×C3	14.95ab	4.05a	49.65ab	65.08ab	4408.8a	7.31f	34.51f
تراکم × روش کنترل Control method × Density							
D1×C1	8.89e	3.96ab	45.91b	62.62b	2603.1b	134.58b	355.40b
D1×C2	11.70cd	4.27ab	51.12ab	65.50ab	3822.1a	40.13e	124.49e
D1×C3	14.67b	3.81b	52.06a	66.87ab	4032.6a	27.42f	25.97h
D2×C1	10.14de	4.1ab	50.60ab	62.12b	2826.9b	117.41c	280.73c
D2×C2	13.56bc	4.43ab	54.65a	69.0a	4171.4a	39.01e	83.44g
D2×C3	14.4bc	4.45ab	49.77ab	61.62b	3887.3a	11.1g	45.24g
D3×C1	9.61de	4.10ab	49.68ab	65.25ab	2440.8b	202.53a	486.54a
D3×C2	13.7bc	4.48a	49.58ab	64.37ab	3500.8a	64.67d	174.56d
D3×C3	17.6a	4.06ab	48.96ab	65.25ab	4139.4a	9.53g	50.79g

میانگین‌های ارائه شده با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند

Means followed by the same letters in each column are not significantly different on Duncan's multiple range test, 5%

عملکرد دانه

اثر روش کاشت و روش کنترل علف‌های هرز بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد، اما اثر تراکم بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). کشت به‌صورت نم‌کاری عملکرد دانه را نسبت به روش خشکه‌کاری به میزان ۱۵/۷ درصد افزایش داد. براساس گزارش Beheshtinezhad (2008) تأثیر آبیاری پیش کشت بر مدیریت و ترکیب علف‌های هرز در کشت لوبیا چیتی، روش کشت نم‌کاری تا ۱۸درصد عملکرد دانه را افزایش داد. افزایش عملکرد در کشت نم‌کاری در تحقیقات Ghanbari *et al*, (2002) نیز مشاهده شد. به نظر می‌رسد در روش نم‌کاری سله بستن خاک کاهش می‌یابد، شرایط برای ظهور و استقرار سریع‌تر گیاهچه‌ها فراهم می‌شود و در نتیجه زمینه افزایش رشد و توسعه اندام‌های هوایی فراهم و در اثر افزایش فتوسنتز و اختصاص اسمیلات بیشتر به اندام‌های زایشی، عملکرد دانه افزایش می‌یابد. از طرفی در این روش قبل از کاشت گیاه زراعی تعدادی از علف‌های هرز سبز شده در زمان کاشت، از بین رفته و قدرت رقابت گیاه زراعی افزایش می‌یابد. همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، کمترین تعداد و وزن خشک علف‌های هرز از روش کشت نم‌کاری می‌باشد و به همین دلیل عملکرد دانه در این روش نسبت به خشکه‌کاری افزایش یافته است. نتایج نشان داد که تیمار دو مرحله وجین و تیمار مصرف علف‌کش تریفلورالین توأم با یک مرحله وجین عملکرد دانه را نسبت به شاهد به‌ترتیب به میزان ۴۶ و ۵۳درصد افزایش داد (جدول ۳).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها برروی صفات اندازه‌گیری شده

Table 5. Mean comparisons of simple effects of treatment on the measured traits

تیمارها Treatments	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of grain per pod	وزن صد دانه (گرم) 100 grain weight (g)	تلاش و بازآوری Productivity (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد کل علف Number of weed	وزن خشک علف‌های هرز Dry weight of weed (g)
روش کاشت × تراکم × کنترل Sowing methods × Density× Control							
Dp×D1×C1	8.15i	3.80a	44.32c	60.25cd	1993.8h	198.12b	557.05b
Dp×D1×C2	12.5b-g	4.15a	50.0abc	67.0a-c	3718.8a-e	43.57hi	151.15fg
Dp×D1×C3	14.95bc	3.97a	52.75a-c	68.5ab	3855a-b	49.17gh	17.76jk
Dp ×D2×C1	10.45d-i	4.12a	50.75a-c	62.25b-d	2577.5f-h	123.57d	287.02c
Dp ×D2×C2	13.4b-g	4.57a	55.65a	72.75a	4197.5a-c	24.07j	132.57g
Dp ×D2×C3	14.72bc	4.45a	51.82a-c	58.0d	3107.3c-g	11.32k	47.01i
Dp ×D3×C1	9.17hi	4.10a	48.37a-c	63.5b-d	2330.0gh	239.20a	711.92a
Dp ×D3×C2	13.95b-f	4.5a	46.85bc	64.75b-d	3515.0b-e	57.45g	161.73f
Dp×D3×C3	18.82a	4.07a	48.05a-c	65.75a-d	3930.0a-d	13.67k	83.80h
Wp×D1×C1	9.63ghi	4.12a	47.50a-c	65.0b-d	3212.5c-g	71.05f	153.76f
Wp×D1×C2	10.9c-i	4.40a	52.25a-c	64.0b-d	3925.5a-d	36.7i	97.84h
Wp×D1×C3	14.4bcd	3.85a	51.37a-c	65.25a-d	4210.3a-c	5.67k	42.28i
Wp ×D2×C1	9.83ghi	4.07a	50.45a-c	62.0b-d	3076.3d-g	111.25e	274.44cd
Wp ×D2×C2	13.72b-g	4.30a	53.65ab	65.25a-d	4145.3a-d	53.95g	34.32ij
Wp ×D2×C3	14.07b-e	4.45a	47.72a-c	65.25a-d	4667.3a	10.87k	43.48i
Wp ×D3×C1	10.05e-i	4.10a	51.0a-c	67.0a-c	2651.5f-h	165.87c	261.16d
Wp ×D3×C2	13.47b-g	4.47a	52.32a-c	64.0b-d	3486.5b-e	71.9f	187.38e
Wp×D3×C3	16.4ab	4.05a	49.87a-c	64.75b-d	4348.8ab	5.4k	9.66k

میانگین‌های ارائه شده با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند

Means followed by the same letters in each column are not significantly different on Duncan's multiple range test, 5%

به نظر می‌رسد که با استفاده از روش‌های تلفیقی کنترل علف هرز، شرایط برای کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های هرز فراهم می‌شود و در نتیجه قدرت رقابت گیاه در مقابل علف‌های هرز افزایش می‌یابد و عملکرد دانه گیاه از طریق افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه، افزایش می‌یابد (جدول ۳). براساس گزارش Ahmadi (2003) تداخل علف‌های هرز در اوایل فصل رشد سبب کاهش عملکرد گیاه زراعی شده و در اواخر فصل رشد اختلال در عمل برداشت را فراهم می‌کند. براساس گزارش Faraji *et al*, (2010)، مؤثرترین تیمار بر افزایش عملکرد لوبیا، علف‌کش تریفلورالین بود که با تیمار شاهد عاری از علف‌هرز، در یک کلاس آماری قرار گرفت. کاهش عملکرد دانه در تیمار عدم مبارزه با علف‌های هرز در لوبیا چیتی در آزمایش Bayat & Ghadiri (1998) نیز گزارش شد. اثر تراکم بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود، هرچند بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۱۷ بوته در مترمربع به‌دست آمد که با نتایج Madani *et al*, (2009) مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند اثر تراکم‌های ۱۳/۳، ۲۰ و ۴۰ بوته در متر مربع بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. با این وجود بیشترین عملکرد دانه در ارقام لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تپاری از تراکم ۲۰ بوته در متر مربع حاصل شد. اثرات متقابل سه‌گانه تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه معادل ۴۶۶۷/۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار نم‌کاری، تراکم ۱۷ بوته در متر مربع و استفاده از علف‌کش تریفلورالین توأم با یک بار وجین دستی مشاهده شد که نسبت به همین تیمار و روش خشکه‌کاری عملکرد دانه را ۵۰درصد افزایش داد. به نظر می‌رسد که این افزایش مربوط به افزایش شاخص تلاش و بازآوری در روش کشت نم‌کاری بود. همچنین کمترین عملکرد دانه معادل ۱۹۹۳/۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار خشکه‌کاری، تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و عدم کنترل علف‌های هرز مشاهده شد (جدول ۵). عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته (r=۰/۶۰**)،

وزن صد دانه (r=۰/۳۸*)، عملکرد بیولوژیک (r=۰/۸۴**)، شاخص تلاش و بازآوری (r=۰/۳۸*) همبستگی مثبت و با تعداد (r=-۰/۶۷**) و وزن خشک علف‌های هرز (r=-۰/۶۴**) همبستگی منفی نشان داد.

تعداد و وزن خشک کل علف‌های هرز

نتایج نشان داد اثرات ساده و متقابل تیمارها بر تعداد و وزن خشک کل علف‌های هرز در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که کمترین وزن خشک کل علف‌های هرز معادل ۱۲۳/۶، ۴۰/۶۷ و ۱۳۶/۴ گرم به‌ترتیب از روش نم‌کاری، تراکم ۱۷ بوته در متر مربع و استفاده از علف‌کش تریفلورالین به اضافه یک بار وجین دستی حاصل شد (جدول ۳). اثرات ساده تیمارها نشان داد که کمترین تعداد کل علف‌های هرز معادل ۵۹/۱۸، ۵۵/۸۴ و ۱۶/۰۲ به‌ترتیب از تیمار نم‌کاری، تراکم ۱۷ بوته در متر مربع و استفاده از علف‌کش تری فلورالین به اضافه یک بار وجین دستی مشاهده شد. نتایج نشان داد که کاربرد تریفلورالین توأم با یک بار وجین دستی، وزن خشک علف‌های هرز را نسبت به شاهد حدود ۹ برابر کاهش داد (جدول ۳). بیشترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز در زراعت لوبیا از تیمارکاربرد علف‌کش تریفلورالین گزارش شد (Faraji *et al*., 2010).

از اهداف آبیاری قبل از کاشت مبارزه با علف‌های هرز، سله خاک و بهبود کیفیت بستر می‌باشد، لذا قبل از کاشت علف‌های هرزی که تازه سبز شده‌اند، از بین رفته و سله خاک می‌شکند، بذر از رطوبت باقی‌مانده در خاک استفاده نموده و سبز می‌شود و درصد استقرار گیاهچه‌ها و زمینه تداوم بقای آنها فراهم می‌شود و قدرت رقابت گیاه با تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد. در این آزمایش با افزایش تراکم از ۱۲/۵ بوته به ۲۵ بوته در متر مربع، ۳۶درصد تعداد کل علف‌های هرز و ۴۰درصد وزن خشک کل علف‌های هرز کاهش یافت. افزایش تراکم از ۴۰ بوته به ۶۶ بوته در متر مربع در لوبیا قرمز به‌طور معنی‌داری تراکم (۳۲ درصد) و وزن خشک کل علف‌های هرز (۲۲ درصد) را کاهش داد (Ashaghi *et al*., 2011).

نتایج اثرات متقابل دوگانه نشان داد که در هر دو روش کاشت، با کاهش تراکم لوبیا، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز افزایش نشان داد. کمترین تعداد (۳۷/۸۰) و وزن خشک علف‌های هرز (۹۷/۹۶ گرم) از روش نم‌کاری و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین نتایج نشان داد که در هر دو روش کاشت، کمترین تعداد و وزن خشک علف‌های هرز از تیمار مصرف علف‌کش تریفلورالین توأم با یک با وجین دستی حاصل شد. نتایج اثر متقابل روش کنترل و تراکم نشان داد که کمترین وزن خشک علف‌های هرز معادل ۲۵/۹۷ گرم از تراکم ۲۵ بوته در متر مربع توأم با مصرف علف‌کش تریفلورالین و یک بار وجین دستی مشاهده شد (جدول ۴). نتایج اثرات سه‌گانه تیمارها نشان داد که بیشترین وزن خشک (۷۱۱/۹۲ گرم) و تعداد (۲۳۹/۲) کل علف‌های هرز در روش کاشت خشکه‌کاری و تراکم ۱۲/۵ بوته در متر مربع و عدم مبارزه با علف‌های هرز مشاهده شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که استفاده از روش کنترل تلفیقی روشی مؤثر در کنترل تعداد و زیست توده علف هرز می‌باشد. براساس گزارش (2005) Sadeghpoure *et al*, جهت کنترل علف‌های هرز لوبیا بایستی قبل از کشت از علف‌کش تریفلورالین استفاده شود و پس از سبز شدن نیز دو مرحله وجین دستی انجام پذیرد. نتایج ضرایب همبستگی صفات نشان داد که تعداد علف‌های هرز با تعداد غلاف در بوته (r=-۰/۶۲**)، عملکرد دانه (r=-۰/۶۶** همبستگی منفی و با وزن خشک علف‌های هرز (r=۰/۹۳** همبستگی مثبت نشان داد و همچنین وزن خشک علف‌های هرز با تعداد غلاف در بوته (r=-۰/۵۸**)، عملکرد دانه (r=-۰/۶۳**) و عملکرد بیولوژیک (r=-۰/۵۶**) همبستگی منفی نشان داد.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که با استفاده از روش نم‌کاری (روش کشت پشته‌ای به جای روش کرتی به علت گرم شدن سریع‌تر خاک، کنترل فرسایش، کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد)، تراکم ۲۵ یا ۱۷ بوته در متر مربع و مصرف علف‌کش تریفلورالین توأم با یک مرحله وجین دستی می‌توان تعداد و وزن خشک علف‌های هرز را به‌طور معنی‌دار کاهش داد و به عملکرد اقتصادی مطلوب نیز دست یافت.

منابع

1. Abu-Hamdeh, N.H. 2003. Effect of weed control and tillage system on net returns from bean and barley production in Jordan. Canadian Biosystem Engineering 45: 223-228.

2. Ahmadi, A.R. 2003. Determination of weed critical period and the survey different period of competition on morphophysiologic traits and bean yield. M.SC. Thesis. In identify and weeds control. Agriculture Faculty. Ferdowsi University of Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary).
3. Ashaghi, M., Rastgu, M., Pouryousef, M., and Fotovat, R. 2011. Effect plant density and growth type on yield, yield components and weed community of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Pulses Research 2: 7-16. (In Persian with English Summary).
4. Bayat, M., and Ghadiri, H. 1998. The interaction of plant density of Chiti bean with weed at Koshkak in Fars province. 13th Plant Protection Congresses of Iran, Karaj. P.159. (In Persian).
5. Beheshtinejad, H. 2008. The survey effects of pre-sowing irrigation on management and weed composition at Chiti bean. MSc. Thesis in Agronomy. Islamic Azad University, Arak Branch. Iran. (In Persian with English Summary).
6. Blackshow, R.E. 1991. Hairy nightshade (*Solanum sarrochodes*) interference in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 39: 48-53.
7. Chung, J. H., and Goulden, D. S. 1971. Yield components at different plant densities. N. Z. J. of Agriculture Reasearch 4: 227-234.
8. Ghanbari, A., Hasani Mehraban, A., Taheri, M., and Dorri, H.R. 2002. Study of dry and wet planting effects on grain yield of genotypes spotted bean (*Phaseolus vulgaris*). Iranian Journal of Crop Science 4: 59-64. (In Persian with English Summary).
9. FAO. 2009. http://www.FAOSTAT.org
10. FAO. 2006. Production Estimates and Crop Assessment Division, FAS, USDA.
11. Faraji, H., and Amiri, Kh. 2010. The compare of chemical herbicides on control of wide leaf weed in bean. Iranian Journal of Pulses Research 1: 123-130. (In Persian with English Summary).
12. Lutman, P.J.W., Risiott, R., and Ostermann, H.P. 1996. Investigations into alternative methods to predict the competitive effects of weeds on crop yields. Weed Science 44: 290-297.
13. Madani, H., Shirzadi, M.H., and Darini, F. 2009. Effect of plant density on yield and yield components of Vigna and Tepary local beans grmplasm in Jiroft, Iran. New Findings in Agriculture 3: 93-104.
14. Malik, V.S., Swanton, C.J., and Michaels, T.E. 1993. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars, row spacing and seed density with annual weeds. Weed Science 41: 62-68.
15. Melander, B.A., and Rasmussen, G. 2001. Effects of cultural methods and physical weed control on interarow weed numbers, manual weeding and marketable yield in direct-sown leek and bulb onion. Weed Research 41: 491-508.
16. Patel, N.R., Mehta, A.N., and Shekh, A.M. 2000. Radiation absorption, growth and yield of pigeon pea cultivars as influence by sowing dates. Experimental Agriculture 36: 291-301.
17. Philip, E.N., and Bradly, A.M. 1990. Common cockle (*Xanthium strumarium* L.) interference in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Weed Technology 4: 745-748.
18. Ramezani, M.K., Sadri, A., and Ghanbari, A.A. 2002. Effect of row spacing and herbicides on weed control of bean. (Abstract). In: Abstract Book of the 15th Iranian Plant Protection Congress. p. 171. (In Persian).
19. Rahmati, S., Sajedi, N.A., and Gomarian, M. 2013. Effects of time cultivation and weeds control methods on yield and yield components of Red bean (*Phaseolus calcaratus* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5: 2795-2803.
20. Sadeghpoure, A., and Ghafari Khligh, H. 2005. The effects weeding and different herbicides on weed control of bean. (Abstract) In: Abstract Book of 1st Iranian Pulse Crops Symposium. Ferdowsi University of Mashhad. P. 167. (In Persian).

21. Swanton, C.J., and Weise, S.F. 1991. Integrated weed management. The rational and approaches. Weed Technology 5: 657.
22. Van Schoonhoven, A., and Voysest, O. 1991. Common beans research for crop improvement. CIAT, Cali, Colombia.
23. Wilson, R.G. 1993. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in dry beans (*Phseolus vulgaris*). Weed Science 41: 604-610.
24. Zand, E., Rahimian, H., Koocheki, A., Khalghani, J., Mousavi, K., and Ramezani, K. 2004. Weed Ecology (translated). Jahad University of Mashhad Publishers. Pp. 650.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 139-150

The effects of integrated management on yield, yield components and weed control of bean

Hydari[1], S., Sajedi[2*], N.A. & Madani[3], M.J.

1- MSc. Student in Weed Science, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran
3- Instructor Instructor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran

Received: 12 February 2014
Accepted: 26 November 2014

Introduction

Bean is one of the most important legumes worldwide for direct human consumption and is a rich source of protein and carbohydrates. Bean is weak to compete with weed because of the retard growth at the early stages. Therefore, weed control at this time plays an important role to gain high priduction. Yield crop depends on weed number, and size after germination. Weed control depends on integration of prevalent methods application along with desirable agronomical operations. Selection of the best sowing method, plant density and application of chemical weed control methods plus weeding can effectively control weeds. It is shown that weed dry weight decreased in wet sowing method as compared with dry sowing. Using higher plant density increased the yield bean by 16% as compared to ordinary density. Application of Trifloralin at the rate of 2 lit/ha controlled weeds in bean field without any reduction for yield bean. This study tries to find the effects of irrigation before and after sowing and integrated management on yield, yield components and weed control of Chiti bean.

Materials and Methods

Field experiment was carried out as factorial split plot based on complete randomized block design with four replicates during 2011 at Shazand city in Markazi province, Iran (34˚ 3' N latitude; 49˚ 48' E longitude; altitude of 2010 m above sea level). The factors were two sowing methods (wet and dry sowing), three levels of plant density (12.5, 17 and 25 plant/m^2) and three levels of methods of weed control (weed infest, twice hand weeding, and Trifloralin plus once hand weeding). Seeds of KS2189 genotype were sown by hand at rows spaced at 40 cm. Trifloralin was applied as soil-mixed pre-planting treatment at the rate of 2 lit/ha. The first and second weeding were done at 30 and 40 day after sowing, respectively. Sampling weeds were done 60 day after sowing. Agronomic traits were measured based on the mean of 15 plants/plot. At harvest, plants were removed from 3 m^2 of the middle of each plot and the grain and biological yield were measured. The data were subjected to the analysis of variance using SAS. Means were compared using Duncan's Multiple Range test at P=0.05 level of significance.

Results and Discussion

Results showed that decreasing the plant density significantly increased the number of pods per plant. Application of Trifloralin plus once hand weeding caused to increase the number of pods per plant by 62% as compared to control. The interactive effect of sowing method and weed control treatment showed that the number of pods per plant was higher in weed control treatments than weed infest treatment for both wet and dry sowing. The maximum number of grains per pod was observed for plant density of 17 plant/m^2. Wet sowing increased grain yield by 14% as compared to dry sowing. Previous studies showed that wet sowing can increase grain yield by 18%. It seems that high moisture content of soil make higher possibility of emergence and seedling establishment in wet sowing treatment that dry sowing. The shoot growth increased by increasing of photosynthesis and thus increased final grain yield. The maximum grain yield (4667.3 kg/ha) was observed in plots which were wet sown as method, in plant density of 17 plant/m^2 and applied

* **Corresponding Author:** N-Sajedi@iau-arak.ac.ir, Mobile: 09188629092

Trifloralin plus once hand weeding. In both sowing method, with decreasing of plant density weed density and biomass increased. The minimum of weed density (37.80 plants/m^2) and buimass (96.96 g/m^2) was obtained from wet sowing method and plant density of 25 plant/m^2. Results showed that in both sowing method, the minimum weed density and biomass was obtained from application of Trifloralin plus once hand weeding. Comparison among treatment means showed that the maximum of weed biomass (711.92 g/m^2) and total number (239.2 plants/m^2) was obtained in dry sowing condition with plant density of 12.5 plant/m^2 and weed infest treatment.

Conclusions

In general, the best integrated treatment to more suppression of weeds and to obtain optimum grain yield of chiti bean is using plant density of 17 plant/m^2 on wet condition and applying of Trifloralin plus once hand weeding.

Key words: Bean, Plant density, Sowing method, Trifluralin, Weeding

نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۶۳-۱۵۱، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 151-163

اثر سطوح بقایای آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) بر خصوصیات جمعیت علف‌های‌هرز و عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.)

قربانعلی اسدی[1]، سرور خرم‌دل[1*] و قدریه محمودی[2]

۱ و ۲- به‌ترتیب استادیار و دانشجوی دکتری علف‌های هرز گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان بر جمعیت، تراکم، زیست‌توده و تنوع علف‌های هرز و اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیکی و دانه نخود (*Cicer arietinum* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مصرف صفر، ۶۲۵، ۱۲۵۰، ۱۸۷۵ و ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان براساس ۲/۵ تن در هکتار بودند. صفات مورد بررسی شامل تراکم، زیست‌توده و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری، ارتفاع ساقه اصلی، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، اجزای عملکرد شامل تعداد شاخه‌فرعی، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بیولوژیکی و دانه نخود بود. نتایج نشان داد که ۱۴ گونه علف هرز از ۱۰خانواده طی دو مرحله نمونه‌برداری مشاهده شد که در این میان، گندمیان با چهار گونه غالب‌ترین خانواده بود. اثر مقادیر بقایای آفتابگردان بر تراکم، زیست‌توده و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. با افزایش مصرف بقایای آفتابگردان تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری کاهش یافت. پایین‌ترین شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به‌ترتیب با ۰/۲ و ۰/۰۳ به تیمار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای آفتابگردان اختصاص داشت. همچنین خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد نخود به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مقادیر بقایای آفتابگردان قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۱). بالاترین عملکرد بیولوژیکی و دانه نخود به‌ترتیب برابر با ۲۳۷/۹ و ۹۷/۲ کیلوگرم در هکتار برای تیمار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایا مشاهده گردید. چنین به نظر می‌رسد که افزایش مصرف بقایای آفتابگردان با کاهش رشد علف‌های هرز و بهبود خصوصیات خاک، موجب بهبود رشد و عملکرد نخود شده است. بدین ترتیب، در راستای دستیابی به اصول کشاورزی پایدار می‌توان مصرف بقایای اندام‌های آفتابگردان را برای کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد نخود به‌عنوان یکی از حبوبات مهم و ارزشمند مدنظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: بهبود خصوصیات خاک، حبوبات، دگرآسیبی، شاخص شانون-وینر، کشاورزی پایدار

مقدمه

دگرآسیبی[1] به‌عنوان یک استراتژی تکاملی در حیات برخی گونه‌های گیاهی محسوب می‌شود. تولید ترکیبات شیمیایی دگرآسیب سبب سازگاری گیاهان نسبت به شرایط محیطی نامناسب می‌شود (Koeppe *et al*., 1976). امروزه یکی از مهم‌ترین راهبردهای اکولوژیکی مورد استفاده در بوم‌نظام‌های زراعی به منظور مدیریت علف‌های هرز، استفاده از مواد دگرآسیب موجود در گیاهان مختلف می‌باشد. به‌عنوان مثال، تغییر الگوی کاشت به‌کارگیری عملیات زراعی همچون انتخاب گیاهان با چرخه زندگی متفاوت و پتانسیل دگرآسیبی انتخابی در توالی‌های تناوبی برای جلوگیری از رشد سایر گونه‌ها به‌ویژه علف‌های هرز، بیوسنتز علف‌کش‌های طبیعی مفید در میکروارگانیسم‌ها و گیاهان عالی، کاشت گیاهان پوششی و خفه‌کننده با توان دگرآسیبی بالا در مدیریت پایدار علف‌های هرز کاربرد زیادی دارد (Cecile *et al*., 2003; Sayed Sharifi *et al*., 2007). بدین ترتیب، بهره‌برداری مناسب از خاصیت دگرآسیبی گیاهان در سیستم‌های مختلف کاشت روشی اکولوژیکی و طبیعی مؤثر برای مدیریت علف‌های هرز و آفات و حتی جایگزین مناسب برای مصرف بیش از حد آفت‌کش‌ها محسوب می‌شود. بهره‌برداری مناسب از دگرآسیب‌ها[2]، سبب کاهش مصرف آفت‌کش‌ها به میزان قابل توجهی می‌شود؛ به‌طوری‌که برخی محققان از دگرآسیب‌ها،

*نویسنده مسئول: گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، khorramdel@um.ac.ir

[1] Allelopathy

[2] Allelochemical

به‌عنوان آفت‌کش‌های طبیعی یاد می‌کنند (Dayan *et al*., 2009). همچنین بقایای گیاهی می‌توانند اثراتی همچون افزایش محتوی کربن آلی (Clapp *et al*., 2000)، نیتروژن (Kumar & Goh, 2000) و بالا بردن نسبت C/N (Martens, 2000) خاک را به دنبال داشته باشند.

در بین گیاهان مختلف، آفتابگردان (*Helianthus annus L.*)، از دیرباز به‌عنوان یک محصول دگرآسیب موفق شناسایی شده است (Wilson & Rice, 1968; Orujii *et al*., 2008) که به همین دلیل به‌عنوان گیاه هدف در کنترل دگرآسیبی شناخته شده‌است (Putnam & Defrank, 1983). در برخی مطالعات گزارش شده است که مواد دگرآسیب موجود در آفتابگردان سبب کاهش جوانه‌زنی خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و کاهش رشد و تولید ماده خشک گونه‌های مختلفی همچون سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، یونجه (*Medicago polymorpha* L.)، ترشک (*Rumex dentatus* L.) و علف قناری (*Phalaris minor* Retz.) شد (Orujii *et al*., 2008).

از طرف دیگر، افزایش شدید تقاضای مواد غذایی در نتیجه رشد جمعیت از ۱/۶ میلیارد نفر (در حدود سال ۱۹۰۰ میلادی) به بیش از شش میلیارد نفر، مهم‌ترین نیروی پیش‌برنده افزایش تولید می‌باشد (FAO, 2012). جهت این امر لازم است نهاده‌های ورودی به بوم‌نظام‌های زراعی به‌صورت کارآمدتر به‌کار روند تا هزینه‌های تولید کاهش یافته و با ورود کمترین نهاده، تولید بهینه حاصل گردد. یکی از مشکلات علوم کشاورزی عدم وجود الگویی جامع برای کاربرد گسترده‌تر و کامل‌تر نهاده‌های مختلف در دسترس است. روابط گیاهی در شرایط مختلف محیطی و با دخالت انسان همواره پیچیده و متغیر است. انتخاب دقیق نهاده‌ها در گرو اطلاعات گوناگون و زیادی است که بهره‌گیری از نتایج آزمایشی بر روی هریک از این متغیرها و اعمال آن در سطح مزارع می‌تواند در ارتقای وضعیت کشاورزی کنونی راهگشا باشد.

در میان محصولات مختلف زراعی، نخود (*Cicer arietinum* L.) از جمله گونه‌های مهم زراعی و از منابع تأمین‌کننده پروتئین به شمار می‌رود که با توجه به کم‌توقع‌بودن این محصول و همچنین دارابودن ویژگی‌های خاص نظیر تثبیت نیتروژن، گیاهی مناسب در تناوب‌های مختلف زراعی می‌باشد. سرعت رشد این گیاه در ابتدای رشد رویشی کم بوده و بنابراین، در حالت طبیعی گیاه در مرحله جوانی قدرت رقابتی بسیار ضعیفی در مقابله با علف‌های‌هرز دارد؛ به‌طوری‌که وجود علف‌های هرز در مزارع و عدم کنترل آنها سبب کاهش شدید عملکرد این محصول می‌شود (Gaur *et al*., 2010).

بنابراین، بررسی فلور و ارزیابی میزان عملکرد این محصول زراعی در ادغام با اثرات دگرآسیبی گیاهان موجود در تناوب به‌ویژه گونه آفتابگردان، لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به پتانسیل بالای خاصیت دگرآسیبی آفتابگردان و اهمیت حضور علف‌های هرز در مزارع نخود این آزمایش با هدف بررسی خصوصیات جمعیت و تنوع علف‌های هرز و خصوصیات رشد و عملکرد نخود تحت تأثیر مقادیر بقایای آفتابگردان در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مصرف صفر، ۶۲۵، ۱۲۵۰، ۱۸۷۵ و ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان بودند (Ghorbani *et al*., 2014). قبل از اجرای آزمایش نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Results of soil physical and chemical characteristics for experiment cite

بافت Texture	میزان (درصد) Content (%)			میزان (پی‌پی‌ام) Content (ppm)			کربن آلی (٪) Organic carbon (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی-زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
	سیلت Silt	رس Clay	شن Sand	پتاسیم قابل دسترس Available K	فسفر قابل دسترس Available P	نیتروژن کل Total nitrogen			
سیلت-لوم Silt-loam	40	24	36	312.46	5.53	538	0.26	7.53	1.81

بعد از اجرای عملیات آماده‌سازی زمین، مقادیر بقایای گیاهی در آبان‌ماه به خاک اضافه و با عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری مخلوط گردید. کاشت دستی نخود در هفته آخر بهمن‌ماه روی پنج ردیف دو متری با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر (تراکم ۳۳/۳۴ بوته در متر مربع) در هفته آخر بهمن ماه انجام شد. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار به شیوه نشتی صورت گرفت. نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز با کادر ۰/۷۵ × ۰/۷۵ متری (سه نمونه در هر کرت) در دو مرحلهٔ همزمان با کاشت و همزمان با بسته‌شدن کانوپی در ۲۶ فروردین ماه انجام شد. علف‌های هرز به تفکیک گونه‌های باریک‌برگ و پهن‌برگ شمارش و به‌طور جداگانه در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ساعت قرار داده شدند و زیست‌توده آن‌ها اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت هم‌زمان با زردشدن غلاف‌ها و برگ‌ها با حذف اثرات حاشیه‌ای در اواخر خرداد ماه انجام شد. در این زمان، همچنین ارتفاع ساقه اصلی، فاصله اولین غلاف از سطح خاک و اجزای عملکرد نخود شامل تعداد شاخه‌فرعی، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن ۱۰۰ دانه از سطح پنج بوته (۰/۱۵ متر مربع) اندازه‌گیری شد.

یکی از روش‌های متداول اندازه‌گیری تنوع در جوامع گیاهی، استفاده از شاخص تنوع شانون- وینر[1] می‌باشد که براساس غنای گونه‌ای و فراوانی نسبی گونه‌ها محاسبه می‌شود (Noruzzade *et al*., 2009; Elahi *et al*., 2010). برای محاسبه شاخص تنوع شانون- وینر از معادله ارائه شده توسط گلیسمن (Gliessman, 1997) استفاده شد.

تجزیه داده‌ها بعد از بررسی نرمال بودن با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 انجام شد. از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فلور و تنوع علف‌های هرز

نتایج این آزمایش نشان داد که در مراحل اولیه رشد نخود به دلیل بالاتربودن تعداد گونه‌های علف هرز میزان تنوع گونه‌ای نسبت به مراحل بعدی رشد بیشتر بود؛ به‌طوری‌که در ابتدای دوره رشد گونه‌های مختلفی از علف‌های هرز حضور داشتند و در مراحل بعدی رشد به دلیل افزایش رشد، از تنوع گونه‌ای علف‌های هرز کاسته شد. گونه‌های مشاهده شده در مزرعه متعلق به ۱۱ خانواده مختلف شامل آلاله[2]، پیچک[3]، تاج‌خروس[4]، چغندر[5]، خرفه[6]، سیب‌زمینی[7]، شاه‌تره[8]، شب‌بوئیان[9]، گندمیان[10]، میخک[11] و هفت‌بند[12] بودند که در این میان، خانواده گندمیان با چهار گونه غالب بودند. همچنین در بین گونه‌های مشاهده شده تعداد معدودی دارای چرخه زندگی چندساله و بیشتر گونه‌ها به‌صورت یکساله پهن‌برگ و یکساله باریک‌برگ بودند. علاوه بر این، چهار گونه باریک‌برگ و هفت گونه جزو علف‌های هرز پهن‌برگ بودند. این نتیجه چندان دور از انتظار نیست، زیرا گیاه نخود دارای چرخه زندگی یکساله بوده و طبیعتاً گونه‌های یکساله پهن‌برگ دارای رقابت بیشتری با این محصول خواهند بود. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که فراهمی منابع و ایجاد شرایط مناسب‌تر برای رشد گونه‌های یکساله پهن‌برگ باعث افزایش درصد حضور آنها نسبت به گونه‌های چندساله باریک‌برگ شده است. همچنین در مراحل اولیه رشد، با افزایش میزان بقایای آفتابگردان، جمعیت و میزان حضور علف‌های هرز مختلفی همچون پیچک، خاکشیر تلخ، شاه‌تره، گندمک و هفت‌بند کاهش یافت، اما جمعیت اویارسلام و دم روباهی که جزو گونه‌های هرز باریک‌برگ می‌باشند، تحت تأثیر قرار نگرفت (جدول ۲).

گونه‌های هرز تاج‌خروس ایستاده، سلمه‌تره و سوروف نسبت به افزایش بقایای آفتابگردان واکنش‌های متفاوتی نشان دادند و به‌نظر می‌رسد که شرایط حضور این گونه‌ها مستقل از میزان مصرف بقایای آفتابگردان باشد؛ در حالی‌که Orujii *et al*, (2008) گزارش کردند که با افزایش میزان کاربرد بقایای آفتابگردان، زیست‌توده، سطح برگ و ارتفاع گونه‌های تاج خروس و سلمه‌تره کاهش یافت. همچنین Putnam & Defrank (1983) کاهش تراکم و زیست‌توده بسیاری از گونه‌های علف‌های هرز را با استفاده از بقایای سورگوم، جو، یولاف، گندم و چاودار گزارش نمودند. در مرحله دوم نمونه‌برداری با افزایش میزان بقایای آفتابگردان، حضور گونه‌های سوروف، تاج‌خروس خوابیده، خاکشیر تلخ، تاجریزی سیاه، خرفه، پیچک و تاج خروس ایستاده کاهش یافت، اما در این مرحله نیز با افزایش میزان بقایای آفتابگردان، حضور گونه‌های باریک‌برگ نظیر اویار سلام ارغوانی، علف‌خرچنگ و دم‌روباهی تحت تأثیر قرار نگرفت.

[1] Shannon- Wiener
[2] Ranunculaceae
[3] Convolvulaceae
[4] Amaranthaceae
[5] Chenopodiaceae
[6] Portulacaceae
[7] Solanaceae
[8] Fumariaceae
[9] Brassicaceae
[10] Poaceae
[11] Caryophyllaceae
[12] Polygonaceae

جدول ۲- تراکم نسبی (درصد) گونه‌های علف هرز نخود تحت تأثیر مصرف مقادیر بقایای آفتابگردان در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 2. Relative density (percentage) of weeds in chickpea affected by sunflower residue levels at different sampling stages

مقدار بقایای آفتابگردان (کیلوگرم در هکتار) Sunflower residue level (kg.ha^{-1})					چرخه زندگی Life cycle	خانواده Family	نام گونه علف هرز Weed species name
2500	1875	1250	625	0			
مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling stage							
50.00	27.27	26.32	25.00	17.74	PG*	Poaceae	اویار سلام ارغوانی *Cyperus rotundus*
-	-	-	-	8.06	PB	Convolvulaceae	پیچک صحرایی *Convolvulus arvensis*
-	9.09	5.26	-	6.45	AB	Amaranthaceae	تاج خروس ایستاده *Amaranthus retroflexus*
-	-	10.53	-	4.84	AB	Brassicaceae	خاکشیر تلخ *Sisymbrium irio*
16.67	27.27	21.05	21.43	12.90	AG	Poaceae	دم روباهی باریک *Alopecurus myosuroides*
33.33	18.18	15.79	10.71	9.68	AB	Ranunculaceae	زبان در قفا *Delphinium syncarpum*
-	9.09	-	7.14	6.45	AB	Chenopodiaceae	سلمه تره *Chenopodium album*
-	9.09	15.79	17.86	16.13	AG	Poaceae	سوروف *Echinochloa crus-galli*
-	-	-	7.14	6.45	AB	Fumariaceae	شاه‌تره *Fumaria officinalis*
-	-	-	7.14	11.29	AB	Caryophyllaceae	گندمک *Stellaria media*
-	-	5.26	3.57	-	AB	Polygonaceae	هفت بند Polygonum aviculare
The second sampling stage							مرحله دوم نمونه برداری
33.33	18.18	15.79	14.29	9.68	PG	Poaceae	اویار سلام ارغوانی *Cyperus rotundus*
-	-	5.26	10.71	8.06	AG	Poaceae	سوروف *Echinochloa crus-galli*
-	18.18	10.53	17.86	6.45	AG	Poaceae	دم روباهی باریک *Alopecurus myosuroides*
16.67	9.09	5.26	7.14	4.84	AG	Poaceae	علف خرچنگ *Digitaria sangunalis*
-	-	-	3.57	6.45	AB	Amaranthaceae	تاج خروس خوابیده *Amaranthus blitoides*
-	-	-	-	3.23	AB	Brassicaceae	خاکشیر تلخ *Sisymbrium irio*
-	-	5.26	3.57	4.84	AB	Solanaceae	تاجریزی سیاه *Solanum nigrum*
-	-	5.26	3.57	3.23	AB	Portulacaceae	خرفه *Portulaca oleracea*
-	-	-	7.14	3.23	PB	Convolvulaceae	پیچک صحرایی *Convolvulus arvensis*
-	9.09	5.26	3.57	1.61	AB	Chenopodiaceae	سلمه تره *Chenopodium album*
-	-	-	-	3.23	AB	Amaranthaceae	تاج خروس ایستاده *Amaranthus retroflexus*

* چندساله پهن برگ: PB، چند ساله باریک برگ: PG، یکساله باریک برگ:AG ، یکساله پهن برگ: AB

* PB: Perennial broad Leaves, PG: Perennial grasses, AG: Annual grasses and AB: Annual broad Leaves

بنابراین، می‌توان گفت که میزان بقایای آفتابگردان روی جوانه‌زنی و رشد گونه‌های باریک‌برگ تأثیر چندانی نداشته است. نتایج مطالعه Sayed Sharifi *et al*, (2007) نشان داد که بقایای محصولات زراعی مختلفی همچون گندم، جو گلرنگ و آفتابگردان سبب کاهش زیست‌توده و تعداد علف‌های هرز و حتی افزایش عملکرد نخود شد. بدین ترتیب، با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که وجود خاصیت دگرآسیبی و مواد دگرآسیب در بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان سبب کاهش جوانه‌زنی و رشد برخی گونه‌های هرز شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مقادیر بقایای آفتابگردان روی تراکم و زیست‌توده و شاخص شانون- وینر علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر مقادیر بقایای آفتابگردان بر خصوصیات فلور علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

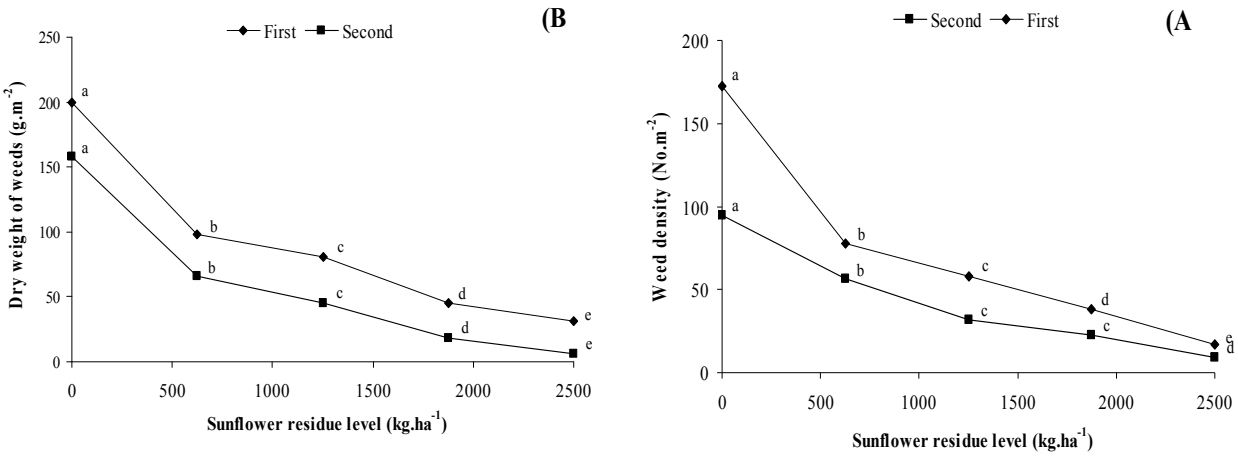
Table 3. Analysis of variance (mean of squares) for sunflower residue levels on flora criteria of weeds at different sampling stages

شاخص تنوع شانون-وینر Shannon- Wiener index		زیست‌توده Dry weight		تراکم Density		درجه آزادی	منابع تغییرات
مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	df	S.O.V
0.006^{ns}	0.023^{*}	38.83^{ns}	80.35^{ns}	114.86^{ns}	396.43^{*}	3	تکرار Replication
0.384^{**}	0.30^{**}	14413.23^{**}	17585.91^{**}	4517.99^{**}	14493.71^{**}	4	تیمار Treatment
0.004	0.004	46.03	71.18	48.67	98.92	23	خطا Error
-	-	-	-	-	-	29	کل Total
13.84	11.92	11.54	9.27	16.25	13.72		ضریب تغییرات (٪) CV (%)

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1 probability levels, respectively.

بیشترین تراکم علف‌های هرز در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مربوط به شاهد به‌ترتیب برابر با ۱۷۲/۲۳ و ۹۴/۴۵ بوته در متر مربع بود و با افزایش میزان بقایای آفتابگردان تراکم علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۱- الف).



شکل ۱- اثر مقادیر بقایای آفتابگردان بر (الف) تراکم و (ب) زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 1. Effect of sunflower residue levels on (A) density and (B) dry weight of weeds at two sampling stages

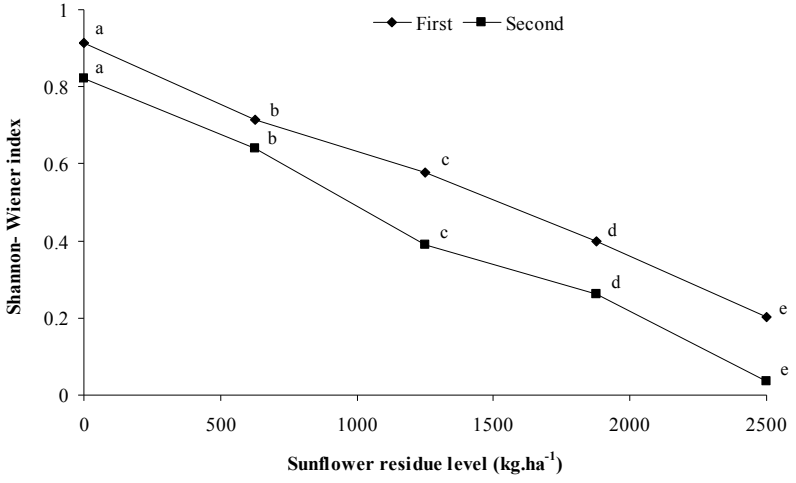
میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل، براساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($p\leq$۰/۰۵).

Means with different letters for each figure have significant difference according to $LSD_{5\%}$.

کاهش تراکم علف‌های هرز تحت تأثیر مصرف بقایای گیاهان دگرآسیب توسط برخی دیگر از محققان نیز به تأیید رسیده است (Sayed Sharifi *et al*., 2007; Orujii *et al*., 2008). Bernat *et al*, (2004) اظهار نمودند که وجود برخی ترکیبات دگرآسیب نظیر فنل‌ها در بقایای اندام‌های آفتابگردان با کاهش جوانه‌زنی علف‌های هرز، موجب کاهش تراکم آنها شد. وجود بقایای تعدادی از گیاهان زراعی شامل گندم، جو، آفتابگردان و گلرنگ، سبب کاهش تعداد علف‌های هرز در مزارع نخود شد (Sayed Sharifi *et al*., 2007). همچنین Orujii *et al*, (2008) گزارش نمودند که افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌های هوایی آفتابگردان باعث ممانعت از جوانه‌زنی گونه هرز پهن‌برگ تاج خروس شد. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که قرارگیری بقایای آفتابگردان بر سطح خاک با محدودکردن میزان تشعشع خورشیدی رسیده به سطح خاک مانع جوانه‌زنی علف‌های هرز شده که این امر در نتیجه کاهش تراکم آنها را به دنبال داشته است. در همین راستا، Teasdale *et al*, (1991) نیز کاربرد بقایای گیاهی را به‌عنوان راهکاری پایدار برای کاهش جمعیت و تراکم علف‌های هرز توصیه نمودند. این محققان همچنین اظهار نمودند که به منظور بهبود کاربرد بقایای گیاهی در کنترل علف‌های هرز، توجه به نوع و مقدار بقایای گیاهی اضافه شده به خاک ضرورت دارد.

افزایش مصرف بقایای آفتابگردان از صفر تا ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش زیست‌توده علف‌های هرز را در هر دو مرحله نمونه‌برداری به دنبال داشت. در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری کمترین زیست‌توده علف‌های هرز به‌ترتیب با ۳۱/۰ و ۶/۱ گرم در متر مربع برای تیمار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای آفتابگردان مشاهده شد (شکل ۱-ب). کاهش زیست‌توده علف‌های هرز احتمالاً مربوط به کاهش تقسیم سلولی، کاهش تولید القاءکننده‌های رشد ریشه و دخالت در تنفس و فسفریله‌شدن اکسیداتیو گونه‌های هرز (Connick *et al*., 1989) تحت تأثیر خاصیت دگرآسیبی بقایای آفتابگردان می‌باشد. گزارش شده است که وجود مواد آللوشیمیایی موجود در برگ آفتابگردان با افزایش نفوذپذیری غشاء باعث افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن می‌شود که در نتیجه کاهش رشد علف هرز خردل را به دنبال داشت (Ghiazdowsk *et al*., 2007).

در ارتباط با شاخص شانون- وینر نیز همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش کاربرد بقایای آفتابگردان از صفر تا ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار شاخص تنوع شانون-وینر علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری کاهش یافت؛ به‌طوری‌که پایین‌ترین شاخص تنوع شانون- وینر در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به‌ترتیب با ۰/۲ و ۰/۰۳ به تیمار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای آفتابگردان اختصاص داشت (شکل ۲). کاربرد سطوح مختلف بقایای آفتابگردان از طریق کاهش تراکم نسبی (جدول ۲) و تراکم علف‌های هرز (شکل ۱- الف) در دو مرحله نمونه‌برداری موجب کاهش تنوع شاخص شانون- وینر شد.



شکل ۲- اثر مقادیر بقایای آفتابگردان بر شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری

Fig. 2. Effect of sunflower residue levels on Shannon-Wiener index of weeds at two sampling stages

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل، براساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($p\leq$۰/۰۵).

Means with different letters for each figure have significant difference according to $LSD_{5\%}$.

از آنجا که روش‌های مدیریت علف‌های هرز، اصلی‌ترین عوامل تغییردهنده جمعیت این گونه‌های ناخواسته در مزارع محسوب می‌شود (Menalled *et al*., 2001)، لذا با انتخاب و اجرای مدیریت صحیح زراعی می‌توان جمعیت و تراکم نسبی گونه‌های هرز را کاهش داد و از این طریق، علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی را نیز موجب گردید. در مطالعات دیگر نیز تأثیرپذیری شاخص تنوع شانون- وینر از عوامل مختلف مدیریتی گزارش شده است. به‌عنوان مثال، Elahi *et al*, (2010) دریافتند که شاخص تنوع شانون- وینر و دیگر شاخص‌های تنوع علف‌های هرز در باغات پسته به‌طور معنی‌داری متأثر از میزان و نوع عملیات مدیریتی می‌باشد.

خصوصیات رشد، عملکرد و اجزای عملکرد نخود

اثر میزان مصرف بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان بر ارتفاع ساقه اصلی، فاصله اولین غلاف از سطح خاک و اجزای عملکرد نخود شامل تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن ۱۰۰ دانه نخود معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر مقادیر بقایای آفتابگردان بر خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد نخود

Table 4. Analysis of variance (mean of squares) for sunflower residue impact on growth criteria, yield components and yield of chickpea

عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	تعداد دانه Seed number	تعداد غلاف Pod number	تعداد شاخه فرعی Branch number	فاصله اولین غلاف از سطح خاک First pod distance to the soil surface	ارتفاع ساقه اصلی Height of main stem	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.277^{ns}	10.857^{ns}	0.648^{ns}	0.195^{ns}	0.357^{ns}	0.029^{ns}	0.015^{ns}	1.95^{ns}	3	تکرار Replication
363.27**	2776.659**	42.92**	37.43**	42.86**	4.18**	1.22**	237.96**	4	تیمار Treatment
1.291	3.95	0.256	0.318	0.236	0.062	0.004	0.591	12	خطا Error
-	-	-	-	-	-	-	-	19	
0.95	1.37	2.26	6.44	4.33	7.52	2.07	3.03		ضریب تغییرات (٪) CV (%)

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

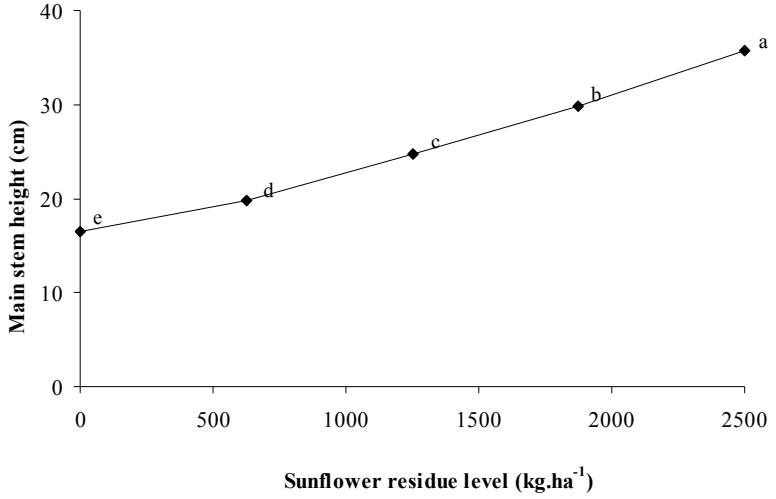
ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1 probability levels, respectively.

با افزایش مصرف بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان از صفر تا ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع ساقه اصلی و فاصله اولین غلاف نخود از سطح خاک به‌ترتیب برابر با ۱۱۷ و ۵۸ درصد بهبود یافت. بالاترین میزان این صفات به‌ترتیب برابر با ۳۵/۷ و ۳/۸ سانتی‌متر برای تیمار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان به‌دست آمد (شکل‌های ۳ و ۴). چنین به نظر می‌رسد که افزودن سطوح بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان با افزایش ذخیره رطوبتی (Walters, 2008) و بهبود خلل و فرج و نفوذپذیری خاک (Edwards *et al*., 1992) تحت تأثیر افزایش مقدار ماده آلی باعث بهبود رشد و استقرار بوته‌ها شده که این امر در نتیجه به دلیل تحریک رشد رویشی، افزایش ارتفاع ساقه و فاصله اولین غلاف از سطح خاک را به دنبال داشته است.

با افزایش میزان بقایای آفتابگردان از صفر تا ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن ۱۰۰ دانه نخود به‌ترتیب برابر با ۱۱۹، ۱۳۱، ۱۵۴ و ۴۱ درصد افزایش یافت (جدول ۵). نتایج این آزمایش در رابطه با بهبود اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر استفاده از سطوح مختلف بقایای آفتابگردان با نتایج به‌دست آمده توسط برخی دیگر از تحقیقات نیز مطابقت دارد. به‌عنوان مثال، Hosseini *et al*, (2011) اظهار داشتند که مصرف بقایای آفتابگردان، موجب بهبود اجزای عملکرد، عملکرد و شاخص برداشت گندم شد. بدین ترتیب، از آنجا که گیاه نخود به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد در رقابت با علف‌های هرز گیاهی ضعیف به شمار می‌آید، به نظر می‌رسد با استفاده از بقایای گیاهان دگرآسیب می‌توان این کمبود را جبران نمود. در مطالعه‌ای دیگر نیز گزارش شده است که حداکثر عملکرد نخود بین تیمارهای مختلف شیمیایی، بقایای جو و وجین دستی، مربوط به تیمار تلفیقی وجین و استفاده از بقایای جو در مزارع نخود بوده است (Sayed Sharifi *et al*., 2007). نتایج مطالعه‌ای دیگر نیز مؤید این مطلب است که مصرف بقایای آفتابگردان در پنبه رشد سریع، افزایش شاخه جانبی و اندازه برگ‌ها و غوزه‌ها را

موجب گردید (Sandhu, 1997). همچنین به نظر می‌رسد که افزودن بقایای گیاه آفتابگردان به خاک با تأثیر بر خصوصیات فیزیکی (Edwards *et al*., 1992)، شیمیایی و بیولوژیکی خاک (Walters, 2008) و بهبود این ویژگی‌ها باعث افزایش خصوصیات رشد و اجزای عملکرد نخود شده است.

اثر تیمار بقایای آفتابگردان بر عملکرد بیولوژیکی و دانه نخود معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴)؛ به‌طوری‌که با افزایش مصرف بقایای آفتابگردان از صفر تا ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیکی و دانه به‌ترتیب برابر با ۳۵ و ۳۷ درصد افزایش یافتند.

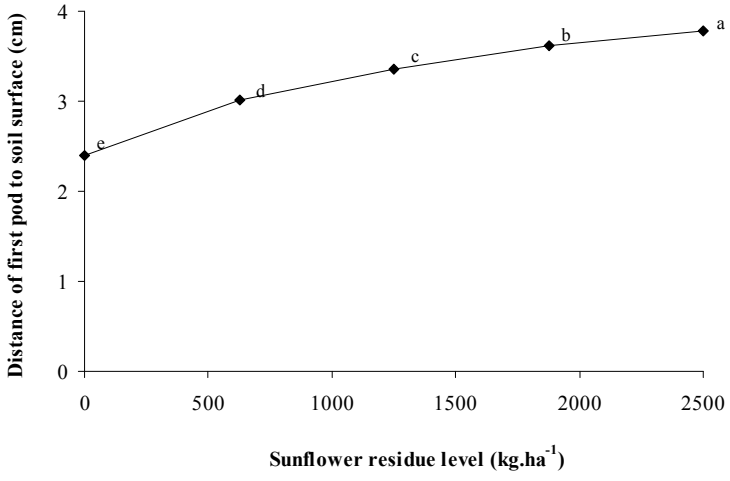


شکل ۳- اثر میزان بقایای آفتابگردان بر ارتفاع ساقه اصلی نخود

Fig. 3. Effect of sunflower residue levels on main stem height of chickpea

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل، براساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($p\leq$۰/۰۵).

Means with different letters for each figure have significant difference according to $LSD_{5\%}$.



شکل ۴- اثر میزان بقایای آفتابگردان بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک نخود

Fig. 4. Effect of sunflower residue levels on first pod distance to the soil in chickpea

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل، براساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند ($p\leq$۰/۰۵).

Means with different letters for each figure have significant difference according to $LSD_{5\%}$.

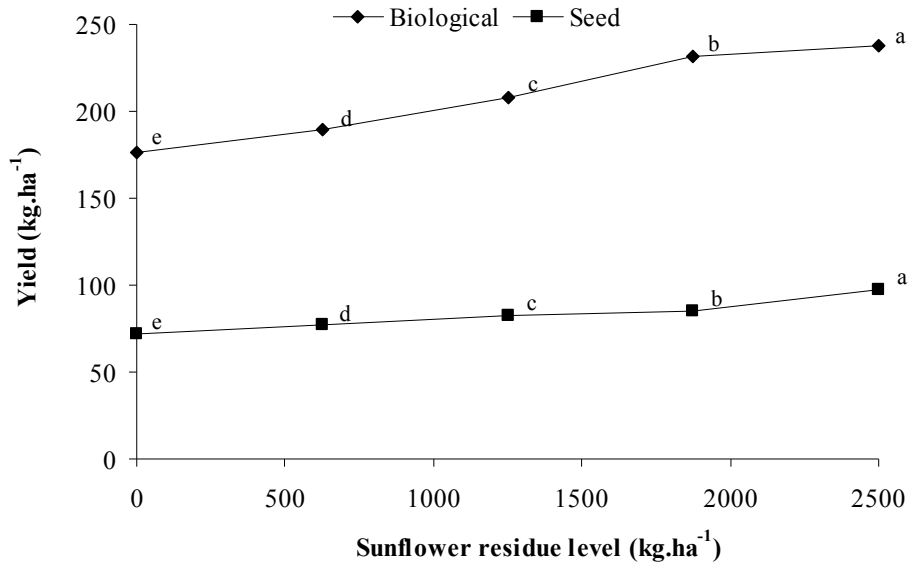
جدول ۵- مقایسه میانگین اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر میزان بقایای آفتابگردان

Table 5. Mean comparison for yield components of chickpea affected by sunflower residue levels

وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100-seed weight (g)	دانه (تعداد در بوته) Seed (No.plant^{-1})	غلاف (تعداد در بوته) Pod (No.plant^{-1})	شاخه فرعی (تعداد در بوته) Branch (No.plant^{-1})	مقدار بقایای آفتابگردان (درصد) Sunflower residue level (kg.ha^{-1})
19.10e	4.98e	6.42e	2.13e	0
20.28d	6.90d	9.74d	2.65d	625
22.45c	8.35c	11.74c	3.16c	1250
25.06b	10.88b	13.25b	3.98b	1875
27.00a	12.64a	14.86a	4.67a	2500

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD ندارند (p≤۰/۰۵).

Means with different letters in each column have not significant difference according to $LSD_{5\%}$.



شکل ۵- اثر میزان بقایای آفتابگردان بر عملکرد بیولوژیکی و دانه نخود

Fig. 5. Effect of sunflower residue levels on biological and seed yield of chickpea

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل، براساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with different letters for each figure have significant difference according to $LSD_{5\%}$.

بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی و دانه به‌ترتیب با ۲۳۷/۹ و ۹۷/۲ کیلوگرم در هکتار به تیمار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایا اختصاص داشت (شکل ۵).

به نظر می‌رسد که کاهش جمعیت علف‌های هرز تحت تأثیر افزایش تأثیر خاصیت دگرآسیبی بقایای گیاهی باعث بهبود خصوصیات رشد نخود شده است که در نتیجه این امر، بهبود عملکرد نخود را به دنبال داشته است. نتایج برخی مطالعات (Akintoye *et al*., 2005; Hudu, *et al*., 2002) نشان داده است که عملکرد گیاهان با افزایش مصرف بقایای گیاهی تا ۷/۵ تن در هکتار افزایش یافت. Ngouagio & Mennan (2005) اظهار نمودند که کاشت گیاهان پوششی زمستانه و بهاره از قبیل چاودار و سودان‌گراس و برگرداندن بقایای این گیاهان به خاک را می‌توان به‌عنوان راهکاری پایدار برای بهبود عملکرد خیار (*Cucumis sativus* L.) مدنظر قرار داد. این محققان دلیل این امر را به کاهش جمعیت علف‌های هرز تحت تأثیر آزادسازی مواد دگرآسیب از این گونه‌ها نسبت دادند. همچنین در کشت آفتابگردان، اثر سطوح بقایای گندم بر زیست‌توده، ارتفاع و عملکرد آفتابگردان معنی‌دار گزارش شد؛ به‌طوری‌که مصرف ۲۵۰۰ کیلوگرم بقایا، باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد شد (Hosseini *et al*., 2011). علاوه بر این، به نظر می‌رسد که تعدیل درجه حرارت و حفظ محتوی رطوبتی خاک (Schonbeck *et al*., 1998a) از طریق افزایش فعالیت میکروبی و فراهمی مواد غذایی موجب بهبود رشد و عملکرد نخود شده است (Schonbeck *et al*., 1998b; Dahiya *et al*., 2007). Glab & Kulig (2008) نیز بیان کردند که مالچ‌ها می‌توانند با بهبود خصوصیات فیزیکی خاک

به‌ویژه بهبود خلل و فرج و افزایش منافذ خاک موجب بهبود عملکرد گردند. این محققان همچنین رابطه بین خلل و فرج و عملکرد را مثبت و معنی‌دار گزارش نمودند. بدین ترتیب، می‌توان مصرف بقایای گونه‌های دگرآسیب نظیر آفتابگردان را برای ممانعت از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز و بهبود رشد و عملکرد گونه‌های زراعی نظیر نخود مدنظر قرار داد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف مقادیر مختلف بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان جمعیت، تراکم و تنوع علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار داد؛ به‌طوری‌که افزایش مصرف بقایای گیاهی به دلیل دارا بودن خاصیت دگرآسیبی، مانع جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز شد که این امر در نتیجه کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز را موجب گردید. افزودن بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان به خاک، علاوه بر کاهش رشد علف‌های هرز، با تأثیر بر خصوصیات خاک، خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد نخود را تحت تأثیر قرار داد؛ به‌طوری‌که بالاترین میزان رشد رویشی و عملکرد نخود برای مقدار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای اندام‌های هوایی آفتابگردان به‌دست آمد. بدین ترتیب، در راستای دستیابی به اصول کشاورزی پایدار می‌توان مصرف بقایای اندام‌های آفتابگردان را برای کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد نخود به‌عنوان یکی از حبوبات مهم و ارزشمند مدنظر قرار داد.

منابع

1. Akintoye, H.A., Agbeyi, E.O., and Olaniyan, A.B. 2005. The effect of live mulches on tomato (*Lycopersicon esculentum*) yield under tropical conditions. J. Sustain Agric. 26: 27-37.
2. Bernat, W., Gawronska, H.F., and Janowiak, S.W. 2004. The effect of sunflower allelopathics on germination and seedlings vigor of wheat and mustard. Zeszo porobt. Post. Nauk roln. 496: 289-299
3. Cecile, B., Xiaohan, Y., and Leslie, A.W. 2003. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. Plant and Soil 256: 67-83.
4. Clapp, C.E., Allmaras, R.R., Layese, M.F., Linden, D.R., and Dowdy, R.H. 2000. Soil organic carbon and 13-C abundance as related to tillage, crop residue, and nitrogen fertilizer under continuous corn management in Minnesota. Soil Till. Res. 55: 127-142.
5. Connick, W.J., Bradow, J.M., and Legendre, M. 1989. Identification and bioactivity of volatile allelochemicals from amaranth residues. J. Agric. Food Chem. 37: 792-796.
6. Dahiya, R., Ingwersen, J., and Streck, T. 2007. The effect of mulching and tillage on water and temperature regimes of a loess soil: experimental findings and modeling. Soil Till Res. 96: 52-63.
7. Dayan, F.E., Cantrell, C.L., and Duke, S.O. 2009. Natural products in crop protection. Bioorg Med. Chem. 17: 4022-4034.
8. Edwards, J.H., Wood, C.W., Thurlow, D.L., and Ruf, M.E. 1992. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a hapludult soil. Soil Sci. Soci. Ame. J. 56: 1577-1582.
9. Elahi, S., Sadrabadi Haghighi, R., and Alimoradi, L. 2010**.** Evaluation of special, functional and structural diversity of weeds community in pistachios (*Pistacia vera* L.) orchards of Bardaskan County. Agroecology 2(4): 574- 586. (In Persian with English Summery).
10. FAO (Food and Agricultural Organization). 2012. FAOSTAT database for agriculture. Available online at: http://faostat.fao.org/faostat/collection?subset=agriculture.
11. Gaur, P.M., Tripathi, S., Gowda, C.L.L., Ranga Rao, G.V., Sharma, H.C., Pande, S., and Sharma, M. 2010. Chickpea Seed Production Manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Res. Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.
12. Ghiazdowsk, A., Oracz, K., and Bogatek, R. 2007. Phytotogenic effect of Sunflower leaf extracts on germinating mustard seeds. Allelo J. 19(1): 54.
13. Ghorbani, R., Khorramdel, S., Asadi, G.A., and African, R. 2014. Evaluation the effect of weed management strategies on dynamic of seed bank and spinach yield. Iran. J. Crop Prod. In Press. (In Persian with English Summary).
14. Glab, T., and Kulig. B. 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum* L.). Soil Till Res. 99: 169-178

15. Gliessman, S.R. 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press 357 pp.
16. Hosseini, M., Zamani, G.R., Mohammad Alizadeh, H., and Eslami, S.V. 2011. Evaluation effect of different wheat residue and sunflower densities on growth and yield of sunflower. Electronic J. Crop Prod. 4(3): 37-53. (In Persian with English Summery).
17. Hudu, A.I., Futuless, K.N., and Gworgwor, N.A. 2002. Effect of mulching intensity on the growth and yield of irrigated tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and weed infestation in semi- arid zone of Nigeria. J. Sus Agric. 21(1): 37-45.
18. Koeppe, D.E., Southwick, L.M., and Bittell, J.E. 1976. The relationship of tissue chlorogenic acid concentrations and leaching of phenolics from sunflowers grown under varying phosphate nutrient conditions. Can. J. Bot. 54: 593-599.
19. Kumar, K., and Goh, K.M. 2000. Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield and nitrogen recovery. Adv. Agron. 68: 197-319.
20. Martens, D.A. 2000. Plant residue biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration. Soil Biol. Biochem. 32: 361-369.
21. Menalled, F., Gross, K., and Hammond, M. 2001.Weed aboveground and seed bank community responses to agricultural management systems. Ecological Applications, 11: 1586-1601.
22. Ngouagio, M., and Mennan, H. 2005. Weed populations and pickling cucumber (*Cucumis sativus*) yield under summer and winter cover crop systems. Crop Protec. 24: 521-526.
23. Noruzzadeh, S., Rashed Mohasel, M.H., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Abbas Pour, M. 2009. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat fields of Northern, Southern and Razavi Khorasan provinces. Iran J. Field Crops Res. 6: 471-485. (In Persian with English Summery).
24. Orooji, K., Khazaei, H.R., Rashed Mahasel, M.H. Ghorbani, R., and Azizi, M. 2008. Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and initial growth of redroot pigweed *(Amaranthus retroflexus)* and common lambsquarter (*Chenopodium album*). J. Plant Prot. 22(2): 119-128. (In Persian with English Summary).
25. Putnam, A.R., and Defrank, J. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop Prot. 2: 173.
26. Sandhu, K. 1997. Allelopathic Interactions of Crops. Final Technical Report. US-India Fund. Ludhiana, India.
27. Schonbeck, W.M., and Evanylo, G.K. 1998a. Effects of mulches on soil properties and tomato production I. Soil temperature, soil moisture and marketable yield. J. Sus Agric. 13(1): 55-81.
28. Seyed Sharifi, R., Farzaneh, S., and Seyed Sharifi, R. 2007. Comparison of chemical control and allelopathic effect of weeds in chickpea under rainfed conditions. Iran. J. Biol. 20(4): 334-343. (In Persian with English Summary).
29. Teasdale, J.R., Beste, C.E., and Potts, W.E. 1991. Response of weeds to tillage and cover crops residue. Weed Sci. 39: 195-199.
30. Walters, S.A. 2008. Production method and cultivar effects on garlic over-wintering survival, bulb quality, and yield. Hort. Tech. 286-289.
31. Wilson, R.E., and Rice, E.L. 1968. Allelopathy as expressed by *Helianthus annuus* and its role in old field succession. Bull. Torrey Bot. Club 95: 432-44.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 151-163

Impact of sunflower (*Helianthus annuus*) residue levels on characteristics of weed population and yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*)

Asadi[1], G.A., Khorramdel[1*], S. & Mahmoudi[2], G.

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferodwsi University of Mashhad

2- PhD. student in Weed Science, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferodwsi University of Mashhad

Received: 28 November 2014
Accepted: 20 April 2015

Introduction

Weeds deprive the crop plants from limited available nutrients, space, light, and moisture. Hence, the physiological activities and growth of crops are negatively affected in the presence of weeds. Ultimately, poor crop productivity is the result of weed-crop competition. Allelopathy is primarily based on the ability of certain plant species to produce secondary chemical compounds, which exert some sorts of biological effects on other organisms (Waller, 2004). It is biochemical interaction between individuals and ecological communities systems. Allelopathic compounds are released into the soil through root exudation, leaching by dews and rains, volatilization and decaying different plant tissues in soil (Rice, 1984). The transport of allelochemicals to target weed species is facilitated by microorganisms. Allelochemicals also, promote the activities of soil microbes, which pose a positive effect on crop plants. In many cases, these compounds inhibit the germination or growth of neighboring plants (Ebana *et al.,* 1981) and affect plant populations (Chase *et al.,* 1991).

Sunflower contains water-soluble allelochemicals that inhibit the germination and growth of other species (Sadeghi *et al.,* 2010), and could be used in weed management programs. Orooji *et al.* (2008) evaluated allelopathic potential of sunflower on redroot pigweed and common lambsquarter in the laboratory and greenhouse experiments. Ashrafi *et al.* (2008b) studied the allelopathic effects of sunflower on germination and growth of wild barley.

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is the third most important legume worldwide. It is predominantly grown as a post-rainy season crop on conserved soil moisture and experiences progressive terminal drought stress with varying intensity. Chickpea is a weak competitor against weeds and availability of post–emergence herbicides particularly against broad-leaf weeds is limited (Solh & Palk, 1990).

Materials and Methods

In order to study the effect of sunflower residue levels on population, density, dry weight and diversity of weeds and yield components, biological yield and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.), an experiment was performed based on a randomized complete block design with four replications at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad during 2013. Treatments included application of zero, 625, 1250, 1875 and 2500 kg.ha^{-1} sunflower residues. Traits such as density, dry weight and Shannon-Wiener diversity index of weeds at two sampling stages, height of main stem, distance of first pod to soil surface, number of branches, pods and 100-seed weight, biological yield and grain yield of chickpea were measured.

Results and Discussion

The results indicated that 14 weed species belong to 10 families were observed at two sampling stages. Poaceae was the most dominant family amongst these. The effect of sunflower residue levels was significant ($p\leq0.01$) on weed density and dry weight and Shannon-Wiener diversity index at two sampling stages. Increasing the residue level considerably declined the density and dry weight of weeds. At the first and second sampling stages, the lowest Shannon-Wiener index was recorded at 2500 kg sunflower residue ha^{-1} with 0.2 and 0.03, respectively. Moreover, growth characteristics, yield components and yield of chickpea

* **Corresponding Author:** khorramdel@um.ac.ir

were significantly affected by sunflower residue levels ($p \leq 0.01$). The maximum biological yield and grain yield were observed in 2500 $kg.ha^{-1}$ sunflower residue with 237.9 and 97.2 $kg.ha^{-1}$, respectively. It seems that the application of increased residue levels of sunflower through decreasing weed growth and improvement of soil characteristics has resulted in an enhanced growth and yield of chickpea. So, in order to achieve the principles of sustainable agriculture, the application of sunflower residues could be considered for weed control and yield enhancement of chickpea as an important and valuable legume.

Conclusions

Allelopathic crops express their allelopathic activity through exudation of allelochemicals. Growing allelopathic crop may become an important way to suppress weeds, especially So the use of allelopathic plant residues as mulches are important ways that can be practiced for economical, environment friendly weed management in agricultural systems. The allelopathic potential of crops is desired to be strengthened using conventional and modern plant breeding techniques.

Key words: Allelophaty, Chickpea, Shannon-Wiener index, Soil characteristics improvement, Sustainable agriculture

نشریه پژوهش های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی-پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
مشخصات داوران جلد۶، شمارهٔ۲، نیمهٔ دوّم۱۳۹۴
(به‌ترتیب حروف الفبا)

دکتر	قربانعلی	اسدی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سید وحید	اسلامی	دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
دکتر	یحیی	امام	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
دکتر	عباس	بیابانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد
دکتر	مهدی	پارسا	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	مریم	جانعلی‌زاده	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (دانشجوی دکتری)
دکتر	محمد	جلینی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی خراسان رضوی (مشهد)
دکتر	فرزاد	حسین‌پناهی	دانشگاه کردستان
دکتر	حمیدرضا	خزاعی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	حمیدرضا	درّی	ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا- خمین
دکتر	مهدی	راستگو	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	شهرام	رضوان	دانشگاه آزاد دامغان
دکتر	حمید	زارع ابیانه	دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان
دکتر	فرهاد	شکوهی‌فر	پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	محسن	عدالت	دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
دکتر	الهام	عزیزی	گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور سبزوار
دکتر	حمیدرضا	عیسوند	دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
دکتر	همایون	کانونی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی کردستان
دکتر	مرتضی	گلدانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	علی	گنجعلی	دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر	سیدکریم	موسوی	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان
دکتر	امین	میرشمسی کاخکی	دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

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

فُرم اشتراک

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

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

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

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

.....

نشانی دقیق پُستی: .....

.....

.....

.....

تلفن (با کُد شهرستان): .....

تلفن همراه: .....

نمابر: .....

نحوه اشتراک:

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

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

تاریخ: امضاء:

Iranian Journal of
Pulses Research

List of Articles
Vol. 6, No. 2, 2015

Title	Author(s)	Page
• **Assessment of relationship between chickpea genotypes from ICARDA with a western Iranian landrace (Bivanij)**	Rahimi, R., Nazarian-Firouzabadi, F. & Ismaili, A.	**9**
• **Study of pulse crops biodiversity in agroecosystems of Iran**	Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Najibnia, S., Lalehgani, B. & Porsa, H.	**19**
• **Effect of salicylic acid pretreatment and various planting depths on emergence and some morpho-physiological characteristics of lentil**	Biabani, A., Azarnia, M., Saboori, H. & Gholamalipour Alamdari, E.	**31**
• **The effect of delay sowing dates on physiological characteristics of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in Khouzestan Ramin**	Hasanvand, H., Siadat, S.A., Moraditelavat, M.R., Mousavi, S.H. & Karaminejad, A.H.	**47**
• **The effect of Zice fertilizer on some physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under water stress**	Dadkhah, N., Ebadi, A., Parmoon, Gh., Gholipoori, A. & Jahanbakhsh. S.	**59**
• **Evaluation of yield, yield components and different intercropping indices in mixed and row intercropping of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**	Nurbakhsh, F., Koocheki, A. & Nassiri Mahallati, M.	**73**
• **Determination of lentil crop coefficients and water requirement using water balance method (case study: Khorram Abad)**	Saremi, M., Farhadi, B., Maleki, A. & Farasati, M.	**87**
• **Evaluation of irrigation cut off effect at flowering stage on yield and yield components of cowpea genotypes**	Hosseinian, S.H. & Majnoon Hosseini, N.	**99**
• **Evaluation of effect of late season water stress on genotypes of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**	Dashtaki, M., Mohammad Ali Pour Yamchi, H. & Bihamta, M.R.	**109**
• **Screening for drought stress tolerance in cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* L.)**	Mafakheri, Kh., Bihamta, M.R. & Abbasi, A.R.	**123**
• **The effects of integrated management on yield, yield components and weed control of Chiti bean**	Hidari, S., Sajedi, N.A. & Madani, M.J.	**139**
• **Impact of sunflower (*Helianthus annuus* L.) residue levels on characteristics of weed population and yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.)**	Asadi, G.A., Khorramdel, S. & Mahmoudi, G.	**151**

Iranian Journal of Pulses Research

A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 6, No. 2, 2015

Published by: Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Editor in Charge: Dr. Mohammad Kafi
Editor in Chief: Dr. Ahmad Nezami
Executive Director: Hassan Porsa (MSc.)

Editorial Board:

Alireza Afsharifar
Associate Professor, Shiraz University

Ahmad Arzani
Professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology (IUT)

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

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

Mohammad Galavi
Associate Professor, Zabol University

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

Ali Ganjeali
Associate Professor, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Gholam Hossein Haghnia
Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Mohammad Kafi
Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Nasser Majnoun Hosseini
Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Hossain Massumi
Associate Professor, University of Shahid Bahonar Kerman

Ahmad Moieni
Associate Professor, Tarbiat Modares University

Ahmad Nezami
Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Hadi Ostovan
Professor, College of Agricultural Sciences, Shiraz Branch, Islamic Azad University

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

Editor: Hassan Porsa (MSc.); Zahra Taheri (MSc.)
Assistant: Talachian, Asadi, Mirshah-Velay
Circulation: 50

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; Shiraz Branch, Islamic Azad University; Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

This journal is indexed in: Islamic World Science Citention Center (http://www.isc.gov.ir); Iranian Journals Database (http://www.magiran.com); 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.:** +98-51-38804801 & 38804812**; Fax:** +98-51-38807024;
E-mail: ijpr@um.ac.ir; **Web Site:** http://rcps.um.ac.ir; http://ijpr.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. 6 (2) December 2015

• **Assessment of relationship between chickpea genotypes from ICARDA with a western Iranian landrace (Bivanij)**	Rahimi, R., Nazarian-Firouzabadi, F. & Ismaili, A.
• **Study of pulse crops biodiversity in agroecosystems of Iran**	Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Najibnia, S., Lalehgani, B. & Porsa, H.
• **Effect of salicylic acid pretreatment and various planting depths on emergence and some morpho-physiological characteristics of lentil**	Biabani, A., Azarnia, M., Saboori, H & Gholamalipour Alamdari, E.
• **The effect of delay sowing dates on physiological characteristics of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in Khouzestan Ramin**	Hasanvand, H., Siadat, S.A., Moraditelavat, M.R., Mousavi, S.H. & Karaminejad, A.H.
• **The effect of Zice fertilizer on some physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under water stress**	Dadkhah, N., Ebadi, A., Parmoon, Gh., Gholipoori, A. & Jahanbakhsh. S.
• **Evaluation of yield, yield components and different intercropping indices in mixed and row intercropping of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**	Nurbakhsh, F., Koocheki, A. & Nassiri Mahallati, M.
• **Determination of lentil crop coefficients and water requirement using water balance method (case study: Khorram Abad)**	Saremi, M., Farhadi, B., Maleki, A. & Farasati, M.
• **Evaluation of irrigation cut off effect at flowering stage on yield and yield components of cowpea genotypes**	Hosseinian, S.H. & Majnoon Hosseini, N.
• **Evaluation of effect of late season water stress on genotypes of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**	Dashtaki, M., Mohammad Ali PourYamchi, H. & Bihamta, M.R.
• **Screening for drought stress tolerance in cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* L.)**	Mafakheri, Kh., Bihamta, M.R. & Abbasi, A.R.
• **The effects of integrated management on yield, yield components and weed control of Chiti bean**	Hidari, S., Sajedi, N.A. & Madani, M.J.
• **Impact of sunflower (*Helianthus annuus* L.) residue levels on characteristics of weed population and yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.)**	Asadi, G.A., Khorramdel, S. & Mahmoudi, G.