



ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط محدودیت آب انتهای فصل

سمیه سهیلی موحد^{۱*}، محمد علی اسماعیلی^۲، فرهاد جباری^۳ و عقیل فولادی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۰۴

سهیلی موحد، س.، اسماعیلی، م.ع.، جباری، ف.، و فولادی، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*) در شرایط محدودیت آب انتهای فصل. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۲): ۴۳۳-۴۴۴.

چکیده

لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) گیاهی حساس به تنش خشکی است، در عین حال در این گیاه از لحاظ مقاومت به خشکی تنوع ژنتیکی مشاهده می‌شود. به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا چیتی کشت شده در استان زنجان، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان، در سال ۱۳۹۱ به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار، انجام شد. سطوح آبیاری (شاهد و تنش خشکی) در کرت‌های اصلی و ارقام لوبیا چیتی (محلی خمین، صدری، Ks21193 و Ks21189) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل تنش در ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود، تنها استثنا در صفت عملکرد بیولوژیک بود که میان ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تنش خشکی تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را کاهش داد. یافته‌ها نشان داد که در شرایط تنش خشکی بیشترین تعداد غلاف در بوته (۹/۲)، تعداد دانه در غلاف (۲/۹۱)، عملکرد دانه (۷۴۱/۶ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۲۸۵۷ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۲۷/۳۱ درصد) متعلق به ژنوتیپ Ks21189 بود. همچنین این ژنوتیپ افت کمتری از نظر صفات مذکور در شرایط محدودیت آب داشت. بنابراین، پایداری بیشتری در شرایط تنش کم-آبی نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها نشان داد. لذا به نظر می‌رسد می‌توان آن را به عنوان ژنوتیپ محتمل به تنش کمبود آب معرفی کرد. ژنوتیپ صدری با کاهش عملکرد ۸۰/۱۸٪ حساسترین ژنوتیپ به کمبود آب بود. بررسی ضرایب همبستگی، نشانگر همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه می‌باشد. به عبارت دیگر ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی عملکرد بیولوژیک بالاتری دارند، تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف بیشتری تولید کرده و نهایتاً عملکرد بالاتری دارند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، Ks21189

مقدمه

باشد که سهم عمده‌ای در رژیم غذایی انسان دارد و تأمین‌کننده بخش مهمی از پروتئین مورد نیاز انسان است. مقدار پروتئین حبوبات حدود دو تا چهار برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر گیاهان غده‌ای است. طبق آمار موجود، سطح زیر کشت حبوبات در ایران حدود ۹۷۳۰۰ هکتار بوده و مجموع تولید آن در حدود ۲۰۸۳۵۰ تن دانه می‌باشد (Anonymous, 2006). با توجه به قرار گرفتن ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک جهان، توجه به اثرات تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد گیاه ضروری به نظر می‌رسد. خشکی یا تنش کمبود آب مهم-

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهمترین حبوبات می-

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل (*- نویسنده مسئول: Email: Somayyeh_soheili@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jag.v9i2.45184

در گیاهانی مانند لوبیا اجزای عملکرد دانه را تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن متوسط دانه تشکیل می‌دهند (Santos et al., 2006). اهمیت هر یک از اجزاء در تعیین عملکرد از آزمایشی به آزمایش دیگر متفاوت گزارش شده است (Shenkut & Brick, 2003). چانگ و گلدن (Chung & Goulden, 1971) تعداد کل غلاف در بوته را مهمترین خصوصیت تعیین‌کننده عملکرد لوبیا گزارش کردند، درحالی‌که سایر محققان علاوه بر آن، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه را نیز در تعیین عملکرد مهم دانسته‌اند (Singh, 1999). در آزمایشات دیگر نیز تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از مهمترین اجزای عملکرد شناخته شده‌اند (Khoshvaghti, 2006). هدف این آزمایش، تعیین بهترین زمان آبیاری و بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا چیتی به تنش کمبود آب و همچنین اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد لوبیا بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، واقع در پنج کیلومتری جاده زنجان-تبریز در سال ۱۳۹۱ انجام شد. در این تحقیق از چهار رقم لوبیا چیتی استفاده شد. خاک مزرعه محل آزمایش از نوع لوم رسی با اسیدیته ۸/۱۸ بود.

ترین عامل محیطی است که اثرات شدید منفی بر عملکرد محصولات کشاورزی در سراسر جهان دارد، به‌خصوص هنگامی که تنش آب در مرحله رشد زایشی رخ دهد، تولید محصول را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pareek et al., Selote & Khana-Chopra, 2004). لوبیا گیاهی با رشد سریع است (Tran & Singh, 2002); بنابراین باید آب کافی خاک در دسترس باشد تا رشد و عملکرد مطلوب آن تأمین شود (Khoshvaghti, 2006). تجمع ماده خشک به‌عنوان یک صفت مهم برای حصول عملکرد بالا در حبوبات مورد توجه است (Saxena et al., 1990). تفاوت معنی‌داری در تجمع ماده خشک بین ارقام مختلف لوبیا که تحت تنش رطوبتی متوسط تا شدید قرار داشتند، گزارش شده است (Rosales-Serna et al., 2002). اغلب یک همبستگی مثبت و قوی بین کل ماده خشک تولیدی و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی مشاهده گردیده است (Shenkut & Brick 2003). بر اساس گزارش چاوز و همکاران (Chavez et al., 2002)، علاوه بر تجمع ماده خشک، تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های مختلف گیاه در تعیین عملکرد اقتصادی بسیار مهم است. تنش رطوبتی باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد دانه لوبیا می‌شود، البته مقدار کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد مطالعه، متفاوت است (Shenkut & Brick, 2003; Frahm et al., 2004). غالباً کاهش عملکرد در لوبیا، به اثر آن بر اجزای عملکرد نسبت داده می‌شود (Gebeyehu, 2006).

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

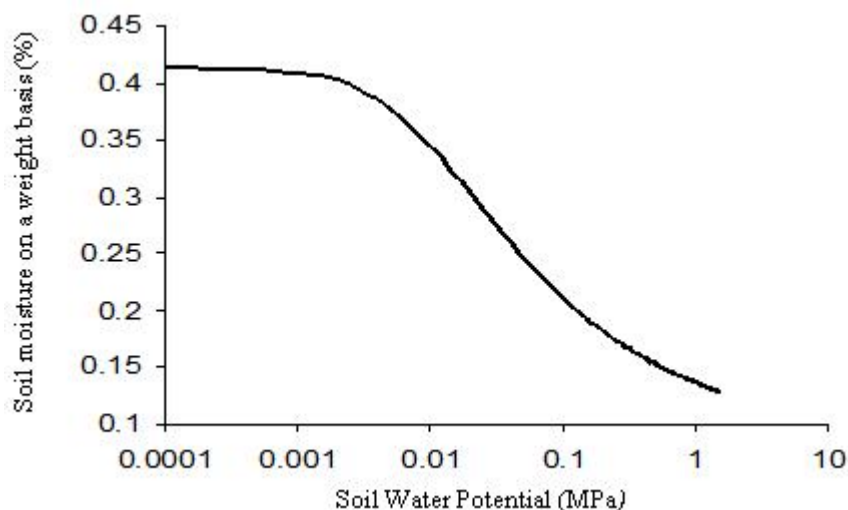
Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental location

پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	اسیدیته (pH)	ماده آلی (درصد) Organic material (%)
266	5.6	0.07	42	27	31	8.18	1.21

بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از نشت آب از کرت‌های تحت آبیاری و جوی‌ها به سایر کرت‌ها، بین آن‌ها ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. جهت مبارزه با علف‌های هرز، دو مرحله وجین دستی (همزمان با تنک کردن بوته‌ها و یک ماه پس از آن) انجام گرفت. طرح آزمایشی مورد استفاده کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار بود. سطوح آبیاری (شاهد و تنش خشکی) در کرت‌های

زمین محل اجرای آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۰ شخم و در اواخر اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ دیسک زده شد. سپس با استفاده از لولر تسطیح و به‌صورت جوی و پشته درآمد. کود اوره باتوجه به آزمون خاک، به‌میزان ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، پتاس ۵۰ کیلوگرم K_2O در هکتار و فسفر نیز از منبع فسفات آمونیوم به‌میزان ۷۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار قبل از کاشت، به خاک اضافه گردید. عملیات کاشت در تاریخ ۱۰ خرداد ماه ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. فاصله دو

خاک آن به ۲- مگاپاسکال رسید. به‌همین منظور ابتدا منحنی رطوبتی خاک که رابطه بین درصد رطوبت خاک و پتانسیل آب خاک می‌باشد، در آزمایشگاه خاکشناسی ترسیم شد. در هنگام اعمال تنش بعد از نمونه‌برداری از خاک درصد رطوبت آن تعیین و از روی منحنی مذکور پتانسیل آب خاک تعیین شد.



شکل ۱- منحنی رطوبتی خاک محل انجام آزمایش

Fig. 1- Tested soil moisture curve

دقیق (با دقت ۰/۰۱ گرم) توزین و میانگین آن برای تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین شاخص برداشت عملکرد بخش اقتصادی (در مورد لوبیا چیتی، عملکرد دانه) هر کرت را بر عملکرد بیولوژیک (کل بیوماس بالای خاک) همان کرت تقسیم کرده و حاصل در ۱۰۰ ضرب شد.

نتایج حاصل از عملکرد و اجزای عملکرد دانه با استفاده از نرم-افزار SAS 9.0 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش، رقم و اثرات متقابل تنش در رقم در سطح یک درصد برصفت تعداد غلاف در بوته معنی-دار است (جدول ۲). بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) رقم صدری در تیمار آبیاری نرمال با میانگین ۱۶/۴۷ غلاف در بوته بیشترین و در شرایط تنش خشکی با کاهش چشمگیر ۷۲/۵۵ درصد

اصلی و ارقام لوبیا چیتی (محلّی خمین، صدری، Ks21193 و Ks21189) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت صورت گرفت و همه کرت‌ها تا مرحله گلدهی طبق روال منطقه آبیاری شدند. بعد از مرحله گلدهی اعمال تنش آغاز گردید. تیمار تنش در صورتی آبیاری شد که پتانسیل آب

تیمار شاهد نیز بر حسب روال معمول آبیاری شد. برای اندازه-گیری کلیه صفات آزمایشی، از دو خط کناری هر کرت و از هر کرت، از نیم متر اول و آخر برای حذف اثر حاشیه‌ای چشم‌پوشی شد و از قسمت‌های باقیمانده نمونه‌برداری انجام گرفت.

نمونه‌برداری به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد در انتهای دوره رشد و رسیدگی نهایی انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه از سه خط وسط کرت با رعایت اصول نمونه‌برداری بوته‌های موجود در مساحت دو مترمربعی به‌صورت کف‌بر برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری شد. مقادیر به‌دست‌آمده برای انجام محاسبات آماری به کیلوگرم در هکتار تبدیل شدند. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در غلاف، ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و تعداد دانه در غلاف مورد شمارش و میانگین آن‌ها مورد تجزیه آماری قرار گرفت. برای اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و میانگین تعداد غلاف‌ها محاسبه گردید. وزن صد دانه نیز با استفاده از سه نمونه دانه ۱۰۰ تایی از بذره‌های حاصل از عملکرد محاسبه گردید. بدین‌صورت که بذور با ترازوی

نسبت به آبیاری نرمال کمترین تعداد غلاف در بوته را در بین تیمارهای آزمایشی دارا بود. تعداد غلاف در بوته در ارقام محلی خمین، Ks21193 و Ks21189 به ترتیب ۴۰/۹۱، ۶۱/۹۸ و ۳۴/۳۸ درصد نسبت به آبیاری نرمال کاهش یافت. علت کاهش شدید تعداد غلاف در بوته، افزایش میزان ریزش گل و غلاف در فواصل زیاد آبیاری است. به طوری که در اثر تنش رطوبتی، طول دوره رویشی و زایش گیاهان کاهش یافته (De Souza et al., 1997; Wakrim et al., 2008; Meckle et al., 1984) و در نتیجه ساخت مواد فتوسنتزی نقصان پیدا کرده است و به علت کمی مواد فتوسنتزی، رقابت درون بوته‌ای افزایش یافته و نه تنها تعداد گل کمتری در هر بوته تشکیل شده، بلکه ریزش گل نیز زیاد شده و در نتیجه، تعداد غلاف کمتری در بوته ایجاد شده است. هرچند در این آزمایش میزان ریزش گل و غلاف اندازه‌گیری نشد؛ ولی با توجه به مشاهدات می‌توان ریزش گل‌ها و همچنین غلاف‌ها در مراحل اولیه تشکیل را یکی از علل اصلی کم بودن تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش دانست. البته تشکیل کمتر تعداد گل و غلاف را نباید از نظر دور داشت. در بوته‌های تحت این رژیم پس از هر نوبت آبیاری تعداد زیادی غلاف جدید تشکیل می‌شد ولی اغلب این غلاف‌ها در اثر تنش خشکی ناشی از زیاد بودن فواصل آبیاری دچار ریزش می‌شدند. به نحوی که در هنگام آبیاری بعدی فقط درصد کمی از این غلاف‌ها بر روی بوته باقی می‌ماندند. پژوهش زینلی قلی آباد (Zeinali Gholiabad, 1995) در مورد کاهش تعداد غلاف در بوته لوبیا چیتی در اثر تنش خشکی، نتایج آزمایش ما را تایید کرد. همچنین با توجه به رشد نامحدود بودن لوبیا هر چه گیاه در شرایط تنش زودتر برسد، تعداد غلاف کمتری فرصت ایجاد دارند. در آزمایشی دیگر بیان کردند که تعداد غلاف در گیاه لوبیا در مقایسه با تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری به تنش دارد (Loss & Siddique, 1997). کاهش ۵۳/۵۸ درصدی تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش نسبت به شرایط آبیاری مطلوب در مقایسه با کاهش ۲۸/۵۲ درصدی تعداد دانه در غلاف در این آزمایش با نتایج این تحقیقات مطابقت دارد. در این آزمایش همبستگی مثبت و معنی‌داری از نظر تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی ($r=0.94^{***}$) گزارش شد (جدول ۴). نتایج حاصل از اثرات متقابل آبیاری و رقم (جدول ۳) مؤید این مسئله است. بنابر اعتقاد بسیاری از محققین در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته مهمترین صفت در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیشترین همبستگی را با

عملکرد دانه دارا می‌باشد (Anld et al., 1988; Cox & Jolliff, 1986). در مطالعه‌ای دیگر رابطه علیت بین عملکرد اجزاء عملکرد لوبیا را تعیین و گزارش کردند که تعداد غلاف در گیاه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه دارا بوده است (Dimova & Svetleva, 1992). Duarte (1972) اعلام نمودند تعداد غلاف در گیاه روی وزن دانه به طور مستقیم و غیر مستقیم اثر زیادی دارد. براساس آزمایش لاس و سدیک (Loss and Siddique, 1997) بر روی باقلا (*Vicia faba L.*) مشخص گردید که میزان عملکرد این گیاه، با تعداد غلاف در واحد سطح همبستگی شدیدی دارد.

تعداد دانه در غلاف

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار از این نظر بین تیمارهای تنش و رقم در سطح یک درصد و اثر متقابل تنش در رقم در سطح پنج درصد بود (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تنش (جدول ۳) گویای آن بود که در شرایط آبیاری نرمال تمامی ارقام در یک گروه آماری قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها دیده نشد؛ ولی با این وجود رقم Ks21189 با میانگین ۳/۳۲ دانه در غلاف بیشترین مقدار را دارا بود. در شرایط تنش خشکی بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف به ترتیب به ارقام Ks21189 و صدی تعلق داشت. همچنین کاهش تعداد دانه در غلاف در ارقام محلی خمین، صدی، Ks21193 و Ks21189 به ترتیب ۲۰/۱۳، ۴۹/۰۵، ۳۲/۲۱ و ۱۲/۳۵ درصد نسبت به آبیاری نرمال مشاهده شد. پژوهش‌های نیلسون و نلسون (Nielsen & Nelsen, 1998) نشان می‌دهد که وقوع تنش خشکی در مرحله زایشی می‌تواند موجب کاهش تعداد دانه در غلاف‌های لوبیا گردد. علاوه بر این، در مورد تأثیر زمان اعمال تنش خشکی بر روی سویا (*Glycine max L.*) مشخص گردید که تنش‌های ابتدایی در مرحله پرشدن دانه موجب کاهش تعداد دانه در هر غلاف می‌گردد، در صورتی که تنش‌های انتهایی در همین مرحله، وزن دانه را کاهش می‌دهد (Desclaux & Roumet, 1996).

بوترا و ساندرز (Boutraa & Sanders, 2001) گزارش کردند که تعداد دانه در غلاف گیاه لوبیا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری قرار نگرفت. نتایج این پژوهشگران نشان داد که در گیاه لوبیا تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر ژنوتیپ قرار دارد و تحت تأثیر محیط قرار

نمی‌گیرد (Khoshvaghti, 2006).

همبستگی بالای تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی ($r=0.93^{**}$) مشاهده شد (جدول ۴). آگوستا-گالگوست و همکاران (Acosta-Gallegos et al., 1984) بیان کردند که ارقامی که دارای بیشترین عملکرد در شرایط تنش بوده‌اند بیشترین تعداد دانه در غلاف را نیز دارا بوده‌اند

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش و اثرات متقابل تنش در رقم در سطح یک درصد و اثر ارقام در سطح پنج درصد، بر وزن صد دانه معنی‌دار است (جدول ۲). بیشترین و کمترین میانگین وزن صد دانه در تیمار آبیاری نرمال به ترتیب در ارقام صدی (۴۸/۵۵ گرم) و محلی خمین (۳۲/۳۱ گرم) مشاهده شد. لاین Ks21189 در تیمار تنش، کمترین وزن صد دانه (۲۹/۶۲ گرم) را به خود اختصاص داد (جدول ۳). دلیل این موضوع زیاد بودن تعداد دانه در غلاف و همچنین تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپی مثل لاین Ks21189 می‌باشد که باعث کاهش مواد تخصیص یافته به هر دانه می‌گردد. کاهش وزن صد دانه در اثر تنش خشکی می‌تواند نتیجه کاهش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر تنش رطوبتی (Wakrim et al., 2005; De Souza et al., 1997) باشد که باعث کوتاه‌شدن طول دوره مؤثر پرشدن دانه و نیز کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی شده و در نهایت، موجب تقلیل وزن صد دانه در تیمارهای تنش گردید. لاس و سدیک (Loss & Siddique, 1997) در آزمایش خود بر روی باقلا، کاهش وزن صد دانه را بر اثر تنش خشکی گزارش دادند. این کاهش را بررسی‌های گرزسیاک و همکاران (Grzesiak et al., 1989) و سالمی و همکاران (Salemi et al., 2015) نیز تأیید کرده‌اند. عدم همبستگی وزن صد دانه با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی (جدول ۴) نشان داد که تلاش برای افزایش عملکرد از طریق افزایش وزن صد دانه مناسب نیست.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح تنش، رقم و اثر متقابل تنش در رقم از لحاظ عملکرد دانه بود (جدول ۲)، به طوری که عملکرد دانه نسبت به تنش واکنش منفی نشان داده و در شرایط تنش از مقدار آن کاسته شد. بر

اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش در رقم (جدول ۳)، صدی در شرایط آبیاری نرمال با میانگین عملکرد ۲۵۳۸/۳۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و محلی خمین با میانگین ۱۳۶۵/۲ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. میزان کاهش عملکرد در شرایط تنش نسبت به آبیاری نرمال در ارقام محلی خمین، صدی، Ks21193 و Ks21189 به ترتیب ۵۱/۰۱، ۸۰/۱۸، ۶۲/۷۴ و ۵۶/۸۱ درصد مشاهده شد. ارقام Ks21189 و محلی خمین دارای بالاترین عملکرد در شرایط تنش خشکی بودند و پایداری بیشتری نیز نسبت به کم‌آبی نشان دادند. سایر محققان (Samarah, 2005; Fanaei et al., Mayek-Pere et al., 2002; Kisman, 2003; 2017) در آزمایش‌های خود تأثیر کمبود آب در طول دوره رشد گیاه به‌ویژه در مرحله تشکیل و پر شدن دانه را بر عملکرد آن مورد تأیید قرار داده‌اند.

نتایج حاصل از پژوهش خوشوقتی (Khoshvaghti, 2006) نیز مؤید نتایج ما می‌باشد. به اعتقاد وی کاهش معنی‌دار عملکرد دانه تحت تنش خشکی می‌تواند از کاهش درصد سبز زمین در هنگام گلدهی، پایین بودن دوره مؤثر پر شدن دانه‌ها و در نتیجه کاهش تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه بر اثر کمبود آب ناشی گردد. به نظر او دلیل اصلی پایین بودن عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی کاهش تعداد نیام در بوته می‌باشد. شن‌کات و بریک (Shenkut & Brick, 2003) و فرام و همکاران (Frahm et al., 2004) نیز گزارش کردند که تنش رطوبتی باعث کاهش عملکرد دانه لوبیا می‌شود، اما کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد استفاده ممکن است بسیار متفاوت باشد.

تیران و سینگ (Teran & Singh, 2002) در بررسی ۳۶ ژنوتیپ لوبیا چیتی گزارش کردند که در اثر تنش خشکی، عملکرد دانه ۵۳ درصد، وزن صد دانه ۱۳ درصد و تعداد روز تا رسیدگی ۳ درصد کاهش یافت.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف معنی‌داری در مورد اثرات اصلی تیمارهای آبیاری و اثرات متقابل آبیاری در رقم در سطح یک درصد بر عملکرد بیولوژیک نشان داد؛ ولی اثر اصلی ارقام معنی‌دار نشد (جدول ۲). بررسی اثرات متقابل آبیاری و رقم بر عملکرد بیولوژیک (جدول ۳)، نشان می‌دهد که در تیمار آبیاری نرمال لاین

صدری بیشترین و در تیمار تنش کمترین عملکرد بیولوژیکی را به ترتیب با مقادیر ۵۳۳۹/۵ و ۲۳۰۱/۲ کیلوگرم در هکتار به‌خود اختصاص داده است، که این امر نشان‌دهنده پتانسیل بالای تولید ماده خشک در این ژنوتیپ در شرایط آبیاری نرمال و حساسیت فوق‌العاده آن نسبت به شرایط تنش خشکی می‌باشد. میزان کاهش عملکرد بیولوژیکی در ارقام محلی خمین، صدری، Ks21193 و Ks21189 به ترتیب ۳۹/۸، ۵۶/۸۹، ۴۶/۱۲ و ۳۵/۸۸ درصد مشاهده شد. همچنین رقم Ks21189 پایین‌ترین درصد کاهش عملکرد بیولوژیکی و بالاترین مقدار عملکرد بیولوژیکی را در شرایط تنش خشکی به‌خود اختصاص داد که این امر نشان‌دهنده تحمل نسبی بالای این رقم به تنش خشکی می‌باشد. کاهش تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش وزن خشک اندام هوایی در اثر محدودیت آب، توسط محققان دیگر از جمله کیزمان (Kisman, 2003) در مورد سویا و دکاستا و همکاران (De Costa et al., 1997) در مورد لوبیا گزارش شده است. جیبیو (Gebeyehu, 2006) نیز گزارش کرد که ماده خشک ارقام لوبیا در اثر تنش خشکی کاهش پیدا کرد و دلیل کاهش ماده خشک در شرایط تنش را عواملی از قبیل کاهش شاخص سطح برگ، کاهش سرعت فتوسنتز، کاهش رشد اندام هوایی و کاهش سرعت رشد نسبی دانست.

در این آزمایش عملکرد بیولوژیکی با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در شرایط تنش خشکی ($r=0/52^*$) نشان داد (جدول ۴). بالا بودن ضریب همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی نشان‌دهنده آن است که با افزایش کل زیست‌توده عملکرد دانه افزایش می‌یابد. به‌عبارت دیگر، بوته‌های درشت‌تر با حجم رویشی بیشتر از عملکرد دانه بالاتری نیز برخوردارند.

شاخص برداشت

تأثیرپذیری شاخص برداشت که نشان‌دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه می‌باشد، از رژیم‌های مختلف آبیاری، از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین بین ارقام و اثر متقابل تنش در رقم اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). نتایج به‌دست‌آمده برای اثرات متقابل آبیاری و رقم (جدول ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری نرمال به ترتیب مربوط به رقم صدری (۵۰/۶۸ درصد) و رقم محلی خمین (۳۰/۷۴ درصد) و در تیمار تنش خشکی مربوط به رقم

Ks21189 (۲۷/۳۱ درصد) و صدری (۲۲/۶۶ درصد) می‌باشد. شاخص برداشت در شرایط تنش در ارقام محلی خمین، صدری، Ks21193 و Ks21189 به ترتیب، ۱۸/۸۳، ۵۵/۲۸، ۳۳/۶۴ و ۳۱/۹۳ درصد نسبت به آبیاری نرمال کاهش یافت. با توجه به شاخص برداشت کمتر در رقم صدری تحت شرایط تنش می‌توان نتیجه گرفت که دلیل کاهش شدید وزن صد دانه در این رقم عدم توانایی گیاه در انتقال مواد ساخته شده به دانه می‌باشد که نشان‌دهنده پتانسیل کمتر تولید عملکرد این رقم می‌باشد. از آنجایی که شاخص برداشت بیانگر درصد انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد، در نتیجه گیاهان با شاخص برداشت بالا، قادرند کربوهیدرات بیشتری را از اندام‌های سبز به دانه‌ها منتقل کنند و به‌همین دلیل عملکرد بالایی را از خود نشان می‌دهند. عملکرد بالای رقم Ks21189 و بالا بودن شاخص برداشت آن در این آزمایش نیز می‌تواند گواهی بر این مدعا باشد. دلیل کاهش شاخص برداشت این است که گیاه در پایان دوره رشد به دلیل کمبود آب قابل دسترس قادر به انتقال مواد به دانه نمی‌باشد، که نهایتاً منجر به افت وزن دانه که قسمت اقتصادی محصول می‌باشد، می‌گردد. همچنین کاهش تعداد غلاف در بوته که سهم مهمی در تولید عملکرد دارد، از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در تیمار تنش می‌باشد. نتایج پژوهش‌های سایر محققان نیز نشان داده که تنش رطوبتی سبب کاهش شاخص برداشت می‌شود (Pandy et al., 1984; Farah, 1981; Bonanno & Mack, 1983) سویا نیز نشان داده شده است که به دلیل تأثیرگذاری شدید خشکی بر عملکرد دانه شاخص برداشت در تیمارهای تنش کاهش یافته است (Acosta-Gallegos & Adams, 1991; Zeinali Gholiabad, 1995).

مرحله نمو گیاه در زمان تنش، شدت و دوام تنش و ویژگی‌های گیاه تحت تنش مؤثر و یا غیر مؤثر بودن تنش خشکی بر شاخص برداشت را تعیین می‌کند. چنانچه تنش ملایم و نه‌چندان شدیدی از دوره رشد رویشی بر گیاه اعمال شده باشد، ارتباط تنگاتنگ فرآیندهای رشد رویشی و زایشی باعث تأثیر متوازن تنش بر اجزای رویشی و زایشی گیاه و در نتیجه ثبات شاخص برداشت می‌شود؛ اما در صورتی که تنش شدیدی در مرحله حساس رشد زایشی بر گیاه وارد شود، به دلیل اتمام نسبی دوره رشد رویشی، اجزای رویشی چندان تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند، ولی اجزای زایشی در حال رشد گیاه به شدت آسیب می‌بینند که این رویداد به کاهش شاخص برداشت منتهی

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات گیاهی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در تیمارهای آبیاری

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for plant characteristics of pinto bean genotypes in irrigation treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	تعداد دانه در غلاف No. of grains.pod ⁻¹	تعداد غلاف در بوته No. of pods.plant ⁻¹	وزن صد دانه 100-seed weight	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	3	72716.81**	663440.11*	0.12 ^{ns}	7.84**	9.56 ^{ns}	313.48**
تنش Stress	1	62222112.41**	38416995.13**	6.54**	485.16**	528.64**	1714.73**
خطای اصلی Main error (a)	3	66089.93	1891148.79	0.03	4.41	0.45	133.39
رقم Genotype	3	569733.71**	98119.64 ^{ns}	0.7**	3.66**	92*	128.78**
تنش در رقم Stress×Genotype	3	684638.51**	817539.23**	0.52*	22.26**	115.6**	178.77**
خطای فرعی Sub error (b)	18	9846.2	143442.82	0.12	0.69	22.54	13.92
ضریب تغییرات (%) CV (%)		8.09	10.1	12.65	7.82	13.7	11.68

ns و *، **؛ به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار
**، * and ns: are significant at p 0.01 and p 0.05 and not significant, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در برهمکنش تیمارهای آبیاری×ژنوتیپ

Table 3- Mean comparison of plant characteristics of pinto bean genotypes interact irrigation×genotypes

آبیاری Irrigation	رقم Genotype	تعداد غلاف در بوته No. of pod.plant ⁻¹	تعداد دانه در غلاف No. of grains.pod ⁻¹	وزن صد دانه (گرم) 100- seed yield (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
آبیاری نرمال Normal irrigation	محلی خمین Khomein	13.15 ^{c*}	2.98 ^a	32.31 ^{bc}	1365.2 ^c	4555 ^b	30.74 ^{cd}
	صدری sadri	16.47 ^a	3.18 ^a	48.55 ^a	2538.39 ^a	5339.5 ^a	50.68 ^a
	Ks21193	14.52 ^b	3.26 ^a	35.64 ^{bc}	1655.4 ^b	5020.9 ^{ab}	35.46 ^{bc}
	Ks21189	14.02 ^{bc}	3.32 ^a	38.38 ^b	1717.3 ^b	4455.8 ^b	40.12 ^b
تنش خشکی Drought stress	محلی خمین Khomein	7.77 ^e	2.38 ^b	29.75 ^c	668.8 ^d	2741.9 ^c	24.95 ^{de}
	صدری Sadri	4.52 ^f	1.62 ^c	29.9 ^c	503.1 ^e	2301.6 ^c	22.66 ^e
	Ks21193	5.52 ^f	2.21 ^b	33.09 ^{bc}	616.8 ^{de}	2705.1 ^c	23.53 ^e
	Ks21189	9.2 ^d	2.91 ^a	29.62 ^c	741.6 ^d	2857 ^c	27.31 ^{de}

*میانگین هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The means in each column that have a same letter, don't have significant difference in 5% level based on Duncan test.

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی

Table 4- Correlation coefficient between seed yield, biological yield, harvest index and yield components in pinto bean genotypes

	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest Index	وزن صد دانه 100-seed weight	تعداد دانه در غلاف No. of grains.pod ¹
عملکرد دانه Seed yield	0.52*				
شاخص برداشت Harvest index	-0.69**	0.24 ^{ns}			
وزن صد دانه 100-seed weight	0.008 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.05 ^{ns}		
تعداد دانه در غلاف No. of seeds.pod ¹	0.33 ^{ns}	0.93**	0.41 ^{ns}	0.14 ^{ns}	
تعداد غلاف در بوته No. of pods.plant ¹	0.49 ^{ns}	0.94**	0.24 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.88**

***, * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال اشتباه یک درصد و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار
***, * and ns: are significant at p 0.01 and p 0.05 and not significant, respectively.

ژنوتیپ‌ها داشت و کاهش عملکرد دانه آن در تیمار آبیاری نرمال کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود، بنابراین به نظر می‌رسد می‌توان این ژنوتیپ را به‌عنوان ژنوتیپی مناسب، جهت ارزیابی‌های تکمیلی در شرایط تنش کمبود آب مورد استفاده قرار داد. از سوی دیگر، یکی از دلایل پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های متحمل مانند Ks21189 در شرایط تنش، توانایی تولید و حفظ تعداد بیشتر غلاف می‌باشد. در این آزمایش، تنها جزئی از عملکرد که نوسان زیادی داشت، تعداد غلاف در بوته بود. پس براساس نتایج به‌دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که تعداد غلاف در بوته حساس‌ترین صفت به تنش کمبود آب می‌باشد.

تشکر و قدردانی

در انتها بر خود لازم می‌دانیم که از زنده‌یاد استاد دکتر فرهاد جباری که در دوران حیات پربرکت خود از هیچ‌گونه کمک و مساعدتی دریغ نفرمودند، سپاسگزاری نماییم و از خداوند منان برای ایشان آمرزش و مغفرت می‌طلبیم.

براساس یک اصل کلی، اندام‌های در حال رشد سریع، بیشتر از سایر اندام‌های گیاه تحت تاثیر تنش واقع می‌شوند (Zeinali (Gholiabad, 1995).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که تنش کمبود آب بر عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی لوبیا چیتی اثر منفی داشته است. بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه از تیمار آبیاری نرمال و کمترین مقدار آن نیز از تیمار تنش خشکی به‌دست آمد. بنابراین باتوجه به کاهش عملکرد بیولوژیک برخی از ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی مورد ارزیابی، کاهش عملکرد دانه که جزئی از آن می‌باشد، قابل توجه است. بیشترین شاخص برداشت از تیمار آبیاری نرمال به‌دست آمد و با اعمال تنش کمبود آب مقدار آن کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌های لوبیا بیشترین و کمترین شاخص برداشت در شرایط محدودیت آب به ترتیب به دو ژنوتیپ Ks21189 و صدری تعلق داشت. ژنوتیپ Ks21189 در تیمار کمبود آب پایداری بیشتری نسبت به سایر

منابع

- Acosta-Gallegos, J.A., and Adams, M.W. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*. L.) cultivars under drought stress. *Journal of Agricultural Science* 117: 213-219.
- Anld, D., Bettis, L., Crick, J.E., Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence and seed yield of chick pea. *Agronomy Journal* 88: 909-971.
- Anonymous. 2006. 2005-2006 Agricultural Statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture. (In Persian)
- Bonanno, A.R., and Mack, H.J. 1983. Water relations and growth of snap beans as influenced by differential irrigation.

- Journal of the American Society for Horticultural Science 108(5): 837- 844.
- Boutraa, T., and Sanders, F.E. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 178: 51- 257.
- Chaves, M.M., Maroco J.P., and Pereira, J.S. 2003. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. Functional Plant Biology 30: 239-264.
- Chung, J.H., and Goulden, D.S. 1971. Yield components of haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth at different plant densities. N. Z. Y. Agricultural Research 14: 227-234.
- Cox, W.J., and Jolliff, G.D. 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. Agronomy Journal 78: 226-230.
- De Costa, W.A.J.M., Dennett, M.D., Ratnaweera, U., and Nyalemegbe, K. 1997. Effects of different water regimes on field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba* L.). II. Yield, yield components and harvest index. Field Crops Research 52(1-2): 169-178.
- De Souza, P.I., Egli, D.B., and Beruening, W.P. 1997. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agronomy Journal 89: 807-812.
- Desclaux, D., and Roumet, P. 1996. Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L. Merr) cultivars. Field Crops Research 46: 61-70.
- Dimova, D., and Svetleva, D. 1992. Inheritance and correlation of some quantitative characters in French bean in relation to increasing the effectiveness of selection. Agro Business Solutions. Plant Breeding 63(3): 344.
- Duarte, R.A., and Adams, M.W. 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Science 12: 579-582.
- Fanaei, H.R., Azmal, H., and Piri, I. 2017. Effect of biological and chemical fertilizers on oil, seed yield and some agronomic traits of safflower under different irrigation regimes. Journal of Agroecology 8(4): 551-566. (In Persian with English Summary)
- Farah, S.M. 1981. An examination of the effects of water stress on leaf growth of crop of field beans (*Vicia faba* L.). 1. Crop growth and yield. Journal of Agricultural Science 96(2): 327- 336.
- Frahm, M.A., Rosas, J.C., Mayek-Perez, M., Lopez-Salinas, E., Acosta-Gallegos, J.A., and Kelly, J.D. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. Euphytica 136(2): 223-232.
- Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. PhD Thesis, University of Giessen, Germany.
- Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. Institut für Pflanzenernährung Justus-Liebig-University of Giessen. Germany.
- Grzesiak, S., Koscielniak, J., Filek, W., and Augustyniak, G. 1989. Effects of soil drought in generative phase of development of field bean (*Vicia faba* L. var. *minor*) on leaf water status photosynthesis rate and biomass growth. Journal of Agronomy and Crop Science 162: 241-247.
- Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivars. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture. Tabriz University. (In Persian with English Summary)
- Kisman, A. 2003. Effects of drought stress in growth and yield of soybean. Science Philosophy 702 pp.
- Loss, S.P., and Siddique, K.H.M. 1997. Adaptation of faba bean (*vicia faba* L.) to dryland mediterranean- type environments I. Seed lowland tropics. Euphytica 136(2): 223-232.
- Mayek-Perez, N., Garica-Espinosa, R., Lopez-Castanda, C., Acosta-Gallegos, J.A., and Simpson, J. 2002. Water relations, histopathology and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during pathogenesis of *Macrophomina phaseolina* under drought stress. Physiological and Molecular Plant Pathology 60: 158-195.
- Meckle, L., Egli, D.B., Phillips R.E., Radcliffe, D., and Leggett, J.E. 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybean. Agronomy Journal 79: 647-650.
- Nielsen, D.C., and Nelsen, N.O. 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Science 38: 422-427.
- Pandy, R.K., Herrera, W.A.T., and Pendleton, J.W. 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. I. Yield and yield components. Agronomy Journal 76: 549-533.
- Pareek, A., Sopory, S.K., and Bohnert, S.J. 2010. Abiotic Stress Adaptation in Plants. Springer Netherlands. New York City. United States 546 pp.

- Salemi, H.R., Tavakoli, A.R., and Heydari, N. 2015. Effects of deficit irrigation on yield and yield components of maize and determining of water productivity in Nekuabad Isfahan irrigation network. *Journal of Agroecology* 6(4): 858-869. (In Persian with English Summary)
- Samarah, N.H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronomy for Sustainable Development* 25: 145-149.
- Santos, M.G., Ribeiro, R.V., Oliverira, R.F., Machado, E.C., and Pimetel, C. 2006. The role of inorganic phosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild water deficit. *Plant Science* 170: 659-664.
- Saxena, C.M., Silim, S.N., and Singh, B.K. 1990. Effect of supplementary irrigation during reproductive growth on winter and spring chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a mediterranean environment. *Journal of Agricultural Science* 114: 285-293.
- Shenkut, A.A., and Brick, M.A. 2003. Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. *Euphytica* 133(3): 339-347.
- Singh, S.P. 1999. *Common Bean Improvement in the Twenty-first Century*. Kluwer Academic Springer Netherlands. New York City. United States 405 pp.
- Teran, H., and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crop Science* 42(1): 64-70.
- Wakrim, R., Wahbi, S., Tahi, H., Aganchich, B., and Serraj, R. 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 275-287.
- Zeinali Gholiabad, E. 1995. Effects of irrigation regims and nitrogen levels on yield and yield components of pinto bean. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. (In Persian with English Summary)



Evaluation of Yield and Yield Components of Some Pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes under Late Season Water Deficit Conditions

S. Soheili Movahed^{1*}, M.A. Esmaeili², F. Jabbari³ and A. Fooladi⁴

Submitted: 11-03-2015

Accepted: 26-07-2015

Soheili Movahed, S., Esmaili, M.A., Jabbari, F., and Fooladi, A. 2017. Evaluation of yield and yield components of some pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes under late season water deficit conditions. Journal of Agroecology, 9(2): 433-444.

Introduction

Drought or water deficit stress is the most important environmental factor which has severe negative impacts on crop yields, especially when the water stress occurs in the flowering stage. Iran is located in arid and semi-arid areas, therefore, attention to the effects of water deficit stress in different stages of plants growth seems necessary. Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important legumes that has a major contribution to human diet and provides an important part of the human protein. According to studies, cultivation areas of legumes in Iran are about 97300 hectares and its total production is about 208350 tons of grain. Bean is a fast-growing plant (Tran and Singh, 2002), thus soil water must be sufficiently available to ensure its desirable growth and yield. The aim of this study was to investigate the effect of drought stress on yield and yield components of some pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivated in Zanjan province.

Material and Methods

An experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design with four replications in Zanjan university research farm. Irrigation levels (control and drought stress) and genotypes (Local khomein, Sadri, Ks21193 and Ks21189) were set in the main and subplot, respectively. Water deficit stress was applied during flowering stage (50% of the plants were at anthesis). Sampling was performed to measure yield and yield components at the end of the growth period and final maturity. In this experiment number of pod per Plant, number of grain per pod, 100 grain weight, grain yield, biological yield and harvest index were measured.

Results and Discussion

In this experiment it was observed that drought stress, genotype and interact irrigation×genotypes were significantly for all traits except biological yield. Drought stress reduced number of pod per plant, number of grain per pod, 100 grain weight, grain yield, biological yield and Harvest Index. Results indicated that Ks21189 genotype showed maximum number of pod per plant (9.2), number of grain per pod (2.91), 100 grain weight, grain yield (741.6 kg.ha⁻¹), biological yield (2857 kg.ha⁻¹) and Harvest Index (27.31%) under drought stress conditions. In addition, this genotype had the least reduction for all traits under water limitation conditions in comparison to control. These findings confirm the resistance of Ks21189 genotype to drought stress and stimulating this genotype to least reduction in Grain yield under water limitation conditions. Minimum number of pod per plant (4.52), number of grain per pod (1.62), grain yield (503.1 kg.ha⁻¹), biological yield (2301.6 kg.ha⁻¹) and Harvest Index (22.66%) was obtained in sadri genotype under drought conditions. Sadri genotype was identified as water deficit stress sensitive genotypes with reduction of yield up to 80.18%. In all genotypes, water deficit stress reduced grain yield due to reduced yield components (number of pod per plant, number of grain per pod and 100 grain weight).

Conclusion

1, 2, 3 and 4- PhD Student in Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zanjan University and Former MSc. Student of Plant Breeding, Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ardabil Branch, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: Somayyeh_soheili@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jag.v9i2.45184

The results of this experiment showed that water deficit stress on yield and yield components of bean genotypes had a negative effect. The highest and lowest yield and yield components were obtained from normal irrigation and drought stress treatments, respectively. Ks21189 genotype was more stable in water deficit treatment than other genotypes; however grain yield reduce in normal irrigation treatment was lower than other genotypes. Therefore, it seems that this genotype can be used as an appropriate genotype for supplemental evaluation in water deficit stress conditions. Correlation analysis showed significant and positive correlation between biological yield, number of pods per plant, number of grains per pod with grain yield. We concluded that genotypes with higher biological yield under drought stress conditions can produce maximum number of pods per plant, number of grains per pod and grain yield.

Acknowledgments

We would like to express our thanks to the Faculty of Agriculture, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University for supporting this study.

Keywords: Biological yield, Drought stress, Grain yield, Ks21189