"مجله علوم زراعي ايران"
جلد دوازدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹

اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی
Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes

علی اکبر بیات[۱]، علی سپهری[۲]، گودرز احمدوند[۳] و حمیدرضا دری[۴]

چکیده

علی اکبر بیات، علی سپهری، گودرز احمدوند و حمیدرضا دری۱۳۸۹. اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی. مجله علوم زراعی ایران: ۱۲ (۱)۵۱-۴۲.

به منظور تعیین اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی، آزمایشی در سال ۱۳۸٦ در ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا واقع در شهرستان خمین به صورت کرت‌های خردشده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری پس از ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در کرت‌های اصلی و نه ژنوتیپ لوبیا (G01437,G14088, Ks21189, Ks21191, Ks21193، Cos16 و Tylor همراه با دو رقم محلی خمین و تلاش) در کرت‌های فرعی بود. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته به ترتیب با ۲۸ و ٤۹ درصد کاهش در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، نسبت به تیمار آبیاری پس از ٦۰ میلی‌متر تبخیر، بیشتر تحت تأثیر تنش کمبود آب واقع شد. آبیاری پس از ٦۰ میلی‌متر تبخیر بهترین رژیم آبیاری بود، به طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن صد دانه و شاخص برداشت به ترتیب با ٥٤۲۸ کیلوگرم در هکتار، ۲٥۲٦ کیلوگرم در هکتار، ۳۸ گرم و ٤٦ درصد در این تیمار به دست آمد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه واکنش متفاوتی نسبت به تنش کمبود آب داشتند. عملکرد ژنوتیپ‌های Cos16 و Tylor در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر حساسیت کمتری به تنش کمبود آب نشان داد، لذا به نظر می‌رسد که می‌توان آنها را به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش کمبود آب معرفی کرد. ژنوتیپ Ks21193 با کاهش عملکرد ۳۳ و ٦۹ درصد به ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار ٦۰ میلی‌متر تبخیر، حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش کمبود آب بود.

واژه‌های کلیدی: تنش کمبود آب، خمین، عملکرد دانه و لوبیا چیتی.

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۱۵

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا (مکاتبه کننده)
۲ و ۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بوعلی سینا
۴- عضو هیأت علمی ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین حبوبات می‌باشد که سهم عمده‌ای در رژیم غذائی انسان دارد و تأمین‌کننده بخش مهمی از پروتئین مورد نیاز انسان است. مقدار پروتئین حبوبات حدود ۲ تا ۴ 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. تنش رطوبتی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید لوبیا در سرتاسر جهان است (Tran and Singh, 2002). لوبیا گیاهی با رشد سریع است، بنابراین باید آب کافی خاک در دسترس باشد تا رشد و عملکرد مطلوب آن تأمین شود (Khoshvaghti, 2006).

تجمع ماده خشک به عنوان 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 and Brick, 2003). بر اساس گزارش چاوز و همکاران (Chavez *et al*., 2002) علاوه بر تجمع ماده خشک، تسهیم مواد پرورده بین اندام 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 and Brick, 2003; Frahm *et al*., 2004). غالباً کاهش عملکرد در لوبیا، به اثر آن بر اجزای عملکرد نسبت داده می‌شود (Gebeyehu, 2006). 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 اجزا در تعیین عملکرد از آزمایشی به آزمایش دیگر متفاوت گزارش شده است (Shenkut and Brick, 2003). چانگ و گلدن (Chung and Goulden, 1971) تعداد کل غلاف در بوته را مهم‌ترین خصوصیت تعیین‌کننده عملکرد لوبیا گزارش کردند، در حالی که 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 بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ۹ ژنوتیپ لوبیا چیتی (G01437,G14088, Ks21189, Ks21191, Ks21193, Cos16, Tylor همراه با دو رقم محلی خمین و تلاش)، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا، واقع در شهرستان خمین انجام گرفت.

زمین مورد نظر در پاییز سال ۸۵ شخم و در بهار دو بار دیسک عمود بر هم و سپس دندانه زده شد و با استفاده از دستگاه جوی و پشته ساز، پشته‌هایی به فواصل ۵۰ سانتی‌متر در آن ایجاد شد. قبل از کاشت، بذرهای لوبیا با قارچ‌کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند. کشت بذرها به روش دستی و در کرت‌هایی به ابعاد ۴/۵*۳ متر که شامل ۶ ردیف بود، انجام شد. عمق کاشت بذر حدود ۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۵

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

سانتی‌متر بود. در هر محل دو بذر سالم کاشته و در مرحله سه گره‌ای (V_3) بوته‌های اضافی تنک شد (Fernando *et al*., 1986). تراکم نهایی بوته‌ها، ۴۰۰ هزار بوته در هکتار بود. به منظور 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، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود که در آن رژیم آبیاری در سه سطح I_1، I_2 و I_3 (به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان فاکتور اصلی و ۹ ژنوتیپ لوبیا به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. تیمارهای آبیاری بعد از تنک کردن اعمال شدند. برای تشخیص زمان آبیاری در پایان هر روز مقدار تبخیر از تشتک تبخیر اندازه‌گیری و پس از رسیدن به حد مورد نظر، در صبح روز بعد آبیاری انجام می‌گرفت. برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد در پایان فصل رشد، بوته‌های دو ردیف به طول یک متر از وسط هر کرت فرعی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. غلاف‌های بوته‌ها پس از جداسازی و شمارش در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۶ ساعت خشکانیده شده و بعد از توزین، مجموع ماده خشک، عملکرد بیولوژیک آنها محاسبه شد. سپس دانه‌ها از غلاف جدا و شمارش شدند و تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه اندازه‌گیری شدند. عملکرد دانه پس از توزین دانه‌ها محاسبه شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به دست آمد. نتایج حاصل از عملکرد و اجزای عملکرد دانه با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار ($p\leq0.01$) بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش (آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر) متوسط عملکرد بیولوژیک کل ارقام ۵۴۲۷ کیلوگرم در هکتار و در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر این مقدار به ترتیب ۳۹۲۰ و ۲۹۳۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). این اختلاف می‌تواند ناشی از کاهش توانائی ژنوتیپ‌ها در جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب باشد که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه شده است. کاهش وزن خشک اندام های هوایی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی در اثر محدودیت آب، توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Kisman, 2003). افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری مطلوب (تیمار I_1)، می‌تواند به دلیل گسترش بیشتر سطح برگ و نیز داوم آن باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هر چه بیشتر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک شده است. لک و همکاران Lak *et al*., 2007) نیز بر این موضوع تاکید کرده اند.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، بین ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا از لحاظ عملکرد بیولوژیک در واحد سطح تفاوت معنی‌داری ($p\leq0.01$) وجود داشت (جدول ۱). لاین KS21193 دارای بیشترین و لاین G14088 دارای کمترین عملکرد بیولوژیک بودند (جدول ۲). گزارش شده است که معمولا ارقامی که دوره رشد طولانی‌تری دارند ماده خشک بیشتری نیز تولید می‌کنند (Jacobs and Pearson, 1991). با توجه به دوره رشد طولانی لاین Ks21193 (میانگین ۱۰۰/۶ روز) نسبت به سایر ارقام (میانگین ۹۲/۲ روز)، می‌توان بالا بودن عملکرد بیولوژیک در این ژنوتیپ را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت داد که زمان بیشتری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

در این آزمایش رابطه مستقیم و مثبتی بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی مشاهده گردید (جدول ۴). ارقامی که دارای عملکرد بیولوژیک بالایی بودند، از نظر عملکرد دانه نیز برتری داشتند (جدول ۲). نتایج حاصل از آزمایش خوشوقتی (Khoshvaghti, 2006) نیز مؤید این موضوع می‌باشد.

معنی‌دار بودن برهمکنش اثر ژنوتیپ و آبیاری (جدول ۱) بر عملکرد بیولوژیک نشان‌دهنده این مطلب است که کاهش ماده خشک تولید شده در ژنوتیپ‌های مختلف در اثر تنش کمبود آب روند یکسانی نداشته است. در دو تیمار آبیاری پس از ۶۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر، لاین Ks21193 بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۳)، که این موضوع نشان‌دهنده پتانسیل بالای تولید ماده خشک این ژنوتیپ در تیمارهای یاد شده می‌باشد. در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر نیز ژنوتیپ مذکور ماده خشک بالایی تولید کرده و با دو ژنوتیپ Cos16 و Tylor در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). سه لاین Ks21189، Ks21191 و G14088 نیز در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از لحاظ ماده خشک تولیدی تفاوتی با یکدیگر نداشته و کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند (جدول ۳).

تعداد غلاف در بوته

گیاهان تحت تیمار آبیاری کامل (آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر) در مقایسه با سایر تیمارهای تحت تنش کمبود آب، تعداد غلاف بیشتری تولید کردند و تفاوت بین آنها معنی‌دار بود($p\leq0.01$) (جدول‌های ۱ و ۲). بیشترین تعداد غلاف در بوته (۸/۰ عدد) در تیمار آبیاری کامل و کمترین تعداد آن (۴/۰ عدد) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده شد. یکی از دلایل کاهش تعداد غلاف در بوته در چنین شرایطی، می‌تواند کاهش طول دوره رشد گیاه باشد که در نتیجه آن تولید مواد فتوسنتزی نقصان می‌یابد. این موضوع مورد تاکید واکریم و همکاران (Wakrim *et al*., 2005) نیز قرار گرفته است . کاهش ساخت مواد فتوسنتزی و افزایش رقابت درون‌بوته‌ای حاصل از آن به همراه ریزش گل‌ها در اثر تنش کمبود آب باعث کاهش تعداد غلاف کمتری در بوته شد. یافته‌های سایر پژوهشگران (Santos *et al*., 2006) نیز حاکی از کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته در اثر تنش رطوبتی می‌باشد.

بین ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی اختلاف معنی‌داری ($p\leq0.01$) از نظر تعداد غلاف در بوته وجود داشت (جدول ۱) و مقدار آن در ژنوتیپ Cos16 با میانگین ۸/۶ غلاف در بوته بیشتر از سایر ارقام بود. کمترین تعداد آن نیز با میانگین ۴/۶ غلاف در هر بوته در لاین Ks21191 مشاهده شد (جدول ۲). این نتایج حاکی از تفاوت ژنتیکی بالای ارقام مورد مطالعه از نظر تعداد غلاف در بوته می‌باشد.

برهمکنش تیمارهای آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار ($p\leq0.01$) بود. بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به لاین Cos16 بود که در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد. کمترین تعداد غلاف در بوته از لاین Ks21193 و در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به دست آمد (جدول ۳). بنابر اعتقاد بسیاری از محققان، در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین صفت در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارا می‌باشد (Khoshvaghti, 2006). نتایج حاصل از بررسی همبستگی صفات (جدول ۴) نیز مؤید این موضوع است. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در دو تیمار آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، به ترتیب ژنوتیپ‌های Cos16 و Tylor بیشترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج مربوط به عملکرد دانه می‌توان چنین استنباط نمود که یکی از دلایل مهم پایداری عملکرد این ارقام در شرایط تنش کمبود آب، توانایی تولید تعداد بالای غلاف در بوته می‌باشد. همچنین تعداد کم غلاف در بوته لاین

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

Ks21193 در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر (۲/۵ غلاف در بوته) را می‌توان دلیلی برای کاهش عملکرد دانه این ژنوتیپ نسبت به تیمار آبیاری کامل دانست.

تعداد دانه در غلاف

در شرایط مختلف محیطی، تعداد دانه در غلاف با ثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات محسوب می‌شود، زیرا در یک ژنوتیپ معین تعداد سلول‌های تخم در همه تخمدان‌ها تقریباً برابر است (Koocheki and Banayane Avval, 1994). بنابراین تعداد دانه در غلاف و کاهش تعداد دانه در شرایط متفاوت رطوبتی، اثر مشابه تعداد غلاف در بوته در نوسانات عملکرد را ندارد. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار از این نظر بین تیمارهای آبیاری بود (جدول ۱). به نظر می‌رسد که در شرایط آزمایش حاضر در گیاه لوبیا تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر ژنوتیپ قرار داشته و تیمارهای آبیاری مورد استفاده در این آزمایش تأثیری بر این صفت نداشتند (جدول ۳). قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghasemie Golezani *et al*., 1997) در مورد نخود و بوترا و ساندرز (Boutraa and Sanders, 2001) در مورد لوبیا نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تعداد دانه در غلاف، بین ژنوتیپ‌های لوبیا تفاوت معنی‌داری ($p\leq0.01$) وجود داشت (جدول۱). بیشترین تعداد دانه در غلاف در لاین KS21193 و کمترین آن در ژنوتیپ Tylor به ترتیب با میانگین ۳/۰ و ۱/۵ عدد مشاهده شد. بنت و همکاران (Bennet *et al*., 1977) گزارش کردند که چنانچه بوته لوبیا تولید تعداد زیادی غلاف نماید، تعداد دانه در هر غلاف کاهش می‌یابد. در آزمایش حاضر نیز مشاهده شد که لاین Cos16 که بالاترین تعداد غلاف در بوته را تولیدکرد، از نظر تعداد دانه در غلاف در رتبه پایینی قرار داشت. همچنین لاین Ks21193 که تعداد غلاف در بوته کمی داشت، بیشترین تعداد دانه در غلاف را تولید کرد. به طورکلی یک رابطه معکوس بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف مشاهده شد و این موضوع نشان دهنده اثرات جبرانی اجزای عملکرد بر روی یکدیگر می‌باشد. نتایج مربوط به محاسبه ضرایب همبستگی صفات نیز مؤید این موضوع می‌باشد (جدول ۴).

برهمکنش اثر آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف به ترتیب مربوط به لاین Ks21193 (۳/۳ دانه در هر غلاف) و رقم تلاش (۱/۴ دانه در هر غلاف) بود که هر دو در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به اینکه بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف در این تیمار مشاهده شد و همچنین با توجه به اینکه لاین Ks21193 علی‌رغم دارا بودن بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار مذکور، کاهش عملکرد شدیدی در این تیمار نسبت به تیمار آبیاری کامل نشان داد، می‌توان گفت که تولید بیشتر دانه در غلاف در شرایط تنش کمبود آب نمی‌تواند یک مزیت به حساب آید و تأثیر چندانی در افزایش عملکرد (حداقل در برخی از ژنوتیپ‌های لوبیا) ندارد. در مقابل، به نظر می‌رسد که تعداد غلاف در بوته نقش مؤثرتری در عملکرد لوبیا چیتی داشته باشد (Zeinali Gholiabad, 1995).

وزن صد دانه

جزء دیگر عملکرد دانه در گیاه لوبیا، وزن صد دانه می‌باشد که در آزمایش حاضر به طور معنی‌داری ($p\leq0.01$) تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین میانگین وزن صد دانه به میزان ۳۸/۳ گرم در تیمار آبیاری کامل و کمترین آن به میزان ۳۲/۶ گرم در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به دست آمد (جدول ۲). علت این موضوع می‌تواند کاهش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر تنش رطوبتی (Wakrim *et al*., 2005) باشد که باعث کوتاه شدن طول دوره مؤثر پرشدن دانه و نیز کاهش ساخت و انتقال مواد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

فتوسنتزی به دانه‌ها شده و باعث تقلیل وزن صد دانه در تیمارهای تنش شده باشد.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس از لحاظ وزن صد دانه اختلاف بین ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی معنی‌دار بود($p\leq0.01$) (جدول ۱). در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ Tylor با میانگین وزن صد دانه ۴۳/۴ گرم بیشترین وزن صد دانه را به خود اختصاص داد، که این موضوع با در نظرگرفتن اثرات جبرانی بین اجزای عملکرد، طبیعی به نظر می‌رسد (جدول ۲). کمترین مقدار وزن صد دانه در لاین G01437 با میانگین ۲۸/۹ گرم مشاهده شد (جدول ۲). با توجه به این که عملکرد بیولوژیک لاین مذکور نیز نسبت به سایر ژنوتیپ ها در رتبه پایینی قرار داشت، بنظر می‌رسدکاهش وزن دانه در این ژنوتیپ عمدتا بدلیل توانایی کمتر ساخت و تولید مواد فتوسنتزی باشد.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار ($p\leq0.01$) بین سطوح مختلف آبیاری از لحاظ عملکرد دانه بود (جدول ۱)، به طوری که عملکرد دانه و اجزای آن نسبت به کم‌آبیاری واکنش منفی نشان داده و با افزایش فواصل آبیاری از مقادیر این صفت کاسته شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه (۲۵۲۶ کیلوگرم در هکتار) متعلق به تیمار آبیاری کامل بود و در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد دانه با میانگین‌های ۱۶۶۸ و ۱۰۳۶ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۳۴/۰ و ۵۹/۰ درصد نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش نشان دادند (جدول ۲). کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش کمبود آب به علت کاهش تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه لوبیا بود که این موضوع با نتایج خوشوقتی (Khoshvaghti, 2006) مطابقت دارد. با توجه به اینکه عملکرد دانه بخشی از مجموع ماده خشک تولیدی گیاه است، کاهش ماده خشک گیاهی در شرایط تنش می‌تواند توجیه کننده بخشی از کاهش عملکرد دانه باشد. سایر محققان (Kisman, 2003; Samarah, 2005) نیز تأثیر کمبود آب در طول دوره رشد گیاه به ویژه در مرحله تشکیل و پر شدن دانه را بر عملکرد در سویا و جو مورد تأیید قرار داده‌اند.

ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا نیز از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). لاین Ks21193 که دارای بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک بود، با میانگین عملکرد ۲۳۶۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح را نیز دارا بود (جدول ۲). کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به لاین G01437 با میانگین ۱۲۵۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). این موضوع نشان دهنده تفاوت‌های ژنتیکی ارقام مورد بررسی از نظر عملکرد دانه است. بالا بودن عملکرد دانه لاین Ks21193، به علت بیشتر بودن تعداد دانه در غلاف در این ژنوتیپ می‌باشد (جدول ۲)، همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، لاین G01437 از مقادیر پایین‌تر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و اجزای عملکرد برخوردار بوده و به همین دلیل عملکرد دانه کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشته است.

برهمکنش آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه لوبیا چیتی معنی‌دار ($p\leq0.01$) بود (جدول ۱). ژنوتیپ‌های لوبیا واکنش متفاوتی در سطوح مختلف آبیاری از لحاظ عملکرد دانه داشتند و کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف روند متفاوتی داشت، به طوری که دو ژنوتیپ Cos16 و Tylor با وجود اینکه در آبیاری کامل عملکرد متوسطی داشتند، اما به دلیل نوسان پایین عملکرد، در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر (با ۳۵/۶ و ۴۳/۰ درصد کاهش عملکرد به ترتیب برای ژنوتیپ‌های Tylor و Cos16 نسبت به تیمار آبیاری کامل) به ترتیب با ۱۳۲۱ و ۱۲۹۴ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۳). عملکرد بالای این ژنوتیپ‌ها را می‌توان به بالا بودن وزن صد دانه در ژنوتیپ Tylor و تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ Cos16 نسبت داد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه نیز در بین ارقام و سطوح

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

مختلف آبیاری، به ترتیب با ۳۶۲۰ و ۷۵۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به دو لاین Ks21193 در تیمار آبیاری کامل و G01437 در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر بود.

شاخص برداشت

تأثیرپذیری شاخص برداشت که نشان دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه می‌باشد، از رژیم‌های مختلف آبیاری، از نظر آماری معنی‌دار بود($p\leq0.01$) (جدول ۱). تیمار آبیاری کامل با میانگین ۴۶/۴ درصد بیشترین شاخص برداشت را در بین تیمارهای آبیاری دارا بود و بعد از آن تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر(به ترتیب با ۴۲/۶ و ۳۵/۳ درصد) نسبت به تیمار آبیاری کامل به ترتیب ۸/۲ و ۲۳/۹ درصد کاهش نشان دادند. دلیل احتمالی این موضوع این است که در پایان دوره رشد به دلیل کمبود آب قابل دسترس، قدرت انتقال مواد پرورده به دانه کاهش یافته و منجر به افت عملکرد دانه می‌شود. همچنین کاهش تعداد غلاف در بوته که سهم مهمی در تولید عملکرد دارد، از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در تیمارهای تنش محسوب می‌شود. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده است که به دلیل تأثیرگذاری خشکی بر عملکرد دانه، شاخص برداشت در تیمارهای تنش کاهش می‌یابد (Gebeyehu, 2006; Khoshvaghti, 2006).

شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی مورد ارزیابی به طور معنی‌داری متفاوت بود($p\leq0.01$) (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت مربوط به لاین Ks21191 و کمترین آن در لاین G01437 به ترتیب با میانگین‌های ۴۶/۵ و ۳۴/۷ به دست آمد. به نظر می‌رسد که دلیل این اختلاف، کم بودن وزن صد دانه در لاین G01437 و زیاد بودن تعداد دانه در غلاف در لاین Ks21191 می‌باشد که این موضوع در نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) کاملا مشخص است. لاین G14088 پس از لاین Ks21191 با شاخص برداشت ۴۴/۲ درصد در رتبه بعدی قرار داشت، اما با مقایسه عملکرد دانه این دو ژنوتیپ، مشاهده می‌شود که بالا بودن شاخص برداشت نتواسته باعث افزایش عملکرد این ژنوتیپ‌ها نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها شود (جدول ۲).

برهمکنش تیمارهای آبیاری و ژنوتیپ بر شاخص برداشت معنی‌دار بود($p\leq0.01$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین شاخص برداشت (۲۸/۱ درصد) مربوط به لاین G01437 در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر بود. ارقام خمین و تلاش و لاین G14088 در تیمار آبیاری کامل و لاین Ks21191 در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب با ۴۹/۶، ۴۹/۶، ۴۹/۶ و ۵۱/۶ درصد، در یک گروه آماری قرار گرفته و بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). با توجه به اینکه هیچ کدام از این ژنوتیپ‌ها دارای بالاترین عملکرد دانه در تیمار تنش یا بدون تنش نبودند، به نظر می‌رسد که در این ژنوتیپ‌ها تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه نتوانسته است تأثیر زیادی در افزایش عملکرد داشته باشد و صفات دیگر از قبیل تعداد غلاف در بوته تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشته‌اند.

همبستگی صفات

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. بالا بودن این همبستگی نشان می‌دهد که تولید ماده خشک بالاتر باعث افزایش عملکرد دانه شده است. در بین اجزای عملکرد نیز همبستگی تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه با عملکرد دانه معنی‌دار بوده و تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت. همبستگی بین تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه معنی‌دار نبود که این موضوع نشان دهنده تأثیر کم تعداد دانه در غلاف بر عملکرد دانه در تیمارهای مختلف رطوبتی می‌باشد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و وزن دانه در شرایط مختلف رطوبتی، همبستگی بالایی با عملکرد دانه لوبیا دارند و از اهمیت خاصی

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در تیمارهای آبیاری

Table 1. Analysis of variance for plant characteristics of pinto bean genotypes in irrigation treatments

			میانگین مربعات (MS)					
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Biologicalal yield	تعداد غلاف در بوته No. of pod..Plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف No. of grain.pod^{-1}	وزن صد دانه 100 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest Index
Replication	تکرار	2	38939.78	1.35 *	0.09 *	8.67	51735.90	8.80
Irrigation	آبیاری	2	42643642.34 **	105.87 **	0.00 ns	224.20 **	15099030.72 **	857.03 **
Error (a)	خطای اصلی	4	38215.47	0.19	0.01	3.89	19086.12	5.08
Genotype	ژنوتیپ	8	3317598.43 **	15.88 **	2.53 **	171.95 **	846627.605 **	93.94 **
Irrigation×Genotype	ژنوتیپ×آبیاری	16	908519.36 **	0.89 **	0.09 **	10.68 ns	285386.04 **	28.14 **
Error (b)	خطای فرعی	48	19583.05	0.19	0.03	9.51	15499.16	8.86

ns: Non – significant

ns: غیر معنی‌دار

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

و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در تیمارهای آبیاری

Table 2. Mean comparison of plant characteristics of pinto bean genotypes in irrigation treatments

Treatment	تیمار	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biologicalal yield (kg.ha^{-1})	تعداد غلاف در بوته No. of pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف No. of grain.pod^{-1}	وزن صد دانه (گرم) 100 grain weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (٪) Harvest Index (%)
Genotype	ژنوتیپ						
Tylor		3982.5 c	6.5 c	1.5 f	43.4 a	1692.0 de	42.2 bc
Ks21189		3990.7 c	5.5 d	2.0 d	34.9 cd	1624.0 ef	39.5 c
Ks21193		5400. 7 a	4.9 e	3.0 a	39.6 b	2369.3 a	41.9 bc
Talash		3888.0 cd	7.1 b	1.6 ef	34.7 cd	1651.6 ef	40.5 c
Cos16		4426.3 b	8.6 a	1.7 e	30.7 e	1843.1 bc	41.4 bc
Khomein		4459.8 b	5.6 d	2.2 c	37.7 bc	1942.7 b	41.6 bc
Ks21191		3796.8 d	4.6 e	2.8 b	35.3 cd	1783.6 cd	46.5 a
G14088		3384.2 e	4.7 e	2.3 c	34.1 d	1534.7 f	44.2 ab
G01437		3511.2 e	5.5 d	1.9 d	28.9 e	1252.9 g	34.7 d
Irrigation	آبیاری						
I_1	۶۰ میلی متر تبخیر	5427.8 a	8.0 a	2.1 a	38.3 a	2526.4 a	46.4 a
I_2	۸۰ میلی متر تبخیر	3920.0 b	5.7 b	2.1 a	35.4 b	1668.4 b	42. 6 b
I_3	۱۰۰ میلی متر تبخیر	2932.3 c	4.0 c	2.1 a	32.6 c	1036.4 c	35.3 c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan´s Multiple Range Test

I_1, I_2 and I_3: irrigation after 60, 80 and 100 mm evaporation

I_1، I_2 و I_3 به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

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

Table 3. Mean compare of plant characteristics of pinto bean genotypes interact irrigation×genotyps

آبیاری Irrigation	ژنوتیپ Genotype	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	تعداد غلاف در بوته No. of pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف No. of grain.pod^{-1}	وزن صد دانه (گرم) 100 grain weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (٪) Harvest Index (%)
	Tylor	4233.6 gf	7.7 de	1.5 kl	43.5 abc	2010.7 e	47.5 ab
	Ks21189	5431.4 c	7.2 efg	2.1 defg	38.5 cde	2358.7 d	43.4 bcde
	Ks21193	7531.0 a	6.7 gh	2.9 b	46.0 a	3620.0 a	48.0 ab
	Talash	5297.7 c	10.0 b	1.8 hijk	37.5 def	2632.0 c	49.7 a
I_1 ۶۰ میلی متر تبخیر	Cos16	5420.9 c	10.8 a	1.7 hijk	31.6 fgh	2318.7 d	42.7 bcde
	Khomein	6261.6 b	8.4 dc	2.2 cdefg	42.4 abcd	3110.7 b	49.7 a
	Ks21191	5354.6 c	6.7 gh	2.5 c	37.6 def	2512.0 cd	46.9 abc
	G14088	4695.3 d	6.6 gh	2.4 cde	37.6 def	2332.0 d	46.7 a
	G01437	4624.2 d	7.6 ef	2.0 fgh	30.3 gh	1842.7 ef	39.8 def
	Tylor	4304.1 ef	6.9 fgh	1.4 kl	44.3 ab	1770.7 f	41.1 def
	Ks21189	4057.5 gh	5.7 ij	2.0 efgh	35.6 efg	1661.3 f	40.9 def
	Ks21193	5449.0 c	5.4 j	2.9 b	38.9 bcde	2397.3 d	44.0 bcd
	Talash	3453.2 i	6.3 hi	1.6 ijkl	35.1 efg	1442.7 g	41.7 cdef
I_2 ۸۰ میلی متر تبخیر	Cos16	4532.5 de	8.6 c	1.8 hijk	30.8 gh	1889.3 ef	41.7 cdef
	Khomein	3957.1 h	5.1 j	2.2 cdef	37.5 def	1688.0 f	41.7 bcde
	Ks21191	3447.2 i	4.1 kl	3.1 ab	35.2 efg	1773.3 f	51.6 a
	G14088	2867.2 k	4.2 k	2.2 cdef	33.0 efg	1236.0 ghij	43.0 bcde
	G01437	3212.3 ij	5.0 j	1.9 fghi	29.7 gh	1157.3 hij	36.3 fg
	Tylor	3409.9 ij	4.9 j	1.5 jkl	42.4 abcd	1294.7 ghi	37.9 efg
	Ks21189	2483.1 l	3.7 klm	1.9 ghij	30.6 gh	852.0 lm	34.3 gh
	Ks21193	3222.0 ij	2.5 o	3.3 a	33.7 efg	1090.7 ijk	33.8 gh
	Talash	2913.1 k	5.1 j	1.4 l	31.7 fgh	880.0 klm	30.2 hi
I_3 ۱۰۰ میلی متر تبخیر	Cos16	3325.5 ij	6.5 gh	1.7 hijk	29.9 gh	1321.3 gh	39.7 def
	Khomein	3160.7 j	3.4 lmn	2.3 cdef	33.2 efg	1029.3 jkl	32.5 ghi
	Ks21191	2588.9 l	2.9 no	2.8 b	33.1 efg	1065.3 jkl	41.0 def
	G14088	2590.0 l	3.3 mn	2.5 cd	31.8 fgh	1036.0 jkl	40.0 def
	G01437	2697.2 kl	3.8 klm	1.9 ghij	26.8 h	758.7 m	28.1 i

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan´s Multiple Range Test

I_1، I_2 و I_3 به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر

I1, I2 and I3: irrigation after 60, 80 and 100 mm evaporation

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

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

Table 4. Correlation coefficient between grain yield, Biological yield, harvest index and yield components in pinto bean genotypes

Plant characteristics	صفات گیاهی	شاخص برداشت Harvest index	تعداد غلاف در بوته No. of pod.Plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف No. of grain.pod^{-1}	وزن صد دانه 100 grain yield	عملکرد دانه Grain yield
Biological yield	عملکرد بیولوژیک	0.59 **	0.69 **	0.13 ^{ns}	0.57 **	0.96 **
Grain yield	عملکرد دانه	0.77 **	0.67 **	0.18 ^{ns}	0.64 **	
100 grain yield	وزن صد دانه	0.62 **	0.25 **	0.06 ^{ns}		
No. of grain.pod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	0.23 *	-0.45 **			
No. of pod..Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته	0.48 **				

ns: Non – Significant

ns: غیر معنی‌دار

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

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

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

در برنامه‌ریزی تولید برخوردار می‌باشند.

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 پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین مقدار آن نیز از تیمارآبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر بدست آمد. بنابراین با توجه به کاهش عملکرد بیولوژیک برخی از ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی مورد ارزیابی، کاهش عملکرد دانه که جزئی از آن می‌باشد، قابل توجیه است. بیشترین شاخص برداشت از تیمار آبیاری کامل به دست آمد و با اعمال تنش کمبود آب مقدار آن کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌های لوبیا بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب به دو لاین Ks21191 و G01437 تعلق داشت. دو ژنوتیپ Cos16 و Tylor در تیمارهای کمبود آب پایداری بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند و کاهش عملکرد دانه آنها در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود، بنابراین می‌توان این دو ژنوتیپ را به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب، جهت ارزیابی‌های تکمیلی در شرایط تنش کمبود آب مورد استفاده قرار داد. در بین ژنوتیپ‌های لوبیا، بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک و دانه از لاین Ks21193 بدست آمد و کمترین مقدار آن از لاین G01437 حاصل شد. بیشترین کاهش تعداد غلاف در بوته در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار آبیاری کامل، در ژنوتیپ‌های خمین و Ks21191 و کمترین کاهش در ژنوتیپ Tylor مشاهده شد. در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار آبیاری کامل نیز بیشترین کاهش مربوط به سه ژنوتیپ Ks21193، خمین و Ks21191 و کمترین کاهش مربوط به ژنوتیپ‌های Tylor و Cos16 بود. به نظر می‌رسد که یکی از دلایل پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های متحمل مانند Cos16 و Tylor در شرایط تنش، توانائی تولید تعداد بیشتر غلاف می‌باشد. در این ژنوتیپ‌ها، تنها جزئی از عملکرد که نوسان زیادی داشت، تعداد غلاف در بوته بود. بر اساس نتایج به دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که تعداد غلاف در بوته حساس‌ترین صفت به تنش کمبود آب می‌باشد و با توجه به اینکه کمبود آب تأثیری بر تعداد دانه در غلاف نداشت، به نظر می‌رسد که این صفت کمترین تأثیر را در تعیین عملکرد لوبیا چیتی در شرایط مختلف رطوبتی دارد.

منابع مورد استفاده

References

Anonymous. 2006. 2005-2006 Agricultural statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture. (In Persian).

Bennet, J. P., M. W. Adams and C. Burga. 1977. Pod yield component variation and intercorrelation in (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by planting density. Crop. Sci. 17: 73-75.

Butraa, T and F. E. Sanders. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. of Agron. & Crop Sci. 187(4): 251-257.

Chaves, M. M., J. P. Maroco and J. S. Pereira. 2003. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. Funct. Plant Biol. 30: 239-264.

Chung, J. H., and D. S. Goulden. 1971. Yield components of haricot bean (*Phaseolus volgaris* L.) growth at different plant densities. N. Z. Y. Agric. Res. 14: 227-234.

Fernando, F., G. Paul and L. Marceliano. 1986. Stages of development of the common bean plant. CIAT.

Frahm, M. A., J. C. Rosas, N. Mayek-Perez, E. Lopez-Salinas, J. A. Acosta-Gallegos and J. D. Kelly. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. Euphytica. 136(2): 223-232.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. Ph.D. Thesis. Univ. of Giessen. Germany.

Ghasemi Golezani, K., M. Movvahedi, F. Rahimzadeh Khoei and M. Moghaddam. 1997. Effect of water deficit on growth and yield of two pea cultivars in different densities. Iranian J. of Agric. Sci. 7(3,4): 17-42. (In Persian with English abstract).

Jacobs B. C. and C. J. Pearson. 1991. Potential yield of maize determined by rate of growth and development of ears. Field Crops Res. 27: 281-298.

Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivars. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Tabriz University. (In Persian).

Kisman, A. 2003. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. Sci. Phil. Term paper. Borgor Agric. Univ. (Institut Ppertanian Borgor).

Koocheki, A., and M. Banayane Avval. 1994. The physiology of crop yield. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian).

Lak, S., N. Naderi, S. A. Siadat, A. Aynehband and Gh. Noormohammadi. 2007. Effects of water deficiency stress on yield and nitrogen efficiency of grain corn hybrid KSC 704 at different nitrogen rates and plant population. Iranian J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14(2): 63-76. (In Persian with English abstract).

Rosales-Serna, R., J. Kohashi-Shibata, J. A. Acosta-Gallegos, C. Trejo-Lopez, J. Ortiz-Cereceres and J. D. Kelly. 2002. Yield and phenological adjustment in four drought-stressed common bean cultivars. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 45: 198-199.

Samarah, N. H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. Agron. Sustain. Dev. 25: 145-149.

Santos, M. G., R. V. Ribeiro, R. F. Oliverira, E. C. Machado and C. Pimetel. 2006. The role of inorganic phosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild water deficit. Plant Sci. 170: 659-664.

Saxena, C. M., S. N. Silim and B. K. Singh. 1990. Effect of supplementary irrigation during reproductive growth on winter and spring chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a mediterranian environment. J. Agric. Sci. 114: 285-293.

Shenkut, A. A. and M. A. Brick. 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 Publishers.

Teran, H. and S. P. singh. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Sci. 42(1): 64-70.

Wakrim, R., S. Wahbi, H. Tahi, B. Aganchich and R. Serraj. 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit errigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Ecosys. and Envir. 106: 275-287.

Zeinali Gholiabad, E. 1995. Effects of irrigation regims and nitrogen levels on yield and yield components of pinto bean. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Isfahan University of Technology. (In Persian).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]

Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes

Bayat A. A.[1], A. Sepehri[2], G. Ahmadvand[3] and H. R. Dorri[4]

ABSTRACT

Bayat.A. A., A. Sepehri, G. Ahmadvand and H. R. Dorri. 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).**

To study the effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phseolus vulgaris* L.) genotypes, a split plot experiment in a complete randomized block design with three replications was conducted at the National Khomein Bean Research Field Station in 2007 cropping season. Irrigation regimes including irrigation after 60 (I1), 80 (I2) and 100 (I3) mm evaporation from class A pan asigned to main plots and pinto bean genotypes (Khomein, Talash, Tylor, Cos16, KS21193, KS21191, KS21189, G01437 and G14088) were randomized in subplots. Results showed that water deficit stress reduced biological yield, grain yield, number. of pods plant^{-1}, 100 grain weight and harvest index (HI). However, the number of grains.pod^{-1} was not significantly affected by water deficit stress. Irrigation after 60 mm evaporation with 5427.8 kg ha^{-1} of biological yield, 2526.4 kg ha^{-1} of grain yield, 38.3 g of 100 grain weight and 46.4% of harvest index, was the best irrigation regime for pinto bean genotypes. Number of pods.plant^{-1},was relatively influenced by water deficit stress. Response of pinto bean genotypes to water deficit stress was significantly different. Cos16 and Tylor had the best response to the water stress in I3 treatment and were identified as water deficit stress tolerant genotypes. On the other hand, KS21193 with 33.8% and 69.9% yield reduction in I2 and I3 water deficit treatments when compared with I3 treatment was the most sensitive genotype to water deficit stress.

Key words: Grain yield, Khomein, Pinto bean and Water deficit stress.

Received: April 2008 Accepted: October, 2009
1- M. Sc. student, Bou Ali Sina University, Hamedan, Iran. (Corresponding author)
2 & 3- Assistant Prof., Bou Ali Sina University, Hamedan, Iran.
4- Faculty member, The National Khomein Bean Research Field Station, Khomein, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.1.4.1]