

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 دری ۱۳۸۹. 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 ۱۳۸۶ 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 ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در کرت‌های اصلی و نه ژنوتیپ لوبیا (Tylor و Cos16, G01437, G14088, Ks21189, Ks21191, Ks21193) 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 ($P \leq 0.01$). در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته به ترتیب با ۲۸ و ۴۹ درصد کاهش در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، نسبت به تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر، بیشتر تحت تأثیر تنش کمبود آب واقع شد. آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر بهترین رژیم آبیاری بود، به طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن صد دانه و شاخص برداشت به ترتیب با ۵۴۲۸ کیلوگرم در هکتار، ۲۵۲۶ کیلوگرم در هکتار، ۳۸ گرم و ۴۶ 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 ۶۹ درصد به ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار ۶۰ 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

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین حبوبات می‌باشد که سهم عمده‌ای در رژیم غذایی 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، بذره‌های لوبیا با قارچ کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند. کشت بذرها به روش دستی و در کرت‌هایی به ابعاد ۳/۴*۵ متر که شامل ۶ ردیف بود، انجام شد. عمق کاشت بذر حدود ۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۵

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد بیولوژیک معنی دار ($p \leq 0.01$) 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 اندام‌های 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 دوام 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 ($p \leq 0.01$) وجود داشت (جدول ۱). لاین KS21193 دارای بیشترین و لاین G14088 دارای کمترین عملکرد بیولوژیک بودند (جدول ۲). گزارش شده است که معمولاً 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.

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 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.

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 ($p \leq 0.01$) (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 لوییا چیتی اختلاف معنی‌داری ($p \leq 0.01$) 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 ($p \leq 0.01$) 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 لوییا 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

غللاف را تولید کرد. به طور کلی 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 می باشد. نتایج مربوط به محاسبه ضرایب همبستگی صفات نیز مؤید این موضوع می باشد (جدول ۴).

برهمکنش اثر آبیاری و ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف معنی دار 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 میلی متر 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 علی رغم دارا بودن بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار مذکور، کاهش عملکرد شدیدی در این تیمار نسبت به تیمار آبیاری کامل نشان داد، می توان گفت که تولید بیشتر دانه در غلاف در شرایط تنش کمبود آب نمی تواند یک مزیت به حساب آید و تأثیر چندانی در افزایش عملکرد (حداقل در برخی از ژنوتیپ های لوبیا) ندارد. در مقابل، به نظر می رسد 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 می باشد که در آزمایش حاضر به طور معنی داری ($p \leq 0.01$) 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 میلی متر تبخیر به دست آمد (جدول ۲). علت این موضوع می تواند 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

Ks21193 در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر (۲/۵) غلاف در بوته) را می توان 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 ثبات ترین جزء عملکرد در حبوبات محسوب می شود، زیرا در یک ژنوتیپ معین تعداد سلول های تخم در همه تخمدان ها 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 داده ها نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار از این نظر بین تیمارهای آبیاری بود (جدول ۱). به نظر می رسد 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 گلعدانی و همکاران (Ghasemie Golezani *et al.*, 1997) در مورد بو ترا و ساندرز (Boutraa and Sanders, 2001) در مورد لوبیا نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده اند.

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که از نظر تعداد دانه در غلاف، بین ژنوتیپ های لوبیا تفاوت معنی داری ($p \leq 0.01$) وجود داشت (جدول ۱). 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 می یابد. در آزمایش حاضر نیز مشاهده شد که لاین Cos16 که بالاترین تعداد غلاف در بوته را تولید کرد، 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

فتوستنتزی 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 ($p \leq 0.01$) (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 نظر گرفتن 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 ژنوتیپ‌ها در رتبه پایینی قرار داشت، بنظر می‌رسد کاهش وزن دانه در این ژنوتیپ عمدتاً بدلیل توانایی کمتر ساخت و تولید مواد فتوستنتزی باشد.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بین سطوح مختلف آبیاری از لحاظ عملکرد دانه بود (جدول ۱)، به طوری که عملکرد دانه و اجزای آن نسبت به کم آبیاری 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 توجیه‌کننده 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 ($p \leq 0.01$) 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

ژنوتیپ، مشاهده می شود که بالا بودن شاخص برداشت نتوانسته باعث افزایش عملکرد این ژنوتیپ ها نسبت به سایر ژنوتیپ ها شود (جدول ۲).

برهمکنش تیمارهای آبیاری و ژنوتیپ بر شاخص برداشت معنی دار بود ($p \leq 0.01$). مقایسه میانگین ها نشان داد که کمترین شاخص برداشت (۲۸/۱ درصد) مربوط به لاین G01437 در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر بود. ارقام خمین و تلاش و لاین G14088 در تیمار آبیاری کامل و لاین Ks21191 در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر به ترتیب با 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 ژنوتیپ ها دارای بالاترین عملکرد دانه در تیمار تنش یا بدون تنش نبودند، به نظر می رسد که در این ژنوتیپ ها 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 داشته اند.

همبستگی صفات

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود، صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. بالا بودن این همبستگی نشان می دهد 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 معنی دار بوده و تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت. همبستگی بین تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه معنی دار نبود که این موضوع نشان دهنده تأثیر کم تعداد دانه در غلاف بر عملکرد دانه در تیمارهای مختلف رطوبتی می باشد. می توان چنین نتیجه گرفت که صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و وزن دانه در شرایط مختلف رطوبتی، همبستگی بالایی با عملکرد دانه لویا دارند و از اهمیت خاصی

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 میلی متر تبخیر بود.

شاخص برداشت

تأثیرپذیری شاخص برداشت که نشان دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه می باشد، از رژیم های مختلف آبیاری، از نظر آماری معنی دار بود ($p \leq 0.01$) (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 میلی متر 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 می شود. همچنین کاهش تعداد غلاف در بوته که سهم مهمی در تولید عملکرد دارد، از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در تیمارهای تنش محسوب می شود. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده است که به دلیل تأثیرگذاری خشکی بر عملکرد دانه، شاخص برداشت در تیمارهای تنش کاهش می یابد (Gebeyehu, 2006; Khoshvaghti, 2006).

شاخص برداشت در ژنوتیپ های لویا چیتی مورد ارزیابی به طور معنی داری متفاوت بود ($p \leq 0.01$) (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت مربوط به لاین Ks21191 و کمترین آن در لاین G01437 به ترتیب با میانگین های ۴۶/۵ و ۳۴/۷ به دست آمد. به نظر می رسد که دلیل این اختلاف، کم بودن وزن صد دانه در لاین G01437 و زیاد بودن تعداد دانه در غلاف در لاین Ks21191 می باشد که این موضوع در نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۲) کاملاً 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

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 Biological 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

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

ns: غیر معنی‌دار

* 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 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 (%)
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

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

I₁, I₂ و I₃ به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های لویا 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 (%)
I ₁ ۶۰ میلی متر تبخیر	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
	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
I ₂ ۸۰ میلی متر تبخیر	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
	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
I ₃ ۱۰۰ میلی متر تبخیر	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
	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

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

I₁, I₂ و I₃ به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر

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

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

ns: غیر معنی‌دار

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

در برنامه ریزی تولید بر خوردار می باشند.

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که تنش کمبود آب بر عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ های مورد بررسی لوبیا چیتی اثر منفی داشته است. بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه از تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی متر تبخیر و کمترین مقدار آن نیز از تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر بدست آمد. بنابراین با توجه به کاهش عملکرد بیولوژیک برخی از ژنوتیپ های لوبیا چیتی مورد ارزیابی، کاهش عملکرد دانه که جزئی از آن می باشد، قابل توجه است. بیشترین شاخص برداشت از تیمار آبیاری کامل به دست آمد و با اعمال تنش کمبود آب مقدار آن کاهش یافت. در بین ژنوتیپ های 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 ژنوتیپ ها داشتند و کاهش عملکرد دانه آنها در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر کمتر از سایر ژنوتیپ ها بود، بنابراین می توان این دو ژنوتیپ را به عنوان ژنوتیپ های مناسب، جهت ارزیابی های تکمیلی در شرایط تنش کمبود آب

مورد استفاده قرار داد. در بین ژنوتیپ های 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 میلی متر تبخیر نسبت به تیمار آبیاری کامل، در ژنوتیپ های خمین و Ks21191 و کمترین کاهش در ژنوتیپ Tylor مشاهده شد. در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر نسبت به تیمار آبیاری کامل نیز بیشترین کاهش مربوط به سه ژنوتیپ Ks21193، خمین و Ks21191 و کمترین کاهش مربوط به ژنوتیپ های Tylor و Cos16 بود. به نظر می رسد که یکی از دلایل پایداری عملکرد ژنوتیپ های متحمل مانند Cos16 و Tylor در شرایط تنش، توانایی تولید تعداد بیشتر غلاف می باشد. در این ژنوتیپ ها، تنها جزئی از عملکرد که نوسان زیادی داشت، تعداد غلاف در بوته بود. بر اساس نتایج به دست آمده، می توان نتیجه گرفت که تعداد غلاف در بوته حساس ترین صفت به تنش کمبود آب می باشد و با توجه به اینکه کمبود آب تأثیری بر تعداد دانه در غلاف نداشت، به نظر می رسد که این صفت کمترین تأثیر را در تعیین عملکرد لوبیا چیتی در شرایط مختلف رطوبتی دارد.

References

منابع مورد استفاده

- 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 vulgaris* 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.

- 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. Ayneband 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 mediterranean 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 irrigation (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).

.....

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

Bayat A. A.¹, A. Sepehri², G. Ahmadvand³ and H. R. Dorri⁴

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 (*Phaseolus 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 assigned 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