نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۶۸-۵۹، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 59-68

بررسی خصوصیات فنولوژی و مورفولوژی و همبستگی آنها با عملکرد در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه در استان کرمانشاه

مراد شعبان[1*]، سیروس منصوری‌فر[2]، مختار قبادی[2] و سید حسین صباغ‌پور[3]

۱- دانشجوی دورهٔ دکتری علوم و تکنولوژی بذر و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، بروجرد، ایران
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
۳- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۱۴

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اثرات تنش خشکی و کود نیتروژنه بر فنولوژی و مورفولوژی و همبستگی آنها با عملکرد دانهٔ ارقام نخود زراعی اجرا شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار تنش خشکی شامل سطح بدون تنش خشکی (آبیاری کامل)، سطح تنش خشکی متوسط (آبیاری در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و سطح تنش خشکی شدید (بدون آبیاری)، در کرت‌های اصلی قرار گرفت. فاکتور تیمارهای کود نیتروژنه (در دو سطح مصرف‌کود و بدون مصرف کود) و رقم (با چهار رقم آزاد، بیونیج، هاشم و ILC482) در کرت فرعی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد تنش خشکی، اثر معنی‌داری روی صفات موفولوژیک و فنولوژیک، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه گیاه نخود داشت. با افزایش شدت تنش خشکی، طول دورهٔ رشد گیاه، ارتفاع گیاه، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه کاهش یافت. در بین ارقام، رقم بیونیج در کوتاه‌ترین زمان، رسیدگی خود را کامل کرد و در شرایط تنش شدید، در طی ۸۲روز مراحل فنولوژیک را طی کرد و دارای بالاترین میزان عملکرد ماده خشک و دانه بود. رقم هاشم، طولانی‌ترین طول دورهٔ رشد را داشت. در شرایط بدون تنش نیز کود نیتروژن اثر مثبتی روی عملکرد دانه داشت.

واژه‌های کلیدی: رسیدگی، عملکرد، نخود

مقدمه

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) از جمله گیاهان زراعی متداول در مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده و تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل در کاهش صفات وابسته به عملکرد در این گیاه مطرح شده است (Singh & Saxena, 1999). مراحل فنولوژیک در نخود به افزایش درجه‌حرارت و تنش خشکی حساس بوده و طول این مراحل به‌وسیله عوامل محیطی (درجه‌حرارت، نور و رطوبت خاک) و عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود (Buddenhagen & Richrds, 1988). با افزایش شدت تنش خشکی، مراحل نموّی گیاه با سرعت بیشتری طی شده تعداد روز تا گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی دچار نقصان می‌گردد (Ortega *et al.*, 1996). تنش خشکی ارتفاع گیاه نخود را کاهش داده و باعث کاهش وزن برگ‌های نخود می‌گردد (Gupta *et al.*, 1993). نتایج آزمایشات مختلف نشان می‌دهد که تنش کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود شده است (Plancqaert *et al.*, 1990; Singh, 1995; Salam *et al.*, 2006) کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی در گندم به‌دلیل اثر منفی روی سطح برگ، فتوسنتز و سرعت رشد محصول می‌باشد (Muchow, 1985). ماده خشک تولیدی در گیاه نخود به توسعهٔ سطح برگ، دوام سطح برگ و مصرف آب وابسته است (Samin *et al.*, 2006) . واکنش‌های فنولوژیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه به کمبود آب، بسته به شدت و طول دورهٔ تنش، متفاوت می‌باشد. کود نیتروژن یکی از نهاده‌های مهم در بخش کشاورزی بوده که اثر مثبت و معنی‌داری روی افزایش عملکرد گیاهان مختلف دارد. تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که کاربرد کود نیتروژن در گیاه نخود سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه شده و سبب افزایش تجمع ماده خشک در این گیاه می‌گردد (Dahiya, 1993; Plancqaert, 1990). دراین تحقیق به بررسی تغییرات صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و همبستگی

* **نویسنده مسئول:** گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
shaban.morad@yahoo.com

آنها با عملکرد دانه در چهار رقم نخود تحت شرایط تنش خشکی و استفاده از کود نیتروژنه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

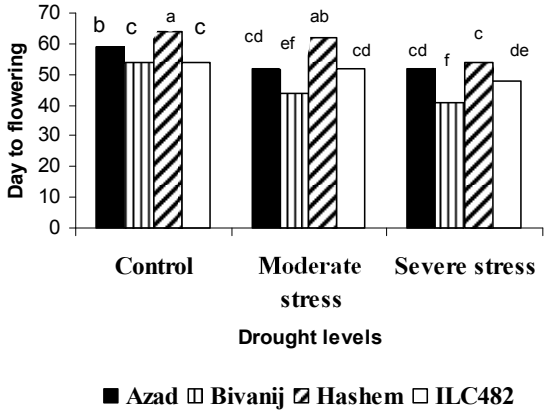
آزمایش در سال زراعی ۸۸- ۱۳۸۷ در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. مختصات جغرافیایی محل انجام آزمایش در ۳۳درجه و۳۶دقیقه عرض شمالی و ۴۵درجه و۲۴دقیقه طول خاوری از نصف‌النهار گرینویچ با ارتفاع ۱۳۱۹متر از سطح دریا قرار داشت. شرایط آب‌وهوایی محل آزمایش، سرد معتدل با متوسط درجه‌حرارت ۲۲/۶ و ۵/۹درجه سانتی‌گراد با متوسط بارندگی ۴۵۰میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت رسی بود. بذور در تاریخ ۱۹فروردین سال۱۳۸۸ کشت گردید و بلافاصله آبیاری شدند. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های‌کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش، عامل آبیاری در سه سطح تنش شدید S2 (بدون آبیاری)، تنش متوسط S1 (آبیاری در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و بدون تنش S0 (آبیاری در زمان کاشت، اوایل گلدهی، شروع غلاف‌دهی و در زمان پُرشدن دانه‌ها به‌عنوان شاهد) در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. همچنین ترکیب چهار رقم نخود شامل هاشم، آزاد، رقم محلی بیونیج و رقم ILC482 توأم با کاربرد کود نیتروژن شامل اوره به‌میزان ۲۵کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (N1) و سطح بدون مصرف کود نیتروژنه (N0) فاکتوریل شد و در کرت‌های فرعی قرارگرفتند. هر کرت فرعی دارای ۶ ردیف کشت به طول پنج‌متر، با فاصله بین ردیف ۲۵سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰سانتی‌متر بود. بذور قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین‌تیرام ضدعفونی شد. قبل از شروع غلاف‌دهی مزرعه با سم سوین به میزان ۳کیلوگرم در هکتار علیه آفت هلیوتیس[1] سمپاشی شد. از هر واحد آزمایشی دو ردیف کاشت به‌عنوان حاشیه و از سایر ردیف‌ها برای بررسی صفات مورفولوژیک و عملکرد ماده خشک و دانه استفاده گردید. برای ثبت مراحل فنولوژیک شامل تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی و۵۰درصد غلاف‌دهی، به‌ترتیب بر اساس بازشدن حدود۵۰درصد گُل‌ها و تبدیل ۵۰درصدگُل‌ها به غلاف صورت گرفت و تعداد روز تا رسیدگی نیز بر اساس رسیدگی فیزیولوژیک (حداکثر وزن بذور) تعیین گردید. اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک بر روی پنج بوته تصادفی از هر کرت انجام شد. در زمان رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته و فاصله اولین غلاف از سطح خاک اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک و دانه در زمان رسیدگی، دو ردیف وسط از هر کرت برداشت و پس از خشک‌کردن و توزین بیوماس کل، عملکرد ماده خشک، محاسبه و با توزین دانه‌ها عملکرد دانه نیز محاسبه گردید.

ویرایش و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL، SAS و MSTAT-C انجام شد. برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

روز تا۵۰درصد گل‌دهی

تنش خشکی اثر معنی‌داری روی تعداد روز تا گلدهی در ارقام مختلف نخود داشت. همچنین برهم‌کنش تنش خشکی×کود و رقم×کود اثر معنی‌داری روی این صفت داشت (جدول۱). گیاه نخود در شرایط بدون تنش، دارای بالاترین میزان تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی بود و با افزایش شدت تنش خشکی از میزان تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی کاسته شد. تنش خشکی سبب افزایش سرعت نموّ و کاهش دورهٔ نموّی شده (Goldani & Rezvani, 2007) و در نتیجه تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی نسبت به شاهد کاهش می‌یابد. در هر سه تیمار تنش، رقم هاشم بیشترین تعداد روز را تا۵۰درصد گلدهی طی کرد. تنش خشکی باعث گردید که تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی در رقم هاشم به‌طور معنی‌داری کاهش یابد. همچنین کمترین تعداد روز تا۵۰درصد گلدهی مربوط به رقم محلی بیونیج بود (شکل۱). این تفاوت ارقام به تفاوت ژنتیکی و سازگاری‌های مختلف آنها به منطقه برمی‌گردد. این نتایج با نتایج سایر محققان (Keating & Cooper, 1983; Ortega *et al*., 1996) همخوانی داشت.



شکل۱- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر تعداد روز تا ۵۰درصد گل‌دهی در ارقام نخود

Fig. 1. Interaction effect of drought stress and cultivar on day to 50% flowering in chickpea cultivars

1. *Heliothis armigera*

روز تا ۵۰درصد غلاف‌دهی

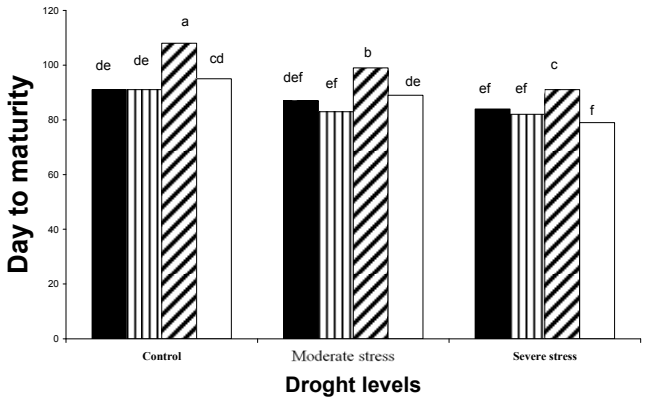
تأثیر تنش خشکی، رقم و همه اثرات متقابل، به‌جُز اثر متقابل دوگانه تنش×رقم، بر تعداد روز تا غلاف‌دهی معنی‌دار بودند (جدول۱). در شرایط تنش خشکی شدید، ارقام، تعداد روز کمتری را تا ۵۰درصد غلاف‌دهی طی کردند و در شرایط عدم تنش، این تعداد روز بیشتر شد به‌طوری‌که اختلاف بین آنها معنی‌دار بود. تنش خشکی تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی را کاهش داده و سبب زودرسی گیاه می‌گردد (Ortega *et al*., 1996). در بین ارقام، بیشترین تعداد روز تا غلاف‌دهی مربوط به رقم هاشم بود (۷۴روز) و کمترین میزان نیز مربوط به ارقام بیونیج (۵۹ روز) و ILC482 (۵۸ روز) بود (جدول۲). مصرف کود نیتروژن در شرایط تنش شدید، سبب شد تا ارقام، تعداد روز بیشتری را تا۵۰درصد غلاف‌دهی طی نمایند که در مقایسه با عدم مصرف کود نیتروژن در این شرایط، اختلاف معنی‌داری داشت که دلیل آن نیز این است که افزایش مصرف نیتروزن سبب افزایش رشد سبزینه‌ای، افزایش حجم گیاه و در نهایت، افزایش تعرق و تسریع در مرحله غلاف‌دهی گیاه می‌گردد (Read *et al*., 1982; Dahiya *et al*., 1993). مصرف کود نیتروژن سبب افزایش سطح سبز در تیمار بدون تنش شده و در این شرایط، تعداد روز تا غلاف‌دهی نیز نسبت به شرایط عدم مصرف کود نیتروژنه افزایش یافت. در شرایط عدم وجود تنش خشکی و تنش متوسط، مصرف کود نیتروژنه اثر معنی‌داری روی تسریع در مرحله غلاف‌دهی نداشت (شکل۲). این نتایج با نتایج (Auld *et al*., 1988; Ortega *et al*., 1996, Keating & Cooper, 1983) همخوانی داشت.

روز تا رسیدگی

تنش خشکی، رقم و تمامی اثرات متقابل، به‌جُز اثر متقابل تنش×کود، بر تعداد روز تا رسیدگی اثر معنی‌داری داشتند (جدول۱).

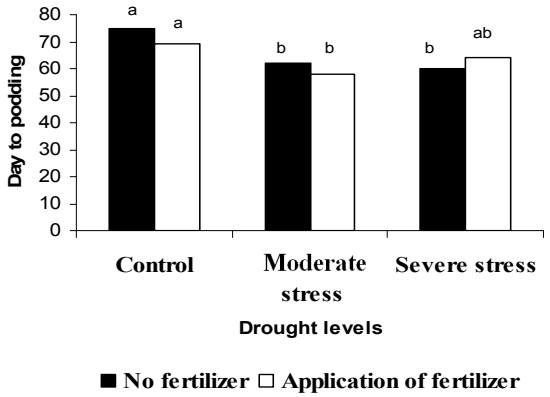
با افزایش شدت تنش خشکی، گیاه تعداد روز کمتری را تا رسیدگی سپری کرده و در این شرایط، گیاه زودتر رسیده و با افزایش میزان آبیاری بر تعداد روز تا رسیدگی نیز افزوده شد. در شرایط بدون تنش، گیاه از منابع محیطی بهتر استفاده نموده و افزایش تولید فتوآسیمیلات‌ها در این شرایط، ذخیرهٔ کافی برای ادامهٔ رشد را فراهم کرده و با به‌تأخیرافتادن دوران زایشی گیاه، دورهٔ رشد گیاه افزایش یافته (Ortega *et al*., 1996; Goldani & Rezvani, 2007) و در نتیجه، تعداد روز تا رسیدگی نسبت به شرایط تنش افزایش می‌یابد. در تمامی سطوح تیمار تنش خشکی، بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را رقم هاشم به‌خود اختصاص داد. این رقم در شرایط عدم تنش، دورهٔ رشد خود را طیّ حدود ۱۰۸روز به اتمام رساند که در مقایسه با زمان رسیدگی سایر ارقام، اختلاف بسیارمعنی‌داری داشت. رقم هاشم در شرایط تنش متوسط و شدید، به‌ترتیب دورهٔ رشد خود را طی ۹۹ و ۹۱روز تکمیل نمود. کمترین طول دورهٔ رشد در شرایط عدم تنش، مربوط به رقم بیونیج و در شرایط تنش شدید، مربوط به رقمILC482 بود (شکل۳)؛ با این حال می‌توان از رقم هاشم در کشت‌های انتظاری که طول فصل رشد گیاه در آنها افزایش می‌یابد یا در مناطقی که سرمای زمستان آنها زیان‌آور نیست، به‌صورت پاییزه بهره برد.

این نتایج، با نتایج (Ortega *et al*., 1996; Keating & Cooper, 1983) مطابقت داشت.



شکل۳- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر تعداد روز تا رسیدگی در ارقام نخود

Fig. 3. Interaction effect of drought stress and cultivar on day to maturity in chickpea cultivars



شکل۲- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و کود نیتروژن بر تعداد روز تا۵۰درصد غلاف‌دهی در ارقام نخود

Fig. 2. Interaction effect of drought stress and N fertilizer on day to 50% podding in chickpea cultivars

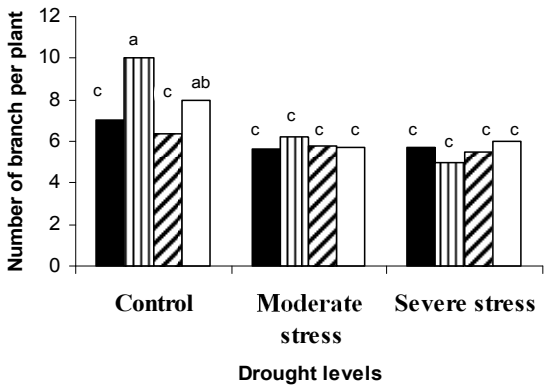
ارتفاع بوته

همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود، فقط اثر تنش خشکی و رقم روی ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول۱). بیشترین ارتفاع برای بوته‌های نخود در شرایط عدم‌تنش به‌دست آمد و تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته‌ها گردید. در شرایط تنش، افزایش سرعت رشد و کاهش دورهٔ رشد گیاه سبب کاهش ارتفاع گیاه شده و در شرایط بدون تنش، افزایش دورهٔ رشد گیاه سبب افزایش فتوسنتز گیاه شده و با افزایش فراهمی مواد فتوسنتزی برای گیاه، رشد آن نیز افزایش یافته و به‌دنبال آن، ارتفاع گیاه نیز افزایش می‌یابد (Goldani & Rezvani, 2007). در بین ارقام نیز بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۳۸سانتی‌متر مربوط به رقم هاشم و کمترین میزان آن با ۲۷سانتی‌متر مربوط به رقم محلی بیونیج بود (جدول۲) که ویژگی پابلندی رقم هاشم و فرم خوابیدهٔ بوتهٔ رقم بیونیج نیز تأییدکنندهٔ این مطلب بوده و این نتایج با نتایج کار محققان دیگر (Shobiri *et al*., 2007; Rezvani & Sadeghi, 2007; Goldani & Rezvani, 2007) نیز مطابقت داشت.

تعداد شاخه فرعی در بوته

اثر تنش خشکی روی تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح یک‌درصد و اثر رقم و برهم‌کنش تنش×رقم روی تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح پنج‌درصد معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، از تعداد شاخه فرعی در بوته کاسته شده است و بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته در شرایط بدون تنش به‌دست آمد. افزایش میزان آبیاری سبب افزایش رشد گیاه، افزایش حجم اندام‌های هوایی و زیرزمینی و افزایش تعداد شاخه فرعی در تک‌بوته می‌گردد (Palled *et al*., 1985). در تیمار بدون تنش، بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته مربوط به رقم بیونیج بود و کمترین میزان آن در همین تیمار مربوط به رقم هاشم بود (شکل۴) و با توجه به این خصوصیت می‌توان تراکم کشت رقم هاشم را افزایش داد. رقم بیونیج ارتفاع کمتری داشته و دارای فرم خوابیده‌تری نسبت به سایر ارقام بوده و به‌جای افزایش ارتفاع، تعداد شاخهٔ فرعی خود را افزایش داده ولی رقم هاشم برعکس رقم بیونیج بوده و با توجه به فرم ایستا و بیشتربودن ارتفاع آن نسبت به سایر ارقام، دارای تعداد شاخه فرعی کمتری نسبت به سایر ارقام بود. تحقیقات مختلف نیز نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش و آبیاری سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در ارقام مختلف نخود گردیده است (Dahiya *et al*., 1993; Goldani & Rezvani, 2007).



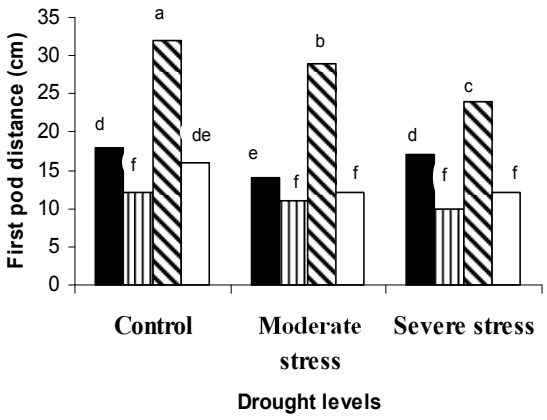
شکل۴- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر تعداد شاخهٔ فرعی در بوته در ارقام نخود

Fig. 4. Interaction effect of drought stress and cultivar on number of branch per plant in chickpea cultivars

فاصله اولین غلاف ازسطح خاک

اثر تنش خشکی، رقم و برهم‌کنش آنها روی فاصلهٔ اولین غلاف از زمین در سطح یک‌درصد معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱).

در شرایط بدون تنش، اولین غلاف بیشترین فاصله را از سطح زمین داشت و با افزایش شدت تنش خشکی از این میزان کاسته شد. گیاه در شرایط تنش خشکی با کاهش سنتز آسیمیلات مواجه شده و ضمن کاهش ارتفاع بوته از میزان فاصله اولین غلاف از زمین نیز کاسته می‌گردد (Rezvani & Sadeghi, 2007). در بین همهٔ تیمارهای تنش، بیشترین میزان فاصلهٔ اولین غلاف از زمین مربوط به رقم هاشم بود. بیشترین میزان فاصله اولین غلاف از زمین در این رقم در تیمار بدون تنش و کمترین میزان آن در تیمار تنش شدید حاصل شد. پس از رقم هاشم، رقم آزاد بیشترین میزان فاصله اولین غلاف از زمین را داشت. کمترین میزان فاصلهٔ اولین غلاف از زمین نیز مربوط به رقم بیونیج بود و این صفت در بین تیمارهای تنش در این رقم، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (شکل۵). با توجه به این‌که رقم هاشم دارای بیشترین میزان فاصله اولین غلاف از زمین است، می‌توان با داشتن کمترین میزان تلفات از این رقم در برداشت مکانیزه استفاده نمود؛ ولی رقم بیونیج حتی اگر در شرایط بدون تنش نیز کشت گردد پتانسیل برداشت مکانیزه را دارا نمی‌باشد. این یافته‌ها با نتایج محققان دیگر (Ortega *et al*., 1996; Rezvani & Sadeghi, 2007) نیز هماهنگی داشت.



شکل۵- اثر برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر فاصله اولین غلاف از زمین در ارقام نخود

Fig. 5. Interaction effect of drought stress and cultivar on first pod distance in chickpea cultivars

عملکرد ماده خشک

اثر تنش خشکی روی عملکرد ماده خشک در سطح یک‌درصد معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میزان عملکرد ماده خشک به‌میزان ۴۲۷۷کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش حاصل شد که این میزان با شرایط تنش متوسط، به‌میزان ۲۶۴۵کیلوگرم در هکتار و همچنین با شرایط تنش شدید به‌میزان ۱۷۷۱کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری داشت (جدول۲). عملکرد ماده خشک در شرایط بدون تنش، بیش از دوبرابر آن در شرایط تنش شدید می‌باشد که نشان‌دهندهٔ تأثیر کاهندهٔ تنش خشکی روی عملکرد ماده خشک می‌باشد. کاهش عملکرد ماده خشک در شرایط تنش خشکی به‌دلیل کاهش میزان سطح برگ و به‌دنبال آن کاهش فتوسنتز برگ‌ها می‌باشد (Sinaki *et al*., 2007). در شرایط عدم تنش خشکی، گیاه طول دورهٔ رشد بیشتری داشته و در این دوره با افزایش سطح برگ، تولید فتوسنتزی بیشتری داشته و در نتیجه عملکرد ماده خشک آن نسبت به شرایط تنش شدید، افزایش می‌یابد (Latiri-Soki *et al*., 1998). بین مصرف و عدم‌مصرف کود نیتروژنه از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در بین ارقام، بیشترین میزان عملکرد مادهٔ خشک به‌میزان ۳۲۷۹کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم هاشم بود که این رقم از این نظر با سایر ارقام، اختلاف معنی‌داری داشت. پس از آن، رقم بیونیج بیشترین میزان عملکرد مادهٔ خشک به‌میزان ۲۹۴۷کیلوگرم در هکتار را داشت. بیشتربودن عملکرد مادهٔ خشک در رقم هاشم به‌دلیل ارتفاع زیاد و همچنین طولانی‌بودن طول دورهٔ رشد آن می‌باشد. کمترین میزان عملکرد مادهٔ خشک در بین ارقام به‌میزان ۲۶۰۰کیلوگرم در هکتار در رقمILC482 به‌دست آمد.

عملکرد دانه

تأثیر تنش خشکی، رقم و اثر متقابل تنش خشکی×رقم×کود نیتروژن روی عملکرد دانه، معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۲۲۶کیلوگرم در هکتار) در شرایط بدون تنش حاصل شد و کمترین میزان آن (۸۱۵کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش شدید به‌دست آمد (جدول ۲)؛ به‌طوری‌که در شرایط بدون تنش، عملکرد دانه ۶۴درصد بیشتر از شرایط تنش شدید بود. در شرایط تنش خشکی به‌دلیل کاهش دورهٔ پُرشدن دانه، عملکرد دانه تا حدود ۵۰درصد کاهش می‌یابد (Araus *et al*., 2002; Goldani & Rezvani, 2007; Shobiri *et al*., 2007; Singh & Saxena, 1999). در تیمار تنش متوسط نیز در بین همه ارقام، بیشترین عملکرد را رقم بیونیج به‌خود اختصاص داد و کمترین میزان عملکرد هم مربوط به رقم هاشم بود. بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط تنش شدید در رقم بیونیج به‌دست آمد و این میزان حدود شِش‌برابر عملکرد رقم هاشم در این شرایط بود (جدول۳). این نتایج با نتایج حاصل از آزمایشات محققان دیگر (Ortega *et al*., 1996; Plancqaert *et al*., 1990; Singh, 1995; Salam *et al*., 2006) مطابقت داشت. مصرف کود نیتروژنه در شرایط بدون تنش، عملکرد سه رقم بیونیج، هاشم و ILC482 را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار عدم مصرف کود نیتروژنه افزایش داد؛ به‌طوری‌که در هر کدام از سه رقم یادشده، مصرف کود نیتروژنه، عملکرد دانه را حدود۶۰۰کیلوگرم در هکتار افزایش داد ولی رقم آزاد به مصرف کود نیتروژنه، واکنش منفی نشان داد؛ به‌طوری‌که مصرف کود نیتروژنه باعث کاهش عملکرد این رقم به‌میزان حدود۶۰۰کیلوگرم در هکتار شد. رقم بیونیج با میزان ۲۷۳۰کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد دانه در هکتار در شرایط مصرف کود نیتروژنه بود. در تیمار تنش متوسط در همه ارقام، بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط مصرف کود نیتروژنه حاصل شد. در شرایط عدم مصرف کود نیتروژنه، رقم آزاد با ۲۵۸۳کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد در تیمار بدون تنش بود. افزایش عملکرد همراه با مصرف کود نیتروژنه، به افزایش رشد گیاه و افزایش تولید مادهٔ خشک در شرایط عدم وجود تنش نسبت داده می‌شود (Plancqaert *et al*., 1995; Dahiya *et al*., 1993). در شرایط عدم وجود تنش خشکی، کود نیتروژنه باعث افزایش

رشد سبزینه‌ای سه رقم بیونیج، هاشم و ILC482 شد و با توجه به پتانسیل بیشتر این ارقام برای افزایش تولید مادهٔخشک، دیده می‌شود که عملکرد دانهٔ آنها در این شرایط افزایش یافته است.

جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مراحل فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیک ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for phenology and morphological traits in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)							
			روزتا ۵۰درصد گل‌دهی Day to flowering	روزتا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	روز تا رسیدگی Day to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch per plant	فاصله اولین غلاف از زمین First pod distance	عملکرد ماده خشک Biomass yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار	Replication	2	5.5	77.5	30.1	21.14	12.9	0.7	418114.1	938519.3
تنش خشکی	Drought stress (A)	2	504**	600**	954**	872.9**	30.6**	68**	38766584**	25713402.7**
خطای a	Error a (Ea)	4	6.7	10.4	15	9.9	9.35	2.56	62798.3	970269.4
کود نیتروژنه	N fertilizer (B)	1	15.1^{ns}	0.01^{ns}	29^{ns}	3.5^{ns}	8.22^{ns}	7.77^{ns}	369871.3 ^{ns}	816011.1 ^{ns}
رقم	Cultivar(C)	3	567**	956**	2108**	522**	13.2*	1046.2**	1504421 ^{ns}	4155662.9**
تنش×کود	A×B	2	8.3^{ns}	94.8**	32^{ns}	1.94^{ns}	0.12^{ns}	0.51^{ns}	1203572 ^{ns}	279752.7 ^{ns}
رقم×کود	B×C	3	31.9*	104**	376**	7.46^{ns}	2.36^{ns}	0.87^{ns}	460928 ^{ns}	200018.5 ^{ns}
تنش×رقم	A×C	6	29.6*	20^{ns}	70**	13.7^{ns}	8.4*	27.05**	605401.1 ^{ns}	936594.4 ^{ns}
تنش×کود×رقم	A×B×C	6	1.73^{ns}	35*	101**	12.9^{ns}	0.98^{ns}	3.91^{ns}	450704.7 ^{ns}	2826761.1**
خطای b	Error b (Eb)	42	11	14.78	12.8	369	31.2	3.08	23061040	181122.41
ضریب تغییرات	%CV		6.2	5.9	3.8	10.6	29.2	10	25.8	25.8

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

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

جدول۲- مقایسه میانگین مراحل فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیک در ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

Table 2. Mean comparisons for phenology and morphological traits in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

تیمارها	Traits	روزتا ۵۰درصد گل‌دهی Day to flowering	روزتا ۵۰درصد غلاف‌دهی Day to podding	روز تا رسیدگی Day to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch per plant	فاصله اولین غلاف از زمین First pod distance	عملکرد ماده خشک Biomass yield	عملکرد دانه Grain yield
تنش خشکی									
Drought stress:									
بدون تنش	No stress (S0)	58^{a}	70^{a}	99^{a}	36.5^{a}	7.66^{a}	19.4^{a}	4277^{a}	2229.6^{a}
تنش متوسط	Moderate stress (S1)	52^{b}	60^{b}	92^{b}	28.3^{b}	5.8^{b}	16.7^{b}	2654.8^{b}	1196.3^{b}
تنش شدید	Severe stress (S2)	49^{c}	62^{b}	86^{c}	24.8^{c}	5.56^{b}	16.2^{b}	1771.2^{c}	815^{b}
LSD		2.08	2.58	3.17	2.53	2.45	1.84	200.8	558.2
کودنیتروژن									
N fertilizer:									
بدون مصرف	No fertilizer (N0)	52	64.3	92	30.1	6.71	17.8	2972.7	1388.8^{a}
با مصرف	Used fertilizer (N1)	53	64.33	93	29.6	6.03	17.16	28.29	1438.3^{b}
LSD		1.57		1.7	1.52	2.45	0.83	390.5	120.6
ارقام									
Cultivars:									
آزاد	Azad	54^{b}	64^{b}	87^{b}	28.4^{b}	6.09^{ab}	16.9^{b}	2777^{ab}	1518.3^{a}
بیونیج	Bivanij	46^{d}	59^{c}	85^{b}	26.7^{b}	7.11^{a}	11.2^{d}	2947^{ab}	1675.5^{a}
هاشم	Hashem	60^{a}	74^{a}	108^{a}	37.8^{a}	5.33^{b}	28.3^{a}	3279.2^{a}	914.4^{b}
ILC482	ILC482	51^{c}	58^{c}	88^{b}	27.5^{b}	6.96^{a}	13.4^{c}	2600.6^{b}	1546.1^{a}
LSD		2.23	2.58	2.4	2.15	1.25	1.18	552.3	170.5

در هر ستون، مقادیر فاقد یک حرف مشترک، دارای تفاوت معنی‌دار آماری در سطح پنج‌درصد بر اساس آزمونLSD می‌باشند.

In each column, amounts without one common letter are significantly different ($p<0.05$) based on LSD test.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش×کود×رقم برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) **ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژن**

Table 3. Mean comparisons for interaction between stress, nitrogen, cultivar for seed yield (kg/ha) in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

ارقام Cultivars		Control بدون تنش		Moderate stress تنش متوسط		Severe stress تنش شدید	
		عدم مصرف کود No fertilizer	مصرف کود Application of fertilizer	عدم مصرف کود No fertilizer	مصرف کود Application of fertilizer	عدم مصرف کود No fertilizer	مصرف کود Application of fertilizer
آزاد	Azad	2583^{a}	2000^{abcd}	1130^{def}	1356^{bcdef}	923^{efg}	1116^{def}
بیونیج	Bivanij	2106^{abc}	2730^{a}	1343^{bcdef}	1696^{bcde}	1143^{def}	1033^{ef}
هاشم	Hashem	1580^{bcdef}	2196^{ab}	670^{fg}	733^{fg}	156^{g}	150^{g}
ILC482	ILC482	2076^{abc}	2563^{a}	1280^{cdef}	1360^{bcdef}	1066^{ef}	930^{efg}

در هر ستون، مقادیر فاقد یک حرف مشترک، دارای تفاوت معنی‌دار آماری در سطح پنج‌درصد بر اساس آزمونLSD می‌باشند.

In each column, amounts without one common letter are significantly different ($p<0.05$) based on LSD test.

همبستگی صفات فنولوژیک و مورفولوژیک با عملکرد دانه

جدول ۴ نشان می‌دهد که همبستگی بین عملکرد دانه و ماده خشک مثبت و معنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که در جریان افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک تأثیر به‌سزایی داشته است. در شرایط بدون تنش، افزایش فتوسنتز درگیاه، منجر به افزایش تولید ماده خشک شد که به‌دنبال آن، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد که نشان دهندهٔ همبستگی مثبت این دو می‌باشد (Plancqaert *et al*., 1990; Singh, 1995; Salam *et al*., 2006). تعداد روز تا گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی نیز با عملکرد مادهٔ خشک و در نتیجه عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت؛ یعنی افزایش تعداد روز تا گلدهی، غلاف‌دهی و رسیدگی نشان‌دهندهٔ شرایط مطلوب برای رشد گیاه بود و گیاه بدون برخورد با عوامل تنش‌زا و فراهمی مواد غذایی رشد کرده و به‌دنبال آن عملکرد مادهٔخشک و دانه نیز افزایش یافته است. پس می‌توان نتیجه گرفت که تأثیرات مثبت خصوصیات فنولوژیک می‌تواند بر عملکرد دانه اثر مثبت داشته باشد. افزایش ارتفاع نیز با افزایش رشد گیاه و عدم وجود تنش همراه است که به‌دنبال آن، فاصلهٔ اولین غلاف از سطح خاک نیز افزایش یافته و نشان‌دهندهٔ همبستگی مثبت آنها می‌باشد که در این شرایط، عملکرد مادهٔخشک و دانه نیز افزایش یافته است. افزایش ارتفاع و تعداد شاخه در بوته با افزایش عملکرد ماده خشک همراه می‌باشد که این اتفاق نیز جُز در شرایط بدون تنش، رخ نمی‌دهد و در شرایط تنش شدید هر دوی آنها کاهش می‌یابند. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات دیگر (El-Gizawy & Mehasen, 2004) مطابق بود.

جدول۴- همبستگی بین صفات فنولوژیک و مورفولوژیک ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

Table 4. Correlation between phenological and morphological parameters of chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

		Day to flowering	Day to podding	Day to maturity	Plant height	Branch per plant	First pod distance	Biomass yield	Grain yield
روز تا ۵۰درصدگل‌دهی	Day to flowering	1							
روز تا ۵۰درصدغلاف‌دهی	Day to podding	0.89^{**}	1						
روز تا رسیدگی	Day to maturity	0.89^{**}	0.89^{**}	1					
ارتفاع بوته	Plant height	0.91^{**}	0.90^{**}	0.94^{**}	1				
تعداد شاخه فرعی در بوته	Branch per plant	-0.14^{ns}	-0.18^{ns}	-0.19^{ns}	0.07^{ns}	1			
فاصله اولین غلاف از زمین	First pod distance	0.88^{**}	0.91^{**}	0.92^{**}	0.82^{**}	-0.46^{ns}	1		
عملکرد ماده خشک	Biomass yield	0.65^{*}	0.77^{*}	0.82^{**}	$^{*}0.65$	$^{*}0.69$	0.79^{**}	1	
عملکرد دانه	Grain yield	0.88^{**}	0.89^{**}	0.92^{**}	0.79^{*}	$^{**}0.56$	0.77^{*}	0.96^{**}	1

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

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

نتیجه‌گیری

در نتیجهٔ این تحقیق مشخص شد که هر چه تنش خشکی شدیدتری به گیاه نخود وارد شد، مراحل نموّی خود را با سرعت بیشتری طی کرده به‌طوری‌که از تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی کاسته شد و گیاه در مدت زمان کمتری رسیدگی خود را کامل نمود. همچنین تنش خشکی با اثر منفی بر فتوسنتز گیاه باعث کاهش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی در بوته، فاصله اولین غلاف از سطح خاک و تجمع ماده خشک در گیاه گشت. مصرف کود نیتروژن در شرایط بدون تنش سبب طولانی‌شدن طول دورهٔ رشد گیاه شده و مصرف آن در این شرایط با توجه به مصرف آب برای عملکرد دانه مثبت ارزیابی شده و در شرایط تنش شدید تا اندازه‌ای تأثیر منفی گذاشته است. با توجه به سازگاری رقم بیونیج به شرایط منطقه و همچنین سرعت رشد بالای این رقم و با توجه به این‌که در کمترین زمان ممکن، بیشترین میزان ماده خشک در این رقم تجمع یافت، در هر دوشرایط آبی و دیم دارای بالاترین میزان عملکرد دانه بود و نشان می‌دهد که این رقم پتانسیل بالایی برای افزایش عملکرد در این شرایط را داشته و قادر است شرایط نامساعد را به خوبی تحمل کرده و عملکرد قابل‌قبولی در این شرایط داشته باشد. همچنین با توجه به طولانی‌بودن طول دورهٔ رویش رقم هاشم، این رقم در شرایط دیم و به‌صورت کاشت بهاره، عملکرد اقتصادی تولید نکرد، زیرا مرحلهٔ زایشی این گیاه با زمان کم‌آبی منطقه منطبق شده و در مرحلهٔ بحرانی پُرشدن دانه‌های آن، با کمبود آب مواجه شده است. لذا بایستی یا در پاییز کشت شود یا در بهار به‌صورت آبی کشت شود تا عملکرد قابل‌قبولی تولید نماید.

منابع

1. Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? Annual Botany 89: 925-940.
2. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence, and seed yield of chickpea. Agronomy Journal 80: 909-914.
3. Buddenhagen, I.W., and Richards R.A. 1988. Breeding cool-season food legumes for improved performance in stress environments. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool-Season Food Legumes. Kluwer, Dordrecht. The Netherlands.
4. Dahiya, S., Singh, M., and Singh, R.B. 1993. Economics and water use efficiency of chickpea as effected by genotypes, irrigation and fertilizer application. Crop Research-Hisar 6: 532-534.
5. El-Gizawy, N., and Mehasen, S.A.S. 2004. Yield and seed quality responses of chickpea to inoculation with phosphorein, phosphourus fertilizer and spraying with iron. The 4th Scientific Conference of Agricultural Sciences, Assiut., p. 1-12.
6. Goldani, M., and Rezvani, P. 2007. The effects of different irrigation regimes and planting dates on phenology and growth indices of three chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Agricultural Science 14:12 pages. (In Persian with English Summary).
7. Gupta, A.K., Singh, J., Kaur, N., and Singh, R. 1993. Effect of polyethylene glycol-induced water stress on uptake interconversion and transport of sugars in chickpea seedlings. Plant Physiology & Biotechnology 31: 743-747.
8. Jongdee, B., Fukai, S., and Cooper, M. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. Field Crops Res. 76: 153-163.
9. Keating, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1983. Kabuli chickpea as winter sown crop in Northen Syria: Moisture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science Camb. 100: 667-680.
10. Latiri-Soki, K., Noitclitt, S., and Lawlor, D.W. 1998. Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiency for durum wheat under semi-arid conditions. European Journal of Agronomy 9: 21-34.
11. Muchow, R.C. 1985. Phenology, seed yield and water use of grain legumes growth under different soil water regimes in a semi-arid tropical environment. Field Crops Research 11: 81-97.
12. Ortega, P., Jose, F., Grageda, G., and Morales, G. 1996. Effect of sowing dates, irrigation, plant densities, and genotypes on chickpea in Sonora, Mexico. Inter. Chickpea and Pigeon pea Newsletter 3: 24-26.
13. Palled, Y.B., Chandrashekharaiah, A.M., and Radder, G.D. 1985. Response of Bengal gram to moisture stress. Indian Journal of Agronomy 30: 104-106.
14. Plancqaert, Ph., Braun, Ph., and Werry, J. 1990. Agronomic studies on chickpea (*Cicer arietinum* L.). Options Mediterraneans-Sevie Seminaries. NO. 9: 87-92.
15. Read, D.W.L., Wander, F.G., and Cameron, D.R. 1982. Factors affecting fertilizer nitrogen response of wheat in southwestern Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 62: 577-588.

16. Rezvani, M.P., and Sadeghi, S.R. 2007. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar ILC3279). Journal of Agricultural Research of Iran 6: 314-325. (In Persian with English Summary).
17. Salam, M.A., Ahmed, S., Shahjahan, M., Islam, M.S., and Hossain, M.F. 2006. Response of chickpea varieties to different levels of irrigation in High Barind Tract. International Journal of Sustainable Agriculture and Technology 2: 32-39.
18. Samin, M., Sepahri, A., Ahmadvand, G., and Sabaghpoor, S.H. 2006. Effect of irrigation on growth and yield of four cultivars chickpea in grain filling and podding stages. Journal of Agriculture Research 7: 1-15. (In Persian with English Summary).
19. Saxena, M.C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. In: *Aschochyta Blight* and Winter Sowing of Chickpeas. p: 123-139.
20. Shobiri, S., Golozani, G.K., Golchin, A., and Saba, J. 2007. Effect of water deficit on growth and grain yield of three cultivars of chickpea in Zanjan. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 14: 12 pages. (In Persian with English Summary).
21. Sinaki, J.M., Heravan, E.M., Rad, A.H.S., Noormohammadi, Gh., and Ghasem, Z.G.h. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science 2: 417-422.
22. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1999. Chickpeas (The Tropical Agriculturalist). Macmillan Education LTD, London and Bisingtone.
23. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.
24. Singh, S.P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial populations of common bean. Crop Science 35: 118-128.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 59-68

Investigation of phenological and morphological characteristics and correlation them with yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and N fertilizer in Kermanshah province

Shaban[1*], M., Mansourifar[2], C., Ghobadi[2], M. and Sabaghpoor[3], S.H.

1. PhD Student in Seed Science and Technology, Gorgan Agricultural Science and Natural Resources University and Contribution of Young Researchers Club, Boroujerd Branch, Islamic Azad University, Boroujerd, Iran
2. Department of Crop Production and Plant Breeding, School of Agriculture, Razi University, Kermanshah
3. Contribution from Agriculture and Natural Resources Research Center of Hamedan

Received: 23 May 2011
Accepted: 5 December 2011

Abstract

This study was performed in order to evaluate the effects of drought stress and nitrogen fertilizer on phenology, morphology and yield of four cultivars of chickpea. This experiment was performed in a split-factorial using randomized complete block design with three replications. Drought stress treatment stood in main plots (in three levels) consisting of no drought stress (control), moderate drought stress (irrigation at planting and early flowering) and severe drought stress (no irrigation). Combination of nitrogen fertilizer (in two levels 0kg N/ha and 25kg N/ha) and cultivar treatment (four cultivars Azad, Bivanij, Hashem and ILC482) stood in sub plots. Results showed that drought stress had significant effect on phenology and morphological traits, biomass yield and grain yield. Increase of drought stress lead to reduce of growth period, plant height, biomass yield and grain yield. Among cultivar treatments, Bivanij had shorter phenological stages time as complete ripening and prepared of harvesting in 82 day in high water stress and had a highest biomass and grain yield. Hashem cultivar had a maximum growth length. Also, Nitrogen fertilizer had a positive effect on grain yield in non stress condition.

Key words: Chickpea, Maturity, Yield

*** Corresponding Author:** shaban.morad@yahoo.com