

تأثیر قطع آبیاری از ابتدای گلدهی و غلافدهی تا رسیدگی، بر عملکرد و اجزای آن در پنج رقم رایج نخود منطقه کرمانشاه

سیدمحمدناصح حسینی^۱، سیروس منصوری فر^۲ و محسن سعیدی^{۳*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران؛

yasarkem23@gmail.com

۲- استادیار سابق رشته زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه رازی کرمانشاه و دانشیار فعلی گروه کشاورزی، واحد کرج،

دانشگاه پیام نور، کرج، ایران؛ cmansourif@gmail.com

۳- دانشیار رشته زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران؛

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش کم آبی از اوایل گلدهی و رشد زایشی بر تغییرات عملکرد و اجزای آن در پنج رقم نخود زراعی، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه رازی کرمانشاه اجرا شد. فاکتور اصلی رژیم رطوبتی با سه سطح شامل اعمال تنش کم آبی از ابتدای گلدهی تا رسیدگی، اعمال تنش کم آبی از ابتدای غلافدهی تا رسیدگی، و آبیاری مطلوب، و فاکتور فرعی شامل پنج رقم نخود به اسامی آرمان، آزاد، بیونج، هاشم و ILC482 بودند. نتایج نشان داد تنش کم آبی در هر دو سطح، موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، زیست‌توده، شاخص برداشت، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته و غلاف و تعداد غلاف در بوته شد. اعمال تنش کم آبی از ابتدای گلدهی، موجب کاهش شدیدتر عملکرد دانه در مقایسه با تیمار تنش کم آبی از ابتدای غلافدهی شد. با اعمال تنش کم آبی از ابتدای گلدهی، عملکرد دانه در حدود ۵۱ درصد و عملکرد زیست‌توده در حدود ۳۶ درصد کاهش یافت. در شرایط کنترل رطوبتی، بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده مربوط به رقم آرمان به ترتیب با ۱۳۵۵ و ۳۱۲۶ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده در شرایط اعمال تنش کم آبی از ابتدای غلافدهی، در رقم‌های آزاد و بیونج به ترتیب با ۱۰۳۵ و ۲۵۷۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش کم آبی از ابتدای گلدهی، در رقم ILC482 به ترتیب با ۷۱۵ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار دیده شد. همچنین رابطه بین عملکرد دانه با صفات عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته مثبت و معنی‌دار بود. با توجه به نتایج به دست آمده، رقم‌های آزاد، بیونج و ILC482 در هر دو سطح تنش رطوبتی عملکرد مناسب‌تری از خود نشان دادند و احتمالاً کاشت آن‌ها در چنین شرایطی با ریسک کمتری همراه است.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، نخود، همبستگی

مقدمه

(2011). براساس مطالعات انجام شده، بین عوامل مختلف ایجادکننده تنش در نخود، تنش خشکی انتهای فصل رشد به تنهایی ۳۳ تا ۴۵ درصد از عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Malhotra & Sexana, 2002; Ganjeali & Nezami, 2008; Fang et al., 2010; Kashiwagi et al., 2015). تنش خشکی در مرحله گلدهی به طور معمول منجر به عدم باروری می‌گردد. یکی از دلایل عمده این امر، کاهش جریان انتقال آسیمیلات‌ها به قسمت‌های تشکیل‌دهنده عملکرد اقتصادی گیاه به دلیل پایین بودن سطح فشار آستانه لازم برای نگهداری رشد مطلوب دانه‌ها می‌باشد (Yadav et al., 2004). وقوع تنش خشکی سبب تسریع در تکمیل مراحل فنولوژیک در گیاه شده و گیاه به منظور فرار از خشکی و

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) از نظر اهمیت، دومین گیاه لگوم دانه‌ای (حبوبات) بوده و سطح زیرکشت این گیاه ۱۳/۵ میلیون هکتار در سطح جهان گزارش شده است (FAOSTAT, 2013; Pang et al., 2013). تنش خشکی در گیاهان، یکی از مسائل عمده در کاهش عملکرد محصولات زراعی به خصوص در مناطق گرمسیری، نیمه‌خشک و خشک جهان می‌باشد. کمبود آب قابل‌دسترس گیاه نتیجه بارش کم و نامنظم، کمبود ذخیره آبی خاک و پیشی گرفتن سرعت تعرق از میزان جذب آب است (Fotouhighazvini et al.,

*نویسنده مسئول: msaeidi667@gmail.com

افزایش ۳۰ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با شرایط عدم انجام آبیاری گردید. همچنین، سایر مطالعات انجام شده روی نخود نیز کاهش تجمع ماده خشک و عملکرد در ارقام نخود مورد بررسی، تحت تنش خشکی را نشان داده‌اند (Gunes et al., 2006; Thaman et al., 2007).

با توجه به این که گیاه نخود به‌طور گسترده در استان کرمانشاه مورد کشت قرار می‌گیرد و از طرفی به علت نیمه خشک بودن آب‌وهوای این منطقه مواجه شدن نخود با تنش خشکی از ابتدای گلدهی به بعد در این منطقه به‌طور معمول امری اجتناب‌ناپذیر است، لذا مطالعه حاضر در جهت بررسی نحوه تأثیر تیمار تنش خشکی از ابتدای مرحله گلدهی تا رسیدگی و از ابتدای غلافدهی تا رسیدگی در مقایسه با شاهد بر عملکرد و اجزای آن در ارقام رایج نخود انجام شده است.

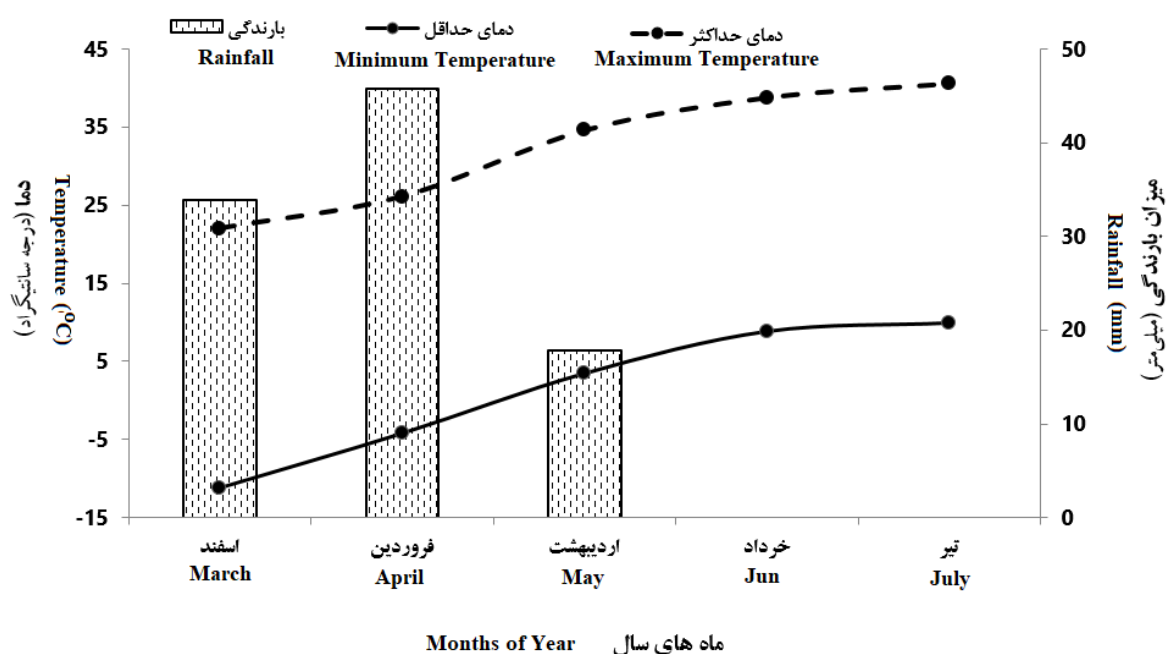
مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و با ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا اجرا گردید. تیمار رژیم رطوبتی به‌عنوان فاکتور اصلی در نظر گرفته شد و دارای سه سطح شامل: (۱) قطع آبیاری از ابتدای مرحله گلدهی تا رسیدگی، (۲) قطع آبیاری از ابتدای مرحله غلافدهی تا رسیدگی و (۳) عدم تنش رطوبتی بود. در تیمار عدم تنش رطوبتی در پنج مرحله، شامل مراحل جوانه‌زنی و سبز شدن، اوایل رشد رویشی، اوج رشد رویشی، گلدهی و غلافدهی، آب به‌نحو مطلوب و مناسب در اختیار گیاه قرار داده شد. رقم‌های مختلف نخود، به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند و شامل پنج سطح (آرمان، آزاد، بیونچ، هاشم و ILC482) بود. این رقم‌ها به‌طور وسیعی تحت کشت و کار در استان کرمانشاه هستند: رقم آرمان، کابلی سفید، مخصوص مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیر با متوسط عملکرد ۱۶۵۰ کیلوگرم در هکتار؛ رقم آزاد: کابلی سفید، مخصوص مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیر با متوسط عملکرد ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار؛ رقم بیونچ: کابلی سفید، مخصوص مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیر؛ رقم هاشم: کابلی سفید، مخصوص مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیر، با متوسط عملکرد ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار؛ رقم ILC482: کابلی سفید، مخصوص مناطق سردسیر با متوسط عملکرد ۱۰۸۰ کیلوگرم در هکتار. آمار میزان بارندگی و حداکثر و حداقل دما در منطقه کرمانشاه در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۹۱

مقابله با آن، چرخه زندگی خود را کوتاه‌تر می‌کند و این امر کاهش عملکرد در گیاه نخود را در پی دارد (Turner et al., 2001). در گیاه نخود فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی بسیار حائز اهمیت می‌باشد، به‌نحوی که وقوع تنش خشکی در این مرحله باعث کاهش طول دوره گلدهی، تعداد گل و در نهایت کاهش شدید عملکرد در بوته می‌گردد. زیرا در این زمان نخود دارای رشد رویشی فعال بوده و تنش خشکی در این مرحله باعث افت شدید رشد و عدم جبران آن در مراحل بعد می‌گردد (Ganjeali & Nezami, 2008). در بین مراحل فنولوژیک گیاه نخود، مراحل گلدهی و دانه‌بستن، حساس‌ترین مراحل به کمبود آب هستند و در شرایط محدودیت آب، با انجام آبیاری در این مراحل می‌توان عملکرد نخود را افزایش داد (Mirzavand et al., 2011). وقوع تنش خشکی در مرحله رشد زایشی گیاه نخود، برخی صفات نظیر تاریخ رسیدن، ارتفاع بوته، زیست‌توده و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (Nayyar et al., 2006). Dehahmadi et al., (2010) در مطالعه‌ای اظهار نمودند که با اعمال تنش خشکی در مرحله گلدهی نخود، کمترین مقدار عملکرد و ماده خشک به‌دست آمد که دلیل این امر ریزش گل‌ها و عدم تشکیل دانه بود. اعمال تنش خشکی در مرحله غلافدهی نیز سبب کاهش قابل توجه عملکرد و ماده خشک در این گیاه نسبت به شاهد گردید. (Keatinge & Cooper, 1983) سه جزء اصلی عملکرد در نخود را تعداد غلاف در بوته، درصد غلاف پوک و وزن ۱۰۰ دانه معرفی و اعلام کردند که افزایش پوکی غلاف و کاهش وزن ۱۰۰ دانه در شرایط تنش می‌تواند ناشی از اثر سوء خشکی بر روی تولید زیست‌توده باشد. بنا به گزارش (Farshadfar & Javadiniya, 2011) بیشترین آسیب وارده به نخود طی تنش خشکی مربوط به عملکرد دانه با ۶۲/۴۶ درصد کاهش بود. Behroozmand et al., (2011) در مطالعه اثر تیمارهای مختلف تنش کم‌آبی بر ارقام مختلف نخود، کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و زیست‌توده و افزایش تعداد غلاف خالی در بوته را گزارش نمودند. این تغییرات منجر به کاهش میزان دانه تولیدی در واحد سطح گردید. کاهش عملکرد دانه به دنبال کاهش ۵۰ درصدی آب مصرفی، ۲۷ درصد و در اثر کاهش ۱۰۰ درصدی آب مصرفی، ۶۴ درصد برآورد شد. Mohammadi et al., (2015) در مطالعه روی نخود گزارش کردند که تأثیر آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی بر عملکرد دانه و برخی صفات از جمله تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته مثبت و معنی‌دار بود، به‌طوری که منجر به افزایش ۴۸ درصدی تعداد غلاف در بوته، افزایش ۴۵ درصدی تعداد دانه در بوته و

گردید. میزان عملکرد کاه با کم کردن عملکرد دانه از عملکرد بیولوژیک به دست آمد. میزان شاخص برداشت با تقسیم کردن عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک و ضرب عدد به دست آمده در عدد ۱۰۰ محاسبه شد. مقدار وزن ۱۰۰ دانه با شمارش پنج نمونه ۱۰۰ عددی از دانه‌های مورد نظر جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه و سپس توزین آن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته، با شمارش تعداد غلاف و دانه ۱۰ بوته برداشت شده از مزرعه در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک به دست آمد. تعداد دانه در غلاف با شمارش تعداد کل دانه‌های ۱۰ بوته برداشت شده و سپس تقسیم عدد به دست آمده بر تعداد غلاف‌های پُر محاسبه گردید. داده‌های جمع‌آوری شده قبل از تجزیه واریانس و دیگر محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار EXCEL طبقه‌بندی شدند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها برای صفات مختلف با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام پذیرفت و برای مقایسه میانگین از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید. تجزیه همبستگی بین عملکرد و اجزای آن به وسیله نرم‌افزار SAS صورت گرفت.

در شکل ۱ آمده است. کشت به صورت بهاره در مزرعه با خاک رسی لومی انجام شد و تراکم مورد استفاده ۴۰ بوته در مترمربع با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. بذور در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شدند و هر کرت شامل شش خط کاشت به طول ۳ متر و عرض ۱/۵ متر بود. بر اساس نتایج آزمون خاک، از کود اوره به منظور استراتر به میزان ۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار استفاده شد. به منظور کنترل علف‌های هرز مزرعه پس از سبزشدن علف‌های هرز، عملیات وجین دستی آن‌ها در چند مرحله انجام شد. جهت مبارزه با کرم پبله‌خوار نخود نیز حشره‌کش دلتامترین به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار محلول پاشی شد. عملیات برداشت پس از رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌های نخود و از خطوط چهارم و پنجم هر کرت با حذف اثرات حاشیه انجام شد. مقدار عملکرد بیولوژیک با برداشت ردیف چهارم و پنجم کشت پس از رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌های نخود و با حذف اثرات حاشیه و سپس توزین با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. مقدار عملکرد دانه با جدا کردن دانه‌های دو ردیف برداشت شده که جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک برداشت شده بودند، محاسبه



شکل ۱- میزان بارندگی و حداکثر و حداقل دما در منطقه کرمانشاه در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۹۱

Fig. 1. Rainfall and maximum and minimum temperature in Kermanshah region at five months of 2011-2012

نتایج و بحث

عملکرد دانه و زیست‌توده

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، فاکتورهای رژیم رطوبتی، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر روی عملکرد دانه و زیست‌توده اثر معنی‌داری داشتند ($P \leq 0/01$) (جدول ۱). از آنجا که اثرات ساده رقم و رژیم رطوبتی و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه و اجزای آن معنی‌دار شدند، مقایسه میانگین‌ها با بررسی اثرات متقابل آن‌ها انجام شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها در شرایط کنترل رطوبتی، بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه و زیست‌توده به ترتیب مربوط به رقم‌های آرمان (به ترتیب به میزان ۱۳۵۵ و ۳۱۲۶ کیلوگرم در هکتار) و هاشم (به ترتیب به میزان ۷۲۰ و ۲۳۹۴ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۲). اعمال تنش رطوبتی در هر دو تیمار از مرحله گلدهی و غلافدهی تا زمان رسیدگی به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه و زیست‌توده را کاهش داد. اعمال تنش رطوبتی از زمان گلدهی تا رسیدگی موجب کاهش معنی‌دارتر عملکرد دانه و زیست‌توده نسبت به تیمار تنش رطوبتی از زمان غلافدهی تا رسیدگی شد. در این شرایط بیشترین کاهش عملکرد دانه و زیست‌توده مربوط به رقم آرمان (به ترتیب ۶۳ و ۵۱ درصد) بود و کمترین کاهش عملکرد دانه و زیست‌توده برای رقم ILC482 (به ترتیب ۴۲ و ۲۷ درصد) حاصل شد که حاکی از بالابودن توان مقاومتی این رقم در برابر شرایط کم‌آبی و حفظ عملکرد خود در این شرایط است. کمترین عملکرد دانه در هر سه تیمار رطوبتی نیز مربوط به رقم هاشم با ۲۹۳ کیلوگرم در هکتار و در تیمار تنش رطوبتی از شروع مرحله گلدهی بود (جدول ۲). براساس نتایج به‌دست‌آمده، کشت رقم هاشم به‌صورت بهاره با توجه به پتانسیل عملکرد پایین در شرایط کنترل رطوبتی و پایین‌تر بودن عملکرد آن در هر دو سطح تنش رطوبتی در منطقه مورد مطالعه (کرمانشاه) قابل‌توصیه نیست. با افزایش رطوبت، میزان ماده خشک تولیدشده در واحد سطح و به دنبال آن عملکرد افزایش می‌یابد (Siddique *et al.*, 2000). مطالعه در ارتباط با اثر مثبت شرایط کنترل‌شده در شکل‌گیری عملکرد دانه نشان می‌دهد که تأثیر مثبت آبیاری بر عملکرد دانه را می‌توان به بهبود شاخص سطح برگ و دوام آن، افزایش فتوسنتز جاری برگ و در نتیجه افزایش سرعت رشد محصول در این شرایط نسبت داد (Thaman *et al.*, 2007). تحت شرایط آبیاری و فراهم‌بودن آب، تولید مواد فتوسنتزی و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز (آسیمیلات‌ها) به ریشه، گره‌ها و دانه‌ها بیشتر است (Pandey *et al.*, 1981). به‌طور کلی، آبیاری نخود در

مرحله گلدهی کامل و مرحله پُرشدن غلاف‌ها عملکرد دانه و بیولوژیک نخود را نسبت به شرایط دیم به‌طرز معنی‌داری افزایش می‌دهد (Kanouni *et al.*, 2002). کمبود رطوبت در مرحله گلدهی به‌طور معنی‌داری زیست‌توده و عملکرد را کاهش می‌دهد (Singh *et al.*, 1990) و در مطالعه حاضر نیز این امر به وضوح مشاهده گردید که نتیجه بروز فیدبک‌های منفی کنترلی به‌منظور جلوگیری از به‌خطرافتادن حیات گیاه، همراه با کاهش سنتز و انتقال شیره پرورده بود که کاهش قابل‌توجه در اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته که همبستگی مثبت معنی‌داری در اغلب موارد با عملکرد اقتصادی دارند، در پی داشت و نهایتاً برهمکنش تأثیر این عوامل کاهش قابل‌توجه عملکرد اقتصادی را سبب گردید.

عملکرد کاه

براساس نتایج تجزیه واریانس، فاکتور رژیم رطوبتی بر روی عملکرد کاه تأثیر معنی‌داری را از خود برجای گذاشت ($P \leq 0/05$) (جدول ۱). نتیجه مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط کنترل رطوبتی بالاترین عملکرد کاه برای رقم آرمان (۱۷۷۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل گردید (جدول ۲). تنش رطوبتی موجب کاهش عملکرد کاه در هر دو سطح تنش رطوبتی شد. بیشترین کاهش عملکرد کاه در شرایط اعمال تنش رطوبتی از ابتدای گلدهی تا زمان رسیدگی دیده شد. در این شرایط بیشترین و کمترین عملکرد کاه به ترتیب مربوط به رقم‌های بیونچ با ۱۷۷۱ کیلوگرم در هکتار و آرمان با ۱۰۳۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). براساس نتایج این مطالعه عملکرد بالای کاه، نمی‌تواند معیار مناسبی برای بالابردن عملکرد دانه باشد که از علل آن می‌تواند این باشد که قسمت اعظم عملکرد کاه در زمان رشد رویشی که گیاه کمتر با کمبود آب مواجه می‌شود و می‌تواند توسعه مناسبی داشته باشد، شکل می‌گیرد و هنگام بروز تنش کم‌آبی که بیشتر در زمان رشد زایشی ظاهر می‌گردد، این صفت کمتر از سایر اجزای عملکرد از تنش ایجادشده آسیب می‌بیند.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر فاکتورهای رژیم رطوبتی و رقم ($P \leq 0/01$) و اثر متقابل آن‌ها ($P \leq 0/05$) بر روی شاخص برداشت اثر معنی‌دار داشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، اعمال تنش رطوبتی در هر دو سطح تنش رطوبتی موجب کاهش معنی‌دار شاخص برداشت شد. در هر سه سطح رطوبتی اعمال‌شده در

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد غلاف در بوته نشان داد که فاکتورهای رژیم رطوبتی، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر روی این صفت دارای اثر معنی‌داری بودند ($p \leq 0/01$) (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین تعداد غلاف در بوته در شرایط کنترل رطوبتی برای رقم ILC482 با ۲۸/۹ عدد غلاف در بوته حاصل شد (جدول ۲). تنش رطوبتی در هر دو سطح مورد بررسی موجب کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته شد. در هر دو تیمار تنش رطوبتی رقم ILC482 بیشترین و رقم هاشم با حدوداً ۹ عدد کمترین تعداد غلاف در بوته را داشتند (جدول ۲). تحت شرایط کمبود رطوبت با کاهش ۷۰ درصدی رطوبت خاک، تشکیل غلاف حداقل به میزان ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (Singh, 1997). چنین کاهش شدیدی در تعداد غلاف در بوته در اثر اعمال تنش رطوبتی در این بررسی نیز رؤیت گردید (جدول ۲). از آنجا که صفات تعداد غلاف در بوته و اندازه دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارا می‌باشند (Singh et al., 1990)، می‌توان رقم‌هایی را که قابلیت حفظ تعداد بالاتری غلاف در بوته همراه با دانه‌هایی با اندازه مناسب هستند را تحت شرایط کمبود آب به‌عنوان رقم‌های متحمل به خشکی معرفی نمود.

تعداد دانه در بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس، فاکتورهای رژیم رطوبتی، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر روی تعداد دانه در بوته اثر معنی‌داری داشتند ($p \leq 0/01$) (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار آبیاری مطلوب مربوط به رقم آرمان با ۲۹/۲ عدد دانه در بوته و در هر دو تیمار تنشی برای رقم ILC482 به ترتیب با ۲۷/۷ و ۲۶/۳ عدد دانه در بوته به دست آمد (جدول ۲). به‌علت کاهش تعداد دانه در بوته در هر دو سطح تنش رطوبتی، رقم هاشم کمترین تعداد دانه در بوته را در تیمار تنش رطوبتی از ابتدای گلدهی به‌میزان ۸/۵ عدد دانه در بوته و از ابتدای غلافدهی به میزان ۹/۴ عدد دانه در بوته در مقایسه با سایر رقم‌های مورد بررسی داشت (جدول ۲). گیاه نخود در آغاز گلدهی یک رشد سریع را طی کرده و به‌نظر می‌رسد در شرایط فراهمی رطوبت قابل دسترس، طول دوره زایشی و میزان فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد که منجر به تشکیل گل‌های بیشتری در گیاه شده و در تشکیل غلاف‌های بارور و تولید دانه در بوته به میزان بالاتر مؤثر است (Ehyae et al., 2010). تنش خشکی می‌تواند باعث کاهش ۴۳ درصدی عملکرد دانه و کاهش

این مطالعه بالاترین شاخص برداشت مربوط به رقم آزاد و در شرایط کنترل رطوبتی (۴۷/۲۸ درصد) و پایین‌ترین شاخص برداشت برای رقم هاشم در هر دو تیمار تنش رطوبتی (در حدود ۱۸/۵ درصد) به‌دست آمد (جدول ۲). هرچه محدودیت رطوبتی و شرایط کم‌آبی بیشتر باشد، از آنجا که رابطه تنگاتنگ بین عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت وجود دارد، شاخص برداشت نیز روند نزولی نشان می‌دهد، زیرا بیشترین تأثیر سوء کمبود آب بر دانه‌ها که در صورت کسر برآورد شاخص برداشت بوده و تشکیل‌دهنده عملکرد اقتصادی هستند، وارد می‌آید و مخرج کسر که عملکرد بیولوژیک است کمتر از شرایط به‌وجودآمده، خسارت می‌بیند. در نتیجه شاخص برداشت با کاهش مواجه می‌شود و در این شرایط ارقامی که بتوانند شاخص برداشت بالاتری را از خود نشان دهند، به خشکی مقاوم‌تر بوده و برای شرایط دیم، مناسب‌تر می‌باشند. شاخص برداشت، همبستگی مثبت معنی‌داری با شاخص تحمل خشکی و تعداد دانه در بوته دارد. این مسئله نشان می‌دهد که این صفت می‌تواند در افزایش عملکرد در شرایط تنش، سهمیم باشد و تحمل به تنش را افزایش دهد (Farshadfar & Javadiniya, 2011).

وزن ۱۰۰ دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فاکتورهای رژیم رطوبتی، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر روی وزن ۱۰۰ دانه اثر معنی‌دار داشتند ($p \leq 0/01$) (جدول ۱). در شرایط کنترل رطوبتی رقم بیونج با ۴۵/۸۳ گرم بیشترین وزن ۱۰۰ دانه را داشت (جدول ۲). تنش رطوبتی در هر دو سطح مورد بررسی به‌طور معنی‌داری موجب کاهش وزن ۱۰۰ دانه شد. در هر دو تیمار تنش رطوبتی رقم بیونج بیشترین و رقم هاشم کمترین وزن ۱۰۰ دانه را داشتند (جدول ۲). در این ارتباط لازم به ذکر است که وزن ۱۰۰ دانه خصوصیتی ژنوتیپی بوده و به‌شدت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارد، اما مقدار آن متأثر از شرایط دوره رسیدگی نیز می‌باشد. این شرایط ممکن است موجب تغییراتی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد در وزن ۱۰۰ دانه شوند (Kouchaki & Bannayanaval, 1994). با افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته، دانه کوچک‌تر شده و وزن ۱۰۰ دانه نیز کاهش می‌یابد (Singh et al., 1990). انجام آبیاری در مرحله پُرشدن غلاف‌ها باعث افزایش سرعت فتوسنتز جاری و افزایش طول مرحله زایشی و دوره مؤثر پُرشدن دانه و درنهایت، باعث افزایش وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود (Maleky et al., 2011).

تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نشان داد. این نتیجه در مورد عملکرد زیست‌توده نیز به همین صورت بود (جدول ۳، ۴ و ۵). در هر سه رژیم رطوبتی، شاخص برداشت با صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری را ($p \leq 0.01$) از خود نشان داد که با توجه به تأثیر مثبت بالابودن شاخص برداشت بر عملکرد اقتصادی، بالابودن صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته، در افزایش مقدار عملکرد اقتصادی نقش پُررنگی داشت و موجب اختصاص دادن قسمت بیشتری از عملکرد بیولوژیک کل، به خود شد و در افزایش شاخص برداشت تأثیر قابل‌توجهی داشت و به این ترتیب می‌توان به نقش پُررنگ صفات تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته بر عملکرد اقتصادی پی برد (جدول ۳، ۴ و ۵). بنابر نتایج به دست آمده، مشخص شد که از عوامل برتری و تأثیرگذار بیشتربودن عملکرد دانه برای رقم آرمان در تیمار آبیاری مطلوب، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالا، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته زیاد بوده است. وجود همبستگی بالا بین همه این عوامل با ترکیب شدن اثرشان موجب بالارفتن نسبی عملکرد دانه در این سطح در مقابل سایر سطوح گردید. ارزیابی روابط بین عملکرد و اجزای آن در رقم‌های مختلف نخود حاکی از وجود همبستگی بالا بین عملکرد دانه تک‌بوته و تعداد غلاف در بوته به میزان ۸۵ درصد و با عملکرد بیولوژیک به میزان ۸۰ درصد است (Guler et al., 2001). در بررسی تأثیر شیب تنش خشکی بر صفات گیاه نخود، صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه تک‌بوته داشته و درصد بالایی از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند (Pouresmael et al., 2009). بررسی نتایج تجزیه همبستگی در رقم‌های مختلف نخود نشان می‌دهد که صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در واحد سطح و تعداد دانه در واحد سطح رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه دارند و دارای بیشترین تأثیرگذاری مثبت بر روی عملکرد دانه نسبت به سایر اجزای عملکرد هستند (Kanouni & Malhorta, 2003; Pouryamchi et al., 2012; Siosemardeh et al., 2014). وجود همبستگی بالا بین زیست‌توده و شاخص برداشت با عملکرد دانه نشان دهنده اهمیت این صفات در افزایش عملکرد در ژنوتیپ‌های نخود است، بنابراین زیست‌توده و شاخص برداشت به‌عنوان صفاتی مناسب جهت گزینش در این شرایط به‌شمار می‌روند (Farshadfar & Javadiniya, 2011).

۴۴ درصدی تعداد غلاف و تعداد دانه در واحد سطح در مقایسه با شرایط بدون تنش گردد که از دلایل این امر می‌توان به محدودیت تولید و انتقال مواد فتوسنتزی طی تنش خشکی اشاره کرد (Siosemardeh et al., 2014). از عواملی که سبب کاهش قابل‌توجه عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته در نخود تحت تنش رطوبتی می‌شود، کاهش منابع فتوسنتزی و محدودیت آسیمیلات‌ها در این شرایط است (Nemati et al., 2016). به‌طور کلی، کمبود آب در طی مراحل رشد زایشی با تأثیری که بر ریزش گل‌ها و غلاف و عدم شرایط مناسب برای پُرشدن غلاف‌ها از خود بر جای می‌گذارد، سبب کاهش عملکردانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه در گیاه نخود می‌گردد (Abhari et al., 2017).

تعداد دانه در غلاف

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فقط فاکتور رقم بر روی تعداد دانه در غلاف تأثیر معنی‌داری را از خود برجای گذاشت ($p \leq 0.01$) (جدول ۱). در تیمار تنش رطوبتی از ابتدای مرحله گلدهی تا رسیدگی، بیشترین تعداد دانه در غلاف در مقایسه با دیگر تیمارهای رطوبتی دیده شد. در این شرایط رقم آرمان در هر سه سطح رطوبتی بیشترین تعداد دانه در غلاف را در مقایسه با سایر رقم‌های مورد بررسی به خود اختصاص داد (جدول ۲). تعداد دانه در غلاف در مقایسه با سایر اجزای عملکرد نسبت به شرایط تنش، حساسیت کمتری از خود نشان داد (Hosseini et al., 2009). صفت تعداد دانه در غلاف در نخود به‌طور عمده تحت کنترل ساختار ژنتیکی است و تأثیر عوامل محیطی بر آن ناچیز می‌باشد (Ghasemigolazani et al., 1997). با وجود این گزارش، همان‌طور که نتیجه این بررسی نشان داد، تنش رطوبتی تعداد دانه در غلاف را نسبت به شرایط کنترل رطوبتی افزایش داد و دلیل اصلی این افزایش، کاهش تعداد غلاف در بوته تحت کاهش رطوبت بود که با کاهش غلاف‌ها در هر بوته، شیره پروده بیشتری به هر غلاف اختصاص یافت و توانایی تولید دانه بیشتر در هر غلاف را ممکن ساخت.

بر اساس نتایج محاسبه ضرایب همبستگی بین عملکرد اقتصادی و اجزای آن در هر سه سطح آبیاری اعمال‌شده در این مطالعه، شامل قطع آبیاری از ابتدای گلدهی تا رسیدگی، قطع آبیاری از ابتدای غلافدهی تا رسیدگی و آبیاری مطلوب، عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($p \leq 0.01$) با صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت،

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تنش کم‌آبی در مرحله رشد زایشی به شکل قابل توجهی سبب کاهش عملکرد و اجزای آن می‌گردد و تنش در مرحله شروع گلدهی نسبت به تنش در شروع مرحله غلافدهی، آثار زیان بار بیشتری را در پی دارد. در صورت وجود رطوبت کافی، رقم‌های آرمان و آزاد، عملکرد دانه و زیست‌توده بهتری را دارا بودند، اما رقم آرمان در صورت مواجهه با خشکی توانایی حفظ عملکرد مناسب را در مقایسه با رقم آزاد نداشت. رقم های آزاد، بیونج و ILC482 در هر دو سطح تنش رطوبتی عملکرد مناسبی را از خود نشان داده و برای کاشت بهاره در شرایط دیم بر اساس توان مقاومتی بالاتر آن‌ها نسبت به دو رقم دیگر مناسب ارزیابی شدند. اما در ارتباط با رقم هاشم به دلیل کاهش عملکردی که از خود نشان داد، در شرایط کرمانشاه کشت آن به صورت بهاره توصیه نمی‌گردد. همچنین، صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت معنی-

داری را با عملکرد دانه دارا بودند و بالابودن این صفات افزایش عملکرد دانه را در پی داشت. به طور کلی با توجه به نقشی که انجام فرایند فتوسنتز در جهت جلوگیری از تولید مواد مضره و کمک به حفظ عملکرد طی تنش خشکی می‌تواند ایفا کند، می‌توان از دلایل زیر به عنوان عوامل موفقیت سه رقم مذکور نام برد: داشتن سیستم ریشه‌ای و ارتباطات آوندی قوی‌تر که نقل و انتقال آب و شیره پرورده را در این شرایط بهبود می‌بخشد؛ از طرفی، برخورداری از خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مناسب که به تداوم فرایند فتوسنتز به وسیله هماهنگی و تعادل مناسب بین رطوبت موجود و مصرف کنترل شده آن به همراه جذب دی اکسیدکربن از محیط کمک می‌کند؛ حفظ تولید شیره پرورده، درون سلول‌های مزوفیل، به دنبال آن که در نهایت، بهبود عملکرد را در پی دارد. بررسی سازوکار نحوه مواجهه این رقم‌ها، مخصوصاً رقم‌های آزاد، بیونج و ILC482 با وقوع تنش رطوبتی در مراحل مختلف پس از گلدهی، می‌تواند در شناخت سازوکار مؤثر، توصیه شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای آن در ارقام مختلف نخود تحت تأثیر عوامل آزمایشی در منطقه کرمانشاه
Table 1. Analysis of variation of the yield and its components, influenced by the experimental factors in Kermanshah region

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی DF	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه Chaff yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن ۱۰۰ دانه Weight of 100 seeds	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	تعداد دانه درغلاف Number of seed per pod
تکرار Replication	2	13171.2 ^{ns}	1538.5 ^{ns}	8356.6 ^{ns}	3.65 ^{ns}	0.425 ^{ns}	113.6 ^{ns}	112.8 ^{ns}	0.003 ^{ns}
رژیم رطوبتی Moisture regime	2	953894.4 ^{**}	341515 ^{**}	1754393 [*]	429.8 ^{**}	170.1 ^{**}	1274.2 ^{**}	1020.9 ^{**}	0.015 ^{ns}
خطای اصلی Main error (E _a)	4	12544	364.7	10216.9	3.16	1.43	63.2	65.4	0.003
رقم Cultivar	4	75845 ^{**}	110276.4 ^{**}	133964 ^{ns}	518.9 ^{**}	322.2 ^{**}	1373.5 ^{**}	1523.1 ^{**}	0.020 ^{**}
رژیم رطوبتی × رقم Moisture regime × Cultivar	8	24301.5 ^{**}	6763.9 ^{**}	8098.9 ^{ns}	6.92 [*]	9.97 ^{**}	119.3 ^{**}	146.3 ^{**}	0.002 ^{ns}
خطای فرعی Sub error (E _b)	24	7121.1	391	5166.6	2.45	1.83	18.5	21.3	0.002
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		7.32	4.67	9.63	4.42	4.70	11.53	12.18	3.93

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

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

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای آن تحت تأثیر عوامل آزمایشی در منطقه کرمانشاه

Table 2. Means comparison of the yield and its components, influenced by the experimental factors in Kermanshah region

رژیم رطوبتی Moisture regime	رقم Cultivar	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	درصد کاهش نسبت به شرایط کنترل Decrease relative to control conditions (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/ha)	درصد کاهش نسبت به شرایط کنترل Decrease relative to control conditions (%)	عملکرد کاه (کیلوگرم درهکتار) Chaff yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 seeds weight (g)	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod
قطع آبیاری از شروع گلدی Irrigation cut from flower initiation	آرمان Arman	1536 f	51	504 g	63	1032 e	32.81 gh	23.17 f	10.1 fg	11.1 ef	1.300 a
	آزاد Azad	1824 ef	36	659 f	51	1165 de	36.13 ef	27.33 e	13.4 ef	15 de	1.300 a
	بیونج Bivanij	1963 e	31	651 f	45	1312 cd	33.16 fg	33.53 c	11.7 efg	11.9 ef	1.227 abc
	هاشم Hashem	1568 f	35	293 i	59	1275 cde	18.68 i	21.67 f	9 g	8.5 f	1.150 c
	ILC 482	2000 e	27	715 f	42	1285 cde	35.75 f	24.03 f	24.8 b	26.3 ab	1.253 ab
قطع آبیاری از شروع غلافدهی Irrigation cut from pod initiation	آرمان Arman	2304 d	27	811 e	40	1493 bc	35.20 f	24.00 f	19.3 c	20.7 c	1.260 ab
	آزاد Azad	2518 cd	11	1035 c	23	1483 bc	41.11 cd	29.00 de	24.6 b	24.4 b	1.193 bc
	بیونج Bivanij	2570 bcd	9	928 d	21	1642 ab	36.11 ef	37.00 b	20.1 de	15.1 de	1.196 bc
	هاشم Hashem	2006 e	16	365 h	49	1641 ab	18.90 i	23.00 f	9.4 g	9.4 f	1.163 c
	ILC 482	2390 d	12	923 d	25	1467 bc	38.62 de	24.17 f	27.6 ab	27.7 ab	1.203 bc
آبیاری مطلوب Ideal irrigation	آرمان Arman	3126 a	-	1355 a	-	1771 a	43.34 bc	28.17 e	27.2 ab	29.2 a	1.273 ab
	آزاد Azad	2832 b	-	1339 a	-	1493 bc	47.28 a	30.87 d	26.3 ab	26.3 ab	1.200 bc
	بیونج Bivanij	2838 b	-	1173 b	-	1665 ab	41.33 cd	45.83 a	18.1 cd	16.9 cd	1.140 c
	هاشم Hashem	2394 d	-	720 f	-	1674 ab	30.07 h	28.33 e	13.3 ef	13.1 de	1.140 c
	ILC 482	2726 bc	-	1237 b	-	1489 bc	45.37 ab	28.70 de	28.9 a	27.8 ab	1.163 c

میانگین‌ها در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشند.

Means within each column with a letter in common do not have significant difference on the basis of Duncan Multiple Range Test at the 5% probability level.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای آن در رقم‌های مختلف نخود زراعی تحت شرایط تنش رطوبتی از ابتدای گلدی

تا زمان رسیدگی در منطقه کرمانشاه

Table 3. Correlation coefficients between yield and its components in different cultivars of chickpea under moisture stress conditions from the beginning of flowering until maturity in Kermanshah region

	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه Chaff yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن ۱۰۰ دانه Weight of 100 seeds	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod
عملکرد بیولوژیک	1							
عملکرد دانه	0.813**	1						
عملکرد کاه	0.718**	0.178 ^{ns}	1					
شاخص برداشت	0.549*	0.913**	-0.162 ^{ns}	1				
وزن ۱۰۰ دانه	0.433 ^{ns}	0.485 ^{ns}	0.157 ^{ns}	0.478 ^{ns}	1			
تعداد غلاف در بوته	0.762**	0.784**	0.350 ^{ns}	0.638**	0.017 ^{ns}	1		
تعداد دانه در بوته	0.730**	0.778**	0.302 ^{ns}	0.668**	0.010 ^{ns}	0.991**	1	
تعداد دانه در غلاف	-0.062 ^{ns}	0.205 ^{ns}	-0.355 ^{ns}	0.410 ^{ns}	0.139 ^{ns}	0.077 ^{ns}	0.188 ^{ns}	1

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد

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

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای آن در رقم‌های مختلف نخود زراعی تحت شرایط تنش رطوبتی از ابتدای غلافدهی تا زمان رسیدگی در منطقه کرمانشاه

Table 4. Correlation coefficients between yield and its components in different cultivars of chickpea under moisture stress conditions from the beginning of podding until maturity in Kermanshah region

	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه Chaff yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن ۱۰۰ دانه Weight of 100 seeds	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod
عملکرد بیولوژیک Biological yield	1							
عملکرد دانه Grain yield	0.839**	1						
عملکرد کاه Chaff yield	0.307 ^{ns}	-0.250 ^{ns}	1					
شاخص برداشت Harvest index	0.674**	0.966**	-0.477 ^{ns}	1				
وزن ۱۰۰ دانه Weight of 100 seeds	0.621*	0.478 ^{ns}	0.304 ^{ns}	0.364 ^{ns}	1			
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	0.553*	0.762**	-0.354 ^{ns}	0.773**	-0.088 ^{ns}	1		
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.577*	0.789**	-0.396 ^{ns}	0.810**	0.084 ^{ns}	0.936**	1	
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	0.129 ^{ns}	0.246 ^{ns}	-0.236 ^{ns}	0.294 ^{ns}	-0.131 ^{ns}	0.217**	0.279 ^{ns}	1

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد

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

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای آن در رقم‌های مختلف نخود زراعی تحت شرایط عدم تنش رطوبتی تا زمان رسیدگی در منطقه کرمانشاه

Table 5. Correlation coefficients between yield and its components in different cultivars of chickpea under non stress condition until maturity in Kermanshah region

	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه Chaff yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن ۱۰۰ دانه Weight of 100 seeds	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod
عملکرد بیولوژیک Biological yield	1							
عملکرد دانه Grain yield	0.830**	1						
عملکرد کاه Chaff yield	0.482 ^{ns}	0.088 ^{ns}	1					
شاخص برداشت Harvest index	0.563*	0.926**	-0.450 ^{ns}	1				
وزن ۱۰۰ دانه Weight of 100 seeds	0.125 ^{ns}	0.079 ^{ns}	0.097 ^{ns}	0.066 ^{ns}	1			
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	0.550*	0.802**	-0.277 ^{ns}	0.816**	-0.361 ^{ns}	1		
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.630*	0.826**	-0.170 ^{ns}	0.794**	-0.402 ^{ns}	0.977**	1	
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	0.586*	0.499 ^{ns}	-0.262 ^{ns}	0.351 ^{ns}	-0.345 ^{ns}	0.405 ^{ns}	0.549*	1

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد

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

منابع

1. Abhari, A., Azizi, E., and Harethabadi, B. 2017. Effect of super absorbent on yield and yield components of chickpea under drought stress conditions of the end of season. Crop Production Publication 10(1): 191-202. (In Persian).
2. Behroozmand, A., Yarnia, M., and Khorshidibenam, M.B. 2011. Effect of irrigation regime on yield and some physiological and morphological traits of 8 chickpea cultivars. Scientific Journal of Crops and Weeds Ecophysiology 19(5): 79-92. (In Persian).
3. Dehahmadi, A., Parsa, S.R., Nezami, M., and Gangeali, A. 2010. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research 1(2): 69-894. (In Persian with English Summary).
4. Ehyae, H., Parsa, M., Kafi, M., and Nasiri Mahallati, M. 2010. Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars. Iranian Journal of Pulses Research 1(2): 37-48. (In Persian with English Summary).
5. Fang, X., Turner, N.C., Yan, G., Li, F., and Siddique, K.H.M. 2010. Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought. Journal of Experimental Botany 61: 335-345.
6. FAO. 2013. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
7. Farshadfar, E., and Javadiniya, J. 2011. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for drought tolerance. Journal to Breed of Seed and Seedling 27-1(4): 517- 537. (In Persian).
8. Fotouhighazvini, R., Heidary, M., and Hashempour, A. 2011. Molecular Physiology and Biology of Tolerance in Stress Condition at Plants. Jahad Daneshgahi Mashhad Publisher (Translated).
9. Ganjeali, A., and Nezami, A. 2008. Ecophysiology and Determinatives Yield of Pulses in Pulses. JDM Press. Iran. p. 500. (In Persian).
10. Ghasemigolazani, K., Mohamadi, S., Rahemzadeh, P., and Moghadam, M. 1997. Quantitative connection between density and yield of three chickpea cultivar on different planting dates. Journal of Plant Physiology and Breeding 7: 59-73.
11. Guler, M., Saitadak, M., and Ulkan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal of Agronomy 14: 161-166.
12. Gunes, A., Cicek, N., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri, E., and Guzelordu, T. 2006. Genotypic response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre- and post-anthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency. Plant Soil Environment 52(8): 368-376.
13. Hosseini, N.M., Palta, J.A., Berger, J.D., and Siddique, K.H. 2009. Sowing soil water content effects on chickpea (*Cicer arietinum* L.): seedling emergence and early growth interaction with genotype and seed size. Agriculture and Water Management 96: 1732-1736.
14. Kanouni, H., and Malhorta, R.S. 2003. Genetic variation and relationships between traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under dryland conditions. Iranian Journal of Agricultural Sciences 5(3): 148-154. (In Persian).
15. Kanouni, H., Kazemi, H., Moghaddam, M., and Neyshburi, M.R. 2002. Selection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines for drought resistance. Journal of Agricultural Science 12(2): 109- 121. (In Persian).
16. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Purushothaman, R., Upadhyaya, H.D., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., and Varshney, R.K. 2015. Scope for improvement of yield under drought through the root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Research 170: 47-54.
17. Keatinge, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1983. Kabuli chickpea as a winter-sown crop in northern Syria: masture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science, Cambridge 100: 667-680.
18. Kouchaki, A., and Bannayanaval, M. 1994. Yield Physiology in Crops. Jahad Daneshgahi Mashhad Publisher (Translated).
19. Maleky, A., Heidary Moghaddam, A., Siyadat, S.A., and Tahmasebi, A. 2011. Effect of supplemental irrigation on yield, yield components and seed protein percentage of three chickpea cultivars in Ilam. Journal of Crop Ecophysiology 19(5): 65-78. (In Persian).
20. Malhotra, R.S., and Sexana, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. ICARDA 17: 20-23.
21. Mirzavand, M., Azizi, K.H., Abdali, M., and Esmaeili, A. 2011. Effect of some agricultural techniques (Planting arrangement and supplementary irrigation) on chickpea growth indices. Journal of Crop Ecophysiology 2(3): 63-73. (In Persian).

22. Mohammadi, M., Roozrokh, M., and Talebi, R. 2015. Effect of supplemental irrigation and iron foliar application on chickpea genotypes in Kermanshah. *Journal of Scientific-Research on Ecophysiology Crops* 27: 103-113. (In Persian with English Summary).
23. Nayyar, H., Singh, S., Kaur, S., Kumar, S., and Upadhyaya, H.D. 2006. Differential sensitivity of macrocarpa and microcarpa types of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to water stress: association of contrasting stress response with oxidative injury. *Journal of Integrative Plant Biology* 48: 1318-1329.
24. Nemati, A., Rafieealhusseini, M., and Danesh Shahraki, A. 2016. Effect of livestock manure and bacterial inoculation on physiological indices, yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 9(4): 339-351. (In Persian).
25. Pandey, R.L., Rai, S.H., Taiwari, A.S., and Reddy, R.K. 1981. Notes on estimates of heterosis for grain yield and implication in chickpea breeding. *Legume Research* 4: 109-111.
26. Pang, J., Wang, Y., Lambers, H., Tibbett, M., Siddique, K.H.M., and Ryan, M.H. 2013. Commensalism in an agroecosystem: hydraulic redistribution by deep-rooted legumes improves survival of a droughted shallow-rooted legume companion. *Physiologia Plantarum* 49: 79-90.
27. Pouresmael, M., Akbari, M., Vaezi, S.H., and Shahmoradi, S.H. 2009. Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection. *Iranian Journal of Agricultural Science* 11(4): 307-324.
28. Pouryamchi, M.A., Bihamta, M.R., Peighambari, S.A., and Naghavi, M.R. 2012. Effect of terminal drought stress on grain yield and yield components in Kabuli chickpea genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences* 14(3): 202-217. (In Persian with English Summary).
29. Siddique, K.H.M., Sedegly, R.H., and Marshal, C. 2000. Effects of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research* 31: 193-203.
30. Singh, K.B., Bejiga, G., and Malhorta, R.S. 1990. Associations of some characters with seed yield in chickpea collection. *Euphytica* 49(1): 83-88.
31. Singh, S.P. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research* 53: 161-170.
32. Siosemardeh, A., Sadeghi, F., Kanouni, H., Bahramnejad, B., and Gholami, S. 2014. Effect of drought stress on physiological traits, grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences* 16(2): 91-108. (In Persian with English Summary).
33. Saman, M., Sepehri, A., Ahmadvand, G., and Sabbaghpour, S.H. 2007. Effect of irrigation at podding and seed filling on growth and yield of chickpea genotypes. *Journal of Agricultural Research* 7(1): 55-72. (In Persian).
34. Turner, N.C., Wright, G.C., and Siddique, K.H.M. 2001. Adaptation of grain legumes (Pulses) to water limited environments. *Advances in Agronomy* 71: 193-231.
35. Yadav, R.S., Hash, C.T., Bidinger, F.R., Devos, K.M., and Howarth, C.J. 2004. Genomic regions associated with grain yield and aspects of post flowering drought tolerance in pearl millet across environments and tester background. *Euphytica* 136: 265-277.

Effect of irrigation cut from initiation of flowering and podding till maturity on yield and its components in prevalent chickpea cultivars in Kermanshah region

Hosseini¹, S.M.N., Mansourifar², C. & Saeidi^{3*}, M.

1. Graduated in MSc. Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Recourse, Razi University, Kermanshah, Iran; yasarkem23@gmail.com
2. Former Assistant Professor in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Razi University, Kermanshah and New Associated Professor of Payam Noor University, Karaj Branch, and Iran; cmansourif@gmail.com
3. Associate Professor in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Recourse, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 8 August 2018
Accepted: 15 November 2018

DOI: 10.22067/ijpr.v11i1.72352

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is the third most important grain legume in the world and the second grain legume in the Mediterranean environment including Iran. Average of chickpea grain yield in Iran is about 500 Kg ha⁻¹ while in the world this average is 900 Kg ha⁻¹. These data indicate the importance of research on chickpea. Water deficit stress is one of the most important factors in reducing grain yield of chickpea in the Mediterranean region. In such areas, water shortage almost take place at flowering and post flowering period. Generally, water deficit stress with decreasing plant photosynthesis and consequently reducing the production of photosynthetic products, the process of plant growth and development caused reduction of plants economic grain yield. In chickpea, flowering and podding stages are the most sensitive growth stages to water deficit and water shortages in these stages result in a significant reduction in grain yield. Hence, the present study was conducted to investigate the resistance of commonly chickpea cultivars used under cultivation in Kermanshah region in different water deficit stress conditions from the beginning of flowering and podding until maturity time.

Materials & Methods

In order to investigate the effect of post anthesis water deficit on yield and its components in different chickpea cultivars, a split-plot experiment based on complete block design with three replication conducted in research filed and labs of agronomy and plant breeding department of Razi university. The main factor was the moisture regime with three levels included: 1) control, 2) Irrigation cut from flowering till maturity and 3) irrigation cut from podding till maturity. Sub-factor consisted of different chickpea cultivars (Arman, Azad, Bivanij, Hashem and ILC482). Sowing was done manually. Each plot was consisted of six rows with three meters in length and with a spacing of 25 cm and 10 cm seeds space on the row. Harvesting was performed when each cultivar were matured under control and water deficit treatments and different traits was evaluated. These traits consist of: grain yield, biomass, straw yield, harvest index, number of pod per plant, number seed per pod, number of seed per plant, and 100 grain weight. Correlation coefficients between different traits under different water regime were estimated. The obtained data were exposed to analysis of variance (ANOVA). Means comparison was done using Duncan's new multiple range test (DMRT) using MSTAT-C software. Correlation coefficients between traits were estimated with SAS software ver. 8.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Results & Discussion

According to the results, water deficit at both levels, significantly reduced the grain yield, biomass, harvest index, 100 seed weight, number of seeds per plant and pod and number of pods per plant. The

*Corresponding Author: msaeidi667@gmail.com

highest reduction in grain yield and biomass under water deficit from beginning of flowering till maturity was observed with about 51 and 36 percent, respectively. Under control condition, the highest grain and biological yield in Arman cultivar was 1355 and 3126 Kg ha⁻¹, respectively. In application of water deficit from the beginning of podding until maturity, the highest grain and biological yield in Azad and Bivanij cultivars was 1035 and 2570 Kg ha⁻¹, respectively and under water deficit stress from the beginning of flowering until maturity the highest grain and biological yield in ILC482 cultivar was 715 and 2000 Kg ha⁻¹, respectively. Also, according to the results of correlation analysis, there was a positive and significant correlation between grain yield and biological yield, harvest index, number of pods per plant and number of seeds per plant. Azad, Bivanij and ILC482 cultivars showed better performance at both levels of moisture stress. Regarding the occurrence of moisture stress in the studied area at flowering and podding time in spring planting, spring cultivation of these cultivars is more desirable.

Conclusion

The results of this study showed that Azad, Bivanij and ILC482 cultivars were resistant to drought stress and their yield reduction was less than Arman and Hashem cultivars, also it is recommended that the Hashem cultivar dose not cultivate in spring at Kermanshah region. Generally, more resistant to drought varieties were more capable of water management which also improved the process of photosynthesis and helped to maintain better functionality in these conditions.

Keywords: Biological yield, Chickpea, Correlation, Grain yield, Water deficit