نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۳ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۴۴-۳۱، نیمهٔ دوم ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 31-44

اثر آبیاری محدود و مقادیر کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دو رقم زراعی نخود (*Cicer arietinum*)

محمودرضا تدین[1*] و علی‌جعفر قربانی‌نژاد[2]

۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۲۵

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر آبیاری تکمیلی و مقادیر کمپوست بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود، آزمایشی مزرعه‌ای در خرم‌آباد ایران در سال۱۳۸۹ به‌اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبارخُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل چهار سطح آبیاری (بدون آبیاری به‌عنوان شاهد، آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی، پُرشدن دانه، گلدهی+پُرشدن دانه) و عامل فرعی در سه سطح کمپوست (صفر، ۱۰، و ۱۵تُن در هکتار) و دو رقم نخود (گریت وFlip93-93) به‌عنوان عامل فرعی فرعی درنظرگرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد ساقه اصلی (۳/۶۳۳)، شاخه فرعی (۱۴/۶۱)، تعداد غلاف در بوته (۳۶/۶۸)، تعداد دانه در بوته (۳۹/۲۶)، حداکثر ارتفاع بوته (۳۸/۰۶ سانتی‌متر)، وزن ۱۰۰۰دانه (۲۹۱/۵ گرم)، عملکرد دانه (۱۶۸۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۴۸۹۸ کیلوگرم در هکتار)، از تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه به‌دست آمد. بیشترین عملکرد دانه از برهمکُنش آبیاری تکمیلی و میزان ۱۵تُن کمپوست در هکتار به‌دست آمد. عملکرد ارقام نشان می‌دهد که گیاه نخود، واکنش خوبی به آبیاری تکمیلی و کمپوست در شرایط دیم دارد، لذا به‌عنوان گیاه زراعی مناسبی برای شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در منطقهٔ خرم‌آباد، قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری محدود، دیم‌کاری، عملکرد دانه، نخود

مقدمه

ایران از نظر تولید حبوبات دیم بعد از هند، پاکستان و ترکیه در رتبهٔ چهارم جهان قرار دارد، در حالی‌که از نظر عملکرد، با متوسط تولید۴۰۰کیلوگرم در هکتار، در رتبه‌های آخر می‌باشد (Rezaianzadeh, 2009). از عوامل عمدهٔ کاهش عملکرد می‌توان به میزان، توزیع و پراکنش نامناسب بارندگی اشاره کرد. بررسی‌ها در ایران نشان می‌دهد که سطح زیرکشت نخود در دهه‌های اخیر نسبت به گذشته افزایش داشته، ولی عملکرد آن کاهش داشته است. کاهش عملکرد ناشی از عدم توسعهٔ امکانات، ضعف مدیریت زراعی، عدم کاربرد آبیاری تکمیلی و استفاده از کودهای شیمیایی در دیم‌زارها می‌باشد که سبب شده است کاشت این گیاه، در اراضی حاشیه‌ای و نسبتاً خشک انجام گیرد (Sabaghpour, 2003). عملکرد نخود باوجود اهمیت جهانی آن، غالباً کم و ناپایدار است و این بی‌ثباتی، عمدتاً از اثرات منفی تعدادی از تنش‌های زنده و غیرزنده ناشی می‌شود (Thomas, 1997). از آن‌جا که مقدار و پراکنش بارندگی در پاییز و بهار متغیر است، وقوع تنش خشکی در همهٔ مراحل رشد رویشی و زایشی، امکان‌پذیر است (Kashiwagi, 2006). خشکسالی، هرساله خسارت‌های هنگفتی به این محصول در جهان و به‌خصوص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد وارد می‌سازد (Sabaghpour, 2003). Nayyar (2006)، گلدهی و تشکیل غلاف را حساس‌ترین مراحل رشدی نخود نسبت به تنش آب برشمرده است که به‌نظر می‌رسد کمبود آب در مراحل زایشی نخود، با ریزش گُل‌ها و غلاف‌ها سبب ممانعت از دست‌یابی به پتانسیل عملکرد می‌شود. میزان این کاهش، به شدتِ تنش و مرحله‌ای از نمو گیاهی که تنش رخ می‌دهد، بستگی دارد (Jongdee *et al.*, 2002). هنگامی که تنش محیطی در طول دورهٔ رشد و نمو گیاه اتفاق می‌افتد، بخشی از عملکرد که در اوایل

* **نویسنده مسئول:** شهرکرد، کیلومتر ۲ جادهٔ سامان، دانشگاه شهرکرد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، تلفن: ۴۴۲۴۴۲۸-۰۳۸۱،
همراه: ۰۹۱۳۳۳۸۶۱۵۹۷، mrtadayon@yahoo.com

مرحلهٔ زایشی تشکیل می‌شود، عمدتاً بیشترین عکس‌العمل را نسبت به آن تنش نشان می‌دهد (Bulg, 2003). خشکی خاک، مانع توسعهٔ عادی سامانهٔ ریشه و گره‌ها شده و کاهش تماس ریشه با خاک، منجر به محدودیت جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد (Pacucci *et al.*, 2006). آبیاری تکمیلی بهینه، در مناطق دیم‌کاری بر اساس سه جنبهٔ اساسی زیر انجام می‌شود: ۱- آب، فقط برای بهبود عملکرد گیاه زراعی که به‌صورت دیم کاشته شده، به‌کار می‌رود؛ ۲- در شرایطی که بارندگی، مهم‌ترین منبع تأمین رطوبت است، آبیاری تکمیلی زمانی انجام می‌شود که بارندگی نتواند رطوبت ضروری را برای بهبود و پایداری عملکرد تأمین نماید؛ ۳- مقدار و زمان آبیاری، به‌صورتی برنامه‌ریزی شود که بتوان با کمترین مقدار آب قابل‌دسترس در طی مراحل حساس رشد گیاه زراعی، به عملکرد بهینه دست یافت. بنابراین، افزایش بازده آبیاری، بهره‌وری آب و کارآیی مصرف آب توسط آبیاری تکمیلی در دیم‌زارها، از جمله اهداف مهم در ارتقای تولید محصولات زراعی در دیم‌زارهای کم‌بازده می‌باشد (Tadayon & Emam, 2008). آبیاری تکمیلی باعث افزایش ارتفاع بوته، ماده خشک، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نخود می‌گردد (Patel, 2005; Pacucci, 2006). بر اساس پژوهش Kanoni *et al* (2003)، آبیاری در مرحلهٔ گلدهی و مرحلهٔ پُرشدن غلاف‌ها، عملکرد بیولوژیک نخود را نسبت به شرایط دیم به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. در آزمایشی که توسط Leport (1999) انجام گرفت، مادهٔ خشک کل تولیدی در شرایط بدون آبیاری نسبت به گیاهانی که بعد از گلدهی آبیاری شده بودند، ۳۰ تا ۴۰درصد کمتر بود. استان لرستان با داشتن حدود ۱۲۵هزارهکتار نخود، بعد از کرمانشاه در رتبهٔ دوم کشوری قرار دارد و در برخی سال‌ها، رتبهٔ نخست را به‌خود اختصاص می‌دهد و از نظر متوسط عملکرد، استان لرستان با داشتن میانگین بیش از ۵۰۰کیلوگرم در هکتار، در دههٔ اخیر، رتبهٔ اول را در کشور داشته است و هم‌اکنون در سال‌های با بارندگی مناسب، متوسط عملکرد نخود در استان به ۷۱۲کیلوگرم در هکتار می‌رسد (Jehad , 2010 Agricultural Ministry). با توجه به محدودیت‌های اقلیمی، به‌ویژه کمبود رطوبت در دیم‌زارهای استان لرستان و تأثیر آن بر مراحل رشدی گیاه زراعی نخود، آزمایش حاضر به‌منظور دستیابی به اهداف زیر در خرم‌آباد لرستان انجام گرفت: ۱- تعیین مناسب‌ترین مرحلهٔ رشد فنولوژی ژنوتیپ‌های مختلف نخود جهت انجام آبیاری تکمیلی، ۲- تعیین رقم مناسب نخود در واکنش به آبیاری تکمیلی در منطقهٔ خرم‌آباد لرستان.

مواد و روش‌ها

آزمایش درسال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ در منطقهٔ خرم‌آباد با عرض جغرافیایی ۳۳درجه و۳۰دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸درجه و۲۰دقیقه انجام گرفت. بافت خاک مزرعه، لومی‌رسی با pH ۷/۸ بود. در این تحقیق، اثرات سه عامل در قالب آزمایش کرت‌های دوبارخُردشده با طرح پایهٔ بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. آبیاری تکمیلی به‌عنوان فاکتور اصلی شامل تیمار بدون آبیاری (شرایط دیم)، آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی، در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها، و در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه، کود کمپوست به‌عنوان فاکتور فرعی در سه سطح ۰، ۱۰ و ۱۵تُن در هکتار و دو رقم نخود به عنوان فاکتور فرعی فرعی شامل تودهٔ محلی گریت و رقم Flip93-93 بود. عملیات تهیهٔ زمین، شامل یک‌بار شخم با گاوآهن قلمی قبل از کاشت و در ابتدای فروردین و استفاده از دیسک و ماله بود. پس از عملیات تهیهٔ زمین و مشخص‌شدن پلات‌های اصلی و فرعی،۲۰روز قبل از کشت، کمپوست تهیه‌شده از کارخانهٔ کرمانشاه به‌مقدار موردنظر به صورت دستی، پخش و با استفاده از چنگک، با خاک مخلوط شد. اندازهٔ کرت‌ها، ۱۵مترمربع به ابعاد ۶ در ۲/۵متر و در هر کرت، شِش ردیف نخود به‌طول۶متر و فاصلهٔ خطوط۴۰سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف کاشت،۱۰سانتی‌متر درنظرگرفته شد. جهت جلوگیری از تأثیر تیمارها، بین تکرارها دو متر، بین پلات‌های اصلی ۲/۵متر و بین پلات‌های فرعی ۱/۵متر فاصله گذاشته شد. به‌دلیل محدودیت رطوبت در شرایط دیم، از کود نیتروژن به میزان۱۰کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به‌عنوان آغازگر در زمان کاشت استفاده گردید. بذور نخود قبل از کاشت با باکتری *Rhizobium legominosarum* همرا با عصارهٔ ۱۰درصد شکر تلقیح شدند. قبل از انجام آبیاری تکمیلی در هر مرحله، به‌منظور برآورد دقیق مقدار آبیاری تکمیلی مورد نیاز و تعیین میزان رطوبت خاک، ابتدا از عمق صفر تا۶۰سانتی‌متری خاک در هر کرت، نمونه‌گیری به‌عمل آمد. نمونه‌ها بلافاصله در کیسه‌های پلاستیکی ریخته و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس مقدار مشخصی از هر نمونه با ترازوی دیجیتال، توزین و در آون با دمای۸۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ساعت خشک شدند و مجدداً توزین

به‌عمل آمد. پس از محاسبهٔ پارامترهای مورد نیاز با استفاده از رابطهٔ کسر رطوبتی:

$$dn = [(Fc - \varnothing) \times pb \times D]/100 \quad (۱)$$

که در این معادله dn: ارتفاع آب مورد نیاز براساس عمق خاک بر حسب سانتی‌متر، Fc: حد ظرفیت مزرعه براساس درصد وزنی، Ø : وزن رطوبت خاک به صورت تفاضل نمونه‌های مرطوب و خشک، pb: جرم مخصوص ظاهری خاک بر حسب g/cm^3، و D: عمق نمونه‌برداری خاک است، مقدار آب خالص مورد نیاز جهت آبیاری در هر مرحله برای هر تیمار محاسبه شد و میزان آب مصرفی در هر مرحله از آبیاری تکمیلی با استفاده از سیفون با حجم معین به‌طور یکنواخت به هر پلات داده شد. میزان آب دریافتی در هر مرحله بر اساس تعیین رطوبت خاک و میزان وقوع بارش در طی فصل رشد (جدول ۱) محاسبه و به کرت‌های آزمایشی اضافه گردید. در مرحلهٔ گلدهی بوته‌های نخود، ویژگی‌های تعداد و وزن گره‌های ریشه و در هنگام رسیدگی بوته‌های نخود، ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. برای شمارش و تعداد گره‌های ریزوبیومی، ابتدا ریشهٔ بوته‌های نخود را به‌طور کامل با بیل از خاک خارج نموده و پس از شستشو با آب‌مقطر، ریشه‌ها در زیر بینیکولر قرار داده شدند. تعداد گره‌های موجود در روی ریشه‌های هر بوته که شامل گره‌های فعال (صورتی‌رنگ) و غیرفعال (گره‌های خاکستری‌رنگ) بودند، شمارش گردیدند و با جداسازی گره‌ها، وزن آنها با ترازوی دیجیتال، اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS و Mstat-C و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۱- میزان بارندگی در فصل زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸
Table 1. Precipitation in seasons of 2008 and 2009

سال Year	ماه Month	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)
۱۳۸۷ 2008	بهمن February	37.1
	اسفند March	11.2
۱۳۸۸ 2009	فروردین April	5.6
	اردیبهشت May	3.5
	خرداد June	0.8

نتایج و بحث

تعداد و وزن گره‌های ریزوبیومی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر آبیاری تکمیلی و مقادیر متفاوت کمپوست بر تعداد گره‌های ریشه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). تعداد گره‌ها در مراحل آبیاری تکمیلی بیشتر از شاهد (عدم آبیاری) بود (جدول۳)، زیرا که خشکی خاک باعث کاهش تعداد ریزوبیوم‌های همزیست در ریشه گیاهان می‌شود. برهمکُنش آبیاری تکمیلی و رقم بر تعداد گره‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن معنی‌دار نبود، هرچند که از نظر عددی، میانگین تعداد گره‌ها بین دو رقم، متفاوت بود (جدول ۳). لیکن، برهمکُنش آبیاری×کمپوست×رقم بر تعداد و وزن گره‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲).

وزن گره‌ها در اثر آبیاری تکمیلی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲) و وزن گره‌ها در تیمار آبیاری‌شده نسبت به شاهد، ۲۱/۸۸درصد بیشتر بود، زیرا که تعداد گره‌ها در تیمار آبیاری نسبت به شاهد، بیشتر بود. برهمکُنش آبیاری تکمیلی و رقم، باوجود اختلاف عددی، از نظر آماری معنی‌دار نبود و بیشترین وزن گره‌ها در اثر آبیاری تکمیلی و از رقم گریت با وزن ۳۲۸/۷گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۴). اثر مقادیر کمپوست بر تعداد و وزن گره، معنی‌دار بود (جدول ۲). وزن گره‌ها در رقم گریت، بیشتر از رقم فیلیپ ۹۳۹۳ بود (جدول۳) که این موضوع می‌تواند به‌علت تعداد بیشتر گره در این رقم باشد. نتایج نشان داد که با کاربرد مقادیر کمپوست، تعداد و وزن گره‌ها افزایش یافت، به‌نحوی که بیشترین تعداد و وزن گره به‌ترتیب با ۲۲۶ و ۹۰/۶۵گرم بر مترمربع از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار و کمترین مقادیر صفات فوق به‌ترتیب با ۲۵۰/۵۵ و ۶۲/۸۶گرم بر مترمربع از سطح صفر کمپوست به‌دست آمد (جدول۳).

کمپوست به‌عنوان یک مادهٔ آلی با تأمین رطوبت از ابتدای رشد گیاه نخود، امکان بقا، فعالیت و همزیستی باکتری‌های ریزوبیومی را با گیاه نخود تحت شرایط محدودیت رطوبت فراهم کرده است. خشکی، باعث کاهش تعداد

ریزوبیوم‌های همزیست در ریشه گیاهان می‌شود. همچنین خشکی از طریق کاهش فعالیت تنفسی گره‌ها و کاهش انتقال نیتروژن تثبیت‌شده به خارج گره‌ها، بر تثبیت نیتروژن تأثیر می‌گذارد. این نتایج با نتایج (Parsa & Bagheri, 2009) که در مورد باقلا انجام داد، مطابقت داشت.

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر آبیاری تکمیلی و کمپوست و رقم بر ارتفاع بوته، معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین، مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که این اثر در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه‌ها، حداکثر تأثیر را برجای گذاشت و میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر این تیمار، ۳۸/۰۶سانتی‌متر بود و کمترین ارتفاع بوته نیز به تیمار شاهد بدون آبیاری تعلق داشت (جدول ۳).

در دو تیمار آبیاری تکمیلی (آبیاری در مرحله گلدهی و آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها) اختلاف آماری مشاهده نشد، به‌طوری‌که ارتفاع بوته تحت تأثیر این دو تیمار، ۳۵ و۳۵/۹۴ سانتی‌متر بود (جدول ۳). ارتفاع بوتهٔ نخود به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کمپوست قرار گرفت (جدول۲). بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۵تُن کمپوست در هکتار (۳۷/۰۴سانتی‌متر) و کمترین آن (۳۳/۹۶سانتی‌متر) به سطح صفر کمپوست مربوط بود (جدول۳). نتایج نشان داد وجود کمپوست در خاک، از ابتدای مراحل رشد گیاه نخود، به‌همراه کاربرد آبیاری محدود، به‌دلیل افزایش رطوبت در دسترس گیاه، امکان رشد و افزایش ارتفاع بوته نخود را فراهم می‌سازد. تفاوت ارتفاع بوته در بین دو رقم نخود، معنی‌دار بود و رقم گریت در مقایسه با رقم فیلیپ۹۳۹۳، ارتفاع بوتهٔ بیشتری داشت (جدول۳). برهمکُنش آبیاری×کمپوست×رقم، بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول۲). بر اساس نتایج حاصله، به‌نظر می‌رسد استفاده از آبیاری تکمیلی به‌همراه کمپوست، نقش به‌سزایی در رشد و ارتفاع بوته نخود داشته است. تأثیر تنش رطوبتی در کاهش ارتفاع بوته، به مراحل رشد گیاه بستگی دارد و تأثیر این تنش در مراحل اولیهٔ نموّ، بیشتر می‌باشد (Tadayon & Emam, 2008). پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش ارتفاع بوته نخود می‌شود (Patel, 2005; Kumer *et al.*, 2004). در این آزمایش، برهمکُنش سطوح مختلف آبیاری و رقم بر ارتفاع بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار نبود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی نخود
Table 2. Analysis of variance of some morphological traits of chickpea

	منابع تغییرات S.O.V	درجات آزادی d.f	تعداد گره ریزوبیومی در مترمربع No. Rhizobiom node per m^2	وزن گره Node weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه No. of shoot	تعداد غلاف در بوته No. pod/plant
تکرار	Replication (R)	2	1700.77^{*}	281.957^{**}	12.931^{**}	10.068^{**}	5.288^{ns}
آبیاری	Irrigation (A)	3	50850.250^{*}	2015.412^{*}	64.093^{**}	0.291^{ns}	748.998^{**}
خطای اصلی	Error a	6	2191	57.969	0.856	0.434	4.337
کمپوست	Compost (B)	2	19233.861^{*}	2346.218^{**}	65.097^{**}	5.944^{**}	261.235^{*}
آبیاری×کمپوست	A×B	6	7328.083^{ns}	127.624^{ns}	1.912^{ns}	0.625^{ns}	17.032^{ns}
خطای فرعی	Error b	16	4728.306	361.687	1.042	0.380	44.525
رقم	Cultivars (C)	1	1213.361^{*}	534.843^{ns}	98^{**}	6.722^{**}	531.760^{**}
آبیاری×رقم	A×C	3	434.028^{ns}	271.371^{ns}	0.556^{ns}	0.093^{ns}	25.183^{ns}
کمپوست×رقم	B×C	2	1166.694^{ns}	137.106^{ns}	1.792^{ns}	0.949^{ns}	32.607^{ns}
آبیاری× کمپوست×رقم	A×B×C	6	852.028^{ns}	2.485^{ns}	1.125^{ns}	1.008^{ns}	9.527^{ns}
خطای فرعی فرعی	Error ab	24	224.889	139.923	1.125	0.387	31.256

ns، *، **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.
ns, * and **: no significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های مورفولوژیک نخود تحت تأثیر آبیاری، کمپوست و رقم

Table 3. Mean comparison of some morphological traits of chickpea affected by irrigation, compost and cultivar

تیمار Treatment		تعداد گره در متر مربع No. Rhizobium node per m^2	وزن گره در مترمربع Node weight ($g.m^2$)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه در بوته No. of shoot/plant	تعداد غلاف در بوته No.pod/plant
بدون آبیاری	No irrigation (Control)	244.2[b]*	68.36[b]	33.56[c]	3.33[a]	21.07[d]
آبیاری در گلدهی	Irrigation at flowering (I_1)	319.4[a]	83.32[a]	35[b]	3.15[a]	28.92[c]
آبیاری در پُرشدن دانه‌ها	Irrigation at grain filling (I_2)	-	-	35.94[a]	3. 56[a]	22.33[b]
آبیاری در دومرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه‌ها	Irrigation at (I_1)+(I_2)	-	-	38.06[a]	3.63[a]	36.68[a]
کمپوست (صفر)	Compost (0)	250.5[b]	62.86[b]	33.96[c]	3.05[b]	19.71[b]
کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	Compost (10)	278.1[a b]	74.02[b]	35.71[b]	3.41[b]	35.97[a]
کمپوست (۱۵ تن در هکتار)	Compost (15)	286.3[a]	90.65[a]	37.4[a]	4.42[a]	37.54[a]
رقم گریت	Grit	287.2[a]	82.69[a]	36.8[a]	3.81[a]	36.27[a]
رقم فیلیپ	Fillip	256.3[b]	71.98[b]	34.7[b]	3.22[b]	31.03[b]

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

** وزن و تعداد گره‌های ریشه، فقط در زمان گلدهی گیاه نخود اندازه‌گیری شده است.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

جدول ۴- برهمکُنش رقم و آبیاری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک نخود

Table 4. Interaction of cultivar and irrigation on some morphological traits of chickpea

رقم Cultivar	آبیاری Irrigation	تیمار Treatment	تعداد گره در متر مربع No. Rhizobium node per m^2	وزن گره در مترمربع Node weight ($g.m^2$)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه در بوته No. of shoot/plant	تعداد غلاف در بوته No.pod/plant
رقم گریت	بدون آبیاری	Grit ×Control	246.6[c]	69.47[b]	34.56[cd]	3.55[a]	22.77[cd]
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V1)× (I1)	328.7[a]	89.92[a]	36.22[b]	3.89 [a]	32.73[b]
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V1)× (I2)	-	-	37.12[b]	3.89 [a]	34.02[b]
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(VC1)× (I1)+(I2)	-	-	39.44[a]	3.91[a]	40.36[a]
رقم فیلیپ							
	بدون آبیاری	Philip ×Control	241.9[c]	67.25[b]	32.56[e]	3.11 [a]	19.37[d]
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V2)× (I1)	310.1[b]	86.72[a]	33.78[d]	3.11 [a]	25.11[c]
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V2)× (I2)	-	-	34.89[c]	3.22 [a]	30.64[b]
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(V2)× (I1)+(I2)	-	-	36.67[b]	3.35 [a]	33.01[b]

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

** وزن و تعداد گره‌های ریشه، فقط در زمان گلدهی گیاه نخود اندازه‌گیری شده است.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

تعداد ساقه اصلی

تأثیر آبیاری تکمیلی بر تعداد ساقهٔ اصلی باوجود اختلاف عددی، معنی‌دار نبود (جدول ۳)، زیرا که آبیاری در مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه‌ها انجام گردید در حالی‌که تشکیل ساقه‌های اصلی، قبل از گلدهی گیاه اتفاق می‌افتد. حداکثر تعداد ساقهٔ اصلی در تیمار دو مرحله آبیاری نسبت به شاهد (بدون آبیاری)، با میانگین ۳/۶۳۳ ساقه به‌دست آمد (جدول۳). Tuba Bicer *et al* (2004) نیز اثر آبیاری تکمیلی بر افزایش تعداد ساقهٔ اصلی در گیاه نخود و ماش را گزارش کرده‌اند. اثر مقادیر مختلف کود کمپوست بر تعداد ساقهٔ نخود، معنی‌دار بود، لیکن برهمکُنش آبیاری×کمپوست×رقم بر تعداد ساقهٔ اصلی، تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول۲). واکنش تعداد ساقهٔ نخود تحت تیمارهای کمپوست، مشابه واکنش ارتفاع بوته تحت همان تیمارها بود (جدول ۳) که نشان‌دهندهٔ تأثیر مستقیم کمپوست بر افزایش طول دورهٔ رشد نخود و درنتیجه فراهم آمدن ایجاد فرصت کافی برای افزایش ارتفاع و تولید ساقه بیشتر در گیاه بود.

تعداد غلاف در بوته

اثر آبیاری تکمیلی بر تعداد غلاف در بوته، معنی‌دار بود (جدول ۲) و باعث افزایش تعداد غلاف در بوته گردید، به‌طوری‌که در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه‌ها، تعداد غلاف، ۳۶/۶۸ عدد در هر بوته و در شرایط بدون آبیاری (دیم)، ۲۱/۰۷ عدد در هر بوته بود (جدول۳). به‌عبارتی، تعداد غلاف در تیمارهای آبیاری تکمیلی، ۷۰درصد بیشتر از شاهد (شرایط دیم) بود. در تیمارهای آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی و در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها، تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب۲۸/۹۲ و ۳۲ /۳۶ عدد بود (جدول ۳) که نسبت به شاهد، به‌ترتیب ۳۷/۲ و ۷۲/۳ درصد افزایش نشان می‌دهد. تعداد غلاف در بوته بین دو رقم نخود، تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۳). تعداد غلاف در رقم گریت بیشتر از رقم فیلیپ۹۳۹۳ بود که این موضوع می‌تواند با تعداد ساقهٔ بیشتر در این رقم، ارتباط داشته باشد. تعداد غلاف در بوته، به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کمپوست قرار گرفت (جدول ۵) و بیشترین تعداد غلاف در بوته، از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار با ۳۷/۵۴ و کمترین آن از تیمار شاهد با ۱۹/۷ به‌دست آمد (جدول۳). برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر تعداد غلاف در بوته، معنی‌دار نبود (جدول۵).

می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای آبیاری تکمیلی موجب فراهمی رطوبت قابل‌دسترس برای گیاه شده و سبب افزایش توسعه کانوپی گردیده و میزان فتوسنتز جاری افزایش یافته است که منجر به تشکیل گُل‌های بیشتر در هر گل‌آذین و در نتیجه، تعداد غلاف بیشتر گردیده است. نتایج نشان داد هنگامی که کمبود رطوبت در طول دورهٔ رشد و نمو گیاه نخود اتفاق می‌افتد، بخشی از عملکرد دانه که در اوایل مرحلهٔ زایشی تشکیل می‌شود (تعداد غلاف در گیاه)، عمدتاً بیشترین واکنش را نسبت به کمبود رطوبت نشان می‌دهند. با آبیاری تکمیلی و تأمین رطوبت کافی، رشد غلاف‌ها و بلوغ آنها در یک دورهٔ طولانی‌تر انجام می‌شود و برگ‌ها با سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند و در نتیجه، تعداد غلاف و تعداد دانه افزایش می‌یابد. اثر متقابل آبیاری و رقم بر تعداد غلاف در بوته از نظر آماری، معنی‌دار نبود (جدول ۲)، ولی بیشترین تعداد غلاف در بوتهٔ نخود، از تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه و از رقم گریت به‌دست آمد (جدول۴). Tuba Bicer *et al* (2004) گزارش کردند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه نخود می‌گردد. Goldani & Rezvani (2004) Moghadam تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته را متغیرترین صفت در بین اجزای عملکرد گزارش کردند و اظهار داشتند که شرایط محیطی، اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام دارند و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ نیز تمام اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به‌طوری‌که تنش خشکی، تعداد غلاف پوک را در مقایسه با شرایط بدون تنش، افزایش می‌دهد.

تعداد دانه در بوته

تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی بر تعداد دانه در بوته در سطح ۱٪، اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در بوته، مربوط به تیمار آبیاری تکمیلی در دو مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه با ۳۹/۲۶عدد و کمترین تعداد دانه مربوط به تیمار شاهد با ۲۲/۸۴عدد بود. همچنین، تعداد دانه در بوته در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی و در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها، به‌ترتیب ۳۱/۶۳ و ۳۶/۲۸دانه بود (جدول ۶). تعداد دانه در بوته در رقم گریت به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم فیلیپ بود (جدول۶). بیشتربودن تعداد دانه در رقم گریت، احتمالاً ناشی از تعداد بیشتر ساقه در بوته و تعداد غلاف بیشتر در بوته می‌باشد. همچنین تعداد دانه در بوته، تحت تأثیر تیمار کمپوست قرار گرفت، لیکن برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر تعداد دانه، معنی‌دار نبود (جدول۵). بیشترین تعداد دانه در بوته با ۳۶/۱۴ از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار به‌دست آمد (جدول۶). روند

واکنشی تعداد دانه در بوته، مشابه واکنش تعداد ساقه و تعداد غلاف در بوته تحت همین مقادیر کمپوست بود (جدول۳) که نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت کمپوست بر تعداد ساقه و اندام‌های زایشی گیاه نخود می‌باشد. تفاوت در تعداد دانه در بوته می‌تواند به‌علت تداوم رشد رویشی نمونه‌های نخود تحت تأثیر شرایط آبیاری تکمیلی و کمپوست باشد که البته نقش رشدنامحدودبودن گیاه نخود در این مورد نیز موثر است. همچنین عملکرد دانه در بوته، ارتباط مستقیمی با تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد غلاف در بوته دارد و تغییر تعداد این دو عامل در اثر آبیاری تکمیلی منجر به ایجاد تغییر در تعداد دانهٔ تک‌بوته گردید. در شرایط بدون آبیاری تکمیلی (شرایط دیم)، عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر، یکی از دلایل عمدهٔ کاهش تعداد دانه در بوته بوده است. Rezaianzadeh, 2006; Tubabicer *et al.*, 2004; Pacucci *et al.*, 2006 اعلام کردند که آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود.

وزن ۱۰۰۰دانه

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در استفاده از آبیاری تکمیلی بر وزن ۱۰۰۰دانه می‌باشد (جدول۵). به‌طور کلی، کاربرد تیمار آبیاری تکمیلی در هر یک از مراحل رشد نخود، سبب افزایش وزن ۱۰۰۰دانه نسبت به شاهد (شرایط دیم) گردید. بیشترین افزایش وزن۱۰۰۰دانه، در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی+پُرشدن دانه برابر ۲۹۱/۵ گرم بود (جدول ۶) و نسبت به شاهد با وزن ۱۰۰۰دانهٔ ۲۳۸/۷گرم، ۲۲/۱۲درصد افزایش نشان داد. متوسط افزایش وزن ۱۰۰۰دانه در تیمارهای با یک مرحلهٔ آبیاری تکمیلی نسبت به شاهد، ۱۲درصد بود. وزن ۱۰۰۰دانه تحت تأثیر تیمار کمپوست قرار گرفت و برهمکُنش کمپوست×رقم بر وزن ۱۰۰۰دانه، معنی‌دار بود (جدول۵).

جدول۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر آبیاری، کمپوست و رقم

Table 5. Analysis of variance of yield and yield components of chickpea as affected by irrigation, compost and cultivar

منابع تغییرات S.O.V		درجات آزادی d.f	تعداد دانه در غلاف No. pod/plant	تعداد دانه در بوته No. seed/plant	وزن دانه در بوته Seed weight/plant	وزن ۱۰۰۰دانه 1000 Seed weight	عملکرددانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار	Replication (R)	2	0.037 ns	30.463 ns	1.044 ns	44.168 ns	4530.68 ns	150787.2 ns	2.454 ns
آبیاری	Irrigation (A)	3	0.003 ns	924.239**	112.116**	8864.259**	1917350	17192035.1**	7.706*
خطای اصلی	Error a	6	0.012	14.762	1.243	5.829	5405.53	50312.59	1.263
کمپوست	Compost (B)	2	0.036 ns	**270.429	40.234**	4853.211**	48883.3*	3524347**	13.474**
آبیاری×کمپوست	A×B	6	0.010 ns	10.084 ns	1.620ns	775.148**	46431.2 ns	263957 ns	7.844**
خطای فرعی	Error b	16	0.035	28.697	2.721	5.346	1094213	421953.2	1.441
رقم	Cultivars (C)	1	0.001 ns	565.651**	57.067**	1828.109**	48883.2*	10358076.2**	2.420 ns
آبیاری×رقم	A×C	3	0.028 ns	3.219 ns	0.384 ns	156.431**	203033 *	200813.2 *	1.378 ns
کمپوست×رقم	B×C	2	0.008 ns	27.009 ns	2.646 ns	116.918*	10919.76 ns	167210.29 ns	2.882 ns
آبیاری× کمپوست×رقم	A×B×C	6	0.024 ns	7.053 ns	0.498 ns	70.925 ns	11087.4 ns	102985.3 ns	1.372 ns
خطای فرعی فرعی	Error ab	24	0.032	18.32	1.399	19.613	22238.4	184685.86	1.926

ns، *، **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: no significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر آبیاری محدود

Table 6. Mean comparison of yield and yield components of chickpea as affected by limited irrigation

تیمار Treatments		تعداد دانه‌در بوته No. seed per plant	وزن‌هزار دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
بدون آبیاری	No Irrigation (Control)	22.84^{c*}	238.7^{d}	900.1^{d}	2546^{d}	35.66^{b}
آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	Irrigation at flowering (I1)	31.63^{b}	261.1^{c}	1283^{c}	3720^{c}	34.49^{a}
آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	Irrigation at grain filling (I2)	36.28^{ab}	273.6^{b}	1401^{b}	4088^{b}	34.24^{a}
آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	Irrigation at (I1)+(I2)	39.26^{a}	291.5^{a}	1688^{a}	4898^{a}	34.36^{a}
عدم کمپوست (صفر)	Compost (0)	30.11^{c}	269. 4^{b}	1151^{b}	3399^{c}	34.08^{b}
کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	Compost (10)	33.23^{b}	270.1^{b}	1329^{a}	3885$^{a b}$	34.45^{b}
کمپوست (۱۵ تن در هکتار)	Compost (15)	36.14^{a}	273.3^{a}	1411^{a}	4125^{a}	35.53^{a}
رقم گریت	Grit	35.30^{a}	271.31^{a}	1441^{a}	4192^{a}	34.5^{a}
رقم فیلیپ	Fillip	29.70^{b}	261.52^{b}	1194^{b}	3433^{b}	34.8^{a}

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

جدول ۷- برهمکُنش رقم و آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 7. Interaction of cultivar and irrigation on yield and yield components of chickpea

رقم Cultivar	آبیاری Irrigation	تیمار Treatments	وزن‌هزار دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
رقم گریت	بدون آبیاری	Grit ×Control	240.98^{e}	996.2^{d}	2866^{d}	35.26^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V1)×(I1)	265.58^{c}	1451^{b}	4213^{bc}	34.39^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V1)×(I2)	282.84^{b}	1499^{b}	4352^{b}	34.41^{a}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(V1)×(I1)+(I2)	295.68^{a}	1820^{a}	5338^{a}	33.96^{a}
رقم فیلیپ	بدون آبیاری	Fillip×Control	36.42^{eE}	804^{e}	2227^{e}	35.06^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(V2)×(I1)	265.61^{d}	1116^{d}	3226^{d}	34.59^{a}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(V2)×(I2)	264.42^{c}	1303^{c}	3823^{c}	34.07^{a}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(V2)×(I1)+(I2)	287.31^{b}	1556^{b}	4458^{b}	34.77^{a}

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهندهٔ عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

جدول ۸- برهمکنش کمپوست و آبیاری بر وزن هزاردانه و شاخص برداشت نخود

Table 8. Interaction of compost and irrigation on 1000 grain weight and harvest index of chickpea

کمپوست Compost	آبیاری Irrigation	تیمار Treatments	وزن ۱۰۰۰دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
کمپوست (صفر)	بدون آبیاری	Compost 0 × Control	*229.5^{g}	32.8^{c}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(C0)× (I1)	250.7^{f}	33.8^{bc}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(C0)× (I2)	271.8^{c}	33.9^{bc}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(C0)× (I1)+(I2)	265.3^{d}	34.4^{b}
کمپوست (۱۰تُن در هکتار)	بدون آبیاری	Compost 10 ×Control	228.1^{g}	33.4^{bc}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(C10)× (I1)	259.9^{e}	34.1^{bc}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(C10)× (I2)	273.2^{c}	34.03^{bc}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(C10)× (I1)+(I2)	288.3^{b}	35.11^{a}
کمپوست (۱۵تُن در هکتار)	بدون آبیاری	Compost 15 ×Control	258.1^{e}	34.6^{b}
	آبیاری در مرحلهٔ گلدهی	(C15)× (I1)	272.8^{c}	34.9^{ab}
	آبیاری در مرحلهٔ پُرشدن دانه	(C15)× (I2)	282.8^{b}	34.7^{ab}
	آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه	(C15)× (I1)+(I2)	291.8^{a}	35.14^{a}

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test (p<0.05)

جدول ۹- برهمکُنش کمپوست و رقم بر وزن ۱۰۰۰دانه نخود

Table 9. Interaction of compost and variety on 1000 seed weight of chickpea

کمپوست Compost	آبیاری Irrigation	تیمار Treatments	وزن ۱۰۰۰دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)
کمپوست (صفر)	رقم	Compost 0 × Variety	*229.5^{g}
	رقم گریت	(C0)× (V1)	257.1^{d}
	رقم فیلیپ	(C0)× (V2)	251.5^{e}
کمپوست (۱۰ تن در هکتار)	رقم	Compost 10 × Variety	228.1^{g}
	رقم گریت	(C10)× (V1)	267.5^{c}
	رقم فیلیپ	(C10)× (V2)	257.2^{d}
کمپوست (۱۵ تن در هکتار)	رقم	Compost 15 × Variety	258.1^{e}
	رقم گریت	(C15)× (V1)	289.45^{a}
	رقم فیلیپ	(C15)× (V2)	274.7^{b}

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

* Means by the common letter in each column and treatment are not significantly different according Duncan's multiple range test (p<0.05)

بیشترین وزن ۱۰۰۰دانه از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار با ۲۷۳/۳ گرم و کمترین آن از سطح صفر کمپوست با ۲۶۹/۴۷گرم به‌دست آمد (جدول۶). وزن ۱۰۰۰دانه در برهمکُنش کمپوست و رقم، معنی‌دار بود (جدول۵). بیشترین وزن ۱۰۰۰دانه، در برهمکُنش ۱۵تُن کمپوست×رقم گریت با ۲۸۹/۴۵ گرم حاصل شد (جدول۹). برخی منابع گزارش کرده‌اند که وزن ۱۰۰۰دانه به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد، عمدتاً تحت تأثیر ژنوتیپ قرار دارد (Popelka & Higgings,

2007) و از آنجا که بین دو رقم گریت و فلیپ به‌لحاظ ژنوتیپی اختلاف وجود دارد، واکنش اجزای عملکرد به‌ویژه وزن ۱۰۰۰دانه دو رقم، در برهمکُنش با تیمار کمپوست و سایر تیمارها، تفاوت معنی‌داری نشان داده است. به‌عبارتی نتایج نشان می‌دهد که رقم نخود گریت دارای پتانسیل عملکرد بالاتری بوده و در شرایطی که بتوان از طریق کاربرد کمپوست، رطوبت و مواد غذایی مورد نیاز آن را تأمین نمود، می‌توان به عملکردهای بیشتر دست یافت. واکنش افزایشی وزن ۱۰۰۰دانه به افزایش مقادیر کمپوست، مشابه واکنش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف تحت همین تیمارها بود (جدول‌های۳و۶). وزن ۱۰۰۰دانه رقم گریت در مقایسه با رقم فیلیپ، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول۶). برهمکُنش تیمارهای کمپوست و آبیاری بر وزن ۱۰۰۰دانه، معنی‌دار بود (جدول۵). بیشترین وزن ۱۰۰۰دانه با ۲۹۱/۸گرم از برهمکُنش تیمار ۱۵تُن کمپوست و آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه و کمترین آن از برهمکُنش مقادیر صفر کمپوست و بدون آبیاری به‌دست آمد (جدول۸). نتایج نشان می‌دهد که کمپوست به‌همراه آبیاری محدود در دو مرحلهٔ حساس رشدی نخود، تأثیر زیادی در حفظ و تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه داشته و به‌دلیل اثرات تغذیه‌ای کمپوست، گیاه نخود توانسته است مواد پروردهٔ بیشتری را در زمان پُرشدن دانه‌ها تولید نماید و مواد پروردهٔ بیشتری را نیز به دانه‌ها منتقل نماید. کمبود رطوبت در زمان غلاف‌بندی و پُرشدن دانه موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک‌شدن دانه‌ها می‌گردد. هرچه آبیاری تکمیلی در مراحل آخر رشد انجام گیرد، موجب افزایش وزن ۱۰۰۰دانه و عملکرد دانه می‌شود، زیرا در اواخر فصل رشد، کمبود رطوبت به‌دلیل قطع بارندگی‌های بهاره و حداکثر نیاز آبی گیاه در این زمان، بیشتر می‌شود و به‌طور کلی، در شرایط دیم در اکثر سال‌ها کسر رطوبتی وجود دارد. منظور از کسر رطوبتی، تفاوت بین میزان بارندگی و تبخیر و تعرق پتانسیل می‌باشد. اگر این کسر رطوبت با استفاده از آبیاری تکمیلی جبران شود، همان‌طور که نتیجهٔ آزمایش نشان می‌دهد، حداکثر محصول به‌دست خواهد آمد. با توجه به این که در این آزمایش، آبیاری تکمیلی در زمان پُرشدن غلاف‌ها صورت گرفته است، لذا محدودیت رطوبتی مرتفع شده و در نتیجه دورهٔ پُرشدن دانه تا حدودی طولانی‌تر شده (افزایش بیشتر درجه‌روز رشد تا زمان برداشت) و مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها اختصاص یافته است. برهمکنش آبیاری و رقم بر وزن ۱۰۰۰دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵) و در تیمار با دو مرحله آبیاری (۵۰درصد گلدهی+پُرشدن دانه‌ها)، حداکثر وزن ۱۰۰۰دانه از رقم گریت با میانگین ۲۹۵/۶۸گرم به‌دست آمد (جدول ۷). نتایج مشابهی گزارش شده است که آبیاری تکمیلی باعث افزایش وزن ۱۰۰۰دانه در نخود می‌شود (Uilah *et al.*, 2002; Tubabcer & Kalender, 2004).

عملکرد دانه

اثر آبیاری تکمیلی بر عملکر دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵). در کرت‌هایی که آبیاری تکمیلی صورت گرفته بود، عملکرد دانه بیشتر از تیمارهای بدون آبیاری بود و حداکثر عملکرد از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی + پُرشدن دانه‌ها به‌دست آمد. علت افزایش عملکرد دانه در اثر آبیاری تکمیلی را می‌توان به اثر افزایش تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن دانه نسبت داد. در میان اجزای عملکرد، مهم‌ترین جزء برای تفاوت در عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰۰دانه و تعداد دانه در بوته می‌باشد (جداول ۵ و ۶). با توجه به آمار بارندگی در طی فصل زراعی (جدول۱)، مشخص می‌گردد که میزان بارش در طی ماه‌های فروردین تا خرداد، بسیارکم بوده و از نظر زراعی به‌عنوان بارندگی مؤثر تلقی نمی‌گردد، بنابراین، در شرایط این آزمایش که میزان بارش بهاره در طی مراحل حساس رشد نخود بسیاراندک بوده است، استفاده از آبیاری تکمیلی به‌منظور تأمین قسمتی از نیاز رطوبتی گیاه در مراحل حساس رشدی از اهمیت زیادی برخوردار بوده که منجر به افزایش عملکرد در این شرایط گردیده است. سایر پژوهشگران نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش عملکرد دانه در نخود می‌شود (Uilah *et al.*, 2002; Tubabcer & Kalender, 2004). عملکرد دانه نخود در رقم گریت به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم فیلیپ بود. نتایج نشان داد که عملکرد رقم گریت در شرایط این آزمایش، ۱۷/۱درصد بیشتر از رقم فیلیپ بود (جدول۶).

مقادیر کمپوست، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند، لیکن برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر عملکرد دانه نخود معنی‌دار نبود (جدول۵). بیشترین عملکرد دانه با ۱۴۱۱کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار و کمترین آن از تیمار صفر کمپوست به‌دست آمد (جدول۶). تأثیر کمپوست بر عملکرد دانه، از ابتدای مراحل رشد، بیشتر ناشی از تأثیرات کمپوست بر کل شاخساره و حتی بر ریشه‌های نخود بود که تعداد گره ریزوبیومی بیشتری در ریشه های نخود تولید کرد (جدول۳) و همچنین مربوط به تأثیر مثبت و

افزایشی کمپوست بر اجزای عملکرد نخود بود (جدول ۶) که در نهایت، افزایش عملکرد نخود را به همراه داشت.

عملکرد بیولوژیک

آبیاری تکمیلی بر روی عملکرد بیولوژیک اثر بسیارمعنی‌داری ایجاد نمود (جدول۵) و باعث افزایش آن شد (جدول۶)، به‌طوری‌که در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه‌ها عملکرد بیولوژیک ۴۸۹۸کیلوگرم در هکتار و در تیمار بدون آبیاری ۲۵۴۶کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد بیولوژیک در تیمارهای آبیاری‌شده در مرحلهٔ گلدهی و در مرحلهٔ پُرشدن دانه‌ها به‌ترتیب ۳۷۲۰ و ۴۰۸۸کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). آبیاری تکمیلی به‌دلیل تأثیر مثبت بر توسعهٔ شاخه‌های فرعی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. در این آزمایش، تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته‌ها در تیمار با دو مرحلهٔ آبیاری به‌ترتیب ۱۴/۶۱ و ۳۸/۰۶ بود (جدول ۳) که نسبت به تیمار شاهد، ۲۵/۲ و ۱۳/۴درصد افزایش داشت. همچنین تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه در هر بوته، به‌ترتیب ۳۶/۶۸عدد، ۳۹/۲۶عدد و ۱۱/۳۳گرم در تیمارهای با دو مرحله آبیاری بود که نسبت به شاهد (دیم)، ۷۴، ۷۱/۹ و ۱۰۵/۳درصد افزایش داشت. همهٔ این عوامل باعث افزایش عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تیمارهای آبیاری تکمیلی گردید. در ضمن، عملکرد بیولوژیک در تیمارهای با یک مرحله آبیاری تکمیلی نسبت به شاهد (شرایط دیم)، تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول۶). برهمکُنش رقم و آبیاری بر صفت عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار نبود (جدول۵). عملکرد بیولوژیک رقم گریت، تفاوت معنی‌داری با رقم فیلیپ داشت (جدول۶). عملکرد بیولوژیکِ بیشتر رقم گریت در مقایسه با رقم فیلیپ می‌تواند مربوط به ارتفاع بلندتر بوته، تعداد ساقه و تعداد غلاف بیشتر در بوته و وزن ۱۰۰۰دانهٔ بیشتر این رقم (جدول۳) باشد. عملکرد بیولوژیک تحت تیمارهای کمپوست، تفاوت معنی‌داری داشت؛ لیکن، برهمکُنش کمپوست با سایر تیمارها بر عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار نبود (جدول۵). بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۴۱۲۵کیلوگرم در هکتار از تیمار ۱۵تُن کمپوست در هکتار و کمترین آن با ۳۳۹۹کیلوگرم در هکتار از تیمار صفر کمپوست به‌دست آمد (جدول۶). از آنجا که عملکرد بیولوژیک در برگیرندهٔ همهٔ اجزای شاخسارهٔ گیاه می‌باشد، با کاربرد کمپوست و تأمین مقادیر محدود آب، صفات رویشی مانند تعداد ساقه در بوته و ارتفاع گیاه، افزایش نشان داد (جدول۳) همچنین کاربرد کمپوست باعث افزایش اجزای عملکرد دانه مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن دانه‌های نخود (جدول ۶) شد که مزیت مصرف کمپوست را در حفظ رطوبت و تأمین مواد غذایی مورد نیاز نخود و ایجاد شرایط لازم برای فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک مانند تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های همزیست با گیاه نخود تحت شرایط دیم و یا کمبود رطوبت در خاک، نشان می‌دهد.

نتایج مشابهی گزارش شده است که آبیاری تکمیلی همراه با کاربرد مواد آلی در خاک باعث افزایش تعداد شاخهٔ فرعی، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک نخود می‌شود (Uilah *et al.*, 2002; Tubabcer & Kalender, 2004; Patel, 2005; Kumer *et al.*, 2004).

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که آبیاری تکمیلی بر شاخص برداشت، اثر معنی‌داری داشت؛ لیکن، آبیاری تکمیلی برای ارقام مورد بررسی و برهمکُنش آنها در ویژگی شاخص برداشت، معنی‌دار نبود (جدول۵). این عدم اختلاف به‌معنی عملکرد یکسان دو رقم نخود در تیمارهای مختلف آبیاری نمی‌باشد (جدول ۶)، بلکه به‌دلیل آن است که در اثر آبیاری تکمیلی همراه با افزایش عملکرد دانه، افزایش عملکرد بیولوژیکی را نیز به همراه داشته است. کمتربودن شاخص برداشت در تیمارهای آبیاری تکمیلی به‌علت کاهش عملکرد دانه نبوده است، بلکه به‌علت رشد رویشی بیشتر و عملکرد بیولوژیک بالاتر ارقام می‌باشد. در این بررسی، شاخص برداشت تیمار شاهد (شرایط دیم) نسبت به تیمارهای آبیاری تکمیلی، بیشتر بود که بالابودن شاخص برداشت در تیمار شاهد به‌دلیل عملکرد بیشتر دانه نبوده است، بلکه عمدتاً به‌خاطر تولید کم مادهٔ خشک در هر بوته بوده است، زیرا کمترین ارتفاع گیاه و تعداد شاخه از تیمار شاهد به‌دست آمد. شاخص برداشت نخود تحت تأثیر مقادیر کمپوست قرار گرفت و برهمکُنش کمپوست×آبیاری بر شاخص برداشت، معنی‌دار بود (جدول۵). بیشترین شاخص برداشت با ۳۵/۱۴درصد از برهمکُنش آبیاری در مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه و میزان ۱۵تن کمپوست در هکتار و کمترین شاخص برداشت با ۳۲درصد از برهمکُنش تیمارهای صفر کمپوست و عدم آبیاری به‌دست آمد (جدول۸). بر اساس داده‌های جدول ۸، تأثیر کمپوست بر شاخص برداشت نخود، هنگامی مؤثرتر بوده است که همراه با کاربرد محدود آب در مراحل رشدی نخود بوده باشد، به‌نحوی که شاخص برداشت نخود در تیمار شاهد کمپوست و تیمار بدون آبیاری (شرایط دیم)، در کمترین میزان و در تیمار آبیاری محدود، مقادیر

بیشتری داشت و در شرایطی که آبیاری در دو مرحلهٔ گلدهی و پُرشدن دانه انجام شده بود، بیشترین شاخص برداشت به‌دست آمد.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که آبیاری محدود به‌صورت آبیاری تکمیلی در دیمزارهای نخود به‌ویژه در مراحل حساس رشدی به‌همراه مصرف کمپوست، منجر به بهبود اجزای عملکرد و عملکرد نخود می‌شود. در این آزمایش، آبیاری تکمیلی در دو مرحلهٔ گلدهی+پُرشدن دانه‌ها و نیز استفاده از رقم مناسب گریت و ۱۵تُن کمپوست در هکتار موجب بهبود شرایط مناسب رشد در محیط ریشه‌های بوته‌های نخود شده و نیز منجر به تولید زیست‌تودهٔ بیشتری در شاخسارهٔ نخود گردید و از آن‌جا که این صفات بر شاخص برداشت نخود اثر معنی‌داری ایجاد نمودند، در نهایت تحت شرایط آبیاری محدود، بیشترین عملکرد دانه تولید گردید.

منابع

1. Bulg, J. 2003. Influence of drought on seed yield components in common bean. Plant Physiology Special Issue p. 320-330.
2. Goldani, M., and Rezvani Moghadam, P.R. 2004. Effect of drought levels and sowing date on yield and yield of rain fed and irrigated chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Iranian Field Crop Research 2: 221-239. In Persian with English Summary.
3. Jehad Agricultural Ministry. 2010. Statistics of Agriculture 1: 114.
4. Jongdee, R., Fukai, B.S., and Cooper, M. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. Field Crops Research 76: 153-163.
5. Kanoni, H., Kazemi, H., and Moghadam, M.R. 2003. Chickpea cultivars selections for drought tolerant: Journal of Agricultural Science 12: 109-121. In Persian with English Summary.
6. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Crouch, J.H., and Serraj, R. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Research 95: 171-181.
7. Kumer, J., Dhiman, N., Yadav, S.S., Berger, J., Neil, C., Turner, S., and Dhirendra, S. 2004. Moisture stress studies in different chickpea types. Available at web site http://www.cropscience.org.au (verified 5 December 2010).
8. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., Lopez-Bellido, F.J., Lopez-Bellido, L., and Lopez-Bellido, R.J. 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L). European Journal of Agronomy 23: 359-378.
9. 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. Plant Biology 48: 1318-1329.
10. Pacucci, G., Troccoli, C., and Leoni, B. 2006. Effect of supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a Mediterranean climate. Agriculture Engineering International: The CIGRE. Manuscript LW, 04005.Vol.VIII. May 2006.
11. Parsa, M., and Bagheri, A. 2009. Pulses. Jehad-University Mashhad Press.
12. Patel, R.A. 2005. Response of chickpea (*Cicer arietinum*) to irrigation, FYM and sulphur on a sandy clay loam soil. ICPN 12: 22-24.
13. Popelka, J.C., and Higgins, T.J.V. 2007. Chickpea. In: E.C. Pau and M.R. Davey (Eds). Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 59: Transgenic Crops IV. Speringer-Verlag Berlin Heidelberg.
14. Rezaianzadeh, A. 2009. Effect of supplemental irrigation on yield, yield components of three chickpea cultivars. MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. In Persian with English Summary.
15. Sabaghpour, S.H. 2003. Mechanisms of drought tolerance in plants. Journal of Drought and Water Stress 11: 21-32. In Persian.
16. Sabaghpour, S.H., Kumar, J., and Nageshwar, T.N. 2003. Inheritance of number of pods per peduncle in chickpea. Proceeding of International Chickpea Conference January 2,22,2003. India Gandhi Agriculture University, Raipur Chhattisgarhi, India.
17. Siddipue, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.
18. Tadayon, M.R., and Emam, Y. 2008. Effect of supplemental irrigation and amount of available water on yield, yield components and physiological characteristics of two Rain fed wheat cultivar. Journal Science and Technology of Agriculture and Natural Resource 11: 145-157. In Persian with English Summary.

19. Thomas, H. 1997. Drought Resistance in Plant. In: A.S. Basra and R.K. Basra (Eds). Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants. IPH Publishers New Delhi, India, p. 1-42.
20. Tuba Bicer, B., Narin, K.A., and Sakar, D. 2004. The Effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy Asian Network Science 3: 154-158.
21. Ullah, A., Bakht, J., Shafi, M., and Alishahandz, I.W. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. Asian Journal Plant Science 4: 355-357.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 2, 2012, p. 31-44

Effect of supplementary irrigation and compost application on morphological traits and yield of two chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars

Tadayyon[1*], M.R. & Ghorbaninejad[2], A.J.

1- Assistant professor, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord
2- Former MSc. Student, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord

Received: 6 March 2011
Accepted: 16 November 2011

Abstract

To investigate the effects of supplementary irrigation and application of different compost levels on morphological traits, yield and yield components of two chickpea cultivars under dry land conditions, a field experiment was conducted at the research field in Khoramabad, Iran in 2009-2010. The experiment was split split plot based on randomized complete block design with four levels of irrigation (no irrigation as control, supplementary irrigation at flowering, at grain filling, and at flowering + grain filling stages along) with three levels of compost (0, 10 and 15 $t.ha^{-1}$ as sub factors) and two chickpea cultivars (Greet and Filip93-93) as sub-sub factors. Results indicated that the highest number of main shoot (3.63), branches (14.61), pod/plant (36.68), seed/plant (39.26), plant height (38.6 cm), 1000 seed weight (291.5 g), grain yield (1688 kg/ha) and biological yield (4898 kg/ha) were obtained from supplementary irrigation at flowering + grain filling stages from Greet cultivar. The maximum grain yield was obtained from interaction of supplementary irrigation and application of 15 $t.ha^{-1}$ compost. Due to increase of chickpea cultivar yield under supplementary irrigation and compost in dry farming conditions, therefore such plant is recommended for dry farming at Khoramabad region.

Key words: Chickpea, Dry land farming, Supplementary irrigation, Yield

[*] **Corresponding Author:** mrtadayon@yahoo.com, Mobile: 09133861597