نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۴۸-۳۷، نیمه دوم ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2010, p. 37-48

اثر محلول‌پاشی متانول و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود (*Cicer arietinum* L.)

حمیدرضا احیایی[1*]، مهدی پارسا[2]، محمد کافی[2] و مهدی نصیری محلاتی[2]

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- اعضای هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۶/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی متانول و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود، آزمایشی به صورت به صورت کرت‌های دوبار خُرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آبیاری به عنوان عامل اصلی با مدار ۱۰ و ۲۰ روز و دو رقم نخود ILC۴۸۲ (تیپ کابلی) و پیروز (تیپ دسی) و متانول در غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شدند. متانول در طی فصل رشد سه مرتبه با فواصل ۱۰ روز بعد از شروع غلاف‌دهی بر روی اندام‌های هوایی بوته‌های نخود محلول‌پاشی شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی متانول اثرات معنی‌داری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد داشت. محلول‌پاشی با غلظت ۳۰ درصد، بیش از سایر تیمارها بر عملکرد و اجزای عملکرد مؤثر بود به طوری که موجب افزایش تعداد غلاف، وزن دانه، وزن ۱۰۰دانه، تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت شد. بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمار محلول‌پاشی متانول ۳۰ درصد (۲۱۹۸ کیلوگرم در هکتار) و متانول صفر درصد (۱۸۲۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. همچنین در تیمار محلول‌پاشی ۳۰ درصد متانول، بیشترین عملکرد دانه با ۱۲۴۳ کیلوگرم در هکتار و در تیمار متانول صفر درصد با ۹۰۴ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه به‌دست آمد. به طور کلی می‌توان کاربرد محلول‌پاشی ۳۰ درصد را برای افزایش عملکرد در گیاه نخود توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، دور آبیاری، متانول، نخود (*Cicer arietinum* L.)

مقدمه

نخود در بین حبوبات در سطح جهان، سومین و در ایران مهم‌ترین محصول به شمار می‌رود (Jalota *et al*., 2007) به طوری که در ایران از نظر سطح زیرکشت و تولید، رتبه اول را در میان دیگر حبوبات دارا می‌باشد (Parsa & Bagheri, 2008). نخود یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی در رژیم غذایی بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌باشد و دارای ۱۷ تا ۲۳ درصد پروتئین است که اغلب به عنوان مکمل پروتئین غلات در رژیم غذایی جای می‌گیرد. خصوصیاتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید نظام‌های زراعی ایفا کند (Bagheri *et al*., 1997). تنش خشکی یکی از معمول‌ترین تنش‌های محیطی است که تقریباً تولیدات گیاهان زراعی را در ۲۵ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان محدود می‌کند. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره‌ی مناطق خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد (Sarmdnya, 1993). میانگین عملکرد نخود در ایران ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار است که نسبت به میانگین جهانی بسیار پایین است (Parsa & Bagheri, 2008). راه‌هایی که موجب افزایش تثبیت CO_2 در گیاهان زراعی می‌شوند، می‌تواند به عنوان راه‌کارهای مناسب برای افزایش عملکرد و زیست‌توده گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرد (Nassiri mahalati, 2006). در تحقیقات اخیر، کاربرد متانول به عنوان یک منبع کربن برای گیاهان زراعی رواج پیدا کرده است (Benson *et al*., 1994 ; Downie *et al*., 2004 ; Arizona Department of Agriculture., 1993)، زیرا گیاهان می‌توانند متانول محلول‌پاشی شده بر روی برگ‌ها را به‌راحتی جذب کرده و آن را به عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفر مورد استفاده قرار دهند. متانول در مقایسه با CO_2 مولکول نسبتاً کوچک‌تری است که به راحتی توسط گیاهان، جذب شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (Gout *et al*., 2000 ; Downie *et al*., 2004) کاربرد متانول محلول‌پاشی شده همانند متانول طبیعی که در

* نویسنده مسئول: پُست الکترونیک: ehyaee.hre@gmail.com

برگ‌ها بر اثر فعالیت آنزیمی پکتین متیل استراز در فرایند گسترش دیواره سلولی ایجاد می‌شود، می‌تواند موجب افزایش تولید سیتوکنین و تحریک رشد گیاه شود (Holland, 1997). در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی گزارش شد که کاربرد محلول‌های متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع در رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آنها می‌شود (Nemecek-Marshall *et al*., 1995). Vyshkayy *et al*., 2008 دریافتند که محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول بر روی قسمت‌های هوایی بادام‌زمینی باعث افزایش عملکرد دانه، وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف رسیده و مقدار پروتئین دانه بادام‌زمینی شد. نتایج مطالعات Li *et al*., 1995 بر روی سویا نشان داد که وزن دانه، عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته در گیاهانی که به وسیله متانول تیمار شده بودند، به طور معنی‌داری بیشتر بود. محلول‌پاشی متانول ۲۵ درصد، بیشترین افزایش محصول سویا را در پی داشت. همچنین مطالعات Zbiec and Podsiadlo (2003) بر روی گیاهان گوجه‌فرنگی، لوبیا، چغندرقند و کلزا نشان داد گیاهانی که با متانول ۳۰درصد محلول‌پاشی شدند ۱۲ تا ۱۳ درصد، محصول بیشتری نسبت به گیاهان شاهد تولید کردند و این گیاهان به میزان کمتری به کمبود آب حساس بودند و در برخی موارد، تولید آنها با گیاهانی که آبیاری تکمیلی شده بودند، برابر بود. مطالعات Benson and Nonomura (1992) نشان داد که محلول‌پاشی متانول در برخی از گیاهان سه‌کربنه موجب افزایش سرعت رشد و شاخص برداشت و محصول گیاهان زراعی فاریاب در مناطق خشک می‌شود. Rowe *et al*. (1994) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش وزن ساقه و ریشه در گوجه‌فرنگی می‌شود. بررسی‌های انجام شده در مناطق خشک در پاکستان نیز نشان داد، که محلول‌پاشی متانول ۳۰درصد در گیاه پنبه موجب افزایش ارتفاع و محصول دانه پنبه می‌شود (Makhduma *et al*., 2002). در اثر کاربرد متانول در کمربند پنبه آمریکا محصول پنبه ۵۰درصد افزایش یافت و همچنین سطح و قطر برگ‌های تیمارشده با متانول، افزایش یافت (Mauney and Gerik, 1994). در بررسی دیگر، کاربرد متانول بر روی پنبه موجب دوهفته زودرسی، افزایش گره‌های غوزه‌دهنده و وزن غوزه‌ها و نیز افزایش ماندگاری آنها شد (Arizona Department of Agriculture, 1993). مطابق گزارش‌های Madhaiyan *et al*. (2006) کاربرد متانول ۳۰درصد در نیشکر موجب افزایش ۷/۸ درصد قند در گیاه شد و در پنبه محصول را در هر دو شرایط دیم و فاریاب، افزایش داد. در بررسی که Madhaiyan *et al*. (2006) انجام دادند، دریافتند کاربرد متانول موجب افزایش محتوی سیتوکنین در گیاهان پنبه و نیشکر شد. سیتوکنین تولیدشده توسط باکتری‌های متیلوتروف، بیشتر از مقدار سیتوکنینی بود که توسط خود گیاه تولید شد. پلی‌گالاکترونیک که در نتیجه‌ی گسترش دیواره‌ی سلولی گیاه تولید می‌شود، به وسیله فعالیت آنزیمی پکتین متیل استراز، به متانول و گلاکتونیک اسید تجزیه می‌شود (Mauney & Gerik, 1994). Madhaiyan *et al*. (2006) نیز نشان دادند، که متانول می‌تواند با فعالیت آنزیم پکتین متیل استراز مرتبط باشد. مطالعات گذشته نشان داده است که دمتیله شدن پکتین توسط آنزیم پکتین متیل استراز موجب آزادشدن متانول از دیواره سلول‌های گیاهی می‌شود (Mauney and Gerik, 1994). به طور کلی بررسی‌ها نشان می‌دهد که مصرف متانول در اغلب گیاهان زراعی موجب افزایش راندمان مصرف آب، کاهش تنفس نوری، افزایش سطح و دوام برگ و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (Rowe *et al*.,1994; Benson *et al*., 1994).

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر دور آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر متانول بر روی عملکرد و اجزای عملکرد نخود، آزمایشی به صورت به صورت کرت‌های دوبار خُرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۸۷ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل آبیاری کامل با مدار ۱۰ روز و ۲۰ روز و عامل‌های فرعی شامل دو رقم پیروز و ILC۴۸۲ و محلول‌پاشی متانول در چهار سطح با غلظت‌های ۲۰،۱۰،۰ و۳۰ درصد حجمی به صورت فاکتوریل در داخل کرت‌های اصلی قرار داده شدند. قبل از کاشت، عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک‌زنی و کرت‌بندی انجام شد. به منظور مصونیت بذور از عوامل بیماری‌زای خاک‌زی، کلیه بذور قبل از کاشت با استفاده از سم بنومیل به نسبت دو در هزار، ضدعفونی شدند. هر کرت دارای ۵ ردیف به طول ۵ متر و فاصله بین ردیف ها ۰/۵ متر بود که بذرهای نخود در وسط پشته‌ها در عمق ۴ سانتی‌متری و با فاصله ۱۰ سانتی‌متری از یکدیگر کشت شدند. فاصله بین کرت‌ها و بین بلوک‌ها یک‌متر در نظر گرفته شدند. علف‌های‌هرز

در طول فصل به‌صورت دستی کنترل شدند. محلول‌پاشی بوته‌های نخود هم‌زمان با ظهور غلاف‌های این گیاه در سه نوبت با فاصله ۱۰ روز در ساعت ۱۸ انجام شد. نازل محلول‌پاش در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری بالای بوته‌ها نگه‌داشته شد و محلول‌پاشی بوته‌ها تا زمان جاری شدن محلول متانول بر روی برگ‌ها ادامه یافت. به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد با حذف ردیف‌های حاشیه، سه مترمربع هر کرت برداشت شد و سپس در کیسه قرار داده شده و توزین شد. همزمان با برداشت، تعداد پنج بوته از هر کرت، جداگانه انتخاب شد و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در هر بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰دانه، تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی و اصلی و همچنین ارتفاع بوته و تعداد و طول شاخه‌های فرعی و اصلی در آنها اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۶/۱۲ و مقایسه میانگین‌ها توسط MSTAT-C با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که دور آبیاری و رقم (در سطح $p<۰/۰۱$) و تیمار محلول‌پاشی (در سطح $p<۰/۰۵$)، تأثیر معنی‌داری در ارتفاع گیاهان داشت. اثرات متقابل آبیاری × رقم، آبیاری × متانول، رقم × متانول و همچنین آبیاری × رقم × متانول، معنی‌دار نشد (جدول۱). در بین رژیم‌های آبیاری، ارتفاع ساقه اصلی در آبیاری با دور ۲۰ روز، ۳۰/۵ سانتی‌متر بود که در مقایسه با دور ۱۰ روز (۳۳/۶ سانتی‌متر)، ۹ درصد کاهش یافت (جدول۲). بالاتر بودن ارتفاع بوته در دور آبیاری ۱۰ روز را می‌توان به رشدنامحدود بودن گیاه نخود و تحریک رشد رویشی در اثر افزایش دفعات آبیاری و همچنین افزایش طول دوره رویش نخود نسبت داد (Rezaeyan zadeh, 2008; Yousefi *et al*., 1997). در بین ارقام، بیشترین ارتفاع با ۳۳/۷ سانتی‌متر به رقم ILC۴۸۲ و کمترین ارتفاع با ۳۰/۴ سانتی‌متر به رقم پیروز اختصاص داشت (جدول۲). در بین تیمارهای محلول‌پاشی، متانول با غلظت ۲۰درصد با ۳۳/۳ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را دارا بود که نسبت به سایر تیمارها، تفاوت معنی‌داری را نشان داد. سایر تیمارها شامل متانول ۰، ۱۰ و ۳۰ درصد از این نظر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۲). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی متانول با افزایش تولید سیتوکنین و افزایش تقسیم سلولی، تحریک رشد و افزایش ارتفاع در گیاهان تیمارشده را موجب شده باشد (Mauney & Gerik, 1994). می توان کاهش ارتفاع در غلظت ۳۰ را به اثر سمیت این غلظت بر ارتفاع گیاه نسبت داد. در بررسی روی پنبه، بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد. Benson & Nonomura (1992) در محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی متانول، افزایش ۵۰ درصدی ارتفاع بوته گندم دوروم را نسبت به شاهد گزارش کردند. در گوجه‌فرنگی نیز بیشترین ارتفاع بوته در محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده شد (Rowe *et al*., 1994).

تعداد شاخه‌ها

دور آبیاری و اثر متقابل آبیاری × رقم × متانول بر تعداد شاخه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول۱). در بین سطوح آبیاری، دور آبیاری ۱۰ روز با تعداد ۱۲ شاخه بیشترین و دور آبیاری ۲۰ روز با تعداد ۱۰ شاخه، کمترین تعداد شاخه را دارا بودند (جدول۲). در برهم‌کنش آبیاری × رقم × متانول، بیشترین تعداد شاخه به ترتیب در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۱۰درصد حجمی (۱۵/۶) و کمترین در تیمار آبیاری ۲۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۲۰درصد حجمی (۹/۲) مشاهده شد (جدول۶). افزایش تعداد شاخه‌ها در دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به ۲۰ روز به علت دریافت رطوبت بیشتر و افزایش رشد رویشی بود که رشد نامحدود بودن این گیاه شرایط بهتری را از این نظر فراهم می‌کند (Rezaeyan zadeh, 2008).

تعداد غلاف در ساقه اصلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات رقم و متانول و اثر متقابل آبیاری × متانول بر تعداد غلاف در ساقه اصلی معنی‌دار بود، اما اثر دور آبیاری بر روی تعداد غلاف در ساقه اصلی معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین ارقام، رقم پیروز با ۵/۵ غلاف و رقم ILC۴۸۲ با ۴/۶ غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در ساقه اصلی را دارا بودند (جدول۲). محلول‌پاشی با غلظت۳۰ درصد متانول، بیشترین تعداد غلاف (۵/۶) در ساقه اصلی را داشت که در مقایسه با غلظت ۲۰درصد (۵/۲) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد غلاف در ساقه اصلی در تیمار شاهد (۴/۶) مشاهده شد که از نظر آماری نسبت به غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول۲). در بین رژیم‌های آبیاری، دور آبیاری ۱۰ روز با داشتن ۵/۳ غلاف در ساقه اصلی نسبت به دور آبیاری ۲۰ روز، ۷درصد افزایش نشان داد (جدول۲). تأثیر برهم‌کنش آبیاری و

متانول بر این صفت، معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود به طوری که بیشترین تعداد غلاف در ساقه اصلی (۶/۳) به دور آبیاری ۱۰ روز و متانول ۳۰ درصد و کمترین تعداد (۴/۳) به دور آبیاری ۲۰ روز و متانول ۱۰ درصد اختصاص داشت (جدول۴).

تعداد غلاف در ساقه فرعی

نتایج تجزیه نتایج تجزیه واریانس نشان داد، که تمام اثرات ساده و متقابل بر روی تعداد غلاف در ساقه فرعی معنی‌دار بود (جدول۱). رقم پیروز با تعداد ۴۶/۵ غلاف و رقم ILC۴۸۲ با تعداد ۳۱ غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در ساقه فرعی را داشتند (جدول۲). محققین نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه، یک ویژگی متغیر در بین اجزای عملکرد است (Aggrawal *et al.*, 1994).

Singh (1993) نیز گزارش کرد که شرایط محیطی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام، تأثیر می‌گذارد و برهم‌کنش محیط و ژنوتیپ نیز تمام اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که تنش خشکی، تعداد غلاف‌های پوک را در مقایسه با شرایط بدون تنش، افزایش می‌دهد. تعداد غلاف در ساقه فرعی تحت تأثیر دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به دور آبیاری ۲۰ روز، ۲۳ درصد افزایش یافت (جدول۲).

Singh (1993) نشان داد که با ۷۰ درصد کاهش رطوبت خاک، تشکیل غلاف حداقل به اندازه ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. در تیمار محلول‌پاشی متانول، بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی (۴۲ غلاف) در تیمار ۳۰ درصد متانول و کمترین تعداد آن (۳۲/۵ غلاف) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول۲). Vyshkayy *et al.* (2008) بیشترین تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی را در محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده کردند. Li *et al.* (1995) بیشترین تعداد غلاف در سویا را در تیمار ۲۵ درصد متانول مشاهده کردند. در برهم‌کنش دور آبیاری و رقم، بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی در آبیاری ۱۰ روز و رقم پیروز (۵۵/۸ غلاف) و کمترین تعداد در رقم ILC۴۸۲ و آبیاری ۲۰ روز (۳۰/۱ غلاف) مشاهده شد (جدول۳). بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی در آبیاری ۱۰ روز و متانول ۱۰ درصد (۴۷/۵) دیده شد که با متانول ۲۰ و ۳۰ درصد و آبیاری ۱۰ روز تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۴). بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی با ۵۱/۸ غلاف در متانول ۳۰ درصد و رقم پیروز و کمترین تعداد غلاف فرعی با ۲۲/۱ غلاف در رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۵). در برهم‌کنش آبیاری × رقم × متانول، بیشترین تعداد غلاف در ساقه فرعی در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم پیروز و متانول ۱۰ درصد حجمی (۶۷/۷ غلاف) و کمترین تعداد در تیمار آبیاری ۲۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد حجمی (۲۲ غلاف) مشاهده شد (جدول۶).

تعداد دانه در بوته

اثر هر یک از تیمارهای آبیاری، رقم و متانول و اثر متقابل آبیاری × رقم × متانول بر روی تعداد دانه در بوته معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول۱). رژیم آبیاری ۱۰روز با بیشترین و دور آبیاری ۲۰ روز کمترین تعداد دانه در بوته را دارا بود (جدول۱). گیاه نخود در آغاز گل‌دهی یک رشد سریع را طی کرده و به نظر می‌رسد در شرایط فراهم بودن رطوبت قابل دسترس، طول دوره رشد زایشی و میزان فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد که منجر به تشکیل گل‌های بیشتری در گیاه می‌گردد که بر تشکیل غلاف‌های بارور و تولید دانه مؤثر است (Rezaeyan zadeh, 2008). بیشترین تعداد دانه در بوته در رقم پیروز و کمترین تعداد دانه در رقمILC۴۸۲ مشاهده شد (جدول۲). در بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول، بیشترین تعداد دانه در محلول‌پاشی۳۰ درصد و کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۲). اثرات متقابل آبیاری ×رقم و همچنین رقم ×متانول و آبیاری ×رقم ×متانول در سطح ($p\leq ۰/۰۱$) و آبیاری ×متانول در سطح ($p\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار شدند (جدول۱). در برهم‌کنش آبیاری و رقم، بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته، در رقم پیروز به ترتیب در آبیاری ۱۰ روز (با ۵۹/۵ دانه) و در آبیاری ۲۰ روز (با ۳۲/۲ دانه) مشاهده شد (جدول۳). در برهم‌کنش آبیاری و متانول، بیشترین تعداد دانه در بوته (۵۶ دانه) در تیمار آبیاری ۱۰ روز و متانول ۲۰ درصد و کمترین آن (۳۳/۳ دانه) در آبیاری ۲۰ روز و متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۴).

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد دو رقم نخود در دو دور آبیاری و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول

Table 1. Analysis of variance of morphological characteristics and yield components of chickpea cultivars in two different levels of irrigation and foliar application methanol

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن ۱۰۰دانه 100 seeds weight	وزن دانه تک‌بوته Seed weight per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pods	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods on lateral branches	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods on main stem	تعداد شاخه‌های جانبی Number of branches	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات S.O.V	
0.0009ns	539254.59**	177408.92**	3.14ns	8.03*	0.003ns	421.27**	252**	1.08ns	0.63ns	0.14ns	2	Replication	تکرار
0.0004ns	5249650.85**	156408.79**	85.33**	45.76**	0.004ns	1575.52**	1240.33**	1.33ns	45.31**	144.08**	1	Irrigation(A)	آبیاری
0.0002	2478068.46	7000984.41	5.39	60.76	0.038	1291.39	600	2.58	1.58	5.14	2	Error a	خطای۱
0.0085**	64993.21ns	80171.41*	1281.33**	95.4**	0.94**	728.52**	2883**	8.33**	0.07ns	133.33**	1	Cultivar(B)	رقم
0.003ns	176542.44*	10195.92**	12*	3.09ns	0.007ns	927.52**	867**	0.001ns	0.27ns	0.75ns	1	A × B	رقم × آبیاری
0.0021	76194.84	51777.56	4.6	1.99	0.003	7.33	28	0.79	3.12	3.47	2	Error b	خطای۲
0.0117**	36128.69**	261806.99**	10.27**	16.22**	0.003ns	339.07**	211.5**	2.05*	3.3ns	8.72*	3	Methanol(C)	متانول
0.0014ns	5759.47ns	4009.18ns	0.5ns	0.16ns	0.003ns	85.13*	53.61*	5.16**	2.84ns	4.69	3	C × A	آبیاری × متانول
0.0014ns	139403.81	17579.89ns	0.16ns	1.96ns	0.03ns	253.79**	114.27**	1.72ns	1.89ns	3.5ns	3	B × C	متانول × رقم
0.0007ns	64537.98ns	26607.89ns	0.27ns	0.31ns	0.004ns	207.24**	131.72**	1.5ns	14.61**	0.25ns	3	C × B × A	آبیاری × رقم × متانول
0.0152	844756.69	278637.91	49.83	43.03	0.157	530	394.66	51.5	60	55.5	3	Error c	خطای۳
4.76	9.19	9.94	6.28	14.27	6.77	10.33	10.46	16.15	14.02	4.73		C.V	

ns :Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در در سطح α= 0.05 و α= 0.01

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر رقم، دور آبیاری و محلول‌پاشی متانول

Table 2. Results comparison of morphological characteristics and yield components of chickpea cultivars under irrigation and sprayed methanol

صفات	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods no.per main stem	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	وزن دانه تک بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 seeds weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
رقم Cultivar											
ILC482	33.7a	11a	46b	31.0b	41.5b	1.3a	10.7a	28.0a	1124.1a	2076.9a	0.54a
Piroz	30.4b	11a	5.5	46.5a	49.3a	1b	7.9b	17.7b	1042.3b	2003.3a	0.51b
رژیم آبیاری Irrigation regime											
۱۰ روز 10 day	33.6a	12a	5.3a	43.8a	51.2a	1.2a	10.3a	42.2a	1263.8a	2370.9a	0.53a
۲۰ روز 20 day	30.5b	10b	4.9a	33.6b	39.7b	1.1a	8.4b	21.5b	902.7a	1709.5b	0.52a
سطوح متانول Methanol levels											
0	31.9b	12a	4.6b	32.5b	37.6b	1.1a	8.1b	21.7b	904.1c	1823.3b	0.49c
10	31.5b	11a	4.8b	40.0a	46.5a	1.1a	8.5b	22.8ab	1031.4ab	1977.2b	0.52b
20	33.3a	11a	5.2ab	40.3a	48.7a	1.2a	10.1a	23.0a	1153.6a	2170.4a	0.53b
30	31.5b	11a	5.6a	42.0a	48.9a	1.1a	10.5a	24.0a	1243.7a	2198.7a	0.56a

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha = 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column and treatment with a letter in common are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

در برهم‌کنش رقم و متانول، بیشترین تعداد دانه در بوته در رقم پیروز و متانول ۳۰ درصد با ۵۵/۱ دانه در بوته و کمترین تعداد دانه با ۲۹/۱ دانه در رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۵).

در برهم‌کنش آبیاری و رقم و متانول، بیشترین تعداد دانه در بوته به ترتیب در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم پیروز و متانول ۱۰ درصد حجمی (۶۷/۶عدد) و کمترین در تیمار آبیاری ۱۰روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۱۰ درصد حجمی (۲۹/۰عدد) مشاهده شد (جدول۶).

Benson & Nonomura (1992) دریافتند که محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول بر روی گندم دوروم موجب دو برابر شدن تعداد دانه در بوته شد.

تعداد دانه در غلاف

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر دور آبیاری و محلول‌پاشی متانول قرار نگرفت ولی به طور معنی‌داری تحت تأثیر ارقام قرار گرفت (جدول۱). رقم ILC۴۸۲ با ۱/۳ دانه در غلاف و رقم پیروز با ۱دانه در غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را دارا بودند (جدول۲).

براساس گزارش Ghasemi golazani *et al.* (1997) تعداد دانه در غلاف در نخود به طور عمده‌ای تحت کنترل ساختار ژنتیکی است و تأثیر عوامل محیط بر آن ناچیز است. Pandey *et al.* (1983) نیز در مورد بادام‌زمینی به نتایج مشابهی دست یافتند که نشان می‌دهد تفاوت تعداد دانه در غلاف در بین ارقام بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است.

عملکرد دانه تک‌بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری، رقم و متانول بر وزن دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول۱). آبیاری ۱۰ روز و آبیاری ۲۰ روز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته را دارا بودند (جدول۲). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ و رقم پیروز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته را داشتند (جدول۲). افزایش وزن دانه در بوته در تیمار محلول‌پاشی متانول را می‌توان به افزایش سطح برگ در تیمار محلول‌پاشی متانول نسبت داد که موجب افزایش سطح سبز نسبت به مخزن شد. بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول، تیمار محلول‌پاشی ۳۰ درصد متانول با ۱۰/۵ گرم بیشترین و تیمار صفر درصد متانول با ۸/۱ کمترین وزن دانه در بوته را داشت (جدول۲). در بررسی Benson & Nonomura (1992) بر روی گندم دوروم، محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول موجب دو برابر شدن وزن دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. اثرات متقابل

آبیاری و رقم، رقم و متانول و همچنین آبیاری و رقم و متانول معنی‌دار نبود (جدول۱).

وزن ۱۰۰ دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثرات آبیاری، رقم و متانول بر وزن ۱۰۰دانه (در سطح $p\leq ۰/۰۱$) و برهم‌کنش آبیاری و رقم (در سطح $p\leq ۰/۰۵$) بود. سایر اثرات متقابل، معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری ۱۰ روز و آبیاری ۲۰ روز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰ دانه را دارا بودند (جدول۲). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ و رقم پیروز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰دانه را داشتند (جدول۲). نتایج Yousefi *et al.* (1997) نشان داد وزن ۱۰۰دانه‌ی توده‌های مختلف، با یکدیگر تفاوت دارند. در محلول‌پاشی، متانول ۳۰ و صفر درصد به ترتیب بیشترین (۲۴گرم) و کمترین(۲۱/۷گرم) وزن ۱۰۰دانه را داشتند (جدول۲). افزایش وزن ۱۰۰دانه را می‌توان ناشی از افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت غلاف‌های در حال رشد و همچنین افزایش سرعت رشد غلاف به دلیل افزایش فتوسنتز بر اثر افزایش CO_2 مورد نیاز گیاه دانست. Vyshkayy *et al.* (2008) در بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر روی بادام‌زمینی، بیشترین وزن ۱۰۰دانه را در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد متانول مشاهده کردند. Li *et al.* (1995) نیز بیشترین وزن ۱۰۰دانه را در محلول‌پاشی۲۰ و ۳۰ درصد متانول بر روی سویا مشاهده کردند. در برهم‌کنش آبیاری و رقم، بیشترین وزن ۱۰۰دانه با ۲۹/۹ در تیمار آبیاری ۱۰ روز و رقم ILC۴۸۲ و کمترین آن با ۱۶/۹ در آبیاری ۲۰ روز و رقم پیروز مشاهده شد (جدول۳).

جدول۳ - نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری و رقم بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 3. Comparison of results interaction irrigation and variety on morphological characteristics and yield components of chickpea

دور آبیاری Irrigation	رقم Variety	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g)	وزن دانه در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
۱۰ روز 10 day	Piroz	55.8a	59.5a	18.5c	9.1b	1269a	2395a	0.52ab
	ILC482	31.8c	42.9b	29.9a	11.5a	1259a	2347a	0.53ab
۲۰ روز 20 day	Piroz	37.1b	32.2b	16.9d	6.7c	815c	1612c	0.50b
	ILC482	30.1c	42.2b	26.2b	10.0b	989b	1807b	0.54a

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.05$.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات آبیاری و محلول‌پاشی متانول (در سطح $p<۰/۰۱$) و نیز اثر رقم (در سطح $p<۰/۰۵$) بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثرات متقابل آبیاری×متانول، رقم×متانول و رقم×متانول×آبیاری، معنی‌دار نبود (جدول۱). در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری ۱۰ روز با عملکرد دانه ۱۲۶۳/۸ کیلوگرم در هکتار و آبیاری ۲۰ روز با عملکرد ۹۰۲/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را در هکتار دارا بودند (جدول۲). بالاتر بودن عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۰ روز را می توان به برتری گیاه از نظر سرعت و دوره پُرشدن دانه و بهبود اجزای عملکرد به ویژه تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه نسبت داد. در شرایط آبیاری کامل، میزان فتوسنتز و تولید مواد پرورده افزایش یافته و در نتیجه از طریق افزایش سرعت پُرشدن دانه، وزن دانه و در نهایت عملکرد آن افزایش می‌یابد (Rezaeyan zadeh, 2008). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ با ۱۱۲۴/۱ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد دانه بالاتری نسبت به رقم پیروز با ۱۰۴۲/۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول۲). در محلول‌پاشی، تیمارهای ۳۰ و ۲۰ درصد متانول به ترتیب با ۱۲۴۳/۷ و ۱۱۵۳/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین عملکرد دانه با ۹۰۴/۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول۲). بر اساس مطالعات انجام گرفته بر روی بادام‌زمینی، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای ۲۰ و

۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد (Vyshkayy *et al.,* 2008). به نظر می‌رسد کاربرد متانول موجب افزایش دسترسی گیاه به کربن حاصل از تجزیه متانول و کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده می‌شود که این موارد سبب افزایش وزن دانه در گیاه تحت تیمار می‌گردد. در این راستا، نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. Li *et al.*(1995) در بررسی بر روی سویا و Madhaiyan *et al.* (2006) با مطالعه بر روی پنبه، بیشترین عملکرد دانه را در محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده کردند.

جدول۴- نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری و متانول بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 4. Comparison of results on irrigation and methanol interaction on morphological characteristics and yield components of chickpea

دور آبیاری (روز) Irrigation (day)	سطوح متانول Methanol level	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods no. per main stem	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant
10	**0**	4.8cd	11.61bc	37.0bc	42.0cd
	10	5.3bc	13.71a	47.5a	55.1a
	20	4.5cd	12.05ab	46.3a	56.0a
	30	6.3a	11.63bc	44.5a	51.6ab
20	**0**	4.5cd	10.41bc	28.1d	33.3e
	10	4.3d	10.42bc	32.6cd	38.0de
	20	6.0ab	10.01c	34.3c	41.5cd
	30	4.8cd	10.38bc	39.5b	46.1bc

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.05$.

Makhduma *et al.* (2002) در بررسی بر روی پنبه، بیشترین عملکرد دانه را در تیمار ۳۰ درصد متانول مشاهده کردند. در بررسی Zbiec & Podsiadlo (2003) بر روی کلزا، لوبیا و گوجه‌فرنگی در شرایط دیم، بیشترین عملکرد در تیمار محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول و در شرایط آبیاری در محلول‌پاشی ۴۰ درصد متانول مشاهده شد. در برهم‌کنش آبیاری و رقم، بیشترین عملکرد دانه با ۱۲۶۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۱۰ روز در رقم پیروز و کمترین آن با ۸۱۵ کیلوگرم در هکتار در آبیاری ۲۰ روز در رقم پیروز مشاهده شد (جدول۳).

عملکرد بیولوژیک

اثرات آبیاری و متانول بر روی عملکرد بیولوژیک (در سطح $p\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود ولی عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر رقم قرار نگرفت (جدول۱). دور آبیاری ۱۰ روز با ۲۳۷۰/۹ کیلوگرم در هکتار و دور آبیاری ۲۰ روز با ۱۷۰۹/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول۲). در بررسی Silim *et al.* (1993) روی عدس نشان داده شد که کل ماده خشک با افزایش رطوبت ممکن است بین ۵ تا ۳۵ درصد افزایش یابد. در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ با دارا بودن عملکرد بیولوژیک ۲۰۷۶/۹ کیلوگرم در هکتار و رقم پیروز با دارا بودن عملکرد بیولوژیک ۲۰۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۲). در بین تیمارهای متانول، محلول‌پاشی ۲۰ و ۳۰ درصد به ترتیب با عملکرد بیولوژیک ۲۱۷۰/۴ و ۲۱۹۸/۷ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۸۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در متانول صفر درصد مشاهده شد که در مقایسه با محلول‌پاشی ۱۰ درصد متانول (۱۹۷۷/۲ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۲). در بررسی بر روی پنبه، بیشترین عملکرد بیولوژیک، در تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد (Makhduma *et al.,* 2002). احتمالاً می‌توان افزایش عملکرد بیولوژیک را در تیمارهای کاربرد متانول به دلیل کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده دانست. تحقیقات مشابه نشان می‌دهد که محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول بر روی پنبه (Madhaiyan *et al.,* 2006)، کلزا (Zbiec & Podsiadlo, 2003) و گوجه‌فرنگی (Rowe *et al.,* 1994) موجب تولید زیست‌توده‌ی بالاتری می‌شود. اما اثرات متقابل آبیاری×متانول و آبیاری×رقم×متانول، معنی‌دار نشد. اثرات متقابل آبیاری×رقم و رقم×متانول، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در برهم‌کنش رقم و آبیاری، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۲۳۹۵ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری ۱۰روز و در رقم پیروز مشاهده شد که با آبیاری ۱۰روز و رقم ILC۴۸۲ (۲۳۴۷ کیلوگرم درهکتار)، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۶۱۲ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری ۲۰

روز و رقم پیروز مشاهده شد (جدول۳). در برهم‌کنش رقم و متانول، بیشترین عملکرد دانه (۲۳۰۸ کیلوگرم در هکتار) در رقم ILC۴۸۲ و متانول ۲۰ درصد و کمترین عملکرد دانه (۱۷۰۷ کیلوگرم در هکتار) در متانول صفر درصد و رقم ILC۴۸۲ مشاهده شد (جدول۵). در آزمایش Zbiec (2003) & Podsiadlo بر روی چغندرقند، بیشترین ماده خشک در تیمار ۳۰ و ۴۰ درصد متانول حجمی در تیمار آبیاری در مقایسه با شرایط بدون آبیاری مشاهده شد.

جدول۵ - نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم و متانول بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 5. Comparison of results on the variety and methanol interaction on morphological characteristics and yield components of chickpea

عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	وزن دانه تک‌بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods no. per main stem	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	سطوح متانول Methanol level	رقم variety
1939c	7.3c	46.1bc	43b	5.0bc	11.2bc	**0**	**Piroz**
1917cd	7.2c	49.5b	47.1ab	4.8bc	11.6a	**10**	
2033bc	8.3bc	46.6bc	44.0a	5.6ab	10.8ab	**20**	
2125ab	8.9b	55.1a	51.8a	6.5a	11.5ab	**30**	
1707d	9.0b	29.1d	22.1d	4.3c	10.7ab	**0**	**ILC482**
2038bc	9.8b	43.6c	33c	4.8bc	12.4a	**10**	
2308a	11.9a	50.8ab	36.6c	4.8bc	11.2ab	**20**	
2255ab	12.2a	42.6c	32.1c	4.6c	10.5 b	**30**	

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.05$.

شاخص برداشت

تأثیر سطوح ارقام و متانول بر شاخص برداشت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود. رژیم‌های آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز اثر بر روی شاخص برداشت نداشت (جدول۱). رقم ILC۴۸۲ با ۵۴ درصد و رقم پیروز با ۵۱ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول۲). سایر محققین نیز تفاوت معنی‌داری را در شاخص برداشت ارقام نخود زراعی گزارش کرده‌اند (Yousefi *et al.*, 1997).

همچنین در برخی آزمایشات دیگر مشاهده شد که بین ارقام مورد مطالعه از نظر شاخص برداشت، اختلاف وجود داشت (Rezaeyan zadeh, 2008; Goldani & Rezvani, 2007) در بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول، بیشترین شاخص برداشت با ۵۶ درصد مربوط به کاربرد متانول ۳۰ درصد و کمترین شاخص برداشت ۴۹ درصد مربوط به متانول صفر درصد بود (جدول۲).

شاخص برداشت، بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد. بدیهی است که هرچه مقدار مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه‌ها منتقل شود سهم وزن دانه از کل گیاه افزایش می‌یابد (Rezaeyan zadeh, 2008). متانول نیز با افزایش سطح سبز موجب افزایش شاخص برداشت می‌شود. همچنین متانول از طریق تأثیر بر زودرسی محصول نیز می‌تواند موجب افزایش شاخص برداشت شود (Nonomura & Benson, 1992).

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از کلیه پرسنل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد و نیز آقایان محمدعلی احیایی و علی قنبری که ما را در اجرای این تحقیق یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

جدول۶ - نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری ×رقم ×متانول بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود

Table 6. Comparison of results on methanol, irrigation and varieties interaction on morphological characteristics and yield components of chickpea

تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods on lateral branches	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	سطوح متانول Methanol level	ارقام varieties	دور آبیاری(روز) Irrigation (day)
55.0bc	51.67b	12.8b	**0**	**Piroz**	**10**
67.6a	67.67a	11.7bcd	**10**		
58.0b	54.67b	11.6bcd	**20**		
57.3b	54.33b	12.5bc	**30**		
29.0j	22.33e	10.3bcd	**0**	**ILC482**	
42.6efgh	32.33cd	15.6a	**10**		
54.0bc	38.00c	12.4bc	**20**		
46.0def	34.67cd	10.7bcd	**30**		
37.3ghi	34.33cd	9.5d	**0**	**Piroz**	**20**
31.3ij	31.67cd	11.5bcd	**10**		
35.3hij	33.33cd	10.0bcd	**20**		
53.0bcd	49.33b	10.5bcd	**30**		
29.3j	22.00e	11.2bcd	**0**	**ILC482**	
44.6efg	33.67cd	9.2d	**10**		
47.6cde	35.33cd	10.0bcd	**20**		
39.3cd	29.67 cd	10.2cd	**30**		

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.05$.

منابع

1. Aggrawal, P.K., Khanna-Chopra, R., and Sinha, S.K. 1994. Change in leaf water potential in relation to growth and dry matter production. Indian Journal of Experimental Biology 22: 98-101.
2. Arizona Department of Agriculture. 1993. Arizona, on the Frontier of Agricultural Technology, Arizona, Phoenix, USA.
3. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., and Parsa, M. 1997. Agronomy and breeding chickpea. Publications Jahad University of Mashhad. (In Persian).
4. Benson, A.A., and Nonomura, A.M. 1992. The path of carbon in photosynthesis: methanol inhibition of glycolic acid accumulation. Photosynth. Res. 34: 196.
5. Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., and Haslam, R. 2004. Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. Phytochem. 65: 2305-2316.
6. Ghasemi golazani, K., Mohamadi, S., Rahem zadeh, 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. (In Persian with English Summary).
7. Goldani, M., and Rezvani, P. 2007. The effects of different irrigation regimes and planting dates on phenology and growth indices of tree chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in mashhad. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 229-242. (In Persian with English Summary).
8. Gout, E., Aubert, S., Bligny, R., Rebeille, F., Nonomura, A.R., Benson, A. and Douce, R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant Physiol. 123: 287-296.
9. Hanson, A.D., and Roje, S. 2001. One carbon metabolism in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 52: 119-138.
10. Holland, M.A. 1997. Occams razor applied to hormonology. Are cytokinins produced by plants? Plant Physiol. 115: 865-868.
11. Jalota, S.K., Anil, S., and Harman, W.L. 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. Agricultural Water Management 79: 312-320.
12. Karezmarezyk, S.J., Deviln. R., and Zbiec, M. 1995. Influence of methanol on winter rape seedlings. Acta Agrobotanica 48: 37-42.
13. Leport, L., Turner, N.C., Davies, S.L., and Siddique, K.H.M. 2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. Europ. J. Agronomy 24: 236-246.

14. Li, Y., Gupta, J., and Siyumbano, A.K. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. J. Plant Nutr. 18: 1875-1880.
15. Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Sundaram, S.P., and Sa, T.A . 2006. New insight into foliar applied methanol influencing phylloplane methylotrophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Environmental and Experimental Botany 57: 168-176.
16. Makhdum, I.M., Nawaz, A. Shabab, M., Ahmad, F., and Illahi, F. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan 13: 37-43.
17. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea . ICARDA 17: 20-23.
18. Mauney, J.R., and Gerik, T.J. 1994. Evaluating methanol usage in Cotton. Proc. Beltwide Cotton Conf., National Cotton Council of America Memphis, TN, USA, I, p: 39-40.
19. Meckel, L., Egli, D.B., Phillips, R.E., Radcliffe, D., and Leggett, J.E. 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. Agron. J.: 76: 647-650.
20. Mudgett, M.E., and Clarke, S. 1993. Characterization of plant L-isoaspartyl methyletransferases that may be involved in seed survival, purification, characterization and sequence analysis of the wheat geram enzyme. Biochem. 32: 1100-1111.
21. Nassiri mahalati, M., Koocheki, A., and Rezvani Moghadam, P. 2006. Global climate change and agricultural production. Ferdowsi University Academic Publishers. (In Persian).
22. Nemecek-Marshall, M., MacDonald, R.C., Franzen, J.J., Wojciechowski, C.L., and Fall, R. 1995. Methanol emission from leaves: enzymatic detection of gas-phase methanol and relation of methanol fluxes to stomatal conductance and leaf development. Plant Physiol. 108: 1359-1368.
23. Nonomura, A.M., and Benson, A.A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: Improved crop yields with methanol. Proc. National Acad. Sci., USA, 89: 9794-9798.
24. Pandey, R.K., Herrera, W.A.T., and Pendleton, J.W. 1983. Drought response of grain legumes under irrigation gradient yield and yield components. Agron. J. 76: 549-553.
25. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Legumes. Mashhad University Jahad Press. (In Persian).
26. Rezaeyan zadeh, E. 2008. The effects of supplemental irrigation on yield and yield components and growth indices in three chickpea cultivar (*Cicer arietinum* L.). MBA. Thesis. University of Mashhad, Iran. (In Persian).
27. Rowe, R.N., Farr, D.J., and Richards, B.A.J. 1994. Effects of foliar and root applications of methanol or ethanol on the growth of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 22: 335-337.
28. Sarmdnya, Gh. 1993. Environmental stresses the importance of agriculture. Congress Proceedings Crop Iran, Faculty of Agriculture, Karaj, Tehran University, p. 571. (In Persian).
29. Silim, S.N., Saxena, M.C., and Singh, K.B. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. II. Factors influencing yield under drought. Field Crops Research 34: 137-141.
30. Singh, S.P.1997.Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Research 53: 161-170.
31. Van, I., Heitholt, M.W., Wells, J.J., and Oosterhuis, D.M. 1995. Foliar methanol applications to cotton in the Southeastern United States, leaf physiology, growth and yield components. Agron. J. 87: 1157-1160.
32. Vyshkayy, M., Noormohammadi, Gh., Majidi, A., and Rabii, B. 2008. Effect of methanol on the growth function peanuts. Special Issue Journal of Agricultural Sciences 1: 102-87. (In Persian with English Summary).
33. Yousefi, B., Kazemi Arbat, H., RahimZadeh Khoyi, F., and Moghadam, M. 1997. Study for some agronomic traits in chickpea cultivars under two irrigation regimes and path analysis of traits under study. Journal of Agricultural Sciences p. 161-147. (In Persian with English Summary).
34. Zbiec, I., Karezmarczyk, S., and Podsiadlo, C. 2003. Response of some cultivar plant to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agronomy. 6: 1-7. Available at Web site http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue1/agrono my/art-01.html

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 2, 2011, p. 37-48

Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars

Ehyaee[1*], H., Parsa[2], M., Kafi[2], M. & Nasiri Mahallati[2], M.

1- Ph.D. Student in Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Contributions from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 2 September 2009
Accepted: 11 September 2010

Abstract

In order to evaluate the effects of foliar application of methanol and irrigation intervals on yield and yield components of chickpea cultivars a factorial experiment as split plots based on randomized complete block design with three replications was conducted in spring 2008 at the Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad. The treatments were 10 and 20 irrigation intervals as main plots and factorial combination of cultivars, ILC482 (Kabuli type) and Piroz (Desi type) with concentration of methanol 0, 10, 20 and 30 volume percent as subplots. Methanol sprayed on chickpea shoots after podding with 10 days interval. The results showed the effects of foliar application of methanol on yield and yield components were significant. Spray of 30 percent concentration affected yield and yield components more than other treatments. So that it increased number of pods, 100 seed weight, seed weight, seed number per plant and harvest index. Biological yield was the highest (2198 kg/ha) for 30 percent methanol and the lowest for zero percent (1823 kg/ha). In addition, 30 percent methanol had the highest grain yield (1243 kg/ha) and the lowest (904 kg/ha) was related to zero percent methanol. According to the results, foliar application of 30 percent methanol could be recommended for increasing the yield of chickpea.

Key words: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Irrigation, Methanol, Water stress

[*] **Corresponding Author:** E-mail: ehyaee.hre@gmail.com