

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

حمیدرضا احیایی^{۱*}، مهدی پارسا^۲، محمد کافی^۲ و مهدی نصیری محلاتی^۲

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 خرد 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 ۱۰۰ دانه، 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 به دست 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

میلی‌متر در زمره‌ی مناطق خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد (Sarndnya, 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 CO₂ 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; Arizona Department Downie et al., 2004 al., 1994 of Agriculture., 1993 ;). زیرا گیاهان می‌توانند متانول محلول‌پاشی شده بر روی برگ‌ها را به راحتی جذب کرده و آن را به عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفر مورد استفاده قرار دهند. متانول در مقایسه با CO₂ 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

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 زیر کشت 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. خصوصیات 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

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

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. پلی‌گالاکترونیکی که در نتیجه‌ی گسترش دیواره‌ی سلولی گیاه تولید می‌شود، به وسیله فعالیت آنزیمی پکتین متیل استراز، به متانول و گالاکتونیکی 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 آزاد شدن 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 محلول پاشی 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 خرد 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 محلول پاشی متانول در چهار سطح با غلظت‌های ۲۰، ۳۰ و ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی به صورت فاکتوریل در داخل کرت‌های اصلی قرار داده شدند. قبل از کاشت، عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاوآهن برگردان دار، 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 ردیف‌ها ۰/۵ متر بود که بذرها 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. علف‌های هرز

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). Vyskhay *et al.*, 2008 دریافتند که محلول پاشی ۲۰ درصد متانول بر روی قسمت‌های هوایی بادام‌زمینی باعث افزایش عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، 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. محلول پاشی متانول ۲۵ درصد، بیشترین افزایش محصول سویا را در پی داشت. همچنین مطالعات Zbiec and Podsiadlo (2003) بر روی گیاهان گوجه‌فرنگی، لوبیا، چغندر قند و کلزا نشان داد گیاهانی که با متانول ۳۰ درصد محلول پاشی 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 محلول پاشی 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 محلول پاشی متانول موجب افزایش وزن ساقه و ریشه در گوجه‌فرنگی می‌شود. بررسی‌های انجام شده در مناطق خشک در پاکستان نیز نشان داد، که محلول پاشی متانول ۳۰ درصد 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 ۵۰ درصد افزایش یافت و همچنین سطح و قطر برگ‌های تیمار شده 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). گزارش‌های (Madhaiyan *et al.*, 2006) کاربرد متانول ۳۰ درصد در نیشکر موجب افزایش ۷/۸ درصد قند در گیاه شد و در پنبه محصول را در هر دو شرایط دیم و فاریاب، افزایش

تیمار شده 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 (1992) & Nonomura در محلول پاشی 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 محلول پاشی 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 (جدول ۱). 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 (جدول ۲). در برهم‌کنش آبیاری × رقم × متانول، بیشترین تعداد شاخه به ترتیب در تیمار آبیاری ۱۰ روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۱۰ درصد حجمی (۱۵/۶) و کمترین در تیمار آبیاری ۲۰ روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول ۲۰ درصد حجمی (۹/۲) مشاهده شد (جدول ۶). 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, 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 (جدول ۱). 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 (جدول ۲). محلول پاشی با غلظت ۳۰ درصد متانول، بیشترین تعداد غلاف (۵/۶) در ساقه اصلی را داشت که در مقایسه با غلظت ۲۰ درصد (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 (جدول ۲). در بین رژیم‌های آبیاری، دور آبیاری ۱۰ روز با داشتن ۵/۳ غلاف در ساقه اصلی نسبت به دور آبیاری ۲۰ روز، ۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). تأثیر برهم‌کنش آبیاری و

در طول فصل به صورت دستی کنترل شدند. محلول پاشی بوته‌های نخود هم‌زمان با ظهور غلاف‌های این گیاه در سه نوبت با فاصله ۱۰ روز در ساعت ۱۸ انجام شد. نازل محلول پاش در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری بالای بوته‌ها نگه‌داشته شد و محلول پاشی 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 ۱۰۰ دانه، 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 $p < 0.01$) و تیمار محلول پاشی (در سطح $p < 0.05$)، تأثیر معنی‌داری در ارتفاع گیاهان داشت. اثرات متقابل آبیاری × رقم، آبیاری × متانول، رقم × متانول و همچنین آبیاری × رقم × متانول، معنی‌دار نشد (جدول ۱). 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 (جدول ۲). بالاتر بودن ارتفاع بوته در دور آبیاری ۱۰ روز را می‌توان به رشد نامحدود 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 (جدول ۲). در بین تیمارهای محلول پاشی، متانول با غلظت ۲۰ درصد 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 (جدول ۲). به نظر می‌رسد محلول پاشی متانول با افزایش تولید سیتوکینین و افزایش تقسیم سلولی، تحریک رشد و افزایش ارتفاع در گیاهان

گل‌اف در ساقه فرعی با ۵۱/۸ گل‌اف در متانول ۳۰ درصد و رقم پیروز و کمترین تعداد گل‌اف فرعی با ۲۲/۱ گل‌اف در رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول ۵). در برهم‌کنش آبیاری × رقم × متانول، بیشترین تعداد گل‌اف در ساقه فرعی در تیمار آبیاری ۱۰ روز و رقم پیروز و متانول ۱۰ درصد حجمی (۶۷/۷ گل‌اف) و کمترین تعداد در تیمار آبیاری ۲۰ روز و رقم ILC۴۸۲ و متانول صفر درصد حجمی (۲۲ گل‌اف) مشاهده شد (جدول ۶).

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 ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۱). رژیم آبیاری ۱۰ روز با بیشترین و دور آبیاری ۲۰ روز کمترین تعداد دانه در بوته را دارا بود (جدول ۱). 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 گل‌اف‌های بارور و تولید دانه مؤثر است (Rezaeyan, 2008). بیشترین تعداد دانه در بوته در رقم پیروز و کمترین تعداد دانه در رقم ILC۴۸۲ مشاهده شد (جدول ۲). در بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول، بیشترین تعداد دانه در محلول پاشی ۳۰ درصد و کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار متانول صفر درصد مشاهده شد (جدول ۲). اثرات متقابل آبیاری × رقم و همچنین رقم × متانول و آبیاری × رقم × متانول در سطح ($p \leq 0.01$) و آبیاری × متانول در سطح ($p \leq 0.05$) معنی‌دار شدند (جدول ۱). 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 (جدول ۳). 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 (جدول ۴).

متانول بر این صفت، معنی‌دار ($p < 0.01$) بود به طوری که بیشترین تعداد گل‌اف 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 (جدول ۴).

تعداد گل‌اف در ساقه فرعی

نتایج تجزیه نتایج تجزیه واریانس نشان داد، که تمام اثرات ساده و متقابل بر روی تعداد گل‌اف در ساقه فرعی معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم پیروز با تعداد ۴۶/۵ گل‌اف و رقم ILC۴۸۲ با تعداد ۳۱ گل‌اف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد گل‌اف در ساقه فرعی را داشتند (جدول ۲). محققین نشان دادند که تعداد گل‌اف 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 گل‌اف‌های پوک را در مقایسه با شرایط بدون تنش، افزایش می‌دهد. تعداد گل‌اف در ساقه فرعی تحت تأثیر دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به دور آبیاری ۲۰ روز، ۲۳ درصد افزایش یافت (جدول ۲).

Singh (1993) نشان داد که با ۷۰ درصد کاهش رطوبت خاک، تشکیل گل‌اف حداقل به اندازه ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. در تیمار محلول‌پاشی متانول، بیشترین تعداد گل‌اف در ساقه فرعی (۴۲ گل‌اف) در تیمار ۳۰ درصد متانول و کمترین تعداد آن (۳۲/۵ گل‌اف) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). Vyshkay et al. (2008) بیشترین تعداد گل‌اف در بوته بادام‌زمینی را در محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده کردند. Li et al. (1995) بیشترین تعداد گل‌اف در سویا را در تیمار ۲۵ درصد متانول مشاهده کردند. در برهم‌کنش دور آبیاری و رقم، بیشترین تعداد گل‌اف در ساقه فرعی در آبیاری ۱۰ روز و رقم پیروز (۵۵/۸ گل‌اف) و کمترین تعداد در رقم ILC۴۸۲ و آبیاری ۲۰ روز (۳۰/۱ گل‌اف) مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین تعداد گل‌اف 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 (جدول ۴). بیشترین تعداد

جدول ۱ - نتایج تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد دو رقم نخود در دو دور آبیاری و سطوح مختلف محلول‌یاشی 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 ۱۰۰ دانه 100 seeds weight	وزن دانه Seed weight per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pods	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف Pods on lateral branches	تعداد غلاف 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	تکرار آبیاری
0.0004ns	5249650.85**	156408.79**	85.33**	45.76**	0.004ns	1575.52**	1240.33**	1.33ns	45.31**	144.08**	1	خطای ۱
0.0002	2478068.46	7000984.41	5.39	60.76	0.038	1291.39	600	2.58	1.58	5.14	2	رقم
0.0085**	64993.21ns	80171.41*	1281.33**	95.4**	0.94**	728.52**	2883**	8.33**	0.07ns	133.33**	1	رقم × آبیاری
0.003ns	176542.44*	10195.92**	12*	3.09ns	0.007ns	927.52**	867**	0.001ns	0.27ns	0.75ns	1	خطای ۲
0.0021	76194.84	51777.56	4.6	1.99	0.003	7.33	28	0.79	3.12	3.47	2	متانول
0.0117**	36128.69**	261806.99**	10.27**	16.22**	0.003ns	339.07**	211.5**	2.05*	3.3ns	8.72*	3	آبیاری × متانول
0.0014ns	5759.47ns	4009.18ns	0.5ns	0.16ns	0.003ns	85.13*	53.61*	5.16**	2.84ns	4.69	3	متانول × رقم
0.0014ns	139403.81	17579.89ns	0.16ns	1.96ns	0.03ns	253.79**	114.27**	1.72ns	1.89ns	3.5ns	3	آبیاری × رقم × متانول
0.0007ns	64537.98ns	26607.89ns	0.27ns	0.31ns	0.004ns	207.24**	131.72**	1.5ns	14.61**	0.25ns	3	خطای ۳
0.0152	844756.69	278637.91	49.83	43.03	0.157	530	394.66	51.5	60	55.5	3	
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 $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively

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

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود تحت تأثیر رقم، دور آبیاری و محلول پاشی 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											
	33.7a	11a	46b	31.0b	41.5b	1.3a	10.7a	28.0a	1124.1a	2076.9a	0.54a
	30.4b	11a	5.5	46.5a	49.3a	1b	7.9b	17.7b	1042.3b	2003.3a	0.51b
رژیم آبیاری Irrigation regime											
	33.6a	12a	5.3a	43.8a	51.2a	1.2a	10.3a	42.2a	1263.8a	2370.9a	0.53a
	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											
	31.9b	12a	4.6b	32.5b	37.6b	1.1a	8.1b	21.7b	904.1c	1823.3b	0.49c
	31.5b	11a	4.8b	40.0a	46.5a	1.1a	8.5b	22.8ab	1031.4ab	1977.2b	0.52b
	33.3a	11a	5.2ab	40.3a	48.7a	1.2a	10.1a	23.0a	1153.6a	2170.4a	0.53b
	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 معنی داری با یکدیگر ندارند.
Means within each column and treatment with a letter in common are not significantly different at $\alpha=0.05$.

تعداد دانه در غلاف در نخود به طور عمده‌ای تحت کنترل ساختار ژنتیکی است و تأثیر عوامل محیطی 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 تک بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری، رقم و متانول بر وزن دانه در بوته معنی دار بود (جدول ۱). آبیاری ۱۰ روز و آبیاری ۲۰ روز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته را دارا بودند (جدول ۲). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ و رقم پیروز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه در بوته را داشتند (جدول ۲). افزایش وزن دانه در بوته در تیمار محلول پاشی متانول را می‌توان به افزایش سطح برگ در تیمار محلول پاشی متانول نسبت داد که موجب افزایش سطح سبز نسبت به مخزن شد. بین تیمارهای محلول پاشی متانول، تیمار محلول پاشی ۳۰ درصد متانول با ۱۰/۵ گرم بیشترین و تیمار صفر درصد متانول با ۸/۱ کمترین وزن دانه در بوته را داشت (جدول ۲). در بررسی (Benson & Nonomura (1992) بر روی گندم دوروم، محلول پاشی ۲۰ درصد متانول موجب دو برابر شدن وزن دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. اثرات متقابل

در برهم کنش 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 (جدول ۵).

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

(Benson & Nonomura (1992) دریافتند که محلول پاشی 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 محلول پاشی متانول قرار نگرفت ولی به طور معنی داری تحت تأثیر ارقام قرار گرفت (جدول ۱). رقم ILC۴۸۲ با ۱/۳ دانه در غلاف و رقم پیروز با ۱ دانه در غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را دارا بودند (جدول ۲).

براساس گزارش (Ghasemi golazani *et al.* (1997)

بیشترین (۲۴ گرم) و کمترین (۲۱/۷ گرم) وزن ۱۰۰ دانه را داشتند (جدول ۲). افزایش وزن ۱۰۰ دانه 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 CO₂ مورد نیاز گیاه دانست. (2008) Vyshkayy *et al.* در بررسی اثر محلول پاشی متانول بر روی بادام‌زمینی، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه را در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد متانول مشاهده کردند. (1995) Li *et al.* نیز بیشترین وزن ۱۰۰ دانه را در محلول پاشی ۲۰ و ۳۰ درصد متانول بر روی سویا مشاهده کردند. در برهم‌کنش آبیاری و رقم، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه 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 (جدول ۳).

آبیاری و رقم، رقم و متانول و همچنین آبیاری و رقم و متانول معنی‌دار نبود (جدول ۱).

وزن ۱۰۰ دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثرات آبیاری، رقم و متانول بر وزن ۱۰۰ دانه (در سطح $p \leq 0/01$) و برهم‌کنش آبیاری و رقم (در سطح $p \leq 0/05$) بود. سایر اثرات متقابل، معنی‌دار نبود (جدول ۱). در بین رژیم‌های آبیاری، آبیاری ۱۰ روز و آبیاری ۲۰ روز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰ دانه را دارا بودند (جدول ۲). در بین ارقام، رقم ILC۴۸۲ و رقم پیروز به ترتیب بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰ دانه را داشتند (جدول ۲). نتایج (1997) Yousefi *et al.* نشان داد وزن ۱۰۰ دانه‌ی توده‌های مختلف، با یکدیگر تفاوت دارند. در محلول پاشی، متانول ۳۰ و صفر درصد به ترتیب

جدول ۳ - 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

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

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 $\alpha = 0.05$.

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, 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 (جدول ۲). در محلول پاشی، 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 (جدول ۲). بر اساس مطالعات انجام گرفته بر روی بادام‌زمینی، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای ۲۰

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات آبیاری و محلول پاشی متانول (در سطح $p < 0/01$) و نیز اثر رقم (در سطح $p < 0/05$) بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثرات متقابل آبیاری × متانول، رقم × متانول و رقم × آبیاری، معنی‌دار نبود (جدول ۱). 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 (جدول ۲). بالاتر بودن عملکرد دانه در دور آبیاری ۱۰ روز را می‌توان به برتری گیاه از نظر سرعت و دوره پُرشدن دانه و بهبود اجزای عملکرد به ویژه تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه نسبت داد. در

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 محلول پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده کردند.

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

جدول ۴- 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

تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	تعداد غلاف ساقه فرعی Pods no. per lateral branches	تعداد شاخه‌های جانبی No. of branches	تعداد غلاف ساقه اصلی Pods no. per main stem	سطوح متانول Methanol level	دور آبیاری (روز) Irrigation (day)
42.0cd	37.0bc	11.61bc	4.8cd	0	10
55.1a	47.5a	13.71a	5.3bc	10	
56.0a	46.3a	12.05ab	4.5cd	20	
51.6ab	44.5a	11.63bc	6.3a	30	
33.3e	28.1d	10.41bc	4.5cd	0	20
38.0de	32.6cd	10.42bc	4.3d	10	
41.5cd	34.3c	10.01c	6.0ab	20	
46.1bc	39.5b	10.38bc	4.8cd	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 $\alpha=0.05$.

(جدول ۲). در بین تیمارهای متانول، محلول پاشی 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 محلول پاشی ۱۰ درصد متانول (۱۹۷۷/۲ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). 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 محلول پاشی 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 نبود. اثرات متقابل آبیاری × رقم و رقم × متانول، معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). در برهم‌کنش رقم و آبیاری، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۲۳۹۵ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری ۱۰ روز و در رقم پیروز مشاهده شد که با آبیاری ۱۰ روز و رقم ILC۴۸۲ (۲۳۴۷ کیلوگرم در هکتار)، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۶۱۲ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری ۲۰

(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 محلول پاشی ۲۰ درصد متانول و در شرایط آبیاری در محلول پاشی 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 (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک

اثرات آبیاری و متانول بر روی عملکرد بیولوژیک (در سطح $p \leq 0.01$) معنی‌دار بود ولی عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر رقم قرار نگرفت (جدول ۱). 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 (جدول ۲). 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

Zbiec (2003) ILC۴۸۲ مشاهده شد (جدول ۵). در آزمایش Podsiadlo & بر روی چغندر قند، بیشترین ماده خشک در تیمار ۳۰ و ۴۰ درصد متانول حجمی در تیمار آبیاری در مقایسه با شرایط بدون آبیاری مشاهده شد.

روز و رقم پیروز مشاهده شد (جدول ۳). در برهم کنش 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

جدول ۵ - نتایج مقایسه میانگین برهم کنش 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

رقم variety	سطوح متانول Methanol level	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	وزن دانه تک بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)
Piroz	0	11.2bc	5.0bc	43b	46.1bc	7.3c	1939c
	10	11.6a	4.8bc	47.1ab	49.5b	7.2c	1917cd
	20	10.8ab	5.6ab	44.0a	46.6bc	8.3bc	2033bc
	30	11.5ab	6.5a	51.8a	55.1a	8.9b	2125ab
	0	10.7ab	4.3c	22.1d	29.1d	9.0b	1707d
ILC482	10	12.4a	4.8bc	33c	43.6c	9.8b	2038bc
	20	11.2ab	4.8bc	36.6c	50.8ab	11.9a	2308a
	30	10.5 b	4.6c	32.1c	42.6c	12.2a	2255ab

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 ($p \leq 0.01$) بود. رژیم‌های آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز اثر بر روی شاخص برداشت نداشت (جدول ۱). رقم ILC۴۸۲ با ۵۴ درصد و رقم پیروز با ۵۱ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول ۲). 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 محلول پاشی 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 (جدول ۲).

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

بدین وسیله 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.

جدول ۶ - 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

- 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.
- Arizona Department of Agriculture. 1993. Arizona, on the Frontier of Agricultural Technology, Arizona, Phoenix, USA.
- Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., and Parsa, M. 1997. Agronomy and breeding chickpea. Publications Jahad University of Mashhad. (In Persian).
- Benson, A.A., and Nonomura, A.M. 1992. The path of carbon in photosynthesis: methanol inhibition of glycolic acid accumulation. *Photosynth. Res.* 34: 196.
- 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.
- 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).
- 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).
- 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.
- Hanson, A.D., and Roje, S. 2001. One carbon metabolism in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52: 119-138.
- Holland, M.A. 1997. Occams razor applied to hormonology. Are cytokinins produced by plants? *Plant Physiol.* 115: 865-868.
- 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.
- Karezmarezyk, S.J., Devilm. R., and Zbiec, M. 1995. Influence of methanol on winter rape seedlings. *Acta Agrobotanica* 48: 37-42.
- 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/agronomy/art-01.html>

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

Ehyaee^{1*}, H., Parsa², M., Kafi², M. & Nasiri Mahallati², 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