Archive of SID

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۷، شماره ۲، تا بستان ۱۳۹۰
صفحات ۴۳-۳۳

بررسی تاثیر محلول پاشی متانول و میزان آب قابل دسترس بر راندمان مصرف آب و برخی دیگر از خصوصیات چغندر قند رقم رسول (Beta vulgaris L.)

Effect of foliar methanol application and availlible water on water use efficiency and some characteristic of sugar beet cv.Rasul

مهدی صادقی شعاع[۱]، فرزاد پاک نژاد[۲]، علی کاشانی[۲]، سعید وزان[۲]، داود حبیبی[۲]، توحید نورالوندی[۱] و وحید بیات[۳]

چکیده

جهت بررسی تاثیر محلول پاشی متانول بر راندمان مصرف آب و برخی خصوصیات چغندر قند(رقم رسول) آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۸۹ به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل فاکتور غلظت محلول متانول با سه سطح (صفر(شاهد)، ۱۴ و ۲۸ درصد حجمی متانول) بود که به هر کدام از سطوح ۲ گرم گلایسین به ازاء هر لیتر متانول مصرفی اضافه شد و فاکتور دوم، شامل سطوح آبیاری با دو سطح (نرمال، آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس و تنش کم آبی، آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس) بود، که فاکتور غلظت متانول در کرت های فرعی و سطوح آبیاری در کرت های اصلی قرار گرفتند. اولین محلول پاشی ۷۰ روز پس از کشت و سه بار در طی فصل رشد و با فواصل هر ۲۰ روز یکبار صورت گرفت. در این آزمایش، عملکرد ریشه ذخیره ای، عملکرد شکر سفید، وزن خشک کل، شاخص برداشت، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب کل مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین سطوح غلظت متانول برای تمامی صفات مورد ارزیابی معنی دار شد به طوری که بیشترین عملکرد ریشه ذخیره ای مربوط به سطح ۱۴ درصد حجمی متانول با ۷۳/۹۶ تن در هکتار و کمترین آن مربوط به سطح شاهد بدون متانول با ۶۰/۳۶ تن در هکتار بود، همچنین متانول باعث افزایش راندمان مصرف آب گردید.قابل ذکر است که سطوح آبیاری بر روی صفات عملکرد ریشه ذخیره ای، عملکرد شکر سفید، وزن خشک کل، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب کل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد.

واژه های کلیدی: متانول، تنش خشکی، راندمان مصرف آب، عملکرد ریشه، چغندر قند

۱- دانشجوی دکترای زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، ایران
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج،گروه زراعت، کرج، ایران
* نویسنده مسئول Email:Mehdi.SadeghiShoae@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در محدود کردن عملکرد گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (حکمت شعار،۱۳۷۲). تاثیرات تنش کم آبی را به دو صورت پدیده‌های روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای می‌توان بیان نمود (سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶). مولفه‌های روزنه‌ای با جریان ورود دی اکسید کربن و خروج آب در ارتباط هستند به طوری که از راهکارهای کاهش اثر سوء تنش خشکی حفظ تثبیت دی اکسید کربن، کاهش میزان تعرق و همچنین کاهش تنفس نوری در این شرایط می باشد، از طرفی پدیده‌های غیر روزنه‌ای ناشی از تاثیر تنش کم آبی بر صفات فیزیولوژیکی گیاه مانند شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، وزن مخصوص برگ و کارایی مصرف منابع از جمله کارایی مصرف آب می‌باشد (Earl and Davis.2003). عواملی که بر کارایی مصرف آب اثر گذار است عبارتند از آب، دی اکسید کربن، دمای هوا، گونه گیاهی، مسیر فتوسنتزی گیاه، رفتار روزنه‌ای گیاه، اندازه، ساختمان و آرایش برگ، خصوصیات خاک و عوامل اقتصادی تولید (Stanhill,1986).

گزارشات نشان داده است که محلول پاشی متانول بر اندام‌های هوایی گیاهان باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی گیاهان تیمار شده می‌شود (Benson and Nonomura,1992). در گیاهانی که با تنش خشکی مواجه هستند محلول پاشی متانول سبب جلوگیری از کاهش بیوماس در آنها می شود و همچنین متانول باعث خنک شدن برگ ها در هوای گرم می‌گردد (Heins, 1980).

بر اساس گزارشات، به طور عادی ۳۰-۲۵ در صد از مواد فتوسنتزی در فرآیند تنفس نوری مصرف شد و حدود ۳۰ درصد ماده خشک خالص به عنوان محصول تولید می‌شود (Boyer,1982). از مهم‌ترین اثرات متانول کاهش اثر تنش القاء شده به گیاهان زراعی در اثر انجام تنفس نوری در آنها می‌باشد (صفرزاد ویشکایی، ۱۳۸۶) محلول پاشی متانول همچنین باعث تاخیر در پیری برگ‌ها از طریق تاثیر آن بر روی محرک‌های تولید اتیلن در گیاه می‌گردد (Heins,1980). گزارشات زیادی نیز مبنی بر افزایش سطح برگ در اثر محلول پاشی متانول وجود دارد (صفرزاد ویشکایی،1386؛Mirakhori *et al.*,2009;Makhdum *et al.*,2002).

به طور کلی می‌توان گفت که بیش از ۹۰ درصد ماده خشک گیاه در نتیجه آسمیلاسیون دی اکسید کربن در فرآیند فتوسنتز می‌باشد و از طرفی حفظ میزان دی اکسید کربن در شرایط تنش خشکی باعث کاهش اثر سوء آن می‌گردد (Gout *et al.*,2000). استفاده از متانول باعث تولید دی اکسید کربن در برگ ها و در نتیجه سرعت بخشیدن فتوسنتز در گیاه چغندر قند می‌شود، به خصوص در شرایط تنش کم آبی که روزنه‌ها بسته می‌شوند دی اکسید کربن که مولکول نسبتا بزرگی است نمی‌تواند عبور کند، بنابراین گیاه دچار کمبود دی اکسید کربن می گردد و به مکانیزم دفاعی تنفس نوری پناه می برد، از طرفی متانول که مولکول کوچکی نسبت به دی اکسید کربن تلقی می‌شود، در این شرایط به راحتی از روزنه ها عبور کرده و در آنجا به دی اکسید کربن متابولیزه می گردد، بنابراین گیاه با کاهش دی اکسید کربن مواجه نمی گردد که این مسئله در شرایط تنش خشکی و هوای گرم بسیار حائز اهمیت است (Zbiec *et al.*,1999).

طبق گزارشات آندرس و همکاران (Andress *et al.*,1990) متانول سبب افزایش آنزیم FBPase، که از آنزیم‌های موثر در فتوسنتز است می‌گردد. همچنین محلول پاشی متانول به طور مستقیم باعث تحریک باکتری‌های متیلوتروف می‌شود، باکتری‌های متیلوتروف در لایه فیلوسفر برگ زندگی می‌کنند و با تولید اکسین و سایتوکنین و همچنین ویتامین B12، می‌توانند در رشد و نمو گیاهان اثر مثبت بگذارند (Ivanova *et al.*,2001). محلول پاشی متانول باعث افزایش عملکرد و وزن خشک گیاه لوبیا، گوجه فرنگی و چغندرقند می‌شود (Ivanova *et al.*,2000). همچنین صفرزاد ویشکایی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش دادند که متانول باعث افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، عملکرد غلاف،

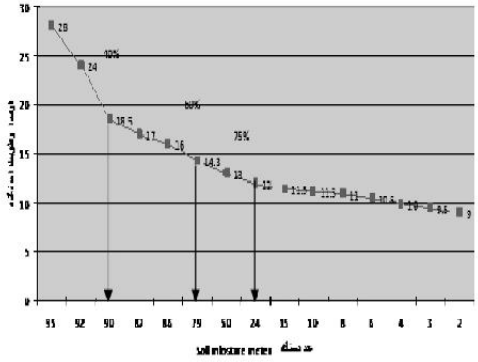
www.SID.ir

Archive of SID

وزن هزاردانه و پروتئین دانه بادام زمینی شد. کاربرد متانول باعث افزایش عملکرد، وزن خشک کل، شاخص برداشت و شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ در گیاه سویا می گردد (خشامن و همکاران،۱۳۸۹). نادعلی و همکاران(۱۳۸۸) نیز اثر معنی دار محلول پاشی متانول بر روند رشد، عملکرد ریشه ذخیره‌ای و عملکرد شکر سفید را در گیاه چغندرقند اعلام داشتند. هدف از این مطالعه، بررسی اثر محلول پاشی متانول بر راندمان مصرف آب و برخی خصوصیات کمی چغندرقند، تحت سطوح مختلف آبیاری بود.

مواد و روش ها

آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (واقع در ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا) انجام شد. بافت خاک لومی رسی و شوری در عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک برابر با 55/5 (ds/m) و PH=6/7 بود. فاکتورهای مورد بررسی شامل غلظت متانول با سه سطح (صفر(شاهد)،۱۴ و ۲۸ درصد حجمی متانول) بود که به هر کدام از سطوح ۲ گرم گلایسین به ازاء هر لیتر متانول مصرفی اضافه گردید و فاکتور دوم، سطوح آبیاری با دو سطح (آبیاری نرمال، آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس و تنش، آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس) بود. زمان آبیاری به وسیله بلوک‌های گچی بر اساس تخلیه رطوبتی زمین مشخص می گردید و آبیاری صورت می گرفت. بلوک‌های گچی قبلا مورد آزمایش واسنجی قرار گرفته بود و از منحنی تخلیه رطوبتی قابل دسترس که توسط پاک نژاد و همکاران (Paknejad *et al*.,2007) در مزرعه دانشگاه بدست آمده بودند، استفاده گردید (شکل۱).



شکل۱-منحنی کالیبراسیون آبیاری به‌وسیله بلوک‌های گچی

Figure 1- Calibration curve by chalk blocks

فاکتور غلظت متانول در کرت‌های فرعی و فاکتور سطوح آبیاری در کرت‌های اصلی قرار گرفتند، به طوری که فاصله کرت‌های فرعی و اصلی از یکدیگر ۱ و ۱/۵ متر بود. زمان کشت ۲۰ اردیبهشت ماه و اولین محلول پاشی ۷۰ روز پس از کشت، بعد از رسیدن متوسط دمای هوا به ۲۰ درجه سانتیگراد شروع شد و سه مرتبه در طول فصل رشد و با فواصل هر ۲۰ روز یکبار صورت گرفت. زمان محلول پاشی بین ۲۰-۱۷ عصر بود و محلول پاشی اندام‌های هوایی از فاصله ۳۰ سانتی‌متری و تا زمان جاری شدن قطرات محلول از برگ‌ها ادامه داشت.

هر کرت شامل ۵ خط کشت به طول ۵ متر بود و فاصله بین بوته‌ها روی هر ردیف ۲۰ سانتی متر و تراکم مد نظر ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. رقم مورد استفاده رقم رسول بود. کود نیتروژن و فسفر بر اساس آزمون خاک تعیین شد و کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تعیین گردید که در دو نوبت در نیمه اول کشت به صورت سرک و از منبع اوره و همچنین کود فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل، قبل از کشت و ایجاد خطوط کشت به زمین داده و با خاک مخلوط شد.

با توجه به این که گیاه چغندرقند در مراحل اولیه رشد به تنش‌های محیطی حساس است، بنابراین در مراحل اولیه رشد و تا استقرار کامل بوته‌ها (مرحله ۶ برگی) هیچ گونه تنشی اعمال نشد و بعد از آن تنش خشکی شروع شد. برداشت نهایی

www.SID.ir

Archive of SID

در ۲۰ آبان ماه پس از حذف حاشیه ها به میزان ۰/۵ متر از بالا و پایین کرت ها و از خطوط سه و چهار، به میزان ۳/۵ متر مربع صورت گرفت و پس از سرزنی طوقه‌ها و توزین، به آزمایشگاه منتقل شد و پس از شستشو، وزن غده‌ها ثبت گردید. سپس خمیرگیری به صورت تصادفی و اتوماتیک توسط دستگاه ونما صورت گرفته و در ظروف مخصوص قرار داده شد و به آزمایشگاه تجزیه کیفی منتقل شد.

در آزمایشگاه تجزیه کیفی، از هر نمونه ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی لیتر سواستات سرب در همزن ریخته شده و ۳ دقیقه مخلوط شد و بعد از عبور از صافی، شربت زلالی حاصل شد که از این شربت درصد قند به روش فلیم فتومتری و نیتروژن مضره به روش عدد آبی و استفاده ازدستگاه بتالایزر اندازه گیری گردید(Kunz *et al*,2002).

با در نظر گرفتن میزان ناخالصی‌های ریشه، مقدار قند قابل استحصال(WSC) بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم چغندرقند و عملکرد شکر سفید بر حسب تن در هکتار بدست آمد (Abdolahian-Noghabi *et al*.,2002):

WSC = (۰/۶ – ملاس)– درصد قند

عملکرد ریشه×قند قابل استحصال=عملکرد شکر سفید

برای تعیین میزان آب مصرفی برای هر کرت و در طول فصل زراعی از فلوم‌های W.S.C (Washington state college flome) استفاده گردید. به منظور تعیین کارایی مصرف آب که از مهمترین خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه به شمار می‌رود روش‌های متعددی وجود دارد، اما روش متداول آن تقسیم ماده خشک بدست آمده بر آب از دست رفته از طریق تبخیر و تعرق می‌باشد. در چغندر قند معمولا بر اساس عملکرد شکر به آب مصرف شده محاسبه می‌گردد. پس از محاسبه مقدار آب مصرف شده برای هر یک از تیمارها مقدار عملکرد شکر نیز محاسبه شد، سپس کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب کل از روابط زیر محاسبه گردید:

آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) /عملکرد شکر (کیلو گرم در هکتار) =راندمان مصرف آب

آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) /بیوماس (کیلو گرم در هکتار)=راندمان مصرف آب کل

داده های جمع آوری شده با کمک نرم افزار Excel و SAS آنالیز گردیده و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول پاشی متانول بر روی عملکرد ریشه در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول۱). بین غلظت‌های مختلف متانول اختلاف معنی داری وجود داشت و بیشترین عملکرد ریشه مربوط به سطح محلول ۱۴ درصد حجمی متانول با ۷۳/۹۶ تن در هکتار و کم ترین عملکرد ریشه مربوط به شاهد بدون مصرف متانول با ۶۰/۳۶ تن در هکتار بود، همچنین قابل ذکر است که عملکرد ریشه در سطح محلول ۲۸ درصدی متانول با ۷۰/۲۹ تن در هکتار پایین تر از محلول ۱۴ درصدی بوده ولی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری را نشان داد (جدول۲). گزارشات تحقیق نادعلی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که محلول پاشی متانول باعث افزایش ۳۸ درصدی در عملکرد ریشه گردید. زیبک و همکاران (Zbiec *et al*., 1999) نیز گزارش دادند که متانول سبب افزایش ۱۰% عملکرد ریشه چغندر قند در محلول ۲۰ تا ۳۰% حجمی متانول می‌گردد. روی برگ اکثر گیاهان باکتری‌هایی همزیست بنام باکتریهای متیلوتروفیک زندگی می‌کنند. این باکتری ها با ساخت هورمون سایتوکنین و اکسین سبب افزایش رشد در گیاهان می‌شوند (Lee *et al*., 2006). مشاهده شده است که کاربرد متانول بصورت محلول پاشی باعث افزایش وزن تر بوته‌های توتون (Ramirez *et al*., 2006)، سویا (Mirakhori *et al*.,2009)، (خشامن و همکاران، ۱۳۸۹) شد. بر طبق نظریه نانومیورا و همکاران (Nonomura and Benson., 1992) گیاهان تیمار شده با متانول می‌توانند فتوسنتز خالص خود را افزایش دهند و عملکرد خود را بهبود بخشند. آن‌ها همچنین اعلام کردند متانول سبب افزایش راندمان تبدیل کربن می‌شود. متانول در مقایسه با مولکول Co_2 کوچک تر است که می‌تواند به راحتی توسط گیاهان ۳ کربنه برای افزایش عملکرد ماده

www.SID.ir

Archive of SID

خشک مورد استفاده قرار گیرد و به عنوان منبع کربن درون گیاه مورد استفاده قرار گیرد (Ramirez *et al*., 2006). گزارش‌هایی نیز وجود دارد(Zbiec *et al*.,2003;Nonomura and Benson,1992) که نشان می‌دهد افزایش رشد و عملکرد گیاهان در اثر کاربرد محلول های متانول بر روی قسمت های هوایی ناشی از اثر متانول به عنوان یک بازدارنده تنفس نوری است. همچنین متانول با تاخیر در پیری برگ‌ها سبب فعالیت فتوسنتزی بیشتر در برگ‌ها می‌شود و این سبب افزایش عملکرد می‌شود (Ramirez *et al*., 2006).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح میزان آبیاری بر عملکرد ریشه در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول۱). عملکرد ریشه در شرایط نرمال نسبت به شرایط تنش کم آبی افزایش معنا داری داشت، به طوری که عملکرد ریشه در شرایط نرمال ۷۸/۰۱ تن در هکتار و در شرایط تنش ۵۸/۳۹ تن در هکتار بدست آمد (جدول۲). کمبود آب رشد چغندر قند را کاهش می‌دهد، به خصوص باعث کم شدن آماس سلول و افزایش پتانسیل خاک می‌شود که این کمبود علت کاهش عملکرد تحت شرایط تنش کم آبی می‌باشد (Cooke and Scott,1993). همچنین عبد اللهیان نوقابی و ویلیامز (Abdollahian-Noghabi and Williams,1998) نیز کاهش رشد و عملکرد ریشه را در شرایط خشکی گزارش داده اند. رشد گیاهان در اثر کمبود آب با تغییراتی در تظاهر ژن که باعث سنتز یا عمل پروتئین‌های تازه می‌شود تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Vazan *et al*., 2002). تحت شرایط تنش خشکی بعلت افزایش اسید آبسیزیک در مسیرهای مزوفیل، روزنه‌ها بسته می‌شوند و هدایت روزنه‌ای در برگ کاهش می‌یابد و نفوذ دی اکسید کربن در گیاه برای آسیمیلاسیون کاهش می یابد، در نتیجه آماس سلول نیز کاهش می یابد، کاهش آماس و افزایش قدرت مکانیکی خاک خشک می‌تواند رشد ریشه‌ی ذخیره‌ای و سیستم ریشه را محدود سازد (Vazan *et al*., 2002). عامل اصلی تعیین کننده‌ی رشد ریشه، عرضه‌ی کربوهیدرات ها از برگ ها به ریشه است. وقتی تنش این عرضه را کاهش دهد، رشد ریشه به طور اجتناب ناپذیری نقصان می‌یابد (Cooke and Scott, 1993).

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده آن بود که محلول پاشی متانول بر روی عملکرد شکر سفید در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول۱). از نظر عملکرد شکر سفید محلول پاشی متانول باعث افزایش ۲۴ درصد در عملکرد شکر سفید نسبت به شاهد عدم مصرف متانول گردید. البته طبق جدول۲، اختلاف معنا داری بین سطوح عدم مصرف متانول و محلول ۲۸ درصدی متانول وجود نداشت و در یک گروه از نظر آماری قرار گرفتند که احتمالا دلیل این امر را می توان به عیار قند بیشتر شاهد بدون متانول نسبت به محلول ۲۸ درصدی دانست هر چند این دو سطح از لحاظ آماری در یک گروه آماری قرار گرفتند.

از نظر عملکرد شکر سفید نیز بین سطوح مختلف میزان آبیاری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول۱). قابل ملاحظه است که از نظر این صفت، آبیاری نرمال با میانگین ۷/۵۸ تن در هکتار در سطح بالاتری از تنش کم آبی با ۶/۱۰ تن در هکتار عملکرد شکر سفید قرار داشت. (جدول۲). هر چند سطح تنش دارای عیار قند بیشتری از سطح نرمال بود ولی این درصد قند بیشتر آن قدر زیاد نبود که بتواند اختلاف زیاد عملکرد ریشه را در عملکرد شکر سفید جبران کند.

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اختلاف معنی‌داری بین سطوح غلظت متانول وجود دارد (جدول۱) ، به طوری که غلظت‌های ۱۴ و ۲۸ درصدی متانول به ترتیب با ۱۵/۹۴ و ۱۵/۴۵ تن در هکتار بیشترین وزن خشک کل را داشتند، همچنین قابل ذکر است که این دو غلظت در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین وزن خشک کل مربوط به سطح شاهد بدون متانول با ۱۳/۶۲ تن در هکتار بود(جدول۲). که این نشان دهنده فعالیت مطلوب فتوسنتزی در تیمار۱۴ و ۲۸ درصدی متانول می باشد. بررسیهای انجام شده در زمینه افزایش تولید ماده خشک توسط گیاهان پس از تیمار شدن یا متانول نشان داده‌اند که تیمار کردن بسیاری از گیاهان سه کربنه با متانول در زمانی که دمای هوا به بالاتر از حد مطلوب برای رشد این

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهان می‌رسد، باعث افزایش وزن خشک آن ها می‌شود (Nonomura and Benson,1992:Makhdum *et al*.,2002). به عبارت دیگر مصرف متانول می‌تواند روند افزایش وزن تر و وزن خشک گیاهان را تحریک کند و ارتباط نزدیکی بین مقدار افزایش وزن خشک گیاهان با مقدار متانول مصرف شده بر روی آنها وجود دارد (Ramberg *et al*.,2002). یکی دیگر از علل افزایش تجمع ماده خشک در گیاهان تیمار شده با متانول مختل شدن تنفس نوری و در نتیجه افزایش ماده خشک کل است(Nonomura and Benson,1992). متانول با تبدیل شدن به فرمالدئید و اسید فورمیک، در انتها به CO_2 تبدیل می شود.

همچنین قابل ذکر است که با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول۱) بین سطوح آبیاری اختلاف معنی داری در وزن خشک کل در سطح ۱ درصد وجود داشت . مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطح آبیاری نرمال با ۱۶/۷۹ تن در هکتار بالاتر از سطح آبیاری تنش با تولید ۱۳/۲۸ تن در هکتار وزن خشک کل ، قرار گرفت که این احتمالا به دلیل فعالیت کمتر فتوسنتزی گیاه در حالت تنش و ایجاد اختلال در فتوسنتز و همچنین توانای جذب کمتر مواد غذایی در حالت تنش می‌باشد.

تجزیه واریانس (جدول۱) بیانگر آن است که اختلاف معنی داری بین تیمارهای غلظت متانول در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. بیشترین شاخص برداشت را غلظت ۱۴ درصدی متانول با ۵۰/۳۳ درصد داشت و کمترین شاخص برداشت را تیمارهای ۲۸ درصدی متانول و شاهد بدون متانول به ترتیب با ۴۴/۳۳ و ۴۴/۸۳ درصد داشتند که این دو سطح از نظر آماری در یک گروه قرار داشتند که احتمالا به دلیل رشد بیشتر اندام‌های هوایی به دلیل محلول پاشی متانول و اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌هایی هوایی بوده است. نتایج بدست آمده از آزمایشات میراخوری و همکاران (Mirakhori *et al*.,2009) و خشامن و همکاران (۱۳۸۹) نیز بیانگر افزایش شاخص برداشت در تیمارهای متانول نسبت به شاهد بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس سطوح آبیاری بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای سطوح آبیاری در مورد صفت شاخص برداشت بود (جدول ۱).

نتایج تجزیه واریانس بیانگر معنی‌داری راندمان مصرف آب بین تیمارهای غلظت متانول در سطح احتمال ۱ درصد بود (جدول۱) به طوری که سطح ۱۴ درصد متانول با ۰/۴۴ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین راندمان مصرف آب را داشت که این افزایش راندمان آب با توجه به عملکرد شکر بالاتر این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر می باشد که این افزایش عملکرد شکر سفید باعث افزایش صورت کسر راندمان مصرف آب نسبت به شاهد شد.

همچنین طبق جدول تجزیه واریانس (جدول۱) راندمان مصرف آب در سطوح آبیاری معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها بیان‌گر این بود سطح آبیاری تنش با راندمان مصرف آب ۰/۴۷ کیلوگرم بر متر مکعب بالاتر از سطح آبیاری نرمال با ۰/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود (جدول۲) میزان آب مصرفی برای شرایط نرمال ۲۰۷۲۶ متر مکعب و برای شرایط تنش ۱۵۱۲۲ متر مکعب بود.با توجه به اینکه سطح تنش میزان عملکرد پایین‌تری نسبت به سطح نرمال داشت اما به دلیل آب مصرفی خیلی کمتر، راندمان مصرف آب آن بیشتر شد..

نتایج تجزیه واریانس راندمان مصرف آب کل برای تیمارهای غلظت‌های محلول متانول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطوح ۱۴ و ۲۸ درصدی متانول به ترتیب با ۰/۸۷و ۰/۸۴ کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین میزان راندمان مصرف آب کل را داشتند به طوری که این دو سطح در یک گروه آماری قرار گرفتند(جدول۲). با توجه به این که سطوح متانول وزن خشک کل بالاتری را نسبت به شاهد بدون متانول داشتند بنابراین راندمان مصرف آب کل آن ها که از کسر وزن خشک کل به میزان آب مصرفی حاصل می‌گردد، این نتیجه قابل انتظار است. .

همچنین طبق جدول تجزیه واریانس (جدول۱) راندمان مصرف آب کل در سطوح آبیاری مختلف در سطح احتمال ۱درصد معنی دار شد. طبق مقایسه میانگین بین سطوح آبیاری، سطح آبیاری تنش با ۰/۸۷ کیلوگرم بر متر مکعب دارای

www.SID.ir

Archive of SID

راندمان مصرف آب کل بالاتری نسبت به سطح آبیاری نرمال با راندمان مصرف آب کل ۰/۷۶ کیلوگرم بر متر مکعب شد (جدول۲). هر چند سطح تنش کم آبیاری وزن خشک کل کمتری نسبت به شرایط نرمال داشت ولی میزان آب مصرفی برای شرایط تنش خیلی کمتر بود.

همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از عدم معنی داری اثرات متقابل بین فاکتور های مورد بررسی برای صفات مورد ارزیابی بود (جدول۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

Table 1- Analysis of measured characters

منابع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی (Df)	عملکرد ریشه ذخیره ای (Yield of root)	عملکرد شکر سفید (White sugar yield)	وزن خشک کل (Total dry weight)	شاخص برداشت (Harvest index)	راندمان مصرف آب (Water use efficiency)	راندمان مصرف آب کل (Total water use efficiency)
تکرار (Rep)	2	1.75^{ns}	0.09^{ns}	0.07^{ns}	2.66^{ns}	0.006^{ns}	0.02^{ns}
سطوح آبیاری (Irrigation levels)(a)	1	1731.66^{**}	5.25^{**}	37.55^{**}	46.72^{**}	0.02**	0.04^{**}
Rep×a	2	0.22^{ns}	0.64^{ns}	0.003^{ns}	36.22^{ns}	0.002^{ns}	0.05^{ns}
متانول (Methanol)(b)	2	297.14^{**}	6.55^{**}	9.32^{**}	150.50^{**}	0.12^{**}	0.20^{**}
a×b	2	27.18^{ns}	0.04^{ns}	0.009^{ns}	0.05^{ns}	0.01^{ns}	0.04^{ns}
خطا (Error)	8	6.95	0.45	0.05	18.61	0.11	0.19
ضریب تغییرات (C.V)(%)	-	13.86	9.84	10.57	9.55	9.25	12.39

ns، ** ، به ترتیب بیانگر معنی دار نبودن ، معنی دار بودن در سطح ۱ درصد می باشد

Ns, ** , non significant and significant at 1% levels of probability, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی

Table 2- Mean comparison of characters

تیمار (treatment)	عملکرد ریشه ذخیره ای (Yield of root) (ton/ha)	عملکرد شکر سفید (White sugar yield) (ton/ha)	وزن خشک کل (تن در هکتار) (Total dry weight) (ton/ha)	شاخص برداشت (Harvest index) (%)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) (Water use efficiency)(kg/m^3)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) (Total water use efficiency)(kg/m^3)
سطوح آبیاری(Irrigation levels)						
نرمال(normal)	78.01a	7.58 a	16.79 a	46.77 a	0.33 b	0.76b
تنش(stress)	58.39b	6.10 b	13.28 b	43.55 a	0.47 a	0.87a
متانول (Methanol)						
0%	60.36 c	6.16 b	13.62 b	44.83 b	0.33 b	0.74b
14%	73.96 a	8.05 a	15.94a	50.33 a	0.44a	0.87a
28%	70.29 b	6.33 b	15.45a	40.33 b	0.34 b	0.84a

Mean with the same letters in each column have not significant differences at 0.01 probability level. میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معناداری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

References **فهرست منابع**

حکمت شعار، ح .۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار(ترجمه). انتشارات نیکنام. ص۶۲-۱۹.

خشامن، م.ب. ۱۳۸۹. تاثیر محلول غلظت های مختلف متانول بر رشد و خصوصیات مورفولوژیکی سویا تحت شرایط تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج. ۱۲۳ صفحه.

سلیمان زاده، ح. ، ن. لطیفی و ا. سلطانی.۱۳۸۶. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا تحت شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ج۱۴. ش۵.

صفرزاد ویشکائی، م.، ق.نورمحمدی، ا.مجیدی هروان و ب.ربیعی. ۱۳۸۶. اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی, مجله علوم کشاورزی, سال سیزدهم, شماره (۱). صفحه ۱۰۲-۸۷

نادعلی، ا. ۱۳۸۸. اثر متانول و تنش خشکی روی صفات کمی، کیفی و فیزیولوژیک چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج. ۲۸۰ صفحه.

Abdollahian-noghabi, M., Froud-Williams, R.J. 1998. Effect of moisture stress and rewatering on growth and dry matter partitioning in three cultivars od sugar beet. Asp.Appl. Biol.,52:71-78 (in farsi).

Abdollahian-noghabi, M., Sadeghian, SY. 2002. change in the concentrations of glycinebetaine ,glutamine and sugars in sugar beet subjected to soil moisture deficite.proceeding of th 65th IIRB congress, February 2002, Brussels (Belgium), PP 375-382 (in farsi).

Andress, R., J. Lazaro, A. Chueca, R. Hermoso, L. Gorge. 1990. Effect of alcohols on the association of photosynthetic fructose- 1, 6- bisphosphatase to thylakoid membranes. Physiol. Plant. 78, 409-413.

Boyer. J. S.1982. Plant productivity and environment. Science.218:433-448.

Cooke, D., Scott,r.,1993. The sugar beet crop:Science Into Practice Chapman and Hill, New York. 195pp.

Earl, H. J., and R. F. Davis.2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of Maize. Agron, J. 95:688-696.

Gout, E., S. Aubert, R. Bligny, F. Rebeille and A.r. Nonomura. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant Physiol. 123: 287-296.

Heins, R., 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105(1), 141-144.

Ivanova, E.G., N.V. Doronina and Y.A. Trotsenko. 2001. Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. Microbiol. 70:392-397.

Ivanova, E.G., N.V. Doronina, A.O. Shepelyakovskaya, A.G. Laman, F.A. Brko and Y.A. Trotsenko. 2000. Facultative and obligate aerobic methylobacteria synthesize cytokinins. Microbiol. 69: 646-651.

Kunz, M., D. Martin and H.Puke.2002. Precision of beet analyses in Germany explained for polarization. Zucherindustive. 127:13-21.

Lee, H.S., M. Choi, K.Y. Chung and T.M. Sa. 2006. Physiological enhancement of early growth of rice seedlings (Oryza sativa L.) by production of phytohormone of N_2-fixing methylotrophic isolates. Bio. Ferti. Soils. 42: 402-408.

Makhdum. M. I., Malik, M. N. A .,Din, S. U. Ahmad, F., C hadhry.2002. Physiology response of cotton ti methanol foliar application. Journal of Research(Science).13"37-43.

www.SID.ir

Archive of SID

Mirakhori,M,F.Paknejad,S.Vazan.2009.Effect of foliar application of methanol on soybean.American Jornal of Biochemistery and Biotechnology.ISSN1553-346,5(4):162-169.

Nonomura, A.M. and A.A. Beson. 1992. The path to carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 89: 9794-9798.

Paknejad, F., Majidi heravan, I., Noor mohammadi, Q., Siyadat, A., S, Vazan. 2007. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. ISI Journal.

Ramirez, I.,F. Dorta, V. Espinoza, E. Jimenez, A. Mercado and H. Pen a – Cortes. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis, tobacco and tomato plants. J. Plant Growth Regul. 25: 30-44.

Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. Adv. In Agro.39:53-85.

Vazan, S., Ranji, Z., Tehrani, M., Ghalavand, A., Saaneyi, M. 2002. Drought stress effects on ABA accumulation and stomatal conductivity of sugar beet. Iranian journal of agricultural sciences. No3.176-180(in farsi).

Zbie'c I.I., S. Karczmarczyk and Z. Koszanski. 1999. Influence of methanol on some cultivated plants. Folia Univ. Agri. Stetin., Agricultura 73: 217-220.

Zbiec, L., S. Karczmarczyk and C. Podsiadlo. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Elec. J. Polish Agri. Univer., Agronomy. 6(1): 1-7.

Ramberg, H.A., J.S.C., Bradley, J.S.C., Olson, J.N. Nishio, J. Markwell and J.C. Osterman. 2002. The role of methanol in promoting plant growth: An update. Rev. Plant Biochem. Biotechnol: 1:113-126.

www.SID.ir