مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶، شماره ۱، سال ۱۳۸۹

اثر متانول بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) رقم رسول در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

Effect of Methanol on Yield and Some Quality Characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) *cv.* Rasoul in Drought and Non-Drought Stress Conditions

ایمان نادعلی[۱]، فرزاد پاک‌نژاد[۲]، فواد مرادی [۳] و سعید وزان[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، کرج.
۲- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، کرج.
۳- استادیار، پژوهشکده تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج.
۴- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، کرج.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۲۰

چکیده

نادعلی، ا.، پاک نژاد، ف.، مرادی، ف.، و وزان، س. ۱۳۸۹. اثر متانول بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) رقم رسول در شرایط تنش و بدون تنش خشکی. **مجله به زراعی نهال و بذر ۲- ۲۶ (۱): ۱۰۸-۹۵**

به منظور بررسی اثر محلول پاشی متانول و تنش خشکی بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی چغندر قند (رقم رسول)آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اردیبهشت سال ۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واقع در ماهدشت کرج به اجراء در آمد. عامل محلول پاشی متانول با شش سطح، شاهد (بدون محلول پاشی) و ۷و ۱۴ و ۲۱ و ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی متانول بود که به هر کدام از سطوح دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. عامل آبیاری نیز با دو سطح نرمال (آبیاری پس از ۴۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) و تنش خشکی (آبیاری پس از ۷۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) اعمال شدند. محلول پاشی سه بار طی فصل رشد گیاه و با فواصل ۱۴ روزه روی گیاه پاشیده شد. اولین محلول پاشی ۸۰ روز پس از کاشت انجام شد. در این آزمایش صفات کمی و کیفی نظیر عملکرد ریشه، عملکرد بخش اندام هوایی، عملکرد شکر سفید، مقدار درصد قند، مقدار سدیم و پتاسیم و نیتروژن مضره، درصد قند ملاس و درصد قند قابل استحصال مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بین سطوح مختلف متانول اختلاف معنی داری در سطح ۱ ٪ در عملکرد ریشه، عملکرد بخش هوایی و عملکرد شکر سفید و در سطح۵ ٪ بر در صد قند و درصد قند قابل استحصال ونیتروژن مضره مشاهده شد. بیشترین عملکرد ریشه و عملکرد بخش هوائی و عملکرد شکر سفید متعلق به تیمار ۲۱درصد حجمی متانول به ترتیب با ۸۲/۶۷، ۴۹/۶ و ۹/۱۱ تن در هکتار بود. سطوح تنش و بدون تنش نیز تفاوت معنی داری را برای عملکرد ریشه ، عملکرد بخش هوائی ، درصد قند، درصد قند قابل استحصال و عملکرد شکر سفید در سطح ۱٪ و برای میزان سدیم در سطح ۵٪ داشتند.

کلمات کلیدی: چغندرقند، محلول پاشی متانول، صفات کیفی، صفات کمی و تنش خشکی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: imnadal@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تنش خشکی یکی از مشکلات عمده تولید گیاهان زراعی در ایران و جهان به شمار می‌رود و تهدید جدی برای تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان است (Ober, 2001). درحدود یک سوم از زمینهای قابل کشت دنیا به طور قابل توجهی با کمبود آب مواجه هستند (Clover *et al.*, 1998) و گزارش شده است که تنش خشکی بعنوان عامل اصلی کاهش عملکرد در چغندرقند است (Ober, 2001). تنش خشکی از توسعه ی بیشتر سلول و تقسیم سلولی ممانعت بعمل می آورد و سبب کاهش عملکرد در گیاهان می شود، با اینکه چغندر قند گیاهی است مقاوم به خشکی اما جهت حصول به عملکرد بالا اتخاذ راهکارهائی که بتواند اثر تنش خشکی را کاهش دهد بسیار مورد توجه محققان بوده است (Hsiao, 2000). بیشتر این راهکارها در یافتن راهی جهت کاهش تعرق، حفظ تثبیت دی‌اکسیدکربن و کاهش تنفس نوری در شرایط تنش خشکی می‌باشد. طبق گزارشات زبیک و همکاران (Zbiec *et al.*, 1999) افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن می‌تواند اثر ناشی از تنش خشکی را خنثی کند. بنابراین بکار بردن موادی که بتواند سبب افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاه شود موجب تثبیت عملکرد درشرایط خشکی می‌شود. یکی از راهکارهای افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاهان استفاده از ترکیباتی نظیر متانول، اتانول، پروپانول، بوتانول و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه گلیسین، گلوتامات و اسپارتات می‌باشد (Nonomura and Benson, 1992). در این بین متانول به علت این که ساده‌ترین فراورده گیاهی است که خود در گیاه طی فرایندهایی تولید می‌شود کاملا برای گیاه شناخته شده است (Fall and Benson, 1996). این ترکیب فرار آلی پس از تولید در گیاه یا از طریق روزنه از برگ خارج می‌شود و یا توسط بافت‌های گیاهی متابولیزه شده و بصورت دی‌اکسیدکربن در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Gout *et al.*, 2000). کاربرد متانول سبب تولید دی‌اکسیدکربن در برگها و در نتیجه سرعت بخشیدن فتوسنتز در گیاه چغندرقند شد، پس می‌توان از آن بعنوان منبع کربن استفاده کرد (Zbiec *et al.*, 1999). مطالعات نانومورا و بنسون (Nonomura and Benson, 1992) نشان داد که متانول سبب افزایش عملکرد گیاهانی شد که با این ماده تیمار شده بودند. آنها اعلام کردند کاربرد متانول روی قسمتهای هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی گیاهان می‌شود.

هرنانـدز و همکاران (Hernandez *et al.*, 2000) نیز گزارش دادند محلول پاشی متانول سبب افزایش طول ساقه، سطح برگ و وزن خشک ساقه و همچنین میزان گلچه‌های آفتابگردان شد. مهمترین فایده متانول جلوگیری و کاهش اثر تنش‌های القاء شده به

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهان زراعی در اثر انجام تنفس نوری در آن‌هاست (Safarzade Vishekaei, 2007). در شرایط تنش خشکی به علت بسته بودن روزنه‌ها مقدار تعرق کاهش می‌یابد و ورود دی‌اکسیدکربن نیز قطع می‌شود (Zbiec *et al.*, 1999).

زبیک و همکاران (Zbiec *et al.*, 2003) علت کاهش تنفس نوری را در گیاهان تیمار شده با متانول اکسیداسیون سریع متانول به دی‌اکسیدکربن و ترکیب شدن آن با ریبولوز ۱-۵ بی فسفات و کم شدن رقابت اکسیژن می‌دانند. محلول‌پاشی متانول همچنین باعث تأخیر در پیری برگها از طریق اثر بر روی محرکهای تولید اتیلن در گیاه می‌شود که این امر موجب افزایش دوره فعال فتوسنتزی و دوام سطح برگ می‌شود (Heins, 1980). این در حالی است که مخدوم و همکاران (Makhdum *et al.*, 2002) نیز افزایش شاخص سطح برگ را پس از محلول‌پاشی متانول در پنبه اعلام کردند.

آب و هوا بعنوان مهمترین عوامل خارجی موثر در عملکرد و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند نقش مهمی دارد (Cooke and Scott, 1993). محدودیت رطوبت در خاک باعث کاهش سطح برگ و متعاقب آن کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد ریشه می‌شود (Gardner *et al.*, 1985). در بررسی فیروز آبادی و همکاران (Firoozabadi *et al.*, 2003) مقدار عملکرد ریشه در شرایط نرمال، تنش ملایم و شدید که بصورت مداوم طی فصل رشد اعمال شد به ترتیب ۵۸/۶، ۴۵/۸ و ۳۴/۷ تن در هکتار بود. این در حالی است که بازا (Bazza, 1993) بیشترین کاهش عملکرد را در زمان اعمال تنش در مرحله ی توسعه برگی چغندرقند دانست. کم آبی و دمای بالا در دوره رشد علاوه برکاهش رشد موجب افزایش قند در ریشه و افزایش ناخالصی‌های ریشه چغندرقند به ویژه ترکیبات نیتروژن می‌شود (Arnon, 1996). اعمال تنش خشکی در اواخر فصل رشد سبب افزایش غلظت ناخالصی‌های ریشه بویژه پتاسیم، نیتروژن مضره و گاهی سدیم شده و در نتیجه باعث افزایش ملاس می‌گردد (Ober, 2001). بالا بودن عیار قند در شرایط تنش خشکی را به علت از دست رفتن آب ریشه و همچنین کوچک بودن ریشه‌های چغندرقند می‌دانند.

هدف از این تحقیق ارزیابی اثر محلول‌پاشی متانول و تنش خشکی روی عملکرد و برخی خصوصیات کیفی و کمی نظیر عملکرد ریشه، عملکرداندام هوائی، درصد قند، میزان سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، ملاس، درصد مقدار شکر سفید یا شکر قابلاستحصال (White sugar content) و عملکرد شکر سفید (White sugar yield) در چغندرقند (رقم رسول) بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی

Archive of SID

www.SID.ir

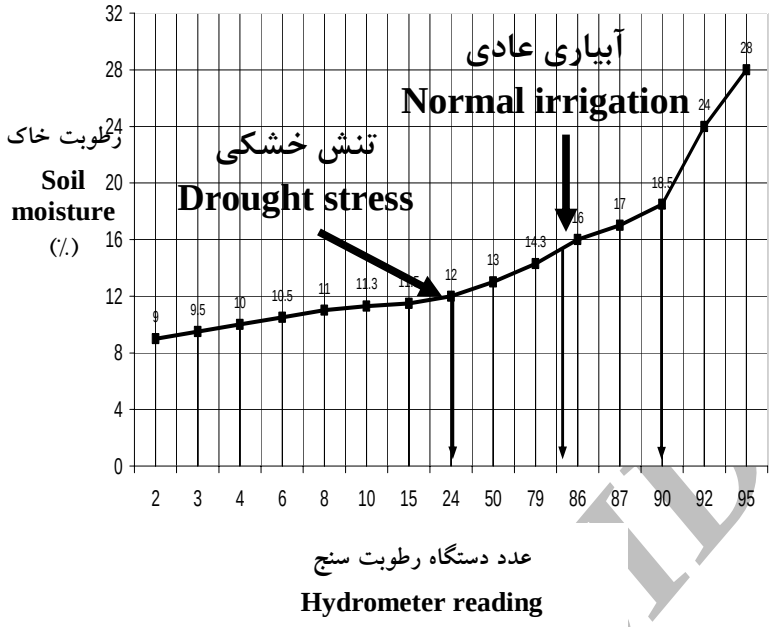
دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (واقع در ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا) انجام شد. بافت خاک لومی رسی با pH = ۷/۶ و شوری در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک برابر ۵/۵۵ ds/m بود. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل محلول‌پاشی متانول و تنش رطوبتی بود. سطوح محلول‌پاشی متانول شامل محلول‌های صفر (تیمار شاهد بدون مصرف متانول)، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی متانول که به هر کدام از محلول‌ها دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. کرت‌های مربوط به تیمار شاهد نیز در هنگام محلول‌پاشی با آب اسپری شدند. فاکتور دیگر مورد بررسی سطوح آبیاری (آبیاری نرمال، پس از ۴۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) و سطح تنش خشکی (آبیاری پس از ۷۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) بود. زمان آبیاری بوسیله بلوک گچی بر اساس تخلیه رطوبتی زمین مشخص می‌شد و آبیاری انجام می‌گرفت. بلوک‌ها قبلاً مورد آزمایش واسنجی قرار گرفته بود و از منحنی تخلیه رطوبتی قابل دسترس که توسط پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad *et al.*, 2007) در مزرعه دانشگاه بدست آمده بودند استفاده شد (شکل ۱).

محلول‌پاشی روی اندام هوائی سه بار طی فصل رشد و با فواصل ۱۴ روزه انجام گرفت. اولین محلول‌پاشی در ۲۵ تیرماه و ۸۰ روز پس از کاشت انجام شد. زمان محلول‌پاشی ۱۷ تا ۱۹ بعد از ظهر بود. محلول‌پاشی بوته‌ها تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول مورد استفاده از روی گیاه ادامه یافت. هرکرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله بین ردیفها ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۲۰ سانتیمتر وتراکم در هر کرت ۱۰ بوته در مترمربع بود. در پائیز جهت تهیه بستر کاشت نسبت به شخم عمیق اقدام گردید. در ادامه عملیات کشاورزی زمین در بهار نسبت به اجرای شخم سبک، دیسک و تسطیح و خط‌کشی اقدام گردید. کود نیتروژن در دو قسمت یک نوبت همزمان با کاشت و نوبت بعدی پس از تنک و وجین و استقرار کامل بوته‌ها (مرحله ۶ برگی) در مزرعه مورد استفاده قرار گرفت. مقدار کل مصرف کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتارنیتروژن خالص از منبع اوره بود. همچنین همزمان با کاشت ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به زمین داده شد.

از آنجائیکه چغندر قند به تنشهای محیطی نظیر تنش خشکی در مراحل اولیه رشد حساس‌تر است، بنابراین در مرحله جوانه‌زنی تا استقرار کامل گیاه آبیاری به اندازه کافی انجام شد و از مرحله ۸ برگی به بعد با توجه به تخلیه رطوبت تیمار تنش خشکی اعمال شد. آبیاری بصورت نشتی و زمان کاشت بذر ۱۵ اردیبهشت و رقم مورد استفاده رقم رسول بود. برداشت نهایی در اواخر آبانماه ۱۳۸۷ از خطوط چهار و پنج هر کرت و با صرف‌نظر کردن از ۰/۵ متر از

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون آبیاری با بلوک‌های گچی

Fig. 1. Calibration curve by chalk blocks

انتهای هر خط کاشت در سطح ۴/۸ مترمربع انجام شد. نمونه‌ها پس از جدا کردن اندام هوائی در مزرعه جهت تجزیه کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند. ریشه‌های برداشت شده از هر کرت شسته شده و پس از توزین به طور تصادفی از مجموع آنها توسط دستگاه ونما خمیر تهیه و در ظروف مخصوص قرار داده شد. پس از گذاشتن پوشش نایلونی روی سینی‌های مخصوص حاوی نمونه‌ها آنها بلافاصله به فریزر منتقل و تا زمان تجزیه کیفی در دمای ۲۰ - درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

برای تجزیه کیفی هر نمونه خمیر پس از قرار دادن آن در دمای $20^{o}C$ و خارج شدن از حالت انجماد از هر نمونه ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب در همزن ریخته و به مدت ۳ دقیقه مخلوط شد. پس از انتقال مخلوط به قیف صافی شربت زلالی حاصل گردید. در شربت حاصله درصد قند به روش پلاریمتری توسط دستگاه ساکاریمتر و سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری و نیتروژن مضره به روش عدد آبی و استفاده از دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد (Kunz *et al.*, 2002).

با توجه به غلظت ناخالصی‌های موجود مقدار شکر سفید یا شکر قابل استحصال (WSC) بر حسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندر قند و درصد قند ملاس بر حسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندرقند و عملکرد شکر سفید بر حسب تن در هکتار بر مبنای روابط زیر محاسبه شد (Abdollahian Noghabi *et al.*, *2005*):

Archive of SID

www.SID.ir

WSC =درصد قند – (ملاس – ۰/۶)

ضایعات شکر کارخانه قند معادل ۰/۶ در نظر گرفته شد. مقدار قند ملاس بر اساس مقدار پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره بوسیله یکی از فرمولهای تجربی متداول برآورد می‌شود.

WSY (عملکرد شکر سفید) = درصد قند × عملکرد ریشه

داده‌های جمع‌آوری شده بر اساس آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با کمک نرم‌افزار SAS تجزیه شد و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و در سطح ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی اثر متانول بر روی صفات کمی و کیفی چغندر قند

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متانول بر عملکرد ریشه، عملکرد برگ و عملکرد شکر سفید در سطح ۱٪ و بر درصد قند و نیتروژن مضره و درصد قند قابل استحصال در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). درصورتی که اثر آن بر مقدار سدیم، پتاسیم، قند ملاس معنی‌دار نبود. بین سطوح مختلف متانول برای عملکرد ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت و بیشترین عملکرد ریشه در سطح ۲۱ درصد حجمی متانول بدست آمد که با سطوح ۱۴ و ۳۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

سطح ۲۱٪حجمی متانول با ۸۲/۶ تن در هکتار بیشترین و سطح شاهد نیز با ۵۹/۶۷ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را داشتند. نتایج نشان می‌دهد متانول سبب افزایش ۳۸ درصدی عملکرد ریشه شد. زبیک و همکاران (Zbiec *et al.*, 1999) نیز گزارش دادندکه متانول سبب افزایش ۱۰٪ عملکرد ریشه چغندرقند در محلول ۲۰ تا ۳۰٪ حجمی متانول می‌شود. روی برگ اکثر گیاهان باکتریهایی همزیست بنام باکتریهای متیلوتروفیک زندگی می‌کنند که با استفاده از متانول تولیدی در گیاهان هورمون سیتوکنین و اکسین را برای افزایش رشد در گیاهان در اختیار آنها قرار می‌دهند (Safarzade Vishekaei, 2007; Lee *et al.*, 2006). گزارش شده است که کاربرد متانول بصورت محلول‌پاشی باعث افزایش وزن تر بوته‌های توتون می‌شود (Ramirez *et al.*, 2006). بر طبق نظریه نانومورا 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 کوچکتر است که می‌تواند براحتی توسط گیاهان سه کربنه برای افزایش عملکرد ماده خشک و بعنوان منبع کربن درون گیاه مورد استفاده قرار گیرد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- تجزیه واریانس برای صفات کمی و کیفی چغندرقند

Table 1. Analysis of variance for quantitative and quality traits in sugar beet

			میانگین مربعات M S								
		درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد برگ	درصد قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن	درصد شکر قابل استحصال	درصد قند ملاس	عملکرد شکر سفید
		df	Root yield	Shoot yield	SC	Na	K	N	WSC	MSC	WSY
S.O.V.	منابع تغییرات										
Replication (R)	تکرار	2	1327.32^{**}	2.6367^{ns}	0.2931^{ns}	2.96^{*}	0.0245^{ns}	1.58^{ns}	0.9361^{ns}	0.233^{ns}	13.33845^{**}
Methanol (M)	متانول	5	398.37^{**}	92.298^{**}	0.98029^{*}	0.266^{ns}	0.089^{ns}	2.0709^{*}	1.299^{*}	0.1138^{ns}	6.3443^{**}
Irrigation (I)	آبیاری	1	2816.21^{**}	251.91^{**}	5.3284^{**}	2.3154^{*}	0.5402^{ns}	2.884^{ns}	8.56^{**}	0.3823^{ns}	13.546^{**}
M × I	متانول × آبیاری	5	65.81^{ns}	3.6817^{ns}	0.572^{ns}	0.909^{ns}	0.1343^{ns}	1.413^{ns}	1.3764^{ns}	0.2287^{ns}	1.146548^{ns}
Error	خطا	22	75.29	22.501	0.468	0.529	0.28004	0.824	0.9514	0.14437	0.721033
C.V (%)	ضریب تغییرات	-	11.76	10.91	4.44	17.07	7.8	25.26	8.88	9.95	10.58

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: غیر معنی دار

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: Non-significant

WSC= White sugar content, MSC= Molasses sugar content, WSY= White sugar yield.

Archive of SID

www.SID.ir

(Ramirez *et al.*, 2006). گزارشهایی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد افزایش رشد و عملکرد گیاهان در اثر کاربرد محلولهای متانول ناشی از اثر متانول بعنوان یک بازدارنده تنفس نوری است (Nonomura and Benson, 1992). متانول با تاخیر در پیری برگ‌ها سبب فعالیت فتوسنتزی بیشتر در برگها می‌شود و این سبب افزایش عملکرد می‌شود (Ramirez *et al.*, 2006). اثر متانول بر عملکرد برگ و قسمت هوایی نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد برگ متعلق به سطح ۲۱ درصد حجمی با ۴۹/۶ تن در هکتار و کمترین مقدار را نیز سطح شاهد با ۳۲/۶۷ تن در هکتار داشت (جدول ۲). متانول سبب افزایش ۳۲ درصدی اندام هوایی در سطح ۲۱ درصد حجمی متانول شد. احتمالاً افزایش شاخص سطح برگ گیاهان تیمار شده با متانول یکی از علل افزایش عملکرد برگ در گیاهان می‌باشد (Makhdum *et al.*, 2002). متانول باعث افزایش فشارآماس سلول در برگها می‌شود که به رشد و توسعه برگ نیز کمک می‌کند (Zbiec *et al.*, 2003). این ماده آلی می‌تواند از طریق اثر بر روی سرعت تولید اتیلن، پیری برگ‌ها را به تعویق اندازد (Satler and Thimman, 1980). اثر متانول بر درصد قند در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). متانول سبب افزایش ۶٪ قند در سطح ۲۸درصد حجمی متانول نسبت به شاهد شد. سطح ۲۸درصد حجمی متانول بیشترین مقدار و سطح ۳۵٪ حجمی متانول کمترین مقدار درصد قند را به ترتیب با ۱۵/۹۵ و ۱۴/۹ درصد داشت.

علت این امر احتمالاً کاهش مقدار نیتروژن مضره در سطح ۲۸درصد و مقدار بالای این صفت در سطح ۳۵٪ حجمی متانول است (جدول ۲). ترکیباتی نظیر نیتروژن، سدیم و پتاسیم مانع تجمع قند در سلول‌های پارانشیمی می‌شوند (Shore *et al.*, 1982). در مطالعه‌ای دیگر نیز مشاهده شد متانول سبب افزایش محتوای قند در گیاهان مورد مطالعه شد (Nonomura *et al.*, 1997).

مقدار سدیم و پتاسیم تحت تأثیر سطوح مختلف متانول قرار نگرفت ولی برای نیتروژن مضره اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشت و در سطح ۲۱ درصد حجمی متانول افزایش قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد (جدول ۲). علت این افزایش احتمالاً به دلیل جذب عناصر برای تنظیم فشار اسمزی در گیاه چغندرقند به منظور افزایش آماس و رشد و تجمع ماده‌ی خشک می‌باشد (Cooke and Scott, 1993). با توجه به زیاد بودن مقدار نیتروژن مضره در سطح ۲۱٪ حجمی متانول، افزایش عملکرد ریشه و برگ در این سطح مؤید این است که احتمالاً همین نیتروژن سبب تحریک رشد رویشی شد. اثر محلول‌پاشی متانول بر روی درصد قند قابل استحصال در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱) و سبب افزایش ۹ درصدی این خصوصیت در سطح ۲۸ درصدحجمی متانول

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- میانگین صفات کمی و خصوصیات کیفی چغندرقند

Table 2. Mean comparison for quantitative and quality traits in sugar beet

Treatment	تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield (T/ha)	عملکرد برگ (تن در هکتار) Shoot yield (T/ha)	درصد قند (درصد) SC (%)	سدیم (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم) Na (meq. 100 g sugar^{-1})	پتاسیم (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم) K (meq. 100 g sugar^{-1})	نیتروژن (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم) N (meq. 100 g sugar^{-1})	درصد شکر قابل استحصال (درصد) WSC (%)	درصد قند ملاس (درصد) MSC (%)	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار) WSY (T/ha)
					Methanol متانول					
Control	شاهد	59.67c	37.66c	15.02b	4.31a	6.64a	3.09b	10.68ab	3.73a	6.26c
7%	متانول۷٪	71.76b	41.79bc	15.28ab	4.11a	6.92a	3.17b	10.9ab	3.77a	7.77b
14%	متانول۱۴٪	80.28ab	44.97ab	15.56ab	4.14a	6.62a	3.4ab	11.19ab	3.7a	8.82a
21%	متانول۲۱٪	82.67a	49.631a	15.71ab	4.39a	6.84a	4.51a	11.14ab	3.97a	9.11a
28%	متانول۲۸٪	73.45ab	42.79bc	15.952a	4.02a	6.79a	3.28b	11.64a	3.7a	8.44ab
35%	متانول۳۵٪	75.08ab	43.82b	14.903b	4.59a	6.86a	4.13ab	10.29b	4.01a	7.69b
					Irrigation آبیاری					
Non-Drought stress	بدون تنش خشکی	82.63a	46.08a	15.01b	4.51a	6.9a	3.31a	10.49b	3.9a	8.63a
Drought stress	تنش خشکی	64.94b	40.79b	15.78a	4b	6.66a	3.9a	11.46a	3.8a	7.4b

میانگین هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای یک حرف مشابه هستند براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test.

SC= Sugar content, WSC= White sugar content, MSC= Molasses sugar content, WSY= White sugar yield.

Archive of SID

www.SID.ir

شد. بیشترین درصد قند قابل استحصال مربوط به سطح ۲۸ درصد حجمی متانول و کمترین آن نیز متعلق به سطح ۳۵ درصد حجمی بود (جدول ۲) که احتمالاً به افزایش درصد قند در سطح ۲۸درصد حجمی متانول و کاهش این صفت در سطح ۳۵درصد حجمی متانول مربوط می‌شود (جدول ۲). اثر متانول بر مقدار ملاس معنی‌دار نشد (جدول ۱). اثر متانول بر عملکرد شکر سفید نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). سطح ۲۱ درصد حجمی متانول بیشترین مقدار عملکرد شکر سفید را داشت و با سطوح ۱۴ و ۲۸ درصد حجمی متانول اختلاف معنی‌داری نداشت. سطح ۲۱٪ حجمی متانول با ۹/۱۱ تن در هکتار بیشترین مقدار عملکرد شکر سفید و سطح شاهد با ۶/۲۶ تن در هکتار کمترین مقدار را داشت (جدول ۲). سطح ۲۱ درصد حجمی متانول نسبت به شاهد افزایش ۴۵ درصدی در عملکرد شکر سفید داشت. از آنجا که عملکرد شکر سفید تابعی از درصد شکر قابل استحصال و عملکرد ریشه است، بنابراین افزایش هر کدام منجر به افزایش عملکرد شکر سفید خواهد شد (Firoozabadi *et al.*, 2003). در این آزمایش سطح ۲۱٪حجمی متانول سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد ریشه و در درصد قند قابل استحصال شد.

بررسی اثر سطوح آبیاری بر روی صفات کمی و کیفی چغندرقند

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر سطوح آبیاری بر عملکرد ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). عملکرد ریشه در شرایط نرمال نسبت به تنش افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). علت کاهش عملکرد تحت تنش این بود که کمبود آب رشد چغندرقند را کاهش داد، بویژه باعث کم شدن آماس سلول و افزایش پتانسیل خاک شد (Cooke and Scott, 1993).

بین سطوح نرمال و تنش نیز در عملکرد برگ اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت و سطح نرمال مقدار اندام هوائی بیشتری داشت (جدول ۲). تنش سبب تأخیر در ظهور برگ، توسعه کندتر برگ و کاهش تولید مواد فتوسنتزی و تسریع پیری می‌شود (Cooke and Scott, 1993). عبداللهیان نوقابی و ویلیامز (Abdollahian-Noghabi and Fraud-Williams, 1998) نیز کاهش رشد برگ و ریشه را در شرایط خشکی گزارش کردند. اثر سطوح آبیاری بر مقدار درصد قند معنی‌دار بود (جدول ۱). در شرایط تنش خشکی مقدارعیار قند افزایش معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان داد و در شرایط تنش عیار قند بیشتری مشاهده شد (جدول ۲). بالا بودن عیار قند در شرایط تنش خشکی بیشتر به علت از دست رفتن آب ریشه و کوچک بودن ریشه‌ها تحت این شرایط می‌باشد (Cooke and Scott, 1993). یکی از سازوکارهای گیاهان در شرایط تنش خشکی شکستن پلی‌ساکاریدها به مونوساکاریدها و در نتیجه افزایش غلظت مواد قندی در سلول است

Archive of SID

www.SID.ir

(Cooke and Scott, 1993). اثر سطوح آبیاری بر مقدار سدیم نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). معمولاً در شرایط تنش خشکی ناخالصی‌های ریشه افزایش می‌یابد اما در مورد سدیم می‌توان گفت اگر کاهش در شرایط تنش دیده شد، احتمالاً بدلیل قابلیت جایگزینی پتاسیم با سدیم بود (Firoozabadi *et al.*, 2003). سهرابی و همکاران (Sohrabi *et al.*, 2006) نیز کاهش سدیم را در شرایط تنش خشکی گزارش کردند. میزان نیتروژن مضره و پتاسیم برای سطوح تنش و نرمال اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۱). اما میزان نیتروژن مضره در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال افزایش داشت، در صورتیکه میزان پتاسیم در شرایط نرمال بیشتر بود (جدول ۲). علت این افزایش احتمالاً ساخت ترکیب‌های نیتروژن‌دار تنظیم‌کننده‌ی فشار اسمزی مانند بتائین در برگ و سپس انتقال آن به ریشه می‌باشد (Firoozabadi *et al.*, 2003; Sohrabi *et al.*, 2006). کلاور و همکاران (Clover *et al.*, 1998) نیز نشان دادندکه خشکی باعث افزایش آمینو نیتروژن در ریشه شده و اثر کمی بر سدیم و پتاسیم دارد. در گزارشهای سهرابی و همکاران (Sohrabi *et al.*, 2006) نیز علت کاهش سدیم و پتاسیم در شرایط خشکی ، به سبب تحریک کمبود عناصر معدنی در بافت‌های گیاهی در این شرایط گزارش شده است. این مورد بیشتر در شرایطی که تنش به طور تدریجی توسعه می‌یابد و عناصر معدنی نظیر نیتروژن به لایه‌های فوقانی خشک خاک منحصر می‌شوند ، قابل انتظار است. با کم شدن میزان آب و در شرایط تنش، درصد قند قابل استحصال نیز افزایش یافت و اختلاف دو سطح آبیاری نرمال و تنش خشکی در سطح ۱ ٪معنی‌دار بود (جدول ۱). احتمالاً افزایش درصد قند قابل استحصال در شرایط تنش بعلت افزایش درصد قند ناخالص یا عیار قند (بعلت از دست رفتن میزان آب) و نیز کاهش سدیم در این شرایط بود (Firoozabadi *et al.*, 2003). بین سطوح نرمال و تنش در مقدار ملاس نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). اثر سطوح آبیاری بر عملکرد شکر سفید نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱) و در سطح نرمال افزایش معنی‌داری در مقدار شکر سفید مشاهده شد (جدول ۲). همانطوریکه قبلاً ذکر شد عملکرد شکر سفید تحت تأثیر وزن ریشه و درصد قندقابل استحصال است و با توجه به اینکه در شرایط تنش حشکی عملکرد ریشه کاهش داشت، بنابراین استنباط می‌شود که تنش خشکی بطور نسبی عملکرد ریشه را بیشتر از درصد قند قابل استحصال تحت تاثیر قرارداد. بنابراین کاهش عملکرد شکر سفید در این شرایط قابل توجیه است.

از نتایج این تحقیق نتیجه‌گیری می‌شود که متانول می‌تواند به عنوان یک منبع کربن در افزایش عملکرد ریشه، برگ و عملکرد شکر استفاده شود. در این بررسی اثر متقابل متانول × تنش خشکی بر هیچکدام از صفات

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری شده معنی‌دار نشده، ولی با توجه به این که چغندرقند حساس ترین مراحل رشد خود را در شرایط آب و هوائی گرم طی می‌کند استفاده از این ماده بعنوان یک ماده‌ی ضد تنشی می‌تواند مفید باشد.

References

Abdollahian-Noghabi, M., and Froud-Williams, R. J. 1998. Effect of moisture stress and rewatering on growth and dry matter partitioning in three cultivars of sugar beet. Aspects of Applied Biology 52: 71-78.

Abdollahian-Noghabi, M., and Sadeghian, S. Y. 2002. Change in the concentrations of glycinebetaine, glutamine and sugars in sugar beet subjected to soil moisture deficit. Pp. 375-382. In: Proceedings of The 65th IIRB Congress, February 2002, Brussels, Belgium.

Abdollahian-Noghabi, M., Sheykhol Eslami, R., and Babayi. B. 2005. Terms and definitions of quality and quantity of sugar beet technological, technical abbreviations. Sugar Beet 21(1): 101-104 (in Farsi).

Arnon, I. **1996.** Crop production in dry regions. Leonard Hill, London 650 pp.

Bazza, M. 1993. Effect of drought stress and the time of its occurrence in the cycle on sugar beet yield and technological quality. Pp. 119-130. In: Proceedings of the 56th IIRB Winter Congress, Brussels, Belgium.

Clover, G., Smith, H., and Jaggard, K. 1998. The crop under stress. British Sugar Beet Review 66(3): 17-19.

Cooke, D., and Scott, R., 1993. The sugar beet crop: Science into practice. Chapman and Hall, New York. 195 pp.

Fall, R., and Benson A. 1996. Leaf methanol, the simplest natural product from plants. Trends Plant Science. 1: 296-301.

Firoozabadi, M., Abdollahian-Noghabi, M., Rahimzadeh, F., Moghadam, M., and Parsaeyan, M. 2003. Effects of different levels of continuous water stress on the yield quality of three sugar beet lines. Sugar Beet 19(2): 133-142. (in Farsi).

Gardner, F., **Brentpearce, R., and Mitchell, R. 1985.** Lowa States University Press. 404 pp.

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

Archive of SID

www.SID.ir

Heins, R. 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. Journal of American Society of Horticultural Science 105(1): 141-144.

Hsiao, T.C.2000. Leaf and root growth in relation to water status. Horticultural Science 35: 1051-1058.

Hernandez, L. F., Pellegrini, C. N., and Malla, L. M. 2000. Effect of foliar application of methanol on growth and yield of sunflower. Phyton 66:1-8.

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

Lee, H. S., Madhaiyan, C. W., Kim, S. J., Choi, K. Y., and Chung, T. M. 2006. Physiological enhancement of early growth of rice seedling (*oryza sativa* L.) by production of phytohormone of N2-fixing methylotrophic isolated. Biological Fertilizer and Soils 42: 402-408.

Makhdum, M. I., Malik, M. N. A., Din, S. U., Ahmad, F., and Chaudhry, F. I. 2002. Physiology response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science) 13: 37-43.

Mirzaei, M., and Rezvani., M. 2007. Effects of water deficit on quality of sugar beet at different growth stages. Sugar Beet 23(1): 29-42 (in Farsi).

Nonomura, A. M., and Benson, A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 89: 9794-9798.

Nonomura, A. M., Andrew, A., and Benson, A. 1997. Method and composition for enhancing carbon fixation in plants. United States Patent 9: 36-60.

Ober, E. 2001. The search for drought tolerance in sugar beet. British Sugar Beet Review 69(1): 40-43.

Paknejad F., Majidi heravan, E., Noormohammadi, Q., Siadat, A., and Vazan, S. 2007. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 5(4): 162-169.

Rajala, A., Karkkainen, J., Peltonen, J., and Peltonen-Sainio, P. 1998. Foliar applications of alcohols failed to enhance growth and yield of C3 crops. Industrial Crop Production 7: 129-137.

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

Archive of SID

www.SID.ir

Safarzade Vishkaei, M. 2007. Effects of methanol on growth and yield of peanut. Ph.D thesis. Sciences and Research Unit, Islamic Azad University Tehran, Iran. 232 pp (in Farsi).

Satler, S., and Thimman, K. 1980. The influence of aliphatic alcohols on leaf senescense. Plant Physiology 66: 395-399.

Shore, M., Dutton, J. V., Houghton, B. J., and Bowler, G. 1982. How much is that extra nitrogen fertilizer costing you? British Sugar Beet Review 50: 54-55.

Smith, G. A., Martin, S. S., and Ash, K. 1977. Path coefficient analysis of sugar beet purity components. Crop Science 17: 249-253.

Sohrabi, Y., **Shakiba, M., Abdollahian-Noghabi, M., Rahimzadeh Khoei, F., Tourchi, M., and Fotohi, K. 2006.** Investigation of limited irrigation and root harvesting dates on yield and some of quality characteristics of sugar beet. Pajouhesh Sazandegi 70: 8-15 (in Farsi).

Vazan, S., **Ranji, Z., Tehrani, M., Ghalavand, A., and Saaneyi, M. 2002.** Drought stress effects of on ABA accumulation and stomatal conductivity of sugar beet. Iranian Journal of Agricultural Sciences 3: 176-180 (in Frasi).

Zbiec, I. I., Karczmarczyk, S., Koszanski, Z. 1999. Influence of methanol on some cultivated plants. Department of Plant Production and Irrigation, Agricultural University of Szczecin Poland 73: 217-220.

Zbiec, I., Karczmarczyk, S., Podsiadlo, C. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 6(1) :1-7.

Archive of SID

www.SID.ir