مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳

مجله پژوهش های به زراعی

اثر متانول به عنوان منبع کربن بر صفات کمی و کیفی چغندرقند در شرایط تنش خشکی

ایمان نادعلی[1*]، فرزاد پاک نژاد[2]، مهدی غفاری[3]

۱- باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، البرز، ایران
۲- مرکز تحقیقات کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، البرز، ایران
۲- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، آذربایجان شرقی، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثرمحلول پاشی متانول و تنش خشکی بر عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند رقم رسول، آزمایشی به صورت کرت های یکبار خرد شده درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی درسه تکرار در اردیبهشت سال ۱۳۹۲ درمزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحدکرج واقع در ماهدشت کرج به اجرا درآمد. عامل آبیاری در سه سطح شامل: آبیاری مطلوب (آبیاری پس از۴۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس)، تنش ملایم (آبیاری پس از ۶۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) و تنش شدید (آبیاری پس از ۷۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی متانول در پنج سطح، شاهد (بدون محلول پاشی) ، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ درصدحجمی متانول به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. در این آزمایش صفات کمی وکیفی نظیر عملکرد ریشه، عملکرد شکرسفید، درصد ماده خشک ریشه، مقدار درصد قند، مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره، درصد قند ملاس، ضریب استحصال شکر سفید، کارایی مصرف آب، محتوای کلروفیل، محتوای نسبی آب و درصد قند قابل استحصال مورد ارزیابی قرارگرفتند. بین سطوح مختلف متانول اختلاف معنی داری در ضریب استحصال شکر سفید، عیارقند، قند قابل استحصال، کارائی مصرف آب و نیتروژن مضره مشاهده شد. بین سطوح آبیاری نیز اختلاف معنی داری در صفاتی مانند درصد قند، درصد قند قابل استحصال، ضریب استحصال شکر سفید، درصد قند ملاس، سدیم، کارائی مصرف آب، محتوای کلروفیل و درصد ماده خشک ریشه مشاهده شد. اثرات متقابل متانول و آبیاری بر صفاتی نظیر نظیرعملکرد ریشه و عملکردشکرسفید معنی دار بود. سطح ۲۱٪ حجمی متانول و آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) به همراه کاربرد ۷٪ حجمی متانول و تنش خشکی ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) بیشترین مقدار عملکرد ریشه را داشتند و بین این دو تیمار اختلاف معنی داری مشاهده نگردید.

واژه های کلیدی: چغندرقند، محلول پاشی متانول، عملکرد ریشه، عملکرد شکر سفید، تنش خشکی

* نگارنده مسئول (imnadal@ymail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

چغندرقند دارای هیچ گونه مکانیسم خود تنظیمی جهت افزایش تجمع ساکاروز نیست و به همین دلیل وابسته به محرک‌های خارجی نظیر عوامل اقلیمی است. با توجه به اینکه چغندرقند اکثراً در نواحی معتدله خشک کشت و کار می شود، بنابراین بیشتر در شرایط نامساعد محیطی نظیر گرما و خشکی قرار می گیرد و تحت این شرایط عملکرد مطلوبی ندارد (Cooke & Scott, 1993). علت این کاهش عملکرد تنفس نوری است، گیاهان ۳ کربنه تحت گرمای شدید، تنش آبی و نور زیاد بعلت کاهش غلظت دی اکسید کربن داخلی برگ‌ها و افزایش غلظت اکسیژن، تنفس نوری می کنند که می تواند تا ۲۰ درصد سبب اتلاف کربن در گیاهان شده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد شود (Fall & Benson, 1996). با توجه به روند افزایش میزان دی اکسید کربن و تغییرات اقلیمی Ford & Thorne (1967) اظهار داشتند که افزایش غلظت دی اکسید کربن می تواند سبب افزایش وزن ریشه و برگ‌های چغندرقند شود، این در حالی است که Demeres-Derks *et al* (1996) نیز با افزایش غلظت دی اکسید کربن افزایش مجموع ماده خشک را بیشتر به نفع ماده خشک ریشه و محتوای ساکاروز مشاهده کردند. Hogy & Fangmeier (2009) در آزمایشی نشان دادند که افزایش غلطت دی اکسید کربن منجر به بهبود عملکرد و بازار پسندی غده های سیب زمینی شد. نامبردگان اظهار داشتند، افزایش غلظت دی اکسید کربن منجر به تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت غده ها می شود. در تحقیقی گزارش داده شد که با افزایش غلظت دی اکسید کربن میزان مواد فتوسنتزی افزایش می یابد و این پدیده از طریق بهبود جریان کربو هیدرات‌ها به سمت مخزن منجر به افزایش فرایندهای مخزن در گیاهان مختلف می شود (Lambers *et al.*, 1996). یکی از راهکارهای افزایش غلظت دی اکسید کربن در گیاهان استفاده از ترکیباتی نظیر متانول اتانول، پروپانول، بوتانول و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه گلیسین، گلوتامات و اسپارتات می باشد (Safarzadevishekaei, 2007). می‌توان گفت در این بین، متانول بعلت اینکه ساده ترین فراورده گیاهی است که خود در گیاه طی چندین فرایند تولید می شود، کاملا برای گیاهان شناخته شده است متانول بیشتر در دوران رشد سریع برگها بر اثر دمتیلاسیونه شدن پکتین تولید می شود (Fall & Benson, 1996).

Zbiec *et al* (2003) دلیل کاهش تنفس نوری را در گیاهان تیمار شده با متانول اکسیداسیون سریع متانول به دی اکسید کربن و ترکیب شدن آن با ریبولوز ۱-۵ بیس فسفات و کم شدن رقابت اکسیژن با دی اکسید کربن می دانند. مطالعات Hemming *et al* (1995) نشان داد، مقدار کافی دی اکسید کربنی که بر اثر محلول پاشی متانول ایجاد می شود، سبب تغییر مسیر تنفس نوری از یک واکنش کاتابولیک (شکستن) به یک واکنش آنابولیک می شود (ساختن). در واقع این ماهیت تنفس نوری است که تغییر می کند. گیاهان تیمار شده با متانول در شرایطی که به مسیر تنفس نوری می روند دو مولکول سرین در میتوکندری خود می سازند که این منجر به دو برابر شدن ساکاروز تولیدی می شود (Hemming *et al.*, 1995).

Sadeghishoa *et al* (2012) اعلام داشتند، سطح ۱۴ درصد حجمی متانول، سبب افزایش ۲۵ درصدی عملکرد ریشه نسبت به شاهد شد. بررسی های Nonomura & Benson (1992) نشان می دهد، بعد از محلول پاشی متانول گیاه باید برای القای تنفس نوری حتماً در معرض نور قرار بگیرد و در غیر این صورت گیاه می تواند با صدمات برگی روبه رو شود. Lee *et al* (2006) افزایش فتوسنتز در گیاه برنج تیمار شده با متانول را گزارش و اعلام کردند، متانول سبب افزایش عملکرد در برنج شد. محققین

Archive of SID

www.SID.ir

دیگری نیز افزایش ۱۲۰ درصدی عملکرد نخود را بعد از ۳ بار محلول پاشی متانول گزارش کرد (Nadali *et al*., 2011). بر روی برگ اکثر گیاهان زراعی باکتری هایی با نام متیلوتروفیک زندگی می کنند. این باکتری ها قادرند در محیط های حاوی کربن زندگی کنند که محیط حاوی متانول یکی از بارزترین آنهاست. متیلوتروفیک‌ها بوسیله‌ی همزیستی با گیاهان، موجب ساخته شدن هورمون های رشد مانند اکسین و سایتوکنین شده و سبب افزایش رشد در گیاهان می شوند (Lee *et al*., 2006).

بررسی Hemming *et al* (1995) حاکی از افزایش کارایی تبدیل کربن و افزایش سرعت متابولیک گرمایی در فلفل و گوجه فرنگی بعد از قرار گرفتن بافت برگی در معرض متانول بود. از دیگر خصوصیات مفید این ماده خاصیت ضد قارچی بودن آن است. طبق بررسی های انجام شده متانول مانع از ابتلای گل‌های رز به سفیدک شد (Zbiec *et al*., 2003). هدف از این بررسی ارزیابی اثر محلول پاشی متانول بر صفات کمی و بعضی صفات کیفی و عملکردی چغندرقند نظیر عملکرد ریشه، عملکرد برگ، عملکرد شکر سفید، مقدار درصد قند، مقدار سدیم و پتاسیم و نیتروژن مضره، درصد قند ملاس و شکر قابل استحصال بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (واقع در ۳۵درجه 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 ـ رسی با pH= ۷/۹۱ و شوری ۴/۲۸ ds/m در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک بود. آزمایش بصورت کرت های یک‌بارخرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عوامل مورد بررسی شامل تنش خشکی و محلول پاشی متانول بود. عامل آبیاری در ۳ سطح، آبیاری مطلوب (آبیاری پس از۴۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس)، سطح تنش خشکی ملایم (آبیاری پس از۶۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) و سطح تنش خشکی شدید (آبیاری پس از ۷۰٪ تخلیه رطوبتی قابل دسترس) به عنوان عامل اصلی و سطوح محلول پاشی متانول در ۴ سطح، محلول‌های صفر (تیمار شاهد بدون مصرف متانول)، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ درصد حجمی متانول به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. کرت‌های مربوط به تیمار شاهد نیز در هنگام محلول پاشی با آب اسپری شدند. زمان آبیاری بوسیله بلوک گچی بر اساس تخلیه رطوبتی زمین مشخص و آبیاری‌ها انجام پذیرفت. بلوک‌ها قبلا مورد آزمایش واسنجی قرار گرفته بود و از منحنی تخلیه رطوبتی قابل دسترس که توسط Paknejad *et al* (2007) در مزرعه دانشگاه به دست آمده بودند، استفاده شد. میزان آب ورودی به هر کرت، بوسیله‌ی کنتور دیجیتال اندازه گیری و ثبت گردید. محلول پاشی روی اندام‌های هوائی سه بار طی فصل رشد و با فواصل ۱۴ روزه انجام گرفت و اولین محلول پاشی ۸۰ روز پس از کاشت پورت پذیرفت. زمان محلول پاشی ساعت ۱۶ تا ۱۹ بعد از ظهر بود. محلول پاشی بوته ها تا زمان جاری شدن قطره های محلول مورد استفاده از روی گیاه ادامه یافت. هرکرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله بین ردیف‌های ۵۰ سانتیمتر بود. فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۲۰ سانتیمتر و تراکم در هر کرت ۱۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. در پائیز جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به شخم عمیق اقدام گردید. در ادامه عملیات خاک ورزی در بهار نسبت به اجرای شخم سبک، دیسک، تسطیح و خط کشی اقدام گردید. کود نیتروژن در دو قسمت یک نوبت همزمان با کاشت و نوبت بعدی پس از تنک، وجین و استقرار کامل بوته ها (مرحله ۶ برگی) در مزرعه مورد استفاده قرار گرفت. مقدار کل مصرف کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره بود. همچنین

Archive of SID

www.SID.ir

همزمان با کاشت ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به زمین داده شد و زمان کاشت بذر ۱۶ اردیبهشت و رقم مورد استفاده رقم رسول بود. از آنجایی‌که چغندر قند به تنشهای محیطی نظیر تنش خشکی در مراحل اولیه رشد حساس است، بنابراین در مرحله جوانه زنی 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. سیستم آبیاری مورد استفاده نواری- قطره ای (Tape) بود. برداشت نهایی در اواخر آبان ماه ۱۳۹۱ از خطوط چهار و پنج هر کرت و با صرف نظر کردن از ۰/۵ متر از انتهای هر خط کاشت در سطح ۴/۸ متر مربع انجام شد. نمونه ها پس از جدا کردن اندام هوائی در مزرعه جهت تجزیه کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند. ریشه های 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 نمونه ها آنها بلافاصله به فریزر منتقل و تا زمان تجزیه کیفی در دمای۲۰ - درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

برای تجزیه کیفی پس از خارج شدن از حالت انجماد، از هر نمونه ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی لیتر 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 اندازه گیری شد (Kunz *et al.*, 2002).

با توجه به غلظت ناخالصی های موجود، مقدار شکر سفید یا شکر قابل استحصال 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):

(۰/۶ + ملاس) − درصد قند = شکر قابل استحصال

ضریب استحصال شکر (مقدار شکر سفید قابل استحصال از ساکاروز موجود در ریشه چغندرقند) نیز از طریق فرمول زیر محاسبه شد (واحد درصد):

100× (درصد قند ÷ شکر قابل استحصال)= ضریب استحصال شکر

ضایعات شکر کارخانه قند معادل ۰/۶ در نظر گرفته شد. مقدار قند ملاس بر اساس مقدار پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره بوسیله یکی ازفرمولهای تجربی متداول محاسبه گردید (Kunz *et al.*, 2002).

عملکرد ریشه × درصد قند = عملکرد شکر سفید

داده های جمع آوری شده بر اساس طرح کرت های یکبار خرد شده و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با کمک نرم افزار SAS تجزیه شد و مقایسه میانگین ها به روش LSD و در سطح ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی اثر سطوح متانول بر صفات کمی و کیفی چغندر قند

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد (جدول۱)، بین سطوح مختلف متانول در صفاتی نظیر درصد شکر قابل استحصال، نیتروژن مضره، درصد قند و ضریب استحصال شکر اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد، درصورتی که بر صفاتی نظیر سدیم، پتاسیم، قند ملاس و درصد ماده خشک اثر معنی داری مشاهده نگردید (جدول۱). متانول سبب افزایش ۲/۵٪ درصد عیار قند در سطح ۷٪ حجمی متانول نسبت به شاهد شد. سطح ۷٪ بیشترین مقدار و سطح ۲۱٪ حجمی متانول کمترین مقدار درصد عیار قند را

Archive of SID

www.SID.ir

به ترتیب با ۱۲/۹۸ و ۱۱/۳۵ درصد داشت (جدول۲). طبق مطالعات Nonomura & Benson (1992) متانول بلافاصله در گیاه به فرمالدئید و دی اکسید کربن تبدیل و نهایتاً آمینو اسیدها و ساکاروز تولید می‌شود. درمطالعه‌ای مشاهده شد متانول سبب افزایش محتوای قند در گیاهان مورد مطالعه شد (Nonomura *et al*., 1997). در بررسی دیگر افزایش ۶٪ محتوای قند بعد از محلول پاشی متانول گزارش شد (Nadali *et al*., 2010). پیشنهاد شده است که آنزیم های متابولیسم ساکارز در برگهای چغندرقند بصورت هورمونی کنترل می شوند. طبق گزارشات موجود انتقال مواد فتوسنتزی بصورت رأس گرا در امتداد مسیر آوند آبکشی بوسیله‌ی اثر مستقیم اکسین بر فرایند انتقال افزایش می یابد (Demeres-Derks *et al*., 1996). متانول سبب افزایش فعالیت باکتریهای متیلوتروفیک می شود که این باکتریها تولید کننده‌ی هورمونهایی نظیر اکسین می باشند (Lee *et al*., 2006). لذا می توان افزایش درصد یا عیارقند، در سطح ۷٪ حجمی متانول را بعلت افزایش هورمون اکسین و نهایتاً افزایش انتقال ساکارز از برگها به ریشه دانست (نادعلی و همکاران، ۱۳۸۷). طبق گزارشات محققین متانول سبب افزایش فعالیت آنزیم کلیدی فتوسنتز یعنی آنزیم فروکتوز ۱ و ۶- بیس فسفاتاز می‌شود (Nonomura *et al*., 1992). مقدار سدیم و پتاسیم تحت تأثیر سطوح مختلف متانول قرار نگرفت (جدول ۱) و بین سطوح اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی در نیتروژن مضره اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ مشاهده شد (جدول ۱). سطح ۷٪ بیشترین و سطح ۲۱٪ کمترین مقدار نیتروژن مضره را داشتند (جدول ۲). علت افزایش در این سطح، احتمالاً به دلیل جذب عناصر برای تنظیم فشار اسمزی در گیاه چغندرقند به منظور افزایش آماس و رشد و تجمع ماده‌ی خشک می‌باشد (Cooke *et al*., 1993). بعد از محلول پاشی متانول به علت گرسنگی شدید گیاه بر اثر فعالیت متابولیکی بالا، جذب عناصری نظیر نیتروژن افزایش می یابد (Zbiec *et al*., 1999). متانول سبب اختلاف معنی‌داری بر روی درصد قند قابل استحصال در سطح ۵٪ شد (جدول ۱). بیشترین درصد قند قابل استحصال مربوط به سطح ۷ درصد حجمی متانول (۸/۹۷ درصد) و کمترین (۶/۷۴ درصد) آن نیز متعلق به سطح ۲۱ درصد حجمی بود (جدول۲). همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود. سطح ۷ درصد (۱۳/۳۱ درصد) حجمی متانول بیشترین مقدار درصد قند و سطح ۲۱ درصد (۱۱/۳۵ درصد) نیز کمترین مقدار درصد قند را دارد. با توجه به اینکه در فرمول درصد قند قابل استحصال مقدار عیار قند نیز وجود دارد، بنابراین این مؤلفه در درصد قند قابل استحصال حائز اهمیت است و با آن ارتباط مستقیم دارد. جدول همبستگی صفات نیز مبین این موضوع می باشد (جدول۳).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد، سطح ۷٪ متانول افزایش معنی داری در مقدار ضریب استحصال شکر داشت ولی از نظر آماری با شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نگردید و کمترین مقدار ضریب استحصال شکر متعلق به سطح ۲۱٪ محلول پاشی متانول (۵۳/۵۵ درصد) بود (جدول۲). افزایش ضریب استحصال سطح ۷٪ حجمی متانول احتمالاً به دلیل افزایش درصد شکر قابل استحصال می‌باشد، چون بین این صفت و درصد قند قابل استحصال یک رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. نتایج همبستگی صفات (جدول۳) نشان داد، همبستگی مثبت و بالایی بین این دو صفت در سطح ۱٪ وجود دارد. اثر سطوح متانول بر مقدار ملاس معنی‌دار نگردید (جدول۱). میزان محتوای آب نسبی برگ و محتوای کلروفیل تحت تأثیر سطوح متانول قرار نگرفت و سطوح عامل ذکر شده از نظر این دو صفت در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول۱). کارایی مصرف آب تحت تأثیر سطوح متانول قرار گرفت و در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول۱). سطح ۷٪ حجمی متانول با ۰/۳۶ کیلوگرم به ازای یک متر مکعب آب

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت به دیگر سطوح در گروه آماری متفاوت قرار گرفت (جدول۲). افزایش کارائی مصرف آب در سطح ۷٪ حجمی متانول در مقایسه با شاهد افزایش ۲۷٪ داشت. احتمالاً متانول با افزایش بهره وری بهتر از آب و بهبود کارائی مصرف آن سبب افزایش عملکرد شکر سفید شده است. این امر نشان می دهد، متانول بعنوان یک منبع کربن و کاهش دهنده‌ی تعرق در گیاه احتمالاً توانسته است، سبب افزایش بازدهی آب مصرفی جهت تولید شکر شود. روابط بین صفات ذکر شده در جدول ۳ مربوط به ضرایب همبستگی مشاهده می گردد.

بررسی اثر سطوح آبیاری بر صفات کمی و کیفی چغندر قند

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی داری را بین سطوح آبیاری در مقدار درصد عیار قند نشان داد (جدول۱). تحت شرایط تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی)، درصد عیار قند افزایش معنی‌داری (۱۳/۱۲ درصد) در سطح ۱٪ نشان داد، هرچند با سطح تنش ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) اختلاف معنی دار نبود (جدول۲). یکی از واکنش های درونی گیاه به کمبود آب علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه هاست. در شرایط تنش خشکی، کاهش میزان آب نسبت به مقدار ماده خشک موجب افزایش غلظت ساکاروز می شود (جدول همبستگی، جدول۳) (Ranji *et al.*, 2000). نتایج حاصل نشان داد با افزایش ماده خشک ریشه، عیار قند نیز افزایش می یابد و از آنجا که سطح تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) بیشترین تجمع ماده خشک را دارا بود، این افزایش در عیار قند قابل توجیه است. همچنین یکی از مکانیزم‌های مقاومت گیاهان تحت شرایط تنش خشکی شکستن پلی ساکاریدها به مونوساکاریدها و در نتیجه افزایش غلظت مواد قندی در سلول است (Cooke *et al.*, 1993). مقدار سدیم نیز اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ بین سطوح تنش و مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) نشان داد (جدول۱) و در سطح تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) و تنش ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) کاهش یافت (جدول۲). معمولاً در شرایط تنش خشکی ناخالصی‌های ریشه افزایش می‌یابد، اما در مورد سدیم می‌توان گفت چنانچه کاهش در شرایط تنش دیده شد، احتمالاً بدلیل قابلیت جایگزینی پتاسیم با سدیم بوده است (Firoozabadi *et al.*, 2003). جدول همبستگی (جدول۳) صفات نیز رابطه ی منفی بالایی را بین پتاسیم و سدیم در سطح ۱٪ نشان می دهد. Sohrabi *et al* (2006) نیز کاهش سدیم را در شرایط تنش خشکی اظهار و علت آن را کاهش جذب عناصر تحت شرایط تنش دانستند و بیان نمودند، از آنجاکه جذب عناصر از طریق جذب آب صورت می گیرد. بنابراین کاهش عنصری مانند سدیم تحت شرایط تنش خشکی قابل انتظار است. میزان نیتروژن مضره و پتاسیم برای سطوح تنش خشکی و مطلوب اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول۱). درگزارشات Sohrabi *et al* (2006)، دلیل کاهش سدیم و پتاسیم در شرایط خشکی، کمبود عناصر معدنی در بافت ها بوده است. این امر با نتایج Nadali *et al* (2010) مطابقت دارد. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱)، بین سطوح مختلف تنش خشکی و آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بر میزان درصد قند ملاس وجود داشت و آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) در مقایسه با تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) افزایش ۱۹٪ داشت (جدول ۲). نتایج همبستگی صفان نشان داد (جدول ۳) معمولا با افزایش قند ملاس، عیار قند کاهش معنی داری می یابد. این امر با نتایج بدست آمده مطابق است، چون سطح آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) که بیشترین قند ملاس را داشت، کمترین عیار قند را دارا بود (جدول ۳). درصد قند ملاس هم روندی

Archive of SID

www.SID.ir

مثبتی نسبت به ناخالصی سدیم داشت که امر این استحصال شکر را با مشکل مواجه می سازد. بنابراین افزایش درصد قند ملاس در سطح آبیاری مطلوب منطقی به نظر می رسد. در این تحقیق بین قند ملاس و سدیم ریشه رابطه‌ی مثبت معنی دار ۸۶٪ وجود دارد (جدول۳). گاهی تغییرات هورمونی ناشی از تنش خشکی سبب می شود که مواد غذایی بیشتر به سمت ریشه حرکت کنند و ناخالصی ها کاهش و میزان عملکرد قند افزایش یابد (Cooke *et al*., 1993). با کم شدن میزان آب و تحت شرایط تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) درصد قند قابل استحصال نیز افزایش یافت و این صفت بین آبیاری مطلوب و سطوح تنش خشکی ملایم(۶۵٪ تخلیه رطوبتی) و شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). احتمالاً افزایش درصد قند قابل استحصال تحت شرایط تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) بعلت افزایش معنی دار درصد قند ناخالص یا عیار قند (بعلت از دست رفتن میزان آب) و نیز کاهش معنی دار سدیم (جدول ۳) در این شرایط می‌باشد (Firoozabadi *et al*., 2003). همانطور که در نتایج همبستگی صفات (جدول ۳) مشاهده می‌گردد، بین درصد قند قابل استحصال و عیار قند رابطه‌ی قوی و مثبت ۹۸٪ وجود دارد و بین درصد قند قابل استحصال و میزان سدیم ریشه هم ۹۴٪ رابطه‌ی منفی معنی دار در سطح ۱٪ دیده شد. معمولاً بین میزان نیتروژن مضره بعنوان بخش مهمی از قند ملاس و قند قابل استحصال یک رابطه ی منفی وجود دارد، اما در این تحقیق این رابطه مثبت و قوی است. درصد ماده خشک ریشه نیز تحت شرایط تنش خشکی شدید، افزایش معنی داری در سطح ۵٪ نشان داد (جدول ۱) و تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) بیشترین مقدار را داشت هرچند با سطح تنش خشکی ملایم اختلافی (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) وجود نداشت (جدول ۲). تحت شرایط تنش خشکی میزان آب بافت ریشه کم می شود و ماده خشک آن زیاد می گردد و افزایش درصد عیار قند نیز در شرایط تنش خشکی به همین علت است (Mirzaei *et al*., 2007) و همبستگی صفات نیز بیانگر این موضوع است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) بین سطوح مختلف آبیاری در صفت ضریب استحصال شکر اختلاف معنی داری در سطح۱ ٪ وجود دارد و در تنش خشکی شدید (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) مقدار آن بیشتر بود، هر چند با تنش ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۲). ضریب استحصال شکر با درصد قند قابل استحصال دارای یک رابطه هم روندی مثبت است و در این بررسی درصد قند قابل استحصال در شرایط تنش خشکی شدید افزایش پیداکرده است. پس روند این دو صفت کاملاً شبیه به هم هستند. محتوای کلروفیل در تنش خشکی شدید، افزایش معنی داری نسبت به سطح شاهد داشت (جدول ۱). با توجه به این‌که خشکی سبب کوچک شدن سلول ها و برگ ها می شود و مقدار سلول ها در سطح برگ نمونه برداری در این حالت بیشتراست، پس افزایش مقدار کلروفیل منطقی به نظر می رسد (Nadali *et al*., 2010). محتوای آب نسبی تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت و ۳ سطح آن در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۱). بین سطوح تنش خشکی (۶۵ و ۷۰٪ تخلیه رطوبتی) و آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ برای کارائی مصرف آب مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین کارائی مصرف آب متعلق به تنش ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) بود، هر چند این سطح با تنش شدید رطوبتی (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). می توان گفت، تنش خشکی سبب افزایش کارائی مصرف آب شده است. از آنجا که بین سطوح تنش خشکی (۶۵٪ و ۷۰٪ تخلیه رطوبتی) اختلافی وجود نداشت، پس می توان برای افزایش کارائی مصرف آب سطح تنش شدید رطوبتی (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) را توصیه نمود. میزان آب مصرفی برای سطح آبیاری

Archive of SID

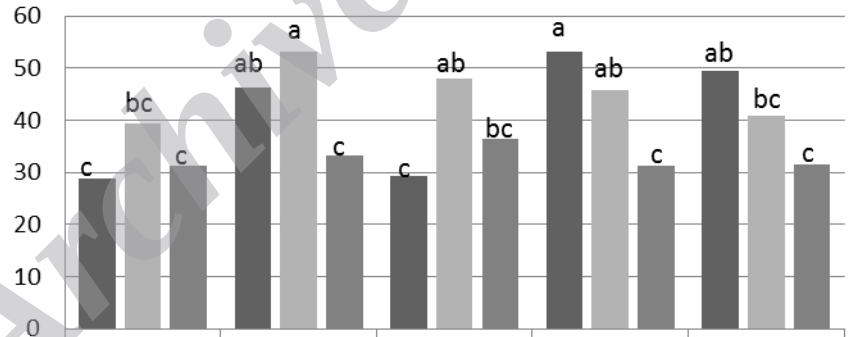
www.SID.ir

مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) معادل ۱۲۶۰۰ متر مکعب در هکتار، تنش ملایم رطوبتی (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) معادل ۱۰۶۶۶ متر مکعب در هکتار و برای تنش شدید رطوبتی (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) ۸۷۳۳ متر مکعب در هکتار گزارش شد. پس می توان با صرفه جویی ۴۴٪ در آب مصرفی، کارائی مصرف آب را در جهت بازدهی بالای تولید شکر افزایش داد.

Mirzaee *et al* (2007) افزایش کارائی مصرف آب با روند افزایش تنش خشکی در گیاه چغندرقند را گزارش دادند. یک همبستگی قوی و مثبت (۰/۹۱) بین کارائی مصرف آب و قند قابل استحصال وجود دارد یعنی با افزایش کارائی مصرف آب می توان مقدار قند خالص را افزایش داد (جدول۳).

بررسی اثرات متقابل متانول و تنش خشکی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول۱) از نظر عملکرد ریشه بین سطوح مختلف متانول و آبیاری اثرات متقابلی وجود دارد که در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است. سطح ۲۱٪ حجمی متانول و سطح آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) به همراه سطح ۷٪ حجمی متانول و تنش خشکی ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) بیشترین مقدار عملکرد ریشه را داشتند و بین این تیمار اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۱). این دو سطح به ترتیب با ۵۳/۲۵ و ۵۳/۱۶ تن در هکتار بیشترین عملکرد ریشه را داشتند که نسبت به سطح شاهد افزایش قابل توجهی دارد. همچنین سطح ۷٪ حجمی متانول و تنش خشکی ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) افزایش معنی داری در سطح ۵٪ درعملکرد شکر سفید داشتند (جدول۱). این تیمار با ۵/۱۷ تن در هکتار بیشترین عملکرد شکر سفید و تیمار ۱۴٪ حجمی متانول و سطح آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) کمترین عملکرد را داشتند (شکل۲).



	شاهد	7%	14%	21%	28%
۴۰٪ تخلیه رطوبتی	28.8	46.3	29.25	53.25	49.5
۶۵٪ تخلیه رطوبتی	39.5	53.16	48	45.75	40.75
۷۰٪ تخلیه رطوبتی	31.16	33.25	36.5	31.25	31.5

۷۰٪ تخلیه رطوبتی ■ ۶۵٪ تخلیه رطوبتی ■ ۴۰٪ تخلیه رطوبتی ■

شکل۱- عملکرد ریشه تحت تأثیر اثرات متقابل متانول و تنش خشکی

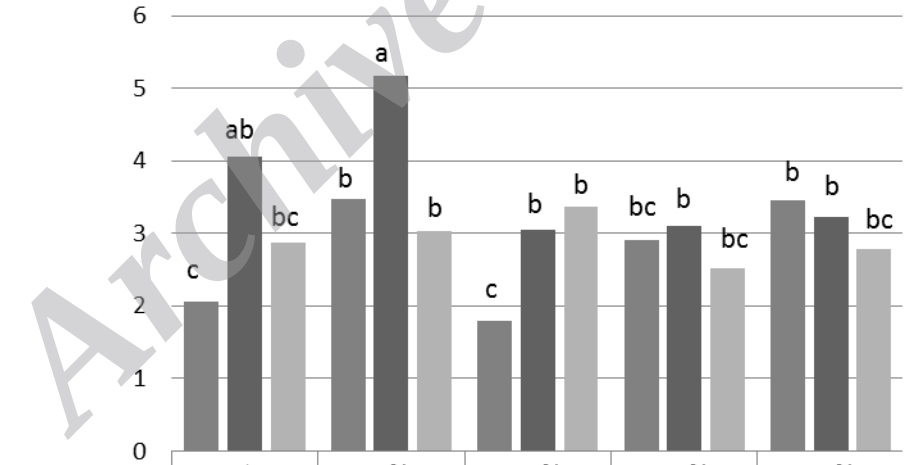
اثرات متانول بر روی گیاهان، زمانی مشاهده می شود که گیاهان در شرایطی نظیر تنش خشکی، دمای بالای هوا و یا در معرض نور زیاد خورشید قرار داشته باشند (Zbiec *et al.*, 2003). برخی از بررسی ها نشان می دهند که مصرف متانول در گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند، باعث افزایش بیوماس آنها می گردد در

Archive of SID

www.SID.ir

حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کافی با متانول، بیوماس آنها را کاهش می‌دهد. همچنین متابولیسم متانول و تبدیل آن به قندها می‌تواند پتانسیل اسمزی برگ‌ها را تغییر داده و باعث افزایش فشار تورگر و هدایت روزنه ای گیاه شود. باز نگه داشتن روزنه‌ها باعث افزایش سرعت آسیمیلاسیون و همچنین افزایش رشد گیاه خواهد شد که این امر باعث زودرسی گیاه شده و در نتیجه نیاز به آبیاری نیز کمتر می‌گردد (Nonomura & Benson, 1992). با توجه نتایج، در شرایط تنش خشکی ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) میزان دفعات آبیاری نسبت به سطح آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) کمتر است. در عین حال بین کاربرد ۲۱٪ حجمی متانول و سطح آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) با ۷٪ حجمی متانول و سطح تنش خشکی ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) اختلافی در عملکرد ریشه مشاهده نگردید (شکل ۱) بنابراین می توان با استفاده از محلول پاشی متانول در سطح ۷٪ و تنش ملایم به میزان عملکرد ریشه در آبیاری مطلوب رسید و در صفت عملکرد شکر سفید هم مقدار ۷٪ حجمی متانول و تنش ملایم (۶۵٪ تخلیه رطوبتی) بیشترین مقدار را نشان داد (شکل۲).

بنابراین احتمالا متانول توانسته است این کاهش آبیاری را جبران کرده است و سبب صرفه جویی در مقدار آب مصرفی گردیده است. میزان آب مصرفی برای سطح آبیاری مطلوب (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) معادل ۱۲۶۰۰ متر مکعب در هکتار بود. این در حالی است که برای تنش خشکی ملایم مقدار این صفت ۱۰۶۶۶ متر مکعب در هکتار گزارش شد. به عبارت دیگر محلول پاشی ۷٪ متانول سبب ۱۸٪ صرفه جویی در مصرف آب گردید. با توجه به این که منابع آبی جهان محدود و جمعیت جهان روبه افزایش است، در سال های آتی انسان مجبور است، غذای مورد نیاز خود را از طریق استفاده از کم آبیاری با تولید بیشتر و از سطح کشت محدودتر تأمین کند. پس استفاده از روش‌هایی که بتواند تا حدی موجب استفاده بهینه از آب آبیاری شود، در این شرایط کاملاً ضروری است و با توجه به اینکه در اکثر مناطق دنیا علت کاهش عملکرد در چغندرقند تنش خشکی است، می توان با استفاده از محلول پاشی متانول تا حدی کاهش عملکرد ناشی از خشکی را جبران کرد. طبق گزارشات موجود با روند فعلی افزایش جمعیت تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۶۵ درصد جمعیت جهان تحت تنش ناشی از کمبود آب خواهند بود (Hogy *et al* ., 2009).



	شاهد	7%	14%	21%	28%
۴۰٪ تخلیه رطوبتی	2.05	3.47	1.8	2.91	3.46
۶۵٪ تخلیه رطوبتی	4.05	5.17	3.05	3.1	3.23
۷۰٪ تخلیه رطوبتی	2.88	3.03	3.37	2.52	2.79

۷۰٪ تخلیه رطوبتی ■ ۶۵٪ تخلیه رطوبتی ■ ۴۰٪ تخلیه رطوبتی ■

شکل۲- عملکرد شکر سفید تحت تأثیر اثرات متقابل متانول و تنش خشکی

Archive of SID

www.SID.ir

رگرسیون گام به گام

برای حذف متغیرهای کم اهمیت در مدل و تصمیم گیری برای تشکیل مدل نهایی، روش های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها روش گام به گام است. در رگرسیون گام به گام می توان طی مراحلی نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای انتخاب مدل نهایی اقدام نمود. صفات مهم در این تحقیق برای عملکرد شکر سفید بعنوان متغیر وابسته کارائی مصرف آب، قند قابل استحصال و عملکرد ریشه بودند. صفات مذکور به شکل زیر وارد مدل رگرسیونی شدند.

$$Y=-2.207+0.258(X6)+0.054(X10)+3.659(X14)$$

در این معادله Y عملکرد شکر سفید ، X14 کارائی مصرف آب، X10 عملکرد ریشه و X6 قند قابل استحصال می باشند. مدل مذکور دارای ۰/۹۸ ضریب تبیین می باشد (جدول ۴). یعنی این صفات قادرند نزدیک به ۹۸٪ از تغییرات عملکرد شکر سفید را توجیه نمایند. به نظر می رسد ۲٪ باقی مانده در این بررسی به علت کم بودن صفات مورد بررسی بوده است و یا عدم اندازه گیری صفات مورفولوژیک، هر چند در این تحقیق برای تعیین جایگاه صفات در مدل ۱۲ صفت وارد رگرسیون گام به گام شد که از این بین تنها ۲ مورد آن‌ها باقی ماند. این صفات عبارت بودند از کارائی مصرف آب، محتوای آب نسبی، محتوای کلروفیل، عملکرد برگ، عملکردریشه، ماده خشک ریشه، ملاس، ضریب استحصال قند، قند قابل استحصال، نیتروژن مضره ریشه، پتاسیم، سدیم و عیارقند. ولی با این حال کارائی مصرف آب، عملکرد ریشه و قند قابل استحصال از صفات بسیار مهم در بالا بردن عملکرد شکر سفید هستند و در بیشتر پژوهش‌ها به نقش این سه صفت در عملکرد شکر سفید تأکید شده است (Mirzaei *et al*., 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی برای صفات کمی و کیفی چغندرقند

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارائی مصرف آب	محتوای آب نسبی	محتوای کلروفیل	درصد ماده خشک ریشه	ضریب استحصال شکر	عملکرد ریشه	عیار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن	درصد شکرقابل استحصال	درصد قند ملاس	عملکرد شکر سفید
		مربعات میانگین												
تکرار	۲	۰/۸۵*	۰/۰۶^{ns}	۵۵۰/۳^{ns}	۱۶۹**	۲۴/۳۸**	۳۲/۲۶^{ns}	۲۰۴/۴**	۸۷/۵۵**	۱۷/۹۶**	۱۴/۶**	۲۳۹/۴۷**	۲/۰۱۹**	۳۹/۹۶**
آبیاری	۲	۰/۰۶**	۰/۳۹^{ns}	۹۶۱۰**	۱۳/۰۹*	۵۷۲/۴۸**	۶۳۲/۴**	۱۰/۵۴**	۱۱/۹**	۰/۹۴^{ns}	۰/۹۴^{ns}	۲۱/۸۸**	۲/۰۳**	۴/۰۹۶**
خطای ۱	۴	۰/۴۱	۰/۲۰۲	۸۱۳/۷۹	۳/۶۴	۷۱/۳۸	۳۷/۰۶	۰/۹۱۶	۱/۰۶	۰/۵۵۲	۱/۳۳	۰/۸۱۲	۰/۴۴۳	۱/۰۷
متانول	۴	۰/۹۷**	۰/۱۴^{ns}	۶۳۶/۷^{ns}	۴/۲۹^{ns}	۲۸۷/۵۸*	۱۸۲/۳**	۵/۸۲*	۲/۱۶^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۴۴۲*	۸/۲۳*	۰/۳۵۷^{ns}	۱/۸۶*
متانول × آبیاری	۸	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۹۶^{ns}	۱۷۲۸^{ns}	۳/۱۰۴^{ns}	۴۱/۵۹^{ns}	۱۶۳/۹۱**	۱/۲۳^{ns}	۱/۵۶^{ns}	۰/۱۹۳^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۲/۰۵^{ns}	۰/۲۰۷^{ns}	۱/۳۶*
خطای ۲	۲۴	۰/۰۱۹	۰/۱۶۱	۱۶۹۴/۳	۲/۵۲	۹۰/۲۸	۳۵/۶۹	۱/۵۵	۱/۸۸۳	۰/۲۲۱	۰/۱۶۴	۲/۶۶	۰/۳۴۵	۰/۵۲
CV (%)	-	۱۷/۲	۱۱	۱۷/۱۷	۷/۷۸	۱۵/۶۵	۱۴	۱۰/۰۶	۱۸/۰۴	۱۱/۶۲	۲۷/۲	۲۰/۵۴	۱۵/۴۲	۲۳/۱۵

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- مقایسه میانگین اثر ساده عوامل آزمایشی بر صفات کمی و خصوصیات کیفی چغندرقند

تیمار	کارائی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	محتوای آب نسبی (درصد)	محتوای کلروفیل (میلی گرم درمترمربع)	ماده خشک ریشه (درصد)	ضریب استحصال شکر (درصد)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عیار قند (درصد)	سدیم (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)	پتاسیم (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)	نیتروژن (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم)	شکر قابل استحصال (درصد)	قند ملاس (درصد)	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)
متانول													
شاهد	۰/۲۸۷a	۴۴/۱۹a	۲۲۸/۳a	۲۰/۹۵a	۶۶/۰۷a	۳۳/۱۶c	۱۲/۹۸ab	۷/۱۸a	۴/۱a	۱/۳۵ab	۸/۸۱ab	۳/۷a	۲/۹۹b
٪۷	۰/۳۶۷b	۴۹/۴a	۲۰۶/۴a	۲۰/۹۸a	۶۶/۲۸a	۴۴/۲۵a	۱۳/۳۱a	۷/۰۵a	۳/۸a	۱/۶۳a	۸/۹۷a	۳/۵۴a	۳/۸۹a
٪۱۴	۰/۲۷۲b	۵۰/۲a	۲۲۰/۴۷a	۲۰/۵۳a	۵۶/۶۳b	۳۷/۹۱bc	۱۱/۸۴bc	۸/۰۵a	۴/۱۴a	۱/۴۳ab	۷/۳bc	۴/۰۱a	۲/۷۴b
٪۲۱	۰/۲۷b	۵۸/۸a	۲۲۴/۶a	۱۹/۲۹a	۵۳/۵۵b	۴۳/۴۱ab	۱۱/۳۵c	۸/۱۳a	۴/۱۴a	۱/۰۵b	۶/۷۴c	۴a	۲/۸۴b
٪۲۸	۰/۲۹۹b	۵۰a	۲۱۷/۲a	۲۰/۲۵a	۶۱/۰۱ab	۴۰/۵۸ab	۱۲/۳۴abc	۷/۵۸a	۴/۰۴a	۱/۲۱b	۷/۹۲abc	۳/۷۹a	۳/۱۶b
LSD (٪۵)	۰/۱۲	۱۸/۳۹	۴۰/۰۴	۱/۵۴	۹/۲۴	۵/۸۱	۱/۲۱	۱/۳۳	۰/۴۵۷	۰/۳۹	۱/۵۸	۰/۵۷	۰/۷۰۵
آبیاری													
آبیاری مطلوب	۰/۲۲۴b	۵۴a	۲۰۸/۱b	۱۹/۳۶b	۵۴b	۴۱/۴۳a	۱۱/۴۶b	۸/۶۳a	۴/۳۸a	۱/۱۳a	b۶/۶۱	۴/۲۳a	۲/۷۴a
تنش ملایم	۰/۳۴۳a	۵۳/۱۵a	۲۰۱/۸b	۲۰/۶۹a	۶۱/۹۶ab	۴۵/۴۳a	۱۲/۵۱a	۷/۱۶b	۴/۰۳a	۱/۲۴a	a۸/۲۷	۳/۶۴ab	۳/۷۲a
تنش شدید	۰/۳۳۱a	۴۴/۵a	۲۴۸/۴a	۲۱/۱۶a	۶۶/۱۷a	۳۲/۷۳b	۱۳/۱۲a	۷/۰۱b	۳/۸a	۱/۶۱a	a۸/۹۶	۳/۵۵b	۲/۹۲a
LSD (٪۵)	۰/۲۰۶	۱۹/۱۹	۲۸/۹۲	۱/۹۳	۸/۵۶	۵/۹۱	۰/۹۷	۱/۰۴	۰/۷۵	۱/۱۷	۰/۹۱	۰/۶۷	۱/۰۵

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- همبستگی صفات در سال دوم تحقیق

صفات	عیار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن	قند قابل استحصال	ضریب استحصال قند	ملاس	ماده خشک ریشه	عملکرد ریشه	عملکرد شکر سفید	محتوای کلروفیل	محتوای آب نسبی
سدیم	-۰/۸۹**											
پتاسیم	۰/۷۲*	-۰/۵۱*										
نیتروژن	-۰/۸۴**	-۰/۶۷**	۰/۶۹**									
قند قابل استحصال	۰/۹۸**	-۰/۹۴**	۰/۶۳**	۰/۸**								
ضریب استحصال قند	۰/۸۸**	-۰/۹۳**	۰/۴*	۰/۶۳**	۰/۹۳**							
ملاس	-۰/۶۱**	۰/۸۶**	ns	۰/۸۳**	۰/۹۲**	-۰/۵۴**						
ماده خشک ریشه	۰/۹۲**	-۰/۸۵**	-۰/۶۳**	۰/۸۳**	۰/۹۲**	۰/۸۲**	-۰/۶۱**					
عملکرد ریشه	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
عملکرد شکر سفید	۰/۸۶**	-۰/۸۴**	۰/۵۸**	۰/۷**	۰/۸۸**	۰/۸۱**	-۰/۶۳**	۰/۸**	۰/۳۳*			
محتوای کلروفیل	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	۰/۵۲*	ns		
محتوای آب نسبی	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	۰/۴۴*	ns	-۰/۹۳**	
کارائی مصرف آب	۰/۸۶**	-۰/۸۴**	۰/۵۴**	۰/۷۷**	۰/۹۲**	۰/۸۴**	-۰/۶۷**	۰/۷۹**	ns	۰/۹۵**	ns	ns

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴- رگرسیون گام به گام برای عملکرد شکر سفید بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیر مستقل

صفت اضافه شده به مدل	گام ۱	گام ۲	گام ۳
عدد ثابت	۰/۱۵۳۹	-۰/۷۴۰۱۵	-۲/۲۰۷
کارائی مصرف آب	۹/۹۳	۹/۶۲	۳/۶۵۹
عملکرد ریشه		۰/۰۲۴	۰/۰۵۴
قند قابل استحصال			۰/۲۵۸
ضریب تبیین(R^2)	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۸

اعداد، ضرایب معادله رگرسیونی در چند گام هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

سهرابی، ی.، م. شکیبا، م. عبدالهیان نوقانی، ف. رحیم زاده خویی، م. تورچی، و ک. فتوحی. ۱۳۸۵. ارزیابی اثر آبیاری محدود و زمان برداشت ریشه روی عملکرد و برخی خصوصیات کیفی چغندرقند. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۰: ۸- ۱۵.

صفرزاده ویشکایی، م. ۱۳۸۶. اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد بادام زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

نادعلی، ا.، ف. پاکنژاد، ف. مرادی، س. وزان، و م. نصری. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی متانول بر محتوی نسبی آب برگ و میزان فلورسانس کلروفیل برگ چغندر قند در شرایط تنش خشکی. مجله علوم زراعی ایران. ۴۱ (۴): ۷۳۰- ۷۴۰.

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

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

Clover, G., H. Smith, and K. Jaggard. 1996**.** The crop under stress.British Sugar Beet Review. 1996. 66(3): 17-19.

Cooke, D. and R. Scott. 1993**.** The sugar beet crop: Science Into Practice. Chapman and Hall, New York. 1993; 195pp.

Demmers-Derks., H., R. A. C. Mitchel, V.J. Mitchell, S.P. Driscoll, C. Gibbard, and D.W. Lawlor. 1996**.** Sugar beet under climatic change:photosynthesis and production. Aspect Appl Biol. 45:163-170.

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

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

Ford, M. and G. Thorne. 1967. The effect of Co2 concentration on the growth of sugar beet , barely, kale, maize. Ann Bot. 31:630-644.

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

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

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

Hemming, D. and R. Criddle.1995. Effects of methanol on plant.Journal of Plant Physiology. 146: 193-198.

Hogy, P. and P. Fangmeier. 2009. Atmospheric di-oxide carbon enrichment affects: 1. Aboveground biomass production and tuber yield. Europ. J. Agronomy. 30: 78-84.

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

Archive of SID

www.SID.ir

Nonomura, A. and A. Benson. 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proceeding of the national academy of sciences of the united states of American. 89: 9794-9798.

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

Paknejad, F., E. Majidiheravan, Q. Noor mohammadi, A. Siyadat, and S.Vazan.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.

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

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

Lambers, H., I. Stulen, and A. Werf. 1996**.** Carbon use in root respiration as affected by elevated di-oxide carbon, Plant and Soil. 187: 251-263.

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

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

Nadali, I., F. Paknejad, M. Soghani, F. Elahipanah, and M. Ghafari. 2011. Effect of methanol on yield, yield component and growth indices in chick pea. Journal Of Crop Ecophysiology. .2(3):176-184.

Nadali, I., F. Paknejad, F. Moradi, S. Vazan, M. Tookalo, M. Jami al ahmadi, and A.R. Pazoki, 2010. Effect of foliar application of methanol on sugar beet(Beta vulgaris). AJCS 4(6): 398-401 (2010).

Nonomura A.M. 1997. Method and composition for enhancing carbon 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.

Archive of SID

www.SID.ir