

# بررسی تأثیر تنش خشکی روی برخی خصوصیات کمی و کیفی ارقام جدید اصلاح شده چغندر قند

غلامرضا بخشی خانیکی<sup>۱\*</sup>، صدیقه جوادی<sup>۲</sup>، پرویز مهدی خانی<sup>۳</sup>، داوود طهماسبی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استاد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند، تهران - ایران  
<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد، علوم گیاهی، دانشگاه پیام نور مرکز تهران، تهران - ایران  
<sup>۳</sup> مربی، مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خوی، خوی - ایران  
<sup>۴</sup> کارشناسی ارشد، علوم گیاهی، دانشگاه پیام نور مرکز تهران، تهران - ایران

## چکیده

**سابقه و هدف:** به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر خواص اکوفیزیولوژیکی سه رقم چغندر قند، طرح تحقیقی با بلوک های نواری (استریپ پلات) با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی اجرا شد.  
**مواد و روش ها:** ارقام مورد بررسی رسول، شیرین و ۷۱۱۲ بودند. در شرایط تنش خشکی دو نوبت از آبیاری ها در موقع دو ماه پس از کاشت و ۱۰۰ روز پس از کاشت حذف گردید.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که اثر تنش روی صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر ناخالص، درصد قند، قند قابل استحصال، طول ریشه، وزن تر و خشک برگ و دمیبرگ، وزن تر ریشه، راندمان آب درصد قند و راندمان دما درصد قند و ماده خشک ریشه معنی دار بود ولی این تیمار بر روی صفات عملکرد شکر سفید، ناخالصی ازت و سدیم، قند ملاس، وزن خشک ریشه و راندمان آب ماده خشک ریشه اثر معنی داری نداشت. بیشترین عملکرد ریشه با ۶۶/۷۳ تن در هکتار از تیمار آبیاری معمولی به دست آمد. اثر رقم روی تمام صفات مورد بررسی به غیر از ناخالصی ازت و سدیم و قند ملاس معنی دار بود. رقم رسول از نظر عملکرد ریشه و مقدار شکر سفید به ترتیب با تولید ۷۵/۶۴ و ۸/۷۷ تن در هکتار با اختلاف معنی داری از بقیه بالاتر بود. با توجه به محیط های تنش و بدون تنش خشکی، کاهش وزن تر اندام هوایی بیان گر ذخیره سازی غیر یکسان آب در توده ها است. همچنین کاهش وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک کل بیانگر این است که تنش خشکی می تواند روی رشد قسمت های هوایی گیاه و وزن خشک کل تاثیر گذاشته و باعث کاهش آن ها گردد.

**نتیجه گیری:** صفت عملکرد شکر سفید، ناخالصی های ازت و سدیم، قند ملاس در دو محیط رطوبتی، تفاوت معنی داری نشان نداد. این بدان معنی است که اعمال تنش در دو مرحله اجرا شده در این آزمایش ضمن صرفه جویی در مصرف آب در زمان بحرانی آن (که آب در این زمان مورد نیاز غلات و سایر زراعت های رقیب در منطقه می باشد) تاثیر سوء قابل ملاحظه ای در مهم ترین صفت کمی و کیفی چغندر قند (مقدار قند قابل استحصال) نداشت. اثر متقابل دو فاکتور تنش و ارقام بر روی هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی دار نبود.

**کلمات کلیدی:** چغندر قند، تنش خشکی، صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی

## مقدمه

از دیر باز مورد توجه بوده و هم اکنون بیش از ۲۰۰ هزار هکتار از اراضی آبی کشور را به خود اختصاص داده است که مواد اولیه تعداد ۳۸ کارخانه قند موجود در کشور را تامین می نماید. استان خراسان بالاترین سطح زیر کشت و تولید قند و شکر کشور را دارد که از ۱۰ کارخانه قند موجود در آن بدست می آید. چغندر قند گیاهی است که به شوری و خشکی نسبتاً مقاوم بوده و می تواند دوره های کوتاه

چغندر قند به عنوان یکی از اصلی ترین منابع تولید شکر در ایران

آدرس نویسنده مسئول: گروه زیست شناسی، دانشکده ی علوم زیستی،  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند  
Email: Bakhshi@pnu.ac.ir  
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۳/۰۳  
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۳۱

طریق مقدار عملکرد قند خالص نیز کاهش می یابد. شاید دلیل این امر زمان بروز تنش خشکی است که در اواسط فصل رشد و موقعی است که هنوز تاج گیاه به حداکثر رشد خود نرسیده است. کمبود آب در این مرحله سبب کاهش سطح برگ، درصد پوشش سبز و افزایش تنفس شده و همچنین صرف انرژی برای رشد مجدد برگ ها و اندام هوایی باعث کاهش عملکرد ریشه گردیده که شدت آن با زمان بروز تنش و نوع رقم کاملاً مرتبط است. همچنین در حالت تنش میزان قند ملاس نیز کاهش پیدا می کند که ناشی از پایین آمدن ناخالصی های ازت، سدیم و پتاسیم می باشد.

نتایج نشان می دهد که گزینش چغندر قند تحت تنش خشکی در طول دوره رویشی تأثیر زیادی در افزایش تحمل به خشکی گیاه در مراحل مختلف دوره رویشی آن داشته و نشان می دهد که گزینش در شرایط تنش بسیار سخت برای شرایطی که شدت تنش کمتر است مؤثر می باشد (فضلی و همکاران، ۱۳۷۷). گوهری و توحیدلو (۱۳۷۷) تأثیر کم آبی در ابتدای دوره رشد را بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق صفات وزن ریشه، عملکرد شکر ناخالص و عملکرد شکر سفید تحت تأثیر مقدار تنش قرار گرفتند و تیمارها با هم اختلاف معنی داری نشان دادند. با توجه به نتایج بدست آمده اعمال تنش بعد از آبیاری حدود ۴۵ روزگی از رشد گیاه و مقدار مصرف ۶۰٪ رطوبت قابل استفاده، مطلوب ترین حالت بوده که ضمن صرفه جویی یک نوبت آبیاری افزایش محصول نیز به همراه داشته است. همچنین نتایج حاصل بیانگر افت کمی و کیفی محصول در آبیاری زود به زود (قبل از مصرف ۶۰٪ رطوبت قابل استفاده) می باشد.

این تحقیق با هدف تعیین میزان تحمل برخی ارقام چغندر قند به تنش خشکی محدود، از نظر برخی صفات اکولوژیکی و فیزیولوژیکی اجرا شد تا بر اساس نتایج آن الگویی برای مدیریت بهتر و موثرتر آب در مزارع ارایه شود. همچنین اطلاعات بدست آمده در برنامه های به نژادی چغندر قند به منظور تولید ارقام برتر برای مناطق کم آب به پژوهشگران چغندر قند کمک شایانی خواهد نمود.

#### مواد و روش ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. منطقه خوی از لحاظ آب هوایی جزء

کم آب را بخوبی تحمل کند، بدون اینکه کاهش قابل ملاحظه ای در عملکرد آن ایجاد شود. از نظر شوری، فقط پنبه و جو در مقایسه با چغندر قند تحمل بیشتری دارند. صفاتی که موجب تحمل به شوری و خشکی در این گیاه می شوند عبارت است از دوره رویشی طولانی، بدون مرحله حساس گل دهی، سیستم ریشه عمیق و ظرفیت آن برای تنظیم اسمزی می باشند (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵). مصرف سرانه شکر در کشور حدود ۲۹ کیلوگرم است که در چند سال اخیر افزایش چشمگیری یافته است ولی هنوز با استاندارد های جهانی (۳۵ کیلوگرم) فاصله دارد. با توجه به سطح زیر کشت وسیع چغندر قند در کشورمان و از طرفی اهمیت آن در تولید مهم ترین منبع تامین انرژی در بدن، تحقیقات وسیع و دامنه داری در موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندر قند در کرج و مراکز برخی استان ها در زمینه های مختلف تولید و فرآوری و همچنین رفع برخی محدودیت های موجود، در حال انجام می باشد.

یکی از عکس العمل های درونی گیاه به کمبود آب علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه ها است. در شرایط فاریاب قبل از برداشت غده ها برای این که درصد قند افزایش یابد، باید مدتی گیاه را پژمرده نمود. این عمل، موجب افزایش غلظت ساکارز ناشی از کاهش میزان آب نسبت به مقدار ماده خشک می شود. درصد قند در ماده خشک و مقدار ماده خشک عاری از ساکارز بدون تغییر باقی می ماند. در تنش شدید وزن تازه غده ها به مقدار ۰/۴ تن در هکتار به ازاء هر روز تنش کاهش می یابد. اثر نهایی آن کاهش مقدار قند به مقدار ۱۴ کیلوگرم در هر هکتار به ازاء هر روز تنش است (Harvey et al., 1993). در رابطه با مقدار بحرانی رطوبت برای چغندر قند، باید توجه داشت که چون اثرات رژیم رطوبتی بر رشد ریشه و تجمع قند در آن متفاوت است، بنابراین مقدار بحرانی برای این دو فرایند مشابه نیست. بدین ترتیب در یک تنش مشخص از رطوبت خاک عملکرد ریشه ممکن است کاهش یابد در حالی که تأثیر سوئی بر عملکرد واقعی قند نداشته باشد. بنابراین می توان مقداری آب را بدون تلف شدن عملکرد قند ذخیره نمود (Hang et al., 1986).

مهدی خانی (۱۳۸۲) گزارش نمود که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد ریشه و افزایش درصد قند می شود و از این

نوبت از آبیاری ها در موقع دو ماه پس از کاشت و ۱۰۰ روز پس از کاشت حذف گردید. آبیاری به صورت نشتی و با استفاده از لوله های سیفونی انجام شد. قبل از هر آبیاری رطوبت خاک آن تعیین و به محض رسیدن به رطوبت مورد نظر، مزرعه آبیاری گردید. در کل در شرایط تنش خشکی در دو نوبت هر یک به مدت بیست و سه روز تنش خشکی اعمال گردید و در مجموع نسبت به شرایط بدون تنش مقدار ۲۸۵۰ متر مکعب در هکتار کمتر آب مصرف گردید. آبیاری به طور متوسط هر ۱۱ روز یک بار انجام گرفت.

#### صفات مورد بررسی

**مساحت برگ:** برای اندازه گیری مساحت برگ تعداد سه برگ شماره های ۶-۷-۸ از سه بوته بطور تصادفی در هر تیمار انتخاب و پس از ترسیم محیط برگ ها روی کاغذ های مات و سپس از طریق دستگاه مساحت سنج مقدار مساحت هر یک از برگ ها به سانتی متر مربع برآورد و میانگین این ۹ برگ برای این صفت منظور شد.

**شاخص سطح برگ:** برای تعیین شاخص سطح برگ در هر یک از تیمارها از روش وزنی استفاده گردید. به این ترتیب که ابتدا از هر تیمار تعداد پنج عدد پهنک انتخاب و پس از تعیین مجموع مساحت آنها، از طریق تناسب وزن کل پهنک برگ ها، شاخص سطح برگ محاسبه گردید (شیخ الاسلامی، ۱۳۷۶).

**تعداد برگ:** در سه تاریخ ۸۸/۴/۳ و ۸۸/۵/۲۵ و ۸۸/۷/۱ تعداد برگ های کل پنج بوته علامت گذاری شده در هر تیمار شمارش و ثبت گردیده و میانگین آن ها برای این صفت منظور شد.

**عملکرد ریشه:** در زمان برداشت (اواسط آبان ماه) برای تعیین عملکرد ریشه، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، تمامی بوته ها برداشت، شمارش و پس از سرزنی، ریشه ها وزن گردید. یک نمونه ۲۵-۲۰ کیلوگرمی از هر یک از تیمارها تهیه و برای تهیه خمیر ریشه و انجام تجزیه های کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه چغندر قند در کرج ارسال گردید. **طول ریشه:** برای اندازه گیری طول ریشه، تعداد ۱۰ ریشه سالم را انتخاب و طول آن ها با متر پارچه ای دقیقا اندازه گیری و سپس میانگین طول آن ۱۰ ریشه، به عنوان طول ریشه تیمار مورد نظر منظور شد.

**اندازه گیری وزن تر ریشه:** در سه تاریخ ۸۸/۴/۳ و ۸۸/۵/۲۵

مناطق سرد و معتدل محسوب شده و در  $38^{\circ}$  و  $33'$  طول شرقی و  $44^{\circ}$  و  $58'$  عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۴۵ متر می باشد. این منطقه با داشتن متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی متر و همچنین  $180-150$  روز خشک جزو مناطق آب و هوایی مدیترانه ای گرم و خشک و با داشتن زمستانی سرد و مرطوب و تابستانی گرم و خشک جزو مناطق رژیم رطوبتی خشک محسوب می شود. در سال زراعی ۱۳۸۸ متوسط بارندگی ماهانه  $28/29$  میلی متر و حداقل و حداکثر درجه حرارت مطلق  $7/6-$  و  $33/9$  درجه سانتی گراد گزارش گردیده است. خاک مزرعه مورد آزمایش دارای بافت لوم رسی بوده و جزء خاک های رسوبی است. pH خاک مزرعه  $7/9$  و EC آن بطور متوسط  $7/6$  mmohs/cm می باشد.

در اجرای این تحقیق از تعداد ۳ رقم منوژم چغندر قند هیبرید جدید اصلاح شده توسط مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج استفاده شد. رقم رسول؛ تریپلوئید، تیپ نرمال محصولی (NE)، عملکرد ریشه بسیار خوب، عملکرد قند بسیار خوب، درصد قند بالا، متحمل به بولتینگ و سرکسپورا، رقم شیرین؛ دیپلوئید، تیپ قندی (Z)، عملکرد ریشه خوب، عملکرد قند بسیار خوب، درصد قند بسیار بالا، متحمل به بولتینگ و رقم ۷۱۱۲؛ تریپلوئید، تیپ نرمال محصولی (NE)، عملکرد ریشه بسیار خوب، عملکرد قند بسیار خوب، درصد بالا، متحمل به بولتینگ بودند. هر رقم در سه خط، بطول ۴ متر کاشته شد. فاصله بین دو تکرار متوالی در یک آزمایش ۱ متر و فاصله دو آزمایش تنش و بدون تنش خشکی جهت جلوگیری از تاثیر بر روی هم دیگر، چهار متر منظور شد. مساحت کل زمین اجرای آزمایش ۱۱۲۴ متر برآورد گردید. از آنجایی که چغندر قند در مراحل اولیه رشد به تنش های محیطی مانند خشکی حساس است. بنابراین در مرحله جوانه زنی، آبیاری به اندازه کافی انجام گردید تا در مراحل اولیه رشد آسیبی به گیاه وارد نگردد و در مراحل اولیه معمولا مشکل کمبود آب نیز وجود ندارد. بنابراین پس از استقرار کامل گیاه تیمارهای آبیاری اعمال شد. در شرایط بدون تنش بعد از استقرار گیاه (در مرحله ۶-۴ برگی) زمانی که ۵۵-۵۰ درصد از رطوبت قابل استفاده از دسترس گیاه خارج شد، آبیاری صورت گرفت و در شرایط تنش خشکی دو

**تجزیه های آزمایشگاهی:** برای تعیین درصد قند و خصوصیات تکنولوژیکی چغندر قند مجموع ریشه های هر کرت در آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات چغندر قند در کرج مورد تجزیه قرار گرفت. روند کار در این آزمایشگاه به این نحو است که از ریشه های هر کرت پس از شستشو، خمیر گیری می شود. برای تجزیه مواد قندی و غیر قندی موجود در نمونه های ارسالی، حداقل ۲۶ گرم از خمیر ریشه مورد نیاز می باشد که به طور تصادفی و یکنواخت از کل توده و بوسیله اهر مخصوص بنام آمورک تهیه می شود. سپس خمیر نمونه ها به نسبت هر ۲۶ گرم با ۱۷۷/۷ میلی لیتر استات بازی سرب مخلوط و توسط جریان مغناطیسی به خوبی آمیخته و سپس صاف می گردد. قسمتی از محلول صاف شده را توسط قیفی به داخل سیستم می فرستند تا بر اساس میزان انحراف نور پلاریزه درصد قند نمونه مشخص شود. بخش دیگری از محلول صاف شده را مجدداً در مخزن دستگاه ساکارومتر می ریزند تا این بار به طریق فلیم فتومتر می مقدار املاح سدیم و تعیین شود. این عمل از طریق مقایسه با طیف نشتی لیتیوم که قبلاً کالیبره شده است مقادیر سدیم را تعیین می کند. در مرحله بعد مقداری از محلول صاف شده به منظور تعیین ازت مضر (کلیه ترکیبات آلی ازت مثل اسیدهای آمینه) مورد استفاده قرار می گیرد. برای سنجش ترکیبات ازته از روش عدد آبی استفاده می شود. در ارتباط با تعیین مقدار قند موجود در ملاس Zm و اثرات این مواد ناخالص در آن از فرمولی بنام فرمول رینوفلد Rinofeld استفاده می شود.

$$Zm = 0.343 (Na + K) + 0.094 N - 0.29$$

رینوفلد فرمول فوق را با در نظر گرفتن اسیدهای آمینه که اصطلاحاً در چغندر قند ازت مضر نامیده می شوند پیشنهاد کرد. در آلمان این فرمول به عنوان فرمول رسمی برای تعیین کیفیت قند شناخته شده است. همچنین از حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند عملکرد ناخالص و از حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند قابل استحصال، عملکرد قند خالص محاسبه می شود (شیخ الاسلامی، ۱۳۷۶).

قند قابل استحصال که از طریق فرمول تجربی زیر به دست می آید یکی از صفات مهم در برنامه های سلکسیون چغندر قند است. در این فرمول مقدار ۰/۶ ضریب افت استحصال در

و ۸۸/۷/۱ مقدار یک متر مربع از هر تیمار برداشت و نسبت به اندازه گیری مقدار وزن تر ریشه ها پس از سرنی آن ها اقدام گردید.

**وزن خشک ریشه:** برای اندازه گیری این صفت مقداری از خمیر ریشه (حدود ۱۰۰ گرم)، توزین شده (وزن تر) و سپس آن را در اتوکلاو در درجه حرارت ۱۰۵ درجه به مدت دو روز نگهداری و پس از این مدت دوباره وزن گردیده (وزن خشک) و در نهایت با استفاده از وزن تر غده ها درصد وزن خشک محاسبه شده است (شیخ الاسلامی، ۱۳۷۶).

**راندمان دما قند:** یکی از مهم ترین شاخص های اکوفیزیولوژیکی انتخاب ارقام با پتانسیل عملکرد کمی و کیفی بالا، راندمان استفاده از مقدار دمای جذب شده توسط گیاه در فرآیند کربوهیدرات سازی است. این پارامتر از طریق تقسیم مقدار کل دمای جذب شده در طول سال به مقدار در صد قند موجود در گیاه حاصل می آید (Roderick, 1990).

**راندمان دما ماده خشک:** مقدار تولید ماده خشک ریشه گویای عملکرد گیاه در تولید ناخالص گیاهی است و هر گیاهی که بتواند با استفاده از دما ماده خشک بیشتری تولید نماید از پتانسیل تولید بالاتری برخوردار خواهد بود. این پارامتر از طریق تقسیم مقدار کل دمای جذب شده توسط گیاه به کل ماده خشک تولید شده حاصل آمد (Roderick, 1990).

**راندمان آب قند:** با توجه به محدودیت منابع در کشور و دنیا، گیاهانی که بتوانند با استفاده از واحد آب دریافتی از طریق ریشه به حداکثر عملکرد کمی و کیفی دست یابند بی شک در آینده، شانس بیشتری برای تولید خواهند داشت. این پارامتر از طریق نسبت مقدار کل آب مصرفی در هکتار مزرعه چغندر قند به مقدار درصد قند موجود در ریشه بدست آمد. لازم به ذکر است که کل آب مصرفی برای هر آزمایش، شرایط معمولی و تنش خشکی از طریق کارگزاری دو عدد پارشال فلوم در مبادی ورودی و خروجی آب آبیاری اندازه گیری و ثبت شده بود.

**راندمان آب ماده خشک:** این صفت نیز از طریق نسبت مقدار کل آب مصرفی در هکتار مزرعه چغندر قند به کل ماده خشک ریشه در هکتار بدست آمد. با استفاده از سنجش این پارامتر در ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش اعمال شده می توان به کارآیی ارقام در شرایط تنش پی برد.

کارخانجات قند ایران است.

$$(SC - MS) - 0.6 = WSC$$

### محاسبات آماری

تجزیه واریانس داده ها بر اساس طرح بلوک های خرد شده نواری و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم افزار MSTATC انجام گرفت. کلیه ی منحنی ها و نمودار ها نیز توسط نرم افزار EXCEL رسم گردید.

### یافته ها و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده های آزمایشی نشان داد که تاثیر تنش خشکی و رقم، روی عملکرد ریشه چغندر قند در سطح یک درصد معنی دار بود. عملکرد ریشه در چغندر قند شدیداً به هر گونه کم آبی حساس بوده و با بروز تنش، کاهش یافت. این مورد در نتایج سایر محققین نیز درج گردیده است (گوهری و همکاران، ۱۳۷۷). رقم رسول با عملکرد ریشه ۷۵/۶۴ تن در هکتار نسبت به دو رقم دیگر بالاتر بود.

درصد قند ریشه ارتباط مستقیم با مقدار ماده خشک ریشه دارد و با بروز تنش خشکی بر مقدار ماده خشک و نهایتاً درصد قند افزوده می شود. درصد قند نیز شدیداً تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته و در تیمار تنش خشکی با ۱۷/۹۶ درصد، نسبت به شرایط عادی با ۱۶/۳۷ درصد اختلاف معنی دار نشان داد. یکی از واکنش های درونی گیاه چغندر قند به کمبود آب علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه است و انباشتن قندهای محلول (ساکارز و فروکتوز) به عنوان تنظیم کننده اسمزی گیاهان مختلف در مقابله با اثرات ناشی از تنش است. رقم شیرین با ۱۹/۴۲ درصد بالاترین مقدار را با اختلاف معنی دار در سطح یک درصد به خود اختصاص داد. با توجه به اینکه رقم شیرین از نظر تیپ، قندی محسوب می گردد بنا بر این درصد قند بالاتر در این رقم از این لحاظ قابل توجیه است. متوسط قند قابل استحصال در شرایط معمولی آبیاری ۱۱/۸۹ درصد و در شرایط تنش خشکی ۱۳/۲۶ درصد بود که اختلاف معنی داری در سطح یک درصد در دو محیط دیده شد. بالاترین مقدار قند قابل استحصال متعلق به رقم شیرین بود (وزیری، ۱۳۷۷). به این نتیجه رسید که تاثیر آبیاری و تنش های اعمال شده بر روی درصد قند و قند قابل استحصال

معنی دار نبود. عدم مطابقت این نتیجه با نتایج تحقیق حاضر شاید ناشی از شدت و زمان های اعمال تنش بوده است. مهمترین صفت در رابطه با چغندر قند عملکرد شکر سفید است که در واقع همان عملکرد اقتصادی چغندر قند که داخل کیسه می شود و از حاصل ضرب درصد قند قابل استحصال در عملکرد ریشه حاصل می شود (امجدی، ۱۳۸۲). متوسط عملکرد شکر سفید در شرایط معمولی ۹۱/۷ و در شرایط تنش خشکی ۷/۰۳ تن در هکتار بود که اختلاف معنی داری در دو محیط دیده نشد (جدول ۱). اثر رقم روی عملکرد شکر سفید در سطح ۵ درصد معنی دار شد و بالاترین مقدار متعلق به رقم رسول با ۸/۷۷ تن در هکتار بود. تنش اعمال شده باعث کمی کاهش در عملکرد شکر خالص گردیده ولی این مقدار معنی دار نبود (جدول ۲). همین نکته نشانگر این است که می توانیم با حذف دو نوبت آبیاری و صرفه جویی در مقدار آب آبیاری و وقت بدون کاهش عملکرد در هزینه های تولید صرفه جویی نمود. با این که می دانیم بر اساس تحقیقات زیادی که انجام گرفته است، در اثر تنش خشکی مقدار عملکرد ریشه و متعاقب آن، عملکرد شکر خالص نیز کاهش می یابد ولی نوع تنش و زمان اعمال آن و همچنین شدت تنش خشکی در ایجاد این تغییرات موثر است. بر اساس تحقیقات انجام گرفته (پرویزی، و همکاران، ۱۳۷۷)، تنش خشکی سبب کاهش ناخالصی های موجود در ریشه شده و عکس العمل ارقام مختلف در این رابطه متفاوت است. اما نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی اعمال شده در این آزمایش با توجه به ماهیت تنش و زمان و شدت آن سبب اختلاف معنی داری در ناخالصی های ازت و سدیم نشده است. افزایش املاح معدنی غیر قندی در عصاره ریشه چغندر قند مانع از استحصال شکر در فرآیند تبلور در کارخانجات قند شده و منجر به افزایش درصد قند ملاس می گردد که در واقع شاخصی برای تعیین مقادیر افت در تولید شکر می باشد. اثر تنش خشکی اعمال شده در این آزمایش و ارقام، بر این صفت، معنی دار نشدند. به طور کلی تنش رطوبتی در اواخر دوره رشد چغندر قند باعث افزایش ناخالصی های ریشه شده و از این طریق راندمان استحصال را کاهش می دهد شده و از این طریق راندمان استحصال را کاهش می دهد و قند ملاس افزایش می یابد (میرزایی و رضوانی، ۱۳۸۵). علت عدم

رقم روی شاخص سطح برگ بسیار معنی دار (در سطح یک درصد) شد و رقم رسول بیشترین مقدار این صفت را دارا بود. تنش اعمال شده مقدار وزن تر برگ را کاهش داده است و این کاهش نسبت به شرایط عادی در سطح ۵ درصد معنی دار بود. اثر رقم روی این صفت بسیار معنی دار بود. بیشترین مقدار وزن تر برگ مربوط به رقم رسول و کمترین آن مربوط به رقم ۷۱۱۲ بود (جدول ۱).

تطابق نتیجه بدست آمده با نتایج برخی محققین، ماهیت و شدت تنش اعمال شده در این آزمایش می باشد. در شرایط تنش خشکی اصولاً کاهش سطح برگ چغندر قند منجر به جلوگیری از اتلاف آب از طریق تعرق شده و موجب کاهش فتوسنتز می گردد (پرویزی آلمانی و همکاران، ۱۳۷۷). در این بررسی اثر تنش بر روی شاخص سطح برگ معنی دار نشد که ناشی از ماهیت تنش اعمال شده می باشد. ولی اثر

جدول ۱- آنالیز واریانس داده های آزمایشی رقم و تنش رطوبتی بر روی صفات مورد بررسی

میانگین مربعات		منابع تغییر رقم* تنش درجه آزادی
رقم	تنش	
۲	۱	۲
۴۵۶۱/۲۸۷**	۱۹۱۲/۴۴۹**	عملکرد ریشه ۱۵/۷۴۶ <sup>ns</sup>
۷۵/۲۵۲**	۳۴/۱۶۱**	درصد قند ۳/۳۶۰ <sup>ns</sup>
۹۳/۳۸۶**	۲۵/۰۸۸**	قند قابل استحصال ۳/۵۲۹ <sup>ns</sup>
۸۵/۳۲۱**	۲۲/۰۶*	عملکرد شکر ناخالص ۳/۱۸۵ <sup>ns</sup>
۲۳/۹۱*	۱۱/۱۴ <sup>ns</sup>	عملکرد شکر سفید ۱/۰۷ <sup>ns</sup>
۳/۳۱۵*	۱/۲۱۵ <sup>ns</sup>	ناخالصی ازت ۰/۱۲۷ <sup>ns</sup>
۰/۵۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>	ناخالصی سدیم ۰/۱۱۹ <sup>ns</sup>
۰/۵۸۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	قند ملاس ۰/۰۹۰ <sup>ns</sup>
۲۰/۶۲۲**	۱/۵۹۵ <sup>ns</sup>	شاخص سطح برگ ۰/۲۱۲ <sup>ns</sup>
۱/۵۵۵**	۰/۳۷۸*	وزن تر برگ ۰/۰۳۶ <sup>ns</sup>
۴۳/۳۷۶**	۱۰/۲۹*	وزن خشک برگ ۰/۲۹۲ <sup>ns</sup>
۱/۶۴۱**	۴/۷۰۸*	وزن تر دمبرگ ۰/۰۵۴ <sup>ns</sup>
۹/۱۷۲**	۱۷/۹۲۳**	وزن خشک دمبرگ ۰/۱۴۴ <sup>ns</sup>



۴۱/۳۵۰**	۲۲/۴۰۷**	وزن تر ریشه ۰/۱۳۳ <sup>ns</sup>
۲۷/۱۷۶*	۰/۱۹۴ <sup>ns</sup>	وزن خشک ریشه ۲/۱۷۱ <sup>ns</sup>
۱۲۶۳/۴۸**	۲۹/۶۰*	طول ریشه ۰/۰۵۲ <sup>ns</sup>
۸۹۸۰۲/۳۵۳**	۶۴۵۷۲۲/۶۵۲**	راندمان آب درصد قند ۶۶۰/۰۸۵ <sup>ns</sup>
۱/۰۱۴**	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	راندمان آب وزن خشک ریشه ۰/۰۶۶ <sup>ns</sup>
۱۴۴۸۰/۳۲**	۷۲۰۵/۲۱۴**	راندمان آب درصد قند ۳۷۳/۶۴۹ <sup>ns</sup>
۰/۱۷۳**	۰/۱۲۹**	راندمان دما وزن خشک ریشه ۰/۰۲۲ <sup>ns</sup>

\* و \*\* به ترتیب معنی دار بودن در سطوح پنج درصد و یک درصد و <sup>ns</sup> عدم معنی دار بودن

وزن تر دمبرگ نیز به تبعیت از وزن تر برگ تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت و در شرایط با تنش خشکی بطور معنی داری کاهش یافت. وزن تر دمبرگ در شرایط عادی بیشتر از شرایط با تنش خشکی بود. (فضلی و همکاران، ۱۳۷۷) در تحقیقات جداگانه نشان دادند که در ارقام متحمل به خشکی، موقع بروز تنش خشکی،

اثر تنش خشکی روی وزن خشک برگ در سطح ۵ درصد معنی دار بود. وزن خشک برگ در آبیاری عادی ۱۴/۱۸ درصد وزن تر برگ و در محیط با تنش خشکی ۱۵/۰۵ درصد بود. ارقام نیز تفاوت معنی داری در سطح یک درصد از لحاظ وزن خشک برگ داشتند که بیشترین مقدار آن در رقم شیرین بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات با تفاوت معنی دار مورد بررسی در ارقام مختلف تحت تنش خشکی

ارقام	شرایط آبیاری		فاکتورهای آزمایشی
	نرمال	تنش	صفات مورد بررسی
۷۱۱۲			شیرین رسول
۶۲/۷۳B	۶۶/ ۷۳A	۵۴/۸۳B	عملکرد ریشه (ton/ha) ۷۵/۶۴ A ۴۳/۹۸C
۱۵/۴۴C	۱۶/۳۷B	۱۷/۹۶ A	درصد قند ۱۶/۶۴B ۱۹/۴۲A
۱۰/۸۴C	۱۱/۸۹B	۱۳/۲۶A	درصد قند قابل استحصال ۱۱/۷۳B ۱۵/۱۵A
۹/۴۰B	۱۰/۷۷ A	۹/۴۹B	عملکرد شکر ناخالص (ton/ha) ۱۲/۵۸ A ۸/۴۱C
۶/۹۸ B	۷/۹۱ A	۷/۰۳ A	عملکرد شکر سفید (ton/ha) ۸/۷۷ A ۶/۶۲B
۴/۰۲B	۴/۳۳A	۳/۹۹A	شاخص سطح برگ ۵/۳۰A ۳/۱۷C
۱/۴۲C	۱/۵۳A	۱/۳۶B	وزن تر برگ (kg/m <sup>2</sup> ) ۱/۷۵A ۱/۶۳B

۱۳/۳۰C	۱۴/۱۸ A	۱۵/۰۵ A	وزن خشک برگ (درصد)
			۱۴/۲۳B ۱۶/۳۳A
۱/۶۶B	۱/۹۹A	۱/۴۱B	وزن تر دمبرگ (kg/m <sup>2</sup> )
			۲/۰۲A ۱/۴۲B
۱۱/۲۳B	۱۱/۱۷ B	۱۲/۳۲ A	وزن خشک دمبرگ (درصد)
			۱۱/۴۴B ۱۲/۵۶A
۵/۹۹B	۶/۵۳ A	۵/۲۷B	وزن تر ریشه (kg/m <sup>2</sup> )
			۷/۳۵A ۴/۳۲C
۱۸/۷۷ B	۱۹/۶۵A	۱۹/۷۷A	وزن خشک ریشه (درصد)
			۱۹/۲۶ B ۲۱/۱۰A
۴۰/۱۹A	۳۱/۲۸B	۳۲/۷۶A	طول ریشه (cm)
			۳۲/۳۹ B ۲۳/۴۶C
۷۰/۸۲۳A	۷۵۶/۶۴A	۵۳۷/۹۳B	راندمان آب درصد قند (m <sup>3</sup> /قند%)
			۶۶۳/۷۶B ۵۶۹/۸۷C
۱/۲۳۴A ۰/۹۲۷B	۰/۹۷۵ A	۰/۹۷۶A	راندمان آب وزن خشک ریشه (kg/m <sup>3</sup> )
			۰/۷۶۷C
۲۷/۷۷ A	۲۶۵/۶۲ A	۲۴۲/۵۱B	راندمان دما درصد قند (O <sup>c</sup> /قند%)
			۲۶۰/۳۴ B ۲۲۳/۱۰C
۲۰۳/۰۳C ۲۲/۲۴A	۲۱/۰۲ A	۲۱۶/۶۹B	راندمان دما وزن خشک ریشه (kg/O <sup>c</sup> )
			۲۲۲/۴۳ B

اعدادی که دارای حرف مشترک هستند از لحاظ آماری معنی دار نمی باشند.

بین ارقام نیز بالاترین وزن تر ریشه مربوط به رقم رسول بود و کمترین آن در رقم شیرین به دست آمد (جدول ۱). اثر تنش خشکی اعمال شده روی وزن خشک ریشه بر خلاف نتایج کارهای بیشتر محققین (امجدی، ۱۳۸۲) معنی دار نشد که علت این موضوع را باید در نوع، شدت و زمان اعمال تنش جستجو نمود. هدف از این تحقیق بیشتر، امکان صرفه جویی در دو آبیاری، در زمانی بود که برای زراعت های دیگر، این آب ضروری است. لذا در این تحقیق تنش شدید که روی وزن خشک ریشه تاثیر گذار باشد اعمال نشد. بیشترین وزن خشک ریشه در بین ارقام مورد بررسی، با اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد نسبت به سایرین در رقم شیرین حاصل شد. اثر تنش خشکی روی طول ریشه در سطح ۵ درصد معنی دار شد. طول ریشه در شرایط عادی کمتر از شرایط با تنش خشکی بود. در تحقیقی که با دو تنش خشکی دیر هنگام و زود هنگام در مزرعه چغندر قند در انگلستان انجام گرفت مشاهده شد که بسیاری از ریشه ها تا عمق ۶۰ سانتی متری خاک از بین رفتند و توسعه سیستم ریشه زیر این عمق به کندی صورت گرفت و

وزن اندام هوایی چغندر قند کم شده و بدین ترتیب گیاه انرژی کمتری را از طریق تنفس از دست می دهد. اثر رقم در این آزمایش در سطح یک درصد معنی دار شد، بیشترین مقدار وزن تر دمبرگ مربوط به رقم رسول و کمترین آن مربوط به رقم شیرین بود (جدول ۱). اثر تنش خشکی اعمال شده روی وزن خشک دمبرگ بسیار معنی دار شد و در شرایط تنش به مقدار زیادی وزن خشک دمبرگ افزایش یافت. همچنین اثر رقم نیز روی این صفت بسیار معنی دار بود و رقم شیرین و رقم ۷۱۱۲، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ماده خشک دمبرگ را به خود اختصاص دادند. (امجدی، ۱۳۸۲) در بررسی های خود به اختلاف موجود بین ارقام و ژنوتیپ های چغندر قند از لحاظ وزن خشک دمبرگ اشاره کرده است (جدول ۲). وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تنش و رقم قرار گرفت. بیشترین مقدار آن در تیمار بدون تنش با میانگین ۶/۵۳ کیلوگرم در متر مربع بود که نشان دهنده تأثیر آب در رشد، تقسیم سلول ها و غذاسازی گیاه می باشد. در



می باشد. اثر رقم نیز بر مقدار درجه حرارت جذب شده به ازای هر واحد درصد قند در سطح یک درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که رقم ۷۱۱۲ با ازای تولید هر واحد درصد قند به ۲۷۸/۷۷ درجه سانتی گراد دما نیاز دارد که نسبت به دو رقم دیگر بالاتر است. کمترین مقدار مربوط به رقم شیرین با ۲۲۳/۱۰ درجه سانتیگراد است (جدول ۱). یکی از پارامترهای تعیین کننده در راندمان فعالیت های فیزیولوژیک چغندر قند، مقدار درجه حرارت جذب شده به ازای هر واحد ماده خشک ریشه است که ارتباط مستقیم و تنگاتنگ با درصد قند دارد. اثر تنش خشکی روی مقدار درجه جذب شده به ازای هر واحد ماده خشک ریشه بسیار معنی دار بود. مقدار مجموع دمای لازم برای تولید واحد ماده خشک ریشه در شرایط تنش خشکی ۲۱۶/۶۹ درجه سانتیگراد و در شرایط عادی ۲۱۸/۰۲ درجه سانتی گراد بود که نسبت به هم اختلاف معنی دار در سطح یک درصد داشتند. اثر رقم روی مقدار درجه جذب شده به ازای هر واحد ماده خشک ریشه در سطح یک درصد معنی دار بود و مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که رقم شیرین با جذب حرارت کمتری (۲۰۳/۰۳ درجه سانتیگراد) توانسته بیشترین مقدار ماده خشک ریشه را تولید نماید در حالیکه رقم ۷۱۱۲ با ۲۲۸/۲۴ درجه سانتیگراد بیشترین مقدار درجه حرارت را برای این کار لازم داشت (جدول ۲ و ۱).

### نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش به نژادگران چغندر قند توصیه می شود تا در برنامه های اصلاحی خود این نکته را مد نظر داشته باشند که اثر تنش خشکی روی صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر ناخالص، درصد قند، قند قابل استحصال، طول ریشه، وزن تر و خشک برگ و دم برگ، وزن تر ریشه، راندمان آب درصد قند و راندمان دما درصد قند و ماده خشک ریشه می تواند معنی دار باشد بنابراین باید علاوه بر ای اثرات روش های آبیاری را نیز اصلاح نمایند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه محققین مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی (جهاد کشاورزی) که ما را در انجام

در نتیجه مقدار آب قابل استفاده در لایه های خاک خیلی زود تخلیه شده و گیاه دچار تنش رطوبتی گردید (جدول ۱). تنش زود هنگام بیشترین کاهش در جذب نور و همچنین کاهش عملکرد ریشه را باعث شد (Brown et al. 1987). ارقام اختلاف معنی داری در سطح یک درصد از لحاظ طول ریشه نشان دادند که طویل ترین ریشه مربوط به رقم شیرین بود. مقدار آب آبیاری مصرفی به ازای هر واحد درصد قند، در واقع ارتباط یکی از شاخصه های اکولوژیکی محیط اطراف را با فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه بیان می کند و از نسبت مقدار کل آب آبیاری مصرفی به درصد قند هر رقم در واحد سطح حاصل می شود و در این آزمایش اثر تنش خشکی بر آن در سطح یک درصد معنی دار است. چغندر قند در عکس العمل به تنش کم آبی معمولاً قسمتی از روزنه های خود را بسته و سطح برگ را کم می کند تا با مصرف آب کمتری به فعالیت های فیزیولوژیکی خود ادامه دهد. در شرایط با تنش خشکی به ازای مصرف ۵۳۷/۹۳ متر مکعب آب یک درصد به عیار قند افزوده شد در حالی که این مقدار در شرایط عادی ۷۵۶/۶۴ متر مکعب بود. اثر رقم روی این صفت نیز بسیار معنی دار شد و رقم شیرین با حداقل آب مصرفی (۵۶۹/۸۷ متر مکعب) توانست یک واحد به درصد قند ریشه بیافزاید در حالی که این رقم برای رقم ۷۱۱۲ بیشترین مقدار (۷۰۸/۲۳ متر مکعب) بود. اثر تنش خشکی اعمال شده بر روی مقدار آب آبیاری مصرفی به ازای یک کیلوگرم وزن ریشه معنی دار نشد. معنی دار نشدن آن شاید بعلت کم بودن شدت تنش منظور شده در این آزمایش باشد. اثر رقم روی مقدار آب آبیاری مصرفی به ازای یک کیلوگرم وزن ریشه نیز در سطح یک درصد معنی دار شد کمترین آن با ۱/۷۶۷ متر مکعب مربوط به رقم رسول و بیشترین آن با ۱/۲۳۴ متر مکعب مربوط به رقم شیرین بود (جدول ۲).

درجه حرارت هوا یکی از پارامترهای مهم در تعیین نوع و شدت فعالیت های گیاه می باشد و گیاهان بسته به برخی خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک خود پتانسیل های متفاوتی برای جذب درجه حرارت هوا دارند (کوچکی، ۱۳۷۵). در این آزمایش اثر تنش خشکی روی مقدار درجه حرارت جذب شده به ازای هر واحد درصد قند در سطح یک درصد معنی

این تحقیقات یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع

۱. امجدی پ. تاثیر زمان برداشت و رقم روی صفات کمی و کیفی ریشه چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. کرج. ۱۳۸۲.
۲. پرویزی آلمانی م، صادقیان ی. طالقانی د، محمدبان ر. اصلاح تحمل به خشکی ژنوتیپ های چغندر قند از طریق غربال لاین ها. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳۷۷.
۳. شیخ الاسلامی ر. روش های آزمایشگاهی و کاربرد آن ها در کنترل فرایند صنایع غذایی و قند. انتشارات مرسا. تهران. ۱۳۷۶.
۴. فضلی ح، صادقیان ی، محمدبان ر. اهمیت صفات کمی و کیفی چغندر قند در اصلاح تحمل به خشکی. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۳۷۷.
۵. کوچکی ع. زراعت در مناطق خشک (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۳۷۵.
۶. کوچکی ع، سلطانی الف. زراعت چغندر قند. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۷۵.
۷. گوهری ج، توحید لوق. تأثیر کم آبی در ابتدای دوره رشد بر عملکرد نهایی چغندر قند. مجله علمی و تحقیقاتی چغندر قند. جلد ۱۴ ص ۸۶-۷۵. ۱۳۷۷.
۸. مهدیخانی پ. ارزیابی صفات مرتبط با خشکی در چغندر قند در منطقه خوی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل. ۱۳۸۱.
۹. میرزایی م، رضوانی س. م. تعیین حساسیت به کم آبی در مراحل چهار گانه رشد چغندر قند. خلاصه مقالات نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. پردیس ابوریحان. دانشگاه تهران، صفحه ۵۶۳. ۱۳۸۵.
- 10- Brown KF, Mc Gowan M and Armstrong MJ. Response of Components of sugar beet leaf water potential for a drying soil profile. J of Agric Sci 1987; 109: 437 – 444.
- 11- Hang AN and Miller DE. Response to deficit, high- frequency sprinklers irrigation: 1. Sucrose accumulation, and top and root dry matter production. Agr J, 1986; 78: 15 – 18.
- 12- Harvey CW, and Dutton JV. Root quality and processing. In: DA Cooke and R.K. Scott. The sugar beet crop, London: Chapman and Hall 1993; PP. 517-617.
- 13- Roderick H. Basic Growth Analysis. Oxford: Blackwell Scientific Publication. 1990.