

بررسی برخی پارامترهای فیزیولوژیک و ترکیبات آلی جهت شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به شوری در چغندر قند

Study of some physiological parameters and organic composition for selecting of salt tolerant and sensitive genotypes of sugar beet

پیام معاونی<sup>۱</sup>، ذبیح‌الله رنجی<sup>۲</sup> و قربان نورمحمدی<sup>۳</sup>

چکیده

در این بررسی تعداد سه ژنوتیپ که از بین ۲۰ ژنوتیپ چغندر قند و بر اساس برخی از پارامترهای زراعی و فیزیولوژیکی مقایسه و به صورت مقاوم، نیمه مقاوم و حساس انتخاب شده بودند، به منظور بررسی ارتباط شاخص‌های فیزیولوژیکی و ترکیبات آلی با یکدیگر و تعیین بهترین روش جهت شناسایی منابع مقاوم و حساس در دو محیط آزمایشگاه و مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. در مطالعه درصد جوانه زدن ابتدا بذور در فشارهای اسمزی مختلف به وسیله محلول مانیتول کشت شده و از نظر درصد پایداری طول ریشه چه و درصد پایداری جوانه زنی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند و به مقاوم، نیمه مقاوم و حساس تقسیم بندی شدند. در این دسته بندی ارقام مقاوم دارای درصد پایداری و طول ریشه چه و جوانه زنی بیشتر نسبت به ارقام نیمه مقاوم و حساس بودند. همین منابع در مزرعه نیز تحت تأثیر تنش شوری خاک قرار گرفتند. در مقایسه رگه‌های نتاج از نظر سنتز پرولین، پروتئین‌های محلول برگ، مقاومت غشاء سیتوپلاسمی و میزان آب نسبی برگ مشخص گردید رگه مقاوم دارای پایداری غشاء سیتوپلاسمی و محتوی آب نسبی بیشتری نسبت به سایر رگه‌ها بود. کلروفیل a دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد ریشه بود و به نظر می‌رسد که کلروفیل b برای سنتز نیازی به تنش شوری نداشته و تحت تأثیر این جریان قرار نمی‌گیرد. در بررسی پروتئین‌های محلول برگ از نظر مقاومت به شوری رگه‌های نتاج در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند. همبستگی مثبت این صفت با میزان آب نسبی برگ و عملکرد ریشه نشان داد که با اطمینان بیشتری می‌توان میزان آب نسبی برگ و عملکرد ریشه را در برنامه‌های اصلاحی مقاومت به شوری چغندر قند وارد کرد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند- پرولین- پروتئین محلول برگ- مقاومت به غشاء سیتوپلاسمی- میزان آب نسبی برگ- کلروفیل a و b- تنش شوری- مانیتول.

مقدمه

زمین‌های جهان شور است و این تقریباً سه برابر بیشتر از کل زمین‌هایی است که در حال حاضر آبیاری می‌شوند و معمولاً در مناطقی که نزولات آسمانی برای آبخوایی

شوری یکی از عوامل محدود کننده تولیدات کشاورزی است و حدود  $9 \times 10^8$  هکتار از سطح

دیلی و همکاران (Dailly et al., 1991) در گیاهان خانواده چغندر، پرولین و بتائین را دو تنظیم کننده فشار اسمزی دانستند آنان در محیط رشد و غیر شور با روش بیتز مقدار پرولین را اندازه گیری کرده و بیان نمودند که با افزایش مقدار نمک عناصر سدیم و پتاسیم و نیز نسبت Na/K افزایش می یابد که این نسبت در ۲۸ روزگی در گیاهان شاهد معادل ۲/۸۹ و در گیاهان تنش دیده با نمک طعام با غلظت، ۲۷۴ mol/m<sup>۳</sup> معادل ۳/۷۰ بود.

چیزمن (Cheesman, 1980) چنین بیان کرد که در تنظیم فشار اسمزی ترکیباتی که در چرخه متابولیسم گیاه نقش عمده دارند و در تنظیم فشار اسمزی ترکیباتی سازگار با آنزیمها هستند به وجود می آیند.

کیوپر (Kuiper, 1984) بیان داشت غشاء پلاسمای سلولهای ریشه از نظر میزان تحمل به شوری گیاه و زنده ماندن آن اهمیت خاصی دارد.

بلوم والد و رونالد (Blumwald and Ronald, 1987) تحقیقاتی را بر روی تحمل چغندر قند در تنش شوری انجام داده و بیان نمودند در شوری Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> تونوپلاست می تواند به عنوان یک معیار فیزیولوژیکی در انتخاب رگه های متحمل به شوری به حساب آید.

چیزمن (Cheesman, 1989) بیان داشت واکنش گیاهان عالی در برابر تنش شوری به صورت کلی بوده و شامل تغییراتی در مورفولوژی و متابولیسم آنها است.

از میان واکنش های گیاه حفظ تورژسانس سلولی راهی است که گیاه از طریق آن با کاهش عملکرد مقابله می کند. روی این اصل تنظیم اسمزی در اغلب موارد به ویژه در گیاه شورپسند (Halophyte) و گیاهان به نسبت مقاوم به تنش شوری با جذب و انباشت یون های معدنی به خصوص سدیم در سلول های برگ صورت گرفته و به جهت سمی بودن آن را در واکنش بخش مرکزی ذخیره می نماید (Lauchli and Epstein, 1984) همزمان با انباشته شدن میزان بالای سدیم یا سایر کاتیون های معدنی در واکنش، تنظیم اسمزی در داخل سیتوپلاسم و اندام هایی چون کلروپلاست، از طریق انباشت مواد آلی

نمک کافی نیستند این اتفاق می افتد هاسگاود و همکاران (Hasegawd et al., 1986) البته دسترسی به همه اهداف در تیپ ایده آل به دلیل طبیعت مواد ژنتیکی، اثرات محیط بر محصول زراعی و اثرات متقابل ژن ها مشکل است. برای رفع این مشکل می توان از شاخص انتخاب که خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مؤثر بر عملکرد را در خور داشته باشد استفاده کرد. شاخص انتخاب به عنوان ابزاری مفید در انتخاب همزمان صفات گوناگون با وزن های مختلف به کار می رود، منبع متابولیکی تجمع پرولین در وضعیت پتانسیل آب پایین شناخته شده نیست. بلکه یک مکانیزم بالقوه در افزایش و ساخت پرولین مؤثر می باشد. دو مسیر ممکن است در ساخت پرولین مؤثر باشند که یکی با استفاده از گلو تامات (Glutamate) و دیگری با استفاده از اورنیتین (Ornithine) به عنوان مسیره های پیشرو در گیاهان وجود دارد (Delauney and Verma, 1993) اثر افزایش تولید پرولین بر روی مقاومت به تنش خشکی یا شوری هنوز قابل بحث است، و علاوه بر افزایش سنتز پرولین، کاهش کاتابولیسم پرولین می تواند به تجمع آن در پتانسیل آب پایین مربوط باشد (Blum et al., 1996). از نظر مقاومت گیاهان در برابر شوری این باور وجود دارد که ناسازگاری محض بین زندگی گیاه و محیط شور وجود ندارد تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی زمینه انتخاب نمونه ها یا ارقامی را که به شوری متحمل باشند فراهم می آورد (Kingsbury and Pstein, 1986).

(حیبی، ۱۳۷۴) در انتخاب رگه های متحمل به خشکی از ۱۶۴ رگه چغندر قند بیان داشتند که طول ریشه چه معیار مناسبی برای غربال کردن آنها است. سیندر و همکاران (Synder et al., 1984) رابطه TLWR (total leaf weight ratio) را که بیان کننده نسبت وزن تر برگ و طوقه به پهنک برگ در چغندر قند است را در گزینش مد نظر قرار داده و بیان نمودند که این گزینش می تواند در انتخاب رگه های پر قند یا کم قند مؤثر باشد.

الخطیب (Al Khatib 1993) چهار کولتیوار یونجه را براساس رشد طول ساقه در ۲۵۰ میلی موس نمک طعام در مدت دو هفته تنش گزینش نمود. وی انتخاب شده‌ها را مجدداً در ۳۰۰ میلی موس غلظت نمک طعام براساس وزن خشک اندام هوایی غربال نمود.

حداکثر فشار اسمزی قابل تحمل توسط بذور چغندر قند ۱۵- بار تشخیص داده شد (حبیبی، ۱۳۷۲).

مارویسون و همکاران (Marvison et al., 1996) مطالعاتی را در رابطه با ژن‌های نسخه‌بردار و کد کننده پروتئین‌های کلیدی در تشکیل کلروفیل کلروپلاست‌های کامل گندم مورد بررسی قرار داده و بیان کردند ژن‌های CHLH و CHC11MTNA و آنزیم POR در سنتز کلروفیل کلروپلاست‌ها دخالت داشته و با سن سلول ارتباط دارد. آن‌ها روشن کردند که اگر سن سلول کمتر از ۱۸ ساعت باشد (بعد از میتوز) مقدار کلروفیل ناچیز بوده و قابل اندازه‌گیری نیست.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از سه ژنوتیپ اصلاحی که همگی دیپلوئید، بارور و مولتی ژرم بودند استفاده شد. محل انجام آزمایش اراضی واقع در هنرستان کشاورزی شهید بهشتی کرج در طی سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ بود.

در تحقیقات آزمایشگاهی، ابتدا جهت تعیین حداکثر فشار اسمزی قابل تحمل توسط بذر چغندر قند چندین پیش آزمایش بر روی یک ژنوتیپ انجام شد. در اجرای این آزمایش از کاغذ کشت-ظروف مخصوص-آب مقطر- محلول مانیتول و اطاقک ژرمیناسیون استفاده به عمل آمد. سپس از هر رگه پروژنی روی کاغذهای کشت ۲۵ عدد بذر کاشته شدند و تنش‌های اسمزی مختلف با محلول مانیتول به آن‌ها اعمال گردید، این آزمایش به صورت فاکتوریل در پایه کرت‌های تصادفی انجام شد. بعد از ده روز طول ریشه‌چه و درصد جوانه‌زنی با دقت اندازه‌گیری شد. سپس درصد پایداری

محلول نظیر اسید آمینه‌های آزاد که در ساختمان پروتئین شرکت ندارند- اسیدهای آلی- قندهای محلول و ترکیبات ازت‌دار کوچک مانند بتائین صورت می‌گیرد (Levitt, 1980).

در ارتباط با مشکلات شوری باید از روش‌های تکنولوژیکی یا بیولوژیکی استفاده کرد. روش‌های تکنولوژیکی برای مقابله با شوری شامل مدیریت آب و خاک، روش‌های آبیاری و شوری‌زدایی است. روش‌های بیولوژیکی شامل شناسایی گیاهان بالقوه شور پسند است که در صورت لزوم می‌توان صفات زراعی مطلوب‌تر را به آن‌ها منتقل نمود.

انباشت ترکیبات آلی و تغییرات در سیستم‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی چغندر قند مانند تجمع پرولین و پروتئین‌های محلول برگ- مقدار رطوبت نسبی برگ- پایداری غشاء سیتوپلاسمی- کلروفیل a - کلروفیل b - طول برگ و- عرض برگ- طول دم‌برگ- نسبت اندام‌های هوایی به ریشه- وزن خشک کل- وزن تر اندام هوایی- وزن خشک ریشه- عملکرد ریشه- عیار قند- عملکرد قند قابل استحصال از نظر ارزش سازگاری یا غیرسازگاری (به مفهوم صدمه وارد شده) در برابر تنش قابل بررسی است در تحمل گیاه نسبت به شوری نقش‌های مفیدی برای پرولین در نظر گرفته شده است ولی شاخص بودن آن به عنوان بخشی از استراتژی مقاومت در برابر تنش برای بعضی از گیاهان ثابت نشده است (Hanson et al., 1977).

به نظر می‌رسد که سنتز ترکیبات آلی در گیاهان غیر شورپسند (Glycophyte) به جهت صرف انرژی منجر به کاهش رشد می‌گردد (Mitfin, 1980).

در این بررسی به دو طریق تنش اسمزی در محلول‌های مختلف مانیتول در آزمایشگاه بر روی جوانه‌زنی بذور و در مزرعه اثرات شوری طبیعی خاک بر روی رگه‌های انتخاب شده از لحاظ انباشت ترکیبات مختلف و پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مورد مطالعه قرار گرفته است.

وزن نمودیم و از طریق فرمول زیر رطوبت نسبی (Relative water content) محاسبه شد:

$$RWC = \frac{\text{وزن خشک نمونه} - \text{وزن تر نمونه}}{\text{وزن خشک نمونه} - \text{وزن اشباع نمونه}} \times 100$$

برای اندازه گیری CMS یا پایداری غشاء

سیتوپلاسمی (Cytoplasmic Membran Stability) از هر ژنوتیپ ۲۰ گیاه و از هر گیاه شش برگ و از هر برگ شش دیسک تهیه شده و در داخل لوله های محتوی مانتول با فشار اسمزی ۱ بار قرار داده و پس از ۲۴ ساعت هدایت الکتریکی آن ها توسط دستگاه EC متر قرائت شد. عدد به دست آمده را از EC الکتریکی محلول شاهد محلول مانتول ۱ بار فاقد نمونه برگ کسر نموده و هدایت الکتریکی برگ ها از این طریق به دست آورده شد.

سنجش کلروفیل موجود در برگ با استفاده از پودر کربنات منیزیم - استن و دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد، که میزان جذب نور محلول حاصل برای کلروفیل a در طول موج ۶۶۳ نانومتر و برای کلروفیل b در طول موج ۶۴۵ نانومتر قرائت گردید (Tadao and Yutaka, 1983) مهم ترین صفات مورد ارزیابی در مزرعه عبارت بودند از: عملکرد ریشه، وزن تر اندام هوایی، عملکرد شکر، عملکرد قند قابل استحصال، عیار قند، سدیم، پتاسیم، نسبت Na/K و ازت (N). عیار قند با استفاده از روش پلاریمتری (Polarimetric) و املاح سدیم و پتاسیم به طریق فلیم فتومتر (Flame Photometric) تعیین شدند. در این روش از طریق مقایسه با طیف نشی لیتیوم که قبلاً کالیبره شده بود مقادیر سدیم و پتاسیم تعیین گردید. جهت تعیین ازت مضره از روش عدد آبی استفاده گردید.

### نتایج و بحث

درصد پایداری طول ریشه چه و میانگین درصد جوانه زنی بذور در ژنوتیپ ها در آزمایشگاه با یکدیگر

هر یک از این عامل ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصد حساسیت} = \frac{OP_{15} \text{ طول ریشه چه - طول ریشه چه در } OP_0}{\text{طول ریشه چه در } OP_0} \times 100$$

درصد پایداری = درصد حساسیت - ۱۰۰ (معاونی، ۱۳۷۲).

سپس سه ژنوتیپ بر اساس فرمول فیشر بر اساس طول ریشه چه به عنوان مقاوم و نیمه مقاوم و حساس تقسیم بندی شده و در مزرعه شور امیرآباد در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی با سه تکرار کاشته شدند. نتایج آزمایش ها شوری آب و خاک در جدول ۱-۱ و ۱-۲ آمده است.

۱۲۰ روز پس از سبز شدن بذور در مزرعه: پروتئین های محلول برگ با استفاده از محلول بافر اسید کلریدریک - معرف کوماسی بلو جی - اتانول - اسید فسفریک با دستگاه اسپکتروفتومتر مورد مطالعه قرار گرفت. البته اندازه گیری پرولین و کلروفیل در برگ ها در سن ۶۰ روزگی نیز انجام گردید اما اختلاف معنی داری بین رگه ها از این نظر ملاحظه نگردید و از آن جایی که در سن ۱۲۰ روزگی شاهد القاء شوک حرارتی و تشدید اثر شوری در نتیجه حرارت در گیاه بودیم این مقیاس زمانی برای اندازه گیری شاخص ها انتخاب شد.

میزان پرولین موجود در برگ (برگ های جوان کاملاً باز شده) بر اساس واکنش با معرف نین هیدرین و اسپکتروفتومتری تعیین شد (Bates et al., 1973). ۱۲۰ روز پس از جوانه زنی محتوی آب نسبی برگ - پایداری غشاء سیتوپلاسمی - کلروفیل a و کلروفیل b اندازه گیری شدند (Tadao and Yutaka, 1983) برای محاسبه RWC از چهار برگ جوان کاملاً رسیده برای هر رگه در سه تکرار در هر کدام از بلوک ها نمونه برداری کرده و بعد از جدا نمودن نمونه ها بلافاصله با ترازوی دقیق آن ها را توزین نموده سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده دوباره توزین نمودیم سپس برگ ها را به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد خشک کرده و

به طور کلی می‌توان در مورد کلروفیل a و b در تنش شوری چنین اظهار نمود که کلروفیل a بیشتر از کلروفیل b تحت تأثیر قرار می‌گیرد و به عنوان معیاری در انتخاب ارقام مقاوم و حساس می‌تواند ملاک تصمیم‌گیری باشد.

در مورد تجمع پروتئین بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد به جز پروتئین باید به دنبال ترکیبات تنظیم‌کننده فشار اسمزی دیگری گشت و به عنوان یک مجموعه در تنظیم فشار اسمزی در برنامه‌های اصلاحی از آن‌ها بهره گرفت. رنجی (۱۳۷۶) نیز گزارش نمود که در محیط‌های غیرکنترل شده نظیر مزرعه شور و معمولی تفاوت معنی‌داری بین رگه‌ها از نظر مقدار پروتئین به چشم نمی‌خورد.

به نظر می‌رسد که استفاده از محیط‌های کنترل شده در مورد پروتئین در انتخاب رگه‌های مقاوم و حساس از اهمیت بیشتری برخوردار است.

بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ پروتئین محلول در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار است، پروژنی C که مقاوم به شوری است در گروه A و پروژنی‌های نیمه‌مقاوم و حساس به ترتیب در گروه B و گروه C قرار گرفتند به این ترتیب یک تقسیم‌بندی صحیح و ایده‌آل بر اساس پروتئین‌های محلول برگ در ارتباط با مقاومت نسبت به شوری وجود دارد.

همبستگی مثبت این صفت (پروتئین‌های محلول برگ) با میزان آب نسبی برگ و عملکرد ریشه (جدول ۱۳) نشان می‌دهد که اثر تنش شوری بر کاهش این صفت در نهایت موجب کاهش عملکرد و مقاومت نسبت به شوری می‌گردد (Mitfin, 1980).

به طور کلی تنش شوری سبب تخریب و توقف سنتز پروتئین‌ها در گیاه می‌گردد که این امر محدودیت رشد و توسعه سلول‌های گیاه را در پی خواهد داشت. (غدیری و صفایی، ۱۳۷۲) در گندم و کویس

اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان دادند و بر اساس درصد پایداری طول ریشه چه (حبیبی، ۱۳۷۲) به مقاوم-نیمه‌مقاوم و حساس دسته‌بندی شدند. (جدول‌های ۴، ۳، ۵) ژنوتیپ P-۲۹ - ۷۲۳۳- مقاوم، ژنوتیپ P-۱۲ - ۷۲۳۳، نیمه‌مقاوم ژنوتیپ ۱۹۱ حساس تشخیص داده شدند که با پیش فرض اول و گزینش اولیه از توده‌های مورد نظر کاملاً تطابق داشت. [توده‌های مورد نظر شامل ۲۰ رگه چغندر قند بود که در سال ۱۳۷۵ در مؤسسه چغندر قند بر اساس مقدار قند سفید و عملکرد شکر در هکتار به مقاوم و نیمه‌مقاوم و حساس طبقه‌بندی شده بودند (رنجی، ۱۳۷۶)].

رگه‌ها از لحاظ هدایت الکتریکی در سطح ۱٪ با هم اختلاف معنی‌دار داشتند و رگه مقاوم‌تر دارای کمترین مقدار نشت مواد درون سلولی بود (جدول‌های ۸، ۱۰).

RWC یا محتوی آب نسبی برگ در رگه‌ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار نشان داد، و این اختلاف نشان‌دهنده مکانیسم‌های مختلفی است که ژنوتیپ‌ها از لحاظ قدرت تحمل نسبت به شوری به کار می‌گیرند، رگه c (مقاوم) که دارای بیشترین مقدار RWC می‌باشد ضریب حساسیت به شوری آن در مرتبه پایین‌تری قرار دارد.

همبستگی مثبت و معنی‌دار کلروفیل a با عملکرد ریشه در این بررسی مؤید این مطلب است که تقلیل کلروفیل a در این گیاه در تنش شوری تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش عملکرد ریشه می‌گذارد (جدول ۱۳).

بین رگه‌ها از لحاظ کلروفیل a در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار به چشم می‌خورد و رگه c در سطح A قرار می‌گیرد (ژنوتیپ c = ۷۲۳۳۰p۲۹). (جدول‌های ۶ و ۱۲).

میانگین ژنوتیپ‌ها از لحاظ کلروفیل b با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند و همگی در گروه A قرار می‌گیرند، به نظر می‌رسد که کلروفیل b در گیاه چغندر قند برای سنتز نیازی به تنش شوری ندارد که این مطلب با یافته‌های رنجی و خوش خلق ۱۳۷۲ تطابق دارد (جدول ۷).

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مزرعه شور امیرآباد

Table 1. The results of soil analysis in Amirabad

منطقه Rigion	عمق نمونه Depth cm	pH	EC Mmohs/cm	Na Meq/lit	Ca <sup>+2</sup> Meq/lit	Mg <sup>+2</sup> Meq/lit	SAR
امیرآباد	0-30	8.59	7.79	163	8	22	42.09
امیرآباد	30-60	8.7	17.32	220	16	32	44.9

جدول ۲- نتایج تجزیه آب امیرآباد

Table 2. The results of water analysis in Amirabad

عمق نمونه Depth cm	EC Mmohs/cm	Na <sup>+</sup> Meq/lit	Ca <sup>+2</sup> Meq/lit	Hg <sup>+2</sup> Meq/lit	SAR
5	1.45	4.33	4	13	1.50

جدول ۳- میانگین درصد پایداری طول ریشه چه در مقابل تنش ناشی از مانیتول

Table 3. Mean of rootlength stability under stress of mannitol

Progeony	رگه	G <sub>1</sub> (191)	G <sub>2</sub> (7233-P.12)	G <sub>3</sub> (7233-P.29)
G <sub>1</sub>	حساس	0/98	¼	1/8
G <sub>2</sub>	نیمه مقاوم			
G <sub>3</sub>	مقاوم			

$$\text{درصد حساسیت} = 100 - \text{درصد پایداری} = \frac{\text{طول ریشه چه در } OP_0 - \text{طول ریشه چه در } OP_9}{\text{طول ریشه چه در } OP_0} \times 100$$

جدول ۴- تجزیه واریانس طول ریشه چه در غلظت های متفاوت محلول مانیتول

Table 4. Analysis of variance for rootlength stability in different concentration of Mannitol

S.O.V	df	SS	MS	F	Prob
P (A)	رگه 2	14.03	7.015	2.68	0.001**
(B)	فشار اسمزی 5	2307.1	461.42	176.78	
AB	10	53.04	5.304	2.032	
Error	خطا 36	94.31	2.61		

جدول ۵- میانگین قوه نامیه در غلظت های متفاوت مانیتول

Table 5. Mean of germination under different cocentration of mannitol

P	رگه	Op = -15	Op = -12	Op = -9	Op = -6	Op = -3	Op = 0
G <sub>1</sub>	حساس	61.4	70	75.3	87	93	99
G <sub>2</sub>	نیمه مقاوم	72	83	78.8	88	93	98.5
G <sub>3</sub>	مقاوم	73	86	90	93	94.9	99

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های صفات در سال اول

Table 6. Mean comparison of characters in first year

تیما Treatment	proline ( $\mu$ mol/g FW)	محتوی رطوبت نسبی برگ (درصد)(RWC) Relative Water Context	کلروفیل A chlorophyl (A) mg میلی لیتر عصاره حاصل از نیم گرم برگ
a = 191 حساس	1.51 a	15.62 b	124 b
b = 723p. 12 نیمه مقاوم	1.49 a	18.11b	161 b
c = 7233.p.29 مقاوم	1.67a	25.5a	312.7a

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های صفات در سال اول

Table 6. Mean comparison of characters in first year

تیما Treatment	کلروفیل B (میلی گرم بر میلی لیتر عصاره حاصل از ۰/۵ گرم برگ) chlorophyll B (mg/ml)	عملکرد ریشه Root yield (ton/ha)	عملکرد شکر خام Sugar yield (ton/ha)
a = 191 حساس	244.7 a	6.43 e	1.2/43 d
b = 723p. 12 نیمه مقاوم	240.7 a	14.33 c	2.7.87 c
c = 7233p29 مقاوم	192.3 a	21.1 b	3.96 b

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های صفات در سال اول

Table 6. Mean comparison of characters in first year

تیما Treatment	عیار قند SC (%)	نسبت سدیم/ پتاسیم Na/K	عملکرد قند سفید White sugar yield (ton/ha)	LSP پروتئین‌های محلول برگ ( $\mu$ g/ml) Leaf soluble proteins	پایداری غشایی سیتوپلاسمی Cytoplasmic membran stability (EC)
a = 191 حساس	19.3 a	0.25 e	0.96 d	91.46 cd	181.8 a
b = 723p. 12 نیمه مقاوم	19.43a	0.32 c	1.97 c	97.49 bc	176.5 a
c = 7233p29 مقاوم	18.83a	0.31 b	3.18 b	105.8 a	127.8 b

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های صفات در سال دوم

Table 9. Mean comparison of characters in second year

تیما Treatment	پروлін Proline ( $\mu$ mol/g FL)	محتوی رطوبت نسبی برگ RWC %	کلروفیل a Chlorophll a
a = 191 حساس	1.55 a	15.17 b	150 b
b = 723p. 12 نیمه مقاوم	1.49 a	18.11 b	113.7 b
c = 7233p29 مقاوم	1.55 a	25.55 a	322 a

  

تیما Treatment	کلروفیل b Chlorophyll b (mg)	عملکرد ریشه Root yield (ton/ha)	عملکرد شکر خام Sugar yield (ton/ha)
a = 191 حساس	237 a	9 d	1.24 d
b = 723p. 12 نیمه مقاوم	215.3 a	15.73 c	2.78 c
c = 7233p29 مقاوم	205.7 a	25.4 a	3.96 a

جدول ۱۰- مقایسه میانگین های صفات در سال دوم

Table 10. Mean comparison of characters in second year

تیمار Treatment	عیار قند SC (%)	نسبت پتاسیم/سدیم Na/K	عملکرد قند سفید White sugar yield (ton/ha)	پایداری غشاء سیتوپلاسمی (EC) Cytoplasmic membran stability	پروتئین های محلول برگ Leaf soluble proteins μ g/ml(LSP)
a = 191 حساس	19.23 A	0.2b	1.32d	122.2	82.6 d
b = 7233p 12 نیمه مقاوم	18.9A	0.3ab	2.28c	192.3	96.87 bc
c = 7233p29 مقاوم	18.77A	0.3a	3.9b	183	102.1 ab

عملکرد ۱/۱ تن در هکتار در گروه D قرار می گیرد (جدول های ۸، ۹ و ۱۲).

همبستگی در سطح ۱٪ بین WSY (عملکرد قند سفید) کلروفیل a - مقدار رطوبت نسبی - تعداد بوته در هکتار - وزن خشک اندام هوایی - عملکرد ریشه وجود داشت (جدول ۱۳).

مشاهده می شود که بین طول و عرض برگ با وزن تر کل گیاه - وزن تر اندام هوایی و عملکرد ریشه همبستگی در سطح ۱٪ وجود دارد و می توان علت این مسئله را به توسعه بیشتر سطوح فتوسنتزی مربوط دانست که در نهایت موجب افزایش عملکرد ریشه و ماده خشک خواهد شد (جدول ۱۳).

به نظر می رسد رگه های مقاوم و نیمه مقاوم برای تحمل تنش شوری و خنثی نمودن اثرات تجمعی سدیم اقدام به جذب پتاسیم بیشتری می نمایند تا بتوانند اثرات مخرب ناشی از اثرات سوء سدیم را خنثی نمایند.

بر اساس گزارش (Flowers and Yeo, 1982) پایین بودن نسبت Na/K رابطه نزدیکی با مقاومت به شوری دارد.

(رحیمی تنها، ۱۳۷۴) در مطالعاتی که بر روی سورگوم انجام داد مقاومت به تنش شوری این گیاه را بر اساس شاخص های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی تعیین کرد. و بیان نمود هر چقدر وابسته ای حساس تر باشد پارامترهایی نظیر وزن و طول اندام هوایی و طول ریشه در آن کاهش می یابد.

(Connies, 1987) در سویا مشاهده کردند که بیشترین پروتئین را ارقام مقاوم در نوسج جوان خود داشتند.

از لحاظ عملکرد ریشه بین رگه ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار بود و هم چنین بین سال ها نیز اختلاف معنی دار نمی باشد (جدول های ۷، ۹ و ۱۲). رگه ۷۲۳۳.p۲۹ که همان رگه مقاوم است در گروه A رگه ۷۲۳۳p.۱۲ که همان رگه نیمه مقاوم است در گروه C و رگه ۱۹۱ که حساس می باشد در گروه D قرار گرفته (جدول ۹) و این مطلب نشان دهنده این است که رگه هر چقدر که مقاوم تر باشد عملکرد ریشه بیشتری دارد. از لحاظ عیار قند بین رگه ها اختلاف معنی داری به چشم نمی خورد و همه پروژنی ها در یک گروه قرار می گیرند (جدول ۸، ۹ و ۱۲).

می توان یک نکته را اضافه نمود و آن این که احتمالاً رگه های حساس برای مقابله با شوری خاک اجباراً بایستی قند زیادی را بسازند و این مکانیسم باعث اتلاف انرژی و کاهش رشد اندام های هوایی می گردد.

از نظر عملکرد شکر سفید بین رگه ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار به چشم می خورد، و این عامل می تواند یک معیار اصلی برای انتخاب و شناسایی رگه ها در اراضی شور باشد. همان طور که در مقایسه میانگین برای این صفت دیده می شود رگه c که مقاوم است با میانگین عملکرد شکر سفید ۳/۵ تن در هکتار در گروه A و رگه b که نیمه مقاوم است با میانگین عملکرد ۲/۱ تن در هکتار در گروه C و رگه a که حساس می باشد با میانگین



جدول ۱۲- تجزیه واریانس برای صفات مختلف در شرایط تنش شوری

Table 12. Analysis of variance for different characters under salt stress

صفات Variable	پروترین Proline	رطوبت نسبی Relative water content
منابع تغییر S.O.V	PRL Proline	RWC Relative water content
Year	MS	MS
	0.008 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>
Y × R	0.21	2.53
Genotype	0.01 <sup>ns</sup>	1.68**
Y × G	1.71 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>
R × Y × G	0.01	5.88

صفات Variable	کلروفیل a CHa	کلروفیل b CHb	پروتئین های محلول برگ Leaf Soluble Proteins
S.O.V	CHa	CHb	LSP
منابع تغییر	MS Porb	MS Porb	MS Porb
Year	450 <sup>ns</sup>	193 <sup>ns</sup>	45.06 <sup>ns</sup>
Y × R	1831	5046	9.8
Genotype	52310**	2755 <sup>ns</sup>	344.1**
Y × G	8.6	562 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>
R × Y × G	2935	7279	47.7

صفات	عملکرد ریشه RY	عملکرد شکرخام SY	عملکرد شکر سفید WSY	عیار قند SC	نسبت سدیم به پتاسیم Na/K
S.O.V	MS Prob	MS Prob	MS Prob	MS Porb	MS Porb
منابع تغییر	MS Prob	MS Prob	MS Prob	MS Porb	MS Porb
Year	34.1 <sup>ns</sup>	110.01 <sup>ns</sup>	0.97 <sup>ns</sup>	0.2 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>
R × Y	0.87	11.06	0.02	0.9	0.00
Genotype	362.3 **	1249 **	8.7 **	0.36 <sup>ns</sup>	0.01**
Y × G	3.1 <sup>ns</sup>	15.2 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.1 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>n.s</sup>
R × Y × G	1.59	9.98	0.05	0.3	0.001

n.s, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار بودن، معنی دار در سطوح 5% و 1% احتمال.

n.s, \* and \*\*: Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

در این ژنوتیپ‌ها می‌تواند مؤثر باشد (جدول ۱۱).

لویت (Levit, 1981) طی مطالعه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های چغندر قند- نتیجه گرفت که بیشترین تنوع ژنتیکی مربوط به صفات وزن ریشه و طول دم‌برگ بوده و مقادیر پایین مربوط به صفات طول و قطر ریشه است.

باتوجه به واریانس ژنتیکی بالای عملکرد ریشه، عملکرد شکر، پایداری غشاء سیتوپلاسمی، نسبت قسمت هوایی به ریشه، پروتئین‌های محلول برگ- کلروفیل a - تعداد بوته در هکتار و نیز وجود دامنه زیاد در این صفات می‌توان اظهار داشت که گزینش برای این صفات

## References

## منابع مورد استفاده

- حبیبی، د. ۱۳۷۲. انتخاب پروژنی‌های مقاوم به خشکی و شوری چغندر قند در مرحله جوانه اولیه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه آزاد اسلامی- کرج.
- خوش خلق‌سیما، ن. ۱۳۷۳. اثر محیط‌های غذایی یونی به ویژه سدیم بر روی سنتز کلروفیل و ریشه گیاهان C4. سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران- تبریز. خلاصه مقالات ص ۳۲۸.
- رحیمی تنها، ح. ۱۳۷۴. ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی مؤثر بر مقاومت تنش‌های نوری در سورگوم علوفه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه آزاد اسلامی- کرج.
- رنجی، ذ.، ۱۳۷۶. بررسی برخی از خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ارقام متحمل شوری در چغندر قند. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم تحقیقات تهران.
- صفائی، ه. ۱۳۷۲. تولید پرولین در ارقام گندم تحت تنش خشکی. مرکز تحقیقات کشاورزی فارس.
- غدیری، ح. و صفائی، ه. ۱۳۷۵. بررسی‌های فیزیولوژیکی ناشی از تنش خشکی بر روی ارقام گندم، چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران اصفهان.
- معاونی، پ. ۱۳۷۲. انتخاب پروژنی‌های مقاوم به خشکی نخود در مرحله جوانه‌زنی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه آزاد اسلامی- کرج.
- Al-Khatib, M.M. 1991. An assesment of the potential for improving salt tolerance in alfalfa (*Medicago sativa* L.) Ph.D. thesis, university of liverpool.
- Bates, L. S., Waldren.R. P. Waldren. and I. O. Teare 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. **39**: 205-207
- Blum, A., R. Munns; J.B. Passieoura and N.C. Tunner 1996. Genetically engineered plants resistant to soil drying and salt stress. How to interpret osmotic relations. *Plant physiol* **110**: 1051-1053.
- Blumwald, E., and P. Ronald. 1987. Salt tolerance in suspension culture of sugar beet. *Plant Physiol* **83**:884-887.
- Cheesman, J. M. 1988. Mechanisme of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol*. Vol: **87**, pp 547-550
- Connies, B. 1987. Cell wall proteines at low water potentials. *Plant Physiol* . **85**: 261-267.
- Daily, F. J., P. Billard. 1991. Polyamine levels in relation to growth and NaCl concentration in normal and habituated sugar beet callus cultures. *Plant, Cell and Enviroment*, **14**: 327-332.
- Delauney, A. J., D.P.S. Verma. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants *Plant J*. **4**: 215-223.
- Hafegawd, P. M., T. A. Breffan, and A. K. Hanada 1986. Cellular mechanismf of salinity tolerance. *Hort. Sci*. **21**: 1317-1324.
- Flowers, T. J. and A. R. Yeo. 1986. Ion relations of plants under drought and salinty. *Aust. J. Plant Physiol*, **13**: 75-91
- Hanson, A. D., C. E. Nelson. 1977. Evaluation of free proline accumulation as an index of drought resistance using two contrasting barley cultivars. *Crop Sci* vol. **17**: 720-726
- Kingsbury, R. W., E. Epstein 1986. Salt sensitivity in wheat, *Plant Physiol*, **80**: 651-654

- Kuiper, P. S. C. 1984. Functioning of cell membranes under saline conditions: membrane lipid composition and ATPases in salinity tolerance in plants. Strategies for crop improvement . Eds staples, L. C. and G. A. T.
- Lauchli, A., and E. Epstein 1984. How plants adapt to salinity. California Agriculture, oct:18-20.
- Levitt, J. 1981. Responses of plants to environmental stresses, Vol II-water, radiation. salt and other stresses. Academic Press. 607 pp.
- Marvison, J. H., Schunman Ph.D, Dughamh, J., and Leak, R. M.1996. Subcellular visualization of gene transcripts encoding key, proteins of the chlorophyll a accumulation process in developing chloroplasts. Plant Physiol **110**: 1089-1096.
- Mitfin, B. J. 1980. The Biochemistry of plant aminoacid and derivative P.K Stump and E.E, conn. Volume 5 Academic Press.
- Mitfine, A. E., B. E. Michel, 1987. The effect of sodium chloride on solute potential and proline accumulation in soybean leaves. plant physiol accumulation in soybean kwCWA, Plant Physiol vol. **83**: 238-319
- Morgan, J. M.1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Annual Rev. Plant Phyiol vol. **35**: 229-319.
- Synder, F. W., J. A. Bunce, and R. A. Saftner, 1984. Sucrose concentration and taproot- leaf weight ratio relationship among seedling of a few sugar beet (*Beta vulgaris*) breeding lines. Sugarbeet Technologist of U.S.A.
- Tadao, A., O. Yutaka. 1983. A Possible role of sodium in chlorophyll biosynthesis of sodium reywiring C4 plants. University of Hiroshima, Japan.