دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره دوازدهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۱

ارزیابی عملکرد فامیل‌های تمام خواهری چغندر قند نسبت به تنش خشکی

سارا بستاندوست راد[۱*]، اسلام مجیدی هروان[۲]، محمد رضا اوراضی زاده[۳]

۱- کارشناسی ارشد ژنتیک، گروه مهندسی کشاورزی، دانشکده فنی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استاد، گروه به نژادی گیاهی و بیوتکنولوژی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- مربی پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

*مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی:sara.bostandust@gmail.com

(تاریخ دریافت : ۱۴ تیرماه ۱۴۰۱، تاریخ پذیرش: ۵ مرداد۱۴۰۱)

چکیده

این پژوهش به منظور تهیه والد پدری (گرده افشان) متحمل به تنش خشکی با استفاده از فامیل‌های تمام خواهری در منطقه کرج در ایستگاه مهندس مطهری موسسه تحقیقات چغندر قند در سال ۱۳۹۴ در شرایط بدون تنش (بر اساس نیاز آبی) و تنش خشکی انجام شد. برای این منظور ۱۳ فامیل تمام خواهری به همراه دو رقم متحمل به تنش خشکی (IR7) و (پایا) و یک ژنوتیپ معمولی (۱۹۱) به عنوان ارقام شاهد به صورت یک آزمایش کرت خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی که فاکتور اصلی شامل دو سطح (آبیاری با اعمال تنش خشکی و آبیاری بدون تنش) و فاکتور فرعی فامیل‌های تمام خواهری و ژنوتیپ های شاهد در چهار تکرار به مدت یک سال اجرا شد. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آبیاری برای صفت عملکرد ریشه و عملکرد شکر ناخالص از نظر آماری به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت بطوری که بالاترین عملکرد این دو صفت به رقم پایا اختصاص یافت همچنین میانگین عملکرد ریشه در فامیل‌های مورد بررسی در دو حالت آبیاری معمولی و تنش اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نشان داد. در نتیجه اعمال تنش خشکی (SI=0/72) باعث کاهش عملکرد ریشه و عملکرد شکر شد همچنین بیشترین درصد قند ناخالص و بالاترین شاخص تحمل به خشکی متعلق به رقم شماره سه با منشاء S1-930637 می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تحمل به خشکی، تنش خشکی، چغندر قند، فامیل‌های تمام خواهری.

مقدمه

آب مهمترین عامل محدودکننده کشاورزی کشور ایران می‌باشد لذا ضرورت دارد به کاهش مصرف آب در این بخش و افزایش کارائی مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی توجه ویژه‌ای شود (۹). چغندر گیاهی دو ساله است که در سال اول ریشه و در سال دوم بذر تولید می‌کند بعضی‌ها در سال اول به دلیل کاهش دما، ساقه گل دهنده تولید می‌کنند که به آن ساقه روی یا بولتینگ می‌گویند. این پدیده موجب کاهش عملکرد ریشه و قند می‌شود بنابراین، یکی از عوامل مهم در توسعه کشت پاییزه چغندرقند، استفاده از ارقام مقاوم به ساقه روی است (۵). تأثیر کم آبی در ابتدای دوره رشد را بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل بیانگر افت کمی و کیفی محصول در (آبیاری زود به زود) قبل از مصرف ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده می‌باشد (۱۱). پایین بودن مصرف آب در زراعت چغندرقند زمستانه یکی از مزیت‌های مهم تولید این محصول به ویژه در مناطق خشک (مانند ایران) به شمار می‌رود (۶). اثر دمای پـایین و نور مداوم روی گیاهان جوان در تعدادی از ارقام چغندرقند نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف از نظـر جوابگـوئی بـه مـدت تیمـار سـرما و نور مورد نیاز بولتینـگ و گلدهی کاملا متفاوت هستند. همچنین نشان داد که گیاهان به ساقه نرفته در یک جمعیت چغندرقند که اکثر بوته‌های آنها به ساقه رفته بودند، نتاجی تولید کردند که درجـه مقاومـت بـه بولتینگ خوبی را داشتند (۱۵).

با توجه به موقعیت مشابه آماری تیمار تنش اول فصل با آبیاری نرمال از نظر صفات مهمی چون عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید و در عین حال افزایش ۵۳ درصدی کارایی مصرف آب نسبت به تیمار نرمال، منطقی به نظر می‌رسد که با اعمال این مدیریت در مناطقی که با محدودیت آب مواجه‌اند و یا با توجه به وجود زراعت غلات و نیاز به آبیاری مزارع گندم و جو در این برهه زمانی حساس ،ضمن کاهش مصرف آب (حدود ۰۰۰۲ متر مکعب در هکتار) می‌توان به عملکرد نزدیک به شرایط نرمال دست یافت (۸).

تنش آبی زمانی رخ می‌دهد که سرعت تعرق بیش از سرعت جذب آب باشد. با کاهش مقدار آب در خاک وعدم جایگزینی آن پتانسیل آب در منطقه توسعه‌ی ریشه‌ها به طرز مشابهی پتانسیل آب در گیاه کاهش می‌یابد و اگر شدت تنش آبی زیاد باشد باعث کاهش شدید فتوسنتز و مختل شدن فرآیندهای فیزیولوزیکی و سرانجام خشک شدن و مرگ گیاه می‌شود. بنابراین با توجه به موقعیت اقلیمی کشور تهیه ارقام متحمل به خشکی اهمیت زیادی دارد تا در شرایط کمبود آب از عملکرد اقتصادی برخوردار باشند. در این تحقیق ارزیابی فامیل‌های تمام خواهری چغندرقند به منظور تهیه‌ی ارقام متحمل به خشکی مد نظر است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور شناسایی والد پدری (گرده افشان) متحمل به تنش خشکی با استفاده از فامیل‌های تمام خواهری در ایستگاه مهندس مطهری موسسه تحقیقات چغندر قند واقع در کمالشهر کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و به ارتفاع ۱۳۰۰ متر بالاتر از سطح دریا در سال ۱۳۹۴ در شرایط بدون تنش (بر اساس نیاز آبی) و تنش خشکی انجام شد. برای این منظور ۱۳ فامیل نیمه خواهری به همراه دو رقم متحمل به تنش خشکی (IR7) و (پایا) و یک ژنوتیپ معمولی (۱۹۱) به عنوان ارقام شاهد به صورت یک آزمایش کرت خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار به مدت یک سال اجرا شد (جدول ۱).

دو سطح آبیاری با اعمال تنش خشکی و آبیاری بدون تنش و فاکتور فرعی فامیل‌های تمام خواهری و ژنوتیپ های شاهد اعمال شد. اعمال تیمارهای آبیاری در هر دو حالت، بعد از سبز شدن (حداقل دو بار آبیاری) انجام گردید. بدین صورت که در آبیاری معمولی (بدون تنش) بعد از ۹۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیرکلاسA و در شرایط تنش براساس حدود ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک صورت گرفت. کرت‌های آزمایشی شامل کشت یک خط به طول پنج متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر مد نظر قرار گرفت. همچنین مقدار آب ورودی و خروجی قطعات آزمایشی در طول فصل رشد توسط WSC فلوم اندازه‌گیری شد.

در زمان برداشت، بوته‌های هر خط در کرت آزمایش جداگانه برداشت و سرزنی شده و پس از شمارش ریشه کیسه‌گیری جهت شستشو و توزین به آزمایشگاه تهیه خمیر ارسال و سپس از هر کرت‌های آزمایشی یک نمونه خمیر تهیه و در سینی‌های مخصوص قرار داده و در شرایط منجمد به آزمایشگاه تکنولوژی قند برای تجزیه صفات کیفی شامل درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، درصد قند خالص، قند ملاس و درصد ضریب استحصال شکر توسط دستگاه بتا لایزر اندازه گیری شد.برای بدست آوردن درصد قند ملاس از معادله زیر استفاده شد (۱۶).

MS=0.343(K+Na)+(0.094(a-amion-N)-0.29a%

درصد قند ملاس یا درصد قند قابل استحصال از تفاضل درصد قند ناخالص و درصد قند ملاس به دست آمد.

WSC=%SC–%MS

درصد قند ناخالص یا عیار قند چغندرقند شامل درصد قند قابل استحصال و درصد قند موجود در ملاس می‌باشد.برای اندازه گیری پارامترهای کیفی در ریشه،خمیر ریشه و سواستات سرب به طور کامل و با استفاده از مخلوط کن‌های اتوماتیک با همدیگر مخلوط گردید،سپس با کاغذ صافی شماره ۲۴ صاف شده و عصاره جدا شد،آنگاه درصد قند آن به روش پلاریمتری تعیین شد (۱۴).

مقادیر پتاسیم و سدیم موجود در عصاره تهیه شده از خمیر ریشه،به وسیله دستگاه فلیم فتومتر که طیف نشری حاصل از نمونه را با طیف نشری گسترده حاصل از لیتیوم مقایسه می‌کند، اندازه‌گیری شد و میزان آن بر حسب میلی اکی‌والان درصد گرم خمیر حاصل از ریشه محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن مضره از دستگاه بتالایزر استفاده شد.در این دستگاه با مخلوط نمودن عصاره صاف شده و معرف کوپر به نسبت مساوی تغییراتی در رنگ ایجاد می‌شود که با استانداردهای موجود مقایسه شده (به وسیله خود دستگاه) و برحسب میلی اکی‌والان در یکصد گرم خمیر حاصل از ریشه مشخص گردید (۱۳).

همچنین برای دسته بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد آنها در شرایط نرمال و تنش،شاخص‌های کمی تحمل به تنش از روابط زیر محاسبه شد :

شاخص تحمل

Tolerance (TOL) = Yp _ Ys

در این روابط، Ypو Ysبه ترتیب عملکرد در شرایط نرمال و تنش می‌باشند، مقدار بالای TOL بیانگر حساسیت بیشتر به تنش است ،انتخاب بر اساس این شاخص به نفع ژنوتیپ‌هایی است که عملکرد پایینی در شرایط نرمال و عملکرد بالایی در شرایط تنش دارند.

شاخص حساسیت به تنش :

SSI = (1_Ys/Yp) /SI
SI = 1_Ys/Yp

هر چه مقدار این شاخص کمتر باشد تحمل به تنش بیشتر است. انتخاب بر اساس این شاخص به نفع ژنوتیپ‌هایی است که عملکرد پایینی در شرایط نرمال و تنش دارند.

شاخص تحمل به تنش

$$STI = Yp \times Ys/yp2$$

Yp نشان دهنده میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال می‌باشد، این شاخص عملکرد در شرایط نرمال، عملکرد در شرایط تنش و شدت تنش را به طور همزمان در نظر می‌گیرد. هرچه مقدار این شاخص برای یک ژنوتیپ بالاتر باشد تحمل تنش و پتانسیل عملکرد آن نیز بالاتر خواهد بود (۱۷).

در پایان اجرای این تحقیق بر اساس نتایج به‌دست آمده بهترین فامیل تمام خواهری که توان تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی داشت به عنوان والد پدری با یک والد مادریسینگل کراس نر عقیم تلاقی داده شد و هیبرید متحمل به تنش خشکی تهیه شد.

در پایان با استفاده از داده‌های جمع آوری شده ،تجزیه واریانس و مقایسه میانگینLSD در سطح ۵ درصد و یک درصد توسط نرم افزارهای Excel، SAS انجام شد.

یافته‌ها

نتایج تجزیه واریانس یکساله نشان داد که بین تیمارهای آبیاری برای صفت عملکرد ریشه از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. عملکرد ریشه تیمار آبیاری معمولی (بدون تنش) ۷۰/۳۴ تن در هکتار نسبت به تیمار تنش با عملکرد ریشه ۲۲/۸۳ تن در هکتار افزایش عملکرد نشان داد. یک تنش متعادل عملکرد را کاهش نخواهد داد ولی تنش شدید به خصوص اگر پس از آبیاری انجام شود دارای اثرات نامطلوب خواهد بود. اگر رطوبت به اندازه کافی در اختیار گیاه نباشد، عملکرد محدود شده، درصد قند و درجه خلوص کاهش می‌یابد (۱۰). رقم شاهد خارجی متحمل IR7 با عملکردی برابر با ۷/۸۰ تن در هکتار در و رقم معمولی ۱۹۱ نیز ازعملکرد پایینی نسبت به گروه‌های دیگر برخوردار بودند. اثر متقابل رقم در آبیاری برای صفت عملکرد ریشه معنی‌دار نبود نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای آبیاری برای عملکرد شکر ناخالص از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای آبیاری و تیمار رقم و همچنین اثر رقم در آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. رقم پایا با ۴/۹۰ تن در هکتار و رقم ۱۹۱ با عملکرد ۴/۱۷ تن بالاترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند و رقم IR7 با عملکرد ۳/۲۴ تن در گروه‌های پایین قرار دارد. نتایج آزمایش‌هایی که به منظور بررسی رابطه بین صفات مختلف ریشه چغندرقند در شرایط خشکی انجام شد نشان داد که تقریباً تمام ارقام از نظر صفات مختلف با هم تفاوت دارند. همچنین نتایج حاصل از همبستگی نشان داد که رابطه بین عملکرد شکر سفید با عملکرد ریشه، میزان شکر و ضریب استحصال شکر مثبت و این رابطه با سدیم، پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم موجود در ریشه منفی بود (۱). نتایج نشان داد بین تیمارهای آبیاری و رقم و اثر رقم در آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول۲). عملکرد شکر ناخالص تیمار آبیاری معمولی ۹/۰۲ تن در هکتار نسبت به تیمار تنش با عملکرد شکر ۲/۳۹ تن افزایش عملکرد نشان داد (جدول ۳).

میانگین ژنوتیپ‌ها در رقم شاهد پایا با میانگین ۷۲/۴۲ تن در هکتار بیشترین عملکرد ریشه را داشت و با فامیل شماره هشت با عملکرد ریشه ۵۶/۸۷ تن در هکتار بدون اختلاف معنی‌دار گروه برتر را تشکیل دادند. کمترین عملکرد ریشه به مقدار ۳۲/۹۱ تن در هکتار به فامیل شماره سه با منشاء S1- 930637 تعلق داشت که

با رقم شاهد IR7 و فامیل‌های شماره هفت (۴۸/۸۷ تن در هکتار)، پنج (۴۶/۱۷ تن در هکتار)، یک (۴۵/۲۷ تن در هکتار)، دو (۴۵/۱۰ تن در هکتار)، سیزده (۴۳/۱۰ تن در هکتار)، ده (۳۸/۹۵ تن در هکتار)، شانزده (۳۷/۵۱ تن در هکتار)، نه (۳۵/۷۷ تن در هکتار)، پانزده (۳۴/۳۲ تن در هکتار) و سه (۳۲/۹۰ تن در هکتار) در آخرین گروه آماری قرار گرفتند. بقیه فامیل‌ها گروه‌های میانی را به خود اختصاص دادند (جدول۴).

میانگین عملکرد ریشه در شرایط آبیاری معمولی در آزمایش برابر با ۷۰/۳۴ تن در هکتار بود. در بین فامیل‌ها و ارقام شاهد بیشترین عملکرد ریشه به مقدار ۱۰۶/۵۰ تن در هکتار به رقم شاهد پایا تعلق داشت که با فامیل هشت با عملکرد (۸۶/۷۵ تن)،۱۲(۸۴/۱۵ تن) و شش (۸۲/۲۵ تن) به خود اختصاص دادند. کمترین عملکرد ریشه به مقدار ۴۲/۵۵ تن در هکتار در فامیل شماره سه مشاهده شد (جدول ۵).

بیشترین عملکرد ریشه در شرایط تنش خشکی در رقم پایا به میزان ۳۸/۳۵ تن در هکتار مشاهده شد و با فامیل‌های های شماره چهار (۳۳/۵۳ تن) و پنج (۳۳/۳ تن) در گروه برتر قرار گرفتند (جدول ۶).

میانگین عملکرد ریشه در شرایط تنش در آزمایش برابر با ۲۲/۸۳ تن در هکتار بود (جدول ۷). رقم سه با منشاء ۹۳۰۶۳۷ با عملکرد ۱۲/۸۵ درصد بیشترین میزان را به خود اختصاص داد که بدون اختلاف معنی‌دار با رقم IR7 با درصد قند ۱۲/۸۲ و رقم ۱۹۱ با ۱۲/۵۴ درصد در بالاترین گروه‌ها قرار دارد رقم پایا با ۱۱/۲۳ درصد در گروه‌های پایینی جای گرفته است. کاهش مصرف آب از طریق تأخیر در آبیاری چغندر قند در ابتدای فصل رشد موجب کاهش سدیم و ناخالصی‌های شربت و در نتیجه افزایش درصد قند ناخالص و قابل استحصال می‌شود (۳).

جدول ۱- لیست ژنوتیپ‌های تمام خواهری چغنرقند

شماره	فامیل‌های تمام خواهری
۱	S_1-930628
۲	S_1-930630
۳	S_1-930637
۴	S_1-930638
۵	S_1-930668
۶	S_1-930691
۷	S_1-930700
۸	S_1-930713
۹	S_1-930719
۱۰	S_1-930720
۱۱	S_1-930727
۱۲	S_1-930735
۱۳	S_1-930751
۱۴	32434 پایا
۱۵	(IR7)F-20505
۱۶	191

جدول ۲-تجزیه واریانس صفات کیفی فامیل‌های تمام خواهری چغندر قند تحت تیمار آبیاری (نرمال، تنش)، رقم و رقم در آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر (تن در هکتار)	درصد شکرسفید (تن در هکتار)	درصد قند (درصد)
تکرار	۳	۲۰۴/۸۰^{ns}	۴/۶۳۲^{ns}	۳/۰۰۲^{ns}	۲/۴۳۲^{ns}
تیمار آبیاریa	۱	۷۲۲۲۵/۶۵**	۱۴۰۶/۶۲۰**	۶۹۷/۰۹۱^{ns}	۱۷۱/۰۵۵^{ns}
خطای a	۳	۳۸۷/۵۸^{ns}	۵/۲۴۹^{ns}	۳/۳۹۴^{ns}	۴/۹۲۴^{ns}
رقم b	۱۵	۸۰۸/۲۰۱**	۸/۹۷۵^{ns}	۳/۰۳۸^{ns}	۲/۹۶۶^{ns}
a * b	۱۵	۴۳۰/۸۸^{ns}	۵/۵۲۸^{ns}	۱/۸۹۹^{ns}	۱/۵۳۲^{ns}
خطای کل	۹۰	۲۶۴/۳۹۹	۴/۲۱۱	۱/۹۸۸	۱/۶۵۴

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس و عملکرد فامیل‌های تمام خواهری چغندر قند در شرایط آبیاری نرمال و معمولی

رژیم آبیاری	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر (تن در هکتار)	درصد شکر سفید (تن در هکتار)	درصد قند (درصد)
آبیاری نرمال	۷۰/۳۴	۹/۰۲	۶/۰۱	۱۲/۹۳
تنش خشکی	۲۲/۸۳	۲/۳۹	۱/۳۴	۱۰/۶۲
$LSD^{5\%}$	۱۱/۰۸	۱/۲۹	۱/۰۳	۱/۲۴

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کیفی ارقام چغندر قند تحت تیمار آبیاری (نرمال و تنش)

شماره	فامیل‌های تمام خواهری	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر (تن در هکتار)	درصد شکر سفید (تن در هکتار)	درصد قند (درصد)
۱	S_1-930628	۴۵/۲۷^{bcde}	۵/۷۶^{Bcde}	۳/۸۱^{Abc}	۱۲/۰۱^{Abc}
۲	S_1-930630	۴۵/۱۰۰^{bcde}	۵/۶۰^{Bcde}	۳/۵۰^{Abc}	۱۱/۷۶^{Abcd}
۳	S_1-930637	۳۲/۹۰^{e}	۵/۵۱^{e}	۳/۰۶^{Bc}	۱۲/۸۵^{a}
۴	S_1-930638	۵۴/۲۴^{bc}	۶/۵۱^{Abc}	۴/۲۹^{Ab}	۱۱/۵۷^{Abcd}
۵	S_1-930668	۴۶/۱۷^{bcde}	۵/۷۵^{Bcde}	۳/۷۸^{Abc}	۱۲/۱۶^{Abc}
۶	S_1-930691	۵۱/۲۰^{bcd}	۶/۴۲^{Abcd}	۴/۱۳^{Ab}	۱۲/۰۲^{Abc}
۷	S_1-930700	۴۸/۸۷^{bcde}	۵/۹۲^{Bcde}	۳/۹۰^{Abc}	۱۱/۷۱^{Abcd}
۸	S_1-930713	۵۶/۸۷^{ab}	۶/۹۲^{Ab}	۴/۴۰^{Ab}	۱۱/۳۷^{Abcd}
۹	S_1-930719	۳۵/۷۷^{de}	۴/۴۳^{De}	۲/۲۷^{C}	۱۱/۳۸^{Bcd}
۱۰	S_1-930720	۳۸/۹۵^{cde}	۴/۴۱^{De}	۲/۷۰^{C}	۱۰/۶۵^{D}
۱۱	S_1-930727	۵۰/۹۴^{bcd}	۵/۹۷^{bcde}	۳/۳۳^{Bc}	۱۱/۱۱^{Cd}
۱۲	S_1-930735	۵۱/۷۵^{bcd}	۶/۱۵^{bcde}	۳/۶۳^{Abc}	۱۱/۵۸^{Abcd}
۱۳	S_1-930751	۴۳/۱۰۰^{Bcde}	۵/۰۵^{bcde}	۳/۲۳^{Bc}	۱۱/۳۱^{Bcd}
۱۴	32434 پایا	۷۲/۴۲^{a}	۸/۳۰^{a}	۴/۹۰^{a}	۱۱/۲۳^{Cd}
۱۵	(IR7)F-20505	۳۴/۳۲^{e}	۴/۶۱^{cde}	۳/۲۴^{bc}	۱۲/۵۴^{Ab}
۱۶	191	۳۷/۵۱^{de}	۵/۱۸^{bcde}	۴/۱۷^{ab}	۱۲/۸۲^{A}

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات کیفی ارقام چغندر قند در شرایط نرمال

شماره	فامیل‌های تمام خواهری	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر (تن در هکتار)	درصد شکر سفید (تن در هکتار)	درصد قند (درصد)
۱	S_1-930628	۶۹/۹۰^{bcd}	۹/۳۰^{abcd}	۶/۴۵^{abc}	۱۳/۳۱^{bcd}
۲	S_1-930630	۷۴/۴۰^{bc}	۹/۵۷^{abcd}	۶/۲۳^{abc}	۱۲/۹۶^{cdef}
۳	S_1-930637	۴۲/۵۵^{d}	۶^{d}	۶/۴۹^{c}	۱۴/۲^{cdef}
۴	S_1-930638	۷۴/۹۵^{bc}	۹/۵۴^{abcd}	۶/۵۴^{abc}	۱۲/۷^{bcd}
۵	S_1-930668	۵۹/۰۵^{bcd}	۷/۸۳^{bcd}	۵/۲۸^{abc}	۱۳/۳۳^{bcd}
۶	S_1-930691	۸۲/۲۵^{abc}	۱۰/۶۶^{ab}	۶/۶۹^{abc}	۱۳/۱۵^{bcde}
۷	S_1-930700	۷۰/۲۵^{bcd}	۸/۸۸^{abcd}	۶/۱۴^{abc}	۱۲/۶۲^{cdef}
۸	S_1-930713	۸۶/۷۵^{ab}	۱۰/۹۳^{ab}	۷/۲۷^{ab}	۱۲/۷۱^{cdef}
۹	S_1-930719	۵۶/۹۵^{bcd}	۷/۴۰^{bcd}	۴/۷۸^{bc}	۱۲/۷۶^{cdef}
۱۰	S_1-930720	۵۱/۳۰^{cd}	۶/۳۳^{cd}	۴/۳۰^{c}	۱۲/۲^{def}
۱۱	S_1-930727	۷۹/۳۵^{abc}	۹/۶۸^{abcd}	۵/۷۱^{abc}	۱۲/۱۶^{def}
۱۲	S_1-930735	۸۴/۱۵^{ab}	۱۰/۲۲^{abc}	۶/۱۲^{Abc}	۱۲/۱۶^{def}
۱۳	S_1-930751	۶۷/۴۰^{Bcd}	۸/۱۲^{bcd}	۵/۳۰^{abc}	۱۲/۰۱^{ef}
۱۴	32434 پایا	۱۰۶/۵۰^{a}	۱۲/۵۶^{a}	۷/۶۸^{a}	۱۱/۸۳^{f}
۱۵	(IR7)F-20505	۶۰/۸۵^{bcd}	۸/۳۵^{bcd}	۵/۹۶^{abc}	۱۳/۶۱^{bc}
۱۶	191	۵۸/۹۰^{bcd}	۸/۹۹^{abcd}	۶/۹۳^{abc}	۱۵/۲۶^{A}

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات کیفی ارقام چغندر در شرایط تنش

شماره	فامیل‌های تمام خواهری	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر (تن در هکتار)	درصد شکر سفید (تن در هکتار)	درصد قند (درصد)
۱	S_1-930628	۲۰/۶۵^{de}	۲/۲۲^{defg}	۱/۱۷^{defgh}	۱۰/۷۲^{ab}
۲	S_1-930630	۱۵/۸^{ef}	۱/۶۲^{efgh}	۰/۷۷^{fgh}	۱۰/۵۷^{ab}
۳	S_1-930637	۲۳/۲۶^{cde}	۲/۶۳^{bcde}	۱/۶۴^{bcde}	۱۱/۵^{a}
۴	S_1-930638	۳۳/۵۳^{ab}	۳/۴۸^{abc}	۲/۰۵^{abc}	۱۰/۴۵^{ab}
۵	S_1-930668	۳۳/۳۰^{abc}	۳/۶۶^{ab}	۲/۲۸^{a}	۱۱ ^{ab}
۶	S_1-930691	۲۰/۱۵^{de}	۲/۱۹^{defg}	۱/۳۱^{defg}	۱۰/۹ ^{ab}
۷	S_1-930700	۲۷/۵^{bcd}	۲/۹۷^{abcd}	۱/۶۶^{abcd}	۱۰/۸۱^{ab}
۸	S_1-930713	۲۷^{bcd}	۲/۹۰^{bcd}	۱/۵۳^{bcde}	۱۰/۷۶^{ab}
۹	S_1-930719	۱۴/۶^{ef}	۱/۴۷^{fgh}	۰/۶۷^{gh}	۱۰/۰۱^{ab}
۱۰	S_1-930720	۲۶/۶^{bcd}	۲/۴۹^{cdef}	۱/۱۰^{defgh}	۹/۱^{b}
۱۱	S_1-930727	۲۲/۵۳^{de}	۲/۲۶^{defg}	۰/۹۵^{fgh}	۱۰/۰۶^{ab}
۱۲	S_1-930735	۱۹/۳۵^{de}	۲/۰۹^{defg}	۱/۱۳^{defgh}	۱۱^{ab}
۱۳	S_1-930751	۱۸/۸^{de}	۱/۹۹^{defg}	۱/۱۶^{defgh}	۱۰/۶۲^{ab}
۱۴	32434 پایا	۳۸/۳۵^{a}	۴/۰۵^{a}	۲/۱۱^{ab}	۱۰/۶۲^{ab}
۱۵	(IR7)F-20505	۷/۸۰^{f}	۰/۸۸^{h}	۰/۵۳^{h}	۱۱/۴۸^{a}
۱۶	191	۱۶/۱۳^{ef}	۱/۳۰^{gh}	۱/۴۱^{cdef}	۱۰/۳۸^{ab}

شاخص‌های انتخاب فامیل‌های تمام خواهری متحمل

میزان عملکرد شکر تولیدی ژنوتیپ ها در دو شرایط می‌تواند معیار مناسبی برای برتری تحمل فامیل‌ها باشد لذا برای مقایسهٔ ژنوتیپ ها از نظر پتانسیل عملکرد در شرایط معمولی و تنش و انتخاب متحمل‌ترین آن‌ها می‌توان از شاخص‌های STI (شاخص تحمل به تنش)، SSI (شاخص حساسیت به تنش) و TOL (شاخص تحمل) استفاده کرد. بر اساس نتایج بدست آمده بهترین فامیل تمام خواهری که توان تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی دارد به عنوان والد پدری با یک والد مادری سینگل کراس نر عقیم تلاقی داده خواهد شد و از این طریق هیبرید متحمل به تنش خشکی تهیه خواهد شد. و برای کشت در مناطق با محدودیت آب توصیه خواهد شد. طبق نتایج بدست آمده شاخص تحمل در رقم شماره سه با منشاء S1-930637 بیشترین پتانسیل را دارد که بعد از آن به ترتیب رقم‌های شماره ۱۰، ۵، ۷ و ۴، قرار می‌گیرند. کمترین پتانسیل را رقم پایا دارد (جدول ۷). رقم شماره نه با منشاء S1-930719 تحمل تنش بیشتری نسبت به بقیه دارد و به ترتیب رقم یک و یازده بعد از آن قرار می‌گیرند و IR7 کمترین تحمل را دارد. بالا بودن شاخص‌های SSI وTOL نشانگر حساسیت بیشتر نسبت به تنش است (۴). همچنین طبق بررسی‌ها بیشترین پتانسیل تحمل به تنش را رقم شماره سه با منشاء S1-930673 دارد و بعد از آن رقم شماره یک قرار می‌گیرد و کمترین میزان را رقم IR7 دارد. توسعه‌ی یک جمعیت اصلاحی متفرق از منشا تلاقی هدفمند و دستیابی به رگه‌های خوش آمیخته نوترکیب با دامنه‌ای گسترده از تحمل به تنش خشکی فرصت مناسبی را برای شناسایی رگه‌های متحمل و حساس به خشکی فراهم می‌کند (۷). مقاومت به خشکی به عنوان عملکرد نسبی یک رقم در مقایسه با رقم‌های دیگر در شرایط تنش تعریف شده است (۱۸). گزینش رقم‌هایی که هم به شرایط تنش و هم بدون تنش سازگاری دارند هدف اصلی آزمایش‌های آزمون عملکرد است. حساسیت به تنش را نیز می‌توان به میزان کاهش عملکرد در شرایط تنش تعبیر کرد گرچه این مقدار برای رقم‌های مختلف با پتانسیل عملکرد متفاوت می‌تواند گمراه کننده باشد.توسعه جمعیت‌های اصلاحی که با استفاده‌ی تلاقی بین رقم‌های متحمل و رقم‌های حساس به تنش خشکی با عملکرد بالا تشکیل شده باشد، در ترکیب پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی بسیار موثر است (۱۹).

جدول ۷- نتایج شاخص‌های تحمل در فامیلهای مورد بررسی بر اساس میانگین عملکرد شکر (تن در هکتار)

شماره	فامیل‌های تمام خواهری	عملکرد شکر در آبیاری نرمال	عملکرد شکر در آبیاری تنش	TOL	SSI	STI
۱	S_1-930628	۹/۳	۲/۲۲	۷/۰۸	۱/۰۲	۳/۹۸
۲	S_1-930630	۹/۵۷	۱/۶۲	۷/۹۵	۳/۲	۰/۱۸
۳	S_1-930637	۶	۲/۶۳	۳/۳۷	۲/۲۸	۵/۲۱
۴	S_1-930638	۹/۵۴	۳/۴۸	۶/۰۷	۲/۵۶	۰/۴۰
۵	S_1-930668	۸/۷۳	۳/۶۶	۵/۰۷	۲/۳۶	۰/۳۸
۶	S_1-930691	۱۰/۶۶	۲/۱۹	۸/۴۷	۲/۹۲	۰/۲۸
۷	S_1-930700	۸/۸۸	۲/۹۷	۵/۹۱	۲/۶۸	۰/۳۲
۸	S_1-930713	۱۰/۹۳	۲/۹	۸/۰۳	۲/۹۶	۰/۳۸
۹	S_1-930719	۷/۴۰	۱/۴۷	۵/۹۳	۰/۵۶	۰/۱۳
۱۰	S_1-930720	۶/۳۳	۲/۴۹	۳/۸۴	۲/۴۴	۰/۱۹
۱۱	S_1-930727	۹/۶۸	۲/۲۶	۷/۴۲	۳/۰۸	۰/۲۶
۱۲	S_1-930735	۱۰/۲۲	۲/۰۹	۸/۱۳	۳/۲	۰/۲۵

۱۳	S_1-930751	۸/۱۲	۱/۹۹	۶/۱۳	۳/۰۴	۰/۱۹
۱۴	32434 پایا	۱۲/۵۶	۴/۰۵	۸/۵۱	۲/۷۲	۰/۶۱
۱۵	(IR7)F-20505	۸/۳۵	۰/۸۸	۷/۴۷	۳/۶	۰/۰۸
۱۶	191	۸/۹۹	۱/۳۷	۷/۶۲	۳/۴	۰/۱۴
		۹/۰۷ (میانگین) ۲/۳۱				

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بین تیمارهای آبیاری برای صفت عملکرد ریشه و عملکرد شکر ناخالص از نظر آماری به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بطوری که بالاترین عملکرد این دو صفت را رقم پایا به خود اختصاص داده است همچنین میانگین عملکرد ریشه، درصد قند سفید، ضریب استحصال شکر، قند ملاس و ناخالصی‌های چغندر قند در فامیل‌های مورد بررسی در دو حالت آبیاری معمولی و تنش اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نشان داد بطوری‌که بالاترین درصد ضریب استحصال و درصد قند سفید متعلق به رقم معمولی ۱۹۱ است و بیشترین درصد قند ملاس را رقم S1-930727 دارد. در مورد ناخالصی‌ها بیشترین درصد متعلق به رقم S1-930630 و رقم معمولی ۱۹۱ است. در نتیجه اعمال تنش خشکی (SI=۰/۷۲) باعث کاهش عملکرد ریشه ۶۷/۵۴ درصدی و عملکرد شکر شد همچنین بیشترین درصدقند ناخالص و بالاترین شاخص تحمل به خشکی متعلق به رقم شماره سه با منشاء S1-930637 می‌باشد.

منابع

۱. **اسکندری، م.، قنادها، م.ر.، صادقیان س.ی. و فارسی نژاد، ک. ۱۳۸۱.** همبستگی بین صفات مختلف کمی و کیفی و تجزیه علیت برای محصول شکر سفید در شرایط خشکی چغندر قند. مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، موسسه تحقیقات و اصلاح و تهیه بذر و نهال، ص. ۱۲۲-۱۲۰.

۲. **پرویزی آلمانی، م. و یزدی صمدی، ب. ۱۳۷۶.** بررسی ژنوتیپ های مختلف چغندر قند از نظر تحمل به خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۸(۳): ۲۳۲-۲۳۵.

۳. **جهاد اکبر، م.ر. و ابراهیمیان، ح.ر. ۱۳۷۷.** ارزیابی سه مدیریت زراعی و شش رقم بذر چغندر قند جهت صرفه جویی آب در سه ماهه اول سال. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران ۱۳-۹ شهریور. کرج؛ ص ۲۸۴.

۴. **زبرجدی، آ.ر. ۱۳۹۰.** ارزیابی ژنوتیپ‌های کلزا تحت شرایط تنش خشکی. مجله فرات علوم کشاورزی، شماره ۳.

۵. **صادقیقان، س. ۱۳۸۱.** مزایای کشت چغندر زمستانه در مقایسه با چغندر تابستانه. نشست بخش مدیترانه، ۲۶-۲۴.

۶. **شریفی، م. ۱۳۸۲.** بررسی همبستگی معیار های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی با صفات کمی و کیفی ۱۰ ژنوتیپ جدید چغندر قند. پایان نامه کاشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه شیراز، ۳۶-۲۳.

۷. **صبوری، ع.، دادرس، ا.ر.، خوش‌چهره، ح.، وطن‌پرست، ا. و افلاطونی، ح. ۱۳۷۹.** بررسی لاین‌های اینبرد نوترکیب برنج از لحاظ تحمل به خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل و نشانگرهای SSR. مجله علوم گیاهان زراعی ایران(علوم کشاورزی ایران)، ۹۴(۴): ۳۱-۴۲.

۸. **طالقانی، د.، صادق زاده حمایتی، س.، مطلوبی، ف. و خیامیم، س. ۱۳۸۸.** بررسی برخی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ های امیدبخش چغندرقند در شرایط تنش خشکی. مجله چغندرقند، ۲۵(۲): ۱۱۳-۱۲۳.
۹. **کاشانی، الف.، صادقی، ح.، کاوه، ف. و فرازداغی، ه. ۱۳۷۵.** الگوی کاشت مناسب برای تولید پروتئین و قند در خوزستان. دانشگاه چمران اهواز.
۱۰. **کوچکی، الف.، سلطانی، الف. و عزیزی، م. ۱۳۸۲.** اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه مشهد. ۲۷۲ صفحه.
۱۱. **گوهری، ج. و توحیدلو، ق. ۱۳۷۷.** تاثیر کم آبی در ابتدای دوره رشد بر عملکرد نهایی چغندر قند. مجله علمی و تحقیقاتی چغندر قند، ۸۶-۵۷.
۱۲. **میرزایی، م.ر. و قدمی فیروز آبادی، ع. ۱۳۸۵.** بررسی کمیت و کیفیت چغندر قند در دو سیستم آبیاری نشتی. گزارش نهایی ۸۵/۸۹۲ موسسه تحقیقات چغندر قند.

13. **Acevedo, E. 1991.** Improvement of winter cereal crops in Mediterranean environment. Use if yield, morphological and physiological traits. In: physiology breeding of winter cereal for stresed Mediterranean environment s. Montpellier, France, 6: 273-305.
14. **Clarke, J.M., Richards, R.A. and Condon, A.G. 1991.** Effect of drought stress on residual transpiration and its relationship with water use of wheat. J .Plant Sci., 71: 695-702.
15. **Cooke, D.A. and Scott, R.K. 1993.** Sugar Beet Crop: Science In To Practice. Chapman and Hall, London.
16. **Dutton, J. and Bowler, G. 1984.** Money is still being wasted on nitrogen fertilizer. British Sugar Beet Review, 52:75-77.
17. **Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. 1: grain yield responses.Aus. J Agri. Res., 29: 897-912
18. **Hall, A.E. 1993.** Is dehydration tolerance relevant to genotypic difference in leaf senescence and crop adaption to dry environments?. Current topics in plant physiology (USA).
19. **Kumar, A., Verulkar, S.B., Dixit, S, Chauhan, B., Bernier, J., Venuprasad, R., Zhao, D. and Shrivastava, M.N. 2009.** Yield and yield-attributing traits of rice (*Oryza sativa* L.) under lowland drought and suitability of early vigor as a selection criterion. Field Crops Research, 114(1): 99-107.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 12, Issue 1, Spring and Summer 2022

Evaluating the Performance of All Sugar Beet Sisters Related to Drought Stress

Sara Bostandust Rad[1*], Eslam Majidi Hervan[2], Mohamad Reza Orazi Zade[3]

[1] Master of Genetics, Department of Agricultural Engineering, Technical Faculty, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[2] Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences and Food Industry, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[3]Research Instructor, Sugar Beet Seed Breeding Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran.

Corresponding Author; Email: sara.bostandust@gmail.com

(Received: 5 July 2022; Accepted: 27 July 2022)

Abstract

This study aims to prepare a paternal parent (pollinator) tolerant to drought stress using full sib families in the Karaj region in Motahhari's station of Sugar Beet Research Institute in 2015 in conditions without stress (based on water needs) and drought stress. For this purpose, an experiment in the form of a split-plot design was conducted with 13 full sib families, two drought-tolerant cultivars (IR7) and (stable), and a normal genotype (191) as control cultivars, with the main factor consisting of two levels (irrigation with drought stress and irrigation without stress) and the sub-factor of all sister families and control genotypes implemented in four replications for one year. After emergence, irrigation treatments were used in both instances (at least twice irrigation). At a probability threshold of 1% and 5%, respectively, the results revealed a statistically significant difference between irrigation treatments for root production and gross sugar output. As a result, a stable cultivar has the largest production of these two qualities. Furthermore, in the two modes of regular watering and stress, the mean root output in the examined families revealed a significant difference at the one percent probability level. Drought stress (SI = 0.72) lowered root and sugar yields. Cultivar 3, origin S1-930637, also has the greatest percentage of gross sugar and the highest drought tolerance index.

Keywords: Drought Stress, Drought Tolerance, Full sib families, Sugar beet