دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی هیبریدهای جدید مونوژرم چغندرقند از نظر تحمل به خشکی

الهه غفاری[۱]، ابادر رجبی[۲]، علی ایزدی دربندی[۳]، فرانک روزبه[۴] و رضا امیری[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول: e.gh67@yahoo.com)
۲ و ۴- استادیار و مربی، موسسه اصلاح و تحقیقات بذر چغندر قند، کرج
۳ و ۵- استادیار و دانشیار، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۱

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی تحمل به خشکی هیبریدهای جدید مونوژرم چغندرقند انجام گرفت. به‌منظور گزینش هیبریدهای امیدبخش و متحمل، دو آزمایش مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بر روی ۲۵ ژنوتیپ چغندرقند (۲۳ هیبرید جدید مونوژرم و دو شاهد متحمل و معمولی) در ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری (کمال شهر کرج) در سال ۱۳۹۱اجرا شد. آبیاری‌ها تا مرحله تنک و وجین (استقرار بوته‌ها) به‌طور معمول انجام شد. آبیاری‌های بعدی در شرایط نرمال پس از ۹۰ میلی‌متر و در شرایط تنش پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A صورت گرفت. صفات مورد ارزیابی شامل عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد شکر، میزان سدیم، میزان پتاسیم، میزان نیتروژن مضره، ضریب قلیائیت، درصد قند ملاس، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تحت شرایط تنش خشکی از نظر تمامی صفات بین ژنوتیپ‌ها اختلاف بسیار معنی‌داری وجود داشت. براساس نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات عملکرد ریشه، عیارقند، میزان سدیم و میزان پتاسیم بیش از ۹۹ درصد تغییرات عملکرد شکر سفید را در شرایط تنش خشکی توجیه کردند. براساس تجزیه خوشه‌ای نیز ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحت شرایط تنش خشکی در چهار گروه قرار گرفتند که در این میان، گروه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۲۵، ۲۰ و ۳ که گروه برتر از نظر عملکرد و کیفیت شناخته شد. در نهایت، هیبریدهای شماره ۲۰، ۳، ۸، ۱۸، ۷، ۱۳ و ۱۹ که هم از لحاظ شاخص تحمل به تنش (STI) و هم از لحاظ صفات عملکردی در شرایط تنش برتر بودند، متحمل‌ترین هیبریدها به تنش خشکی معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تحمل به خشکی، تنش، چغندرقند، شاخص STI

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و نمو گیاهان را مختل می‌کند. بیش از ۴۰ درصد از اراضی جهان در شرایط خشک یا نیمه خشک قرار دارد (۵) و حدود ۹۰ درصد مناطق نیمه خشک جهان در ۲۷ کشور دنیا از جمله ایران متمرکز شده است (۱۲). متوسط بارندگی در ایران ۲۴۰ میلی‌متر و در مناطق تولید چغندرقند ۷۰۰-۱۴۰ میلی‌متر می‌باشد که عمدتا در طی فصل زمستان رخ می‌دهد (۴) و برای این محصول که به‌صورت بهاره کشت می‌شود، عملاً غیرقابل استفاده است. بنابراین تولید چغندرقند در ایران کاملاً وابسته به آب آبیاری می‌باشد (۱۵). از طرفی در برخی مناطق کشور از جمله مناطق عمده چغندرکاری، هم‌زمانی دور آخر آبیاری غلات با اوایل فصل رشد چغندرقند، به کاهش تخصیص آب به رشد چغندرقند منجر می‌شود و در نتیجه این گیاه به مدت حدود ۵۰ روز تحت تنش خشکی قرار می‌گیرد (۴). لذا تهیه ارقام متحمل به خشکی برای این مناطق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از روش‌های تعیین ارقام متحمل به خشکی، ارزیابی سازگاری آن‌ها در محیط خشک و شرایط معمولی است. بنابراین چنانچه ژنوتیپی در شرایط خشک عملکرد بیشتری نسبت به سایر ارقام داشته باشد تحمل بیشتری به تنش خشکی خواهد داشت. تحقیقات نشان داده است که ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط کمبود آب واکنش‌های متفاوتی در مراحل مختلف رشد از خود نشان می‌دهند و تنوع ژنتیکی برای صفات مرتبط با تحمل به خشکی در ژرم پلاسم چغندرقند مشاهده شده است (۱۶،۱۴،۹). عروج‌نیا و همکاران (۱۰) در آزمایشی روی ۱۵ ژنوتیپ‌هاف سیب (خانواده نیمه خواهری) مولتی ژرم دیپلوئید چغندرقند تحت شرایط نرمال و تنش خشکی اختلاف معنی‌داری را بین سطوح مختلف آبیاری و ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر صفات کمی و کیفی گزارش کردند. فروزش و همکاران (۷) در تحقیقی روی ۱۴ ژنوتیپ چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی و آبیاری اظهار داشتند که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید تفاوت معنی‌داری نداشته اما از نظر صفت محتوای شکر سفید

تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. رجبی و همکاران (۱۷) نیز در آزمایشی بر روی خانواده‌های نیمه خواهری به دست آمده از دو جمعیت چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش، بیان داشتند که ارقام مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی از جمله عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد قند، سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره تفاوت معنی‌دار نشان دادند.

تعیین شاخص‌های ارزیابی و هم‌چنین قضاوت درباره لاین‌ها از نظر یک صفت پیچیده است و گاهی اوقات با نتایج متناقض همراه می‌باشد. لذا به‌نژاد گران به دنبال شاخص‌ها و خصوصیاتی هستند که بتوان از آن‌ها در انتخاب و اصلاح ارقام متحمل به خشکی استفاده نمود. به این منظور محققان از شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی استفاده می‌نمایند. برای بررسی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های چغندرقند، شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است اما اکثر محققین اظهار داشته اند که شاخص تحمل به تنش[1] (STI) به علت همبستگی معنی‌دار و مثبت با عملکرد شکر سفید در شرایط مطلوب و تنش خشکی و هم‌چنین هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار با شاخص میانگین حسابی عملکرد[2] (MP) نسبت به شاخص‌های دیگر از جمله شاخص حساسیت به تنش[3] (SSI)، شاخص تحمل[4] (TOL) و شاخص پایداری عملکرد[5] (YSI) پیشنهاد مناسب‌تری است (۱۸،۱۳).

هدف از این پژوهش ارزیابی هیبریدهای جدید مونوژرم چغندرقند تحت شرایط نرمال و تنش خشکی به‌منظور گزینش هیبریدهای امید بخش و متحمل به خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت دو آزمایش مجزا، هر یک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و کرت‌های سه خطی به طول هشت متر انجام شد. ۲۵ ژنوتیپ چغندرقند شامل ۲۳ هیبرید جدید مونوژرم و دو شاهد متحمل (IR7) و معمولی (گدوک) تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری واقع در کمال شهر کرج وابسته به موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کشت شدند. هیبریدها از تلاقی فامیل‌های هاف سیب (نیمه خواهری) با یک سینگل کراس مشترک ایجاد شدند. ابتدا فامیل‌های نیمه خواهری از داخل توده‌های متنوع اولیه انتخاب شدند. سپس ۲۳ فامیل برتر انتخاب و با یک سینگل کراس نرعقیم مونوژرم (۲۳۱×۴۳۶) به عنوان والد مادری تلاقی داده شدند و ۲۳ هیبرید تست کراس به دست آمد. اسامی ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ ارایه شده است. تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دیپلوئید و مونوژرم می‌باشند.

ایستگاه تحقیقاتی مهندس مطهری در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و شش دقیقه شرقی قرار داشته و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۳۰۰ متر می‌باشد. این منطقه با داشتن ۱۵۰-۱۸۰ روز خشک جزو مناطق دارای آب و هوای مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزو رژیم رطوبتی خشک محسوب می‌شود (۱).

به‌منظور تعیین نیاز غذایی گیاه، قبل از کاشت نمونه‌برداری از خاک انجام شد. بافت خاک مزرعه لومی رسی، اسیدیته خاک ۸/۰۳ و هدایت الکتریکی آن ۱/۹۲ds/m تعیین شد.

عملیات تهیه زمین و آماده‌سازی بستر بذر طبق روش رایج در ایستگاه تحقیقات انجام شد. عملیات کاشت در ۱۶ اردیبهشت ماه با استفاده از بذرکار ردیفی (اویورد) صورت گرفت. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر (بعد از تنک) و عمق کاشت ۳-۲/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در طی مرحله داشت، عملیات تنک، مبارزه با علف‌های هرز و سمپاشی علیه آفات انجام شد. تا مرحله تنک و وجین (استقرار بوته‌ها) آبیاری‌ها به‌طور معمول و به‌صورت نشتی با استفاده از سیفون انجام شد. آبیاری‌های بعدی در شرایط بدون تنش پس از ۹۰ میلی‌متر و در شرایط تنش پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A صورت گرفت. آبیاری‌های تیمار تنش بر اساس تجربیات قبلی و اعمال سطح متوسطی از تنش صورت گرفت. مقدار آب ورودی و خروجی قطعات آزمایش در طول فصل رشد از طریق WSC فلوم اندازه‌گیری شد. به این ترتیب میزان کل آب مصرفی محاسبه گردید. مجموع میزان آب مصرفی در تیمار بدون تنش ۹۵۰۰ متر مکعب و در تیمار تنش برابر ۶۴۰۰ متر مکعب در هکتار برآورد گردید.

عملیات برداشت در ۱۸ آبان ماه همان سال با استفاده از دستگاه چغندرکن پشت تراکتوری انجام شد. خطوط حاشیه‌ی آزمایش و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف گردید. ریشه‌های چغندرقند پس از سرزنی و شست و شو توزین گردید و میزان عملکرد نهایی ریشه (بر اساس وزن تر) بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. سپس با دستگاه اتوماتیک ونما (VENEMA)، خمیر ریشه (پلپ) تهیه گردید. نمونه خمیر ریشه پس از مخلوط شدن با محلول شفاف کننده سواستات سرب (۲۶ گرم از خمیر ریشه با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب) عصاره‌گیری شد و با دستگاه تجزیه کیفی

1- Stress Tolerance Index
2- Mean Productivity
3- Stress Susceptibility Index
4- Tolerance
5- Yield stability index

چغندرقند (Betalyser)، صفاتی از قبیل درصد قند ناخالص یا عیار قند (SC) به روش پلاریمتری، مقدار پتاسیم (K) و سدیم (Na) به روش فلیم فتومتری و مقدار نیتروژن مضره (a-N) به روش عدد آبی و بر حسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه چغندرقند اندازه‌گیری شد. هم‌چنین صفاتی از قبیل ضریب قلیائیت (Alc)، عملکرد شکر (SY)، قند ملاس (MS)، شکر قابل استحصال (WSC)، عملکرد شکر سفید (WSY) و ضریب استحصال شکر (ECS) نیز از طریق روابط زیر محاسبه گردید (۲):

$$Alc = (K+ Na) \div (a -N) \quad (۱)$$

$$SY = RY \times SC \quad (۲)$$

$$MS = ۰/۳۴۳(K+Na) + ۰/۰۹۴(a-N) - ۰/۳۱ \quad (۳)$$

$$WSC = SC - (MS + ۰/۶) \quad (۴)$$

$$WSY = WSC \times RY \quad (۵)$$

$$ECS = (WSC \div SC) * ۱۰۰ \quad (۶)$$

محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و هم‌چنین تجزیه رگرسیون گام به گام توسط نرم‌افزار SAS انجام شد. مقدار شاخص STI بر مبنای عملکرد شکر سفید نیز به‌منظور مقایسه تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از طریق رابطه زیر محاسبه شد (۶).

$$STI = \frac{(Yn \times Ys)}{\overline{Y}n^2} \quad (۷)$$

Y_n: عملکرد ژنوتیپ تحت شرایط نرمال، Y_s: عملکرد ژنوتیپ تحت شرایط تنش و $\overline{Y}_n$: میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال می‌باشد.

به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش خشکی نیز تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و با کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد.

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد ارزیابی

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ
۱	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۳	۱۴	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۲۴
۲	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۶	۱۵	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۲۵
۳	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۸	۱۶	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۲۷
۴	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۹	۱۷	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۳۰
۵	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۱۰	۱۸	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۳۱
۶	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۱۳	۱۹	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۳۲
۷	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۱۴	۲۰	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۳۳
۸	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۱۵	۲۱	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۳۷
۹	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۱۶	۲۲	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۳۸
۱۰	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۰۱۷	۲۳	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۴۰
۱۱	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۲۰	۲۴	SBSI-6 گدوک (شاهد معمولی)
۱۲	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۲۲	۲۵	IR7 (شاهد متحمل به خشکی)
۱۳	(۴۳۶×۲۳۱) × ۵RR-۸۷-HS.۲۳		

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی صفات اختلاف بسیار معنی‌دار داشتند (جدول ۲). وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی از سوی سایر محققین نیز گزارش شده است (۱۷،۱۶،۳).

نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین ژنوتیپ‌ها در آزمایش تنش خشکی در جدول ۳ ارایه شده است. از نظر صفت عملکرد ریشه ژنوتیپ شماره ۸ با عملکرد ۴۲/۶۳۸ تن در هکتار دارای بالاترین ارزش بوده و ژنوتیپ شماره ۴ با ۲۷/۰۷۳ تن در هکتار دارای کمترین عملکرد ریشه می‌باشد. اختلاف بین بیشترین و کمترین عملکرد ریشه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۳۶/۵ درصد می‌باشد و متوسط عملکرد ریشه نیز در ژنوتیپ‌های مورد بررسی۳۴/۷۳۰ تن در هکتار برآورد شد. در مورد درصد قند ژنوتیپ شماره ۲۰ دارای بیشترین مقدار (۱۶/۴۵۰ درصد) و ژنوتیپ شماره ۱ (۱۴/۳۶۳ درصد) دارای کمترین مقدار می‌باشد. متوسط عیار قند در ژنوتیپ‌های تحت بررسی ۱۵/۴۰۴ درصد و اختلاف بین بیشترین و کمترین عیار قند ۱۲/۷ درصد می‌باشد. از نظر عملکرد شکر که متأثر از صفات عملکرد ریشه و درصد قند است، ژنوتیپ شماره ۸ با ۶/۷۷۵ تن در هکتار دارای بالاترین مقدار می‌باشد. ژنوتیپ شماره‌ی ۴ نیز با ۳/۹۶۵ تن در هکتار دارای کمترین مقدار عملکرد شکر در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. اختلاف بین بیشترین و کمترین عملکرد شکر ۱۴/۴۸ درصد و متوسط عملکرد شکر نیز ۵/۳۶۰ تن در هکتار است.

ژنوتیپ شماره ۱۷ با ۴/۸۱۸ میلی اکی والان در صد گرم خمیر ریشه دارای بیشترین مقدار ناخالصی سدیم

بوده و ژنوتیپ شماره ۲۰ نیز کمترین مقدار (۲/۳۴۸) این صفت را داراست. اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار سدیم ۵۱/۳ درصد می‌باشد و میانگین آن نیز در ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۳/۶۸۴ می‌باشد.

ژنوتیپ شماره ۲۵ (شاهد متحمل به خشکی) با ۵/۶۲۵ میلی‌اکی‌والان در صد گرم خمیر ریشه دارای بیشترین مقدار ناخالصی پتاسیم بوده و بعد از آن ژنوتیپ شماره ۱ در بین هیبریدها بیشترین مقدار پتاسیم را داراست. ژنوتیپ شماره ۱۹ نیز با ۳/۹۱۰ میلی‌اکی‌والان در صد گرم خمیر ریشه دارای کمترین مقدار این صفت می‌باشد. میانگین مقدار پتاسیم در ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۴/۴۱۷ می‌باشد. اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار آن ۳۰/۵ درصد می‌باشد.

نیتروژن مضره در ژنوتیپ شماره ۲۰ دارای بالاترین مقدار (۱/۸۳۸ و ۱/۸۰۳) بوده و ژنوتیپ شماره ۹ با ۰/۶۷۵ میلی اکی والان در صد گرم خمیر ریشه دارای کمترین مقدار می‌باشد. میانگین نیتروژن مضره در ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۱/۱۸۳ می‌باشد و اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار آن ۶۳/۳ درصد می‌باشد.

بیشترین ضریب قلیائیت مربوط به ژنوتیپ شماره ۹ (۱۲/۱۵۴) و کمترین مقدار آن نیز مربوط به ژنوتیپ شماره ۲۰ (۳/۷۵۰) می‌باشد. اختلاف بین کمترین و بیشترین ضریب قلیائیت نیز ۶۹/۲ درصد می‌باشد.

از نظر قند ملاس ژنوتیپ شماره ۱۷ بیشترین مقدار (۳/۰۴۸ درصد) و ژنوتیپ شماره ۲۰ کمترین مقدار (۲/۱۷۰ درصد) را دارا می‌باشد. با توجه به این‌که مقداری از قند به همراه اجزای غیرقندی به صورت ملاس از دسترس خارج می‌شود، بنابراین هرچه مقدار ملاس ریشه کمتر باشد کیفیت ریشه بهتر خواهد شد. بنابراین می‌توان گفت که ژنوتیپ شماره ۲۰ به دلیل تولید کمترین قند ملاس و هم‌چنین داشتن پایین‌ترین ضریب قلیائیت، در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، با کیفیت‌ترین ریشه را تولید می‌نماید. متوسط میزان قند ملاس تولیدی ۲/۵۸ درصد و اختلاف بین بیشترین و کمترین میزان آن ۲۸/۸ درصد می‌باشد. از نظر شکر قابل استحصال ژنوتیپ شماره ۲۰ بیشترین مقدار (۱۳/۶۸۰ درصد) و ژنوتیپ شماره ۱ نیز کمترین مقدار (۱۰/۹۹۸ درصد) این صفت را دارا می‌باشد. اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار شکر قابل استحصال ۱۹/۶ درصد و متوسط آن نیز در ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۱۲/۲۳ درصد می‌باشد.

از نظر عملکرد شکر سفید که مهم‌ترین صفت اقتصادی چغندرقند معرفی شده است، ژنوتیپ شماره ۲۰ با ۵/۵۸۸ تن در هکتار بالاترین ارزش و ژنوتیپ شماره ۴ با ۳/۰۵۳ تن در هکتار کمترین مقدار این صفت را داراست. متوسط عملکرد شکر سفید در ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۴/۲۶ تن در هکتار و اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار آن ۴۵/۴ درصد می‌باشد. ژنوتیپ شماره ۲۰ بیشترین ضریب استحصال شکر (۸۳/۱۲۳ درصد) را دارد و ژنوتیپ شماره ۱۷ نیز با ۷۵/۸۶۸ درصد کمترین مقدار را داراست. متوسط ضریب استحصال نیز در ژنوتیپ‌های مختلف ۷۹/۲۴۱ درصد می‌باشد.

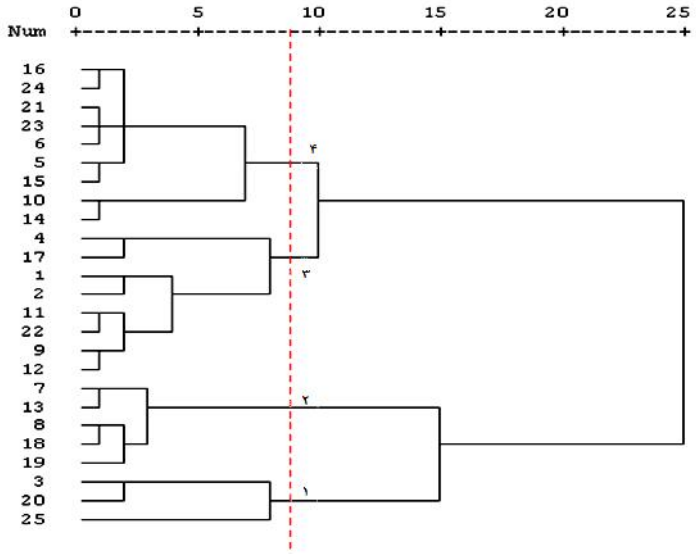
به منظور شناسایی صفات مهم موثر بر عملکرد شکر سفید تحت شرایط تنش خشکی از تجزیه رگرسیون گام به گام استفاده شد (جدول ۴). عملکرد ریشه اولین متغیری بود که به مدل وارد شد و به تنهایی ۹۱/۱ درصد از تغییرات متغیر تابع را توجیه نمود. نصری و همکاران (۸) نیز گزارش نمودند که عملکرد ریشه به تنهایی ۹۱ درصد از تغییرات عملکرد شکر سفید را تحت شرایط تنش شوری در ژنوتیپ‌های مورد بررسی توجیه کرد. در مرحله دوم، صفت عیار قند وارد مدل شد که به همراه عملکرد ریشه ۹۹/۳ درصد از تغییرات متغیر تابع را توجیه نمود. اودا سوهیر (۱۱) نیز گزارش کرد که عملکرد شکر و عیارقند دارای بیشترین اثر بر روی عملکرد شکر سفید می‌باشند. در مراحل بعدی تجزیه رگرسیون به‌ترتیب صفات میزان سدیم و پتاسیم وارد مدل شدند.

نتایج حاصل از ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI) در جدول ۵ ارایه شده است. با مراجعه به جدول مذکور ملاحظه می‌شود که ژنوتیپ شماره ۲۰ متحمل‌ترین ژنوتیپ نسبت به تنش خشکی می‌باشد و بعد از آن ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۱۸، ۱۳، ۷، ۱۶، ۳ و ۱۹ قرار دارند که در شرایط تنش نسبت به شاهد متحمل و نیز سایر ژنوتیپ‌ها وضعیت پایدارتری دارند. ژنوتیپ شماره ۴ نیز دارای کمترین مقدار شاخص تحمل به تنش (STI) است که نشان‌دهنده حساسیت زیاد این ژنوتیپ به تنش خشکی می‌باشد.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای تحت شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چهار گروه قرار گرفتند (شکل ۱): گروه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۲۵ (شاهد متحمل به خشکی)، ۲۰ و ۳ می‌باشد. این ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات درصد قند و شکر قابل استحصال در بالاترین سطح و از نظر عملکرد ریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکر سفید و میزان نیتروژن مضره در سطح بالاتر از میانگین قرار داشتند. هم‌چنین ژنوتیپ‌های مذکور از لحاظ ضریب قلیائیت در پایین‌ترین سطح و از نظر میزان سدیم در سطح پایین‌تر از میانگین قرار داشتند. با توجه به این‌که این ژنوتیپ‌ها از لحاظ اغلب صفات مهم در سطح بسیار خوبی قرار داشتند، می‌توان ژنوتیپ‌های این گروه را جزء

ژنوتیپ‌های با عملکرد و کیفیت مطلوب دسته‌بندی کرد. گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱۹، ۱۸، ۸، ۱۳ و ۷ می‌باشد. این ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد ریشه، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید دارای ارزش بالا و از لحاظ نیتروژن مضره دارای مقادیر کم‌تر از میانگین می‌باشند. بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه را می‌توان جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا دسته‌بندی کرد. گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۹، ۲۲، ۱۱، ۲، ۱، ۱۷ و ۴ می‌باشد. این ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد شکر، درصد قند، عملکرد شکر سفید در سطح پایین‌تر از میانگین و از لحاظ صفت‌های عملکرد ریشه، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال در سطح تقریباً پایینی قرار دارند. هم‌چنین همه این ژنوتیپ‌ها دارای میزان سدیم بالاتر از میانگین هستند. بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه را می‌توان جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد و کیفیت پایین قرار داد. گروه چهارم نیز شامل ژنوتیپ‌های ۱۴، ۱۰، ۱۵، ۵، ۶، ۲۳، ۲۱، ۲۴ و ۱۶ می‌باشد که از لحاظ اغلب صفات در سطح متوسط و از لحاظ ضریب قلیائیت همگی در سطح پایین‌تر از میانگین قرار دارند. بنابراین می‌توان ژنوتیپ‌های این گروه را ژنوتیپ‌های با عملکرد و کیفیت متوسط نامید.

با توجه به نتایج حاضر، بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع ژنتیکی قابل توجهی از نظر تحمل به خشکی مشاهده شد که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی بعدی مورد استفاده قرار گیرد. هم‌چنین ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۳، ۸، ۱۸، ۷، ۱۳ و ۱۹ را که هم از لحاظ شاخص تحمل به تنش و هم از لحاظ اغلب صفات مهم از جمله عملکرد ریشه، شکر و شکر سفید تحت شرایط تنش در سطح بالایی قرار داشتند را می‌توان از متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی معرفی کرد.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward بر مبنای صفات اندازه‌گیری‌شده تحت شرایط تنش خشکی.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی تحت شرایط تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد ریشه	درصد قند	عملکرد شکر	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیائیت	قند ملاس	شکر قابل استحصال	عملکرد شکر سفید	ضریب ستحصال
بلوک	۳	۳۸/۴۲^{ns}	۰/۹۹^{ns}	۱/۳۹*	۱/۵۵**	۰/۵۱**	۰/۵۵**	۲۹/۰۴**	۰/۰۶^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۱/۰۸*	۵/۰۰^{ns}
تیمار	۲۴	۷۰/۷۵**	۱/۱۱**	۲/۲۸**	۱/۳۰**	۰/۴۸**	۰/۳۷**	۱۷/۶۷**	۰/۱۷**	۱/۷۱**	۱/۷۲**	۱۳/۰۲**
خطا	۷۲	۱۸/۷۷	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۳۷	۰/۱۰	۰/۰۹	۵/۱۵	۰/۰۶	۰/۸۱	۰/۳۸	۵/۷۷
ضریب		۱۲/۴۸	۴/۶۹	۱۳/۲۹	۱۶/۵۷	۷/۱۴	۲۵/۲۳	۲۹/۱۵	۹/۵۲	۷/۳۶	۱۴/۵۱	۳/۰۳

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد ns: غیرمعنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی تحت شرایط تنش خشکی

شماره ژنوتیپ	صفات									
	عملکرد ریشه (تندر هکتار)	درصد قند	عملکرد شکر (تندر هکتار)	سدیم (میلی‌اکی والان)	پتاسیم (میلی‌اکی والان)	نیتروژن مضره (میلی‌کی والان)	ضریب قلیائیت	قند ملاس (٪)	شکر قابل استحصال (٪)	عملکرد شکرسفید (تندر هکتار)	ضریب استحصال (٪)
۱	۳۰/۱۴۸^{fh}	۱۴/۳۶۳^{f}	۴/۳۳۵^{hi}	۳/۹۸۰^{ae}	۴/۷۶۵^{b}	۰/۸۴۳^{fh}	۱۰/۴۳۵^{ac}	۲/۷۶۵^{ac}	۱۰/۹۹۸^{f}	۳/۳۲۰^{gh}	۷۶/۳۹۸^{fg}
۲	۳۴/۲۴۰^{bh}	۱۴/۶۶۳^{ef}	۵/۰۳۰^{ei}	۴/۵۶۳^{ab}	۴/۱۱۳^{dg}	۰/۸۱۸^{fh}	۱۰/۶۴۰^{ac}	۲/۷۴۳^{ad}	۱۱/۳۲۰^{ef}	۳/۸۹۰^{eh}	۷۷/۱۸۳$^{d-g}$
۳	۳۸/۷۹۳^{ad}	۱۶/۲۵۰^{ab}	۶/۳۰۲^{ac}	۲/۵۴۳^{fg}	۴/۶۹۵^{bc}	۱/۲۸۳^{cg}	۵/۶۹۳^{eh}	۲/۲۹۳^{ef}	۱۳/۳۵۸^{ab}	۵/۱۷۵^{ac}	۸۲/۱۸۵^{ab}
۴	۲۸/۰۷۳^{h}	۱۴/۷۱۳^{df}	۳/۹۶۵^{i}	۳/۷۹۰^{ae}	۴/۷۳۳^{bc}	۱/۶۲۵^{ac}	۵/۳۰۳^{fh}	۲/۷۶۵^{ac}	۱۱/۳۴۸^{df}	۳/۰۵۳^{h}	۷۶/۹۵۸^{eg}
۵	۳۱/۴۰۳^{eh}	۱۵/۲۳۸^{af}	۴/۷۹۳^{fi}	۳/۲۷۳^{dg}	۴/۳۹۵^{bg}	۱/۳۹۵^{ae}	۵/۸۳۵^{dh}	۲/۴۵۰^{cf}	۱۲/۱۸۸^{af}	۳/۸۳۰^{eh}	۷۹/۹۷۸^{ag}
۶	۳۵/۰۷۳^{bg}	۱۵/۴۱۳^{af}	۵/۴۱۵^{ch}	۴/۲۲۰^{ad}	۴/۴۴۵^{bg}	۱/۳۹۵^{ae}	۶/۹۳۳^{ch}	۲/۷۹۳^{ac}	۱۲/۰۲۰^{bf}	۴/۲۳۰^{cg}	۷۷/۹۱۵^{cg}
۷	۳۹/۳۷۵^{ac}	۱۴/۹۸۸^{cf}	۵/۹۱۵^{af}	۴/۴۴۳^{ac}	۴/۰۱۸^{eg}	۱/۰۲۰^{dh}	۸/۵۶۵^{ag}	۲/۶۹۰^{ae}	۱۱/۶۹۸^{cf}	۴/۶۲۸^{af}	۷۸/۰۱۵^{cg}
۸	۴۲/۶۳۸^{a}	۱۵/۹۶۳^{ad}	۶/۷۷۵^{a}	۳/۶۳۵^{be}	۴/۲۲۳^{bg}	۱/۱۰۳^{dh}	۸/۹۸۸^{af}	۲/۴۹۰^{bf}	۱۲/۸۷۳^{ae}	۵/۴۶۰^{ab}	۸۰/۶۰۵^{ae}
۹	۳۵/۰۵۵^{bg}	۱۵/۲۳۸^{af}	۵/۳۴۵^{ch}	۴/۰۱۳^{ae}	۴/۰۵۳^{dg}	۰/۶۷۵^{h}	۱۲/۱۵۴^{a}	۲/۵۱۸^{bf}	۱۲/۱۲۰^{bf}	۴/۲۵۳^{cg}	۷۹/۴۷۸^{ag}
۱۰	۲۸/۰۵۳^{gh}	۱۶/۰۲۵^{ac}	۴/۴۹۸^{hi}	۳/۰۷۳^{eg}	۴/۲۳۰^{bg}	۱/۱۸۵^{cg}	۶/۷۵۰^{ch}	۲/۳۰۵^{ef}	۱۳/۱۲۰^{ac}	۳/۶۸۳^{fh}	۸۱/۸۵۸^{ac}
۱۱	۳۱/۳۵۰^{eh}	۱۵/۲۵۰^{af}	۴/۷۷۰^{fi}	۳/۷۲۰^{be}	۴/۴۲۵^{bg}	۰/۹۶۵^{dh}	۹/۷۲۸^{ad}	۲/۵۷۵^{bf}	۱۲/۰۷۵^{bf}	۳/۷۷۵^{eh}	۷۹/۱۴۸^{ag}
۱۲	۳۲/۸۵۰^{ch}	۱۵/۳۳۸^{af}	۵/۰۴۰^{ei}	۳/۵۲۰^{cf}	۴/۲۰۵^{cg}	۰/۸۶۸^{fh}	۹/۵۲۵^{ae}	۲/۴۲۰^{cf}	۱۲/۳۱۸^{af}	۴/۰۵۰^{dh}	۸۰/۰۸۰^{af}
۱۳	۳۹/۱۲۵^{ac}	۱۵/۶۰۰^{af}	۶/۰۹۳^{ae}	۴/۱۰۵^{ae}	۴/۵۴۵^{be}	۰/۹۵۸^{dh}	۹/۵۳۸^{ae}	۲/۷۴۸^{ad}	۱۲/۲۵۳^{af}	۴/۷۹۳^{ae}	۷۸/۵۲۳^{bg}
۱۴	۳۰/۷۰۳^{eh}	۱۵/۷۵۰^{ae}	۴/۸۴۰^{fi}	۳/۴۴۸^{cf}	۳/۹۶۳^{fg}	۱/۰۵۳^{dh}	۷/۳۸۸^{bh}	۲/۳۳۳^{df}	۱۲/۸۱۸^{ae}	۳/۹۴۰^{eh}	۸۱/۳۱۰^{ad}
۱۵	۳۱/۶۶۸^{dh}	۱۴/۹۲۵^{cf}	۴/۷۶۰^{fi}	۳/۸۰۸^{ae}	۴/۴۱۵^{bg}	۱/۳۸۸^{ae}	۵/۹۸۸^{dh}	۲/۶۴۰^{ae}	۱۱/۶۸۵^{cf}	۳/۷۴۵^{eh}	۷۸/۰۰۵^{cg}
۱۶	۳۶/۲۶۳^{af}	۱۵/۳۰۰^{af}	۵/۵۵۰^{bh}	۳/۳۸۸^{df}	۴/۴۷۳^{bf}	۱/۳۲۰^{bf}	۶/۷۶۸^{ch}	۲/۵۱۰^{bf}	۱۲/۱۹۰^{af}	۴/۴۲۳^{cf}	۷۹/۶۷۳^{ag}
۱۷	۳۱/۷۲۵^{dh}	۱۵/۱۵۰^{bf}	۴/۸۰۳^{fi}	۴/۸۱۸^{a}	۴/۵۷۵^{bd}	۱/۴۵۳^{ad}	۶/۸۱۳^{ch}	۳/۰۴۸^{a}	۱۱/۵۰۳^{df}	۳/۶۴۳^{fh}	۷۵/۸۶۸^{g}
۱۸	۳۹/۹۴۳^{ac}	۱۵/۶۵۰^{ae}	۶/۲۵۸^{ad}	۳/۲۲۵^{dg}	۴/۳۷۵^{bg}	۱/۱۲۳^{ch}	۷/۵۹۸^{bh}	۲/۴۰۳^{cf}	۱۲/۶۴۸^{ae}	۵/۰۶۳^{ad}	۸۰/۸۰۸^{ae}
۱۹	۴۰/۱۲۸^{ac}	۱۵/۵۰۰^{af}	۶/۲۲۳^{ae}	۳/۹۶۰^{ae}	۳/۹۱۰^{g}	۰/۷۹۵^{gh}	۱۰/۹۴۸^{ab}	۲/۴۶۵^{cf}	۱۲/۴۳۵^{af}	۴/۹۹۰^{ad}	۸۰/۲۳۳^{af}
۲۰	۴۰/۸۵۰^{ab}	۱۶/۴۵۰^{a}	۶/۷۲۰^{ab}	۲/۳۴۸^{g}	۴/۳۸۳^{bg}	۱/۸۳۸^{a}	۳/۷۵۰^{h}	۲/۱۷۰^{f}	۱۳/۶۸۰^{a}	۵/۵۸۸^{a}	۸۳/۱۲۳^{a}
۲۱	۳۳/۴۷۸^{ch}	۱۵/۲۳۸^{af}	۵/۱۰۰^{di}	۳/۶۷۳^{be}	۴/۲۹۰^{bg}	۱/۲۶۰^{cg}	۷/۲۲۳^{bh}	۲/۵۴۳^{bf}	۱۲/۰۹۵^{bf}	۴/۰۴۵^{dh}	۷۹/۲۶۸^{ag}
۲۲	۳۱/۲۰۰^{eh}	۱۴/۸۷۵^{cf}	۴/۶۴۰^{gi}	۳/۷۹۵^{ae}	۴/۵۳۸^{be}	۰/۹۲۸^{eh}	۹/۰۰۵^{af}	۲/۶۳۸^{ae}	۱۱/۶۳۸^{cf}	۳/۶۲۸^{fh}	۷۸/۱۳۸^{bg}
۲۳	۳۴/۰۸۳^{bh}	۱۵/۳۸۸^{af}	۵/۲۷۰^{ch}	۴/۰۲۸^{ae}	۴/۳۵۳^{bg}	۱/۱۴۵^{ch}	۷/۹۵۵^{bg}	۲/۶۷۰^{ae}	۱۲/۱۱۸^{bf}	۴/۱۷۰^{cg}	۷۸/۴۷۰^{bg}
۲۴	۳۷/۶۰۰^{ae}	۱۵/۴۵۰^{af}	۵/۸۱۰^{ag}	۳/۴۸۵^{cf}	۴/۶۷۳^{bc}	۱/۳۲۸^{bf}	۶/۱۴۸^{dh}	۲/۶۱۳^{be}	۱۲/۲۳۸^{af}	۴/۶۰۰^{af}	۷۹/۱۹۸^{ag}
۲۵	۳۵/۳۵۳^{bg}	۱۶/۳۸۸^{ab}	۵/۷۷۸^{ag}	۳/۲۴۵^{dg}	۴/۶۲۵^{a}	۱/۸۰۳^{ab}	۵/۰۵۵^{gh}	۲/۹۰۰^{ab}	۱۲/۸۸۸^{ad}	۴/۵۴۰^{bf}	۷۸/۶۰۸^{bg}

۱- اعدادی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است بالاترین مقدار برای صفت مربوطه می‌باشند.

۲- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۴- تجزیه رگرسیون گام به گام جهت گزینش صفات توجیه‌کننده عملکرد شکر سفید تحت شرایط تنش خشکی

مرحله	متغیر وارد شده	a^z	b_1	b_2	b_3	b_4	ضریب تبیین مدل	ضریب تبیین جزء	ضریب رگرسیون استاندارد (اثرمستقیم)
۱	عملکرد ریشه	-۰/۹۲۹*	۰/۱۴۹**				۰/۹۱۳	۰/۹۱۳	۰/۸۱۲
۲	عیارقند	-۶/۷۵۰**	۰/۱۲۳**	۰/۴۳۸**			۰/۹۹۲	۰/۰۷۹	۰/۲۲۶
۳	سدیم	-۴/۵۸۸**	۰/۱۲۷**	۰/۳۱۸**	-۰/۱۲۶**		۰/۹۹۸	۰/۰۰۶	-۰/۱۲۱
۴	پتاسیم	-۳/۹۱۳**	۰/۱۲۷**	۰/۳۰۲**	-۰/۱۴۱**	-۰/۰۸۱**	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱	-۰/۰۲۸

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

a^z: عرض از مبداء، b_1 تا b_4 ضرایب رگرسیون صفات برای هر مرحله

جدول ۵- مقادیر شاخص تحمل به تنش (STI) بر اساس صفت عملکرد شکر سفید

شماره ژنوتیپ	شاخص تحمل به تنش (STI)	شماره ژنوتیپ	شاخص تحمل به تنش (STI)
۱	۰/۳۸۴	۱۴	۰/۴۴۷
۲	۰/۴۵۱	۱۵	۰/۴۶۳
۳	۰/۵۶۹	۱۶	۰/۵۷۰
۴	۰/۳۰۸	۱۷	۰/۴۵۵
۵	۰/۴۷۶	۱۸	۰/۶۴۲
۶	۰/۵۲۶	۱۹	۰/۵۶۱
۷	۰/۶۲۱	۲۰	۰/۷۲۸
۸	۰/۶۹۸	۲۱	۰/۵۱۱
۹	۰/۴۹۴	۲۲	۰/۴۱۹
۱۰	۰/۴۵۳	۲۳	۰/۴۶۶
۱۱	۰/۳۹۵	۲۴	۰/۵۲۳
۱۲	۰/۴۹۷	۲۵	۰/۵۳۸
۱۳	۰/۶۲۶		

*: عددی که زیر آن خط کشیده شده است بالاترین ارزش برای شاخص مربوطه می‌باشد.

منابع

1. Abdollahian-Noghabi, M. 1992. Evaluation of changes in quantity and quality parameters of sugar beet grown at different planting dates. M.Sc. Thesis, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran, 125 pp (In Persian).
2. Abdollahian-Noghabi, M., R. Sheikholeslami and B. Babaei. 2005. Terms and definitions of technological quantity and quality of sugar beet. Journal of Sugar Beet, 21: 101-104 (In Persian).
3. Abdollahian-Noghabi, M., Z. Radaei-al-amoli, Gh.A. Akbari and S.A. Sadat-Nuri. 2011. Effect of severe water stress on morphological, quantitative and qualitative characteristics of 20 sugar beet genotypes. Iranian Journal of Field Crops Science, 42: 453-464 (In Persian).
4. Alimoradi, I. 2003. Sugar beet production in Iran, a study on production restricting factors. 1st Joint IIRB-ASSBT Congress, San Antonio, 603-607.
5. Boutraa, T. 2010. Improvement of water use efficiency in irrigated agriculture: a review. Journal of Agronomy, 9: 1-8.
6. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance In: Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress, C.G. Kuo (Ed.), AVRDC Publication, Shanhua, Taiwan, 257-270.
7. Foroozesh, P., E. Majidi Heravan, M.R. Bihamta, D. Fatollah Taleghani and D. Habibi. 2012. Physiological evaluation of sugar beet genotypes under drought stress. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 12: 820-826.
8. Nasri, R., A. Kashani, F. Paknejad, M. Sadeghi-Shojae and S. Ghorbani. 2012. Correlation and path analysis of qualitative and quantitative yield in sugar beet in transplant and direct sowing methods in saline lands. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8: 213-226 (In Persian).
9. Ober, E.S. and M.C. Luterbacher. 2002. Genotypic variation for drought tolerance in *Beta vulgaris*. Annals of Botany, 89: 917-924.
10. Oroojnia, S., D. Habibi, D.F. Taleghani, S. Safari Dolatabadi, A. Pazoki, P. Moaveni, M. Rahmani and M. Farshidi. 2012. Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8: 127-144 (In Persian).
11. Ouda Sohier, M.M. 2005. Yield and quality of sugar beet as affected by planting density and nitrogen fertilizer levels in the newly reclaimed soil. Zagazig Journal of Agricultural Research, 32: 701-715.
12. Parvizi Almani, M., C. Abd-Mishani and B. Yazdi Samadi. 1997. Study on drought resistance in sugar beet genotypes. Iranian Journal of Agriculture Science, 288: 15-25 (In Persian).
13. Parvizi Almani, M., S.Y. Sadeghian, D.F. Taleghani and R. Mohammadian. 1998. Study of drought tolerance indices for important parameters of sugar beet. Book Abstracts of 5th Iranian Agronomy and Plant Breeding Congress, 205 pp (In Persian).
14. Pidgeon. J.D., E. Ober, A. Qi, C.J.A. Clark, A. Royal and K.W. Jaggard. 2006. Using multi-environment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. Journal of Field Crops Research, 95: 268-279.
15. Rajabi, A. 2008. Selection criteria for drought tolerance in sugar beet. 30th Annual Conference of Iranian sugar factories. Training and Research Centre of Sugar Industry of Iran, 7-10 May, Mashhad.
16. Rajabi, A., E. Ober and H. Griffiths. 2009. Genotypic variation for water use efficiency, carbon isotope discrimination and potential surrogate measures in sugar beet. Field Crops Research, 112: 172-181.
17. Rajabi, A., H. Vahidi, M.R. Haj Seyed Hadi and D. Fathollah Taleghani. 2013. Study on drought tolerance and interrelationships among some agronomic and morphophysiological traits in sugar beet lines. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5: 761-768.
18. Sadeghian, S.Y., H. Fazli, R. Mohammadian, D.F. Talaghani and M. Mesbah. 2000. Genetic variation for drought stress in sugar beet. Journal of Sugar Beet Res, 37: 55-77.

Evaluation of New Sugar Beet Monogerm Hybrids for Drought Tolerance

Elahe Ghafari[1], Abazar Rajabi[2], Ali Izadi Darbandi[3], Faranak Rozbeh[4] and Reza Amiri[5]

1- M.Sc. Students, College of Abouraihan, University of Tehran (Corresponding authors: e.gh67@yahoo.com)
2 and 4- Assistant Profesor and Instucture Sugar Beet Seed Institute, Karaj
3 and 5- Assistant Profesor and Acosiate Profossor, College of Abouraihan, University of Tehran
Received: January 4, 2014 Accepted: March 2, 2014

Abstract

This study was conducted to evaluate the drought tolerance of new sugar beet monogerm hybrids. In order to select promising drought tolerant hybrids, two separate field experiments were conducted based on a randomized complete block design (RCBD) with four replications on 25 genotypes of sugar beet (23 new monogerm hybrids and two tolerant and normal controls) at Motahari Research Station, Kamal Shahr, Karaj, in 2012. Irrigation was done routinely up to the thinning and weeding stage. Subsequent irrigations were done after 90 mm and 200 mm evaporation from the class A evaporation pan in non-stress and stress conditions, respectively. The measured traits included root yield, sugar content, sugar yield, sodium content, potassium content, alpha-amino nitrogen content, alkalinity, molasses sugar, white sugar yield and extraction coefficient of sugar. Analysis of variance showed that there was a significant difference between genotypes for all of the traits under drought stress. According to the results of the stepwise regression analysis, more than 99 percent of white sugar yield variation was explained by root yield, sugar content, sodium content and potassium content in drought stress conditions. Also, according to the results of the cluster analysis, the genotypes were classified in four groups under drought stress condition among which the first group including the genotypes 25, 20 and 3 were identified as superior group in terms of yield and quality. Finally, the hybrids 20, 3, 8, 18, 7, 13 and 19, which were superior in terms of stress tolerance index (STI) and also in terms of yield traits in stress condition, were introduced as the most drought tolerant hybrids.

Keywords: Cluster analysis, Drought tolerance, Stress, Sugar beet, STI