

مقدمه

شوری خاک یا آب یکی از تنش‌های محیطی مهم است که رشد گیاه و تولید محصولات زراعی را در سراسر جهان کاهش می‌دهد (۷). براساس برآورد تقریبی در جهان، در هر دقیقه حداقل سه هکتار از زمین‌های زراعی شور می‌شوند، بنابراین، ایجاد ارقام با ظرفیت تولید عملکرد اقتصادی تحت شرایط شور یکی از اهداف مهم برنامه‌های اصلاح چغندر قند است (۱۰ و ۱۳). اصطلاحاتی که معمولاً برای بیان مکانیسم گیاه برای مقاومت در برابر تنش خشکی و یا شوری استفاده شده است در اغلب موارد فرار از تنش، تحمل تنش خشکی یا شوری، اجتناب از تنش، بازیابی پس از ایجاد تنش و مقاومت در برابر تنش است (۱۸ و ۳۵). چغندر قند با آستانه تحمل به شوری هفت دسی‌زیمنس بر متر در زمرة گیاهان متحمل به شوری محسوب می‌شود (۲۱). به طوری که در برخی نواحی ایران که به علت شوری آب یا خاک یا هر دو، امکان کشت گیاهان دیگر وجود ندارد، کشت این گیاه امکان‌پذیر است. با وجود این، عملکرد این گیاه تحت تنش شوری کاهش می‌یابد و تولید عملکرد اقتصادی در شرایط تنش شوری از اهداف برنامه‌های اصلاحی است (۲۸).

یکی از مشکلات بزرگ در اصلاح برای تحمل به تنش شوری، پیچیدگی صفت تحمل به تنش شوری و نبود معیارها و روش‌های مؤثر برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل است. دستیابی به ارقام متحمل به تنش با نظرهای متفاوت دانشمندان روبه‌رو بوده است. برخی از پژوهشگران به انتخاب تحت شرایط مطلوب معتقدند (۸)، افراد دیگر انتخاب تحت شرایط تنش را مدنظر قرار داده‌اند (۲۴)، در حالی که دانشمندان زیادی معتقدند که انتخاب تحت هر دو شرایط مطلوب و تنش به منزله یک نقطه شروع مشترک در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل ضروری است (۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۹ و ۳۴). ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش و عدم تنش، عملکرد بالا و یکسانی داشته باشند یا حداقل تفاوت

عملکرد آن‌ها در این دو وضعیت زیاد نباشد، تحمل نسبی بیشتری به تنش دارند و برای اهداف اصلاحی مفیدند (۱۴). بنابراین، برای بازدهی بیشتر در اصلاح ارقام متحمل به شوری بایستی انتخاب به وسیله تعدادی شاخص انتخاب، که براساس یک‌سری روابط ریاضی بین شرایط تنش و بدون تنش برقرار می‌شود، صورت گیرد. شاخص‌های متعددی برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها در محیط‌های دارای تنش‌های محیطی و بدون تنش ارائه شده است. برخی پژوهشگران شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index) SSI را پیشنهاد کردند (۱۲). مقدار کمتر این شاخص نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط محدود و مطلوب و در نتیجه تحمل بیشتر ژنوتیپ به تنش است. برخی پژوهشگران شاخص تحمل (Tolerance Index) TOL و شاخص میانگین تولید (Mean productivity) MP را معرفی کردند (۳۰). مقادیر بالای TOL نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش است، انتخاب بر مبنای مقادیر کمتر TOL منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که پتانسیل عملکرد آن‌ها در محیط دارای تنش نسبت به محیط بدون تنش کاهش کمتری نشان می‌دهد. شاخص میانگین تولید (MP) سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط مطلوب ولی عملکرد پایین در شرایط نامطلوب می‌شود. بنابراین، انتخاب براساس MP، متوسط عملکرد را در هر دو محیط تنش و بدون تنش افزایش می‌دهد (۱۱). برای حل این مشکل فرناندز میانگین هندسی تولید (Geometric Mean Productivity) GMP را پیشنهاد کرد. این شاخص حساسیت کمتری به مقادیر بالاتر عملکرد دارد. فرناندز شاخص‌های تحمل به تنش STI (Stress Tolerance Index) را براساس GMP بنا گذاشت، لذا همبستگی بین STI و GMP بسیار بالاست و براساس STI مقادیر بالای این شاخص برای یک ژنوتیپ، نشان‌دهنده تحمل بیشتر به تنش‌های محیطی و پتانسیل عملکرد بالاتر است. انتخاب برای تحمل به تنش خشکی

آزاد کرده‌افشان دیپلوئید (P.29-7233) با سینگل کراس مونوژرم نر عقیم (CMS) 7112×261 حاصل شده بودند. ۱۷ تلاقی به همراه سه شاهد: هیبرید ۷۱۱۲ (به‌منزله شاهد حساس)، هیبرید MS C₂* P.29-7233 (به‌منزله شاهد متحمل) و هیبرید ۴۳۶ (به‌منزله شاهد حساس) به‌صورت آزمایش ۲۰ رقمی ارزیابی شده قرار گرفتند.

در هر دو آزمایش عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت (شامل: شخم، پخش کود مورد نیاز براساس تجزیه خاک، دیسک، خط‌کشی و پشته‌بندی)، کشت بذور، کنترل علف‌های هرز و آفات طبق روال معمول انجام گرفت. به‌منظور جوانه‌زنی مطلوب و استقرار کامل و یکنواخت بوته در مزرعه، در آزمایش تحت تنش شوری همانند آزمایش بدون تنش شوری، سه نوبت آبیاری با آب غیرشور انجام گرفت و تیمار آبیاری در آزمایش شوری پس از استقرار گیاه با اعمال آب شور با هدایت الکتریکی حدود ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تا پایان فصل رشد ادامه داشت. هر کرت آزمایشی شامل دو خط به طول هشت متر با عرض ۵۰ سانتی‌متر (۱۲ m²) و فاصله بین بوته‌ها روی خطوط پس از تنک ۱۵ سانتی‌متر بود. قبل از اجرای آزمایش از اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری نمونه مرکب از خاک تهیه شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. آبیاری به‌صورت نشتی با استفاده از لوله به‌طور معمول انجام شد. چهار هفته قبل از برداشت، آبیاری آزمایش‌ها قطع و محصول چغندرقد در هر دو آزمایش در اوایل تا اواسط آبان با دستگاه چغندرکن برداشت شد. هر کرت آزمایشی جداگانه برداشت شد، ریشه‌ها با دست سرزنی و سپس شمارش و توزین شدند و سپس از هر کرت یک نمونه ۲۵ کیلوگرمی به‌طور تصادفی انتخاب و جهت تهیه خمیر به آزمایشگاه ارسال شد. در آزمایشگاه از هر تیمار حدود ۱۰۰ گرم خمیر تهیه، در سینی مخصوص ریخته و در فریزر (دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد)

می‌تواند با انتخاب ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای MP, GMP و STI مکان‌پذیر باشد (۱۵ و ۳۴).

در بسیاری از مطالعات در ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقد شاخص‌های تحمل استفاده شده است. در برخی گزارش‌ها در ارزیابی لاین‌های اصلاحی چغندرقد، شاخص STI به‌منزله یک شاخص مؤثر در تشخیص ارقام متحمل به خشکی ذکر شده است (۳۲). در مطالعه (۱) ۸۰ ژنوتیپ مختلف چغندرقد در گلخانه و مزرعه تحت شرایط تنش شوری ارزیابی و با استفاده از شاخص STI برای صفت عملکرد شکر سفید، پنج لاین اصلاحی به‌منزله لاین متحمل به شوری معرفی شدند. احمدی و همکاران (۵) به‌منظور شناسایی لاین‌های S1 کرده‌افشان متحمل به شوری چغندرقد از شاخص STI استفاده کردند.

با توجه به تغییرات جهانی اقلیم و محدودیت آب آبیاری برای کشاورزی (۲۲) اصلاح برای بهبود تحمل به تنش‌های محیطی در جمعیت‌های اصلاحی چغندرقد امری ضروری به نظر می‌رسد (۱۴ و ۳۶). بنابراین، این پژوهش با هدف ارزیابی هیبریدهای دیپلوئید چغندرقد از نظر تحمل به شوری با بهره‌گیری از شاخص‌های تحمل به تنش به‌منظور شناسایی کرده‌افشان‌های با پتانسیل عملکرد بالا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۶ به‌صورت دو آزمایش جداگانه در ایستگاه تحقیقات شوری رودشت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان در دو آزمایش مجزا تحت تنش شوری (هدایت الکتریکی آب و خاک به ترتیب حدود ۱۲ و هشت دسی‌زیمنس بر متر) و عدم تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار ارزیابی شدند. مواد ژنتیکی مطالعه‌شده تعداد ۱۷ هیبرید دیپلوئید تری‌وی‌کراس چغندرقد بود که از تلاقی ۱۷ لاین S1 کرده‌افشان (حاصل از جمعیت پایه اصلاحی

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات رودشت اصفهان در سال ۱۳۸۶ در دو عمق مختلف

عمق نمونه برداری (cm)	بافت خاک	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر متر)	اشباع PH	فسفر قابل جذب (ppm)	ازت کل (%)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۰-۳۰	لومی رسی	۸	۷/۸	۴/۵	۰/۵	۱۷۰
۳۰-۶۰	لومی رسی	۷	۸	۱	۰/۰۶	۶۰

تنش، $\overline{W_{syp}}$ میانگین عملکرد شکر سفید هیبریدها در شرایط نرمال است.

۴. شاخص تحمل (TOL) و شاخص میانگین عملکرد (MP) (۶)

$$MP = (W_{syp} + W_{sys}) / 2$$

در این رابطه W_{syp} و W_{sys} به ترتیب عملکرد شکر سفید هیبرید مورد نظر تحت شرایط مطلوب و تنش است.

۵. شاخص تحمل به تنش (STI) (۱۱)

۶. شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) (۱۱)

$$STI = [(W_{syp})(W_{sys})] / (W_{sys})^2$$

$$GMP = \sqrt{W_{syp} \times W_{sys}}$$

در این رابطه W_{syp} و W_{sys} به ترتیب عملکرد شکر سفید هیبرید مورد نظر تحت شرایط مطلوب و تنش و $\overline{W_{syp}}$ میانگین عملکرد شکر سفید هیبریدها در محیط تنش است.

تجزیه واریانس به صورت تجزیه مرکب دو محیط (عدم تنش و تنش شوری) انجام شد. مقایسه میانگین عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش به روش دانکن انجام شد. همبستگی بین شاخص‌های مختلف و عملکرد شکر سفید در شرایط تنش و عدم تنش محاسبه و بر این اساس مناسب‌ترین شاخص‌ها معرفی شد. برای بررسی پراکنش هیبریدها و تعیین هیبریدهای متحمل به شوری با عملکرد بالا در هر دو محیط نمودار سه بعدی ترسیم شد. برای مطالعه هم‌زمان متغیرها، ارتباط بین شاخص‌ها و شناسایی هیبریدهای متحمل تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام نمایش

به صورت منجمد نگه‌داری و سپس جهت تجزیه عناصر کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی مؤسسه تحقیقات چغندر قند ارسال شد و صفات درصد قند، سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره کلیه تیمارها اندازه‌گیری شدند. از فرمول‌های زیر در محاسبات استفاده شد:

۱. درصد قند خالص (WSC)

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

در این رابطه SC درصد قند و MS میزان ملاس را نشان می‌دهند.

۲. عملکرد قند خالص (WSY)

$$WSY = WSC \times RY$$

در این رابطه RY عملکرد ریشه را نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه تولید شکر سفید در واحد سطح مهم‌ترین شاخص اقتصادی در تولید چغندر قند است و از حاصل ضرب دو صفت عملکرد ریشه و درصد قند قابل استحصال به دست می‌آید (۹)، لذا از عملکرد شکر سفید در شرایط بدون تنش (WSYp) و تنش (WSYs) به منظور محاسبه شاخص‌های تحمل به شوری مطابق روابط زیر استفاده شد.

۳. شاخص حساسیت به تنش (SSI) (۱۲)

$$SSI = [1 - (W_{sys} / W_{syp})] / SI$$

$$SI = 1 - (\overline{W_{sys}} / \overline{W_{syp}})$$

در این رابطه W_{syp} و W_{sys} به ترتیب عملکرد شکر سفید هیبرید مورد نظر تحت شرایط مطلوب و تنش، SI معادل شدت تنش (Stress Intensity)، $\overline{W_{sys}}$ میانگین عملکرد شکر سفید هیبریدها در محیط

ترسیمی بای‌پلات براساس دو مؤلفه اول ترسیم شد. تجزیه واریانس، برآورد همبستگی‌ها و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با نرم‌افزار SAS و رسم نمودار سه‌بعدی و نمودار بای‌پلات به کمک نرم‌افزار StatGraphics Plus 2.1 انجام شد. به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های بررسی شده از نظر تحمل به شوری تجزیه خوشه‌ای با استفاده از شاخص STI برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر ناخالص و خالص، درصد قند، درصد قند سفید و ضریب استحصال به روش وارد^۱ (با نرم‌افزار آماری SAS) انجام گرفت.

نتایج و بحث

وجود اختلاف معنادار بین هیبریدهای تری‌وی‌کراس از نظر صفات مهم کمی و کیفی بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب گرده‌افشان‌های متحمل به شوری برای تولید

هیبرید در برنامه‌های اصلاحی چغندر قند است. مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی هیبریدهای چغندر قند در محیط تنش و بدون تنش (جدول ۲) نشان داد که عملکرد ریشه بیشترین کاهش و ازت مضره بیشترین افزایش را در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش داشته است. اگرچه درصد قند و درصد قند سفید به ترتیب ۲۹/۸ و ۳۱/۹۲ درصد افزایش را در محیط تنش نشان دادند، اما این افزایش نتوانست کاهش ۳۲ درصدی عملکرد ریشه را جبران کند و در نتیجه عملکرد شکر سفید که از حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند سفید حاصل شد، کاهش حدود ۱۱ درصدی نشان داد. این نتیجه با دیگر نتایج مطالعات مطابق است، به‌طوری‌که در محیط تنش عملکرد ریشه ۳۵ درصد کاهش و درصد قند ۱۱ درصد افزایش نشان داد (۵).

جدول ۲. میانگین صفات کمی و کیفی هیبریدهای چغندر قند در تنش شوری و بدون تنش و درصد تغییر ناشی از تنش

تغییر ناشی از تنش (%)	میانگین صفات		صفات
	بدون تنش	تنش	
-۳۱/۷	۵۳/۴۲±۴/۵۵	۳۶/۴۶±۷/۰۰	عملکرد ریشه (تن در هکتار)
-۳۰/۷	۹۲/۸۴±۷/۳۸	۶۴/۳۶±۱/۱۹	تعداد بوته (در هکتار)
-۱۱/۹	۹/۴۴±۰/۸۵	۸/۳۲±۰/۷۳	عملکرد شکر (تن در هکتار)
-۱۰/۹	۸/۱۴±۰/۷۵	۷/۲۵±۰/۷۵	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)
۲۹/۸	۱۷/۶۹±۰/۶۳	۲۲/۹۷±۱/۰۳	درصد قند
۴۸/۳	۰/۳۶±۱/۴۵	۲/۱۵±۰/۵۸	سدیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر)
۳۸/۳	۴/۵۲±۰/۲۸	۶/۲۵±۰/۵۳	پتاسیم (میلی‌اکی‌والان در لیتر)
۲۳۴/۰۴	۰/۹۴±۰/۲۷	۳/۱۴±۰/۷۴	نیترژن مضره (میلی‌اکی‌والان در لیتر)
-۶۱/۶	۷/۱۱±۲/۰۸	۲/۷۳±۰/۴۱	ضریب الكالوئید
۳۱/۵۹	۱۵/۲۶±۰/۶۸	۲۰/۰۸±۰/۳۹	درصد قند سفید
۱/۲۵	۸۶/۲۴±۱/۱۲	۸۷/۳۲±۰/۳۵	ضریب استحصال
۵۷/۹۲	۱/۸۳±۰/۱۶	۲/۸۹±۰/۳۹	قند ملاس

زهرا عباسی و همکاران

مقایسه میانگین هیبریدها و رتبه‌بندی آن‌ها براساس عملکرد و شاخص‌های تحمل (جدول ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد شکر سفید در محیط بدون تنش به ترتیب متعلق به هیبریدهای شماره ۵ و ۴ بوده است. در محیط تنش نیز بیشترین و کمترین عملکرد شکر سفید به ترتیب مربوط به هیبرید شماره ۱۳ و ۲۰ بوده است.

جدول ۳. مقایسه میانگین، رتبه (R) و میانگین رتبه (MR) هیبریدهای مختلف از نظر عملکرد شکر سفید در محیط تنش و بدون تنش و شاخص‌های تحمل به تنش

R	MP	R	TOL	R	WSYs (t/h)	R	WSYn (t/h) [§]	هیبرید
۱۸	۷/۰۴cd	۲۰	۲/۰۵a	۱۹	۶/۰۲bc	۱۲	۸/۰۷a-d	۷۲۳۳-۲۹/۱ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۲	۷/۷۸a-d	۳	۰/۰۵b	۵	۷/۹۹ab	۱۷	۷/۵۷bcd	۷۲۳۳-۲۹/۳ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۱	۷/۸۴a-d	۱۱	۰/۷۹ab	۱۲	۷/۴۵abc	۹	۸/۲۴abc	۷۲۳۳-۲۹/۴ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۹	۶/۹۹d	۵	۰/۰۹ab	۱۶	۶/۹۵abc	۲۰	۷/۰۴d	۷۲۳۳-۲۹/۵ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۲	۸/۵۷ab	۱۷	۱/۱۶ab	۶	۷/۹۴abc	۱	۹/۰۹a	۷۲۳۳-۲۹/۸ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۸	۷/۸۸ a-d	۱۵	۱/۰۸ab	۱۳	۷/۳۴abc	۷	۸/۴۳abc	۷۲۳۳-۲۹/۹ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۷	۷/۹۴ a-d	۱۰	۰/۷۶ab	۱۱	۷/۵۶abc	۸	۸/۳۲abc	۷۲۳۳-۲۹/۱۱ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۴	۷/۶۴a-d	۴	۰/۰۶ab	۹	۷/۷abc	۱۸	۷/۵۷bcd	۷۲۳۳-۲۹/۱۲ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۹	۷/۸۷a-d	۱	۰/۰۱b	۴	۸/۱۷ab	۱۹	۷/۵۶bcd	۷۲۳۳-۲۹/۱۳ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۷	۷/۳۱bcd	۹	۰/۷۱ab	۱۷	۶/۹۵abc	۱۵	۷/۶۶bcd	۷۲۳۳-۲۹/۳۲ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۶	۷/۴۴bcd	۱۸	۱/۲۳ab	۱۸	۶/۸۳abc	۱۳	۸/۰۵a-d	۷۲۳۳-۲۹/۱۷ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۶	۸/۲۴abc	۱۴	۰/۹۸ab	۸	۷/۷۵abc	۳	۸/۷۳ab	۷۲۳۳-۲۹/۱۹ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱	۸/۷۴a	۲	۰/۰۲b	۱	۹a	۶	۸/۴۸abc	۷۲۳۳-۲۹/۳۵ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۴	۸/۴۷ab	۱۶	۱/۱ab	۷	۷/۹۲abc	۲	۹/۰۲a	۷۲۳۳-۲۹/۳۴ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۳	۸/۵ab	۸	۰/۴۲ab	۲	۸/۲۹a	۴	۸/۷۱abc	۷۲۳۳-۲۹/۲۸ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۳	۷/۶۹a-d	۱۲	۰/۸۸ab	۱۴	۷/۲۵abc	۱۰	۸/۱۳a-d	۷۲۳۳-۲۹/۲۹ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۵	۷/۶۲a-d	۱۳	۰/۹۴ab	۱۵	۷/۱۵abc	۱۱	۸/۰۹a-d	۷۲۳۳-۲۹/۳۰ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۰	۷/۸۶a-d	۶	۰/۳۴ab	۱۰	۷/۶۹abc	۱۴	۸/۰۳a-d	شاهد حساس ۷۱۱۲ HYBRID
۵	۸/۴۴ab	۷	۰/۴۱ab	۳	۸/۲۴a	۵	۸/۶۵abc	HYBRID ۷۲۳۳-P.۲۹ * SC۲
								شاهد متحمل
۲۰	۶/۷d	۱۹	۱/۸۳ab	۲۰	۵/۷۹c	۱۶	۷/۶۲bcd	HYBRID ۴۳۶ شاهد حساس

WSYs[§] عملکرد در شرایط تنش WSYn؛ عملکرد در شرایط بدون تنش STI؛ شاخص تحمل به تنش؛ GMP میانگین هندسی تولید MP؛ میانگین تولید TOL؛ شاخص تحمل SSI؛ شاخص حساسیت به تنش R؛ رتبه و MR میانگین رتبه

به نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۱ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین، رتبه (R) و میانگین رتبه (MR) هیبریدهای مختلف از نظر عملکرد شکر سفید در محیط تنش و بدون تنش و شاخص‌های تحمل به تنش

MR	R	STI	R	SSI	R	GMP	هیبرید
۱۸/۱	۱۹	۰/۷۳cd	۲۰	۳/۰۵a	۱۹	۶/۹۵cd	۷۲۳۳-۲۹/۱ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۹/۱	۱۲	۰/۹۱a-d	۳	-۰/۷۳bc	۱۲	۷/۷۴a-d	۷۲۳۳-۲۹/۳ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۰/۱	۹	۰/۹۳a-d	۱۱	۱/۱۴abc	۸	۷/۸۳a-d	۷۲۳۳-۲۹/۴ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۴/۴	۱۸	۰/۷۴cd	۵	۰/۱۵abc	۱۸	۶/۹۹cd	۷۲۳۳-۲۹/۵ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۶/۴	۲	۱/۰۹ab	۱۴	۱/۳۸abc	۳	۸/۴۶ab	۷۲۳۳-۲۹/۸ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۱/۱	۷	۰/۹۵a-d	۱۷	۱/۶۳abc	۱۱	۷/۷۸a-d	۷۲۳۳-۲۹/۹ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۸/۶	۸	۰/۹۴a-d	۹	۰/۸۸abc	۷	۷/۸۸a-d	۷۲۳۳-۲۹/۱۱ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۰/۹	۱۳	۰/۸۹a-d	۴	-۰/۱۹abc	۱۴	۷/۶۳a-d	۷۲۳۳-۲۹/۱۲ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۷/۷	۱۰	۰/۹۳a-d	۱	-۱/۱c	۱۰	۷/۷۹a-d	۷۲۳۳-۲۹/۱۳ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۴/۶	۱۷	۰/۸۱bcd	۱۰	۱/۱abc	۱۷	۷/۲۹bcd	۷۲۳۳-۲۹/۳۲ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۶/۴	۱۶	۰/۸۲bcd	۱۸	۱/۶۹abc	۱۶	۷/۲۷bcd	۷۲۳۳-۲۹/۱۷ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۸	۶	۱/۰۲abc	۱۳	۱/۳۴abc	۶	۸/۲۳abc	۷۲۳۳-۲۹/۱۹ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۲	۱	۱/۱۵a	۲	-۰/۹۳c	۱	۸/۷a	۷۲۳۳-۲۹/۳۵ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۷/۴	۳	۱/۰۹ab	۱۶	۱/۵abc	۴	۸/۴۵ab	۷۲۳۳-۲۹/۳۴ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۴/۳	۴	۱/۰۹ab	۷	۰/۴۹abc	۲	۸/۴۷ab	۷۲۳۳-۲۹/۲۸ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۲/۶	۱۴	۰/۸۹a-d	۱۲	۱/۱۶abc	۱۳	۷/۶۵a-d	۷۲۳۳-۲۹/۲۹ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۱۴/۱	۱۵	۰/۸۷a-d	۱۵	۱/۳۹abc	۱۵	۷/۵۷a-d	۷۲۳۳-۲۹/۳۰ × (۷۱۱۲×۲۶۱)
۹/۴	۱۱	۰/۹۲a-d	۶	۰/۱۵abc	۹	۷/۸۱a-d	۷۱۱۲ HYBRID شاهد حساس
۵/۴	۵	۱/۰۸ab	۸	۰/۵۲abc	۵	۸/۴۱ab	۷۲۳۳-P-۲۹ * MSC۲
							شاهد متحمل
۱۹/۱	۲۰	۰/۶۶d	۱۹	۲/۷۹ab	۲۰	۶/۶d	۴۳۶ HYBRID شاهد حساس

WSYs⁸ عملکرد در شرایط تنش WSYn; عملکرد در شرایط بدون تنش STI; شاخص تحمل به تنش GMP میانگین هندسی تولید MP; میانگین تولید TOL; شاخص تحمل SSI; شاخص حساسیت به تنش R; رتبه و MR میانگین رتبه

عملکرد باشند، به‌منزله بهترین شاخص معرفی می‌شوند، زیرا قادر به جداکردن ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در دو محیط هستند (۶ و ۱۱). نتایج ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها (جدول ۴) همبستگی بسیار معناداری در سطح احتمال یک‌درصد را بین شاخص‌های میانگین عملکرد (MP)، میانگین هندسی عملکرد (GMP) و شاخص تحمل به تنش (STI) با عملکرد شکر سفید در شرایط تنش و مطلوب نشان داد. بنابراین، شاخص‌های تحمل $GMP \ MP$ و STI می‌توانند به‌منزله مناسب‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب هیبریدهای متحمل که در شرایط مطلوب و محدود عملکرد بالایی دارند، در نظر گرفته شوند. نکته مهم در جدول ۵ این است که همبستگی مثبت و معناداری بین عملکرد شکر سفید در شرایط مطلوب و محدود ($r = 0.47^*$) وجود داشت که بیانگر افزایش یا کاهش هم‌جهت عملکرد تحت دو شرایط فوق است. این همبستگی در نتایج دیگر مطالعات در هیبریدهای مختلف چغندر قند مشاهده شده است (۲ و ۲۸).

از نظر شاخص‌های کمی تحمل نیز کمترین شاخص TOL متعلق به هیبریدهای شماره ۹ و ۱۳، بیشترین میانگین تولید، بیشترین میانگین هندسی تولید و بیشترین شاخص تحمل به تنش متعلق به هیبرید شماره ۱۳ بود. از نظر میانگین رتبه‌بندی نیز این هیبرید برترین رتبه را به خود اختصاص داد. با توجه به اینکه هیبرید شماره ۱۳ در محیط تنش و بدون تنش عملکرد شکر بالایی را داشت، می‌توان آن را مناسب‌ترین هیبرید معرفی کرد. شایان ذکر است که صرفاً پایین‌بودن مقادیر شاخص‌های SSI و TOL برای یک هیبرید به‌منزله مناسب‌بودن آن جهت کشت در شرایط تنش نیست، زیرا هیبریدهایی هستند که حساسیت کمی نسبت به تنش دارند، اما عملکرد کم نیز دارند (۶). به‌طور کلی، صفت تحمل به شوری صفتی پلی‌ژنیک و پیچیده است که عوامل مختلفی در ایجاد تحمل نقش دارد (۱۶).

با استفاده از تحلیل همبستگی شاخص‌ها با عملکرد شکر سفید در شرایط تنش و بدون تنش، شاخص‌هایی که در محیط محدود و مطلوب دارای همبستگی بالایی با

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل و عملکرد شکر سفید در محیط تنش و بدون تنش در هیبریدهای چغندر قند

GMP	MP	TOL	SSI	STI	WSYp	WSYs	
							WSYs
						۱	WSYp
					۱	۰/۴۷*	STI
			۱	۰/۷۹**	۰/۹۱**	۰/۷۵**	SSI
		۱	۰/۹۹**	۰/۲۳	۰/۳	۰/۷۰**	TOL
	۱	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۹۹**	۰/۸۱**	۰/۹۰**	MP
۱	۰/۹۹**	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۹۹**	۰/۷۹**	۰/۹۱**	GMP

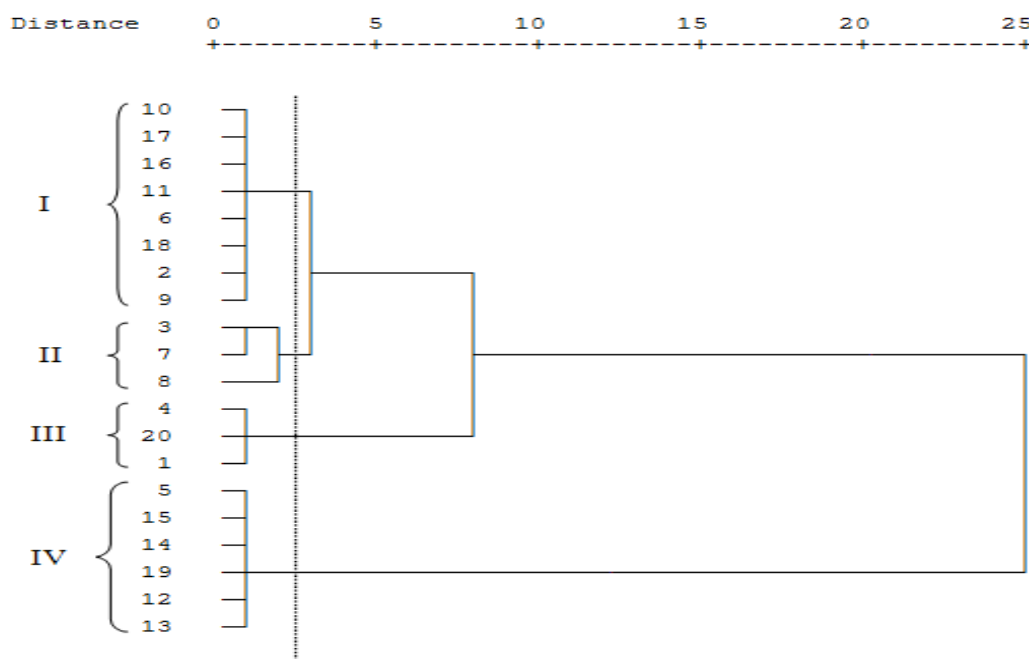
** و * به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

WSYs عملکرد در شرایط تنش $WSYn$; عملکرد در شرایط بدون تنش STI; شاخص تحمل به تنش GMP میانگین هندسی تولید MP; میانگین تولید TOL; شاخص تحمل SSI; شاخص حساسیت به تنش

شاخص‌های STI و شاخص‌های MP و GMP مثبت و تقریباً کامل ($r = 0.99^{**}$) بود. این مطلب با توجه به ماهیت شاخص STI قابل توجیه است، زیرا این شاخص براساس GMP است، بنابراین، همبستگی بین STI و GMP باید برابر یک باشد (۱۱).

هیبریدها بر مبنای شاخص تحمل STI صفات مختلف کمی و کیفی چغندر قند با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد گروه‌بندی شدند و دندروگرام مربوطه رسم شد (شکل ۱). هدف از تجزیه خوشه‌ای شناسایی لاین‌هایی بود که بیشترین فاصله ژنتیکی با یکدیگر از نظر معیارهای مذکور را داشتند. هیبریدها به ۴ گروه تقسیم شدند که واریانس بین گروه‌ها برای صفات بررسی شده معنادار شد (جدول ۵).

گزینش شاخص‌های میانگین تولید، میانگین هندسی تولید و شاخص تحمل به تنش به‌منزله مناسب‌ترین شاخص‌ها در این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دیگران (۱۵، ۲۳ و ۳۴) مطابقت دارد. در این مطالعه همبستگی بین شاخص‌های SSI و TOL با WSYs منفی و معنادار و همبستگی این شاخص‌ها با WSYp مثبت و غیرمعنادار بود. بنابراین، انتخاب براساس مقادیر پایین TOL و SSI موجب گزینش رقم‌هایی با پتانسیل عملکرد پایین در شرایط تنش می‌شود. همبستگی مثبت عملکرد در شرایط بدون تنش با شاخص‌های SSI و TOL در ژنوتیپ‌های چغندر قند قبلاً توسط وزان (۴)، صادقیان و همکاران (۳۳) و محمدیان و همکاران (۳) نیز گزارش شده است. اما فیشر و مورر (۱۲) بیان کردند انتخاب براساس SSI سبب افزایش عملکرد در شرایط تنش می‌شود. همبستگی بین



شکل ۱. دندروگرام حاصل تجزیه خوشه‌ای هیبریدهای چغندر قند براساس شاخص STI صفات مختلف

جدول ۵. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در هیبریدهای چغندر قند

صفات	میانگین مربعات بین گروه‌ها	مقادیر STI		
		گروه اول	گروه دوم	گروه سوم
عملکرد ریشه	۰/۰۵**	۰/۶۶ ^b	۰/۶۵ ^b	۰/۵۴ ^c
عملکرد شکر	۰/۱۰**	۰/۸۴ ^b	۰/۸۹ ^b	۰/۶۸ ^c
عملکرد شکر سفید	۰/۰۹**	۰/۸۵ ^c	۰/۹۲ ^b	۰/۷۰ ^d
درصد قند	۰/۰۱**	۱/۲۹ ^b	۱/۳۶ ^a	۱/۲۷ ^b
درصد قند سفید	۰/۰۱**	۱/۲۹ ^b	۱/۴۱ ^a	۱/۲۹ ^b
ضریب استحصال	۰/۰۰۱**	۱/۰۱ ^c	۱/۰۳ ^a	۱/۰۳ ^{ab}

که نشان‌دهنده هیبریدهای با عملکرد پایین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش است، قرار گرفتند. بقیه هیبریدها نیز در ناحیه C قرار گرفتند، به عبارت دیگر این هیبریدها تنها در شرایط تنش عملکرد بالایی داشتند.

یکی از روش‌های پیشرفته آماری که از طریق آن می‌توان هم‌زمان به مطالعه تعداد زیادی متغیر پیوسته پرداخت، روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی است. در واقع این روش تنوع موجود در تعداد زیادی متغیر اولیه را در تعداد کمی مؤلفه خلاصه می‌کند و اطلاعات ارزنده‌ای درباره متغیرهای اولیه در اختیار قرار می‌دهد (۱۹). در این پژوهش نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۶). نشان داد که دو مؤلفه اول در مجموع ۹۹/۸۵ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه کردند. مؤلفه اول ۶۹/۶۴ درصد از کل تغییرات شاخص‌ها را تبیین کرد. در این مؤلفه شاخص‌های STI, MP و GMP بیشترین ضرایب را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). بنابراین، این مؤلفه به منزله مؤلفه پتانسیل تولید معرفی شد. انتخاب براساس این مؤلفه، هیبریدهایی را گزینش می‌کند که عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارند. مؤلفه دوم ۳۰ درصد از کل تغییرات شاخص‌ها را توجیه کرد. در این مؤلفه شاخص‌های SSI و TOL نقش بیشتری داشتند، بنابراین، این مؤلفه را می‌توان مؤلفه حساسیت نامید.

هیبریدهای شماره ۵، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۹ در یک گروه قرار گرفتند که این گروه براساس نتایج مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای (جدول ۵) بالاترین مقادیر شاخص تحمل STI برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید را به خود اختصاص دادند. هیبریدهای شماره ۳، ۷ و ۸ در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۱) که از نظر صفات کیفی درصد قند، درصد قند سفید و ضریب استحصال بالاترین مقادیر شاخص STI را به خود اختصاص دادند. هیبریدهای شماره ۱۱، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲ در یک گروه قرار گرفتند که مقادیر متوسط شاخص STI در صفات بررسی شده را داشتند و هیبریدهای چندان مناسبی به شمار نمی‌روند. در نهایت هیبریدهای شماره ۱ و ۴ و ۲۰ مقادیر نسبتاً پایین مقادیر STI را داشتند. تجزیه خوشه‌ای در گیاهان مختلف به طور گسترده‌ای برای تشریح تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی جوامع براساس صفات مورفولوژیکی استفاده شده است (۱۷، ۲۰ و ۳۱).

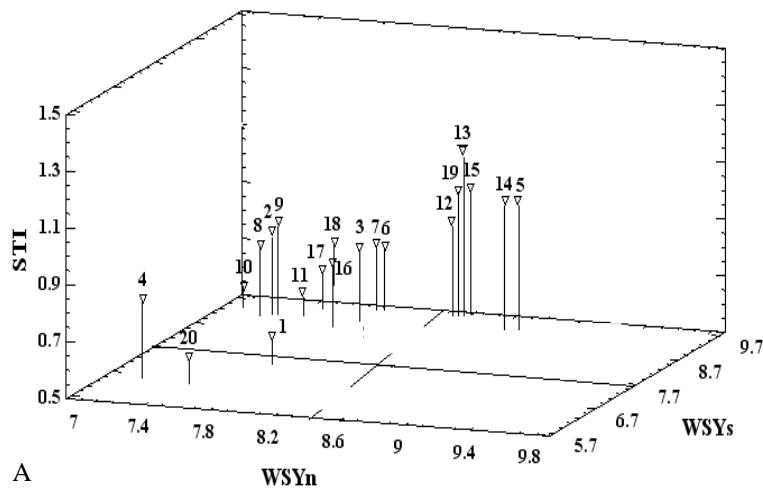
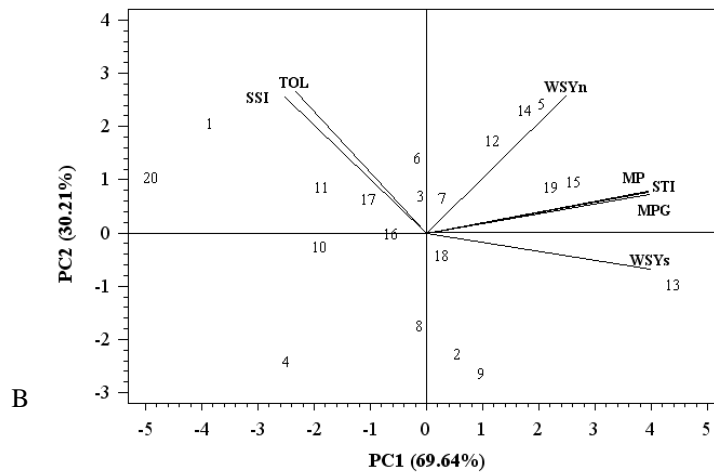
نتایج بررسی نمودار سه‌بعدی هیبریدهای بررسی شده (شکل ۲- A) براساس WSYn, WSYs و STI نشان داد که هیبریدهای شماره ۵، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۹ در ناحیه A قرار گرفتند، یعنی تحمل به شوری و عملکرد بالا در هر دو شرایط را دارند. این هیبریدها در تجزیه خوشه‌ای نیز در گروه برتر قرار گرفتند. هیبریدهای ۱، ۴ و ۲۰ در ناحیه D

شناسایی فامیل‌های دیپلوئیدگرده‌افشان (SI) برای اصلاح هیبریدهای متحمل به شوری در چغندرقد

جدول ۶. مقادیر ویژه، درصد مقادیر ویژه، درصد تجمعی مقادیر ویژه برای شاخص‌های مختلف تحمل به تنش در هیبریدهای چغندرقد

Component	Eigen value	Eigen value%	Eigen value Cumulative %	WSYs	WSYn	STI	SSI	TOL	MP	GMP
PC1	۴/۹۱	۶۹/۶۴	۶۹/۶۴	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۹۸	-۰/۲۶	-۰/۱۹	۰/۹۹	۰/۹۸
PC2	۲/۵۳	۲۱/۳۰	۸۵/۹۹	-۰/۵۵	۰/۴۵	-۰/۱۷	۰/۹۴	۰/۹۶	-۰/۱۵	-۰/۱۷

PC1 مؤلفه اصلی اول؛ PC2 مؤلفه اصلی دوم؛ WSYs عملکرد در شرایط تنش؛ WSYn عملکرد در شرایط بدون تنش؛ STI شاخص تحمل به تنش؛ GMP میانگین هندسی عملکرد؛ MP میانگین عملکرد؛ TOL شاخص تحمل؛ SSI شاخص حساسیت به تنش



شکل ۲- A) نمودار سه‌بعدی میان شاخص تحمل (STI) و عملکرد شکر سفید در محیط تنش (WSYs) و بدون تنش (WSYn). B) نمایش بای‌پلات واکنش ارقام (که با شماره نشان داده شده‌اند) و شاخص تحمل و حساسیت به تنش و عملکرد شکر سفید در محیط تنش و بدون تنش

به‌شادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۱ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲

از تجزیه خوشه‌ای تأییدی بر نتایج حاصل از نمودار سه‌بعدی و نمودار بای‌پلات است. در نهایت نتایج تجزیه آماری بر روی این مواد ژنتیکی نشان داد که هیبریدهای ۵، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۹ به‌منزله هیبریدهای متحمل به شوری و دارای عملکرد مناسب در دو شرایط تنش و بدون تنش شناخته شدند. هیبریدهای ۱، ۴ و ۲۰ نیز با توجه به شاخص‌های محاسبه‌شده به‌منزله گرده‌افشان‌های حساس شناخته شده و هیبریدهای ۲، ۳، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۷ و ۱۸ تحمل نسبی به شوری دارند.

منابع

۱. ابراهیمیان ح. ر.، رنجی ذ.، رضایی م. و عباسی ز (۱۳۸۷) غربال ژنوتیپ‌های چغندر قند تحت تنش شوری در گلخانه و مزرعه. چغندر قند. ۲۴: ۱-۲۱.
۲. شریفی م.، خردنام م.، مصباح م. و گوهری ج (۱۳۸۲) ارزیابی شاخص‌های کمی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های چغندر قند. چغندر قند. ۱۹(۱): ۵۱-۶۶.
۳. محمدیان ر.، صادقیان مطهر س. ی.، مقدم م. و رحیمیان ح (۱۳۸۱) ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در تشخیص ژنوتیپ‌های چغندر قند تحت شرایط تنش خشکی اوایل فصل رشد. چغندر قند. ۱۸(۱): ۲۹-۴۹.
۴. وزان س (۱۳۸۱) بررسی اثر تنش خشکی بر میزان تجمع اسید آسبزیک و دیگر صفات فیزیولوژیک در چغندر قند. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات. تهران. رساله دکترا.
5. Ahmadi M, Majidi Heravan E, Sadeghian SY, Mesbah M and Darvish F (2011) Drought tolerance variability in S1 pollinator lines developed from a sugar beet open population. *Euphytica*. 178: 339-349.

به‌منظور مطالعه هم‌زمان روابط بین تمام شاخص‌ها و عملکرد در دو شرایط تنش و عدم تنش ترسیم بای‌پلات (Biplot) بر اساس دو مؤلفه اول و دوم صورت گرفت (شکل ۲- B). اندازه زوایای خطوط شاخص‌ها نشان‌دهنده مقدار همبستگی بین شاخص‌ها است. بنابراین، ملاحظه می‌شود که دو شاخص SSI و TOL با یکدیگر و سه شاخص STI, MP و GMP با یکدیگر همبستگی بسیار بالایی دارند. همان‌طور که مشاهده می‌شود شاخص‌های STI, MP و GMP همبستگی بالایی با WSYs دارند. در شکل بای‌پلات ترسیمی ناحیه سمت راست پایین (مقادیر بیشتر مؤلفه اول و مقادیر کمتر مؤلفه دوم) به‌منزله ناحیه مورد نظر انتخاب می‌شوند که هیبرید شماره ۱۳ بالاترین مقدار مؤلفه اول و هیبرید شماره ۱ بالاترین مقدار مؤلفه دوم را دارند.

نتیجه‌گیری کلی

همبستگی معنادار بین شاخص‌های STI و MP و GMP با عملکرد شکر سفید در شرایط تنش و عدم تنش نشان می‌داد که می‌توان شاخص‌های STI و MP و GMP را به‌منزله بهترین شاخص برای تفکیک هیبریدهای متحمل به شوری استفاده کرد. استفاده از نمودار سه‌بعدی و روش ترسیمی بای‌پلات امکان‌گزینه‌های هیبریدهای با عملکرد بالا و متحمل به شوری را با استفاده از شاخص‌های تحمل و صفت عملکرد شکر سفید فراهم کرد. کاربرد نمودار سه‌بعدی از لحاظ سادگی کار در مقایسه با روش بای‌پلات که نیاز به انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دارد، بیشتر است. هرچند روش‌های بای‌پلات اطلاعات جامع‌مفیدتری را در اختیار قرار می‌دهد. نتایج به‌دست‌آمده از روش تجزیه خوشه‌ای نیز با سایر روش‌های استفاده‌شده در این پژوهش منطبق بود. در واقع می‌توان اظهار داشت نتایج به‌دست‌آمده

6. Annicchiarico P (2002) Genotype × environment interactions. Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations, *In: Kang MS (Ed.), Quantitative genetics, genomics and plant breeding*, CABI Publishing, Wallingford.
7. Arzani A (2008) Improving salinity tolerance in crop plants: a biotechnological view. *Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant* 44: 373-383.
8. Betran FJ, Beck D, Banziger M and Edmeades GO (2003) Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non stress environments in tropical maize. *Crop Science*. 43: 807-817.
9. Cooke DA and Scott RK (1993) *The sugar beet crop science into practice* Chapman & Hall. London, New York. 675p.
10. Epstein E, Norlyn JO, Rush DW, Kingsbury RW, Kelly DB, Cunningham GA and Wrona AF (1980) Saline culture of crops. *Science*. 210: 399-404.
11. Fernandez GCJ (1992) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, *In: Kuo CG (Ed.), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water-Stress*, AVRDC, Shanhuah, Taiwan. pp. 257-270.
12. Fischer RA and Maurer R (1978) Drought resistance in spring wheat cultivar, I: Grain yield responses. *Australian Journal of Agriculture Research*. 29: 897- 912.
13. Flowers TJ and Yeo AR (1995) Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next. *Australian Journal of Plant Physiology*. 22: 875-884.
14. Gahoonia TS and Nielsen NE (2004) Root traits as tools for creating phosphorus efficient crop varieties: new challenges for rhizosphere research at the entrance of the 21st Century. *Plant Soil*. 260: 47-57.
15. Golabadi M, Arzani A and Mirmohamadi Maibody SAM (2006) Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. *African Journal of Agriculture*. 5: 162-171.
16. Hasthanasombut S, Ntui V, Supaibulwatana K, Mii M and Nakamura I (2010) Expression of Indica rice OsBADH1 gene under salinity stress in transgenic tobacco. *Plant Biotechnology Reports*. 4: 75-83.
17. Hu T, Zhang XZ, Sun JM, Li HY and Fu JM (2013) Leaf functional trait variation associated with salt tolerance in perennial ryegrass. *Plant Biology* DOI: 10.1111/plb.12012.
18. Izanloo A, Condon AG, Langridge P, Tester M and Schnurbusch T (2008) Different mechanisms of adaptation to cyclic water stress in two South Australian bread wheat cultivars. *Experimental Botany*. 59: 3327-3346.
19. Johnson RA and Wichern DW (2007) *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice Hall Inter. Inc. New Jersey, USA.
20. Juste A, Lievens B, Frans I, Marsh TL, Klingenberg M, Michiels CW and Willems KA (2008) Genetic and physiological diversity of *Tetragenococcus halophilus* strains isolated from sugar- and salt-rich environments. *Microbiology*. 154: 2600-2610.
21. Läubli A and Epstein E (1990) Plant responses to saline and sodic conditions, *In: Tanji KK (Ed.), Agricultural salinity assessment and management*, ASCE manuals and reports on engineering practice, ASCE New York. pp. 113-137.
22. Li Z and Nelson RL (2001) Genetic diversity among soybean accessions from three countries

- measured by RAPDs. *Crop Science*. 41: 1337-1347.
23. Majidi MM, Tavakoli V, Mirlohi A and Sabzalian MR (2011) Wild safflower species (*Carthamus oxyacanthus* Bieb.): A possible source of drought tolerance for arid environments. *Australian Journal of Crop Science*. 5(8):1055-1063.
 24. Mohammadi R, Amri A and Nachit M (2011b) Evaluation and Characterization of International Durum Wheat Nurseries under Rainfed Conditions in Iran. *International Journal of Plant Breeding*. 5:94-100.
 25. Mohammadi R, Armion M, Kahrizi D and Amri A (2010) Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *International Journal of Plant Production*. 4(1): 11-24.
 26. Najafian G (2009) Drought tolerance indices, their relationships and manner of application to wheat breeding programs. In: Mohammadi R, Haghparast R (Eds) *Plant Science in Iran. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology 3 (Special Issue 1)*: 25-34.
 27. Nouri A, Etmian A, Teixeira da Silva JA and Mohammadi R (2011) Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turjidium* var. durum Desf.). *Australian Journal of Crop Science*. 5 (1): 8-16
 28. Ober ES and Rajabi A (2010) Abiotic Stress in Sugar Beet. *Sugar Technology*. 12:294-298.
 29. Rajaram S, Van Ginkle M (2001) Mexico, 50 years of international wheat breeding. In Bonjean AP, and Angus WJ (eds) *The world Wheat Book, A History of Wheat Breeding*, Paris, France. Lavoisier Publishing, pp. 579-604.
 30. Rosille AA and Hambilin J (1981) Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 21:43-46.
 31. Saccomani M, Stevanato P, Trebbi D, McGrath JM and Biancardi E (2009) Molecular and morpho-physiological characterization of sea, ruderal and cultivated beets. *Euphytica*. 169:19-29.
 32. Sadeghian SY, Fazli T, Mohamadian R and Taleghani D (2000) Genetic variation for drought stress in sugarbeet. *Journal of sugar beet research*. 37: 55-77.
 33. Sadeghian SY and Yavari N (2004) Effect of Water-Deficit Stress on Germination and Early Seedling Growth in Sugar Beet. *Agronomy and Crop Science*. 190: 138-144.
 34. Siose Mardeh A, Ahmadi A, Pustin K and Mohammadi V (2006) Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Research*. 98: 222-229.
 35. Skoric D (2010) Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*. 32(50): 1-16.
 36. Wakeel A, Faroop M, Qadir M and Schubert S (2011) Potassium substitution by sodium in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 30: 401-413.