ارزیابی ارقام مختلف چغندرقند در شرایط اگرو اکولوژیکی منطقه میاندوآب با استفاده از روش‌های چند متغیره آماری در تنش خشکی

Evaluation of sugar beet cultivars in agro ecological Miandoab region using multivariate statistical techniques in drought stress

شهاب حیدری[۱]، مهدی پناهی[۲] و کیوان فتوحی[۳]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین – پیشوا، ورامین – ایران.
۲- گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان-ایران.
۳- بخش چغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب. میاندوآب – ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: hey.shahab@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۵

چکیده

به‌منظور ارزیابی۱۶ رقم چغندرقند در شرایط اگرواکولوژیکی منطقه میاندوآب با استفاده از روش‌های چندمتغیره آماری در شرایط کم‌آبی، آزمایشی در دو شرایط معمول و تنش خشکی بر اساس ظرفیت مزرعه، هر کدام در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد اثر محیط بر صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، میزان سدیم ریشه، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص، آلکالیته، درصد استحصال و قند ملاس از لحاظ آماری معنی‌دار بود. در این مطالعه صفات عملکرد قند خالص تحت شرایط معمول رطوبتی و تنش خشکی با صفات عملکرد ریشه، مقدار پتاسیم ریشه، عملکرد قند ناخالص و درصد استحصال همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. براساس نتایج تجزیه کلاستر در شرایط معمول برش دندروگرام در فاصله ۱۰، چهار کلاستر ایجاد شد ژنوتیپ‌های کلاستر دو از عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص بالاتر از میانگین کل و کل کلاسترها و از میزان سدیم، پتاسیم، ازت مضره و قند ملاس کم‌تر از میانگین کل برخوردار بود. در شرایط تنش خشکی برش کلاستر در فاصله ۱۰، ژنوتیپ‌ها را در چهار گروه دسته‌بندی کرد که گروه سه از نظر صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، ازت مضره، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص از مقادیر بیش‌تر از میانگین و از نظر صفات مقدار سدیم، آلکالیته و مقدار قند ملاس کم‌تر از میانگین برخورداربود. براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط معمول و تنش خشکی دو عامل شناسایی شدند که به‌ترتیب ۸۷/۷۷ و ۸۵/۹۴ درصد از کل واریانس داده‌ها را در دو شرایط تبیین نمود. براساس نتایج تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها در شرایط معمول در چهار کلاستر در شرایط تنش خشکی در سه کلاستر قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: چغندرقند، تنش خشکی، تجزیه کلاستر، تحلیل عاملی.

مقدمه

تنش خشکی یکی از مشکلات عمده تولید گیاهان زراعی در ایران و جهان به‌شمار می‌رود و تهدید جدی برای تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان است. گزارش شد که تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی کاهش عملکرد در چغندرقند است (Ober *et al*., 2004). چغندرقند یک محصول صنعتی مهم و یکی از دو گیاهی است که برای تولید اقتصادی شکر استفاده می‌شود (Monti *et al*., 2006). تحقیقات نشان داد که تنوع ژنتیکی از نظر تحمل به خشکی در ژرم‌پلاسم چغندرقند وجود دارد (Abdollahian-Noghabi *et al*., 2011؛ Pidgeon *et al*., 2006). رجبی و همکاران (Rajabi *et al*., 2013) اختلاف معنی‌داری را بین خانواده‌های نیمه‌خواهری چغندرقند تحت شرایط تنش و عدم تنش خشکی گزارش کردند. وجود تنوع در جوامع اصلاحی به‌عنوان ماده‌ی اولیه به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در صورت وجود تنوع، امکان مقایسه، گروه‌بندی و انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب از جوامع اصلاحی برای به‌نژادگران فراهم می‌گردد. محتوی قند و وزن ریشه دو ویژگی بسیار مهم برای تولید کنندگان چغندرقند به‌شمار می‌روند. اصلاح برای این دو صفت به‌واسطه همبستگی منفی آنها فوق‌العاده مشکل است. وزن ریشه یک صفت کمی است که به‌طور زیاد تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرد و نوسان بالایی دارد (Khan *et al*., 2005). بیانکاردی و همکاران (Biancardi *et al*., 2005) بیان داشتند که همزمان با افزایش عملکرد ریشه و عیار قند، یکی از اهداف اصلاحی چغندرقند کاهش درصد قند ملاس است، بنابراین می‌توان در گزینش برای عملکرد ریشه و عیارقند به این رابطه مثبت توجه داشت. در برنامه‌های اصلاح نباتات، انتخاب براساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشته باشد. بنابراین روش‌های تجزیه و تحلیل که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر بر عملکرد را کاهش دهد، برای پژوهشگر با ارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی بین صفات متداول است اما جهت گروه‌بندی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از بین تعداد زیاد ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی اغلب محدودیت‌هایی وجود دارد. این محدودیت‌ها عمدتا به دلیل منظورنمودن صفات متعدد در انتخاب نهایی ارقام است. بنابراین روش‌های آماری چندمتغیره مانند تجزیه خوشه‌ای، به‌دلیل توانایی در ایجاد ارتباط بین صفات اندازه‌گیری شده، می‌تواند به گروه‌بندی ارقام و انتخاب آسان آن‌ها کمک نماید. همچنین روش تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز از طریق خلاصه نمودن متغیرهای همبسته اولیه به‌شکل مولفه‌هایی مستقل و محدود، امکان گروه‌بندی افراد در فضای دوبعدی یا سه‌بعدی را فراهم می‌آورد (منصورفر، ۱۳۸۷). رجبی و همکاران (۱۳۹۳) در تجزیه چند متغیره برای صفات زراعی و کیفیت محصول چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی مشاهده نمودند که براساس تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها در چهار گروه قرار گرفتند که گروه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۲۵، ۲۰ و ۳ به‌عنوان گروه برتر از نظر عملکرد و کیفیت برتر بودند همچنین آن‌ها با استفاده از تجزیه عاملی نشان دادند که سه مولفه‌ی اول بیش از ۹۰ درصد از واریانس کل مشاهدات را توجیه کردند و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس دو مولفه اصلی اول تا حدود زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها منطبق بود. واحدی و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعه صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند بر روی ۷۵ هیبرید F_1 منوژرم با استفاده از تجزیه عاملی به‌روش مولفه‌های اصلی بر روی ۱۳ صفت زراعی، پنج خصوصیت ریشه و صفت نمره رشد نشان دادند، عامل‌های اول تا چهارم به‌ترتیب ۳۴/۴۵، ۲۴/۹۲، ۲۰/۳۱ و ۵/۴۹ درصد و در مجموع ۸۵/۰۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین نمودند. قاسمی و همکاران (۱۳۸۹) در تجزیه کلاستر ارقام مختلف چغندرقند، گروه‌بندی متفاوتی را مشاهده کردند، به‌طوری‌که ارقام دارای شباهت بالا از نظر صفات مورد مطالعه در گروه مشترک قرارگرفتند.

براساس نتایج گروه‌بندی کلاستر برای همه‌ی صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک همانند مقایسه‌ی میانگین برای عملکرد نهائی نشان دهنده‌ی وجود تنوع بین ارقام مورد بررسی بود. آنان بیان‌داشتند که اختلافات نتایج به‌دست آمده در تجزیه‌ی کلاستر و مقایسه‌ی میانگین، شاید به‌دلیل یکسان نبودن تاثیر برخی از صفات اندازه‌گیری شده بر عملکرد قندسفید باشد.

هدف از مطالعه حاضر ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به خشکی و بررسی روابط بین صفات در چغندرقند تحت شرایط عادی و تنش خشکی و شناسایی بهترین ژنوتیپ‌ها و مؤثرترین صفات بر عملکرد قند خالص در چغندرقند بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی روابط بین صفات در ژنوتیپ‌های چغندرقند آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب اجرا شد. ایستگاه مذکور در پنج کیلومتری شمال غربی شهر در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۴ متری از سطح دریای آزاد واقع گردید. این منطقه از نظر تقسیمات آب و هوایی کشور دارای رژیم دمایی فریک (متوسط دمای سالیانه خاک بین هشت الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رژیم رطوبتی زریک (نیمه‌خشک) و خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لوم بود. در این بررسی ۱۶ رقم چغندرقند که از مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ بذر چغندرقند تهیه شدند. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط معمول و تنش خشکی اجرا شد. آبیاری در شرایط تنش خشکی زمانی انجام شد که ۹۰- ۸۵ درصد آب قابل استحصال از دسترس گیاه خارج شد و در تیمار بدون تنش آبیاری این مقدار ۵۵-۵۰ درصد آب قابل استحصال بود. برای اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک هر بار نمونه‌ای از عمق ۳۰ – صفر و ۶۰ – صفر سانتی‌متری از خاک تهیه و در آون خشک گردید و به محض رسیدن به‌رطوبت مورد نیاز (۵۰ و ۸۵ درصد آب قابل استحصال) اقدام به آبیاری شد. برای اندازه‌گیری میزان آبیاری از فلوم‌های اندازه‌گیری جریان آب (WSC) استفاده گردید. قبل از اجرای آزمایش عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و کرت‌بندی مزرعه به‌طور یکسان صورت‌گرفت و کودهای فسفر و پتاس براساس نتایج آزمون تجزیه‌ی خاک در زمان تهیه زمین و کود نیتروژن به‌صورت پای بوته و یا به‌صورت استارتر مصرف شد. فاصله هر ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و اندازه هر کرت شامل سه خط کاشت به‌طول هشت متر بود. عملیات زراعی شامل آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و کولتیواتورزنی در حد نیاز انجام‌گرفت. در طول فصل زراعی صفات مختلفی یادداشت‌برداری شد و برداشت در نیمه اول آبان ماه صورت گرفت. صفات مورد بررسی به‌صورت ذیل بودند:

میزان عناصر سدیم، پتاسیم و نیتروژن موجود در ریشه: برای جداسازی و اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم شربت به‌دست آمده از ترکیب خمیر ریشه با سواستات سرب بعد از عبور از صافی در دستگاه فلایم فتومتر با آب مقطر و محلول لیتیم مخلوط گردید. همچنین جهت جداسازی و اندازه‌گیری نیتروژن شربت مذکور در دستگاه فتومتر با محلول مس مخلوط شد. مقادیر بر حسب میلی‌اکی‌والان گرم بر صد گرم خمیر ریشه برای هر نمونه در جدول ثبت گردید.

آلکالیته: آلکالیته یا ضریب قلیایی نمونه‌های مورد آزمایش توسط رایانه بر مبنای رابطه پولاخ محاسبه شد.

$$ALK = \frac{Na+K}{N}$$

ضریب استحصال یا درصد استحصال: ارزیابی ضریب استحصال بر مبنای رابطه زیر صورت گرفته و در جدول ثبت گردید:

$$\text{ضریب استحصال} = \frac{\text{درصد قند خالص}}{\text{درصد قند ناخالص}} \times ۱۰۰$$

میزان قند ملاس: میزان قند ملاس از طریق مقادیر به‌دست آمده مربوط به‌میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن

موجود در ریشه توسط رایانه و براساس فرمول راینفلد محاسبه گردید:

میزان قند ملاس = ۰/۳۴(K + Na) + ۰/۰۹۴ N – ۰/۳۱

عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص یا قابل استحصال: برای ارزیابی این صفات عملکرد ریشه در هر کرت به درصد قند ناخالص و درصد قند خالص مربوط به همان کرت ضرب شد.

جهت محاسبات آماری در مرحله نخست آزمون معمول بودن داده‌ها انجام گرفت و پس از اطمینان از معمول بودن داده‌ها تجزیه واریانس داده‌های کمّی براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت و از آزمون چنددامنه‌ای دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. در این مطالعه از نرم‌افزاهای آماری SAS 9.2 و SPSS استفاده شد. لازم به‌ذکر است که در تحقیق حاضر در مورد صفاتی که به‌صورت درصد یا رتبه‌ای بودند از تبدیل رادیکالی داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد اثر محیط بر صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص آلکالیته، درصد استحصال و قند ملاس در سطح احتمال یک درصد و بر صفات میزان سدیم ریشه، عملکرد قند ناخالص در سطح احتمال پنج درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود. بین ژنوتیپ‌های از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی به‌غیر از مقدار پتاسیم ریشه اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار بود همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بر کلیه صفات به‌غیر از عملکرد قند خالص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول یک).

همبستگی بین صفات

صفت عملکرد قند خالص در شرایط عادی با صفت عملکرد قند خالص با صفات عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص (در سطح احتمال یک درصد)، مقدار پتاسیم ریشه، و درصد استحصال (در سطح احتمال پنج درصد)، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات میزان سدیم (در سطح احتمال پنج درصد)، ازت مضره ریشه و درصد قند ملاس (در سطح احتمال یک درصد)، همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد (جدول دو). تحت شرایط تنش خشکی نیز عملکرد قند خالص با صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و درصد استحصال قند (در سطح احتمال یک درصد)، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت میزان سدیم ریشه (در سطح احتمال یک درصد)، و میان قند ملاس (در سطح احتمال پنج درصد)، همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد (جدول سه). با توجه به این‌که ریشه در چغندرقند مخزن اصلی ذخیره کربوهیدرات‌ها و قند است بنابراین با افزایش ظرفیت و اندازه مخزن بر مقدار ذخیره قند افزوده می‌شود. همچنین در چغندرقند عملکرد شکر سفید بخشی از عملکرد ماده خشک ریشه است و عملکرد بالای آن هنگامی به‌دست می‌آید که عملکرد ماده خشک تولید شده در ریشه بالا باشد. بنابراین می‌توان گفت برای حصول به حداکثر عملکرد شکر سفید می‌توان با افزایش دادن عملکرد ریشه به این هدف دست یافت. استحصال قند و عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. رجبی و همکاران (Rjabi *et al*., 2013)، عبداللهیان نوقابی (AbdollahianNoghabi *et al*., 2011) بین صفت عملکرد قند خالص و صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص همبستگی مثبت و معنی‌داری گزارش نمودند که همسو با نتایج تحقیق حاضر است.

تجزیه کلاستر

از آن‌جایی‌که ارقام گوناگون دارای تنوع زیادی از نظر صفات مختلف می‌باشند، قضاوت براساس یک یا چند صفت مورفولوژیک صحیح به‌نظر نمی‌رسد، بنابراین جهت انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها علاوه بر استفاده از روش محاسبه همبستگی، از روش‌های مختلف آماری بهره برده می‌شود که یکی از این روش‌ها تجزیه خوشه‌ای می‌باشد. تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد به‌عنوان معیار تشابه انجام‌گرفت. براساس نتایج حاصل از تجزیه

کلاستر، با برش دندروگرام از محل‌های مختلف از محل‌های مختلف دو، سه، چهار و پنج گروه ایجاد شد (شکل یک) جهت تأیید اختلاف بین گروه‌ها از تجزیه واریانس چندمتغیره بر پایه طرح کامل تصادفی برای صفات مورد مطالعه استفاده‌گردید در حالت پنج گروهی براساس آماره ویلکس لامبدا (۰/۰۰۹) بیش‌ترین میزان F و در نتیجه بیش‌ترین نسبت واریانس بین گروهی به درون گروهی دیده شد (جدول سه).

براین اساس ۱۶ ژنوتیپ چغندرقند مورد بررسی به سه گروه تقسیم‌بندی شدند. جهت بررسی دقیق‌تر اختلافات بین کلاسترها از نظر تک تک صفات مقایسه میانگین صفات کلاسترها براساس آزمون LSD انجام گرفت. تجزیه واریانس سه گروه ایجاد شده از نظر صفات مورد مطالعه نشان داد بین گروه‌ها از نظر کلیه صفات مورد بررسی به‌غیر از درصد قند ناخالص و آلکالیته اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول پنج). براین اساس کلاستر اول شامل ژنوتیپ‌های ۴، ۷، ۸ ،۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۶ بود ژنوتیپ‌های مذکور در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها از عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص بالاتر از میانگین کل و کل کلاسترها و از میزان سدیم، پتاسیم، ازت مضره و قند ملاس کم‌تر از میانگین کل برخوردار بودند (جدول شش)

کلاستر شماره دو شامل ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۵، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ بود ژنوتیپ‌های موجود در این کلاستر از لحاظ عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص از مقادیر بالاتر از میانگین کل و از میزان سدیم، پتاسیم، ازت مضره و قند ملاس کمتر از میانگین کل برخوردار بودند. در نهایت ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ در کلاستر شماره چهار قرارداشتند ژنوتیپ‌های کلاستر مذکور از لحاظ میزان سدیم، پتاسیم و ازت مضره بالاتر از میانگین کل و از درصد استحصال قند و عملکرد قند ناخالص پایین‌تر از میانگین کل و کل کلاسترها برخوردار بود (جدول شش).

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس تجزیه کلاستر در فاصله تشابه ۱۰ تحت شرایط تنش خشکی ۱۶ ژنوتیپ مورد بررسی را به چهار گروه دسته‌بندی کرد (شکل دو). تجزیه واریانس چهار گروه ایجاد شده از نظر صفات مورد مطالعه نشان داد بین گروه‌ها از نظر کلیه صفات مورد بررسی به‌غیر از درصد پتاسیم اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول هشت). بر این اساس کلاستر اول شامل ژنوتیپ شماره ۱۰، ۱۳، ۱۲، ۸، ۱۵، ۹، ۱۴، ۲ بود. ژنوتیپ‌های موجود در این کلاستر از نظر صفات درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص از مقادیر بیش‌تر از میانگین و از لحاظ صفات عملکرد ریشه، مقدار سدیم ریشه، ازت مضره، آلکالیته و قند ملاس از مقادیر کمتر از میانگین برخوردار بود (جدول هشت). در کلاستر شماره دو، دو ژنوتیپ شماره ۱ و ۶ قرارگرفتند ژنوتیپ مذکور از لحاظ صفات درصد قند ناخالص، مقدار سدیم ریشه، میزان ازت مضره، عملکرد قند خالص و قند ملاس از مقادیر بالاتر از میانگین کل و از نظر صفات عملکرد ریشه، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص، آلکالیته، درصد استحصال کم‌تر از میانگین کل برخوردار بود (جدول نه). در کلاستر شماره سه، ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۱۶، ۵، ۷ و ۱۱ قرار داشت ژنوتیپ‌های مذکور از نظر صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، ازت مضره، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص از مقادیر بیش‌تر از میانگین و از نظر صفات مقدار سدیم، آلکالیته و مقدار قند ملاس کمتر از میانگین برخوردار بود (جدول هشت). در کلاستر شماره چهار تنها ژنوتیپ شماره ۴ قرارداشت ژنوتیپ مذکور از نظر صفات مقدار سدیم ریشه، مقدار آلکالیته و قند ملاس در کلاس a قرارداشت اما از لحاظ صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، ازت مضره، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص از مقادیر کم‌تر از میانگین کل برخوردار بود (جدول نه). قرارگرفتن ژنوتیپ‌ها در یک کلاستر بیانگر وجود شباهت بین

ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات کمی و کیفی است به نحوی‌که ژنوتیپ‌هایی که در یک گروه و کلاستر قرار گرفتند دارای بیش‌ترین شباهت با یکدیگر و ژنوتیپ‌هایی که در کلاسترهای مجزا قرارگرفتند داری بیش‌ترین تفاوت از لحاظ صفات مورد بررسی است. در مطالعه حاضر چهار ژنوتیپ شماره ۸، ۱۰، ۱۳ و ۱۴ در هر دو شرایط معمول و تنش در یک گروه قرارگرفتند که داری عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص و عملکرد ناخالص بیش‌تر از سایر گروه‌ها بود. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌ها احتمالاً بتواند در دست‌یابی به ژنوتیپ‌های با عملکرد قند خالص بالا کمک نماید. رجبی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از روش تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها را در چهار گروه دسته‌بندی کردند که گروه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۲۵، ۲۰ و ۳ به‌عنوان گروه برتر از نظر عملکرد و کیفیت برتر بودند.

تجزیه به عامل‌ها

در تحقیق حاضر مقدار KMO در شرایط معمول برابر ۰/۵۵ و آزمون اسفریستی بارتلت معنی‌دار گشت که بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای تجزیه به عامل‌ها می‌باشد و با در نظرگرفتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک در این تحقیق تحت شرایط معمول سه عامل شناسایی که ۷۵/۸۷ درصد از کلیه تغییرات داده‌ها (واریانس داده‌ها) را تبیین کردند (جدول نه). عامل اول که در حدود ۴۲/۳۳ درصد از کل تغییرات را توجیه کرد دارای ضریب همبستگی درونی مثبت و معنی‌دار برای سدیم ریشه، پتاسیم ریشه و ازت مضره همبستگی درونی منفی برای صفت ضریب استحصال بود از آن‌جاکه متغیرهای مذکور نقش مهمی در کاهش درصد استحصال و ایجاد مزاحمت در کریستاله شدن قند دارند عامل مذکور را می‌توان عامل ناخالصی ریشه نامید. اگر ملاک گزینش ژنوتیپ‌ها عامل مذکور باشد جمعیت ایجاد شده دارای سدیم ریشه، پتاسیم ازت و مضره بالا و ضریب استحصال قند کمی خواهند بود. عامل دوم نیز که با توجیه ۲۵/۸۶ درصد از تغییرات دارای ضریب همبستگی درونی بالایی برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص و عملکرد قند ناخالص بود عامل مذکور را می‌توان عامل عملکرد نامید چنان‌چه ملاک گزینش ژنوتیپ‌ها عامل مذکور باشد جمعیت حاصله دارای عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص و عملکرد قند ناخالص بالایی خواهند بود. صفات درصد قند ناخالص و میزان قند ملاس ضریب همبستگی درونی مثبت با عامل سوم نشان دادند عامل مذکور در مجموع ۱۹/۵۳ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود با توجه به نقش دو صفت در میزان ناخالص قند عمل مذکور را می‌توان عامل قند ناخالص نامید. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس دو مؤلفه اول (نمودار بای پلات) نشان داد که ژنوتیپ‌ها به سه گروه تقسیم شدند که خود می‌تواند تأییدی بر نتایج تجزیه کلاستر باشد براساس نتایج نمودار بای پلات ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ در یک گروه، ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۶ در گروه دیگری و ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ در گروه مجزای دیگری قرارداشتند که بیانگر وجود شباهت در ژنوتیپ‌های مذکور از لحاظ صفات مورد بررسی است (شکل سه). گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس دو مؤلفه اول (نمودار بای پلات) نشان داد که ژنوتیپ‌ها به سه گروه نقسیم شدند که خود می‌تواند تأییدی بر نتایج تجزیه کلاستر باشد براساس نتایج نمودار بای پلات ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ در یک گروه، ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۶ در گروه دیگری و ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ در گروه مجزای دیگری قرارداشتند که بیانگر وجود شباهت در ژنوتیپ‌های مذکور از لحاظ صفات مورد بررسی است. در شرایط تنش خشکی نیز با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک، سه عامل شناسایی شدند که ۸۵/۹۴ درصد از کلیه تغییرات داده‌ها (واریانس داده‌ها) را تبیین کردند (جدول نه). عامل اول که در حدود ۴۲/۴۹ درصد از کل تغییرات را توجیه کرد دارای ضریب همبستگی درونی مثبت و معنی‌دار با درصد قند ناخالص و ضریب استحصال و ضریب درونی منفی و معنی‌دار با صفت سدیم ریشه و قند ملاس بود.

عامل مذکور را می‌توان عامل ناخالصی ریشه نام نهاد به نحوی‌که اگر اساس انتخاب ژنوتیپ‌ها عامل اول باشد جمعیت حاصله دارای درصد قند ناخالص و ضریب استحصال بالا و مقدار سدیم ریشه و قند ملاس پایینی خواهد بود. عامل دوم نیز که با توجیه ۲۶/۶۹ درصد از تغییرات دارای ضریب همبستگی درونی مثبت برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص بود همانند شرایط معمول رطوبتی عامل مذکور را می‌توان عامل عملکرد نامید. صفت پتاسیم ریشه و ازت مضره دارای ضریب مثبت با عامل سوم بود عامل سوم ۱۶/۷۵ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه کرد عامل مذکور را می‌توان عامل ناخالصی ریشه نامید. عامل چهارم با توجیه ۹/۹۸ درصد از کل واریانس داده‌ها در بین چهار عامل کم‌ترین تغییرات داده‌ها را توجیه کرد عامل مذکور دارای همبستگی درونی منفی و معنی‌دار با دو صفت درصد قند خالص و ناخالص بود عامل مذکور را می‌توان عامل عیار قند نامید. با توجه به نتایج تجزیه عاملی در دو محیط معمول و تنش خشکی می‌توان اظهار داشت که شرایط تنش می‌تواند روابط بین صفات با عامل‌ها را تغییر دهد به‌طوری‌که در شرایط معمول دو صفت درصد قند خالص و ناخالص ارتباط مثبتی با عامل عیار قند داشتند ولی در شرایط تنش بین عامل مذکور و دو صفت ارتباط منفی وجود داشت. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس نمودار بای پلات حاکی از آن بود که ۱۶ ژنوتیپ مورد بررسی از نظر دو مؤلفه اصلی که بیش‌ترین تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند به چهار گروه دسته‌بندی می‌شوند که خود می‌تواند گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها را در تجزیه کلاستر تأیید نماید براین اساس ژنوتیپ شماره ۱۰، ۱۳، ۱۲، ۸، ۱۵، ۹، ۱۴، ۲ در یک گروه مجزا، دو ژنوتیپ شماره ۱ و ۶ در گروهی دیگر و ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۱۶، ۵، ۷ و ۱۱ در یک گروه مجزا قرارگرفتند که خود بیانگر شباهت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ صفات مورد بررسی است. همانند نتایج تجزیه کلاستر در شرایط تنش خشکی در تجزیه بای‌پلات نیز ژنوتیپ شماره ۴ در یک گروه مجزا به صورت انفرادی قرارداشت (شکل نه). با توجه به نتایج مطالعه حاضر در هر دو شرایط معمول و تنش عامل دوم که دارای ضرایب همبستگی درونی بالا و معنی‌داری برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و خالص بود سهم قابل توجهی در توجیه مقدار کل تغییرات داده‌ها نشان داد. براساس نتایج نمودار بای پلات نیز ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۷، ۱۰ و ۱۳ ضرایب مثبتی با عامل اول نشان دادند که بیانگر این موضوع است انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس عامل اول در هر دو شرایط منجر به گزینش ژنوتیپ‌های مذکور می‌شود که از عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص بالایی برخوردار هستند. رجبی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از تجزیه عاملی نشان دادند که سه مولفه‌ی اول بیش از ۹۰ درصد از واریانس کل مشاهدات را توجیه کردند و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس دو مولفه اصلی اول تا حدود زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها منطبق بود. واحدی و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعه صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند بر روی ۷۵ هیبرید F1 منوژرم با استفاده از تجزیه عاملی به نشان دادند عامل‌های اول تا چهارم به‌ترتیب ۳۴/۴۵، ۲۴/۹۲، ۲۰/۳۱ و ۵/۴۹ درصد و در مجموع ۸۵/۰۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر صفات، عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و درصد استحصال به‌دلیل وجود تنوع مناسب و همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد قند خالص و همچین توجیه توسط یک عامل در تجزیه به عامل‌ها به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد قندخالص شناسایی شدند همچنین ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۱۰، ۱۳ و ۱۴ به‌دلیل قرارگرفتن در یک کلاستر که از لحاظ صفات عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص که از مقادیر بالاتر از میانگین کل برخوردار بودند به‌عنوان ژنوتیپ‌های مناسب در هر دو شرایط شناخته شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در دو محیط

Table 1. Combating analysis of variance of the traits in both environments

منابع تغییر (S.O.V)		درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean square										
			عملکرد ریشه Root yield	قند ناخالص S. content	سدیم ریشه Na	پتاسیم ریشه K	ازت مضره Namino	قند خالص W.S.P	عملکرد قند ناخالص S.Y	آلکالیته Alkaline	درصد استحصال S.E.C	عملکرد قند خالص W.S.Y	قند ملاس Molasses
Environment	محیط	1	14479.59**	358.81**	5.47*	0.03^{ns}	1.01^{ns}	378.38**	194.01*	1653.1**	443.24**	95.69^{ns}	0.41**
$Error_a$	خطاa	4	796.89	3.69	0.55	0.41	0.21	4.18	26.04	8.45	5.82	18.77	0.02
Genotype	ژنوتیپ	15	146.07**	4.58**	3.11**	0.81^{ns}	2.76**	7.65**	3.90**	150.44**	46.81**	3.38**	0.89**
R×E	ژنوتیپ × محیط	15	73.69**	3.93**	3.06**	1.69**	1.87**	4.25**	1.72**	127.94**	32.62**	1.04^{ns}	0.93**
Errorb	خطاb	60	18.96	1.42	0.83	0.58	0.34	2.02	0.79	43.07	12.14	13.56	18.45

ns، * و ** به‌ترتیب معنی‌داری و عدم معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد آماری

ns, *, ** significant and insignificant at 1 and 5% levels respectively

جدول ۲- همبستگی بین صفات در شرایط معمول

Table 2. The correlation between traits, in normal conditions

صفات	عملکرد ریشه R. Y	قند ناخالص S. content	سدیم ریشه Na	پتاسیم ریشه K	ازت مضره Namino	قند خالص W.S.P	عملکرد قند ناخالص S.Y	آلکالیته Alkaline	درصد استحصال S.E.C	عملکرد قند خالص W.S.Y	قند ملاس Molasses
R.Y عملکرد ریشه	1										
S.C درصد قند ناخالص	-0.44**	1									
Na سدیم ریشه	0.3^{ns}	-0.05^{ns}	1								
K ریشه پتاسیم	0.09^{ns}	-0.09^{ns}	0.56**	1							
ازت مضره N-amino	-0.14^{ns}	0.07^{ns}	0.78**	0.56**	1						
درصد S.C قند خالص	-0.33*	0.85**	-0.53**	-0.56**	-0.38**	1					
S.Y عملکرد قند ناخالص	0.90**	-0.02^{ns}	-0.03^{ns}	-0.04^{ns}	0.12^{ns}	0.01^{ns}	1				
Alkaline آلکالیته	-0.12^{ns}	-0.16^{ns}	-0.27^{ns}	-0.16^{ns}	-0.53**	0.03^{ns}	-0.20^{ns}	1			
درصد S.E.C استحصال	-0.09^{ns}	0.36**	-0.89**	-0.83**	-0.74**	0.80**	0.05^{ns}	0.23^{ns}	1		
عملکرد W.S.Yقند خالص	0.80**	0.10^{ns}	-0.32*	0.29*	-0.34**	0.27^{ns}	0.94**	-0.11^{ns}	0.36*	1	
MOقند ملاس	-0.03^{ns}	- 0.08^{ns}	0.91**	0.84**	0.82**	-0.60**	-0.6^{ns}	-0.30*	-0.95**	-0.35**	1

Ns, *, ** significant and insignificant at 1 and 5% levels respectively

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد آماری

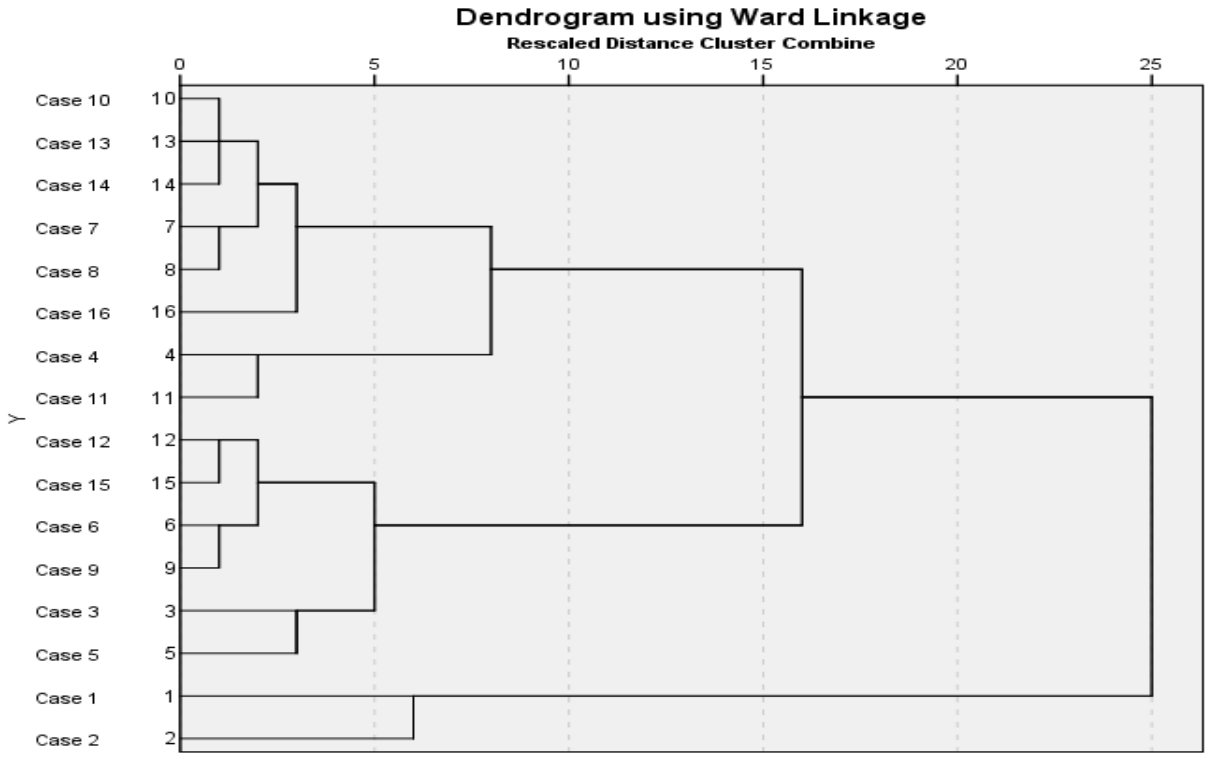
جدول ۳- همبستگی بین صفات در شرایط تنش خشکی

Table 3. The correlation between traits, in drought conditions

صفات	عملکرد ریشه R. Y	قند ناخالص S. content	سدیم ریشه Na	پتاسیم ریشه K	ازت مضره Namino	قند خالص W.S.P	عملکرد قند ناخالص S.Y	آلکالیته Alkaline	درصد استحصال S.E.C	عملکرد قند خالص W.S.Y	قند ملاس Molasses
R.Y عملکرد ریشه	1	0.08^{ns}	0.03^{ns}	0.04^{ns}	0.11^{ns}	0.11^{ns}	0.93^{**}	0.01^{ns}	0.08^{ns}	0.89^{**}	-0.06^{ns}
S.C درصد قند ناخالص		1	-0.59^{**}	0.06^{ns}	0.35^{*}	0.98^{**}	0.45^{**}	-0.62^{**}	0.78^{**}	0.53^{**}	-0.46^{**}
Na سدیم ریشه			1	0.07^{ns}	0.21^{ns}	-0.69^{**}	-0.28^{*}	0.59^{**}	-0.87^{**}	-0.38^{**}	0.87^{**}
K ریشه پتاسیم				1	0.22^{ns}	0.03^{ns}	0.02^{ns}	0.11^{ns}	0.25^{ns}	0.06^{ns}	0.45^{*}
ازت مضره N-amino					1	-0.30^{*}	0.07^{ns}	-0.76^{**}	0.16^{ns}	0.08^{ns}	0.03^{ns}
درصد S.C قند خالص						1	0.45^{**}	-0.66^{**}	0.88^{**}	0.54^{**}	-0.61^{**}
S.Y عملکرد قند ناخالص							1	0.23^{ns}	0.36^{**}	0.99^{**}	0.23^{ns}
Alkaline آلکالیته								1	-0.60^{**}	0.19^{ns}	0.39^{**}
درصد S.E.C استحصال									1	0.47^{**}	-0.90^{**}
عملکرد W.S.Yقند خالص										1	-0.34^{*}
MOقند ملاس											1

Ns, *, ** significant and insignificant at 1 and 5% levels respectively

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح سطح پنج و یک درصد آماری



شکل ۱- نمودار دندروگرام گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند در فاصله ۱۰ تحت شرایط معمول

Fig. 1. The dendrogram Cluster of sugar beets genotypes in distance of 10 at normal conditions

جدول ۴- کفایت گروه‌بندی کلاستر از فاصله ۱۰

Table 4. sufficiency grouped cluster of 10

اثر تیمار	مقدار	F	سطح معنی‌داری
Wilks' Lambda	0.009	4.45	0.01
Hotelling's Trace	35.48	7.32	0.01
Roy's Largest Root	252.75	84.25	0.01

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در محیط معمول

Table 5. Analysis of variance between and within clusters in distance of 10

			میانگین مربعات Mean square										
منابع تغییر		درجه آزادی	عملکرد ریشه	قند ناخالص	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	ازت مضره	قند خالص	عملکرد قند ناخالص	آلکالیته	درصد استحصال	عملکرد قند خالص	قند ملاس
(S.O.V)		(df)	R. Y	S.content	Na	K	Namino	W.S.P	S.Y	Alkaline	S.E.C	W.S.Y	Molasses
بین گروه‌ها	Between groups	2	291.38**	1.86^{ns}	2.51**	7.71**	9.12**	4.45**	4.29**	204.4^{ns}	113.69**	2.83**	3.16**
درون گروه‌ها	Within groups	12	25.36	0.67	0.41	0.37	0.27	0.81	0.69	59.46	5.93	0.56	0.14

ns, *, ** significant and insignificant at 1 and 5% levels respectively

ns، * و ** به‌ترتیب معنی‌داری و عدم معنی‌داری در سطح سطح پنج و یک درصد آماری

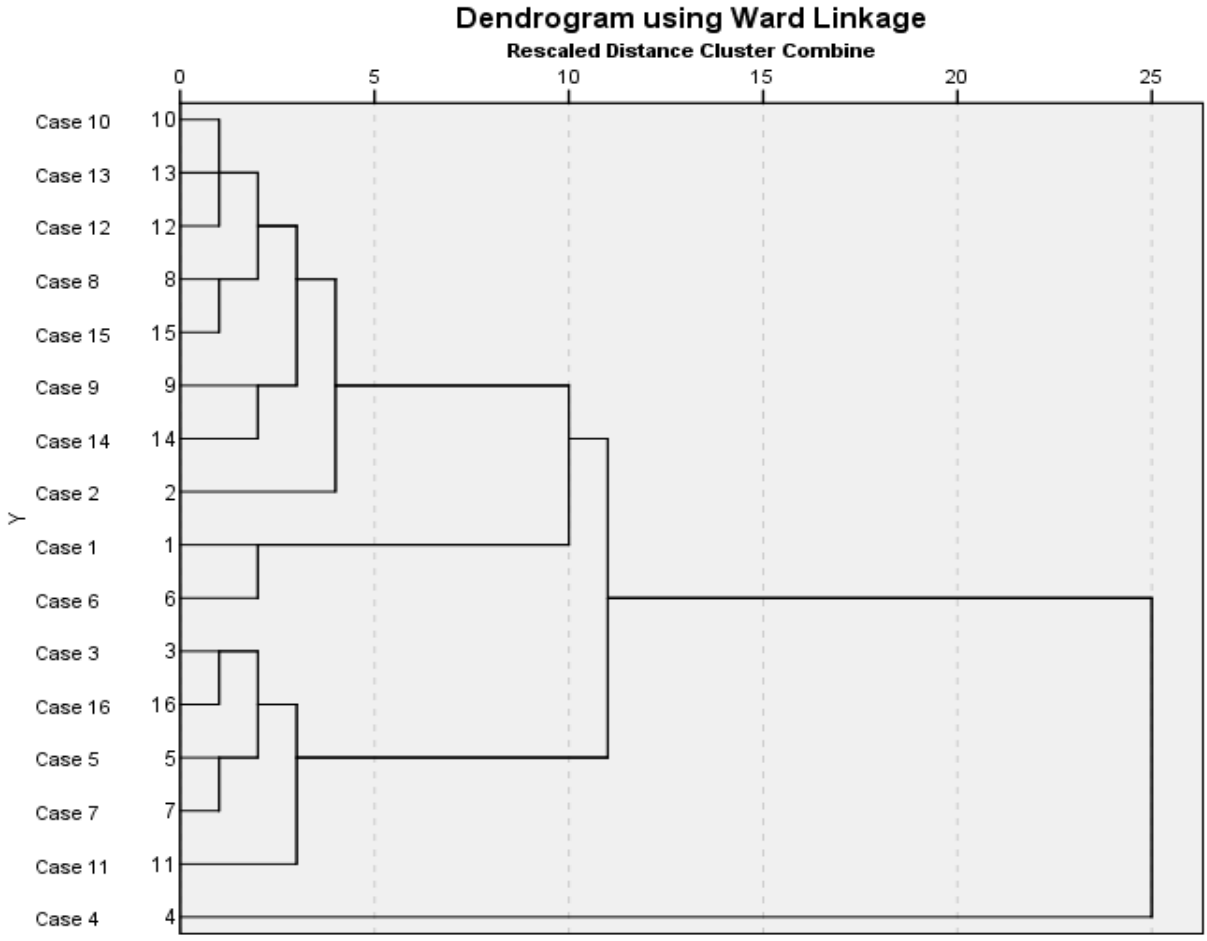
جدول ٦- مقایسه میانگین کلاسترها از لحاظ صفات مورد بررسی در محیط معمول

Table 6. Comparison of clusters mean in normal conditions

شماره کلاستر Cluster Number	عملکرد ریشه R. Y	قند ناخالص S.content	سدیم ریشه Na	پتاسیم ریشه K	ازت مضره Namino	قند خالص W.S.P	عملکرد قند ناخالص S.Y	آلکالیته Alkaline	درصد استحصال S.E.C	عملکرد قند خالص W.S.Y	قند ملاس Molasses
1	60.08^{a}	16.06^{a}	2.40^{b}	5.64^{b}	0.53^{b}	12.96^{b}	9.61^{a}	16.96^{a}	80.50^{a}	7.74^{a}	2.50^{b}
2	47.05^{b}	17.09^{a}	2.25^{b}	5.43^{b}	0.59^{b}	14.11^{a}	8.02^{a}	20.55^{a}	82.47^{a}	6.62^{a}	2.38^{b}
3	53.83^{ab}	16.72^{a}	5.31^{a}	7.22^{a}	3.78^{a}	11.77^{b}	8.97^{ab}	4.06^{a}	70.29^{b}	6.36^{b}	4.34^{a}
Mean میانگین	53.65	16.62	3.32	6.03	1.62	12.94	8.86	13.85	77.75	6.78	3.07

در هر ستون مقادیری که حروف مشترکی با هم ندارند بر اساس Lsd در سطح احتمال پنج با هم تفاوت معنی‌داری دارند.

in each column values that are not common letters are significantly different at P 0.05 on based Lsd tests



شکل ۲- نمودار دندروگرام گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند در فاصله ۱۰ تحت شرایط تنش خشکی

Fig. 2. The dendrogram Cluster of sugar beets genotypes in distance of 10 at drought stress

جدول ۷-کفایت گروه بندی کلاستر از فاصله ۱۰

Table 7. sufficiency grouped cluster of 10

اثر تیمار	مقدار	F	سطح معنی داری
Wilks' Lambda	0.007	4.45	0.01
Hotelling's Trace	38.25	6.52	0.01
Roy's Largest Root	232.51	80.35	0.01

جدول ۸- تجزیه واریانس بین و درون کلاسترهای مورد بررسی در فاصله در شرایط تنش خشکی

Table 8. Analysis of variance between and within clusters in distance of 10

منابع تغییر (S.O.V)		درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean square										
			عملکرد ریشه R. Y	قند ناخالص S.content	سدیم ریشه Na	پتاسیم ریشه K	ازت مضره Namino	قند خالص W.S.P	عملکرد قندناخالص S.Y	آلکالیته Alkaline	درصد استحصال S.E.C	عملکرد قند خالص W.S.Y	قند ملاس Molasses
بین گروه‌ها	Between groups	3	41.19**	4.45**	2.90**	0.15ns	0.30*	10.11**	2.6**	56.45**	26.97**	2.38**	0.22**
درون گروه‌ها	Within groups	12	3.98	0.81**	0.14	0.13	0.03	0.76	0.21	3.34	0.98	0.16	0.02

ns، * و ** به‌ترتیب معنی‌داری و عدم معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد آماری

ns, *, ** significant and insignificant at 1 and 5% levels respectively

جدول ۹- مقایسه میانگین کلاسترها از لحاظ صفات مورد بررسی

Table 9. Comparison of clusters mean in the two conditions

شماره کلاستر Cluster Number	عملکرد ریشه R. Y	قند ناخالص S.content	سدیم ریشه Na	پتاسیم ریشه K	ازت مضره Namino	قند خالص W.S.P	عملکرد قندناخالص S.Y	آلکالیته Alkaline	درصد استحصال S.E.C	عملکرد قند خالص W.S.Y	قند ملاس Molasses
1	27.91b	21.02a	1.78c	5.95a	1.06b	17.98a	5.88b	7.84b	85.53a	5.03b	2.43b
2	27.23b	19.31a	2.23b	5.69a	1.45a	15.83b	5.34bc	7.72b	81.57a	5.37bc	2.88a
3	34.20a	20.56ab	2.16c	5.66a	1.35a	17.64a	7.07a	7.02b	84.76a	5.97a	2.50b
4	28.66b	16.30c	4.44a	5.41a	0.47c	25.85c	4.66c	20.91a	77.03c	3.58c	3.11a
میانگین Mean	29.85	19.26	2.89	5.58	1.08	16	5.73	10.87	82.22	4.98	2.73

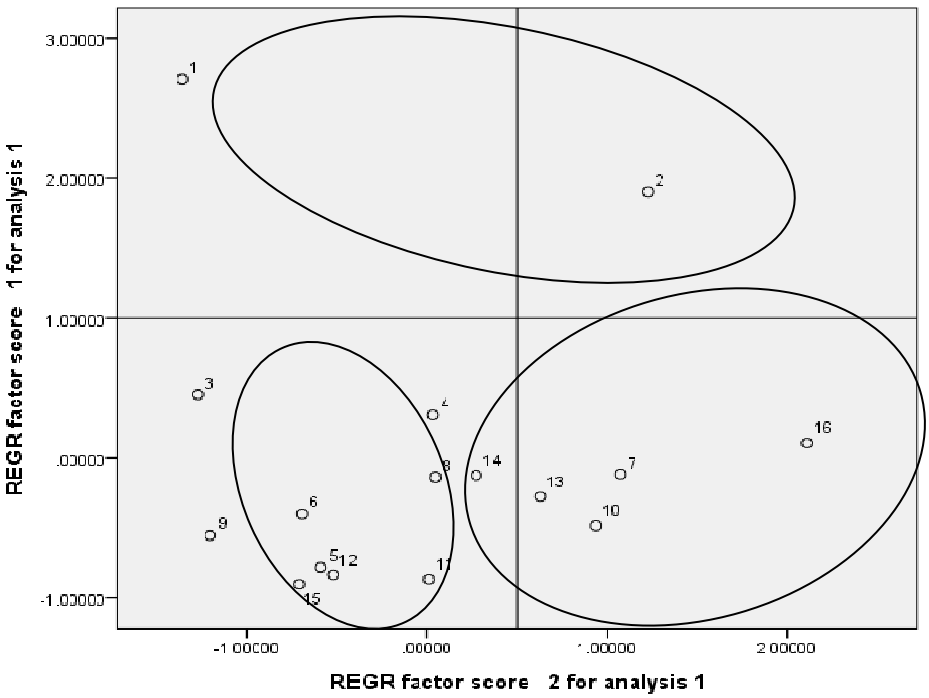
در هر ستون مقادیری که حروف مشترکی با هم ندارند بر اساس Lsd در سطح احتمال پنج درصد با هم تفاوت معنی‌داری دارند.

in each column values that are not common letters are significantly different at P 0.05 on based Lsd tests

جدول ۱۰- مقادیر ویژه، واریانس مقادیر ویژه و درصد تجمعی مقادیر ویژه در محیط معمول

Table 10. Eigen Value, Proportional Variance and Cumulative pro. Variance under normal conditions

صفات		Factors بار عامل‌ها		
		PC_3	PC_2	PC_1
Root yield	عملکرد ریشه	-0.35	0.93	0.01
Sugar content	درصد قند ناخالص	0.94	-0.10	-0.04
Sugar yield	عملکرد قند ناخالص	0.16	0.93	-0.28
White Sugar yield	عملکرد قند خالص	0.03	0.98	0.02
Na	سدیم ریشه	-0.06	-0.07	0.89
K	پتاسیم ریشه	0.23	-0.07	0.77
N-amino	ازت مضره	0.38	0.05	0.90
Alkaline	آلکالیته	-0.43	-0.29	-0.50
Sugar extraction coefficient	ضریب استحصال قند	0.38	0.05	-0.91
Molasses	قند ملاس	0.98	0.08	-0.11
Eigen Values	ریشه مشخصه	1.81	2.83	5.01
Proportional Variance	نسبت واریانس توجیه شده	19.53	25.86	42.33
Cumulative pro. Variance	جمع کل واریانس توجیه شده	87.77	68.24	42.38



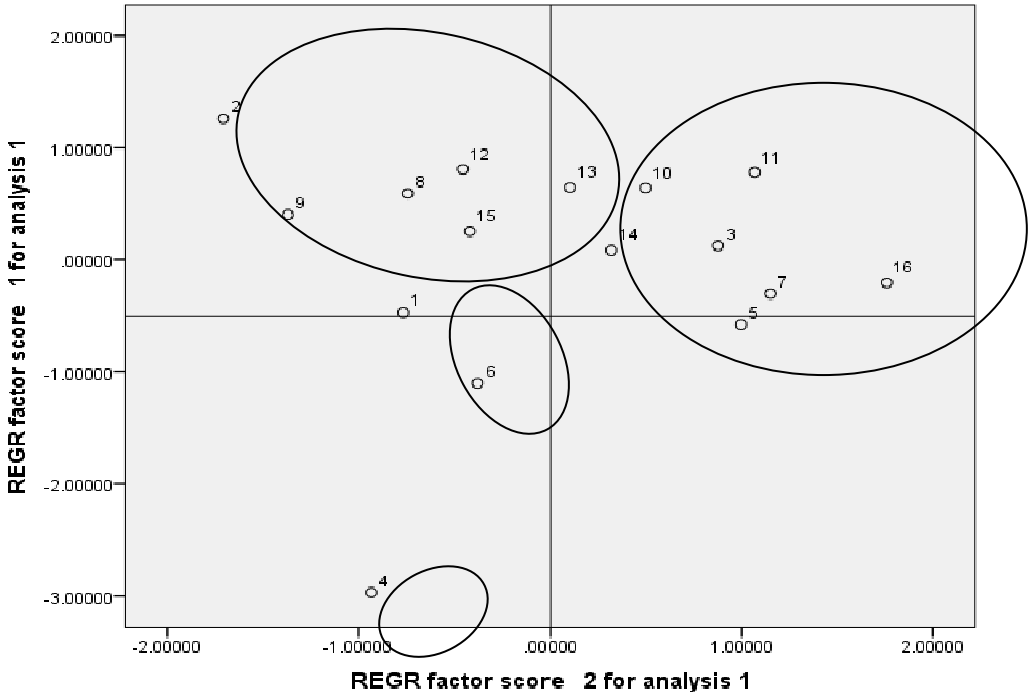
شکل ۳- نمودار بای پلات گروه بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط معمول رطوبتی

Fig. 3. Biplot of beet sugar in the normal conditions

جدول ۱۱- مقادیر ویژه، واریانس مقادیر ویژه و درصد تجمعی مقادیر ویژه در محیط تنش خشکی

Table 11. Eigen Value, Proportional Variance and Cumulative pro. Variance under drought conditions

صفات		بار عامل‌ها Factors		
		PC_3	PC_2	PC_1
Root yield	عملکرد ریشه	-0.04	0.97	-0.05
Sugar content	درصد قند ناخالص	0.32	0.25	0.78
Sugar yield	عملکرد قند ناخالص	0.03	0.93	0.32
White Sugar yield	عملکرد قند خالص	0.03	0.93	0.35
Na	سدیم ریشه	-0.05	-0.10	-0.87
K	پتاسیم ریشه	0.70	0.08	-0.24
N-amino	ازت مضره	0.80	-0.06	0.28
Alkaline	آلکالیته	-0.41	-0.02	-0.68
Sugar extraction coefficient	ضریب استحصال قند	-0.09	0.14	0.98
Molasses	قند ملاس	0.39	-0.05	-0.87
Eigen Values	ریشه مشخصه	1.84	2.93	4.67
Proportional Variance	نسبت واریانس توجیه شده	16.75	26.69	42.49
Cumulative pro. Variance	جمع کل واریانس توجیه شده	85.94	69.19	42.49



شکل ۴- نمودار بای پلات گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط تنش خشکی

Fig. 4. biplot of beet sugar in the drought conditions

منابع **References**

رجبی، الف.، غفاری، الف.، ایزدی دربندی، ع.، روزبه، ف.، و امیری، ر. ۱۳۹۳. تجزیه چندمتغیره برای صفات زراعی و کیفیت محصول چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی. سیزدهمین گنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات. ۶-۴ شهریور ماه ۱۳۹۳. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. کرج، ایران.

قاسمی، ح.، محمدیان، ر.، نوشاد، ح.، و دانائی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثرات برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بر عملکرد قند سفید شش رقم منوژرم چغندرقند. فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. صفحه:۸۰-۶۷.

منصورفر، ک.۱۳۸۷. روش‌های پیشرفته آماری، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷، تهران. ۴۸۰ صفحه.

واحدی، س.، مصباح، م.، امیری، ر.، بی‌همتا، م.ر.، یوسف‌آبادی، و. و دهقان‌شعار، م. ۱۳۸۵. مطالعه ارتباط صفات زراعی با ویژگی‌های مرفولوژیک ریشه و تعیین صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیار قند در ژرم‌پلاسم منوژرم چغندرقند. مجله چغندرقند. جلد ۲۲، شماره ۲، صفحه: ۳۴-۱۹.

Abdollahian-Noghabi, M., Radaei-al-amoli, Z., Akbari, GH.A., and Sadat-Nuri, S.A. 2011. Effect of severe water stress on morphological, quantitative and qualitative characteristics of 20 sugar beet genotypes. Iranian Journal of Field Crops Science, 42(3): 453-464.

Biancardi, E.L., Campbell, G., and Biaggi, M.D. 2005. Genetics and Breeding of Sugar Beet. Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA.

Khan, M.F., Nelson, R., and Campbell, L. 2005. Comparing yield and quality of sugarbeet planted in 22 and 11 inch rows. Sugar-beet Res. Ext. Rep. 35: 121-124.

Monti, A., Amaducci, M. T., Pritoni, G., and Venturi, G. 2006. Variation in carbon isotope discrimination during growth and at different organs in sugar beet (*Beta vulgaris* L). Field Crops Research, 98(2–3): 157–163.

Ober, E.S., Clark, C.J.A., Bloa, M.L., Royal, A., Jaggard, K.W., and Pidgeon, J.D. 2004. Assessing the genetic resource to improve drought tolerance in sugar beet: Agronomic traits of diverse genotypes under drought and irrigated conditions. Field Crops Res, 90: 213-234.

Pidgeon, J.D., Ober, E., Qi, A., Clark, C.J.A., Royal, A., and Jaggard, K.W. 2006. Using multi-environment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. Field Crops Research, 95(2–3): 268–279.

Rajabi, A., Vahidi, H., Haj Seyed Hadi, M.R., and Fathollah Taleghani, D. 2013. Study on drought tolerance and interrelationships among some agronomic and morph physiological traits in sugar beet lines. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(7): 761-768.