گروه‌بندی ژنوتیپ‌های اصلاحی چغندرقند در شرایط نرمال و تنش شوری

عبدالمجید خورشید[۱*] و علی‌اکبر اسدی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۸)

چکیده

برای رتبه‌بندی و گروه‌بندی فول‌سیب‌ها و هیبریدهای مختلف چغندرقند حاصل از برنامه‌های اصلاحی در دو شرایط شوری و نرمال، دو آزمایش مستقل در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب انجام شد. هفده فول‌سیب و ۲۸ هیبرید مختلف به‌همراه شاهدهای مقاوم و حساس به تنش‌های شوری و خشکی از نظر صفات مختلف در دو شرایط شور و نرمال مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج رتبه‌بندی در هر دو شرایط نشان داد که در آزمایش فول‌سیب‌ها، ژنوتیپ‌های ۱۸ و ۲۲ و در هیبریدها، ژنوتیپ‌های ۶، ۲۳، ۲۵، ۲۷ و شاهد ۲۹ نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برتر هستند. تجزیه کلاستر نشان داد که در هر دو آزمایش تطابق اندکی بین دو محیط وجود دارد و محیط روی گروه‌بندی‌ها تأثیر دارد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در آزمایش فول‌سیب‌ها نشان داد که در شرایط نرمال و تنش شوری صفات سطح برگ، عملکرد ریشه، عملکرد قند، وزن خشک ریشه، میزان نسبی آب از دست‌رفته برگ، عیار قند، خلوص شربت و درصد قند قابل استحصال بیشترین تأثیر را در توجیه مؤلفه‌های اول و دوم داشتند، در مقابل در آزمایش هیبریدها، صفات سطح برگ، عملکرد ریشه و محتوای نسبی آب برگ در توجیه مؤلفه‌های اول و دوم بیشترین نقش را داشتند. اکثر صفات مطالعه شده در آزمایش‌های صورت گرفته دارای تنوع بوده و می‌توانند در گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد استفاده قرار گیرند. همچنین گروه‌بندی‌ها بسته به شرایط محیطی متفاوت خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر، رتبه‌بندی، فول‌سیب، هیبرید

۱. استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۲. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Majidkhor1347@gmail.com

مقدمه

چغندرقند از مهم‌ترین گیاهان صنعتی و از جمله گیاهان متحمل به شوری (حساس در مراحل جوانه‌زنی و سبز شدن) است به‌طوری که آستانه هدایت الکتریکی قابل تحمل آن بدون کاهش عملکرد حدود هفت دسی زیمنس بر متر است (۱۲). با توجه به حساسیت به شوری در مرحله جوانه زدن به شوری، اصلاح و معرفی ارقام متحمل به شوری و تهیه بذر مناسب برای اراضی شور، مورد توجه است. یکی از اهداف مهم بخش بررسی‌های به‌نژادی، ایجاد ارقام متحمل به شوری است. چون پدیدهٔ شوری در کشور ایران سابقه زیادی دارد و مشکلات آن نیز رو به فزون است؛ بنابراین یکی از راهکارهای اصلی در به‌نژادی چغندرقند، می‌تواند اصلاح و توصیه ارقام متحمل به شوری باشد. از سوی دیگر، به‌کارگیری روش‌های مناسب کشت، آبیاری، تغذیه و ترویج ارقام متحمل برای تولید محصول قابل قبول در زمین‌های شور کمک خواهد کرد (۲۵).

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تولید محصولات کشاورزی است (۸). علت اصلی شوری در ایران، اقلیم خشک (بارندگی اندک و تعرق زیاد)، سنگ‌های مادری بسیار شور، زهکشی ناکافی و دسترسی به آب و کیفیت آن است (۱۱). سطوح شور در ایران در حال افزایش است به‌طوری که مناطق شور ایران اعم از شور، قلیا و مناطق غرقابی به بیش از ۲۷ میلیون هکتار تخمین زده شده است (۱۳)؛ اما مطالعات جدید میزان سطوح شور را بیشتر از این مقدار برآورد کرده‌اند به‌طوری که سطح زمین‌های به‌نسبت شور حدود ۲۵ میلیون هکتار و کاملاً شور حدود نه میلیون هکتار برآورد شده است (درمجموع ۳۴ میلیون هکتار) (۸)؛ بنابراین با توجه به افزایش اراضی شور و محدود بودن ظرفیت افزایش عملکرد محصولات زراعی در شرایط فعلی می‌توان در مناطق شور برای افزایش تولید نسبت به توسعه کشت گیاهان متحمل به شوری اقدام کرد.

در برنامه‌های به‌نژادی و به‌زراعی چغندرقند هدف مهم دستیابی به ارقام پایدار و سازگاری است که با حداقل هزینه‌های تولید حداکثر عملکرد قند قابل استحصال در واحد سطح را داشته باشد. این اهداف فقط از طریق گزینش خصوصیات زراعی و تکنولوژیکی و ارزیابی ارقام مختلف تحقق می‌یابد. از این‌رو گزینش ارقام با عملکرد قند، تولید ریشه و عیار قند بالا در حقیقت گزینش برای کارایی فیزیولوژیکی بیشتر است. همان‌طور که گفته شد هدف نهایی به‌نژادگران چغندرقند ایجاد هیبریدهای اصلاح شده با افزایش پایدار عملکرد قند است. برای رسیدن به این هدف کلی، اهداف فرعی متعددی برحسب شرایط محیطی مختلف نیز وجود دارد. برای مثال بیماری‌های مهم و یا تنش‌های محیطی در مناطق مختلف باهم فرق دارند (۴). نتایج تحقیقات ابراهیمیان و همکاران (۷) نشان داد که ارقام چغندرقند ازنظر صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص در هکتار نسبت به شوری‌های مختلف واکنش نشان داده و دارای تفاوت معنی‌دار هستند که حاکی از متفاوت بودن تحمل ژنوتیپ‌ها به شوری است و از میان کلیه صفات کمّی و کیفی چغندرقند عملکرد ریشه بیشتر از سایر صفات تحت تأثیر شوری قرار گرفت و صفات کیفی ارقام تفاوت معنی‌دار نشان ندادند.

متخصصین اصلاح نباتات ارقام و واریته‌های مختلف را به‌منظور پی بردن به فاصله ژنتیکی بین آنها و استفاده از تنوع موجود در آنها در برنامه‌های تلاقی، دسته‌بندی می‌کنند، استفاده از روش‌های تجزیه‌وتحلیل روابط ژنتیکی موجود بین مواد اصلاحی امری الزامی است، در بین روش‌های مختلف آنالیز چندمتغیره، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مهم‌ترین روش‌ها هستند (۱۵). از اهداف تجزیه به مؤلفه‌های اصلی این است که صفات کمّی مورد بررسی را در قالب چند مؤلفه اصلی خلاصه کرده و نقش این صفات را در تبیین تنوع کل بیان می‌کند (۱۴).

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی و رتبه‌بندی فول‌سیب‌ها و هیبریدهای چغندرقند ازنظر تحمل به شوری بر اساس خصوصیات کمّی و کیفی چغندرقند تحت شرایط شور و نرمال صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه در دو شرایط شور و نرمال، دو سری خانواده‌های فول‌سیب و هیبرید در آزمایش‌های جداگانه در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب مورد بررسی قرار گرفتند. این مرکز در ۵ کیلومتری شمال غربی میاندوآب 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 قرار دارد. از نظر تقسیم آب و هوایی کشور دارای رژیم دمایی فریک (متوسط دمای سالیانه خاک بین ۸ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رژیم رطوبتی زریک (نیمه‌خشک) هست. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لومی و pH آن حدود ۷/۳ هست. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کیفیت آب اندازه‌گیری شد (جدول ۱ و ۲). آزمایش‌ها در دو شرایط تنش شوری و نرمال به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. هر کرت آزمایشی شامل یک ردیف به‌طول ۸ متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. در آزمایش خانواده‌های فول‌سیب تعداد ۲۵ ژنوتیپ مختلف (۱۷ فول‌سیب ۸۰۰۱ با زمینه تحمل به تنش شوری، ۴ ژنوتیپ S_1 با زمینه تحمل به تنش خشکی و همچنین ارقام شاهد مقاوم و حساس به تنش‌های مختلف) در هر دو آزمایش شوری و نرمال و در آزمایش هیبریدها تعداد ۳۰ ژنوتیپ مختلف (۲۰ هیبرید حاصل از تلاقی S_1 تا با سینگل‌کراس نرعقیم مولتی‌ژرم C_2 و نرعقیم منوژرم ۲۳۱×۲۶۱، ۸ هیبرید تری وی کراس، به‌همراه شاهدهای متحمل و حساس به شوری) در هردو آزمایش شوری و نرمال در آزمایش‌های مزرعه‌ای وارد شدند (جدول ۳).

صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل صفات فیزیولوژیکی از قبیل محتوای نسبی آب برگ (۱۶)، میزان نسبی آب از دست رفته برگ (۲۹)، وزن ویژه برگ (۲۱)، میزان پرولین برگ (۳)، محتوای یونی (غلظت یون‌های Na^+ و K^+) (۶)، نشت الکترولیتی (۱۷)، میزان قند ملاس (۲۳)، عملکرد قند ناخالص، ضریب استحصال قند و عملکرد قند خالص، میزان نیتروژن مضره، ضریب قلیائیت بر مبنای رابطه پولاخ (۱) و خلوص شربت (۲۶) و صفات مورفولوژیک، شامل صفات سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت وزن به حجم ریشه، نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه، نسبت جرمی ریشه (۲۴) و شاخص شادابی برگ (۱۹) بود. لازم به ذکر است که صفات نسبت وزن به حجم ریشه، نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت جرمی ریشه و نسبت ریشه به ساقه تنها در آزمایش مربوط به فول‌سیب‌ها اندازه‌گیری شد و در آزمایش هیبریدها اندازه‌گیری نشد.

قبل از تجزیه واریانس داده‌ها نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و به‌صورت مرکب انجام شد. رتبه‌بندی داده‌ها با استفاده از روش آروناچالام و باندیوپادیا (۲) صورت گرفت. در صفاتی که تجزیه واریانس در آنها معنی‌دار شد مقایسه میانگین صورت گرفت و رتبه هر ژنوتیپ بر اساس نتایج مقایسه میانگین هر صفت و تعداد حروف آن تعیین شد. به‌عنوان مثال در صفتی که دارای حروف a تا c باشد، ژنوتیپ‌هایی که دارای حرف a باشند رتبه سه، دارای حرف b باشند رتبه دو و دارای حرف c باشند رتبه یک را می‌گیرند و ژنوتیپ‌های چندحرفی میانگین حروف را خواهند داشت. لازم به ذکر است که صفات به دو دسته تقسیم شدند. صفات مثبت صفاتی هستند که در آن ژنوتیپ‌های با ارزش بالا رتبه‌های پایین‌تری را کسب می‌کنند مثل عملکرد قند و صفات منفی صفاتی هستند که در آنها ژنوتیپ‌های با ارزش بالا رتبه‌های بیشتری را کسب می‌کنند. از بین صفات مورد بررسی میزان سدیم، نیتروژن مضره، ضریب قلیائیت، میزان نسبی آب از دست رفته برگ و شاخص شادابی برگ صفات منفی درنظر گرفته شدند. در صفاتی که در آنها کمتر بودن مطلوب است مانند میزان سدیم به کمترین عدد حرف a داده شد و بیشترین

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (شرایط نرمال و تنش شوری)

	EC	مواد خنثی‌شونده	کربن آلی	نیترات کل	منیزیم	نیترات	آمونیوم	کلسیم	فسفر	پتاسیم	بافت خاک
	dS/m		(%)		(ppm)						
نرمال	۱/۲	۷/۹	۰/۱۸	۱/۴۱	۳/۶	۲۰/۶۷	۱۳/۴۲	۵/۳۳	۱۳/۱۶	۴۱۷	سیلت لوم
شوری	۱۸/۸۴	۸/۵	۰/۲۱	۰/۷۲	۱۶	۱۲/۵۱	۷/۴۲	۱۴	۸/۳	۲۵۰	سیلت لوم

جدول ۲. مشخصات کیفی آب آبیاری

pH	Ec (mmhos/cm)	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	Na^+
۸/۵	۵۴۸	–	۴/۴	۱/۲	۱/۲	۳/۲	۱۵/۰	–	۳/۷

(واحد آنیون‌ها و کاتیون‌ها برحسب میلی اکی‌والان بر لیتر هست).

جدول ۳. هیبریدها و فول‌سیب‌های مورد بررسی در آزمایش‌های شوری و نرمال

فول‌سیب‌ها				هیبریدها			
نام فول‌سیب	کد	نام فول‌سیب	کد	نام / شجره هیبرید	کد	نام/شجره‌هیبرید	کد
SD.21 خشکی	۱۶	S-P.1	۱	SC 261×S6	۱۶	SC C2×S1	۱
SD.10 خشکی	۱۷	S-P.2	۲	SC 261×S7	۱۷	SC C2×S2	۲
شاهد حساس ۱۹۱	۱۸	S-P.3	۳	SC 261×S9	۱۸	SC C2×S3	۳
هیبرید متحمل به شوری p.29×msct–۷۲۳۳	۱۹	S-P.5	۴	SC 261×S10	۱۹	SC C2×S5	۴
شاهد متحمل به شوری GAZALE	۲۰	S-P.6	۵	SC 261×S11	۲۰	SC C2×S6	۵
شاهد متحمل به خشکی IR7	۲۱	S-P.7	۶	32994	۲۱	SC C2×S7	۶
پایه مادری مولتی‌ژرم سینگل‌کراس MSC2	۲۲	S-P.8	۷	32950	۲۲	SC C2×S8	۷
پایه مادری منوژرم سینگل‌کراس MS261	۲۳	S-P.9	۸	32970	۲۳	SC C2×S9	۸
پایه اولیه ۸۰۰۱	۲۴	S-P.10	۹	32975	۲۴	SC C2×S10	۹
رقم پر محصول داخلی JOLGEH	۲۵	S-P.11	۱۰	32952	۲۵	SC C2×S11	۱۰
	۲۶	S-P.14	۱۱	32994	۲۶	SC 261×S8	۱۱
	۲۷	S-P.15	۱۲	32976	۲۷	SC C2×S15	۱۲
	۲۸	S-P.17	۱۳	32991	۲۸	SC C2×S17	۱۳
	۲۹	SD.44 خشکی	۱۴	شاهد حساس ۱۹۱	۲۹	SC 261×S2	۱۴
	۳۰	SD.7 خشکی	۱۵	شاهد متحمل به شوریGHAZALE	۳۰	SC 261×S5	۱۵

ارزش را به‌خود اختصاص می‌داد. در انتها با جمع‌آوری رتبه‌های هر ژنوتیپ برای تمامی صفات معنی‌دار شده رتبه کلی تعیین شد.

برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و همچنین تجزیه خوشه‌ای به‌طور جداگانه برای هر شرایط محیطی و هر آزمایش انجام گرفت. برای انتخاب بهترین گروه‌بندی در تجزیه کلاستر از تجزیه واریانس چندمتغیره بر مبنای طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. در این تجزیه گروه‌ها به‌عنوان تیمار و ژنوتیپ‌های داخل گروه‌ها به‌عنوان تکرار درنظر گرفته شدند. در حالت‌های مختلف برش دندروگرام،

گروه‌بندی‌ها انجام شد که مقادیر آماره ویلکس لامبدا و F حالت‌های مختلف برش در جدول ۷ و ۸ برای هر دو سری ژنوتیپ‌ها نشان داده شده است. در هر حالت برشی که در آن بیشترین مقدار F به‌دست آمد، بهترین نوع گروه‌بندی بود. در این حالت اختلافات بین گروه‌ها خیلی بیشتر از اختلاف درون گروه‌ها بوده و گروه‌بندی صحیح‌تری انجام شد. برای انجام رتبه‌بندی و تجزیه‌های چند متغیره از نرم‌افزارهای آماری SPSS، SAS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و رتبه‌بندی

فول‌سیب‌ها

اثر محیط برای تمامی صفات به‌جز محتوای آب نسبی برگ، وزن ویژه برگ، نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه و نسبت جرمی ریشه در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در آزمایش فول‌سیب‌ها و هیبریدها برای صفات عملکرد ریشه و قند، مقایسه میانگین مربوط به محیط‌ها نشان داد که تنش شوری باعث کاهش شدیدی در عملکرد شده است و تمامی فول‌سیب‌ها و هیبریدها در شرایط نرمال میانگین عملکرد ریشه و قند بالاتری نسبت به شرایط شوری داشتند (اعداد نشان داده نشده‌اند). بین فول‌سیب‌ها از نظر صفات عملکرد ریشه، عملکرد ناخالص قند، محتوای آب نسبی برگ، ضریب شادمانی برگ، سطح برگ، وزن خشک ریشه و نسبت جرمی ریشه اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود. همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد قند خالص، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و نسبت جرمی ریشه معنی‌دار شد. پس از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مختلف در محیط‌های جداگانه (در هر دو حالت معنی‌داری و غیرمعنی‌داری اثر متقابل)، در صفاتی که اختلاف معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌های آنها وجود داشت گروه‌بندی انجام شد. لازم به ذکر است که به‌دلیل حجم بالای اطلاعات از نشان دادن مقایسات میانگین این صفات خودداری شده است؛ بنابراین بر اساس مقایسه میانگین این صفات، رتبه‌بندی‌ها انجام گرفت. در شرایط شوری درمجموع صفات مثبت فول‌سیب‌های ۱، ۲، ۴، ۵، ۶ و ۱۸ و شاهد ۲۵ رتبه‌های بهتری را داشتند ولی از نظر مجموع صفات منفی فول‌سیب‌های ۱، ۲، ۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و شاهدهای ۱۹، ۲۲ و ۲۵ رتبه‌های بهتری را داشتند؛ بنابراین درمجموع صفات مثبت و منفی می‌توان فول‌سیب‌های ۱، ۲ و ۴ و شاهدهای ۱۸، ۲۲ و ۲۵ را به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی کرد. در مقابل در شرایط نرمال درمجموع صفات مثبت فول‌سیب‌های ۱، ۲، ۳، ۵، ۶، ۱۳ و ۱۶ و شاهدهای ۱۸ و ۲۲ رتبه بهتری را نشان دادند ولی از نظر مجموع صفات منفی فول‌سیب‌های ۸، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ و شاهدهای ۱۸، ۲۱، ۲۲ و ۲۵ رتبه‌های بهتری را داشتند؛ بنابراین درمجموع صفات مثبت و منفی فول‌سیب‌های ۱۶ و ۱۸ و شاهد ۲۲ را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی کرد. با توجه به نتایج دو شرایط، فول‌سیب ۱۸ و شاهد ۲۲ نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط نرمال و تنش شرایط بهتری را داشتند (جدول ۶).

هیبریدها

اثر محیط برای تمامی صفات به‌جز نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال، محتوای نسبی آب برگ، شاخص شادمانی برگ و وزن ویژه برگ در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). بین هیبریدهای انتخابی از نظر تمامی صفات به‌جز محتوای نسبی آب برگ، میزان نسبی آب از دست رفته برگ و سطح برگ اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد وجود داشت. همچنین اثر متقابل در صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، نیتروژن مضره، ضریب قلیائیت و شاخص شادابی برگ معنی‌دار بود. پس از رتبه‌بندی مشاهده شد که در شرایط شوری درمجموع صفات مثبت هیبریدهای ۶، ۷، ۱۳، ۱۹، ۲۳، ۲۵ و ۲۷ و شاهد ۲۹ رتبه بهتری داشتند ولی از نظر مجموع صفات منفی هیبریدهای ۳، ۶، ۸، ۲۳، ۲۵، ۲۷ و شاهد ۲۹ رتبه‌های بهتری را به‌خود اختصاص دادند؛

جدول ۴. تجزیه واریانس خانواده‌های تنی در دو شرایط تنش و بدون تنش شوری در مزرعه

منابع تغییرات	df	عملکرد ریشه	عیار قند	عملکرد قند خالص	عملکرد قند	میزان سدیم	میزان پتاسیم	نسبت پتاسیم به سدیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیائیت	درصد قند قابل استحصال	خلوص شربت	درصد قند ملاس
محیط	۱	۷۳۵**	۵۱۲/۱*	۶۶۶۳/۳**	۸۹/۱**	۳۱۹/۹**	۱۲۸/۹**	۸/۹**	۲۴/۱۵*	۱۲/۴**	۸۳۳/۴*	۱۳۲۲۴/۸**	۳۴۷/۲**
Ea	۴	۱/۵۴	۱۳/۳۵	۱۲/۸۶	۰/۱۹۵	۰/۴۷	۰/۷۳	۰/۱۹۴	۳/۲	۰/۴۸۹	۳۰/۴۴	۵۸۴/۶	۴/۴
ژنوتیپ	۲۴	۳/۸۳**	۵/۰۴	۸/۹	۰/۶۷**	۱/۳۰۶	۰/۸۵	۰/۱۵۲	۰/۶۲۲	۰/۰۸۲	۶/۶۴	۱۰۴/۱	۰/۴۳۶
ژنوتیپ در محیط	۲۴	۴/۲۷**	۵/۸۸	۱۳/۶*	۰/۷۲**	۱/۵	۱/۰۳۵	۰/۱۹۵	۰/۵۹	۰/۰۶۹	۸/۳۲	۹۵/۵	۰/۵۱۷
Eb	۹۶	۱/۱۸	۵/۸۷	۶/۹۹	۰/۲۱۵	۱/۶۴	۱/۵۲	۰/۱۵۹	۱/۰۴	۰/۰۶۹	۱۲/۸۵	۲۶۶/۸	۱/۰۷
CV (%)		۱۷/۴	۱۴/۲	۲۵/۸	۱۸/۴	۲۳/۷	۱۸/۲	۲۹	۲۳/۸	۱۵/۰۷	۲۶/۷۲	۲۵/۸۱	۲۰/۶

منابع تغییرات	df	محتوای آب نسبی	میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ	شاخص شادابی برگ	سطح برگ	وزن ویژه برگ	نسبت وزن به حجم ریشه	نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	نسبت جرمی ریشه
محیط	۱	۱۱۶۴/۳	۰/۵۶**	۰/۰۸۴*	۳۱۸۶۴۴۹**	۰/۰۰۴۳	۰/۰۱۹*	۰/۰۹۹	۶۴/۵**	۱۵/۱۱**	۱۶۹/۳**	۰/۰۰۳۳
Ea	۴	۹۵/۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴۸	۶۸۸۲/۲	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۹	۰/۰۹۵	۰/۰۹۴	۰/۰۴۵	۰/۲۲۹	۰/۰۰۲۲
ژنوتیپ	۲۴	۱۶۸/۷**	۰/۰۱۴	۰/۰۰۵۷*	۳۸۴۵/۱*	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۶۶	۰/۰۰۹	۰/۲۵	۰/۰۶۶	۰/۹۷۴**	۰/۰۰۶**
ژنوتیپ در محیط	۲۴	۷۰/۴۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶۵	۳۳۵۱/۷	۰/۰۰۰۸۵	۰/۰۱۰۶	۰/۰۰۸	۰/۳	۰/۱۳**	۰/۸۱۵**	۰/۰۰۶**
Eb	۹۶	۶۶/۵۷	۰/۰۱	۰/۰۰۳۶	۲۱۸۲/۸	۰/۰۰۰۷۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	۰/۲۰۸	۰/۰۴۹	۰/۳۸	۰/۰۰۱۹
CV (%)		۱۰/۶	۱۶/۰۶	۱۸/۳	۱۸/۸	۱۹/۴	۱۰/۳	۱۳/۵	۲۰/۷	۲۴/۱۱	۱۸/۵۶	۴/۷۵

**، *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۵. تجزیه واریانس هیبریدها در دو شرایط تنش و بدون تنش شوری در مزرعه

منابع تغییرات	df	عملکرد ریشه	عیار قند	عملکرد قند خالص	عملکرد قند	میزان سدیم	میزان پتاسیم	نسبت پتاسیم به سدیم	نیتروژن مضره
محیط	۱	۱۱۹۴۷۵/۲**	۱۵۱۲/۴**	۱۰۳۴/۹**	۱۴۹۷/۴**	۱۸۸۷/۵**	۱۱۹۰/۲**	۰/۰۰۰۰۷	۴۲۶/۳۶**
Ea	۴	۴۵۸/۶	۱/۳۴	۳/۶۵	۱۲/۱۶	۸/۳۳	۵	۰/۱۷۸	۲/۴۶
ژنوتیپ	۲۹	۱۴۰/۹۵**	۵/۰۳*	۲/۹۸**	۴/۶۸**	۸/۳۷**	۳/۱۰۶**	۰/۱۱۶**	۳/۹۵**
ژنوتیپ در محیط	۲۹	۱۶۵/۱۱**	۴/۸۶	۲/۰۶	۴/۸۹**	۴/۵۹	۱/۸۳*	۰/۰۵۳	۴/۰۳**
Eb	۱۱۶	۶۲/۳۱	۳/۲۴	۱/۶	۲/۲۳	۴/۱۲	۱/۰۷	۰/۰۳۶	۱/۳۴
CV (%)		۱۷/۴۵	۱۱/۱	۲۸/۶	۲۳/۲	۲۴/۱	۱۵/۵	۲۲/۷	۲۷/۶

منابع تغییرات	df	ضریب قلیائیت	درصد قند قابل استحصال	خلوص شربت	درصد قند ملاس	محتوای آب نسبی	میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ	شاخص شادابی برگ	سطح برگ	وزن ویژه برگ
محیط	۱	۰/۷۲۱*	۲۱/۷*	۱۵۹۳۲/۸**	۱۱۷۱/۶**	۳۰۲/۴۵	۰/۲۲**	۰/۰۶۳	۴۶۰۶۳۸۱/۱**	۰/۰۳۳*
Ea	۴	۰/۱۴۳	۲/۶۶	۱۰۶/۷	۲/۸۹	۳۷۰/۲	۰/۰۱۹	۰/۰۲۹	۷۸۷۴/۶	۰/۰۰۳۳
ژنوتیپ	۲۹	۰/۳۶۳**	۹/۰۴*	۱۳۲/۴**	۲/۴۱**	۱۷۵/۵	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳**	۸۶۲۱/۵	۰/۰۰۵۳*
ژنوتیپ در محیط	۲۹	۰/۳۶۳**	۶/۶۲	۸۸/۰۱	۱/۵۸۸	۱۴۳/۷۸	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳۴*	۸۵۶۷/۳	۰/۰۰۰۵
Eb	۱۱۶	۰/۱۲۹	۵/۴۲	۷۱/۹	۱/۲۰۷	۱۷۹/۸۵	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱۸	۵۹۱۸/۱	۰/۰۰۰۳
CV (%)		۱۷/۷۶	۲۳/۴	۱۳/۶	۱۹/۴	۱۷/۲	۱۷/۸	۱۶/۸	۲۹/۶	۱۶/۳

**، *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۶. رتبه‌بندی فول‌سیب‌ها و هیبریدها در آزمایش شوری به‌روش آروناچالام و باندیوپادیا

شماره ژنوتیپ	فول‌سیب‌ها				هیبریدها			
	شرایط شوری		شرایط نرمال		شرایط شوری		شرایط نرمال	
	رتبه در صفات مثبت	رتبه در صفات منفی	رتبه در صفات مثبت	رتبه در صفات منفی	رتبه در صفات مثبت	رتبه در صفات منفی	رتبه در صفات مثبت	رتبه در صفات منفی
۱	۹/۹۴	۲/۹۴	۱۳/۲۶	۳/۵۸	۹/۴۴	۳/۰۶	۷/۷	۱/۸۱
۲	۸/۸۶	۳/۱۴	۱۲/۵۹	۳/۶۴	۹/۲۵	۳/۴۲	۷/۴۳	۱/۸۳
۳	۱۰/۳۹	۲/۷۷	۱۳	۳/۴۷	۹/۲۳	۳/۶۸	۷/۳۶	۲/۰۲
۴	۹/۹۳	۲/۸۸	۱۳/۶۴	۳/۳۷	۹/۴۴	۲/۹۸	۷/۵۵	۱/۴۷
۵	۹/۵۷	۲/۲۳	۱۲/۴۱	۳/۳۷	۹/۶۹	۲/۸۳	۸/۴۹	۱/۶۱
۶	۹/۶۳	۲/۵۱	۱۳/۱۵	۳/۵۸	۷/۴۴	۳/۷۴	۶/۹۳	۲/۲۱
۷	۱۰/۳۹	۲/۷۸	۱۴/۰۷	۳/۶۵	۷/۸۲	۳/۱۱	۶/۳۷	۱/۵۲
۸	۱۰/۴۵	۲/۷۳	۱۳/۹۹	۴/۰۱	۸/۶	۳/۸۲	۷/۰۵	۲/۰۲
۹	۱۰/۵۴	۲/۶۷	۱۴/۵۱	۳/۵۹	۹/۳۹	۳/۳۷	۸/۲۳	۱/۸۷
۱۰	۱۰/۱۴	۲/۷۷	۱۳/۴۷	۳/۷۷	۹/۶۲	۳/۵۸	۷/۳۸	۲/۵۸
۱۱	۱۰/۱۸	۲/۸۴	۱۳/۶۵	۳/۵۴	۱۰/۴۷	۳	۷/۲۵	۱/۸۸
۱۲	۱۰/۱۹	۲/۵۴	۱۳/۶۸	۳/۵۹	۱۰/۸۳	۲/۷۳	۹/۴۶	۱/۹۴
۱۳	۱۰/۱۸	۲/۸۵	۱۳/۱۱	۳/۵۸	۶/۷۱	۳/۳۵	۶/۸۵	۱/۹۱
۱۴	۱۰/۸۲	۲/۷	۱۳/۳۹	۳/۴۴	۸/۵۸	۳/۳۳	۷/۱۷	۱/۸۳
۱۵	۱۱/۳۷	۳/۱۷	۱۵/۰۱	۳/۷۶	۹/۴۹	۳/۱۶	۷/۹	۱/۸۶
۱۶	۱۰/۶۶	۳/۲۶	۱۳/۲	۳/۷۵	۱۰/۰۱	۳/۱۱	۷/۹۵	۱/۶۱
۱۷	۱۰/۸۹	۳/۲۹	۱۴/۳۴	۳/۸	۹/۱۱	۳/۰۷	۷/۴۴	۱/۸۱
۱۸	۹/۵۵	۳/۰۸	۱۲/۸۵	۳/۸	۸/۹۳	۳/۲۴	۷/۸۸	۱/۸۳
۱۹	۱۰/۲۴	۳/۴	۱۳/۴۴	۳/۴۷	۷/۷۵	۳/۵۵	۷/۰۹	۲/۰۸
۲۰	۱۲/۱۷	۲/۰۵	۱۵/۶۲	۳/۱	۹/۳۳	۳/۲۵	۸/۱۸	۲/۱۶
۲۱	۱۰/۵	۲/۹۴	۱۳/۸۶	۴/۰۳	۹/۰۴	۳/۵۸	۷/۰۹	۲/۱۲
۲۲	۹/۹	۳/۳۹	۱۳/۱	۳/۹۷	۹/۵	۳/۰۶	۷/۵۵	۱/۷۴
۲۳	۱۱/۰۶	۲/۵۳	۱۳/۸۲	۳/۶۹	۶/۸۶	۳/۸۲	۵/۷۸	۲/۱۴
۲۴	۱۱/۰۷	۲/۹۵	۱۴/۴۷	۳/۵۹	۹/۱۵	۳/۵۶	۶/۸۹	۱/۹۵
۲۵	۱۰/۰۸	۳/۱	۱۳/۵۳	۳/۸	۶/۲۶	۳/۸۲	۵/۹۶	۲/۱۹
۲۶					۸/۱۷	۳/۴۷	۷/۱۴	۱/۸۹
۲۷					۷/۶۸	۳/۹۴	۶/۶	۲/۱
۲۸					۸/۰۳	۳/۴۶	۸/۲۶	۲/۱۲
۲۹					۷/۲۸	۴/۱۸	۶/۲۷	۲/۲۵
۳۰					۱۰/۹۱	۲/۹۸	۷/۸۶	۲/۱۵

اعداد درون جدول بر مبنای مقیاس رتبه‌ای هستند.

بنابراین درمجموع صفات مثبت و منفی هیبریدهای ۶، ۲۳، ۲۵، ۲۷ و شاهد ۲۹ را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی کرد. در مقابل در شرایط نرمال درمجموع صفات مثبت هیبریدهای ۶، ۷، ۱۳، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۷ و شاهد ۲۹ رتبه بهتری را نشان دادند ولی از نظر مجموع صفات منفی، هیبریدهای ۳، ۶، ۱۰، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۵، ۲۷، ۲۸ و شاهدهای ۲۹ و ۳۰ رتبه‌های بهتری را داشتند؛ بنابراین درمجموع صفات مثبت و منفی هیبریدهای ۶، ۲۳، ۲۵، ۲۷ و شاهد ۲۹ را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی کرد. با توجه به دو شرایط نرمال و شوری در هر دو محیط هیبریدهای ۶، ۲۳، ۲۵، ۲۷ و شاهد ۲۹ شرایط بهتری را داشتند (جدول ۶).

تجزیه کلاستر

در تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های موجود در هر یک از گروه‌ها دارای قرابت ژنتیکی بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های دیگر هستند، بنابراین در صورت نیاز به دورگ‌گیری می‌توان با توجه به ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های مختلف و ارزش میانگین صفات برای هر گروه، برای بهره‌وری بیشتر از پدیده‌هایی مانند هتروزیس و تفکیک متجاوز استفاده کرد (۲۰). پژوهشگران بسیاری از تجزیه کلاستر در گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند در بررسی‌های خود استفاده کرده‌اند (۱، ۵، ۹، ۱۰، ۱۸، ۲۲، ۲۷ و ۲۸). تجزیه خوشه‌ای برحسب میانگین داده با استفاده از روش اتصال متوسط بین خوشه‌ها انجام گرفت. این روش نسبت به دیگر روش‌ها گروه‌بندی بهتری را برای ژنوتیپ‌ها نشان داد. برای تعیین فاصله بین ژنوتیپ‌ها از مربع فاصله اقلیدسی بر اساس صفات اندازه‌گیری شده استفاده شد. بر این اساس در آزمایش فول‌سیب‌ها در شرایط نرمال ژنوتیپ‌ها به ۳ گروه و در شرایط شوری به ۲ گروه تقسیم شدند (جدول ۷). به‌همین ترتیب در آزمایش هیبریدها در شرایط نرمال ژنوتیپ‌ها به ۲ گروه و در شرایط شوری به ۳ گروه تقسیم شدند (جدول ۸).

در آزمایش فول‌سیب‌ها با مشخص شدن تعداد ۳ گروه مجزا، فول‌سیب‌های ۱، ۱۲، ۱۷، ۱۴، ۱۰، ۱۱، ۸، ۱۵، ۹، ۶ و ۱۳ به‌همراه ارقام شاهد ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۵ در گروه اول، فول‌سیب‌های ۲، ۵ و ۱۶ به‌همراه شاهد ۲۵ در گروه دوم و فول‌سیب‌های ۳ و ۴ با شاهد ۲۳ در گروه سوم قرار گرفتند (شکل ۱- الف). در شرایط شوری با مشخص شدن دو گروه مجزا، فول‌سیب‌های ۱، ۸، ۲، ۱۸، ۹، ۷، ۳، ۵، ۱۲، ۶، ۱۶ و ۱۰ به‌همراه ارقام شاهد ۱۹، ۲۱، ۲۳ و ۲۵ در یک گروه و فول‌سیب‌های ۱۵، ۱۴، ۱۱، ۴، ۱۷، ۱۳ به‌همراه ارقام شاهد ۲۴، ۲۰ و ۲۲ در گروه دیگر قرار گرفتند (شکل ۱- ب). با مقایسه دو شرایط محیطی مشخص می‌شود که تطابق اندکی بین دو شرایط وجود دارد و محیط روی گروه‌بندی فول‌سیب‌ها تأثیر دارد؛ بنابراین در استفاده از فول‌سیب‌ها برای تولید هیبریدها و یا برنامه‌های اصلاحی باید به این نکته توجه شود.

در آزمایش هیبریدها در شرایط نرمال (شکل ۲- الف)، هیبریدها را به دو گروه مجزا تقسیم شدند و بر این اساس هیبریدهای ۲، ۱۰، ۱۲، ۱، ۲۸، ۸، ۲۴، ۲۳، ۲۶، ۱۱، ۵، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۲۰ و ۸ در یک گروه و هیبریدهای ۱۷، ۲۲، ۶، ۳، ۱۹، ۴، ۱۳، ۲۱، ۹، ۲۵، ۲۷ و ۷ به‌همراه شاهدهای ۲۹ و ۳۰ در گروه دوم قرار گرفته‌اند. در شرایط شوری هیبریدها در ۳ گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۲- ب) بر این اساس هیبریدهای ۱۴، ۲۳ و ۱۵ در یک گروه، هیبریدهای ۱۲، ۲۴، ۱۳، ۱۸، ۱۷، ۲۱، ۸ و ۲ به‌همراه شاهد ۲۹ در گروه دوم و بقیه هیبریدها و شاهدها در گروه سوم قرار گرفتند. تطابق اندکی بین دو شرایط محیطی مشاهده می‌شود به‌عنوان مثال در هر دو محیط شوری و نرمال هیبریدهای ۱، ۵، ۲۸، ۱۰، ۲۶، ۱۱، ۱۶ و ۲۰ در یک گروه قرار گرفتند ولی بقیه هیبریدها دارای گروه‌بندی متفاوت بودند که این وضعیت حاکی از تأثیر متفاوت محیط آزمایش در گروه‌بندی‌ها هست.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

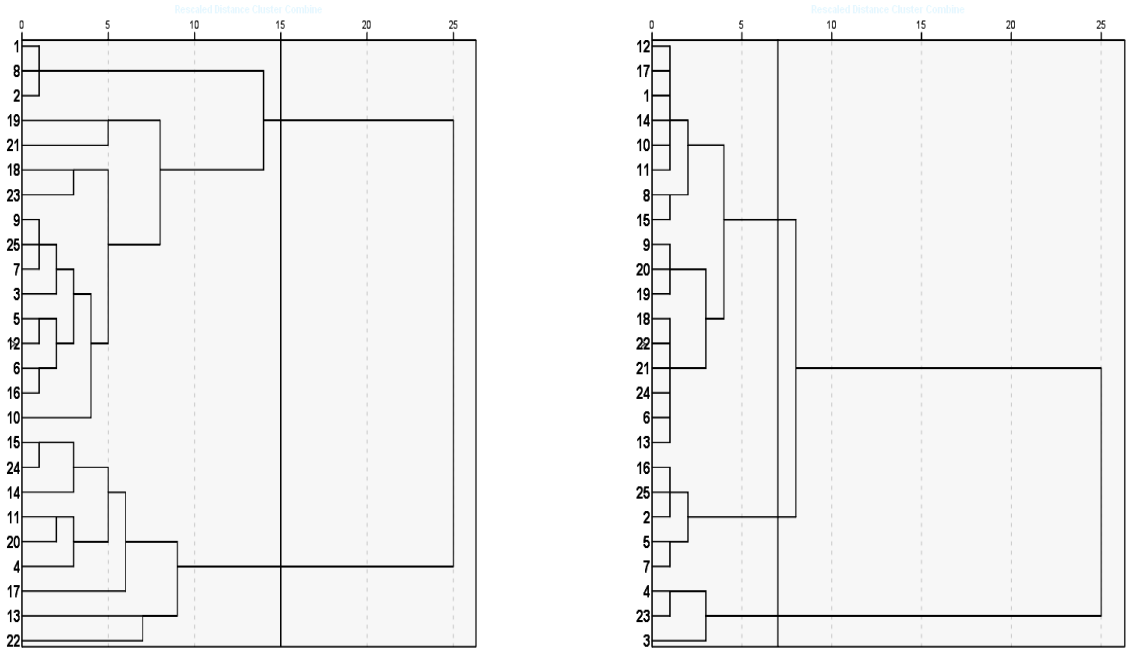
در فول‌سیب‌ها در شرایط شوری، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات مورد مطالعه و ماتریس واریانس کوواریانس

جدول ۷. مقادیر F و آماره‌های ویلکس لامبدا برای حالت‌های مختلف گروه‌بندی بر مبنای اندازه‌گیری شده در فول‌سیب‌ها

تعداد گروه‌ها	شرایط شوری		شرایط نرمال	
	آماره لامبدا	مقدار F	آماره لامبدا	مقدار F
۲	۰/۵۹۱	۱/۳۵۶	۰/۷۴	۰/۳۸۳
۳	۰/۴۲	۱/۰۳۶	۰/۳۸۳	۱/۱۸۳

جدول ۸. مقادیر F و آماره‌های ویلکس لامبدا برای حالت‌های مختلف گروه‌بندی بر مبنای اندازه‌گیری شده در هیبریدها

تعداد گروه‌ها	شرایط شوری		شرایط نرمال	
	آماره لامبدا	مقدار F	آماره لامبدا	مقدار F
۲	۰/۷۹۹	۱/۰۶۶	۰/۵۹۶	۲/۸۶۶
۳	۰/۵۸۴	۱/۲۸۷	۰/۴۰۹	۲/۳۵۷

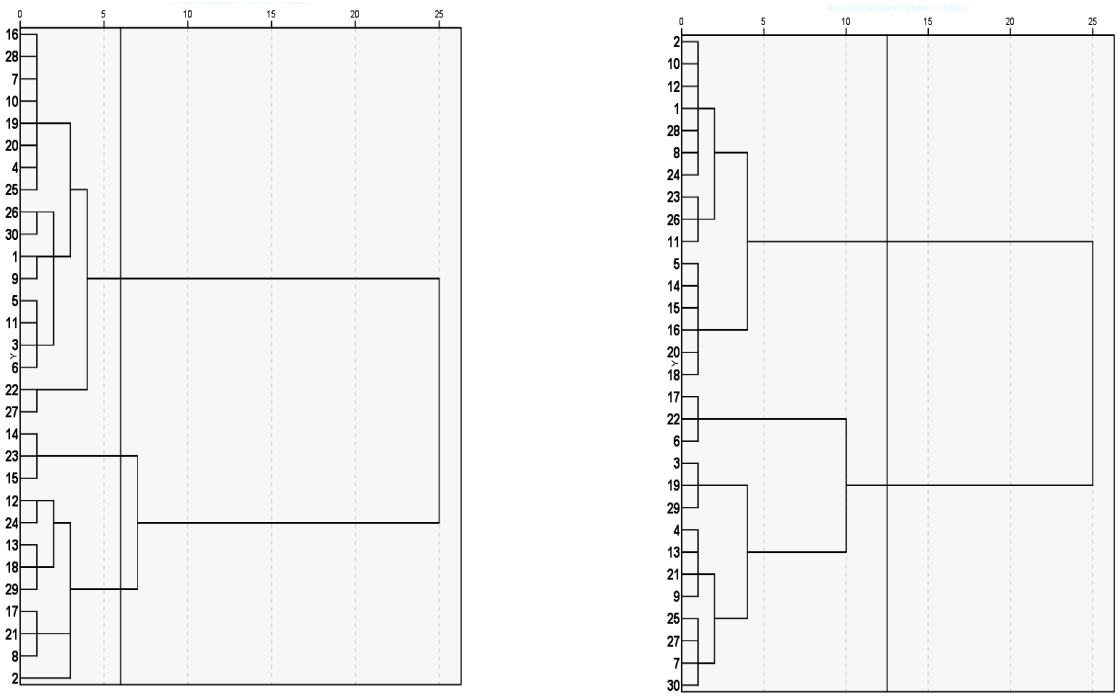


الف) کلاستر مربوط به فول‌سیب‌ها در شرایط نرمال

ب) کلاستر مربوط به فول‌سیب‌ها در شرایط شوری

شکل ۱. گروه‌بندی فول‌سیب‌ها بر اساس صفات اندازه‌گیری شده

صفات نشان داد که ۸۸/۰۱۸ درصد از تغییرات کل، توسط دو مؤلفه اول توجیه می‌شوند. بر این اساس مؤلفه اول ۷۳/۰۷۹ درصد و مؤلفه دوم ۱۴/۹۳۹ درصد از تغییرات کل را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۹). مؤلفه اول دارای ضرایب مثبت بالا برای سطح برگ، عملکرد ریشه، خلوص شربت، محتوای آب از دست رفته برگ، شاخص شادابی برگ و وزن خشک ریشه بود. مؤلفه دوم دارای ضرایب مثبت برای خلوص شربت، درصد قند قابل استحصال و عیار قند و ضرایب منفی برای عملکرد ریشه بود (جدول ۱۱)؛ بنابراین گزینش بر مبنای مؤلفه اول ژنوتیپ‌هایی با سطح برگ، عملکرد ریشه، خلوص شربت، محتوای آب از دست رفته برگ، شاخص شادابی برگ و وزن خشک ریشه بالا به‌همراه خواهد داشت. برعکس گزینش بر



الف) کلاستر مربوط به هیبریدها در شرایط نرمال

ب) کلاستر مربوط به هیبریدها در شرایط شوری

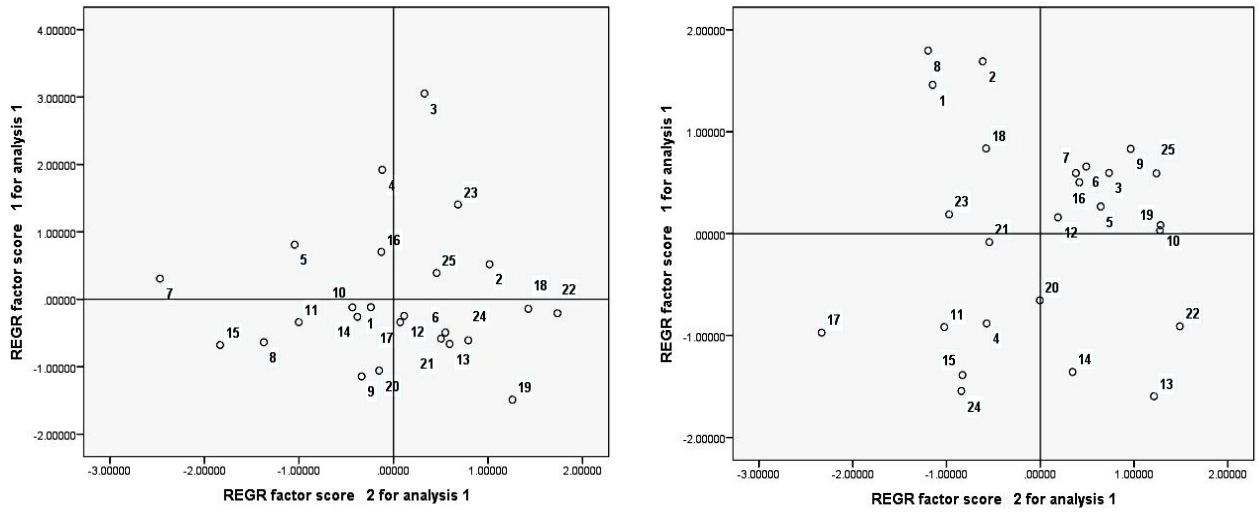
شکل ۲. گروه‌بندی هیبریدها بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش

جدول ۹. واریانس مقادیر ویژه و درصد تجمعی مقادیر ویژه در آزمایش فول‌سیب‌ها در آزمایش شوری

	نرمال		شوری	
عامل‌ها	درصد مقادیر ویژه از واریانس کل	درصد مقادیر تجمعی	درصد مقادیر ویژه از واریانس کل	درصد مقادیر تجمعی
PC1	۸۲/۰۹۶	۸۲/۰۹۶	۷۳/۰۷۹	۷۳/۰۷۹
PC2	۱۳/۹۵۳	۹۶/۰۴۹	۱۴/۹۳۹	۸۸/۰۱۸

مبنای مؤلفه دوم ژنوتیپ‌هایی با خلوص شربت، درصد قند قابل استحصال و عیار قند بالا و عملکرد ریشه اندک را به‌همراه خواهد داشت. بر اساس پلات ترسیم شده بر مبنای مؤلفه‌های اول و دوم (شکل ۳- الف)، از بین فول‌سیب‌های مورد بررسی در این شرایط فول‌سیب‌های ۱، ۸، ۲، ۱۸ و شاهدهای ۲۱ و ۲۳ دارای عملکرد ریشه، سطح برگ، خلوص شربت، محتوای آب نسبی، شاخص شادابی برگ و وزن خشک ریشه بالا خواهند بود.

در شرایط نرمال تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ۹۶/۰۴۹ درصد از تغییرات کل، توسط دو مؤلفه اول توجیه می‌شوند. بر این اساس مؤلفه اول ۸۲/۰۹۶ درصد و مؤلفه دوم ۱۳/۹۵۳ درصد از تغییرات کل را به‌خود اختصاص می‌دهند (جدول ۹). مؤلفه اول دارای ضرایب مثبت بالا برای سطح برگ، عملکرد ریشه، عملکرد قند و وزن خشک ریشه بود. مؤلفه دوم دارای ضرایب مثبت برای عملکرد ریشه، عملکرد قند، محتوای آب نسبی برگ، وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به ساقه و ضرایب منفی برای سطح برگ بود (جدول ۱۱)؛ بنابراین گزینش بر مبنای هر دو مؤلفه اول و دوم ژنوتیپ‌هایی با عملکرد قند و عملکرد ریشه بالا را به‌همراه خواهد داشت. بر اساس پلات ترسیم شده بر مبنای مؤلفه‌های اول و دوم (شکل ۳- ب)، از بین فول‌سیب‌های مورد بررسی در این شرایط فول‌سیب‌های ۳، ۲، ۴، ۵، ۱۶ و شاهدهای ۲۳ و ۲۵ از نظر صفات عملکردی بهتر خواهند بود.



الف) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط شوری ب) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط نرمال

شکل ۳. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در آزمایش شوری برای فول‌سیب‌ها

جدول ۱۰. واریانس مقادیر ویژه و درصد تجمعی مقادیر ویژه در آزمایش هیبریدها در آزمایش شوری

	نرمال		شوری	
عامل‌ها	درصد مقادیر ویژه از واریانس کل	درصد مقادیر تجمعی	درصد مقادیر ویژه از واریانس کل	درصد مقادیر تجمعی
PC1	۹۸/۱۶۹	۹۸/۱۶۹	۷۱/۷۴	۷۱/۷۴
PC2	۰/۷۸۸	۹۸/۹۵۶	۱۳/۴۲	۸۵/۱۶

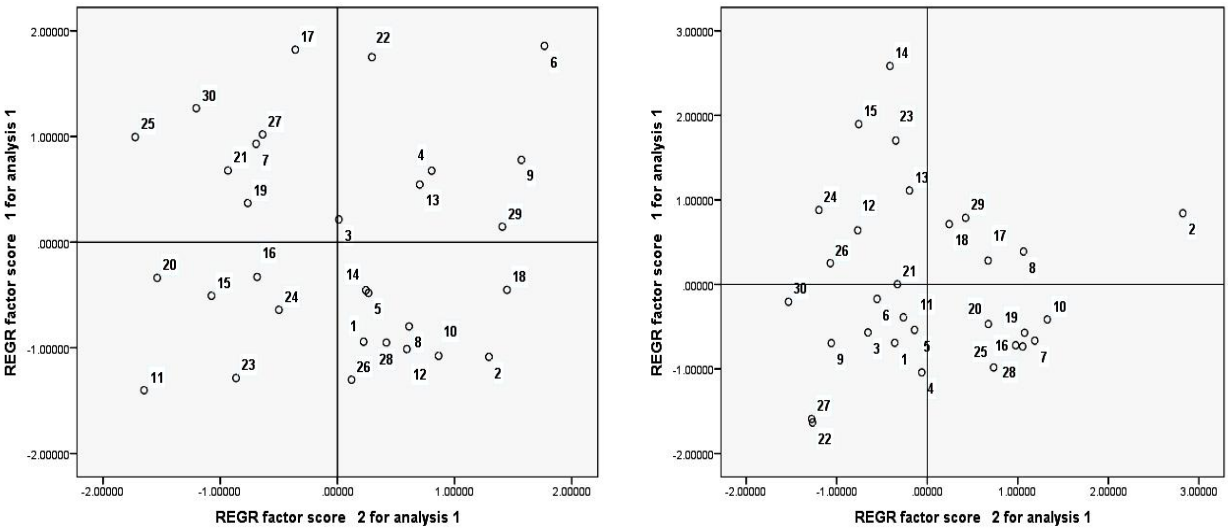
در آزمایش هیبریدها در شرایط شوری، بر اساس صفات مورد مطالعه و ماتریس واریانس کوواریانس صفات مشاهده شد که ۸۵/۱۶ درصد از تغییرات کل، توسط دو مؤلفه اول توجیه می‌شوند. بر این اساس مؤلفه اول ۷۱/۷۴ درصد و مؤلفه دوم ۱۳/۴۲ درصد از تغییرات کل را به‌خود اختصاص می‌دهند (جدول ۱۰). مؤلفه اول دارای ضرایب مثبت بالا برای سطح برگ، شاخص شادابی برگ و محتوای نسبی آب برگ بود. مؤلفه دوم دارای ضرایب مثبت برای عملکرد ریشه و محتوای نسبی آب برگ و ضریب منفی برای شاخص شادابی برگ بود (جدول ۱۱)؛ بنابراین گزینش بر مبنای مؤلفه اول ژنوتیپ‌هایی با سطح برگ، شاخص شادابی برگ و محتوای نسبی آب برگ بالا را به‌همراه خواهد داشت. همچنین گزینش بر مبنای مؤلفه دوم ژنوتیپ‌هایی با عملکرد ریشه، محتوای نسبی آب برگ بالاتر و شاخص شادابی برگ پایین‌تر را به‌همراه خواهد داشت.

بر اساس پلات ترسیم شده بر مبنای مؤلفه‌های اول و دوم (شکل ۴- الف)، از بین هیبریدهای مورد بررسی در این شرایط هیبریدهای ۱۹، ۲۵، ۶، ۹، ۳، ۷، ۵، ۱۶ و ۱۲ تا حدودی از نظر صفات عملکردی ریشه، محتوای آب نسبی برگ و سطح برگ بهتر بودند در مقابل در شرایط نرمال، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ۹۸/۹۵۶ درصد از تغییرات کل، توسط دو مؤلفه اول و دوم توجیه می‌شوند. بر این اساس مؤلفه اول ۹۸/۱۶۹ درصد و مؤلفه دوم ۰/۷۸۸ درصد از تغییرات کل را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۱۰). مشاهده می‌شود که در این شرایط بیشتر تغییرات توسط مؤلفه اول توجیه می‌شود و سهم بسیار اندکی از واریانس مربوط به مؤلفه دوم است. مؤلفه اول دارای ضرایب مثبت بالا برای سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ است. مؤلفه دوم دارای ضرایب مثبت برای محتوای آب نسبی برگ و ضریب منفی برای عملکرد ریشه بود (جدول ۱۱)؛

جدول ۱۱. بردارهای ویژه دو مؤلفه اصلی مهم و ضرایب تبیین صفات در این مؤلفه‌ها فول‌سیب و هیبریدهای مورد مطالعه در آزمایش شوری

	فول‌سیب‌ها				هیبریدها			
	شوری		نرمال		شوری		نرمال	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
RY	۳/۱۱۲	−۲/۷۳۳	۶/۳۸۱	۱۳/۲۱	۰/۴۵	۴/۲۶	۰/۱۱۸	−۴/۱۲۱
SC	۰/۶۱۵	۱/۰۹۶	۰/۱۰۹	−۰/۰۷۷	−۰/۲۲۵	−۰/۲۲۵	−۰/۱۵۴	۰/۱۷۶
WSY	۰/۶۹۳	۰/۰۱۷	۰/۳۱۶	−۰/۲۴۹	۰/۰۵۹	۰/۴۸۹	۰/۰۸۲	۰/۱۳۶
SY	۰/۷۴۱	−۰/۲۳۳	۱/۰۹۵	۱/۹۹	۰/۰۳۹	۰/۷۵۲	−۰/۰۹۲	−۰/۴۲۵
Na	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	−۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
K	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	−۰/۰۰۱	۰	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱	−۰/۰۰۱
K/Na	۰/۰۱۶	۰/۰۴۶	۰/۰۳۳	−۰/۰۱۲	۰/۰۲۳	۰/۰۳۲	−۰/۰۳۷	۰/۰۲۶
N	−۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰	−۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰
ALC	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸	−۰/۰۰۳	−۰/۰۰۱	−۰/۰۰۷	−۰/۰۰۷	−۰/۰۰۳	۰/۰۰۵
WSC	۰/۸۳۸	۱/۹۲۳	۰/۱۱۳	−۰/۱۲۳	−۰/۱۲۷	−۰/۰۸۲	−۰/۱۱۱	۰/۲۳۹
Pur	۱/۷۲۶	۱۰/۷۹۲	۰/۱۷۸	−۰/۴۹۲	۰/۴۲۸	۰/۹۱۶	−۰/۰۰۵	۰/۸۱۹
Ms	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰	−۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶
RWC	۰/۴۶۳	−۰/۳۷۴	−۰/۰۱۹	۲/۶۵۶	۱/۶۹۷	۸/۷۷۸	۱/۵۱۹	۴/۳۷۹
RWL	−۰/۱۱۵	−۰/۰۵۸	۰/۰۹۶	۰/۰۲۲	−۰/۵۴۸	−۰/۳۸۷	−۰/۰۳	۰/۰۲۳
Suc I	۱/۰۹۱	−۰/۰۶۸	۰/۱۲	۰/۵۶	۲/۹۳۷	−۲/۱۱۲	۰/۰۲۴	−۰/۲۶۴
La	۲۴/۸۵۵	−۰/۴۱۶	۳۴/۴۴	−۰/۶۹۹	۲۳/۰۸	−۰/۴۹۳	۶۸/۰۸	−۰/۰۹
Ryg/Ryvol	۰/۰۰۱	−۰/۰۰۵	−۰/۰۱۹	−۰/۰۰۳				
Density	−۰/۰۲۳	−۰/۰۳۴	۰/۰۱۸	۰				
SFW	۰/۱۶۴	−۰/۳۳۶	۰/۴۲۱	۰				
SDW	−۰/۰۳۲	−۰/۰۵۲	۰/۱۳۳	−۰/۱۱۶				
RDW	۱/۰۱۸	−۰/۶۹۴	۰/۸۳۱	۳/۴۳۷				
RMR	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	−۰/۰۶				
SLW	−۰/۰۰۵	−۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	−۰/۰۰۳	−۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰	۰

RY: عملکرد ریشه، SC: عیار قند، WSY: عملکرد قند خالص، SY: عملکرد ناخالص قند، Na: میزان سدیم، K: میزان پتاسیم، K/Na: نسبت پتاسیم به سدیم، N: نیتروژن مضره، Alc: ضریب قلیائیت، WSC: درصد قند قابل استحصال، Pur: خلوص شربت، Ms: درصد قند ملاس،RWC: محتوای آب نسبی، RWL: میزان نسبی آب از دست رفته برگ، Suc I: شاخص شادابی برگ، LA: سطح برگ، SLW: وزن ویژه برگ، RYg/RYvol: نسبت وزن به حجم ریشه، Density: نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه، SFW: وزن تر اندام هوایی، SDW: وزن خشک اندام هوایی، RDW: وزن خشک ریشه، RMR: نسبت جرمی ریشه، R/S: نسبت ریشه به ساقه، PC1: مؤلفه اصلی اول، PC2: مؤلفه اصلی دوم



الف) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط شوری

ب) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط نرمال

شکل ۴. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در آزمایش شوری برای هیبریدها

بنابراین گزینش بر مبنای مؤلفه اول ژنوتیپ‌هایی با سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ بالا به‌همراه خواهد داشت. گزینش بر مبنای مؤلفه دوم ژنوتیپ‌هایی با عملکرد ریشه کمتر ولی محتوای نسبی آب برگ بیشتر را به‌همراه خواهد داشت. ولی همان‌طور که گفته شد این مؤلفه سهم ناچیزی از واریانس کل را به‌خود اختصاص می‌دهد. بر اساس پلات ترسیم شده بر مبنای دو مؤلفه‌های اول و دوم (شکل ۴- ب)، از بین هیبریدهای مورد بررسی در این شرایط هیبریدهای ۶، ۲۲، ۱۷، ۹، ۳۴، ۱، ۲۷، ۲۱ و ۱۹ به‌همراه ارقام شاهد ۲۹ و ۳۰ تا حدودی از نظر صفات سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ برتر بودند. به‌نظر می‌رسد از بین این هیبریدها، هیبریدهای ۲۷، ۱۷، ۲۱، ۱۹، ۷ و ۲۵ به‌همراه شاهد ۳۰ از نظر عملکرد ریشه نیز شرایط بهتری را داشته باشند.

نتیجه‌گیری کلی

در رتبه‌بندی فول‌سیب‌ها، در شرایط شوری فول‌سیب‌های ۱، ۲ و ۴ و شاهدهای ۱۸، ۲۲ و ۲۵ و در شرایط نرمال فول‌سیب‌های ۱۶ و ۱۸ و شاهد ۲۲ را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی کرد. فول‌سیب ۱۸ و شاهد ۲۲ نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط نرمال و تنش شرایط بهتری را داشتند. همچنین در رتبه‌بندی هیبریدها، در هر دو محیط هیبریدهای ۶، ۲۳، ۲۵، ۲۷ و شاهد ۲۹ شرایط بهتری را داشتند.

تجزیه کلاستر در آزمایش فول‌سیب‌ها، در شرایط نرمال ۳ گروه و در شرایط شوری ۲ گروه مجزا را نشان داد. با مقایسه دو شرایط محیطی مشخص می‌شود که تطابق اندکی بین دو محیط وجود داشته و محیط روی گروه‌بندی فول‌سیب‌ها تأثیر داشت. بنابراین در استفاده از فول‌سیب‌ها برای تولید هیبریدها و یا برنامه‌های اصلاحی دیگر باید به این نکته توجه داشت. در آزمایش هیبریدها، تجزیه کلاستر در شرایط نرمال، ۲ گروه و در شرایط شوری ۳ گروه مجزا را تشخیص داد. به‌غیر از چند هیبرید خاص، تطابق اندکی بین دو شرایط محیطی مشاهده می‌شود که این وضعیت حاکی از تأثیر متفاوت محیط آزمایش در گروه‌بندی هیبریدها است.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در آزمایش فول‌سیب‌ها در شرایط شوری نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و شوری صفات سطح برگ، عملکرد ریشه و وزن خشک ریشه بیشترین تأثیر را در تبیین مؤلفه‌ها داشتند و بسته به شرایط صفات دیگر نیز می‌توانند نقش داشته باشند. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در

آزمایش هیبریدها نیز نشان داد که در هر دو شرایط صفات سطح برگ و محتوای نسبی برگ مهم‌ترین صفات تبیین کننده مؤلفه‌ها هستند و بسته به شرایط صفات دیگر مانند شاخص شادابی برگ نیز می‌توانند در تبیین مؤلفه‌ها و درنتیجه در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها نقش داشته باشند.

منابع مورد استفاده

1. Abdollahian Noghabi, M., Z. Radaei Al-Amoli, G. A. Akbari, and S. A. Sadat Nuri. 2011. Effect of sever water stress on morphological, quantitative and qualitative characteristics of 20 sugar beet genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences* 42(3): 453-464. (In Farsi).
2. Arunachalam, V. and A. Bandyopadhyay. 1984. A method to make decisions jontly on a number of dependent characters. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 44: 419-424.
3. Bates, L. S., R. P. Waldren and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
4. Biancardi, E. L., G. Campbell and M. D. Biaggi. 2005. Genetics and Breeding of Sugar beet. Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA.
5. Bozokalfa, M. K., B. Yagmur, T. K. Asciogul and D. Esiyok. 2011. Diversity in nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris* subsp. L. var. cicla) accessions revealed by multivariate analysis. *Plant Genetic Resources* 9(4): 557-566.
6. Chaparzadeh, C., R. A. Khavari-Nejad, F. Navari-Izzo and R. Izzo. 2003. Water relations and ionic balance in (*Calendula officinalis* L.) under salinity conditions. *Agrochimica* 47(1-2): 69-79.
7. Ebrahimian, H. R., Z. Ranji and M. Rezaei. 2005. Sift resistance resource sugar beet to salinity in the greenhouse and field. Final report. 84/419. A.R.E.E.O. IR. (In Farsi).
8. FAO, A. G. L. 2000. Land and plant nutrition management service: Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils. http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush.
9. Hamidi, H., M. Ahmadi, S. S. A. Ramezanpour, Masoumi, A. and S. Khorramian. 2018. Evaluation of genetic diversity in sugar beet half-sib inbred lines under farm water stress condition. *Journal of Crop Breeding* 10(28): 145-154.
10. Kolaee, H., S. B. Mahmoudi and M. Hasani. 2010. Evaluation of resistance of beet breeding lines to Rhizoctonia root and crown rot. *Journal of Sugar Beet* 26(1): 31-42. (In Farsi).
11. Kehl, M. 2006. Saline soils of Iran with example from the alluvial plain of Korbal, Zagros Mountains. In: Proceeding of the International conference. Soil and Desertification- Integrated research for the sustainable management of soils in dry lands. Germant. www.desertnet.de/proceedings/start.htm.
12. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edn. Academic Press. London, UK.
13. Massoud, F. I. 1977. Basic principles for prognosis and monitoring of salinity and sodicity. In: Proc. International Conference on Managing Saline Water for Irrigation. Texas Tech. University, Lubbock, Texas. 16-20 August 1976.
14. Moghaddam, M., A. Mohammadi-Shoti and M. Aghaei-Sarbarzeh. 1994. Introduction to Multivariate Statistical Methods. Science Vanguard Publishers, Tabriz, Iran.
15. Mohammadi, S. A. and B. M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants: Salient statistical tools and considerations. *Crop Science* 43: 123-1248.
16. Morant-Manceau, A., E. Pradier and G. Tremblin. 2004. Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress. *Journal of Plant Physiology* 161: 25-33.
17. Nayyar, H. 2003. Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. *Environmental and Experimental Botany* 50: 253-264.
18. Niazian, M., K. Mostafavi, S. H. Shojaei, E. Fayyaz and A. Shahbazi. 2011. Diallel cross analysis in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): Identification of the best parents and hybrids for resistance to bolting and cercospora leaf spot in sugar beet monogerm o-type lines. *American Journal of Experimental Agriculture* 1(4): 214-225.
19. Ober, E. S., M. L. Bloa, C. J. A. Clark, A. Royal, K. W. Jaggard and J. D. Pidgon. 2005. Evaluation of physiological traits as indirect selection criteria for drought tolerance in sugar beet. *Field Crops Research* 91: 231-249.
20. Rahim Soroush, H., M. Mesbah, A. Hosseinzadeh and R. Bozorgi Pour. 2004. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. *Seed and Plant Improvement Journal* 20(2): 167-182.
21. Rajabi, A., H. Griffiths, E. S. Ober, W. Kromdijk and J. D. Pidgeon. 2008. Genetic characteristics of water-use related traits in sugar beet. *Euphytica* 160: 175-187.
22. Rajabi, A., M. Moghaddam, F. Rahimzadeh, M. Mesbah and Z. Ranji. 2002. Evalution of Genetic Diversity in Sugar

Beet Populations for Agronomic Traits and Crop Quality. *Journal Agricultural Science* 33(2): 553-567. (In Farsi).
23. Reinefeld, E., A. Emmerich, G. Baumgarten, C. Winner and U.m Beiß. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rübenanalysen. *Zucker* 27: 2-15.
24. Romano, A., A. Sorgona, A. Lupini, F. Araniti, P. Stevanato, G. Cacco and M. R. Abenavoli. 2013. Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 35: 853-865.
25. Sadegh Zadeh Hemayati, S. and S. Khyamim. 2008. Collecting all relevant information (domestic and foreign) and creating a database in the following relation to the salinity project. Final report. Sugar beet seed Improvement and Breeding Research Institute.
26. Sheikholeslami, R., 1997. Laboratory Methods and Their Application in Process Control in Sugar Industry. 1th edn. Mersa, Inc. Tehran, Iran. (In Farsi).
27. Skrbic, B., N. Durisic-Mladenovic and N. Macvanin. 2010. Determination of metal contents in sugar beet (*Beta vulgaris*) and its products: empirical and chemo metrical approach. *Food Science and Technology Research* 16(2): 123-134.
28. Srivastava, H. M., H. N. Shahi, R. Kumar and S. Bhatnagar, 2000. Genetic Diversity in Beta vulgaris ssp. maritima under Subtropical Climate of North India. *Journal of Sugar Beet Research* 37(3): 79-87.
29. Yang, R. C., S. Jana and J. M. Clarke. 1991. Phenotypic diversity and associations of some potentially drought responsive characters of durum wheat. *Crop Science* 31: 1484-1491.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 11, No. 2, Summer 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Sugar Beet Genotypes Grouping under Normal and Saline Conditions

A. M. Khorshid[1*] and A. A. Asadi[2]

(Received: April 27-2019; Accepted: September 29-2020)

Abstract

For ranking and grouping of full-sibs and hybrids of sugar beet obtained from breeding programs, two separate experiments were carried out at the farm of the Agricultural and Natural Resources Research Station of Miandoab in 2017 under saline and normal conditions. For this purpose, 17 full-sibs and 28 hybrids differing in resistance and susceptibility to environmental stresses were investigated in for different traits. The ranking results in both conditions indicated that genotypes 18 and 22 in full-sibs test and, genotypes 6, 23, 25, 27 and 29 in the hybrid test were superior to all other genotypes. Cluster analysis showed that in both experiments (full-sibs and hybrids), there was a slight matching between the normal and saline environments and the environment affects the grouping of genotypes. Principle Components Analysis in the full-sibs test indicated that in both conditions, leaf area, root yield, sugar yield, root dry weight, relative water loss, sugar content, purity of syrup and extractable sugar content had the highest contribution in the first and second components**.** In contrast, in the hybrid test, leaf area, root yield and leaf water content had the highest role in the first and second components. Most of the traits studied in the experiments contained diversity and can be used for grouping sugar beet genotypes. Also, groupings will vary depending on environmental conditions.

Keywords: Principal component, Cluster analysis, Full-sib, Hybrid, Ranking

1. Assistant Professor of Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azarbaijan, Organization for Research, Education and Extension of Agriculture, Urmia, Iran.
2. Assistant Professor of Crop and Horticultural Science Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center AREEO, Zanjan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: majidkhor1347@gmail.com