دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره چهاردهم، شماره چهل و نهم، ۱۴۰۱

ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند جهت کشت زمستانه در استان خراسان رضوی

مهسا فاضل[۱] محمدرضا عظیمی[۲] مسعود احمدی[۳] محمد آرمین[٤] حسن حمیدی[٥]

دریافت: ۱٤۰۱/۰۸/۱٤ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۱٦

چکیده

به‌منظور ارزیابی و انتخاب مناسبترین ژنوتیپ چغندرقند در کشت زمستانه، ۱۸ ژنوتیپ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به طور جداگانه در دو منطقه جوین و تربت‌جام در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. در منطقه جوین ۹٤/۱ درصد و در تربت جام ۹۰ درصد از کل تنوع موجود در بین داده‌ها توسط سه مؤلفه توجیه شد که طبق این نتایج صفات درصد قند ملاس، محتوی سدیم، ضریب استحصال شکر و عملکرد ریشه به‌عنوان معیارهای مناسب در انتخاب ژنوتیپ‌ها جهت کشت زمستانه بیشترین تأثیر را در مؤلفه‌های اول تا سوم داشتند. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward نشان داد، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر دو منطقه جوین و تربت‌جام در سه خوشه قرار گرفتند. در منطقه جوین در خوشه اول ژنوتیپ FDIR19B3021 و در تربت‌جام ژنوتیپ FDIR19B4028، در خوشه دوم ژنوتیپ‌ها SBSI-6 و SVZA2019-JD0402 به ترتیب برای منطقه جوین و تربت‌جام و در خوشه سوم ژنوتیپ SVZA2019-JD0400 برای منطقه جوین و رقم Perfekta به‌عنوان نماینده گروه برای تربت‌جام انتخاب شد. در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که دو منطقه از نظر ژنوتیپ مورد استفاده با هم تفاوت دارند و در کشت زمستانه اگرچه عملکرد ریشه در حد مطلوبی تولید می‌شود اما افزایش ناخالصی‌های ریشه به‌عنوان یک مشکل این روش کاشت می‌باشد. بر این اساس در منطقه جوین ژنوتیپ FDIR19B3021 و در منطقه تربت‌جام ژنوتیپ FDIR19B4028 قابل پیشنهاد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، چغندرقند، کاشت زمستانه.

فاضل، م.، م.ر. عظیمی، م. احمدی، م. آرمین، ح. حمیدی. ۱٤۰۱. ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند جهت کشت زمستانه در استان خراسان رضوی. ۱٤(٤۹): ۱-۱٥.

۱- دانشجوی دکتری ژنتیک و به نژادی گیاهی دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. مسئول مکاتبات: mfazel30@yahoo.com

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳- دانشیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

٤- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار، دانشکده کشاورزی، سبزوار، ایران.

٥- دکتری تخصصی بخش تحقیقات چغندر قند مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

مقدمه

چغندرقند یکی از محصولات زراعی عمده و استراتژیک صنعتی در دنیا می‌باشد که سهم عمده‌ای در تولید شکر در دنیا دارد. چغندرقند گیاه اصلی برای تولید قند در مناطق معتدل دنیاست. بر اساس آمار رسمی سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی (فائو) سطح زیر کشت چغندرقند در کل دنیا ۹۹۴۸۶ هزار هکتار با عملکرد حدود ٤٤ تن در هکتار می‌باشد. سهم ایران در بین کشورهای جهان، حدود ۹۷ هزار هکتار سطح زیر کشت با عملکرد حدود ٤٨ تن در هکتار است (بی‌نام، ۲۰۲۱). بر اساس آمارنامه محصولات باغی – وزارت جهاد کشاورزی، ۱۵/۱ درصد از کل سطح زیر کشت تولید را در ایران به خود اختصاص داده است. استان خراسان رضوی نیز با میانگین سطح زیر کشت حدود ۱۷ هزار هکتار، ٤۳ تن در هکتار عملکرد چغندرقند دارد (احمدی و همکاران، ۱٤۰۰). در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ حدود ۱۰۸ هزار هکتار از اراضی کشاورزی کشور به کشت چغندرقند اختصاص داشت. از این مقدار سهم استان خراسان رضوی ١٦٣٥٤ هکتار با تولید کل ٨٣٥٤٦٤ تن و عملکرد ریشه ٥١/٠٨٦ تن در هکتار بوده که بعد از آذربایجان غربی در رتبه دوم کشور قرار داشت (عبدالهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۹۰). در بسیاری از مناطق معتدل کشت بهاره چغندرقند الگوی کاشت غالب محسوب می‌شود. در این مناطق کشت پاییزه این محصول به دلیل امکان ساقه‌رفتن همیشه با محدودیت همراه بوده است. توسعه ارقام مقاوم به ساقه‌رفتن در چغندرقند سبب شده است که کشت پاییزه این محصول استراتژیک در مناطقی که قبلا صرفا به کشت بهاره اختصاص داشت گسترش پیدا کند. کشت چغندرقند در پاییز به دلیل استفاده بهینه از منابع محیطی مانند آب، نور و کاهش تنش‌های زنده و غیرزنده نسبت به کاشت بهاره برتری دارد. در کشت چغندرقند به صورت پاییزه امکان بهره برداری از شرایط مناسب محیطی، عدم تداخل دوره رشد گیاه با عملیات زراعی گیاهان تابستانه، کاهش تراکم علف های هرز و خسارت بیماری ها به دلیل تغییر فصل رشد گیاه با فصل رشد علف های هرز یا آفات از جمله مزایای کشت پاییزه چغندرقند است. علاوه بر این، بخش عمده‌ای از فعالیت کارخانه‌های قند در فصل بهار به دلیل کمبود ماده اولیه (ریشه چغندرقند) کمتر یا تعطیل می‌شوند لذا کشت پاییزه این گیاه می‌تواند کمک فراوانی به پر کردن خلا زمانی در این کارخانه‌ها بینجامد (دیهیم فرد و همکاران، ۱۳۹٦).

مقایسه خصوصیات کمّی و کیفی ارقام چغندرقند در کشت بهاره و پاییزه تحت شرایط آلوده به بیماری ریزومانیا نشان داد رقم Giada در شرایط کشت پاییزه بیشترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص و پتاسیم و کمترین شدت وقوع بیماری و شاخص آزمون الایزا را داشت در حالی‌که رقم شاهد حساس (رسول) در کشت بهاره دارای کمترین مقادیر از نظر صفات درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص، پتاسیم و نیتروژن مضره و بیشترین مقادیر از نظر صفات شدت وقوع بیماری و شاخص آزمون الایزا را دارا بود (سلطانی و همکاران، ۱٤۰۰). شبیه‌سازی رشد و نمو چغندرقند در کشت پاییزه و بهاره در شهرستان‌های مشهد و نیشابور با مدل SUCROS نشان داد در شهرستان‌های نیشابور و مشهد کشت پاییزه چغندرقند از مزایای قابل توجهی برخوردار است. کاشت پاییزه نسبت به تاریخ کاشت بهاره دارای کارایی مصرف آب بالاتر و تبخیر و تعرق کمتری است (دیهیم فرد و رحیمی مقدم، ۱۳۹٦). بر این اساس تاریخ کاشت‌های ۱۰ و ۲۵ مهرماه به عنوان تاریخ‌های کشت مناسب به‌ترتیب برای نیشابور و مشهد تعیین شد (دیهیم فرد و رحیمی مقدم، ۱۳۹٦). در مطالعه تعیین رقم مناسب چغندرقند پاییزه در شهرستان‌های جوین و جغتای گزارش شد که بین ارقام مورد آزمایش بیشترین درصد قند ناخالص (۱۷/۳ درصد) در رقم مراک و کمترین درصد قند (۱۳/۲ درصد) در رقم مونوتانا مشاهده شد (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦).

در کشت پاییزه چغندرقند در شرایط تربت‌جام نشان داده شده است بین ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند تفاوت معنی‌داری از نظر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای نیتروژن مضره وجود دارد. بیشترین عملکرد ریشه در ژنوتیپ SBSI-15 گزارش شد و ژنوتیپ F-20739 بیشترین مقادیر قند ناخالص، قند خالص و ضریب استحصال شکر و کمترین میزان پتاسیم و قند ملاس را داشت. در ژنوتیپ FDIR19B3021، بیشترین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص مشاهده شد. تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها برای صفت عملکرد قند خالص آنها را در سه گروه عمده قرار داد. ژنوتیپ‌های SVZA2019-JD0401، FDIR19B3021 و FDIR19B4028 به عنوان ژنوتیپ‌های برتر دارای بیشترین عملکرد قند خالص و مناسب برای کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام معرفی شدند (حمیدی و همکاران، ۱٤۰۱). در بررسی امکان کشت پاییزه چغندرقند در جنوب استان خراسان رضوی، بیشترین عملکرد قند سفید با استفاده از ارقام مقاوم به ساقه‌رفتن در تاریخ کاشت اول مهرماه و تاریخ برداشت ۱۵خردادماه گزارش شده است. در این تیمارها میانگین درصد ساقه‌روی در ارقام مقاوم ٦٥/٢ درصد و در ارقام حساس ٢٤/٧١

درصد بود. براساس نتایج تحقیقات ده ساله در استان‌های خراسان کشت پاییزه چغندرقند در مناطق با اقلیم مناسب و با استفاده از ارقام مقاوم به ساقه‌روی و رعایت تاریخ کاشت (اواسط شهریور تا اوایل مهر) و تاریخ برداشت (اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد) با موفقیت امکانپذیر است (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦).

استان خراسان رضوی به واسطه حضور کارخانه‌های قند و شرایط مساعد برای رشد چغندرقند از مناطق عمده کشت و تولید چغندرقند به شمار می‌آید. با توجه به معرفی ارقام مقاوم به ساقه‌رفتن و تحقیقات انجام شده امکان کشت زمستانه این محصول در استان خراسان رضوی وجود دارد. با این وجود تنوع دمایی در شهرهای مختلف این استان سبب شده است که انتخاب مناسبترین رقم با محدودیت‌های همراه شود و از آنجا که در مورد مناسبترین رقم برای کشت در مناطق عمده کشت چغندرقند در این استان مطالعات اندکی وجود دارد هدف از این تحقیق بررسی روابط بین صفات کمّی و کیفی ژنوتیپ‌های چغندرقند در کشت زمستانه بود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی صفات کمّی و کیفی چغندرقند در کشت زمستانه ۱۸ ژنوتیپ چغندرقند در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو منطقه جوین و تربت‌جام خراسان رضوی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. شهرستان جوین با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۵ دقیقه و ۱۹ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ٤۲ دقیقه و ۲۲ ثانیه شمالی می‌باشد. میانگین بارندگی ۱۰ ساله از سال ۱۳۹۰ تا ۱٤۰۰، ۲۲۸/٤ میلی‌متر، حداکثر درجه حرارت ٤۰/٤ درجه‌سانتی‌گراد و حداقل آن ۸/۸- درجه‌سانتی‌گراد، دارای رطوبت نسبی ٤۸ درصد ، تعداد روزهای یخبندان ۵۹ روز و میانگین ارتفاع شهرستان از سطح دریا ۱۱۰۰ متر است. شهرستان تربت‌جام با طول جغرافیایی ٦۰ درجه و ٤۳ دقیقه و ۷٦ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۲ دقیقه و ۵۸ ثانیه شمالی می‌باشد. میانگین بارندگی ۱۰ ساله از سال ۱۳۹۰ تا ۱٤۰۰، ٤۲۵ میلی‌متر، حداکثر درجه حرارت ٤۰ درجه‌سانتی‌گراد و حداقل آن ۱۳- درجه‌سانتی‌گراد، دارای رطوبت نسبی ٤۸ درصد، تعداد روزهای یخبندان به طور میانگین ۹۱ تا ۱۰۳ روز و میانگین ارتفاع شهرستان از سطح دریا ۹۲۸ متر است (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦). میانگین ماهانه برخی پارامترهای اقلیمی ایستگاه جوین و تربت‌جام در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- میانگین ماهانه برخی پارامترهای اقلیمی ایستگاه جوین و تربت‌جام در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸

ماه	جوین			تربت‌جام		
	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (°C)	بارندگی (mm)	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (°C)	بارندگی (mm)
دی	-۳/۸	۷/۸	۱/٤	-۲/۸	۸/٦	۱۱/۳
بهمن	-۳/٦	۹/۵	۰/۹	-۱	۱۱	۱/٦
اسفند	۱/٤	۱٦/۳	۳/۷	۲/۳	۱۷/۲	۲۱/۸
فروردین	٤/۲	۱۵	۸/۵	٦/٤	۱٦/۵	۳/۵
اردیبهشت	۱۰	۲٤/٤	۵/۳	۱۲/۷	۲۷	۱۵/٤
خرداد	۱٦	۳/۷	۰/۸	۱۷/۵	۳۵/۵	۰
تیر	۱۸/۸	۳٤/۲	۲	۲۱	۳۵/٦	۰

عملیات تکمیلی آماده‌سازی زمین با توزیع کود شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به خاک اضافه و با آن مخلوط گردید. نیتروژن توصیه‌شده نیز به صورت کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و یک سوم هم‌زمان با کاشت و دوسوم باقیمانده به صورت سرک بعد از وجین‌های اول و دوم به مزرعه اضافه شد (جدول ۲). کاشت در منطقه جوین و تربت جام به ترتیب در ۲۸ و ۳۰ بهمن به صورت دستی انجام شد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در منطقه جوین و تربت‌جام

منطقه	بافت	رس (%)	شن (%)	سیلت (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	نیتروژن (%)	ماده آلی (%)	EC (dS/m)	$pH_{(1:5)}$
جوین	لوم	۱۵	٤٥	٤٠	۷/۲	۲۸٤	۰/۰۲	۰/۳۲	۳/٤۲	۷/۸۲
تربت‌جام	لوم	۱۷	٤٥	۳۸	۱٥/٥	۲۰۱	۰/۰٥	۰/٥٥	۳/۲	۸/۱۱

هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول هفت متر و فاصله ردیف ٥۰ سانتیمتر و فواصل بین بوته ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۱ سانتی‌متر بود. سپس تعداد ۱۸ ژنوتیپ در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای طول دوره رشد کوتاه و زودرس بودند. ژنوتیپ‌های FDIR19B3021 و FDIR19B4028 متعلق به شرکت Florimond Desprez از کشور فرانسه، ژنوتیپ‌های SVZA2019-JD0401، SVZA2019-JD0400، SVZA2019-JD0402 و SVZA2019-JD389 متعلق به شرکت SESVanderHave از کشور بلژیک می‌باشند. سایر ژنوتیپ‌ها نیز از بانک ژن موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند تهیه شده بودند. در این آزمایش ارقام شاهد شامل Perfektaو Shanon بودند (جدول ۳).

جدول ۳- ژنوتیپ‌های مورد بررسی

ژنوتیپ داخلی					ژنوتیپ خارجی				زودرس خارجی					شاهد	
SBSI-17	SBSI-7	SBSI-16	SBSI-6	SBSI-15	SBSI-5	F-20591	F-21083	F-20837	F-20739	FDIR19B4028	FDIR19 B3021	SVZA2019-JD0401	SVZA2019-JD0400	SVZA2019-JD0402	SVZA2019-JD389	Shannon	Perfekta

دوره آبیاری اول بلافاصله پس از کشت به منظور ایجاد شرایط برابر در جوانه زنی انجام شد. با توجه به سردی هوا و بارش‌های فصل زمستان و رطوبت خاک نیاز چندانی به آبیاری تا قبل از نیمه اسفند نبود. پس از آن دوره آبیاری هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار به روش نواری انجام گرفت. عملیات مربوط به تنک در مرحله ٤ تا ٦ برگی حقیقی انجام گردید و فاصله بوته‌ها بطور میانگین بر روی ردیف‌ها حدود ۱٦ سانتیمتر در نظر گرفته شد. برداشت در منطقه جوین و منطقه تربت‌جام به ترتیب در ٤ و ۱۱ تیرماه ۱۳۹۹ انجام شد. صفات مورد بررسی شامل عملکرد ریشه، درصد قند، درصد قند خالص، درصد قند ملاس، ضریب استحصال شکر، نیتروژن مضره، ضریب قلیاییت، مقدار پتاسیم و مقدار سدیم بود. برای اندازه‌گیری عملکرد و صفات مربوط به کیفیت ریشه از ۱۰ ریشه انتخاب شده به صورت تصادفی، برداشت ریشه‌ها در هر کرت پس از حذف نیم متر از بالا و پایین آن در ردیف‌های جداگانه انجام شد. پس از سرزنی، ریشه‌ها شمارش، کیسه‌گیری و جهت شستشو، توزین و تهیه خمیر به آزمایشگاه شرکت برکت جوین ارسال شد. در آزمایشگاه یک نمونه خمیر تهیه و پس از انجماد فوری، کلیه نمونه‌ها به آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج ارسال گردید. درصد قند ناخالص به روش پلاریمتری با استفاده از دستگاه ساکاریمتر، سدیم و پتاسیم ریشه به روش فلیم فتومتری و نیتروژن مضره به روش رنگ‌سنجی معروف به روش عدد آبی و با استفاده از دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شدند (عبدالهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸٤). برای محاسبه قند ملاس، ضریب استحصال شکر (ECS)، درصد قندخالص (WSC)، عملکرد قند خالص (WSY) و ضریب قلیاییت (ALC) به ترتیب از روابط زیر استفاده گردید:

$$MS= 0.0343(K+Na) + 0.094(\alpha- amino-N) – 0.31 \quad (۱)$$

$$ECS= (WSC/SC) \times 100 \quad (۲)$$

$$WSC= SC - (MS+0.6) \quad (۳)$$

$$ALC= (K+Na) / -N \quad (٤)$$

$$WSY = WSC \times RY \quad (٥)$$

که در آن RY عملکرد ریشه، SC درصد قند، MS درصد قند ملاس، K پتاسیم، Na سدیم و N– نیتروژن مضره می‌باشد (Tazikeh et al., 2021).

پس از انجام آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها، تجزیه‌های آماری انجام شده شامل تجزیه مرکب (به دلیل معنی‌دار شدن آزمون بارتلت در تجزیه مرکب)، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش واریماکس انجام گرفت. برای نامگذاری هر یک از عامل‌ها، با توجه به مقدار ضرایب عامل‌ها، صفات انتخاب شده و بر اساس ماهیت صفات انتخابی نامی مناسب برای آن عامل انتخاب شد. جهت گروه‌بندی صفات از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده گردید به منظور بررسی صحت گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای، از تابع تشخیص نیز استفاده شد. در این تحقیق محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.4 برای انجام تجزیه واریانس، Mintab 15 برای انجام تجزیه کلاستر و افزونه XLSAT دراکسل جهت تجزیه به مولفه‌های اصلی و محاسبه ضرایب همبستگی استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو منطقه در جدول ٤ نشان داده شده است. صفات عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد قند خالص، درصد قند خالص، درصد قند ملاس، ضریب استحصال شکر، ضریب قلیاییت، پتاسیم و سدیم در ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند در سطح ۱ درصد و صفت نیتروژن مضره در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. تفاوت های معنی دار نشان‌دهنده این است که بین ژنوتیپ‌ها تنوع ژنتیکی وجود دارد. در اثر منطقه صفت عملکرد ریشه در سطح ۵ درصد و صفات درصد قند، عملکرد قند خالص، درصد قند خالص، درصد قند ملاس، ضریب استحصال شکر، ضریب قلیاییت، نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند که بیانگر تنوع بین دو منطقه است. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای صفات درصد قند، درصد قند خالص، درصد قند ملاس، ضریب استحصال شکر، پتاسیم و سدیم معنی‌دار نبود. بر این اساس و با توجه به معنی‌دار بودن آزمون بارتلت هر منطقه به صورت جداگانه تجزیه و تحلیل شد.

جدول ٤- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات صفات کمّی و کیفی ژنوتیپ‌های چغندرقند در کشت زمستانه استان خراسان (منطقه جوین و تربت‌جام)

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ریشه	درصد قند	عملکرد قند خالص	درصد قند خالص	درصد قند ملاس	ضریب استحصال شکر	ضریب قلیاییت	نیتروژن مضره	پتاسیم	سدیم
محیط (P)	۱	۱۷۷^{ns}	۳٦۰**	۱۳۱**	۱۵۹**	٦۰/۹**	۲۲۲^{ns}	۳۹۰۳**	٤/۲۸**	۱٦۳**	۳۹/۳*
محیط (تکرار)	٦	۹٦/۹	۰/۷۸۰	۲/۸۳	۲/۹۷	۲/۸۹	۵۲/۹	۵/۵۹	۰/۰۷۹	۲/۰۷	۳/٤٦
ژنوتیپ (G)	۱۷	۷۷۷**	۵/۷۸**	۲٤/۱**	۱۰/٦**	۱۸/۳**	۹۲/۷**	۲۹/۳**	۰/۰٦۷*	۱/۰۸**	۵/۵۷**
G*P	۱۷	۱۵۱**	۱/۳۸^{ns}	٤/٤۰**	۱/٤۵^{ns}	۲/۷۱**	۱۰/۹^{ns}	۲۳/۹**	۰/۰۹۸**	۰/۳٤۹^{ns}	۱/۱٦^{ns}
خطای آزمایش	۱۰۲	۰/۲۳	۱/٤٦	۰/٦۷۹	۲/۰٤	۰/٦۰۰	۳/۸	۹/۱٦	۰/۰۳٤	۰/۲۳۷	۰/۸۱۱
ضریب تغییرات (%)		۹/۹۰	۷/٤۲	۱۰/۳	۱۱/۱	۱۲/۳	٤/۷	۲۳/۲	۲۳/۷	۹/۷۰	۲۳/۷

^{ns}، * و **به ترتیب بیانگر اختلاف غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می‌باشند.

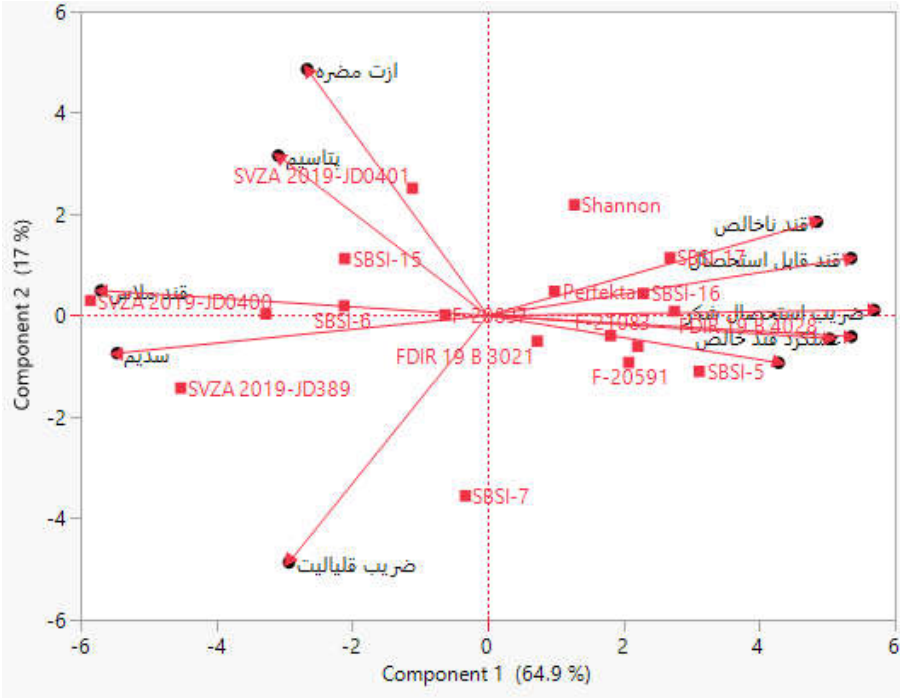
منطقه جوین

مقدار KMO در شرایط جوین برابر با ۰/۵۵۲ به دست آمد که حاکی از مناسب بودن تجزیه به عامل‌ها در این شرایط بود. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود ۹٤/۱ درصد از کل تنوع موجود در بین داده‌ها توسط سه مولفه توجیه شده است. مولفه اول با سهم ٦٤/۸۹ درصدی، مولفه دوم با سهم ۱٦/۹۹ و مولفه سوم با سهم ۱۲/۲۲ درصدی تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند.

نتایج نمایش داده شده در جدول ۵ نشان می‌دهد که دو مولفه عملکرد ناخالصی‌های ریشه شامل قند ملاس با سهم ۱۳/۲۸ درصدی و سدیم با سهم ۱۲/۲ درصدی به همراه ضریب استحصال شکر با سهم ۱۳/۲۷ درصدی بیشترین تاثیر را بر مولفه اول داشته‌اند. بر این اساس می‌توان مولفه اول را عامل کیفی نامگذاری کرد. بر این اساس در کشت زمستانه در شرایط جوین به نظر می‌رسد برداشت با رشد رویشی بیش از اندازه یا گرمای هوا برخورد داشته است که این عمل سبب کاهش عملکرد کیفی چغندر شده است. در مولفه دوم نیز هم ناخالصی های ریشه بیشترین سهم در مولفه دوم را داشت به نحوی که ۹۷/۳۶ درصد و ۳٦/۹۲ درصد از عوامل موثر بر مولفه دوم توسط ضریب قلیاییت و ازت مضره توجیه شده است. اگر چه عملکرد ریشه در مولفه اول به عنوان یک بار عاملی مثبت می‌تواند در نظر گرفته شود (با ضریب عاملی ۰/۲۷٤ و سهم ۷/۵۰۷ درصدی) اما این صفت در مولفه سوم با بار عاملی ۰/٦۵٦ و سهم ۳۱/۹۸ درصدی به همراه عملکرد قند ناخالص با سهم ۱۸/۱۳ و قند ناخالص با سهم ۱۳/۷۲ درصدی عمده‌ترین صفات موثر بر مولفه سوم بودند بر این اساس می‌توان این مولفه را عملکرد کمّی نامگذاری کرد. بر این اساس لاین‌هایی که عملکرد ریشه بیشتری داشته‌اند عملکرد قند ناخالص و قند ناخالص بیشتری را با وجود افزایش ناخالصی‌های ریشه داشتند. به عبارتی تاثیرپذیری عملکرد قند ناخالص از عملکرد ریشه بیشتر از تاثیرپذیری این مولفه از ناخالصی‌های ریشه است که این مطلب در جدول تجزیه همبستگی (جدول ٦) نیز نمایش داده شده است به نحوی که عملکرد قند ناخالص همبستگی ۰/۹٤۰ با عملکرد ریشه و همبستگی ۰/٦۳۰- با قند ملاس (به ترتیب به عنوان موثرترین عامل افزایش و کاهش عملکرد قند ناخالص) داشته است. بر این اساس مقادیر کمّی مولفه اول و مقادیر بیشتر مولفه سوم برای انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب باید مد نظر قرار گیرد. واحدی و همکاران گزارش نمودند تفسیر ۸۵/۰۷ درصد از تغییرات ۱۹ متغیر توسط چهار عامل که به صورت عامل قند خالص، عامل عملکرد قند و ریشه، عامل خصوصیات مروفولوژی ریشه و یکنواختی ریشه بیانگر کارایی بالای تجزیه عاملی در خلاصه نمودن اطلاعات داده های ۷۵ هیبرید F1 منوژرم چغندرقند می‌باشد. این موضوع هم چنین بیان می‌دارد که تنوع ژنتیکی هیبریدهای مذکور فاحش نمی باشد زیرا هرچه تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسم ازنظر صفت موردنظر بیشتر باشد درصد تغییرات کمتری در روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه عاملی توجیه خواهد شد (واحدی و همکاران، ۱۳۸۵). حمیدی و همکاران (۱٤۰۱) توسط تجزیه به عامل‌ها، انتخاب ژنوتیپ‌های کشت زمستانه چغندرقند را بررسی کردند که در نهایت با تجزیه به عامل‌های اصلی بر اساس میانگین صفات، سه عامل (عامل عملکرد، عامل قند ریشه و عامل خصوصیات کیفی ریشه) مشخص شد که مجموعاً ۹۱ درصد از تنوع موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول ٤۲/٦ درصد از تغییرات را توجیه کرد و دارای بزرگترین ضریب‌های عاملی بر روی برخی صفات بود. عامل دوم ۳۸/۲ درصد وعامل سوم ۱۰/۲ درصد از تغییرات را توجیه کردند.

جدول ۵- مقادیر ویژه و بردارهای ویژه سه مولفه اول برای صفات مختلف در کشت زمستانه چغندرقند در منطقه جوین

صفات مورد بررسی	مولفه		
	F1	F2	F3
عملکرد ریشه	۰/۲۷٤	-۰/۱۱٦	۰/۵٦٦
قند ناخالص	۰/۳۱۰	۰/۲۳۱	-۰/۳۷۰
عملکرد قند ناخالص	۰/۳۲۲	-۰/۰۵۷	۰/٤۲٦
سدیم	-۰/۳٤۹	-۰/۰۹۳	۰/۰۱۳
پتاسیم	-۰/۱۹۷	۰/۳۹٤	۰/۳۰۸
ازت مضره	-۰/۱۷۰	۰/٦۰۸	۰/۱۵۰
ضریب قلیالیت	-۰/۱۸۷	-۰/٦۰۸	-۰/۰۳۱
قند قابل استحصال	۰/۳٤۲	۰/۱٤۲	-۰/۲۹۸
ضریب استحصال شکر	۰/۳٦٤	۰/۰۱٤	-۰/۱۷٦
قند ملاس	-۰/۳٦۵	۰/۰٦۲	۰/۱۱۰
عملکرد قند خالص	۰/۳٤۳	-۰/۰۵۲	۰/۳۳۳
مقادیر ویژه	۷/۱۳۸	۱/۸۷۰	۱/۳٤٤
درصد واریانس	٦٤/۸۹٤	۱٦/۹۹۷	۱۲/۲۲۲
واریانس تجمعی	٦٤/۸۹٤	۸۱/۸۹۱	۹٤/۱۱۳



شکل ۱- نمودار بای پلات ۱۸ ژنوتیپ زمستانه کشت شده در منطقه جوین

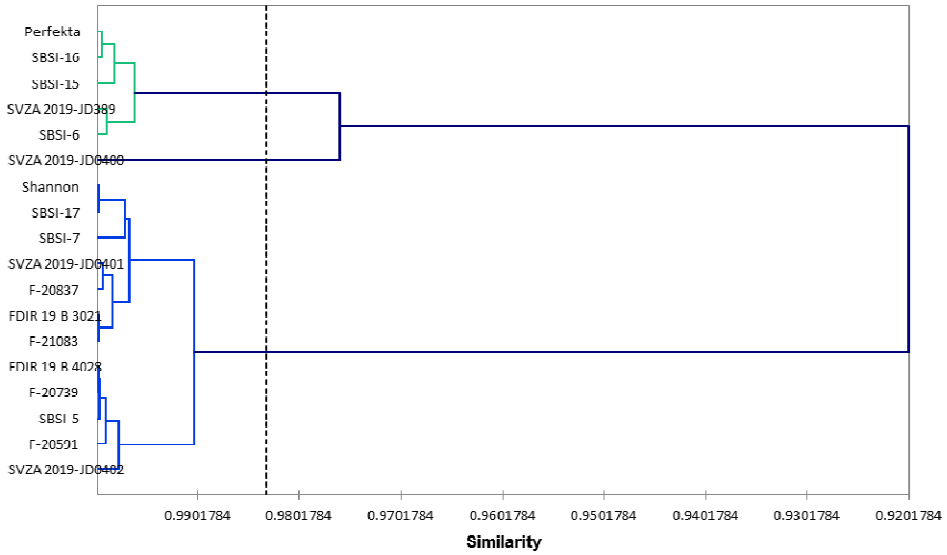
نتایج همبستگی بین صفات در جدول ٦ نشان داده شده است با توجه به اهمیت کیفی در چغندرقند، عملکرد قند ناخالص بالاترین همبستگی مثبت را با عملکرد قند خالص، عملکرد ریشه و بیشترین همبستگی منفی را با ضریب قلیاییت (۰/٦۹۹-) و با محتوی سدیم (۰/٤۷۷-) داشت. در مطالعه حمیدی و همکاران نیز همبستگی عملکرد قند خالص و قند ناخالص ۰/۹۹ گزارش شد. در مطالعه نامبردگان محتوی سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، ضریب قلیاییت و درصد قند ملاس همبستگی منفی با عملکرد قند خالص و عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت با عملکرد قند خالص داشتند(حمیدی و همکاران، ۱٤۰۱). رابطه معنی‌دار و همبستگی مثبت بین عملکرد قند خالص به عنوان یکی از صفات کیفی و کمّی مهم در انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب در مطالعات غفاری و همکاران، عبداللهیان نوقانی و همکاران نیز گزارش شده است (عبدالهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸٤؛ غفاری و همکارن، ۱۳۹۵). حمیدی و همکاران (۱۳۹۷) در نتایج همبستگی بین صفات در کشت پاییزه منطقه جوین نشان دادند که عملکرد قند خالص همبستگی ۰/۹۹۲ با عملکرد ناخالص داشت عملکرد ریشه با همبستگی ۰/۹٤ و ضریب استحصال شکر با همبستگی ۰/۸۰۲ بعد از عملکرد قند ناخالص بیشترین همبستگی را با عملکرد قند خالص داشتند در حالیکه قند ملاس با ضریب همبستگی ۰/۸۳٦- ، سدیم با ضریب همبستگی ۰/۸۱۲- و ضریب قلیایت با همبستگی ۰/٤۲٤- بیشترین صفات کاهش دهنده عملکرد قند خالص بودند. احمدی و همکاران (۱۳۹٦) امکان کشت پاییزه چغندرقند در جنوب استان خراسان رضوی را مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق نشان داد که در کشت پاییزه چغندرقند در منطقه جنوب خراسان رضوی عملکرد قند سفید با عملکرد ریشه r=۰/٦۰ و درصد قند r=۰/٥٤ ضریب استحصال r=۰/٤۰ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.

جدول ٦- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات کمّی و کیفی چغندرقند زمستانه در منطقه جوین (قطر بالا) و منطقه تربت‌جام (قطر پایین)

متغییر	عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص	عملکرد قند ناخالص	سدیم	پتاسیم	ازت مضره	ضریب قلیالیت	قند قابل استحصال	ضریب استحصال شکر	قند ملاس	عملکرد قند خالص
عملکرد ریشه	۱	۰/۲۸۳	۰/۹۷٤	-۰/٦۲٤	-۰/۲۸۱	-۰/۳۳۱	-۰/۲۷۰	۰/٤۱۳	۰/٥٦۷	-۰/٦۳۰	۰/۹٤۰
درصد قند ناخالص	۰/۱۹۷	۱	۰/٤۸۸	-۰/۷۸۹	-۰/٤۲۹	-۰/۱۸٦	-۰/٦٥٦	۰/۹۸۰	۰/۸۹۲	-۰/۸۱۱	۰/٥۷۹
عملکرد قند ناخالص	۰/۹۷۲	۰/٤۱۷	۱	-۰/۷٥۳	-۰/۳٦۱	-۰/۳٥۲	-۰/۳۹٦	۰/٦۰٤	۰/۷۲٦	-۰/۷٦٦	۰/۹۹۲
سدیم	-۰/۳٤٦	-۰/۳۲۸	-۰/۳۹۸	۱	۰/۲٦۸	۰/۳۸۳	۰/٥۱۸	-۰/۸۷۹	-۰/۹٤٦	۰/۹٥۱	-۰/۸۱۳
پتاسیم	-۰/۰٤٦	-۰/٥٦٦	-۰/۱۷٥	۰/٤۲۱	۱	۰/٦۲۱	-۰/۰۹٥	-۰/٤۹۰	-۰/٥۲۷	۰/٥٥۲	-۰/٤۱۸
ازت مضره	۰/٤۱۳	-۰/۰٦۰	۰/۳۷۷	۰/۲٦٤	۰/٤۲۹	۱	-۰/٤۹٥	-۰/۳۱۸	-۰/٤۷۸	۰/٥٥۲	-۰/۳۹٤
ضریب قلیالیت	-۰/٦٤٦	-۰/۲۲٦	-۰/٦٦۲	۰/۲۱۰	-۰/۰۱۳	-۰/۸۳٦	۱	-۰/٥۹۷	-۰/٤۷٥	۰/۳۹٦	-۰/٤۲٤
قند قابل استحصال	۰/۲٤۱	۰/۹٦۳	۰/٤٤۹	-۰/٥٤۹	-۰/٦۸۹	-۰/۱۷۳	-۰/۲۲۲	۱	۰/۹٦٤	-۰/۹۱۱	۰/٦۹۲
ضریب استحصال شکر	۰/۳۳۲	۰/۷۷٦	۰/٤۸٥	-۰/۸۰٤	-۰/۷٤٤	-۰/۳۱۳	-۰/۱۸۲	۰/۹۱۲	۱	-۰/۹۸٦	۰/۸۰۳
قند ملاس	-۰/۲٦۱	-۰/٤۸۲	-۰/۳٥٥	۰/۹۱۹	۰/۷٤٤	۰/٤۰٦	۰/۱۲۳	-۰/٦۹۹	-۰/۹۱٤	۱	-۰/۸۳٦
عملکرد قند خالص	۰/۹٤۰	۰/٤۹۹	۰/۹۹۲	-۰/٤۷۷	-۰/۲۷۲	۰/۳۱۳	-۰/٦٤۹	۰/٥٤۷	۰/٥۸٤	-۰/٤٥٦	۱

در بررسی تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های زمستانه کشت شده در شرایط جوین ۳ کلاس یا خوشه شناسایی شد. میانگین صفات مورد بررسی در هر خوشه در جدول ۷ و میانگین ژنوتیپ انتخاب شده در هر خوشه در جدول ۸ نمایش داده شده است. بر این اساس بیشترین ژنوتیپ‌ها در خوشه اول قرار گرفتند که شامل ژنوتیپ‌های SBSI-17، SBSI-7، SBSI-5، F-20591، F-21083، F-20837 ، F-20739، FDIR19B4028 ، FDIR19B3021 ، SVZA2019-JD0401 ، SVZA2019-JD0402 و Shannon بودند در خوشه دوم ژنوتیپ‌های SBSI-16، SBSI-6، SBSI-15، SVZA2019-JD389 و Perfekta قرار داشتند و ژنوتیپ SVZA2019-JD0400 تنها ژنوتیپ قرار گرفته در خوشه سوم بود. در خوشه اول ژنوتیپ FDIR19B3021 و در خوشه دوم ژنوتیپ SBSI-6 به عنوان نماینده گروه انتخاب شد

که می‌تواند به عنوان لاین‌های مناسب جهت کشت زمستانه در شرایط جوین مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۲- خوشه‌بندی ۱۸ ژنوتیپ چغندرقند در کشت زمستانه در منطقه جوین به روش Ward بر اساس میزان شباهت

جدول ۷- میانگین صفات مورد بررسی در هر خوشه در کشت زمستانه چغندرقند در منطقه جوین

خوشه	عملکرد ریشه	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند خالص	قند ناخالص	قند قابل استحصال	ضریب استحصال شکر	قند ملاس	سدیم	پتاسیم	ازت مضره	ضریب قلیالیت
	تن در هکتار			درصد			میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر				
۱	۵۳/۱	۷/۸	٦/٤	۱٤/۷	۱۲/۰	۸۱/۱	۲/۱	۳/۰	۳/۹	۱/۰	۷/٦
۲	۳۸/۵	۵/۷	٤/٦	۱٤/۷	۱۱/۸	۷۹/٦	۲/۳	۳/٤	٤/۱	۰/۹	۸/۲
۳	۲۲/۷	۳/۱	۲/۳	۱۳/۸	۱۰/۱	۷۲/۵	۳/۱	۵/۸	۳/۹	۱/۱	۸/۵

جدول ۸- مقادیر صفات مورد بررسی برای لاین انتخاب شده در هر خوشه در کشت زمستانه چغندرقند در منطقه جوین

خوشه (نماینده خوشه)	عملکرد ریشه	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند خالص	قند ناخالص	قند قابل استحصال	ضریب استحصال شکر	قند ملاس	سدیم	پتاسیم	ازت مضره	ضریب قلیالیت
	تن در هکتار				درصد			میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر			
۱(FDIR19B3021)	۵۲/۵	۷/۷۸	٦/۳۱	۱٤/۷۵	۱۱/۹۳	۸۰/۳۳	۲/۲۳	۳/۵۵	۳/۵۹	۰/۹٤	۷/۵۷
۲(SBSI-6)	۳۷/۱	۵/۲۵	٤/۱٦	۱٤/۰۰	۱۱/۰۲	۷۸/٤۹	۲/۳۸	۳/۰۲	٤/۵۸	۰/۹۱	۸/٤۷
۳(SVZA2019-JD0400)	۲۲/۷	۳/۱۲	۲/۲۷	۱۳/۸۳	۱۰/۱۱	۷۲/۵۳	۳/۱۲	۵/۷٦	۳/۹٤	۱/۱٤	۸/٤۸

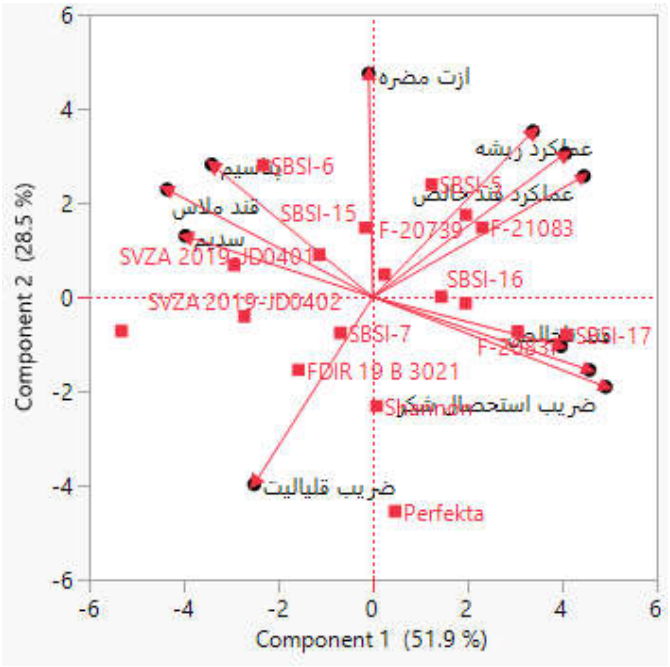
منطقه تربت‌جام

نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی نشان داد که سه مولفه اول ۹۰ درصد واریانس کل داده ها را توجیه می‌کند که سهم مولفه اصلی ۵۱/۹ درصد، سهم مولفه دوم ۱۸/۵ درصد و سهم مولفه سوم ۹/٦ درصد بود. همانند آنچه که در تجزیه مولفه‌های اصلی در کشت جوین مشاهده شد در شرایط کشت تربت جام نیز قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، قند قابل استحصال، ضریب استحصال شکر و عملکرد قند خالص بیشترین سهم و همبستگی

مثبت و میزان سدیم، پتاسیم و قند ملاس همبستگی منفی در مولفه اول داشت که می‌توان این مولفه را عملکرد کیفی نامگذاری کرد. در مولفه دوم ازت مضره بیشترین سهم مثبت و ضریب قلیاییت بیشترین سهم منفی را به خود اختصاص دادند. در این مولفه سهم عملکرد ریشه نیز قابل توجه بود بر این اساس می‌توان مولفه دوم را عملکرد کمّی نامگذاری کرد(جدول ۹). در مولفه اول ضریب استحصال شکر با سهم ۱٤/۹ درصد بیشترین نقش را در مولفه اول داشت. سهم قند قابل استحصال ۱۲/۹۷ درصد عملکرد قند خالص ۱۲/۳ درصد بود در مولفه دوم هم بیشترین سهم را در تعیین مولفه دوم ازت مضره (۲۵/۳)، ضریب قلیاییت (۱۷/۸ درصد) و عملکرد ریشه (۱۳/۹ درصد) را به خود اختصاص داد. جلیلیان و همکاران (۱۳۹٦) در نتایج تجزیه به عامل‌ها در بررسی تحمل به سرما در ارقام مختلف چغندرقند در مرحله گیاهچه‌ای نشان دادند ٤ عامل پنهانی شناسایی شده، درمجموع ۷۱/۷ درصد تغییرات را توجیه نمودند. عامل اول ۲۳/٤٥ درصد را توجیه کرد. در این عامل صفات فلورسانس کلروفیل و ارتفاع اندام هوایی در جهت مثبت بالاترین نقش را داشتند. ژنوتیپی که از نظر این عامل امتیاز بالایی داشته باشد متحمل محسوب می‌شود. عامل دوم ۱۸/٦ درصد از تغییرات را توجیه نمود در این عامل دو صفت میزان پرولین و وزن تر ریشه در جهت مثبت مهم بودند که هر دو در تحمل به تنش نقش دارند. عامل سوم ۱٦/۲ درصد از تغییرات را توجیه نمود در این عامل صفت شاخص تحمل به تنش و میزان سبزینگی مثبت و بالاترین مقادیر هستند بنابراین این عامل را می توان عامل تحمل به سرما نامگذاری کرد و عامل چهارم ۱۳/۳ درصد تغییرات را توجیه کردند.

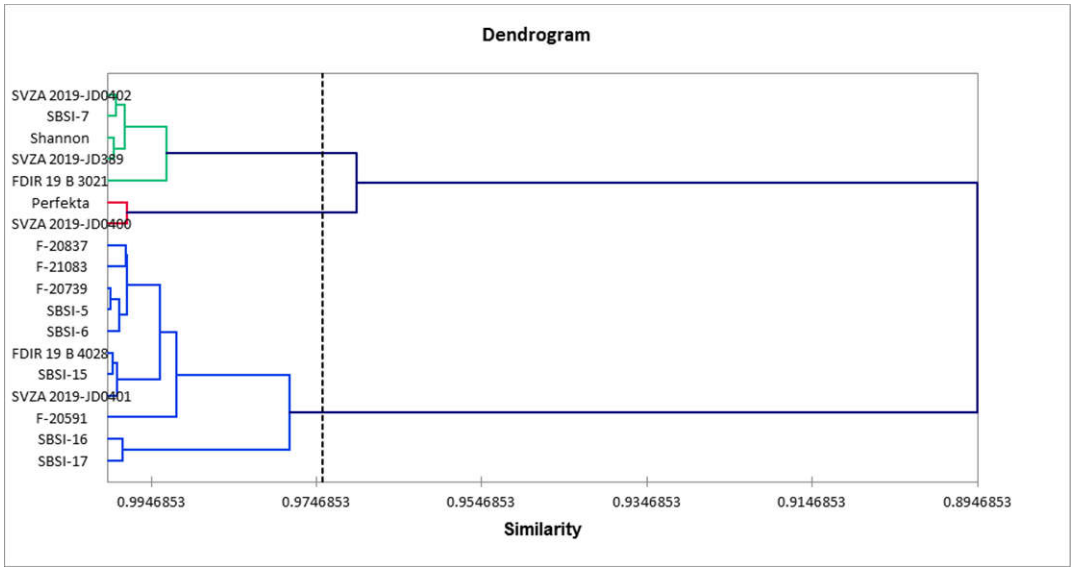
جدول ۹- مقادیر ویژه و بردارهای ویژه سه مولفه اول برای صفات مختلف در کشت زمستانه چغندرقند در منطقه تربت‌جام

صفات مورد بررسی	مولفه		
	F1	F2	F3
عملکرد ریشه	۰/۲٦٦	۰/۳۷٤	-۰/۲٦۷
قند ناخالص	۰/۳۱۳	-۰/۱۱۱	۰/٥۸۲
عملکرد قند ناخالص	۰/۳۲۰	۰/۳۲٤	-۰/۱۰۸
سدیم	-۰/۳۱۲	۰/۱۳۸	۰/٤۷٥
پتاسیم	-۰/۲٦۹	۰/۲۹۹	-۰/۱٤۰
ازت مضره	-۰/۰۰۷	۰/٥۰٤	۰/۲۷۱
ضریب قلیالیت	-۰/۱۹۸	-۰/٤۲۲	-۰/۱۳۳
قند قابل استحصال	۰/۳٦۰	-۰/۱٦٥	۰/۳۸٤
ضریب استحصال شکر	۰/۳۸۷	-۰/۲۰۲	۰/۰۰۹
قند ملاس	-۰/۳٤۳	۰/۲٤۳	۰/۲۹۷
عملکرد قند خالص	۰/۳٥۱	۰/۲۷۳	-۰/۰۸۷
متغییر	٥/۷۰۷	۳/۱۳٦	۱/۰٥۳
عملکرد ریشه	٥۱/۸۸٤	۲۸/٥۰٥	۹/٥۷۰
قند ناخالص	٥۱/۸۸٤	۸۰/۳۹۰	۸۹/۹٦۰



شکل ۳- نمودار بای پلات ۱۸ ژنوتیپ زمستانه کشت شده در منطقه تربت‌جام

در بررسی تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های زمستانه در شرایط تربت جام، نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره SBSI-17، SBSI-16، SBSI-6، SBSI-15، SBSI-5، F-20591، F-21083، F-20837 ، F-20739، FDIR19B4028 و SVZA2019-JD0401 در خوشه اول قرار گرفتند و در خوشه دوم ژنوتیپ SBSI-7، FDIR19B3021 ، SVZA2019-JD0402 ، SVZA2019-JD389 ، Shannon و Perfekta و ژنوتیپ SVZA2019-JD0400 در خوشه سوم قرار گرفتند (شکل ٤). در خوشه اول و هم در خوشه دوم ضریب استحصال شکر، عملکرد ریشه، ضریب قلیاییت، قند قابل استحصال و عملکرد قند ناخالص سهم نسبی بیشتری در قرار دادن گروه‌ها در خوشه اول و دوم را داشتند. با توجه به فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌های این دو خوشه می‌توان از نماینده هر گروه جهت برنامه‌های دورگه گیری و بدست آوردن تنوع مطلوب جهت فعالیت‌های بهنژادی در برنامه‌های آتی جهت تولید ارقام مناسب کشت زمستانه استفاده کرد که بر این اساس در خوشه ۱ ژنوتیپ FDIR19B4028 و در خوشه دوم ژنوتیپ Shannon به عنوان نماینده گروه انتخاب شد. میانگین صفات مورد بررسی در هر خوشه در جدول ۱۰ و میانگین ژنوتیپ انتخاب شده در هر خوشه در جدول ۱۱ نمایش داده شده است. رجبی و همکاران (۱۳۸۱) با بررسی تنوع ژنتیکی در ٤۹ توده چغندرقند برای صفات زراعی و کیفیت محصول و انجام تجزیه کالستر نشان دادند که جمعیت مورد نظر در چهار کلاستر قرار گرفتند. حمیدی و همکاران (۱۳۹۷) با ارزیابی هیبریدهای تست کراس چغندرقند در شرایط تنش رطوبتی مزرعه نشان دادند که با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه کالستر ژنوتیپ‌ها برای صفت عملکرد قند ناخالص در سه گروه عمده قرار گرفتند. نبی‌زاده و همکاران در ارزیابی روابط بین صفات کمّی و کیفی ژنوتیپ‌های چغندرقند بر اساس نتایج حاصل از تجزیه کلاستر، با برش دندروگرام از محل های مختلف در سه گروه تقسیم بندی شدند. نبی‌زاده و فتاحی (۱۳۹۷) در بررسی مقاومت ارقام مختلف چغندرقند به جدایه ایرانی ویروس پیچیدگی شدید بوته چغندر با استفاده از همسانه عفونتزای ویروس با استفاده از تجزیه کلاستر ارقام را از نظر حساسیت به سه گروه شامل متحمل، حساس و خیلی حساس تقسیم کردند کولایی و همکاران (۱۳۸۹) در گروهبندی رگه‌های اصلاحی چغندرقند نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه مشاهده نمودند که رگه‌های انتخابی فاصله اقلیدسی ۱۰ در سه گروه اصلی و هشت زیر گروه فرعی قرار داشتند به طوریکه رگه‌های ۱۲، ٥٤ و ۷۷ در یک گروه فرعی جدا قرار گرفتند این رگه‌ها بیشترین شدت آلودگی و کمترین شاخص برداشت را نسبت به رگه‌ها و شاهد مقاوم داشتند.



شکل ٤- خوشه‌بندی ۱۸ ژنوتیپ چغندرقند در کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام به روش Ward بر اساس میزان شباهت

جدول ۱۰- میانگین صفات مورد بررسی در هر خوشه در کشت زمستانه چغندرقند در منطقه تربت‌جام

خوشه	عملکرد ریشه	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند خالص	قند ناخالص	قند قابل استحصال	ضریب استحصال شکر	قند ملاس	سدیم	پتاسیم	ازت مضره	ضریب قلیالیت
	تن در هکتار				درصد			میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر			
۱	٥٧/٤	١٠/٣	٨/١٤	١٨/٠٤	١٤/٢	٧٨/٥	٣/٢٢	٤/٠٤	٦/٠٧	٠/٦٦	١٦/١
۲	٤١/٢	٧/٣٢	٥/٦١	١٧/٧	١٣/٥	٧٦/٤	٣/٥٣	٤/٨٩	٦/١٦	٠/٥٥	٢٠/٩
۳	٢٧/٤	٤/٧٦	٣/٧٢	١٧/١٥	١٣/٢	٧٦/٢	٣/٢٦	٤/٣٠	٥/٩٨	٠/٤٩	٢٢/٢

جدول ۱۱- مقادیر صفات مورد بررسی برای لاین انتخاب شده در هر خوشه در کشت زمستانه چغندرقند در منطقه تربت‌جام

خوشه (نماینده خوشه)	عملکرد ریشه	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند خالص	قند ناخالص	قند قابل استحصال	ضریب استحصال شکر	قند ملاس	سدیم	پتاسیم	ازت مضره	ضریب قلیالیت
	تن در هکتار			درصد			میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر				
۱(FDIR19B4028)	٥٧/٥	١٠/٤	٨/٣٧	١٨/٢	١٤/٥	٨٠/٢	٢/٩٨	٣/٥١	٥/٩٢	٠/٥٥٨	١٧/٤
۲(SVZA2019-JD0402)	٤٣/٥	٧/٠٩	٥/٣١	١٦/٢	١٢/١	٧٤/٣	٣/٥٢	٤/٦٢	٦/٤١	٠/٥٣٨	٢١/٢
۳(Perfekta)	٣٠/٥	٥/٥٧	٤/٥٧	١٨/٢	١٤/٩	٨١/٩	٢/٦٧	٣/٠٥	٥/٥٣	٠/٣٥٨	٢٤/١١

همبستگی بین صفات در جدول ٦ نشان داده شده است با توجه به اهمیت کیفی در چغندرقند، عملکرد قند ناخالص بالاترین همبستگی مثبت را با عملکرد قند ناخالص (۰/۹۹)، عملکرد ریشه (۰/۹۷) و بیشترین همبستگی منفی را با ضریب قلیاییت (۰/٦٦-) و با محتوی سدیم (۰/۳۹۸-) داشت که با نتایج به دست آمده برای شرایط جوین مشابه بود. در گزارش واحدی و همکاران (۱۳۸۵) در ارزیابی ارقام مختلف چغندرقند، نشان دادند 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 دارد(حیدری و همکاران، ۱۳۹۷). فتوحی و همکاران (۱۳۹۶) با محاسبه ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان دادند که در شرایط نرمال، عملکرد قندخالص با صفات عملکرد ریشه، درصد قندناخالص، درصد استحصال، آب نسبی برگ و کارایی مصرف آب همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات سدیم، پتاسیم و درصد قند ملاس همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. غفاری و همکاران (۱۳۹۵) اظهار داشتند عملکرد قند خالص با صفات عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت مقدار سدیم ریشه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان دادند.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که در منطقه جوین ژنوتیپ FDIR19B3021 و در منطقه تربت‌جام ژنوتیپ FDIR19B4028 ژنوتیپ‌های مناسب برای کشت زمستانه چغندرقند می‌باشد. با توجه به وجود تنوع کافی در بین صفات مورد بررسی، گزینش جهت بهبود صفات زراعی مورد نظر می‌تواند مفید باشد. به دلیل اینکه عملکرد قند ناخالص به عنوان یک صفت مطلوب در چغندرقند اهمیت دارد و همچنین به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. دست‌ورزی و گزینش مستقیم برای عملکرد قند ناخالص به نظر می‌رسد مؤثر نخواهد بود اما از طریق بهبود صفاتی که دارای همبستگی مثبت (عملکرد ریشه) یا کاهش صفاتی که دارای همبستگی منفی (ناخالصی های ریشه) با عملکرد قند ناخالص دارند می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب زمستانه را گزینش و اصلاح کرد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در انتخاب ژنوتیپ مناسب باید خصوصیات کیفی موثر در کیفیت چغندر قند علاوه بر بالابودن عملکرد ریشه به عنوان یک صفت کمّی باید توسط محقق مدنظر قرار گیرد.

منابع

احمدی، ک.، ح. ر. عبادزاده، ف. حاتمی، ش. محمدنیا افروزی، ا. اسفندیاری پور و ر. عباس طاقانی. ۱٤۰۰. آمارنامه کشاورزی جلد اول. قابل دسترس https://www.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3352

احمدی، م.، د. فتح اله طالقانی و ح. ع. شهبازی. ۱۳۹٦. بررسی امکان کشت پاییزه چغندرقند در جنوب استان خراسان رضوی. مجله چغندرقند، ۳۳(۱): ۳۳-٤٦.

جلیلیان، م.، م. دهداری، ر.ا. فهلیانی و م.م. دهنوی. ۱۳۹٦. بررسی تحمل به سرما در ارقام مختلف چغندرقند (*Beta vulgaris L.*) در مرحله گیاهچه ای. مجله تنشهای محیطی در علوم زراعی، ۱۰(۳): ٤۷۵-٤۹۰.

حمیدی، ح.، م. احمدی و د. طالقانی. ۱٤۰۱. انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب کشت زمستانه (انتظاری) چغندرقند (*Beta vulgaris L.*) در منطقه تربت‌جام. پژوهشهای زراعی ایران، ۲۰(۳): ۳۳۵-۳٤۸.

حمیدی، ح.، م. احمدی، س.س. رمضانپور، ع. معصومی و س. خرمیان. ۱۳۹۷. ارزیابی تنوع ژنتیکی لینه‌های نیمه خواهری چغندرقند تحت تنش رطوبتی مزرعه. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱۰(۲۸): ۱٤۵-۱۵٤.

حیدری، ش.، م. پناهی و ک. فتوحی. ۱۳۹۷. ارزیابی ارقام مختلف چغندرقند در شرایط اگرو اکولوژیکی منطقه میاندوآب با استفاده از روش‌های چند متغیره آماری در تنش خشکی. پژوهش های زراعی در حاشیه کویر، ۱۳(۳): ۲۰۱-۲۱۸.

دیهیم فرد، ر. و س. رحیمی مقدم. ۱۳۹٦. ارزیابی و مقایسه عملکرد چغندرقند در کشت بهاره و پاییزه در شهرستان‌های مشهد و نیشابور با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۲(۳): ۱۵۷-۱۸۰.

رجبی، ا.، م. مقدم، ف. رحیم زاده خویی، م. مصباح و ذ.ا. رنجی. ۱۳۸۱. ارزیابی تنوع ژنتیکی در توده‌های چغندرقند برای صفات زراعی و کیفیت محصول. علوم کشاورزی ایران،۳۳(۳): ۵۵۳-۵٦۷.

سلطانی، ج.، ح. حمیدی، م. احمدی، ج. رضایی و م. کاکوئی نژاد. ۱٤۰۰. مقایسه خصوصیات کمّی و کیفی ارقام چغندرقند در کشت بهاره و پاییزه تحت شرایط آلوده به بیماری ریزومانیا. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۸(۱): ۱۱۵-۱۲٦.

عبدالهیان نوقابی، م.، ر. شیخ الاسلامی و ب. بابایی. ۱۳۸٤. اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند، اختصارات فنی. مجله چغندرقند، ۲۱(۱): ۱۰۱-۱۰٤.

عبدالهیان نوقابی، م.، ز. ردایی الاملی، غ. اکبری و س. سادات نوری. ۱۳۹۰. تاثیر تنش خشکی شدید پس از استقرار بوته روی خصوصیات مرفولوژیکی، کمّی و کیفی ۲۰ ژنوتیپ چغندرقند. مجله علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ٤۲(۳): ٤٥۳-٤٦٤.

غفاری، ا.، ا. رجبی، ع. ایزدی دربندی، ف. روزبه و ر. امیری. ۱۳۹٥. ارزیابی هیبریدهای جدید مونوژرم چغندرقند از نظر تحمل به خشکی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۸(۱۷): ۸-۱٦.

فتوحی، ک.، ا.م. هروان، ا. رجبی و ر.ع. نژاد. ۱۳۹٦. بررسی تغییرات ژنتیکی برای تحمل به خشکی در فامیل‌های ناتنی چغندرقند. مجله چغندرقند، ۳۳(۱): ۱-۱٦.

کولایی، ح.ا.، س. محمودی و م. حسنی. ۱۳۸۹. ارزیابی مقاومت رگه های اصلاحی چغندرقند نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه. مجله چغندرقند، ۲٦(۱): ۳۱-٤۲.

نبی زاده، ا. و ک. فتوحی. ۱۳۹۷. ارزیابی روابط بین صفات کمی و کیفی در ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت شرایط آلودگی با بیماری رایزوکتونیا. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱۰(۲۷): ۱۰.

واحدی، س.، م. مصباح، و.ا .یوسف آبادی، ر. امیری، م. بی همتا و م. دهقان شعار. ۱۳۸٥. مطالعه ارتباط صفات زراعی با ویژگی‌های مرفولوژیک ریشه و تعیین صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیار قند در ژرم پلاسم منوژرم چغندرقند. مجله چغندرقند، ۲۲(۲): ۱۹-۳٤.

Abbasi, Z., A. Arzani., MM. Majidi. 2014. Evaluation of genetic diversity of sugar beet (Beta vulgaris L.) crossing parents using agro-morphological traits and molecular markers. Journal of Agricultural Science and Technology, 16(6):1397-411.

Anonymous. 2021. Food and Agriculture Data. Http://www.Fao.Org/faostat/en/#data/qc. Accessed 14 nov 2021.

Evaluation and selection of different genotypes of sugar beet for winter cultivation in Razavi Khorasan province

M. Fazel[۱], M.R. Azimi[۲], M. Ahmadi[۳], M. Armin[۴], H. Hamidi[۵]

Received: 2022-11-05 Accepted: 2023-03-07

Abstract

To evaluation and selection of different genotypes of sugar beet for winter cultivation in Razavi Khorasan province, a randomized complete block design with four replications was conducted separately in two regions (Jovin and Torbet-Jam) in 2018-19.In the Jovein region, 94.11 percent of the total variation in the data was explained by three components. Based on these findings, the characteristics of molasses sugar, sodium content, sugar extraction coefficient, and root yield are the most appropriate selection criteria for winter planting genotypes. Using Ward's method, cluster analysis revealed that the investigated genotypes were distributed into three clusters in both regions. FDIR19B3021 genotype in the first cluster of the Jovin region and FDIR19B4028 genotype in the Torbet-Jam region, SBSI-6 and SVZA2019-JD0402 genotypes in the second cluster as desirable genotypes for the Jovin and Torbet-Jam regions, and SVZA2019-JD0400 genotype in the third cluster. The Perfekta variety was selected as the Torbet-Jam representative for the Jovin region. The results of the experiment demonstrated that the genotypes used in the two regions are distinct, and that the increase in root impurities is a problem associated with winter cultivation, despite the fact that the root yield is maximized. The FDIR19B3021 genotype is recommended in the Jovin region, while the FDIR19B4028 genotype can be suggested in the Torbet-Jam region.

Keywords: Cluster analysis, Principal components analysis, Sugar beet, Winter planting.

۱ Ph.D. Student of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.

2- Associate professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.

3- Associate professor, Sugar beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Mashhad, Iran.

4- Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Sabzevar, Iran.

5- Researcher, Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Mashhad, Iran