



Selection of Suitable Sugar Beet Genotypes for Winter Sowing (Pending) in Torbat-e-Jam Region

H. Hamidi¹, M. Ahmadi^{2*}, D. Taleghani³

Received: 17-01-2022
Revised: 29-03-2022
Accepted: 17-04-2022

How to cite this article:

Hamidi, H., Ahmadi, M., and Taleghani, D. 2022. Selection of Suitable Sugar Beet Genotypes for Winter Sowing (Pending) in Torbat-e-Jam Region. Iranian Journal of Field Crops Research 20 (3): 335-348. (in Persian with English abstract). DOI: [10.22067/jcsc.2022.74787.1138](https://doi.org/10.22067/jcsc.2022.74787.1138).

Introduction

Most areas under spring sugar beet cultivation face severe water restrictions and increasing the area under cultivation of this crop in most of these areas is contrary to the principle of conservation of water and soil resources. The use of new areas for winter sugar beet cultivation should be the area under cultivation of this crop in hot and dry areas. Therefore, winter sowing (pending) of sugar beet with emphasis on the limitations of the country's water resources has been proposed as a solution.

Materials and Methods

In this study, the quantitative and qualitative yield of 16 sugar beet genotypes in winter planting were studied as a randomized complete block design with four replications in the Torbat-e-Jam region in the two cropping years (2020-2021 and 2021-2022). The studied genotypes included F-20739, F-20837, F-21083, SBSI-5, SBSI-15, SVZA 2019-JD389, SVZA 2019-JD0402, SVZA 2019-JD0400, SVZA 2019-JD0401, FDIR 19 B 3021, FDIR 19 B 4028, F-20591, SBSI-6, SBSI-16, SBSI-7 and SBSI-17 are the breeding populations obtained from the gene bank of the Sugar Beet Seed Breeding Research Institute. In this research, traits such as root yield, sugar content, sugar yield, white sugar yield, Na, K, N, alkalinity, molasses sugar, white sugar content, and extraction coefficient of sugar were measured. Data were analyzed using SAS 9.1 software. The analysis of variance on test data and comparison to the middle of the Duncan test was performed at the 5% level. Factor analysis was calculated to identify the main factors using MINITAB software. Cluster analysis of the studied genotypes was obtained after standardizing the data by the Ward method and using Euclidean distance criterion with the help of SPSS software.

Results and Discussion

The results of the combined analysis of variance showed that there was a significant difference between different genotypes of sugar beet at the level of 1% probability for all studied traits except for nitrogen content. The mean comparison showed that the SBSI-15 genotype had the highest root yield (60.66 ton/ha). It should be noted that this genotype in terms of yield index traits did not show significantly different from genotypes F-20739, SBSI-15, SVZA 2019-JD389, SVZA 2019-JD0402, SVZA 2019-JD0400, SVZA 2019-JD0401, and FDIR 19 B 4028. Also, the F-20739 genotype had the highest amounts of sugar content (19.5%), white sugar content (16.3%) and extraction coefficient of sugar (83.2%) and the lowest amount of potassium (4.24 meq .100 g⁻¹ of root weight) and Molasses sugar (2.7%). In addition, the highest sugar yield (10.69 t/ha) and white sugar yield (8.68 t/ha) were in FDIR 19 B 3021 genotype. Investigating the correlation of traits showed the highest

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

2- Associate Professor, Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

3- Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Iran

(*- Corresponding Author Email: ahmadi50_masoud@yahoo.com)

DOI: [10.22067/jcsc.2022.74787.1138](https://doi.org/10.22067/jcsc.2022.74787.1138)

positive and significant correlation was between sugar yield and white sugar yield (0.99**) and the highest negative and significant correlation was between extraction coefficient of sugar and molasses sugar (-0.95**). Principal factor analysis based on the mean of the traits identified three factors that accounted for a total of 91% of the variability between the data. SBSI-15, SVZA 2019-JD0398, SVZA 2019-JD0402, SVZA 2019-JD0400, SVZA 2019-JD0401, FDIR 19 B 3021, and FDIR 19 B 4028 genotypes are distinguished different from other genotypes and they were as superior genotypes in terms of yield index traits. The dendrogram generated from the cluster analysis for white sugar yield classified genotypes into three main groups.

Conclusion

In general, SVZA 2019-JD0401, FDIR 19 B 3021, and FDIR 19 B 4028 genotypes were introduced as superior genotypes with the highest white sugar yield and suitable for winter sowing in Torbat-e Jam region.

Keywords: Cluster analysis, Correlation, Factor analyze, White sugar yield

مقاله پژوهشی

جلد ۲۰، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص ۳۴۸-۳۳۵

انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب کشت زمستانه (انتظاری) چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) در منطقه تربت جام

حسن حمیدی^۱، مسعود احمدی^{۲*}، داریوش طالقانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸

چکیده

کشت زمستانه (انتظاری) چغندر قند در مقایسه با کشت بهاره به دلیل استفاده از نزولات جوی و کارایی بیشتر مصرف آب در مناطق نیمه‌خشک از اهمیت زیادی برخوردار است. به منظور ارزیابی عملکرد کمی و کیفی و شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب برای کشت زمستانه، ۱۶ ژنوتیپ چغندر قند در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در منطقه تربت جام در دو سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای نیتروژن مضره وجود داشت. مقایسه میانگین نشان داد ژنوتیپ SBSI-15 دارای بیشترین عملکرد ریشه (۶۰/۶۶ تن در هکتار) بود. همچنین، بیشترین مقدار قند ناخالص (۱۹/۵ درصد)، قند خالص (۱۶/۳ درصد) و ضریب استحصال شکر (۸۳/۲ درصد) و کمترین میزان پتاسیم (۴/۲ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) و قند ملاس (۲/۷ درصد) در ژنوتیپ F-20739 مشاهده شد. علاوه بر این، بیشترین عملکرد قند ناخالص (۱۰/۶۹ تن در هکتار) و عملکرد قند خالص (۸/۶۸ تن در هکتار) در ژنوتیپ FDIR 19 B 3021 وجود داشت. بررسی همبستگی صفات، بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را بین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص (۰/۹۹**) و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار را بین ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس (۰/۹۵**) نشان داد. همچنین، نمودار بای‌پلات پراکنش ژنوتیپ‌ها بر روی دو عامل اول نشان داد ژنوتیپ‌های SBSI-15، FDIR 19 B 3021، SVZA 2019-JD0401، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0398 و 19 B 4028 از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز و به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر صفات شاخص عملکرد بودند. با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای می‌توان ژنوتیپ‌ها را برای صفت عملکرد قند خالص در سه گروه عمده قرار داد. به طور کلی، ژنوتیپ‌های SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر دارای بیشترین عملکرد قند خالص و مناسب برای کشت زمستانه در منطقه تربت جام معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، عملکرد قند خالص، همبستگی

مقدمه

اقلیمی خشک کشور ما تولید محصولاتی چون چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) به دلیل نیاز آبی فراوان در بهار و تابستان به‌ویژه در مناطقی مانند خراسان، اصفهان و کرمان با مشکل کمبود آب روبه‌رو است. در این مناطق، برای افزایش راندمان مصرف آب راهکارهای گوناگونی مطرح شده که یکی از آنها تولید چغندر قند پاییزه و زمستانه می‌باشد. کشت زمستانه چغندر قند قبلاً در استان خوزستان انجام گرفته است، این کشت جزء زراعت‌های جوان منطقه بود که پس از مطالعات سال ۱۳۴۲ مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد و تحقیقات به عمل آمده بعدی به‌عنوان یکی از محصولات اقتصادی و استراتژیک منطقه معرفی گردید (Jahadakbar et al., 2013).

چغندر قند یکی از محصولات صنعتی بخش کشاورزی است که نقش مهمی در تأمین قند و شکر مورد نیاز داخل کشور ایفا می‌کند.

خشکی یکی از عمده‌ترین محدودیت‌ها برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و جهان است. ایران در پهنه اقلیمی خشک و نیمه‌خشک دنیا قرار گرفته و میزان تبخیر آن نسبت به میانگین بارندگی بسیار زیاد است (Ilkaee et al., 2016). در شرایط

۱ و ۲- به ترتیب محقق و دانشیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۳- دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

*- نویسنده مسئول: (Email: ahmadi50_masoud@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jcesc.2022.74787.1138

امکان کشت زمستانه چغندر قند را در منطقه فاروج استان خراسان مورد مطالعه قرار دادند. آبیاری در تاریخ‌های کشت زمستانه (دهه آخر آذرماه)، زود هنگام (دهه اول اسفند ماه) و دیر هنگام (خرداد ماه) همزمان با کشت چغندر قند بعد از آزاد شدن آب از غلات) شروع شد. نتایج نشان داد که علی‌رغم این‌که تنش سرما در کشت زمستانه درصد استقرار بوته‌ها را کاهش و میزان ساقه‌روی را افزایش می‌دهد، اما در این تاریخ کشت و کشت زود هنگام نسبت به کشت دیر هنگام (بعد از گرفتن آب از غلات)، طول دوره رشد حدود ۸۵ تا ۹۰ روز (حدود ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه روز) و عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل استحصال به ترتیب ۶۷ و ۳۹ درصد افزایش می‌یابد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در کشت زمستانه و کشت زود هنگام برخی از ارقام دارای تحمل به تنش سرما بوده و از عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل استحصال بالاتری برخوردار بودند.

احمدی (Ahmadi, 2012) طی تحقیقی دو ساله به بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند در جنوب استان خراسان رضوی (شهرستان بردسکن) پرداخت. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که بیشترین عملکرد ریشه، معادل ۴۸ تن در هکتار، مربوط به تاریخ کاشت اول مهر و تاریخ برداشت پانزده خرداد سال بعد است. در بین ارقام مورد بررسی، بیشترین عملکرد ریشه برای رقم گیادا با ۵۱/۲ تن در هکتار و ۱/۰۳ درصد ساقه‌روی گزارش شده است. صادق زاده و همکاران (Sadeghzadeh et al., 2012) اثر تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد و کیفیت ارقام کشت پاییزه چغندر قند در منطقه جیرفت را بررسی و گزارش کرده‌اند که اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید معنی‌دار است، به طوری که تأخیر در کشت عملکرد ریشه را کاهش داد.

صادقی‌شعاع و همکاران (Sadeghi-Shoae et al., 2017) در پژوهشی به بررسی امکان‌سنجی کاشت پاییزه رقم‌های چغندر قند در منطقه مغان در تاریخ ۱۳۹۰/۸/۱ پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که رقم HI۱۰۵۹ در کشت زمستانه دارای ۱۸/۱۸ درصد شکر بود در حالی که میانگین شکر در کلیه ارقام مورد بررسی ۱۵/۴۵ درصد بود. یکی از اهداف اصلی پژوهش پیفیفر و همکاران (Pfeiffer et al., 2014) تجزیه و تحلیل ژنتیکی ساقه‌روی چغندر قند بعد از زمستان بود. نتایج نشان داد تأخیر در ساقه‌روی با تجمع ژن مقاومت در برابر ساقه‌روی ارتباط دارد و از این طریق می‌توان میزان ساقه‌روی را پس از زمستان کنترل کرد. در مطالعه‌ای لؤل و هافمن (Loel and Hoffmann, 2014) بر روی شرایط آب و هوایی و اهمیت مرحله رشد برای سرسختی زمستانه چغندر قند پاییزه به‌صورت کشت میدانی و گلخانه‌ای پژوهش کردند. هدف از پژوهش تعیین کمترین دما و بررسی سختی زمستانه برای توصیف مرحله بهینه رشد چغندر قند بود که می‌توانستند زنده بمانند. نتیجه‌ی این پژوهش نشان داد با اطلاع از زمان گرمای لازم برای رسیدن به حداکثر سختی زمستان می‌توان

علوفه چغندر و ملاس چغندر قند در تغذیه دام کاربرد دارد (Ahmadian et al., 2012). در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۱۴۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی به کشت چغندر قند اختصاص داشت. استان‌های خراسان شمالی و رضوی به‌واسطه حضور کارخانه‌های قند و شرایط مساعد برای رشد چغندر قند از مناطق عمده کشت و تولید چغندر قند به‌شمار می‌آیند (Bagheri Shirvan et al., 2020). چغندر قند در کنار نیشکر (Saccharum officinarum L.) به‌عنوان یک نهاده واسطه‌ای، در تولید قند و شکر مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر زراعی، دو ویژگی عملکرد ریشه و درصد قند در این محصول مورد توجه است (Hosseini et al., 2007).

استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد و کارایی بیشتر مصرف آب در کشت پاییزه چغندر قند شاخصی بارز برای اولویت و برتری کشت پاییزه چغندر قند نسبت به کشت بهاره آن در ایران است. کشت پاییزه چغندر قند و تأمین بخشی از چغندر مورد نیاز کارخانه‌های قند در مناطقی همچون استان‌های خراسان و مناطق هم‌اقلیم که با محدودیت منابع آبی مواجه هستند در پایداری تولید چغندر قند اهمیت دارد. کمبود منابع آب آبیاری باعث افت شدید عملکرد محصول چغندر قند می‌شود (Ahmadi et al., 2017). کشت پاییزه در بعضی مناطق که زمستان طولانی‌تری دارند (جنوب اسپانیا) و مناطق جدیدی از ایران (گرگان و ایلام) که پیش‌بینی می‌شود برای کشت زمستانه چغندر قند مناسب باشند، مستلزم کاشت رقم‌های مقاوم به ساقه‌روی می‌باشد.

با تنظیم دو عامل تاریخ کاشت و انتخاب رقم مقاوم و حتی تولید بذر در مناطق معتدل می‌توان تا حدودی مانع از ساقه‌روی بوته‌های چغندر قند شد (Taleghani et al., 2011). تغییر تاریخ کاشت یکی از راهکارهایی است که کشاورزان برای مقابله با مشکلات پیش روی کشت چغندر قند به‌کار می‌برند. به‌طور کلی تاریخ کاشت از عوامل زراعی مهم بر بهبود رشد و عملکرد چغندر قند به‌شمار می‌رود و مهم‌ترین عامل موثر بر انتخاب رقم چغندر قند محسوب می‌شود (Kandil et al., 2004).

عوامل مهم محدودکننده کشت چغندر قند پاییزه در منطقه شمال شرق کشور دمای پایین و طولانی در طول فصل زمستان، سرمازدگی، خسارت پرندگان و ساقه‌روی بوته‌های چغندر قند است. خطر ساقه‌روی و گلدهی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و فیزیولوژیکی قرار دارد و به نظر می‌رسد می‌توان کشت نشایی زمستانه و کشت زمستانه را با استفاده از ارقام زودرس برای رفع این محدودیت‌ها جایگزین نمود (Ahmadi et al., 2021).

چغندر قند گیاهی است که اگر در اولین فرصت ممکن کشت گردد می‌تواند زودتر به سطح برگ مطلوب رسیده و از تشعشع خورشیدی استفاده مؤثر کرده و در نهایت افزایش عملکرد به همراه داشته باشد (Hosseinpour, 2006). بیات و همکاران (Bayat et al., 2020)

جغرافیایی ۶۰ درجه و ۴۳ دقیقه و ۷۶ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه و ۵۸ ثانیه شمالی و ارتفاع ۹۲۸ متر از سطح دریا اجرا گردید. میانگین ماهانه برخی پارامترهای اقلیمی ایستگاه تربت‌جام در دو سال مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل شش ژنوتیپ داخلی (SBSI-5، SBSI-15، SBSI-6، SBSI-16، SBSI-7 و SBSI-17)، چهار ژنوتیپ خارجی (F-20591 و F-21083، F-20837، F-20739) و شش ژنوتیپ زدورس خارجی (SVZA 2019-JD389، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 4028، FDIR 19 B 3021، JD0401) بودند که این جمعیت‌های اصلاحی از بانک ژن مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد تهیه شده بودند. ابتدا در شهریور ماه نسبت به آماده‌سازی زمین مورد نظر اقدام گردید. سپس کشت در اواسط دی ماه انجام شد و بلافاصله آبیاری برای سبز شدن مناسب بذور انجام شد. فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به این‌که منطقه تربت‌جام از مناطق گرم استان خراسان رضوی محسوب می‌شود و از طرفی حداقل درجه حرارت برای جوانه‌زدن چغندرقد ۳ درجه سانتی‌گراد است (Durr and Boiffin, 1995)، لذا به محض آماده شدن شرایط آب و هوایی، بذور چغندرقد جوانه زده و بوته‌های آن استقرار می‌یابد. پس از آماده‌سازی زمین بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۲)، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۸۰ کیلوگرم اوره (یک سوم اوره توصیه شده) قبل از کاشت به‌طور یکنواخت در زمین پخش و سپس دیسک زده شد. عملیات آبیاری با روش قطره‌ای انجام شد. نوبت اول آبیاری بلافاصله پس از کشت به‌منظور ایجاد شرایط مساوی در جوانه‌زنی و درصد سبز مزرعه اجرا شد. با توجه به سردی هوا و بارش‌های زمستانی و بر اساس مقدار رطوبت خاک، نیازی به آبیاری در فصل زمستان نبود. از نیمه اسفند به بعد، آبیاری بر اساس تأمین کسری رطوبت خاک تا نقطه ظرفیت زراعی با دور آبیاری ۷ روز انجام شد. عملیات تنک در مرحله چهار تا شش برگه حقیقی توسط کارگر انجام گرفت. کنترل شیمیایی آفات و بیماری‌ها (بر اساس بازدیدهای منظم) و وجین دستی علف‌های هرز انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل سه خط کاشت به طول هفت متر بود که در زمان برداشت (اویل تیرماه)، ریشه‌های چغندرقد از زمین خارج، سرزنی و پس از شمارش، شستشو و توزین، جهت تهیه خمیر ریشه، به مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی ارسال گردید. نمونه‌های خمیر پس از نگهداری در فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد)، برای انجام تجزیه کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد ارسال شد.

برای بهینه‌سازی تاریخ کاشت چغندرهای پاییزه در محیط‌های مختلف اقدام نمود. رینزدرف و همکاران (Reinsdorf et al., 2013) در مطالعه تفاوت‌های مربوط به فنوتیپ در تحمل به سرمازدگی چغندرقد در زمستان معتقدند خواص فنوتیپی گیاه مانند اندازه ریشه‌های اصلی قبل از زمستان تأثیر بسیار خوبی در موفقیت زمستانی دارد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تحمل یخبندان عمدتاً به شرایط زمستان بستگی دارد و حداقل دمای هوا و وجود پوشش برفی یا کاه محافظ در طی دوره‌های یخبندان بسیار مهم است. در مطالعه استیفان و همکاران (Stephan et al., 2020) با موضوع پتانسیل عملکرد چغندرقد زمستانه بدون ساقه‌روی در آلمان، از یک مدل پویا برای مقایسه رشد و پتانسیل عملکرد بذر چغندرهای زمستانه، در پنج مکان انتخاب شده در آلمان استفاده شد. نتایج نشان داد که چغندرهای زمستانه در حال رشد ممکن است باعث افزایش عملکرد چغندر شوند، اما افزایش تقاضای آب و خطر از بین رفتن توسط یخبندان باید در نظر گرفته شود. هدف از مطالعه کورکیک و همکاران (Curcic et al., 2018) بررسی ارتباط بین تاریخ کاشت و رقم‌های چغندرقد در تاریخ‌های مختلف برداشت برای هیبریدهای خاص به‌منظور دستیابی به بهترین عملکرد و ارزیابی تأثیر عوامل آب و هوایی بر عملکرد چغندرقد بود. نتایج مطالعه نشان داد که به تأخیر انداختن تاریخ برداشت، اختلاف بین عملکرد قند حاصل از هیبریدهای کاشته شده در تاریخ‌های مختلف کاشت را کاهش می‌دهد. عوامل عمده در این مطالعه که بر عملکرد قند مؤثر بودند درجه روز، میزان خلوص و تعداد روز از کاشت تا برداشت بود.

در سال‌های اخیر کشت پاییزه چغندرقد به دلیل استفاده از بارش‌های زمستانه و عدم برخورد دوره رشد محصول با گرمای تابستانه گسترش زیادی داشته است. ولی احتمال ساقه‌روی در ارقام مانع از موفقیت این نوع کشت در مناطق گرم و به‌ویژه منطقه تربت‌جام شده است. لذا، در این آزمایش امکان کشت زمستانه (انتظاری) ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقد مورد بررسی قرار گرفته تا از این طریق، ضمن استفاده از نزولات جوی و یا رطوبت موجود در خاک و همچنین مزایای کشت پاییزه، خطر ساقه‌روی ژنوتیپ‌ها نیز کاهش یابد. علاوه بر این، مناسب‌ترین ژنوتیپ برای منطقه تربت‌جام شناسایی و جهت کشت زمستانه در این منطقه توصیه گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقد به کشت انتظاری (زمستانه) در منطقه تربت‌جام طی دو سال زراعی (۱۳۹۸-۱۳۹۹) و (۱۴۰۰-۱۳۹۹) انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و با استفاده از ۱۶ ژنوتیپ چغندرقد در مزرعه کارخانه قند تربت‌جام با طول

جدول ۱- میانگین ماهانه برخی پارامترهای اقلیمی ایستگاه تربت‌جام در دو سال مورد مطالعه (۱۳۹۸-۱۳۹۹ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹)

Table 1- Monthly average of some climatic parameters of Torbat-e-Jam station in the two years studied (2020-2021 and 2021-2022)

ماه Month	متوسط حداقل دما Average of minimum temperature (°C)		متوسط حداکثر دما Average of maximum temperature (°C)		بارندگی Precipitation (mm)	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
	دی January	-2.8	-4.2	8.6	9.6	56
بهمن February	-1	-1.1	11	17.4	10.3	1.6
اسفند March	2.3	1.6	17.2	15.2	5.2	21.8
فروردین April	6.4	8.6	16.5	24.7	100	3.5
اردیبهشت May	12.7	14.3	27	29.5	25.8	15.4
خرداد June	17.5	20.2	35.5	36.5	0	0
تیر July	21	22.1	35.6	37.2	0	0

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 2- Physical and chemical properties of experimental field

عمق خاک Soil depth	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	pH	نیترژن کل N.tot (%)	پتاسیم قابل جذب K.ava (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب P.ava (mg.kg ⁻¹)	کربن آلی OC (%)
0-30	Loam	1.77	8.1	0.05	201	15.5	0.55

مقایسه شد. تجزیه به عامل‌ها به منظور شناسایی عامل‌های اصلی و با استفاده از نرم‌افزار MINITAB محاسبه شد. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی پس از استاندارد کردن داده‌ها به روش Ward و با استفاده از معیار فاصله اقلیدسی با کمک نرم‌افزار SPSS به دست آمد.

نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که امکان کشت زمستانه (انتظاری) ژنوتیپ‌های مورد مطالعه چغندر قند در منطقه تربت‌جام وجود دارد، به طوری که، در این نوع کشت ضمن استفاده از مزایای کشت پاییزه، پدیده نامطلوب ساقه‌روی در هیچ‌یک از ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. بررسی تجزیه واریانس مرکب نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی چغندر قند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر کلیه صفات به‌استثنای نیترژن مضره وجود داشت (جدول ۳). تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده وجود تنوع بین آن‌ها می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین (۶۰/۰۶ تن در هکتار) و کمترین (۴۱/۲۳ تن در هکتار) عملکرد ریشه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های SBSI-15 و SBSI-16 وجود داشت. ژنوتیپ‌های F-20739 و SBSI-6 به‌ترتیب دارای بیشترین (۱۹/۵۳ درصد) و کمترین (۱۵/۷۷ درصد) درصد قند ناخالص بودند. بیشترین (۱۰/۶۹

میزان عیار قند (درصد قند ناخالص) به روش پولاریمتری، ناخالصی‌ها شامل سدیم و پتاسیم ریشه به روش فلیم فتومتری و نیترژن مضره به روش رنگ‌سنجی معروف به روش عدد آبی اندازه‌گیری شدند (Abdollahian Noghbi et al., 2005). با استفاده از داده‌های به‌دست آمده صفات درصد قند ملاس (MS)، ضریب استحصال شکر (ECS)، درصد قند خالص (WSC)، عملکرد قند خالص (WSY) و ضریب قلیائیت (Alc) طبق رابطه‌های (۱) تا (۵) محاسبه شدند که در آن‌ها RY عملکرد ریشه، SC درصد قند ناخالص، K پتاسیم، Na سدیم و N- نیترژن مضره می‌باشد (Tazikeh et al., 2021).

$$MS = 0.0343(K+Na) + 0.094(\alpha\text{- amino-N}) - 0.31 \quad (1)$$

$$ECS = (WSC/SC) \times 100 \quad (2)$$

$$WSC = SC - (MS + 0.6) \quad (3)$$

$$WSY = WSC \times RY \quad (4)$$

$$ALC = (K+Na) / -N \quad (5)$$

داده‌های آزمایشی پس از تست یکنواختی واریانس (آزمون بارلت) با فرض تصادفی بودن تأثیر سال با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و نسبت به تجزیه‌ی مرکب داده‌های دو سال اقدام گردید. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. با استفاده از ضرایب همبستگی بین صفات روابط آن‌ها با یکدیگر

ملاس و کمترین ضریب استحصال شکر بود. کمترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص و درصد قند خالص در ژنوتیپ SBSI-16 وجود داشت که نشان‌دهنده عملکرد ضعیف و نامناسب بودن این ژنوتیپ برای کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام می‌باشد (جدول ۴).

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های چغندر قند در جدول ۵ نشان داده شده است. بالاترین میزان همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص به میزان 0.99^{**} مشاهده شد. بین ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس نیز بیشترین ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار (-0.95^{**}) وجود داشت. بین عملکرد قند خالص با سایر صفات مورد مطالعه همبستگی معنی‌داری مشاهده گردید به طوری که همبستگی صفت مزبور با صفات عملکرد ریشه (0.84^{**})، درصد قند ناخالص (0.63^{**})، درصد قند خالص (0.75^{**}) و ضریب استحصال شکر (0.89^{**}) مثبت و معنی‌دار و با صفات سدیم (-0.88^{**})، پتاسیم (-0.50^{**})، نیتروژن مضره (-0.53^{**})، ضریب قلیائیت (-0.57^{**}) و درصد قند ملاس (-0.89^{**}) منفی و معنی‌دار بود. به عبارتی عملکرد قند خالص با افزایش ضریب قلیائیت، نیتروژن مضره، پتاسیم، سدیم و درصد قند ملاس کاهش پیدا کرد (جدول ۵). عملکرد قند خالص به‌عنوان یکی از صفات مهم در این پژوهش برای انتخاب ژنوتیپ‌ها می‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد قند خالص و صفات عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص توسط عبداللهیان نوقابی و همکاران (Abdollahian Noghabi et al., 2011) نیز گزارش شده است. غفاری و همکاران (Ghafari et al., 2016) در بررسی روابط بین صفات در لاین‌های چغندر قند بین عملکرد ریشه با صفت عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات میزان نیتروژن مضره و پتاسیم ریشه همبستگی منفی و معنی‌داری را گزارش کردند. عروج نیا و همکاران (Oroojnia et al., 2012) با بررسی اثر تنش خشکی بر روی ارقام مختلف چغندر قند نشان دادند که عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفاتی از قبیل درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر داشت، در حالی که بین عملکرد قند خالص و میزان سدیم همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد.

تجزیه به عامل‌های اصلی بر اساس میانگین صفات، سه عامل را مشخص کرد که مجموعاً ۹۱ درصد از تنوع موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۶). عامل اول ۴۲/۶ درصد از تغییرات را توجیه کرد و دارای بزرگ‌ترین ضریب‌های عاملی بر روی صفاتی نظیر عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص با ضریب عاملی مثبت و صفات سدیم و قند ملاس با ضریب عاملی منفی بود.

تن در هکتار) و کمترین ($6/59$ تن در هکتار) عملکرد قند ناخالص به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های FDIR 19 B 3021 و SBSI-16 مشاهده شد. ژنوتیپ‌های FDIR 19 B 3021 و SBSI-16 به‌ترتیب دارای بیشترین ($8/68$ تن در هکتار) و کمترین ($4/94$ تن در هکتار) عملکرد قند خالص بودند. بیشترین ($6/36$ میلی‌اکی‌والان در 100 گرم وزن ریشه) و کمترین ($3/39$ میلی‌اکی‌والان در 100 گرم وزن ریشه) میزان سدیم به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های SBSI-17 و FDIR 19 B 4028 مشاهده شد. بیشترین ($5/37$ میلی‌اکی‌والان در 100 گرم وزن ریشه) و کمترین ($4/24$ میلی‌اکی‌والان در 100 گرم وزن ریشه) میزان پتاسیم به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های SBSI-5 و F-20739 وجود داشت. ژنوتیپ‌های SBSI-7 ۱۵ و SVZA 2019-JD0401 به‌ترتیب دارای بیشترین ($2/11$ میلی‌اکی‌والان در 100 گرم وزن ریشه) و کمترین ($1/61$ میلی‌اکی‌والان در 100 گرم وزن ریشه) نیتروژن مضره بودند. بیشترین ($13/22$) و کمترین ($7/99$) ضریب قلیائیت به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های F-20591 و SVZA 2019-JD0400 وجود داشت. ژنوتیپ‌های SBSI-16 و F-20739 به‌ترتیب دارای بیشترین ($16/26$ درصد) و کمترین ($11/89$ درصد) درصد قند ناخالص بودند. ژنوتیپ‌های SBSI-17 و F-20739 به‌ترتیب دارای بیشترین ($83/21$ درصد) و کمترین ($72/78$ درصد) ضریب استحصال شکر بودند. بیشترین ($3/89$ درصد) و کمترین ($2/67$ درصد) درصد قند ملاس در ژنوتیپ‌های SBSI-17 و F-20739 مشاهده شد (جدول ۴).

در این پژوهش، ژنوتیپ SBSI-15 دارای بیشترین عملکرد ریشه بود، به طوری که از نظر این صفت با ژنوتیپ‌های SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0402، JD389، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021، FDIR 19 B 4028 و SBSI-6 تفاوت معنی‌داری نداشت و به عبارتی ژنوتیپ‌های مزبور دارای عملکرد ریشه بیشتر از میانگین ($53/67$ تن در هکتار) بودند. ژنوتیپ F-20739 دارای بیشترین مقادیر از نظر صفات درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر و کمترین میزان پتاسیم و درصد قند ملاس بود (جدول ۴).

بیشترین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص در ژنوتیپ FDIR 19 B 3021 مشاهده شد که حاکی از برتری این ژنوتیپ در بین کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و مناسب بودن آن برای کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام می‌باشد. علاوه بر این، لازم به ذکر است که ژنوتیپ مزبور از نظر صفات شاخص عملکرد تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های F-20739، SBSI-15، SVZA 2019-JD389، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401 و FDIR 19 B 4028 نشان نداد (جدول ۴).

ژنوتیپ SBSI-17 دارای بیشترین میزان سدیم و درصد قند

جدول ۳- نتایج تجزیه مرکب (میانگین مربعات) صفات کمی و کیفی زوتیپ‌های مختلف چغندر قند در کشت زمستانه
 Table 3- Combined analysis (mean squares) of quantitative and qualitative traits of sugar beet different genotypes in winter planting

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	عملکرد		عملکرد		عملکرد		عملکرد		عملکرد		عملکرد		عملکرد	
		ریشه Root yield	درصد Sugar content	قند Sugar yield	ناخالص Sugar yield	خالص White sugar yield	سدیم Na	پتاسیم K	نیترژن مضره N	ضرب ضرب Alkalinity	قند خالص White sugar content	ضرب شکر Extraction coefficient of sugar	درصد قند ملاس Molasses sugar		
سال Year	1	727.14**	24.67**	2.86ns	6.23**	2.46ns	150.7**	188.18**	7086.75**	2.27ns	189.86**	11.98**			
تکرار Rep. (year)	3	9.49	8.36	0.97	2.27	6.46	0.76	0.86	2.77	14.19	87.62	0.89			
زوتیپ Genotype	15	331.80**	8.92**	13.60**	12.11**	5.67**	0.52**	0.22ns	21.74**	13.56**	78.66**	0.95**			
سال *Year	15	241.32**	1.33ns	6.54**	4.00**	1.04ns	0.49**	0.24ns	19.99**	1.64ns	9.28ns	0.15ns			
خطای آزمایش Error	90	17.73	2.11	0.89	0.91	1.22	0.20	0.28	9.16	2.83	15.73	0.20			
ضرب تغییرات C.V. (%)		7.8	8.3	10.1	12.9	25.6	8.8	28.4	29.6	12.2	5.0	14.5			

** and ns significant at 1% and no significant differences در سطح ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند در کشت زمستانه
Table 4- The mean comparison of quantitative and qualitative traits of sugar beet different genotypes in winter planting

ژنوتیپ Genotypes	عملکرد		عملکرد قند		عملکرد قند		سدیوم Na(Meq/ 100 g)	پتاسیم K (Meq.100 g ⁻¹)	نیترژن مضره N (Meq.100 g ⁻¹)	ضرب قلیائیت Alkalinity	درصد قند خالص White sugar content (%)	ضرب استحصالی شکر Extraction coefficient of sugar (%)	ملاس Molasses Sugar (%)
	ریشه Root yield (ton.ha ⁻¹)	شکر Sugar content (%)	شکر Sugar yield (ton.ha ⁻¹)	شکر White sugar yield (ton.ha ⁻¹)									
F-20739	50.83 ^{de}	19.53 ^a	9.94 ^{abc}	8.28 ^{ab}	3.69 ^{def}	4.42 ^d	2.10 ^a	7.78 ^g	16.26 ^a	83.21 ^a	2.67 ^e		
F-20837	49.15 ^{ef}	17.81 ^{bcd}	8.67 ^{cde}	6.83 ^{abcd}	4.89 ^{bcd}	4.75 ^{bcd}	1.90 ^a	11.44 ^{abc}	14.03 ^{bcd}	78.56 ^{abcd}	3.18 ^{bcde}		
F-21083	52.38 ^{cde}	18.54 ^{ab}	9.71 ^{abc}	7.92 ^{abc}	3.62 ^{def}	5.06 ^{abc}	1.63 ^a	10.10 ^{bcdefg}	15.13 ^{ab}	81.57 ^{ab}	2.82 ^{de}		
SBSI-5	55.74 ^{bcd}	16.22 ^{def}	9.05 ^{bcd}	6.77 ^{bcd}	5.18 ^{bc}	5.37 ^a	2.03 ^a	9.12 ^{cdefg}	12.12 ^{de}	74.50 ^{de}	3.50 ^{abc}		
SBSI-15	60.66 ^a	17.32 ^{bcdef}	10.48 ^{ab}	8.35 ^{ab}	3.98 ^{cdef}	5.06 ^{abc}	1.74 ^a	8.74 ^{fg}	13.77 ^{bcde}	79.45 ^{abc}	2.95 ^{de}		
SVZA 2019-ID389	59.67 ^{ab}	17.26 ^{bcdef}	10.30 ^{ab}	8.22 ^{ab}	3.68 ^{def}	5.13 ^{abc}	1.70 ^a	8.28 ^{fg}	13.79 ^{bcde}	79.81 ^{abc}	2.87 ^{de}		
SVZA 2019-ID0402	60.06 ^{ab}	17.54 ^{bcde}	10.48 ^{ab}	8.26 ^{ab}	4.41 ^{bcdef}	4.98 ^{abc}	1.68 ^a	12.17 ^{ab}	13.87 ^{bcde}	78.70 ^{abcd}	3.07 ^{bcde}		
SVZA 2019-ID0400	58.43 ^{ab}	17.43 ^{bcdef}	10.13 ^{abc}	8.09 ^{abc}	3.86 ^{def}	4.96 ^{abc}	1.89 ^a	7.99 ^{fg}	13.94 ^{bcd}	79.83 ^{abc}	2.89 ^{de}		
SVZA 2019-ID0401	59.61 ^{ab}	17.73 ^{bcde}	10.58 ^a	8.61 ^a	3.59 ^{def}	4.73 ^{cd}	1.61 ^a	11.05 ^{bcde}	14.44 ^{ab}	81.26 ^{ab}	2.69 ^e		
FDIR 19 B 3021	57.05 ^{abc}	18.74 ^{ab}	10.69 ^a	8.68 ^a	3.53 ^{ef}	5.24 ^{abc}	1.95 ^a	8.83 ^{efg}	15.26 ^{ab}	81.41 ^{ab}	2.88 ^{de}		
FDIR 19 B 4028	58.50 ^{ab}	18.06 ^{abc}	10.57 ^a	8.65 ^a	3.39 ^f	4.94 ^{abc}	1.75 ^a	9.97 ^{bcdefg}	14.75 ^{ab}	81.57 ^{ab}	2.71 ^e		
F-20591	44.50 ^{fg}	18.01 ^{abc}	8.04 ^{def}	6.35 ^{bcd}	4.67 ^{bcdef}	5.26 ^{ab}	1.75 ^a	13.22 ^{ab}	14.16 ^{bc}	78.33 ^{bcd}	3.26 ^{bcde}		
SBSI-6	57.95 ^{ab}	15.77 ^f	9.10 ^{bcd}	7.03 ^{abcd}	3.95 ^{cdef}	5.27 ^{ab}	1.79 ^a	10.31 ^{bcdef}	12.15 ^{de}	76.96 ^{bcde}	3.02 ^{cde}		
SBSI-16	41.23 ^g	16.03 ^{ef}	6.59 ^f	4.94 ^d	5.46 ^{ab}	5.23 ^{abc}	2.03 ^a	11.66 ^{ab}	11.89 ^e	73.24 ^e	3.55 ^{ab}		
SBSI-7	48.56 ^{ef}	16.12 ^{def}	7.84 ^{def}	5.97 ^{cd}	4.74 ^{bcde}	5.14 ^{abc}	2.11 ^a	11.82 ^{ab}	12.24 ^{cde}	75.82 ^{cde}	3.28 ^{bcde}		
SBSI-17	44.39 ^{fg}	16.74 ^{cdef}	7.36 ^{ef}	5.37 ^d	6.36 ^a	5.33 ^a	1.99 ^a	11.23 ^{abcd}	12.25 ^{cde}	72.78 ^e	3.89 ^a		
Mean میانگین	53.67	17.43	9.35	7.39	4.31	5.05	1.85	10.23	13.75	78.56	3.08		

در هر ستون اعداد یا حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند.

In each column, numbers with the different alphabet, according to Duncan, have significant difference at the 5% level

استفاده از دو مؤلفه اول مشخص شد ژنوتیپ‌های SBSI-15، SVZA 2019-JD0398، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز و به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص می‌باشند.

تجزیه خوشه‌ای به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندر قند بر اساس عملکرد قند خالص انجام شد. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ۱۶ ژنوتیپ چغندر قند مورد مطالعه به سه گروه مجزا از هم تفکیک شدند (شکل ۲). ژنوتیپ‌های گروه اول که دارای بالاترین عملکرد قند خالص بودند شامل ژنوتیپ‌های F-20739، F-21083، SBSI-15، SVZA 2019-JD0389، FDIR 19 B 3021، SVZA 2019-JD0401، SVZA 2019-JD0400، FDIR 19 B 4028 و SVZA 2019-JD0402 می‌باشند. گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های F-20837، SBSI-5، SBSI-6، SBSI-7 و SBSI-17 در گروه سوم قرار هستند که دارای مقادیر متوسطی از نظر میزان عملکرد قند خالص می‌باشند. ژنوتیپ‌های SBSI-16 و SBSI-17 در گروه سوم قرار گرفتند و دارای کمترین میزان عملکرد قند خالص بودند که نشان‌دهنده تمایز بسیار زیاد این دو ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس عملکرد قند خالص می‌باشد (شکل ۲). به‌طور کلی ژنوتیپ‌های گروه اول را برای کشت زمستانه چغندر قند در مناطق گرم استان خراسان رضوی و به‌ویژه منطقه تربت‌جام می‌توان توصیه نمود.

در عامل دوم صفات درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر با ضریب عاملی مثبت و صفت پتاسیم با ضریب عاملی منفی بودند که این عامل ۳۸/۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد. در عامل سوم صفت نیتروژن مضره با ضریب عاملی مثبت و صفت ضریب قلیائیت با ضریب عاملی منفی بود و ۱۰/۲ درصد تغییرات را توجیه کرد (جدول ۶).

میزان اشتراک، بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود که هرچه بیشتر باشد نشان‌دهنده دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد (Jackson, 1991). همان طوری که، در جدول ۶ ملاحظه می‌شود میزان اشتراک اکثر صفات بالاست. این امر نشان می‌دهد که تعداد عامل مورد انتخاب مناسب بوده و عامل‌های منتخب توانسته‌اند تغییرات صفات را به نحو مطلوبی توجیه نمایند. به هر صورت با توجه به عامل اشتراک، صفت ضریب استحصال شکر دارای بیشترین دقت برآورد بود. به طور کلی، روش تجزیه به عامل‌ها الگویی از ساختار داخلی ماتریس کوواریانس (همبستگی) بین صفات را ارائه می‌دهد. با استفاده از این روش می‌توان تعداد زیاد متغیرهای تحت بررسی را به تعداد محدودی عامل پنهانی تبدیل نمود (Harman, 1976). لذا عامل‌های اول، دوم و سوم به ترتیب به‌عنوان عامل عملکرد، عامل قند ریشه و عامل خصوصیات کیفی ریشه چغندر قند شناسایی شدند.

نمودار بای پلات حاصل از چرخش واریمکس نیز با استفاده از دو عامل اول ارتباط بین صفات مورد مطالعه را به وضوح نشان داد (شکل ۱). همچنین، با استفاده از نمودار بای پلات پراکنش ژنوتیپ‌ها با

جدول ۵- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند
Table 5- Correlation among studied traits in the different genotypes of sugar beet

صفات	۱- عملکرد ریشه Root yield	۲- درصد قند ناخالص Sugar content	۳- عملکرد قند ناخالص Sugar yield	۴- عملکرد قند خالص White sugar yield	۵- سدیم Na	۶- پتاسیم K	۷- نیتروژن مضره N	۸- ضریب قلیائیت Alkalinity	۹- درصد قند خالص White sugar content	۱۰- ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	۱۱- درصد قند ملاس Molasses Sugar
1	1.00										
2	0.14 ^{ns}	1.00									
3	0.90 ^{**}	0.54 [*]	1.00								
4	0.84 ^{**}	0.63 ^{**}	0.99 ^{**}	1.00							
5	-0.71 ^{**}	-0.55 [*]	-0.84 ^{**}	-0.88 ^{**}	1.00						
6	-0.19 ^{ns}	-0.63 ^{**}	-0.42 ^{ns}	-0.50 [*]	0.45 ^{ns}	1.00					
7	-0.53 [*]	-0.21 ^{ns}	-0.53 [*]	-0.53 [*]	0.49 [*]	0.07 ^{ns}	1.00				
8	-0.53 [*]	-0.29 ^{ns}	-0.57 [*]	-0.57 [*]	0.50 [*]	0.24 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	1.00			
9	0.29 ^{ns}	0.98 ^{**}	0.66 [*]	0.75 [*]	-0.71 ^{**}	-0.68 ^{**}	-0.29 ^{ns}	-0.36 ^{ns}	1.00		
10	0.54 [*]	0.84 ^{**}	0.82 ^{**}	0.89 ^{**}	-0.90 ^{**}	-0.68 ^{**}	-0.44 ^{ns}	-0.44 ^{ns}	0.93 ^{**}	1.00	
11	-0.66 ^{**}	-0.63 ^{**}	-0.84 ^{**}	-0.89 ^{**}	0.97 ^{**}	0.63 ^{**}	0.48 [*]	0.48 ^{ns}	-0.78 ^{**}	-0.95 ^{**}	1.00

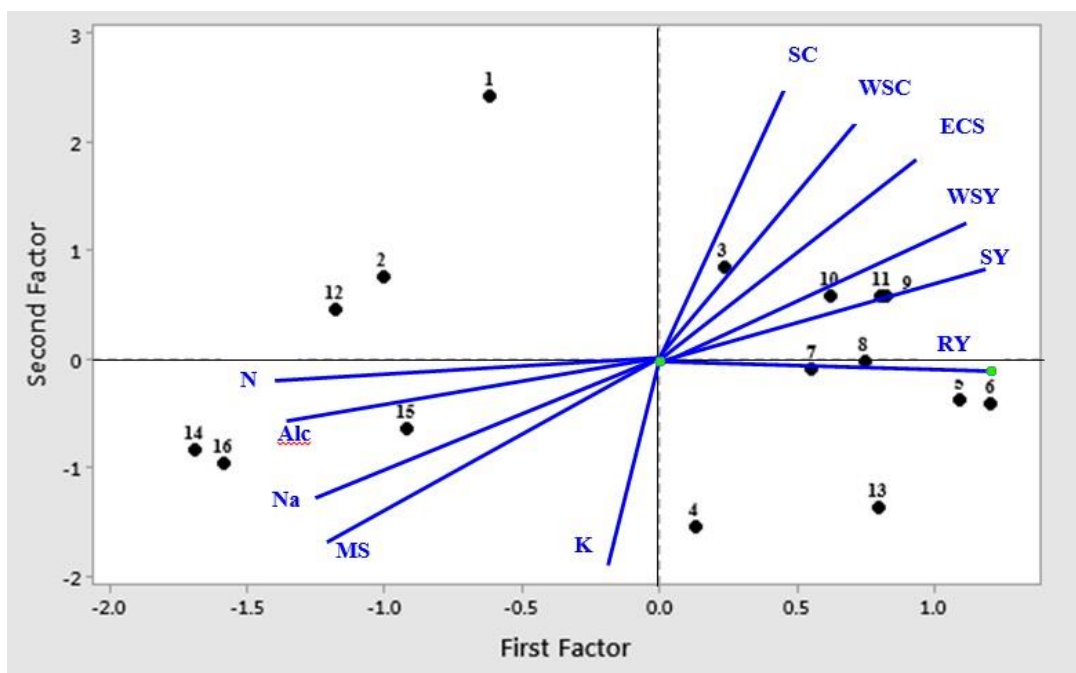
*، ** and ns significant at 5%, 1% and no significant differences

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۶- نتایج تجزیه به عامل‌های صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند در کشت زمستانه

Table 6- Results of factor analysis of studied traits for different genotypes of sugar beet in winter planting

متغیر Variable	عامل یک Factor 1	عامل دو Factor 2	عامل سه Factor 3	میزان اشتراک Commuality
عملکرد ریشه Root yield	0.973	0.004	0.038	0.948
درصد قند ناخالص Sugar content	0.152	0.934	0.002	0.895
عملکرد قند ناخالص Sugar yield	0.888	0.404	0.036	0.953
عملکرد قند خالص White sugar yield	0.844	0.513	0.022	0.976
سدیم Na	-0.776	-0.521	0.021	0.874
پتاسیم K	-0.107	-0.810	-0.107	0.679
نیترژن مضره N	-0.609	-0.104	0.732	0.918
ضریب قلیائیت Alkalinity	-0.558	-0.186	-0.753	0.913
درصد قند خالص White sugar content	0.310	0.929	-0.005	0.959
ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	0.574	0.809	-0.033	0.985
درصد قند ملاس Molasses sugar	-0.704	-0.645	0.025	0.912
مقدار ویژه Eigenvalue	7.26	1.64	1.11	
درصد واریانس Percent of variance	42.6	38.2	10.2	
درصد تجمعی Cumulative percentage	42.6	80.8	91.0	



عملکرد ریشه (RY)، درصد قند ناخالص (SC)، عملکرد قند ناخالص (SY)، عملکرد قند خالص (WSY)، سدیم (Na)، پتاسیم (K)، نیترژن مضره (N)، ضریب قلیائیت (Alc)، درصد قند خالص (WSC)، ضریب استحصال شکر (ECS)، درصد قند ملاس (MS)

Root yield (RY), Sugar content (SC), Sugar yield (SY), White sugar yield (WSY), Na⁺ (Na), K⁺ (K), α-N (N), Alkalinity (Alc), White sugar content (WSC), Extraction coefficient of sugar (ESC), Molasses sugar (MS)

F-20739 (1), F-20837 (2), F-21083(3), SBSI-5(4), SBSI-15(5), SVZA 2019-JD389 (6), SVZA 2019-JD0402(7), SVZA 2019-JD0400 (8), SVZA 2019-JD0401 (9), FDIR 19 B 3021 (10), FDIR 19 B 4028 (11), F-20591 (12), SBSI-6 (14), SBSI-16 (15), SBSI-7 (15), SBSI-17 (16)

شکل ۱- بای پلات صفات مورد مطالعه و پراکنش ژنوتیپ‌های چغندر قند با استفاده از دو عامل اصلی حاصل از چرخش واریمکس

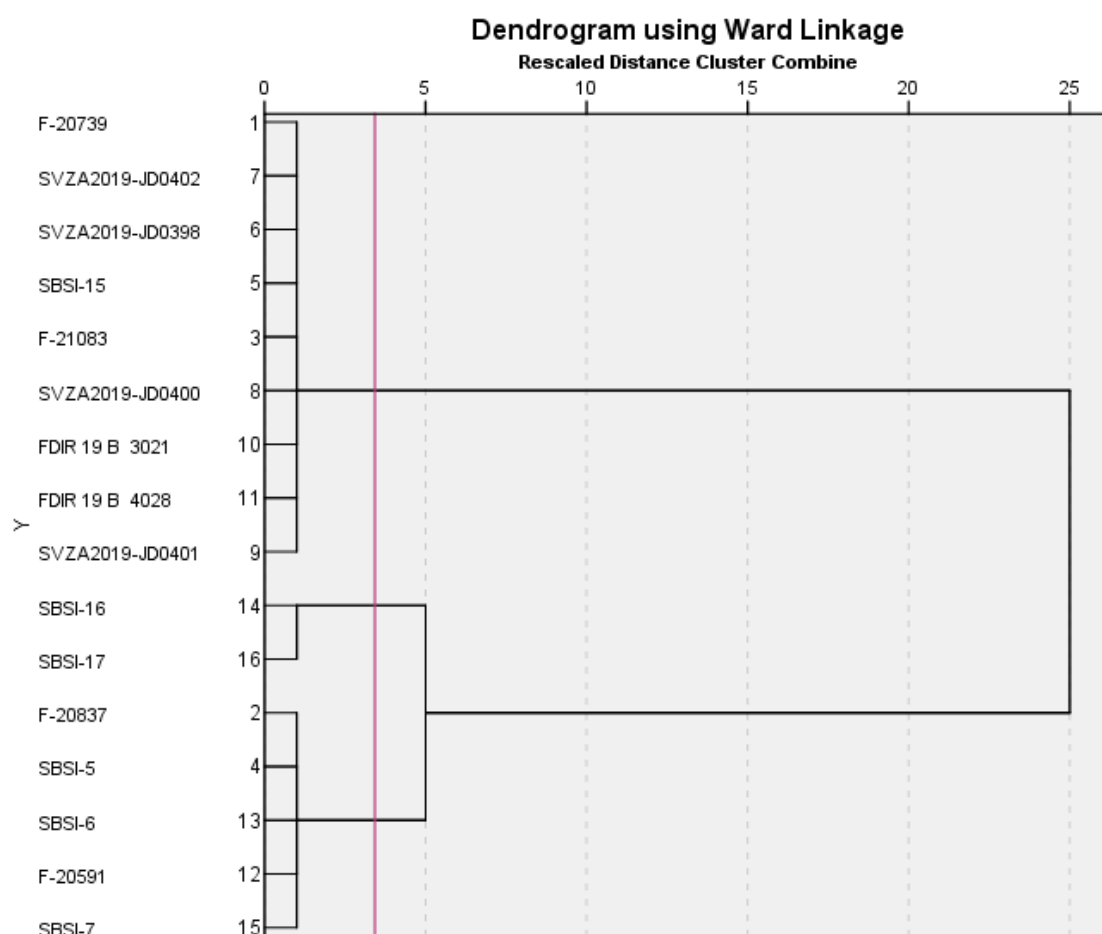
Figure 1- Biplot of studied traits and evaluated sugar beet genotypes distribution using two first component of rotated varimax

نشان دادند که با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها برای صفت عملکرد قند ناخالص در سه گروه عمده قرار

حمیدی و همکاران (Hamidi et al., 2018) با ارزیابی هیبریدهای تست کراس چغندر قند در شرایط تنش رطوبتی مزرعه

ریشه، مقادیر بالاتری را به خود اختصاص داده‌اند و از لحاظ درصد قند ژنوتیپ‌های کلاستر چهارم از مقایر بالاتری برخوردار بودند.

گرفت، رجبی و همکاران (Rajabi *et al.*, 2002) در تجزیه کلاستر نشان دادند که تعدادی از ژنوتیپ‌ها از حیث صفات مؤثر در عملکرد



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای برای ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی با استفاده از روش Ward
Figure 2- Cluster analysis for evaluated sugar beet genotypes using Ward's method

نتیجه‌گیری

عملکرد قند خالص بالاتر از جمله ژنوتیپ‌های SBSI-15، SVZA، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0398، FDIR 19 B 3021، SVZA 2019-JD0401، JD0400 و FDIR 19 B 4028 در انتخاب با استفاده از این روش مشاهده شد. با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای بر مبنای عملکرد قند خالص، ژنوتیپ‌های F-20739، F-21083، SBSI-15، SVZA 2019-JD0389، SVZA 2019-JD0400، FDIR 19 B 3021، JD0401، FDIR 19 B 4028 و SVZA 2019-JD0402 به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. بنابراین، با در نظر گرفتن نتایج حاصل از روش‌های مختلف، ژنوتیپ‌های SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر به‌خصوص از نظر عملکرد قند خالص شناخته شدند که دارای سازگاری بالا به کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام می‌باشند.

در این پژوهش تفاوت معنی‌داری از نظر کلیه صفات به استثنای نیتروژن مضره در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی چغندر قند در کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام مشاهده شد. با استفاده از روش‌های مختلف آماری از جمله تجزیه واریانس مرکب، مقایسه میانگین، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های برتر چغندر قند در این مطالعه شناسایی شدند. با استفاده از مقایسه میانگین، ژنوتیپ‌های F-20739، F-21083، SBSI-15، SVZA 2019-JD0389، SVZA 2019-JD0400، JD0401، JD0402، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند. در تجزیه به عامل‌ها و بای پلات با توجه به همبستگی بالای عملکرد قند خالص با عامل اول، ژنوتیپ‌های با

References

1. Abdollahian Noghabi, M., Radaei Alamoli, Z., Akbari, G., and Sadat Nouri, S. A. 2011. Effect of sever water stress on the morphologic, quantitative and qualitative characteristics of 20 sugar beet genotype. Iranian Journal of Field Crop Science 42 (3): 453-646. (in Persian).
2. Abdollahian Noghabi, M., Sheikholeslami, R., and Babaei, B. 2005. Terms and definitions of technological quantity and quality of sugar beet. Sugar Beet Journal 21: 101-104. (in Persian)
3. Ahmadi, M., Rezaei, J., Hamidi, H., Taleghani, D., Yosefabadi, V., and Soltani J. 2021. Autumn sugar beet transplanting in February and winter cultivation in Khorasan Razavi province. Sugar Beet Seed Institute. (60181). (in Persian).
4. Ahmadi, M., Taleghani, D., and Shahbazi, H. A. 2017. Investigating the feasibility of growing autumn-sown sugar beet in southern part of khorasan razavi province. Sugar Beet Journal 33 (1):46-33. (in Persian). <https://doi.org/10.22092/jsb.2017.103535.1109>
5. Ahmadi, M. 2012. Assessing the possibility of autumn sugar beet cropping in the south of Khorasan-e-Razavi province. Final Report Project of Sugar Beet Seed Institute. No. 91.41200. Iran. (in Persian).
6. Ahmadian, M., Mohammadinejad, A., and Rahimi, R. 2012. Determining welfare effects of technological improvement policy for sugar beet. Sugar Beet Journal 27 (2): 51-7. (in Persian). <https://doi.org/10.22092/jsb.2012.1656>
7. Bagheri Shirvan, M., Asadi, G. A., and Koochecki, A. 2020. Evaluation of quantity and quality characteristics of sugar beet varieties in different sowing date of direct sowing and transplanting in Shirvan and Mashhad. Iranian Journal Field Crops Research 17 (4): 551-565. (in Persian). <https://doi.org/10.22067/gsc.v17i4.76512>
8. Bayat, A., Dastmalchi, A., Shahbazi, H. A., and Fazli, H. 2000. Investigation the possibility of winter cultivation (Entezari) of sugar beet without irrigation to get water from cereals. Final report of project. Khorsan Razavi Agricultural Research Center, No: 80.409. 26 p. (in Persian).
9. Curcic, Z., Ciric, M., Nagl, N., and Taski-Ajdukovic, K. 2018. Effect of sugar beet genotype, planting and harvesting dates and their interaction on sugar yield. Frontiers in Plant Science 9: 1041. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01041>
10. Durr, C., and Boiffin, J. 1995. Sugar beet seedling growth from germination to first leaf stage. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 124: 427-435. <https://doi.org/10.1017/S002185960007338X>
11. Ghafari, E., Rajabi, A., Izadi, D. A., Rouzbeh, F., and Amiri, R. 2016. Evaluation of new sugar beet monogerm hybrids for drought tolerance. Crop Breeding Journal 8 (17): 8-16. (in Persian). <https://doi.org/10.18869/acadpub.jcb.8.17.16>
12. Harman, H. H. 1976. Modern factor analysis. 3rd ed. University of Chicago Press, Chicago. 376 pp.
13. Hamidi, H., Ahmadi, M., Ramezanzpour, S. S., and Masomi, A. 2018. Evaluation of genetic diversity in sugar beet half-sib inbred lines under farm water stress condition. Crop Breeding Journal 10 (28):145-54. (in Persian). <http://doi.org/10.29252/jcb.10.28.145>
14. Hosseini, S., Sadeghian, S., and Hasanpour, E. 2007. Assessing the effects of sugar beet research on the shift of sugar supply in Iran. Sugar Beet Journal 23 (1): 79-92. (in Persian). <https://doi.org/10.22092/jsb.2007.1254>
15. Hosseinpour, M. 2006. Effect of nitrogen management of irrigation water and period growth during on water and light use efficiency in winter sugar beet. Ph.D dissertation. Tarbiat Modares University. (in Persian).
16. Ilkaee, M. N., Forozesh, P., Habibi, D., Taleghani, D., and Rajabi, A. 2016. Response of different sugar beet genotypes to water deficit stress. Sugar Beet Journal 32 (2): 135-146. (in Persian). <https://doi.org/10.22092/jsb.2016.107054>
17. Jackson, J. E. 1991. A users guide to principal components. John Wiley and Sons Pub., New York.
18. Jahadakbar, M., Ebrahimian, H. R., and Taleghani, D. 2013. Sugar beet autumn planting in warm areas of Esfahan province and Izeh Khozestan. Scientific Journal of Promoting Research Findings in Crops and Horticulture 1 (2): 189-201. (in Persian). <https://doi.org/10.22092/rafhc.2012.100128>
19. Kandil, A., Badawi, M., El-Mursy, S., and Abdou, U. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic Appl. Sci.). 5 (2): 227-36.
20. Loel, J., and Hoffmann, C. M. 2014. Importance of growth stage and weather conditions for the winter hardiness of autumn sown sugar beet. Field Crops Research 162: 70-6. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.03.007>
21. Oroojnia, S., Habibi, D., Taleghani, D., Safari Dolatabadi, S., Pazok, A., Moaveni, P., Rahmani, M., and Farshidi, M. 2012. Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress. Iranian Journal Agronomy Plant Breeding 8 (1): 127-144. (in Persian).
22. Pfeiffer, N., Tränkner, C., Lemnian, I., Grosse, I., Müller, A. E., and Jung, C. 2014. Genetic analysis of bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Theoretical and Applied Genetics 127(11): 2479-89. <https://doi.org/10.1007/s00122-014-2392-x>

23. Rajabi, A., Moghaddam, M., Rahimzadeh, F., Mesbah, M., and Ranji, Z. 2002. Evaluation of genetic diversity in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) populations for agronomic traits and crop quality. Iranian Journal Agricultural Science 33 (3): 553-67. (in Persian).
24. Reinsdorf, E., Koch, H. J., and Märlander, B. 2013. Phenotype related differences in frost tolerance of winter sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Field Crops Research 151: 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.07.007>
25. Sadeghi-Shoae, M., Taleghani, D. F., and Habibi, D. 2017. Feasibility study of winter sowing of sugar beet genotypes in moghan region. Research on Crops 18 (3): 534-40. <http://doi.org/10.5958/2348-7542.2017.00092.4>
26. Sadeghzadeh, S., Shirzadi, M. H., Aghayeezadeh, M., Taleghani, D. F., Javaheri, M. A., and Aliasgari, A. 2012. Evaluation of sowing and harvesting date effects on yield and quality of five sugar beet cultivars in Jiroft region (autumn planting). Journal of Sugar Beet Research 28 (1): 25-42. (in Persian). <https://doi.org/10.22092/jsb.2012.659>
27. Stephan, H., Böttcher, U., Sieling, K., and Kage, H. 2020. Yield potential of non-bolting winter sugar beet in Germany. European Journal Agronomy 115: 126035. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126035>
28. Taleghani, D., Moharamzadeh, M., Hemayati, S., Mohammadian, R., and Farahmand, R. 2011. Effect of sowing and harvest time on yield of autumn-sown sugar beet in Moghan region in Iran. Seed and Plant Production Journal 27-2 (3): 355-371. (in Persian).
29. Tazikeh, N., Biabani, A., Saberi, A., Rahemi Karizaki, A., and Naeimi, M. 2021. Effect of leaf removal on quantitative and qualitative characteristics of autumn sugar beet cultivars in Golestan province. Iranian Journal Field Crops Research 19 (2): 141-151. (in Persian). <https://doi.org/10.22067/jcsc.2021.37178.0>