

Evaluation of quantitative and qualitative yield of some new sugar beet hybrids in Nir climatic conditions

Farhad Sanaie Niri ¹, Omid Sofalian ^{2*} , Salim Farzaneh ³ , Ali Asghari ⁴, Seyede Yalda Raeisi Sadati ⁵ and Abazar Rajabi ⁶

- 1- Ph.D Candidate, Plant Genetics and Breeding, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 2- Professor, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 3- Associate Professor, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 4- Professor, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 5- Ph.D. Plant Breeding (Molecular Genetics), Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 6- Associate Professor, Sugar Beet Breeding and Preparation Research Institute, Ardabil, Iran

Citation: Sanaie Niri, F., Sofalian, O., Farzaneh, S., Asghari, A., Raeisi Sadati, S.Y., Rajabi, A. (2024). Quantitative and qualitative performance evaluation of new hybrids of sugar beet in Nair climatic conditions. *Plant Productions*, 47(1), 58-100

Abstract

Introduction

Today, after about 200 years of sugar beet history, about 40% of the sucrose needed by humans is supplied through this crop 1.8% of the country's sugar beet is produced in Ardabil province. Pathogens of sugar beet leaves and roots are among the factors that affect the quantity and quality of sugar beet products and in many cases prevent the development and even limit the cultivation of this product.

Materials and Methods

This experiment was conducted to evaluate different quantitative and qualitative traits of sugar beet (20 hybrids) in the research field of Nair using a randomized complete block design with three replications in 2018-2019. For this study, 20 sugar beet monogerm hybrids that were produced in Ardabil Agricultural Research Station along with 9 paternal and maternal parents were used. To determine the effective traits on root and sugar yield and percentage of extractable sugar from cluster analysis and to determine the correlation coefficient Peberson method was used.

* **Corresponding Author:** Omid Sofalian
E-mail: sofalian @uma.ac.ir



Results

The results showed that the characteristics of the percentage of green cover of the field, the number of plants and the amount of sodium and potassium at the probability level of five percent and the traits of number of total and branched roots, amount of harmful nitrogen, alkalinity coefficient, molasses sugar percentage, gross and pure sugar yield, root yield and green-yellowness score had a significant difference among the hybrids at the probability level of 1%. Also, for the attribute number of hybrid plant number 17 and number of roots of hybrid number 7, they were superior to other hybrids. In the current research, the maximum infection with rhizomania disease (13.7%) was observed in hybrid number 9, and the lowest amount belonged to two hybrids number 10 and 12. The highest amount of sodium and potassium was in hybrid 15, while hybrid number 20 had the highest amount of harmful nitrogen. Hybrid 3 had the highest alkalinity coefficient, while the highest percentage of molasses sugar belonged to hybrid 15. The highest yield of gross, pure and root sugar (respectively 10.69, 8.193 and 85.59 tons per hectare) was obtained from hybrid 12 and the lowest values belonged to hybrid 3.

Conclusions

In general, in terms of performance indicators, hybrids number 3, 12 and 15 were the most suitable hybrids compared to other hybrids.

Keywords: Quantitative traits, Root yield, Pure sugar, Harmful nitrogen

ارزیابی عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای نوین چغندر قند در شرایط اقلیمی نیر

فرهاد ثنائی نیری^۱، امید سفالیان^{۲*}، سلیم فرزانه^۳، علی اصغری^۴، سیده یلدا رئیسی ساداتی^۵، اباذر رجبی^۶

- ۱- دانشجوی دکتری، ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۲- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۳- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۴- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۵- دکتری اصلاح نباتات-ژنتیک مولکولی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۶- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، اردبیل، ایران

چکیده

امروزه پس از حدود ۲۰۰ سال سابقه چغندرقند، حدود ۴۰ درصد ساکارز مورد نیاز انسان از طریق این محصول تامین می‌شود. ۱/۸ درصد از چغندرقند کشور در استان اردبیل تولید می‌شود. عوامل بیماری‌زای برگ و ریشه چغندرقند از جمله عواملی هستند که بر کمیت و کیفیت محصولات چغندرقند تأثیر می‌گذارند و در بسیاری از موارد مانع توسعه و حتی محدود شدن کشت این محصول می‌شوند. این آزمایش به منظور ارزیابی صفات مختلف کمی و کیفی چغندرقند (۲۰ هیبرید) چغندرقند در مزرعه تحقیقاتی نیر با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ اجرا گردید. برای این مطالعه ۲۰ هیبرید منوزرم چغندرقند که در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل تولید شده بود به همراه ۹ والد پدری و مادری استفاده شد. برای تعیین صفات موثر بر عملکرد ریشه و عملکرد قند و درصد قند قابل استحصال از تجزیه کلاستر و برای تعیین ضریب همبستگی از روش پرسون استفاده شد. نتایج نشان داد که صفات درصد پوشش سبز مزرعه، تعداد بوته و میزان سدیم و پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد و صفات تعداد ریشه کل و منشعب، میزان نیتروژن مضره، ضریب آلکالیت، درصد قند ملاس، عملکرد قند ناخالص و خالص، عملکرد ریشه و نمره سبزی- زردی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری در بین هیبریدها داشتند. همچنین برای صفت تعداد بوته هیبرید ۱۷ و تعداد ریشه هیبرید شماره ۷ نسبت به بقیه هیبریدها برتر بودند. در تحقیق حاضر، حداکثر آلودگی به بیماری ریزومانیا (۱۳/۷ درصد) در هیبرید شماره ۹ مشاهده شد و کمترین مقدار آن متعلق به دو هیبرید شماره ۱۰ و ۱۲ بود. بیشترین میزان سدیم و پتاسیم در هیبرید ۱۵ بود، در حالی که هیبرید شماره ۲۰ بالاترین میزان نیتروژن مضره را داشت. هیبرید ۳ بالاترین

ضریب آلکالینته را داشت، در صورتی که بالاترین درصد قند ملاس به هیبرید ۱۵ تعلق داشت. بالاترین عملکرد قند ناخالص، خالص و ریشه (به ترتیب ۱۰/۶۹، ۸/۱۹۳ و ۸۵/۵۹ تن در هکتار) از هیبرید ۱۲ به دست آمد و کمترین مقادیر این صفات متعلق به هیبرید ۳ بود. به طور کلی از نظر شاخص‌های عملکردی هیبریدهای شماره ۳، ۱۲ و ۱۵ مناسب‌ترین هیبریدها نسبت به سایر هیبریدها بودند.

کلیدواژه‌ها: صفات کمی، عملکرد ریشه، قند خالص، نیتروژن مضر

مقدمه

تعیین میزان تنوع ژنتیکی در مواد گیاهی گام اولیه برای شناسایی، حفظ و نگهداری ذخایر توارثی و طراحی برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (Keykhosravi *et al.*, 2017). در برنامه‌های اصلاحی، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آنها همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشته باشد. لذا روش‌های تجزیه و تحلیل که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر بر عملکرد را کاهش دهد، برای پژوهشگر با ارزش هستند (Hamidi *et al.*, 2020). در مقایسه با روش‌هایی که بر اساس گروه‌هایی از افراد استوار هستند، در تجزیه خوشه‌ای، هر فرد با وزن مساوی در تجزیه شرکت می‌کند، بنابراین هم از صفات کمی و هم از صفات کیفی می‌توان استفاده نمود، لذا تمام اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jobson, 2012).

کیفیت بذر در چغندر قند مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد ریشه است (Farzaneh *et al.*, 2014). عملکرد قند تحت تأثیر دو صفت عملکرد ریشه و درصد قند است و افزایش هر یک از این صفات منجر به افزایش عملکرد قند خواهد شد، لذا تحقیقات نشان داده است که عملکرد ریشه بیشتر از درصد قند در تغییرات عملکرد قند نقش دارد (Orazizadeh *et al.*, 2016).

مطالعات رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2020) نشان داد که طول دوره رشد چغندر قند نقش چشم‌گیری بر افزایش عملکرد شکر سفید به دنبال افزایش عملکرد ریشه (۶۹ درصد)، درصد قند خالص (۲۳ درصد)، عیار قند (۱۲ درصد) و نیز کاهش قند ملاس (۳۷ درصد) داشت. حمیدی و همکاران (Hamidi *et al.*

چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) گیاهی دگرگشن، دیپلوئید و دو ساله از تیره اسفناج است، که در تأمین غذای مردم جهان نقش کلیدی دارد و از نظر ارزش غذایی در ردیف برنج، ذرت، گندم، سیب‌زمینی و حبوبات قرار دارد. طول دوره رشد چغندر قند، بسته به شرایط محیطی و ژنوتیپ، از ۵ تا ۹ ماه متغیر می‌باشد و به عنوان گیاهی دیررس شناخته می‌شود (Khajehpor, 2011; Garcia-Vila *et al.*, 2019). امروزه پس از گذشت حدود ۲۰۰ سال از تاریخچه چغندر قند، حدود ۴۰ درصد از ساکارز مورد نیاز بشر از طریق این گیاه زراعی تأمین می‌گردد (Taleghani *et al.*, 2022).

ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیای جزء معدود کشورهای است که امکان زراعت چغندر قند در بهار و پاییز در آن وجود دارد. همچنین با توجه به تغییرات اقلیمی و گرم شدن مناطق مختلف آن، امکان توسعه کشت پاییزه چغندر قند در برخی مناطق دیگر نیز میسر گردیده است (Taleghani *et al.*, 2016). نیمی از اراضی تحت کشت چغندر قند در ایران آلوده به بیماری ریزومانی می‌باشد که شدت آلودگی در مزارع با یکدیگر متفاوت است، لذا انتخاب بهترین فصل کاشت و ارقامی که بتوانند در شرایط مختلف آلودگی عملکرد قابل قبولی داشته باشند، مهم است (Soltani *et al.*, 2021). محمودی و همکاران (Mahmoudi *et al.*, 2012) دریافتند که در منطقه آلوده به بیماری ریزومانی اگر هدف مقایسه مقاومت ارقام تجاری یا هیبریدهای چغندر قند باشد، عملکرد ریشه و قند معیارهای مناسبی برای تمایز بین ارقام هستند و حتی نیازی به نگهداری مزرعه تا پایان فصل رشد نیست.

های وحیدی و همکاران (Vahidi et al., 2013) بین صفات عملکرد ریشه و صفات عملکرد قند خالص، درصد استحصال قند همبستگی مثبت و معنی دار و صفات مرتبط با ناخالصی‌های ریشه همبستگی منفی و معنی دار مشاهده شد. همچنین در مطالعه رضایی و همکاران (Rezaei et al., 2020) همبستگی عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص معنی دار بود.

عملکرد ژنوتیپ یا هیبرید، پارامتر مهمی برای گزینش ارقام و کشت در مناطق مختلف است. شرایط محیطی مختلف همبستگی بین صفات مربوط به عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Diatta et al., 2020)، لذا به‌دست آوردن اطلاعات مربوط به عملکرد و اجزای آن تحت شرایط خاص محیطی برای افزایش عملکرد ضروری می‌باشد (Saremirad nad Mostafavi, 2020; Akyüz and Ersus, 2021). همچنین شناخت و انتخاب صفاتی که روی عملکرد کمی و کیفی اثر مثبت داشته و در ضمن از توارث و بازدهی ژنتیکی زیادی برخوردار هستند، می‌توانند در بهبود عملکرد محصول مؤثر واقع شوند (Zarei, 2016). بر این اساس این مطالعه با هدف بررسی کمی و کیفی عملکرد هیبریدهای حاصل از تلاقی لاین‌های امیدبخش چغندر قند انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی زراعی شهر نیر (استان اردبیل) با مختصات UTM: X=237544, Y=4212465، سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ اجرا شد. برای این مطالعه ۲۰ هیبرید منوژرم چغندر قند (هیبریدهای حاصل از تلاقی ۴ پایه پدری (SHR.1-P.12، F-8662، FC709-2/24 و S1-88227) و ۵ پایه مادری (7112×SB36، 7112×436، 261×231، SB37×28874 و SB36×419) که در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل تولید شده به‌همراه ۹ والد پدری و مادری استفاده شد. مشخصات هیبریدها در جدول ۱ و برخی از ویژگی‌های اقلیمی منطقه که از

(al., 2020) گزارش کردند که در ژنوتیپ‌های تست کراس چغندر قند، صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر، ضریب قلیائیت، شکر قابل استحصال، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر در اثر تنش کم‌آبایی کاهش یافت. درحالی‌که باعث افزایش صفاتی از قبیل درصد قند، میزان سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس شد. همچنین بیان کردند که هیچ‌کدام از هیبریدهای مورد مطالعه از نظر صفات عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد شکر، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر نسبت به رقم شاهد ماندارین در شرایط تنش کم‌آبایی برتری نشان ندادند. درحالی‌که هیبرید (S1-73 * SB36 * 7112) در هر دو شرایط آبیاری از نظر اکثر صفات مورد مطالعه نسبت به سایر هیبریدها برتری نشان داد.

احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2023) با بررسی ژنوتیپ‌های چغندر قند در شرایط تنش نشان دادند که محتوای قند ناخالص و خالص روندی افزایشی و مقادیر ناخالصی ریشه (سدیم و نیتروژن) روندی کاهشی داشت که همراه با بیشترین مقادیر ضریب استحصال قند بود. همچنین بیان کردند عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص به ترتیب ۲۸/۵ و ۱۰/۵ درصد در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال آبیاری روند کاهشی داشت. آنان دریافته‌اند که افزایش درصد قند در شرایط تنش می‌تواند به دلیل کاهش محتوای رطوبت گیاه و به‌خصوص ریشه باشد. همچنین بیان کردند علت کاهش ناخالصی در ریشه را می‌توان در کاهش مقادیر جذب این عنصر از محلول خاک جستجو کرد، زیرا جذب عناصر از طریق جذب آب صورت می‌گیرد.

وجود ارتباط مثبت بین عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص را می‌توان به جز مشترک این صفات یعنی عملکرد ریشه نسبت داد، همچنین همبستگی مثبت عیار قند، ضریب استحصال قند و درصد قند خالص را می‌توان به جزء مشترک این صفات یعنی درصد قند خالص نسبت داد (Hasani et al., 2021). در بررسی-

پس از تعیین میزان رطوبت وزنی خاک با استفاده از رابطه ۲ مقدار آب مورد نیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی برآورد شد.

رابطه (۲)

$$I_s = \left(\frac{(FC - AW) * Bd * D}{100} \right)$$

که در آن I_s عمق آب برای رسیدن به ظرفیت زراعی (سانتی‌متر)، FC ظرفیت زراعی، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک، AW درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری و D عمق توسعه ریشه (متر) است. پس از تعیین عمق آب آبیاری از رابطه بالا، با توجه به مساحت هر کرت حجم آب لازم جهت آبیاری برآورد و سپس با استفاده از سیستم نشتی اعمال شد. عملیات داشت شامل تنک در مرحله ۴-۶ برگگی، کنترل علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها به صورت مکانیکی و شیمیائی انجام شد. عملیات برداشت در اواخر شهریورماه انجام شد. یادداشت‌برداری هر کرت پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خط میانی صورت گرفت.

صفات مورد اندازه‌گیری در مزرعه و آزمایشگاه

برای تعیین درصد آلودگی، تعداد بوته‌های موجود در هر ردیف شمارش و سپس اقدام به شمارش تعداد بوته‌های آلوده به بیماری ریزومانیا در همان ردیف گردید و بعد از تعیین تعداد بوته‌های بیمار به صورت درصد در همان ردیف ثبت و میانگین‌گیری شد.

برای تعیین عملکرد ریشه (تن در هکتار) چغندر قند در واحد سطح (وزن تر ریشه چغندر قند) بعد از برداشت گیاه، تعداد ریشه‌ها شمارش و توزین گردید. درصد قند یا عیار (درصد قند ناخالص) ناخالصی‌های شربت به روش پلاری‌متری سنجش شد. پتاسیم و سدیم ریشه چغندر قند به روش فلیم فتومتری و نیتروژن مضره به روش رنگ‌سنجی معروف به روش آبی بر حسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم چغندر قند یا شکر اندازه‌گیری شدند.

میانگین داده‌های ده ساله ایستگاه هواشناسی شهرستان نیر تهیه شده در جدول ۲ ارائه شده است. زمین محل اجرای آزمایش در پاییز سال قبل انتخاب و پس از تهیه نمونه مرکب خاکی از اعماق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری (درصد اشباع ۳۸، درصد مواد خنثی شونده ۱۱، درصد رس، سیلت و شن به ترتیب، ۲۲، ۶۰ و ۱۸، درصد کربن آلی ۰/۷۲، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۱۲ و ۳۹۰ پی‌پی‌ام (ppm)) و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری (درصد اشباع ۴۵، درصد مواد خنثی شونده ۱۳/۵، درصد رس، سیلت و شن به ترتیب، ۲۳، ۵۳ و ۲۰، درصد کربن آلی ۰/۶۶، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۶/۱ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام (ppm)) برداشت و برای تجزیه خاک به آزمایشگاه ارسال شد (بافت خاک سیلتی لومی و pH خاک ۷/۳). در پاییز جهت تهیه بستر کاشت، خاک -ورزی اولیه با انجام شخم عمیق صورت گرفت. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم سبک، دیسک‌زنی، تسطیح، خط‌کشی و تهیه خطوط کاشت (جوی و پشته) با استفاده از شیارکن بود. پخش کود مورد نیاز براساس نتایج تجزیه خاک به میزان ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم در هکتار و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (از منبع اوره به صورت نصف همزمان با کاشت + نصف به صورت کود سرک) انجام شد. هر کرت شامل ۴ خط کشت به طول پنج متر با فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و تراکم مزرعه در حدود ۱۰۰ هزار بوته در هکتار بود. عملیات کاشت در ۳۰ فروردین ماه (به محض مساعد شدن شرایط جوی) انجام گرفت. پس از فرارسیدن موعد آبیاری در هر یک از تیمارهای مورد آزمایش، با توجه به رطوبت موجود در خاک، مقدار آب مورد نیاز بر اساس رابطه ۱ و ۲ برآورد و سپس با استفاده از سیستم نشتی مقدار آب محاسبه شده بطور یکنواخت وارد کرت‌های آزمایشی شد.

رابطه (۱)

$$WMC(\%) = \left(\frac{FSW - DSW}{DSW} \right) * 100$$

که در آن WMC مقدار رطوبت محتوای خاک، FSW وزن خاک تر و DSW وزن خاک خشک است.

Table 1. Names of studied sugar beet hybrids

No.	Hybrid Name	No.	Hybrid Name
1	7112*SB36×SHR01-P.12	11	7112*SB36×FC709-2/24
2	28874*SB37×SHR01-P.12	12	28874*SB37×FC709-2/24
3	7112*436×SHR01-P.12	13	7112*436×FC709-2/24
4	419*SB36×SHR01-P.12	14	419*SB36×FC709-2/24
5	261*231×SHR01-P.12	15	261*231×FC709-2/24
6	7112*SB36×F-8662	16	7112*SB36×S1-88239
7	28874*SB37×F-8662	17	28874*SB37×S1-88239
8	7112*436×F-8662	18	7112*436×S1-88239
9	419*SB36×F-8662	19	419*SB36×S1-88239
10	261*231×F-8662	20	261*231×S1-88239

Table 2. Climatic characteristics of the test site based on ten-year statistics (Nair meteorological station statistics, 2017)

Height above sea level (m)	Minimum temperature (C°)	Maximum temperature (C°)	Minimum rainfall (mm)	Maximum rainfall (mm)	Average total rainfall
1650	-22	32	215	389	252

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین هیبریدهای چغندر قند مورد بررسی برای صفات ریشه انشعابی، نیتروژن مضره، ضریب آلکالیت، قند ملاس، عملکرد قند ناخالص و خالص، عملکرد ریشه و سبزی - زردی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری وجود داشت. همچنین برای صفات درصد آلودگی، میزان سدیم و میزان پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ملاحظه شد (جدول ۳).

ریشه انشعابی و درصد آلودگی

وجود اختلاف در بین هیبریدها از نظر تعداد ریشه انشعابی بیانگر تنوع ژنتیکی می باشد (Tamada, 1975). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد ریشه انشعابی به ترتیب مربوط به هیبریدهای شماره ۷ (۴/۵ عدد) و ۳ با تعداد ۲/۰ عدد بود. همچنین در بین هیبریدها، بیشترین و کمترین درصد آلودگی به ترتیب به هیبرید ۹ با ۱۳/۷ درصد آلودگی و هیبریدهای شماره ۱۰ و ۱۲ (به- ترتیب با ۳/۰۸ و ۳/۳۹ درصد) تعلق داشت. به عبارت دیگر هیبریدهای شماره ۱۰ و ۱۲ در مقایسه با سایر هیبریدهای مورد بررسی در این آزمایش، مقاومترین هیبرید به بیماری

قند ملاس، ضریب قلیائیت (نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به نیتروژن مضره موجود در ریشه چغندر قند)، مقدار شکر سفید یا شکر قابل استحصال (درصد قند خالص) با فرمول مقدار شکر سفید = درصد قند - (قند ملاس + ۰/۶) محاسبه شد، ضریب استحصال شکر یا راندمان استحصال با فرمول ضریب استحصال شکر = (درصد قند ÷ درصد قند خالص) × ۱۰۰ محاسبه شد، عملکرد شکر سفید (عملکرد قند خالص) با فرمول عملکرد شکر سفید = درصد شکر سفید × عملکرد ریشه و عملکرد شکر (عملکرد قند ناخالص) بر حسب تن در هکتار با فرمول عملکرد شکر = درصد قند × عملکرد ریشه به دست آمدند (Abdollahian, 2005).

تجزیه آماری داده‌ها

کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های حاصل از این آزمایش، با کمک نرم افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای تعیین صفات موثر بر عملکرد ریشه و عملکرد قند و درصد قند قابل استحصال از تجزیه کلاستر و برای تعیین ضریب همبستگی از روش پرسون استفاده شد.

در بین هیبریدهای چغندر قند از نظر عملکرد ریشه، درصد قند، میزان پتاسیم، نیتروژن مضره و درصد استحصال قند و نیز میزان سدیم ریشه توسط محققین مختلف گزارش شده است (Abdollahian-Noghabi *et al.*, 2011; Al- (Sayed *et al.*, 2012; Soltani *et al.*, 2021)، که بیانگر تنوع ژنتیکی هیبریدها در این خصوص می‌باشد. درصد قند ملاس به‌طور مستقیم از روی ناخالصی‌های ریشه محاسبه می‌گردد (Tazikeh *et al.*, 2021). مقایسه میانگین نشان داد که قند ملاس در هیبرید شماره ۱۵ در بالاترین حد خود بود (۳/۶۹ درصد)، در حالی که کمترین مقدار این صفت (۲/۹۲ درصد) از هیبرید شماره ۱۲ به‌دست آمد. همچنین در این آزمایش، هیبریدهای ۲، ۴، ۵، ۱۴ و ۲۰ نیز از میزان قند ملاس بالاتری در مقایسه با سایر هیبریدها مورد بررسی برخوردار بودند (جدول ۴). وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین میزان پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس در مطالعه Khorshid and Asadi (2020) تحت شرایط شور بیان شده است، همچنین آنان بیان کردند که در شرایط بهینه همبستگی مثبتی بین میزان پتاسیم با قند ملاس و وزن خشک اندام هوایی و همبستگی منفی با عملکرد قند خالص و درصد قند قابل استحصال وجود داشت. با این حال (Abdollahian-Noghabi *et al.*, 2011)، میزان پتاسیم با عملکرد ریشه و عملکرد قند را منفی اما غیرمعنی‌دار و با درصد قند منفی و معنی‌دار گزارش کردند. در مطالعه دیگری محققان دریافته‌اند تغییرات قند ملاس بیشتر تابع میزان سدیم و پتاسیم بوده و با افزایش میزان ناخالصی‌های ریشه قند ملاس نیز افزایش می‌یابد. همچنین دریافته‌اند که نیتروژن مضره بر قند ملاس تأثیر معنی‌دار ندارد (Rezaei *et al.*, 2020). (Oroojnia *et al.*, 2012). بررسی عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای مختلف چغندر قند دریافته‌اند که صفات مورد ارزیابی مانند عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص، ضریب استحصال شکر، درصد قند ملاس، سدیم پتاسیم و نیتروژن مضره به لحاظ آماری در بین هیبریدهای مختلف چغندر قند دارای میانگین‌های متفاوتی بودند.

ریزومانی محسوب شدند (جدول ۴). به نظر می‌رسد پایین بودن درصد آلودگی در این آزمایش، به‌عبارت دیگر مقاوم بودن اکثر هیبریدهای حاضر، می‌تواند این رابطه را توجیه نماید. در حال حاضر، موثرترین روش کنترل این بیماری استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد (McGrann *et al.*, 2009). همچنین سطح مقاومت ژرم‌پلاسم (هیبریدها) بستگی به غلظت ویروس موجود در ریشه آن‌ها دارد و بر این اساس ژرم‌پلاسم‌های متحمل به بیماری شناسایی و گزینش می‌شوند (Asher and Kerr, 1996).

میزان سدیم، میزان پتاسیم، نیتروژن مضره، ضریب آلکالیت و قند ملاس

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، هیبرید شماره ۱۵ در مقایسه با سایر هیبریدها از بالاترین میزان سدیم ریشه (۴/۱۳ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) و میزان پتاسیم (۷/۳۸ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) برخوردار بود. همچنین کمترین میزان سدیم ریشه (۳/۰ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) و میزان پتاسیم ریشه (۶/۳ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) در این آزمایش از هیبرید شماره ۱۲ به‌دست آمد (جدول ۴). پتاسیم، که در صنعت قند به آن خاکستر اطلاق می‌گردد. جزء شاخص بسیار مهم کیفیت چغندر قند می‌باشند و هرچه مقدار کمی آن بیشتر باشد، کیفیت چغندر قند کمتر می‌شود (Moharramzadeh *et al.*, 2017). مشابه نتایج این آزمایش، (Abdollahian-Noghabi *et al.*, 2011) به وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین میزان سدیم با پتاسیم و رابطه منفی آن با عملکرد ریشه و درصد قند خالص و ناخالص اشاره داشته است. بیشترین مقدار نیتروژن مضره ریشه در هیبرید شماره ۲۰ مشاهده شد (۱/۱۵۰ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)، در حالی که کمترین میزان نیتروژن مضره ریشه مربوط به هیبریدهای ۳، ۷ و ۱۳ (به ترتیب با ۰/۵۷۵، ۰/۵۶۵ و ۰/۵۷۰ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) بود. همچنین در بین هیبریدهای مورد بررسی چغندر قند هیبریدهای ۳ (۱۸۹/۱) و ۲۰ (۱۰/۰) به ترتیب بالاترین و کمترین ضریب آلکالیت را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). وجود اختلاف معنی‌دار آماری

Table 3. Analysis of variance for quantitative and qualitative traits of sugar beet hybrids

SOV	df	Means of square (MS)							
		BR	PP	Na	K	N	ALC	MS	SC
Replication	2	8.283	0.657	0.205	1.715	0.228	30.67	0.273	5.062
Hybrid	19	1.924**	0.888*	0.269*	0.335*	0.125**	27.60**	0.126**	0.892 ^{ns}
Error	38	0.739	0.449	0.135	0.184	0.054	9.04	0.049	1.037
(%) CV	-	27.9	25.8	10.7	6.19	27.4	22.5	6.75	8.28

SOV	df	Means of square (MS)							
		PSC	SCY	WSY	RY	ECS	Y-G	RU	GU
Replication	2	4.34	9.11	9.935	636.81	23.70	0.150	7.879	0.033
Hybrid	19	1.13 ^{ns}	19.92**	11.36**	1262.8**	14.01 ^{ns}	0.792**	0.428 ^{ns}	0.068 ^{ns}
Error	38	1.13	3.389	2.024	221.05	9.56	0.387	0.598	0.042
(%) CV	-	11.8	27.8	29.3	27.6	4.23	14.1	21.9	4.15

ns, * and ** are non-significant and significant respectively at the five percent and one percent probability levels.

Table 4. Comparisons of mean sugar beet hybrids for the studied quantitative and qualitative traits

Hybrids	Traits mean										
	BR	PP	Na	K	N	ALC	MS	SCY	WSY	RY	Y-G
	(%)	(%)	(Meq/100 g)	(Meq/100 g)	(%)	(%)	(%)	(t.ha ⁻¹)	(%)	(%)	Score
1	2.25 ^{de}	9.98 ^{abc}	3.55 ^{abc}	6.90 ^{a-d}	0.798 ^{abc}	14.0 ^{a-f}	3.32 ^{abc}	4.443 ^{efg}	3.198 ^{d-g}	38.09 ^{fgh}	4.5 ^{abc}
2	2.75 ^{b-e}	7.23 ^{bcd}	3.59 ^{abc}	6.98 ^{a-d}	0.740 ^{bc}	15.2 ^{a-e}	3.35 ^{abc}	4.443 ^{efg}	3.205 ^{d-g}	37.06 ^{fgh}	4.3 ^{abc}
3	2.00 ^e	7.60 ^{a-d}	3.49 ^{bc}	6.85 ^{a-d}	0.575 ^c	18.1 ^a	3.26 ^{b-e}	2.930 ^g	2.118 ^g	25.00 ^h	3.8 ^{bc}
4	2.50 ^{cde}	7.69 ^{a-d}	3.47 ^{bc}	7.06 ^{abc}	0.985 ^{ab}	11.2 ^{c-f}	3.36 ^{abc}	4.120 ^{efg}	3.008 ^{efg}	32.68 ^{gh}	3.5 ^c
5	3.50 ^{a-d}	7.97 ^{a-d}	3.55 ^{abc}	7.23 ^{ab}	0.935 ^{abc}	12.3 ^{c-f}	3.44 ^{abc}	4.713 ^{efg}	3.380 ^{d-g}	39.28 ^{e-h}	3.5 ^c
6	2.25 ^{de}	7.25 ^{bcd}	3.00 ^c	6.39 ^{cd}	0.827 ^{abc}	12.3 ^{c-f}	2.96 ^{de}	8.253 ^{a-d}	6.400 ^{abc}	63.33 ^{a-e}	4.5 ^{abc}
7	4.50 ^a	13.2 ^{ab}	3.44 ^{bc}	6.63 ^{bcd}	0.565 ^c	17.9 ^{ab}	3.17 ^{cde}	8.198 ^{a-d}	5.980 ^{abc}	70.24 ^{a-d}	4.5 ^{abc}
8	3.75 ^{abc}	8.50 ^{a-d}	3.23 ^{bc}	6.93 ^{a-d}	0.925 ^{abc}	11.7 ^{c-f}	3.23 ^{b-e}	8.393 ^{a-d}	6.218 ^{abc}	66.79 ^{a-d}	4.5 ^{abc}
9	2.50 ^{cde}	13.7 ^a	3.26 ^{bc}	6.94 ^{a-d}	0.863 ^{abc}	12.5 ^{c-f}	3.24 ^{b-e}	8.910 ^{abc}	6.613 ^{ad}	72.02 ^{a-d}	4.5 ^{abc}
10	3.75 ^{abc}	3.08 ^d	3.16 ^{bc}	7.02 ^{a-d}	1.078 ^{ab}	10.1 ^{ef}	3.25 ^{b-e}	6.233 ^{c-f}	4.680 ^{b-e}	48.45 ^{d-h}	4.5 ^{abc}
11	3.00 ^{b-e}	5.29 ^{cd}	3.50 ^{bc}	6.82 ^{a-d}	0.997 ^{ab}	10.6 ^{def}	3.29 ^{bcd}	9.068 ^{abc}	6.640 ^{ab}	73.69 ^{abc}	5.0 ^a
12	3.25 ^{a-e}	3.39 ^d	3.00 ^c	6.30 ^d	0.685 ^{bc}	14.5 ^{a-f}	2.92 ^e	10.69 ^a	8.193 ^a	85.59 ^a	4.5 ^{abc}
13	3.50 ^{a-d}	5.01 ^{cd}	3.48 ^{bc}	6.60 ^{bcd}	0.570 ^c	17.8 ^{ab}	3.17 ^{cde}	7.035 ^{b-e}	5.183 ^{bcd}	58.93 ^{b-f}	5.0 ^a
14	2.25 ^{de}	6.12 ^{cd}	3.57 ^{abc}	7.33 ^{ab}	0.955 ^{abc}	12.7 ^{c-f}	3.49 ^{abc}	6.760 ^{b-e}	4.870 ^{b-e}	54.17 ^{b-g}	4.8 ^{ab}
15	3.50 ^{a-d}	5.48 ^{cd}	4.13 ^a	7.38 ^a	0.950 ^{abc}	13.1 ^{b-f}	3.69 ^a	7.978 ^{a-d}	5.450 ^{bcd}	69.05 ^{a-d}	4.8 ^{ab}
16	2.75 ^{b-e}	6.52 ^{cd}	3.15 ^{bc}	7.11 ^{abc}	1.083 ^{ab}	10.1 ^{ef}	3.28 ^{b-e}	6.555 ^{cde}	4.948 ^{b-e}	49.40 ^{c-h}	4.5 ^{abc}
17	4.00 ^{ab}	7.72 ^{a-d}	3.49 ^{bc}	6.97 ^{a-d}	0.733 ^{bc}	15.4 ^{a-d}	3.32 ^{bcd}	3.508 ^{fg}	2.508 ^{fg}	30.35 ^{gh}	4.3 ^{abc}
18	3.50 ^{a-d}	7.34 ^{bcd}	3.45 ^{bc}	6.85 ^{a-d}	0.687 ^{bc}	15.7 ^{abc}	3.26 ^{b-e}	5.668 ^{d-g}	4.135 ^{c-g}	47.62 ^{d-h}	4.8 ^{ab}
19	3.50 ^{a-d}	5.65 ^{cd}	3.39 ^{bc}	6.81 ^{a-d}	0.920 ^{abc}	11.7 ^{c-f}	3.25 ^{b-e}	4.730 ^{efg}	3.500 ^{d-g}	37.50 ^{fgh}	4.0 ^{ab}
20	2.50 ^{cde}	7.07 ^{bcd}	3.76 ^{ab}	7.33 ^{ab}	1.150 ^a	10.0 ^f	3.27 ^{ab}	9.658 ^{ab}	6.890 ^{ab}	77.38 ^{ab}	5.0 ^a

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05).

BR: Branch root, RY: Root yield, RU: Root uniformity, GU: Growth uniformity, MS: Molasses sugar, SC: Sugar content, WSC: White sugar content, ECS: Extraction coefficient, ALC: Alkalinity, WSY: White sugar yield, SCY: Sugar content Yield, Y-G: yellow-green, PP: Pollution percentage.

دارد (Tazikeh et al., 2021). Hamidi et al., (2018) بیان کردند که بیشترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و نمره رنگ برگ در لاین hf4 s1 مشاهده شد و لاین hf6 s3 دارای کمترین درصد قند ریشه (۱۷/۷۹ درصد) در بین کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. همچنین دریافتند که با توجه به پراکندگی صفات و تفاوت معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها، برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد تحت شرایط تنش در بین لاین‌های حاصل از یک جمعیت آزاد گرده‌افشان تنوع ژنتیکی وجود دارد و می‌توان از ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود (Hamidi et al., 2018). در مطالعه Bakhshi Khaniki et al., (2011) رقم روی عملکرد ریشه چغندر قند و عملکرد شکر سفید معنی‌دار بود و رقم رسول با عملکرد ریشه ۷۵/۶۴ تن در هکتار و عملکرد شکر سفید با ۸/۷۷ تن در هکتار بالاترین مقدار را نسبت به دو رقم دیگر داشت، در حالی که بالاترین مقدار قند قابل استحصال متعلق به رقم شیرین بود. (2016) Sadeghzadeh Hemayati and Fasahat با ارزیابی تحمل به خشکی ۳۶ ژنوتیپ چغندر قند در کرج گزارش کردند که تحت تنش خشکی، میانگین عملکرد ریشه، شکر خام و شکر سفید به ترتیب معادل ۵۹، ۷۲ و ۷۶ درصد کاهش یافت. (Hosseinian et al., 2019) گزارش کردند با توجه به اینکه مهم‌ترین صفت مؤثر در کیفیت چغندر قند بالا بودن درصد قند می‌باشد، طیف مناسبی از نظر درصد قند در بین ارقام مختلف چغندر قند وجود دارد. (Hamidi et al., 2020) دریافتند که در شرایط تنش کم‌آبایی نسبت به شرایط بدون تنش برخی از صفات نظیر عملکرد ریشه، عملکرد شکر، ضریب قلیائیت، شکر قابل استحصال، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر به ترتیب به میزان ۳۵/۱۴، ۲۹/۱۹، ۱۴/۵۷، ۱۰/۴۱، ۴۱/۷۰ و ۴/۱۸ درصد کاهش یافتند. با توجه به اینکه عملکرد قند تحت تأثیر دو صفت عملکرد ریشه و درصد قند است و افزایش هر یک از این صفات منجر به افزایش عملکرد قند خواهد شد، لذا تحقیقات نشان داده است که عملکرد ریشه بیشتر از درصد قند در تغییرات عملکرد قند نقش دارد (Orazizadeh et al., 2016).

Hamidi et al., (2020) دریافتند که صفاتی از قبیل درصد قند، میزان سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس در شرایط تنش کم‌آبایی نسبت به شرایط بدون تنش به ترتیب معادل ۸/۹۵، ۵۲/۳۳، ۹/۸۲، ۴۴/۳۵ و ۲۴/۹۷ درصد افزایش یافتند. (Tazikeh et al., 2021) بیان کردند که ارقام چغندر قند در صفات درصد قند ناخالص (عیار)، قند خالص، سدیم، پتاسیم، ضریب استحصال شکر و قند ملاس اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند، ولیکن از نظر صفات نیتروژن مضره و الکالیت به بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین سرزنی چغندر قند باعث کاهش درصد قند، نیتروژن و عملکرد ریشه و افزایش میزان الکالیت و پتاسیم ریشه گردید.

عملکرد قند خالص و ناخالص، عملکرد ریشه و سبزی-زردی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار عملکرد قند خالص (۸/۱۹۳ تن در هکتار)، عملکرد قند ناخالص (۱۰/۶۹ تن در هکتار) و عملکرد ریشه (۸۵/۵۹ تن در هکتار) در هیبرید شماره ۱۲ مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار این صفات به ترتیب ۲/۱۱۸ تن در هکتار، ۲/۹۳ تن در هکتار و ۲۵/۰۰ تن در هکتار مربوط به هیبرید ۳ بود. همچنین در بین هیبریدهای مورد بررسی چغندر قند هیبریدهای ۱۱، ۱۳ و ۲۰ (نمره ۵/۰) و هیبریدهای ۴ و ۵ (نمره ۳/۵) به ترتیب بالاترین و کمترین سبزی-زردی را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). (Adibifard et al., 2017) گزارش کردند که بین زمان‌های مختلف کاشت و ارقام چغندر قند از نظر درصد قند ناخالص و عملکرد قند خالص اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در مطالعه تعیین رقم مناسب چغندر قند پایزه در شهرستان‌های جوین و جغتای گزارش شد که بین ارقام مورد آزمایش بیشترین درصد قند ناخالص در رقم مراک با ۱۷/۸۴ درصد و کمترین درصد قند در رقم مونوتانا با ۱۴/۲ درصد مشاهده شد (Ahmadi et al., 2018). در گیاهان، برگ‌ها، اصلی‌ترین محل دریافت تابش خورشیدی و تولید مواد فوستتری هستند، به همین دلیل برآورد میزان کاهش عملکرد ناشی از بین رفتن برگ‌ها، نقش مهمی در مدیریت مزرعه

مشخص معنی داری مشاهده نشد، اما ارتباط این صفت با میزان نیتروژن مضره و قند ملاس مثبت و معنی دار است اما با ضریب استحصال منفی و معنی دار بود، همچنین اگرچه ارتباط بین میزان پتاسیم با درصد قند خالص، ناخالص، عملکرد آن‌ها و عملکرد ریشه منفی بود، اما از نظر آماری معنی دار نشد (جدول ۵). علاوه بر این، میزان نیتروژن مضره با درصد آلودگی ارتباط منفی اما غیر معنی دار نشان داد، ولی با میزان آلکالیت یا قلیائیت همبستگی منفی و معنی دار ($r = -0/931$) داشت. همچنین ارتباط این صفت با عملکرد ریشه غیر معنی - دار بود اما همبستگی نیتروژن مضره با قند ملاس ($r = 0/497$) مثبت و معنی دار بود (جدول ۵). از آنجا که سدیم یکی از عناصری است که بصورت ناخالص در ریشه وجود دارد، بنابراین افزایش این عنصر میزان عملکرد قند ناخالص را افزایش داده و از خلوص قند می‌کاهد (Bashiri et al., 2015). با توجه به این توضیحات می‌توان چنین استنباط نمود که در صورت وجود سدیم بالای خاک، هنگام کمبود پتاسیم، درصد قند به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از این بررسی با یافته‌های سایر محققین نیز در این زمینه مشابهت دارد (Nasri et al., 2013; Bashiri et al., 2015). در تحقیقی مشابه (Rajabi et al., 2013) در بررسی روابط بین صفات در لاین‌های چغندر قند بین عملکرد ریشه با صفت عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید همبستگی مثبت و معنی دار و با صفات میزان نیتروژن مضره و پتاسیم ریشه همبستگی منفی و معنی داری گزارش نمودند. ایشان همچنین بین صفات عملکرد شکر سفید با درصد استحصال همبستگی مثبت و با صفات میزان نیتروژن مضره و پتاسیم و قند ملاس همبستگی منفی و معنی دار گزارش نمودند. (Azizi et al., 2021) دریافتند که بیشترین همبستگی منفی و معنی دار به ترتیب در بین صفت عملکرد ریشه با صفات درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، ضریب قلیائیت، مقدار پتاسیم، سدیم ریشه و همچنین میزان قند ملاس و با صفات عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص و ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت. (Hamidi et al., 2020) گزارش کردند که تجزیه

(Soltani et al., 2021) بیان کردند که در هر دو زمان کشت بهاره و پاییزه بین ارقام از نظر صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص، سدیم و شدت وقوع بیماری تفاوت معنی داری مشاهده گردید، به طوری که حداکثر مقدار عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و ضریب استحصال شکر در کشت پاییزه ارقام حاصل شده است.

همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در هیبریدهای چغندر قند

ضرایب حاصل از تجزیه همبستگی نشان داد که بین ضریب آلکالیت با درصد آلودگی و همچنین عملکرد ریشه رابطه معنی داری مشاهده نشد، هر چند به ترتیب مثبت و منفی بود، اما این صفت با درصد قند خالص و ناخالص (به ترتیب $r = -0/817$ و $r = -0/619$) همبستگی منفی و معنی دار داشت. همچنین اگرچه رابطه معنی داری بین درصد آلودگی با عملکرد ریشه مشاهده نشد، اما ارتباط این صفت تقریباً با کلیه صفات مورد بررسی از جمله درصد قند خالص، ناخالص، عملکرد آن‌ها و همچنین عملکرد ریشه منفی بود. ضرایب حاصل از تجزیه همبستگی بیان داشت که رابطه معنی داری بین میزان سدیم با درصد آلودگی و عملکرد ریشه نبود، هر چند این روابط به ترتیب مثبت و منفی بودند، اما بین این صفات با میزان پتاسیم و قند ملاس رابطه مثبت و معنی دار (به ترتیب $r = 0/686$ و $r = 0/870$) و با درصد قند خالص و ناخالص و ضریب استحصال همبستگی منفی و معنی دار (به ترتیب $r = -0/540$ ، $r = -0/780$ و $r = -0/947$) ملاحظه شد (جدول ۵).

نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که قند ملاس رابطه مشخص و معنی داری با درصد آلودگی نداشت، اما با ضریب استحصال همبستگی منفی و معنی دار ($r = -0/835$) نشان داد، با این حال بین این صفت با عملکرد ریشه نیز رابطه منفی اما غیر معنی دار حاکم بود (جدول ۵). مطالعه (Hamidi 2020) et al., نشان داد که قند ملاس با ضریب استحصال و عملکرد ریشه همبستگی منفی و معنی دار داشت، که با این نتایج مطابقت دارد. بین میزان پتاسیم با درصد آلودگی رابطه

ثنائی نیری و همکاران: ارزیابی عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای...

درصد قند ملاس تحت هر دو شرایط بود. همچنین بیان کردند که در شرایط عدم تنش عملکرد ریشه (۱/۱۷) و در شرایط تنش نیز عملکرد شکر (۰/۸۹) بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد شکر سفید داشته‌اند.

همبستگی بیانگر رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد شکر سفید با عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد شکر، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر و همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار با میزان سدیم، پتاسیم، ضریب قلیائیت و

Table 5. Correlation of studied traits in different hybrids

	SC	Na	K	N	ALC	Psc	ECS	Y-G	ND	NRD	RU	GU	RY	SCY	WSY
SC	1														
Na	-0.6**	1													
K	0.13 ^{ns}	0.6*	1												
N	0.71**	0.04 ^{ns}	0.67*	1											
ALC	-0.8**	0.13 ^{ns}	-0.5*	-0.93**	1										
Psc	0.99**	-0.7**	-0	0.59*	-0.7**	1									
ECS	0.72*	-0.9**	-0.5*	0.06 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	0.83**	1								
Y-G	0.14 ^{ns}	-0	0.05 ^{ns}	0.21 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.04 ^{ns}	1							
ND	-0.2 ^{ns}	0	0.01 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	0.17 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	-0.4 ^{ns}	1						
NRD	0.629*	0.01 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	0.12 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	-0	-0.1 ^{ns}	1					
RU	-0.3 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	-0.6*	-0.5*	0.41 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.3 ^{ns}	-0.3 ^{ns}	0.26 ^{ns}	1				
GU	-0.1 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	-0 ^{ns}	-0	0.06 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	-0	0.58*	-0.4 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.24 ^{ns}	1			
RY	0.19 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	0.13 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	0.2 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.64*	-0.2 ^{ns}	0.667**	0.26*	0.36*	1		
SCY	0.32 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.1 ^{ns}	0.46 ^{ns}	-0.5*	0.27 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.46 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	0.625**	-0.1 ^{ns}	-0	0.67*	1	
WSY	0.27 ^{ns}	-0.1 ^{ns}	-0	0.33 ^{ns}	-0.4 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.77**	-0.3 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.83**	0.8738**	1

RY: Root yield, RU: Root uniformity, GU: Growth uniformity, SC: Sugar content, WSC: White sugar content, ECS: Extraction coefficient, ALC: Alkalinity, WSY: White sugar yield, SCY: Sugar content Yield, Y-G: yellow- green, PP: Pollution percentage. ns, * and ** are non-significant and significant respectively at the five percent and one percent probability levels

Hamidi *et al.*, گزارش کردند که عملکرد ریشه، همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد قند ناخالص، نمره رنگ برگ و نمره رشد ریشه داشت در حالی که بین عملکرد ریشه و صفات تعداد برگ و نسبت طول به عرض ریشه همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده گردید. در بررسی‌های (Mohammadian *et al.*, 2018) با توجه به متفاوت بودن ترتیب هیبریدها در شرایط کم‌آبایی و آلودگی به بیماری در مقایسه با شرایط کم‌آبایی و غیر آلودگی و نیز ارتباط قوی بین علائم بیماری به ریزومانیا و عملکرد و از طرف دیگر نبودن ارتباط معنی‌دار بین علائم کم‌آبی با عملکرد قند در شرایط آلوده به بیماری می‌توان استنباط کرد که به-نژادگران چغندر قند می‌باید در برنامه‌های اصلاحی جهت افزایش تحمل به خشکی هیبریدها چغندر قند،

براساس ضرایب تجزیه همبستگی، رابطه مشخصی بین تعداد کل ریشه با درصد قند ناخالص، عملکرد قند ناخالص و عملکرد ریشه همبستگی مثبت و معنی‌دار (به-ترتیب ۰/۶۲۹، ۰/۶۲۵ و ۰/۶۶۷) وجود داشت، که بیانگر این است با فراهم شدن شرایط محیطی مساعد جهت افزایش تعداد ریشه کل، امکان افزایش عملکرد ریشه و قند ناخالص آن مهیا می‌شود (جدول ۵). عملکرد ریشه به‌عنوان یک صفت مهم در تصمیم‌گیری‌ها برای انتخاب لاین‌ها، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد قند ناخالص است. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد ریشه با نمره رنگ برگ و نمره رشد ریشه وجود داشت. از طرف دیگر نسبت طول به عرض ریشه با کلیه صفات به استثنای عملکرد ریشه و قند ناخالص همبستگی معنی‌داری نداشت. (2018)

بودند و نیمه متحل محسوب می‌شوند درخوشه سوم دسته‌بندی شدند.

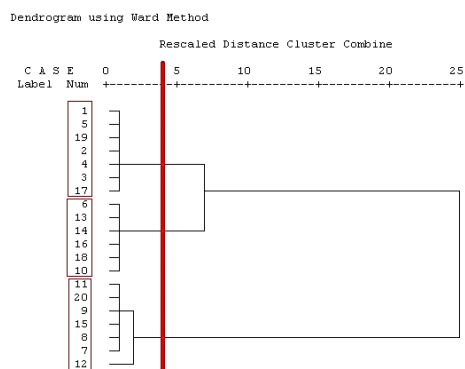


Figure 1. Dendrogram of cluster analysis for 20 sugar beet hybrids with Ward method

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که هیبریدهای مورد بررسی حاصل از تلاقی لاین‌های امیدبخش چغندر قند از نظر کمیت و کیفیت عملکرد با توجه به صفات مورد آزمون نتایج پاسخ‌های مختلفی نشان می‌دهند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد ریشه انشعابی از هیبرید شماره 7، بیشترین و کمترین درصد آلودگی به ترتیب در هیبریدهای شماره 9 و 10، بالاترین میزان سدیم و پتاسیم ریشه هیبرید شماره 15، بیشترین مقدار نیتروژن مضره ریشه در هیبرید شماره 20، همچنین هیبرید شماره 3 بالاترین ضریب آلکالیته را داشته و هیبرید شماره 15 بالاترین حد قند ملاس را نشان دادند. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده هیبرید شماره 3 و 15 به عنوان مناسب‌ترین هیبریدها از نظر کیفیت عملکرد در بین هیبریدهای مورد آزمون بوده و این هیبریدها را می‌توان به- عنوان هیبریدهای جدید در مناطق مختلف دارای رژیم‌های مختلف رطوبتی مورد آزمایش و بررسی بیشتر قرار داد.

سپاس‌گزاری

از مرکز تحقیقات کشاورزی مغان که بذور هیبریدهای مورد مطالعه این تحقیق را فراهم نمودند و از تمامی عزیزانی که نگارندگان مقاله را در انجام این امر یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تحمل به خشکی و مقاومت به بیماری ریزومانیا را به‌طور همزمان در نظر بگیرند.

تجزیه کلاستر هیبریدهای مورد مطالعه

در این آزمایش مشخص شد که هیبریدهای چغندر قند در دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر براساس روش Ward به سه گروه اصلی تقسیم شدند. گروه اول شامل هیبریدهای شماره 1، 2، 3، 4، 5، 17 و 19 بودند که از نظر میزان سدیم، آلکالیته و درصد آلودگی در گروه آماری بالاتری قرار داشتند. در گروه دوم هیبریدهای شماره 6، 10، 13، 14، 16 و 18 قرار داشتند. نمره سبزی- زردی، ضریب یا درصد استحصال، درصد قند خالص و درصد قند ناخالص در هیبریدهای قرار گرفته در خوشه دوم بالاتر از میانگین کل خوشه‌ها بود و در گروه سوم هیبریدهای شماره 7، 8، 9، 11، 12، 15 و 20 قرار گرفتند که این هیبریدها از نظر صفات میزان پتاسیم، نیتروژن مضره، تعداد ریشه منشعب، عملکرد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و عملکرد ریشه از وضعیت بسیار مطلوب نسبت به بقیه هیبریدهای چغندر قند مورد مطالعه برخوردار بودند (شکل 1). این موضوع نشان می‌دهد مقاومت ایجاد شده در ژنوتیپ‌های مختلف یکسان نیست و عوامل متعددی بیان ژن مقاومت را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Shahbazi *et al.*, 2010). Mohammadi (2006) بیان کرد که تجزیه خوشه‌ای میانگین ژنوتیپ‌ها براساس صفات کمی و کیفی محصول و شاخص آلودگی در دو سال و دو منطقه نشان داد از نظر صفات کمی دامنه تغییرات صفاتی همچون عملکرد ریشه برای رقم مقاوم و رقم حساس متغیر بود. این امر نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی در بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت بود. شاهد مقاوم خارجی و شاهد حساس هر کدام در یک گروه جداگانه قرار گرفتند. در بین هیبریدهای جدید هیبریدهای شماره 2، 3، 6، 10 و 11 از نظر صفات مذکور با ارقام مقاوم خارجی (لاتیتیا و فلورس) در یک خوشه (خوشه 2) دسته‌بندی شدند. هیبریدهای دیگر که از درجه مقاومت کمتری برخوردار

References

- Azizi, H., Pedram, A., & Fasahat, P. (2021). Identification of Effective Traits on Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Root Yield under Natural Infection Conditions to Rhizomania Virus Disease. *Journal of Crop Breeding*, 13(37), 197-204. [In Persian]
- Ahmadi, M., Rezaei, J., Mahzoni, S.J., Ahmadi, G., & Shamsabadim, A. (2018). Investigating the possibility of autumn cultivation of sugar beet and determining the appropriate cultivar in Joven and Joghatai counties. *Final report of Sugar Beet Seed Breeding Research Institute*, 20 p. [In Persian]
- Ahmadi, B., Sharifabad, H., Abdollahian Noghbi, M., Mokhtassi Bidgoli, A., & Mohammadian, R. (2023). Comparison of quantitative and qualitative yield response of different sugar beet genotypes under drought stress conditions. *Journal of Plant production Sciences*, 12(2), 102-119. [In Persian]
- Abdollahian Noghbi, M., Sheikholeslami, R., & Babaei, B. (2005). Terms and definitions of technological quantity and quality of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 21, 101-104. [In Persian]
- Abdollahian, N.M., Radaei, A.Z., Akbari, G.A., & Sadat, N.S.A. (2011). Effect of severe water stress on morphological, quantitative and qualitative characteristics of 20 sugar beet genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 42(3), 453-464. [In Persian]
- Al-Sayed, H.M., El-Razek, U.A.A., Sarhan, H.M., & Fateh, H.S. (2012). Effect of harvest dates on yield and quality of sugar beet varieties. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(9), 525-529.
- Asher, M.J.C.A., & Kerr, S. (1996). Rhizomania: Progress with resistant varieties. *British Sugar Beet Review*, 64, 19-23.
- Adibifard, N., Habibi, D., Bazrafshan, M., Taleghani, D.F., & Ilkaee, M.N. (2017). Investigating of cultivating the autumn sugar beet in Fars Province (Zarghan). *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)*, 3, 1-9.
- Akyüz, A., & Ersus, S. (2021). Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves for alternative plant protein concentrate production. *Food Chemistry*, 335, 127673.
- Bakhshi Khaniki, G.R., Javadi, S., Mehdikhani, P., & Tahmasebi, D. (2011). The assessment of drought stress effect on some quantitative and qualitative characteristics of new improved sugarbeet cultivars. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*, 1(3), 65-74. [In Persian]
- Bashiri, B., Mir Mahmoodi, T., & Fotohi, K. (2015). Evaluation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes for their trait associations under saline conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 9(34 (2)), 243-258. [In Farsi]
- Diatta, A.A., Fike, J.H., Battaglia, M.L., Galbraith, J.M., & Baig, M.B. (2020). Effects of biochar on soil fertility and crop productivity in arid regions: a review. *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 1-17.
- Farzaneh, S., Kamkar, B., Ghaderi-Far, F., & Chegini, M.A. (2014). Study of the changes in seed quality of hopeful sugar beet (*Beta vulgaris* L.) lines during fruit development and maturation. *Journal of Plant Production Research (JOPPR)*, 22(3), 78-103. [In Persian]
- Garcia-Vila, M., Morillo-Velarde, R., & Fereres, E. (2019). Modeling sugar beet responses to irrigation with Aqua Crop for optimizing water allocation. *Water*, 11(9), 1918.
- Hosseinian, S.H., Abdollahian Noghbi, M., Majnoon Hoseini, N., & Babaei, B. (2019). Evaluation of qualitative and quantitative traits of autumn cultivation sugar beet varieties in Dezful region during two years. *Journal of Plant Ecophysiology*, 11(37), 144-152. [In Persian]
- Hasani, M., Hamza, H., Mansori, H., Fathullah Taleghani, D., Jalilian, A., Soltani Idliki, J., Sharifi, M., & Kakouinejad, M. (2021). Evaluation of genetic parameters, relationships between traits and grouping of new sugar beet hybrids in terms of quantitative and qualitative traits under rhizomania contamination condition. *Journal of Crop Breeding*, 13(38), 149-159. [In Persian]
- Hamidi, H., Ahmadi, M., Ramezanpour, S.S., & Masomi, A. (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.

- Hamidi, H., Ramezanpour, S.S., Ahmadi, M., & Soltanlo, H. (2020). Evaluation of drought tolerance in sugar beet test cross hybrids under water deficit stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 13(3), 715-734.
- Jobson, J. (2012). Applied multivariate data analysis: volume II: Categorical and Multivariate Methods, *Springer Science & Business Media*, 732 pp.
- Khorshid, A., & Asadi, A.A. (2020). Effect of salinity stress on full-sib progeny of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in field condition. *Journal of Plant Process and Function*, 10(41), 228-246. [In Farsi]
- Khajehpor, D. (2011). Industrial plants. *Jihad Esfahan University*. 326 p.
- Keykhosravi, H., Dehdari, M., & Masoomi Asl, A. (2017). Evaluation of genetic diversity in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes using ISSR markers. *Agricultural Biotechnology Journal*, 9(2), 127-141.
- Mohammadi, S.A. (2006). Analysis of molecular data in terms of genetic variation. In *Proceeding of 9th Agronomy and plant breeding congress. Tehran University* (pp. 27-29).
- McGrann, G.R., Grimmer, M.K., Mutasa-Gottgens, E.S., & Stevens, M. (2009). Progress towards the understanding and control of sugar beet rhizomania disease. *Molecular plant pathology*, 10(1), 129-141.
- Moharramzadeh, M. Taleghani, D., & Sadeghi Shoa, M. (2017). Evaluation of different cultivars of sugar beet for autumn sowing in Moghan region. In *Fourth International Conference on Agricultural and Environment*, 14p. [In Persian]
- Mohammadian, R., Yosefabadi, V.A., Ahmadi, M., & Fotouhi, K. (2018). The Study of response of some sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars to water deficit irrigation and rhizomania disease under field conditions. *Applied Field Crops Research*, 31(4), 106-128.
- Mahmoudi, S.B., Ghanbari, M., Amiri, R., Darabi, S., Kakoeenezhad, M., Aghaeizadeh, M., & Hasani, M. (2012). Relative levels of Beet necrotic yellow vein virus in susceptible to resistant genotypes of sugar beets during seasonal growth. *Journal of Sugar Beet*, 28(1), 45-50. [In Persian]
- Nasri, R., Paknezhad, F., Sadeghi Shoa, M., Ghorbani, S., & Fatemi, Z. (2013). Correlation and path analysis of salt stress on yield component of barley (*Hordeum vulgare* L.) in Karaj region. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8, 155-165. [In Persian]
- Orazizadeh, M.R., Rajabi, A., & Ahmadi, M. (2016). Selection of drought-tolerant half-sib families in sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 32(1), 1-12. [In Persian]
- Oroojnia, S., Habibi, D., Taleghani, D.F., Safari, D.S., Pazok, A., Moaveni, P., Rahmani, M., & Farshidi, M. (2012). Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8, 127-144. [In Persian]
- Rajabi, A., Vahidi, H., Hadi, M.H.S., & Taleghani, D.F. (2013). Study on drought tolerance and interrelationships among some agronomic and morphophysiological traits in sugar beet lines. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, 5(7), 761-768.
- Rezaei, K., Zare, M.J., Hosseinpanahi, F., Bakhshandeh, A., & Hosseinpour, M. (2020). Investigation of the effect of growth period duration on quality and quantity yield of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) under autumn cultivation in Ilam province. *Journal of Plant Process and Function*, 9(38), 187-200. [In Farsi]
- Soltani, J., Hamidi, H., Ahmadi, M., Rezaei, J., & Kakueinezhad, M. (2021). Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of sugar beet cultivars in spring and autumn cultivation under conditions of rhizomania infection. *Journal of Plant Production Research*, 28(1), 115-126.
- Saremirad, A., & Mostafavi, K. (2020). Genetic diversity study of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes for agro-morphological traits under normal and drought stress conditions. *Plant Productions*, 43(2), 227-240.
- Sadeghzadeh Hemayati, S., & Fasahat, F. (2016). Evaluation of drought tolerance indices and their correlations in sugar beet lines. *Journal of Sugar Beet*, 32(1), 13-27. [In Persian]
- Shahbazi, H.A., Sadeghian, S.Y., Ahmadi, M., & Soltani, J. (2010). The possibility of transferring of rhizomania resistance genes from genetically broad based populations and varieties into sugar beet lines. *Journal of Sugar Beet*, 26(1), 30-15. [In Persian]

- Tamada, T. (1975). Beet necrotic yellow vein virus. CMI/AAB. "Description of Plant Viruses," No. 144.
- Tazikeh, N., Biabani, A., Saberi, A., Rahemi Karizaki, A., & Naeimi, M. (2021). Effect of Leaf Removal on Quantitative and Qualitative Characteristics of Autumn Sugar Beet Cultivars in Golestan Province. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 19(2), 141-151.
- Taleghani, D., Mohammadian, R., & Sadeghzadeh Saghadi, S. (2016). Autumn sugar beet planting, growing and harvesting guide (second edition). Vice President of Agricultural Education Promotion-Publication.
- Taleghani, D., Rajabi, A., Hemayati, S.S., & Saremirad, A. (2022). Improvement and selection for drought-tolerant sugar beet (*Beta vulgaris* L.) pollinator lines. *Results in Engineering*, 13, 100367. [In Farsi]
- Vahidi, H., Rajabi, A., Hadi, M. R. H. S., Taleghani, D. F., & Azadi, A. (2013). Screening of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes for drought tolerance. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, 6(16), 1104-1113.
- Zarei, M. (2016). Study of correlation and path analysis of agronomic traits in wheat-wheat and sugar beet-wheat rotations. *Applied Research of Plant Ecophysiology*, 2(2), 145-156. [In Persian]