

Evaluation and Comparison of Quantitative and Qualitative Characteristics of Commercial Sugar Beet Cultivars in the Western Region of the country (Kermanshah and Lorestan)

Saeed Sadeghzadeh Hemayati^{*1}, Mehdi Hasani¹, Ali Jalilian², Mohamad Reza Mirzei¹,
Hamza Hamza³, Hamed Mansori³

Received: 04 September 2022 Accepted: 19 February 2023

1- Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

2-Sugar Beet Research Dept, Agricultural and Natural Resources Research Center of Kermanshah, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.

3- Sugar Beet Research Dept, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran.

*Corresponding Author Email: s.sadeghzadeh@areeo.ac.ir

Abstract

Background & Objective: The present study was conducted with the aim of evaluating and grouping new domestic and foreign sugar beet cultivars for quantitative and qualitative characteristics in the western region of the country.

Materials & Methods: In these experiments, 12 domestic and foreign commercial cultivars were evaluated in a randomized complete block design with three replications in the two regions of Kermanshah and Lorestan.

Results: The results showed that the Rivolta variety in the Kermanshah region, and the Perfekta variety in the Lorestan environment showed the highest root yield, sugar yield and with sugar yield. Also, in the Kermanshah environment, the cultivars Rivolta and Anaconda were the closest cultivars to the ideal cultivar, and in the Lorestan environment, the cultivars Perfekta and Cadmus were the closest to the ideal cultivar respectively. Based on the results of cluster analysis, cultivars were classified into three groups in Kermanshah and five groups in Lorestan. So, in the Kermanshah area, three cultivars Anaconda, Perfekta, and Rivolta, and in Lorestan three cultivars of Anaconda, Gecko, and Perfekta were placed in a cluster that had the best quantitative and qualitative characteristics. In factor analysis, two factors were identified in both environments, which explained 77.85% in Kermanshah and 88.11% of data changes in Lorestan conditions.

Conclusion: In this study, two commercial cultivars, Anaconda and Perfekta, had the best quantitative and qualitative characteristics in both environments. Cultivation of these two cultivars can improve the potential of sugar production in the western region of the country.

Keywords: Cluster Analysis, Diversity, Region, Sugar beet, Sugar, Sugar Content,

ارزیابی و مقایسه خصوصیات کمی و کیفی ارقام تجاری چغندر قند در منطقه غرب کشور (کرمانشاه و لرستان)

سعید صادق زاده حمایتی^{۱*}، مهدی حسنی^۱، علی جلیلیان^۲، محمد رضا میرزایی^۱، حمزه حمزه^۳، حامد منصوری^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰

۱- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج ایران
۲- بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.
۳- بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: s.sadeghzadeh@areo.ac.ir

چکیده

اهداف: مطالعه حاضر با هدف ارزیابی و گروه‌بندی ارقام جدید داخلی و خارجی چغندر قند از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی در منطقه غرب کشور انجام شد،

مواد و روش‌ها: در این آزمایش ها ۱۲ رقم تجاری داخلی و خارجی به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در دو منطقه کرمانشاه و لرستان مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌های تحقیق: نتایج نشان داد رقم Rivolta در محیط کرمانشاه و رقم Perfekta در محیط لرستان بالاترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند، همچنین در محیط کرمانشاه ارقام Rivolta و Anaconda و در محیط لرستان ارقام Perfekta و Cadmus نزدیک‌ترین ارقام به رقم ایده‌آل بودند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای ارقام در محیط کرمانشاه به سه و در محیط لرستان به پنج گروه دسته بندی شدند، به طوری که در محیط کرمانشاه سه رقم Anaconda، Perfekta و Rivolta و در محیط لرستان سه رقم Anaconda، Gecko و Perfekta در خوشه‌ای قرار گرفتند که از بهترین خصوصیات کمی و کیفی برخوردار بودند. در تجزیه به عامل‌ها از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در هر دو محیط دو عامل شناسایی شد که در محیط کرمانشاه ۷۷/۸۵ درصد و در شرایط لرستان ۸۸/۱۱ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین کردند.

نتیجه‌گیری: در این بررسی دو رقم تجاری Anaconda و Perfekta در هر دو محیط بهترین خصوصیات کمی و کیفی را به خود اختصاص دادند، کشت دو رقم مذکور می‌تواند پتانسیل تولید شکر را در منطقه غرب کشور بهبود دهد. واژه های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنوع، چغندر قند، عیار قند، شکر، منطقه

مقدمه

ریشه آن در جهان به ترتیب $۴/۸ \times ۱۰^۶$ هکتار و $۲/۷ \times ۱۰^۸$ تن برآورد شد (فائو ۲۰۲۱).

در بین نهاده‌های کشاورزی، بذر مرغوب بیشترین ارزش افزوده را ایجاد می‌کند و بازدهی سایر نهاده‌های

چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) یکی از محصولات مهم زراعی و منبع اصلی شکر در مناطقی با آب و هوای معتدل است. در سال ۲۰۱۸ سطح زیر کشت و مقدار

یکی از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره، تجزیه به عامل‌ها است که حالتی تعمیم‌یافته از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی است ولی برخلاف آن، بر مبنای یک مدل نسبتاً ویژه‌ی آماری استوار است. در این روش هدف اصلی توضیح رابطه بین متغیرها از طریق تعداد کمیت تصادفی غیرقابل مشاهده تحت عنوان عامل‌ها و در عین حال کاهش حجم داده‌ها است. در چنین شرایطی، عوامل پنهانی که موجب پدید آمدن همبستگی بین صفات می‌شوند، شناسایی گردیده و بر اساس آن‌ها متغیرها به گروه‌هایی با همبستگی درون‌گروهی بالا دسته‌بندی می‌شوند (فرشادفر ۲۰۰۵). حسنی و همکاران (۲۰۲۱) در تجزیه به عامل‌ها از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو عامل شناسایی نمودند که ۸۲/۵۲ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین کردند در مطالعه آنها عامل اول که بیشترین مقدار از تغییرات داده‌ها را تبیین کرد (۵۱/۷۲ درصد) دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت برای صفات درصد قند خالص، عیار قند و ضریب استحصال قند و ضرایب عاملی بزرگ و منفی برای سدیم ریشه، درصد قند ملاس و آلکالیت بود. عامل دوم نیز که ۳۰/۷۹ درصد از کل تغییرات داده‌ها را تبیین کرد دارای ضرایب همبستگی درونی مثبت با عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و ضرایب همبستگی درونی منفی و معنی‌دار با نیتروژن مضره و محتوی پتاسیم ریشه بود، نیازیان و همکاران (۲۰۱۲) در تجزیه عاملی، پنج عامل مختلف را شناسایی کردند که در مجموع ۸۲/۵۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها را تبیین نمودند، آنها این عوامل را به ترتیب اهمیت به ترتیب عامل قند خالص، عامل عملکرد (ریشه و قند)، خصوصیات مورفولوژیک ریشه، مقاومت به بولتینگ و سرکوسپورا نام‌گذاری کردند.

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، ایده‌آل‌ترین نتیجه از تجزیه خوشه‌ای وقتی به دست می‌آید که واریانس داخل گروه‌ها حداقل و واریانس بین گروه‌ها حداکثر باشد (جوبسون ۲۰۱۲). در تحقیقی بر روی ژنوتیپ‌های چغندر

کشاورزی را بالا می‌برد. بدون استفاده از بذر با کیفیت، حتی با مصرف انرژی فراوان نیز نمی‌توان به حداکثر محصول دست یافت. لذا بذر مناسب یکی از مهم‌ترین نهاده‌ها جهت زراعت چغندر قند می‌باشد. از طرفی انتخاب رقم مناسب جهت کشت بایستی با توجه به شرایط اقلیمی و پارامترهای کمی و کیفی و دیگر خصوصیات رقم مد نظر قرار گیرد. بدین منظور در کلیه کشورهای که زراعت چغندر قند رواج دارد، آزمایش‌های پایلوت مقایسه ارقام به صورت میدانی اجرا می‌شوند. در کشور ما نیز با توجه به تهیه و توزیع بذور مناسب اصلاح شده توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند و وجود ارقام مختلف خارجی در کشور، اجرای این گونه آزمایش‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

در برنامه‌های معرفی ژنوتیپ‌های اصلاح شده، استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها به تنهایی معیار مطلوبی جهت گزینش نیست، بلکه میزان سازگاری و پایداری نیز نقش مهمی را ایفاء می‌کند. بدین منظور آزمایش‌های مقایسه عملکرد در مناطق و سال‌های مختلف صورت می‌پذیرد (فرشادفر ۲۰۰۶). هر عاملی که جزئی از شرایط محیطی گیاه محسوب شود، توانایی ایجاد تغییر در عملکرد را دارد و با برهمکنش ژنوتیپ و محیط در ارتباط خواهد بود (عبداللهیان و شاه نجات بوشهری ۲۰۰۸). پدیده برهمکنش ژنوتیپ با محیط برای به-نژادگران دارای اهمیت ویژه‌ای جهت آزادسازی ارقام می‌باشد. آگاهی از این برهمکنش این امکان را برای به-نژادگران فراهم می‌آورد تا در ارزیابی و آزادسازی ژنوتیپ‌ها دقت بیشتری کرده و ژنوتیپ‌های مطلوب را انتخاب نمایند (رایجر و پاراباهاکران ۲۰۰۱). جهت تعیین برهمکنش ژنوتیپ و محیط عموماً از تجزیه واریانس مرکب و تخمین اجزای واریانس استفاده می‌شود. معنی-دار شدن برهمکنش ژنوتیپ با محیط، به دلیل تغییرات زیاد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف و نیز تغییرات در رتبه نسبی ژنوتیپ‌ها می‌باشد (اکسی ۱۹۹۶). روش‌های بررسی برهمکنش ژنوتیپ و محیط به طور کلی به دو گروه اصلی شامل روش‌های تک متغیره و چند متغیره تقسیم می‌شوند.

بود (تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار). میزان کود مصرفی بر اساس آزمون خاک انجام شد. کود نیتروژن از منبع اوره، کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم و کود فسفر نیز از منبع فسفات آمونیوم تأمین و بطور یکنواخت به کرت‌های آزمایشی اضافه گردید. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ قید گردیده است. کود فسفات و پتاس (هر دو ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله آماده سازی زمین) و نیتروژن (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بعد از تنک و یک ماه بعد از تنک) در زمین آزمایشی مصرف شدند. همچنین در اواخر فصل رشد از کود سلوپتاس به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. در هنگام برداشت پس از حذف حاشیه‌ها (نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف) تعداد ریشه‌های هر کرت برداشت، شمارش و توزین گردید و پس از شستشو، توسط دستگاه اتوماتیک خمیر ریشه تهیه گردید. برای تعیین میزان درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره نمونه‌ها از دستگاه بتالایزر استفاده شد (ایسومسا ۲۰۰۹). آبیاری در هر دو مکان به صورت بارانی انجام شد، جهت کنترل علف‌های هرز از بتانال پروگرس استفاده شد و جهت کنترل آفات به خصوص کارادرینا و کک در اوایل فصل از آفت کش دیازینون و آوانت استفاده شد. برای کنترل بیماری سفیدک در اواخر تیر و اوایل مرداد از سم کالکسین استفاده شد.

قند با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ۴۴ هیبرید و ۳ شاهد رقم تجاری چغندر قند در مجموع چهار مکان به چهار خوشه دسته‌بندی شدند که خوشه شماره چهار که شامل هیبریدهای شماره ۲۰، ۴۳، ۳۱، ۲۳، ۲۵، ۲۴ و ۳۷ و ارقام شاهد خارجی Succara و BTS 213 بودند، و مناسب‌ترین خصوصیات کمی و کیفی را به خود اختصاص دادند (حسینی و همکاران ۲۰۲۱). با توجه به اینکه هدف نهایی از معرفی رقم ارائه آنها به کشاورزان و تولید حداکثر شکر است، مطالعه حاضر با هدف مقایسه ارقام داخلی و خارجی و معرفی بهترین رقم جهت کشت در منطقه غرب کشور به خصوص کرمانشاه و لرستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی ارقام جدید چغندر قند از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی تعداد ۱۲ رقم چغندر قند، شامل هشت رقم تجاری خارجی (Anaconda, Perfekta, Urselina) و چهار رقم تجاری داخلی (شریف، دنا، سینا و اکباتان) در آزمایش‌های پایلوت غرب کشور (کرمانشاه و لرستان) در سال ۱۴۰۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند، آزمایش در هر دو مکان به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. هر کرت شامل سه ردیف به طول هشت متر و فاصله دو ردیف مجاور ۵۰ سانتی‌متر

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

محیط	شوری (dS/m)	درصد اشباع (%)	pH	درصد کربن آلی (%)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	درصد کل نیتروژن (%)	بافت خاک
همدان	۱/۳	۴۹	۷/۵	۱/۱	۳۳۵	۷/۱	۰/۱۱	سیلتی کلی لوم
کرمانشاه	۰/۵	۴۳	۷/۶	۰/۸۹	۵۲۰	۸/۴	۰/۱۰	سیلت کلی

قندخالص مربوط به همان کرت ضرب و سپس ارقام به- دست آمده به صورت عملکرد قند ناخالص و قند خالص در هکتار بر اساس روابط (۱)، (۲) و (۳) ثبت گردید.

برای تعیین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص، عملکرد ریشه در هر کرت به درصد قند ناخالص و درصد

(رابطه ۱) قند ملاس - درصد قند = درصد قند قابل استحصال

(رابطه ۲) درصد قند قابل استحصال × عملکرد ریشه (تن در هکتار) = عملکرد قند خالص

$$\text{رابطه ۳)} \quad ۱۰۰ \times \frac{\text{درصد قند خالص یا قابل استحصال}}{\text{درصد قند ناخالص یا کل}} = \text{ضریب استحصال قند}$$

و r_{ij}^+ مقدار نرمال شده ژنوتیپ ایده آل و r_{ij}^- مقدار نرمال شده ژنوتیپ ضعیف برای هر صفت i ام می باشد.

مرحله پنجم: محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده آل

$$\text{می باشد:} \quad SIIG = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

مقدار شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده آل بین صفر و یک تغییر کرده و هر چه گزینه مورد نظر به ژنوتیپ ایده آل نزدیکتر باشد، مقدار SIIG آن به یک نزدیکتر خواهد بود.

بر اساس این روش، بهترین لاین، نزدیکترین لاین به لاین های ایده آل و دورترین از لاین های ضعیف است (زالی و همکاران ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶). در اینجا، لاین ایده آل از مجموع مقادیر ایده آل هر یک از صفات مورد مطالعه به دست می آید، درحالی که لاین ضعیف از مجموع مقادیر ضعیف هر یک از صفات مورد نظر حاصل می گردد. به عنوان مثال در مورد عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، ضریب استحصال قند یک رقم، مقادیر بالا ایده آل در نظر گرفته شد. همچنین در مورد ناخالصی های ریشه (سدیم، نیتروژن و پتاسیم)، آلکالیت و قند ملاس مقادیر کم این شاخص به عنوان ایده آل در نظر گرفته شد.

پس از اطمینان جهت محاسبات آماری در مرحله نخست آزمون نرمال بودن داده ها (آزمون کولموگروف-اسمیرنوف) انجام گرفت و پس از اطمینان یکنواختی واریانس داده ها به کمک آزمون بارتلت، تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 انجام شد. در این بررسی جهت گروه بندی ژنوتیپ ها از تجزیه کلاستر به روش واردا^۱ استفاده شد، تجزیه به عاملها از طریق تجزیه به مؤلفه های اصلی به کمک نرم افزار statistica var13 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها از لحاظ صفات مورد بررسی در دو محیط نشان داد اختلاف بین دو مکان

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و ادغام صفات تعداد ریشه، تعداد بوته، شاخص بیماری و شاخص برداشت از روش SIIG استفاده شد، نحوه محاسبه شاخص مذکور به صورت ذیل است.

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده ها بر اساس تعداد شاخص مورد بررسی و تعداد ژنوتیپها

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

در این ماتریس x_{ij} مقدار شاخص i ام در رابطه با ژنوتیپ j ام می باشد ($i = 1, 2, \dots, m$) ($j = 1, 2, \dots, n$)

مرحله دوم: نرمال کردن داده ها و تبدیل ماتریس داده ها به یک ماتریس نرمال با استفاده از رابطه زیر:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

در مرحله سوم که پیدا کردن ژنوتیپ ایده آل و غیر ایده آل می باشد، برای هر صفت یا شاخص به طور جداگانه برترین و ضعیف ترین ژنوتیپ انتخاب می شود. مرحله چهارم: محاسبه فاصله از ژنوتیپ ایده آل و ژنوتیپ ضعیف

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - r_j^+)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - r_j^-)^2}$$

در این رابطه d_i^+ بیانگر فاصله از ژنوتیپ ایده آل و d_i^- بیانگر فاصله از ژنوتیپ ضعیف می باشد، r_{ij} مقدار نرمال شده شاخص (صفت) i ام در رابطه با ژنوتیپ j ام

¹ Ward

کمترین عیار و درصد قند خالص را به خود اختصاص داد. در این مطالعه بالاترین محتوی دو ناخالصی نیتروژن مضره و سدیم به رقم BTS4665 اختصاص داشت در حالی که کمترین مقدار دو ناخالص مذکور در رقم Rivolta مشاهده شد. در این مطالعه رقم Sharif بیشترین مقدار پتاسیم ریشه و آلکالیت ریشه را نشان داد، اما کمترین مقادیر پتاسیم و آلکالیت برای ارقام Perfekta و Cadmus ثبت شد. در بین ارقام مورد بررسی رقم Rivolta به ترتیب با متوسط ۱۳/۶۹ و ۱۲/۲۹ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص را تولید کرد در حالی که کمترین مقادیر دو صفت مذکور به ترتیب با متوسط ۷/۹۰ و ۷/۱۲ برای رقم Flores ثبت شد. در این مطالعه دو رقم Rivolta و Flores بالاترین و Ekbatan و Flores کمترین درصد قند ملاس را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

گروه بندی ژنوتیپ ها بر اساس شاخص گزینش ژنوتیپ ایده آل (SIIG) نشان داد سه رقم Rivolta، Anaconda و Flores به ترتیب با مقادیر ۰/۶۹، ۰/۶۱ و ۰/۵۷ نزدیکترین ژنوتیپ به ژنوتیپ های ایده آل بر اساس کلیه شاخص های مورد بررسی بودند، در حالی که سه رقم Rivolta، Ekbatan و Urselina به ترتیب با مقادیر ۰/۳۰، ۰/۴۰ و ۰/۴۳ بیشترین فاصله را از ژنوتیپ ایده آل داشتند و ژنوتیپ های نامناسبی بودند.

محیط لرستان

مقایسه میانگین ارقام در محیط کرمانشان نشان داد دو رقم BTS4665 و Perfekta به ترتیب با متوسط ۸۵/۵۰ و ۸۴/۰۰ تن در هکتار بالاترین و رقم Sharif با متوسط ۱۰/۲۰ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند. بالاترین عیار قند با متوسط ۱۷/۶۱ و ۱۷/۳۶ درصد قند خالص با متوسط ۱۵/۱۴ و ۱۴/۹۷ و درصد استحصال قند با متوسط ۸۷/۲۳ و ۸۵/۰۲ درصد به ترتیب به دو رقم Cadmus و Flores اختصاص یافت این در حالی بود که کمترین مقادیر صفات مذکور به ترتیب با متوسط ۱۰/۱۳، ۲۵/۶۰ و ۷۴/۸۱ در رقم Sharif دیده شد. در بین ارقام مورد بررسی رقم Sharif بالاترین مقدار سدیم ریشه و آلکالیت ریشه را به

مورد آزمایش از نظر عیار قند، محتوی پتاسیم، آلکالیت، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد استحصال قند، عملکرد قند خالص و درصد قند ملاس در سطح احتمال یک درصد و از لحاظ نیتروژن مضره ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. اختلاف بین ارقام مورد بررسی از لحاظ کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل رقم در مکان نیز بر عملکرد ریشه، عیار قند، محتوی سدیم و پتاسیم ریشه، آلکالیت، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و درصد قند ملاس در سطح احتمال یک درصد و از لحاظ اثر بر درصد استحصال قند در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل رقم در محیط که بیانگر واکنش مستقل ارقام در دو محیط مختلف است، کلیه تجزیه و تحلیل های آماری به صورت جداگانه برای هر محیط انجام شد (جدول ۲). در بررسی سازگاری و پایداری هیبریدهای مولتی ژرم جدید مقاوم به ریزومانیا در چغندر قند (*Beta vulgaris L*) حسنی و همکاران (۲۰۲۲) بین پنج مکان آزمایشی و نه ژنوتیپ مورد بررسی و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط از نظر عملکرد ریشه، عیار قند، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص اختلاف معنی دار مشاهده کردند. وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل بین آنها در چغندر قند در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است (هافمن و همکاران ۲۰۰۹؛ مصطفوی و همکاران ۲۰۱۴).

محیط کرمانشاه

مقایسه میانگین تیمارها از نظر عملکرد ریشه نشان داد دو رقم Rivolta و Sina به ترتیب با متوسط ۷۵/۴۲ و ۷۴/۸۵ تن در هکتار بالاترین و دو رقم Flores و Cadmus با متوسط ۴۲/۱۴ و ۴۳/۷۱ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند. در بین ارقام مورد بررسی دو رقم Cadmus، Flores به ترتیب با متوسط ۱۹/۱۳، ۱۸/۷۵ و ۹۰/۳۰ درصد و ۱۷/۲۸، ۱۶/۹۰ و ۹۰/۱۴ درصد بالاترین عیار، درصد قند خالص و درصد استحصال قند را تولید کردند در حالیکه رقم اکباتان با متوسط ۱۵/۱۸، ۱۲/۳۵ و ۸۱/۲۹ درصد

بیماری رایزوکتونیا با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده آل مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند اوتایپ‌های FCOT 990094، FCOT 990084، FCOT 990105، FCOT 990079 و FCOT 990122 به ترتیب با مقادیر ۰/۸۵، ۰/۸۲، ۰/۷۴، ۰/۷۱ و ۰/۷۰ نزدیکترین ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های ایده‌آل بوده و بالاترین مقاومت را به بیماری رایزوکتونیا نشان دادند. در مطالعه حسنی و همکاران (۲۰۲۲) بین ژنوتیپ‌ها در محیط کرج و شیراز از نظر عملکرد قند خالص اختلاف معنی‌دار دیده نشد اما در مکان‌های مشهد و همدان هیبرید هیبرید پلی-ژرم شماره ۳ (920760 * SB36 * I13)، به ترتیب با متوسط ۱۱/۲۴ و ۱۳/۵۱ تن در هکتار و در مکان میاندوآب رقم شاهد خارجی ارس با متوسط ۱۵/۰۶ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند. در مطالعه مشاری و همکاران (۲۰۱۹) اختلاف بین ارقام چغندر قند از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی معنی‌دار بود، آنها دریافتند که ارقام بی‌تی‌اس ۲۳۳، فلورس، دلتا و موریل علاوه بر عملکرد قابل ملاحظه دارای مقاومت نسبی در برابر دو بیمارگر پوسیدگی‌های ریشه ناشی از *R. solani* و *F. oxysporum* بودند.

خود اختصاص داد کمترین مقدار سدیم ریشه به رقم Perfekta و کمترین محتوی آکالیته به رقم Ekbatan اختصاص یافت. در این بررسی رقم Sina بالاترین و رقم Cadmus به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقدار پتاسیم ریشه و درصد قند ملاس را به خود اختصاص دادند. در این بررسی سه رقم Ekbatan، BTS4665 و Sina بالاترین و رقم Sharif کمترین محتوی نیتروژن مضره ریشه را به خود اختصاص دادند. در نهایت بالاترین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص با متوسط ۰/۴۱، ۱۲/۶۴ و ۱۱/۳۶ و ۱۰/۴۰ تن در هکتار به دو رقم Perfekta و Anaconda اختصاص یافت، رقم شریف با متوسط ۱/۳۶ و ۱/۰۱ تن در هکتار کمترین مقدار دو صفت مذکور را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در محیط لرستان نزدیکترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده‌آل سه رقم Perfekta، Cadmus و Anaconda به ترتیب با مقادیر ۰/۸۷، ۰/۸۵ و ۰/۷۸ بودند در حالی‌که سه رقم Sharif، Ekbatan و Sina به ترتیب با مقادیر ۰/۲۶، ۰/۵۶ و ۰/۵۹ بیشترین فاصله را از ژنوتیپ ایده‌آل در این تحقیق نشان دادند (جدول ۳). حمزه و همکاران (۱۴۰۰) ۵۱ لاین اوتایپ چغندر قند را از لحاظ مقدار تحمل به

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در چغندر قند در دو مکان آزمایش

میانگین مربعات

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عیار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	آکالیته	عملکرد قند ناخالص	درصد قند خالص	درصد استحصال قند	عملکرد قند خالص	قند ملاس
مکان	۱	۱۴۹/۲۸ ^{NS}	۱۲۷۷/۸۷ ^{**}	۱/۵۲ ^{NS}	۴۷/۷۷ ^{**}	۰/۷۰*	۸/۸۶ ^{**}	۱۲۸/۲۶ ^{**}	۱۱۰/۶۳ ^{**}	۶۵۲/۶۵ ^{**}	۱۱۰۰/۰۳ ^{**}	۸/۲۶ ^{**}
خطای اول رقم	۳	۱۰۴/۹۱	۲/۴۳	۰/۵۶	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۹۵	۰/۴۳	۴/۱۳	۰/۴۵	۰/۱۱
رقم	۱۱	۹۱۲/۴۹ ^{**}	۲۹/۱۷ ^{**}	۲/۹۶ ^{**}	۱/۹۱ ^{**}	۵/۷۶ ^{**}	۵/۲۰ ^{**}	۱۶/۸۷ ^{**}	۲۰/۳۶ ^{**}	۱۰۸/۴۳ ^{**}	۶/۸۶ ^{**}	۱/۳۲ ^{**}
رقم × مکان	۱۱	۱۲۰۳/۴۹ ^{**}	۱۹/۳۹ ^{**}	۰/۶۰ ^{**}	۰/۹۲ ^{**}	۰/۴۹ ^{NS}	۱/۳۸ ^{**}	۲۴/۲۵ ^{**}	۲/۲۹ ^{**}	۱۰/۹۹*	۹/۲۱ ^{**}	۰/۱۶ ^{**}
خطای دوم	۶۶	۱۰۹/۸۹	۱/۷۰	۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۳۳	۰/۴۲	۱/۹۱	۰/۸۳	۴/۵۱	۱/۱۰	۰/۰۵
ضریب تغییرات (%)	-	۱۶/۹۴	۹/۶۰	۲۳/۹۱	۶/۱۲	۹/۰۵	۲۹/۰۷	۵/۰۵	۶/۶۶	۲/۵۵	۵/۴۷	۱۰/۷۵

NS، * و ** به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد میباشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین ارقام از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی در محیط کرمانشاه

ارقام	عملکرد ریشه (t.ha ⁻¹)	عملکرد قند ناخالص (t.ha ⁻¹)	عملکرد شکر خالص (t.ha ⁻¹)	عیار قند (%)	سدیم ریشه ppm	پتاسیم ppm	نیترژن ppm	آلکالیته درصد	درصد قند خالص	درصد استحصال قند	درصد قند ملاس	d+	d-	SIIG
Anaconda	۶۴/۱۴	۱۱/۱۵	۹/۷۴	۱۷/۳۹	۱/۳۸	۳/۵۰	۲/۴۰	۲/۰۶	۱۵/۲۰	۸۷/۴۱	۱/۵۹	-/۲۷	-/۴۲	-/۶۱
BTS4665	۵۸/۵۰	۸/۹۵	۸/۱۷	۱۵/۳۸	۳/۰۲	۳/۹۸	۴/۲۷	۱/۶۸	۱۲/۲۸	۷۹/۹۲	۲/۴۹	-/۵۳	-/۲۳	-/۳۰
Cadmus	۷۳/۷۱	۸/۳۴	۷/۵۲	۱۹/۱۴	-/۹۶	۲/۹۳	۲/۴۳	۱/۶۱	۱۷/۲۹	۹۰/۳۰	۱/۲۵	-/۳۷	-/۵۰	-/۵۷
Dena	۶۶/۰۷	۱۰/۰۴	۸/۳۲	۱۵/۱۹	۲/۰۵	۳/۹۵	۲/۸۳	۲/۲۰	۱۲/۵۸	۸۲/۷۹	۲/۰۱	-/۳۳	-/۲۹	-/۴۷
Ekbatan	۶۴/۶۴	۹/۸۲	۷/۹۹	۱۵/۱۹	۲/۱۵	۴/۱۰	۴/۲۶	۱/۶۴	۱۲/۳۶	۸۱/۳۰	۲/۲۳	-/۴۴	-/۲۹	-/۴۰
Flores	۴۲/۱۴	۷/۹۰	۷/۱۲	۱۸/۷۵	-/۹۵	۲/۹۴	۲/۳۷	۱/۶۶	۱۶/۹۱	۹۰/۱۴	۱/۲۵	-/۳۸	-/۴۹	-/۵۷
Gecko	۶۳/۰۰	۱۱/۶۴	۱۰/۰۸	۱۸/۵۱	۱/۸۱	۳/۶۹	۲/۹۷	۲/۸۵	۱۶/۰۶	۸۶/۷۱	۱/۸۹	-/۳۱	-/۳۷	-/۵۴
Perfekta	۵۸/۷۹	۱۰/۴۶	۹/۱۶	۱۷/۸۶	۱/۳۶	۳/۳۶	۳/۱۰	۱/۵۳	۱۵/۶۶	۸۷/۶۷	۱/۶۰	-/۳۴	-/۴۳	-/۵۶
Rivolta	۷۵/۴۳	۱۳/۳۶	۱۲/۳۰	۱۸/۱۵	-/۷۸	۳/۲۵	۱/۸۸	۲/۳۶	۱۶/۳۰	۸۹/۸۰	۱/۲۵	-/۲۵	-/۵۶	-/۶۹
Sharif	۶۸/۶۴	۱۱/۶۱	۹/۸۱	۱۶/۹۰	۲/۰۲	۴/۱۹	۲/۰۲	۳/۱۶	۱۴/۲۹	۸۴/۴۰	۲/۰۱	-/۲۶	-/۳۳	-/۵۶
Sina	۷۴/۸۶	۱۲/۱۲	۱۰/۱۱	۱۶/۲۴	۲/۳۵	۳/۶۲	۳/۳۸	۱/۷۹	۱۲/۵۸	۸۳/۵۳	۲/۰۶	-/۳۸	-/۳۳	-/۴۷
Urselina	۴۷/۶۴	۸/۵۴	۷/۲۹	۱۷/۹۰	۲/۰۱	۳/۸۴	۳/۳۳	۱/۷۸	۱۵/۲۹	۸۵/۴۴	۲/۰۱	-/۳۹	-/۲۹	-/۴۳
LSD5%	۱۰/۵۴	۱/۶۶	۱/۴۰	-/۷۹	-/۳۹	-/۳۵	-/۸۳	-/۵۳	-/۹۱	۱/۷۷	-/۲۳			
LSD1%	۱۵/۲۲	۲/۴۰	۲/۰۲	۱/۱۵	-/۵۷	-/۵۰	۱/۲۰	-/۷۷	۱/۳۲	۲/۵۶	-/۳۴			

جدول ۴- مقایسه میانگین ارقام از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی در محیط لرستان

ارقام	عملکرد ریشه (t.ha ⁻¹)	عملکرد قند ناخالص (t.ha ⁻¹)	عملکرد شکر خالص (t.ha ⁻¹)	عیار قند (%)	سدیم ریشه ppm	پتاسیم ppm	نیترژن ppm	آلکالیته درصد	درصد قند خالص	درصد استحصال قند	درصد قند ملاس	d+	d-	SIIG
Anaconda	۷۵/۰۰	۱۲/۶۴	۱۰/۴۰	۱۶/۸۵	۱/۵۲	۵/۵۱	۳/۱۰	۲/۲۸	۱۳/۸۶	۸۲/۲۳	۲/۳۹	-/۷۵	-/۲۱	-/۷۸
BTS4665	۸۵/۵۱	۱۱/۸۸	۸/۹۳	۱۴/۱۳	۲/۵۲	۵/۵۲	۴/۴۳	۱/۸۳	۱۰/۶۶	۷۵/۳۳	۲/۸۷	-/۷۰	-/۳۹	-/۶۴
Cadmus	۶۵/۵۰	۱۱/۳۷	۹/۹۲	۱۷/۳۶	۱/۱۹	۳/۸۰	۲/۲۷	۲/۲۱	۱۵/۱۵	۸۷/۲۳	۱/۶۲	-/۷۹	-/۱۴	-/۸۵
Dena	۵۷/۵۳	۸/۶۸	۷/۰۳	۱۵/۱۳	۲/۰۶	۴/۵۱	۳/۵۴	۱/۸۷	۱۲/۲۵	۸۱/۰۰	۲/۲۸	-/۶۳	-/۳۴	-/۶۵
Ekbatan	۵۳/۵۰	۷/۹۶	۶/۱۰	۱۴/۸۶	۲/۳۴	۵/۶۵	۴/۶۶	۱/۷۳	۱۱/۴۰	۷۶/۶۵	۲/۸۷	-/۵۸	-/۴۷	-/۵۶
Flores	۵۳/۴۸	۹/۴۲	۸/۰۰	۱۷/۶۱	۱/۲۶	۴/۸۴	۲/۶۵	۲/۳۳	۱۴/۹۷	۸۵/۰۲	۲/۰۴	-/۶۹	-/۲۵	-/۷۳
Gecko	۸۱/۲۵	۱۲/۴۶	۹/۹۷	۱۵/۳۶	۲/۴۶	۴/۸۸	۲/۵۹	۲/۸۴	۱۲/۳۱	۸۰/۱۳	۲/۴۵	-/۶۹	-/۲۷	-/۷۲
Perfekta	۸۴/۰۰	۱۳/۴۱	۱۱/۳۷	۱۵/۹۰	۱/۱۹	۴/۲۹	۲/۵۸	۲/۲۵	۱۳/۴۹	۸۴/۸۲	۱/۸۱	-/۸۳	-/۱۲	-/۸۷
Rivolta	۵۸/۷۶	۹/۴۲	۷/۷۷	۱۶/۰۵	۱/۸۱	۴/۹۰	۲/۲۴	۳/۰۴	۱۳/۲۵	۸۲/۴۷	۲/۲۰	-/۶۲	-/۲۹	-/۶۸
Sharif	۱۰/۲۵	۱/۳۶	۱/۰۱	۱۳/۶۰	۳/۴۷	۴/۹۹	۱/۶۳	۶/۱۶	۱۰/۲۶	۷۴/۸۱	۲/۷۵	-/۲۹	-/۸۳	-/۲۶
Sina	۶۷/۰۰	۱۰/۰۸	۷/۵۷	۱۵/۰۴	۲/۱۹	۶/۶۱	۴/۴۱	۱/۹۹	۱۱/۳۲	۷۵/۲۳	۳/۱۲	-/۶۳	-/۴۳	-/۵۹
Urselina	۶۵/۷۵	۱۰/۳۵	۸/۴۴	۱۵/۹۸	۱/۸۳	۴/۷۷	۳/۱۸	۲/۱۰	۱۳/۱۲	۸۱/۹۰	۲/۲۶	-/۶۸	-/۲۶	-/۷۳
LSD5%	۱۴/۲۴	۲/۰۵	۱/۶۴	۱/۰۸	-/۶۴	-/۳۹	-/۵۲	-/۹۶	۱/۲۵	۳/۱۳	-/۲۹			
LSD1%	۲۰/۶۱	۲/۹۷	۲/۳۷	۱/۵۶	-/۹۲	-/۵۶	-/۷۵	۱/۳۹	۱/۸۰	۴/۵۱	-/۴۳			

تجزیه خوشه‌ای

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۲ رقم مورد آزمایش در مکان کرمانشاه در شکل (۱) آمده است. بر

اساس تجزیه واریانس چند متغیره در این مکان برش دندروگرام از فاصله ۳۰ بیشترین مقدار F و در نتیجه بیشترین نسبت واریانس بین گروهی به درون‌گروهی را

خالص، درصد استحصال قند و درصد قند ملاس در سطح احتمال یک درصد و از لحاظ عیار قند، محتوی سدیم و پتاسیم ریشه و درصد قند خالص در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار دیده شد.

در گروه اول سه رقم *Gecko*، *Anaconda* و *Perfekta* قرار داشت، ژنوتیپ‌های کلاستر مذکور از عملکرد ریشه، عیار قند، پتاسیم ریشه، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و درصد استحصال قند بالاتر از میانگین کل گروه‌ها و از محتوی سدیم ریشه، ازت مضره، آلکالیت و درصد قند ملاس پایین‌تر از میانگین کل گروه‌ها برخوردار بود (جدول ۶). گروه دوم در برگیرنده چهار رقم *Urselina*، *Dena*، *Flores* و *Rivolta* بود، گروه مذکور از عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد قند ناخالص، محتوی نیتروژن مضره، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و درصد استحصال قند بالاتر و ازت محتوی سدیم و پتاسیم ریشه، آلکالیت و درصد قند ملاس کمتر از میانگین کل کلاسترها برخوردار بود (جدول ۶).

در گروه سوم تنها رقم *Cadmus* قرار گرفت، رقم مذکور از لحاظ عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و درصد استحصال قند از مقادیر بالاتر و از نظر محتوی سدیم، پتاسیم، نیتروژن، آلکالیت و درصد قند ملاس از مقادیر پایین‌تر از متوسط کل گروه‌ها برخوردار بود (جدول ۶). در گروه چهارم سه رقم *Ekbatan*، *BTS4665* و *Sina* قرار داشت. ارقام مذکور از عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، محتوی سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره، عملکرد قند خالص و درصد قند ملاس بالاتر و از عیار قند، آلکالیت، درصد قند خالص، درصد استحصال قند کمتر از مقادیر کل گروه‌ها برخوردار بودند (جدول ۶). در نهایت در گروه پنجم تنها رقم *Sharif* قرار گرفت، رقم مذکور محتوی سدیم و پتاسیم، آلکالیت و درصد قند ملاس بالاتر و از عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و درصد استحصال قند پایین‌تر از مقادیر کل گروه‌ها برخوردار بود. احمدی و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی بر روی

فراهم کرد. بر این اساس، ارقام به سه گروه تقسیم شدند (جدول ۵). تجزیه واریانس از نظر صفات مورد مطالعه نشان داد که بین این گروه‌ها از نظر عملکرد ریشه، درصد قند خالص و درصد استحصال قند در سطح احتمال یک درصد و از لحاظ عیار قند، درصد قند خالص، نیتروژن مضره، پتاسیم و درصد قند ملاس در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار بود.

در گروه اول سه رقم *Perfekta*، *Anaconda* و *Rivolta* قرار داشتند این ارقام از نظر عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند خالص و درصد استحصال قند از مقادیر بالاتر و از نظر مقادیر ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و درصد قند ملاس از مقادیر پایین‌تر از میانگین کل خوشه‌ها برخوردار بود (جدول ۵).

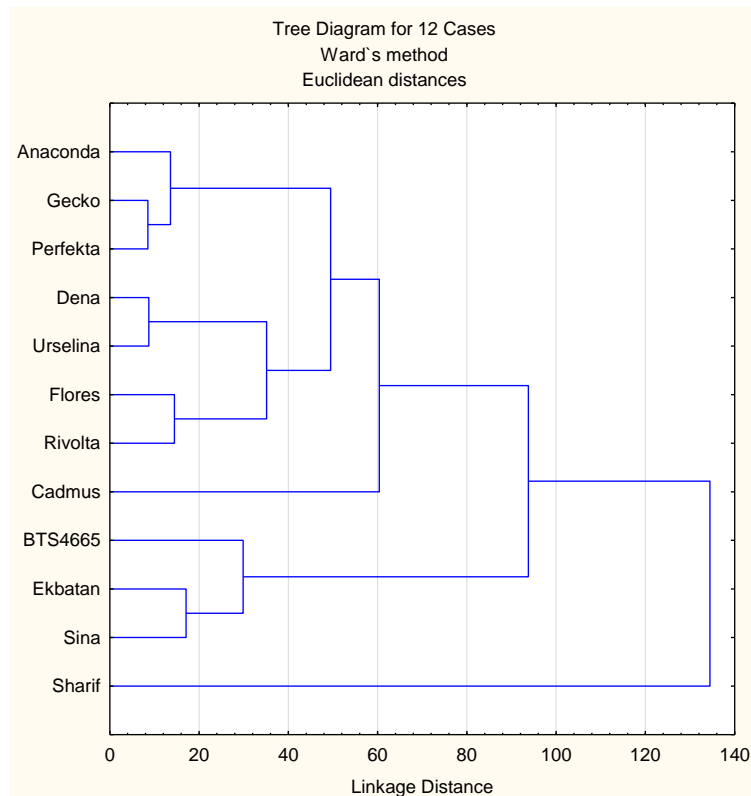
گروه دوم در برگیرنده ارقام *Sharif*، *BTS4665*، *Sina*، *Dena*، *Ekbatan* و *Gecko* بود. خوشه مذکور از عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، محتوی سدیم و پتاسیم ریشه، درصد قند خالص و درصد قند ملاس بالاتر و از عیار قند، عملکرد قند خالص و درصد استحصال قند پایین‌تر از مقادیر کل گروه‌ها برخوردار بود. در نهایت سه ژنوتیپ *Flores*، *Cadmus* و *Urselina* در خوشه شماره سه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در این گروه در مقایسه با میانگین کل گروه‌ها از عیار قند، عملکرد قند خالص و درصد استحصال قند بالا و عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، محتوی سدیم و پتاسیم، درصد قند خالص و درصد قند ملاس پایین‌تری برخوردار بودند (جدول ۵).

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۲ رقم مورد بررسی در محیط لرستان در شکل (۲) قرار گرفته است. برش نمودار دندروگرام از فاصله تشابه ۱۰ بیشترین مقدار *F* و در نتیجه بیشترین نسبت واریانس بین گروهی به درون‌گروهی را فراهم نمود، بر این اساس ۱۲ رقم مورد بررسی به پنج گروه دسته‌بندی شدند (جدول ۶).

تجزیه واریانس از نظر صفات مورد مطالعه نشان داد که بین این گروه‌ها از نظر عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، محتوی نیتروژن مضره، آلکالیت، عملکرد قند

اختصاص داد. در مطالعه ای دیگر ۴۴ هیبرید و ۳ شاهد رقم تجاری چغندر قند به چهار خوشه دسته بندی شدند که خوشه شماره چهار شامل هیبریدهای شماره ۲۰، ۴۳، ۳۱، ۲۳، ۲۵، ۲۴ و ۳۷ و ارقام شاهد خارجی Succara و BTS 213 قرار داشتند که به لحاظ خصوصیات کمی و کیفی برترین ژنوتیپها بودند.

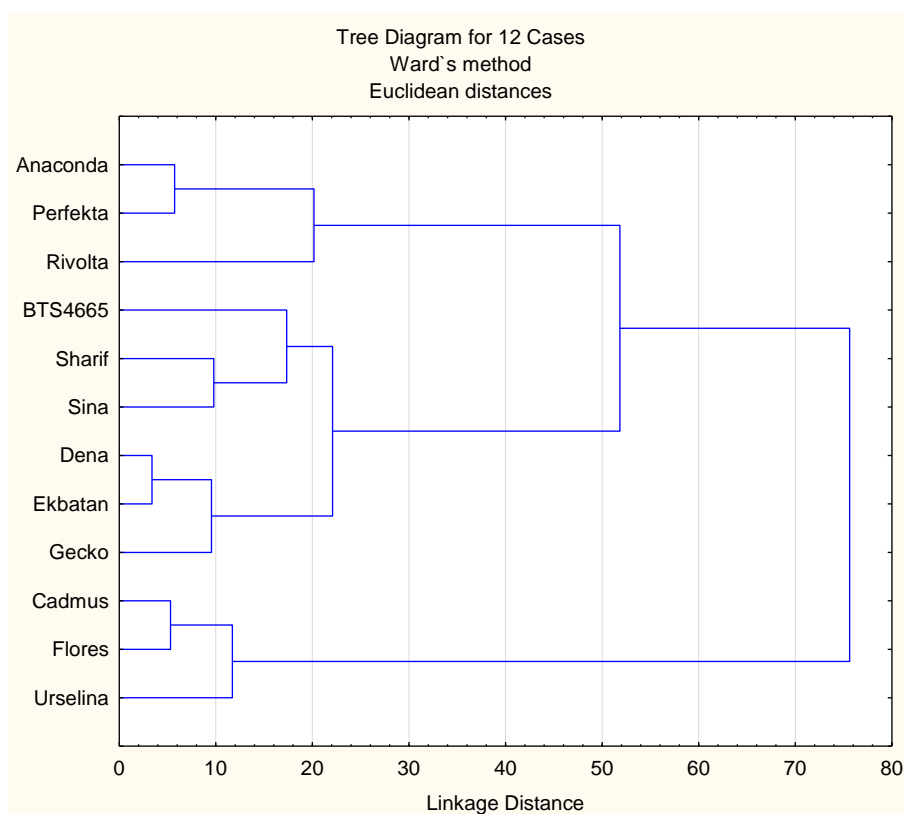
ژنوتیپهای چغندر قند، ۱۲ رقم مختلف را از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به سه گروه دسته بندی کردند. در تحقیقی دیگر فتوحی و همکاران (Fotouhi et al., 2017) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ۳۷ فامیل ناتنی را به سه گروه دسته بندی کرد و اظهار داشت HSF-883 در هر دو شرایط نرمال و کم آبی بهترین خصوصیات کمی و کیفی را به خود



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ارقام چغندر قند در محیط کرمانشاه

جدول ۵- تجزیه کلاستر و مقایسه میانگین گروه ها از لحاظ صفات مورد بررسی در محیط کرمانشاه

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه (t.ha ⁻¹)	عملکرد قند ناخالص (t.ha ⁻¹)	عملکرد شکر خالص (t.ha ⁻¹)	عیار قند (%)	سدیم ریشه ppm	پتاسیم ppm	نیتروژن ppm	آلکالیت درصد	درصد قند خالص	درصد استحصال قند	درصد قند ملاس
بین گروه‌ها	۲	۵۲۰/۵۹**	۶/۲۵*	۹/۹۲*	۱/۴۹*	۰/۵۸*	۰/۷۸ ^{DS}	۰/۱۴ ^{DS}	۱۰/۴۶**	۷/۱۶*	۴۳/۰۴**	۰/۵۷*
درون گروه‌ها	۹	۳۴/۷۱	۱/۰۷	۱/۵۵	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۵۷	۰/۲۲	۱/۵۲	۱/۵۰	۵/۲۲	۰/۰۷
گروه ۱	-	۶۶/۱۲a	۱۷/۸۰ ab	۱۱/۷۶a	۱/۱۷b	۳/۳۷b	۲/۴۶a	۱/۹۳a	۱۰/۴۰a	۱۵/۷۲a	۸۸/۲۹a	۱/۴۸b
گروه ۲	-	۶۵/۹۲a	۱۶/۲۳b	۱۰/۲۹a	۲/۲۳a	۳/۹۲a	۳/۲۸a	۲/۰۲a	۸/۹۱ab	۱۲/۵۲b	۸۳/۱۰b	۲/۱۱a
گروه ۳	-	۴۴/۴۶b	۱۸/۵۹a	۸/۲۶b	۱/۳۰b	۳/۲۳b	۲/۷۱a	۱/۶۹a	۷/۳۱b	۱۶/۴۹a	۸۸/۶۲a	۱/۵۰a
میانگین کل	-	۵۸/۸۴	۱۷/۵۴	۱۰/۱۰	۱/۵۷	۳/۵۱	۲/۸۲	۱/۸۸	۸/۸۷	۱۵/۲۴	۸۶/۶۷	۸۶/۶۷



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ارقام چغندر قند در محیط لرستان

جدول ۶- تجزیه کلاستر و مقایسه میانگین گروه‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی در محیط لرستان

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه (t.ha ⁻¹)	عملکرد قند ناخالص (t.ha ⁻¹)	عملکرد شکر خالص (t.ha ⁻¹)	عیار قند (درصد)	سدیم ریشه ppm	پتاسیم ppm	نیتروژن ppm	آلکالیه درصد	درصد قند خالص	درصد استحصال قند	درصد قند ملاس
بین گروه‌ها	۲	۹۵۷/۱۳**	۲/۸۹*	۲۵/۴۳**	۰/۹۲*	۱/۰۶*	۲/۳۰**	۳/۷۰**	۵/۵۳*	۱۸/۳۲**	۴۳/۵۰**	۰/۴۷**
درون گروه‌ها	۹	۹۰/۹۶	۰/۶۹	۱/۳۷	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۷۸	۰/۸۹	۳/۰۳	۰/۰۴
گروه ۱	-	۸۰/۰۸a	۱۶/۰۳ab	۱۲/۸۳a	۱/۷۲bc	۴/۸۹b	۲/۷۵bc	۲/۴۵b	۱۳/۲۲a	۱۰/۵۸a	۸۲/۳۹b	۱/۲۱b
گروه ۲	-	۵۸/۸۷b	۱۶/۱۹a	۹/۴۶b	۱/۷۴bc	۴/۷۶b	۲/۹۰b	۲/۲۳b	۱۳/۲۹a	۷/۸۴a	۸۲/۵۹b	۲/۱۹b
گروه ۳	-	۶۵/۵۰ab	۱۷/۳۶a	۱۱/۳۷ab	۱/۱۹c	۳/۸۰b	۲/۲۷bc	۲/۲۱b	۱۵/۱۵a	۹/۹۲ab	۸۷/۲۳a	۱/۶۲c
گروه ۴	-	۸۶/۶۶ab	۱۴/۶۷bc	۹/۹۷b	۲/۳۵ab	۵/۹۵a	۴/۵۰a	۱/۸۵b	۱۱/۱۲b	۷/۵۳b	۷۵/۷۳c	۲/۹۵a
گروه ۵	-	۱۰/۲۵c	۱۳/۶۰c	۱/۳۶c	۳/۴۷a	۴/۹۹ab	۱/۶۳c	۶/۱۶a	۱۰/۲۶b	۱/۰۱c	۷۴/۸۱c	۲/۷۵ab
میانگین کل	-	۵۶/۶۷	۱۵/۵۷	۹/۰۰	۲/۰۹	۴/۸۷	۲/۸۱	۳/۰۰	۱۲/۶۳	۷/۳۷	۸۰/۵۵	۲/۳۴

محیط دو عامل شناسایی شد که در محیط کرمانشاه ۷۷/۸۵ درصد و در شرایط لرستان ۸۸/۱۱ درصد از تغییرات داده‌ها را تبیین کردند (جدول ۷ و ۸). ضرایب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵ صرف‌نظر از علامت مربوطه به‌عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

در محیط کرمانشاه عامل اول که بیشترین مقدار از تغییرات داده‌ها را تبیین کرد (۵۶/۳۵ درصد) دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت برای صفات، محتوی سدیم،

تجزیه به عامل‌ها:

در تجزیه به عامل‌ها مقدار آماره KMO در محیط کرمانشاه برابر ۰/۷۳ و در محیط لرستان برابر ۰/۷۵ بود و همچنین در هر دو شرایط آزمون اسفیرستی بارتلت معنی‌دار شد که بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای تجزیه به عامل‌ها بود. در تجزیه به عامل‌ها از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک، در هر دو

کل تغییرات داده‌ها را توجیه کرد دارای ضرایب مثبت و معنی‌دار برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص بود، عامل دوم را می‌توان عامل عملکرد نامید (جدول ۷).

نیترژن مضره و درصد قند ملاس و ضرایب عاملی منفی و معنی‌دار برای درصد قند خالص و درصد استحصال قند بود عامل مذکور می‌تواند عامل خصوصیات کیفی باشد، عامل دوم که ۳۱/۰۶ درصد از

جدول ۷- ضرایب تجزیه به عاملها برای صفات مورد مطالعه بعد از چرخش وریماکس در محیط کرمانشاه

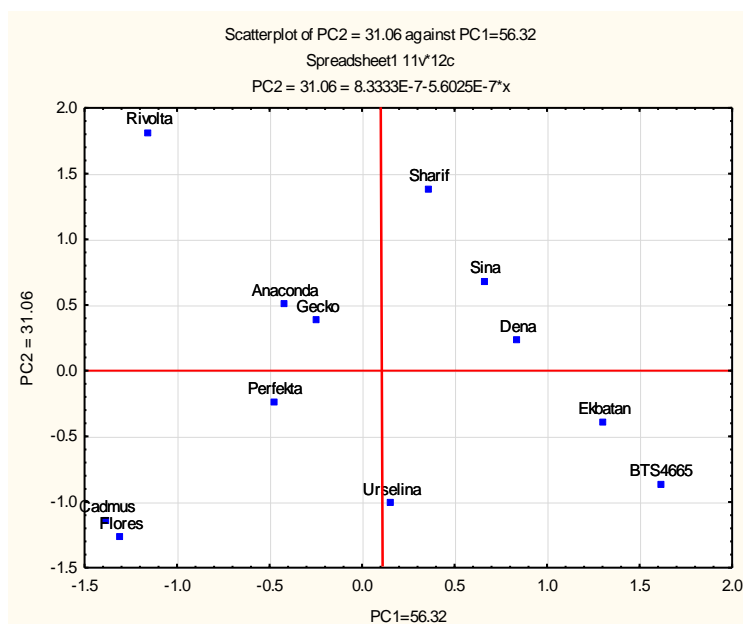
صفات	بار عاملها			میزان اشتراک
	PC1	PC2	واریانس اختصاصی	
عملکرد ریشه	۰/۳۷	۰/۸۸	۰/۰۷	۰/۹۲
عملکرد قند خالص	-۰/۰۲	۰/۹۵	۰/۰۸	۰/۹۱
عملکرد قند خالص	-۰/۲۳	۰/۹۲	۰/۰۸	۰/۹۱
عیار قند	-۰/۹۲	-۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۸۶
سدیم	۰/۹۴	-۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۹۰
پتاسیم	۰/۸۸	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۸۳
ازت مضره	۰/۷۶	-۰/۴۶	۰/۱۹	۰/۸۰
آلکالیته	۰/۰۴	۰/۷۴	-۰/۴۴	۰/۵۵
درصد قند خالص	-۰/۹۵	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۹۳
درصد استحصال قند	-۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۹۹
درصد قند ملاس	۰/۹۷	۰/۰۳	۰/۰۴۶	۰/۹۵
ریشه مشخصه	۶/۱۹	۳/۴۱		
درصد واریانس توجیه شده	۵۶/۳۵	۳۱/۰۶		
درصد تجمعی واریانس توجیه شده	۳۱/۰۶	۸۷/۴۱		

جدول ۸- ضرایب تجزیه به عاملها برای صفات مورد مطالعه بعد از چرخش وریماکس در محیط لرستان

صفات	بار عاملها			میزان اشتراک
	PC1	PC2	واریانس اختصاصی	
عملکرد ریشه	۰/۰۴	۰/۹۲	۰/۱۳	۰/۸۶
عملکرد قند ناخالص	۰/۲۱	۰/۹۲	۰/۰۸	۰/۹۱
عملکرد قند خالص	۰/۳۸	۰/۸۸	۰/۰۷	۰/۹۲
عیار قند	۰/۷۹	۰/۴۱	۰/۱۹	۰/۸۰
سدیم	-۰/۷۱	-۰/۱۲	۰/۱	۰/۹۰
پتاسیم	-۰/۸۳	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۷۲
نیترژن مضره	-۰/۷۲	۰/۴۶	۰/۱۵	۰/۸۴
آلکالیته	۰/۰۱	-۰/۹۲	۰/۱۴	۰/۸۶
درصد قند خالص	۰/۸۹	۰/۳۵	۰/۰۸	۰/۹۱
درصد استحصال قند	۰/۹۵	۰/۲۹	۰/۰۰۸	۰/۹۹
درصد قند ملاس	-۰/۹۷	-۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۹۵
ریشه مشخصه	۵/۲۱	۴/۴۷		
درصد واریانس توجیه شده	۴۷/۳۹	۴۰/۷۲		
درصد تجمعی واریانس توجیه شده	۴۷/۳۹	۸۸/۱۱		

کیفی مناسب از خصوصیات عملکردی مطلوبی نیز برخوردار بودند، ارقام Cadmus، Flores و Perfekta در گروه چهارم قرار داشتند، این گروه از خصوصیات کیفی مناسب ولی خصوصیات عملکردی پایینی برخوردار بودند. در نهایت در گروه چهارم که دارای ضرایب همبستگی درونی مثبت با عامل اول و خصوصیات درونی منفی با عامل دوم بودند به این معنی که از خصوصیات کیفی مناسب و خصوصیات عملکردی نامناسب برخوردار بودند در بر گیرنده سه رقم Urselina، BTS4665 و Ekbatan بود (شکل ۳).

گروه بندی ژنوتیپ ها بر اساس دو مؤلفه اول در محیط کرمانشاه ارقام مورد بررسی را در چهار گروه قرار داد. در گروه اول ارقام Sharif، Sina و Dena قرار داشت (شکل ۳)، این ارقام دارای همبستگی درونی مثبتی با هر دو عامل بودند، به این ترتیب می توان اظهار داشت که این ارقام از خصوصیات کیفی نامناسب و خصوصیات عملکردی مناسب برخوردار هستند. در ناحیه دوم سه ژنوتیپ Rivotla، Anaconda و Gecko قرار داشت، ژنوتیپ های قرار گرفته در این ناحیه از ضرایب همبستگی منفی با عامل اول و ضرایب همبستگی مثبت با عامل دوم برخوردار بودند، بنابراین این ارقام علاوه بر خصوصیات



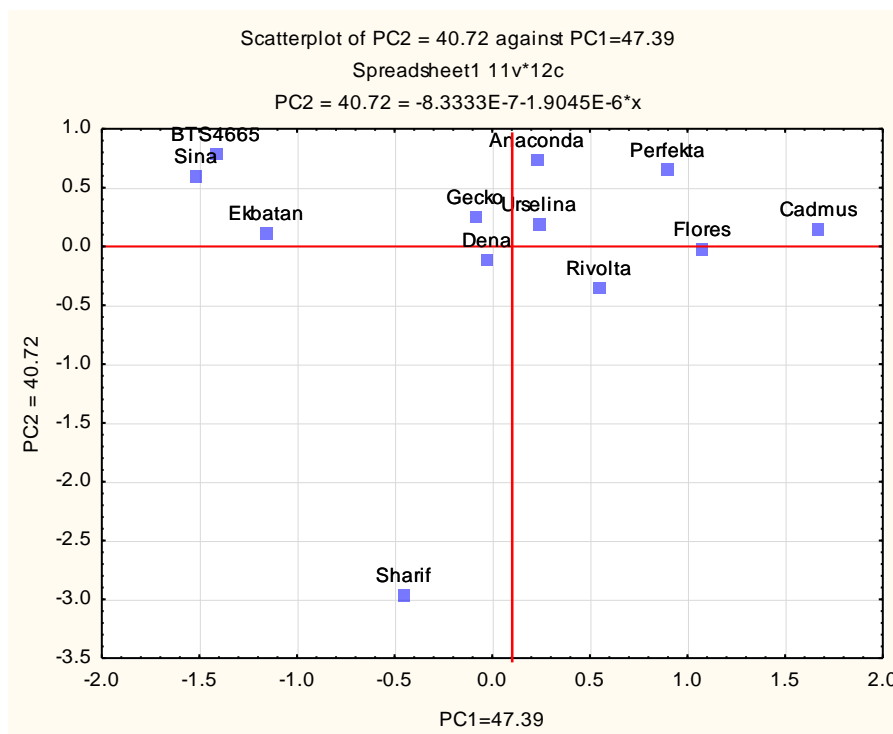
شکل ۳- بای پلات حاصل از تجزیه کلاستر ارقام چغندر قند در محیط کرمانشاه

همبستگی درونی مثبت و معنی دار با عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص و آلکالیت ریشه بود، عامل دوم همانند محیط کرمانشاه عامل خصوصیات عملکردی نام نهاده شد. در ناحیه اول ارقام Anaconda، Urselina، Perfekta و Cadmus قرار داشت، این ارقام در گروهی قرار داشتند که ارتباط مثبتی با هر دو عامل خصوصیات کیفی و عملکرد داشت و این ارقام از خصوصیات مطلوب مرتبط با هر دو عامل برخوردار

در محیط لرستان عامل اول ۴۷/۳۹ درصد از کل واریانس داده ها را تبیین کرد این عامل دارای ضرایب مثبت و معنی دار با صفات درصد قند خالص، عیار قند و درصد استحصال قند و ضرایب درونی منفی و معنی دار با صفات محتوای سدیم، پتاسیم ریشه و نیتروژن مضره و درصد قند ملاس بود، عامل اول را می توان عامل خصوصیات کیفی نام نهاد. عامل دوم که ۴۰/۷۲ درصد از کل تغییرات داده ها را در بر گرفت دارای ضرایب

خصوصیات کیفی و هم از خصوصیات عملکردی نامناسبی برخوردار بودند. در نهایت در ناحیه چهارم تنها رقم Rivolta قرار داشت این رقم دارای همبستگی مثبت با عامل اول و همبستگی درونی منفی با عامل دوم بود به این نحو که از خصوصیات کیفی مناسب و خصوصیات عملکردی نامناسبی در مقایسه با دیگر ارقام مورد بررسی برخوردار بود (شکل ۴).

بودند. در ناحیه دوم ارقام Ekbatan, Sina, BTS4665, Gecko قرار داشت، این ارقام از مقادیر منفی عامل اول و مقادیر مثبت عامل دوم برخوردار بودند به این معنی که از خصوصیات کیفی نامناسب و از خصوصیات عملکردی مناسبی در مقایسه با دیگر ارقام برخوردار بودند، در ناحیه سوم نمودار بای پلات دو رقم Dena و Sharif قرار داشت ژنوتیپ‌های این ناحیه با هر دو عامل ارتباط منفی نشان دادند به این صورت که هم از



شکل ۴- بای پلات حاصل از تجزیه کلاستر ارقام چغندر قند در محیط لرستان

گروه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند توسط دیگر محققان نیز انجام شده است (نیازیان و همکاران، ۲۲ و حسنی و همکاران، ۲۰۲۰).

نتیجه گیری کلی

در این بررسی دو رقم تجاری Anaconda و Perfekta در هر دو محیط بهترین خصوصیات کمی و کیفی را به خود اختصاص دادند، کاشت این دو رقم احتمالاً بتواند پتانسیل تولید شکر در غرب کشور را افزایش دهد، ارقام داخلی مورد استفاده در آزمایش از

حسنی و همکاران (۲۰۲۱) در ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندر قند به‌روش امی (AMMI) دو مؤلفه اصلی اول با اثر متقابل ژنوتیپ در محیط معنی‌دار برای عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص شناسایی کردند که بر اساس نتایج تجزیه GGE بای پلات دو مؤلفه اول به ترتیب ۶۰/۵۲ و ۶۲/۹ درصد از تغییرات ژنوتیپ در محیط را برای عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص را تبیین نمودند، در مطالعه آنها ژنوتیپ‌های G21، G28 و G29 به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار نسبت به شرایط محیطی شناسایی شدند.

سیاسگزاری

از مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند که با همکاری و حمایت مالی از این پروژه تحقیقاتی همکاری داشته اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

لحاظ خصوصیات کمی و کیفی با ارقام خارجی قابل رقابت نبودند. پیشنهاد می‌شود آزمایش در چند سال و چند مکان با ارقام متنوع داخلی و همچنین تحت شرایط طبیعی آلودگی به بیماری‌های شایع در منطقه تکرار شود.

منابع مورد استفاده

- Abdemishani S and Shahnejatboshehri AA. 2008. Advance in Plant Breeding. Tehran university press. 248p. (In Persian).
- Ahmadi H, Hamidi J, Soltani Idliki J, Rezaei M and Kakouinejad M. 2020. Correlation between yield and quality traits of sugar beet cultivars with rhizomania disease indices in field contamination conditions. 10.22055 / PPD.2020.32377.1873. (In Persian).
- FAOSTAT. 2021. Crops Production /Yield quantities of Sugar beet. Available at: <http://www.fao.org/faostat/> (Accessed October 4th 2021).
- Farshadafar E. 2005. Principles and multivariate statistical methods (second edition). Kermanshah, Publications Taq Bostan. pp: 734. (In Persian).
- Farshadfar E and Sutka J. 2006. Biplot analysis of genotype-environment interaction in durum wheat using the AMMI model. Acta Agronomica Hungarica, 54(4): 459- 467.
- Fotouhi K, Majidi E, Rajabi A and Azizinejad R. 2017. Study of genetic variation for drought tolerance in sugar beet half-sib families. Journal of Sugar Beet, 33 (1): 1-16. (In Persian).
- Hamzeh H, Hasani M, Mansoori H and Chaharmahali M. 2021. Identification of genotypes of rhizoctonia-tolerant sugar beet o-type using the ideal genotype selection index (SIIG). Seventeenth National and Third Congress of the International Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran, 5 to 7 February. 2021 - Shahid Bahonar University of Kerman.
- Hasani M, hamze H, Mansori H, Fathullah Taleghani D, jalilian A and Soltani Idliki. 2021. Evaluation of Genetic Parameters, Relationships between Traits and Grouping of New Sugar Beet Hybrids in Terms of Quantitative and Qualitative Traits under Rhizomonina Contamination Condition. Journal of Crop Breeding, 13 (38):149-159. (In Persian)
- Hasani M, Hamze H and Mansori H. 2021. Evaluation of Adaptability and Stability of Root Yield and White Sugar Yield (*Beta vulgaris* L.) in Sugar Beet Genotypes using Multivariate AMMI and GGE Biplot Method. Journal of Crop Breeding, 13 (37):222-235. (In Persian)
- Jobson J. 2012. Applied multivariate data analysis: volume II: Categorical and Multivariate Methods, Springer Science & Business Media, 732 pp.
- Hassani M, Hamze H and Mansouri M. 2022. Compatibility and stability of new rhizomania resistant multigerm hybrids in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 10.22034/SAPS.2022.49322.2787.
- Miller PA, Williams CJ, Robinson HF and Comstock R. 1958. Estimates of genotypic and environmental variances and covariance in upland cotton and their implication in selection. Agricultural Journal, 50: 126- 137.
- Mohammadi, S. A., and B. M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants Salient statistical tools and considerations. Crop Science 43: 1235-1248.
- Moshari S, Hemati R, Mahmoudi SB and Pedram A. 2019. Evaluation of sugar beet commercial cultivars resistance against root rot caused by *R. solani* and *F. oxysporum*. Journal of Sugar Beet, 35 (2):121-139.

- Mostafavi K, Orazizadeh MR and Rajabi A. 2017. Genotype - environment interaction pattern analysis for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars yield using AMMI multivariate method. Journal of sugar beet, 33(2): 135-147 (In Persian).
- Niazian M, Rajabi A, Amiri R, Orazizadeh MR and Sharifi H. 2012. Surveying the Relations Among Traits Affecting Root Yield and Sugar Content in O-type Lines of Sugar Beet for Winter Sowing. Journal of Plant Production, 2 (2): 115-135.
- Pierre CS, Crossa Manes J and Reynolds MP. 2010. Gene action of canopy temperature in red wheat under diverse environments. Theoretical and Applied Genetics, 120: 1107-1117.
- Raiger HL and Prabhakaran VT. 2001. A study on the performance of a few non-parametric stability measures using pearl-millet data. Indian Journal of Genetic, 61: 7- 11.
- Xie M. 1996. Selection of stable cultivars using phenotypic variances. Crop Science, 36: 572-576.
- ICUMSA, 2009. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Methods Book. Berlin, Bartens.
- Zali H, Sofalian O, Hasanloo T, Asghari A and Hoseini S M. 2015. Appraising of drought tolerance relying on stability analysis indices in canola genotypes simultaneously, using selection index of ideal genotype (SIIG) technique: Introduction of new method. Biol Forum. 2015; 7(2): 703-711.
- Zali H, Sofalian O, Hasanloo T, Asghari A and Zeinalabedini M. 2016. Appropriate Strategies for Selection of Drought Tolerant Genotypes in Canola. Journal of Crop Breeding, 78(20): 77-90 (In Persian).