دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی روابط بین صفات کمی و کیفی در ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت شرایط آلودگی با بیماری رایزوکتونیا

اسمعیل نبی‌زاده[1] و کیوان فتوحی[2]

۱- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، آذربایجانغربی، ایران، (نویسنده مسوول: nabizadeh.esmaeil@gmail.com)
۲- ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب، آذربایجان‌غربی، ایران
تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۰

چکیده

به منظور مقایسه و ارزیابی روابط بین صفات کمی و کیفی در ژنوتیپ‌های چغندرقند با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره تحت شرایط بیماری رایزوکتونیا در منطقه میاندوآب، آزمایشی انجام شد. آزمایش مذکور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در سال ۱۳۹۳، اجرا گردید. مواد آزمایشی شامل ۱۶ ژنوتیپ چغندر قند بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از صفت میزان سدیم ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام صفات عملکرد قند ناخالص، درصد قند ملاس، درصد قند ناخالص، با توجیه ۸۹/۹۹ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص به عنوان مؤثرترین صفات در توجیه عملکرد قند خالص مطرح شدند. همچنین بر اساس نتایج تجزیه علیت صفات عملکرد قند ناخالص و درصد قند ناخالص اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار و درصد قند ملاس اثر مستقیم منفی و معنی‌دار بر عملکرد قند خالص داشتند. در تجزیه عاملی داده‌ها نیز پنج عامل شناسایی شدند که ۸۱/۶۲ درصد از کل واریانس دادها را توجیه نمودند و در نهایت در تجزیه کلاستر در فاصله تشابه ۱۰، سه گروه ایجاد شد که کلاستر شماره ۲ از نظر صفات نمره زردی، نمره یکنواختی، نمره رشد، تعداد بوته سالم، عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص در گروه a (بالاترین مقدار) و از نظر صفات پتاسیم ریشه و آلکالیته در گروه b (کمترین مقدار) را به خود اختصاص دادند در نهایت بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت صفت درصد قند ناخالص به عنوان مؤثرترین صفت بر عملکرد قند خالص و ژنوتیپ‌های کلاستر ۲ به عنوان ژنوتیپ‌های قابل کشت در شرایط وجود آلودگی رایزوکتونیا شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: رایزوکتونیا، عملکرد ریشه، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه کلاستر

مقدمه

میانگین سطح کشت جهانی چغندرقند طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ میلادی بیش از ۴/۴ میلیون هکتار با عملکردی معادل ۲۶۹/۹ میلیون تن بود (۴). چغندرقند با قابلیت کشت در اغلب مناطق ایران به عنوان مهم‌ترین منبع شکر است. پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه یکی از مهمترین بیماری‌های چغندرقند در دنیا به شمار می‌رود. این بیماری در بسیاری از مناطق چغندرکاری آمریکا، اروپا و ایران به ویژه در غرب کشور خسارت‌آفرین بوده و تهدید جدی برای کشت این محصول است. بیماری موجب از بین رفتن بوته‌ها و یا کاهش شدید عملکرد و درصد قند بوته‌های آلوده می‌شود. این بیماری غالباً در اواسط دوره رشد به محصول خسارت می‌زند و مبارزه با آن بسیار مشکل و پرهزینه است. این قارچ قادر است در طوقه و ریشه نفوذ کند و آنها را آلوده سازد. پوسیدگی قهوه‌ای نسبتاً خشک و اسفنجی با حاشیه متمایز بین بافت سالم و بیمار، از نشانه‌های بیماری است. این بیماری غالباً موجب رشد غیریکنواخت ریشه، ترک خوردن و یا قطعه قطعه شدن در محل پوسیدگی می‌شود (۸). قارچ عامل بیماری ریزوکتونیا از شاخه‌ی بازیدیومایکوتا، رده‌ی بازیدیومیست‌ها، زیر رده‌ی آگاریکومایسیتیده، راسته‌ی پلی پورال‌ها، خانواده‌ی کورتیسیاسه، جنس ریزوکتونیا می‌باشد. این گونه تولید هاگ نمی‌نماید، لذا شناسایی آن بر اساس مشخصات ریسه استوار می‌باشد. سلول‌های هیف این قارچ چند هسته‌ای بوده و هم چنین به رنگ سفید تا قهوه‌ای تیره روی محیط کشت مصنوعی ظاهر می‌شوند. قطر ریسه‌ها ۴ الی ۱۵ میکرون بوده و معمولا منشعب و زاویه دار می‌باشند. دیواره‌ی عرضی در نزدیکی هر انشعاب با برجستگی قابل توجه از ویژگی‌های این قارچ می‌باشد. جنس ریزوکتونیا از نظر اکولوژیکی، بیماری‌زایی و ژنتیکی یک مجموعه‌ی گسترده و متنوع بوده که به لحاظ تنوع بسیار زیاد به یک گونه‌ی مرکب مشهور می‌باشد (۸). مدیریت بیماری‌های خاک زی به دلیل پیچیدگی محیط خاک با استفاده از روش‌های متداول شیمیایی و به زراعی بسیار مشکل و ناکارآمد است و یکی از مؤثر ترین روش‌های کنترل این بیماری‌ها، اصلاح و ایجاد ارقام مقاوم و استفاده از آنها در مزارع آلوده است (۹). به طور کلی بین اجزای عملکرد روابط پیچیده و معکوسی وجود دارد، به طوری که افزایش یک جزء باعث کاهش جزء یا اجزای دیگر می‌شود. حالت مطلوب آنست که تمام اجزاء در حد بهینه باشند، در غیر این صورت افزایش یک عامل بدون توجه به عامل دیگر، کاهش دیگری را به همراه خواهد داشت. به هر حال برای افزایش عملکرد بایستی اجزای عملکرد به صورت نسبی و همسو افزایش یابند. در تجزیه همبستگی ممکن است، برخی از صفات با عملکرد رابطه معنی‌داری نداشته باشند (۵)، در تجزیه رگرسیونی نیز ممکن است برخی از متغیرها، تاثیر معنی‌داری روی تابع نداشته باشند. از آنجایی که در رگرسیون چند متغیره اثرات متقابل در بین متغیرها وجود دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

ممکن است یک متغیر در کنار برخی از متغیرها معنی‌دار باشد، اما در کنار برخی دیگر از متغیرها معنی‌دار نباشد. به همین علت لازم است متغیرهای مهمی را که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند انتخاب کنیم. برای حذف متغیرهای کم اهمیت در مدل و تصمیم‌گیری برای تشکیل مدل نهایی، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها روش گام به گام است. در رگرسیون گام به گام می‌توان طی مراحلی نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای انتخاب مدل نهایی اقدام نمود (۱۸). در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفات زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آنها همبستگی مثبت یا منفی 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 دهند، برای پژوهش گران با ارزش هستند. در این بین استفاده از همبستگی بین صفات متداول است اما همبستگی‌ها رابطه علی و معلولی بین صفات را بیان نمی‌کنند، زیرا این ارتباط را تعدادی از عوامل ناشناخته پدید می‌آورند (۱)، بنابراین به نظر می‌رسد زمانی که به نژادگر تعداد زیادی لاین در اختیار دارد، تعیین روابط بر اساس تجزیه علیت می‌تواند کمک مؤثری برای گزینش سریع و زودهنگام مواد ژنتیکی باشد (۱۱). تجزیه علیت، رگرسیون جزئی استاندارد شده‌ای است که اثر مستقیم و غیرمستقیم یک متغیر را بر روی متغیرهای دیگر نشان می‌دهد، همچنین می‌تواند ضریب همبستگی ساده را به اجزای آن که اثرات مستقیم و غیرمستقیم باشد تفکیک کند (۳). نصری و همکاران (۱۲) با استفاده از مدل رگرسیون گام به گام مشخص نمودند صفات وزن خشک ریشه، وزن تر کل، وزن تر برگ و وزن تر طوقه حدود ۹۹ درصد از تغییرات عملکرد ریشه را تبیین کردند و نهایتا با استفاده از تجزیه علیت مشخص نمودند صفت وزن تر برگ بالاترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد ریشه داشت. عزیز پور و شریفی (۲) در بررسی تجزیه علیت روی صفات کمی و کیفی چغندرقند با در نظر گرفتن عملکرد ریشه به عنوان صفت وابسته نشان دادند تعداد بوته در کرت دارای اثر مستقیم و مثبت و اثر غیرمستقیم و مثبت از طریق نیتروژن بر عملکرد ریشه بود. شناخت و بررسی خصوصیات زراعی گیاه چغندرقند و تعیین اهمیت هر یک از صفات آن برای استفاده در برنامه‌های به نژادی و به زراعی از اهمیت خاصی برخوردارند. در راستای این هدف، استفاده از تجزیه به عامل‌ها می‌تواند بسیار سودمند باشد. مطالعات زیادی در ارتباط با ارزیابی صفات و تعیین ماهیت، اهمیت و ارتباط آن‌ها با استفاده از تجزیه به عامل‌ها در گیاهان زراعی انجام شده است، ولی تعداد این گونه مطالعات در چغندرقند ناچیز است. استفاده از روش‌های چند متغیره مانند تجزیه به عامل‌ها جهت استخراج زیر مجموعه‌ای از متغیرهای همسان، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره، شناخت ارتباطات بیولوژیک و کاربردهای موجود بین صفات، کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعداد کمی از عامل‌ها و تشریح همبستگی، بین متغیرها مورد استفاده قرار گرفته است. واحدی و همکاران، صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند بر روی ۷۵ هیبرید F1 منوژرم با استفاده از تجزیه عاملی به روش مولفه‌های اصلی بر روی ۱۳ صفت زراعی بررسی کردند (۱۶). تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری برای بررسی تنوع ژنتیکی در بین واریته‌های مختلف می‌باشد که از آن برای گروه‌بندی صفات و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده می‌شود. محققین با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را بر اساس شباهت آن‌ها از نظر تعدادی از صفات گروه‌بندی می‌نمایند. در این حالت افرادی که در یک گروه قرار می‌گیرند، نزدیک بهم بوده و افراد گروه‌های دورتر، تفاوت بیشتری با هم خواهند داشت (۱۳). فتحی و همکاران (۶) در تجزیه خوشه‌ای عملکرد، کیفیت محصول و همچنین شدت آلودگی به بیماری رایزوکتونیا در فاصله تشابه ۱۵ ژنوتیپ‌ها را به چهار گروه دسته‌بندی نمودند. لذا با توجه به موارد مذکور در تحقیق حاضر به منظور ارزیابی روابط بین صفات کمی و کیفی در ژنوتیپ‌های چغندرقند آزمایشی با استفاده از روش‌های چند متغیره آماری تحت شرایط ایجاد بیماری رایزوکتونیا در منطقه میاندوآب انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه خصوصیات کمی و کیفی ارقام داخلی و خارجی اصلاح شده چغندرقند، تحت شرایط وجود بیماری رایزوکتونیا آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب اجرا شد. ایستگاه مذکور در ۵ کیلومتری شمال غربی شهر در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۴ متری از سطح دریای آزاد واقع شده است. این منطقه از نظر تقسیمات آب و هوایی کشور دارای رژیم دمایی فریک (متوسط دمای سالیانه خاک بین ۸ الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رژیم رطوبتی زریک (نیمه خشک) و خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی بود (جدول ۱). مواد آزمایشی شامل ۱۶ ژنوتیپ چغندرقند (۱۰ ژنوتیپ داخلی ناشناخته در واکنش به آلودگی ریزوکتینا، ۲ ژنوتیپ متحمل ایرانی، همراه با ۳ ژنوتیپ متحمل خارجی و ۱ رقم حساس ایرانی) بود، که در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در دو شرایط نرمال و وجود الودگی رایزوکتونیا در زمین مورد آزمایش قرار گرفتند. قبل از اجرای آزمایش عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و کرت‌بندی مزرعه به طور یکسان صورت گرفت و کودهای فسفر و پتاس بر اساس نتایج آزمون تجزیه‌ی خاک در زمان تهیه زمین و کود نیتروژن به صورت پای بوته و یا به صورت استارتر مصرف شد. فاصله هر ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اندازه هر کرت شامل ۳ خط کاشت به طول ۸ متر بود. عملیات زراعی شامل آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و کولتیواتورزنی در حد نیاز انجام گرفت. و در طول فصل زراعی صفات مختلفی یادداشت‌برداری شد و برداشت در نیمه اول آبان ماه سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. در این بررسی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در معرض آلودگی طبیعی منطقه قرار داده شدند و سپس نسبت به تعیین درصد آلودگی ارقام اقدام گردید. یادداشت برداری هر کرت پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خط

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

میانی صورت گرفت و تعداد کل بوته، بوته‌های سالم و بوته‌های بیمار شمارش شدند. براساس درصد آلودگی ظاهری ریشه و براساس الگوی معرفی شده وانگ و همکاران نمره‌هایی بین صفر تا هفت به ریشه ها اختصاص یافت (۱۷). نمره صفر بیانگر عدم آلودگی و نمره هفت نشانگر آلودگی بیش از ۸۵ درصد می‌باشد. همچنین سطح مقاومت و حساسیت هر ژنوتیپ بر اساس درصد آلودگی مشخص گردید، به طوری‌که اگر ژنوتیپی درصد آلودگی کمتر از ۳۰ درصد داشت مقاوم و اگر درصد آلودگی بیشتر از ۳۰ درصد بود، حساس محسوب گردید (جدول ۳). در این تحقیق صفات عملکرد ریشه، درصد قند خالص، درصد قند ناخالص، عملکرد قند خالص، عملکرد قند ناخالص، درصد استحصال و درصد قند ملاس اندازه‌گیری شد. جهت محاسبات آماری در مرحله نخست آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس‌داده‌های کمی بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

به منظور بررسی دقیق روابط بین صفات، از تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت استفاده شد که در آن صفت عملکرد قند ریشه به دلیل اهمیت اقتصادی به عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات مورد بررسی به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند.

در این مطالعه از نرم‌افزاهای آماری SAS 9.2 و SPSS استفاده شد. همچنین جهت تجزیه رگرسیون از رگرسیون گام به گام استفاده گردید جهت شناسایی چند هم‌خطی بین متغیرها از شاخص VIF و Tolerance استفاده شد به این ترتیب متغیری که VIF بالای ۱۰ و Tolerance زیر ۰/۱ داشت به دلیل شرکت در چند هم‌خطی از مدل رگرسیونی حذف شد. همچنین تجزیه به عامل‌ها بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و همچنین تجزیه خوشه‌ای بر اساس روش Ward در فاصله اقلیدوسی ۱۰ انجام گرفت. در نهایت برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری SAS9.2، SPSS و Statistic a استفاده‌شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از صفات مقدار سدیم، درصد آلکالیته و درصد استحصال قند اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳)، که خود بیانگر وجود تنوع ژنتیکی کافی بین ژنوتیپ‌ها و مؤثر بودن انتخاب از لحاظ صفات مورد بررسی است.

تجزیه رگرسیون و علیت بر اساس عملکرد قند خالص

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام (جدول ۴) بر اساس صفت عملکرد قند خالص به عوان متغیر وابسته نشان داد صفات عملکرد قند ناخالص، درصد قند ملاس، درصد قند ناخالص، با توجیه ۸۹/۹۹ درصد از تغییرات عملکرد قند خالص به عنوان مؤثرترین صفات در توجیه عملکرد قند خالص شناسایی شدند. چنانچه عملکرد قند خالص (Y) به عنوان متغیر وابسته و عملکرد قند ناخالص (X_1)، درصد قند ملاس (X_2) و درصد قند ناخالص (X_3) به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شوند، معادله خط رگرسیون به صورت ذیل پردازش خواهد شد (جدول ۴).

$$Y= - ۰/۳۲+۰/۸۲ X_1 -۰/۲۶ X_2 +۰/۰۵ X_3$$

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک

Table 1. Soil chemical and physical characteristics at depth of 0-30 cm

شوری $EC \times 10^{3}$	اسیدیته pH	درصد اشباع Sp%	کربن آلی O.C%	ازت N%	فسفر قابل جذب PPM	پتاسیم قابل جذب PPM	آهک T.N.V%	رس %layC	لای Silt%	شن sand%	بافت Text
۲۱۴	۷/۷۹	۳۸	۱/۱۱	/۱۱	۷/۲۲	۲۹۵	۱۷/۵	۳۱	۴۰	۲۹	لومی رسی

جدول ۲- ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Table 2. Experimental genotypes

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	ژنوتیپ ایرانی	رقم متحمل ایرانی	رقم متحمل ایرانی	رقم متحمل خارجی	رقم متحمل خارجی	رقم متحمل خارجی	رقم حساس ایرانی
31862	31863	31864	31865	31868	31870	31871	31873	31079	31080	SBSI005	SBSI006	F- 20654	F-20554	F-20655	SBSI-1

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

Table 3. Analysis of variance of experimental traits

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		نمره زردی	درصد آلودگی	عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	ازت مضره	آلکالیته	درصد قند خالص	عملکرد قند نا خالص	درصد استحصال	عملکرد قند خالص	قند ملاس
تکرار	۳	۰/۲۶^{ns}	۱۱/۶۷^{ns}	۱۱۰/۴۳^{ns}	۱۰/۶۱^{ns}	۱/۱۱^{ns}	۱/۱۱^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۵۳^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۲/۶۴^{ns}	۷/۰۸^{ns}	۱/۸۰^{ns}	۰/۰۴^{ns}
ژنوتیپ	۱۵	۱/۵۸**	۳۱۸/۲۹**	۴۶۰/۷۱**	۵۰/۹۰**	۲/۵۱^{ns}	۲/۰۲*	۰/۳۵*	۶/۶ ^{ns}	۵/۲۳**	۱۰/۱۳*	۱۶/۷۶^{ns}	۷/۳۸*	۰/۳۲*
خطا آزمایشی	۴۵	۰/۲۶	۴۶/۴۱	۱۸۹/۲۹	۱۵/۴۵	۲/۱۲	۱/۰۲	۰/۱۸	۱/۶۹	۰/۹۹	۵/۶۵	۱۱/۳۷	۴/۰۳	۰/۰۶
ضریب تغییرات CV%	–	۱۵/۷۸	۳۰/۹۵	۲۵/۹۴	۲۷/۵۹	۱۲/۷۲	۱۴/۵۹	۲۶/۳۵	۱۹/۶۳	۷/۸۳	۲۲/۶۱	۴/۱۲	۲۲/۸۲	۱۲/۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

جدول ۴- مراحل رگرسیون گام به گام برای عملکرد قند خالص به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به عنوان مستقل

Table 4. Stepwise regression of pure sugar yield as dependent variant and others as independent

مراحل رگرسیون گام به گام			
۳	۲	۱	متغیر اضافه شده به مدل
-۰/۳۲	-۲/۲۴	-۰/۱۰	عدد ثابت
۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۴	عملکرد قند ناخالص
-۰/۲۶	-۰/۱۶		درصد قند ملاس
۰/۰۵			درصد قند ناخالص
۰/۸۹	۰/۷۰	۰/۵۵	ضریب تبین (R^2)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

تجزیه علیت (جدول ۵) بر اساس صفات باقی مانده در مدل (عملکرد قند ناخالص، درصد قند ملاس و درصد قند ناخالص) نشان داد که صفت عملکرد قند ناخالص هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم از طریق اثر بر درصد قند ناخالص موجب افزایش و از طریف افزایش قند ملاس موجب کاهش عملکرد قند خالص در تحقیق حاضر شد. صفت درصد قند ملاس دومین صفت تأثیرگذار بر عملکرد قند خالص در تحقیق حاضر بود. صفت مذکور به صورت مستقیم اثر منفی بر عملکرد قند خالص داشت، اما از طریق افزایش عملکرد قند ناخالص و درصد قند ناخالص اثر مثبتی بر عملکرد قند ناخالص نشان داد. سومین صفت تأثیرگذار بر عملکرد قند خالص در مطالعه حاضر صفت درصد قند ناخالص بود. صفت مذکور به صورت مستقیم و به صورت غیر مستقیم از طریق عملکرد قند ناخالص اثر مثبتی بر عملکرد قند ناخالص گذاشت. همچنین صفت مذکور از طریق افزایش درصد قند ملاس اثر منفی بر افزایش عملکرد قند خالص نشان داد. نتایج بدست آمده با یافته‌های نصری و همکاران مطابقت دارد (۱۲).

تجزیه به عامل‌ها

در تحقیق حاضر مقدار KMO برابر ۰/۶۴ و آزمون اسفریستی بارتلت معنی‌دار گشت که بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای تجزیه به عامل‌ها می‌باشد و با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگتر از یک، پنج عامل شناسایی شدند که ۸۱/۶۲ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۶). لازم به ذکر است که در این مطالعه اختصاص متغیرها به عامل‌های مربوطه بعد از چرخش وریماکس انجام گرفت. در این بررسی عامل اول که در حدود ۳۷/۴۱ درصد از کل تغییرات را توجیه کرد، دارای ضریب همبستگی درونی مثبت و معنی‌دار برای صفات درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، ضریب استحصال و همبستگی منفی با صفات درصد قند ملاس، مقدار سدیم ریشه بود. با توجه به متغیرهای قرار گرفته در عامل اول، عامل مذکور را می‌توان عامل استحصال قند نامید. چنانچه ملاک گزینش ژنوتیپ‌ها عامل مذکور باشد، جمعیت ایجاد شده دارای درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، ضریب استحصال بالا و درصد قند ملاس، مقدار سدیم ریشه کمی خواهند بود. در تحقیق حاضر عامل دوم ۱۵/۵۰ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه نمود عامل دوم دارای ضریب همبستگی درونی مثبت و معنی‌دار برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص و عملکرد قند ناخالص بود. عامل مذکور را می‌توان عامل عملکرد قند نامید. چنانچه ملاک گزینش ژنوتیپ‌ها عامل مذکور باشد، جمعیت حاصله دارای عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص و عملکرد قند ناخالص بالایی خواهند بود. عامل سوم که همبستگی درونی مثبت و معنی‌داری با صفات زردی ریشه، یکنواختی ریشه و نمره رشد بود، ۱۳/۸۳ درصد از کل واریانس داده‌ها را در این مطالعه توجیه کرد و عامل مورفولوژیک گیاه نام گرفت. عامل چهارم که ۸/۳۲ درصد از کل واریانس و تغییرات داده‌ها را توجیه کرد، دارای همبستگی درونی مثبت و معنی‌داری با صفت تعداد بوته سالم و همبستگی درونی منفی با شدت آلودگی بوته بود. عامل مذکور عامل سلامت گیاه نام‌گذاری شد. در نهایت عامل پنجم که ۶/۵۵ درصد از کل واریانس داده‌ها را به خود اختصاص داد، دارای ارتباط درونی مثبت با صفات ازت مضره، آلکالیته، پتاسیم ریشه و قند ملاس بود. با توجه به متغیرهای قرار گرفته در عامل پنجم عامل مذکور را می‌توان عامل ناخالصی‌های ریشه نام نهاد. واحدی و همکاران (۱۵) با مطالعه صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند بر روی ۷۵ هیبرید F_1 منوژرم با استفاده از تجزیه عاملی به روش مولفه‌های اصلی بر روی ۱۳ صفت زراعی، پنج خصوصیت ریشه و صفت نمره رشد نشان دادند عامل‌های اول تا چهارم به ترتیب ۳۴/۴۵، ۲۴/۹۲، ۲۰/۳۱ و ۵/۴۹ درصد و در مجموع ۸۵/۰۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین کرد.

جدول ۵- اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد قند خالص

Table 5. Indirect and direct effects of the traits on the pure sugar yield

ضریب همبستگی	اثر غیر مستقیم			اثر مستقیم	
	درصد قند ناخالص	درصد قند ملاس	عملکرد قند ناخالص	اثر مستقیم	صفات
۰/۹۲	۰/۰۱۲	-۰/۰۰۷	–	۰/۹۱**	عملکرد قند ناخالص
-۰/۲۴	۰/۰۰۱	–	۰/۱۶۹	-۰/۰۴**	درصد قند ملاس
۰/۳۹	–	-۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۰۴**	درصد قند ناخالص

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

جدول ۶- تجزیه به عامل‌ها صفات بعد از چرخش وریماکس

Table 6. Factor analysis for the traits after Varimax rotation

صفات	بار عامل‌ها				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
زردی	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۸۲	۰/۲۷	۰/۱۱
یکنواختی ریشه	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۸۸	۰/۱۰	۰/۰۴
نمره رشد	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۸۵	۰/۲۴	۰/۰۷
تعداد بوته سالم	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۷۶	۰/۰۷
شدت آلودگی	۰/۰۴	-۰/۱۰	-۰/۱۷	-۰/۸۶	-۰/۰۷
عملکرد ریشه	۰/۷	۰/۱۴	۰/۹۶	۰/۰۵	۰/۰۳
عملکرد قند ناخالص	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۹۸	۰/۰۶	۰/۰۵
عملکرد قند خالص	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۹۵	۰/۰۷	۰/۰۲
درصد قند نا خالص	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۶
قند ملاس	۰/۸۹	۰/۱۳	۰/۱۱	-۰/۱۳	۰/۷۴
درصد قند خالص	-۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۴
ازت مضره	۰/۷۴	۰/۰۷	-۰/۱۸	-۰/۱۶	۰/۷۹
آلکالیته	۰/۰۴	-۰/۱۳	۰/۲۶	-۰/۲۶	۰/۶۶
پتاسیم ریشه	-۰/۳۲	۰/۰۶	-۰/۱۸	-۰/۴۹	۰/۵۸
ضریب استحصال	-۰/۴۷	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۱۶
سدیم ریشه	۰/۸۹	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۳۱
ریشه مشخصه	-۰/۷۳	۲/۴۸	۲/۲۱	۱/۳۳	۱/۰۴
نسبت واریانس توجیه شده	۵/۹۸	۱۵/۵۰	۱۳/۸۳	۸/۳۲	۶/۵۵
جمع کل واریانس‌های توجیه شده	۳۷/۴۱	۵۲/۹۱	۶۶/۷۴	۷۵/۰۷	۸۱/۶۲

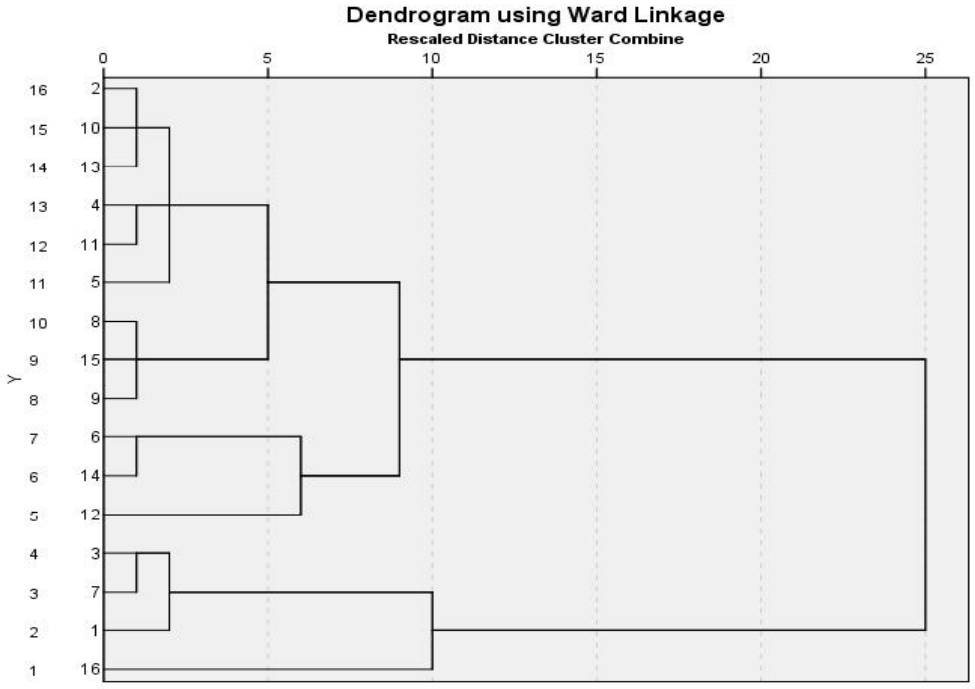
تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها

از آنجایی که ارقام گوناگون دارای تنوع زیادی از نظر صفات مختلف می‌باشند، قضاوت بر اساس یک یا چند صفت مورفولوژیک صحیح به نظر نمی‌رسد، لذا جهت انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها علاوه بر استفاده از روش محاسبه همبستگی، از روش‌های مختلف آماری بهره برده می‌شود که یکی از این روش‌ها تجزیه خوشه‌ای می‌باشد .تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward) به عنوان معیار تشابه انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه کلاستر، با برش دندروگرام از محل‌های مختلف از محل‌های مختلف دو، سه، چهار و پنج گروه ایجاد شد جهت تأیید اختلاف بین گروه‌ها از تجزیه واریانس چند متغیره بر پایه طرح کامل تصادفی برای صفات مورد مطالعه استفاده گردید، در حالت سه گروهی بر اساس آماره ویلکس لامبدا (۰/۰۰۶) بیشترین میزان F و در نتیجه بیشترین نسبت واریانس بین گروهی به درون گروهی دیده شد (جدول ۷). بر این اساس ۱۶ ژنوتیپ چغندر قند به ۳ گروه تقسیم‌بندی شدند (شکل ۱). جهت بررسی دقیقتر اختلافات بین کلاسترها از نظر تک تک صفات مقایسه میانگین صفات کلاسترها بر اساس آزمون LSD انجام گرفت (جدول ۸). هرگاه میانگین یک صفت در یک سنبله از میانگین کل همان صفت بالاتر باشد، بدین مفهوم است که ژنوتیپ‌های آن کلاستر برای آن صفت ارزش بیشتری خواهند داشت. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس صفات بین ۳ گروه ایجاد شده از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۹). بر این اساس کلاستر اول شامل ژنوتیپ‌های 31867، 31080، F-20654، 31865، SBSI005، 31868، 31873، F-20655، 31079، 31870، F-20554 و SBSI006 بود. بر اساس مقایسه میانگین کلاسترها این ژنوتیپ‌ها از نظر صفات نمره زردی، نمره یکنواختی، نمره رشد، تعداد بوته سالم، عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص در گروه a (بالاترین مقدار) و از نظر صفات پتاسیم ریشه و آلکالیته در گروه b (کمترین مقدار) را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که در گروه مذکور سه ژنوتیپ 31873 و F-20655 و 31079 در یک زیر گروه قرار داشتند که بیان از شباهت ژنوتیپ‌های مذکور از لحاظ صفات کمی و کیفی است بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌های مذکور می‌تواند ما را در دست یابی به ژنوتیپ‌هایی با مقاومت مناسب به بیماری و حداکثر عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص یاری نماید (جدول ۹). کلاستر شماره ۲ شامل ژنوتیپ‌های 31864، 31871 و 31862 بود ژنوتیپ‌های این کلاستر در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها از صفات نمره زردی، نمره یکنواختی، نمره رشد، عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد استحصال و عملکرد قند خالص در گروه a (بالاترین مقدار) و از نظر آلکالیته ریشه در گروه b (کمترین مقدار) قرار داشتند (جدول ۹). در کلاستر شماره ۳ تنها ژنوتیپ SBSI-1 قرار داشت. کلاستر مذکور از لحاظ صفات عملکرد ریشه، یکنواختی ریشه، نمره رشد درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص کمترین مقدار و از لحاظ صفات درصد آلودگی، شدت آلودگی، سدیم، پتاسیم و ازت مضره ریشه، آلکالیته و قند ملاس بالاترین مقدار را به خود

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

اختصاص داد و به عنوان نامناسب‌ترین ژنوتیپ شناسایی شد فتاحی و همکاران (۶) در بررسی مقاومت ارقام مختلف چغندرقند به جدایه ایرانی ویروس پیچیدگی شدید بوته چغندر با استفاده از همسانه عفونت‌زای ویروس با استفاده از تجزیه کلاستر ارقام را از نظر حساسیت به سه گروه شامل متحمل (7233، H5505، BR1، HM1390، FIMMA)، حساس (رسول، افشاری، هیبرید بالک شیراز، زرقان، Hilma، Flores، IC، Rhizofouret، Dorothea، P.P.22، P.P.8 و Polyrow و خیلی حساس (Brigita) طبقه‌بندی کردند. کولایی و همکاران (۱۷) نیز در گروه‌بندی رگه‌های اصلاحی چغندرقند نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه مشاهده نمودند که رگه‌های انتخابی فاصله اقلیدسی ۱۰ در سه گروه اصلی و هشت زیر گروه فرعی قرار داشتند به طوریکه رگه‌های ۱۲، ۵۴ و ۷۷ در یک گروه فرعی جدا قرار گرفتند این رگه‌ها بیشترین شدت آلودگی و کمترین شاخص برداشت را نسبت به رگه‌ها و شاهد مقاوم داشتند.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه‌ی کلاستر برای کلیه ی صفات تجزیه شده در آزمایش ، به روش Ward برای ژنوتیپ‌های چغندرقند در ابتلا به بیماری رایزوکتونیا

Figure 1. Dendrogram of cluster analysis for all the traits analyzed in the experiment by the Ward method for sugar beet genotypes infected with Rhizoctonia

جدول ۷- کفایت گروه‌بندی کلاستر از فاصله ۱۰

Table 7. Clustering adequacy at a distance of 10

اثر تیمار	مقدار	F	سطح معنی‌داری
Wilks' Lambda	۰/۰۰۶	۴/۴۵	۰/۰۱
Hotelling's Trace	۳۵/۴۸	۷/۳۲	۰/۰۱
Roy's Largest Root	۲۵۲/۷۵	۸۴/۲۵	۰/۰۱

جدول ۸- تجزیه واریانس بین و درون کلاسترهای مورد بررسی در فاصله ۱۰

Table 8. Analysis of variance in and between the studied clusters at a distance of 10

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		نمره زردی	نمره یکنواختی	نمره رشد	تعداد بوته سالم	درصد آلودگی	ضریب آلودگی	عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص
بین گروه‌ها	۳	۱/۴۷**	۱/۳۹**	۱/۶۹**	۱۵۵/۹۸**	۵۱۰/۸۶**	۲۱۱/۵۶**	۱۹۳/۱۶*	۳/۵۵**
درون گروه	۱۵	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۲	۲۲/۴۶	۱۳/۲۲	۱۶/۵۲	۶۹/۷۷	۰/۶۵

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

ادامه جدول ۸- تجزیه واریانس بین و درون کلاسترهای مورد بررسی در فاصله ۱۰

Continued Table 8.

	میانگین مربعات								
منابع تغییر	درجه آزادی	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	ازت مضره	آلکالیته	درصد قند خالص	درصد استحصال	درصد قند ملاس	عملکرد قند خالص
بین گروه ها	۳	۰/۲۰^{ns}	۲/۸۲**	۰/۱۰^{ns}	۸/۶۶**	۳/۶۸**	۱۶/۱۱*	۰/۰۱^{ns}	۴/۷۷*
درون گروه	۱۵	۰/۲۵	۰/۴۴	۰/۰۸	۰/۵۹	۰/۹۴	۲/۳۵	۰/۰۹	۱/۳۹

ns، * و **:به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

جدول ۹- مقایسه میانگین صفات کلاسترها و میانگین کل در صفات مورد ارزیابی

Table 9. Means comparison of the cluster traits and total mean of the experimental traits

کلاستر	نمره زردی	نمره یکنواختی	نمره رشد	تعداد بوته سالم	درصد آلودگی	عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص
کلاستر ۱	۳/۴۵^{a}	۳/۴۷^{a}	۳/۵۴^{a}	۳۷/۷۲^{a}	۱۲/۱۴^{b}	۳۶/۷۷^{a}	۱۵/۷۲^{a}
کلاستر ۲	۳^{a}	۳/۲۵^{a}	۳^{a}	۳۱/۱۶^{ab}	۲۸/۰۱^{a}	۴۰/۳۳^{a}	۱۵/۶۹^{a}
کلاستر ۳	۱/۷۵^{b}	۱/۷۵^{b}	۱/۷۵^{b}	۲۱/۵۰^{b}	۳۶/۴۱^{a}	۱۸^{b}	۱۲/۹۶^{b}

در هر ستون مقادیری که حروف مشترکی با هم ندارند بر اساس Lsd در سطح احتمال ۰/۰۵ با هم تفاوت معنی‌داری دارند.

ادامه‌ی جدول ۹- مقایسه میانگین صفات کلاسترها و میانگین کل در صفات مورد ارزیابی

Continued Table 9.

کلاستر	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	ازت مضره	آلکالیته	درصد قند خالص	درصد استحصال	درصد قند ملاس	عملکرد قند خالص
کلاستر ۱	۴/۰۵^{a}	۶/۸۷^{b}	۱/۶۶^{a}	۶/۲۹^{b}	۱۲/۹۹^{a}	۸۲/۳۳^{a}	۲/۱۴^{a}	۴/۷۷^{a}
کلاستر ۲	۳/۴۶^{a}	۸/۳۴^{a}	۱/۷۱^{a}	۶/۶۸^{b}	۱۲/۶۷^{a}	۸۱/۷۴^{a}	۲/۲۵^{a}	۵/۲۴^{a}
کلاستر ۳	۳/۳۹^{a}	۷/۸۹^{ab}	۱/۲۰^{a}	۱۰/۶۲^{a}	۱۰/۱۷^{b}	۷۶/۴۳^{b}	۲/۱۸^{a}	۱/۷۶^{b}

در هر ستون مقادیری که حروف مشترکی با هم ندارند بر اساس Lsd در سطح احتمال ۰/۰۵ با هم تفاوت معنی‌داری دارند

منابع

1. Acquah, G., N.W. Adams and J.O. Kelly. 1992. Factor analysis of plant variable associated with architecture and seed size in day bean. Euphtica, 60: 171-177.
2. Aziz Poor, M. and H. Sharifi. 2008. Path analysis on quantitative and qualitative characteristics of Scabies, Warts Chghnzr Sugar. Tehran.Pardis Aburaihan University .10th Agronomy and Plant Breeding Abstracts.1364.pp (In Persian). https://www.civilica.com/Paper-NABATAT10-NABATAT10_285.html
3. Dewey, D.R. and R.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal, 51: 515-518.
4. FAO (Food and Agriculture Organization) Rome. 2014.http//faostat.fao.org/.
5. Farshadfar, A. 2000. Principles and multivariate statistical methods. Razi University of Kermanshah, 754 pp (In Persian).
6. Fathi, M.R., S.A. Vahedi, M. Bazrafshan, H. Shahbazi and C.E. Abdollahyan Noghabi. 2012. Preparation of hybrids of sugar beet rhizomania disease resistance gene and comparison of performance and quality. Seed and Plant Journal, 29(4): 777-789.
7. Fattahi, Sh., D.M. Zafari and S.B. Mahmoudi. 2011. Evaluation of superior genotypes of sugar beet resistance to the important root rot agents under greenhouse conditions. Journal of Sugar Beet, 27(1): 25-38 (In Persian).
8. Harveson, R. 2002. Rhizoctonia Root and Crown Rot of Sugar Beet. The Board of Regents of the University of Nebraska on behalf of the University of Nebraska–Lincoln Extension.
9. Hecker, R.J. and E.G. Ruppel. 1975. Inheritance of resistance to Rhizoctonia root rot in sugar beet. Crop Science, 15: 487-490.
10. Kolaee, H., S.B. Mahmoudi and M. Hasani. 2010. Evaluation of resistance of beet breeding lines to Rhizoctonia root and crown rot. Journal of Sugar Beet, 26(1): 31-42 (In Persian).
11. Mobaser, S. and S. Shah Moradi. 1996. Correlation between protein content of the grain yield and some agronomic and morphological traits using path analysis. Seed and Plant, 12(2): 24-29.
12. Nasri, R., A.S. Kashani, F. Paknejad, M. Sadeghiand S. Ghorbani. 2012. Correlation and path analysis of yield and quality of sugar beet in both direct seeding and transplanting of saline lands. Agriculture and Horticulture, 8(1): 226-313.
13. Romesborg, H.C. 1990. Cluster analysis for researches, R.K. Publishing Company, Malabar, Florida, 9-25.
14. Sadeghian, S.Y., H. Fazli, D.F. Taleghani and M. Mesbah. 2000. Genetic variation of drought stress in sugarbeet. Journal of Sugar Beet Research, 37: 55-77.
15. Vahedi, S.M., R. Mesbah Amiri, M.R. Bihamta, V. Yusefabadi and M. Dehghanshoar. 2006. Relationship between agronomic traits and root morphological characteristics and determine traits affecting root yield and sugar content in germplasm of sugar beet monogerm. Journal of Sugar Beet, 22(2): 19-34 (In Persian).
16. Vahedi, S., D. Misbah, R. Amiri, M.R. Bihamta, V. Yusef Abad and M. Dhqanshar. 2007. Relationship between root morphological traits of agronomic traits and characteristics affecting the determination of root yield and sugar content of sugar beet Germplasm, monogerm. Sugar Magazine, 22(2): 34-19, 12(2): 24-29.
17. Wang, Y., Y. Lin, P. He, L. Chen, L. Amicarna and J.D. Lu. 1995. Evaluation of foliar resistance to Uncinula necator in Chinese Wild Vitis Species. Vitis, 34: 159-164.
18. Zinali, H., E. Naser-Abadi, H. Hossein-zadeh, R. Chugan and M. Sabokdast. 2004. Factor analysis on hybrid of cultivar grain maize. Iranian, Journal of Agriculture Science, 36(4): 895-902 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]

Study of Relationships among Qualitative and Quantitative Traits in Sugar Beet Genotypes Infected with Rhizoctonia

Esmail Nabizadeh[1] and Kaywan Fotohi[2]

1- Department of Agronomy, College of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran (Corresponding author: Nabizadeh.esmaeil@gmail.com)
2- Miandoab Agricultural and Natural Resources Research Station, West Azerbaijan, Iran
Received: November 6, 2016 Accepted: October 2, 2017

Abstract

In order to study and compare the correlation between the quantitative and qualitative traits of sugar beet genotypes, using multivariate methods under Rhizoctonia disease a trial was carried out at Miandoab Agricultural and Natural Resources Station in 2014.The experimental design was randomized complete block design with four replications. The experimental materials were sixteen sugar beet genotypes. Analysis of variance showed significant differences among the genotypes for all traits, except root sodium content. Based on stepwise regression analysis, gross sugar yield, molasses sugar content and gross sugar content by justifying %89.99 of changes in white sugar yield were considered as the most effective traits in justification of white sugar yield. Factor analysis identified five factors by justifying 81.62% of total data variances. Finally, the three groups were set up in the cluster analysis at similarity distance of 10. The cluster 2 was subjected to groups a (the highest rate) for yellowing score, uniformity score, growth score, healthy plant number, root yield, gross sugar yield, white sugar content, white sugar yield and extract percentage, and was placed in group b (the lowest rate) for root potassium content and alkalinity. Eventually, based on path analysis and regression analysis, the gross sugar yield was determined as the most effective trait on the white sugar yield and the genotypes in cluster 2 were identified suitable for cultivation under the conditions of Rhizoctonia infestation.

Keywords: Rhizoctonia, Root Yield, Factor Analysis, Cluster Analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.29252/jcb.10.27.94]