

بررسی ارتباط صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند در ژنوتیپ های اتایپ چغندر قند برای کشت پائیزه

محسن نیازیان^۱، اباذر رجیبی^۲، رضا امیری^{۳*}، محمد رضا اوراضی زاده^۲ و حمید شریفی^۳

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات (ژنتیک بیومتری) موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج

۲-۴- اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج

۳- نویسنده مسؤؤل: دانشیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران (ramiri@ut.ac.ir)

۵- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول

تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۱۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۱

چکیده

به منظور تعیین مهم ترین صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند در ژرم پلاسما اتایپ منوزرم چغندر قند برای کشت پائیزه، تعداد ۴۹ ژنوتیپ (اتایپ و نتاج هیبرید) در قالب طرح لاتیس سه گانه در ۳ تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در مهرماه سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ کشت شدند. تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین ژنوتیپ ها از نظر اغلب صفات مورد بررسی تفاوت معنی دار وجود دارد. پس از انجام تجزیه واریانس از میانگین تیمارها برای تجزیه های آماری از جمله محاسبه ضرایب همبستگی ساده بین صفات استفاده شد. براساس تجزیه عاملی، صفات مورد مطالعه به پنج عامل عیارقند خالص، عملکرد، خصوصیات ظاهری ریشه، مقاومت به بولتینگ و سرکوسپورا تقسیم شد. در تجزیه رگرسیون مرحله ای برای عملکرد ریشه به عنوان متغیر تابع به ترتیب صفات قطر ریشه، مقاومت به سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، شکل ریشه، ازت مضره، پتاسیم و ضریب استحصال شکر به عنوان مهم ترین صفات شناسایی شدند. در تجزیه رگرسیون صعودی برای صفت عیارقند به عنوان متغیر تابع، مهم ترین صفات به ترتیب قند ملاس، ارتفاع طوقه و مقاومت به بولتینگ شناسایی شدند. در تجزیه علیت صفات قطر ریشه، شکل ریشه و ازت مضر اثر مستقیم مثبت و صفات مقاومت به سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، پتاسیم و قند قابل استحصال اثر مستقیم منفی روی صفت عملکرد ریشه داشتند. همچنین اثر مستقیم ارتفاع طوقه روی عیارقند مثبت و اثر مستقیم قند ملاس و مقاومت به سرکوسپورا منفی برآورد شد. تجزیه خوشه ای نشان داد که ژنوتیپ های کلاستر دوم از لحاظ صفات موثر بر عملکرد ریشه مقادیر بالاتری را به خود اختصاص داده اند. همچنین ژنوتیپ های کلاستر اول از حیث قند قابل استحصال و ضریب استحصال قند، بالاترین مقادیر را به خود اختصاص دادند؛ بنابراین با توجه به خصوصیات این گروه می توان برای افزایش درصد قند قابل استحصال و ضریب استحصال قند و همچنین کاهش ناخالصی هایی نظیر ازت مضر، قند ملاس، پتاسیم و سدیم از ژنوتیپ های این گروه بهره گرفت.

کلید واژه ها: بولتینگ، تجزیه به عامل ها، تجزیه رگرسیون مرحله ای، سرکوسپورا، کشت پائیزه،

چغندر قند

مقدمه

می کند. قند ماده ای بسیار قوی و انرژی زا در جیره غذایی محسوب می گردد به طوری که برای تولید ۱۰۰ کالری حرارت در بدن انسان فقط کافی است ۲۵ گرم قند مصرف شود (خدابنده، ۱۳۶۸). امروزه این ماده مهم

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و نقش شکر به عنوان یکی از اجزاء مهم جیره غذایی بشر، تحقیقات پیرامون این ماده غذایی روز به روز اهمیت بیشتری پیدا

غذایی از دو گیاه نیشکر و چغندر قند به دست می آید، به طوری که حدود ۳۷ درصد قند تولید شده در جهان از چغندر قند و بقیه از نیشکر حاصل می گردد (کوک و اسکات، ۱۳۷۷).

کامپل و کول^۱ (۱۹۸۶) با مطالعه ۱۱ رقم چغندر قند در سه محیط نشان دادند که بین عملکرد ریشه و ازت آمینو همبستگی مثبت و معنی دار و بین درصد قند و ازت آمینو، سدیم و پتاسیم همبستگی منفی وجود دارد. همچنین ازت آمینو، سدیم و پتاسیم دارای همبستگی مثبت با یکدیگر بودند. گورنیش و همکاران^۲ (۱۹۹۰) با مطالعه ۴۵ خانواده دیپلوئید منوزرم چغندر قند نشان دادند که بالاترین همبستگی بین طول برگ و وزن ریشه وجود دارد. کاپور و همکاران^۳ (۱۹۷۸) با ارزیابی ۱۳ صفت برگ و ریشه در ۳۵ لاین چغندر قند نشان دادند که عیار قند مهم ترین صفت برای گروه بندی ژرم پلاس می باشد. در درجات بعدی اهمیت به ترتیب عرض برگ، تعداد برگ، ضخامت برگ و طول دم برگ قرار داشتند و در میان صفات ریشه، سهم طول ریشه و اندازه طوقه بیشتر از قطر ریشه و وزن ریشه بود. در مطالعه ای با محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیک چغندر قند مشاهده گردید که وزن ریشه دارای همبستگی مثبت و معنی داری با اندازه طوقه (۰/۵۴)، طول ریشه (۰/۴۲) و قطر ریشه (۰/۵۸) می باشد (کاپور و همکاران، ۱۹۸۵). از بین این صفات، طول دم برگ و قطر ریشه دارای همبستگی مثبت و معنی دار با وزن ریشه و منفی و معنی دار با عیار قند بودند. صادقیان و همکاران^۴ (۱۹۹۹) با انجام تجزیه عاملی روی ۴۹ لاین جمعیت نیمه خواهری و جمعیت آزاد گرده افشان در دو سال و دو مکان و در شرایط تنش رطوبتی و نرمال گزارش کردند که در شرایط نرمال عامل های حاصل به ترتیب عبارت از عیار قند، خلوص قند و عملکرد ریشه (صفات

غیرقندی) بودند، اما در شرایط تنش آبی، ناخالصی ها، بخصوص سدیم، پتاسیم و قند ملاس و عملکرد ریشه عامل های مهم بودند. رجبی و همکاران (۱۳۸۱) با انجام تجزیه رگرسیون به روش حذف پس رونده^۵ بر روی وزن ریشه نشان دادند که صفاتی همچون قطر ریشه، قطر طوقه، ازت مضره، طول برگ، عرض برگ و قند ملاس بیشترین سهم را در توجیه تغییرات وزن ریشه دارند. واحدی و همکاران (۱۳۸۵) با انجام تجزیه همبستگی کانونیک گزارش کردند که با افزایش طول و قطر ریشه و کاهش قطر طوقه، میزان ناخالصی های ریشه کاهش می یابد. فتوحی و همکاران (۱۳۸۹) با انجام تجزیه علیت برای صفت عملکرد ریشه چغندر قند به عنوان متغیر تابع در شرایط بدون تنش و تنش شوری گزارش کردند که در شرایط معمولی، درصد پوشش سبز دارای اثر مستقیم مثبت و قابل توجه ($P=0/55$) و در شرایط تنش شوری پتاسیم ($P=0/65$) و درصد پوشش سبز ($P=0/59$) دارای اثر مستقیم مثبت و قابل ملاحظه بود. همواره یکی از اهداف همه برنامه های اصلاحی در چغندر قند، تولید واریته های با عیار قند بالا می باشد (بوزمارک^۶، ۱۹۸۹). فعالیت های به نژادی گسترده ای که به منظور افزایش عملکرد کمی و کیفی چغندر قند صورت می گیرد، هنگامی حداکثر بازدهی را خواهد داشت که بتوان شاخص های معینی را در ارقام مطلوب شناسایی کرد و به عنوان راهنمای گزینش مورد استفاده قرار داد. در این راستا، بررسی ژرم پلاس موجود به منظور شناسایی خصوصیات مفید و استفاده از آنها در برنامه های اصلاحی ضروری است. هدف از این تحقیق بررسی ارتباط میان صفات زراعی، صفات تکنولوژیک و مورفولوژیک ریشه، و مقاومت به سرکوسپورا و بولتینگ و شناسایی مهم ترین صفات مؤثر در عملکرد ریشه و عیار قند در شرایط کشت پائیزه در منطقه خوزستان بود.

1 - Campbell & Cole

2 - Gorinsh *et al.*3 - Kapur *et al.*4 - Sadeghian *et al.*

5 - Backward Elimination

6 - Bosemark

مواد و روش ها

در این تحقیق از ۹ ژنوتیپ اتایپ چغندر قند شامل SB firoz، ۴۳۶-۱۰۴، ۲۶۱، ۴۵۲، ۴۷۴، ۷۱۷۳، RR607، ۴۳۶ و ۷۱۱۲-۳۶ و ۳۶ هیبرید حاصل از تلاقی ۹×۹ آنها استفاده شد. تعداد ۴۵ ژنوتیپ (۳۶ هیبرید F₁ و ۹ والد اتایپ) به همراه ۴ تیمار شاهد شامل ژنوتیپ های Rasoul، Palma، Monotuno، ۹۵۹۷ (جمع کل تیمارها ۴۹=۴+۴۵) تیمار) در قالب طرح لاتیس سه گانه با ۳ تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در ۱۱ مهرماه سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ تحت شرایط آلودگی طبیعی به بیماری سرکوسپورا کشت شدند. هر کرت در هر تکرار شامل دو خط به طول ۵ متر بود. صفات مقاومت به بیماری لکه برگی سرکوسپورا و مقاومت به بولتینگ در تمام ژنوتیپ ها اندازه گیری شد. برای ارزیابی مقاومت به بیماری سرکوسپورا از مقیاس^۱ KWS 1-9 (نمره ۱ برای بوته های سالم و نمره ۹ برای بوته های کاملاً آلوده) استفاده شد (شان و تنگ^۲، ۱۹۹۲) و به تک تک بوته های هر خط از نظر میزان آلودگی نمره داده شد. ارزیابی در دو مرحله به فواصل ۱۵ روز در تاریخ های ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۸ انجام گردید و رقم شاهد حساس ۹۵۹۷ بر اساس مقیاس KWS نمره ۵/۱۶ را نشان داد که حاکی از وجود آلودگی در منطقه مورد آزمایش بود. همچنین تعداد بوته های به ساقه رفته همزمان با برداشت یادداشت گردید و برای ارزیابی صفت مقاومت به بولتینگ از درصد بوته های به ساقه رفته در هر کرت استفاده شد. برداشت از دو خط موجود در هر کرت پس از حذف نیم متر از بالا و پائین آن در اواخر خرداد ماه انجام شد. پس از برداشت، برای اندازه گیری صفت طول ریشه فاصله محل برش طوقه تا نقطه ای که قطر ریشه به حدود ۱ سانتی متر برسد اندازه گیری شد؛ همچنین برای صفت قطر ریشه از میانگین بزرگترین

قطر ریشه ۱۰ بوته رقابت کننده در هر واحد آزمایشی استفاده شد. برای اندازه گیری شکل ریشه بر اساس شکل ریشه از امتیازهای، ۱= بیضوی باریک، ۲= بیضوی، ۳= بیضوی پهن، ۴= کروی، ۵= مستطیلی باریک، ۶= مخروطی، ۷= غیرمتورم و ۸= افشان استفاده شد (کمیته بین المللی منابع ژنتیکی گیاهی^۳). برای اندازه گیری صفت ارتفاع طوقه، فاصله بین پایین ترین قسمت بافت سبز ریشه تا نقطه اتصال بیرونی ترین برگ به طوقه اندازه گیری شد.

تعداد ریشه های هر کرت شمارش و توزین گردید و پس از شستشو، توسط دستگاه اتوماتیک و نما^۴ خمیر ریشه (پلپ) تهیه و پس از انجام جهت تجزیه کیفی به آزمایشگاه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج ارسال شد. صفات تکنولوژیک مورد بررسی در این آزمایش شامل: عیار قند، سدیم، پتاسیم، شکر قابل استحصال، قند ملاس، ضریب استحصال شکر، ازت مضر، ضریب قلیائیت بود. همچنین بر اساس صفات عملکرد ریشه، عیار قند و شکر قابل استحصال، صفات عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند قابل استحصال برآورد گردید. بر اساس اطلاعات حاصل از تجزیه خمیر ریشه ها و همچنین اطلاعات مزرعه ای، تجزیه های آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS و EXCEL صورت پذیرفت. تجزیه واریانس داده ها بر اساس طرح لاتیس سه گانه انجام گرفت. از آنجایی که سودمندی نسبی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک های کامل تصادفی در محدوده ۱۰۰ درصد برآورد گردید، لذا تجزیه داده ها بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی انجام شد. آزمون نرمال بودن توزیع داده ها نیز با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت و برای صفات ضریب قلیائیت و ازت مضر از تبدیل لگاریتمی و برای داده های قند ملاس از تبدیل معکوس استفاده شد. همچنین از

نتایج و بحث

مقایسه میانگین ها

پس از انجام تجزیه واریانس طرح پایه و آگاهی از وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ های مورد مطالعه از نظر صفات مورد نظر، اقدام به مقایسه میانگین های تیمارهای مورد بررسی شد. به علت وجود تیمار شاهد در آزمایش مقایسه میانگین ها به روش LSD انجام گردید. مقایسه میانگین صفات (جدول ۱) نشان داد که از نظر صفت مقاومت به بولتینگ، ژنوتیپ شماره ۴۹ (9597) که جز تیمارهای شاهد نیز می باشد دارای بزرگترین میانگین بود، همچنین ژنوتیپ های ۱۵ (RR607×474)، ۲۰ (RR607×7173)، ۳۹ (7173)، ۴۶ (MONOTUNO)، ۷ (RR607×7112-36)، ۱۰ (7173×474)، ۳۸ (474)، ۳۴ (RR607×436-104) و ۲ (RR607×7112-36)، دارای کمترین میانگین بودند و با صفر درصد بولتینگ، مقاومترین ژنوتیپ ها در این بررسی معرفی می شوند و میانگین آن ها از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با ارقام شاهد مقاوم نداشت. برای صفت مقاومت به سرکوسپورا هیبرید SBFIROZ×7173 دارای بیشترین میانگین بوده (۶/۵۸) و به عنوان حساس ترین هیبرید معرفی شده است و هیبریدهای RR607×452، RR607×436 و رقم PALMA با کمترین میانگین آلودگی مقاوم ترین ژنوتیپ ها هستند. همچنین برای صفت ازت مضره، ژنوتیپ های شماره ۴۶ (MONOTUNO) و ۳۷ (7112-36) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین ها بودند. برای صفت ضریب قلیایت، ژنوتیپ ۴۹ (9597) دارای بیشترین میانگین و ژنوتیپ ۴۶ (MONOTUNO) دارای کمترین میانگین بود. همان طور که ملاحظه می شود، ژنوتیپ های که مقاومت به بولتینگ بیشتری دارند از لحاظ ضریب قلیایت میانگین کمتری دارند و ژنوتیپ شماره ۴۹ که حساسترین ژنوتیپ به بولتینگ بود، دارای بزرگترین میانگین ضریب قلیایت

میانگین تکرارهای آزمایش برای تجزیه های آماری چند متغیره استفاده شد.

در محاسبه ضرایب همبستگی ساده شکل ریشه با صفات دیگر از همبستگی رتبه ای اسپیرمن و برای محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات دیگر از همبستگی ساده پیرسون استفاده شد.

در تجزیه رگرسیون گام به گام سطح معنی داری برای وارد شدن یک متغیر و همچنین سطح معنی داری برای ماندن یک متغیر در مدل به صورت پیش گزیننه نرم افزار SAS برابر ۰/۱۵ بود (SLE=۰/۱۵) و (SLS=۰/۱۵).

از تجزیه عاملی به روش مولفه های اصلی با دوران عامل ها به روش وریماکس^۱ استفاده شد. همچنین برای شناسایی صفات مهم موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند از تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه رگرسیون صعودی استفاده گردید. به منظور انجام تجزیه ضرائب مسیر برای صفات عملکرد ریشه و عیارقند، پس از محاسبه اثرات مستقیم (ضریب رگرسیون استاندارد) برای هریک از این متغیر های علت، با استفاده از اثرات مستقیم و نیز همبستگی ساده بین متغیرهای علت و همبستگی ساده بین متغیرهای علت با متغیر معلول، مقادیر اثرات غیرمستقیم برای هر کدام از متغیرهای علت محاسبه شد. برای انجام این مراحل از نرم افزار EXCEL استفاده شد. ژنوتیپ های مورد بررسی از لحاظ صفت مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه ای گروه بندی شدند. قبل از انجام تجزیه خوشه ای به منظور تعدیل سهم هر یک از صفات در تمایز گروه ها، کلیه داده ها استاندارد گردیدند. پس از اعمال روش های مختلف تجزیه خوشه ای و ملاحظه دندروگرام های حاصل روش حداقل واریانس وارد^۲ به علت داشتن کم ترین حالت زنجیره ای (کشیدگی زیاد به یک سمت) مناسب تشخیص داده شد و انتخاب گردید.

1 - VARIMAX

2 - Ward's Minimum Variance

دار بود. همبستگی مثبت و معنی داری بین وزن ریشه و قطر ریشه مشاهده شد (جدول ۲) که با نتایج تئورر^۱ (۱۹۷۹) مطابقت دارد. وجود این همبستگی مثبت بیانگر این نکته است که ریشه های بزرگتر قطر بیشتری دارند که برای گزینش مناسب نیستند.

همبستگی بین عیار قند و عملکرد ریشه منفی بود که با نتایج کاپور و همکاران (۱۹۸۵) (۰/۶۷-) و رجبی و همکاران (۱۳۸۱) (۰/۴۶۳-) تطابق دارد. وجود این رابطه منفی بین وزن ریشه و درصد قند مانع از اصلاح همزمان عملکرد و درصد قند چغندر قند می گردد (کامپل و کرن^۲، ۱۹۸۳؛ تئورر، ۱۹۷۹). با وجود این، هر دو صفت بایستی در برنامه های اصلاحی چغندر قند مد نظر قرار گیرند زیرا اصلاحگر دست کم سعی می کند سطح یکی از این دو صفت را به هنگام اصلاح صفت دیگر ثابت نگه دارد (دونی^۳، ۱۹۸۸).

صفات عملکرد قند سفید، عیار قند و قند قابل استحصال همبستگی مثبت و معنی داری با شکل ریشه داشتند (جدول ۲) که این نتیجه بیانگر آن است که ریشه های مخروطی عیار قند بیشتری دارند. از آن جا که ناخالصی های ازت مضره، پتاسیم و سدیم در درصد قند ملاس تاثیر دارند و با افزایش میزان این ناخالصی ها قند ملاس نیز افزایش می یابد و در نتیجه همبستگی این صفات با درصد قند ملاس مثبت و معنی دار شده است. همچنین همبستگی صفت درصد قند ملاس با قطر ریشه و مقاومت به بولتینگ مثبت و معنی دار برآورد شد (جدول ۲) که با یافته های سیالتاس و ماسلاریس^۴ (۲۰۱۰) و میلفورد و همکاران^۵ (۲۰۰۰) در تطابق است.

می باشد. برای صفت قند ملاس، ژنوتیپ شماره ۳۵ (436×436-104) دارای بیشترین و ژنوتیپ شماره ۲۳ (452×261) دارای کمترین میانگین بود. همچنین ژنوتیپ شماره ۲۳ از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با ژنوتیپ شاهد PALMA نشان نداد. برای صفت عملکرد ریشه، بیشترین میانگین مربوط به ژنوتیپ PALMA بود که از تیمارهای شاهد در این مطالعه بود و کمترین میانگین نیز مربوط به اتایپ RR607 بود. برای صفت عملکرد قند، بیشترین و کمترین میانگین مربوط به ژنوتیپ های PALMA و RR607 بود. همچنین برای صفت عملکرد قند قابل استحصال، بیشترین و کمترین میانگین مربوط به ژنوتیپ های PALMA و RR607 بود. برای صفت طول ریشه بزرگترین میانگین مربوط به هیبرید شماره ۳ (452×7112-36) با میزان ۳۳/۷ سانتی متر بود و کمترین میزان این صفت نیز مربوط به ژنوتیپ شماره ۳۸ (474) با میزان ۲۵/۷۶ سانتی متر از والدین اتایپ، می باشد. بیشترین میانگین برای صفت قطر ریشه مربوط به ژنوتیپ شماره ۳۵ (-436×436-104) با میزان ۱۰/۵۴ سانتی متر و کمترین میانگین نیز برای این صفت مربوط به ژنوتیپ شماره ۴۵ (RR607)، از والدین مقاوم به بیماری لکه برگگی سرکوسپورا، می باشد. برای صفت ارتفاع طوقه بیشترین میانگین مربوط به ژنوتیپ شماره ۳۵ (436×436-104) بود که این ژنوتیپ بیشترین میانگین برای صفت قطر ریشه را نیز دارا بود و کمترین میانگین نیز برای این صفت مربوط به ژنوتیپ شماره ۴۷ (PALMA) بود.

تحلیل روابط بین صفات

ضرایب همبستگی ساده بین صفات بر اساس میانگین ژنوتیپ ها محاسبه گردید (جدول ۲). عملکرد ریشه با صفات عملکرد قند، عملکرد قند سفید، ازت مضره و قطر ریشه همبستگی مثبت و بسیار معنی دار داشت. همچنین همبستگی عملکرد ریشه با عیار قند، شکر قابل استحصال، ضریب قلیایت و ضریب استحصال شکر منفی برآورد شد که فقط با صفت ضریب استحصال قند معنی

1- Theurer

2- Campbell & Kern

3- Doney

4- Tsialtas & Maslaris

5- Milford *et al.*

جدول ۱- مقایسه میانگین تیمارها برای صفات مورد ارزیابی

ردیف	ژنوتیپ	مقاومت به بولتینگ (%)	پتاسیم (meq)	ازت مضر (meq)	ضریب قلیابیت	ردیف	ژنوتیپ	مقاومت به بولتینگ (%)	پتاسیم (meq)	ازت مضر (meq)	ضریب قلیابیت
۱	7112-36x7173	۱/۶۶	۴/۶	۲/۵۴	۲/۷۹	۲۶	RR607x261	۶/۰۴	۴/۷۵	۲/۰۷	۳/۱۱
۲	474x7112-36	۰	۴/۸۲	۲/۷۷	۲/۵	۲۷	436-104x452	۱/۰۱	۵/۲۴	۲/۲۵	۳/۳۱
۳	452x7112-36	۵/۵	۴/۷۹	۲/۱۲	۳/۰۷	۲۸	SBFIROZx452	۴/۵۱	۴/۵۵	۱/۹۷	۳/۲۴
۴	261x711236	۵	۴/۹۱	۲/۵	۳/۴۴	۲۹	RR607x452	۷/۵۶	۴/۶۳	۲/۲۸	۲/۸۲
۵	436-104x7112-36	۱/۹۶	۴/۵۶	۲/۰۵	۳/۳۱	۳۰	436x452	۱۵/۹۵	۵/۵۵	۲/۷۴	۲/۷۳
۶	SBFIROZx7112-36	۱/۰۷	۵/۱۲	۲/۲۲	۳/۰۲	۳۱	436xSBFIROZ	۹/۲	۵/۲	۲/۳۵	۲/۹۲
۷	RR607x7112-36	۰	۴/۷۸	۲/۰۷	۳/۰۳	۳۲	436-104xSBFIRO	۱۹/۳۲	۵/۱۳	۲/۷۵	۲/۹۶
۸	436x7112-36	۳/۱۲	۵/۱۱	۲/۲۵	۳/۱۶	۳۳	RR607xSBFIROZ	۳/۸۸	۴/۹۳	۲/۰۹	۳/۱۲
۹	261x474	۵/۵۳	۵/۲۱	۲/۶۹	۲/۵۷	۳۴	RR607x436-104	۰	۵/۱۷	۲/۶۱	۲/۷۱
۱۰	7173x474	۰	۴/۴۵	۲/۳۲	۲/۵	۳۵	436x436-104	۱۷/۹۱	۶/۰۸	۳/۱۱	۲/۷۱
۱۱	SBFIROZx474	۵/۸۸	۴/۶۳	۲/۶۹	۲/۷۲	۳۶	RR607x436	۲/۷۷	۴/۸۴	۱/۸۴	۳/۲۹
۱۲	452x474	۴/۱۲	۴/۸۳	۲/۵	۲/۷۴	۳۷	7112-36	۲/۴۵	۴/۳۷	۱/۷۵	۳/۲۶
۱۳	436x474	۶/۶۷	۴/۷۹	۲/۳۱	۲/۷	۳۸	474	۰	۴/۷۱	۲/۳۷	۲/۶۶
۱۴	436-104x474	۹/۸۱	۵/۵۸	۲/۸۳	۲/۸۵	۳۹	7173	۰	۴/۵۷	۲/۷۵	۲/۳۱
۱۵	RR607x474	۰	۴/۶	۲/۱۳	۲/۷۳	۴۰	261	۴/۹۹	۴/۹۴	۲/۳۴	۳/۱
۱۶	452x7173	۲/۹۷	۴/۴۹	۲/۱۱	۲/۶۹	۴۱	452	۲/۹۴	۴/۶۷	۱/۸۸	۳/۳۱
۱۷	261x7173	۷/۸۹	۴/۷۹	۲/۲۶	۲/۶۹	۴۲	SBFIROZ	۸/۴۲	۴/۴	۱/۸۷	۳/۰۹
۱۸	436-104x7173	۱/۱۳	۵/۴۹	۳/۲۵	۲/۴	۴۳	436-104	۲/۱۲	۵/۲۹	۲/۴۷	۲/۷
۱۹	SBFIROZx7173	۲/۸۵	۴/۶۱	۲/۶۲	۲/۳۸	۴۴	436	۲/۶۳	۵/۱	۲/۵۴	۲/۴۶
۲۰	RR607x7173	۰	۴/۵۷	۲	۲/۸۴	۴۵	RR607	۱/۰۱	۵	۱/۸۳	۳/۶۷
۲۱	436x7173	۹/۳۷	۴/۹۵	۲/۷۱	۲/۲۹	۴۶	MONOTUNO	۰	۴/۶	۳/۳۶	۱/۹۱
۲۲	SBFIROZx261	۰/۹	۴/۶۳	۲/۰۴	۲/۹۵	۴۷	PALMA	۱۳/۴۴	۴/۲۴	۱/۹۲	۳/۳۴
۲۳	452x261	۴/۶۸	۴/۳	۱/۹۶	۲/۷۴	۴۸	RASOUL	۴/۴۲	۵/۰۵	۲/۰۳	۳/۲۸
۲۴	436x261	۷/۶۲	۵/۱۳	۱/۹۴	۳/۳۱	۴۹	9597	۶۷/۷۳	۵/۵۷	۱/۸۳	۴/۲۳
۲۵	436-104x261	۹/۳۹	۵/۵۱	۲/۶	۲/۹۹						
	LSD %۵	۷/۹۲	۰/۵۵۶	۰/۸۶۸	۰/۷۲۲		LSD %۵	۷/۹۲	۰/۵۵۶	۰/۸۶۸	۰/۷۲۲

۱- اعدادی که زیر آن ها خط پررنگ کشیده شده است بالاترین ارزش برای صفت مربوطه می باشند. ۲- اعدادی که زیر آن ها خط معمولی کشیده شده است کمترین ارزش برای صفت مربوطه می باشند.

ادامه جدول ۱

ردیف	ژنوتیپ	قند ملاس (meq)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد قند (تن در هکتار)	عملکرد قند قابل استحصال (تن در هکتار)	ردیف	ژنوتیپ	قند ملاس (meq)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد قند (تن در هکتار)	عملکرد قند قابل استحصال (تن در هکتار)																		
۱	7112-36x7173	۲/۱۶	۵۹/۲۶	۹/۶۳	۷/۹۶	۲	474x7112-36	۲/۶	۶۶/۴۸	۱۰/۲۳	۹/۱۶																		
۲	474x7112-36	۲/۶	۶۶/۴۸	۱۰/۲۳	۹/۱۶	۳	452x7112-36	۲/۱۵	۳۱	۱۳/۴۶	۹/۹۹																		
۳	452x7112-36	۲/۱۵	۳۱	۱۳/۴۶	۹/۹۹	۴	261x711236	۲/۷۵	۶۶/۳۹	۱۰/۳۷	۱۰/۴																		
۴	261x711236	۲/۷۵	۶۶/۳۹	۱۰/۳۷	۱۰/۴	۵	436-104x7112-36	۲/۱۲	۷۶/۲۴	۱۱/۶۶	۹/۴۹																		
۵	436-104x7112-36	۲/۱۲	۷۶/۲۴	۱۱/۶۶	۹/۴۹	۶	SBFIROZx7112-36	۲/۱۵	۶۳/۱۲	۱۰/۰۸	۹/۶۷																		
۶	SBFIROZx7112-36	۲/۱۵	۶۳/۱۲	۱۰/۰۸	۹/۶۷	۷	RR607x7112-36	۲/۰۲	۶۶/۵۳	۱۰/۹۲	۹/۹۵																		
۷	RR607x7112-36	۲/۰۲	۶۶/۵۳	۱۰/۹۲	۹/۹۵	۸	436x7112-36	۲/۳۱	۶۳/۷۴	۹/۹	۸/۹۹																		
۸	436x7112-36	۲/۳۱	۶۳/۷۴	۹/۹	۸/۹۹	۹	261x474	۲/۳۱	۶۳/۵۷	۱۰/۰۸	۸/۷۶																		
۹	261x474	۲/۳۱	۶۳/۵۷	۱۰/۰۸	۸/۷۶	۱۰	7173x474	۱/۸۹	۸۲/۶۵	۱۳/۴۱	۱۰/۳																		
۱۰	7173x474	۱/۸۹	۸۲/۶۵	۱۳/۴۱	۱۰/۳	۱۱	SBFIROZx474	۲/۴۷	۸۳/۵۷	۱۲/۳۹	۸/۴																		
۱۱	SBFIROZx474	۲/۴۷	۸۳/۵۷	۱۲/۳۹	۸/۴	۱۲	452x474	۲/۶۶	۶۶/۰۵	۹/۹۶	۸/۹۸																		
۱۲	452x474	۲/۶۶	۶۶/۰۵	۹/۹۶	۸/۹۸	۱۳	436x474	۲/۰۵	۶۰/۷۶	۹/۷۶	۶/۵۳																		
۱۳	436x474	۲/۰۵	۶۰/۷۶	۹/۷۶	۶/۵۳	۱۴	436-104x474	۲/۶۸	۶۹/۳۸	۱۰/۹۹	۸/۰۵																		
۱۴	436-104x474	۲/۶۸	۶۹/۳۸	۱۰/۹۹	۸/۰۵	۱۵	RR607x474	۱/۸۸	۵۹/۱	۹/۵	۸/۰۸																		
۱۵	RR607x474	۱/۸۸	۵۹/۱	۹/۵	۸/۰۸	۱۶	452x7173	۱/۸۱	۶۱/۹۹	۹/۹۵	۹/۰۷																		
۱۶	452x7173	۱/۸۱	۶۱/۹۹	۹/۹۵	۹/۰۷	۱۷	261x7173	۱/۹۸	۶۶/۲۲	۱۰/۱۸	۱۰/۳۸																		
۱۷	261x7173	۱/۹۸	۶۶/۲۲	۱۰/۱۸	۱۰/۳۸	۱۸	436-104x7173	۲/۶۲	۸۲/۸۲	۱۲/۷۳	۹/۲۲																		
۱۸	436-104x7173	۲/۶۲	۸۲/۸۲	۱۲/۷۳	۹/۲۲	۱۹	SBFIROZx7173	۲/۰۵	۷۶/۵۳	۱۲/۵۸	۸/۳۸																		
۱۹	SBFIROZx7173	۲/۰۵	۷۶/۵۳	۱۲/۵۸	۸/۳۸	۲۰	RR607x7173	۱/۸۱	۵۵/۴	۹/۲۷	۵/۱۷																		
۲۰	RR607x7173	۱/۸۱	۵۵/۴	۹/۲۷	۵/۱۷	۲۱	436x7173	۲/۰۷	۶۴/۳۸	۱۰/۳۷	۱۰/۴۳																		
۲۱	436x7173	۲/۰۷	۶۴/۳۸	۱۰/۳۷	۱۰/۴۳	۲۲	SBFIROZx261	۱/۹۵	۶۸/۹۸	۱۱/۲۷	۱۲/۳۶																		
۲۲	SBFIROZx261	۱/۹۵	۶۸/۹۸	۱۱/۲۷	۱۲/۳۶	۲۳	452x261	۱/۷	۶۲/۱	۱۰/۰۷	۹/۰۵																		
۲۳	452x261	۱/۷	۶۲/۱	۱۰/۰۷	۹/۰۵	۲۴	436x261	۲/۰۳	۵۱/۳۳	۷/۸	۷/۲۹																		
۲۴	436x261	۲/۰۳	۵۱/۳۳	۷/۸	۷/۲۹	۲۵	436-104x261	۲/۵۴	۶۴/۶۴	۹/۹۳	۷/۲۹																		
۲۵	436-104x261	۲/۵۴	۶۴/۶۴	۹/۹۳	۷/۲۹	LSD %																							
۱/۹۳۴						۲/۳۱۸						۱۵/۴۱						۰/۶۳۶						LSD %					
۱/۹۳۴						۱/۹۳۴						۲/۳۱۸						۰/۶۳۶						LSD %					

۱- اعدادی که زیر آن ها خط پررنگ کشیده شده است بالاترین ارزش برای صفت مربوطه می باشند. ۲- اعدادی که زیر آن ها خط معمولی کشیده شده است کمترین ارزش برای صفت مربوطه می باشند.

ادامه جدول ۱

ردیف	ژنوتیپ	مقاومت به سرکوسپورا (KWS)	طول ریشه (سانتی متر)	قطر ریشه (سانتی متر)	ارتفاع طوقه (سانتی متر)	ردیف	ژنوتیپ	مقاومت به سرکوسپورا (KWS)	طول ریشه (سانتی متر)	قطر ریشه (سانتی متر)	ارتفاع طوقه (سانتی متر)
۱	7112-36x7173	۵/۶۶	۳۰/۰۶	۹/۱۳	۴/۲۸	۲۶	RR607x261	۴/۳۳	۲۹/۱۸	۸/۴	۴/۶
۲	474x7112-36	۵/۶۶	۳۱/۶۳	۹/۴۳	۵/۳۱	۲۷	436-104x452	۵/۲۵	۲۶/۴	۹/۳۶	۵/۲۶
۳	452x7112-36	۶/۳۳	۳۳/۷	۹/۴۵	۳/۷	۲۸	SBFIROZx452	۵/۲۵	۲۹/۱	۸/۹۵	۴/۹۲
۴	261x711236	۵	۲۹/۰۵	۹/۳۱	۴/۴۳	۲۹	RR607x452	۲	۳۰/۴۶	۹/۴۸	۵/۵
۵	436-104x7112-36	۴/۵۸	۳۱/۳	۸/۹۶	۴/۱۶	۳۰	436x452	۴/۳۳	۲۸/۵	۱۰/۰۸	۵/۴۶
۶	SBFIROZx7112-36	۶/۳۳	۲۹/۳	۹/۵۶	۴/۲۵	۳۱	436xSBFIROZ	۵/۵	۳۰/۲	۹/۱	۵/۱۶
۷	RR607x7112-36	۳/۲۵	۲۸/۷۶	۸/۳۶	۴/۸۲	۳۲	436-104xSBFIRO	۴/۳۳	۳۲/۷	۹/۸۴	۵/۱۱
۸	436x7112-36	۵/۸۳	۳۲/۱	۹/۴۶	۴/۵۴	۳۳	RR607xSBFIROZ	۴/۳۳	۲۹/۱	۸/۴۱	۵/۰۳
۹	261x474	۵/۲۵	۳۰/۳	۸/۹۸	۳/۸۸	۳۴	RR607x436-104	۳/۸۳	۲۶/۴۳	۸/۷۲	۵/۳۸
۱۰	7173x474	۴/۵۸	۲۸/۹۳	۸/۱۱	۳/۷۶	۳۵	436x436-104	۴/۳۳	۲۹/۶	۱۰/۵۴	۵/۷۳
۱۱	SBFIROZx474	۵/۵	۳۰/۹۶	۸/۷۸	۴/۴۶	۳۶	RR607x436	۲	۲۸/۶	۸/۷	۵/۴۹
۱۲	452x474	۵/۵۸	۲۹/۴	۸/۶۵	۳/۹	۳۷	7112-36	۵/۶۶	۲۸/۹۶	۸/۴۸	۴/۲۴
۱۳	436x474	۵/۵	۲۸/۹	۸/۵۶	۳/۷	۳۸	474	۵/۵	۲۵/۷۶	۷/۹۵	۳/۷۸
۱۴	436-104x474	۴/۵۸	۲۸/۷۶	۹/۳۱	۴/۹۱	۳۹	7173	۵	۲۹/۷۸	۹/۶۳	۴/۴۲
۱۵	RR607x474	۵	۲۸/۴۶	۸/۷۸	۵/۶۶	۴۰	261	۵/۱۶	۲۹/۸	۸/۷۴	۴/۶۱
۱۶	452x7173	۶/۳۳	۲۸/۴۶	۸/۸۳	۴/۱۷	۴۱	452	۵/۴۱	۲۷/۱۵	۸/۹۹	۴/۹۳
۱۷	261x7173	۵	۳۱/۶	۱۰/۲۱	۵/۶۷	۴۲	SBFIROZ	۴/۳۳	۳۱/۰۶	۸/۶۳	۳/۸۹
۱۸	436-104x7173	۵	۳۰/۰۶	۱۰/۵۲	۴/۶۹	۴۳	436-104	۵/۳۳	۳۲/۶۶	۸/۸۹	۴/۳۶
۱۹	SBFIROZx7173	۶/۵۸	۳۲/۲۵	۱۰/۲۷	۵/۵۱	۴۴	436	۵/۶۶	۲۹/۳۳	۹/۲۷	۴/۲۵
۲۰	RR607x7173	۴/۳۳	۲۹/۷۶	۹/۳۸	۵/۴۶	۴۵	RR607	۵	۳۰/۲۶	۷/۴۷	۴/۴۸
۲۱	436x7173	۵/۸۳	۲۷/۹۳	۹/۳۴	۴/۹۵	۴۶	MONOTUNO	۴/۳۳	۲۹/۵	۸/۶۳	۵/۰۵
۲۲	SBFIROZx261	۵/۲۵	۳۱/۲	۸/۳۲	۴/۲۴	۴۷	PALMA	۳	۳۲/۳	۸/۷۵	۳/۲۵
۲۳	452x261	۵/۲۵	۲۹/۱۳	۸/۶۳	۴/۷۳	۴۸	RASOUL	۵/۱۶	۲۹/۳۳	۹/۴۱	۴/۲۵
۲۴	436x261	۵/۴۱	۲۸/۲۵	۸/۶۸	۳/۶۵	۴۹	9597	۵/۱۶	۳۰/۵۱	۸/۸۸	۵/۵۳
۲۵	436-104x261	۵/۳۳	۳۱/۴۳	۸/۴۶	۴/۲۸						
	LSD %	۱/۵۳	۵/۰۷	۱/۵۹۳	۱/۶۶۷		LSD %	۱/۵۳	۵/۰۷	۱/۵۹۳	۱/۶۶۷

۱- اعدادی که زیر آن ها خط پررنگ کشیده شده است بالاترین ارزش برای صفت مربوطه می باشند. ۲- اعدادی که زیر آن ها خط معمولی کشیده شده است کمترین ارزش برای صفت مربوطه می باشند.

نیازبان و همکاران: بررسی ارتباط صفات موثر بر عملکرد...

پنج عامل بیان گر کارایی بالای تجزیه‌عاملی در خلاصه نمودن اطلاعات داده‌های ۴۹ ژنوتیپ چغندر قند می‌باشد. این موضوع همچنین بیان می‌دارد که تنوع ژنتیکی هیبریدهای مذکور قابل ملاحظه نمی‌باشد، زیرا هرچه تنوع ژنتیکی در ژرم پلاسم از نظر صفات مورد بررسی بیشتر باشد، درصد تغییرات کمتری در روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه‌عاملی توجیه خواهد شد (امیری و همکاران، ۱۳۷۸؛ جابسن^۲، ۱۹۹۲). با مشاهده ماتریس ضرائب عاملی دوران یافته، مشخص گردید که عامل اول صفات قند قابل استحصال، عیار قند و ضریب استحصال قند را با صفات درصد قند ملاس، پتاسیم، سدیم، ضریب قلیایت و ازت مضره مقایسه می‌کند. از آنجائی که در این عامل عیارقند خالص و ناخالص با عناصر مزاحم کریستاله شدن مقایسه می‌شوند، بنابراین عامل اول را می‌توان عامل قند خالص نامید. بنابراین ۲۱/۷۴ درصد از تغییرات کل داده‌های ۴۹ ژنوتیپ به وسیله صفات مرتبط با درصد قند خالص آن‌ها قابل توجیه می‌باشد. واحدی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه ارتباط صفات زراعی با ویژگی‌های مورفولوژیک ریشه و تعیین صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیارقند در ۷۵ ژرم پلاسم منوژرم چغندر قند با استفاده از تجزیه‌عاملی به روش مولفه‌های اصلی بیان کردند که ۳۴/۴۵ درصد از تغییرات کل دادها به وسیله صفات مرتبط با درصد قند خالص توجیه می‌شود. این نتایج با یافته‌های واحدی و همکاران (۱۳۸۵) و صادقیان و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد.

در عامل دوم، صفات عملکرد قند، عملکرد قند سفید و عملکرد ریشه دارای بزرگترین ضرایب مثبت بودند. از این رو عامل دوم را می‌توان عامل عملکرد (ریشه و قند) نامید. بنابراین ۲۱/۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها به وسیله صفات مرتبط با عملکرد ریشه و قند آن‌ها قابل توجیه می‌باشد. این نتیجه با نتایج واحدی (۱۳۸۵) و واحدی و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت دارد.

دلیل احتمالی افزایش تجمع پتاسیم در ریشه‌های بزرگتر این است که این عنصر در تعادل یونی نقش دارد (درایکوت و کریستنسن^۱، ۲۰۰۳). همچنین، همبستگی بین قند ملاس و ضریب استحصال قند منفی و بسیار معنی‌دار بود. همبستگی صفت قند قابل استحصال با صفات درصد قند ملاس، ازت مضره، پتاسیم و سدیم به ترتیب ۰/۷۸۹-، ۰/۴۶۴-، ۰/۵۱۴- و ۰/۷۳۹- ($p \leq 0.01$) برآورد شد که این روابط حاکی از آن است که با افزایش ناخالصی‌ها مقدار قند قابل استحصال کاهش می‌یابد. صفت ارتفاع طوقه همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر ریشه داشت (جدول ۲). از آنجا که صفت قطر ریشه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با ناخالصی‌های ریشه دارد، پس انتظار می‌رود صفت ارتفاع طوقه به طور غیر مستقیم در افزایش ناخالصی‌های ریشه نقش داشته باشد. اما همبستگی ساده این صفات با صفاتی که در ناخالصی ریشه نقش دارند بجز پتاسیم معنی‌دار نشد. طول ریشه با صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند سفید همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت که به ترتیب برابر ۰/۳۵۸ ($p \leq 0.05$)، ۰/۳۶۹ ($p \leq 0.01$) و ۰/۳۵۷ ($p \leq 0.05$) بود. این روابط با یافته‌های کامپل و کرن (۱۹۸۳) مطابقت دارد. اگرچه سیالتاس و ماسلاریس (۲۰۱۰) همبستگی مثبتی بین طول ریشه و عیارقند پیدا کردند و علت این امر را به بزرگتر بودن سلول‌ها در حلقه‌های آوندی و در نتیجه تجمع بیشتر قند در ریشه‌های گرد نسبت دادند؛ اما در تحقیق حاضر رابطه بین این دو صفت معنی‌دار نبود.

تجزیه‌عاملی:

نتایج تجزیه‌عاملی به روش مولفه‌های اصلی روی کلیه صفات مورد بررسی در جدول ۳ ارایه شده است. همان طوری که مشاهده می‌شود عامل‌های اول تا پنجم به ترتیب ۲۱/۷۴، ۲۱/۱، ۱۲/۷، ۱۲/۶۸ و ۷/۳ درصد و در مجموع ۸۲/۵۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین می‌کنند. تفسیر ۸۲/۵۲ درصد از تغییرات ۱۷ متغیر توسط

و معلوم گردید که بین متغیرهای مستقل همخطی وجود ندارد. در بررسی رگرسیون مرحله ای روی عملکرد ریشه ۹ صفت عملکرد قند، عیارقند، عملکرد قند سفید، قند قابل استحصال، مقاومت به بولتینگ، سدیم، ضریب استحصال قند، پتاسیم و ازت مضره به مدل وارد شدند که فقط صفات عملکرد قند، عیارقند، عملکرد قند سفید، قند قابل استحصال، مقاومت به بولتینگ و ازت مضره دارای ضرائب معنی دار بودند. مدل برازش یافته دارای ضریب تبیینی معادل ۹۹/۹۴ درصد بود که نشان از توجیه بیش از ۹۹ درصد تغییرات موجود در عملکرد ریشه به وسیله رابطه خطی این صفات داشت. همچنین مشاهده شد که بیشترین ضریب تبیین ناقص مربوط به صفت عملکرد قند با میزان ۹۴/۸۴ درصد می باشد که بدین ترتیب سهم آن در عملکرد ریشه بسیار مهم است. همان طور که در ضرائب رگرسیونی مشهود است (جدول ۴)، این ضرائب از نظر تاثیری که روی عملکرد ریشه دارند با ضرائب همبستگی ساده (جدول ۲) از نظر معنی دار بودن در توافق هستند؛ به استثنای صفات عیارقند و مقاومت به بولتینگ که ضرائب همبستگی ساده آن ها با عملکرد معنی دار نبود؛ اما ضرائب رگرسیونی آن ها در این مرحله معنی دار شد؛ همچنین صفت سدیم که ضریب همبستگی ساده آن با عملکرد ریشه معنی دار بود، ضریب رگرسیونی آن معنی دار نبود. همچنین ضرائب رگرسیون استاندارد (اثرهای مستقیم) برای صفات مورد نظر برآورد شد که بزرگترین ضریب مثبت مربوط به صفت عملکرد قند و بزرگترین ضریب منفی مربوط به صفت عملکرد قند سفید بود. بر اساس نتایج جدول ۴، تنها دو صفت عملکرد قند و عیارقند در حدود ۹۹/۶ درصد از تغییرات عملکرد ریشه را توجیه می کنند که با نتایج واحدی و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت دارد؛ اما باید توجه داشت که رابطه عیارقند و عملکرد ریشه منفی می باشد. بنابراین در گزینش برای عملکرد ریشه بالا باید به این نکته توجه لازم شود. از آن جایی که دو صفت عملکرد قند و عملکرد قند سفید از روی صفات عملکرد

در عامل سوم، صفات ارتفاع طوقه و قطر ریشه دارای ضرایب مثبت بالایی بودند. بنابراین این عامل را می توان عامل خصوصیات مورفولوژیک ریشه نامید. بر این اساس، ۱۲/۷ درصد از تغییرات داده ها توسط خصوصیات مورفولوژیک ریشه قابل توجیه می باشد. در عامل چهارم، صفات ضریب قلیایت و مقاومت به بولتینگ دارای ضرایب بالایی بودند و این دو صفت ۱۲/۶۸ درصد از تغییرات کل داده ها را به خود اختصاص دادند. در عامل پنجم، صفات مقاومت به سرکوسپورا و طول ریشه دارای ضرایب بالایی بودند و این دو صفت ۷/۳ درصد از تغییرات کل داده ها را به خود اختصاص دادند. بنابراین عامل چهارم و پنجم به ترتیب مقاومت به بولتینگ و سرکوسپورا نامگذاری شدند. برآورد واریانس مشترک، برای هر یک از صفات در جدول ۳ گزارش شده است. این مقادیر برای کلیه صفات بالا بود ولی صفات ضریب استحصال قند و عملکرد ریشه از بیشترین و صفات شکل ریشه، مقاومت به بولتینگ و طول ریشه از کمترین واریانس مشترک برخوردار بودند. این نتیجه با نتایج واحدی و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت دارد. در مجموع با توجه به نتایج تجزیه عاملی به روش مولفه های اصلی می توان اظهار داشت که انتخاب برای کشت پاییزه در ژنوتیپ های هیبرید چغندر قند را می توان در جهت بهبود شش صفت کلی قند قابل استحصال، عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید، خصوصیات ظاهری ریشه، مقاومت به بولتینگ و سرکوسپورا متمرکز نمود.

تجزیه رگرسیون

برای تفکیک نقش اجزای تشکیل دهنده صفات حاصل از تجزیه عاملی، از روش رگرسیون مرحله ای (Stepwise) استفاده گردید. در گام اول متغیر عملکرد ریشه به عنوان متغیر تابع و سایر متغیرها به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند (جدول ۴). برای هر یک از متغیرهای مستقل فاکتور تورم واریانس (VIF)^۱ محاسبه

جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در ۴۹ ژنوتیپ چغندر قند

صفات	عملکرد ریشه	عملکرد قند	عملکرد قند قابل استحصال	عیار قند	قند قابل استحصال	قند ملاس	ازت مضره	پتاسیم	ضریب قلیائیت	سدیم	ضریب استحصال شکر	طول ریشه	قطر ریشه	ارتفاع طوقه	شکل ریشه ⁺	مقاومت به بولتینگ	مقاومت به سرکوسپورا
عملکرد ریشه	۱																
عملکرد قند	۰/۹۷۳ ^{***}	۱															
عملکرد قند قابل استحصال	۰/۹۱۹ ^{**}	۰/۹۷۹ ^{**}	۱														
عیار قند	-۰/۰۹۵ ^{ns}	۰/۱۲۹ ^{ns}	۰/۲۶۴ ^{ns}	۱													
قند قابل استحصال	-۰/۱۵۹ ^{ns}	۰/۰۵۱ ^{ns}	۰/۲۲۹ ^{ns}	۰/۹۴۱ ^{**}	۱												
قند ملاس	۰/۲۴۹ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۵۶۳ ^{***}	-۰/۷۸۹ ^{**}	۱											
ازت مضره	۰/۳۷۳ [*]	۰/۳۰۳ [*]	۰/۱۸۳ ^{ns}	-۰/۳۰۳ ^{**}	-۰/۴۶۴ ^{**}	۰/۶۱۷ ^{**}	۱										
پتاسیم	۰/۰۱۱ ^{ns}	-۰/۰۵۶ ^{ns}	-۰/۱۹۳ ^{ns}	-۰/۲۷۸ ^{ns}	-۰/۵۱۴ ^{**}	۰/۷۴۳ ^{**}	۰/۴۴۲ ^{**}	۱									
ضریب قلیائیت	-۰/۲۳۹ ^{ns}	-۰/۲۴۷ ^{ns}	-۰/۲۴۵ ^{ns}	-۰/۰۰۱ ^{ns}	-۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	-۰/۷۲۱ ^{**}	۰/۰۸۶ ^{ns}	۱								
سدیم	۰/۳۴۱ [*]	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۰۳۲ ^{ns}	-۰/۵۴ ^{**}	-۰/۷۳۹ ^{**}	۰/۸۵۳ ^{**}	۰/۴۲۸ ^{**}	۰/۴۰۹ ^{**}	۰/۱۷۹ ^{ns}	۱							
ضریب استحصال قند	-۰/۲۸۱ [*]	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۰۹۱ ^{ns}	۰/۶۹۱ ^{**}	۰/۸۱۷ ^{**}	-۰/۹۵۳ ^{**}	-۰/۵۹۸ ^{**}	-۰/۷۱۶ ^{**}	-۰/۵۹۸ ^{**}	-۰/۸۸۴ ^{***}							
طول ریشه	۰/۳۵۸ [*]	۰/۳۶۹ ^{**}	۰/۳۵۷ [*]	۰/۰۶۶ ^{ns}	۰/۰۳۴ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۰۵۶ ^{ns}	-۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۱۷۵ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	۱					
قطر ریشه	۰/۴۴ ^{**}	۰/۴۲۳ ^{**}	۰/۳۴۴ [*]	-۰/۰۳۹ ^{ns}	-۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۴۱ ^{**}	۰/۴۹۵ ^{**}	۰/۳۹۸ [*]	-۰/۲۸۲ ^{ns}	۰/۳۰۷ [*]	-۰/۳۸۱ ^{**}	۰/۲۵۸ ^{ns}	۱				
ارتفاع طوقه	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۱۵۹ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۲۱۶ ^{ns}	۰/۲۰۳ ^{ns}	۰/۳۰۸ [*]	-۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	-۰/۱۵۵ ^{ns}	-۰/۱۱ ^{ns}	۰/۴۴۳ ^{**}	۱			
شکل ریشه ⁺	۰/۲۱۶ ^{ns}	۰/۲۴۵ ^{ns}	۰/۳۰۳ [*]	۰/۳۰۱ [*]	۰/۲۸۶ [*]	-۰/۲۰۳ ^{ns}	-۰/۳۲۵ [*]	-۰/۲۲ ^{ns}	۰/۳۱۳ [*]	-۰/۰۵ ^{ns}	۰/۲۲۳ ^{ns}	۰/۲۶۶ ^{ns}	۰/۱۸۸ ^{ns}	۰/۱۲۶ ^{ns}	۱		
مقاومت به بولتینگ	۰/۰۰۷ ^{ns}	-۰/۰۱۴ ^{ns}	-۰/۰۲۶ ^{ns}	۰/۰۵۲ ^{ns}	-۰/۰۹۲ ^{ns}	۰/۳۰۲ [*]	۰/۰۸۳ ^{ns}	۰/۴۰۷ ^{**}	۰/۴۶۵ ^{**}	۰/۲۵۳ ^{ns}	-۰/۲۵۹ ^{ns}	۰/۱۷۵ ^{ns}	۰/۱۳۶ ^{ns}	۰/۲۱۶ ^{ns}	۰/۰۹۹ ^{ns}	۱	
مقاومت به سرکوسپورا	-۰/۱۹۹ ^{ns}	-۰/۳۶۴ [*]	-۰/۲۶۸ ^{ns}	-۰/۲۰۲ ^{ns}	-۰/۱۶۷ ^{ns}	۰/۰۷۸ ^{ns}	۰/۰۶۱ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	-۰/۱۲۶ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	۰/۱۱۷ ^{ns}	-۰/۲۴ ^{ns}	-۰/۰۹ ^{ns}	-۰/۰۷۶ ^{ns}	۱	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪. ns: غیر معنی دار +: همبستگی رتبه ای اسپیرمن

جدول ۳- نتایج تجزیه به عامل ها به روش مولفه های اصلی همراه با دوران وریماکس برای صفات تکنولوژیک، زراعی و خصوصیات ریشه در ۴۹ زنوتیپ چغندر قند

ماتریس ضرائب عاملی دوران یافته						
واریناس مشترک	عامل ۵	عامل ۴	عامل ۳	عامل ۲	عامل ۱	صفات
۰/۹۵۳	-۰/۰۲۴	۰/۱۱۳	۰/۰۵۲	۰/۰۷۶	۰/۹۶۵	قند قابل استحصال
۰/۹۷۹	-۰/۰۴۷	-۰/۰۰۹	-۰/۲۶۳	-۰/۰۶۷	۰/۹۵۰	ضریب استحصال قند
۰/۸۳۹	-۰/۰۲۲	۰/۱۷۳	۰/۲۸۲	۰/۱۲۸	۰/۸۴۴	عیار قند
۰/۸۱۷	۰/۰۴	۰/۱۷۰	۰/۱۱۱	۰/۲۰۹	-۰/۸۵۴	سدیم
۰/۹۳	۰/۰۷۵	۰/۰۱۹	۰/۳۷۳	۰/۰۶۱	-۰/۸۸۳	ملاس
۰/۹۷	-۰/۰۴۱	-۰/۰۵۰	۰/۰۷۶	۰/۹۷۹	-۰/۰۲۹	عملکرد قند
۰/۹۶۵	-۰/۰۵۳	-۰/۰۴۵	۰/۰۲۷	۰/۹۶۶	۰/۱۵۹	عملکرد قند قابل استحصال
۰/۹۶۷	-۰/۰۳۳	-۰/۰۸۰	۰/۰۲۵	۰/۹۵۴	-۰/۲۲۰	عملکرد ریشه
۰/۷۳۳	-۰/۲۵۸	۰/۰۴۵	۰/۸۱۳	-۰/۰۰۱	۰/۰۴۴	ارتفاع طوقه
۰/۷۴	۰/۲۹۱	-۰/۱۹۴	۰/۶۵۹	۰/۳۷۴	-۰/۲۰۷	قطر ریشه
۰/۷۳۶	۰/۰۱۹	۰/۰۹۸	۰/۶۰۵	-۰/۱۵۰	-۰/۵۸۰	پتاسیم
۰/۹۰۹	-۰/۱۲۸	۰/۸۹۵	-۰/۱۷۴	-۰/۲۱۹	-۰/۱۰۵	ضریب قلیائیت
۰/۶۲۴	۰/۰۴۳	۰/۶۴۸	۰/۴۰۱	-۰/۰۲۲	-۰/۱۹۹	مقاومت به بولتینگ
۰/۵۰۹	۰/۱۰۱	۰/۵۴۶	۰/۰۶۶	۰/۳۳۵	۰/۲۸۸	شکل ریشه
۰/۸۶۷	۰/۰۹۷	-۰/۶۲۰	۰/۴۲۲	۰/۲۵۹	-۰/۴۷۷	ازت مضره
۰/۸۰۲	۰/۸۲۲	-۰/۶۲۰	-۰/۰۹۹	-۰/۲۷۹	-۰/۰۹۷	مقاومت به سرکوسپورا
۰/۶۸۵	۰/۵۹۹	۰/۲۹۶	۰/۰۰۰۷	۰/۴۸۷	-۰/۰۱۶	طول ریشه
-	۷/۳	۱۲/۶۸	۱۲/۷	۲۱/۱	۲۸/۷۴	مقدار ویژه (%)
-	۸۲/۵۲	۷۵/۲۲	۶۲/۵۴	۴۹/۸۴	۲۸/۷۴	مقدار ویژه تجمعی

ریشه، عیار قند و قند قابل استحصال محاسبه می شوند، لذا وجود این صفات در معادلات رگرسیون مرحله ای قابل انتظار بود. بنابراین برای شناسایی صفات مهم دیگر توجیه کننده عملکرد ریشه، دو صفت عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال از لیست صفات مستقل حذف گردید و مجدداً با استفاده از رگرسیون مرحله ای، صفات مرتبط با عملکرد ریشه شناسایی شدند (جدول ۵). در این مرحله ۷ صفت قطر ریشه، مقاومت سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، شکل ریشه، ازت مضره، پتاسیم و ضریب استحصال قند به مدل وارد شدند که صفت قطر ریشه دارای ضریب رگرسیون معنی دار در

سطح احتمال ۱ درصد و صفات ارتفاع طوقه، شکل ریشه، ازت مضره و ضریب استحصال قند دارای ضرائب رگرسیون معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بودند؛ اما صفات مقاومت به سرکوسپورا و پتاسیم دارای ضرائب رگرسیون غیر معنی دار بودند. مدل برازش یافته دارای ضریب تبیینی معادل ۵۵/۹۹ درصد بود که نشان از توجیه ۵۶ درصد از تغییرات موجود در عملکرد ریشه به وسیله رابطه خطی این صفات داشت. همچنین مشاهده شد که بیشترین ضریب تبیین ناقص مربوط به صفت قطر ریشه با میزان ۱۹/۴۴ درصد می باشد که این امر سهم قابل ملاحظه قطر ریشه در عملکرد ریشه را نشان می دهد. این

قند قابل استحصال، قند ملاس و پتاسیم. مدل برازش یافته دارای ضریب تبیینی معادل $97/68$ درصد بود که نشان از توجه بیش از 90 درصد از تغییرات موجود در عیارقند به وسیله رابطه خطی این صفات داشت. همچنین مشاهده شد که بیشترین ضریب تبیین ناقص مربوط به صفت قند قابل استحصال با میزان $88/65$ درصد می باشد که بدین ترتیب سهم قند قابل استحصال در عیارقند بسیار مهم است. دو صفت قند قابل استحصال و قند ملاس $97/2$ درصد از تغییرات صفت عیارقند را توجه کردند اما نقش صفت پتاسیم ناچیز بود. همچنین این ضرائب از نظر تأثیری که روی عیارقند دارند با ضرائب همبستگی ساده (جدول ۲) از نظر معنی دار بودن در توافق هستند.

در مرحله بعد چون قند قابل استحصال از روی عیارقند محاسبه می گردد، این متغیر از لیست متغیرهای مستقل حذف گردید تا متغیرهای مستقل کم اهمیت تر شناسایی شوند. در مطالعه حاضر از روش رگرسیون صعودی نیز استفاده شد تا متغیرهای کم اهمیت تر شناسایی شوند (جدول ۷). متغیرهای شناسایی شده در این مرحله عبارت بودند از قند ملاس، ارتفاع طوقه و مقاومت به سرکوسپورا، که بدون در نظر گرفتن متغیر قند قابل استحصال به ترتیب $31/77$ ، $8/29$ و $3/62$ درصد از تغییرات عیارقند را توجه نمودند و در کل مدل برازش یافته دارای ضریب تبیینی معادل $43/68$ درصد بود. از بین متغیرهای وارد شده به مدل، ضریب رگرسیون صفت مقاومت به سرکوسپورا معنی دار نبود. همچنین بزرگترین اثر مستقیم مربوط به صفت قند ملاس بود که منفی برآورد شد. ضریب رگرسیون صفت ارتفاع طوقه معنی دار برآورد شد اما همبستگی ساده این صفت با عیارقند معنی دار نبود.

ضرائب از نظر تأثیری که روی عملکرد ریشه دارند با ضرائب همبستگی ساده (جدول ۲) از نظر معنی دار بودن در توافق هستند به استثنای صفات ارتفاع طوقه و شکل ریشه که ضرائب همبستگی ساده آن ها با عملکرد معنی دار نبود؛ اما ضرائب رگرسیونی آن ها در این مرحله معنی دار شد. رجیبی و همکاران (۱۳۸۱) نیز با انجام تجزیه رگرسیون پس رونده بر روی عملکرد ریشه گزارش کردند که بیشترین تأثیر مثبت و معنی دار را قطر ریشه و بالاترین تأثیر منفی و معنی دار را ازت مضر و عرض برگ داشتند و نتایج این تحقیق و نتایج تحقیق رجیبی و همکاران (۱۳۸۱) حاکی از تأثیر مثبت صفت قطر ریشه بر عملکرد ریشه می باشد.

همان طور که ملاحظه شد در بررسی همبستگی ساده بین صفات، همبستگی ساده ارتفاع طوقه با عملکرد ریشه معنی دار نبود؛ اما در این مرحله ارتباط این دو صفت آشکار شد. همچنین ضرائب رگرسیون استاندارد (اثرهای مستقیم) برای صفات مورد نظر برآورد شد که بزرگترین ضریب مثبت مربوط به صفت قطر ریشه و بزرگترین ضریب منفی مربوط به صفت ضریب استحصال شکر بود. رجیبی و همکاران (۱۳۸۱) با ارزیابی تنوع ژنتیکی در توده های چغندر قند برای صفات زراعی و کیفیت محصول، گزارش کرد که همبستگی بین وزن ریشه و ارتفاع طوقه معنی دار است که بیانگر این نکته است که ریشه های بزرگتر دارای طوقه بلندتری بوده و برای گزینش مناسب نیستند.

نظر به این که در این تحقیق صفت مذکور با عملکرد ریشه ارتباط داشت، بنابراین در مرحله بعدی، صفت عیارقند به عنوان متغیر تابع در نظر گرفته شد (جدول ۶). برای هر یک از متغیرهای مستقل فوق فاکتور تورم واریانس (VIF) محاسبه و صفات ازت مضره، ضریب استحصال شکر، سدیم، عملکرد قند قابل استحصال و عملکرد قند ناخالص از لیست متغیرهای مستقل حذف و تجزیه رگرسیون گام به گام با بقیه متغیرهای مستقل صورت گرفت. صفات وارد شده به مدل عبارت بودند از

جدول ۴- نتیجه تجزیه رگرسیون مرحله ای برای عملکرد ریشه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل

مرحله	متغیر وارد شده	a ^z	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	ضریب تبیین مدل	ضریب تبیین ناقص	ضریب رگرسیون استاندارد (اثر مستقیم)
۱	عملکرد قند	۰/۸۸ ^{ns}	۶/۱۸ ^{**}									۰/۹۴۸	۰/۹۴	۱/۸۴
۲	عیار قند	۷۰/۵۷ ^{**}	۶/۳۶ ^{**}	-۴/۴۶ ^{**}								۰/۹۹۶	۰/۰۴۸	-۰/۳۴۶
۳	عملکرد قند قابل استحصال	۶۳/۶۷ ^{**}	۷/۳ ^{**}	-۴/۰۱ ^{**}	-۱/۱۹ [*]							۰/۹۹۷	۰/۰۰۰۵	-۰/۸۵۶
۴	قند قابل استحصال	۶۳/۳۶ ^{**}	۱۳/۱۷ ^{**}	-۹/۳۱ ^{**}	-۸/۳۳ ^{**}	۶/۰۶ ^{**}						۰/۹۹۸	۰/۰۰۱۸	۰/۳۴۴
۵	مقاومت به بولتینگ	۷۰/۶۱ ^{**}	۱۳/۶۴ ^{**}	-۱۰/۰۴ ^{**}	-۸/۸۹ ^{**}	۶/۷۶ ^{**}	۰/۰۱ [*]					۰/۹۹۸۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۳۶
۶	سدیم	۷۰/۷۵ ^{**}	۱۴/۲۳ ^{**}	-۱۰/۰۱ ^{**}	-۹/۵۸ ^{**}	۶/۷۵ ^{**}	۰/۰۱۵ ^{ns}	-۰/۴۱ ^{ns}				۰/۹۹۹	۰/۰۰۰۱	-۰/۱۶۸
۷	ضریب استحصال قند	۹۴/۶۱ ^{**}	۱۳/۳۱ ^{**}	-۱۰/۷۱ ^{**}	-۸/۴۹ ^{**}	۷/۶۱ ^{**}	۰/۰۱۳ [*]	-۰/۴۸ [*]	-۰/۲۸ ^{ns}			۰/۹۹۹۱	۰/۰۰۰۱	-۰/۳۱
۸	پتاسیم	۱۱۹/۳۱ ^{**}	۱۲/۹ ^{**}	-۹/۷۸ ^{**}	-۸/۰۲ ^{**}	۶/۹۹ ^{**}	۰/۰۱۶ ^{**}	-۱/۲۷ ^{**}	-۰/۵۹ [*]	-۰/۹ ^{ns}		۰/۹۹۹۲	۰/۰۰۰۱	-۰/۱۱۲
۹	ازت مضره	۱۸۴/۳۹ ^{**}	۱۱/۸۲ ^{**}	-۶/۹۷ ^{**}	-۶/۶۹ ^{**}	۴/۹۸ ^{**}	۰/۰۱۱ [*]	-۳/۳۹ ^{**}	-۱/۴۲ ^{**}	-۲/۷۹ ^{**}	-۰/۹۸ ^{**}	۰/۹۹۹۴	۰/۰۰۰۲	-۰/۰۵۲

ns : غیر معنی دار

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

a^z: عرض از مبدا، b₁ تا b₉ ضرایب رگرسیون صفات برای هر مرحله

جدول ۵- نتیجه تجزیه رگرسیون مرحله ای برای عملکرد ریشه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به جز عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال به عنوان متغیر های مستقل

مرحله	متغیر وارد شده	a^z	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	ضریب رگرسیون استاندارد (اثر مستقیم)	ضریب تبیین جزء	ضریب تبیین مدل
۱	قطر ریشه	۶/۰۳ ^{NS}	۶/۸۲ ^{**}							۰/۱۹۴	۰/۱۹۴	۰/۶۱۲
۲	مقاومت به سرکوسپورا	۱۶/۸۸ ^{NS}	۷/۲۸ ^{**}	-۳/۰۰۵ ^{NS}						۰/۲۵۸	۰/۰۶۴	-۰/۳۳۸
۳	ارتفاع طوقه	۲۴/۴۵ ^{NS}	۹/۸ ^{**}	-۴/۲ ^{**}	-۵/۲۳ [*]					۰/۳۴۱	۰/۰۸۳	-۰/۳۶۹
۴	شکل ریشه	-۵۷/۱۷ ^{NS}	۱۰/۵۷ ^{**}	-۴/۱۵ ^{**}	-۶/۲۸ ^{**}	۱۴/۰۱ [*]				۰/۴۱۴	۰/۰۷۲	۰/۴۰۷
۵	ازت مضره	-۷۷/۸۸ [*]	۸/۳۷ ^{**}	-۴/۱۳ ^{**}	-۶/۴۶ ^{**}	۱۷/۸۵ ^{**}	۷/۹۴ [*]			۰/۴۸	۰/۰۶۶	۰/۲۷
۶	پتاسیم	-۵۹/۳ ^{NS}	۸/۸۷ ^{**}	-۴/۰۴ ^{**}	-۵/۸۱ ^{**}	۱۷/۲۶ ^{**}	۹/۶۹ ^{**}	-۵/۵۷ ^{NS}		۰/۵۱۴	۰/۰۳۴	-۰/۳۶۶
۷	ضریب استحصال قند	۱۰۷/۴۳ ^{NS}	۸/۸ ^{**}	-۴/۱۵ ^{**}	-۵/۲۸ [*]	۱۶/۹۶ ^{**}	۶/۵۲ ^{NS}	-۱۰/۷۵ [*]	-۱/۶۱ [*]	۰/۵۵۹	۰/۰۴۵	-۰/۳۱۷

NS : غیر معنی دار

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

 a^z : عرض از مبدا، b_1 تا b_7 ضرایب رگرسیون صفات برای هر مرحله

جدول ۶- نتیجه تجزیه رگرسیون مرحله ای برای عیار قند به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل

مرحله	متغیر وارد شده	a	b_1	b_2	b_3	ضریب تبیین جزء	ضریب تبیین مدل	ضریب رگرسیون استاندارد (اثر مستقیم)
۱	قند قابل استحصال	۷/۰۵ ^{**}	۰/۶۷ ^{**}			۰/۸۸۶	۰/۸۸۶	۱/۲۹
۲	قند ملاس	۱/۷ ^{**}	۰/۹۴ ^{**}	۰/۸ ^{**}		۰/۹۷۲	۰/۰۸۵	۰/۳۸۱
۳	پتاسیم	۱/۵۹ ^{**}	۰/۹۳ ^{**}	۰/۶۴ ^{**}	۰/۱۳۳ ^{**}	۰/۹۷۶	۰/۰۰۴	۰/۱۰۵

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪ NS : غیر معنی دار

 a^z : عرض از مبدا، b_1 تا b_3 ضرایب رگرسیون صفات برای هر مرحله

جدول ۲- نتیجه تجزیه رگرسیون صعودی برای عیارقند به عنوان متغیر تابع و سایر متغیرها به جز قند قابل استحصال به عنوان متغیر مستقل

مرحله	متغیر وارد شده	a^z	b_1	b_2	b_3	ضریب تبیین مدل	ضریب تبیین جزء	ضریب رگرسیون استاندارد (اثر مستقیم)
۱	قند ملاس	۱۸/۱۱**	-۰/۹۵**			۰/۳۱۷	۰/۳۱۷	-۰/۶۱۵
۲	ارتفاع طوقه	۱۷/۳**	-۱/۰۶**	۰/۲۲*		۰/۴	۰/۰۸۲	۰/۲۷
۳	مقاومت به سرکوسپورا	۱۷/۵۵**	-۱/۱۵**	۰/۱۹*	ns, ۰/۰۰۹	۰/۴۳۶	۰/۰۳۶	-۰/۰۸۸

NS: غیر معنی دار

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

 a^z : عرض از مبدا، b_1 تا b_3 ضرائب

رگرسیون صفات برای هر مرحله

تجزیه ضرایب مسیر (تجزیه علت):

مثبت، اما اثرات مستقیم منفی یا قابل اغماض باشد در آن صورت، علت همبستگی اثرات غیر مستقیم است. در چنین مواردی بایستی عوامل غیر مستقیم سببی را به طور همزمان مورد توجه قرار داد. ۳- ممکن است ضریب همبستگی منفی اما اثرات مستقیم مثبت و زیاد باشد. در چنین مواردی، بایستی از مدل های انتخاب همزمان محدود شده پیروی کرد؛ یعنی باید با به صفر رساندن اثرات غیرمستقیم نامطلوب، محدودیت هایی اعمال شود تا به توان از اثرات مستقیم استفاده کرد (فتوحی و همکاران، ۱۳۸۹). صفت قطر ریشه از طریق صفات مقاومت به سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، شکل ریشه و پتاسیم اثر غیرمستقیم منفی، و از طریق صفات ازت مضره و ضریب استحصال قند اثر غیرمستقیم مثبتی روی عملکرد داشت. صفات شکل ریشه و پتاسیم اثر غیرمستقیم منفی روی عملکرد ریشه از طریق صفت مقاومت به سرکوسپورا نشان دادند و اثر غیرمستقیم باقی صفات مثبت بود. برای صفات ارتفاع طوقه، شکل ریشه، ازت مضره، پتاسیم و ضریب استحصال قند، بیشترین اثر غیرمستقیم مربوط به صفت قطر ریشه بود که این اثر غیرمستقیم از طریق صفات شکل ریشه و ضریب استحصال قند منفی و از طریق صفات ارتفاع طوقه، ازت مضره و پتاسیم مثبت بود.

پس از انجام تجزیه رگرسیون گام به گام برای صفات عملکرد ریشه و عیارقند در بخش قبلی و شناخت متغیرهای علت که تاثیر بیشتری بر این دو صفت دارند، پس از محاسبه اثرهای مستقیم (ضریب رگرسیون استاندارد) برای هر یک از این متغیرهای علت، در این مرحله با استفاده از این اثرهای مستقیم و نیز همبستگی ساده بین متغیرهای علت و همبستگی ساده بین متغیرهای علت با متغیر معلول، مقادیر اثرهای غیرمستقیم برای هر کدام از متغیرهای علت محاسبه شد. مقادیر اثرهای مستقیم و نیز اثرهای غیرمستقیمی که صفات قطر ریشه، مقاومت به سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، شکل ریشه، ازت مضره، پتاسیم و ضریب استحصال شکر، روی عملکرد ریشه داشتند در جدول ۸ ارائه گردیده است. صفات قطر ریشه، شکل ریشه و ازت مضره اثر مستقیم مثبت و صفات مقاومت به سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، پتاسیم و قند قابل استحصال اثر مستقیم منفی روی صفت عملکرد ریشه داشتند. در بررسی تغییرات اثر متقابل حاصل از نتایج تجزیه علت نکات زیر حائز اهمیت است: ۱- اگر همبستگی بین عامل علت و معلول تقریباً برابر اثرات مستقیم باشد در آن صورت، ضریب همبستگی ساده رابطه واقعی را نشان می دهد و انتخاب مستقیم از طریق این صفت موثر خواهد بود. ۲- اگر ضریب همبستگی

بیماری عملکرد ریشه و محتوی قند به صورت همزمان کاهش می یابد (شان و تنگ، ۱۹۹۲). اثر غیر مستقیم قند ملاس از طریق صفت ارتفاع طوقه مثبت و ناچیز برآورد شد. اثر غیر مستقیم ارتفاع طوقه روی عیارقند از طریق قند ملاس منفی و از طریق مقاومت به سرکوسپورا مثبت برآورد شد. اثر غیرمستقیم مقاومت به سرکوسپورا روی عیارقند از طریق صفت ارتفاع طوقه و قند ملاس منفی و ناچیز برآورد شد.

در مرحله بعد، تجزیه علیت روی صفات موثر بر عیارقند بر اساس صفات به دست آمده از تجزیه رگرسیون گام به گام بدون صفت قند قابل استحصال انجام گرفت (جدول ۹). در این حالت اثر مستقیم ارتفاع طوقه روی عیارقند مثبت و اثر مستقیم قند ملاس و مقاومت به سرکوسپورا منفی برآورد شد. این نتیجه حاکی از آن است که با افزایش مقاومت به بیماری لکه برگی سرکوسپورا و کاهش مقیاس KWS میزان ناخالصی ها کاهش می یابد زیرا در شرایط اپیدمی این

جدول ۸- اثرهای مستقیم و غیرمستقیم صفات موثر بر عملکرد ریشه

صفت	قطر ریشه	مقاومت به سرکوسپورا	ارتفاع طوقه	شکل ریشه	ازت مضره	پتاسیم	ضریب استحصال قند	همبستگی با عملکرد ریشه
قطر ریشه	۰/۶۱۲	-۰/۰۳۹	-۰/۱۶۳	-۰/۰۷۷	۰/۱۳۴	-۰/۱۴۵	۰/۱۲۱	۰/۴۴
مقاومت به سرکوسپورا	۰/۰۷۱۸	-۰/۳۳۸	۰/۰۸۹۷	-۰/۰۵۸	۰/۰۱۶۵	-۰/۰۰۹۸	۰/۰۲۷	-۰/۱۹۹
ارتفاع طوقه	۰/۲۷۱	۰/۰۸۲	-۰/۳۶۹	۰/۰۵۱	۰/۰۵۵	-۰/۱۱۲	۰/۰۴۹	۰/۰۲۷
شکل ریشه	-۰/۱۱۵	۰/۰۴۸	-۰/۰۴۶	۰/۴۰۸	-۰/۰۸۸	۰/۰۸۱۲	-۰/۰۰۷	۰/۲۱۶
ازت مضره	۰/۳۰۳	-۰/۰۲۰۷	-۰/۰۷۵	-۰/۱۳۲	۰/۲۷	-۰/۱۶۲	۰/۱۸۹	۰/۳۷۳
پتاسیم	۰/۲۴۳	-۰/۰۰۹	-۰/۱۱۳	-۰/۰۹۰۵	۰/۱۱۹	-۰/۳۶۶	۰/۲۲۷	۰/۰۱۰۸
ضریب استحصال قند	-۰/۲۳۳	۰/۰۲۹	۰/۰۵۷	۰/۰۹۱	-۰/۱۶۲	۰/۲۶۲	-۰/۳۱۷	-۰/۲۷۱

۱- اعداد روی قطر اثرهای مستقیم متغیرهای علت روی متغیر معلول هستند.

۲- اعدادی که زیر آن ها خط کشیده شده است، بزرگترین اثرات غیرمستقیم متغیرهای علت روی متغیر معلول هستند.

جدول ۹- اثرهای مستقیم و غیرمستقیم صفات موثر بر عیارقند به جز قند قابل استحصال

صفت	قند ملاس	ارتفاع طوقه	مقاومت به سرکوسپورا	همبستگی با عیارقند
قند ملاس	-۰/۶۱۵	۰/۰۵۸۵	-۰/۰۰۶۹۷	-۰/۵۶۳
ارتفاع طوقه	-۰/۱۳۳	۰/۲۷	۰/۰۲۱۴	۰/۱۵۹
مقاومت به سرکوسپورا	-۰/۰۴۸۵	-۰/۰۶۵۸	-۰/۰۸۸۳	۰/۰۵۲

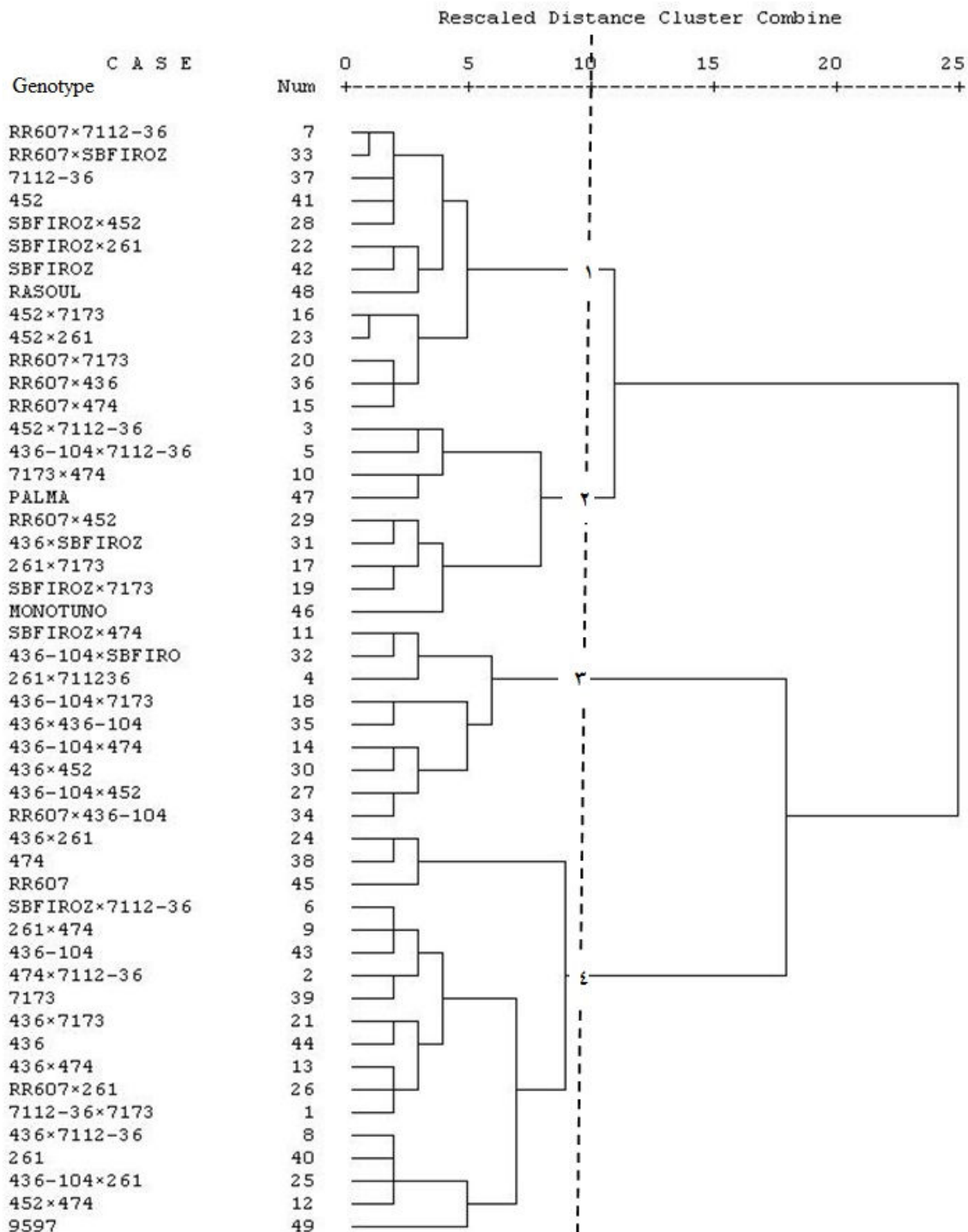
۱- اعداد روی قطر اثرات مستقیم متغیرهای علت روی متغیر معلول هستند.

۲- اعدادی که زیر آن ها خط کشیده شده است، بزرگترین اثرات غیرمستقیم متغیرهای علت روی متغیر معلول هستند.

تجزیه خوشه ای

سطوح گروه بندی زیاد باشد (جابسن، ۱۹۹۲)، ۴۹ ژنوتیپ مورد بررسی در ۴ گروه قرار گرفتند (شکل ۱).

پس از انجام تجزیه خوشه ای و برش دندروگرام حاصله در فاصله ۱۰ واحد در سطحی که اختلاف بین



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای ژنوتیپ های چغندر قند برای صفات مورد بررسی به روش وارد

گروه سوم نیز از نه ژنوتیپ تشکیل شده است که از لحاظ صفات سدیم، ازت مضره، قند ملاس، پتاسیم و ارتفاع طوقه دارای میانگین بالاتر از میانگین کل و از لحاظ صفات درصد قند قابل استحصال و ضریب استحصال قند دارای میانگین پایین تر از میانگین کل بودند. این ژنوتیپ ها از لحاظ طول ریشه، عملکرد ریشه و عملکرد قند نیز دارای ارزش های بالاتری بوده؛ اما به طور کلی ژنوتیپ های این گروه از لحاظ میزان ناخالصی ها دارای بالاترین مقدار بوده و از لحاظ صفات دیگر، هیچ برتری قابل ملاحظه ای نسبت به میانگین کل و ژنوتیپ های گروه دوم ندارند، بنابراین، این گروه از ارزش ژنتیکی چندان بارزی برخوردار نیست.

گروه چهارم که بزرگترین گروه می باشد شامل ۱۸ ژنوتیپ است که از لحاظ صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد قند قابل استحصال و ارتفاع طوقه پایین تر از میانگین و از لحاظ بقیه صفات در حد میانگین کل می باشند. ژنوتیپ های این گروه از لحاظ عملکرد ریشه دارای کمترین میزان نسبت به گروه های دیگر هستند. با توجه به اینکه ژنوتیپ های کلاستر دوم از لحاظ صفات موثر بر عملکرد ریشه و ژنوتیپ های کلاستر اول از حیث قند قابل استحصال و ضریب استحصال قند بالاترین مقادیر را به خود اختصاص دادند، بنابراین در برنامه های اصلاحی می توان از ژنوتیپ های این دو کلاستر به ترتیب برای افزایش عملکرد ریشه و درصد قند بهره گرفت.

گروه اول شامل ۱۳ ژنوتیپ است که از لحاظ صفات ضریب قلیایت و درصد قند قابل استحصال بالاتر از میانگین کل بوده و از نظر ازت مضر، سدیم، پتاسیم، قند ملاس، طول ریشه، قطر ریشه و عملکرد ریشه پایین تر از میانگین کل می باشند. این ژنوتیپ ها از لحاظ ضریب استحصال قند و ارتفاع طوقه نیز دارای ارزش های بالاتری نسبت به میانگین کل می باشند. بنابراین با توجه به خصوصیات این گروه می توان برای افزایش درصد قند قابل استحصال و ضریب استحصال قند و همچنین کاهش ناخالصی های نظیر ازت مضره، قند ملاس، پتاسیم و سدیم از ژنوتیپ های این گروه بهره گرفت.

گروه دوم شامل نه ژنوتیپ است که از لحاظ صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال بالاتر از میانگین کل، از نظر سدیم، قند ملاس، پتاسیم و ضریب قلیایت پایین تر از میانگین و از لحاظ بقیه صفات در حد میانگین کل می باشند. ژنوتیپ های این کلاستر دارای بالاترین میزان عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال می باشد و در ضمن از نظر ناخالصی ها نیز در حد پایین تری قرار دارند. بنابراین، این گروه از ارزش ژنتیکی بالایی برخوردار است و می توان از ژنوتیپ های آن در تلاقی ها برای افزایش صفات اقتصادی استفاده کرد؛ همچنین ژنوتیپ های ۴۶ و ۵ که جزء ژنوتیپ های مقاوم به سرکوسپورا و بولتینگ هستند، در این گروه قرار دارند.

منابع

- ۱- امیری، ر.، رضائی، ع. م.، شاهی، م. و دخانی، ش. ۱۳۷۸. استفاده از کروماتوگرافی مایع فاز معکوس با کارآیی بالا (RP-HPLC) در بررسی تنوع ژنتیکی گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۳: ۴۱-۶۰.
۲. خدابنده، ن. ۱۳۶۸. زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات مرکز نشر سپهر. چاپ دوم، ۵۰۴ ص.

نیازیان و همکاران: بررسی ارتباط صفات موثر بر عملکرد...

۳. رجبی، ا.، مقدم، م.، رحیمزاده خویی، ف.، مصباح، م. و رنجی، ذ.ا. ۱۳۸۱. ارزیابی تنوع ژنتیکی در توده های چغندر قند برای صفات زراعی و کیفیت محصول. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۳ (۳): ۵۳۳-۵۶۷.
 ۴. فتوحی، ک.، مصباح، م.، صادقیان مطهر، س.ی. و رنجی، ذ.ا. ۱۳۸۹. تجزیه علیت تحت شرایط معمولی و تنش شوری در ژرم پلاسما چغندر قند. مجله چغندر قند، ۲۶ (۱): ۱-۱۳.
 ۵. کوک، دی.ا. و اسکات، کی. ۱۳۷۷. چغندر قند از علم تا عمل. ترجمه اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات چغندر قند. نشر علوم کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، ۶۵۶ص.
 ۶. واحدی، س. ۱۳۸۵. مطالعه روابط ژنتیکی صفات زراعی و معرفی شاخص انتخاب در ژرم پلاسما چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ۸۴ص.
 ۷. واحدی، س.، مصباح، م.، امیری، ر.، بی همتا، م.، یوسف آبادی، و.ا. و دهقانشار، م. ۱۳۸۵. مطالعه ارتباط صفات زراعی با ویژگی های مورفولوژیک ریشه و تعیین صفات موثر بر عملکرد ریشه و عیار قند در ژرم پلاسما منوژرم چغندر قند. مجله چغندر قند، ۲۲ (۲): ۱۹-۳۴.
8. Bosemark, N.O. 1989. Prospects of beet breeding and use of genetic resources. Report of an International Beta Genetic Resources Workshop, Wageningen, 7-10 February 1989, IBPGR, Rome, pp: 90-8.
 9. Campbell, L.G., and Cole, D.F. 1986. Relationship between taproot and crown characteristics and yield and quality traits in sugar beets. *Agronomy Journal*, 78: 971-973
 10. Campbell, L.G., and Kern, J.J. 1983. Relationship among components of yield and quality of sugar beets. *Journal of the American Society of Sugarbeet Technologists*, 22(2): 135-145
 11. Doney, D.L. 1988. Selection for sucrose yield in stressed sugarbeet seedlings. *Crop Science*, 28: 245-247.
 12. Draycott, A.P., and Christensen, D.R. 2003. Nutrients for sugar beet production. CABI Publishing, Wallingford, UK. 242 p.
 13. Gorinsh, M.A., Smith, M.C., and Mackay, I.J. 1990. An evaluation of single plant randomized field trials of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Euphytica*, 45: 1-7
 14. IBPGR, C.G.N. 1991. Descriptors for Beta. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, 37 p.
 15. Jobson, J.D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Vol II: Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag Press. N.Y., USA. 768 p.
 16. Kapur, R., Strivastava, H.M., Strivastava, B.L., and Saxena, V.K. 1985. Character associations in sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Agriculture Science Digest*, 5: 17-20

17. Kapur, R., Strivastava, H.M., Strivastava, B.L., and Saxena, VK. 1978. Genetic diversity in sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). Indian Journal Genet, 47: 79-83
18. Milford, G.F.J., Armstrong, M.J., Jarvis, P.J., Houghton, B.J., Bellett-Travers, D.M., Jones, J., and Leigh, R.A. 2000. Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. Journal of Agriculture Science, 135:1-10
19. Sadeghian, S.Y., Fazli, H., Taleghani, D.F., and Mohammadian, R. 1999. Drought tolerance screening for sugar beet improvement. Proceedings of First International Conference on Sugar and Integrated Industries. 15-18 Feb, Luxor, Egept, pp: 271-278.
20. Shane, W.W., and Teng, P.S. 1992. Impact of Cercospora leaf spot on root weight, sugar yield, and purity of *Beta vulgaris*. Plant Disease, 76: 812-820.
21. Theurer, J.C. 1979. Growth patterns in sugar beet production. Journal of the American Society of Sugarbeet Technologists, 20(4): 342-367
22. Tsialtas, J.T., and Maslaris, N. 2010. Sugar beet root shape and its relation with yield and quality. Sugar Technology, 12(1): 47-52.