نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دهم، شماره دوم، تابستان ۹۶
۱۱-۲۸
http://ejcp.gau.ac.ir

بررسی ارتباط صفات مؤثر بر ساقه‌روی و عملکرد ریشه در لاین‌های چغندرقند در کشت پاییزه

*سمیه محمدیوسفی[۱]، مسعود احمدی[۲] و حمید نجفی زرینی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]استادیار بخش چغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، [۳]استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۵/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۵

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به گرم‌شدن تدریجی کره زمین، در آینده پیش‌بینی می‌شود که کشت پاییزه چغندره جایگزین کشت بهاره شود؛ اما کشت پاییزه چغندرقند در بسیاری از مناطق با خطر ساقه‌روی و گل‌دهی مواجه می‌باشد. اصلاح ارقام مقاوم به ساقه‌روی برای کشت پاییزه چغندرقند یکی از اهداف مهم به‌نژادگران است. وجود بیش از حد ساقه‌های گل‌دهنده موجب پایین آمدن درصد قند، عملکرد ریشه و خلوص شربت خام می‌شود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر ساقه‌روی و عملکرد ریشه در ژنوتیپ‌های چغندرقند (درصد ساقه‌روی، درصد ساکارز، درصد نشت، درصد سبز شدن، وضعیت رشد، یکنواختی رشد، درصد تحمل به سرما، مساحت برگ، وزن ویژه برگ، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، وزن کل ریشه، درصد وزن خشک، طول ریشه، قطر ریشه)، تعداد ٤۷ لاین اصلاحی نیمه‌خواهری و ۳ ژنوتیپ شاهد در طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی طرق مشهد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ بر درصد ساقه‌روی، درصد قند، وضعیت رشد، درصد تحمل به سرما، مساحت برگ، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، وزن کل ریشه، طول و قطر ریشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج همبستگی نشان داد که بالاترین همبستگی مثبت بین وزن کل ریشه و قطر ریشه (۰/۷۸٤) و بالاترین همبستگی منفی بین درصد ساقه‌روی و مساحت برگ (۰/۵۳۷-) وجود دارد. در تجزیه رگرسیون گام به گام مشخص شد که چهار صفت قطر ریشه، درصد مقاومت به سرما، وضعیت رشد و ارتفاع ساقه گل‌دهنده به‌طور معنی‌داری تغییرات عملکرد ریشه را توجیه می‌کنند. همچنین صفات مهم تعیین کننده ساقه‌روی، ارتفاع ساقه گل‌دهنده و مساحت برگ بودند که مساحت برگ اثر منفی بر ساقه‌روی داشت و صفات تعیین کننده درصد ساکارز، وزن خشک ریشه، ارتفاع ساقه گل‌دهنده و وزن کل ریشه بودند که ارتفاع ساقه گل‌دهنده اثر منفی بر درصد ساکارز داشت. در تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی، کل صفات مورد مطالعه را به چهار عامل، عملکرد ریشه، ساقه‌روی، خصوصیات قندی و جوانه‌زنی تقسیم نمود که ۷۰/۸۸ درصد از تغییرات کل واریانس داده‌ها را توجیه کردند.

*مسئول مکاتبه: yosefisomayeh670@yahoo.com

نتیجه‌گیری: اصلاح ارقام مقاوم به ساقه‌روی برای کشت پاییزه چغندرقند یکی از اهداف مهم به‌نژادگران است. در کل با توجه به نتایج و ماهیت صفات می‌توان در تحقیقات آینده برای مقاومت به ساقه‌روی صفات جوانه‌زنی، ساقه‌روی، عملکرد کل و ساکارز برای بهتر شدن مطالعات بعدی بیشتر مورد توجه قرار داد. همچنین از صفات فیزیولوژیکی مقاومت به سرما نیز بهره برد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، چغندرقند پاییزه، رگرسیون گام به گام، مقاومت به ساقه‌روی، همبستگی

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده اسفناجیان می‌باشد و از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارد. سطح زیر کشت آن در ایران سال ۱۳۹۰، ۱۱۰ هزار هکتار با متوسط عملکرد ریشه ٤٣ تن در هکتار اعلام گردیده است (۳). با توجه به گرم‌شدن تدریجی کره زمین، در آینده پیش‌بینی می‌شود که کشت پاییزه چغندره جایگزین کشت بهاره شود (۵). در کشت پاییزه دوره تجمع قند محدود نیست و رشد ریشه در طول فصل ادامه می‌یابد، بنابراین تولید قند بیشتر از طریق کشت پاییزه یک روش مناسب برای بهبود بهره‌وری چغندرقند محسوب می‌شود (۲۱). حدود ٢٦ درصد افزایش عملکرد در کشت پاییزه چغندرقند بدون ساقه‌روی محاسبه شده که باعث بهره‌وری بهتر از گیاهان است (۱۱). مهمترین عاملی که می‌توان آن را به‌عنوان شاخصی بارز برای اولویت و برتری کشت پاییزه چغندرقند نسبت به کشت بهاره معرفی کرد، استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد و کارایی مصرف آب در زراعت چغندرقند پاییزه است. این موضوع هنگامی اهمیت بیشتری می‌یابد که در ایران آب عامل اصلی محدود کننده کشاورزی قلمداد می‌شود (١٦). با همه مزایا و برتری که کشت پاییزه چغندرقند نسبت به کشت بهاره دارد، امروزه یکی از محدودیت‌های عمده برای کشت پاییزه پدیده ساقه‌روی است، چون گیاه چغندرقند دو ساله می‌باشد با توجه سرمادهی در فصل زمستان و به‌دنبال آن شرایط روزهای بلند در بهار باعث به ساقه‌رفتن و به گل نشستن چغندرقند می‌شود (۲۳) و باعث متوقف شدن ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی در ریشه می‌شود (۲۲) وقوع ساقه‌روی در اوایل دوره رشد گیاه چغندرقند باعث کاهش قابل توجه عملکرد ریشه تا ۵۰ درصد، کاهش شدید عملکرد شکر از طریق کاهش میزان قند و عملکرد ریشه، ایجاد مشکلاتی برای ماشین‌های برداشت چغندرقند، کند شدن تیغه‌های دستگاه خلال‌گیری در کارخانه قند به‌علت سخت و فیبری شدن ریشه‌ها و افزایش احتمال پراکنده شدن بذر علف‌های هرز می‌شود (۱۱، ٣٤، ۳۷). در نتیجه، چغندرقندهای پاییزه به ساقه رفته برای تولید شکر مناسب نیستند (۳۳) و این چغندرقند فقط محصولی با ماده خشکی با درصد بالای از ساقه و مقدار کمی ریشه تولید می‌کند (۱۱).

در تجزیه همبستگی ممکن است برخی از صفات با عملکرد رابطه معنی‌داری نداشته باشند. همان‌طور نیز در تجزیه رگرسیون ممکن است برخی از متغیرها تأثیر معنی‌داری روی تابع نداشته باشند. (٦) و از آنجایی که در رگرسیون چند متغیره اثرات متقابل بین متغیرها وجود دارد. 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 (۳۹). به‌علت مواجه شدن روش رگرسیون چند گانه با مسأله چند هم‌خطی و محدودیت در بیان روابط علت و معلولی بین تعداد زیادی از صفات، برای فائق شدن بر مشکلات رگرسیون و همبستگی از روش‌های چند متغیره مانند تجزیه به عامل‌ها برای برآورد اجزای عملکرد استفاده می‌شود (٦). در تحقیقات به‌نژادی از تجزیه به عامل‌ها به‌منظور بررسی روابط علت و معلولی بین صفات، شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد ایفا می‌کنند و نیز شناسایی عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد استفاده می‌شود (٤٠).

محققان در بررسی همبستگی صفات تحت تأثیر تنش یخزدگی در مرحله گیاهچه‌ای چغندرقند نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین سطح برگ، قطر ریشه و طول ریشه وجود دارد. همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین سطح برگ و نشت یونی برقرار است. همچنین آن‌ها مشاهده کردند که درصد نشت همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح ۱ درصد با صفات سطح برگ، طول ریشه، قطر ریشه، درصد بقاء و میزان فتوسنتز دارد (٢٦). نیازیان و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی ارتباط صفات مؤثر بر عملکرد ریشه و عیار قند در ژنوتیپ‌های اتایپ چغندرقند برای کشت پاییزه، مشاهده کردند که رگرسیون گام به گام برای صفات مؤثر بر عملکرد ریشه، قطر ریشه، مقاومت به سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، شکل ریشه، ازت مضره، پتاسیم و ضریب استحصال شکر به‌عنوان مهمترین صفات شناسایی شدند. تجزیه به عامل‌ها صفات مورد مطالعه را به ۵ عامل عیار قند خالص، عملکرد، خصوصیات ظاهری ریشه، مقاومت به ساقه روی و سرکوسپورا تقسیم کرد (۲۷).

در مطالعه‌ای بر روی صفات مورفولوژیکی ۷۵ هیبرید F1 منوژرم، تجزیه عاملی به روش مؤلفه‌های اصلی، کل صفات مورد مطالعه را به سه عامل عیار قند خالص، عملکرد ریشه و قند و خصوصیات ظاهری ریشه تقسیم نمود. همچنین تجزیه همبستگی کانونیک نشان داد که با افزایش طول و قطر ریشه و کاهش قطر طوقه، میزان ناخالصی‌های ریشه کاهش می‌یابد (٤١). عبداللهیان نوقابی و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی ۲۰ ژنوتیپ چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی شدید، در تجزیه به عامل‌ها، ۵ عامل را شناسایی کردند که در مجموع ۸۲/۰۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کردند.

نصری و همکاران (۲۰۱۲)، در رگرسیون گام به گام صفات مؤثر بر عملکرد ریشه مشاهده کردند که صفات وزن خشک ریشه، وزن تر کل، وزن تر برگ و وزن تر طوقه بیشترین تأثیر را بر عملکرد ریشه داشته‌اند که مدل مذکور دارای ضریب تبیین ۰/۹۹ بود، همچنین رگرسیون گام به گام برای عملکرد شکر سفید، سه صفت وزن تر ریشه، درصد قند خالص و درصد قند طوقه را وارد مدل کرد که درصد قند طوقه رابطه منفی در این مدل داشت (۲۵). نتایج تجزیه علیت بر اساس مطالعات اودا سوهیر (۲۰۰۵) هنگامی که عملکرد قند را به‌عنوان صفت تابع در نظر گرفته شد، مشخص شد که عملکرد ریشه و درصد ساکارز دارای بیشترین اثر و سایر صفات دارای اثرات ناچیز و قابل اغماض هستند (۳۰).

هدف از این تحقیق بررسی ارتباط میان صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک با ساقه‌روی و شناسایی

صفات مؤثر بر عملکرد ریشه و ساقه‌روی در شرایط کشت پاییزه در منطقه خراسان بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بر روی ٤٧ لاین اصلاحی حاصل از طرح فامیل‌های نیمه خواهری برای مقاومت به ساقه‌روی و ۳ ژنوتیپ شاهد Leila، Eudoro و Giada در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ایستگاه طرق در کیلومتر ۵ اتوبان مشهد- تهران به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. محل آزمایش دارای عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ٤۰ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۹۸۵ متر می‌باشد.

پس از آماده‌سازی زمین به طرز مطلوب، کلیه ژنوتیپ‌ها در ۱۰ مهرماه با استفاده از ردیف کار با کشت یک خط به طول ۵ متر، فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند و در طول دوره رشد عملیات داشت از نظر آبیاری، کوددهی، عملیات کولتیواسیون، مبارزه با علف‌هرز، مبارزه با آفات و ... بر اساس عرف منطقه انجام شد. همچنین تنک در مرحله ٦ برگ حقیقی انجام گرفت و فاصله بوته‌ها روی ردیف حدود ۱۷-۱۵ سانتی‌متر تنظیم شد.

برای اندازه‌گیری وضعیت رشد و یکنواختی رشد بر اساس رشد گیاه از امتیازهای ۱= خیلی کم، ۲= کم، ۳= متوسط، ٤= خوب و ۵= خیلی خوب استفاده شد. برای تعیین مساحت برگ (سانتی‌متر مربع) ابتدا طول و عرض سه نمونه برگ در هر تکرار اندازه‌گیری شد و سپس بر اساس طول برگ از دو رابطه زیر بر اساس طول برگ برای تعیین مساحت برگ استفاده شد (۸).

تا طول برگ ۱٦ سانتی‌متر

$$Y= 6.4736+(0.84138\times L\times W)$$

بیشتر از ۱٦ سانتی‌متر

$$Y= -201.2558 + 12.409\times L+13.359\times W$$

(مساحت برگ=Y، عرض=W، طول=L)

برای تعیین وزن ویژه برگ، ابتدا ۳ عدد برگ کاملاً توسعه یافته از برگ‌های وسط ۳ بوته در هر تکرار برداشت و بلافاصله در داخل پلاستیک به آزمایشگاه منتقل شد. از برگ‌ها تعداد ۱۲ عدد دیسک به قطر ۲ سانتی‌متر تهیه شد (LA). سپس دیسک‌ها به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون خشک شدند و وزن شد (Dw) سپس وزن ویژه برگ ($SLW\ gcm^{-2}$) به‌صورت زیر به‌دست آمد (۱۲):

$$SLW = \frac{DW}{LA}$$

برای ارزیابی صفت درصد تحمل به سرما از درصد بوته‌های سالم مانده از سرمای زمستانه استفاده شد. همچنین تعداد بوته‌های به ساقه رفته همزمان با برداشت یاداشت گردید و برای ارزیابی صفت درصد ساقه‌روی از درصد بوته‌های به ساقه رفته در هر کرت استفاده شد. برای اندازه‌گری ارتفاع ساقه‌گل‌دهنده، فاصله پایین‌ترین قسمت ساقه تا نوک ساقه اصلی اندازه‌گیری شد. برداشت از خطوط پس از حذف نیم متر از بالا و پایین آن در اواخر خرداد ماه انجام شد. پس از برداشت، تعداد ریشه‌های هر تکرار شمارش و توزین گردید و برای اندازه‌گیری صفت طول ریشه، فاصله محل برش طوقه تا نقطه‌ای که قطر ریشه به حدود ۱ سانتی‌متر برسد اندازه‌گیری شد، همچنین برای صفت قطر ریشه از میانگین بزرگترین قطر ریشه ۵ بوته رقابت کننده در هر واحد آزمایشی استفاده شد.

برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه ابتدا سر و ته ریشه‌ها زده شد، سپس از قسمت میانی ریشه در حدود ۱۰۰ گرم جدا شد و وزن تر آن یادداشت شد و ریشه به‌مدت ۹٦ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون خشک شد و سپس وزن

خشک آن یاداشت گردید. همچنین درصد ساکارز بوسیله دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل zeiss آلمان) اندازه‌گیری شد. برای تعیین عیار با این روش، در چغندرقند به وسیله سوند یا میله نوک‌تیز به‌طور مورب از مرکز ریشه نمونه تهیه شد و بعد از پرس کردن نمونه، چند قطره شیره به روی منشور زیرین رفراکتومتر قرار داده شد و منشور بالایی را خوابانیده و درجه بریکس قرائت شد، سپس با استفاده از فرمول زیر درصد ساکارز برآورد شد (۱).

$$S(\%) = \frac{Brix - 2.73}{1.03}$$

برای اندازه‌گیری درصد نشت الکترولیت‌ها، ابتدا جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته از هر بوته جدا شده (۳ برگ از هر ژنوتیپ) و در ارلن حاوی ٤٠ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر شده قرار گرفته و پس از گذشت ٢٤ ساعت هدایت الکتریکی هر نمونه با استفاده از دستگاه EC متر (مدل Hanna) اندازه‌گیری شد (E1). به‌منظور اندازه‌گیری میزان کل نشت الکترولیت‌ها در اثر مرگ سلول، ارلن‌ها در طول شب در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و در روز بعد به آزمایشگاه منتقل شده و مجدداً پس از ٢٤ ساعت هدایت الکتریکی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (E2). سپس درصد نشت الکترولیت‌ها برای هر ژنوتیپ با استفاده از فرمول ((E1/E2)×100) محاسبه شد (۱۰).

آزمون همگنی واریانس‌ها و توزیع نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس لاین‌های چغندرقند برای صفات اندازه‌گیری شده انجام شد و سپس برای تجزیه‌های آماری شامل همبستگی ساده با استفاده از ضریب پیرسون، تجزیه رگرسیون گام به گام جهت تشخیص صفات مهم تأثیرگذار بر عملکرد و ساقه‌روی و تجزیه به عامل‌ها بر اساس میانگین داده‌های اصلی کلیه صفات به روش مؤلفه‌های اصلی با دوران عامل‌ها به روش وریماکس استفاده شد. کلیه تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار SPSS 16 و Minitab 14 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ در همه صفات به غیر صفات درصد سبز شدن و یکنواختی رشد در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱) در جدول (۱) منابع تغییرات، میانگین، ضریب تغییرات و میانگین مربعات برای صفات اندازه‌گیری شده ارائه شده است. محاسبه ضریب تغییرات نشان داد که کمترین مقدار این ضریب مربوط به یکنواختی رشد (۱۱/۲۲) و طول ریشه (۱۱/۹٤) و بیشترین مقدار آن مربوط به درصد سبز شدن (۳۱/۹٦) و درصد نشت یونی (۳۰/٦٥) بود، ضریب تغییرات، میزان پراکندگی به ازای یک واحد از میانگین را بیان می‌کند که نشان دهنده پراکندگی زیاد داده‌های این صفات است که نشان از تأثیر زیاد محیط (محیط کشت، دستگاه اندازه‌گیری، نمونه‌برداری) بر صفات جوانه‌زنی و نشت یونی می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های چغندرقند.

Table 1. Analysis of Variance for different traits of sugar Beet genotypes.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS						
		درصد ساقه‌روی (B)	درصد ساکارز (S)	درصد نشت (EL)	درصد سبز شدن (E)	وضعیت رشد (GT)	یکنواختی رشد (GU)	درصد تحمل به سرما (CT)
Replication	2	0.226 ns	91.624**	0.268 ns	2.832*	7.062**	0.285 ns	383.135 ns
Genotype	49	2.309**	28.395**	1.285**	0.904 ns	0.653**	0.186 ns	648.126**
Error	98	0.258	9.589	0.845	0.913	0.198	0.156	370.845
Average	3.52	69.7	10.34	9.14	68.13	2.99	3.52	70.9
CV%	11.22	16.98	23.14	30.65	31.96	14.88	11.22	27.16
S.O.V	df	مساحت برگ (LA)	وزن ویژه برگ (SLW)	ارتفاع ساقه گل دهنده (BH)	وزن کل ریشه (RY)	درصد وزن خشک (DW%)	طول ریشه (RL)	قطر ریشه (RD)
Replication	2	19710.085**	0.0692*	1.462*	1.594 ns	65.244**	4.485 ns	0.457 ns
Genotype	49	5698.48**	0.0312*	2.05**	1.493**	32.112**	15.873**	2.138**
Error	98	1282.583	0.021	0.434	0.719	8.323	5.905	0.416
Average		217.47	0.761	87.76	4.31	18.35	20.36	6.36
CV%		16.47	19.06	21.96	28.36	15.72	11.94	21.5

Ns، * و ** به‌ترتیب: عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
B: Bolting, S: Sucrose; EL: Electrolyte Leakage; E: Emergence; GT: Growth Status; GU: Growth Uniformity; CT: Cold Tolerance; LA: Leaf Area; SLW: Specific Leaf Weight; BH: Bolting Height; RY: Root Yield; DW: Dray Weight; RL: Root Length; RD: Root Diameter.

میانگین درصد ساقه روی در بین ژنوتیپ‌ها ۶۹/۷ درصد بود به نحوی که ژنوتیپ HSF-796 با میانگین ۹۷/۶۲ درصد بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها و ژنوتیپ Eudoro با بوته‌های بدون ساقه روی کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها دچار بهاره‌سازی شده بودند که در نتیجه بهاره‌سازی به فاز زایشی و ساقه‌دهی و نهایتاً گلدهی وارد شده بودند. همچنین میانگین ارتفاع ساقه گل‌دهنده ۸۷/۷۶ سانتی‌متر بود به نحوی که ژنوتیپ Leila با میانگین ۱۴۲ سانتی‌متر بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها و ژنوتیپ Eudoro با بوته‌های بدون ساقه کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها دارا بودند (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های Giada (۱۵/۰۸ درصد) و HSF-780 (۱۳/۶۳ درصد) دارای کمترین ساقه‌روی بودند که با ژنوتیپ Eudoro اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی.

Table 2. Comparison of means for studied traits.

صفت / رقم	درصد ساقه روی (درصد) B (%)	درصد ساکارز (درصد) s (%)	درصد نشت (درصد) EL (%)	درصد سبز شدن (درصد) E (%)	درصد تحمل به سرما (درصد) CT (%)	مساحت برگ (سانتی‌متر مربع) LA (cm^{-2})	وزن ویژه برگ (گرم در سانتی‌متر مربع) SLW (gcm^{-2})	ارتفاع ساقه‌گل دهنده (سانتی‌متر) BH (cm)	وزن کل ریشه (کیلوگرم در مترمربع) RY (kgm^{-2})	درصد وزن خشک (درصد) DW (%)	طول ریشه (سانتی‌متر) RL (cm)	قطر ریشه (سانتی‌متر) RD (cm)
HSF-745	95.01ab	9.32f-o	11.01abc	78.33abc	98.48a	256.75c-h	0.764b-h	137.78ab	9.37a-d	18.48d-j	19.87c-k	6.91c-j
HSF-747	93.41a-d	9.54f-o	6.18a-f	76.67a-f	84.42a-e	223.67d-m	0.768b-h	92.22f-l	2.52hij	16.04i-m	18.97f-l	5.86h-q
HSF-748	95ab	8.78f-o	5.84b-f	63.33b-g	85.10a-e	222.82d-m	0.903a-d	124.78a-e	8.88a-e	17.09f-m	22.58b-f	7.60abc
HSF-749	86.11b-g	6.2no	14.08abc	58.33b-g	78.97a-g	253.79c-i	0.641ghi	133.89abc	7.63a-g	17.03f-m	25.29ab	7.94b-e
HSF-750	91.11a-e	14.66bcd	4.13fg	50d-g	66.67b-j	163.65nop	0.903a-d	88.89f-m	2.63hij	19.94c-i	20.15c-k	5.20o-r
HSF-751	53.67l-q	7.22j-o	5.90a-f	70a-g	42.96j	218.90d-o	0.760b-h	75.50i-n	1.90ij	12.78m	20.08c-k	6.03f-q
HSF-752	77.91g-m	11.91b-k	5.71b-g	71.67a-g	78.19a-g	215.72d-p	0.797a-h	102.78c-g	3.19e-j	20.19c-i	21.84b-g	6.50c-m
HSF-756	27.61pqr	8.35g-o	12.35abc	61.67b-g	58.61e-j	216.67d-p	0.627ghi	30op	2.88f-j	14.99j-m	17.26jkl	6.52c-n
HSF-757	89.47a-e	12.45b-h	9.92abc	71.67a-g	85.44a-e	208.62g-p	0.703d-i	101.11d-h	2.63hij	21.71c-f	19.64d-l	4.94qrs
HSF-763	78.69f-l	8.03g-o	9.14a-d	70a-g	63.78d-j	200.76h-p	0.882a-e	88.89f-m	1.74j	15.07j-m	18.25g-l	6.03e-q
HSF-765	83.61d-j	6.95l-o	3.75g	71.67a-g	55.83e-j	188.36j-p	0.987ab	89.44f-m	2.03ij	18.17d-l	20.01c-k	5.64j-q
HSF-766	87.67a-g	10.94c-n	11.07abc	78.33a-d	54.64e-j	166.94m-p	0.785a-h	93.33f-k	3.46d-j	17.65e-l	21.66b-h	6.19e-p
HSF-767	92.86a-e	6.63mno	7.70a-f	76.67a-f	55.56e-j	162.66op	0.783a-h	85.22f-n	2.51hij	16.02i-m	19.78c-k	5.42m-r
HSF-769	47.78m-q	12.88b-g	12.36abc	60b-g	62.08d-j	204.90g-p	0.944abc	94.78f-j	3.74d-j	21.56c-f	20.14c-k	6.24e-p
HSF-770	93.33abc	13.42b-f	8.34b-g	80ab	54.51e-j	174.15k-p	0.845a-h	83.56f-n	2.54hij	21.87cde	21.32c-i	5.67i-q
HSF-773	65.08i-o	11.91b-k	6.42b-f	76.67a-e	81.66a-e	285.61bc	0.612hi	76.11i-n	3.92b-i	16.40h-m	19.83c-k	6.84c-j
HSF-774	87.36b-g	10.62c-n	12.83abc	75a-g	69.80a-j	186.98j-p	0.855a-g	90f-m	2.01ij	22.53bcd	19.29e-l	5.42l-r
HSF-775	24.50qr	9f-o	8.79b-g	61.67a-g	67.91a-j	272.87dce	0.657e-i	80g-m	2.55g-j	15j-m	20.40c-k	7.10c-g
HSF-776	81.94e-k	7.87h-o	5.45efg	66.67	71.41a-j	237.78c-j	0.789a-h	100.56d-h	3.16f-j	14.73j-m	20.68c-j	6.43c-n
HSF-777	83.72c-i	12.88b-g	7.52b-g	78.33a-d	81.22a-e	163.65nop	1.007a	92.78f-l	2.13ij	23.96abc	17.40i-l	4.45rs
HSF-778	84.41c-i	16.55ab	10.79abc	68.33a-g	77.22a-h	212.43f-p	0.659e-i	101.67c-h	3.21f-j	27.13ab	23.13b-e	5.16o-r
HSF-779	57.69l-q	9.54f-o	13.45abc	68.33a-g	59.91e-j	268.00c-f	0.646f-i	92.78f-k	2.88g-j	18.33d-k	20.84c-j	6.29c-o
HSF-780	13.63r-s	8.68f-o	14.90abc	71.67a-g	80.63a-f	230.57c-k	0.685d-i	48.89no	3.13f-j	15.54i-m	20.71c-j	6.96c-j
HSF-782	87.47a-g	10.3d-n	4.17d-g	85a	68.17a-j	200.03h-p	0.744c-i	89.22f-l	3.57f-j	17.08f-m	23.52bcd	6.23c-o
HSF-783	87.60b-h	7.17j-o	17.27a	46.67gf	75.14a-i	162.81op	0.744c-i	88.33f-m	2.41hij	17.31e-m	15.79l	5.32m-r

ادامه جدول ۲

صفت / رقم	درصد ساقه روی (درصد) B (%)	درصد ساکارز (درصد) s (%)	درصد نشت (درصد) EL (%)	درصد سبز شدن (درصد) E (%)	درصد تحمل به سرما (درصد) CT (%)	مساحت برگ (سانتی‌متر مربع) LA (cm^{-2})	وزن ویژه برگ (گرم در سانتی‌متر مربع) SLW (gcm^{-2})	ارتفاع ساقه‌گل دهنده (سانتی‌متر) BH (cm)	وزن کل ریشه (کیلوگرم در مترمربع) RY (kgm^{-2})	درصد وزن خشک (درصد) DW (%)	طول ریشه (سانتی‌متر) RL (cm)	قطر ریشه (سانتی‌متر) RD (cm)
HSF-784	83.86c-j	12.56b-h	13.76ab	65b-g	46.56hij	217.63d-p	0.741c-i	60.83no	3.70e-j	17.53e-l	19.48e-l	7.06c-h
HSF-789	86.31a-g	15.26bc	5.98b-g	65b-g	69.12a-j	221.55d-n	0.763b-h	91.67f-m	2.85g-j	19.19d-j	20c-k	6.20
HSF-790	64.41i-p	6.25no	14.26ab	61.67b-g	62.58d-j	222.82d-m	0.715c-i	81.11g-m	3.67c-j	13.52lm	22.32b-f	7.02c-i
HSF-791	80.98d-k	11.05c-n	7.52a-f	58.33b-g	45.76ij	204.05g-p	0.826a-h	71.67k-o	2.88g-j	18.92d-j	17.87h-l	6.20d-p
HSF-792	83.48b-h	6.63mno	7.57a-f	75a-g	97.70ab	272.67dce	0.679d-i	122.22a-d	15.51ab	15.72i-m	25.57ab	9.59ab
HSF-796	97.62a	7.54i-o	10.86abc	70 a-g	73.88a-j	196.73i-p	0.821a-h	103.89b-f	2.57f-j	16.13i-m	20.73c-j	5.38n-r
HSF-797	62.22j-p	7.81h-o	7.89b-g	73.33a-g	71.43	225.59d-l	0.755b-i	73.89i-n	3.73e-j	16.64g-m	19.21e-l	6.90c-k
HSF-798	33.59o-r	9.76e-o	6.77a-f	53.33d-g	75.71a-i	273.62dc	0.816a-h	64.78mno	2.21j	15.98i-m	15.83l	5.14pqr
HSF-799	35.56n-r	5.22o	8.88a-f	53.33c-g	73.37a-j	230.57c-k	0.776a-h	79.67h-n	2.41hij	15.23j-m	18.19g-l	5.46l-q
HSF-803	73.50g-m	11.16c-m	11.83abc	71.67a-g	92.03a-d	260.05c-g	0.838a-h	68.89l-o	4.90a-h	18.70d-j	22.61b-f	7.23b-f
HSF-805	79.41f-l	10.29d-n	5.87b-f	76.67a-f	75.12a-i	214.98e-p	0.615hi	79.44h-n	3.04f-j	18.10d-l	21.07c-j	5.69k-q
HSF-806	71.67h-n	8.89f-o	5.49b-g	45efg	76.54a-i	204.06g-p	0.876a-f	77.78f-m	2.97f-j	15.67cde	19.72c-l	6.04e-q
HSF-808	41.67n-r	10.13d-n	8.14abc	70a-g	45.83ij	210.21f-p	0.731c-i	85f-n	3.52hij	21.81i-m	21.13c-j	6.62c-l
HSF-809	51.85l-q	9.97d-o	7.90abc	75a-f	64.45d-j	190.18j-p	0.715c-i	85.83f-n	2.76hij	20.21c-i	19.37e-l	5.82h-q
HSF-810	83.57c-i	11.05c-n	5.06c-g	58.33b-g	96.97abc	160.27p	0.731c-i	105.56c-g	2.14hij	20.99c-h	19.69d-l	5.69j-q
HSF-812	87.78a-g	14.61b-e	14.05abc	66.67b-g	58.46e-j	169.06l-p	0.801a-h	95d-i	3.56g-j	23.89abc	20.66c-j	7.13c-j
HSF-815	65.40i-o	12.24b-i	8.12abc	63.33b-g	78.76a-g	186.77j-p	0.686d-i	85.89f-m	2.38hij	21.18c-g	16.70kl	3.95s
HSF-816	80.17d-j	10.08d-o	6.45a-f	80ab	66.39c-j	160.04p	0.778a-h	82.56g-m	2.22hij	13.78klm	19.00f-l	5.39l-r
HSF-817	90.48a-f	7.06k-o	14.34ab	65 a-g	48.24g-j	174.99k-p	0.856a-g	100d-h	2.05ij	17.83e-l	20.48c-k	5.11p-s
HSF-818	85b-g	11.59c-l	5.02c-g	73.33a-g	49.89f-j	230.46c-k	0.677d-i	96.33e-i	3.23e-j	17.62e-l	19f-l	7.42a-d
HSF-819	46.17m-q	12.02b-j	7.81a-d	80ab	67.40a-j	182.10k-p	0.678d-i	88.89f-m	2.43hij	21.01c-h	20.34c-k	5.76i-q
HSF-820	30.36o-r	9.11f-o	9.37abc	43.33g	74.75a-i	233.22c-j	0.878a-f	64.44j-o	3.82d-j	19.11d-j	18.32g-l	6.72c-k
Eudoro	0s	13.31b-f	9.33a-e	78.33abc	84.63a-e	339.15ab	0.624ghi	0p	20.61abc	16.16i-m	23.63bc	9.99a
Giada	15.08rs	10.94c-n	10.75abc	76.67a-f	98.41a	366.93a	0.520i	98.33f-j	23.13a	18.17d-l	27.67a	10.17a
Leila	88.09b-g	20.76a	15.09ab	71.67a-g	92.36a-d	226.95d-l	0.673d-i	142.00a	6.73a-f	28.06a	21.09c-j	7.63abc
LSD	0.822	5.017	1.49	0.64	31.203	58.03	0.233	1.067	1.37	4.67	3.937	1.044

B%:Bolting, S%: Sucrose; EL%: Electrolyte Leakage; E%: Emergence; CT%: Cold Tolerance; LA: Leaf Area; SLW: Specific Leaf Weight; BH: Bolting Height; RY: Root Yield; DW%: Dray Weight; RL: Root Length; RD: Root Diameter.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده صفات مختلف ژنوتیپ‌های چغندرقند.

Table 3. Simple correlation coefficients of different characteristics of sugar Beet genotypes.

صفت Trait	درصد ساقه روی (B%)	درصد ساکارز (S%)	درصد نشت (EL%)	درصد سبز شدن (E%)	وضعیت رشد (GT)	یکنواختی رشد (GU)	درصد تحمل به سرما (CT%)	مساحت برگ (LA)	وزن ویژه برگ (SLW)	ارتفاع ساقه گل دهنده (BH)	وزن کل ریشه RY	درصد وزن خشک (DW%)	طول ریشه (RL)	قطر ریشه (RD)
درصد ساقه‌روی	1													
درصد ساکارز	0.106	1												
درصد نشت	-0.129	0.049	1											
درصد سبز شدن	0.125	0.146	-0.201	1										
وضعیت رشد	-0.03	0.154	0.004	0.409**	1									
یکنواختی رشد	-0.08	0.073	0	0.394**	0.557**	1								
درصد تحمل به سرما	-0.021	0.136	0.017	0.048	0.327*	0.371**	1							
مساحت برگ	-0.537**	-0.043	0.067	0.082	0.495**	-0.325*	0.421**	1						
وزن ویژه برگ	0.363**	-0.078	-0.247	-0.212	-0.279*	-0.221	-0.231	-0.535**	1					
ارتفاع ساقه گل‌دهنده	0.623**	0.105	-0.016	0.066	0.088	0.039	0.346*	-0.131	0.078	1				
وزن کل ریشه	-0.082	0.125	0.156	0.176	0.645**	0.509**	0.559**	0.655**	-0.406**	0.284*	1			
درصد وزن خشک	0.233	0.768**	0.172	0.042	0.043	-0.003	0.139*	-0.263	0.094	0.359**	-0.001	1		
طول ریشه	-0.015	0.057	-0.012	0.347*	0.558**	0.493**	0.292*	0.476**	-0.361**	0.316*	0.709**	0.027	1	
قطر ریشه	-0.305*	0.008	0.093	0.128	0.447**	0.295*	0.225	0.699**	-0.404**	0.024	0.784**	-0.206	0.633**	1

* و ** به‌ترتیب: معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

B%:Bolting, S%: Sucrose; E%: Electrolyte Leakage; E%: Emergence; GR: Growth Status; GU: Growth Uniformity; CT%: Cold Tolerance; LA: Leaf Area; SLW: Specific Leaf Weight; BH: Bolting Height; RY: Root Yield; DW%: Dray Weight; RL: Root Length; RD: Root Diameter.

همبستگی صفات: بر اساس میانگین تکرارهای هر لاین و بر اساس ضریب پیرسون ضرایب همبستگی ساده تمامی صفات مورد بررسی در جدول (۳) ارائه شده است. درصد ساقه‌روی، با صفات مساحت برگ و قطر ریشه میزان همبستگی معنی‌دار ولی منفی در سطح ۱ درصد داشت و با صفات ارتفاع ساقه گل‌دهنده و وزن ویژه برگ رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. همچنین درصد ساکارز فقط با صفت درصد وزن خشک ریشه در سطح ۱ درصد رابطه معنی‌داری را نشان داد که با نتایج عبداللهیان نوقابی و همکاران (۲۰۱۱)، نصری و همکاران (۲۰۱۲) و خیامیم و همکاران (۲۰۰۳) تطابق دارد و صفت درصد نشت یونی با هیچ کدام از صفات رابطه معنی‌داری نشان نداد (۱، ۱۵، ۲۵).

صفت درصد تحمل به سرما با صفات وضعیت رشد، وزن ویژه برگ، ارتفاع ساقه‌گل‌دهنده و طول ریشه در سطح ۵ درصد و با صفات یکنواختی رشد، مساحت برگ و وزن کل ریشه در سطح ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. که در گزارش نظامی و همکاران (۲۰۱۳) درصد بقا گیاهچه‌های چغندرقند تحت شرایط مصنوعی سرما همبستگی مثبت و معنی‌داری با سطح برگ و طول ریشه داشته است (۲٦).

صفت مساحت برگ با صفات درصد ساقه‌روی و وزن ویژه برگ رابطه منفی و معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان داد و همچنین با صفت یکنواختی رشد در سطح ۵ درصد و با صفات وضعیت رشد، درصد تحمل به سرما، وزن ویژه برگ، وزن کل ریشه، طول ریشه و قطر ریشه در سطح ۱ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری را نشان داد. گورنیش و همکاران (۱۹۹۰) با مطالعه ٤٥ خانواده دیپلوئید منوژرم چغندرقند نشان دادند که بالاتری همبستگی بین طول برگ و وزن ریشه وجود دارد (۷).

همچنین صفت وزن ویژه برگ تنها با صفت درصد ساقه‌روی رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت و با صفات، وضعیت رشد، مساحت برگ، وزن کل ریشه، قطر ریشه و طول ریشه در سطح ۱ درصد رابطه منفی و معنی‌داری را داشت. وزن مخصوص برگ به عنوان شاخصی از سفتی و سختی برگ است (٤) که در مواجه با تنش کاهش می‌یابد (۹،۲٤). همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن ویژه برگ با درصد ساقه‌روی نشانگر این موضوع است که با شروع ساقه‌روی برگ‌ها کوچکتر و نازکتر شدند که این موضوع توسط کیاتینگ و کابرری (۱۹۹۳) و نیز کوچکی و سلطانی (۱۹۹٦) گزارش شده است و در این تحقیق در مزرعه کاملاً مشهود بود (۱٤ و ۱۸).

صفت عملکرد یا وزن کل ریشه با صفات وضعیت رشد، یکنواختی رشد، درصد تحمل به سرما، مساحت برگ، وزن ویژه برگ، طول ریشه و قطر ریشه را بطه مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد و با صفت ارتفاع ساقه گل‌دهنده در سطح ۵ درصد نشان داد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن ریشه با قطر ریشه مشاهده شد که با نتایج نیازیان وهمکاران (۲۰۱۱) و رجبی و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد (۲۸ و ۳۱).

همان‌طور که مشاهده می‌شود بالاترین همبستگی مثبت بین وزن کل ریشه و قطر ریشه (۰/۷۸۲) و بالاترین همبستگی منفی بین درصد ساقه روی و مساحت برگ (۰/۵۳۷-) وجود دارد که این مورد در شرایط مزرعه به‌خوبی نمایان بود. با افزایش درصد ساقه‌روی در کرت‌ها با کاهش شدید سطح برگ همراه بود. ساقه‌روی مانع از رشد برگ‌ها در بوته‌های چغندرقند می‌شود و بوته‌های چغندرقند بیشتر انرژی دریافتی از ریشه‌ها را صرف بخش زایشی گیاه کرده و باعث رشد کم برگ‌ها می‌شوند (۱۸). که این کاهش سطح برگ در کاهش قطر ریشه نیز مؤثر بوده، به طوریکه همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد ساقه‌روی با قطر ریشه (۰/۳۰۵-) و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین قطر ریشه و مساحت برگ (۰/٦۹۹) وجود دارد که نشان از رابطه این صفات باهم است. بزرگ بودن مساحت برگ باعث افزایش پوش سبز و کاهش ساقه‌روی شده و نهایتاً عملکرد ریشه را افزایش می‌دهند. نتایج مشابهی به‌وسیله کاپور و همکاران (۱۹۸۵) نیز مشاهده شد (۱۳).

تجزیه رگرسیون گام به گام

رگرسیون گام به گام برای صفت عملکرد کل ریشه: اطلاع از روابط رگرسیونی بین عملکرد چغندرقند و سایر صفات می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی برای تولید عملکرد بالا در واحد سطح داشته باشد. برای شناسایی اجزای مهم عملکرد ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد بررسی، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که از بین صفات مورد مطالعه فقط صفت قطر ریشه، درصد تحمل به سرما، وضعیت رشد و ارتفاع ساقه گل‌دهنده میزان تغییرات عملکرد کل ریشه را توجیه می‌کند. که ضریب تبیین مدل مذکوربرابر ۰/۸٤۳ درصد گردید. برای اطمینان از مستقل بودن خطاها آزمون دوربین-واتسون نیز انجام شد که نتیجه آن نشان دهنده مستقل بودن خطاها در تجزیه رگرسیون است زیرا اگر مقدار این آزمون برابر ۲/۵-۱/۵ باشد نشان دهنده مستقل بودن خطاها است (جدول ٤).

قطر ریشه اولین متغیری بود که وارد مدل رگرسیون گردید و حدود ٦۱/۵ درصد از تغییرات عملکرد کل ریشه را توجیه نمود که در تحقیقات نیازیان و همکاران، (۲۰۱۱) و رجبی و همکارن (۲۰۰۲) نیز بیشترین توجیه برای عملکرد ریشه را داشته است که حاکی از تأثیر مثبت صفت قطر ریشه بر عملکرد ریشه می‌باشد. درصد تحمل به سرما دومین صفت وارد شده به مدل بود که به تنهایی ۱۵/٤ درصد از تغیرات عملکرد کل ریشه را توجیه نمود، علاوه‌بر کنترل ساقه‌روی، تحمل سرمای بالا پیش شرط دوم برای زمستان گذرانی بوته‌ها در کشت پاییزه چغندرقند می‌باشد (۳۲/۱۷) که با توجه وارد شدن این صفت نشان از اهمیت این صفت در افزایش عملکرد چغندرقند است. سومین صفت وضعیت رشد و چهارمین صفت ارتفاع ساقه گل‌دهنده بودند که به ترتیب ۵/۵ و ۱/۹ درصد از تغییرات عملکرد کل ریشه را توجیه نمودند (جدول ٤).

همبستگی بالای بین برخی متغیرهای وارد شده در مدل وجود دارد، برای تعیین وجود احتمالی پدیده هم خطی از فاکتور تورم واریانس (VIF) استفاده شد و اگر مقدار VIF کمتر از ۱۰ باشد نشان دهنده آن است که با متغیرهای دیگر هم‌خطی ندارد، در صفاتی که وارد مدل شده‌اند، VIF آن‌ها کمتر از ۱۰ است و با یک‌دیگر هم‌خطی نشان ندادند (جدول ٤).

رجبی و همکاران (۲۰۰۲) نیز در مطالعه بر روی توده‌های چغندرقند تجزیه رگرسیون چندگانه بر روی وزن ریشه چغندرقند به‌عنوان متغیر وابسته و ۱۵

صفت به‌عنوان متغیر مستقل مشاهده کردند که بیشترین تأثیر مثبت و معنی‌دار را قطر ریشه بر وزن ریشه داشت و در کل صفات قطر ریشه، قطر طوقه، ازت مضره، طول برگ، عرض برگ و قند ملاس ۷۱ درصد بیشترین سهم را در توجیه تغییرات وزن ریشه داشتند (۳۱). همچنین واحدی و همکاران (۲۰۰۶)، در مطالعه ارتباط صفات زراعی با ویژگی‌های مرفولوژیک ریشه در ژرم‌پلاسم ۷۵ هیبرید F1 منوژرم چغندرقند مشاهده کردند که تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد ریشه به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل به‌ترتیب عملکرد شکر، عیار قند، عملکرد شکر سفید، ضریب قلیائیت، قطر ریشه و ارتفاع طوقه به‌عنوان مهمترین صفات شناسایی شدند که در مجموع ۹۹ درصد بیشترین سهم را در توجیه تغییرات وزن ریشه داشتند، که اثرات عملکرد شکر، شکر قابل استحصال و قطر ریشه در عملکرد ریشه مثبت بود (٤١). در مطالعه‌ای برای بررسی ارتباط صفات مؤثر بر عملکرد ریشه در ژنوتیپ‌های اتایپ چغندرقند برای کشت پاییزه، مشاهده کردند که رگرسیون گام به گام برای صفات مؤثر بر عملکرد ریشه، قطر ریشه، مقاومت به سرکوسپورا، ارتفاع طوقه، شکل ریشه، ازت مضره، پتاسیم و ضریب استحصال شکر به‌عنوان مهمترین صفات شناسایی شدند (۲۷).

جدول ٤- نتایج رگرسیون گام به گام عملکرد کل ریشه در ژنوتیپ‌های چغندرقند.

Table 4. The results of stepwise regression analysis of root yield in sugar Beet genotypes

متغیر مستقل (IV)	مقدار ثابت (C)	ضرایب رگرسیون (RC)				ضریب تشخیص تجمعی (CCD)	فاکتور تورم واریانس (VIF)	آزمون دوربین- واتسون (DWT)
		b1	b2	b3	b4			
قطر ریشه (RD)	1.033	0.655**				0.615	1	1.529
درصد تحمل به سرما (CT%)	-0.109	0.580**	0.019**			0.769	1.054	
وضعیت رشد (GT)	-0.852	0.490**	0.016**	0.412**		0.824	1.34	
ارتفاع ساقه گل‌دهنده (BH)	-1.072	0.497**	0.014**	0.413**	0.126*	0.843	1.14	

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
RD: Root Diameter; CT%: Cold Tolerance; GS: Growth Status; BH: Bolting Height.
IV: Independent Variable; C: Constant; RC: Regression Coefficients; CCD: Communalitive Coefficients of Determination; VIF: Variance Inflation Factor; DWT: Durbin-Watson Test.

رگرسیون گام به گام برای درصد ساقه‌روی: برای تعیین سهم اثر تجمعی صفات در تعیین درصد ساقه روی رگرسیون گام به گام انجام گرفت (جدول ۵). ارتفاع ساقه گل‌دهنده اولین متغیری بود که وارد مدل رگرسیون گردید و حدود ۳۸/۹ درصد از تغییرات درصد ساقه‌روی را توجیه نمود. مساحت برگ دومین صفت وارد شده به مدل بود که به تنهایی ۲۱ درصد از تغیرات درصد ساقه‌روی را توجیه نمود. که با توجه به جدول (۵) ارتفاع ساقه گل‌دهنده در درصد ساقه روی اثر مثبت داشته و مساحت برگ اثر منفی داشته که با افزایش درصد ساقه‌روی سطوح فتوسنتزی گیاه کاهش پیدا کرده است. با افزایش ارتفاع ساقه گل‌دهنده و درصد ساقه‌روی گیاه به سمت تولید برگ‌های کوچکتر و نازکتر می‌رود (۱۸).

جدول ۵- نتایج رگرسیون گام به گام درصد ساقه روی در ژنوتیپ‌های چغندرقند.

Table 5. The results of stepwise regression analysis of bolting percent in sugar Beet genotypes

متغیر مستقل (IV)	مقدار ثابت (C)	ضرایب رگرسیون (RC) b1	ضرایب رگرسیون (RC) b2	ضریب تشخیص تجمعی (CCD)	فاکتور تورم واریانس (VIF)	آزمون دوربین- واتسون (DWT)
ارتفاع ساقه گل‌دهنده (BH)	1.006	0.662**		0.389	1	1.769
مساحت برگ (LA)	3.228	0.597**	-0.009**	0.599	1.018	

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

**: significant at 1% probability levels.
BH: Bolting Height; LA: Leaf Area
IV: Independent Variable; C: Constant; RC: Regression Coefficients; CCD: Communalitive Coefficients of Determination; VIF: Variance Inflation Factor; DWT: Durbin-Watson Test.

رگرسیون گام به گام برای درصد ساکارز: برای تعیین سهم اثر تجمعی صفات در تعیین درصد ساکارز رگرسیون گام به گام انجام گرفت (جدول ٦). درصد وزن خشک ریشه اولین متغیری بود که وارد مدل رگرسیون گردید و حدود ۵۹ درصد از تغییرات درصد ساکارز را توجیه نمود. ارتفاع ساقه گل‌دهنده دومین صفت وارد شده به مدل بود که ۳/۳ درصد از تغیرات درصد ساکارز را توجیه نمود. سومین صفت وزن کل ریشه بود که ۳/۷ درصد از تغییرات ساکارز را توجیه نمود. با توجه به جدول ٦ در کل صفات درصد وزن خشک ریشه و وزن کل ریشه اثر مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد بر روی درصد ساکارز داشتند و ارتفاع ساقه گل‌دهنده اثر منفی و معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر روی درصد ساکارز داشت.

جدول ٦- نتایج رگرسیون گام به گام درصد ساکارز در ژنوتیپ‌های چغندرقند.

Table 6. The results of stepwise regression analysis of sucrose percent in sugar Beet genotypes.

متغیر مستقل (IV)	مقدار ثابت (C)	ضرایب رگرسیون (RC) b1	ضرایب رگرسیون (RC) b2	ضرایب رگرسیون (RC) b3	ضریب تشخیص تجمعی (CCD)	فاکتور تورم واریانس (VIF)	آزمون دوربین- واتسون (DWT)
درصد وزن خشک ریشه (DW%)	0.126	0.722**			0.59	1	2.391
ارتفاع ساقه گل‌دهنده (BH)	1.099	0.788**	-0.729*		0.623	1.148	
وزن کل ریشه (RY)	-1.205	0.811**	-0.973**	0.875*	0.66	1.164	

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

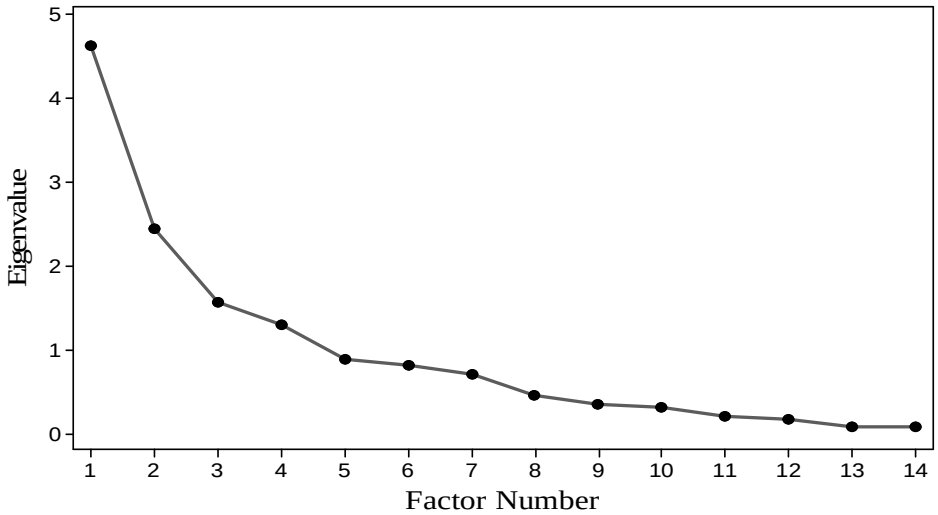
* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
DW%: Dray Weight; Bolting Height; RY: Root Yield.
IV: Independent Variable; C: Constant; RC: Regression Coefficients; CCD: Communalitive Coefficients of Determination; VIF: Variance Inflation Factor; DWT: Durbin-Watson Test.

واحدی و همکاران (۲۰۰٦) صفات تعیین‌کننده در عیار قند با استفاده از رگرسیون گام به گام را به ترتیب شکر قابل استحصال، نسبت سدیم به پتاسیم و راندمان استحصال شناسایی کردند (٤۱). نصری و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد کمی و کیفی چغندرقند در اراضی شور مشاهده کردند که رگرسیون گام به گام برای عملکرد شکر سفید، سه صفت وزن تر ریشه،

درصد قند خالص و درصد قند طوقه را وارد مدل کرد که درصد قند طوقه رابطه منفی در این مدل داشت (۲۵). نتایج تجزیه علیت بر اساس مطالعات اودا سوهیر (۲۰۰۵) هنگامی که عملکرد قند را به‌عنوان صفت تابع در نظر گرفته شد، مشخص شد که عملکرد ریشه و درصد ساکارز دارای بیشترین اثر و سایر صفات دارای اثرات ناچیز و قابل اغماض هستند (۳۰). همچنین نیازیان و همکاران (۲۰۱۱) برای بررسی ارتباط صفات مؤثر بر عیار قند در ژنوتیپ‌های اتایپ چغندرقند برای کشت پاییزه، مشاهده کردند که رگرسیون گام به گام برای صفات مؤثر بر عیار قند، قند قابل استحصال، قند ملاس و پتاسیم به‌عنوان مهمترین صفات شناسایی شدند که ۹۷ درصد از تغییرات عیار قند را توجیه نمودند (۲۷).

تجزیه به عامل‌ها: جهت کاهش تعداد متغیرهای اولیه، توصیف و تشریح تنوع کل موجود در یک جامعه و تبیین سهم میانگین صفات در تنوع کل از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. در تجزیه به عامل‌ها از روش مؤلفه‌های اصلی و دوران واریماکس استفاده گردید. پس از تجزیه به عامل‌ها مقدار (Kaiser- KMO Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) برابر ۰/٦٥٧ محاسبه گردید و نیز آماره کی‌دو (برابر ۳۸۲/۲۸) در آزمون کرویت بارتلت و با درجه آزادی ۹۱ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد که هر دو نشان دهنده مطوب بودن تجزیه به عامل‌ها است.

با توجه به معیار مقدار ویژه بیشتر از یک و این که تعداد فاکتورها کمتر از نصف تعداد صفات باشد (۳۸)؛ تعداد ٤ عامل انتخاب شد که اولین عامل حدود ۳۱/٤۸ درصد، عامل دوم ۲۳/۱٤ درصد، عامل سوم ۱۳/۵۱، عامل چهارم ۱۱/٦٦ و در مجموع ۷۰/۸۸ درصد از واریانس داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۷). همچنین در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۵ به‌عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شدند. علامت ضرایب عاملی در داخل هر عامل مبین ارتباط موجود میان این صفات می‌باشد که بزرگترین ضریب عاملی در هر عامل یا مجموعه‌ای از صفات معنی‌دار در یک عامل که از نظر مورفولوژی متمایز بودند برای نام‌گذاری عامل‌ها استفاده شدند (جدول ٦).



شکل ۱- نمودار اسکری گراف تجزیه به عامل‌ها برای صفات ساقه‌روی و مورفوفیزیولوژی در ژنوتیپ‌های چغندرقند.

Figure 1. Scree graph diagram of factor analysis for bolting and morpho-physiological traits in sugar Beet genotypes.

نمودار اسکری گراف (شکل ۱) اختلاف بین صفات مورد بررسی را به‌خوبی نشان داد که بیانگر این نکته است، که چهار عامل برای توجیه اطلاعات داده‌های این تحقیق کافی است زیرا از عامل چهارم به بعد تقریباً نمودار به‌صورت خطی در می‌آید (۲۰) (شکل ۱).

صفات مؤثر در عامل اول شامل وضعیت رشد، یکنواختی رشد، درصد تحمل به سرما، مساحت برگ، وزن کل ریشه، طول ریشه و قطر ریشه بودند که دارای ضرایب عاملی مثبت و بسیار بالایی بودند و صفت وزن ویژه برگ دارای ضریب عاملی منفی بود که در کل ۳۱/٤۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها به‌وسیله صفات مرتبط با عملکرد ریشه قابل توجیه می‌باشد. در نام‌گذاری این عامل می‌توان به نام، اجزای عملکرد ریشه نام‌گذاری کرد. این نتیجه با نتایج نیازیان و همکاران (۲۰۱۱) و واحدی و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد (۲۸ و ٤۱).

عامل دوم ۱٤/۲۳ درصد از تغییرات را توجیه کرد که صفات مؤثر در عامل دوم شامل درصد ساقه‌روی و ارتفاع ساقه‌گل‌دهنده بودند که دارای ضرایب عاملی مثبت و بسیار بالایی بودند. این عامل تحت عنوان صفات مرتبط با ساقه‌روی نام‌گذاری گردید این نتیجه با نتایج نیازیان و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد (۲۸).

صفات مؤثر در عامل سوم شامل درصد ساکارز و درصد وزن خشک ریشه بودند که دارای ضرایب عاملی مثبت و بسیار بالایی بودند که ۱۳/۵۱ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند. این عامل تحت عنوان صفات مرتبط با خصوصیات قندی نام‌گذاری گردید. بنابراین ۱۳/۵۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها به‌وسیله صفات مرتبط با خصوصیات قندی قابل توجیه می‌باشد، که با نتایج نیازیان و همکاران (۲۰۱۱) و واحدی و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد (۲۸ و ٤۱).

صفات مؤثر در عامل چهارم شامل درصد سبز شدن و یکنواختی‌رشد بودند که دارای ضرایب عاملی مثبت و بسیار بالا و درصد نشت یونی با ضریب منفی بودند. این عامل تحت عنوان صفات مرتبط با جوانه‌زنی نام‌گذاری گردید که ۱۱/٦٦ درصد از تغییرات را توجیه نمودند (جدول ۷).

در مجموع به این نکته می‌توان اشاره کرد که از تجزیه به عامل‌ها برای کاهش داده‌ها، شناسایی اجزای اصلی عملکرد، گروه‌بندی صفات بر پایه روابط داخلی میان آن‌ها بررسی گوناگونی ژنتیکی استفاده می‌گردد (۲). تفسیر ۷۰/۸۸ درصد از تغییرات ۱٤ متغیر توسط چهار عامل بیانگر کارایی بالای تجزیه عاملی در خلاصه‌نمودن اطلاعات داده‌های ۵۰ ژنوتیپ چغندرقند می‌باشد. در مجموع با توجه به نتایج تجزیه عاملی به روش مؤلفه‌های اصلی می‌توان اظهار داشت انتخاب لاین‌های چغندرقند در کشت پاییزه را می‌توان در جهت بهبود چهار صفت کلی جوانه‌زنی، ساقه روی، عملکرد ریشه و عیار قندی متمرکز نمود که هر یک از این چهار صفت کلی نیز دارای صفات فرعی خاص به خود می‌باشند.

جدول ۷- نتایج تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی همراه با دوران واریماکس برای صفات ساقه‌روی و مورفوفیزیولوژی در ژنوتیپ‌های چغندرقند.

Table 7. Principal factor analysis using varimax rotation for bolting and morpho-physiological traits in sugar Beet genotypes.

عامل‌ها (Factor) صفات (Traits)	عامل ۱ Factor 1	عامل ۲ Factor 3	عامل ۳ Factor3	عامل ٤ Factor 4
(B%) درصد ساقه‌روی	-0.202	0.851*	0.097	0.167
(S%) درصد ساکارز	0.048	-0.012	0.910*	0.092
(EL%) درصد نشت	0.200	-0.168	0.287	-0.572*
(E%) درصد سبز شدن	0.177	-0.019	0.154	0.816*
(GT) وضعیت رشد	0.659*	-0.029	0.133	0.453
(GU) یکنواختی رشد	0.538*	-0.039	0.087	0.496*
(CT%) درصد تحمل به سرما	0.617*	0.249	0.138	-0.104
(LA) مساحت برگ	0.785*	-0.408	-0.150	-0.037
(SLW) وزن ویژه برگ	-0.550*	0.428	-0.116	0.034
(BH) ارتفاع ساقه گل دهنده	0.272	0.867*	0.150	-0.079
(RY) وزن کل ریشه	0.940*	0.089	0.044	0.032
(DW%) درصد وزن خشک ریشه	-0.058	0.257	0.909*	-0.061
(RL%) طول ریشه	0.769*	0.141	-0.004	0.293
(RD%) قطر ریشه	0.800*	-0.189	-0.146	-0.003
(EV%) درصد مقدار ویژه	31.48	14.23	13.51	11.66
(CEV%) درصد مقدار ویژه تجمعی	31.48	45.71	59.22	70.88

ضرایب بالاتر از ۰/۵ معنی‌دار در نظر گرفته شده‌اند.

B%: Bolting, S%: Sucrose; E%: Electrolyte Leakage; E%: Emergence; GT: Growth Status; GU: Growth Uniformity; CT%: Cold Tolerance; LA: Leaf Area; SLW: Specific Leaf Weight; BH: Bolting Height; RY: Root Yield; DW%: Dray Weight; RL: Root Length; RD: Root Diameter; EV%: Eigen Value; CEV%: Communalitive Eigen Value

نتیجه‌گیری کلی

اصلاح ارقام مقاوم به ساقه روی برای کشت پاییزه چغندرقند یکی از اهداف مهم به‌نژادگران است پدیده ساقه روی بسیار پیچیده و با چندین ژن اصلی و فرعی کنترل می‌شود و به تنهایی مسئله سرمای زمستانه مطرح نیست بلکه شرایط نور و طول روز نیز بسیار تأثیرگذار است (۲۹)؛ که با بررسی در چند منطقه با طول و عرض جغرافیایی مرتبط ولی خصوصیات دمایی یکسان می‌توان به نتایج بهتری دست یافت. در کل با توجه به نتایج و ماهیت صفات می‌توان در تحقیقات آینده برای مقاومت به ساقه‌روی صفات جوانه‌زنی، ساقه‌روی، عملکرد کل و ساکارز برای بهتر شدن مطالعات بعدی بیشتر مورد توجه قرار داد. علاوه‌بر این، مقاومت به ساقه‌روی و تحمل به سرمای زمستانه دو پیش شرط لازم برای کشت پاییزه می‌باشد که در کنار این‌ها از صفات فیزیولوژیکی مقاومت به سرما نیز برای مطالعات آینده می‌توان بهره برد.

منابع

1. Abdollahyan Noghabi, M., Mohammadian, R., Taleghani, D.F., and Sadeghzadeh Hemayati, S. 2014. Sweett Researrch. Sugar Beet Seed Institute Press, 169p. (In Persian)
2. Abdollahyan Noghabi, M., Radei, Z., Akbari, G.H.A., and Sadatnori, A. 2011. Effects of Severe drought stress after plant establishment on morphological characteristics, quality and quantity of 20 sugar beet genotypes. Iran. J. Field Crop Sci. 42(3): 464-453 (In Persian)
3. Anonymous, 2011. Agricultural Statistics, Vice of Planning and Budget, Office of Statistics and Information Ministry of Agriculture, 185p. (In Persian)
4. Araus, J.L, Slafer, G.A, Reynolds, M.P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? Ann. Bot. 89: 925– 940.
5. Draycott, A.P. 2006. Sugar beet. Blackwell Publishing, Oxford, 474p, UK.
6. Farshadfar, A. 2005. Principles and Methods of Multivariate Analysis. Taghe Bostan Press. (In Persian)
7. Gornish, M.A., Smith, M.C., and Mackay, I.J. 1990. An evaluation of single plant randomized field trials of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Euphytica. 45: 1–7.
8. Gohari, J., and Rohi, A. 1993. Estimation of leaf area of sugar beet. J. Sci. Technol. sugar beet. 9: 12-19. (In Persian)
9. Guendouz, A., Semcheddine, N., Moumeni, L., and Hafsi, M. 2016. The effect of supplementary irrigation on leaf area, specific leaf weight, grain yield and water use efficiency in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) Cultivars. J. Crop Breed. Genet. 2(1): 82-89.
10. Haj Mohammadniya, K., Nezami, A., and Kamandi, A. 2010. Study of electrolyte leakage index for the evaluation of cold tolerance in sugar beet cultivars. Iran. J. Agric. Res. 8(3): 472-465. (In Persian)
11. Hoffmann, C.M., and Kluge-Severin, S. 2011. Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. Eur. J. Agron. 34, 1–9.
12. Karimi, M., and Azizi, M. 1994. Analysis of Crop Growth (translation). Mashhad Jahad Daneshgahi Press, 111p. (In Persian)
13. Kapur, R., Srivatava, H.M., Srivatava, B.L., and Saxena, V.K. 1985. Character associations in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Agric. Sci. Digest. 5(1): 17-20.
14. Keating, B.A., and Carberry, P.S. 1993. Resource captures and use in intercropping: solar radiation. Field Crops Res. 34: 273-301.
15. Khayamim, S., Mazaheri, D., Bannayan, M., Gohari, J., and Jahansooz, M.R. 2003. Assessment of sugar beet physiologic and technologic characteristics at different plant density and nitrogen use levels. Pajouhesh and Sazandegi, 60: 21-29. (In Persian)
16. Khayamim, S., and Taleghani, D. 2008. Short review of the sugar Beet crop calendar in Iran. J. Sugar Beet, 24(1): 121-124 (In Persian)
17. Kirchhoff, M., Svirshchevskaya, A., Hoffmann, C., Schechert, A., Jung, C., Kopisch-Obuch, F.J., 2012. High degree of genetic variation of winter hardiness in a panel of *Beta vulgaris* L. Crop Sci. 52: 179–188.
18. Kochaki, A., and Soltani, A. 1996. Sugar Beet Crop (TranSLWtion). Mashhad Jahad Daneshgahi Press (SID). 200p. (In Persian)
19. Jaggard, K.W., and Werker, A.R. 1998. An evaluation of potential benefits and costs of autumn sown sugar beet in new europe. IACR- Brooms Barn، Bury st Edmunds, IP 28 6NP, UK.
20. Jollife, I.T. 1986. Principal Component Analysis. Springer-Verlag Press, N.Y. USA.
21. Jung, C., Qian, W., Buttner, B., Hohmann, U., Mutasa-Gottgens, E., Chia, T., and Muller, A. 2007. Using genomic information for altering bolting and flowering Behavior of crop plants. Mol. Plant Breed. 5: 156-158.
22. Milford, G., and Limb, R. 2008. Bolting in sugar beet– time to re-evaluate our advice? British Sugar Beet Rev. 76: 3–5.
23. Milford, G.F.J., Jarvis, P.J., and Walters, C. 2010. A vernalization intensity model to predict bolting in sugar Beet. J. Agric. Sci. 148: 127–137.

24. Munamava, M., and Riddoch, I. 2001. Responses of three sorghum [*Sorghum bicolor* (L.), Moench] varieties to soil moisture stress at different developmental stages. South Afric. J. Plant Soil. 18: 75-79.
25. Nasri, R., Kashani, A., Paknejad, F., Sadeghi Shoaei, M., and Ghorbani, S. 2012. Correlation and path analysis of qualitative and quantitative yield in sugar Beet in transplant and direct cultivation method in saline lands. J. Agro Plant Breed. 8(1): 213-226. (In Persian)
26. Nezami, A., Khazaei, H.R., Dashti, M., Mehrabadi, H.R., Ayshirezaei, A., and Ahmadi, M. 2013. Evaluation of morpho-physiological indices in autumn sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars under freezing stress at seedling stage. J. Sugar Beet, 29(1): 15-31. (In Persian)
27. Niazian, M., Mostafavi, K., Shojaei, S.H., Fayyaz, E., and Shahbazi, A. 2011. Diallel cross analysis in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): identification of the best parents and hybrids for resistance to bolting and cercospora leaf spot in sugar beet monogerm o-type lines. American J. Exp. Agri, 1(4): 214-225.
28. Niazian, M., Rajabi, A., Amiri, R., Orazizadeh, M.R., and Sharifi, H. 2011. Study of relationship factors affecting root yield and sugar content in sugar beet genotypes o-tayp for fall planting. Plant Prod J. 35(2): 135-115 (In Persian)
29. Pakniyat, M. 2008. Genetics and Breeding of Sugar beet. Shiraz University Press, 437p. (In Persian)
30. Ouda Sohier, M.M. 2005. Yield and quality of sugar beet as affected by planting density and nitrogen fertilizer levels in the newly reclaimed soil. Sugar Crops Res. Inst., Agric. Res. Center, Giza, Egypt.
31. Rajabi, A., Moghaddam, M., Rahimzadeh, F., Mesbah, M., and Ranji, Z. 2002. Evalution of genetic diversity in sugar beet populations for agronomic traits and crop quality. Iran. J. Agric. Sci. 33(2): 553-567. (In Persian)
32. Reinsdorf, E., Koch, H.J., and Märländer, B. 2013. Phenotype related differences in frost tolerance of winter sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Field Crops Res. 151: 27–34.
33. Reinsdorf, E., Koch, H.J., Loel, J., and Hoffmann, C.M. 2014. Yield of bolting winter beet (*Beta vulgaris* L.) as affected by plant density, genotype and environment. Eur. J. Agr., 54: 1–8.
34. Rinaldi, M., and Vonella, A.V. 2006. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L) to irrigation in Southern Italy: Water and radiation use efficiency. Field Crops Res. 95: 103–114.
35. Sadeghian, S.Y., and Johansson, E. 1993. Genetic study of bolting and stem length in sugar beet (*BetaVulgaris* L.). Euphytica, 65: 177-185.
36. Sadeghian, S.Y., Fazli, H., Taleghani, D.F., and Mohammadian, R. 1999. Drought tolerance screening for sugar beet improvement. First Inte. Conf. on Sugar and Integrated Industries. 15-18 Feb, Egept.
37. Streibig, J.C., Ritz, C., Pipper, C.B., Yndgaard, F., Fredlund K., and Thomsen, J.N. 2009. Sugar beet, bioethanol and climate change. IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci. 6.
38. Tousi Mojarrad, M., Ghanadha, M.R., Khodarahimi, M., and Shahabi, S. 2005. Factor analysis for grain yield and other attributes in bread wheat. J. Pazhohesh and Sazandegi, 66: 9-16. (In Persian)
39. Zinali, H., Naser-Abadi, E., Hossein-zadeh, H., Chugan, R., and sabokdast, M. 2004. Factor analysis on hybrid of cultivar grain maize. Iran., J. Agric. Sci. 36: 4. 895-902. (In Persian)
40. Zinalinejad, KH., Mirlohi, A., Neamatzadeh, GH., and Rezaei, A. 2003. Genetic diversity of rice germplasms based on morphological traits. J. Sci. Technol. Agric. Nat. Resour. Esfahan, 7(4): 199-214. (In Persian)
41. Vahedi, S., Mesbah, M., Amiri, R., Bihamta, M.R., Yosefabadi, V., and Dehghanshoar, M. 2006. Study on the relation Between agronomic traits and root morphology and determination of traits affecting root yield and sugar content in monogerm germplasm of sugar beet. J. Sugar Beet, 22(2): 19-34. (In Persian)