دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی رابطه صفات عملکردی و فیزیولوژیکی با عملکرد ریشه و قند در هیبریدهای چغندرقند در شرایط نرمال و تنش شوری

عبدالمجید خورشید[۱] و علی‌اکبر اسدی[۲]

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران (نویسنده مسوول: majidkhor1347@gmail.com)
۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۹
صفحه: ۲۵ تا ۳۴

چکیده

به‌منظور تعیین ارتباط میان برخی صفات فیزیولوژیکی و عملکردی در چغندرقند تحت تنش شوری و نرمال، تعداد ۲۸ ژنوتیپ حاصل از تلاقی بین فول‌سیب ۸۰۰۱ با سینگل کراس‌های نرعقیم مولتی‌ژرم C2 و نرعقیم منوژرم ۲۳۱×۲۶۱، به‌همراه دو رقم شاهد در دو محیط به‌صورت جداگانه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت گردید. روابط بین این صفات با عملکرد ریشه و قند با استفاده از همبستگی، تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت تحت تنش شوری و نرمال مورد بررسی قرار گرفت. در شرایط نرمال عملکرد ریشه با عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و با عیار قند و نسبت پتاسیم به سدیم همبستگی منفی نشان داد. در شرایط تنش شوری بین عملکرد ریشه با عملکرد قند، عملکرد قند خالص، نسبت پتاسیم به سدیم و محتوای آب نسبی برگ همبستگی مثبت و با میزان سدیم و قند ملاس همبستگی منفی مشاهده شد. تغییر شرایط محیطی باعث تغییر در روابط بین عملکرد ریشه و برخی صفات شد. نتایج تجزیه رگرسیون و علیت نشان داد که در شرایط نرمال اگر عملکرد ریشه متغیر تابع باشد، صفات عملکرد قند خالص و عیار قند تغییرات موجود را توجیه می‌کنند به‌طوریکه در تجزیه علیت، عملکرد قند خالص بیشترین اثر مستقیم مثبت و عیار قند بیشترین اثر مستقیم منفی را بر روی عملکرد ریشه داشتند. ولی وقتی عملکرد قند متغیر تابع باشد، صفات میزان پتاسیم، میزان نسبی آب از دست رفته و ازت مضره تغییرات موجود را توجیه می‌کنند و از بین این صفات ازت مضره بیشترین اثر مستقیم مثبت و دو صفت دیگر بیشترین اثر مستقیم منفی را بر روی عملکرد قند دارند. در نقطه مقابل در شرایط تنش شوری، اگر عملکرد ریشه متغیر تابع باشد، صفات عملکرد قند، عملکرد قند خالص، خلوص شربت و عیار قند تغییرات موجود را توجیه می‌کنند که عملکرد قند خالص بیشترین اثر مستقیم مثبت و عملکرد قند دارای بیشترین اثر منفی و مستقیم بر روی عملکرد ریشه داشتند. ولی وقتی عملکرد قند متغیر تابع باشد، صفات عملکرد قند خالص و خلوص شربت تغییرات موجود را توجیه می‌کنند و عملکرد قند خالص بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد قند داشت.

واژه‌های کلیدی: تجزیه رگرسیون، تجزیه علیت، صفات فیزیولوژیک

مقدمه

بهبود عملکرد ریشه و قند از طریق به‌نژادی و بهبود اجزای آن می‌تواند از روش‌های کارآمد در برنامه‌های اصلاحی چغندرقند باشد و بررسی روابط بین اجزای عملکرد ریشه و قند با عملکرد در این راستا نقش مهمی را ایفا می‌کند.

ضریب همبستگی معیاری از ارتباط بین صفات می‌باشد. این ضریب در شناسایی صفات مهم می‌تواند به‌عنوان شاخص گزینشی مهم مورد استفاده قرار گیرد و همچنین در شناسایی صفاتی که دارای اهمیت ناچیز یا فاقد اهمیت در برنامه‌های گزینشی می باشند مفید می‌باشد (۶). از طرف دیگر تجزیه رگرسیون نیز یکی از پراستفاده‌ترین روش‌های آماری است که برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد، زیرا روابط بین متغیرها را به‌سادگی و به‌صورت با مفهوم بیان می‌کند. به‌طورکلی، تجزیه رگرسیون مجموعه‌ای از روش‌ها است که برای کمک به درک رابطه بین گروهی از متغیرها مورداستفاده قرار می‌گیرد (۲۷). ازآنجایی‌که در رگرسیون چند متغیره اثرات متقابل در بین متغیرها وجود دارد. ممکن است یک متغیر در کنار برخی از متغیرها معنی‌دار باشد، اما در کنار برخی دیگر از متغیرها معنی‌دار نباشد. به‌همین علت لازم است متغیرهای مهمی را که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند انتخاب شوند. محققین زیادی از این روش در بررسی رابطه بین صفات مورفولوژیکی و عملکرد ریشه و قند در چغندرقند استفاده کرده‌اند (۲۵،۲۰،۱۴،۹).

تجزیه ضرایب مسیر (علیت) روشی برای تفکیک ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات است که می‌تواند اطلاعات مفیدی را از نحوه تأثیرپذیری صفات بر یکدیگر و روابط بین آن‌ها فراهم کند. سهم هر جزء عملکرد در توجیه عملکرد کل می‌تواند به‌طور مستقیم نیز تحت تأثیر بقیه اجزا قرار گیرد. ارتباط بین عملکرد و مؤلفه‌های آن پیچیده است و بدیهی است که برخی از صفات تغییرات عملکرد را بهتر از بقیه توجیه می‌کنند (۱۲). متخصصین اصلاح نباتات تجزیه علیت را بیشتر به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد و تعیین سهم اجزای عملکرد بکار می‌برند. محققین زیادی از این روش برای بررسی رابطه بین صفات در چغندرقند استفاده کرده‌اند (۲۳،۱۵،۷،۱۸،۲۶). نصری و همکاران (۱۵) در مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد کمی و کیفی چغندرقند گزارش نمودند که عملکرد ریشه با صفات درصد قند خالص و ناخالص همبستگی منفی و با دیگر صفات مورد بررسی همبستگی مثبت نشان‌داد. همچنین با استفاده از مدل رگرسیون گام‌به‌گام مشخص نمودند که صفات وزن خشک ریشه، وزن تر کل، وزن تر برگ و وزن تر طوقه حدود ۹۹

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]
[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

درصد از تغییرات عملکرد ریشه را تبیین می‌کنند و با استفاده از تجزیه علیت نشان دادند که صفت وزن تر برگ بالاترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد ریشه داشت. شریفی (۲۳) در بررسی همبستگی و تجزیه علیت عملکرد شکر سفید با برخی صفات تحت رژیم‌های آبیاری مختلف در ژنوتیپ‌های چغندرقند نشان داد که در شرایط نرمال، صفات درصد قند، میزان سدیم، ضریب استحصال و دمای سایه‌انداز گیاهی اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد شکر سفید نشان دادند، در مقابل در شرایط تنش ملایم علاوه بر صفات ذکرشده، پتانسیل اسمزی و فشاری دارای اثرات مستقیم بالایی بودند. در شرایط تنش شدید به‌غیراز نیتروژن و دمای سایه‌انداز گیاهی، سایر صفات تقریباً دارای اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد شکر سفید بودند. فتوحی و همکاران (۷) در تجزیه علیت تحت شرایط نرمال و تنش شوری در ژرم‌پلاسم چغندرقند نشان دادند که در شرایط نرمال صفات درصد پوشش سبز و تراکم بوته ۵۶ درصد و در شرایط شوری چهار متغیر سدیم، پتاسیم، درصد پوشش سبز و تراکم بوته ۷۸ درصد از تغییرات عملکرد ریشه را تبیین می‌کنند همچنین تجزیه علیت برای صفت عملکرد ریشه به‌عنوان متغیر تابع نشان داد که در شرایط بدون تنش درصد پوشش سبز دارای اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار و در شرایط تنش شوری پتاسیم و درصد پوشش سبز دارای اثر مثبت و مستقیم بر روی عملکرد ریشه بودند. یونان و همکاران (۲۶) با مطالعه همبستگی بین صفات مهم زراعی و عملکرد ریشه در چغندرقند و تفکیک آن‌ها به اثرات مستقیم و غیرمستقیم نشان دادند که صفت وزن برگ دارای اثر مستقیم و قابل‌ملاحظه بر روی عملکرد ریشه است و می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به‌عنوان معیار گزینش جهت بهبود عملکرد ریشه در چغندر موردتوجه قرار گیرد. نتایج بررسی اودا سوهیر (۱۸) نشان داد که وقتی عملکرد قند به‌عنوان صفت تابع در نظر گرفته می‌شود عملکرد ریشه و درصد ساکارز دارای بیشترین اثر و سایر صفات دارای اثرات ناچیز و قابل‌اغماض هستند.

این پژوهش به‌منظور ارزیابی عوامل مؤثر بر عملکرد ریشه و قند چغندرقند بر اساس همبستگی، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت روی چغندرقند در شرایط نرمال و تنش شوری در آذربایجان غربی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین میزان همبستگی و ارتباط بین صفات عملکردی و فیزیولوژیکی مؤثر در گزینش در جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی برای شرایط نرمال و شور، ۲۸ هیبرید حاصل از تلاقی بین فول‌سیب ۸۰۰۱ با سینگل‌کراس‌های نرعقیم مولتی‌ژرم C2 و نرعقیم منوژرم ۲۳۱*۲۶۱، به‌همراه دو رقم شاهد (درمجموع ۳۰ ژنوتیپ)، در دو آزمایش تحت تنش شوری (در سطح شوری ۱۸/۸۴ دسی‌زیمنس بر متر) و نرمال در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت شدند. ایستگاه میاندوآب در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۴ متری از سطح دریای آزاد واقع‌شده است. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لومی با pH برابر ۸/۵ می‌باشد. این منطقه ازنظر تقسیمات آب و هوایی دارای رژیم دمایی فریک (متوسط دمای سالیانه خاک بین ۸ الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رژیم رطوبتی نیمه‌خشک است. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل انجام آزمایش در جدول ۱ و بعضی از خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و نتایج کیفی آب منطقه در جدول ۲ آورده شده است. هر کرت آزمایشی شامل سه ردیف به طول هفت متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتیمتر بوده و بذور ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌صورت دستی بر روی ردیف‌ها کشت شدند. تمامی عملیات زراعی از قبیل آبیاری و وجین علف هرز از زمان کاشت تا استقرار کامل گیاه (مرحله ۶ تا ۸ برگی) برای هردو آزمایش نرمال و تحت تنش شوری به‌صورت یکسان انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (شرایط نرمال و تنش شوری)

Table 1. Physical and chemical properties of test soil (normal conditions and salinity stress)

	هدایت الکتریکی Ds/m	اسیدیته	مواد خنثی شونده %	کربن آلی %	منیزیم PPM	نیترات PPM	آمونیوم PPM	کلسیم PPM	فسفر PPM	پتاسیم PPM	بافت خاک
نرمال	۱/۲	۷/۹	۰/۱۸	۱/۴۱	۳/۶	۲۰/۶۷	۱۳/۴۲	۵/۳۳	۱۳/۱۶	۴۱۷	سیلت لوم
شوری	۱۸/۸۴	۸/۵	۱۱	۰/۷۲	۱۶	–	–	۱۴	۸/۳	۲۵۰	سیلت لوم

جدول ۲- کیفیت آب آبیاری محل انجام آزمایش

Table 2. Irrigation water quality at the test site

pH	Ec Ds/m	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	Na^+
۸/۴	۰/۵۴۸	–	۴/۴	۱/۲	۱/۲	۳/۲	۱۵	–	۳/۷

(واحد آنیون‌ها و کاتیون‌ها برحسب میلی‌اکی والان بر لیتر است)

صفات اندازه‌گیری شده

مقدار نسبی آب برگ برحسب درصد به‌روش مورانت مانسیو و همکاران (۱۳) با استفاده از دیسک‌های برگی و فرمول زیر (رابطه ۱) اندازه‌گیری شد.

رابطه ۱: $RWC = [(WF - WD)/ (WT - WD)] \times ۱۰۰٪$

در این رابطه WF وزن تازه برگ، WT وزن تورژسانس برگ و WD وزن خشک برگ می‌باشد.

میزان نسبی آب از دست‌رفته برگ برحسب گرم آب ازدست‌رفته با استفاده از فرمول زیر (رابطه ۲) محاسبه شد (۲۷):

رابطه ۲: $RWL=[(FW-WW)/DW] \times [(t_1-t_2)/60]$

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

که در آن FW وزن تر برگ، WW وزن پژمردگی، DW وزن خشک، t_1 زمان لازم برای پژمردگی و t_2 زمان لازم برای خشک‌شدن است.

شاخص شادابی برگ (گرم بر گرم وزن خشک) حاصل تفاضل وزن خشک برگ از وزن‌تر برگ بر سطح برگ می‌باشد (۱۷). وزن ویژه برگ (گرم بر سانتی‌مترمربع) از تقسیم وزن خشک برگ بر سطح برگ، برحسب گرم بر سانتی‌متر مربع به‌دست آمد (۱۹). پس از شستشوی ریشه‌ها و توزین آن‌ها، خمیر ریشه (پلپ) تهیه شد. عملکرد قند (تن در هکتار) به‌روش پلاریمتری، مقدار پتاسیم و سدیم (میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) به‌روش فلیم‌فتومتری و مقدار ازت مضره (میلی‌اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) به‌روش عدد آبی اندازه‌گیری شدند. درصد قند در ملاس با استفاده از فرمول راینفلد و همکاران (۲۲) برآورد و عملکرد قند ناخالص SY (تن در هکتار، رابطه ۳)، ضریب استحصال قند WSC (درصد، رابطه ۴) و عملکرد قند خالص WSY (تن در هکتار، رابطه ۵) توسط روابط زیر محاسبه شد.

رابطه ۳:

SY= عملکرد ریشه × درصد قند ناخالص

رابطه ۴:

WSC=درصد قند (ضایعات قند در کارخانه+درصد قند ملاس) − درصد قند

رابطه ۵:

WSY= درصد قند خالص × عملکرد ریشه

برای تعیین مقادیر درصد قند، سدیم، پتاسیم و نیتروژن از دستگاه رفراکتومتر بتالایزر نوع OR-KERNCHN مرکب از بخش‌های پلاریمتر، فتومتر و فلیم‌فتومتر استفاده گردید.

آلکالیته یا ضریب قلیائی‌ات AC (درصد) نمونه‌های مورد آزمایش بر مبنای رابطه پولاخ (رابطه ۶) محاسبه شد. K میزان پتاسیم، Na میزان سدیم و N ازت مضره

رابطه۶: $AC=K+Na/N$

شربت بر مبنای رابطه زیر (رابطه ۷) صورت گرفت.

رابطه ۷:

$$\text{خلوص شربت} = \frac{\text{درصد قند خالص یا قابل استحصال}}{\text{درصد قند ناخالص یا کل}} \times 100$$

میزان قند ملاس از طریق مقادیر به‌دست‌آمده مربوط به میزان‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن موجود در ریشه توسط کامپیوتر و بر اساس فرمول راین فیلد و همکاران (۲۲) (رابطه ۸) محاسبه گردید.

رابطه ۸:

میزان قند ملاس = ۰/۳۴(سدیم+پتاسیم)+(۰/۰۹۴ازت)−۰/۱

پس از جمع‌آوری داده‌ها و آزمودن نرمال بودن، رابطه بین صفات از طریق تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت در دو شرایط نرمال و شوری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS وSPSS بررسی گردید.

نتایج و بحث

بررسی همبستگی بین صفات

در شرایط نرمال عملکرد ریشه با عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و با عیار قند و نسبت پتاسیم به سدیم همبستگی منفی نشان داد (جدول ۳). در شرایط تنش شوری بین عملکرد ریشه با عملکرد قند، عملکرد قند خالص، نسبت پتاسیم به سدیم و محتوای آب نسبی برگ همبستگی مثبت و با میزان سدیم و قند ملاس همبستگی منفی مشاهده شد (جدول ۳). تغییر شرایط محیطی باعث تغییر در روابط بین عملکرد ریشه و برخی صفات شده است به‌عنوان‌مثال همبستگی بین عملکرد ریشه و نسبت پتاسیم به سدیم در شرایط نرمال منفی و در شرایط شوری مثبت است.

عیار قند در هر دو شرایط با میزان ازت مضره، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی مثبت و با ضریب قلیائی‌ات همبستگی منفی نشان داد. همچنین در شرایط نرمال با میزان سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم همبستگی مثبت و با عملکرد ریشه و قند ملاس همبستگی منفی نشان داد (جدول ۳). وجود رابطه منفی بین وزن ریشه و عیار قند مانع از اصلاح هم‌زمان عملکرد و عیار قند چغندرقند می‌گردد (۴،۲۴).

در شرایط نرمال و تنش شوری عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه همبستگی مثبت داشت ولی تنها در شرایط تنش شوری با عملکرد قند، نسبت پتاسیم به سدیم و خلوص شربت همبستگی مثبت و با عملکرد قند، قند ملاس و میزان سدیم همبستگی منفی نشان داد (جدول ۳).

در شرایط نرمال همبستگی خاصی بین عملکرد قند با بقیه صفات مشاهده نشد ولی در شرایط تنش شوری با عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، نسبت سدیم به پتاسیم، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی مثبت و با میزان سدیم و قند ملاس همبستگی منفی نشان داد (جدول ۳). رنجی و پرویزی آلمانی (۲۱) نتیجه گرفتند که عملکرد ریشه، درصد قند و شکر سفید در هکتار با یکدیگر و هم‌چنین با ازت، سدیم و پتاسیم همبستگی دارند. در تحقیق این افراد، عملکرد قند در هکتار همبستگی مثبتی با عملکرد ریشه داشت و در اراضی شور عملکرد قند تحت‌تأثیر عملکرد ریشه و درصد قند بود. طبق نظر آن‌ها کاهش عملکرد ریشه موجب بالا رفتن درصد قند شده و این معیار به‌نوبه خود منجر به بالا رفتن شکر سفید در هکتار می‌شود درصورتی‌که در اراضی معمولی شکر سفید بیشتر تحت تأثیر عملکرد ریشه بوده و همبستگی درصد قند با ازت به‌صورت منفی است. این محققین هم‌چنین بیان نمودند ازت مضره با سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری همبستگی مثبتی بین میزان سدیم با ضریب قلیائی‌ات، قند ملاس، ازت مضره و همبستگی منفی با نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت مشاهده‌شد. در شرایط نرمال همبستگی منفی با عیار قند نیز وجود داشت. همچنین در تنش شوری نیز همبستگی مثبت با قند ملاس و همبستگی منفی با عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد قند خالص، نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت دیده شد (جدول ۳). وجود رابطه منفی بین میزان

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

سدیم و صفات کیفی چغندرقند توسط برادران فیروزآبادی و همکاران (۱) نیز گزارش شده است.

در شرایط نرمال بین صفت میزان پتاسیم با نسبت پتاسیم به سدیم و قند ملاس همبستگی مثبتی وجود داشت. همچنین در شرایط تنش شوری نیز بین این صفت با قند ملاس همبستگی مثبت و با محتوای آب نسبی همبستگی منفی دیده شد (جدول ۳). سدیم و پتاسیم هر دو جزء مواد غیر قندی محلول در چغندرقند می‌باشند که غلظت آن‌ها تحت تنش افزایش و درنتیجه کیفیت ریشه کاهش می‌یابد (۱۱). به نظر می‌رسد در شرایط شور با ایجاد محیط رقابتی بین جذب سدیم و پتاسیم، ژنوتیپ‌هایی که توان جذب پتاسیم بیشتری نسبت به سدیم داشته باشند، با ایجاد تعادل اسمزی بهتر باعث افزایش عملکرد ریشه و درنتیجه عملکرد قند می‌شوند (۱۱). برادران فیروزآبادی و همکاران (۱) نیز به اهمیت نقش مهم‌تر سدیم نسبت به بقیه مواد محلول غیر قندی تحت تنش اشاره کرده‌اند.

در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری بین صفت نسبت پتاسیم به سدیم با درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی مثبت و با قند ملاس و میزان سدیم همبستگی منفی وجود داشت. همچنین در شرایط نرمال با عیار قند، میزان پتاسیم، ازت مضره همبستگی مثبت و با عملکرد ریشه و ضریب قلیائی‌ات همبستگی منفی دیده شد. به‌همین ترتیب در شرایط شوری نیز با عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند خالص نیز همبستگی مثبتی مشاهده شد (جدول ۳). نیازیان و همکاران (۱۶) همبستگی بین قند ملاس و درصد قند قابل استحصال را منفی و بسیار معنی‌دار نشان دادند. به‌نظر گورهام (۱۰) نسبت پتاسیم به سدیم وابستگی نزدیکی با میزان ورود نمک دارد و همبستگی آن با تحمل به نمک درواقع، تنظیم انتخابی یون است و سدیم می‌تواند جایگزین پتاسیم برای جذب شود. به اعتقاد برسان و همکاران (۳) مکانیسم‌های مشابهی ممکن است برای هر دو یون انجام پذیرد. سطوح پتاسیم در بافت‌های توسعه‌یافته در اکثر گونه‌های گیاهی با تحمل به نمک ارتباط دارد. همچنین به نظر کلارک و همکاران (۵) ممکن است که شاخص پتاسیم به سدیم با تحمل به شوری ارتباط داشته باشد. به‌نظر می‌رسد در داخل گیاهان هالوفیت یک همبستگی مثبت بین میزان ورود سدیم و تحمل به نمک وجود داشته باشد.

در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری بین ازت مضره با عیار قند و درصد قند قابل استحصال همبستگی مثبت و با ضریب قلیائی‌ات همبستگی منفی مشاهده شد. همچنین در شرایط نرمال بین این صفت با میزان سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم همبستگی مثبت و با خلوص شربت همبستگی منفی دیده شد. در شرایط تنش شوری نیز بین ازت مضره با محتوای آب ازدست‌رفته برگ همبستگی منفی مشاهده شد (جدول ۳). رنجی و پرویزی آلمانی (۲۱) همبستگی درصد قند با ازت را به‌صورت منفی گزارش و نشان دادند که ازت مضره با سدیم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

در شرایط نرمال بین ضریب قلیائی‌ات با میزان سدیم و قند ملاس همبستگی مثبت و با ازت مضره، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی منفی مشاهده شد. همچنین در شرایط تنش شوری همبستگی مثبت با محتوای آب ازدست‌رفته برگ و همبستگی منفی با عیار قند، عملکرد قند خالص، عملکرد قند، ازت مضره و درصد قند قابل استحصال دیده شد (جدول ۳).

در هر دو شرایط نرمال و تنش درصد قند قابل استحصال با عیار قند، نسبت پتاسیم به سدیم و خلوص شربت همبستگی مثبت و با میزان سدیم، ازت مضره، ضریب قلیائی‌ات و قند ملاس همبستگی منفی داشت (جدول ۳).

در هر دو شرایط نرمال و تنش خلوص شربت با عیار قند، نسبت پتاسیم به سدیم و درصد قند قابل استحصال همبستگی مثبت و با صفات میزان سدیم و قند ملاس همبستگی منفی نشان داد. همچنین در شرایط نرمال با ازت مضره و ضریب قلیائی‌ات همبستگی منفی و در شرایط تنش با عملکرد قند همبستگی مثبت مشاهده شد (جدول ۳).

در هر دو شرایط نرمال و تنش قند ملاس با میزان سدیم و میزان پتاسیم همبستگی مثبت و با صفات نسبت پتاسیم به سدیم، درصد قند قابل استحصال و خلوص شربت همبستگی منفی نشان داد. همچنین در شرایط نرمال با ضریب قلیائی‌ات همبستگی مثبت و با عیار قند همبستگی منفی مشاهده شد. به‌همین ترتیب در شرایط تنش نیز با عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند خالص همبستگی منفی مشاهده شد (جدول ۳). از آنجا که ناخالصی‌های ازت مضره، پتاسیم و سدیم در درصد قند ملاس تاثیر دارند و با افزایش میزان این ناخالصی‌ها قند ملاس نیز افزایش می‌یابد درنتیجه همبستگی این صفات با درصد قند ملاس مثبت و معنی‌دار شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

جدول ۳- همبستگی صفات در شرایط نرمال و شوری (پای مثلث پایین نرمال و پای مثلث بالا تنش شوری)

Table 3. Correlation between traits in normal and Saline conditions (Low triangle of normal conditions and high triangle of salinity stress)

SLW	LA	Suc I	RWL	RWC	Ms	Pur	WSC	Alk	N	K/Na	K	Na	WSY	SY	SC	RY	
۰/۲۴	۰/۰۶	۰/۳۴	۰/۲۸	۰/۳۷*	−۰/۳۹*	۰/۲۲	۰/۰۵	−۰/۰۸	−۰/۰۴	۰/۴۸**	−۰/۱۴	−۰/۵۱**	۰/۹۷**	۰/۸۹**	−۰/۱۷	۱	RY
۰/۱۴	−۰/۱۴	۰/۰۹	−۰/۳۲	−۰/۳۱	۰/۰۵	۰/۵۸**	۰/۸۶**	−۰/۷۷**	۰/۷۱**	۰/۲۵	۰/۲	−۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۲	۱	−۰/۳۷*	SC
۰/۲۶	۰/۰۶	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۲۹	−۰/۵۴**	۰/۵۷**	۰/۴۵*	−۰/۳۱	۰/۱۵	۰/۶۱**	۰/۱۹	−۰/۶۷**	۰/۹۶**	۱	۰/۱۵	−۰/۲	SY
۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۳۱	۰/۲	۰/۳۱	−۰/۳۹**	۰/۳۶	۰/۲۶	−۰/۲۷	۰/۱۴	۰/۵۴**	−۰/۱۲	−۰/۵۶**	۱	−۰/۱۱	۰/۳۲	۰/۷۶**	WSY
−۰/۲۴	−۰/۱۶	−۰/۲۵	−۰/۱۸	−۰/۲	۰/۸**	−۰/۷۶**	−۰/۵۳**	۰/۱۵	۰/۰۲	−۰/۸۳**	۰/۲	۱	−۰/۱۲	−۰/۱۹	−۰/۵۷**	۰/۲۷	Na
−۰/۲۴	۰/۰۶	−۰/۲۹	−۰/۲۳	−۰/۳۹*	۰/۵۸**	−۰/۳۲	−۰/۱	−۰/۳۳	۰/۴	۰/۳۳	۱	−۰/۰۶	−۰/۱۸	−۰/۱	۰/۱۲	−۰/۲۶	K
۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۹	−۰/۴۵*	۰/۵۵**	۰/۴۵*	−۰/۳۳	۰/۲۴	۱	۰/۵۹**	−۰/۸**	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۵۸**	−۰/۳۶*	K/Na
۰/۰۹	−۰/۱۳	−۰/۱۴	−۰/۴۶*	−۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۱۶	−۰/۴۵*	−۰/۹۵**	۱	۰/۵۱**	۰/۲۳	۰/۵۸**	۰/۱۹	۰/۳۳	۰/۴۴*	−۰/۱۲	N
۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۴۲*	۰/۲۲	−۰/۱۷	−۰/۳۳	−۰/۶**	۱	−۰/۹۱**	−۰/۶۲**	−۰/۰۸	۰/۸۳**	−۰/۱۶	−۰/۳۱	−۰/۵۵**	۰/۲۳	Alk
۰/۲۱	−۰/۰۷	۰/۰۴	−۰/۱۱	−۰/۱۵	−۰/۴۷**	۰/۹**	۱	−۰/۶۶**	−۰/۴۶*	۰/۶**	−۰/۰۸	−۰/۷۶**	۰/۳۲	۰/۱۹	۰/۹۵**	−۰/۳۳	WSC
۰/۲	۰/۰۷	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۳	−۰/۷۶**	۱	۰/۹۲**	−۰/۷۲**	−۰/۴۶*	۰/۵**	−۰/۳	−۰/۸۵**	۰/۳۲	۰/۲	۰/۷۶**	−۰/۲۱	Pur
−۰/۱۷	−۰/۱	−۰/۲۴	−۰/۳۳	−/۲۴	۱	−۰/۹**	−۰/۶۹**	۰/۶۲**	۰/۳۱	−۰/۳۹*	۰/۴۹**	۰/۸۴**	−۰/۱۹	−۰/۱۹	−۰/۴۲*	۰/۱	Ms
−۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۲	۱	−۰/۱	۰/۰۱	−۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۲۳	−۰/۲۳	−۰/۲۳	۰/۰۵	−۰/۱۸	۰/۰۴	−۰/۱۴	−۰/۰۸	RWC
۰/۰۳	۰/۳۹*	۰/۲	۱	−۰/۱۹	۰/۰۴	−۰/۰۸	−۰/۰۶	۰/۲۱	−۰/۱۶	−۰/۲۲	−۰/۲۴	۰/۲	۰/۰۴	−۰/۲۹	−۰/۰۶	۰/۰۹	RWL
۰/۹۱**	−۰/۴۲*	۱	۰/۲	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۰۹	۰	−۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۵	۰	۰/۱۱	۰/۲	−۰/۱۵	Suc I
−۰/۵۴**	۱	۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۲۵	−۰/۱۳	۰	−۰/۱۲	۰/۰۶	−۰/۱۱	−۰/۲	−۰/۲۷	۰/۰۳	−۰/۱۲	۰/۱	−۰/۲۱	۰/۰۲	LA
۱	−۰/۳۳	۰/۶**	−۰/۳۹*	۰/۰۶	۰/۱۵	۰	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۲۴	۰/۲۳	−۰/۱۳	SLW

RY: عملکرد ریشه، SC: عیار قند، WSY: عملکرد قند خالص، SY: عملکرد قند، Na: میزان سدیم، K: میزان پتاسیم، K/Na: نسبت پتاسیم به سدیم، N : ازت مضره، Alk: ضریب قلیائی‌ات، WSC: درصد قند قابل استحصال، Pur (Purity): خلوص شربت، MS: درصد قند ملاس، RWC: محتوای آب نسبی، RWL میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، Suc I: شاخص شادابی برگ، LA: مساحت سطح برگ، SLW: وزن ویژه برگ،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

تجزیه رگرسیون

برای تفکیک نقش اجزای تشکیل‌دهنده صفات اندازه‌گیری شده، از روش رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد در گام اول متغیر عملکرد ریشه به‌عنوان متغیر تابع و سایر متغیرها به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. همین وضعیت برای عملکرد قند نیز تکرار شد. برای هر یک از متغیرهای مستقل فاکتور تورم واریانس (VIF) محاسبه و معلوم گردید که بین متغیرهای مستقل، هم‌خطی وجود ندارد. بنابراین تمامی صفات موردمطالعه در هر دو شرایط محیطی و هر دو متغیر عملکرد ریشه و عملکرد قند وارد مدل شدند. نتایج به‌صورت زیر بود.

شرایط نرمال: وقتی عملکرد ریشه به‌عنوان متغیر تابع در نظر گرفته شد (جدول ۴) صفات عملکرد قند خالص و عیار قند درمجموع ۹۹ درصد از تغییرات ریشه را توجیه نموده و اثر معنی‌داری بر آن داشتند. ولی وقتی عملکرد قند به‌عنوان متغیر تابع در نظر گرفته شد (جدول ۵) صفات عملکرد ازت مضره، میزان آب ازدست‌رفته برگ و میزان پتاسیم درمجموع ۸۳ درصد از تغییرات ریشه را توجیه نموده و تمامی صفات اثر معنی‌داری بر آن داشتند. در هر دو متغیر تابع، صفات یکسانی وارد مدل نمی‌شوند.

شرایط تنش: وقتی عملکرد ریشه به‌عنوان متغیر تابع در نظر گرفته می‌شود (جدول ۴) صفات عملکرد قند خالص، عیار قند، عملکرد قند، خلوص شربت و میزان ازت مضره درمجموع ۹۹ درصد از تغییرات ریشه را توجیه می‌کنند و به‌غیراز صفت ازت مضره بقیه صفات اثر معنی‌داری روی عملکرد ریشه دارند. ولی وقتی عملکرد قند به‌عنوان متغیر تابع در نظر گرفته می‌شود (جدول ۵) تنها صفات عملکرد قند خالص و خلوص شربت وارد مدل شده و ۹۸ درصد تغییرات را توجیه کرده و هردوی صفات معنی‌دار بودند. با توجه به نتایج صرف داشتن همبستگی با صفت متغیر مستقل دلیلی برای داشتن رابطه با این صفت نخواهد بود. غفاری و همکاران (۸) با استفاده از تجزیه رگرسیون نشان دادند که عملکرد ریشه، عیار قند، میزان سدیم و پتاسیم بیش از ۹۹ درصد تغییرات عملکرد شکر سفید را در شرایط تنش خشکی توجیه می‌کنند. واحدی و همکاران (۲۵) با استفاده از روش تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام دریافتند زمانی که عملکرد ریشه به‌عنوان متغیر تابع در نظر گرفته می‌شود صفات عملکرد شکر سفید، عملکرد شکر، عیار قند و شکر قابل استحصال درمجموع ۹۹/۹۱ درصد از تغییرات ریشه را توجیه نموده و اثر معنی‌داری بر آن دارند. قاسمی و همکاران (۹) روی ارقام مونوژرم چغندرقند نشان دادند که در بهترین مدل برازش شده، متغیرهای میانگین قطر ریشه در مرحله استقرار و رشد برگ، سطح مخصوص برگ در مرحله استقرار، وزن خشک ریشه در مرحله استقرار و وزن خشک دم برگ در مرحله توسعه ریشه بیشترین تاثیر معنی‌دار را روی عملکرد قند سفید داشتند. در این مدل ضریب تبیین مدل ۹۸/۴ درصد محاسبه شد، به‌عبارت‌دیگر ۹۸/۴ درصد از تغییرات عملکرد شکر سفید ارقام تجاری مونوژرم موردمطالعه با تغییرات صفات ذکرشده قابل توجیه بودند، به‌طوری‌که از بین این متغیرها، میانگین قطر ریشه و وزن خشک ریشه در مراحل ذکرشده دارای اثرات مثبت و وزن خشک دم برگ و سطح ویژه برگ دارای اثرات منفی بر عملکرد قند خالص بودند.

جدول ۴- رگرسیون گام‌به‌گام صفات با عملکرد ریشه در شرایط شوری و نرمال

Table 4. Stepwise regression between root yield and other traits in normal and saline conditions

شرایط نرمال				شرایط شوری			
R^2 Adjust	میانگین مربعات	درجه آزادی	منبع تغییر	R^2 Adjust	میانگین مربعات	درجه آزادی	منبع تغییر
۰/۹۹	۴۶۹/۴**	۲	رگرسیون	۰/۹۹	۲۴۹/۶**	۵	رگرسیون
	۰/۱۵۱	۱۳	باقیمانده		۰/۴۲	۱۰	باقیمانده
		۱۵	کل			۱۵	کل
ضریب رگرسیون	صفات واردشده به مدل			ضریب رگرسیون	صفات واردشده به مدل		
۷۰/۹۶**±۱/۴۱	ضریب ثابت			۱۰/۳۲**±۲/۶۷	ضریب ثابت		
۷/۴۶**±۰/۱۰۲	WSY			۷/۲۹**±۰/۵۹	WSY		
−۵/۲۹**±۰/۱۰۳	SC			−۰/۷۶**±۰/۱۶	SC		
				−۳/۵۷**±۰/۹۷	SY		
				۰/۱۰۱*±۰/۰۴۷	Pur		
				−۰/۲۱۵±۰/۱۳۹	N		

SC: عیار قند، WSY: عملکرد قند خالص، SY: عملکرد قند، N: ازت مضره، Pur: خلوص شربت

جدول ۵- رگرسیون گام‌به‌گام صفات با عملکرد قند در شرایط نرمال و شوری

Table 5. Stepwise regression between sugar yield and other traits in normal and saline conditions

شرایط نرمال				شرایط شوری			
R^2 Adjust	میانگین مربعات	درجه آزادی	منبع تغییر	R^2 Adjust	میانگین مربعات	درجه آزادی	منبع تغییر
۰/۸۳۳	۱/۴۵۶**	۳	رگرسیون	۰/۹۸	۱۱/۱۲**	۲	رگرسیون
	۰/۲۸۷	۱۲	باقیمانده		۰/۰۱۷	۱۳	باقیمانده
		۱۵	کل			۱۵	کل
ضریب رگرسیون	صفات واردشده به مدل			ضریب رگرسیون	صفات واردشده به مدل		
۸/۶۴**±۲/۰۸	ضریب ثابت			−۲/۱۲**±۰/۲۰۵	ضریب ثابت		
۰/۶۹۶**±۰/۲۶۷	N			۰/۶۰۲**±۰/۰۲	WSY		
−۱/۴۳**±۰/۸۶۵	RWL			۰/۰۳۶**±۰/۰۰۴	Pur		
−۰/۴۰۹**±۰/۳	K						

WSY: عملکرد قند خالص، K: میزان پتاسیم، N: ازت مضره، Pur: خلوص شربت، RWL: میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

تجزیه علیت

شرایط نرمال: با در نظر گرفتن عملکرد ریشه به‌عنوان صفت وابسته (جدول ۶) مشاهده شد که عملکرد قند خالص دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و عیار قند دارای بیشترین اثر مستقیم منفی بر روی عملکرد ریشه بودند. همچنین عیار قند از طریق عملکرد قند خالص دارای اثر غیرمستقیم مثبت و عملکرد قند خالص از طریق عیار قند دارای اثر غیرمستقیم منفی روی عملکرد ریشه بودند. وقتی عملکرد قند به‌عنوان صفت وابسته در نظر گرفته شد میزان ازت مضره دارای اثر مستقیم مثبت و محتوای آب ازدست‌رفته برگ و میزان پتاسیم دارای اثر مستقیم منفی روی عملکرد قند بودند. اثر غیرمستقیم قابل‌توجهی در هیچ‌کدام از صفات مشاهده نشد. یونان و همکاران (۲۶) نشان دادند که صفت وزن برگ دارای اثر مستقیم و فراوان بر روی عملکرد ریشه است و می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به‌عنوان معیار گزینش جهت بهبود عملکرد ریشه در چغندر موردتوجه قرار گیرد. واحدی و همکاران (۲۵) با انجام تجزیه علیت مشاهده کردند صفات عملکرد قند ناخالص و درصد قند خالص دارای اثر مثبت مستقیم و صفات عیار قند و عملکرد قند خالص دارای اثر مستقیم منفی و معنی‌دار بر عملکرد ریشه بودند. نتایج تجزیه علیت بر اساس مطالعات اودا سوهیر (۱۸) هنگامی‌که عملکرد قند به‌عنوان صفت تابع در نظر گرفته شد، نشان داد عملکرد ریشه و درصد ساکارز دارای بیشترین اثر و سایر صفات دارای اثرات ناچیز و قابل‌اغماض می‌باشند.

شرایط تنش شوری: با در نظر گرفتن عملکرد ریشه به‌عنوان صفت وابسته (جدول ۷) مشاهده شد که عملکرد قند خالص دارای بیشترین اثر مثبت و مستقیم بر روی عملکرد ریشه است. همچنین صفت عملکرد قند دارای اثر مستقیم منفی بالایی بر عملکرد ریشه می‌باشد. صفات عملکرد قند، خلوص شربت و ازت مضره از طریق عملکرد قند خالص دارای بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت بر روی عملکرد ریشه هستند که این اثر غیرمستقیم برای عملکرد قند چشمگیر است. همچنین صفات عملکرد قند خالص و خلوص شربت از طریق صفت عملکرد قند دارای بیشترین اثر غیرمستقیم منفی بر روی عملکرد ریشه هستند.

وقتی عملکرد قند به‌عنوان صفت وابسته در نظر گرفته شد (جدول ۷) عملکرد قند خالص و خلوص شربت دارای بیشترین اثر مثبت و مستقیم بر روی عملکرد قند بودند. همچنین خلوص شربت از طریق عملکرد قند خالص دارای اثر غیرمستقیم مثبت بر روی عملکرد قند می‌باشد.

نصری و همکاران (۱۵) نشان دادند که صفت وزن تر برگ بالاترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد ریشه داشت. بشیری و همکاران (۲) در شرایط نرمال عملکرد ریشه، درصد قند خالص و ازت مضره و تحت شرایط شوری صفات درصد قند خالص و ازت مضره را به‌عنوان تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد قند خالص معرفی کردند. شریفی (۲۳) در بررسی همبستگی و تجزیه علیت عملکرد شکر سفید با برخی صفات تحت رژیم‌های آبیاری در ژنوتیپ‌های چغندرقند نشان‌داد در شرایط بدون تنش، درصد قند، سدیم، ضریب استحصال و دمای سایه‌انداز گیاهی اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد شکر سفید نشان دادند، در شرایط تنش ملایم علاوه بر صفات ذکرشده، پتانسیل اسمزی و فشاری دارای اثرات مستقیم بالا بودند. در شرایط تنش شدید به‌غیراز نیتروژن آمینه و دمای سایه‌انداز گیاهی، سایر صفات تقریباً دارای اثرات مستقیم بالایی بر عملکرد شکر سفید بودند.

جدول ۶- تجزیه علیت برای عملکرد ریشه و قند در شرایط نرمال

Table 6. Path analysis for root and sugar yield under normal conditions

عملکرد ریشه(Root Yield)			
صفات	WSY	SC	همبستگی
WSY	۰/۹۷۵	-۰/۲۱۵	۰/۷۶
SC	۰/۳۰۸	-۰/۶۸۲	-۰/۳۷۴

عملکرد قند (Sugar Yield)				
صفات	N	RWL	k	همبستگی
N	۰/۳۳۹	۰/۰۴۸	-۰/۰۵۸	۰/۳۳۹
RWL	-۰/۰۵۵	-۰/۲۹۷	۰/۰۶	-۰/۲۹۲
k	-۰/۰۷۹	۰/۰۷۲	-۰/۲۴۸	-۰/۰۹۷

اعدادی که مشخص‌شده‌اند اثرات مستقیم می‌باشند.

WSY: عملکرد قند خالص، K: محتوای پتاسیم، RWL: میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ، N: ازت مضره، SC: عیار قند

جدول ۷- تجزیه علیت برای عملکرد ریشه و قند در شرایط شوری

Table 7. Path analysis for root and glucose yield under saline conditions

عملکرد ریشه (Root Yield)						
صفات	WSY	SC	SY	Pur	N	همبستگی
WSY	۱/۴۱۱	-۰/۰۱۲	-۰/۴۶	۰/۰۳۵	-۰/۰۰۷	۰/۹۶۶
SC	۰/۰۹۵	-۰/۱۳۶	-۰/۰۹۶	۰/۰۵۶	-۰/۰۳۵	-۰/۱۶۶
SY	۱/۳۵۴	-۰/۰۳۷	-۰/۴۷۹	۰/۰۵۵	-۰/۰۰۷	۰/۸۸۶
Pur	۰/۵۱۲	-۰/۱۰۸	-۰/۲۷۴	۰/۰۹۶	-۰/۰۰۸	۰/۲۱۹
N	۰/۲۰۱	-۰/۱۳۳	-۰/۰۷۲	۰/۰۱۵	-۰/۰۴۹	-۰/۰۳۷

عملکرد قند (Sugar Yield)			
صفات	WSY	Pur	همبستگی
WSY	۰/۸۶۷	۰/۰۹۳	۰/۹۶
Pur	۰/۳۱۵	۰/۲۵۷	۰/۵۷۲

اعدادی که مشخص‌شده‌اند اثرات مستقیم می‌باشند

WSY: عملکرد قند خالص،SC : عیار قند، SY: عملکرد قند، N: ازت مضره، Pur: خلوص شربت

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی تجزیه‌های چند متغیره تصویر مفیدی برای درک ارتباطات عملکرد و صفات مهم وابسته در تمامی گیاهان زراعی ازجمله چغندرقند تحت شرایط تنش‌های زیستی و غیرزیستی ارائه می‌دهند. بر اساس نتایج حاصل، در شرایط نرمال، صفات عملکرد قند، عیار قند، میزان ازت، میزان پتاسیم و میزان نسبی آب ازدست‌رفته بر روی عملکرد ریشه و قند تاثیرگذار هستند ولی در شرایط تنش شوری صفات عملکرد قند، عیار قند، عملکرد قند خالص، ازت مضره و خلوص شربت بیشترین تاثیرگذاری را بر عملکرد قند و ریشه نشان دادند. مشاهده می‌شود که تنها با اختلاف یک یا دو صفت، صفات یکسانی بر عملکرد ریشه و قند چغندرقند تاثیرگذار هستند و اصلاح در جهت افزایش این صفات قادر است عملکرد ریشه و قند بوته را به نحو مطلوبی افزایش دهد. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به کمی بودن صفات و اثر بالای محیط بر آن‌ها و همچنین به‌دلیل این‌که ارقام موردمطالعه برای اولین بار در شرایط آب و هوایی منطقه مورد آزمایش کشت‌شده‌اند، لذا جهت قضاوت بهتر و ارزیابی دقیق‌تر اثر محیط همراه با بررسی روند تغییرات صفات، تکرار آزمایش در مناطق مختلف و در محیط‌های با سطح شوری متفاوت ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع

1. Baradaran Firouzabadi, M., N. Farrokhi and M. Parsaeyan. 2011. Sequential path analysis of some yield and quality components in sugar beet grown in normal and drought conditions. Italian Journal of Agronomy, 6: 44-51.
2. Bashiri, B., T. Mir Mahmoodi and K. Fotohi. 2015. Evaluation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes for their trait associations under saline conditions. Journal of Crop Ecophysiology, 9(2): 243-258.
3. Bressan, R.A., N.K. Singh, A.K. Handa, A. Kononowicz and P.W. Hasegawa. 1985. Stable and unstable tolerance to NaCl in cultured tobacco cells. In: M. Freeling, (ed.) UCLA Symposium Plant Genetics List. New York, NY, USA, 755-769.
4. Campbell, L.G. and D.F. Cole. 1986. Relationship between taproot and crown characteristics and yield and quality traits in sugar beets. Agronomy Journal, 78: 971-973.
5. Clark, M.S., J.M. Luna, N.D. Stone and R.R. Youngman. 1993. Habitat preferences of generalist predators in reduced-tillage corn, Journal of Entomological Science, 28: 404-416.
6. Escribano, M.R., V. Santalla and A.M. De Ron. 1997. Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from northwestern Spain. Euphytica, 93: 71-81.
7. Fotohi, K., M. Mesbah, S.Y. Sadeghian Motahar and A.Z. Ranji. 2010. Path analysis under normal and salt stress conditions in sugar beet germplasm. Journals of Sugar Beet, 26(1): 1-13 (In Persian).
8. Ghafari, E., A. Rajabi, A. Izadi Darbandi, F. Rozbeh and R. Amiri. 2016. Evaluation of new sugar beet monogerm hybrids for drought tolerance. Journal of Crop Breeding, 8(17): 8-16 (In Persian).
9. Ghasemi, H., R. Mohammadian, H. Noushad and M. Danaee. 2010. The study of the effects of some of the morphological and physiological traits on the function of white sugar of six monogerm varieties of sugar beet. Giyah va Zist Bum, 23: 67-80 (In Persian).
10. Gorham, J. 1993. Genetics and physiology of enhanced K/Na discrimination. In P. Randall. (eds). Genetic aspects of plant mineral nutrition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 151-159
11. Harvey, C.W. and J.V. Dutton. 1993. Root quality and processing. In: Cooke D.A. and R.K. Scott (eds). The Sugar Beet crop, London: Chapman and Hall, 571-617.
12. Mansourfar, K. 2008. Advanced Statistical Methods using Applied Software. University of Tehran, Second Edition 459 pp.
13. Morant-Manceau, A., E. Pradier and G. Tremblin. 2004. Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress. Journal of Plant Physiology, 161: 25-33.
14. Nabizadeh, E. and K. Fotohi. 2018. Study of relationships among qualitative and quantitative traits in sugar beet genotypes infected with rhizoctonia. Journal of Crop Breeding, 10(27): 94-103 (In Persian).
15. Nasri, R., A. Kashani, F. Paknejad, M. Sadeghi-Shojae, and S. Ghorbani. 2012. Correlation and path analysis of qualitative and quantitative yield in sugar beet in transplant and direct sowing methods in saline lands. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8: 213-226 (In Persian).
16. Niazian, M., A. Rajabi, R. Amiri, M.R. Orazizadeh and H. Sharifi. 2011. Study of relationship factors affecting root yield and sugar content in sugar beet genotypes o-type for fall planting. Plant Production Journal, 35(2): 135-115.
17. Ober, E.S., M.L. Bloa, C.J.A. Clark, A. Royal, K.W. Jaggard and J.D. Pidgon. 2005. Evaluation of physiological traits as indirect selection criteria for drought tolerance in sugar beet. Field Crops Research, 91: 231-249.
18. Ouda Sohier, M.M. 2005. Yield and quality of sugar beet as affected by planting density and nitrogen vaughan; D Linehan. Plant and Soil, 44: 445-449.
19. Rajabi, A., H. Griffiths, E.S. Ober, W. Kromdijk and J.D. Pidgeon. 2008. Genetic characteristics of water-use related traits in sugar beet, Euphytica, 160: 175-187.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

20. Rajabi, A., M. Moghadam, F. Rahimzadeh, M. Mesbah and Z. Ranji. 2002. Evaluation of genetic diversity in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) populations for agronomic traits and crop quality. Iranian Journal of Agricultural Science, 33(3): 553-567 (In Persian).
21. Ranji, Z.A. and M. Parvizi Almani. 1996. Screening sugar beet progeny lines for salinity tolerance by comparing potential productivity and stress coefficient under saline and normal soils. Journals of Sugar Beet, 12(1): 2-19 (In Persian).
22. Reinefeld, E., A. Emmerich, G. Baumgarten, C. Winner, and U.M. Beig. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rübenanalysen. Zucker, 27: 2-15.
23. Sharifi, M. 2014. Correlation and path analysis performance traits under irrigation regimes white sugar with some sugar beet genotypes. Journal of Plant Ecophysiology, 16(17): 74-88 (In Persian).
24. Theurer, J.C. 1979. Growth patterns in sugar beet production, Journal of the American Society of Sugar beet Technologists, 20(4): 342-367.
25. Vahedi, S., M. Mesbah, V. Yousefabadi, R. Amiri, M.R. Bihamta and M. Dehghan Shoar. 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. Journal of Sugar Beet, 22(2): 19-34 (In Persian).
26. Younan, N.Z., M.H. El-Deeb and M.A. El-Manhaly. 1990. Path coefficient analysis of total soluble solids and root weight in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Minufiya. Journal of Agricultural Research, 15(2): 1921-1929.
27. Zinali, H., E. Naser-Abadi, H. Hossein-zadeh, R. Chugan and M. Sabokdast. 2004. Factor analysis on hybrid of cultivar grain maize, Iranian Journal of Agriculture Science, 36(4): 895-902 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]

Investigation of Relationship between Physiological and Yield Traits by Root and Sugar Yield in Sugar Beet Hybrids under Normal and Salinity Stress Conditions

Abdolmajid Khorshid[1] and Ali Akbar Asadi[2]

1- Agriculture and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREOO), Urmia, Iran, (Corresponding authur: majidkhor1347@gmail.com)
2- Crop and Horticultural Science Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center (AREOO), Zanjan, Iran.
Received: June 13, 2020 Accepted: May 9, 2021

Abstract

To determine the relationship between some physiological and yield traits under salinity stress conditions and screening quantitative indices of salinity tolerance, 28 sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes derived from the cross between full-sib 8001 with moltigerm male-sterile single cross C2 and male-sterile monogerm 231×261 with two control varieties were tested in a randomized complete block design with three replications under salinity and normal conditions at Miandoab Agricultural and Natural Resources Research Station. Relationships between traits with root and sugar yield were investigated using correlation, regression and path analysis. Under normal conditions, root yield showed positive correlation with pure sugar yield and negative correlation with sugar content and potassium to sodium ratio. Under salinity stress conditions, positive correlation was observed between root yield and sugar yield, pure sugar yield, potassium to sodium ratio and relative water content of leaves and negative correlation with sodium content and molasses sugar. Changes in environmental conditions caused change in the relationship between root yield and some traits. The results of regression and path analysis showed that under normal conditions if root yield was variable, sugar content and white sugar yield traits justified the changes, thus, in path analysis white sugar yield had the most positive and direct effect and sugar content had the most direct and negative effect on root yield. However, when sugar yield was variable, the traits potassium content, the relative amount of water loss, and nitrogen content justified the changes and among these traits, nitrogen content had the most positive direct effect and the other two traits had the most negative direct effect on sugar yield. On the contrary, under saline condition, if root yield was variable, sugar yield, white sugar yield, syrup purity, and sugar content explained the changes and white sugar yield had the most positive direct effect and sugar yield had the most negative direct effect on root yield. But, when sugar yield is variable, pure sugar yield and syrup purity justify the changes and white sugar yield had the most positive direct effect on sugar yield.

Keyword: Path analysis, Physiologic traits, Regression analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-16]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.25]