تجزیه علّیت تحت شرایط معمولی و تنش شوری در ژرم‌پلاسم چغندرقند

Path analysis under normal and salt stress conditions in sugar beet germplasm

کیوان فتوحی*[۱]، محمود مصباح[۲]، سیدیعقوب صادقیان مطهر[۲] و ذبیح‌اله رنجی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۹

ک. فتوحی، م. مصباح، س. ی. صادقیان مطهر و ذ.ا. رنجی. ۱۳۸۹. تجزیه علّیت تحت شرایط معمولی و تنش شوری در ژرم‌پلاسم چغندرقند. **مجله چغندرقند ۲۶(۱): ۱۳-۱**

چکیده

شناخت رابطه عملکردریشه در چغندرقند با صفات دیگر از اهمیت خاصی در اصلاح این محصول برخوردار است. تجزیه علّیت یکی‌از روش‌های بسیار مفید کاربردی برای تجزیه ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی و پی‌بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم به‌شمار می‌رود. در این تحقیق، روابط بین عملکرد ریشه، اجزای عملکرد و برخی از صفات مرفولوژیک در چغندرقند مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی، تعداد ۲۰ توده اصلاحی در دو شرایط معمولی و تنش شوری در مزرعه و گلخانه مورد مطالعه قرار گرفتند. کشت در شرایط معمولی با استفاده از خاک مزرعه با هدایت الکتریکی ۱/۱ و اعمال تنش شوری با کاشت در زمین شور با هدایت الکتریکی حدود ۱۲دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. در گلخانه با افزودن نمک طعام، شرایط شوری مشابه فراهم شد. ابتدا همبستگی فنوتیپی بین صفات مطالعه شده با عملکرد ریشه محاسبه شد. سپس با استفاده‌از روش‌های رگرسیونی، مناسب‌ترین مدل برای عملکردریشه تهیه و در نهایت همبستگی عملکرد ریشه با صفات باقیمانده در مدل با استفاده از روش تجزیه علّیت به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک شد. نتایج نشان داد که در شرایط معمولی صفات درصد پوشش سبز و تراکم بوته حدود ۵۶ درصد و در شرایط تنش شوری چهار متغیر سدیم، پتاسیم، درصد پوشش سبز و تراکم بوته ۸۷ درصد ازتغییرات عملکردریشه را تبیین می‌کنند. تجزیه علیّت برای صفت عملکردریشه به عنوان متغیر تابع در شرایط بدون‌تنش و تنش شوری نشان داد که در شرایط معمولی، درصد پوشش سبز دارای اثر مستقیم مثبت و قابل توجه (P=۰/۵۵۳۴) و در شرایط تنش شوری پتاسیم (P=۰/۶۵۹۱) و درصد پوشش سبز (P=۰/۵۹۱۹) دارای اثرات مستقیم مثبت و قابل ملاحظه بود. لذا زمانی‌که به‌نژادگران تعداد زیادی لاین در اختیار داشته باشند، مقدار درصد پوشش سبز و پتاسیم محتوی ریشه راهنمای مؤثری در گزینش سریع، زودهنگام و مؤثر مواد ژنتیکی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: اصلاح، تجزیه علیّت، تنش شوری، چغندرقند، ژرم‌پلاسم، گلخانه

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی *- نویسنده مسئول fot1344@yahoo.com
۲- استاد مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال،کرج
۳- دانشیار مؤسسه تحقیقات چغندرقند، کرج

مقدمه

شوری ازجمله مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که گسترش آن، یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی کشاورزی نوین در ایران محسوب می‌شود (جودمند و همکاران ۱۳۸۶). شوری می‌تواند رشد گیاهان را به‌وسیله پتانسیل‌های پایین آب، سمیّت و عدم تعادل یونی محدود کند (Munns 1993). اثر هریک از عوامل نامبرده در ارتباط با ژنوتیپ و شرایط محیطی می‌تواند متفاوت باشد.

کشت چغندرقند نسبت به بسیاری از گیاهان زراعی در اراضی شور به‌واسطه تحمل این گیاه در برابر شوری ارجحیت دارد. ولی به‌واسطه حساسیت چغندرقند در مرحله جوانه‌زنی و استقرار، دستیابی به تراکم بوته مناسب در واحد سطح زمین با مشکل روبرو می‌شود. تاکنون برای رفع این مشکل در زراعت، راه‌کارهای زراعی گوناگونی ازجمله انجام عملیات زهکشی و اصلاح اراضی، کشت نشائی چغندرقند، کشت بذر در کنار فارو و اخیراً کشت زمستانه و انتظاری بررسی شده است و تاحدودی به‌کارگیری آن‌ها نیز با موفقیت همراه بوده است. بااین حال، این اقدامات برای کشت رقم‌های معمول در سطح وسیعی از کشور که با مشکل شوری مواجه هستند، کافی نخواهد بود. با تولید لاین‌های متحمل به تنش شوری در چغندرقند، می‌توان سطح زیرکشت این محصول را در مناطق شور گسترش داد (مصباح و همکاران ۱۳۷۱).

یکی از مهم‌ترین اثرات سوء شوری بر رشد گیاهان زراعی، تجمع برخی یون‌های سمّی در بافت‌های گیاه است. تفاوت‌های گسترده‌ای در بین و داخل گونه‌های گیاهی از نظر مقاومت به شوری گزارش شده است (فتوحی و همکاران ۱۳۸۵). در بسیاری از گیاهان، سدیم به‌عنوان یک عنصر ضروری محسوب نمی‌شود و افزایش آن در گیاه، مسمومیت سلول را به دنبال دارد. در چغندرقند، این عنصر می‌تواند جایگزین پتاسیم شود ولی قادر نیست اعمال حیاتی پتاسیم را انجام دهد (رنجی و پرویزی ۱۳۷۵). واریته‌های به‌خصوصی از چغندرقند در مقایسه با سایر واریته‌ها، سدیم را به نسبت بیشتری از ریشه به برگ انتقال می‌دهند. مقدار کم سدیم در ریشه چغندرقند تحت‌کنترل ژن‌های غالب است و مقدار پتاسیم محتوی ریشه نیز تحت کنترل عوامل ژنتیکی قرار دارد (Shannon 1984).

سدیم به‌عنوان یک رقیب برای جذب پتاسیم محسوب می‌شود. باید توجه داشت که جایگزینی پتاسیم توسط سدیم شامل تمام جنبه‌های فیزیولوژیک پتاسیم نمی‌شود. در چغندرقند، پتاسیم برای تشکیل کلروفیل در بافت در حال گسترش لازم است. هم‌چنین پتاسیم برای فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز در چغندرقند و اتصال mRNA بر روی پلی‌زوم‌ها در گندم ضرورت مطلق دارد. اما در پاره‌ای از مطالعات، علاوه بر قدرت جایگزینی، تحریک رشد به‌وسیله سدیم در بین بسیاری از گیاهان شایع است. میزان تحریک رشد در میان ژنوتیپ‌های

مختلف وابسته به یک گونه گیاهی متفاوت است. تحریک رشد به‌وسیله سدیم، ناشی از اثر آن بر روی بزرگ شدن سلول‌ها و تعادل آب در گیاه است. سدیم نه‌تنها می‌تواند جایگزین اثر پتاسیم در بقاء و تعدیل پتانسیل داخل واکوئل و در نتیجه، تورژسانس عمومی سلول و نیز بزرگ شدن سلول شود، حتی ممکن است به‌علت امتیازات ویژه نسبت به پتاسیم برتری داشته باشد (Jeschke 1995).

مطالعه اثرات شوری بر گیاهان زراعی نشان داد که غلظت پایین سدیم به پتاسیم و به عبارت بهتر، نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ‌ها و ریشه رابطه نزدیکی با مقاومت به شوری دارد (فتوحی و همکاران ۱۳۸۵ ;Groughan 1990). باید توجه داشت که تفاوت در پاسخ‌های اختصاصی رشد نسبت به سدیم در میان سدیم‌گریزها و سدیم‌پسندها می‌تواند ناشی از تفاوت در جذب و انتقال سدیم به اندام هوایی باشد. مثلاً چغندرقند سدیم را جذب و به آسانی به اندام هوایی انتقال می‌دهد و در آنجا، سدیم می‌تواند به آسانی جایگزین پتاسیم شود. در این شرایط، میزان رشد می‌تواند نسبت به گیاهانی که پتاسیم کافی دریافت نکرده‌اند و یا حتی به اندازه کافی پتاسیم در اختیار داشته‌اند، بیشتر باشند (جودمند و همکاران ۱۳۸۶). به نظر مارچنر (Marschner 1981) افزایش غلظت کلریدسدیم سبب کاهش مقادیر پتاسیم در اندام هوایی نسبت به ریشه چغندرقند می‌شود. وی نشان داد که بین تحمل به نمک و تجمع سدیم و کلر در اندام هوایی همبستگی مثبت وجود دارد.

در برنامه‌های اصلاح نباتات، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد. لذا روش‌های تجزیه و تحلیل که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهش‌گران با ارزش هستند. در این خصوص، استفاده از همبستگی میان صفات متداول است، ولی همبستگی‌ها رابطه علت و معلولی بین صفات را بیان نمی‌کنند، زیرا این ارتباط را تعدادی عامل ناشناخته پدید می‌آورند (Aequaah et al. 1992). بنابراین، به‌نظر می‌رسد زمانی‌که به‌نژادگران تعداد زیادی لاین در اختیار دارند، تعیین روابط بر اساس تجزیه علّیّت می‌تواند کمک مؤثری برای گزینش سریع و زودهنگام مواد ژنتیکی باشد (مبصر و شاهمرادی ۱۳۷۵).

تکنیک تجزیه علّیّت یکی از روش‌های بسیار مفید کاربردی برای تجزیه همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی و پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم محسوب می‌شود (چوگان ۱۳۸۶). تجزیه علّیّت یکی از روش‌های مطالعه اصل علّیّت در میان مجموعه‌ای از متغیرها است. هنگام استناد به مفهوم علّیّت، بایستی پاره‌ای از متغیرها را به عنوان علت و بعضی دیگر را به عنوان معلول در نظر گرفت. توجه به این مطلب ضروری است که برای استنباط مفهوم علّیّت، یکی از شرایط تغییرات همزمان یا کوواریانس بین دو متغیر X و Y است. شرط دیگر آن است که این دو متغیر دارای ترتیب

زمانی باشند یعنی در بین آن‌ها تقدم و تأخر وجود داشته باشد، به‌طوری‌که علت مقدم بر معلول باشد (فرشادفر ۱۳۶۷).

عزیزپور و شریفی (۱۳۸۷) در بررسی تجزیه علّیّت روی صفات کمی و کیفی چغندرقند با درنظر گرفتن عملکرد ریشه به‌عنوان صفت وابسته، نشان دادند تعداد بوته در کرت دارای اثر مستقیم و مثبت و اثر غیرمستقیم و مثبت از طریق نیتروژن بر روی عملکردریشه بود. پتاسیم دارای اثر مستقیم و مثبت و اثرات غیرمستقیم و مثبت از طریق نیتروژن و سدیم و اثر غیرمستقیم و منفی از طریق ضریب استحصال روی درصدقند سفید بود. بساطی و آقایی (۱۳۷۳) تأثیر عناصر سدیم، پتاسیم، نیتروژن و عامل الکالیته را بر روی درصدقند قابل‌استحصال از طریق روش تجزیه علّیّت مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی، مشخص شد بیش‌ترین تأثیر مستقیم و منفی را ضریب قلیائیت بر روی درصدقند قابل‌استحصال دارد. بعداز ضریب قلیائیت، بیش‌ترین تأثیر مستقیم بر روی کاهش قند قابل‌استحصال، مربوط به عنصر سدیم بود. تأثیر غیرمستقیم عنصر پتاسیم از طریق عامل قلیائیت بیشتر از سایر عوامل بود. سدیم بالاترین همبستگی منفی را با قند قابل‌استحصال به خود اختصاص داد. نیتروژن به‌طور مستقیم تأثیر منفی بر روی قند قابل‌استحصال داشت ولی تأثیر این عنصر بر روی قند قابل‌استحصال از طریق سه عامل دیگر مثبت بود. در این بررسی، حدود ۶۶ درصد از تغییرات قند قابل‌استحصال ناشی از اثرات چهار عامل ضریب قلیائیت، پتاسیم، سدیم و نیتروژن بود. یونان و همکاران (Younan et al. 1990) با مطالعه‌ی همبستگی بین صفات مهم زراعی و عملکرد ریشه در چغندرقند و تفکیک آن‌ها به اثرات مستقیم و غیرمستقیم گزارش دادند صفت وزن برگ دارای اثر مستقیم و قابل‌ملاحظه روی عملکردریشه است و می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به‌عنوان معیار گزینش جهت بهبود عملکردریشه در چغندرقند مورد توجه قرار گیرد. نتایج تجزیه علّیّت براساس مطالعات اودا سوهیر (Ouda Sohier 2005) هنگامی‌که عملکرد قند به‌عنوان صفت تابع در نظر گرفته شد، نشان داد عملکردریشه و درصد ساکارز دارای بیشترین اثر و سایر صفات دارای اثرات ناچیز و قابل اغماض هستند. نتایج آرتیسزاک و همکاران (Artyszak et al. 1999) نیز نشان داد عملکرد چغندرقند به عملکرد بیولوژیک وابسته و اثرات مستقیم آلفا- آمینو ازت، میزان خاکستر، درصد ساکارز و ماده‌خشک ریشه ناچیز و قابل‌اغماض است.

این پژوهش به‌منظور ارزیابی عوامل مؤثر بر عملکرد چغندرقند براساس رگرسیون گام به گام و تجزیه علّیّت روی چغندرقند تحت شرایط معمولی و تنش شوری صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در پنج کیلومتری شمال شهرستان

میاندوآب در سال زراعی ۱۳۸۰ انجام گرفت. متوسط دراز مدت سالانه بارندگی، دما و رطوبت نسبی در این ایستگاه به‌ترتیب ۲۷۵ میلی‌متر، ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد و ۶۱/۴ درصد است (جدیدی ۱۳۸۶). بافت خاک مزرعه لوم سیلتی بود. طول جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۴۶ درجه و ۹۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۳۱۴ متر است. این منطقه از نظر تقسیمات آب و هوایی دارای رژیم دمایی مزیک (متوسط دمای سالانه خاک بین ۸ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رژیم رطوبتی زریک (نیمه‌خشک) محسوب می‌شود.

در این بررسی از ۲۰ توده اصلاحی و رگه نتاج که از لحاظ پلوییدی، خاصیت نرعقیمی و تعداد جوانه متفاوت بودند، استفاده شد. تمام این بذرها منشأ ایرانی داشته و در مؤسسه تحقیقات چغندرقند تهیه شده بودند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی عبارت بودند از:

7233-p.29, 7233-p.21, 7223-p.3, 9597-p26, 9597-p.27, 9597-p.58, 9597-p.59, 9597-p.80, PTYP-C2, 24357, OTYP NB1, 41RT, 19669-T, 19669-P.5, C3.3, jot18, Jit13, LIT13, 191, MSTC2.

قبل از اجرای آزمایش، از خاک هر دو مزرعه شرایط نرمال و شرایط شور از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه مرکب تهیه و جهت تجزیه به آزمایشگاه ارسال و سپس نسبت به آماده‌سازی زمین جهت اجرای آزمایش اقدام شد. عملیات آماده‌سازی به‌ترتیب شامل شخم، تسطیح، پخش کود موردنیاز براساس توصیه‌های موجود با توجه به نتایج تجزیه خاک به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم همراه با کاشت و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (نصف هم‌زمان با کشت و نصف به‌صورت سرک)، دیسک، خطکشی و پته‌بندی بود. سپس با استفاده از دستگاه ردیف‌کار آزمایشی آیورد، نسبت به کاشت اقدام شد. دو مرتبه آبیاری در عرض یک هفته بعد از کاشت صورت گرفت و پس از استقرار بوته‌ها در مرحله چهار تا شش برگی، عملیات تنک و وجین و پخش کودسرک اوره انجام شد. کلیه مراحل عملیات داشت مربوط به هریک از مزارع شور و بدون محدودیت شوری شامل آبیاری، کولتیواتور، مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها در حد نیاز صورت پذیرفت.

در طول فصل زراعی، صفات مختلفی شامل درصد پوشش سبز، نمره رشد، تعداد بوته گمشده برای هر خط کشت در هر رقم یادداشت‌برداری شد. میزان شوری در مزرعه بعداز تخلیه ۵۰ درصد از رطوبت قابل‌استفاده خاک تعیین گردید که میانگین آن معادل ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. دامنه تغییرات شوری از زمان آبیاری تا شروع آبیاری مجدد (تخلیه ۷۰ درصد رطوبت قابل‌استفاده) حدود ۴± دسی‌زیمنس بر متر بود.

سه هفته قبل از برداشت، آبیاری مزرعه قطع و محصول کرت‌ها به‌طور جداگانه در اول آبان برداشت و

توزین شد. از محصول هر کرت، تعداد ۳۰ عدد ریشه به صورت تصادفی به عنوان نمونه هر کرت انتخاب، برداشت و سرزنی شد. پس از شستشوی ریشه‌ها و توزین آن‌ها، ۱۵۰ گرم خمیر ریشه در آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب تهیه و بعد از انجماد برای تجزیه‌های آزمایشگاهی و تعیین برخی صفات کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی مؤسسه تحقیقات چغندرقند ارسال شد. در این آزمایشگاه، درصد قند به روش پلاریمتری، مقدار پتاسیم و سدیم به روش فیلم‌فتومتری و مقدار ازت مضره به روش عدد آبی اندازه‌گیری شدند. میزان قند در ملاس با استفاده از فرمول راینفلد و همکاران (Reinfeld et al. 1974) برآورد و عملکرد قند ناخالص (SY)، درصد قند خالص (WSC)، عملکرد قند خالص (WSY) و درصد استحصال شکر محاسبه شدند (برادران فیروزآبادی و همکاران ۱۳۸۲؛ عبداللهیان نوقابی و همکاران ۱۳۸۴).

در شرایط گلخانه، طی آزمایش فاکتوریل با دو عامل ژنوتیپ و شوری (آب مقطر و محلول نمک نماینده شرایط مزرعه شور) با طرح پایه کاملاً تصادفی همراه با محلول غذایی هوگلند اجرا شد. چهار صفت درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قدرت‌جوانه و درصد استقرار برای هر دو محیط (با تنش و بدون تنش) محاسبه شد.

در این مطالعه، ابتدا با استفاده از روش رگرسیون گام به گام جلورونده (Forward) عملکرد ریشه به‌عنوان تابع با کلیه صفات (متغیرهای مستقل) در هر دو محیط معمولی و شور درنظر گرفته شد و سپس صفاتی که در معادله نهایی باقی مانده بودند، وارد تجزیه علّیّت شدند. تجزیه علّیّت در این بررسی با استفاده از روش رایت و دوی‌ولو انجام شد (قنادها ۱۳۷۴).

برای محاسبه ضرایب رگرسیون جزء استاندارد شده (ضرایب علّیّت) یا اثرات مستقیم صفت مستقل i بر روی متغیر وابسته y (P_{iy}) از معادلات نرمال بر مبنای خصوصیات داده‌های استاندارد شده استفاده شد. برای محاسبه اثر غیرمستقیم هر متغیر از طریق متغیرهای موجود در مدل، از رابطه $r_{ij} \cdot P_{yj}$ استفاده شد که در آن، r_{ij} ضرایب همبستگی ساده بین متغیر مستقل (i) و متغیر وابسته (j) و P_{yj} همان ضریب رگرسیون جزء استاندارد شده (اثر مستقیم) بین متغیر مستقل واسطه و متغیر وابسته است. برای محاسبه آثار مربوط به سایر عوامل ناشناخته یا آثار باقیمانده که شامل خطای نمونه‌برداری و اثر صفاتی است که رابطه آن‌ها با عملکرد در نظر گرفته نشده‌اند، از رابطه (۱) استفاده شد:

$$\sum_i P_{iy}^2 + 2\sum_{ij} P_{iy} r_{iy} P_{ij} + P_{xy}^2 = 1$$

رابطه (۱)

در این رابطه، p^2_{xy} جزئی است که توسط متغیرهای مستقل قابل‌بیان نیست (قلی‌پور و صالحی ۱۳۸۲).

نتایج و بحث

رگرسیون گام به گام جلورونده برای محیط بدون تنش شوری

نتایج در شرایط معمولی نشان داد که صفات تعداد بوته و درصد پوشش سبز وارد مدل نهایی شدند. جدول یک نتایج نهایی با ضرایب رگرسیون و سطح معنی‌داری هریک از صفات تعداد بوته و درصد پوشش سبز را نشان می‌دهد. ضریب تبین برابر ۵۶ درصد شد و نشان داد که ۵۶ درصد تغییرات عملکردریشه در شرایط بدون تنش توسط این دو صفت مستقل توجیه می‌شود.

جدول ۱ رگرسیون گام به گام (Forward) برای عملکردریشه در شرایط بدون تنش شوری برای مزرعه (۱۳۸۰)

صفات مستقل	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	درجه آزادی	F	احتمال
تعداد بوته	۰/۳۳	۰/۱۸	۱	۳/۱۴	۰/۰۵
درصد پوشش سبز	۱/۰۷	۰/۳۹	۱	۷/۷۱	۰/۰۱

رگرسیون گام به گام جلوروندە برای محیط با تنش شوری

در محیط با تنش شوری، صفات سدیم، پتاسیم، درصد پوشش سبز و تعداد بوته وارد مدل نهایی شدند. جدول ۲ نتایج نهایی با ضرایب رگرسیون و سطح معنی‌داری برای هریک از صفات فوق را نشان می‌دهد. ضریب تبیین برابر ۸۷ درصد شد و نشان داد که ۸۷ درصد از تغییرات عملکردریشه در شرایط تنش شوری توسط چهار صفت سدیم، پتاسیم، درصد پوشش سبز و تعداد بوته توجیه می‌شود.

جدول۲ رگرسیون گام به گام (Forward) برای عملکردریشه در شرایط تنش شوری برای مزرعه (۱۳۸۰)

صفات مستقل	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	درجه آزادی	F	احتمال
سدیم	-۲/۵٤	۰/۷۱	۱	۱۲/٦٤	۰/۰۱
پتاسیم	۵/۷۳	۱/۱۲	۱	۲٦/۲۷	۰/۰۱
درصد پوشش سبز	۰/۲٤	۰/۰۹	۱	٦/٦۲	۰/۰۲
تعداد بوته	۰/۱۱	۰/۰۵	۱	٦/۲۱	۰/۰۵

نتایج رگرسیون گام به گام برای صفت تابع (عملکردریشه) در هر دو محیط معمولی و شور وقتی که صفات اندازه‌گیری شده در گلخانه در کنار سایر صفات قرار گرفت و یا حذف شد، مشابه بود.

تجزیه علّیّت برای محیط بدون تنش شوری

جدول ۳ ضرایب همبستگی پیرسون و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکرد ریشه را نشان می‌دهد. تعداد بوته دارای اثر مستقیم و مثبت

(P=۰/۳۳۲۷) و اثر غیرمستقیم و مثبت آن از طریق درصد پوشش سبز (P=۰/۱۲۷۳) بر روی عملکردریشه است. درصد پوشش سبز دارای اثر مستقیم و مثبت (P=۰/۵۵۳۴) بر روی عملکردریشه است. در مجموع، حدود ۴۶ درصد از تغییرات عملکردریشه مربوط به دو عامل تعداد بوته و درصد پوشش سبز و بقیه تغییرات (حدود ۵۴ درصد) مربوط به عوامل ناشناخته (P_e) بود. نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از بررسی‌های آرتیسزاک و همکاران(Artyszak and et al. 1999)، یونان و همکاران(Younan and et al. 1990) و فتوحی و همکاران (۱۳۸۳) تحت شرایط معمولی مطابقت دارد.

جدول ۳ تجزیه ضرایب همبستگی ساده صفات مختلف با عملکرد ریشه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم در شرایط بدون تنش شور

ردیف	صفت	تعداد بوته	درصد پوشش سبز	همبستگی با تابع
۱	تعداد بوته	۰/۳۳۲۷	۰/۱۲۷۳	۰/۴۶
۲	درصد پوشش سبز	۰/۰۷۶۵	۰/۵۵۳۴	۰/۶۳

تجزیه علّیت برای محیط تنش شوری

جدول ۴ ضرایب همبستگی پیرسون و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکردریشه در شرایط تنش شوری را نشان می‌دهد. سدیم دارای اثر مستقیم و منفی (P=-۰/۴۱۷۳) بر روی عملکردریشه و اثر غیرمستقیم و مثبت از طریق پتاسیم بر روی آن بود و پتاسیم دارای اثر مستقیم و مثبت (P=۰/۶۵۹۱) و اثر غیرمستقیم و منفی (P=-۰/۱۷۹۴) از طریق سدیم بر روی عملکردریشه بود. درصد پوشش سبز دارای اثر مستقیم و مثبت (P=۰/۵۹۱۹) و اثر غیرمستقیم و مثبت (P=۰/۱۲۹۲) از طریق تعداد بوته بر عملکردریشه بود. تعداد بوته دارای اثر مستقیم و مثبت (P=۰/۱۶۵۷) و اثر غیرمستقیم و مثبت و مشهود (P=۰/۴۶۱۷) از طریق درصد پوشش سبز بر روی عملکردریشه بود. در مجموع حدود ۹۶ درصد ازتغییرات عملکردریشه مربوط به عوامل فوق بود و تنها حدود چهار درصد از تغییرات عملکرد ریشه عوامل ناشناخته (P_e) است.

هدف اصلی کشاورزی استفاده از حداکثر تابش خورشیدی است. عملکرد چغندرقند به‌طور مستقیم نسبتی از مجموع تشعشع دریافت شده توسط سطح برگ است (Scot and Jaggard 1992; Weeden 2000). برای انجام این عمل، نیاز به راهی سریع و مستقیم است تا اشعه جذب شده به‌وسیله گیاه در طول دوره رشد ارزیابی شود. این کار می‌تواند به‌طور غیرمستقیم و بر پایه

منحنی همبستگی شاخص سطح برگ صورت گیرد. یک راه ساده و مفید ارزیابی پوشش برگی است. این کار به‌طور مستقیم و به صورت خطی با مقدار اشعه جذب شده رابطه دارد. نتایج این بررسی با نتایج حاصل از کندل و همکاران (Kandill et al. 1993) و رنجی و پرویزی (۱۳۷۵) مطابقت دارد. کندل و همکاران (۱۹۹۳) اظهار داشتند که مصرف کود پتاسیم در شرایط شور سبب افزایش طول و عرض ریشه و وزن و مقدار برگ‌های گیاه چغندرقند می‌شود. رنجی و پرویزی (۱۳۷۵) نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی‌دار بین نیتروژن و سدیم و پتاسیم در ریشه چغندرقند وجود دارد و بنابر این، تأکید روی مصرف کودهای پتاسیم به‌منظور خنثی کردن اثرات مضر یون سدیم داشتند.

عملکردقند همبستگی مثبتی با عملکردریشه دارد و در اراضی شور، عملکردقند تحت تأثیر عملکردریشه و درصد قند قرار دارد. از طرف دیگر، کاهش عملکردریشه موجب بالا رفتن درصدقند می‌شود و این پارامتر، به‌نوبه خود منجر به بالارفتن قند قابل‌استحصال می‌شود. در صورتی که در اراضی غیرشور، قند قابل‌استحصال بیشتر تحت تأثیر عملکردریشه است، مگر در مواردی که عملکردریشه بسیار پایین (کمتر از ۳۰ تن در هکتار) باشد. همبستگی درصدقند با نیتروژن منفی است (رنجی و پرویزی ۱۳۷۵).

نیتروژن مضره با سدیم و پتاسیم دارای همبستگی مثبت است و پتاسیم نیز به تنهایی با نیتروژن همبستگی مثبت دارد. این مطلب نشان می‌دهد که پتاسیم مانع جذب نیتروژن نمی‌شود و شاید مصرف پتاسیم در اراضی شور، به تواند خسارت سدیم را تا حدی کاهش دهد. عملکردریشه و تولید شکر سفید از پارامترهای مهم در شناسایی و دسته‌بندی مقاومت به شوری محسوب می‌شوند (رنجی و پرویزی ۱۳۷۵). به‌نظر می‌رسد که وجود سدیم زیاد در دستیابی به عملکرد مناسب ریشه و همچنین استحصال قند مشکلاتی را به‌وجود آورد (Srivastava 1995).

جدول ۴ تجزیه ضرایب همبستگی ساده صفات مختلف با عملکردریشه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم در شرایط تنش شور در مزرعه (۱۳۸۰)

صفت	۱	۲	۳	۴	همبستگی با تابع
سدیم	-۰/۴۱۷۳	۰/۲۸۳۴	-۰/۰۱۷۸	۰/۰۰۱۷	-۰/۱۵
پتاسیم	-۰/۱۷۹۴	۰/۶۵۹۱	۰/۰۲۳۷	-۰/۰۰۳۳	۰/۵
درصد پوشش سبز	۰/۰۱۲۵	۰/۰۲۶۴	۰/۵۹۱۹	۰/۱۲۹۲	۰/۷۶
تعداد بوته	۰/۰۰۴۲	-۰/۰۱۳۲	۰/۴۶۱۷	۰/۱۶۵۷	۰/۶۱

رگرسیون گام به گام و تجزیه علّیّت برای عملکردریشه در شرایط تنش شوری نشان داد که تعداد بوته، درصد پوشش سبز و پتاسیم دارای اثرات مستقیم و مثبت و سدیم، دارای اثر مستقیم و منفی بر عملکردریشه است. لذا با توجه به اثرات مستقیم و مثبت پتاسیم با عملکرد ریشه، شاید مصرف پتاسیم در شرایط تنش شوری به‌دلیل خنثی کردن اثرات سمّی یون سدیم جهت تولید عملکرد مناسب مفید باشد. نکته قابل‌توجه این است که میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم درصد پوشش سبز و نحوه همبستگی آن در شرایط تنش و بدون تنش شوری با عملکردریشه، نشان‌دهنده رابطه آن با میزان فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی در ریشه باشد. بنابراین، می‌توان استفاده از شاخص درصد پوشش سبز را به‌عنوان یک روش ارزیابی سریع، کم‌هزینه، تکرارشونده و غیرتخریبی جایگزین شاخص‌های پیچیده‌تر کرد. این موضوع زمانی‌که به‌نژادگران تعداد زیادی لاین در اختیار دارند، می‌تواند کمک مؤثری به گزینش سریع و زودهنگام مواد ژنتیکی کند (مبصرو شاهمرادی ۱۳۷۵). در بررسی تغییرات اثرمتقابل حاصل از نتایج تجزیه علّیّت نکات زیر حائز اهمیت است:

– اگر همبستگی بین عامل علت و معلول تقریباً برابر اثرات مستقیم باشد در آن صورت، ضریب همبستگی ساده رابطه واقعی را نشان می‌دهد و انتخاب مستقیم از طریق این صفت مؤثر خواهد بود.

– اگر ضریب همبستگی مثبت، اما اثرات مستقیم منفی یا قابل‌اغماض باشد در آن صورت، علت همبستگی اثرات غیرمستقیم است. در چنین مواردی بایستی عوامل غیرمستقیم سببی(علّی) را به‌طور همزمان مورد توجه قرار داد.

– ممکن است ضریب همبستگی منفی اما اثرات مستقیم مثبت و زیاد باشد. در چنین مواردی، بایستی از مدل‌های انتخاب هم‌زمان محدود شده پیروی کرد. یعنی باید با به صفر رساندن اثرات غیرمستقیم نامطلوب، محدودیت‌هایی اعمال شود تا به توان از اثرات مستقیم استفاده کرد (فرشادفر ۱۳۷۷). در چغندرقند وجود چنین روابطی به‌دلیل وجود همبستگی‌های منفی بین عملکردریشه و درصدقند و هم چنین آثار منفی عناصر مضره بر روی استحصال قند قابل‌مشاهده است (Segoe 1977).

از آن جایی‌که عمده‌ترین محدودیت چغندرقند در دستیابی به عملکرد حقیقی، ناتوانی در در جذب تشعشع در اوایل فصل رشد تشخیص داده شده است (Scot and Jaggard 1978) لذا، توجه به مدیریت گسترش سطح برگ در طول دوره رشد چغندرقند از طریق گزینش ژنوتیپ‌های مناسب در کنار حصول تراکم ایده‌آل به همراه افزایش قدرت و سرعت جوانه‌زنی بذر و استفاده از تکنیک پرایمینگ و غنی‌سازی بذر بایستی مورد توجه به‌نژادگران قرار گیرد. بنابراین در گزینش ژنوتیپ‌های چغندرقند برای شرایط معمولی می‌توان تأکید

کرد که با توجه به این که همبستگی بین عامل علت و معلول یعنی درصد پوشش سبز و تعداد بوته با عملکردریشه تقریباً برابر اثرات مستقیم است، پس همبستگی رابطه واقعی را نشان داده و انتخاب مستقیم از طریق این صفات مؤثر خواهد بود. این درحالی است که در گزینش ژنوتیپ‌های چغندرقند برای شرایط تنش شوری، می‌توان از طریق میزان پتاسیم و درصد پوشش سبز گزینش مستقیم انجام داد.

منابع مورد استفاده: References:

برادران فیروزآبادی، م. عبداللهیان نوقابی، م. رحیم‌زاده خوئی، ف. مقدم، م. رنجی، ذ.ا و پارسائیان، م. ۱۳۸۲. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی مداوم بر کمیت و کیفیت سه رگه چغندرقند. مجله چغندرقند. جلد ۱۹. شماره۲: ۱۳۳-۱۴۳.

بساطی، ج و آقایی، م. ۱۳۷۳. تجزیه همبستگی صفات مؤثر بر قند قابل‌استحصال در چغندرقند. چکیده مقالات سومین کنگره زراعت و اصلاح نباتات.

جدیدی، ت. ۱۳۸٦. آشکارسازی اقلیم میاندوآب از دیدگاه کشاورزی. خلاصه مقالات کنگره علمی توانمندی‌های کشاورزی و صنایع مرتبط درمنطقه شمال‌غرب کشور. دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب.

جودمند، م. حاجی‌بلند، ر و فتوحی، ک. ۱۳۸٦. بررسی خصوصیات بیوشیمیایی چند رقم چغندرقند در شرایط شور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

چوگان، ر. ۱۳۸٦. روش‌های تجزیه ژنتیکی صفات کمی در اصلاح نباتات، نشر مرکز آموزش کشاورزی، ۲۷۰ص.

رنجی، ذ.ا و پرویزی‌آلمانی، م. ۱۳۷۵. انتخاب رگه‌های نتاج چغندرقند متحمل به شوری در مقایسه پتانسیل تولید و ضریب حساسیت در شرایط خاک‌های شور و معمولی. مجله چغندرقند، جلد ۱۲، شماره ۱ و ۲: ۲۸-۱۹.

عبداللهیان نوقابی، م.، شیخ‌الاسلامی، ر. و بابایی ب. ۱۳۸٤. اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند. مجله چغندرقند. جلد۲۱. شماره ۱: ۱۰٤-۱۰۱.

عزیزپور، م. ح و شریفی ح. ۱۳۸۷. تجزیه علّیّت روی صفات کمی و کیفی بیماری گال زگیلی در چغندرقند. چکیده مقالات دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات.

فتوحی، ک. ۱۳۸۳. مقایسه ارقام داخلی و خارجی چغندرقند در منطقه میاندوآب. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات.

فتوحی، ک. مصباح، م. صادقیان مطهر، س.ی. رنجی، ذ. ا و اوراضی‌زاده م.ر. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های چغندرقند. مجله چغندرقند. جلد ۲۲. شماره۱: ۱۲-۱.

فرشادفر، ع. ۱۳٦۷. روش‌شناسی اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه، ٤۳۵ص.

فرشادفر، ع. ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمّی در اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه. جلد اول، ۵۳۲ص.

قلی‌پور، م و محمدصالحی م. ص. ۱۳۸۲. تجزیه به عامل‌ها و علّیّت در ژنوتیپ‌های مختلف برنج. مجله علمی و پژوهشی نهال و بذر، جلد ۱۹، شماره ۱: ۲۸-۱۹.

قنادها، م. ۱۳۷٤. روش‌های پیشرفته آماری. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

مبصر، ص و شاهمرادی س.ج. ۱۳۷۵. تعیین همبستگی درصد پروتئین دانه جو با عملکرد و برخی صفات زراعی و مورفولوژیکی با استفاده از تجزیه علّیّت. نهال و بذر جلد ۱۲، شماره ۲: ۲٤-۲۹.

مصباح، م. یاوری، ن و قلی‌زاده ر. ۱۳۷۱. خلاصه‌ای از اهمیت و تکنیک‌ها و کارهای انجام شده در رابطه با ایجاد گیاهان مقاوم به شوری. نشریه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

Acquah G, Adams NW, Kelly, JO. Factor analysis of plant variable associated with rchiteture and seed size in day bean. Euphtca. 1992; 60: 171- 177.

Artyszak A, Podlaska J, Madry W. Path coefficient analysis of technological sucrose yield and crop traits of sugar beet appeared over ontogeny. Roczniki Nauk Rolniczych / A-Produkcja Roslinna. 1999; 114, No. 1-2:41-54.

Groham J. Salt tolerance in triticeae K/Na discrimination in *Aegliops* species. Experimental Botany. 1990; 41:615-621.

Jesschhe WD, Kelagges S, Hilpert A, Bhatti S, Saruar G. Partitioning and flows of ions and nutrients in salt-treated plant of *Leptochloa fusca* L . New Phytology. 1995; 130: 23-35.

Kandil AA, Lieth H, Masoon AA. Response of some sugar beet varieties to potassic fertilizers under salinity conditions. ASWAS Conference Al Ain United Arab Emirates. 1993; Pp. 199-207.

Marschner H, Kylin A, Kuiper PJC. Differences in salt tolerance of three sugar beet genotypes. CAB Abstracts. 1981; 1972-1981.

Munns RA. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypothesis. Plant Cell Environ. 1993; 16: 15-24.

Ouda Sohier MM. 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. 2005.

Reinfeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C, Beiss U. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker. 1974; 27:2-15.

Scot RK, Jaggard KW. Theoretical criteria for maximum yield. In: Proc. Of 41st winter cong. Institut Int. de Recherchrches, Betteravieres. 1978; Pp. 179-198.

Segoe Rd, Madison R. Path Coefficient Analysis of sugar beet Purity Components Crop Science Society of America Published in Crop Sci. 1977; 17:249-253. WI 53711. USA.

Shannon MC. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: staples RC, and Toenniesen GH (eds.). Saltinity Tolerance in Plants Strategies for Crop Improvment. John Wiley and sons. 1984; Pp:231-254.

Srivastava HM. Sugar beet pre-breeding in India. Journal of Sugar Beet Research. 1995; 32:99-111.

Weeden BR. Potential of sugar beet. Atherton Tableand aiandustries Research and Development Corporation Pub. 2000; No. 167.

Younan NZ, El-Deeb MH, El-Manhaly MA. Path coefficient analysis of total soluble solids and root weight in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Minufiya J. Agric. Res. 1990; 15(2): 1921-1929.