دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

# بررسی پارامترهای ژنتیکی صفات کمی و کیفی چغندرقند در شرایط خشکی و نرمال

عبدالمجید خورشید[۱]، علی‌اکبر اسدی[۲] و اباذر رجبی[۳]

۱- استادیار بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۲- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران، (نویسنده مسوول: asadipm@gmail.com)
۳- دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۱۴
صفحه: ۱۵۱ تا ۱۶۱

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** بهبود عملکرد گیاهان زراعی تحت شرایط تنش خشکی یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاح گیاهان است. تحمل خشکی معمولاً با عملکرد گیاه تحت تنش کم‌آبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد اما به علت تأثیرپذیری از سایر صفات در شرایط تنش، این صفت به‌تنهایی نمی‌تواند نشان‌دهنده تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها باشد. بنابراین، بهتر است در برنامه‌های اصلاحی، صفات تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها شناسایی گردیده و هدایت برنامه‌ها بر اساس عملکرد و سایر صفات مهم فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انجام پذیرد. مشخص نمودن مقادیر واریانس ژنتیکی و بخش افزایشی و غالبیت واریانس ژنتیکی در کنترل صفات در دو شرایط نرمال و تنش، اساس تصمیم‌گیری در مورد نحوه استفاده از ژرم‌پلاسم‌های موجود در شرایط مختلف است که محققین بر پایه روش‌های مختلفی نسبت به برآورد آن‌ها اقدام می‌نمایند. هدف از این تحقیق برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد کمی و صفات کیفی چغندرقند در شرایط تنش خشکی و نرمال به‌منظور استفاده در برنامه‌های بهنژادی بود.

**مواد و روش‌ها:** به‌منظور تعیین پارامترهای ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مختلف عملکرد و اجزا عملکرد و کیفیت چغندرقند، دو سری ژنوتیپ تمام خواهری و هیبریدهای حاصل از تلاقی برخی از این ژنوتیپ‌های تمام خواهری به‌عنوان لاین‌های والد پدری و دو لاین SC C2 و SC 261 به‌عنوان لاین‌های مادری در آزمایش‌های جداگانه در سال زراعی ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات مطهری کرج در دو شرایط خشکی و نرمال، مورد بررسی قرار گرفتند. پس از اجرای آزمایش صفات مختلف فیزیولوژیکی و کیفی ژنوتیپ ها در دو محیط اندازه گیری شد و در نهایت پارامترهای ژنتیکی محاسبه شد.

**یافته‌ها:** در آزمایش ژنوتیپ‌های تمام خواهری در شرایط تنش صفات میزان سدیم، نسبت پتاسیم به سدیم، میزان ازت، ضریب قلیائی‌ات، خلوص شربت، قند ملاس، مساحت سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت جرمی ریشه و نسبت ریشه به ساقه دارای واریانس ژنتیکی بیشتری نسبت به واریانس محیطی بودند و بالطبع دارای وراثت‌پذیری عمومی بالاتری نیز بودند. بنابراین به دلیل این میزان واریانس ژنتیکی، می‌توان از این صفات در برنامه‌های اصلاحی و گزینشی استفاده کرد. در شرایط نرمال وضعیت متفاوت بود و در تمامی صفات، میزان واریانس ژنتیکی کم و درنتیجه وراثت‌پذیری عمومی اندک بود. در آزمایش مقایسه هیبریدها در شرایط تنش برای صفات عملکرد قند، میزان سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، میزان ازت و مساحت سطح برگ و در شرایط نرمال برای صفات عملکرد قند و نسبت سدیم به پتاسیم واریانس ژنتیکی بالا وجود داشت و وراثت‌پذیری عمومی بالای ۰/۵ مشاهده شد. بنابراین در برنامه‌های اصلاحی و گزینشی می‌توان این صفات را مورد استفاده قرارداد. در شرایط خشکی بیشترین میزان وراثت‌پذیری به ترتیب مربوط به میزان پتاسیم با ۰/۷۷، قند ملاس با ۰/۶۵، درصد قند قابل استحصال با ۰/۴۸، خلوص شربت با ۰/۴۴ و میزان سدیم و محتوای آب نسبی برگ هرکدام با ۰/۴۳ بود. بنابراین این صفات توسط اثرات افزایشی کنترل می‌شوند. در شرایط نرمال صفات عملکرد خالص قند با ۰/۴ و میزان سدیم با ۰/۴۴ بیشترین میزان وراثت‌پذیری را نشان دادند.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که پارامترهای ژنتیکی محاسبه شده در محیط تنش، به محیط غیرتنش قابل تعمیم نیست، در نتیجه مطالعه ویژگی‌های ژنتیکی لاین‌ها و هیبریدهای تحت محیط‌های متفاوت امری اجتناب‌ناپذیر است تا برآورد عمل ژن‌ها با دقت بیشتری همراه باشد. در هر دو محیط وراثت‌پذیری عملکرد ریشه پایین ولی وراثت‌پذیری عملکرد قند در حد متوسط بود، بنابراین در اصلاح عملکرد ریشه می‌توان با تولید هیبرید و در اصلاح عملکرد قند از گزینش در نسل‌های متمادی و انتهایی و همچنین تولید هیبرید استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** خشکی، صفات فیزیولوژیک، واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی

## مقدمه

از اهداف برنامه‌های بهنژادی چغندرقند می‌توان به تهیه ارقام پایدار و سازگار اشاره کرد که با کمترین هزینه تولید، بیشترین عملکرد ریشه و قند قابل استحصال در واحد سطح را داشته و به‌علاوه سایر نیازهای چغندرکاران را پاسخگو باشد. این اهداف فقط از طریق گزینش صفات زراعی و کیفی حاصل می‌شود (۳۷). از این رو گزینش برای عملکرد قند، تولید ریشه و عیار قند در حقیقت گزینش برای کارایی فیزیولوژیک بیشتر است. افزایش تولید یک محصول زراعی معمول از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش میزان تولید در واحد سطح امکان‌پذیر است:. افزایش سطح زیر کشت چغندرقند به دلایل مختلف مانند عدم امکان کشت آن در مناطق دیم و یا محدودیت در منابع آبی محدودیت دارد؛ بنابراین برای تأمین منابع قند کشور راهی به‌جز افزایش تولید در واحد سطح و افزایش بازده شکر قابل استحصال باقی نمی‌ماند (۳۷). به همین علت دستیابی به روش‌هایی که موجب افزایش پتانسیل ژنتیکی ارقام موجود و تهیه ارقام جدید با صفات مطلوب گردد، همواره مورد توجه بهنژادگران می‌باشد. در بهنژادی گیاهان زراعی، شناخت ژنتیک صفات مورد مطالعه جهت انتقال آن‌ها و همچنین خصوصیات ژنتیکی لاین‌هایی که در تلاقی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، از اولویت‌های تحقیقات به‌نژادی است و این اطلاعات برای انتخاب والدین و روش‌های مناسب اصلاحی ضروری است (۲۲).

به‌نژادگران مجموعه‌ای از روش‌ها را برای تعیین اثرات متقابل یکایک اجزاء ژن‌ها و آلل‌ها در اختیار دارند و به کمک این روش‌ها، پارامترها و روابط بین ژن‌های کنترل‌کننده صفات را برآورد می‌نمایند (۲). مک لاچلان (۲۱) با برآورد

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

واریانس ژنتیکی و نوع عمل ژن برای عملکرد ریشه، عیار قند و اجزای کیفیت چغندرقند گزارش کرد که اثر غیر افزایشی ژن‌ها برای عملکرد ریشه چغندر اهمیت بیشتری دارد. در صورتی‌که برای عیار قند و اجزای کیفی اثر افزایشی ژن مهم‌تر بود. پانت و سینگ (۳۹) بالاترین برآورد وراثت‌پذیری و پیشبرد ژنتیکی را بـرای صفاتی چون درصد مواد محلول و درصـد قنـد به‌دست آوردند و نشان دادند کـه گزینش دو توده با استفاده از تلاقی‌های برادر خواهر ناتنی در افزایش ژن‌های مطلوب کنترل‌کننده صفات درصد مواد محلول و درصد قند به‌طور قابل‌توجهی مؤثر واقع می‌شود. آنتونوف (۵) در بررسی تعیین اثر والدین روی عملکرد ریشه و کیفیت هیبریدها در چغندرقند و واریانس ژنتیکی و برآورد عمل ژن در عملکرد ریشه، عیار قند و اجزای کیفیت چغندرقند گزارش کرد که عمل غیر افزایشی ژن برای عملکرد ریشه اهمیت بیشتری دارد، درصورتی‌که اثر افزایشی ژن برای عیار قند و اجزای کیفی ریشه مهم‌تر بود. سریستاوا و همکاران (۴۶) با بررسی ترکیب‌پذیری و اجزای ژنتیکی واریانس برای صفت عملکرد ریشه در چغندرقند نشان دادند که ژن‌های با اثرات افزایشی دخالت بیشتری در کنترل عملکرد ریشه دارند و برای صفات پتاسیم، ازت مضره، ضریب قلیائی‌ات و درصد قند ملاس سهم اثرات افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرات غیر افزایشی است. نیازیان و همکاران (۲۵) وراثت‌پذیری عمومی بالایی را برای طول ریشه گزارش کردند و نشان دادند که در کنترل صفت طول ریشه نقش اثرات غیر افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرات افزایشی می‌باشد. همچنین برای صفات قطر ریشه و ارتفاع طوقه اثرات افزایشی ژن‌ها مهم‌تر از اثرات غیر افزایشی است. فتحی و همکاران (۱۳) با استفاده از روش لاین در تستر و بررسی تعدادی از صفات زراعی و کیفی نشان دادند که برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید نقش اثرات افزایشی ژن‌ها بیشتر است. این محققین نشان دادند که ژنوتیپ‌هایی که دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت هستند، دارای ژن‌های با اثرت افزایشی و ارتقادهنده عملکرد ریشه به‌عنوان یک صفت مهم اصلاحی در چغندرقند می‌باشند. نیازیان و همکاران (۲۶) نشان دادند که ترکیب‌پذیری عمومی ژنوتیپ‌ها برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال در سطح احتمال ۵ درصد و ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات عملکرد ریشه و عملکرد قند در سطح احتمال یک درصد و برای صفت عملکرد قند قابل استحصال در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. این امر بیانگر آن است که اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها (غالبیت و اپیستازی) در کنترل این صفات نقش دارند، اما سهم اثرات غیر افزایشی بیشتر است.

بهبود عملکرد گیاهان زراعی تحت شرایط تنش خشکی یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاح گیاهان است (۹). تحمل خشکی معمولاً با عملکرد گیاه تحت تنش کم‌آبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد اما به علت تأثیرپذیری سایر صفات در شرایط تنش، این صفت به‌تنهایی نمی‌تواند نشان‌دهنده تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها باشد. بنابراین، بهتر است در برنامه‌های اصلاحی، صفات تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها شناسایی گردیده و هدایت برنامه‌ها بر اساس عملکرد و سایر صفات مهم فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انجام پذیرد. بر این اساس، بررسی این ویژگی‌ها در شرایط اعمال تنش ضروری است (۱۴،۱۷). درصورتی‌که بتوان با بهره‌گیری از برنامه‌های اصلاحی، ارقامی از چغندرقند را که در مراحل رشد از تحمل بیشتری نسبت به خشکی برخوردار باشند، شناسایی و معرفی نمود، ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب می‌توان به توسعه و بهبود کشاورزی در کشور امیدوار بود چرا که چغندرقند یکی از گیاهان زراعی مهم متحمل به کم‌آبی، است (۴۸).

مشخص نمودن مقادیر واریانس ژنتیکی و بخش افزایشی و غالبیت واریانس ژنتیکی در کنترل صفات در دو شرایط نرمال و تنش، اساس تصمیم‌گیری در مورد نحوه استفاده از ژرم‌پلاسم‌های موجود در شرایط مختلف است که محققین بر پایه روش‌های مختلفی نسبت به برآورد آن‌ها اقدام می‌نمایند. هدف از این تحقیق برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد کمی و صفات کیفی چغندرقند در شرایط تنش خشکی و نرمال شامل واریانس‌های ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی و ضریب تغییرات ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی و محاسبه وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی این صفات در این دو شرایط محیطی به‌منظور استفاده در برنامه‌های بهنژادی بود.

## مواد و روش‌ها

دو سری ژنوتیپ‌های تمام‌خواهری و هیبرید در آزمایش‌های جداگانه در سال زراعی ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات مهندس مطهری کرج در دو شرایط تنش خشکی و نرمال، مورد بررسی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در هر شرایط محیطی کشت شدند. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و جهت تعیین میزان کود مورد نیاز، از مزرعه محل اجرا در کرج، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل انجام آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است که دو آزمایش مجزا یکی برای ژنوتیپ‌های تمام خواهری و دیگری برای هیبریدها صورت گرفت و هرکدام از آزمایش‌ها در دو شرایط نرمال و تنش خشکی بررسی شد. هر کرت آزمایشی شامل یک ردیف به طول هشت متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتیمتر بود و بذور توسط دستگاه کارنده بر روی ردیف‌ها کشت شدند. در آزمایش تنش خشکی، آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر و در شرایط بدون تنش پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. آبیاری از زمان کشت تا استقرار کامل گیاه (مرحله ۶ تا ۸ برگی) برای کلیه تیمارها مشابه و از این مرحله به بعد برای همه تیمارها بر اساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر صورت گرفت. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش خانواده‌های تمام تعداد ۲۵ ژنوتیپ مختلف (۱۳ خانواده تمام خواهری ۸۰۰۱ با زمینه تحمل به تنش شوری، ۴ ژنوتیپ $S_1$ با زمینه تحمل به تنش خشکی و همچنین ارقام شاهد متحمل و حساس به تنش

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

خشکی) و در آزمایش هیبریدها تعداد ۳۰ ژنوتیپ مختلف (۲۰ هیبرید حاصل از تلاقی $S_1$ها با سینگل کراس نر عقیم مولتی‌ژرم C2 و نر عقیم منوژرم ۲۳۱×۲۶۱، ۸ هیبرید تری وی کراس، به همراه شاهدهای متحمل و حساس به خشکی) در هر دو آزمایش خشکی و نرمال در آزمایش‌های مزرعه‌ای وارد شدند (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج آزمون خاک

Table 1. Results of soil test

| هدایت الکتریکی *Ds/m* | اسیدیته | مواد خنثی‌شونده% | کربن آلی% | تیترات کل% | منیزیم PPM | نیترات PPM | آمونیوم PPM | کلسیم PPM | فسفر PPM | پتاسیم PPM | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱/۲ | ۷/۶۴ | ۰/۱۷ | ۱/۲۶ | ۰/۱۳ | ۳/۸ | ۲۰/۷۲ | ۱۳/۷۹ | ۵/۴ | ۱۳/۳۶ | ۴۲۲ | کلی لوم |

جدول ۲- هیبریدها و خانواده‌های تمام‌خواهری موردبررسی در آزمایش‌های خشکی و نرمال

Table 2. Hybrids and full-sibs families studied in drought and normal experiments

| آزمایش خانواده‌های تمام‌خواهری | | | | آزمایش هیبریدها | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نام ژنوتیپ | کد | نام ژنوتیپ | کد | نام ژنوتیپ | کد | نام ژنوتیپ | کد |
| SD.21 خشکی | ۱۶ | S-P.1 | ۱ | SC 261×S6 | ۱۶ | SC C2×S1 | ۱ |
| SD.10 خشکی | ۱۷ | S-P.2 | ۲ | SC 261×S7 | ۱۷ | SC C2×S2 | ۲ |
| شاهد حساس ۱۹۱ | ۱۸ | S-P.3 | ۳ | SC 261×S9 | ۱۸ | SC C2×S3 | ۳ |
| هیبرید متحمل به شوری ۷۲۳۳-msct×p.29 | ۱۹ | S-P.5 | ۴ | SC 261×S10 | ۱۹ | SC C2×S5 | ۴ |
| شاهد متحمل به شوری GAZALE | ۲۰ | S-P.6 | ۵ | SC 261×S11 | ۲۰ | SC C2×S6 | ۵ |
| شاهد متحمل به خشکی IR7 | ۲۱ | S-P.7 | ۶ | 32994 | ۲۱ | SC C2×S7 | ۶ |
| پایه مادری مولتی‌ژرم سینگل‌کراس MSC2 | ۲۲ | S-P.8 | ۷ | 32950 | ۲۲ | SC C2×S8 | ۷ |
| پایه مادری منوژرم سینگل‌کراس MS261 | ۲۳ | S-P.9 | ۸ | 32970 | ۲۳ | SC C2×S9 | ۸ |
| پایه اولیه ۸۰۰۱ | ۲۴ | S-P.10 | ۹ | 32975 | ۲۴ | SC C2×S10 | ۹ |
| رقم پر محصول داخلیJOLGEH | ۲۵ | S-P.11 | ۱۰ | 32952 | ۲۵ | SC C2×S11 | ۱۰ |
| | | S-P.14 | ۱۱ | 32994 | ۲۶ | SC 261×S8 | ۱۱ |
| | | S-P.15 | ۱۲ | 32976 | ۲۷ | SC C2×S15 | ۱۲ |
| | | S-P.17 | ۱۳ | 32991 | ۲۸ | SC C2×S17 | ۱۳ |
| | | SD.44 خشکی | ۱۴ | شاهد حساس ۱۹۱ | ۲۹ | SC 261×S2 | ۱۴ |
| | | SD.7 خشکی | ۱۵ | شاهد متحمل به شوریGHAZALE | ۳۰ | SC 261×S5 | ۱۵ |

صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل صفات فیزیولوژیکی از قبیل محتوای نسبی آب برگ (۲۳)، میزان نسبی آب ازدست‌رفته برگ (۴۹)، وزن ویژه برگ (۳۲)، میزان پرولین برگ (۶)، محتوای یونی برگ (غلظت یون‌های $Na^+$ و $K^-$) (۱۰)، نشت الکترولیتی (۲۴)، میزان قند ملاس (۳۵)، عملکرد قند ناخالص، ضریب استحصال قند، عملکرد قند خالص، میزان ازت مضره، ضریب قلیائی‌ات بر مبنای رابطه پولاخ (۱) و خلوص شربت (۴۳) و صفات مورفولوژیک، شامل صفات مساحت سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت وزن به حجم ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی، نسبت جرمی ریشه (۳۶) و شاخص شادابی برگ (۲۰) بود. لازم به ذکر است که صفات نسبت وزن به حجم ریشه، نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت جرمی ریشه و نسبت ریشه به ساقه تنها در آزمایش مربوط به خانواده‌های تمام خواهری اندازه‌گیری شد و در آزمایش هیبریدها اندازه‌گیری نگردید. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. با توجه به امید ریاضی میانگین مربعات در جدول تجزیه واریانس و بر اساس فرمول‌های زیر وراثت‌پذیری محاسبه شد (۱۵). البته به دلیل افزایش حجم مقاله از ذکر جداول تجزیه واریانس خودداری شد.

| برآورد پارامترهای ژنتیکی | | | |
|---|---|---|---|
| S.O.V | df | MS | EMS |
| تکرار | dfb | $MS_3$ | $\sigma^2e + t\sigma^2 r$ |
| تیمار | dft | $MS_2$ | $\sigma^2e + t\sigma^2 g$ |
| اشتباه | dfe | $MS_1$ | $\sigma^2e$ |

| | |
|---|---|
| واریانس ژنتیکی | $COV\ HS = \delta^2 g = \frac{MS2 - MS1}{r}$ |
| واریانس افزایشی | $\sigma^2 A = 4\sigma^2 g = 4\ COV_{H.S}$ |
| وراثت‌پذیری عمومی | $H^2 b = \frac{\sigma^2 g}{\sigma^2 p}$ |
| وراثت‌پذیری خصوصی | $H^2 n = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 p}$ |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

برای اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی در جمعیت از سه پارامتر ضریب تغییرات ژنوتیپی GCV، محیطی ECV و فنوتیپی PCV استفاده شد. این ضرایب با استفاده از فرمول‌های ۱۰۰× $PCV=(\sigma_p/x)$ و ۱۰۰× $GCV=(\sigma_g/x)$ محاسبه گردیدند که در آن‌ها $\sigma_p$ و $\sigma_g$ به ترتیب انحراف معیارهای فنوتیپی و ژنوتیپی و x میانگین صفت در کل جمعیت است. تفسیر این ضرایب به‌صورت زیر است.

۱- اگر مقدار GCV بیشتر از PCV باشد اثر محیط بر روی ظهور صفت کم و لذا انتخاب برای اصلاح چنین صفتی مفید است.

۲- اگر PCV از GCV بیشتر باشد تنوع مشاهده شده فقط به دلیل وجود ژنتیک نیست بلکه به دلیل اثرات محیط نیز می‌باشد.

۳- اگر مقدار ECV از PCV و GCV بیشتر باشد محیط نقش عمده‌ای در ظهور این صفت دارد و لذا انتخاب برای اصلاح چنین صفتی مؤثر نخواهد بود.

در نهایت وراثت‌پذیری خصوصی از طریق رگرسیون والد نتاج (رگرسیون نتاج (هیبریدها) با میانگین والدین (والدین موجود در بین خانواده‌های تمام خواهری)) محاسبه شد. هیبریدها با استفاده از دو والد مادری SC C2 به‌عنوان لاین مادری مولتی‌ژرم دارای تحمل نسبی به شوری و لاین SC 261 به‌عنوان لاین منوژرم نرعقیم حساس به شوری شده و تعدادی از خانواده‌های تمام‌خواهری منتخب مورد بررسی در این آزمایش به وجود آمدند (جدول ۲). برای انجام تجزیه‌ها از نرم‌افزارهای آماری SPSS، SAS و Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

در خانواده‌های تمام خواهری مورد بررسی نتایج حاصل از جدول برآورد پارامترهای ژنتیکی و تنوع صفات نشان داد که به دلیل عدم وجود تفاوت معنی‌دار در برخی از صفات، میزان واریانس ژنتیکی بسیار پایین است (لازم به ذکر است در مواردی که آزمون F دارای مقدار پارامتر کمتر از ۱ باشد مقدار واریانس ژنتیکی منفی خواهد بود که صحیح نمی‌باشد، بنابراین در این‌گونه صفات پارامترهای ژنتیکی محاسبه نشد). بااین‌حال در خانواده‌های تمام خواهری در شرایط تنش برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند خالص، عملکرد قند، نسبت وزن به حجم ریشه و وزن ویژه برگ و در شرایط نرمال برای صفات عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد قند خالص، عیار قند، نسبت پتاسیم به سدیم، ازت مضره، درصد قند قابل استحصال، محتوای نسبی آب برگ، نسبت وزن به حجم ریشه و نسبت ریشه به ساقه هیچ‌گونه واریانس ژنتیکی و درنتیجه تنوع ژنتیکی مشاهده نگردید (جدول ۳).

از طرف دیگر در شرایط تنش صفات میزان سدیم، نسبت پتاسیم به سدیم، میزان ازت، ضریب قلیائی‌ات، خلوص شربت، قند ملاس، مساحت سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت جرمی ریشه و نسبت ریشه به ساقه دارای واریانس ژنتیکی بیشتری نسبت به واریانس محیطی بودند. همچنین این صفات دارای ضریب تغییرات ژنتیکی تا حدودی برابر با ضریب تغییرات فنوتیپی بودند (اختلاف اندک) و بالطبع دارای وراثت‌پذیری عمومی بالاتری بودند؛ بنابراین به دلیل وراثت‌پذیری عمومی بالا، می‌توان از این صفات در برنامه‌های اصلاحی و گزینشی استفاده کرد. در شرایط نرمال وضعیت متفاوت بود و در تمامی صفات میزان واریانس ژنتیکی کم و وراثت‌پذیری عمومی اندک بود که به نظر می‌رسد این وضعیت به دلیل شرایط بهینه رشدی برای خانواده‌های تمام خواهری و عدم وجود اختلاف و تنوع قابل‌ذکر بین آن‌ها می‌باشد. تنوع زیستی موجود در جمعیت‌های گیاهی به سه دسته شامل تنوع فنوتیپی، تنوع ژنوتیپی و تنوع محیطی تقسیم می‌شود. تنوع فنوتیپی، تنوع کل قابل‌مشاهده بوده که شامل مجموع دو تنوع ژنوتیپی و محیطی است؛ بنابراین در شرایط محیطی متفاوت تغییر می‌کند. چنین تغییراتی تحت عنوان واریانس فنوتیپی اندازه‌گیری می‌شود. تنوع ژنوتیپی، تنوع ذاتی یا ژنتیکی است که در شرایط محیطی تغییر نمی‌کند. این نوع تنوع برای برنامه‌های اصلاحی مانند انتخاب و دورگ گیری مهم است. چنین تنوعی تحت عنوان واریانس ژنتیکی اندازه‌گیری می‌شود و شامل سه جز افزایشی، غالبیت و اپیستازی می‌شود. تنوع محیطی به تغییرات غیر ارثی که کاملاً به علت اثرات محیطی بوده و تحت شرایط محیطی متفاوت تغییر می‌کند اطلاق می‌شود. این تغییرات غیرقابل کنترل، تحت عنوان میانگین واریانس اشتباه اندازه‌گیری می‌شود.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

جدول ۳- تجزیه‌های ژنتیکی مربوط به خانواده‌های تمام خواهری در آزمایش‌های تنش خشکی و نرمال
Table 3. Genetic analyzes of full-sib families in drought and normal stress experiments

| | خشکی | | | | | | | نرمال | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V_G$ | $V_E$ | $V_P$ | $H^2b$ | GCV | ECV | PCV | $V_G$ | $V_E$ | $V_P$ | $H^2b$ | GCV | ECV | PCV |
| RY | ۰/۱۳ | ۱/۱ | ۱/۲۳۷ | ۲۶/۸ | ۲/۴۴ | ۷ | ۴/۷۳ | – | – | – | – | – | – | – |
| SC | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| WSY | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| SY | ۰/۳۸ | ۰/۴ | ۰/۷۷۸ | ۷۴/۲ | ۱۹/۱ | ۱۹/۵ | ۲۲/۲ | ۰/۰۲ | ۱/۳۲ | ۱/۳۴ | ۴/۴۱ | ۳/۶۸ | ۲۹/۷ | ۱۷/۶ |
| Na | ۰/۰۷۵ | ۰/۲۸ | ۰/۳۵۸ | ۴۴/۷ | ۵/۴ | ۱۰/۴ | ۸/۱ | ۰/۰۴۲ | ۰/۲۱ | ۰/۲۵۲ | ۳۷/۸ | ۳/۵۲ | ۷/۸۳ | ۵/۷۳ |
| K | ۰/۰۹۶ | ۰/۱۶ | ۰/۲۵۷ | ۶۴/۵ | ۱۸/۳ | ۲۳/۶ | ۲۲/۸ | – | – | – | – | – | – | – |
| K/Na | ۰/۲۱ | ۰/۲۷ | ۰/۴۸ | ۷۰/۳ | ۱۲/۶ | ۱۴/۲ | ۱۵/۱ | – | – | – | – | – | – | – |
| N | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۴۱۹ | ۷۵/۴ | ۱۹/۲ | ۱۹ | ۲۲/۱ | ۰/۰۰۷ | ۰/۱۹ | ۰/۱۹۷ | ۱۰/۳ | ۴ | ۲۰/۵ | ۱۲/۵ |
| Alc | ۰/۴ | ۱/۴۱ | ۱/۸۱۲ | ۴۶ | ۵/۵ | ۱۰/۳ | ۸/۱۱ | – | – | – | – | – | – | – |
| WSC | ۰/۵۷ | ۹/۹۲ | ۱۴/۵۴ | ۵۸/۳ | ۲/۸ | ۴/۱۱ | ۳/۶۸ | ۱/۰۱ | ۲۱/۶ | ۲۲/۶۱ | ۱/۲۵ | ۴/۳۷ | ۶/۳۷ | ۳/۹۳ |
| Pur | ۰/۵۷ | ۰/۰۸ | ۰/۱۳۷ | ۶۹ | ۸/۳ | ۹/۶ | ۹/۹ | ۰/۰۲۴ | ۰/۱۹ | ۰/۲۱۴ | ۲۸/۱ | ۴/۵۳ | ۱۲/۶ | ۸/۵۵ |
| Ms | ۲/۸۲ | ۶۵/۷ | ۶۸/۴۸ | ۱۱/۴ | ۲/۷ | ۱۲/۹ | ۷/۹ | – | – | – | – | – | – | – |
| RWC | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۱۷ | ۰۱۷۵ | ۹/۱ | ۴/۹۸ | ۲۷/۳ | ۱۶/۵ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۲۴ | ۴۱/۹ | ۳/۶۲ | ۷/۳۸ | ۵/۶ |
| RWL | ۰/۰۰۰۶ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳۳ | ۳۹/۸ | ۷/۶ | ۱۶/۲ | ۱۲/۱ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۲۴ | ۳۵/۳ | ۶/۸۱ | ۱۵/۹ | ۱۱/۵ |
| Suc I | ۱۰۷۹ | ۲۴۲۳ | ۳۵۰۲/۷ | ۵۷/۲ | ۹/۳ | ۱۳/۹ | ۱۲/۳ | ۷۵۶/۶ | ۲۷۳۷ | ۳۴۹۳/۶ | ۴۵/۳ | ۶/۹۸ | ۱۳/۳ | ۱۰/۴ |
| La | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۶ | ۳۶/۲ | ۳/۴ | ۷/۹ | ۵/۷ | ۰/۰۰۰۸ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۱۸ | ۱۷/۲ | ۷/۶۶ | ۲۹/۲ | ۱۸/۵ |
| Ryg/Ryvol Density | ۱/۸۳ | ۳/۲۱ | ۵/۰۵ | ۶۳/۱ | ۲۴/۷ | ۳۲/۶ | ۳۱ | ۰/۶۶ | ۴/۰۱ | ۴/۶۷ | ۳۳ | ۹/۷۴ | ۴/۰۲ | ۱۶/۹ |
| SFW | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۳ | /۰۴۹ | ۶۳/۹ | ۱۳/۹ | ۱۸/۲ | ۱۷/۵ | ۰/۰۰۲ | ۰/۱۳ | ۰/۱۳۲ | ۴/۸ | ۴/۰۵ | ۳۱/۳ | ۱۸/۵ |
| SDW | ۰/۶۹ | ۰/۳۷ | ۱/۰۶ | ۸۴/۹ | ۳۵/۴ | ۲۵/۸ | ۳۸/۴ | ۰/۱۲ | ۲/۰۱ | ۲/۱۳ | ۱۵/۶ | ۷/۸۳ | ۳۱/۵ | ۱۹/۸ |
| RDW | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۱۳ | ۷۸/۱ | ۱۲/۷ | ۱۱/۷ | ۱۴/۴ | ۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۱۴ | ۵/۹ | ۲/۳۲ | ۱۶ | ۹/۵ |
| RMR | ۰/۰۴۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۸۳ | ۷۶/۲ | ۱۶/۳ | ۱۵/۸ | ۱۸/۷ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۶ | ۰/۰۰۰۶۲ | ۷/۰۱ | ۲/۰۷ | ۱۲/۹ | ۷/۷۷ |
| R/S | – | – | – | – | – | – | – | | | | | | | |
| SLW | | | | | | | | | | | | | | |

واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی در واحد کرت و وراثت‌پذیری عمومی در واحد میانگین محاسبه شده است.
RY: عملکرد ریشه، SC : عیار قند، WSY: عملکرد قند خالص، SY: عملکرد ناخالص قند، Na: میزان سدیم، K: میزان پتاسیم، K/Na: نسبت پتاسیم به سدیم، N: ازت مضره، Alc: ضریب قلیائیات، WSC: درصد قند قابل استحصال، Pur: 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، Ryg/Ryvol: نسبت وزن به حجم ریشه، Density: نسبت ماده خشک ریشه به حجم ریشه، SFW: وزن تر اندام هوایی، SDW: وزن خشک اندام هوایی، RDW: وزن خشک ریشه، RMR: نسبت جرمی ریشه، R/S: نسبت ریشه به ساقه

در هیبریدها در شرایط تنش برای صفات خلوص شربت و شاخص شادابی برگ و در شرایط نرمال برای عیار قند، محتوای نسبی آب ازدست‌رفته برگ و شاخص شادابی واریانس ژنتیکی مشاهده نشد (جدول ۴). در شرایط تنش برای صفات عملکرد قند، میزان سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، میزان ازت و مساحت سطح برگ و در شرایط نرمال برای صفات عملکرد قند و نسبت سدیم به پتاسیم واریانس ژنتیکی بالا و درنتیجه وراثت‌پذیری عمومی بالای ۰/۵ مشاهده شد. بنابراین در برنامه‌های اصلاحی و گزینشی می‌توان این صفات را مورد استفاده قرار داد. همچنین در مقایسه بین دو شرایط مشخص می‌شود که به دلیل شرایط بهینه رشدی و نبود اختلاف و تنوع کافی بین هیبریدها در شرایط نرمال تنوع ژنتیکی چشمگیری بین صفات مشاهده نمی‌شود. این وضعیت در آزمایش خانواده‌های تمام خواهری نیز مشاهده شد. تفاوت در پارامترهای محاسبه‌شده در آزمایش‌های هیبریدها و خانواده‌های تمام‌خواهری به دلیل تفاوت در ماهیت ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه‌های ژنتیکی مربوط به هیبریدها در آزمایش‌های خشکی و نرمال
Table 4. Genetic analyzes of hybrids in drought and normal experiments

| | خشکی | | | | | | | نرمال | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V_G$ | $V_E$ | $V_P$ | $H^2b$ | GCV | ECV | PCV | $V_G$ | $V_E$ | $V_P$ | $H^2b$ | GCV | ECV | PCV |
| RY | ۱۲/۷ | ۴۳/۲ | ۵۵/۹ | ۴۶/۸ | ۶/۸۲ | ۱۲/۶ | ۹/۹۸ | ۱۴/۱ | ۵۴/۸ | ۶۸/۹ | ۴۳/۵ | ۵/۳ | ۱۰/۴ | ۸ |
| SC | ۰/۲۱ | ۲/۸۹ | ۳/۱ | ۱۸/۱ | ۳/۶ | ۱۳/۳ | ۸/۵ | | | | | | | |
| SY | ۴/۸۴ | ۶/۹۲ | ۱۱/۷۶ | ۶۷/۷ | ۱۶/۷ | ۱۹/۹ | ۲۰/۲۸ | ۸/۱ | ۱۰/۷ | ۱۸/۸ | ۶۹/۳ | ۱۴/۷ | ۱۶/۹ | ۱۷/۶ |
| WSY | ۰/۲ | ۰/۹۲ | ۱/۱۲ | ۳۹/۶ | ۹/۲۸ | ۱۹/۸۳ | ۱۴/۷ | ۰/۱۳ | ۱/۷ | ۱/۸۳ | ۱۸/۷ | ۵/۲ | ۱۸/۸ | ۱۲/۱ |
| Na | ۰/۳۷ | ۱/۰۵ | ۱/۴۲ | ۵۱/۵ | ۱۳/۸ | ۲۳/۳ | ۱۹/۳ | ۰/۳۸ | ۱/۳۲ | ۱/۷ | ۴۶/۲ | ۱۲ | ۲۲/۳ | ۱۷/۶ |
| K | ۰/۰۵ | ۰/۳ | ۰/۳۵ | ۳۲ | ۴/۵۹ | ۱۱/۶ | ۸/۱ | ۰/۰۳ | ۰/۶۶ | ۰/۶۹ | ۱۱/۵ | ۴/۱۳ | ۱۹/۸ | ۱۲/۲ |
| K/Na | ۰/۰۴۳ | ۰/۱ | ۰/۱۴۳ | ۵۵/۷ | ۱۷/۸۹ | ۲۷/۶ | ۲۳/۹ | ۰/۰۲ | ۰/۰۴ | ۰/۰۶ | ۶۳/۶ | ۱۷/۳ | ۲۲/۷ | ۲۱/۷ |
| N | ۰/۱۷ | ۰/۲۲ | ۰/۳۹ | ۶۹/۶ | ۱۵/۷ | ۱۸ | ۱۸/۹ | ۰/۰۶ | ۰/۲۸ | ۰/۳۴ | ۴۰/۸ | ۹/۶۳ | ۲۰/۱ | ۱۵/۱ |
| Alc | ۰/۲۹ | ۱/۱۳ | ۱/۴۲ | ۴۳/۳ | ۱۴/۹۸ | ۲۹/۷ | ۲۲/۷ | ۰/۳۲ | ۱/۱ | ۱/۴۲ | ۴۷/۷ | ۱۵/۲ | ۲۷/۶ | ۲۲ |
| WSC | ۰/۳۸ | ۲/۶۶ | ۳/۰۴ | ۳۰/۳ | ۶/۷۸ | ۱۷/۸ | ۱۲/۳ | ۰/۱۵ | ۲/۱۳ | ۲/۲۸ | ۱۴/۱ | ۴ | ۱۵/۲ | ۹/۶ |
| Pur | | | | | | | | ۴/۶ | ۲۶/۹ | ۳۱/۵ | ۳۳/۸ | ۳ | ۷/۲۳ | ۵/۱ |
| Ms | ۰/۰۳۹ | ۰/۲۵ | ۰/۲۸۹ | ۳۱/۹ | ۶/۵ | ۱۶/۴ | ۱۱/۵ | ۰/۰۲ | ۰/۲۷ | ۰/۲۹ | ۱۸/۷ | ۴/۶ | ۱۶/۷ | ۱۰/۷ |
| RWC | ۱۰/۱ | ۷۳/۱ | ۸۳/۲ | ۲۹/۳ | ۴/۴۴ | ۱۱/۹ | ۸/۲ | ۵/۵ | ۹۳ | ۹۸/۵ | ۱۵/۱ | ۲/۹۷ | ۱۲/۱ | ۷/۶ |
| RWL | ۰/۰۰۹ | ۰/۱ | ۰/۱۰۹ | ۲۲/۷ | ۱۰/۴۷ | ۳۳/۵ | ۲۲ | – | – | – | – | – | – | – |
| Suc I | | | | | | | | | | | | | | |
| La | ۱۱۹۹ | ۴۹ | ۱۲۴۸ | ۹۸/۶ | ۱۱/۴۵ | ۲/۳۱ | ۱۱/۵ | ۹۸۱ | ۱۰۹۶۴ | ۱۱۹۴۵ | ۲۱/۲ | ۷/۴۵ | ۲۴/۹ | ۱۶/۲ |

واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی در واحد کرت و وراثت‌پذیری عمومی در واحد میانگین محاسبه شده است.
RY: عملکرد ریشه، SC : عیار قند، WSY: عملکرد قند خالص، SY: عملکرد ناخالص قند، Na: میزان سدیم، K: میزان پتاسیم، K/Na: نسبت پتاسیم به سدیم، N: ازت مضره، Alc: ضریب قلیائیات، WSC: درصد قند قابل استحصال، Pur: 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، $H^2b$: وراثت‌پذیری عمومی

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

با توجه به چندژنی بودن صفت تحمل به خشکی، رسیدن به موفقیت در برنامه‌های اصلاحی در این زمینه مشکل است (۳۸). چغندرقند در مقایسه با اکثر گیاهان زراعی توانایی بیشتری در تولید ماده خشک در شرایط تنش خشکی دارد (۴۱). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که اصلاح ارقام متحمل به خشکی بر پایه نرعقیمی ژنتیکی سیتوپلاسمی می‌تواند بسیار مفید باشد (۳۸). درعین‌حال، مشابهت پاسخ واریته‌های چغندرقند نسبت به کمبود آب از وسیع نبودن پایه‌های ژنتیکی ارقام تجاری ناشی می‌شود (۲۷). مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در ژرم‌پلاسم چغندرقند ازنظر تحمل به خشکی و کارایی مصرف آب وجود دارد و با استفاده از گزینش می‌توان کارایی مصرف آب را در ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند افزایش داد (۳۸). نتایج بررسی پرویز آلمانی و همکاران (۳۰) نشان داد که بین مواد ژنتیکی موجود در کشور می‌توان ارقامی از چغندرقند را که عملکرد قابل‌قبولی در شرایط تنش خشکی و محیط بدون تنش باشند گزینش نمود و انتخاب مداوم در دو محیط در افزایش کمیت و کیفیت چغندرقند بسیار مؤثر است.

**وراثت‌پذیری خصوصی با استفاده از رگرسیون والد نتاج**

ازآنجایی‌که قابلیت توارث، شباهت بین خویشاوندان را اندازه‌گیری می‌نماید، می‌توان آن را با درجه شباهت تخمین زد؛ مثلاً از همبستگی بین فنوتیپ خویشاوندان و یا محاسبه شیب رگرسیون می‌توان به شباهت بین فرزندان و والدین پی برد. شیب رگرسیون بین خویشاوندان، درصد واریانس افزایشی را اندازه‌گیری می‌نماید. اگر شیب رگرسیون زیاد باشد، واریانس افزایشی و درنتیجه قابلیت توارث زیاد خواهد بود. اگر شیب رگرسیون نزدیک به صفر یا منفی باشد، قابلیت توارث خیلی کم و یا صفر خواهد بود. وقتی رگرسیون فرزندان روی میانگین والدین مورداستفاده قرار می‌گیرد، قابلیت توارث خصوصی مساوی ضریب رگرسیون خواهد بود (۱۵). با استفاده از لاین‌های خانواده‌های تمام خواهری و هیبریدهای حاصل از تلاقی بین این لاین‌ها، قابلیت توارث خصوصی برای صفات اندازه‌گیری شده در دو شرایط نرمال و خشکی محاسبه شد (جدول ۵). برای برخی از صفات به دلیل منفی شدن شیب خط رگرسیون وراثت‌پذیری خصوصی صفر منظور شده است.

در شرایط خشکی وراثت‌پذیری صفات ازت مضره، محتوای نسبی آب ازدست‌رفته برگ و شاخص شادابی برگ برابر صفر بود. بنابراین می‌توان این‌گونه استنباط کرد که این صفات به‌هیچ‌عنوان توسط اثرات افزایشی کنترل نمی‌شوند. دامنه تغییرات برای صفات دیگر از ۰/۰۶ تا ۰/۷۷ متغیر بود. از این میان بیشترین میزان وراثت‌پذیری به ترتیب مربوط به میزان پتاسیم با ۰/۷۷، قند ملاس با ۰/۶۵، درصد قند قابل استحصال با ۰/۴۸، خلوص شربت با ۰/۴۴ و میزان سدیم و محتوای آب نسبی برگ هرکدام با ۰/۴۳ بود. بنابراین می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که این صفات تا حدودی توسط درجاتی از اثرات افزایشی کنترل‌شده و می‌توان در برنامه‌های اصلاحی از درجات مختلف گزینش برای آن‌ها استفاده کرد. پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی صفات می‌تواند به علت بیشتر بودن سهم اثر غیر افزایشی نسبت به اثر افزایشی باشد؛ بنابراین گزینش برای صفاتی با وراثت‌پذیری خصوصی متوسط به پایین در نسل‌های اولیه چندان راه گشا نخواهد بود و بهتر است برای بهبود این صفات از تولید هیبرید و پدیده هتروزیس استفاده شود (۳). در شرایط نرمال وراثت‌پذیری صفات عیار قند، میزان پتاسیم، ازت مضره، ضریب قلیائی‌ات، درصد قند قابل استحصال، محتوای نسبی آب برگ و مساحت سطح برگ برابر صفر بود. دامنه تغییرات وراثت‌پذیری برای صفات دیگر از ۰/۰۸ تا ۰/۴۴ متغیر بود. صفات عملکرد خالص قند و میزان سدیم بیشترین میزان وراثت‌پذیری را نشان دادند (به ترتیب ۰/۴ و ۰/۴۴). نکته قابل‌ذکر تغییرات شدید وراثت‌پذیری در شرایط نرمال و تنش برای برخی از صفات خاص بود. مثلاً صفات عیار قند، میزان پتاسیم و درصد قند قابل استحصال در شرایط تنش وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی داشتند ولی در شرایط نرمال وراثت‌پذیری آن‌ها صفر بود که در اصلاح این صفات برای این محیط‌ها باید در نظر گرفته شود. در هر دو محیط وراثت‌پذیری عملکرد ریشه پایین ولی وراثت‌پذیری عملکرد قند در حد متوسط بود بنابراین در اصلاح عملکرد ریشه می‌توان با تولید هیبرید و در اصلاح عملکرد قند از گزینش در نسل‌های متمادی و انتهایی و همچنین تولید هیبرید استفاده کرد.

جدول ۵- وراثت‌پذیری خصوصی با استفاده از روش رگرسیون والد نتاج در دو شرایط خشکی و نرمال
Table 5. narrow sense heritability using offspring parent regression method in both drought and normal conditions

| | RY | SC | WSY | SY | Na | K | K/Na | N | Alc | WSC | Pur | Ms | RWC | RWL | Suc I | La |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خشکی | ۰/۲۱ | ۰/۳۶ | ۰/۱۵ | ۰/۳۶ | ۰/۴۳ | ۰/۷۷ | ۰/۲۶ | ۰ | ۰/۰۶ | ۰/۴۸ | ۰/۴۴ | ۰/۶۵ | ۰/۴۳ | ۰ | ۰ | ۰/۰۷ |
| نرمال | ۰/۰۴ | ۰ | ۰/۴ | ۰/۳۵ | ۰/۴۴ | ۰ | ۰/۱۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۸ | ۰/۲۳ | ۰ | ۰/۲۵ | ۰/۱۹ | ۰ |

واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی در واحد کرت و وراثت‌پذیری عمومی در واحد میانگین محاسبه شده است.
RY: عملکرد ریشه، SC : عیار قند، WSY: عملکرد قند خالص، SY: عملکرد ناخالص قند، Na: میزان سدیم، K: میزان پتاسیم، K/Na: نسبت پتاسیم به سدیم، N: ازت مضره، Alc: ضریب قلیائی‌ات، WSC: درصد قند قابل استحصال، Pur: 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،

در بسیاری از مطالعات گذشته در چغندرقند گزارش‌شده است که محتوی قند با اثر افزایشی ژن و عملکرد ریشه با اثر غالبیت کنترل می‌گردد (۳۹). در نتایج اشنایدر و همکاران (۴۲) پنج QTLs مربوط به محتوی قند بر روی پنج کروموزوم از نه کروموزوم چغندرقند مکان‌یابی شد. گاهی نیز نتایج متفاوتی در این زمینه گزارش‌شده است. استانسیس و همکاران (۴۷) به‌منظور آگاهی از نحوه عمل ژن در صفات عملکرد ریشه و محتوی قند، پنج لاین نرعقیم مونوژرم و سه گرده‌افشان مولتی‌ژرم دیپلوئید چغندرقند را تلاقی و نتاج طی دو سال و دو مکان مورد تجزیه و تحلیل ژنتیکی قرار دادند.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

نتایج آن‌ها نقش اثر غیر افزایشی ژن را در هر دو سال به‌طور معنی‌دار برای عملکرد ریشه و محتوی قند نشان داد، درحالی‌که بخش کوچکی از واریانس ژنتیکی به عمل افزایشی ژن اختصاص یافته بود.

کمتر شدن میزان وراثت‌پذیری خصوصی تحت شرایط تنش نسبت به شرایط معمول در بیشتر تحقیقات گزارش‌شده است(۴۴). بااین‌حال بعضی گزارش‌ها حاکی از بیشتر بودن مقدار وراثت‌پذیری و افزایش واریانس افزایشی تحت شرایط تنش بوده است (۱۶،۱۹). رجبی و همکاران (۳۲) نیز از پایین بودن میزان وارثت پذیری خصوصی (۲۰ درصد) کل ماده خشک چغندرقند تحت شرایط تنش اشاره کردند. این محققین برآوردهای پایینی از وراثت‌پذیری خصوصی صفات مورد بررسی را نسبت به مطالعات دیگر گزارش کردند. با توجه به اینکه وراثت‌پذیری هر صفت مختص ژنوتیپ‌های ارزیابی‌شده تحت شرایط آن آزمایش می‌باشد (۱۲)، بنابراین برآوردهای متفاوت قابل‌انتظار است. در مواردی که مقدار وراثت‌پذیری در اثر واریانس خطا بزرگ و قابل‌توجه می‌باشد (۱۲) توضیح نتایج می‌بایست با احتیاط انجام گیرد (۳۴).

در بسیاری از مطالعات گذشته در چغندرقند گزارش‌شده است که محتوی قند با اثر افزایشی ژن و عملکرد ریشه با اثر غالبیت کنترل می‌گردد (۴۰). اسمیت و همکاران (۴۵) صفات مختلف زراعی و کیفیتی چغندرقند را با استفاده از ۲۸ هیبرید حاصل از تلاقی ۸ والد چغندرقند در دو سطح کودی نیتروژن مورد تجزیه‌وتحلیل ژنتیکی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که واریانس ژنتیکی غیر افزایشی در کنترل وزن ریشه در هر دو سطح بالا و پایین نیتروژن نقش داشته است. ضمن اینکه صفات محتوای قند و نسبت ریشه به اندام هوائی بیشتر تحت تاثیر واریانس ژنتیکی افزایشی بوده است. زاخاریو (۵۰) در تلاقی بین شش لاین نرعقیم و پنج لاین گرده‌افشان چغندرقند به تنوع ژنتیکی قابل‌ملاحظه‌ای در بین هیبریدهای تولیدشده ازنظر صفات مربوط به جوانه‌زنی دست یافت. ضمن اینکه وی به نقش بیشتر لاین‌های گرده‌افشان نسبت به لاین‌های مادری در هیبرید اشاره کرد. در بسیاری از مطالعات گذشته چغندرقند مشخص گردیده است که وراثت محتوای قند ریشه به‌طور غالب افزایشی و بدون تظاهر هتروزیس و یا اثر غالبیت بوده است، درحالی‌که واریانس ژنتیکی غیر افزایشی و قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی در تعیین عملکرد ریشه مهم می‌باشد (۷،۸،۴۵). مطالعات مختلف نشان داده است که غلظت سدیم، پتاسیم و آمینونیتروژن ریشه با چند دوره انتخاب قابل‌تغییر است که این امر نشان‌دهنده آن است که واریانس ژنتیکی افزایشی در تعیین سطوح نسبی این صفات اهمیت دارد (۴۵). کمپل (۸) نتیجه گرفت که اصلاح عملکرد قند و عملکرد ریشه تاثیر بیشتری نسبت به محتوای قند داشته است (۴۲). بوس مارک (۷) نیز مشاهده کرد که عملکرد قند به‌شدت با عملکرد ریشه و به میزان کمتر با محتوای قند همبستگی داشته است. به‌منظور اصلاح هر دو نوع صفت با عمل ژن افزایشی و غالبیت، انتخاب دوره‌ای متقابل توسط اصلاحگران پیشنهاد شده است. کرسیس و همکاران (۱۱) در مطالعه‌ای با تلاقی بین ۸ گرده‌افشان مونوژرم و ۳ لاین نرعقیم مونوژرم چغندرقند، قدرت ترکیب‌پذیری و وراثت صفات مربوط به ریشه شامل وزن و قطر ریشه و مقدار ماده خشک را بررسی و نتایج به اثر غالبیت برای صفات وزن و قطر ریشه و غالبیت جزئی برای صفت مقدار ماده خشک اشاره گردید. آنتونوف (۵) در بررسی تعیین اثر والدین بر روی عملکرد ریشه و کیفیت هیبریدها در چغندرقند و برآورد عمل ژن در عملکرد ریشه، عیار و اجزای کیفیت چغندرقند گزارش کردند که عمل غیر افزایشی ژن برای عملکرد ریشه اهمیت بیشتری دارد درصورتی‌که اهمیت اثر افزایشی ژن برای عیار قند و اجزای کیفی ریشه مهم‌تر بود. رجبی و همکاران (۳۱) در ارزیابی وراثت‌پذیری و شناسایی هیبریدهای مناسب برای کشت دوم در چغندرقند مشاهده کردند برای صفات مورفولوژیک مانند تعداد برگ و ارتفاع بوته و برخی صفات مربوط به ناخالصی‌ها مانند سدیم و ضریب استحصال شکر وراثت‌پذیری خصوصی بالایی وجود داشت، اما وراثت‌پذیری خصوصی برای عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند سفید در حد صفر بود که احتمالاً به دلیل اختلاف در نوع ژنوتیپ‌های موردبررسی و شرایط محیطی و آب‌وهوایی دو منطقه باشد.

اوگاتا و همکاران (۲۸) با استفاده از روش تلاقی دای آلل ناقص برای مطالعهٔ ژنتیکی صفات عملکرد ریشه، عیار قند، اجزای مضرهٔ شربت شامل پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره و صفات بالای ریشه مانند وزن قسمت‌های هوایی بین پنج ژنوتیپ O-type و نرعقیم چغندرقند گزارش کردند که برای صفات عملکرد ریشه، وزن قسمت‌های هوایی و نیتروژن مضره واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی بوده و میزان وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات وزن ریشه و قسمت‌های هوایی را به ترتیب ۴۲ و ۱۵/۴ درصد گزارش کردند.

امیری و همکاران (۴) در مطالعات خود نشان دادند که واریانس غالبیت برای قند قابل استحصال در سطح احتمال پنج درصد و در سطح ۱۲ درصد برای عملکرد شکر سفید و عیار قند معنادار بود. همچنین، وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات عیار قند، شکر قابل استحصال و نیتروژن در سطح احتمال ۱۲ درصد معنادار بوده و برای بقیه صفات مقدار آن پایین بود. همچنین رجبی و همکاران (۳۳) با برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری صفات زراعی و کیفیت محصول در توده‌های چغندرقند با استفاده از روش حداکثر درست نمایی محدود شده وراثت‌پذیری عمومی برآورد شده برای صفات طول ریشه، قطر ریشه و ارتفاع طوقه را ۲۷، ۲۷ و ۲۹ درصد گزارش کردند.

نیازیان و همکاران (۲۵) وراثت‌پذیری عمومی بالایی را برای طول ریشه گزارش کردند و نشان دادند که در کنترل صفت طول ریشه نقش اثرات غیر افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثرهای افزایشی می‌باشد. همچنین برای صفات قطر ریشه و ارتفاع طوقه اثرات افزایشی ژن‌ها مهم‌تر از اثرات غیر افزایشی است.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

## نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه نشان داد که نتایج اجزای ژنتیکی حاصل از محیط تنش به غیرتنش قابل تعمیم نیست و در نتیجه مطالعه ویژگی‌های ژنتیکی لاین‌ها و هیبریدهای تحت محیط‌های متفاوت امری اجتناب‌ناپذیر است تا برآورد عمل ژن‌ها با دقت بیشتری همراه باشد (۱۸). تعیین پارامترهای ژنتیکی صفات مهم در بهبود طراحی هیبریداسیون و بهره‌برداری از اثر هتروزیس در هیبریدهای دیپلوئید چغندرقند نقش اساسی دارند. در تخمین درست اجزای واریانس ژنتیکی عوامل زیادی ازجمله اندازه نمونه برگرفته از جامعه، نوع روش اندازه‌گیری این پارامترها، شرایط محیطی، میزان نوترکیبی والدین انتخابی از جامعه، لینکاژ ژنی و وجود اپیستازی نقش دارند. برای مثال شرایط مطلوب یک محیط ممکن است دامنه تغییرات صفات را در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی افزایش دهد و یا شرایط محیطی نامطلوب موجب کاهش بروز تنوع ژنتیکی صفات گردد (۴۷).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود میزان وراثت‌پذیری‌های برآورد شده در مطالعات دیگر برای صفات مورفولوژیک ریشه پایین بوده است و از این لحاظ نتایج این پژوهش با نتایج سایر مطالعات مطابقت دارد و تفاوت‌های مشاهده‌شده می‌تواند ناشی از متفاوت بودن ژنوتیپ‌های به‌کاررفته یا روش برآورد وراثت‌پذیری باشد. نظر به اینکه پژوهش حاضر در یک سال و یک مکان برای هرکدام از شرایط محیطی اجرا شده است، به علت وجود احتمالی اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط و همچنین به دلیل زیاد بودن تعداد ژنوتیپ‌ها و بالا بودن واریانس ژنتیکی، مقادیر برآورد شده وراثت‌پذیری‌ها تا حدی بزرگ‌تر از مقدار واقعی به‌دست‌آمده است. بنابراین، چنانچه آزمایش در چند سال و چند مکان تکرار شود، اثر متقابل محیط×ژنوتیپ از اثر ژنوتیپ جدا می‌شود و مقادیر برآورد شده وراثت‌پذیری‌ها به مقادیر واقعی نزدیک‌تر خواهد شد. همچنین باید دقت کرد که در این‌گونه مطالعات تا حد امکان تعداد تکرار و مشاهدات درون هر تکرار را افزایش داد تا بتوان نتایج معتبرتری را به‌دست آورد.

## منابع

1. Abdollahian Noghabi, M., Z. Radaei Al-Amoli, G.A. Akbari and S.A. Sadat Nuri. 2011. Effect of sever water stress on morphological, quantitative and qualitative characteristics of 20 sugar beet genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 42(3): 453-464.
2. Ahmadi, M. 1992. Evaluation of quantitative traits in plant breeding. Publication of Research, Education and Promotion Organization of Agriculture, Iran, 71 pp (In Persian).
3. Amiri Oghan, H., A.H. Shirani Rad and F. Shariati. 2020. Inheritance of Winter Oilseed Rape Fatty Acid under Normal and Late Sowing Conditions. Journal of Crop Breeding, 12(35): 113-124
4. Amiri, R., S. Vahedi, M. Mesbah, M.R. Bi-Hemta and V.A. Yousef Abadi. 2009. Investigation of genetic variance components of agronomic traits in germplasm of monogerm sugar beet, Agricultural Science, 19(1): 77-87 (In Persian).
5. Antonov, I. 1985. Effect of parents on yield and quality in hybrid of sugar beet. Plant Breeding Abstracts, 55(2): 1146.
6. Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.
7. Bosemark, N.O. 1993. Genetics and breeding. In: Cooke D.A. and R.K. Scott (Eds.), the sugar beet crops, science into practice, Chapman and Hall, London.
8. Campbell, L.G. 2002. Sugar beet breeding and improvement. In: Kang, M.S. (Ed.), Crop Improvement in the twenty-first century, Food Products Press, Binghamton, NY.
9. Cattivelli, L., F. Rizza, F.W. Badeck, E. Mazzucotelli, A.M. Mastrangelo, E. Francia, C. Mare, A. Tondelli and A.M. Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. Field Crops Researches, 105: 1-14.
10. Chaparzadeh, C., R.A. Khavari-Nejad, F. Navari-Izzo and R. Izzo. 2003. Water relations and ionic balance in (*Calendula officinalis* L.) under salinity conditions. Agrochimica, 47(1-2): 69-79.
11. Curcic, Z., N. Nagl, K. Taski-Ajdukovic, D. Danojevic, Z. Stojakovic and L. Kovacev. 2013. Genetic diversity and combining abilities for root of sugar beet pollinators. Genetica, 45: 361-368.
12. Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman, Harlow.
13. Fathi, M.R., M. Mesbah, Z.A. Ranji, S. Vazan and E. Farokhi. 2008. Evaluation of general and specific combining ability of sugar beet diploid pollinators. Sugar beet. 23(2): 151-162 (In Persian).
14. Hashemi, G.R., A. Farnia, M. Rahnamaeian and M. Shaban. 2014. Changes in carbohydrates and sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under different biofertilizers and irrigation closed time, International Journal of Advanced and Biomedical Research, 2(8): 2350-2355.
15. Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1982. Quantitative genetics in maize breeding. Pages 46, 195, 200 and 201. Iowa State University Press. Ames. Iowa. U.S.A.
16. Hoffman, A.A. and P.A. Parsons. 1991. Evolutionary genetics and environmental stress. Oxford Uni Press, New York.
17. Ilikaei, M.N., P. Habibi, D. Foroozesh, D.F. Taleghani, A. Rajabi, S. Orojnia and M. Davoodifar. 2012. Study on quantitative and qualitative traits of different sugar beet genotypes under drought stress condition. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8(4): 127-144.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]
[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

18. Jamshid-moghaddam M., E. Farshadfar and A. Najaphy. 2019. Estimation of Genetic Effects for Different Traits in Rapeseed (*Brassica napus* L.) using Line × Tester Crosses under Water-Stressed and Well-Watered Conditions, Journal of Crop Breeding, 11(29): 17-28 (In Persian).
19. Kacser, H. and J.A. Burns. 1981. The molecular basis of dominance. Genetics, 97: 639-666.
20. Kolaee, H., S.B. Mahmoudi and M. Hasani. 2010. Evaluation of resistance of beet breeding lines to Rhizoctonia root and crown rot. Journal of Sugar Beet, 26(1): 31-42 (In Persian).
21. Maclachlan, J.B. 1972. Estimation of genetic parameters in a population of monogerm sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Analysis of a diallel set of crosses among heterozygous population. Irish Journal of Agricultural Research, 11: 327-338.
22. Mohammad Salehi, M.S. and P. Vojdani. 1998. Investigation of some genetic characteristics in a number of rice cultivars. Abstract of the articles of the 5th Congress of Agriculture and Plant Breeding, Seedling Breeding Research Institute, 77 p (In Persian).
23. 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.
24. Nayyar, H. 2003. Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. Environmental and Experimental Botany, 50: 253-264.
25. Niazian, M., A. Rajabi, R. Amiri, S.M.M. Mortazaviyan and M.R. Orazizadeh. 2013. Genetic study of some morphological traits of sugar beet root through diallel analysis and GGE biplot methods, Crop and Horticulture Breeding, 2(2): 87-92 (In Persian).
26. Niazian, M., R. Amiri, S.M. Mahdi Mortazavian, A. Rajabi and M.R. Orazizadeh. 2009. Genetical analysis for yield traits in tropical Beet using of GGE-Biplot analysis of Diallel cross data. Journal of Crop Breeding, 1(4): 77-94 (In Persian).
27. Ober, E.S., C.J.A. Clark, K.W. Jaggard and J.D. Pidgeon. 2004. Progress towards improving the drought tolerance of sugar beet. Zuckerindustrie, 129: 101-104.
28. Ogata, N., K. Taguchi and M. Tanaka. 2003 Half-diallel analysis for yield components and top traits in self-fertilized O-types of sugar beet. Abstracts presented at the 2003 Join Meeting of the ASSBT and IIRB. Hayatt Regency Riverwalk. San Antino, Texas USA.
29. Pant, D.P. and T.B. Singh. 1993. Studies on variability, heritability and genetic advance in three cycles of selection for two population of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Indian Sugar. 42(11): 859-863.
30. Parvizi Almani, M., S. Sadeghian, Y. Fathullah Taleghani, and R. Mohammadian. 1998. Assesment of drought tolerance indices for important traits of sugar beet. Abstract of the articles of the 5th Congress of Agriculture and Plant Breeding, Seedling Breeding Research Institute, 13-19 (In Persian).
31. Rajabi, A., P. Pirnia, R. Amiri, M. Ebrahimi and M. Aghaeizadeh. 2013. Assessment of heritability and identification of suitable hybrids for late sowing in sugar beet. Journal of Sugar Beet, 2 (29): 163-174 (In Persian).
32. 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.
33. Rajabi, A., M. Moghadam, F. Rahimzadeh Khoei, M. Mesbah and Z. Ranji. 2002. Evaluation of genetic diversity of agronomic traits in sugar beet stands. Iranian Journal of Agricultural Science, 33(3): 533-567 (In Persian).
34. Rao, S.A. and T. McNeilly. 1999. Genetic basis of variation for salt tolerance in maize (*Zea mays* L.). Euphytica, 108(3): 145-150.
35. Reinefeld, E., A. Emmerich, G. Baumgarten, C. Winner and U.m Beiß. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rübenanalysen. *Zucker*, 27: 2-15.
36. Romano, A., A. Sorgona, A. Lupini, F. Araniti, P. Stevanato, G. Cacco and M.R. Abenavoli. 2013. Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to drought stress. Acta Physiologiae Plantarum, 35: 853-865.
37. Roozbeh, F. 1998. Possibility of using embryo rescue technique in between species hybrids of sugar beet and analysis of molecular hybrid with RAPD markers. Msc thesis of plant Science. Faculty of Science. Tarbiat Modarres University, Pp 99 (In Persian).
38. Sadeghian, S.Y., T. Fazli, R. Mohamadian and D. Taleghani. 2000. Genetic variation for drought stress in sugar beet. Journal of Sugar Beet Researches, 37: 55-77.
39. Scaracis G.N. and G.A. 1984. Smith. Prediction of three way top cross sugar beet hybrid performance. Crop Science, 24: 55-60.
40. Schrag, T.A., J. Möhring, A.E. Melchinger, B. Kusterer, B.S. Dhillon, H.P. Piepho and M. Frisch. 2010. Prediction of hybrid performance in maize using molecular markers and joint analyses of hybrids and parental inbreds. Theoretical and Applied Genetics, 120: 451-461.
41. Schittenhelm, M.S. 1999. Agronomic performance of root chichory, Jerursalem artichoke and sugarbeet in stress and non-stress environments. Crop Science, 39: 1815-1823.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

42. Schneider, K., R. Schäfer-Pregl, D.C. Borchardt and F. Salamini. 2002. Mapping QTLs for sucrose content, yield and quality in a sugar beet population fingerprinted by EST-related markers. Theoretical and Applied Genetics, 104: 1107-1113.
43. Sheikholeslami, R. 1997. Laboratory methods and their application in process control in sugar industry. 1th edn. Mersa, Inc. Tehran, Iran, 342 pp (In Persian).
44. Shiri, M., Aliyev, R.T. and R. Choukan. 2010. Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in Maize. Research Journal of Environmental Sciences, 1-10.
45. Smith, G.A., R.J. Hecker, G.W. Maag and D.M. Rasmuson. 1973. Combining ability and gene action estimates in an eight parent diallel cross of sugar beet. Crop Science, 13: 312-316.
46. Srivastava, H.M., R. Kapur and B.L. Srivastava. 1986. Heterosis, combining ability and gene action in a seven parent diallel crosses in sugar beet. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 46: 484-489.
47. Stancic, I., J. Zivic, S. Petrovic and D. Knezevic. 2014. Impact of genes and proportional contribution of parental genotypes to inheritance of root yield and sugar content in diploid hybrids of sugar beet. *The Scientific World Journal*, http://dx.doi.org/10.1155/2014/580623.
48. Taleghani, D.F., R. Mohammadian and S. Sadeghzadeh Hemayati. 2014. Autumn sugar beet, Guidelines for sowing, husbandry and harvest. Agriculture Research, Education and Extension Organization, Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran. 89 pp (In Persian).
49. Yang, R.C., S. Jana and J.M. Clarke. 1991. Phenotypic diversity and associations of some potentially drought responsive characters of durum wheat. Crop Sciences, 31: 1484-1491.
50. Zakhriev, A. 1990. Effect of the maternal and pollen parent on the formation of normally developed but un-germinating (hard) seeds in some triploid hybrids of sugar beet. Rasteniev dni-Nauki, 27: 72-76

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]

# Determination of Genetic Parameters of Quantitative and Qualitative Traits of Sugar Beet in Drought and Normal Conditions

**Abdol Majid Khorshid[1], Ali Akbar Asadi[2] and Abazar Rajabi[3]**

1- Assistant Professor of Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azarbaijan, Organization for Research, Education and Promotion of Agriculture, Iran
2- Assistant Professor of Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Zanjan, Iran,
(Corresponding Author: asadipm@gmail.com)
3- Associated Professor, Research Institute for Sugar Beet Seed, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Karaj, Iran
Received: 30 March, 2021 Accepted: 6 October, 2021

**Extended Abstract**

**Introduction and Objective:** Improving crop yield under drought stress conditions is one of the most important goals of plant breeding. Drought tolerance is usually evaluated by plant yield under low water stress, but due to the influence of other traits under stress conditions, this trait alone cannot indicate drought tolerance of genotypes. Therefore, it is better in breeding programs to identify drought tolerance traits of genotypes and guide programs based on yield and other important physiological and biochemical traits. Determining the values of genetic variance and the additive part and the dominance of genetic variance in controlling traits under both normal and stress conditions is the basis for deciding how to use germplasms in different conditions, which researchers use based on different methods to estimate them. The aim of this study was to estimate the genetic parameters of quantitatively yielding and qualitative traits of sugar beet under drought and normal stress conditions for use in breeding programs.

**Material and Methods:** To determine the genetic parameters of different quantitative and qualitative traits of sugar beet, two series of genotypes full-sib and hybrid (resulting from the meeting of some of full-sibs as paternal lines and two lines SC C2 and SC 261 as maternal lines) were studied under both drought and normal conditions, in Motahari's Research, Karaj in 2017. After testing, different physiological and qualitative traits of genotypes were measured in two environments and finally genetic parameters were calculated.

**Results:** In full-sib experiment under stress conditions, sodium content, potassium/sodium ratio, nitrogen content, alkalinity coefficient, syrup purity, molasses sugar, leaf area, shoot fresh weight, shoot dry weight, root dry weight, root mass ratio, and root/stem ratio had more genetic variance than environmental variance, so they also had higher broad sense heritability. Therefore, due to high genetic variance, these traits can be used in breeding and selection programs. Under normal conditions, the amount of genetic variance was low in all traits and consequently, the general heritability was low. In hybrid experiment under stress conditions for sugar yield traits, sodium content, sodium/potassium ratio, nitrogen content, and leaf area, and normal conditions for sugar yield and sodium/potassium ratio there was high genetic variance and broad-sense heritability was observed above 0.5. Therefore, these traits can be considered for breeding and selection programs. In drought conditions, the highest heritability was related to potassium content 0.77, molasses sugar 0.65, extractable sugar percentage 0.48, syrup purity 0.44, and sodium content and relative water content with 43, respectively. So, these traits were controlled to varying degrees by additive effects. Under normal conditions, pure sugar with 0.4 and sodium with 0.44 showed the highest heritability.

**Conclusion:** The results showed that the genetic parameters calculated in the stress environment cannot be generalized to the non-stress environment. As a result, studying the genetic characteristics of lines and hybrids under different environments is inevitable so that the estimation of gene function can be more accurate. In both environments, the narrow-sense heritability of root yield was low but in sugar yield was moderate. So, in improving root yield, hybrid products can be used, and in sugar yield, selection can be used in long and term generations, as well as hybrid production.

**Keywords:** Broad and narrow sense heritability, Drought, Genetic variance, Physiologic traits

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21 ]

[ DOI: 10.52547/jcb.13.40.151 ]