دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

# برآورد وراثت‌پذیری و ارتباط بین صفات در لاین‌های خالص نوترکیب گندم بهاره تحت شرایط نرمال و تنش کم‌آبی انتهای فصل

حمزه حمزه[۱]، علی اصغری[۲]، سید ابولقاسم محمدی[۳]، امید سفالیان[۴] و سلیمان محمدی[۵]

۱- دانشجوی دکتری ژنتیک بیومتری، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشگاه پیام نور مرکز مهاباد
۲- دانشیار، دانشگاه محقق اردبیل (نویسنده مسوول: ali_asgharii@uma.ac.ir)
۳- استاد، گروه به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- دانشیار، دانشگاه محقق اردبیل
۵- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه
تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۸

**چکیده**

**به‌منظور برآورد وراثت‌پذیری و ارتباط بین صفات ۱۴۸ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان بهاره به همراه والدین (Yecora Rojo و No. 49) در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار و در شرایط آبیاری کامل و تنش کم‌آبی انتهای فصل در دو سال زراعی ۹۳ و ۹۴ در دو مکان مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری از لحاظ کلیه صفات وجود داشت. در شرایط نرمال رطوبتی مقدار وراثت پذیری خصوصی برآورد شده برای صفات سنبله در مترمربع، وزن ساقه، بیوماس، طول سنبله، طول و وزن پدانکل ، طول ساقه، تعداد دانه و وزن سنبله در محدوده ۱۵/۰۴ تا ۲۲/۴۱ درصد و برای صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در محدوده ۲۵/۹۳ تا ۲۶/۹۲ قرار داشت. در شرایط تنش کم‌آبی مقدار وراثت پذیری خصوصی محاسبه شده برای طول سنبله، وزن سنبله، طول ساقه، سنبله در متر مربع، بیوماس، وزن پدانکل، طول پدانکل و وزن ساقه بین ۱۳/۶۴تا ۱۹/۳۵ درصد و برای صفات تعداد دانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در محدوده ۲۲ تا ۲۵/۶۱ درصد قرار داشت. بالاترین بازده گزینشی در هر دو شرایط مربوط به صفات وزن پدانکل و شاخص برداشت بود. نهایتاً براساس نتایج تجزیه رگرسیون و علیت در مجموع دو شرایط صفات تعداد دانه و وزن هزار دانه به‌عنوان مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه شناسایی شدند. بنابرین استفاده از صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به‌عنوان شاخص گزینشی، احتمالاً امکان دستیابی به لاین‌های پرمحصول گندم را فراهم می‌سازد.**

**واژه‌های کلیدی: لاین اینبرد نوترکیب، وراثت‌پذیری، همبستگی، گندم نان**

## مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی جهان است که در سطحی معادل ۲۱۷ میلیون هکتار کشت می‌شود و میزان تولید سالیانه آن ۶۵۱ میلیون تن گزارش شده است (۱۴). با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان، برآورد شده است که تولید گندم در جهان تا سال ۲۰۲۰ باید به‌طور متوسط سالیانه ۲ درصد افزایش یابد تا پاسخ‌گوی نیاز غذایی جمعیت دنیا باشد (۱). کمبود آب در بسیاری از نقاط دنیا به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی است. بنابراین، ایجاد و استفاده از ارقام متحمل به شرایط خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۷). در به نژادی و تولید ارقام پر محصول، دسترسی به تنوع ژنتیکی، اطلاع از ساختار ژنتیکی و نحوه توارث صفات ضروری است، تا با بهره برداری صحیح از این تنوع به‌توان ارقام جدید با خصوصیات مورد نظر را تولید نمود. به عبارت دیگر، تنوع ژنتیکی لازمه اصلی گزینش در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود صفات و تولید ارقام جدید و سازگار است (۲۰). با توجه به کاهش تنوع ژنتیکی در مواد اصلاح شده، انجام تلاقی بین ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات مکمل از روش‌های متداول برای تولید جمعیت‌های در حال تفرق و ایجاد نوترکیبی‌های جدید برای رسیدن به صفات مطلوب و عملکرد بالا است. جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب که از طریق خودگشنی گیاهان F2 حاصل از تلاقی دو لاین طی چند نسل (معمولاً تا نسل F8 یا F9) تولید می‌شود، از جمله چنین جمعیت‌هایی می‌باشد. افراد این جمعیت‌ها به‌علت پشت سر گذاشتن چند چرخه تفرق قبل از رسیدن به هموزیگوتی، دارای ترکیبات متفاوت از ژن‌های والدینی بوده و از نظر صفات مختلف ممکن است نسبت به والدین خود برتر باشند. بنابراین، جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب دارای کاربردهای مختلف از قبیل ایجاد تنوع برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، تهیه نقشه‌های ژنتیکی و مکان‌یابی ژن‌های کنترل کننده صفات مختلف می‌باشند. با توجه به هموزیگوت بودن این لاین‌ها می‌توان از آن‌ها در آزمایشات تکراردار استفاده کرد (۳۷). دانش تنوع ژنتیکی عوامل ژنتیکی مهم همراه با مدیریت صحیح ژرم پلاسم را می توان در انتخاب ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های به نژادی گیاهان مختلف و حفاظت منابع ژنتیکی استفاده کرد (۳۸). افزایش عملکرد دانه مهم‌ترین هدف در اصلاح گندم است. بررسی نحوه ثوارت عملکرد دانه در گندم موضوع تحقیق بسیاری از محققان بوده است (۲۹) عملکرد دانه در گندم صفت پیچیده‌ای است که توسط چندین ژن کنترل می‌شود. بر اساس میزان وراثت پذیری برآورد شده گزارش شده است که برخی از صفات مورفولوژیک که عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، وراثت‌پذیری بالاتری نسبت به عملکرد دانه دارند (۱۶). وراثت‌پذیری بالا که منجر به افزایش بازده گزینشی برای اجزای عملکرد دانه می‌شود، یک معیار مناسب برای گزینش ژنوتیپ‌ها در نسل‌های اولیه فراهم می‌آورد (۳۲،۲۳). در بررسی توارث عملکرد و اجزای عملکرد در گندم میزان وراثت‌پذیری برای صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کم، برای طول سنبله، تعداد دانه در سنبله متوسط و تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد پنجه بارور بالا

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]
[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

برآورد شد (۱۳). همچنین مقدار وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی در گندم برای صفات طول سنبله و وزن هزار دانه بالا و برای صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله پایین گزارش شده است (۱۲). درمطالعه ای تفکیک متجاوز معنی‌دار در اجزاء عملکرد همچون تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته گزارش شد و لاین‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و تعداد پنجه دارای تنوع ژنتیکی بالایی بودند و هم‌چنین قابلیت توارث‌پذیری برای صفات وزن صد دانه، تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور نسبتاً پایین و برای صفات ارتفاع، عملکرد دانه، طول سنبله، شاخص برداشت، روز تا گلدهی و تعداد دانه در بوته متوسط به بالا برآورد شد (۴). اگرچه، وجود همبستگی بالا بین عملکرد دانه و اجزای آن می‌تواند ما را در گزینش مستقیم این صفات در جهت بهبود عملکرد دانه راهنمایی کند، اما نمی‌تواند دلیل وجود این روابط را توضیح دهد. هم‌چنین، از آن‌جایی که بین صفات مرتبط با عملکرد همبستگی‌های منفی وجود دارد و با توجه به ارتباط پیچیده صفات با همدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای ضرایب همبستگی ساده انجام گیرد و لازم است از روش‌های آماری چند متغیره جهت درک عمیق‌تر روابط بین صفات بهره برد (۶). با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام می‌توان تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات صفات وابسته را توجیه می‌کنند مورد بررسی قرار داد، در روش تجزیه علیت نیز ضرایب همبستگی بین صفات مستقل به اجزایی که اثرات مستقیم و غیرمستقیم را بر روی صفات وابسته اندازه‌گیری می‌کنند تفکیک می‌شود (۱۵). نتایج حاصل از تجزیه همبستگی صفات در شرایط دیم نشان داد همبستگی عملکرد دانه با دوره پر شدن دانه، عملکرد بیولوژیک، تعدادکل دانه، تعداد ساقه بارور و تعداد کل ساقه مثبت و معنی‌دار بود (۲). در نتیجه انجام تحقیقی صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع با اثر مستقیم روی عملکرد دانه، حدود ۹۳/۲ درصد تغییرات این صفت را تبیین نمودند (۲۴). در نهایت هدف از مطالعه حاضر برآورد وراثت‌پذیری و ارتباط بین صفات در لاین‌های خالص نوترکیب گندم بهاره تحت شرایط نرمال و تنش کم‌آبی بود.

## مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: مواد گیاهی مورد استفاده شامل ۱۴۸ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان بهاره حاصل از تلاقی رقم Yecora Rojo (زودرس و پاکوتاه به‌عنوان والد پدری با منشأ امریکا ۱۴۹) و ژنوتیپ No. 49 (دیررس و پابلند به‌عنوان والد مادری با منشأ سیستان و بلوچستان) به همراه نتاج بود. جمعیت در دانشگاه ریورساید تولید و از طریق قطب علمی اصلاح مولکولی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در اختیار این پژوهش قرار داده شد. ارزیابی مزرعه‌ای: ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در مزرعه منابع طبیعی مهاباد و ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب در سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ کشت شدند. این دو منطقه بر اساس طبقه‌بندی دو مارتن، به‌ترتیب جزو مناطق نیمه خشک کشور طبقه‌بندی شده‌اند. آزمایش در هر دو منطقه در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار و در دو شرایط عادی و تنش رطوبتی اجرا شد. هر لاین در کرت‌های دو ردیفی به طول ۲/۵ متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر با تراکم ۵۰۰ بذر در متر مربع کشت شد. آبیاری در تیمارهای تنش و بدون تنش تا مرحله ظهور سنبله، بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، بسته به دما و میزان تبخیر و تعرق انجام گرفت. برای اعمال تنش کم‌آبی، در مرحله ظهور سنبله، در تیمار تنش، آبیاری قطع شد ولی در آزمایش بدون تنش تا زمان رسیدگی آبیاری ادامه یافت. کلیه مراقبت‌های زراعی به طور یکسان برای لاین‌ها انجام شد. در موقع رسیدگی فیزیولوژیکی، صفات ارتفاع و وزن بوته، طول و وزن سنبله اصلی، طول و وزن پدانکل، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شدند. در این بررسی آماره‌های میانگین، دامنه تغییرات، ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی، وراثت‌پذیری خصوصی و بازده ژنتیکی برای شدت گزینش ۵ درصد برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده با رویه Univariate در نرم‌افزار SAS محاسبه شدند. وراثت‌پذیری خصوصی صفات از فرمول $h^2=[\sigma^2A/(\sigma^2g+$ $\sigma^2ge/e+\sigma^2e/re]$ (Therrien, 2003) محاسبه گردید که در آنها $\sigma^2A$ و $\sigma^2ge$ و $\sigma^2e$ به ترتیب واریانس افزایشی، واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و واریانس خطا، r تعداد تکرار و e تعداد محیط می‌باشد. با توجه به این‌که، واریانس ژنتیکی بین لاین‌های خالص نوترکیب معادل دو برابر واریانس افزایشی است (۲۰) مقدار برآورد شده نشانگر وارثت‌پذیری خصوصی صفات خواهد بود. تفکیک متجاوز برای صفات در جهت مثبت و منفی با استفاده از فرمول‌های GGP=BDH-BP و GGN=WDH-WP محاسبه گردید که در آن GGP، GGN به ترتیب تفکیک متجاوز مثبت و منفی، BDH و WDH به ترتیب لاین‌های دارای بیشترین و کمترین ارزش و BP و WP به‌ترتیب والدین برخوردار از بالاترین و کمترین ارزش هستند.

ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی با استفاده از فرمول‌های PCV=(σp/x) ×۱۰۰ و GCV=(σg/x) ×۱۰۰ محاسبه گردیدند که در آن‌ها σp و σg به ترتیب انحراف معیارهای فنوتیپی و ژنوتیپی و x میانگین صفت در کل جمعیت است. بازده ژنتیکی برای شدت گزینش ۵ درصد با استفاده از رابطه GC=Kh2σpمحاسبه شد، که در آن K دیفرانسیل گزینش استاندارد شده (۲/۰۶۵ برای ۵ درصد گزینش)، σp انحراف معیار فنوتیپی و$h^2$ وارثت‌پذیری خصوصی صفات است. تجزیه‌های آماری: تجزیه واریانس ساده و تجزیه واریانس مرکب پس از بررسی و تأیید برقراری مفروضات براساس داده‌های دو سال و دو مکان انجام شد. علاوه براین، ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، توارث‌پذیری خصوصی، پیشرفت ژنتیکی و بازده ژنتیکی با ۵ درصد شدت گزینش، برای کلیه صفات محاسبه شد. هم‌چنین، رابطه بین صفات نیز بر اساس ضرایب همبستگی ساده و صفات تاثیر گذار بر عملکرد دانه با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت تعیین گردیدند.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

## نتایج و بحث

### تجزیه واریانس مرکب صفات

پس از بررسی و تایید برقراری فرض‌های تجزیه واریانس، یعنی نرمال بودن توزیع خطاها، یک‌نواختی واریانس‌های درون تیماری و اثر افزایشی بلوک با تیمار که به‌ترتیب به کمک آزمون شاپیرو- ویلک، توزیع باقی‌مانده و آزمون غیر افزایشی توکی صورت گرفت، جدول تجزیه واریانس داده‌ها برای۱۲ صفت زراعی در جدول ۱ درج شده است. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بین دو سال آزمایش از لحاظ کلیه صفات به غیر از تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود داشت. وجود این اختلاف معنی‌دار احتمالاً به دلیل شرایط آب و هوایی متفاوت و هم‌چنین شرایط متفاوت زمین و خاک محل آزمایش در دو سال باشد. اثر مکان نیز بر کلیه صفات مورد بررسی به غیر وزن پدانکل معنی‌دار بود. بین دو شرایط نرمال رطوبتی و تنش کم‌آبی از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار دیده شد. اثر متقابل سال و مکان بر روی کلیه صفات مورد بررسی به غیر از وزن پدانکل معنی‌دار بود. در کلیه صفات به غیر از طول ساقه و وزن هزار دانه اثر متقابل سال در شرایط نیز معنی‌دار گردید. اثر متقابل مکان در شرایط تنها بر صفات وزن ساقه، طول سنبله و وزن سنبله معنی‌دار بود. هم‌چنین، بین ۱۵۰ ژنوتیپ مورد بررسی از لحاظ کلیه صفات زراعی مورد بررسی اختلاف معنی‌دار دیده شد. بنابراین، تنوع ژنتیکی قابل توجهی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات وجود داشت که می‌توان از این تنوع در برنامه های گزینش برای بهبود صفات زراعی بهره‌برداری کرد. اثر متقابل ژنوتیپ در سال بر کلیه صفات مورد بررسی به غیر از وزن پدانکل معنی‌دار بود. این موضوع بیانگر این واقعیت بود که واکنش لاین‌های نوترکیب از یک سال به سال دیگر مشابه نبوده است. اثر متقابل ژنوتیپ در مکان نیز تنها بر صفت وزن سنبله معنی‌دار گردید. اثر متقابل ژنوتیپ در شرایط تنها بر صفت عملکرد بیولوژیک از لحاظ آماری معنی‌دار بود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها هم‌چنین مشاهده شد که اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × مکان × سال بر کلیه صفات مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار بود. در حالی‌که، اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × شرایط × سال بر صفات طول سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار گردید. اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × شرایط × مکان تنها در صفت شاخص برداشت معنی‌دار شد. در نهایت اثر چهارجانبه ژنوتیپ × سال × شرایط × مکان بر هیچ یک از صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). حیدری و همکاران (۱۹) در بررسی روابط بین صفات در جمعیت‌های دابل هاپلوئید گندم، گزارش کردند که بروز فنوتیپی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد سنبله در متر مربع در مقایسه با سایر صفات بیشتر تحت تاثیر اثر سال قرار گرفت و اثر متقابل ژنوتیپ × سال برای این صفات نیز معنی‌دار شد.

### تنوع صفات و پارامترهای ژنتیکی

نتایج نشان داد که در شرایط نرمال اختلاف بین والدهای Yecora Rojo و No. 49 از لحاظ صفات ارتفاع بوته، وزن پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار بود. در این بررسی والد No. 49 در مقایسه با والد Yecora Rojo به صورت معنی‌داری از ارتفاع بوته، وزن پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود. تحت شرایط تنش کم آبی اختلاف بین دو والد از لحاظ صفات طول پدانکل، سنبله در متر مربع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار بود. تحت شرایط تنش کم‌آبی والد No. 49 در مقایسه با والد Yecora Rojo از طول پدانکل، سنبله در متر مربع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود (جداول ۲ و ۳). برتری والد No. 49 را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی این ژنوتیپ نسبت داد. ژنوتیپ مذکور دیر رس و پابلند است و می‌تواند طول دوره رشد بیشتری داشته باشد و علاوه بر استفاده از طول دوره رشد بالا جهت فتوسنتز جاری فتوآسمیلات‌های ذخیره شده در ساقه را نیز در مدت زمان بیشتری به منابع انتقال دهد (۱۱). در تحقیق حاضر بین ۱۴۸ اینبرد لاین نوترکیب ار لحاظ کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار در هر دو شرایط نرمال و تنش کم‌آبی مشاهده شد. انتظار می‌رود میانگین جامعه لاین‌های خالص نوترکیب با میانگین والدین آن اختلاف معنی‌دار نداشته باشد (۲۰). مقایسه متعامد میانگین والدین با میانگین لاین‌های خالص نوترکیب در این پژوهش نشان داد که به غیر از عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی انتهای فصل اختلاف معنی‌داری بین این دو گروه وجود نداشت. اختلاف بین این دو میانگین (والدین و جامعه نوترکیب حاصل) می‌تواند ناشی از عوامل پیچیده کننده توارث هم‌چون اثرات محیطی، پایه مادری و یا اپیستازی بر صفت مذکور باشد. تحت شرایط نرمال در هر دو سال تفکیک متجاوز مثبت و منفی معنی‌دار برای صفات وزن ساقه، طول پدانکل، وزن پدانکل، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت مشاهده شد. برای صفات سنبله در متر مربع و عملکرد بیولوژیک تنها تفکیک متجاوز مثبت و معنی‌دار و برای صفات وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله تنها تفکیک متجاوز منفی و معنی‌داری مشاهده گردید. در شرایط تنش کم‌آبی انتهای فصل هر دو نوع تفکیک متجاوز مثبت و منفی معنی‌دار برای صفات ارتفاع بوته، وزن ساقه، وزن پدانکل، طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت دیده شد. اما برای صفت طول پدانکل تنها تفکیک متجاوز مثبت و معنی‌دار و برای صفت عملکرد تفکیک متجاوز منفی و معنی‌دار مشاهده گردید (جداول ۱ و ۲). معنی‌دار شدن تفکیک متجاوز در جهت مثبت و منفی در مورد هر دو والد مبین این واقعیت است که آلل‌های افزایش دهنده صفات در بین والدین پخش شده‌اند و در برخی از نتاج تعداد بیشتری آلل منفی یا مثبت نسبت به والدین جمع شده‌اند. چالیش و هوشمند (۴) تفکیک متجاوز معنی‌دار در اجزاء عملکرد گندم دوروم هم‌چون تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته مشاهده کردند. محمدی اقدم و همکاران (۲۴) نیز در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در جمعیت لاینهای اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

از تلاقی ارقام زاگرسو نورستار برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، ارتفاع بوته و طول سنبله تفکیک متجاوز مشاهده کردند. در تحقیق حاضر ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی قابل توجهی برای برخی از صفات مشاهده شد. تنوع بالا بین ژنوتیپ‌ها امکان بهبود صفات در آینده را فراهم می‌آورد و به طور خاص میزان تنوع ژنتیکی در تعیین سودمندی انتخاب مؤثر است (۳۳). در مطالعه حاضر دامنه تغییرات تنوع فنوتیپی در صفات از ۶/۸۳ درصد تا ۱۹/۴۳ درصد و دامنه تغییرات تنوع ژنتیکی از ۴/۰۴ تا ۱۴ درصد متغیر بود که کمترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به صفت طول سنبله و بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی مربوط به صفت عملکرد دانه بود. تحت شرایط تنش کم‌آبی دامنه تغییرات ضریب تنوع فنوتیپی بین ۹/۶۴ تا ۲۱/۰۴ درصد متغیر بود که بالاترین درصد تنوع فنوتیپی مربوط به عملکرد دانه و کمترین مقدار مربوط به ارتفاع بوته بود. هم‌چنین، محدوده تغییرات تنوع ژنوتیپی بین ۶/۴۱ تا ۱۵/۰۶ درصد متغیر بود کمترین ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به صفت طول پدانکل و بالاترین تنوع ژنتیکی به صفت عملکرد دانه اختصاص داشت (جداول ۲ و ۳). در هر دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی بین تنوع ژنتیکی و تنوع فنوتیپی اختلاف قابل توجهی وجود داشت و میزان تنوع فنوتیپی بالاتر از تنوع ژنتیکی بود که بیانگر تأثیر بیشتر محیط بر صفات مورد بررسی در مقایسه با عوامل ژنتیکی بود. وجود تنوع ژنتیکی و فنوتیپی در بررسی گندم تتراپلوئید توسط سبحاشچاندرا و همکاران (۳۳) و در گندم نان توسط مرضا و همکاران (۲۲) و دیر و ایلدریم (۸) گزارش شده است. تحت شرایط نرمال رطوبتی مقدار وراثت‌پذیری عمومی برآورد شده برای صفات سنبله در متر مربع، وزن ساقه، طول سنبله، طول پدانکل، عملکرد بیولوژیک و وزن پدانکل بین ۳۰ تا ۳۸ درصد و برای صفات طول ساقه، وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله بین ۴۲ تا ۴۴ درصد و برای سه صفت وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بین ۵۱ تا ۵۳ درصد برآورد گردید. تحت شرایط تنش کم‌آبی مقدار وراثت‌پذیری عمومی برآورد شده برای صفات وزن سنبله و طول سنبله کمتر از ۳۰ درصد، برای صفات طول ساقه، وزن پدانکل، سنبله در متر مربع و عملکرد بیولوژیک در دامنه ۳۲ تا ۳۸ درصد و برای صفات طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در دامنه ۴۳ تا ۴۹ درصد و برای عملکرد دانه ۵۱/۲۳ درصد برآورد شد (جداول ۱ و ۲). با توجه به این‌که واریانس ژنتیکی بین لاین‌های خالص نوترکیب معادل دو برابر واریانس افزایشی است (۲۰)، بنابراین وراثت‌پذیری خصوصی بر این مبنا برآورد شد. بر این اساس در شرایط نرمال رطوبتی مقدار وراثت پذیری خصوصی برآورد شده برای صفات سنبله در متر مربع، وزن ساقه، بیوماس، طول سنبله، طول پدانکل و وزن پدانکل در دامنه ۱۵/۰۴ تا ۱۹/۲۳ درصد، برای صفات طول ساقه، تعداد دانه، و وزن سنبله در محدوده ۲۱/۱۲ تا ۲۲/۴۱ درصد و مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در محدوده ۲۵/۹۳ تا ۲۶/۹۲ قرار داشت. در شرایط تنش کم‌آبی مقدار وراثت‌پذیری خصوصی محاسبه شده برای صفات طول سنبله، وزن سنبله، طول ساقه، سنبله در متر مربع، بیوماس، وزن پدانکل، طول پدانکل و وزن ساقه بین ۱۳/۶۴تا ۱۹/۳۵ درصد و برای صفات تعداد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه در محدوده ۲۲ تا ۲۴/۵۵ درصد و برای صفت عملکرد دانه ۲۵/۶۱ درصد برآورد شد. بنابراین انتظار می‌رود در مجموع دو شرایط، صفات مانند تعداد دانه، شاخص برداشت وزن هزار دانه و عملکرد دانه در مقایسه با دیگر صفات مورد بررسی بیشتر تحت کنترل اثرات ژنتیکی افزایشی ژن‌ها باشند و از طرف دیگر مقدار کم وراثت‌پذیری خصوصی صفات طول سنبله، وزن سنبله، طول ساقه، سنبله در متر مربع، بیوماس، وزن پدانکل، طول پدانکل و وزن ساقه بیانگر نقش کم تنوع ژنتیکی افزایشی و یا انعطاف‌پذیری فنوتیپی آن صفات می‌باشد. در مقایسه اثر تنش کم‌آبی بر میزان تغییرات وراثت پذیری صفات در دو محیط، مشاهده شد که تنش خشکی مقدار وراثت‌پذیری را در مقایسه با شرایط نرمال در صفات وزن ساقه، سنبله در مترمربع و بیوماس افزایش و وراثت‌پذیری صفات ارتفاع بوته، وزن پدانکل، طول سنبله، وزن سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت را کاهش داد. نکته قابل توجه در این تحقیق این بود که وراثت‌پذیری خصوصی صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کاهش بسیار جزئی نشان دادند. بنابراین، می‌توان اظهار داشت که صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در مقایسه با دیگر صفات مورد بررسی در این تحقیق بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ بوده‌اند تا محیط. در تحقیقاتی جداگانه یائو و همکاران (۳۶) منیر و همکاران (۲۶) مقدار وراثت‌پذیری عملکرد دانه را متوسط به بالا گزارش کردند. همچنین، حمزه و همکاران (۱۸) میزان روائت‌پذیری خصوصی را برای عملکرد ۶۴/۵ درصد و برای تعداد پنجه ۵/۹ درصد گزارش نمودند. در مطالعه حاضر بالاترین بازده گزینشی در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی مربوط به دو صفت وزن پدانکل و شاخص برداشت بود، در حالی‌که، کمترین مقدار بازده گزینشی در هر دو شرایط به صفات بیوماس و تعداد سنبله در متر مربع اختصاص داشت. دربین صفات مرتبط با اجزای عملکرد دانه صفت وزن هزار دانه بالاترین مقدار بازده گزینشی را به خود اختصاص داد. در گزارشات متعدد تاکید شده است که بدون پیشرفت ژنتیکی، مقادیر وراثت‌پذیری اهمیت کاربردی در گزینش بر اساس فنوتیپ نخواهد داشت (۱۰). لذا، در برنامه‌های اصلاحی برای گزینش توأم، پیشرفت ژنتیکی بایستی همراه با وراثت‌پذیری در نظر گرفته شود. در این تحقیق، مقادیر وراثت‌پذیری با پیشرفت ژنتیکی مناسبی برای صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در هر دو شرایط به دست آمد. بنابراین، می‌توان این صفات را از طریق گزینش در نسل‌های اولیه در ژنوتیپ‌ها تثبیت کرد.

**همبستگی بین صفات**

تحت شرایط نرمال رطوبتی بین صفت عملکرد دانه و صفات وزن پدانکل، طول سنبله، سنبله در متر مربع، وزن سنبله، تعداد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد (جدول ۴). تحت شرایط تنش کم‌آبی صفت عملکرد دانه با کلیه صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن پدانکل با عملکرد در هر دو شرایط محیطی بیانگر اهمیت ذخایر فتوسنتزی ذخیره شده در ساقه در تعیین نهایی عملکرد دانه است. مقایسه مقدار همبستگی در دو شرایط محیطی نشان داد که تحت شرایط تنش کم‌آبی مقدار همبستگی وزن پدانکل با عملکرد دانه بیشتر می‌شود که خود دلیل بر اهمیت ذخایر فتوسنتزی در ساقه تحت شرایط تنش در پر کردن دانه است. به‌طوری‌که، در شرایط نرمال بین وزن هزار دانه و وزن پدانکل همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. در حالی‌که، تحت شرایط تنش کم آبی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن هزار دانه و وزن پدانکل دیده شد (جدول ۴). طول پدانکل در مناطق دیم دارای اهمیت ویژه ای در تحمل خشکی می باشد (۲۷، ۲۵). الوندی و همکاران (۲) در ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط دیم بین عملکرد دانه با تعدادکل دانه، تعداد ساقه بارور و تعداد کل ساقه مثبت و معنی‌دار بود. رشیدی (۲۸) نیز ضریب همبستگی معنی‌دار و مثبتی را بین عملکرد دانه با صفاتی مانند تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، بیوماس و شاخص برداشت گزارش کرد.

**تجزیه رگرسیون و علیت**

نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه برای مشخص نمودن اجزای موثر بر عملکرد دانه به‌عنوان صفت وابسته در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی در متوسط دو مکان و دو سال در جداول ۵ و ۷ درج شده است. در شرایط نرمال صفات وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن پدانکل ($R^2$=۰/۷۵) و در شرایط تنش کم‌آبی صفات وزن سنبله، سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و طول پدانکل ($R^2$=۰/۷۳) در توجیه تغییرات عملکرد دانه سهم داشتند (جداول ۵ و ۷) و سهم سایر صفات در توجیه تغییرات عملکرد دانه کم بود. محمودی و همکاران (۲۱) در ارزیابی روابط بین صفات در ژنوتیپ‌های گندم زمستانه تحت شرایط تنش رطوبتی انتهای فصل با انجام تجزیه رگرسیون گام به گام نشان دادند که صفات بیوماس، وزن هزار دانه و روز تا رسیدگی بیشترین تغییرات موجود در عملکرد دانه (R2= ۷۷/۲٪) را تبین کردند. الوندی و همکاران (۲) با انجام تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در شرایط دیم گزارش کردند صفات تعداد کل دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن پنج سنبله، تعداد روز تا گرده افشانی، به ترتیب وارد مدل رگرسیون شدند و در مجموع ۷۲٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. نتایج تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۶) نشان داد که چهار صفت وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن پدانکل اثر مستقیم مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه دارند. در این بررسی صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم از طریق دیگر صفات موجود در مدل اثر مثبتی بر عملکرد دانه نشان دادند. اما دو صفت سنبله در مترمربع و وزن پدانکل به صورت غیرمستقیم و از طریق یکدیگر اثر غیرمستقیم منفی بر عملکرد دانه نشان دادند. تحت شرایط تنش کم‌آبی صفات وزن سنبله، سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و طول پدانکل اثر مستقیم مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه نشان دادند (جدول ۸). در این بررسی صفات وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه به صورت غیرمستقیم نیز از طریق دیگر صفات وارد مدل شده اثر مثبتی بر عملکرد دانه نشان دادند، اما صفات تعداد تعداد دانه در سنبله و طول پدانکل به صورت غیرمستقیم از طریق یکدیگر اثر غیر مستقیم منفی بر عملکرد دانه داشتند. در مقایسه دو شرایط، مشاهده شد که صفات وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه نشان دادند از آنجا که صفات مذکور از اجزای عملکرد دانه در گندم به شمار می‌روند حصول چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود. در مطالعه حاضر در شرایط نرمال رطوبتی وزن پدانکل و در شرایط تنش کم‌آبی طول پدانکل دارای اثر مثبت و مستقیمی بر عملکرد دانه بودند که خود بیانگر این مطلب است که در هر دو شرایط نرمال و تنش کم‌آبی نقش فتوسنتز سنبله و هم‌چنین میزان انتقال مجدد فتوآسمیلات‌های ذخیره شده در پدانکل حیاتی است. در مطالعه حاضر تحت شرایط عملکرد دانه نشان داد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تحت شرایط نرمال رطوبتی صفت وزن هزار دانه بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه نشان داد، اما تحت شرایط تنش کم آبی اگرچه بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت نرمال رطوبتی صفت وزن هزار دانه به تنهایی ۴۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود همچنین صفت مذکور دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بالایی با اما صفت مذکور تنها ۴ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. تحت شرایط تنش کم آبی صفت وزن سنبله به تنهایی ۴۷ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را در بین صفات وارد مدل شده را به خود اختصاص داد. در نهایت می توان نتیجه گرفت در هر دو شرایط نرمال و تنش کم آبی دو صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه نشان دادند و به‌عنوان صفات تأثیر گذار بر عملکرد دانه وارد مدل شده‌اند همچنین دو صفت مذکور در مقایسه با دیگر صفات وارد مدل شده از مقدار وراثت پذیری خصوصی بالاتری برخوردار بوده‌اند. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس دو صفت مذکور می‌تواند ما را در دست‌یابی به ژنوتیپ‌های پر محصول یاری دهد. محمدی اقدم و همکاران (۲۴) در ارزیابی روابط بین صفات در لاین‌های نوترکیب گندم گزارش کردند، صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متربع مربع دارای اثر مثبت مستقیم بر عملکرد دانه بوده و ۹۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمودند.

با توجه به هدف مطالعه در تحقیق حاضر مقدار وراثت‌پذیری مناسبی برای صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه برآورد شد، همچنین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

نشان دادند و بر اساس نتایج تجزیه علیت دو صفت مذکور اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه داشتند بنابراین، گزینش لاین‌های خالص نوترکیب گندم بهاره تحت شرایط نرمال و تنش کم‌آبی انتهای فصل بر اساس صفات وزن هزار دانه و عملکرد دانه احتمالاً در دست‌یابی به لاین‌های پر محصول مثمر ثمر باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در ۱۴۸ اینبرد لاین نوترکیب حاصل از تلاقی دو والد (Yecora Rojo × No. 49) در دو سال دو مکان و دو شرایط

Table 1. Combined variance analysis of the studied traits in148 recombinant inbred lines derived from the cross of two parents (Yecora Rojo × No. 49) in two places and two two-year

| | | میانگین مربعات | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییر | درجه آزادی | طول ساقه | وزن ساقه | طول پدانکل | وزن پدانکل | طول سنبله | سنبله در متر مربع | وزن سنبله | تعداد دانه | وزن هزار دانه | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | شاخص برداشت |
| سال | ۱ | ۳۲۹۳۳/۹$^{**}$ | ۱۴۱/۱$^{**}$ | ۱۵/۴۰$^{ns}$ | ۰/۴۱$^{**}$ | ۲۲/۳۳$^{**}$ | ۱۴۰۰۳$^{**}$ | ۱۳/۶۴$^{**}$ | ۵۳۰/۲$^{ns}$ | ۱۶۷۳۴/۲$^{**}$ | ۹۷۴/۰۷$^{ns}$ | ۹۶۷۵۷$^{**}$ | ۶/۱۴$^{**}$ |
| مکان | ۱ | ۴۶۵۹۵/۲$^{**}$ | ۲۲/۹$^{**}$ | ۹۴۴/۹$^{**}$ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۲۵۰/۰۷$^{**}$ | ۲۴۴۹/۸$^{**}$ | ۵۲/۸۷$^{**}$ | ۲۶۲۰/۱$^{**}$ | ۲۶۴۸۰$^{**}$ | ۱۱۴۰۶۹$^{**}$ | ۳۸۶۱۸$^{**}$ | ۰/۷۴$^{*}$ |
| شرایط | ۱ | ۶۶۴۰۵/۵$^{**}$ | ۹/۰۷$^{**}$ | ۱۴۹۰۰/۳$^{**}$ | ۲/۶۹$^{**}$ | ۵۰۳/۲۸$^{**}$ | ۱۲۱۶۵۸$^{**}$ | ۷۲/۵۳$^{**}$ | ۱۴۹۱۲$^{**}$ | ۴۰۳۴۸$^{**}$ | ۶۱۰۴۳۹$^{**}$ | ۲۳۹۶۲۴$^{**}$ | ۱/۴۸$^{**}$ |
| سال × مکان | ۱ | ۳۴۳۵۸/۴$^{**}$ | ۲۰/۲$^{**}$ | ۳۰۳/۵۶$^{**}$ | ۰/۰۷$^{ns}$ | ۱۲۶/۸۳$^{**}$ | ۶۹۲/۵۱$^{**}$ | ۸/۱۹$^{**}$ | ۱۴۷۳/۲۶$^{*}$ | ۱۷۱۱۳$^{**}$ | ۲۰۱۸۵۹$^{**}$ | ۳۲۶۶۷$^{**}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ |
| سال × شرایط | ۱ | ۱۲۷۴/۰۲$^{ns}$ | ۴/۸۲$^{**}$ | ۱۱۲/۷$^{**}$ | ۰/۴۴$^{**}$ | ۱/۹۱$^{ns}$ | ۲۲۷۳۴$^{**}$ | ۱/۷۰$^{**}$ | ۷۶۸/۸۵$^{ns}$ | ۱۰۳/۸۲$^{ns}$ | ۲۳۱۲۸$^{*}$ | ۱۶۷۳۹/۲$^{**}$ | ۲/۴۸$^{**}$ |
| مکان × شرایط | ۱ | ۰/۰۲$^{ns}$ | ۰/۰۶$^{*}$ | ۲/۲۳$^{ns}$ | ۰/۰۰۳$^{ns}$ | ۱۶/۵۷$^{**}$ | ۵۱/۴۵$^{ns}$ | ۰/۴۹$^{**}$ | ۴۱/۱۴$^{ns}$ | ۶۷۵/۳$^{ns}$ | ۴۲۰/۲۷$^{ns}$ | ۴۱۵/۱۴$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۱$^{ns}$ |
| سال × مکان × شرایط | ۱ | ۱/۶۹$^{ns}$ | ۰/۱۲$^{**}$ | ۵۵/۷۰$^{ns}$ | ۰/۰۶$^{ns}$ | ۲/۶۱$^{*}$ | ۵۲/۰۳$^{ns}$ | ۰/۱۷$^{ns}$ | ۱۴/۶۷$^{ns}$ | ۵۰۶/۱$^{ns}$ | ۱۶۱۳۰$^{ns}$ | ۶۵۱/۶۶$^{ns}$ | ۰/۱۷$^{ns}$ |
| خطای ۱ | ۸ | ۲۹۰/۹۷ | ۰/۰۴ | ۳۱/۴۴ | ۰/۰۴۹ | ۲/۲۶ | ۱۵۸/۴۳ | ۰/۲۲ | ۱۸۱/۶۱ | ۲۰۸/۲۶ | ۴۱۰۲/۶ | ۶۹۷/۵۵ | ۰/۱۰ |
| ژنوتیپ | ۱۴۹ | ۲۵۵/۷۵$^{**}$ | ۰/۰۴$^{**}$ | ۵۶/۳۲$^{**}$ | ۰/۰۱۰$^{**}$ | ۲/۰۷$^{**}$ | ۵۴۰/۷۹$^{**}$ | ۰/۲۱$^{**}$ | ۴۲/۵۸$^{**}$ | ۳۲۲/۳۷$^{**}$ | ۱۶۶۸/۷$^{**}$ | ۷۹۹/۹۵$^{**}$ | ۰/۰۵$^{**}$ |
| ژنوتیپ × سال | ۱۴۹ | ۲۷۳/۹۳$^{**}$ | ۰/۰۴$^{*}$ | ۶۲/۴۳$^{**}$ | ۰/۰۱۰$^{ns}$ | ۲/۰$^{**}$ | ۵۹۶/۱۳$^{**}$ | ۰/۲۰$^{**}$ | ۳۲/۹۶$^{**}$ | ۳۳۶/۰۸$^{**}$ | ۱۸۰۳/۶$^{**}$ | ۷۹۹/۱۲$^{**}$ | ۰/۰۶$^{**}$ |
| ژنوتیپ × مکان | ۱۴۹ | ۱۵۳/۱۰$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۲۵/۷۳$^{ns}$ | ۰/۰۰۶$^{ns}$ | ۱/۱۴$^{ns}$ | ۳۱۲/۱۱$^{ns}$ | ۰/۰۹$^{**}$ | ۱۸/۰۷$^{ns}$ | ۷۶/۴۳$^{ns}$ | ۱۲۶۶/۹$^{ns}$ | ۲۱۷/۹۲$^{ns}$ | ۰/۰۱۱$^{ns}$ |
| ژنوتیپ × شرایط | ۱۴۹ | ۷۰/۹۱$^{ns}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۱۳/۶۶$^{ns}$ | ۰/۰۰۳$^{ns}$ | ۰/۷۴$^{ns}$ | ۹۰/۷۲$^{ns}$ | ۰/۰۶$^{ns}$ | ۱۲/۵۶$^{ns}$ | ۴۳/۵۱$^{ns}$ | ۴۷۰/۱۹$^{*}$ | ۱۲۸/۳۱$^{ns}$ | ۰/۰۱۴$^{ns}$ |
| ژنوتیپ ×مکان × سال | ۱۴۹ | ۱۳۲/۳۷$^{**}$ | ۰/۰۳$^{**}$ | ۲۸/۳۴$^{**}$ | ۰/۰۰۶$^{ns}$ | ۱/۳۰$^{**}$ | ۳۳۰/۵۰$^{**}$ | ۰/۰۹$^{*}$ | ۱۹/۲۸$^{**}$ | ۹۳/۰۶$^{**}$ | ۱۲۵۱/۵$^{**}$ | ۱۹۶/۵۶$^{**}$ | ۰/۰۱۰$^{*}$ |
| ژنوتیپ × شرایط × سال | ۱۴۹ | ۵۲/۷۹$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۱۶/۴۹$^{ns}$ | ۰/۰۰۳$^{ns}$ | ۰/۹۵$^{**}$ | ۹۵/۰۴$^{ns}$ | ۰/۰۶$^{ns}$ | ۱۲/۸۷$^{ns}$ | ۴۱/۷۹$^{ns}$ | ۴۶۶/۳۷$^{ns}$ | ۱۶۴/۴۴$^{**}$ | ۰/۰۱۴$^{**}$ |
| ژنوتیپ × شرایط × مکان | ۱۴۹ | ۴۹/۱۲$^{ns}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۱۲/۰۳$^{ns}$ | ۰/۰۰۲$^{ns}$ | ۰/۵۲$^{ns}$ | ۸۲/۲۰$^{ns}$ | ۰/۰۴$^{ns}$ | ۶/۶۵$^{ns}$ | ۲۶/۸۵$^{ns}$ | ۳۹۲/۴۳$^{ns}$ | ۸۱/۸۸$^{ns}$ | ۰/۰۱۱$^{*}$ |
| ژنوتیپ × سال ×شرایط × مکان | ۱۴۹ | ۴۸/۰۸$^{ns}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۱۳/۱۲$^{ns}$ | ۰/۰۰۳$^{ns}$ | ۰/۴۹$^{ns}$ | ۱۰۲/۲۴$^{ns}$ | ۰/۰۴$^{ns}$ | ۸/۱۶$^{ns}$ | ۲۳/۹۳$^{ns}$ | ۳۰۰/۳۰$^{ns}$ | ۶۲/۵۹$^{ns}$ | ۰/۰۰۸$^{ns}$ |
| خطای ۲ | ۱۱۹۲ | ۴۶/۶۶ | ۰/۰۱ | ۱۵/۵۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۶۷ | ۱۷۴/۰۹ | ۰/۰۶ | ۱۱/۷۷ | ۴۲/۰۶ | ۴۲۷/۶۱ | ۸۶/۳۲ | ۰/۰۰۸ |

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی¬دار، معنی¬دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- پارامترهای آماری و تنوع صفات مورد مطالعه در ۱۴۸ لاین مورد مطالعه به همراه دو والد (Yecora Rojo × No. 49) تحت شرایط نرمال رطوبتی (میانگین دو سال و دو مکان)

Table 2. Statistical parameters and diversity of understudied traits in 148 studied lines with two parents (Yecora Rojo × No. 49) under normal irrigation condition (means of two years and two locations)

| شرایط نرمال | طول ساقه | وزن ساقه | طول پدانکل | وزن پدانکل | طول سنبله | سنبله در متر مربع | وزن سنبله | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | شاخص برداشت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yecora Rojo149 | ۲۲/۱۷ | ۰/۶۲ | ۲۷/۳۷ | ۰/۲۹ | ۷/۰۳ | ۵۹/۸۷ | ۱/۵۴ | ۲۲/۳۲ | ۵۷/۳۶ | ۹۹/۸۳ | ۵۳/۸۹ | ۰/۵۴ |
| No. 49 (150) | ۶۶/۸۲ | ۰/۶۵ | ۲۹/۱۳ | ۰/۳۵۱ | ۸/۳۳ | ۷۱/۱۲ | ۱/۸۲ | ۲۶/۲۵ | ۵۳/۸۲ | ۱۲۴/۶۵ | ۶۳/۰۱ | ۰/۵۱ |
| اختلاف والدین | −۱۱/۶۴ | −۰/۰۲۹ | −۱/۷۶ | ۰/۰۶۰ | −۱/۳ | −۱۱/۲۵ | −۰/۲۷ | −۴/۲ | ۳/۵۳ | −۲۴/۸۱ | −۹/۱۱ | ۰/۰۳۱ |
| میانگین والدین | ۶۱ | ۰/۶۳ | ۲۸/۲۵ | ۰/۳۲ | ۷/۶۸ | ۶۵/۶ | ۱/۶۹ | ۲۴/۴۵ | ۵۵/۵۹ | ۱۱۲/۲۴ | ۵۸/۴۵ | ۰/۵۳ |
| بهترین لاین | ۷۱/۳۵ | ۰/۰۸۷ | ۶/۲۶ | ۰/۴۰ | ۸/۶۹ | ۸۲/۵ | ۱/۹۱ | ۲۷/۸ | ۷۲/۳۵ | ۱۴۸/۳۲ | ۷۹/۱۶ | ۰/۶۶ |
| بدترین لاین | ۵۰/۲۲ | ۰/۴۸ | ۲۲/۷۲ | ۰/۲۲ | ۶/۷۶ | ۵۲/۵ | ۱/۱۷ | ۱۷/۰۳ | ۳۹/۰۸ | ۹۳/۵۹ | ۳۶/۴۸ | ۰/۳۲ |
| میانگین لاین‌ها | ۶۰/۵۸ | ۰/۶۰ | ۲۹/۲۷ | ۰/۲۱ | ۷/۷۳ | ۶۶/۳۰ | ۱/۵۵ | ۲۱/۴۳ | ۵۸/۲۲ | ۱۲۰/۰۱ | ۵۶/۹۴ | ۰/۴۷ |
| دامنه تغییرات | ۲۱/۱۵ | ۰/۳۹ | ۱۳/۵۲ | ۰/۱۸ | ۱/۹۲ | ۳۰ | ۰/۷۳ | ۱۰/۷۳ | ۳۳/۲۶ | ۵۴/۷۳ | ۴۲/۶۸ | ۰/۳۲ |
| میانگین والدین – نتاج | ۰/۴۱ | ۰/۰۳۱ | −۱/۰۱ | ۰/۰۰۸۱ | −۰/۰۵۰ | −۰/۸۰ | ۰/۱۳ | ۲/۹۹ | −۲/۶۳ | −۷/۷۷ | ۱/۵۱ | ۰/۰۵۲ |
| تفکیک متجاوز مثبت | ۴/۵۵ | ۰/۲۲ | ۷/۱۱ | ۰/۰۵۷ | ۰/۳۵ | ۱۱/۳۷ | ۰/۰۸۹ | ۱/۲۷ | ۱۴/۹۹ | ۲۳/۶۷ | ۱۶/۱۵ | ۰/۱۱ |
| تفکیک متجاوز منفی | −۴/۹۹ | −۰/۱۳ | −۴/۶۵ | −۰/۰۶۶ | −۰/۲۶ | −۷/۳۵ | −۰/۳۷ | −۵/۲۸ | −۱۴/۷۳ | −۶/۲۷ | −۱۷/۴۱ | −۰/۱۸ |
| PCV% | ۹/۷۲ | ۱۵/۳۷ | ۸/۹۱ | ۱۱/۵۰ | ۶/۸۳ | ۱۲/۱۴ | ۱۰/۹۶ | ۱۰/۳۵ | −۱۰/۹۵ | ۱۳/۷۰ | ۱۹/۴۳ | ۱۵/۰۶ |
| GCV% | ۶/۳۱ | ۸/۵۶ | ۵/۴۸ | ۷/۱۳ | ۴/۰۴ | ۶/۶۶ | ۶/۸۹ | ۶/۸۹ | ۷/۸۹ | ۷/۷۷ | ۱۴ | ۱۱/۰۵ |
| $h^2$% عمومی | ۴۲/۲۴ | ۳۱/۰۳ | ۳۷/۸۸ | ۳۸/۴۶ | ۳۱/۳۲ | ۳۰/۰۸ | ۴۴/۸۲ | ۴۴/۳۳ | ۵۱/۹۱ | ۳۲/۱۹ | ۵۱/۸۷ | ۵۳/۸۴ |
| $h^2$% خصوصی | ۲۱/۱۱ | ۱۵/۵۱ | ۱۸/۹۴ | ۲۳/۱۹ | ۱۷/۵۰ | ۱۵/۰۴ | ۲۲/۴۱ | ۲۲/۱۶ | ۲۵/۹۵ | ۱۶/۰۹ | ۲۵/۹۳ | ۲۶/۹۲ |
| $Gc_{5\%}$ | ۰/۰۳ | ۱/۷۱ | ۰/۰۷ | ۵/۹۴ | ۰/۳۴ | ۰/۰۱ | ۱/۳۵ | ۰/۱۰ | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۳/۸۴ |
| $LSD_{5\%}$ | ۷/۲۶ | ۰/۰۸۲ | ۳/۰۶ | ۰/۰۵۷ | ۰/۷۳ | ۱۱/۲۰ | ۰/۲۱ | ۳/۱۸ | ۵/۴۵ | ۱۸/۳۹ | ۸/۷۶ | ۰/۰۶۸ |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

جدول ۳- پارامترهای آماری و تنوع صفات مورد مطالعه بین ۱۴۸لاین مورد مطالعه به همراه دو والد (Yecora Rojo × No. 49) تحت شرایط تنش کم‌آبی (میانگین دو سال و دو مکان)

Table 3. Statistical parameters and diversity of understudied traits in 148 studied lines with two parents (Yecora Rojo × No. 49) under water deficit (means of two years and two locations)

| شرایط نرمال | ارتفاع ساقه | وزن ساقه | طول پدانکل | وزن پدانکل | طول سنبله | سنبله در متر مربع | وزن سنبله | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | شاخص برداشت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yecora Rojo149 | ۴۷/۹۷ | ۰/۴۴ | ۲۰/۸۵ | ۰/۲۳ | ۶/۶۶ | ۴۲/۸۸ | ۱/۱۶ | ۱۸/۱۹ | ۴۹/۰۱ | ۷۳/۳۷ | ۳۸/۶۱ | ۰/۵۲ |
| No. 49 (150) | ۵۰/۹۲ | ۰/۰۴۵ | ۲۴/۱۶ | ۰/۲۴ | ۷/۱۸ | ۶۱/۲۵ | ۱/۲۰ | ۱۸/۲۳ | ۵۰/۸۷ | ۹۴ | ۴۸/۸۶ | ۰/۵۳ |
| اختلاف والدین | −۲/۹۵ | −۰/۰۲ | −۳/۳۱ | −۰/۰۱ | −۰/۵۲ | −۱۵/۳۸ | −۰/۰۳ | −۰/۰۴ | −۱/۸۶ | −۲۰/۶۳ | −۱۰/۲۵ | −۰/۰۱ |
| میانگین والدین | ۴۹/۴۴ | ۰/۴۴ | ۲۲/۵۱ | ۰/۲۳ | ۶/۹۲ | ۵۳/۵۶ | ۱/۱۸ | ۱۸/۲۱ | ۴۹/۹۴ | ۸۳/۶۹ | ۴۳/۷۳ | ۰/۵۳ |
| بهترین لاین | ۶۰/۱۰ | ۰/۶۸ | ۲۸/۷۶ | ۰/۳۲ | ۷/۶۶ | ۶۴/۲۵ | ۱/۴۵ | ۲۰/۶۶ | ۶۴/۰۸ | ۱۱۴/۵۹ | ۵۳/۵۷ | ۰/۶۲ |
| بدترین لاین | ۳۹/۴۸ | ۰/۳۵ | ۱۸/۴۸ | ۰/۱۶ | ۵/۶۸ | ۳۵/۶۳ | ۰/۹۱ | ۱۲/۷۶ | ۳۳/۰۶ | ۶۴/۵۸ | ۱۷/۰۴ | ۰/۲۳ |
| میانگین لاین‌ها | ۵۰/۵۰ | ۰/۴۸ | ۲۳/۶۵ | ۰/۲۴ | ۶/۷۴ | ۵۰/۸۱ | ۱/۱۸ | ۱۶/۳۶ | ۴۹/۹۵ | ۸۷/۵۷ | ۳۶/۸۷ | ۰/۴۳ |
| دامنه تغییرات | ۲۰/۶۲ | ۰/۳۴ | ۱۰/۲۹ | ۰/۱۶ | ۱/۹۸ | ۲۸/۶۳ | ۰/۵۴ | ۷/۹۰ | ۳۱/۰۲ | ۵۰/۰۱ | ۳۶/۵۳ | ۰/۴۰ |
| میانگین والدین – نتاج | ۱/۰۶ | ۰/۰۳ | ۱/۱۴ | ۰/۰۱ | −۰/۱۸ | −۲/۷۶ | ۰/۰۰ | −۱/۸۵ | ۰/۰۰ | ۳/۸۸ | −۶/۸۶ | −۰/۱۰ |
| تفکیک متجاوز مثبت | ۹/۱۸ | ۰/۲۳ | ۴/۶۰ | ۰/۰۸ | ۰/۴۸ | ۳ | ۰/۲۵ | ۲/۴۴ | ۱۳/۲۱ | ۲۰/۵۸ | ۴/۷۲ | ۰/۰۹ |
| تفکیک متجاوز منفی | −۸/۴۹ | −۰/۰۹ | −۲/۳۸ | −۰/۰۷ | −۰/۹۸ | −۱۰/۲۵ | ۰/۲۵ | −۵/۴۳ | −۱۵/۹۵ | −۲۹/۴۳ | −۲۱/۵۶ | −۰/۳۰ |
| PCV% | ۹/۶۴ | ۱۱/۶۴ | ۱۰/۹۲ | ۱۳/۸۶ | ۷/۴۱ | ۱۳/۷۵ | ۱۰/۵۳ | ۱۱/۵۶ | ۱۰/۷۲ | ۱۷/۰۷ | ۲۱/۰۴ | ۱۷/۸۶ |
| GCV% | ۷/۲۴ | ۷۴/۲۴ | ۶/۴۱ | ۸/۰۲ | ۳/۸۷ | ۷/۸۳ | ۵/۷۵ | ۷/۶۷ | ۷/۵۱ | ۹/۸۰ | ۱۵/۰۶ | ۱۱/۹۳ |
| $h^2$% عمومی | ۳۱/۶۵ | ۳۸/۷۱ | ۴۳/۵۳ | ۳۳/۴۷ | ۲۷/۲۸ | ۳۲/۴۴ | ۲۹/۸۰ | ۴۴/۰۱ | ۴۹/۱۱ | ۳۲/۹۸ | ۵۱/۲۳ | ۴۴/۶۳ |
| $h^2$% خصوصی | ۵/۵۷ | ۱۹/۳۵ | ۱۷/۲۶ | ۱۶/۷۴ | ۱۳/۶۴ | ۱۶/۲۲ | ۱۴/۹۰ | ۲۲ | ۲۴/۵۵ | ۱۶/۹۴ | ۲۵/۶۱ | ۲۲/۳۱ |
| $Gc_{5\%}$ | ۰/۰۳۳ | ۳/۵۸ | ۰/۰۶ | ۲/۱۵ | ۰/۲۸ | ۰/۰۲ | ۱/۲۳ | ۰/۱۱ | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳۳ | ۳ |
| $LSD_{5\%}$ | ۷/۰۹ | ۰/۰۸۲ | ۳/۳۰ | ۰/۰۳۶ | ۰/۶۰ | ۱۰/۳۶ | ۰/۱۸۸ | ۲/۴۲ | ۵/۱۷ | ۱۵/۳۸ | ۶/۲۳ | ۰/۰۷۷ |

جدول ۴- همبستگی بین صفات در لاین‌های مورد مطالعه تحت شرایط نرمال (اعداد پایین قطر) و تنش کم‌آبی (اعداد بالای قطر) (میانگین دو سال و دو مکان)

Table 4. Correlation coefficients of traits under normal condition (low numbers), cut irrigation (high numbers) based on the average of two years and two locations

| صفات | ارتفاع ساقه | وزن ساقه | طول پدانکل | وزن پدانکل | طول سنبله | سنبله در متر مربع | وزن سنبله | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | شاخص برداشت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارتفاع ساقه | | ۰/۶۱$^{**}$ | ۰/۶۶$^{**}$ | ۰/۵۱$^{**}$ | ۰/۱۳$^{ns}$ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۰/۳۰$^{**}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۰/۱۴$^{ns}$ | ۰/۲۸$^{**}$ | ۰/۲۵$^{**}$ | ۰/۱۳$^{ns}$ |
| وزن ساقه | ۰/۶۱$^{**}$ | | ۰/۴۵$^{**}$ | ۰/۴۹$^{**}$ | ۰/۲۱$^{**}$ | ۰/۰۶$^{ns}$ | ۰/۳۴$^{**}$ | ۰/۱۷$^{*}$ | ۰/۱۲$^{ns}$ | ۰/۲۴$^{**}$ | ۰/۲۸$^{**}$ | ۰/۱۰$^{ns}$ |
| طول پدانکل | ۰/۶۷$^{**}$ | ۰/۴۲$^{**}$ | | ۰/۵۲$^{**}$ | ۰/۱۷$^{*}$ | ۰/۰۵$^{ns}$ | ۰/۱۹$^{*}$ | −۰/۰۲$^{ns}$ | ۰/۰۷$^{ns}$ | ۰/۲۳$^{**}$ | ۰/۱۸$^{*}$ | ۰/۰۴$^{ns}$ |
| وزن پدانکل | ۰/۵۵$^{**}$ | ۰/۵۷$^{**}$ | ۰/۵۰$^{**}$ | | ۰/۱۷$^{*}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۰/۳۷$^{**}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۰/۲۸$^{**}$ | ۰/۳۵$^{**}$ | ۰/۲۶$^{**}$ | −۰/۰۱$^{ns}$ |
| طول سنبله | ۰/۲۲$^{**}$ | ۰/۲۴$^{**}$ | ۰/۱۴$^{ns}$ | ۰/۱۹$^{*}$ | | −۰/۰۸$^{ns}$ | ۰/۲۹$^{**}$ | ۰/۲۸$^{**}$ | ۰/۰۹$^{ns}$ | ۰/۱۳$^{ns}$ | ۰/۲۰$^{*}$ | ۰/۰۹$^{ns}$ |
| سنبله در متر مربع | −۰/۱۵$^{ns}$ | ۰/۰۰۳$^{ns}$ | −۰/۰۹$^{ns}$ | −۰/۰۴$^{ns}$ | | | ۰/۱۴$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۰/۰۶$^{ns}$ | ۰/۵۰$^{**}$ | ۰/۴۵$^{**}$ | ۰/۰۹$^{ns}$ |
| وزن سنبله | ۰/۵۱$^{**}$ | ۰/۳۳$^{**}$ | ۰/۳۲$^{**}$ | ۰/۳۸$^{**}$ | −۰/۰۱$^{ns}$ | | ۰/۳۳$^{**}$ | ۰/۳۸$^{**}$ | ۰/۲۳$^{**}$ | ۰/۴۷$^{**}$ | ۰/۳۱$^{**}$ | |
| تعداد دانه در سنبله | ۰/۱۹$^{*}$ | ۰/۳۲$^{**}$ | ۰/۱۲$^{ns}$ | ۰/۲۱$^{**}$ | ۰/۳۵$^{**}$ | ۰/۰۷$^{ns}$ | ۰/۱۵$^{**}$ | | ۰/۱۳$^{ns}$ | ۰/۱۹$^{*}$ | ۰/۴۱$^{**}$ | ۰/۳۰$^{**}$ |
| وزن هزار دانه | ۰/۱۷$^{*}$ | ۰/۲۱$^{**}$ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۰/۱۹$^{*}$ | ۰/۰۲$^{ns}$ | ۰/۰۸$^{ns}$ | ۰/۳۱$^{**}$ | ۰/۱۰$^{ns}$ | | ۰/۱۶$^{*}$ | ۰/۴۲$^{**}$ | ۰/۳۱$^{**}$ |
| عملکرد بیولوژیک | ۰/۳۴$^{**}$ | ۰/۲۶$^{**}$ | ۰/۳۲$^{**}$ | ۰/۲۵$^{**}$ | ۰/۲۱$^{**}$ | ۰/۴۷$^{**}$ | ۰/۲۵$^{**}$ | ۰/۳۰$^{**}$ | ۰/۲۴$^{**}$ | | ۰/۴۵$^{**}$ | −۰/۲۹$^{**}$ |
| عملکرد دانه | ۰/۲۲$^{*}$ | ۰/۲۲$^{**}$ | ۰/۱۸$^{*}$ | ۰/۲۲$^{**}$ | ۰/۲۲$^{**}$ | ۰/۴۵$^{**}$ | ۰/۳۸$^{**}$ | ۰/۴۵$^{**}$ | ۰/۴۶$^{**}$ | ۰/۵۹$^{**}$ | | ۰/۶۸$^{**}$ |
| شاخص برداشت | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۰/۰۹$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۰/۰۷$^{ns}$ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۰/۱۷$^{*}$ | ۰/۲۷$^{**}$ | ۰/۳۱$^{**}$ | ۰/۳۶$^{**}$ | −۰/۰۳$^{ns}$ | ۰/۷۶$^{**}$ | |

ns ، * و **: به ترتیب غیرمعنی¬دار، معنی¬دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی

Table 5. Results of stepwise regression analysis of under studied traits with grain yield under normal condition

| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|---|---|---|---|---|
| عدد ثابت | ۱۰/۷۹ | −۲۲/۱۴ | −۵۶/۰۵ | −۶۲/۴۳ |
| وزن هزار دانه | ۰/۷۹ | ۰/۷۳ | ۰/۶۵ | ۰/۶۲ |
| سنبله در متر مربع | | ۰/۵۵ | ۰/۵۳ | ۰/۵۷ |
| تعداد دانه در سنبله | | | ۱/۷۶ | ۱/۶۷ |
| وزن پدانکل | | | | ۳۰/۱۶ |
| ضریب تبیین $R^2$ | ۰/۴۶ | ۰/۶۱ | ۰/۷۴ | ۰/۷۵ |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

جدول ۶- تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی

Table 6. path analysis of traits affecting grain yield under normal condition

| | اثر مستقیم | اثر غیر مستقیم | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن هزار دانه | سنبله در متر مربع | تعداد دانه در سنبله | وزن پدانکل |
| وزن هزار دانه | ۰/۳۶** | - | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۸ | ۰/۰۲۰ |
| سنبله در متر مربع | ۰/۴۲** | ۰/۰۲۸ | - | ۰/۰۲۹ | -۰/۰۰۹ |
| تعداد دانه در سنبله | ۰/۳۸** | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۲۹ | - | ۰/۰۲۳ |
| وزن پدانکل | ۰/۱۱* | ۰/۰۶۴ | -۰/۰۳۷ | ۰/۰۷۹ | - |

جدول ۷- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه در شرایط تنش کم آبی

Table 7. Results of stepwise regression analysis of under studied traits with grain yield under water deficit condition

| عدد ثابت | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| وزن سنبله | ۵/۸۱ | -۱۲/۱۰ | -۲۳/۷۴ | -۳۵/۹۱ | -۴۳/۶۵ |
| سنبله در متر مربع | ۲۶/۳۵ | ۲۳/۵۸ | ۱۷/۹۸ | ۱۲ | ۱۰/۳۵ |
| تعداد دانه در سنبله | | ۰/۴۱ | ۰/۴۲ | ۰/۴۱ | ۰/۴۲ |
| وزن هزار دانه | | | ۱/۰۹۹ | ۱/۰۹ | ۱/۱۲ |
| طول پدانکل | | | | ۰/۳۹ | ۰/۳۹ |
| | | | | | ۰/۳۸ |
| ضریب تبین $R^2$ | ۰/۴۷ | ۰/۶۱ | ۰/۶۸ | ۰/۷۲ | ۰/۷۳ |

جدول ۸- تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط تنش کم آبی

Table 8. path analysis of traits affecting grain yield under water deficit condition

| صفات | اثر مستقیم | اثر غیر مستقیم | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن سنبله | سنبله در متر مربع | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | طول پدانکل |
| وزن سنبله | ۰/۱۸** | - | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۹۹ | ۰/۱۰۲ | ۰/۰۲۴ |
| سنبله در متر مربع | ۰/۴۰** | ۰/۰۲۱ | - | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۰۶ |
| تعداد دانه در سنبله | ۰/۳۰** | ۰/۰۵۹ | ۰/۰۰۸ | - | ۰/۰۳۵ | -۰/۰۰۲ |
| وزن هزار دانه | ۰/۲۷** | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۲۴ | ۰/۰۳۹ | - | ۰/۰۰۶ |
| طول پدانکل | ۰/۱۳* | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۲ | -۰/۰۰۶ | ۰/۰۱۸ | - |

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

## منابع


1. Abdel-Ghany, H.M., A.A. Nawar, M.E. Ibrahim, A. El-Shamarka, M.M. Selim and A.I. Fahmi. 2004. Using tissue culture to select for drought tolerance in bread wheat. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 1- 26.
2. Alvandi, R., A.R .Etminan, R. Mohammadi and L. Shoahtari. 2015. Genetic Diversity of Durum Wheat Genotypes Using Agronomic Characteristics and Molecular Markers. Seed and Plant Improvement Journal, 31: 458-441 (In Persian).
3. Arshad, Y. and A. Soltani. 2006. Effects of drought stress on wheat accessions in gene banks. the final report. Registration number 85.1239 Agricultural Information and Documentation Centre, 80 pp (In Persian).
4. Chalish, L. and S. Houshmand. 2013. Estimate of Heritability and Relationship of Some Durum Wheat Characters Using Recombinant Inbred Lines. Electronic Journal of Crop Production, 4(2): 223-238 (In Persian).
5. Chandra, D., M.A. Islam and N.C.D. Barma. 2004. Variability and interrelationship of nine quantitative characters in $F_5$ bulks of five wheat crosses. Pakistan journal Biology Since, 6: 1040-1045.
6. Cooper, J.C.B. 1983. Factor analysis. An overview. The Amerian Statistician, 37(2): 141-147.
7. Dawari, N.H. and O.P. Luthra. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat. Indian Journal of Agricultural Research, 25: 515-518.
8. Dere, S. and M.B. Yildirim. 2006. Inheritance of grain yield per plant, flag leaf width and length in an 8 x 8 Diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum* L.). Turk journal of agricultural, 30: 339-345.
9. Ehdaei, B. and A. Ghaderi. 1972. Diallel method and its application in plant breeding. Shahid Chamran University Press, 54 pp (In Persian).
10. Ehdaie, B. and J.G. Wains. 1997. Genetic analysis of carbon isotope discrimination and agronomic characters in a bread wheat cross. Theoritical and Applied Genetics, 88(8): 1023-1028.
11. Ehdaie, B., G.A. Alloush and J.G. Waines. 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crops Research, 106: 34-43.
12. Eid, M.H. 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition. International Journal of Genetics and Molecular Biology, 1(7): 115-120.
13. Erkul, A., A. Ünay and C. Konak. 2010. Inheritance of yield and yield components in a bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cross. Turkish Journal of Field Crops, 15(2): 137-140.


[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

14. FAO. 2012. FAOSAT agricultur data. Agricultural production 2009. FAO. Rome. Fao. Org. Accessed 22 Apr 2012.
15. Farshadafar E. 2005. Principles and multivariate statisticalmethods (second edition). Kermanshah, Publications Taq Bostan, 734 pp (In Persian).
16. Fethi, B. and E.G. Mohamed. 2010. Epistasis and genotype-by-environment interaction of grain yield related traits in durum wheat. Plant Breeding and Crop Science, 2(2): 24-29.
17. Gol-Abadi, M., A. Arzani and S.A.M. Mirmohammady Maibody. 2008. Genetic analysis of some morphological traits in durum wheat by generation mean analysis under normal and drought stress conditions. Seed Plant, 24: 99-116 (In Persian).
18. Hamze. H., J. Saba, F. Jabari, J. Nassiri and M. Alavi. 2008. Estimation of components variation, genotypic and phenotypic correlation coefficients of grain yield and its component in bread wheat (Tritium aestivum L.) under rainfed conditions Environment Stresses in Agriculture Sciences, 2(1): 29-38 (In Persian).
19. Heydari, B., A. Sayed-Tabatabaei Badreddin and A. Said. 2010. The interaction of genotype on the heritability of traits and genetic improvement of wheat doubled haploid choice in a community. Iranian, journal of Agriculture science, 39(1): 41-50 (In Persian).
20. Houshmand, S. 2003. The genetical analysis of quantitative traits. ShahreKord Univ. Pub, 462 pp.
21. Mahmoudi, A., S. Mohammadi, J. Sabah, H. Hamza and M. Rezaei. 2014. Evaluation of relationships between traits in winter wheat genotypes under stress, the end of the season. Cereal Research, 4(1): 11-1 (In Persian).
22. Marza, F., G.H. Bai, B.F. Carver and W.C. Zhou. 2006. Quantitative trait loci for yield and related traits in the wheat population Ning7840 × Clark. Theoritical and Applied Genetics, 112: 688-698.
23. Memon, S.M., B.A. Ansari and M.Z. Balouch. 2005. Estimation of genetic variation for agroeconomic traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Indian Journal of Plant Sciences, 4: 171-175.
24. Mohammadi Aghdam, M.D., A. Nasrollahzadeh and S.A. Mohammadi. 2012. Evaluation yield and yield components of bread wheat recombinant inbred line population derived from the cross, Zagros and Norstar figures. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 21(4): 39-40 (In Persian).
25. Mohammadi, A., E. Majidi, M.R. Bihamta and H. Heidari Sharifabad. 2006. Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristics in some wheat cultivars. Agronomi Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 73: 184-192 (In Persian).
26. Munir, M., M. Aslam, M. Chowdhry and M.D. Ashan. 2007. Generation means studies in bread wheat under drought condition. Interernatinal Journal of Agricultural and Biology, 9: 282-286.
27. Murphy, K.M. and P.G. Reeves. 2008. Relationship between yield and mineral nutrient concentrations in historical and modern spring wheat cultivars. Euphytica, Springer Netherlands, 3: 381-390.
28. Rashidi, V. 2011. Genetic parameters of some morphological and physiological traits in durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.). African Journal of Agricultural Research, 6(10): 2285-2288.
29. Rebetzke, G.J., R.A. Richards, A.G. Condon and G.D. Farquhar. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 150: 97-106.
30. Sharma, J.R. 2006. Statistical and biometrical techniques in plant breeding. New Age. International. Ltd, 429 pp.
31. Sharma, S.N., R.S. Sain and R.K. Sharma. 2002. The genetic system controlling number of spikelets per ear in macaroni wheat over environments. Wheat Information Service, 95: 36- 40.
32. Singh, K.N. and R. Chatrath. 1992. Genetic variability in grain yield and its component characters and their associations under salt stress conditions in tissue culture lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell.). Wheat information Service, 75: 46-53.
33. Subhashchandra, B., H.C. Lohithaswa, A.S. Desai and R.R. Hanchinal. 2009. Assessment of genetic variability and relationship between genetic diversity and transgressive segregation in tetraploid wheat. Karnataka Journal of Agricultural, 22: 36-38.
34. Taleei, A. and G.H. Nourmohammadi. 1994. Calculation of general and specific inheritability in 3 hybridizations of bread wheat. Iranian Journal of Agricultural Scinces, 25(4): 79-86 (In Persian).
35. Therrien, M.C. 2003. Heritability estimates for forage quality in barley. Barley Genetics Newsletter, 33: 16-17.
36. Yao, J., G.Yao, X. Yang, C. Qian and S. Wang. 2004. Analysis on the combining ability and heritability of the spike characters in wheat. Acta Agriculturae Shanghai, 20: 32-36.
37. Young, N.D. 2000. Construction of plant genetic linkage map with DNA markers, In: R.L. Phyllips and J.K. Vasil, (eds), DNA-Based Markers in Plants. Kluwer Academic Publications, 31- 47 pp.
38. Zarkti, H., H. Ouabbou, A. Hilali and S.M. Udupa. 2010. Detection of genetic diversity in Moroccan durum wheat accessions using agro-morphological traits and microsatellite markers, African Journal of Agricultural Research, 5(14): 1837-1844.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]

# Estimates of Heritability and Association among Traits in Recombinant Inbred Lines of Spring wheat under Normal and Terminal Water Conditions

**Hamza Hamza[1], Ali Asghari[2], Seyed Abulghasem Mohammadi[3], Omid Sofalian[4] and Soleyiman Mohammadi[5]**

1- Ph.D. Student of Biometrical Genetics at the University of Mohaghegh Ardabil Address: PNU center of Mahabad,
2- Associate Professor, University of Mohaghegh Ardabil (Corresponding author: ali_asgharii@uma.ac.ir)
3- Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Univeristy of Tabriz, Iran
4- Associate Professor, University of Mohaghegh Ardabil
5- Department of Seed and Plant Improvement Research, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Urmia, Iran
Received: August 1, 2016 Accepted: January 28, 2018

## Abstract

To estimate heritability and association between traits traits, 148 recombinant inbred lines and their parents (Yecora Rojo and No. 49) were evaluated in Alfa lattice design with two replications under normal and water deficit conditions during two cropping season (2013-15). Results showed that there were significant differences between genotypes for all studied traits. The estimated heritabilities for spikes per square meter, stem weight, biomass, spike length, peduncle length, peduncle weight, shoot length, number of grains per spike and spike weight were in the range of 15.04 to 22.41 and for grain yield, 1000- kernel weight and harvest index were in the range of 25.93 to 26.92, respectively. Under water deficit conditions, estimated heritabilities for spike length, spike weight, shoot length, spike per square meter, biomass, peduncle weight, peduncle length and stem weight were between 13.64 to 19.35 percent and for number of grains per spike, harvest index, thousand kernel weight and grain yield were in the range of 22 to 25.61 percent. The highest genetic gain in both conditions belongs to peduncle weight and harvest index, respectively. Finally based on regression and path analysis traits of number of grains per spike and 1000- kernel weights were identified as the most effective traits on grain yield in both conditions. Therefore, use of harvest index, grain yield, number of grains per spike and grain weight as indicators of selection, probably can provides access to high-yielding lines.

**Keywords:** Correlation, Heritability, Recombinant inbred lines, Wheat bread

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-02 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.10.27.10 ]