برآورد پارامترهای ژنتیکی برای عملکرد و اجزای آن در لاین‌های اینبرد ذرت، به روش تلاقی‌های دای آلل

ولی‌اله رامئه، عبدالمجید رضایی و احمد ارزانی[1]

چکیده

به منظور برآورد میزان ترکیب پذیری، هتروزیس و دیگر پارامترهای ژنتیکی عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت دانه‌ای، از تلاقی‌های دای آلل شش لاین اینبرد استفاده شد. والدها به همراه ۱۵ دورگ به انضمام چهار ژنوتیپ اضافی دیگر، در قالب طرح لاتیس مربع ساده مورد بررسی قرار گرفتند. برای تمامی خصوصیات، به استثنای طول دانه، سودمندی نسبی طرح لاتیس کمتر از یک بود، لذا داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و تحلیل شدند، و با حذف ژنوتیپ‌های اضافی با روش ۲ گریفینگ و مدل مختلط B مورد تجزیه و تحلیل ژنتیکی قرار گرفتند.

میانگین مربعات ترکیب پذیری‌های عمومی و خصوصی برای تمامی صفات معنی‌دار بود. نسبت میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی به ترکیب پذیری خصوصی برای تمامی صفات، به استثنای تعداد ردیف دانه، کمتر از یک بود، که سهم بیشتر اثر غیرافزایشی ژن‌ها را در کنترل ژنتیکی آنها نشان داد. برآوردهای درجه غالبیت کمتر از یک و توارث خصوصی پایین برای تمامی صفات، به استثنای تعداد ردیف دانه، تأیید مجددی بر اهمیت بیشتر اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این خصوصیات بود. بنابراین، برای عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، طول دانه، طول بلال و درصد چوب بلال، تولید دورگ سینگل کراس به منظور بهره‌مندی بیشتر از اثر غیرافزایشی ژن‌ها از اولویت زیادتری برخوردار است. برای بهبود ژنتیکی تعداد ردیف دانه، روش‌های مبتنی بر گزینش والدین مطلوب از کارایی خوبی برخوردار خواهد بود. در دورگ‌های مورد مطالعه، تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰۰ دانه اهمیت بیشتری در توجیه تغییرات عملکرد دانه داشت. در شرایط این مطالعه، دورگ‌های ۵×۴ و ۶×۵ با داشتن ترکیب پذیری خصوصی بالا برای تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه، در زمره برترین دورگ‌ها محسوب گردیدند.

واژه‌های کلیدی : *درجه غالبیت، قابلیت ترکیب پذیری، قابلیت توارث، هتروزیس*

مقدمه

مطالعات گسترده‌ای به منظور تعیین هم‌بستگی و تحلیل پارامترهای ژنتیکی عملکرد دانه، از طریق اجزای عملکرد صورت گرفته است (۱،۲،۶و۱۷). نتایج مطالعات متعدد (۷،۱۵،۱۸و ۲۰) حاکی از این است که هم‌بستگی خصوصیات

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

لاین‌های اینبرد برای پیش‌بینی عملکرد دورگ‌های حاصل از آنها شاخص مناسبی نبوده است. لذا استفاده از طرح‌های ژنتیکی مختلف برای تعیین ترکیب پذیری و دیگر پارامترهای ژنتیکی در لاین‌های اینبرد، به منظور دست‌یابی به برترین دورگ، و بهبود ژنتیکی لاین‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. طرح تلاقی‌های دای آلل، به علت آن که در کوتاه‌ترین مدت قادر به تعیین بیشترین پارامترهای ژنتیکی است، به طور گسترده‌تری در گیاهان خودگشن و دگرگشن، از جمله ذرت مورد استفاده قرار گرفته است (۱،۵،۹،۱۱،۱۲و۱۳). در روش‌های مختلف گریفینگ (۹و۱۰)، اطلاعاتی از قبیل ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، درجه غالبیت، اثر تقریبی ژن‌ها، قابلیت توارث و اثر سیتوپلاسمی قابل حصول می‌باشد.

نظر به این که اغلب مطالعات برای تحلیل پارامترهای ژنتیکی با فرض ثابت بودن اثر لاین‌ها در روش‌های مختلف گریفینگ در دو مدل ثابت و مختلط انجام می‌پذیرند (۱)، و از طرفی شرایط محیطی آزمایش‌ها مختلف و ژنوتیپ‌های آنها متفاوت است، لذا نتایج حاصل از هر مطالعه، به دیگر موارد قابل تعمیم نمی‌باشد. در نتیجه، بررسی جداگانهٔ پارامترهای ژنتیکی لاین‌های حاصل از هر پروژه اصلاحی امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

گرافیوس (۸) در بیان عملکرد از طریق روابط ریاضی اجزای عملکرد، اظهار داشته است که تغییرات غیرافزایشی عملکرد دانه از طریق اجزای آن قابل توجیه است. بنابراین، والدین تلاقی‌ها را می‌توان از طریق گزینش اجزایی از عملکرد که به صورت افزایشی کنترل می‌شوند، گزینش نمود. لذا مطالعه کنترل ژنتیکی اجزای عملکرد دانه، شامل تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن ۱۰۰ دانه، طول بلال و درصد چوب بلال در بهبود عملکرد دانه، مورد توجه پژوهشگران مختلف بوده است (۳،۱۴،۱۶،۱۹،۲۰و۲۱).

بنابراین این بررسی به منظور دست‌یابی به اهداف زیر انجام شده است:

۱. برآورد ترکیب پذیری‌های عمومی (GCA)[1] و خصوصی (SCA)[2] دورگ‌ها، از لحاظ خصوصیات مورد مطالعه.

۲. تعیین اثر تقریبی ژن‌ها، قابلیت توارث خصوصی و درجه غالبیت، در کنترل ژنتیکی عملکرد و صفات وابسته به آن.

۳. تعیین شاخص‌ترین اجزای عملکرد، در توجیه عملکرد دورگ‌های مورد مطالعه.

۴. تعیین برترین دورگ‌ها، از لحاظ عملکرد دانه.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، از تلاقی‌های دای آلل یک طرفه شش لاین اینبرد در دست اصلاح مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، به شماره‌های K۲۷۵۵، K۲۳۵۵، K۲۴۲۷، K۳۹۳، K۱۲۵۰ و K۲۷۸۲، که به ترتیب از این به بعد با L_1 تا L_6 مشخص می‌شوند، استفاده گردید. از خصوصیات بارز لاین‌های مذکور، ترکیب پذیری عمومی بالا براساس نتایج تاپ کراس، عملکرد، و دوره رسیدگی مناسب می‌باشد (گزارش‌های پژوهشی بخش ذرت مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر). بدین منظور، در سال زراعی ۱۳۷۵، تعداد ۲۵ ژنوتیپ شامل ۱۵ دورگ و شش لاین والدی، به همراه چهار ژنوتیپ اضافی، در قالب طرح لاتیس مربع ساده با دو تکرار مورد بررسی قرار گرفت.

کاشت به صورت هیرم‌کاری وجوی و پشته، و هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و به طول چهار متر بود. بذور ژنوتیپ‌های مورد مطالعه پس از ضدعفونی با کاربوکسین تیرام[3]، به فواصل ۲۰ سانتی‌متر و در عمق تقریبی پنج سانتی‌متر بر روی پشته‌ها کاشته شدند. کلیه عملیات یادداشت برداری از دو خط میانی، با در نظر گرفتن اثر حاشیه انجام پذیرفت. آبیاری تقریباً هر شش روز یک بار و در حد متعارف و معمول منطقه، و با توجه به شرایط آب و هوایی و نیاز آبی گیاه، تا حد اشباع ظرفیت زراعی خاک صورت

1. General Combining Ability (GCA)
2. Specific Combining Ability (SCA)

۳. حاوی مخلوطی از ۷۵ درصد کاربوکسین و ۸۰ درصد تیرام به نسبت ۱:۱

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

گرفت. در مراحل پنج تا شش برگی، معادل ۳۰۰ کیلوگرم اوره(۴۶ درصد ازت) در هکتار در بین ردیف‌های کاشت پخش شد، و بلافاصله آبیاری انجام شد. در مواقع لزوم وجین علف‌های هرز با دست صورت گرفت. برای مبارزه با کرم طوقه‌بر[1]، در مرحله گیاهچه‌ای از سم لیندین[2] دو در هزار محلول، در پای طوقه استفاده گردید. برای مبارزه با سایر آفات، از سموم کامت[3] و دیازینون[4]، به ترتیب با نسبت‌های ۱/۵ و دو در هزار استفاده شد.

پس از برداشت بلال‌های ۱۰ بوته ازدو خط میانی هر کرت، با رعایت اثر حاشیه، عملکرد دانه و اجزای عملکرد، شامل تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن ۱۰۰ دانه، طول دانه، طول بلال و درصد چوب بلال، با استفاده از میانگین این بوته‌ها محاسبه گردید. تجزیه واریانس اولیه در قالب طرح لاتیس انجام شد وبرای خصوصیاتی که سودمندی نسبی آنها کمتر از یک بود، پس از تصحیح برای اثر بلوک ناقص، داده‌ها پس از حذف ژنوتیپ‌های اضافی، به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار تجزیه شدند، و پارامترهای ژنتیکی در قالب طرح دای‌آلل به روش ۲ گریفینگ و مدل مختلط (۹) برآورد گردیدند. در این روش، میانگین‌های مربعات تیمار، GCA و SCA در برابر خطای آزمایش آزمون شدند، و برای آزمون اثر GCA و SCA از آزمون t، با در نظر گرفتن $Var(\hat{g}_i)$ و $Var(\hat{S}_{ij})$ طبق فرمول‌های زیر استفاده گردید:

$$Var(\hat{g}_i) = \frac{P-1}{P(P+2)}\hat{\sigma}^2$$

$$Var(\hat{S}_{ij}) = \frac{P^2+P+2}{(P+1)(P+2)}\hat{\sigma}^2 \quad (i \neq j)$$

از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای آزمون معنی‌دار بودن اثر هتروزیس تلاقی‌ها استفاده شد. در تمامی فرمول‌های فوق، P تعداد والد و $\hat{\sigma}^2$ برابر واریانس خطا تقسیم بر تعداد تکرار می‌باشد.

نتایج و بحث

میانگین مربعات GCA و SCA برای کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۱)، بنابراین والدهای مورد مطالعه از لحاظ ترکیب پذیری عمومی، و دورگ‌های حاصل از لحاظ ترکیب پذیری خصوصی، با هم اختلاف معنی‌داری دارند. معنی‌دار نبودن نسبت میانگین مربعات GCA به میانگین مربعات SCA، برای کلیه صفات، به استثنای تعداد ردیف دانه، مبین آن است که اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل آنها دخالت دارد. با وجود این، برآورد درجه غالبیت بیشتر از یک، برای تمامی صفات، به استثنای تعداد ردیف دانه، نمودی از اهمیت بیشتر اثر غیرافزایشی ژن‌ها را در کنترل این خصوصیات جلوه‌گر ساخت. لذا تولید دورگ سینگل کراس، برای بهره‌مندی بیشتر از اثر غیرافزایشی ژن‌ها در تلاقی‌های حاصل از لاین‌های مورد مطالعه، برای کلیه خصوصیات، به استثنای تعداد ردیف دانه، توجیه‌پذیر است. نتایج مطالعات پال و پرادهام (۱۹) حاکی از آن است که برای صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و طول بلال، اثر غیرافزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. دبنات و همکاران (۴) نیز نتایج مشابهی را برای وزن ۱۰۰ دانه گزارش نمودند. مطالعات استماری (۲۱) نیز حاکی از اهمیت بیشتر اثر غیرافزایشی ژن‌ها برای طول بلال می‌باشد. با وجود این، در برخی از مطالعات (۳و۱۶) بر اهمیت اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل عملکرد دانه تأکید شده است. معنی‌دار بودن نسبت میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی، و برآورد درجه غالبیت کمتر از یک برای تعداد ردیف دانه، نشان دهنده اهمیت بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفت می‌باشد. لذا روش‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش برای بهبود این صفت در لاین‌های اینبرد مورد مطالعه، از کارایی بالایی برخوردار خواهد بود. از دیگر مطالعات (۳و۱۹) نیز نتایج مشابهی گزارش شده است.

1. *Agrotis segetum* Schiff
2. r. hexachloro Cyclohexane
3. O. (6-ethoxy - 2-wthyl - 4-Primidinyl)-O, O dimethyl Phosphomthioate
4. O, O-diechylo- (2 isopropyl - 4-methyl - 6-pyrimidyl) phosphorothioate

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

جدول ۱. تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات وابسته در لاین‌های اینبرد ذرت دانه‌ای به روش ۲ گریفینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	طول بلال	طول دانه	وزن ۱۰۰ دانه	درصد چوب بلال
تلاقی	۲۰	۳۲۲/۴۲**	۱۰۷/۹۰**	۵/۴۳**	۱۶/۸۱**	۱/۵۶**	۱۸/۱۸**	۲۳/۶۷**
GCA	۵	۱۲۰۱/۴۷**	۴۳/۶۶**	۱۵/۶۰**	۱۱/۵۸**	۱/۲۶**	۱۴/۶۰**	۴۱/۶۳**
SCA	۱۵	۴۰۲۸/۰۷**	۱۲۹/۳۱**	۲/۰۵*	۱۸/۵۶**	۱/۶۶**	۱۹/۳۷**	۱۷/۶۳**
خطا	۲۰	۱۱۶/۵۷	۵/۸۴	۰/۹۲	۰/۸۴	۰/۲۶	۱/۶۴	۱/۴۱
MSGCA/MSSCA		۰/۳۰	۰/۳۴	۷/۶۱**	۰/۶۲	۰/۷۶	۰/۷۵	۲/۳۶
درجه غالبیت		۵/۳۸	۵/۱۱	۰/۹۳	۳/۶۳	۳/۳۴	۳/۳۰	۱/۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

عملکرد دانه

میانگین عملکرد دانه در لاین‌های اینبرد از ۶۰/۳۷ تا ۱۰۸/۳۵ گرم در بوته، و در دورگ‌های حاصل از ۱۳۰/۸ تا ۱۹۰/۸۸ گرم در بوته متغیر بود (جدول ۲). نتایج آزمون t در خصوص معنی‌دار بودن GCA لاین‌ها و SCA تلاقی‌ها (به ترتیب جداول ۳ و ۴) حاکی از آن است که ترکیب پذیری عمومی لاین‌های اینبرد از ۹/۲۵- تا ۱۲/۱۵ تنوع داشته است. ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای لاین‌های چهار و شش نشانگر نقش بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در لاین‌های مزبور می‌باشد. لذا استفاده از روش‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش، نظیر انتخاب دوره‌ای در جوامع ترکیبی حاصل از لاین‌های مزبور، به همراه لاین‌های دیگری که دارای چنین خصوصیتی می‌باشند، در جهت بهبود عملکرد دانه مؤثر خواهد بود. ترکیب پذیری خصوصی دورگ‌ها از ۷/۵۴ تا ۴۳/۲۸ متغیر بود. دورگ‌های ۳×۲ و ۵×۴ از ترکیب پذیری خصوصی مثبت (در جهت افزایش عملکرد دانه) و بالایی برخوردار بودند.

نتایج آزمون LSD دربارهٔ معنی‌دار بودن هتروزیس تلاقی‌ها (جدول ۴) گویای آن است که سهم اثر غیرافزایشی ژن‌ها در افزایش عملکرد دانه بیشتر است، به طوری که برای این خصوصیت، در تمامی تلاقی‌ها مقادیر هتروزیس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. تلاقی‌های ۵×۱ و ۶×۵، در قیاس با سایر تلاقی‌ها از هتروزیس بالاتری برخوردار بودند. با وجود این، به علت آن‌که هتروزیس نسبت به والد برتر و ترکیب پذیری خصوصی برحسب میانگین تلاقی‌ها محاسبه گردید، لذا روند تغییرات آنها کاملاً مشابه نیست، و به نظر می‌رسد که برای این صفت ترکیب پذیری خصوصی معیار دقیق‌تری محسوب می‌گردد، زیرا تلاقی هایی که از بیشترین ترکیب پذیری خصوصی برخوردار بودند، بیشترین عملکرد دانه را نیز داشتند.

تعداد دانه در ردیف

میانگین تعداد دانه در ردیف لاین‌های اینبرد از ۲۲ تا ۳۵، و در دورگ‌های حاصل از ۳۸ تا ۴۶ متغیر بود (جدول ۲). دامنه تغییرات ترکیب پذیری عمومی در لاین‌های اینبرد از ۱/۸۷- تا ۲/۴۹ تنوع داشت (جدول ۳)، به طوری که لاین شش با داشتن ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار حائز پتانسیل برای بهبود این خصوصیت تشخیص داده شد. ترکیب پذیری خصوصی و هتروزیس (جدول ۴)، در اغلب تلاقی‌ها در جهت مثبت تجلی یافت. این امر نمایانگر سهم بیشتر اثر غیرافزایشی ژن‌ها، در افزایش تعداد دانه در ردیف، در دورگ حاصل می‌باشد. از آن جایی که این صفت به عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

جدول ۲. میانگین عملکرد دانه و صفات وابسته در شش لاین اینبرد و ۱۵ دورگ حاصل از تلاقی‌های دای آلل آنها

والد و تلاقی	صفات						
	عملکرد دانه (گرم در بوته)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	طول بلال (سانتی‌متر)	طول دانه (میلی‌متر)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	درصد چوب بلال
L۱	۶۲/۷۵	۲۵/۲۰	۱۶/۴۰	۱۱/۰۰	۶/۷۴	۱۶/۰۲	۲۰/۷۴
L۲	۸۳/۵۱	۲۹/۷۰	۱۸/۳۰	۱۲/۸۰	۶/۲۷	۱۶/۸۷	۲۶/۶۲
L۳	۶۹/۶۸	۲۲/۲۰	۱۹/۶۰	۱۰/۸۵	۶/۶۴	۱۷/۳۵	۱۷/۷۱
L۴	۱۰۸/۳۵	۳۱/۱۵	۱۹/۸۰	۱۲/۷۵	۷/۷۸	۱۷/۶۵	۱۹/۶۵
L۵	۶۰/۳۷	۲۱/۷۰	۱۹/۹۰	۹/۱۰	۶/۸۹	۱۶/۱۱	۲۴/۷۰
L۶	۹۴/۷۵	۳۴/۹۰	۱۷/۰۰	۱۳/۸۰	۷/۳۳	۱۷/۱۵	۲۲/۰۲
L۱×L۲	۱۵۹/۳۸	۴۲/۸۰	۱۸/۶۰	۱۷/۶۵	۷/۹۸	۲۱/۷۱	۱۷/۹۵
L۱×L۳	۱۳۰/۸۰	۴۰/۴۰	۱۸/۸۰	۱۶/۵۰	۸/۱۸	۲۰/۴۲	۱۸/۸۷
L۱×L۴	۱۶۶/۳۶	۴۱/۸۰	۱۷/۴۰	۱۷/۲۰	۸/۲۷	۲۴/۴۴	۱۳/۴۳
L۱×L۵	۱۵۸/۶۰	۴۱/۳۰	۲۲/۰۰	۱۵/۲۵	۸/۴۱	۱۹/۵۴	۲۰/۰۴
L۱×L۶	۱۵۶/۴۱	۴۱/۲۰	۱۶/۸۰	۱۸/۱۰	۷/۹۳	۲۱/۶۱	۱۷/۸۸
L۲×L۳	۱۶۵/۹۷	۴۱/۵۰	۱۹/۲۰	۱۶/۷۰	۸/۲۶	۲۱/۷۴	۲۰/۰۴
L۲×L۴	۱۵۸/۸۹	۴۱/۷۰	۱۶/۷۰	۱۷/۸۵	۷/۶۲	۲۲/۶۷	۲۰/۴۲
L۲×L۵	۱۵۶/۴۸	۳۸/۵۰	۲۰/۶۵	۱۴/۸۵	۸/۲۴	۱۹/۶۹	۱۹/۴۷
L۲×L۶	۱۶۷/۵۸	۴۳/۸۰	۱۹/۰۰	۱۷/۱۰	۸/۵۹	۲۱/۶۶	۱۹/۹۰
L۳×L۴	۱۵۵/۵۸	۳۹/۵۰	۱۹/۴۰	۱۵/۸۸	۸/۰۰	۲۰/۴۹	۱۵/۳۶
L۳×L۵	۱۴۴/۰۱	۳۸/۲۰	۲۲/۴۰	۱۳/۹۰	۱۰/۰۵	۱۶/۰۶	۱۸/۸۰
L۳×L۶	۱۶۰/۳۸	۴۴/۵۰	۱۹/۰۰	۱۸/۳۰	۸/۷۵	۲۱/۰۶	۱۶/۱۹
L۴×L۵	۱۹۰/۸۸	۴۶/۲۰	۱۸/۴۸	۱۹/۹۵	۸/۲۴	۲۶/۲۵	۱۳/۴۵
L۴×L۶	۱۷۵/۹۶	۴۰/۰۰	۱۶/۷۵	۱۸/۶۰	۸/۴۸	۲۴/۱۶	۱۲/۹۳
L۵×L۶	۱۷۷/۶۵	۴۴/۱۰	۱۹/۴۰	۱۷/۱۵	۹/۲۰	۲۳/۱۶	۱۷/۹۲

جدول ۳. ترکیب پذیری‌های عمومی عملکرد و صفات وابسته در شش لاین اینبرد

والد	ترکیب پذیری عمومی						
	عملکرد دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	طول بلال	طول دانه	وزن ۱۰۰ دانه	درصد چوب بلال
L۱	-۸/۷۶**	-۰/۶۹	-۰/۶۸**	-۰/۲۱	-۰/۲۱	-۰/۲۷	-۰/۲۲
L۲	۱/۰۳	۰/۵۳	۰/۱۴	۰/۱۷	-۰/۳۴**	۰/۰۹	۲/۵۸**
L۳	-۹/۲۵**	-۱/۸۷**	۰/۷۷**	-۰/۶۸**	۰/۰۷	۰/۹۳**	۱/۰۸**
L۴	۱۲/۱۵**	۱/۰۱	-۰/۴۴	۰/۸۱**	۰/۰۲	۱/۴۲**	-۱/۹۴**
L۵	-۲/۷۱	-۱/۴۷**	۱/۳۶**	-۱/۱۴**	۰/۲۵**	-۰/۶۲**	۰/۸۴**
L۶	۷/۵۵**	۲/۴۹**	-۰/۸۶**	۱/۰۵**	۰/۲۱	۰/۵۰	-۰/۱۹
S.E (g_i)	۲/۴۵	۰/۵۱	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۲۷

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

دانه، دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۷۰) با آن بود، لذا هر گونه اقدام اصلاحی در مورد افزایش این صفت تأثیر بسزایی بر افزایش عملکرد خواهد داشت. بنابراین، دورگ‌های ۵×۴ و ۶×۳ که از ترکیب پذیری خصوصی مثبت و بالایی برای این صفت برخوردارند، در زمره برترین دورگ‌ها محسوب می‌شوند.

تعداد ردیف دانه

ترکیب پذیری عمومی تعداد ردیف دانه از ۰/۸۶- تا ۱/۳۶ متغیر بود (جدول ۲). به طوری که لاین‌های سه و پنج از ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری برای این صفت برخوردار بودند، که این امر نشان دهنده اهمیت اثر افزایشی ژن‌ها در بهبود این خصوصیت در لاین‌های مزبور، و بالا بردن کارایی انتخاب به منظور افزایش آن می‌باشد. میانگین این صفت در لاین‌های اینبرد از ۱۶/۴ تا ۱۹/۹، و در دورگ‌های حاصل از ۱۶/۷ تا ۲۲/۴ متغیر بود (جدول ۲). ترکیب پذیری خصوصی و هتروزیس در تلاقی‌ها به صورت مثبت و منفی تجلی یافتند (جدول ۴)، که به ترتیب دلیلی بر اهمیت اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کاهش و افزایش تعداد ردیف دانه در دورگ‌های مورد مطالعه بود. با توجه به این که اجزای اصلی عملکرد دارای اثر جبرانی می‌باشند، لذا افزایش یکی از آنها (تعداد دانه در ردیف) ممکن است در کاهش دیگری (تعداد ردیف دانه) مؤثر باشد. در صورتی که بتوان شاخص خاصی را تعریف نمود که بر مبنای آن افزایش تعداد ردیف دانه، کاهش چشم‌گیری را در تعداد دانه در ردیف به دنبال نداشته باشد، افزایش تعداد ردیف دانه موجب افزایش عملکرد دانه خواهد شد. لذا در صورتی که افزایش این صفت مدنظر باشد، دورگ‌های ۵×۱ و ۵×۳، با برخورداری از ترکیب پذیری خصوصی و هتروزیس بالا، در اولویت قرار خواهند داشت.

وزن ۱۰۰ دانه

میانگین وزن ۱۰۰ دانه در لاین‌های اینبرد از ۱۶/۰۲ تا ۱۷/۶۵ گرم، و در دورگ‌ها نیز از ۱۶/۰۶ تا ۲۶/۲۵ گرم متغیر بود (جدول ۲). ترکیب پذیری عمومی لاین‌ها برای این صفت از ۰/۶۲- تا ۱/۴۲، و ترکیب پذیری خصوصی دورگ‌ها نیز از ۲/۶۶- تا ۵/۱۸ نوسان داشت. لاین‌های سه و چهار و دورگ ۵×۴ به ترتیب از ترکیب پذیری عمومی و خصوصی بالایی برای وزن ۱۰۰ دانه بهره‌مند بودند (جداول ۳ و ۴). لذا این لاین‌ها دارای پتانسیل برای بهبود این صفت در بهره‌گیری از اثر افزایشی ژن‌ها می‌باشند. برای افزایش نمود اثر غیرافزایشی ژن‌ها در دورگ‌ها، تلاقی ۵×۴ به خاطر برخورداری از بیشترین هتروزیس مثبت، از اولویت بیشتری برخوردار خواهد بود. با توجه به هم بستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۷۶) این صفت با عملکرد دانه، هر گونه برنامه اصلاحی به منظور افزایش این صفت، نقش بسزایی در افزایش عملکرد دانه خواهد داشت. معنی‌دار بودن میزان هتروزیس در جهت مثبت در اکثر دورگ‌ها، نمایانگر اهمیت بیشتر اثر غیرافزایشی ژن‌ها در افزایش وزن صد دانه در دورگ‌های حاصل است.

طول دانه

طول دانه در لاین‌های اینبرد از ۶/۲۷ تا ۷/۷۸ میلی‌متر، و در دورگ‌های حاصل از ۷/۶۲ تا ۱۰/۰۵ میلی‌متر متغیر بود (جدول ۲). دامنه تغییرات ترکیب پذیری عمومی لاین‌ها از ۰/۳۴- تا ۰/۲۵ گسترش داشت (جدول ۳)، به طوری که لاین پنج از ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری برای این صفت برخوردار بود، که این امر نشان دهنده اهمیت اثر افزایشی ژن‌ها در افزایش طول دانه در لاین مزبور می‌باشد. ترکیب پذیری خصوصی و میزان هتروزیس به ترتیب از ۰/۰۹- تا ۱/۷۴ و ۰/۱۶- تا ۳/۱۷ متغیر بود (جدول ۴). دورگ‌های ۵×۳ و ۶×۵، با برخورداری از ترکیب پذیری خصوصی و هتروزیس بالا، در زمره برترین دورگ‌ها محسوب می‌گردند.

طول بلال

طول بلال در لاین‌های اینبرد و دورگ‌های حاصل به ترتیب از ۹/۱۰ تا ۱۳/۸۰ و ۱۳/۹۰ تا ۱۹/۹۵ سانتی‌متر متغیر بود

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

جدول ۴. ترکیب پذیری‌های خصوصی و هتروزیس عملکرد دانه و صفات وابسته در ۱۵ دورگ حاصل از تلاقی‌های دای آلل شش لاین اینبرد

تلاقی	ترکیب پذیری خصوصی							هتروزیس						
	عملکرد دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	طول بلال	طول دانه	وزن ۱۰۰ دانه	درصد چوب بلال	عملکرد دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	طول بلال	طول دانه	وزن ۱۰۰ دانه	درصد چوب بلال
L۱×L۲	۲۸/۹۶**	۵/۳۳**	۰/۵۸	۲/۲۱**	۰/۵۴	۱/۸۰*	-۳/۰۴**	۷۵/۷۸**	۱۳/۱۰**	۰/۳۰	۴/۸۵**	۱/۲۵*	۴/۸۴**	-۸/۶۸**
L۱×L۳	۱۰/۶۵	۵/۳۲**	-۰/۱۲	۱/۹۱**	۰/۳۳	۱/۳۵	۰/۵۴	۶۱/۱۲**	۱۵/۲۰**	-۰/۸۰	۵/۵۰**	۱/۴۶*	۳/۰۷*	-۲/۸۷**
L۱×L۴	۲۴/۸۰**	۳/۸۵*	-۰/۳۱	۱/۱۱	۰/۴۶	۳/۰۱**	-۳/۰۵**	۵۸/۰۱**	۱۰/۶۵**	-۲/۴۰*	۴/۴۵**	۰/۴۹	۶/۷۹**	-۷/۳۱**
L۱×L۵	۳۱/۹۲**	۵/۸۲**	۲/۴۸**	۱/۱۲	۰/۳۹	۰/۱۷	۰/۷۹	۹۵/۸۵**	۱۶/۱۰**	۲/۱۰*	۴/۲۵**	۱/۵۳**	۳/۴۴*	-۴/۶۶**
L۱×L۶	۱۹/۴۶**	۱/۷۶	-۰/۴۹	۱/۸۰**	-۰/۰۶	۱/۱۰	۰/۳۴	۶۱/۶۶**	۶/۳۰*	-۰/۲۰	۴/۳۰**	۰/۶۰	۴/۴۶**	-۴/۱۵**
L۲×L۳	۳۶/۰۴**	۵/۲۰**	-۰/۲۷	۱/۷۳**	۰/۵۴	۲/۴۸**	-۰/۰۸	۸۲/۴۷**	۱۱/۸۰**	-۰/۴۰	۳/۹۰**	۱/۶۳**	۴/۳۹**	-۶/۵۸**
L۲×L۴	۷/۵۴	۲/۵۳	-۱/۵۶*	۱/۳۸*	-۰/۰۶	۱/۰۶	۱/۱۵	۵۰/۵۴**	۱۰/۵۵**	-۳/۱۰**	۵/۰۵**	-۰/۱۶	۵/۰۲**	-۶/۲۱**
L۲×L۵	۲۰/۱۰**	۱/۸۰	۰/۵۹	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۱۳	-۲/۵۸**	۷۲/۹۶**	۸/۸۰**	۰/۷۵	۲/۰۵*	۱/۳۶*	۲/۸۳*	-۷/۱۶**
L۲×L۶	۲۰/۸۵**	۳/۱۳*	۱/۱۶	۰/۳۸	۰/۷۳*	-۰/۹۸	-۱/۱۲	۷۲/۸۳**	۸/۹۰**	۰/۷۰	۳/۳۰**	۱/۲۷*	۴/۵۱**	-۶/۷۳**
L۳×L۴	۱۴/۵۲	۲/۷۲	۰/۲۴	۰/۲۳	-۰/۰۹	-۰/۲۷	-۰/۲۵	۴۷/۲۳**	۸/۳۵**	-۰/۴۰	۳/۱۰**	۰/۳۳	۲/۸۵*	-۴/۳۰**
L۳×L۵	۱۴/۸۲	۳/۹۰*	۱/۴۴	۰/۲۴	۱/۷۴**	-۲/۶۶**	-۱/۵۹**	۷۱/۳۳**	۱۶/۰۰**	۲/۵۰*	۳/۰۵**	۳/۱۷**	-۱/۲۹	-۷/۹۰**
L۳×L۶	۲۳/۹۲**	۶/۲۳**	۰/۲۶	۲/۴۴**	۰/۴۷	۱/۲۲	-۱/۱۶	۶۵/۶۳**	۹/۶۰**	-۰/۶۰	۴/۵۰**	۱/۴۲*	۳/۷۲**	-۵/۸۳**
L۴×L۵	۴۳/۲۸**	۹/۰۳**	-۱/۲۷	۴/۷۴**	-۰/۰۳	۵/۱۸**	-۴/۰۸**	۸۲/۵۲**	۱۵/۰۵**	-۱/۴۲	۷/۱۵**	۰/۴۶	۸/۶۰**	-۱۱/۲۵**
L۴×L۶	۱۸/۱۰**	-۱/۱۴	-۰/۷۸	۱/۲۵*	۰/۲۶	۱/۹۶*	-۳/۵۷**	۶۷/۶۱**	۵/۱۰*	-۳/۰۵**	۴/۸۰**	۰/۷۱	۶/۵۲**	-۹/۱۰**
L۵×L۶	۳۴/۶۶**	۵/۴۴**	۰/۰۷	۱/۷۵**	۰/۷۶*	۳/۰۰**	-۱/۳۵	۸۲/۹**	۹/۲۰**	-۰/۵۰	۳/۳۵**	۱/۸۷**	۶/۰۲**	-۶/۷۸**
$S.E(S_{ij})$	۶/۹	۱/۴۳	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۷۳	۰/۷۴							
$LSD(\alpha=\%۵)$								۲۲/۵۲	۵/۰۴	۱/۹۹	۱/۹۱	۱۰/۶۰	۲/۶۷	۲/۴۸
$LSD(\alpha=\%۱)$								۳۰/۷۲	۶/۸۸	۲/۷۲	۲/۶۱	۱/۴۵	۳/۶۴	۳/۳۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

(جدول ۲). ترکیب پذیری عمومی لاین‌های اینبرد برای طول بلال از ۱/۱۴- تا ۱/۰۵، و ترکیب پذیری خصوصی دورگ‌ها از ۰/۲۳ تا ۴/۷۴ گسترش داشت. هم بستگی مثبت و معنی دار طول بلال با تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه، نشان دهنده آن است که هر گونه برنامه اصلاحی به منظور افزایش طول بلال، نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه خواهد داشت. دورگ‌های ۵×۴ و ۳×۱، با برخورداری از ترکیب پذیری خصوصی مثبت بالا برای این صفت، در زمره برترین دورگ‌ها محسوب می‌گردند. میزان هتروزیس در تمامی دورگ‌ها در جهت مثبت معنی‌دار بود، که تأکید مجددی بر اهمیت اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی طول بلال است. دورگ ۵×۴، با برخورداری از بالاترین ترکیب پذیری خصوصی و بیشترین مقدار هتروزیس برای طول بلال، به عنوان برترین دورگ از نظر افزایش طول بلال محسوب می‌گردد.

درصد چوب بلال

درصد چوب بلال برای لاین‌های اینبرد و دورگ‌های حاصل از آنها به ترتیب از ۱۷/۷۱ تا ۲۶/۶۲ و ۱۲/۹۳ تا ۲۰/۴۲ متغیر بود. ترکیب پذیری عمومی لاین‌های اینبرد از ۱/۹۴- تا ۲/۵۸ نوسان داشت. لاین چهار از ترکیب پذیری عمومی منفی معنی‌دار برای درصد چوب بلال برخوردار بود، که نمایانگر اهمیت بیشتر اثر افزایشی ژن‌ها در کاهش این صفت در لاین مزبور است. ترکیب پذیری خصوصی و درصد هتروزیس در اغلب دورگ‌ها در جهت منفی معنی‌دار بود، که دلیلی بر اهمیت اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کاهش درصد چوب بلال است. دورگ‌های ۵×۴ و ۶×۴، با برخورداری از ترکیب پذیری خصوصی و هتروزیس بالا و منفی (جدول ۴) برای کاهش درصد چوب بلال، در اولویت قرار دارند.

نتیجه گیری

برآورد درجه غالبیت بیشتر از یک، و معنی‌دار نبودن نسبت میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی به ترکیب پذیری خصوصی، برای تمامی خصوصیات مورد مطالعه به استثنای تعداد ردیف دانه، نمایانگر اهمیت اثر غیرافزایشی ژن‌ها برای خصوصیات مزبور، به استثنای تعداد ردیف دانه می‌باشد. لذا برای بهره‌مندی از اثر غیرافزایشی ژن‌ها و تثبیت آن در نتاج لاین‌های مورد بررسی، تولید دورگ سینگل کراس توجیه‌پذیر است. با وجود این، بررسی جداگانه اثر GCA برای خصوصیات فوق الذکر (جدول ۲)، نشان‌دهندهٔ اهمیت اثر افزایشی ژن‌ها در برخی از لاین‌ها برای هر یک از خصوصیات مورد بررسی است، که بهره‌مندی از این اثر نیز با استفاده از روش‌های مبتنی بر گزینش، در صورت تشکیل جوامع ترکیبی با دیگر لاین‌های مشابه، امکان‌پذیر است.

در بین اجزای اصلی عملکرد دانه، میزان هتروزیس برای خصوصیات تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه در جهت مثبت، و برای تعداد ردیف دانه در جهت منفی تجلی یافت. این امر نمایانگر ویژگی جبرانی اجزای اصلی عملکرد می‌باشد، به طوری که در این مطالعه تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه نقش بارزتری را در توجیه عملکرد داشتند. در صورتی که تعدیل این سه ویژگی برای افزایش عملکرد دانه به طور همزمان مورد نظر باشد، تحقیق بیشتری به منظور حصول شاخص مناسب براساس سه صفت مزبور امری الزامی است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای مهندس رجب چوگان به خاطر تأمین مواد آزمایشی سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Baker, R. J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop Sci. 18: 533-536.
2. Crosbine, T. M. and J. J. Mock. 1981. Changes in physiological traits associated with grain yield improvement in three maize breeding programs. Crop Sci. 21: 255-258.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]

3. Cross. H. Z. and K. M. Kabir. 1984. Evaluation of field dry-down rates in early maize. Crop Sci. 24: 54-58.
4. Debnath, S. C., K. K. Sarker and D. Singh. 1989. Combining ability estimates in maize (*Zea mays* L.). J. Agric. Res. 9(1): 37-42.
5. Eberhart, S. A., R. H. Moll, H. F. Robinson and C. C. Cockerham. 1966. Epistasis and other genetic variances in two varieties of maize. Crop Sci. 6: 278-280.
6. Fakorede, M. A. B. and J. J. Mock. 1978. Changes in morphological and physiological traits associated with recurrent selection for grain yield in maize. Euphytica 27: 397-409.
7. Gama, E. G. and A. R. Hallauer. 1977. Relation between inbred and hybrid traits in maize. Crop Sci. 17: 703-706.
8. Grafius, J. E. 1978. Multiple characters and correlated response. Crop Sci. 18: 931-934.
9. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.
10. Griffing, B. and E. W. Lindstrom. 1954. A study of the combining abilities of corn inbreds having varing proportions of corn belt and non-corn belt germplasm. Agron. J. 46: 545-552.
11. Hallauer, A. R. and J. B. Miranda. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, 468P.
12. Harvil, B. G., L. M. Josephson and H. K. Kincer. 1978. Diallel analysis for ear height and associated characters in corn. Crop Sci. 18: 273-275.
13. Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 9: 789-809.
14. Johnson, G. R. 1973. Relationship between yield and several yield components in a set of maize hybrids. Crop Sci. 13: 604-651.
15. Khun, W. E. and R. E. Struker. 1976. Effect of increasing morphological component expression on yield in corn. Crop Sci. 16: 207-274.
16. Lonnquist, J. H. and C. O. Gardener. 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implication in breeding procedures. Crop Sci. 1: 179-183.
17. Moll, R. H., W. S. Salhuana and H. F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop Sci. 2: 197-198.
18. Ottavilano, E. and A. Camusi. 1981. Phenotypic and genetic relationship between yield components in maize. Euphytica 30: 601-609.
19. Pal, A. K. and H. S. Prodham. 1994. Combining ability analysis of grain yield and oil content along with some other attributes in maize (*Zea mays* L.). Indian J. Genet. 54: 376-380.
20. Samanci, B. 1996. Phenotypic correlation between maize inbred and their single cross hybrids in short season areas. Euphytica 89: 291-298.
21. Stamari, M. 1990. Use of systematic genetic series of maize in analyzing the inheritance of ear traits. Plant Breed. Abs. 60(11): 343.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.8.3]