Archive of SID

ارزیابی پتانسیل ژنتیکی لاین‌های ذرت ایرانی با استفاده از روش دای‌آلل گریفینگ و مدل امی (AMMI)

خداداد مصطفوی[۱]، رجب چوکان[۲]، محمد تائب[۳]، اسلام مجیدی هروان[۴]، محمدرضا بی‌همتا[۵]

چکیده

برآورد تنوع ژنتیکی، ترکیب‌پذیری و هتروزیس لاین‌های ذرت برای اهداف به‌نژادی اهمیت زیادی دارد و می‌تواند به تعیین استراتژی‌های اصلاحی کمک کند. به منظور برآورد پتانسیل ژنتیکی لاین‌های ذرت ایرانی با استفاده از روش دای‌آلل و مدل امی (AMMI)، چهارده لاین اینبرد ذرت به صورت دای‌آلل با یکدیگر تلاقی داده شدند. والدین و هیبریدهای حاصل طی سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شدند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بنابراین داده‌ها به روش ۲ و مدل ۱ گریفینگ تجزیه و تحلیل گردید. واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نسبت واریانس افزایشی به غالبیت نشان داد که در کنترل صفات تعداد ردیف دانه در بلال، وزن صد دانه، درصد چوب بلال و درصد رطوبت دانه نقش اثر افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثر غیر افزایشی می‌باشد ولی برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، قطر میانی بلال و تعداد دانه در بلال نقش اثرات غیر افزایشی بیشتر از اثر افزایشی و برای طول بلال و وزن دانه در بلال نقش اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها تقریبا یکسان بود. مدل امی برازش یافته برای عملکرد دانه AMMI3 بود که ۷۵/۶ درصد از واریانس اثر متقابل را توجیه کرد. بهترین ترکیب شونده‌های عمومی برای عملکرد دانه لاین‌های K166B، K3615/2 و K3653 بودند. بیشترین میزان ترکیب پذیری خصوصی و هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای عملکرد دانه بر اساس نتایج روش گریفینگ و مؤلفه‌های اول و دوم امی مربوط به دورگ‌های MO17 K3653، K166B K3653، K166B K3653، A679 K3544/1 و K3653 K3493/1بود.

واژه‌های کلیدی: ذرت (*Zea mays* L.)، تجزیه دای‌آلل، AMMI ، ترکیب پذیری، وراثت پذیری، هتروزیس

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۳- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۴- عضو هیأت علمی مؤسسه بیوتکنولوژی کشاورزی کرج
۵- عضو هیأت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ذرت سومین غله دنیا پس از گندم و برنج است. بررسی وضعیت ژنتیکی گیاهان از جمله ذرت یکی از عوامل اصلی انتخاب بهترین روش به نژادی و موفقیت برنامه اصلاحی محسوب می‌شود. برای برآورد پارامترهای ژنتیکی روش‌های مختلفی بکار می‌رود که تجزیه دای‌آلل یکی از مهمترین این روش‌ها است (۱۹، ۱۷، ۱۵).

بسیاری از پارامترهای صفات کمی از جمله ترکیب پذیری عمومی و خصوصی، هتروزیس، توارث پذیری عمومی و خصوصی با روش دای‌آلل قابل برآورد هستند. تلاقی‌های دای‌آلل اطلاعات با ارزشی جهت تعیین توارث صفات کمی برای اصلاح کنندگان گیاه فراهم می‌کنند. داده‌های حاصل از آمیزش‌های دای‌آلل همچنین این اجازه را می‌دهند تا توسط اثرات اصلی افزایشی و اثرات متقابل ضرب‌پذیر (AMMI) تجزیه و تحلیل شوند (۲۳). روش امی در واقع ترکیب تجزیه واریانس و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌باشد که در این روش ابتدا با استفاده از تجزیه واریانس معمولی اثرات اصلی جمع پذیر و سپس با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط را که معروف به اثر متقابل ضربی است مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد (۲۸).

طالعی و همکاران (۱۳۷۸) با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل در ذرت نشان دادند که اثرات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای اغلب صفات در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار می‌باشد (۷). Misevic (۱۹۹۰) در مطالعه‌ای روی هفت واریته آزاد گرده افشان ذرت نشان داد که سهم غالبیت ژن‌ها برای عملکرد دانه و ارتفاع بوته مهمتر از اثرات افزایشی است (۲۲). Spaner و همکاران (۱۹۹۶) در مطالعاتشان روی ذرت از طریق تلاقی‌های دای‌آلل گزارش کردند که سهم اثرات افزایشی ژن‌ها برای تمامی صفات از جمله عملکرد دانه مهم‌تر از سهم اثرات غیرافزایشی می‌باشد (۲۵). Rood و Major (۱۹۸۱) هشت لاین اینبرد ذرت را در گلخانه و مزرعه مطالعه کردند. این محققین نشان دادند که اثر ژن برای ارتفاع بوته، عملکرد دانه و دوام برگ از نوع فوق غالبیت و برای طول بلال و تعداد برگ از نوع غالبیت کامل بود. در این تحقیق وراثت پذیری عمومی در گلخانه برای ارتفاع بوته و عملکرد به ترتیب ۸۸ و ۷۴ درصد گزارش شد. همچنین در این تحقیق برای هیچکدام از صفات اثرات تلاقی‌های معکوس معنی‌دار نبود (۲۴). بکتاش و همکاران (۱۹۸۰) نشان دادند که اثرات ترکیب پذیری عمومی برای عملکرد و اجزای عملکرد ذرت مهم‌تر از اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی می‌باشد (۱۲). شیرمحمدعلی (۱۳۶۷) گزارش نمود که هتروزیس حاصل از تلاقی دای‌آلل ۹ اینبرد لاین ذرت برای عملکرد، طول بلال و ارتفاع بوته به ترتیب ۷۴/۲، ۳/۹ و ۱۶/۹ درصد می‌باشد (۶). حداد (۱۳۶۹) واریانس‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۸ لاین اینبرد ذرت را با استفاده از آزمایش دای‌آلل مورد بررسی قرار داد و نشان داد این دو پارامتر برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (۳). عزیزی (۱۳۷۶) طی آزمایشی بر روی ۸ جامعه آزاد گرده افشان ذرت به روش تلاقی‌های دای‌آلل در منطقه اصفهان با محاسبه وراثت پذیری خصوصی، درجه غالبیت و نسبت میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی گزارش نمود که اثرات غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی تعداد ردیف دانه در بلال و ارتفاع بلال و برای سایر صفات اثرات افزایشی ژن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند (۸).

Ortiz و همکاران (۲۰۰۱) برای اولین بار مدلی از امی را برای آنالیز داده‌های دای‌آلل ارائه نمودند (۲۳). در این مدل هر ژنوتیپ یا لاین مورد

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی در دای‌آلل هم به عنوان والد ماده در نظر گرفته می‌شود هم به عنوان والد نر. این محققین در آزمایشی روی عملکرد ۸ لاین خالص گندم با استفاده از نتایج تجزیه گریفینگ و مدل امی توانستند لاین‌ها را به گروه‌های هتروتیک تقسیم‌بندی نمایند.

Daurte و Pinto (۲۰۰۲) با استفاده از روش امی روی داده‌های دای‌آلل ۹ لاین اینبرد ذرت را به دو گروه هتروتیک تقسیم نمودند (۱۳). طبق نظر بسیاری از محققین با استفاده از روش امی می‌توان ژنوتیپ‌های مشابه را تشخیص و ترکیب‌پذیری خصوصی و هتروزیس را تخمین زد و به تولید سریع‌تر هیبریدهای مناسب کمک کرد (۱۳، ۱۶، ۲۳).

هدف از این پژوهش تعیین تنوع ژنتیکی، برآورد ترکیب‌پذیری، وراثت پذیری، هتروزیس و تعیین ارزش اصلاحی برای عملکرد دانه و سایر صفات با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل و روش امی در لاین‌های ذرت ایرانی بود. این روش مرکب به تعیین هیبریدهایی که هتروزیس بالایی نشان می‌دهند و دارای پتانسیل خوبی برای تولید واریته‌های هیبرید هستند کمک فراوانی می‌کند.

مواد و روش‌ها

مواد مورد آزمایش در این تحقیق ۱۴ لاین خالص ذرت به نام‌های Mo17، B73، K18، K19/1، K166B، A679، K3615/2، K3640/5، K3653/2، K3651/1، K3547/5، K3544/1، K3545/6 و K3493/1 و ۹۱ هیبرید F1 حاصل از تلاقی دای‌آلل یک طرفه آن‌ها بود. این ۱۰۵ ژنوتیپ در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه مؤسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت و ارزیابی شدند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی هر کدام در یک کرت شامل یک ردیف ۲۰ کپه‌ای کشت شد. فاصله کپه‌ها ۳۵ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر انتخاب شد. در هر کپه ۴ بذر کشت شد و در زمان حدود ۵ برگه شدن بوته‌ها، بوته‌های اضافی تنک و فقط دو بوته در هر کپه نگهداری شد. عملیات داشت طبق روال معمول صورت گرفت. صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول بلال، قطر میانی بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه و وزن دانه در بلال برای ژنوتیپ‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد. پس از تعیین درصد رطوبت، عملکرد، وزن صد دانه و وزن دانه در بلال بر اساس ۱۴٪ رطوبت دانه تصحیح گردید. داده‌های حاصل طبق روش دوم و مدل یک گریفینگ توسط نرم افزار D2 و نرم‌افزار SAS، Zhangو همکاران (۲۰۰۵) مورد بررسی قرار گرفتند. آنالیز امی طبق روش پیشنهادی Ortiz و همکاران (۲۰۰۱) توسط نرم‌افزار SAS صورت گرفت. جهت ارزیابی نقش اثرات افزایشی و غیر افزایشی از نسبت بیکر (۱۹۷۸) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس روش دای‌آلل برای صفات مورد بررسی در جدول ۱ آمده است. میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات از نظر آماری معنی‌دار بود. این موضوع نشان دهنده وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین لاین‌ها و دورگ‌های ذرت از نظر صفات مورد بررسی است، بالا بودن واریانس ژنتیکی این امکان را فراهم نمود که آن را به اجزاء تشکیل‌دهنده آن یعنی افزایشی و غیر افزایشی تفکیک نمود. معنی‌دار شدن میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی مشخص کرد که لاین‌ها از لحاظ ترکیب پذیری عمومی و خصوصی متفاوت هستند (جدول ۱). نتایج مشابهی توسط

www.SID.ir

Archive of SID

سایر محققین گزارش شده است (۲، ۵، ۹، ۲۱، ۲۰، ، ۲۶، ۱۴).
متوسط میزان هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای تمامی صفات مثبت بود (جدول ۱). بیشترین مقدار متوسط درصد هتروزیس برای عملکرد دانه (۴/۰۳ درصد) بدست آمد.

بررسی نسبت بیکر برای صفات مختلف نشان داد که بهره‌گیری از پدیده هتروزیس برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، قطر میانی بلال و تعداد دانه در بلال با استفاده از روش‌های اصلاحی دورگ‌گیری برای لاین‌های مورد بررسی فوق امکان‌پذیر می‌باشد (جدول ۱). چنانچه این نسبت برابر یک شود به مفهوم این است که تمامی اثرات، ناشی از اثرات افزایشی می‌باشد. چنانچه این نسبت برابر ۰/۵ شود به مفهوم این است که واریانس اثرات افزایشی و غیرافزایشی برابرند. چنانچه این نسبت از ۰/۵ کوچکتر شود نشان دهنده نقش بیشتر اثرات غیرافزایشی (غالبیت، فوق غالبیت و اپیستازی) در کنترل این صفات می‌باشد (بیکر ۱۹۷۸). این نسبت برای وزن صد دانه بیشترین مقدار (۰/۷۳) و برای ارتفاع بوته کمترین مقدار (۰/۰۵) را داشت. بنابر این می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که برای صفات تعداد ردیف دانه در بلال و وزن صد دانه نقش اثرات افزایشی ژن‌ها بیشتر از نقش اثرات غیرافزایشی می‌باشد، لذا استفاده از روش‌های اصلاحی مبتنی بر انتخاب جهت بهبود صفات فوق مؤثر خواهد بود. چنین نتایجی توسط رضائی و همکاران (۱۳۸۴)، حداد (۱۳۶۹)، دهقانپور (۱۳۷۳) و عزیزی (۱۳۷۶) نیز گزارش شده است. دامنه تغییرات توارث پذیری عمومی از ۶۲ درصد تا ۸۵ درصد بود که به ترتیب مربوط به صفات عملکرد دانه و تعداد ردیف دانه در بلال بود. دامنه تغییرات توارث پذیری خصوصی می‌توان از لاین‌های ۵، ۷ و ۹ که دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت هستند جهت افزایش نیز از ۹ درصد برای ارتفاع بوته تا ۵۶ درصد برای تعداد ردیف دانه در بلال متغیر بود (جدول ۱).
در تجزیه واریانس امی اثر متقابل ماده × نر برای تمامی صفات معنی‌دار بود که امکان بررسی این صفات را از طریق آنالیز مؤلفه‌های اثر متقابل فراهم نمود (جدول ۲). مدل برازش یافته برای عملکرد دانه AMMI3 بود که سه مؤلفه اصلی اثر متقابل اول ۷۵/۶ (به ترتیب ۳۹/۴۵، ۱۹/۹۰، ۱۶/۲۵) درصد از واریانس اثر متقابل را توضیح داد. بنابراین تفسیر نتایج مربوط به عملکرد بیشتر توسط مؤلفه‌های معنی‌دار بویژه مؤلفه اول و مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی این صفت قابل انجام می‌باشد.

مدل مناسب برای صفات ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه و وزن دانه در بلال به ترتیب AMMI6، AMMI5، AMMI3، AMMI5، AMMI6، AMMI5 و AMMI5 بود که به ترتیب ۸۸/۸۸، ۷۵/۷۷، ۶۸، ۸۶/۱۰، ۹۰/۷۸، ۸۲/۳۷ و ۸۵/۷۴ درصد از واریانس اثر متقابل را توضیح دادند (جدول ۲).
مقادیر ترکیب پذیری عمومی والدین، اولین مؤلفه اصلی اثر متقابل لاین‌ها به عنوان والد نر یا ماده (IPCA1M, IPCA1F) و مقادیر هتروزیس نسبت به میانگین والدین به ترتیب در جداول ۳ و ۴ ارائه شده‌اند. دامنه تغییرات اثرات ترکیب پذیری عمومی عملکرد دانه بین ۱/۱۳- برای والد شماره ۸ تا ۱/۰۶ برای والد شماره ۵ متغیر بود (جدول ۳). اثرات ترکیب پذیری عمومی لاین‌های ۵، ۷ و ۹ در جهت مثبت و برای لاین‌های ۴، ۸ و ۱۴ در جهت منفی معنی‌دار بود که بیانگر نقش بیشتر اثرات افزایشی ژن‌ها در لاین‌های مزبور می‌باشد. بنابر این

عملکرد دانه در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر انتخاب استفاده نمود. نتایج مشابهی توسط چوکان

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۳۸۱) چوکان و مساوات (۱۳۸۴) گزارش شده است. این محققین در مطالعه‌ای روی لاین‌های محک ذرت با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل نقش اثرات ترکیب پذیری عمومی و نیز نقش اثرات ترکیب پذیری خصوصی را در کنترل عملکرد دانه معنی‌دار گزارش کردند.

لاین‌هایی که دارای IPCA1 چشمگیری هستند (از صفر فاصله دارند) معنی‌دار بودن اثر متقابل روش گریفینگ را نشان می‌دهند. از طرفی وجود اثرات متقابل ضرب پذیر وجود تنوع ژنتیکی غیرافزایشی از قبیل غالبیت و اپیستازی را نشان می‌دهند که هر دوی این اثرات در والدین باعث هتروزیس می‌شوند. چنین حالتی برای عملکرد دانه لاین‌های ۱، ۳، ۹، ۱۱، ۱۳ و ۱۴ مشاهده شد (جدول ۳). با ترکیب اطلاعات مربوط به GCA، IPCAF و IPCAM این امکان وجود دارد تا تلاقی‌هایی را که نتاج آنها هتروتیک هستند را مشخص کنیم. بر این اساس، لاین‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار هستند و همچنین دارای IPCA1 وIPCA2 بالائی هستند (قدر مطلق آنها زیاد باشد) می‌توانند در تلاقی با یکدیگر هتروزیس را ظاهر کنند (۲۳). به این ترتیب به عنوان مثال تلاقی‌های F1/M9 و F5/M14 هتروتیک هستند. مشاهده می‌شود که این هیبریدها دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار نسبت به میانگین والدین هم هستند (جدول ۴). به طور کلی بر اساس دو مؤلفه اصلی اول (IPCA1, IPCA2) لاین‌هایی که دارای مؤلفه‌های هم علامت هستند هتروتیک هستند که برای نتیجه‌گیری نهائی به ترکیب‌پذیری عمومی و هتروزیس یا ترکیب‌پذیری خصوصی آنها نیز مراجعه می‌کنیم، به این ترتیب که لاین‌هایی مناسب‌تر خواهند بود که از ترکیب‌پذیری عمومی بالاتر برخوردار باشند و یا هیبریدهای آنها از هتروزیس یا ترکیب‌پذیری خصوصی بالاتری برخوردار باشند. لاین‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و IPCA نزدیک به صفر هستند، دارای ژن‌های زیادی با اثرات افزایشی هستند که می‌توانند آنها را به نسل بعد منتقل کنند زیرا این لاین‌ها دارای اثرات ضرب‌پذیر پائینی هستند. هیبرید نر یک لاین با ماده آن لاین مثلاً F1/M1 پتانسیل خوبی برای بروز هتروزیس ندارند، چون اعداد IPCA آنها دقیقاً مشابه و غیر هم علامت هستند. اولین مؤلفه اصلی اثر متقابل در رابطه با عملکرد ۳۹/۴۵ درصد از واریانس اثر متقابل را توضیح می‌دهد، این موضوع سبب تقسیم شدن لاین‌ها به دو گروه هتروتیک شده است، یکی شامل لاین‌های ۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۱۲ و ۱۴ و دیگری شامل لاین‌های ۲، ۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۳. بهترین هیبرید هم که قبلاً اشاره شد (F5/M4, F1/M9) از ترکیب لاین‌های دو گروه مختلف حاصل شده‌اند.

۸۶ درصد از دورگ‌ها دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار نسبت به میانگین والدین در ارتباط با عملکرد دانه بودند (جدول ۴)، بیشترین مقدار مربوط به دورگ‌های ۱۲ ۶ و ۹ × ۳ به ترتیب برابر با ۸/۱۰ و ۷/۱۵ بود. رضائی و همکاران (۱۳۸۴) و دهقان‌پور (۱۳۷۳) نیز نتایج مشابهی را برای عملکرد دانه گزارش کردند. دامنه تغیرات اثرات ترکیب پذیری عمومی برای ارتفاع بوته بین ۰/۳۲- برای لاین شماره ۱۳ تا ۰/۲۷ برای لاین‌های ۲ و ۷ متغیر بود (جدول ۳). والدهای ۲ و ۷ دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و والد شماره۱۳ دارای ترکیب پذیری

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بر اساس روش ۲ گریفینگ برای ۱۴ لاین اینبرد ذرت

			میانگین مربعات (MS)							
S. O. V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	عملکرد دانه (تن‌درهکتار) Yield (ton/ha)	ارتفاع بوته (سانتی متر) PHT (cm)	طول بلال (سانتی متر) EL (cm)	قطر بلال (سانتی متر) ED (cm)	تعداد ردیف دانه در بلال R/E	تعداد دانه در بلال K no./E	وزن صد دانه (گرم) 100KW (gr)	وزن دانه در بلال (گرم) KW/E
Rep	بلوک	۲	۲۶/۱۶**	۴/۰۹**	۲۳/۲۵**	۰/۱۴^{ns}	۴/۵۶**	۶/۳۳**	۲/۴۲**	۲/۶۸**
Genotype	ژنوتیپ	۱۰۴	۱۴/۳۶**	۱/۸۱**	۸/۹۲**	۱/۸۲**	۷/۹۵**	۱/۸۳**	۱/۹۶**	۱/۷۱**
GCA	ترکیب پذیری عمومی	۱۳	۱۸/۰۲**	۱/۳۷**	۳۱/۵۷**	۴/۲۲**	۳۶/۷۵**	۳/۱۱**	۹/۵۷**	۱/۷۸**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	۹۱	۱۳/۸۴**	۱/۸۸**	۲/۱۱**	۱/۹۸**	۳/۵۴**	۱/۶۴**	۰/۸۷**	۱/۶۹**
Error	خطا	۲۰۸	۵/۵۰	۰/۵۵	۲/۲۲	۰/۶۹	۱/۳۶	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۶۱
Ave. Heterosis	متوسط هتروزیس		۴/۰۳	۱/۶۸	۲/۶۹	۰/۸۹	۱/۳۶	۱/۴۰	۰/۲۳	۱/۳۹
$2\sigma^2gca/(2\sigma^2gca+\sigma^2sca)$	نسبت بیکر		۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۶۷	۰/۱۴	۰/۷۳	۰/۴۵
h_b^2	قابلیت توارث عمومی		۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۷۵	۰/۶۴	۰/۸۵	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۶۳
h_n^2	قابلیت توارث خصوصی		۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۵۶	۰/۲۰	۰/۵۳	۰/۱۱
C. V.	ضریب تغییرات		۲۵/۳۶	۱۹/۰۰	۸/۲۱	۹/۷۰	۶/۵۵	۲۸/۵۰	۱۱/۰۰	۲۱/۰۰

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بر اساس مدل امی برای ۱۴ لاین اینبرد ذرت

			میانگین مربعات (MS)							
S. O. V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	عملکرد دانه (تن‌درهکتار) Yield (ton/ha)	ارتفاع بوته (سانتی متر) PHT (cm)	طول بلال (سانتی متر) EL(cm)	قطر بلال (سانتی متر) ED (cm)	تعداد ردیف دانه در بلال R/E	تعداد دانه در بلال K no./E	وزن صد دانه (گرم) 100KW (gr)	وزن دانه در بلال (گرم) KW/E
Female (F)	ماده	۱۳	۱۴/۴۹**	۰/۰۵**	۰/۲۹**	۰/۳۰**	۰/۳۳**	۳/۸۹**	۱/۲۷**	۰/۳۳**
Male (M)	نر	۱۳	۱۴/۴۹**	۰/۰۵**	۰/۲۹**	۰/۳۰**	۰/۳۳**	۳/۸۹**	۱/۲۷**	۰/۳۳**
F × M	ماده × نر	۱۶۹	۱۱/۴۴**	۰/۰۶**	۰/۰۴**	۰/۰۹**	۰/۰۳*	۱/۹۹**	۰/۱۳**	۰/۲۵**
IPCA1	اولین مولفه اثر متقابل	۲۵	۳۰/۵۱**	۰/۱۲**	۰/۰۸**	۰/۱۷**	۰/۰۶**	۴/۴۲**	۰/۲۴**	۰/۵۷**
IPCA2	دومین مولفه اثر متقابل	۲۳	۱۶/۷۳**	۰/۰۹**	۰/۰۷**	۰/۱۶**	۰/۰۵**	۲/۹۲**	۰/۲۱**	۰/۴۷**
IPCA3	سومین مولفه اثر متقابل	۲۱	۱۴/۹۵**	۰/۰۹**	۰/۰۴**	۰/۱۰**	۰/۰۴**	2.44**	۰/۱۷**	0.21**
IPCA4	چهارمین مولفه اثر متقابل	۱۹	۷/۳۴^{ns}	۰/۰۶**	۰/۰۴*	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۳**	۱/۸۲**	۰/۱۱^{ns}	۰/۱۷*
IPCA5	پنجمین مولفه اثر متقابل	۱۷	۶/۷۶^{ns}	۰/۰۵**	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۳**	۱/۳۹**	۰/۱۲*	۰/۱۸*
IPCA6	ششمین مولفه اثر متقابل	۱۵	۴/۱۱^{ns}	۰/۰۴**	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱/۲۵*	۰/۰۹^{ns}	۰/۱۳^{ns}
Residual	باقی‌مانده	۴۹	۳/۱۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۶۳^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}
Error	خطا	۳۹۰	۵/۶۹	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۷۱	۰/۰۷	۰/۱۱

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

عمومی منفی و معنی‌دار برای این صفت بودند. بنابر این می‌توان در برنامه‌های اصلاحی به منظور افزایش یا کاهش ارتفاع بوته از والدهای دارای اثرات ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار استفاده کرد. رضایی و همکاران (۱۳۸۴) دامنه ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ذرت را برای ارتفاع بوته بین ۱۰/۳۰- تا ۱۲/۸۷ برآورد نمودند. تمامی دورگ‌ها بجز دورگ‌های ۱۱ × ۵، ۱۳ × ۵ و ۱۳ × ۱۱ برای ارتفاع بوته نسبت به میانگین والدین دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار بودند (جدول ۴). بیشترین مقدار هتروزیس مربوط به دورگ‌های ۱۲ × ۶ و ۶ × ۵ به ترتیب به میزان ۳/۱۲ و ۳/۰۲ درصد بود. برای این صفت هیچکدام از دورگ‌ها هتروزیس منفی نشان ندادند.

برای طول بلال لاین‌های ۱، ۳، ۴، ۵ و ۱۰ دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و لاین‌های ۲، ۹، ۱۱، و ۱۴ دارای ترکیب پذیری عمومی منفی و معنی‌دار بودند (جدول ۳). همچنین برای طول بلال ۸۷ درصد از تلاقی‌ها نسبت به میانگین والدین دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار بودند که بیشترین مقدار مربوط به دورگ‌های ۱۰ × ۶، ۱۰ × ۳، ۸ × ۱ و ۶ × ۵ بود (جدول ۴). این نتایج با نتایج نیکخواه کوچکسرایی (۱۳۷۳) مطابقت دارد.

نتیجه آزمون t برای قطر بلال نشان داد که در ۵ والد ترکیب پذیری عمومی معنی‌دار می‌باشد. ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ۲ و ۱۳ در جهت مثبت و برای لاین‌های ۱، ۳ و ۱۱ در جهت منفی معنی‌دار بود (جدول ۳). بنابر این در برنامه‌های به نژادی جهت افزایش قطر بلال می‌توان از والدهای ۲ و ۱۳ استفاده کرد. ۵۵ درصد از دورگ‌ها نسبت به میانگین والدین هتروزیس مثبت و معنی‌دار نشان دادند که بیشترین مقدار مربوط به دورگ‌های ۸ × ۱ و ۱۴ × ۱۱ بود (جدول ۴). بنابراین استفاده از این دورگ‌ها به‌ویژه دورگ ۱۴ × ۱۱ در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر دورگ‌گیری جهت بهبود قطر بلال می‌تواند مفید باشد.

در ارتباط با صفت تعداد ردیف دانه در بلال مقادیر ترکیب پذیری عمومی از ۱/۳۰ برای والد ۹ تا ۱/۹۹- برای والد ۱ متغیر بود (جدول ۳). بنابراین والد ۹ و نیز والدین ۲، ۶، ۱۰، ۱۱، ۱۳ و ۱۴ که دارای مقادیر ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار هستند می‌توانند جهت افزایش تعداد ردیف دانه در بلال در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش استفاده شوند. رضایی و همکاران (۱۳۸۴) دامنه ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ذرت مورد بررسی را بین ۱/۴- تا ۱/۵۱ گزارش نمودند. نتیجه آزمون t نشان داد که ۵۷ درصد از دورگ‌ها دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار نسبت به میانگین والدین بودند، بیشترین این مقدار مربوط به دورگ ۱۴ × ۹ به میزان ۴/۲۷ بود (جدول ۴).

تعداد دانه در بلال نیز یکی از اجزای مهم عملکرد دانه می‌باشد. برای این صفت لاین‌های ۶، ۹، ۱۰ و ۱۳ دارای اثرات ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بودند، بنابر این به عنوان بهترین ترکیب شونده‌ها برای افزایش تعداد دانه در بلال معرفی می‌شوند و استفاده از این لاین‌ها در برنامه‌هایی که مبتنی بر گزینش هستند می‌تواند سودمند باشد. در ۷۹ عدد از دورگ‌ها هتروزیس مثبت و معنی‌دار نسبت به میانگین والدین مشاهده گردید که بیشترین این مقدار مربوط به تلاقی ۱۴ × ۹ بود (جدول ۴). نکته جالب توجه برای این صفت اینکه تلاقی ۱۴ × ۹ هم دارای بالاترین اثر ترکیب پذیری خصوصی و هم دارای بالاترین میزان هتروزیس نسبت به والد برتر می‌باشد. وزن صد دانه نیز از اجزای مهم عملکرد می‌باشد، هر چند با سایر اجزای عملکرد رابطه منفی دارد اما افزایش وزن صد دانه تا اندازه‌ای که در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ترکیب‌پذیری عمومی و اولین مؤلفه اصلی اثر متقابل (IPCA1) صفات مورد بررسی برای ۱۴ لاین ذرت مورد استفاده (نر یا ماده) در تلاقی دای‌آلل

Line	عملکرد دانه (تن‌درهکتار) Yield(ton/ha)			ارتفاع بوته (سانتی متر) PHT(cm)			طول بلال (سانتی متر) EL(cm)			قطر بلال (سانتی متر) ED(cm)		
	GCA	IPCA1F	IPCA1M	GCA	IPCA1F	IPCA1M	GCA	IPCA1F	IPCA1M	GCA	IPCA1F	IPCA1M
۱	-۰/۰۱ ns	۱/۵۲	-۱/۵۲	۰/۰۴ ns	۰/۲۶	-۰/۲۶	۱/۱۸**	۰/۰۹	-۰/۰۹	-۰/۵۴**	۰/۷۶	-۰/۷۶
۲	-۰/۱۷ns	-۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۷**	۰/۳۶	-۰/۳۶	-۱/۴۸**	-۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۴۷**	۰/۰۸	-۰/۰۸
۳	-۰/۰۳ ns	۱/۶۵	-۱/۶۵	-۰/۱۴ ns	-۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۷۵**	۰/۰۷	-۰/۰۷	-۰/۲۸**	۰/۲۷	-۰/۲۷
۴	-۰/۱۳*	۰/۱۱	-۰/۱۱	۰/۰۸ ns	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۸۱**	۰/۴۹	-۰/۴۹	-۰/۱۲ns	-۰/۱۶	۰/۱۶
۵	۱/۰۶**	-۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۰۳ ns	-۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۷۸**	۰/۰۰۴	-۰/۰۰۴	-۰/۰۸ns	-۰/۰۱	۰/۰۱
۶	-۰/۲۵ ns	۰/۱۰	-۰/۱۰	۰/۰۸ ns	۰/۵۱	-۰/۵۱	-۰/۰۹ns	۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۷ns	۰/۱۲	-۰/۱۲
۷	۰/۷۸*	۰/۱۵	-۰/۱۵	۰/۲۷**	۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۰۲ ns	۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۱۴ns	-۰/۲۵	۰/۲۵
۸	۱/۱۳**	-۰/۸۴	۰/۸۴	-۰/۱۴ ns	-۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۳۷ ns	۰/۳۷	-۰/۳۷	-۰/۰۶ns	-۰/۳۹	۰/۳۹
۹	۰/۷۱*	-۱/۴۸	۱/۴۸	-۰/۱۹ ns	۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۷۵**	-۰/۳۱	۰/۳۱	-۰/۲۱ns	-۰/۱۷	۰/۱۷
۱۰	۰/۰۵ ns	-۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۱ ns	۰/۱۸	-/۱۸	۰/۶۴**	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۱۰ns	-۰/۲۱	۰/۲۱
۱۱	۰/۴۵ ns	-۱/۲۷	۱/۲۷	-۰/۰۸ ns	-۰/۳۴	۰/۳۴	-۱/۱۶**	-۰/۲۱	۰/۲۱	-۰/۴۹**	-۰/۲۸	۰/۲۸
۱۲	-۰/۵۳ ns	۰/۸۹	۰/۸۹	-۰/۰۵ ns	-۰/۲۹	۰/۲۹	-۰/۱۵ ns	-۰/۱۴	۰/۱۴	-۰/۱۹ns	۰/۱۶	-۰/۱۶
۱۳	۰/۱۸ ns	-۱/۶۱	۱/۶۱	-۰/۳۲**	-۰/۲۶	۰/۲۶	-۰/۲۶ ns	-۰/۱۷	۰/۱۷	-۰/۳۹**	-۰/۱۶	۰/۱۶
۱۴	-۰/۸۶*	۱/۶۱	-۱/۶۱	-۰/۱۵ ns	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	-۰/۶۷**	-۰/۲۴	۰/۲۴	-۰/۱۲ns	۰/۲۷	-۰/۲۷
S. E.	۰/۳۳	-	-	۰/۱۱	-	-	۰/۲۱	-	-	۰/۱۱	-	-

جدول ۳- ادامه

Line	تعداد ردیف دانه در بلال R/E			تعداد دانه در بلال K no./E			وزن صد دانه (گرم) 100KW(gr)			وزن دانه در بلال (گرم) KW/E		
	GCA	IPCA1F	IPCA1M	GCA	IPCA1F	IPCA1M	GCA	IPCA1F	IPCA1M	GCA	IPCA1F	IPCA1M
۱	-۱/۹۹**	۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۳۲**	-۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۷۱**	-۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۱۶ns	۰/۷۷	-۰/۷۷
۲	۰/۴۷**	-۰/۲۵	۰/۲۵	-۰/۱۸ns	-۰/۳۸	۰/۳۸	-۰/۲۲*	-۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۱۲ns	۰/۱۶	-۰/۱۶
۳	-۰/۹۱**	-۰/۱۶	۰/۱۶	-۰/۲۱*	-۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۵۳**	۰/۱۷	-۰/۱۷	۰/۱۳ns	۰/۵۸	-۰/۵۸
۴	-۰/۸۲**	۰/۲۳	-۰/۲۳	-۰/۲۹**	۰/۴۴	-۰/۴۴	۰/۱۲ns	۰/۱۶	-۰/۱۶	۰/۰۳ns	-۰/۰۷	۰/۰۷
۵	-۱/۰۲**	-۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۳۱**	۰/۲۵	-۰/۲۵	۰/۷۲**	۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۲۴*	-۰/۲۸	۰/۲۸
۶	۰/۶۸**	-۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲۸**	-۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۱۲ns	-۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۲۵*	۰/۴۳	-۰/۴۳
۷	۰/۱۸ns	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۰۲ns	۰/۱۶	-۰/۱۶	۰/۰۷ns	-۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۱۱ns	-۰/۲۶	۰/۲۶
۸	۰/۲۱ns	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۶ns	۰/۶۶	-۰/۶۶	-۰/۳۰**	-۰/۰۲	۰/۰۲	-۰/۱۲ns	-۰/۶۱	۰/۶۱
۹	۱/۳۰**	۰/۵۳	-۰/۵۳	۰/۳۴**	۱/۳۵	-۱/۳۵	-۰/۴۹**	۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۹ns	-۰/۰۷	۰/۰۷
۱۰	۰/۳۵*	۰/۰۲	-۰/۰۲	۰/۳۸**	۰/۶۰	-۰/۶۰	-۰/۶۵**	۰/۲۳	-۰/۲۳	-۰/۰۲ns	-۰/۲۹	۰/۲۹
۱۱	-۰/۷۵**	۰/۱۳	-۰/۱۳	۰/۰۳ns	۰/۳۹	-۰/۳۹	-۰/۱۲ns	-۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۰۳ns	-۰/۳۷	۰/۳۷
۱۲	-۰/۳۶*	۰/۲۲	-۰/۲۲	-۰/۱۹ns	-۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۷**	۰/۶۸	-۰/۶۸	-۰/۱۶ns	۰/۱۴	-۰/۱۴
۱۳	۰/۷۰**	-۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۲۹**	۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۳۵**	-۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۲۲*	-۰/۴۱	۰/۴۱
۱۴	۰/۴۶**	-۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۰۹ns	-۰۱/۰۶	۰۱/۰۶	-۰/۴۳**	۰/۳۲	-۰/۳۲	-۰/۴۴*	۰/۲۹	-۰/۲۹
S. E.	۰/۱۶	-	-	۰/۱۱	-	-	۰/۱۰	-	-	۰/۱۱	-	-

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای عملکرد دانه و سایر صفات مربوطه در دورگ‌های حاصل از تلاقی ۱۴ لاین اینبرد ذرت

تلاقی‌ها Crosses	عملکرد دانه (تن‌درهکتار) Yield (ton/ha)	ارتفاع بوته (سانتی متر) PHT (cm)	طول بلال (سانتی متر) EL(cm)	قطر بلال (سانتی متر) ED(cm)	تعداد ردیف دانه در بلال R/E	تعداد دانه در بلال K no./E	وزن صد دانه (گرم) 100KW(gr)	وزن دانه در بلال (گرم) KW/E
۱×۲	۶/۳۷**	۱/۲۹**	۳/۳۷**	۱/۰۵*	۰/۶۰ns	۱/۹۹**	۰/۰۸ns	۲/۳۱**
۱×۳	۲/۳۳*	۱/۳۱**	۳/۹۳**	۰/۱۰ns	۳/۴۰**	۱/۷۲**	۰/۶۵ns	۱/۲۱**
۱×۴	۳/۴۷**	۱/۳۷**	۰/۸۵ns	۱/۹۹**	۱/۹۳**	۱/۱۴**	۰/۴۸ns	۱/۷۳**
۱×۵	۴/۱۹**	۲/۷۱**	۳/۲۷**	۱/۲۸**	۰/۹۳ns	۰/۷۳*	۰/۱۶**	۱/۹۲**
۱×۶	۶/۲۳**	۱/۵۶**	۳/۲۵**	۰/۹۳*	۱/۳۳*	۱/۶۰**	۰/۱۶ns	۱/۱۳**
۱×۷	۲/۵۳*	۰/۷۶*	۳/۰۲**	۱/۳۱**	۳/۲۰**	۲/۲۷**	۰/۷۵*	۱/۷۲**
۱×۸	۵/۹۴**	۲/۶۰**	۴/۷۸**	۲/۱۴**	۱/۹۳**	۲/۲۷**	۱/۴۶**	۲/۹۲**
۱×۹	۶/۰۵**	۱/۶۰**	۲/۴۲**	۱/۸۴**	۲/۱۳**	۲/۵۰**	۰/۳۰ns	۲/۰۸**
۱×۱۰	۴/۵۳**	۱/۳۷**	۲/۹۶**	۱/۵۷**	۲/۰۷**	۱/۶۹**	۰/۶۹*	۲/۱۱**
۱×۱۱	۵/۷۷**	۱/۱۷**	۲/۷۵**	۱/۶۹**	۱/۶۰**	۱/۴۳**	۰/۸۸*	۱/۹۹**
۱×۱۲	۴/۰۶**	۱/۴۳**	۲/۷۳**	۰/۰۱ns	۰/۰۷ns	۰/۵۹ns	۱/۲۴**	۱/۴۰**
۱×۱۳	۶/۳۸**	۱/۵۲**	۳/۸۲**	۲/۰۴**	۰/۸۰ns	۱/۵۴**	۱/۲۰**	۲/۶۰**
۱×۱۴	۳/۰۲**	۱/۲۷**	۲/۴۰**	۱/۱۵**	۲/۰۰**	۱/۲۹**	۱/۱۵**	۱/۳۹**
۲×۳	۴/۶۹*	۲/۲۴**	۳/۰۳**	۰/۱۷ns	۰/۸۰ns	۱/۸۱**	-۰/۳۳ns	۱/۶۸**
۲×۴	۶/۸۱**	۲/۳۰**	۳/۷۱**	۱/۷۸**	۱/۶۰**	۲/۳۵**	۰/۳۱ns	۲/۸۱**
۲×۵	۳/۶۹**	۲/۰۳**	۳/۱۳**	۰/۶۵ns	۱/۴۰*	۱/۴۳**	۰/۱۷ns	۱/۵۴**
۲×۶	۲/۲۸**	۱/۴۹**	۱/۹۸**	۰/۲۶ns	۱/۰۰ns	۱/۵۴**	-۰/۰۸ns	۰/۶۰ns
۲×۷	۳/۶۹**	۲/۰۵**	۲/۵۲**	۰/۰۱ns	۰/۴۷ns	۱/۶۴*	-۰/۲۱ns	۱/۲۵**
۲×۸	۵/۷۷**	۱/۸۷**	۳/۳۸**	۰/۴۳ns	۰/۸۷ns	۱/۹۳**	-۰/۴۴ns	۱/۴۹**
۲×۹	۳/۱۷**	۰/۹۰*	۰/۲۵ns	۰/۴۸ns	۲/۲۰**	۱/۶۳**	-۰/۸۸*	۰/۶۹ns
۲×۱۰	۳/۲۰**	۱/۳۷**	۱/۹۰*	۰/۸۲*	۱/۳۳*	۱/۵۶**	۰/۰۱ns	۱/۱۰**
۲×۱۱	۴/۹۱**	۲/۴۱**	۱/۷۲*	۱/۶۰**	۰/۲۰ns	۱/۳۸**	-۰/۲۰ns	۲/۱۴**
۲×۱۲	۵/۹۵**	۲/۴۸**	۲/۵۳**	۰/۵۸ns	۱/۴۷*	۱/۱۴**	۰/۰۸ns	۱/۴۳**
۲×۱۳	۴/۲۴**	۱/۲۰**	۳/۶۶*	۰/۲۹ns	-۱/۴۰*	۰/۴۱ns	۰/۱۶ns	۱/۳۴**
۲×۱۴	۴/۴۰**	۱/۷۸**	۱/۵۷*	۰/۸۸*	-۱/۴۰*	۰/۵۵ns	-۰/۰۶ns	۱/۱۶**
۳×۴	۰/۳۶ns	۱/۷۴**	۲/۸۲**	-۰/۷۲ns	۰/۸۰ns	۰/۸۳*	-۰/۵۴ns	۰/۶۱ns
۳×۵	۵/۶۹**	۱/۷۷**	۴/۱۴**	۰/۲۸ns	۱/۶۷**	۱/۳۵**	-۰/۲۹ns	۱/۵۹**
۳×۶	۱/۹۴ns	۱/۹۲*	۳/۶۲*	۱/۱۶**	۱/۴۰*	۱/۳۳**	۰/۲۹ns	۱/۵۵**
۳×۷	۳/۵۱**	۰/۹۰*	۳/۵۵**	۱/۱۶**	۱/۱۳ns	۱/۲۸**	-۰/۲۹ns	۱/۷۷**
۳×۸	۵/۵۰**	۱/۴۷**	۳/۰۷**	۱/۵۳**	۳/۶۷**	۲/۱۷**	-۰/۴۳ns	۲/۳۲**
۳×۹	۷/۱۵**	۲/۰۷**	۳/۷۲**	۰/۳۴ns	۳/۲۷**	۲/۸۰**	-۰/۸۵*	۲/۱۷**
۳×۱۰	۵/۵۷**	۲/۱۲**	۴/۴۷**	۱/۶۹**	۲/۸۰**	۱/۹۸**	۰/۳۱ns	۱/۷۶**
۳×۱۱	۲/۷۴*	۱/۱۵**	۳/۴۸**	۰/۷۲ns	۲/۰۷**	۱/۶۸**	-۰/۹۳**	۱/۵۴*
۳×۱۲	۲/۳۸*	۱/۳۳**	۳/۰۷**	-۰/۱۶ns	۲/۲۷**	۱/۲۱**	-۰/۶۸ns	۰/۹۸*
۳×13	۶/۲۲**	۱/۳۱**	۳/۰۹**	۰/۵۹ns	۰/۷۳ns	۱/۰۹**	۰/۶۲ns	۲/۶۵**
۳×۱۴	۱/۷۴ns	۱/۳3**	۲/۵۰**	۰/۸۰ns	۱/۵۳**	۰/۵۷ns	-۰/۰۲ns	۰/۷۶*
۴×۵	۴/۸۱**	۱/۵۷*	۲/۳۲**	۰/۰۸ns	۱/۲۷*	۰/۶۲ns	۰/۴۶ns	۰/۸۳*
۴×۶	۳/۵۴**	۲/۰۰**	۲/۸۷**	۱/۲۵**	۰/۶۰ns	۱/۰۷**	۱/۱۴**	۱/۸۸**
۴×۷	۰/۴۷ns	۱/۷۳**	۱/۱۳ns	۰/۳۱ns	-۰/۳۳ ns	۰/۲۷ns	-۰/۱۷ns	۰/۰۵ns
۴×۸	۳/۰۶**	۱/۵۶**	-۰/۱۳ns	۰/۹۱*	۱/۹۳**	۰/۳۹ns	۰/۴۱ ns	۰/۸۰*
۴×۹	۲/۷۲**	۱/۹۸**	۲/۵۳**	-۰/۰۴ns	-۲/۱۳**	۰/۰۹ns	۱/۵۴**	۱/۹۱**
۴×۱۰	۴/۶۱**	۲/۷۸**	۲/۶۵**	۱/۰۰*	۱/۶۰**	۰/۸۹*	۰/۴۷ns	۱/۴۶**
۴×۱۱	۲/۲۴ns	۱/۳۸**	۳/۳۳*	۰/۹۱*	۲/۲۰**	۱/۷۸**	-۰/۰۶ns	۱/۴۸**
۴×۱۲	۵/۲۵**	۲/۱۰**	۲/۳۸**	۰/۷۰ns	۱/۴۷*	۱/۱۵**	-۰/۴۳ns	۱/۴۶**
۴×۱۳	۳/۳۶**	۲/۱۶**	۲/۷۱**	۰/۹۹*	۱/۵۳**	۱/۷۳**	۰/۵۸ns	۱/۹۵**
۴×۱۴	۵/۵۲**	۱/۵۲**	۴/۱۵**	۱/۲۹**	-۰/۴۷ns	۰/۷۶*	۱/۴۹**	۱/۵۳**
۵×۶	۳/۳۱**	۳/۰۲**	۴/۱۸**	۱/۱۱**	۱/۰۷ns	۲/۰۵**	۰/۴۶ ns	۲/۲۱**
۵×۷	۲/۱۱ns	۱/۲۹**	۳/۵۸**	۰/۸۴*	۰/۲۷ns	۰/۳۳ ns	-۰/۱۳ ns	۰/۱۶ ns
۵×۸	۱/۵۶ns	۰/۸۳*	۲/۶۲*	۰/۶۸ns	۰/۹۳ns	۱/۰۴**	-۰/۰۸ ns	۰/۵۱ ns
۵×۹	۳/۸۱**	۱/۱۶**	۲/۰۲**	۱/۰۸**	۲/۲۷**	۱/۱۵**	-۰/۳۰ ns	۰/۸۹*

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ (ادامه)- هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای عملکرد دانه و سایر صفات مربوطه در دورگ‌های حاصل از تلاقی ۱۴ لاین اینبرد ذرت.

تلاقی‌ها Crosses	عملکرد دانه (تن‌درهکتار) Yield (ton/ha)	ارتفاع بوته (سانتی متر) PHT(cm)	طول بلال (سانتی متر) EL(cm)	قطر بلال (سانتی متر) ED(cm)	تعداد ردیف دانه در بلال R/E	تعداد دانه در بلال K no./E	وزن صد دانه (گرم) 100KW(gr)	وزن دانه در بلال (گرم) KW/E
۵×۱۰	۳/۹۹*	۲/۱۵**	۲/۶۰**	۱/۵۷**	۰/۶۰ns	۰/۳۸ ns	۰/۸۷*	۱/۱۱**
۵×۱۱	۰/۷۲ns	۰/۷۰ns	۲/۷۵**	۰/۷۲ns	۰/۶۷ns	۱/۰۴**	-۰/۴۰ ns	۰/۹۴*
۵×۱۲	۳/۲۰**	۱/۳۷**	۲/۶۷**	۰/۴۹ns	۲/۰۷**	۰/۹۴**	-۰/۲۰ ns	۰/۹۷*
۵×۱۳	۲/۸۷*	۰/۳۵ns	۳/۲۶**	۱/۱۴**	۰/۶۷ ns	۰/۹۳**	۰/۴۴ ns	۱/۴۸**
۵×۱۴	۳/۱۵**	۱/۵۱**	۲/۶۷**	۰/۹۵*	۰/۲۷ ns	۰/۷۹*	۰/۶۵ ns	۱/۲۷**
۶×۷	۳/۷۳**	۱/۲۴**	۲/۴۳**	۱/۵۵**	۰/۴۰ ns	۱/۰۷**	۰/۸۷*	۱/۰۹**
۶×۸	۴/۱۲**	۱/۶۲**	۴/۰۹**	۱/۳۰**	۱/۶۰**	۲/۱۲**	۰/۱۴ ns	۱/۶۹**
۶×۹	۴/۲۷**	۱/۶۶**	۴/۲۷**	۱/۲۸**	۲/۸۰**	۲/۸۹**	۰/۴۹ ns	۱/۴۵**
۹×۱۰	۵/۰۸**	۲/۴۲**	۴/۴۲**	۰/۹۹*	-۰/۲۰ ns	۱/۴۱**	۱/۷۷**	۱/۹۹**
۶×۱۱	۵/۲۰**	۲/۳۰**	۴/۴۰**	۰/۷۵ns	۲/۸۰**	۲/۶۴**	-۰/۰۷ ns	۲/۳۳**
۶×۱۲	۸/۱۰**	۳/۱۲**	۳/۹۸**	۰/۸۲*	۱/۸۰**	۱/۴۹**	۱/۴۹**	۲/۳۷**
۶×۱۳	۶/۰۲**	۱/۷۵**	۲/۵۷**	۰/۰۹ns	۰/۴۰ ns	۱/۳۰**	۰/۱۲ ns	۱/۳۳**
۶×۱۴	۵/۲۲**	۲/۰۵**	۲/۱۲**	۰/۷۷ns	۰/۶۷ ns	۲/۰۸**	۱/۰۲**	۱/۲۳**
۷×۸	۰/۶۸ns	۰/۹۵**	۱/۴۳ns	-۰/۰۳ns	۰/۵۳ ns	۰/۹۳**	-۰/۹۴**	۰/۰۸ ns
۷×۹	۴/۸۷**	۱/۸۹**	۳/۳۷**	۰/۷۱ns	۱/۳۳*	۲/۳۰**	۰/۱۳ ns	۱/۱۶**
۷×۱۰	۴/۷۴**	۲/۸۰**	۱/۶۵*	۰/۷۶ns	۰/۷۳ ns	۰/۹۰*	۱/۱۷**	۱/۲۴**
۷×۱۱	۴/۴۳**	۲/۰۲**	۳/۶۷**	۱/۲۴**	۲/۵۳**	۱/۵۸**	-۰/۵۶ ns	۱/۴۱**
۷×۱۲	۳/۲۹**	۱/۳۴**	۲/۴۵**	۰/۱۷ns	۱/۶۷**	۱/۱۷**	-۰/۳۵ ns	۰/۹۸*
۷×۱۳	۱/۴۱ns	۱/۳۸**	۱/۳۱ns	-۰/۳۱ns	۰/۶۷ ns	۰/۸۹*	-۰/۹۹**	-۰/۰۲ ns
۷×۱۴	۲/۹۲*	۲/۷۷**	۲/۴۲**	۱/۳۴**	۱/۶۰**	۱/۴۵**	۰/۴۱ ns	۰/۱۴ ns
۸×۹	۳/۷۵**	۱/۶۹**	۲/۵۰**	۱/۱۰**	۱/۴۷ ns	۱/۸۵**	-۰/۰۴ ns	۱/۵۲**
۸×۱۰	۲/۷۲*	۱/۷۹**	۱/۹۲*	۰/۱۳ns	۱/۰۰ ns	۰/۹۷**	۰/۴۳ ns	۰/۲۷ ns
۸×۱۱	۲/۷۷*	۱/۵۲**	۳/۱۰**	۰/۳۴ns	۰/۵۳ ns	۱/۶۶**	-۰/۹۹**	۰/۷۴ ns
۸×۱۲	۴/۰۴**	۱/۸۰**	۲/۹۲**	-۰/۲۱ns	۳/۲۷**	۱/۹۸**	۰/۰۴ ns	۱/۹۳**
۸×۱۳	۲/۳۰*	۰/۸۴**	۳/۱۱**	۰/۷۴ns	-۰/۱۳ ns	۱/۰۸**	-۰/۷۷*	۱/۰۱**
۸×۱۴	۵/۲۱**	۱/۲۳**	۲/۲۵**	۱/۰۹**	۱/۲۰*	۱/۶۱**	-۰/۵۸ ns	۱/۰۲**
۹×۱۰	۳/۹۰**	۱/۷۸**	۱/۸۸*	۱/۰۸**	۱/۱۳ ns	۰/۹۷**	۰/۳۲ ns	۱/۱۱**
۹×۱۱	۲/۷۷*	۱/۹۸**	۲/۲۷**	۰/۸۹*	۱/۴۷*	۱/۷۱*	-۰/۸۴*	۰/۹۹*
۹×۱۲	۶/۴۳**	۱/۸۹**	۰/۶۵ns	-۰/۳۴ns	۲/۰۷**	۱/۶۶**	-۰/۴۳ ns	۱/۳۴**
۹×۱۳	۲/۱۷ns	۱/۴۶**	۰/۷۴ns	۰/۹۱*	۱/۳۳*	۱/۲۴**	۰/۱۲ ns	۰/۸۶*
۹×۱۴	۶/۸۰**	۲/۰۱**	۰/۹۸ns	۱/۸۶**	۴/۲۷**	۳/۳۷**	۰/۱۱ ns	۰/۲۱ ns
۱۰×۱۱	۶/۳۴**	۲/۱۹**	۱/۸۲*	۱/۹۳**	۲/۶۰**	۱/۲۹**	۱/۴۳**	۱/۷۱**
۱۰×۱۲	۳/۶۰**	۱/۷۳**	۲/۴۰**	۰/۷۵ns	2.27**	۰/۵۶ ns	۰/۶۸ ns	۱/۰۶**
۱۰×۱۳	۴/۴۸**	۱/۸۵**	۲/۳۹**	۰/۸۸*	7/20ns	۰/۵۰ ns	۱/۰۶**	۱/۱۵**
۱۰×۱۴	۴/۸۴**	۱/۸۷**	۳/۱۷**	۱/۷۳**	۱/۸۰**	۱/۹۵**	۰/۷۸*	۱/۸۵**
۱۱×۱۲	۴/۳۹**	۰/۹۸**	۳/۸۲**	۱/۶۹**	۲/۳۳**	۲/۳۸**	۰/۵۹ ns	۱/۸۷**
۱۱×۱۳	-۰/۸۱ns	۰/۵۲ns	۰/۹۴ns	۱/۰۹**	۰/۸۰ ns	۰/۷۶*	-۰/۰۱ ns	۰/۷۴ ns
۱۱×۱۴	۶/۶۵**	۲/۱۵**	۲/۵۸**	۳/۰۲**	۳/۴۷**	۲/۱۰**	۰/۶۱ ns	۲/۲۴**
۱۲×۱۳	۴/۶۶**	۱/۲۹**	۱/۲۲ns	۰/۱۱ns	۱/۶۷**	۰/۹۰*	۱/۴۳**	۴/۲۶**
۱۲×۱۴	۳/۴۱**	۰/۹۸**	۰/۸۷ns	۰/۰۴ns	۳/۴۰**	۱/۳۳**	-۰/۷۱*	۱/۴۲**
۱۳×۱۴	۵/۹۶**	۱/۷۳**	۱/۹۹**	۰/۶۴ns	۰/۲۷ ns	۱/۰۳**	۰/۷۳*	۱/۴۵**
S.E.	۱/۱۷	۰/۳۷	۰/۷۵	۰/۴۲	۰/۵۹	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۳۹

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID

مجموع سبب کاهش دیگر اجزای عملکرد نشود مطلوب می‌باشد. در بین والدین، لاین‌های ۱، ۳، ۵ و ۱۲ برای وزن صد دانه دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بودند (جدول ۳). ۲۴ درصد از دورگ‌ها دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار نسبت به میانگین والدین بودند که بیشترین مقدار مربوط به دورگ‌های ۹ × ۴ و ۱۰ × ۶ به ترتیب به میزان ۱/۵۴ و ۱/۷۷ بود (جدول ۴). بنابر این در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر دورگ‌گیری از این تلاقی‌ها می‌توان استفاده نمود. حداد (۱۳۶۹) در مطالعه‌ای روی لاین‌های اینبرد ذرت متوسط هتروزیس نسبت به میانگین والدین را برای این صفت ۰/۵۴ گزارش نمود.

لاین‌های ۴، ۵ و ۱۳ دارای اثرات ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای وزن دانه در بلال بودند (جدول ۳)، بنابر این استفاده از این لاین‌ها در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند سبب افزایش سهم آثار افزایشی ژن‌ها شده و بازدهی انتخاب برای این صفت را بالا ببرد. ۸۶ درصد از دورگ‌ها دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار بودند که بیشترین مقدار باز هم مربوط به دورگ‌های ۸ × ۱ و ۴ × ۲ بود (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط آیدین و همکاران (۲۰۰۴)، هالوور و ابرهارت (۱۹۶۶) و چوکان و مساوات (۱۳۸۴) گزارش شده است.

بر اساس نتایج این تحقیق عملکرد دانه بیشتر توسط آثار غیر افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود و از طرفی این صفت دارای دارای وراثت پذیری خصوصی پائین (۱۱ درصد) می‌باشد (جدول ۱)، بنابر این انتخاب مستقیم برای عملکرد چندان موفقیت آمیز نخواهد بود و انتخاب غیر مستقیم با استفاده از صفاتی که دارای وراثت پذیری بالا می‌باشند می‌تواند مؤثر باشد. لاین‌های ۵، ۷ و ۹ به عنوان بهترین ترکیب‌شونده‌های عمومی برای عملکرد دانه شناخته شدند که جهت افزایش آثار افزایشی ژن‌ها و بالا بردن بازده انتخاب می‌توان از این لاین‌ها استفاده نمود. همچنین استفاده از لاین‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری خصوصی بالایی می‌باشند و نیز دورگ‌هایی که هتروزیس بالایی نشان داده‌اند می‌توانند در تحقیقات آینده و برنامه‌های اصلاحی جهت تولید واریته‌های هیبرید مدنظر باشد. صفات طول بلال و قطر بلال دارای وراثت پذیری خصوصی متوسط و صفات تعداد ردیف دانه در بلال و وزن صد دانه دارای وراثت پذیری خصوصی نسبتا بالایی می‌باشند که جهت انتخاب غیر مستقیم به منظور افزایش عملکرد دانه می‌توانند استفاده شوند. استفاده از لاین ۱۳ در برنامه‌های اصلاحی جهت کاهش ارتفاع بوته مفید می‌باشد، چرا که این لاین دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار می‌باشد. کاهش ارتفاع نیز از طریق کاهش ورس و امکان استفاده بیشتر از کود و مواد مغذی می‌تواند عملکرد را افزایش دهد. افزایش طول بلال باعث افزایش عملکرد می‌شود، استفاده از لاین‌های ۱، ۳، ۴، ۵، و ۱۰ در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش می‌تواند طول بلال را افزایش دهد چرا که این لاین‌ها دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای این صفت می‌باشند. همچنین دورگ‌های ۸ × ۱ و ۱۴ × ۴ دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای طول بلال می‌باشند که استفاده از این هیبرید در تلاقی‌ها جهت افزایش طول بلال و کمک به افزایش عملکرد توصیه می‌شود. وزن صد دانه نیز رابطه مستقیمی با عملکرد دارد، طبق نتایج مربوط به وزن صد دانه استفاده از لاین‌های ۱، ۳، ۵ و ۱۲ جهت افزایش این صفت مفید می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱- چوکان، ر. ۱۳۸۱. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت. نهال و بذر. جلد ۱۸ (۲). ۱۷۸ – ۱۷۰.

۲- چوکان، ر. و س، ا، مساوات. ۱۳۸۴. بررسی نحوه عمل ژن صفات مختلف لاین‌های محک ذرت. با استفاده از تلاقی‌های دای‌آلل. نهال و بذر. جلد ۲۱ (۴). ۵۶۰ - ۵۴۷.

۳- حداد، ر. ۱۳۶۹. بررسی پاره‌ای از خصوصیات ژنتیکی لاین‌های ذرت به روش دای‌آلل. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۲ صفحه.

۴- دهقانپور، ز. ۱۳۷۳. بررسی و تعیین هتروزیس و ترکیب پذیری در ذرت دانه سفید. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۶۴ صفحه.

۵- رضایی، ع.، ب، یزدی صمدی.، ع، زالی.، ع، رضایی.، ع، طالعی و ح، زینالی. ۱۳۸۴. برآورد هتروزیس و ترکیب پذیری در ذرت به روش تلاقی‌های دای‌آلل. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶ (۲). ۳۹۷ - ۳۸۵.

۶- شیر محمد علی، ع. ا. ۱۳۶۷. بررسی ترکیب پذیری لاین‌های ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۶۴ صفحه.

۷- طالعی، ع. و ج. نیکخواه کوچکسرایی. ۱۳۷۸. بررسی میزان ترکیب‌پذیری و آثار سیتوپلاسمی به روش دای‌آلل در ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳. شماره ۴. صفحات ۷۶۹ – ۷۶۱.

۸- عزیزی، ا. ۱۳۷۶. ارزیابی پتانسیل ژنتیکی ۸ جامعه آزاد گرده افشان ذرت به روش تلاقی‌های دای‌آلل. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۰۵ صفحه.

۹- نیکخواه کوچکسرائی، ح. ۱۳۷۳. بررسی میزان ترکیب پذیری صفات سیتوپلاسمی و هتروزیس به روش دای‌آلل در ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۷۸ صفحه.

10- Aydin, U., Basal, H. and Konak, C. 2004. Inheritance of Grain Yield in a Half-Diallel Maize Population. Turk j Agric. 28: 239 – 244.

11- Baker, R. J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop Sci., 18: 533 – 537.

12- Baktash, F. Y., Younis, M. A., Al – Younis, A. H. and Al – Ithawi, B. H. 1980. Diallel crosses of corn inbred lines for grain yield and ear characters. Plant Breed. Abs. 56: 234.

13- Daurte, B. J. Pinto, R. M. C. 2002. Biplot AMMI graphic representation of specific combining ability. Crop Breeding and Applied Biotechnology. v. 2, n. 2, p. 161-170

14- 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.

15- Gardner, C. P. and Eberhart, S. A. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. Biometrics, 22: 439 – 452.

16- Gauch, H. G. 2006. Statistical analysis of regional yield traits: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier, Amweterdam.

17- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463 – 493.

18- Hallauer, A. R. and Eberhart, S. A. 1966. Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. Crop Sci. 6: 423 – 427.

19- Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel crosses. Biometrics 10: 235 – 244.

www.SID.ir

Archive of SID

20- Lee, T. C. 1984. Test cross and diallel cross analysis of maize. Plant breed. Abs. 54: 58 48.
21- Liao, S. S. 1989. Analysis of combining ability for major quantitative character in some maize inbred lines. Maize Abs. 5 (6) 3556.
22- Misevic, D. 1990. Genetic analysis of crosses among maize populations representing different heterotic patterns. Crop Sci. 30: 997 – 1001.
23- Ortiz, S., W. W. Madsen., J. Hill. 2001. Additive main effect and multiplicative interaction model for a diallel-cross analysis. Theor Appl Genet. 102:1103-1106.
24- Rood, S. B., and D. J. Major. 1981. Diallel analysis of the photoperiodic respons of maize. Crop Sci. 21: 535 – 541.
25- Spaner, D., R. A. I. Brthwait., and D. E. Mather. 1996. Diallel study of open pollinated maize varieties in Trinida. Euphytica 90: 65 – 72.
26- Stuber, C. W., Moll, R. H. and Hanson, W. D. 1966. Genetic variance and interrelationships of six traits in a hybrid population of Zea mays L. Crop Sci. 6: 455 – 458.
27- Zhang, Y., Kang, M. S. and Lamkey, K. R. 2005. DIALLEL – SAS05: A Comprehensive Program for Griffin's and Gardner – Eberhart Analyses. Agron. J. 97: 1097 – 1106.
28- Zobel, R. W., M. J. Wright, and H. G. Gauch (1988). Statistical analysis of a yield trail. Agron. J. 80:388-393.

www.SID.ir