دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

هتروزیس و تجزیه ترکیب پذیری برای عملکرد و صفات وابسته به عملکرد در برنج هیبرید

ن. ع. باقری[۱]، ن. ع. بابائیان جلودار[۲] و آ. پاشا[۳]

۱- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۴

چکیده

مطالعه ترکیب پذیری و هتروزیس روی ۱۲ هیبرید همراه با هفت ژنوتیپ برنج (سه لاین نر عقیم سیتوپلاسمی و چهار واریته اعاده کننده باروری) جهت شناخت الگوی وراثت پذیری تعدادی از صفات مورفولوژیکی برای انتخاب ژنوتیپ های برتر انجام گرفت. این آزمایش بصورت طرح تلاقی لاین × تستر، طی سال های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. تجزیه واریانس داده ها، تفاوت معنی داری را بین ژنوتیپ های تلاقی ها، لاین ها، تسترها و اثر متقابل لاین × تستر برای صفات تعداد پنجه در بوته، ارتفاع گیاه، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، طول خوشه، تعداد گلچه در هر خوشه، درصد باروری خوشه و عملکرد دانه نشان داد. واریانس های ترکیب پذیری خصوصی (SCA) نسبت به واریانس های ترکیب پذیری عمومی (GCA) برای تمامی صفات به جز ارتفاع بوته بیشتر بود که نشان دهنده برتری عمل ژن غیر افزایشی در وراثت پذیری صفات می باشد. بیشترین مقدار هتروزیس برای عملکرد دانه (۱۰۶/۶۰ درصد) در تلاقی پویا × IR68899A مشاهده شد. سهم نسبی تنوع در تسترها نسبت به اثر متقابل لاین × تستر برای صفات مورد مطالعه بیشتر بوده که نشان دهنده برآورد بیشتر واریانس GCA یا بعبارتی عمل ژن افزایشی بین تسترها مورد استفاده در مطالعه برای صفات مختلف می باشد. بین والدین CMS (نر عقیم سیتوپلاسمی)، IR62829A و بین والدین نر (تسترها)، IR50 و پویا ترکیب شونده عمومی خوبی برای بیشتر صفات مورد مطالعه بودند. تلاقی های موسی طارم × IR62829A، پویا × IR68899A، IR58025A × IR50 و پویا × IR58025A ترکیبات بسیار خوبی برای عملکرد دانه و بیشتر صفات وابسته به عملکرد بواسطه اثرات SCA بالا و معنی دار و اثرات هتروتیک شناسایی شدند.

واژه های کلیدی: هتروزیس، ترکیب پذیری، برنج هیبرید

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

راهبردهای اصلاحی براساس انتخاب هیبریدها نیازمند سطحی از هتروزیس و ترکیب پذیری خصوصی می باشد. در واریته های اصلاحی با عملکرد بالا در گیاهان زراعی، اصلاح کنندگان اغلب با مشکل انتخاب والدین و تلاقی ها روبرو هستند. تجزیه ترکیب پذیری یکی از ابزارهای مفید برای برآورد اثرات ترکیب پذیری و کمک به انتخاب والدین و تلاقی های مطلوب برای بهره مندی از هتروزیس می باشد (۱۴ و ۲۰). وجود هتروزیس و اثرات ترکیب پذیری خصوصی برای عملکرد و صفات وابسته به عملکرد توسط نورالزمان و همکاران (۱۲)، فیض و همکاران (۴) و سلیم و همکاران (۱۹) گزارش شده است. برای بهره مندی از حداکثر هتروزیس با استفاده از تکنیک نرعقیم سیتوپلاسمی[1] در یک برنامه هیبرید، بایستی ترکیب پذیری لاین های نر عقیم و لاین های اعاده کننده باروری را شناخت.

کارایی یک والد لزوما نمی تواند مشخص کند که آیا آن والد ترکیب شونده خوبی است یا نه. بنابراین جمع آوری اطلاعات در رابطه با اثرات ژن و تظاهر آنها بصورت ترکیب پذیری ضروری می باشد. ضمنا این اطلاعات طبیعت یا رفتار عمل ژن که در وراثت پذیری صفات دخالت دارند را نیز مشخص می نماید. قالبیت ترکیب پذیری عمومی[2] مربوط به اثرات ژن افزایشی و اثر متقابل اپیستازی افزایشی در افزایشی بوده و از نظر تئوری قابل تثبیت می باشد. از طرف دیگر، ترکیب پذیری خصوصی[3] مربوط به عمل ژن غیر افزایشی بواسطه اثر غالبیت یا اپیستازی و یا هر دو اثر بوده که غیر قابل تثبیت می باشد. شرط اولیه برای شروع برنامه هیبرید، وجود واریانس ژنتیکی غیر افزایشی می باشد (۲ و ۱۳). برای درک بهتر وراثت پذیری و انتخاب یا شناسایی ژنوتیپ های برتر نیاز به مطالعه صفات مختلف می باشد. مقدار وراثت پذیری بسته به رفتار ژنتیکی ژنوتیپ ها برای صفات مورفولوژیکی مختلف متغیر خواهد بود (۱۰، ۱۱، ۲۴ و ۲۷). برآورد هتروزیس مربوط به اثرات افزایشی و درجه بالایی از غالبیت یا اثرات متقابل اپیستازی یا هر دو عامل برای یک یا چند صفت مورفولوژیکی می باشد. واجانا و بابو (۲۵)، بیان داشتند که افزایش عملکرد در برنج بواسطه هتروزیس مطلوب در اندازه برگ پرچم، تعداد گلچه در خوشه و تعداد دانه در خوشه می باشد.

هدف از این مطالعه ارزیابی ترکیب پذیری و تعیین رفتار و بزرگی عمل ژن برای عملکرد و صفات وابسته به عملکرد برای شناسایی بهترین ترکیب ایجاد شده از لاین های نرعقیم و لاین های اعاده کننده باروری جهت بهره مندی از حداکثر هتروزیس یا قدرت هیبرید در هیبریدهای نسل F_1 می باشد.

مواد و روشها

مواد گیاهی

مواد آزمایشی شامل هفت ژنوتیپ برنج، سه لاین IR62829A، IR58025A و IR68899A بعنوان والد ماده مورد استفاده

1- Cytoplasmic male sterility (CMS)
2- General combining ability (GCA)
3- Specific combining ability (SCA)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

قرار گرفت و چهار ژنوتیپ آمل-۲، IR50، پویا و موسی طارم بعنوان تستر و والد نر مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تولید هیبرید F_1، والدین براساس طرح تلاقی لاین × تستر تلاقی داده شدند (۹). این مطالعه طی سال های ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گرفت. نشاء های ۳۰ روزه بصورت تک بوته در هر کپه و به فاصله ۲۰×۲۰ سانتی متر در کرت های ۵×۳ متر مربعی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. در این مطالعه هفت صفت شامل تعداد پنجه در هر کپه، ارتفاع گیاه (سانتی متر)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، طول خوشه (سانتی متر)، تعداد گلچه در هر خوشه، درصد باروری خوشه و عملکرد بوته برای ده بوته (گرم) براساس روش های ارزیابی استاندارد برنج مورد بررسی قرار گرفت (۲۱).

تجزیه آماری

داده ها از ده بوته ای که بطور تصادفی از نمونه های گیاهی والدین و F_1ها انتخاب شده بودند، جمع آوری و یادداشت برداری صورت گرفت. مقادیر هتروزیس از مقادیر میانگین براساس روش فهر (۶)، بر آورد شده و با استفاده از آزمون t مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه ترکیب پذیری از طریق روش لاین × تستر انجام شد (۹). واریانس های ترکیب پذیری عمومی و ترکیب پذیری خصوصی مطابق با واریانس های خطای مربوطه آنها که از جدول تجزیه واریانس بدست آمده مورد آزمون قرار گرفتند. آزمون معنی دار بودن اثرات GCA و SCA با استفاده از آزمون t انجام شد. هتروزیس میانگین والدین[1] و هتروزیس والد برتر[2] یا هتروبلشیتیوسیس[3] که براساس روش فالکونر و مک کی (۵) بر آورد شده است.

نتایج و بحث

میانگین برآورد شده صفات

میانگین لاین ها، تسترها و هیبرید آنها (جدول ۱) نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی زیاد برای اصلاح صفات تعداد پنجه در هر کپه، ارتفاع گیاه، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، طول خوشه، تعداد گلچه در هر خوشه، درصد باروری خوشه و عملکرد دانه می باشد که در عملکرد برنج هیبرید مهم می باشند. میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (P=۰/۰۵) دسته بندی شد. لاین IR58025A، بیشترین طول خوشه، تعداد گلچه در خوشه و عملکرد دانه را داشت. ارتفاع گیاه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی به ترتیب در لاین های IR68899A و IR62829A کمترین بود. همچنین تستر آمل-۲، بیشترین تعداد پنجه در کپه و درصد باروری خوشه، واریته IR50 بیشترین تعداد گلچه در خوشه و عملکرد دانه را داشت. واریته موسی طارم بلندترین طول خوشه را داشته اما صفات ارتفاع بوته و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی به ترتیب در واریته های IR50 و پویا کمترین بوده است. اختلاف معنی دار بین صفات تعداد پنجه، ارتفاع گیاه، تعداد روز تا ۵۰ درصد

1- Mid-parent heterosis (Ht) 2- High-parent heterosis (Htb) 3- Heterobeltiosis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

گلدهی، طول خوشه، تعداد گلچه در هر خوشه، درصد باروری خوشه و عملکرد دانه نیز قبلاً گزارش شده است (۲۳ و ۲۴). این نتایج نشان می دهد که سیستم های ژنتیکی متفاوتی در کنترل صفات فوق وجود دارد که اهمیت مطالعه این صفات را تایید می نماید.

جدول ۱- میانگین صفات برای هفت والد و ۱۲ هیبرید F_1 در برنج

صفات / ژنوتیپ ها	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد گلچه در خوشه	باروری خوشه (درصد)	عملکرد دانه برای ۱۰ بوته (گرم)
لاین ها							
۱. IR58025A	۱۶/۳^{b}	۷۴/۴^{a}	۷۹/۳^{a}	۲۴/۴^{a}	۲۳۳/۳^{a}	۰۰/۰^{a}	۴۱۴/۵$^{\dagger a}$
۲. IR62829A	۱۹/۷^{a}	۶۳/۷^{b}	۷۰/۷^{b}	۲۰/۸^{b}	۱۴۵/۳^{b}	۰۰/۰^{a}	۳۸۰/۵^{c}
۳. IR68899A	۱۹/۳^{a}	۶۵/۳^{b}	۶۵/۳^{c}	۲۱/۷^{b}	۱۸۰/۴^{b}	۰۰/۰^{a}	۳۹۲/۱^{b}
تسترها							
۴. آمل-۲	۲۳/۳^{a}	۱۰۱/^{c}	۶۹/۰^{a}	۲۳/۵^{c}	۱۴۳/۳^{b}	۹۳/۷^{a}	۴۱۱/۱^{b}
۵. IR50	۱۸/۷^{b}	۱۰۰/۳^{c}	۶۹/۰^{a}	۲۸/۶^{b}	۲۶۰/۷^{a}	۷۴/۱^{c}	۴۵۵/۲^{a}
۶. پویا	۱۰/۴^{c}	۱۴۴/۷^{b}	۶۱/۳^{c}	۳۰/۹^{b}	۲۳۷/۰^{a}	۸۵/۶^{b}	۲۶۳/۳^{d}
۷. موسی طارم	۱۷/۷^{b}	۱۸۶/۷^{a}	۶۴/۰^{b}	۳۷/۱^{a}	۱۶۳/۰^{b}	۹۱/۶^{ab}	۲۸۶/۱^{c}
تلاقی ها							
۱ × ۴	۱۸/۳^{g}	۱۰۱/۷^{g}	۶۱/۳^{g}	۲۸/۲$^{d-g}$	۲۳۳/۰^{c}	۸۲/۲^{b}	۵۶۵/۲^{e}
۱ × ۵	۳۳/۷^{a}	۱۰۳/۷^{fg}	۶۳/۰^{e}	۳۱/۳^{bc}	۲۷۶/۰^{ab}	۸۶/۸^{ab}	۶۰۵/۵^{d}
۱ × ۶	۲۲/۴^{def}	۱۲۰/۲^{d}	۷۰/۰^{b}	۳۰/۶^{bcd}	۲۸۵/۳^{ab}	۷۱/۶^{c}	۵۷۱/۴^{e}
۱ × ۷	۱۳/۷^{h}	۱۳۰/۴^{b}	۷۱/۰^{a}	۴۱/۳^{a}	۲۹۸/۰^{a}	۱۹/۷^{e}	۸۷/۳^{i}
۲ × ۴	۲۵/۳^{bc}	۹۱/۳^{h}	۶۰/۷^{h}	۲۵/۹^{g}	۲۰۰/۰^{d}	۸۵/۹^{ab}	۵۴۰/۸^{f}
۲ × ۵	۳۲/۰^{a}	۸۳/۶^{i}	۶۲/۰^{f}	۲۵/۶^{g}	۲۹۲/۰^{ab}	۸۱/۶^{b}	۵۲۱/۲^{g}
۲ × ۶	۲۸/۳^{b}	۱۰۴/۵^{f}	۵۴/۰^{j}	۲۷/۲^{efg}	۲۷۹/۰^{ab}	۸۹/۶^{a}	۶۲۸/۳^{c}
۲ × ۷	۱۹/۳ ^{fg}	۱۲۶/۵^{c}	۷۰/۷^{a}	۳۲/۲^{bc}	۲۰۵/۷^{d}	۶۸/۱^{c}	۳۱۲/۸^{h}
۳ × ۴	۲۴/۷^{cde}	۹۲/۲^{h}	۵۳/۰^{k}	۲۶/۵^{fg}	۲۳۲/۰^{c}	۹۰/۰^{a}	۶۶۱/۳^{b}
۳ × ۵	۲۲/۰^{def}	۹۳/۲^{h}	۵۷/۰^{i}	۲۹/۸^{cde}	۲۸۰/۷^{ab}	۵۸/۲^{d}	۵۲۱/۳^{g}
۳ × ۶	۲۶/۳^{bc}	۱۱۰/۰^{e}	۵۴/۰^{j}	۲۹/۳$^{c-f}$	۲۳۶/۳^{c}	۸۴/۲^{ab}	۸۰۹/۹^{a}
۳ × ۷	۲۱/۶^{ef}	۱۳۵/۰^{a}	۶۸/۰^{d}	۳۳/۳^{b}	۲۶۸/۳^{b}	۱۹/۸^{e}	۷۳/۱^{j}

در هر ستون، هر دو میانگینی که حرف مشترک دارند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

†: عملکرد دانه لاین های نگهدارنده باروری (بجای لاین های نرعقیم) می باشند.

تجزیه واریانس ترکیب پذیری نشان داد که تفاوت معنی داری بین ژنوتیپ ها، تلاقی ها، لاین ها، تسترها و اثر متقابل لاین × تستر وجود دارد. تفاوت معنی دار بین لاین ها، تسترها و اثر متقابل لاین × تستر نشان دهنده این است که ژنوتیپ ها تنوع ژنتیکی وسیعی بین خودشان برای تمام صفات مورد مطالعه دارند (جدول ۲). تفاوت معنی دار میانگین مربعات بواسطه لاین ها و تسترها نشان دهنده برتری واریانس افزایشی می باشد. اما تفاوت معنی دار بواسطه اثر متقابل لاین × تستر برای تمام صفات نشان دهنده اهمیت واریانس

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

معنی دار بواسطه اثر متقابل لاین × تستر برای تمام صفات نشان دهنده اهمیت واریانس افزایشی و غالبیت برای صفات مورد مطالعه است. واریانس SCA نسبت به واریانس GCA برای تمام صفات به جز ارتفاع بوته بیشتر بوده که نشان دهنده برتری عمل ژن غیر افزایشی در وراثت پذیری صفات می باشد. پایین بودن نسبت های MSgca به MSsca نیز این امر را تایید می نماید (جدول ۲). این نسبت ها (مقادیر کمتر از یک نسبت MSgca به MSsca برای صفات) اهیمت بیشتر عمل غیر افزایشی ژن را در تظاهر صفات نشان می دهند و دور نمایی بسیار خوب برای بهره مندی از تنوع ژنتیکی غیر افزایشی برای صفات از طریق برنامه های اصلاح هیبرید را به نمایش می گذارند (۱ و ۱۵).

جدول ۲- تجزیه واریانس برای اثرات ترکیب پذیری صفات مختلف در برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)						
		تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد گلچه در خوشه	باروری خوشه (٪)	عملکرد دانه برای ۱۰ بوته (گرم)
تکرار	۲	۵/۸۹^{ns}	۵/۴۳^{ns}	۰/۱۲۳^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۴۸۰/۷۵^{ns}	۵۸/۴۵**	۳۳/۱۴^{ns}
ژنوتیپ ها	۱۸	۱۰۴/۴**	۲۶۰۹/۶**	۱۴۵/۷**	۷۷/۱۱**	۷۳۲۲/۱**	۳۶۴۰/۳**	۱۰۶۹۳۳/۷**
والدین (P)	۶	۴۷/۵**	۶۲۴۸/۸**	۱۰۲/۰**	۱۰۲/۸**	۶۹۵۰/۲**	۶۴۹۳/۲**	۱۴۹۵۸/۶**
P VS C	۱	۴۸۸/۰**	۷۹/۸۵**	۵۳۰/۷**	۱۵۳/۴**	۵۱۷۷۶/۳**	۵۵۹۵/۰**	۱۹۰۰۴۶/۳**
تلاقیها (C)	۱۱	۹۷/۳**	۸۴۵/۵۳**	۱۳۴/۵**	۵۶/۱۵**	۳۴۷۸/۴**	۱۹۰۶/۶**	۱۴۹۵۴۳/۶**
لاین ها	۲	۳۶/۷۷**	۴۶۸/۲۳**	۲۰۸/۸**	۷۹/۶۷**	۲۵۸۲/۲**	۱۲۰۰/۹**	۱۱۲۴۱/۳**
تسترها	۳	۲۰۴/۲**	۲۷۰۲/۶**	۲۵۳/۷**	۱۳۰/۳**	۶۰۴۹/۳**	۴۷۶۹/۸**	۴۶۸۲۶۹/۹**
لاین × تستر	۶	۶۴/۱**	۵۹/۲۷**	۵۰/۲۲**	۱۱/۲۲**	۲۴۹۱/۷**	۷۱۰/۲**	۳۶۲۸۱/۲**
خطا	۳۶	۲/۶۰	۲/۷۵	۰/۱۲	۱/۹۱	۲۳۴/۸۱	۹/۵۳	۱۵/۹
δ^2_{gca}	۶	۱/۴۳^{ns}	۳۴/۳**	۳/۶۴**	۱/۹۴^{ns}	۴۲/۵۶**	۵۱/۶**	۴۸۸۵/۸۳**
δ^2_{sca}	۱۱	۲۰/۴۹**	۱۸/۸۳**	۱۶/۷۰**	۳/۱۰۳**	۷۵۲/۲۸**	۲۳۳/۵۴**	۱۲۰۸۸/۴**
$\delta^2_{gca} / \delta^2_{sca}$	-	۰/۰۶۹	۱/۸۲	۰/۲۱۷	۰/۶۲	۰/۰۵۶	۰/۲۲	۰/۴۰۷
CV (%)		۹/۲۱	۱/۲۴	۰/۵۳	۴/۶۰	۷/۶۲	۳/۵۸	۱/۱۳

* و **: معنی دار به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

سهم نسبی واریانس لاین ها، تسترها و اثر متقابل آنها به واریانس کل نشان می دهد که تسترها نقش مهمی در واریانس کل دارند، که تاثیر بیشتر تسترها را بیان می کند (جدول ۳). سهم کمتر اثر متقابل لاین× تستر نسبت به تسترها، نشان دهنده برآورد بالای واریانس ها بواسطه ترکیب پذیری عمومی می باشد. رایسی و همکاران (۱۷)، برآورد بیشتر واریانس GCA را بواسطه تسترها در برنج گزارش کرده بودند. سهم نسبی اثر متقابل لاین×تستر نسبت به لاین ها برای صفات تعداد پنجه در کپه، تعداد گلچه در خوشه، درصد باروری خوشه و عملکرد دانه بیشتر بود، که نشان دهنده مقادیر بالای واریانس های GCA برای اثر متقابل می باشد. برای مثال عملکرد دانه در تلاقی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

پویـا/IR58025A، ۵۷۱/۳۷ گـرم (تعـداد ده بوته) بوده اما در تلاقی های پویا/IR62829A و پویا/IR68899A میزان عملکـرد بـه ترتیـب ۶۲۸/۳۰ و ۸۰۹/۹۳ گرم (تعداد ده بوته) بود.

جدول ۳- سهم نسبی لاین ها و تسترها و اثر متقابل آنها به واریانس کل در برنج

منابع	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد گلچه در خوشه	باروری خوشه (درصد)	عملکرد دانه برای ۱۰ بوته (گرم)
بواسطه لاین	۶/۸۷	۹/۹۶	۲۸/۲۱	۲۵/۷۹	۱۳/۴۹	۱۱/۴۵	۱/۳۷
بواسطه تستر	۵۷/۲۲	۸۹/۲۵	۵۱/۴۲	۶۳/۳۰	۴۷/۴۳	۶۸/۲۳	۸۵/۳۹
بواسطه لاین × تستر	۳۵/۹۱	۳/۷۸	۲۰/۳۶	۱۰/۹۰	۳۹/۰۷	۲۰/۳۲	۱۳/۲۳

تجزیه ترکیب پذیری

بین ژنوتیپ ها برای صفات مـورد مطالعـه تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۲) که سبب تجزیه ترکیب پذیری شده است. بطوری که اثرات ژنتیکی بین ژنوتیـپ هـا بـه ترکیـب پـذیری عمـومی و ترکیـب پـذیری خصوصـی تقسیم شد. با توجه به معنـی دار شـدن g_i در دو جهت بـرای صـفات، مـی تـوان گفـت کـه والدین پتانسیل انتقال مقـادیر بـالا و پـایین را بـرای هـر صـفت دارا مـی باشـند. از اینـرو در مواردیکه افزایش یا کاهش مقـدار یـک صـفت مطلوب باشد بایستی به ترتیب مقادیر مثبت و منفی g_i را در نظر گرفـت (۵). بنـابراین بـرای صفات ارتفاع بوتـه و تعـداد روز تـا ۵۰ درصـد گلـدهی اثـرات منفـی GCA و SCA مطلـوب می باشـند در حالیکـه در مـورد سـایر صـفات اثرات مثبت GCA و SCA مطلوب خواهد بود.

ترکیب پذیری عمومی

هیچیـک از لایـن هـای CMS یـا گـرده دهنده (تسترها)، بعنوان ترکیب شونده عمومی خوب برای همه صفات مورد مطالعـه شـناخته نشـدند. والـدهای مـاده ماننـد IR68899A و IR62829A بواسـطه اثـرات GCA مثبـت و معنی دار بالا برای عملکرد دانه و بخاطر اثرات GCA قابل قبول برای تعداد روز تا ۵۰ درصـد گلدهی بعنوان ترکیب شـونده عمـومی خـوب شناخته شدند (جدول ۴). سـینگ و همکـاران (۲۲) و واتانسک (۲۸) در مطالعات خـود روی برنج، برای عملکرد دانـه و صـفات وابسـته بـه عملکـرد دانـه، والـدهای CMS خـوبی را شناسـایی نمودنـد. از بـین گـرده دهنـده هـا (تسـترها)، واریتـه پویـا بواسـطه اثـرات GCA معنی دار بالا برای عملکرد دانه و بیشتر صفات مربـوط بـه عملکـرد بعنـوان بهتـرین ترکیـب شـونده عمـومی شـناخته شـد. واریتـه IR50، اثرات GCA معنی دار بالایی برای عملکرد دانه و همچنین اثـرات GCA مطلـوب بـرای سـایر صفات بجز ارتفـاع بوتـه نشـان داد. در نتیجـه IR50 بعنـوان یـک گـرده دهنـده بـا قابلیـت ترکیـب شـوندگی عمـومی خـوب بـه حسـاب می آید. بعد از IR50، واریتـه آمـل-۲ ترکیـب شونده عمومی خوبی می باشد (جدول ۴).

راگ بـل و همکـاران (۱۸) و سـینگ و همکاران (۲۲) در مطالعات خود والدهای نر بـا ترکیب شونده عمومی خوب برای عملکرد دانه در بـرنج را شنـاسـایی کـردند. اثـرات GCA

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

مطلوب در دو والد (IR50 و پویا) برای تعداد پنجه در کپه، ۳ والد (IR62829A، آمل-۲ و IR50) برای ارتفاع بوته، ۴ والد (IR68899A آمل-۲، IR50 و پویا) برای تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ۲ والد (IR58025A و موسی طارم) برای طول خوشه، ۱ والد (IR50) برای تعداد گلچه در خوشه، ۴ والد (IR62829A، آمل-۲، IR50 و پویا) برای درصد باروری خوشه و ۵ والد (IR62829A، IR68899A، آمل-۲، IR50 و پویا) برای عملکرد دانه مشاهده شد. دادهای فوق به ترتیب برای صفات مورد نظر ترکیب شونده عمومی خوبی محسوب می شوند.

جدول ۴- اثرات ترکیب پذیری عمومی (g_i) برای صفات در والدین برنج مورد مطالعه

صفات / ژنوتیپ ها	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد گلچه در خوشه	باروری خوشه (درصد)	عملکرد دانه برای ۱۰ بوته (گرم)
لاین ها							
۱. IR58025A	-۱/۷۲	۶/۳۰**	۴/۲۸**	۲/۷۴**	۱۵/۸۹	-۴/۷۳*	-۳۴/۱۶**
۲. IR62829A	۱/۷۸	-۶/۱۹**	-۰/۲۲	-۲/۳۷**	-۱۳/۰۲	۱۱/۴۹**	۹/۲۷*
۳. IR68899A	-۰/۰۵	-۰/۰۸	-۴/۰۵**	-۰/۳۵	-۲/۸۵	-۶/۷۵*	۲۴/۹۱**
SE(g_i)	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۱۰۱	۰/۳۹	۴/۴۲	۰/۸۹	۱/۱۵
تستر ها							
۴. آمل-۲	-۱/۹۴*	-۱۲/۶۱**	-۳/۷۲**	-۳/۲۴**	-۳۵/۵۲**	۱۶/۲۴**	۹۷/۶**
۵. IR50	۵/۵۰**	-۱۴/۱۳**	-۱/۳۹**	-۱/۱۷	۲۵/۶۹*	۵/۷۲*	۵۷/۸۲**
۶. پویا	۱/۹۵*	۳/۸۸**	-۲/۷۲**	-۱/۰۷	۹/۶۹	۱۱/۹۷**	۱۷۸/۳۶**
۷. موسی طارم	-۵/۴۹**	۲۲/۹۵**	۷/۸۳**	۵/۵۱**	۰/۱۴	-۳۳/۹۱**	-۳۳۳/۷۷**
SE(g_i)	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۱۲	۰/۴۶	۵/۱۰	۱/۰۳	۱/۳۲۸

* و **: برآورد ترکیب پذیری عمومی براساس آزمون T، به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشد.

ترکیب پذیری خصوصی

ترکیب تلاقی موسی طارم×IR62829A، بهترین ترکیب تلاقی خصوصی بدلیل داشتن بیشترین اثرات SCA معنی دار برای عملکرد دانه و درصد باروری خوشه قابل قبول می باشد. تلاقی پویا×IR68899A اثرات SCA معنی دار و یا غیر معنی دار مطلوب برای عملکرد و ۵ صفت وابسته به عملکرد نشان داد. تلاقی IR58025A×IR50 برای بیشتر صفات بجز ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد گلچه در هر خوشه، تلاقی پویا×IR58025A برای عملکرد دانه، تلاقی آمل-۲×IR68899A برای تمام صفات و تلاقی آمل-۲×IR58025A برای عملکرد دانه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی اثرات SCA مطلوب معنی داری نشان دادند (جدول ۵). ترکیبات تلاقی فوق بعنوان ترکیبات خصوصی خوب با اثرات هتروتیک بالا برای عملکرد دانه و بیشتر صفات مربوط به عملکرد دانه شناخته شدند. سینگ و همکاران (۲۲) و راگ بل و همکاران (۱۸) در مطالعات خود روی برنج ترکیبات تلاقی خصوصی خوبی را شناسایی کردند. ترکیب تلاقیها شناخته

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

نشده بود تا ترکیبات تلاقی خصوصی خوب را برای همه صفات مورد مطالعه نشان دهد (جدول ۵). بطور کلی در بیشتر ترکیبات تلاقی خصوصی خوب حداقل یک والد با ترکیب شونده عمومی پایین برای تمام صفات از جمله عملکرد دانه دخالت داشته است. این امر عمل افزایشی و غیرفزایشی ژن را در کنترل صفات فوق نشان می دهد. دو تلاقی با ترکیب شونده عمومی بالا×بالا (آمل-۲×IR68899A و پویا×IR68899A) برای تولید ترکیبات تلاقی خصوصی خوب در بیشتر صفات دخالت داشته که بیانگر نوع عمل ژن بصورت افزایشی می باشد.

جدول ۵- اثرات ترکیب پذیری خصوصی (S_{ij}) برای صفات در تلاقی های برنج مورد مطالعه

صفات / تلاقی ها	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد گلچه در خوشه	باروری خوشه (درصد)	عملکرد دانه برای ۱۰ بوته (گرم)
۱ × ۴	-۱/۷۲	۰/۲۹	-۱/۲۸**	-۱/۴۴	-۴/۵۶	۰/۸۷	۱۰/۲۶**
۱ × ۵	۶/۱۶**	۳/۹۱**	-۱/۹۴**	-۰/۳۴	-۲۲/۷۸*	۱۵/۹۸**	۹۰/۳۴**
۱ × ۶	-۱/۶۱	۲/۲۹*	۶/۳۹**	-۱/۲۰۶	۲/۵۵	-۵/۴۵*	۶۴/۳۳**
۱ × ۷	-۲/۸۳*	-۶/۵۸**	-۳/۱۷**	۲/۹۷**	۲۴/۷۷*	-۱۱/۴۲**	-۳۶/۲۸**
۲ × ۴	-۱/۲۲	۲/۴۵*	۲/۵۵**	۱/۴۱	-۸/۶۴	-۱۱/۵۷**	-۵۷/۵۶**
۲ × ۵	۰/۹۹	-۳/۶۹**	۱/۵۵**	-۰/۹۲	۲۲/۱۳*	-۵/۴۲*	-۳۷/۳۸**
۲ × ۶	۰/۸۸	-۰/۸۸	-۵/۱۱**	۰/۵۴	۲۵/۱۳*	-۳/۷۴	-۵۰/۸۳**
۲ × ۷	-۰/۶۷	۲/۰۵	۰/۹۹**	-۱/۰۴	-۳۸/۶۴**	۲۰/۷۱**	۱۴۵/۷۷**
۳ × ۴	۲/۹۴**	-۲/۸۰*	-۱/۲۸**	۰/۰۲	۱۳/۱۹	۱۰/۶۸**	۴۷/۲۹**
۳ × ۵	-۷/۱۷**	-۰/۲۸	-۰/۳۹	۱/۲۵	۰/۶۳	-۱۰/۵۷**	-۵۲/۹۶**
۳ × ۶	۰/۷۲	-۱/۴۷	-۱/۲۸**	۰/۶۵	-۲۷/۶۹**	۹/۱۸**	۱۱۵/۱۶**
۳ × ۷	۳/۴۹**	۴/۴۶**	۲/۱۷**	-۱/۹۴*	۱۳/۸۵	-۹/۳۱**	-۱۰۹/۴۵**
$SE(S_{ij})$	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۲۰۲	۰/۷۹	۸/۸۴	۱/۷۸	۲/۳۰

* و **: برآورد ترکیب پذیری خصوصی براساس آزمون T، به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشد.

برآورد هتروزیس

داده های برآورد شده از هتروزیس (Ht، هتروزیس میانگین والدین) و هتروبلشیوزیس (Htb، هتروزیس والد برتر) نشان می دهد که هتروزیس میانگین والدین برای تعداد پنجه در بوته در دامنه ای از ۱۹/۵- تا ۹۲/۴ درصد و هتروزیس والد برتر در دامنه ای از ۲۲/۶- تا ۸۰/۳۴ درصد می باشد (جدول ۶). تعداد ۹ هیبرید، هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر مثبت و معنی داری نشان دادند. از بین این هیبریدها، شش هیبرید به نام های IR58025A×IR50 (Ht = ۹۲/۲۴ و Ht = ۸۰/۳۴ = Htb)، پویا×IR58025A (Ht = ۶۷/۶۰ و Htb = ۳۷/۱۷)، IR62829A×IR50 (۶۲/۴۳ = Ht و Htb = ۶۶/۷۹)، پویا×IR62829A (Ht = ۸۸/۲۴ و Htb = ۴۳/۸۱)، IR68899A×IR50 (Ht = ۱۳/۹۸ و Htb = ۱۵/۸۸) و پویا×IR68899A (Ht = ۷۷/۱۰ و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

(Htb = ۳۶/۲۶) با توجه به مقادیر میانگین بالا و بسیار معنی دار هر دو نوع هتروزیس مهم می باشند. عمل ژن این هیبریدها بصورت فوق غالبیت می باشد. سه هیبرید (آمل-۲×IR62829A، آمل-۲×IR68899A و موسی طارم×IR68899A) هتروزیس میانگین والدین مثبت و معنی دار نشان داده اما هتروزیس والد برتر آنها مثبت و غیر معنی دار بود که بیانگر نوع غالبیت عمل ژن می باشد، در حالیکه تلاقی موسی طارم×IR62829A، هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر غیر معنی داری نشان داد که نشان دهنده نوع افزایشی عمل ژن می باشد. این نتایج مطابق با یافته های قبلی می باشد (۲۵ و ۲۶).

هتروزیس منفی برای ارتفاع گیاه به جهت اصلاح هیبریدها و واریته های پاکوتاه مطلوب می باشد. هیچ یک از هیبریدها هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر منفی و معنی داری برای ارتفاع بوته نشان نداده بودند. مقدار هتروزیس میانگین والدین ۰/۱۴- تا ۱۸/۷۵ درصد و هتروزیس والد برتر ۳۲/۲۰- تا ۳/۴۱ درصد برای ارتفاع گیاه بوده است. شش هیبرید ارتفاع بوته متوسط (۱۰۱/۶۶ تا ۱۲۶/۵ سانتی متر) داشته که از بین آنها یک هیبرید بنام IR58025A×IR50 (Ht = ۱۸/۷۵ و Htb = ۳/۴۱) هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر مثبت و معنی داری داشته و چهار هیبرید بنام های موسی طارم×IR58025A (Ht = -۰/۱۴ و Htb = -۳۰/۲۰)، IR62829A × IR50 (Ht = -۱۶/۶۰ و Htb = ۲/۰۲)، پویا×IR62829A (Ht = ۰/۳۲ و Htb = -۲۷/۷) و موسی طارم×IR62829A (Ht =۱/۰۵ و Htb = -۳۲/۲۰) هتروزیس میانگین والدین غیر معنی دار و هتروزیس والد برتر منفی و معنی داری داشته اند. همچنین از بین این هیبریدها، دو هیبرید (IR58025A×IR50 و پویا×IR62829A) عملکرد بالایی نیز داشته اند. دو هیبرید دیگر یعنی پویا×IR68899A (Ht = ۴/۷۶ و Htb = -۲۳/۹) و آمل-۲×IR68899A (Ht =۱۰/۳۸ و Htb = -۹/۳۳) که عملکرد بالایی هم داشتند از نظر ارتفاع بوته متوسط بوده و هتروزیس میانگین والدین مثبت و معنی دار و هتروزیس والد برتر منفی و معنی دار داشتند.

هتروزیس منفی برای تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی برای اصلاح هیبریدها و واریته های زودرس مطلوب می باشد. تعداد ۱۰ تا از هیبریدها هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر منفی و معنی دار برای تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی داشتند. شش هیبرید تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی کمتری (۵۳/۰ تا ۶۱/۳۳ روز) داشتند که همه این شش هیبرید هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر منفی داشتند. از بین این هیبریدها، سه هیبرید بنام های پویا×IR62829A، آمل-۲×IR68899A و پویا×IR68899A عملکرد بالایی نیز داشتند. برای طول خوشه پنج هیبرید بنام های آمل-۲×IR58025A (۲۸/۱۷ سانتی متر)، IR58025A×IR50 (۳۱/۳۳ سانتی متر)، موسی طارم×IR58025A (۴۱/۳۳ سانتی متر)، آمل-۲×IR62829A

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

(۲۵/۹ سانتی متر) و آمل-۲×IR68899A (۲۶/۵۳ سانتی متر) با توجه به بسیار معنی دار بودن هر دو نوع هتروزیس (هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر) مهم می باشند و نوع فوق غالبیت عمل ژن برای آنها پیشنهاد می شود. سه هیبرید (پویا×IR58025A، IR58025A×IR50 و پویا×IR68899A) هتروزیس میانگین والدین مثبت و معنی دار اما هتروزیس والد برتر غیر معنی دار نشان داده که بیانگر نوع غالبیت ناقص عمل ژن می باشند.

برای تعداد گلچه در خوشه، هشت هیبرید بنام های پویا×IR58025A (Ht = ۲۱/۳۲ و Htb = ۲۰/۳۹)، موسی طارم × IR58025A (Ht = ۵۰/۳۷ و Htb = ۲۷/۷۱)، آمل-۲ ×IR62829A (Ht = ۳۸/۵۷ و Htb = ۳۷/۶۱)، IR62829A×IR50 (Ht = ۴۳/۸۴ و Htb = ۱۲/۰۲)، پویا×IR62829A (Ht = ۴۵/۹۴ و Htb = ۱۷/۷۲)، موسی‌طارم×IR62829A (Ht = ۳۳/۴۰ و Htb = ۲۶/۱۸)، آمل-۲×IR68899A (Ht = ۴۲/۴۴ و Htb = ۲۸/۶۰) و موسی طارم×IR68899A (Ht = ۵۶/۲۷ و Htb = ۴۸/۷۴) هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر مثبت و معنی داری داشتند و نوع غالبیت عمل ژن را نشان می دهند. چهار هیبرید بنام هایآمل-۲×IR58025A (Ht = ۲۳/۷۱ و Htb = -۰/۱۴)، IR58025A×IR50 (Ht = ۱۱/۷۳ و Htb = ۵/۸۸)، IR68899A×IR50 (Ht = ۲۷/۲۶ و Htb = ۷/۶۷) و پویا×IR68899A (Ht = ۱۳/۲۳ و Htb = -۰/۲۸) هتروزیس میانگین والدین مثبت و معنی داری داشته اما هتروزیس والد برتر منفی و معنی دار یا عدم معنی داری داشتند و نوع غالبیت نسبی عمل ژن را برای افزایش تعداد گلچه در خوشه نشان می دادند. همه این ۱۳ هیبرید را با توجه به مقادیر میانگین بالا نسبت به سایر هیبریدها می توان بعنوان هیبریدهای امیدبخش و با توجه به هر دو نوع هتروزیس (هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر) برای اصلاح و بهبود تعداد گلچه در خوشه مد نظر قرار داد.

برای درصد باروری خوشه، کمترین مقدار هتروزیس میانگین والدین (۵۶/۹۰- درصد) در تلاقی موسی طارم×IR58025A با ۱۹/۷۵ درصد باروری خوشه و حداکثر هتروزیس میانگین والدین (۱۳۴/۴۰ درصد) در تلاقی IR58025A×IR50 با ۸۶/۷۹ درصد باروری خوشه مشاهده شد. بطور مشابه کمترین مقدار هتروزیس والد برتر (۷۸/۳۰-) در تلاقی موسی طارم×IR68899A و حداکثر هتروزیس والد برتر (۱۷/۱۸) در تلاقی IR58025A×IR50 مشاهده شد. با توجه به مقادیر میانگین بالا و هتروزیس والدین و هتروزیس والد برتر مطلوب، پنج هیبرید (IR58025A×IR50، آمل-۲×IR62829A، پویا×IR62829A، آمل-۲×IR68899A و پویا×IR68899A) بعنوان هیبریدهای بالقوه برای درصد باروری خوشه بیشتر شناسایی شدند. همچنین این پنج هیبرید عملکرد بالایی نیز داشتند.

برای عملکرد دانه، هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر به ترتیب در دامنه ای از ۷۸/۴- تا ۱۴۷/۲۰ درصد و ۸۱/۳۰- تا ۱۰۶/۶۰ درصد بوده است. نه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

هیبرید هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر مثبت و معنی داری را نشان دادند. که عمل ژن بیشتر آنها از نوع فوق غالبیت می باشد. نتایج مشابهی توسط جنان سکاران و همکاران (۷)، بدست آمد. نقش بیشتر نوع غالبیت عمل ژن مربوط به رفتار ذاتی والدین بخصوص آمل-۲، IR50 و پویا بوده است. از این رو در هیبریدهایی با عملکرد بالا، این واریته ها بعنوان والد نر بوده اند. سه هیبرید بنام های موسی طارم×IR58025A، موسی طارم×IR62829A و موسی طارم×IR68899A هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر منفی و معنی داری داشتند، همچنین عملکرد این سه هیبرید پایین بود. در این سه هیبرید واریته موسی طارم بعنوان والد نر بود (جدول ۶). بنابراین موسی طارم بعنوان یک اعاده کننده باروری ضعیف نسبت به آمل-۲، IR50 و پویا شناخته شد.

بررسی اثرات GCA نشان می دهد که بین لاین ها و تسترها ترکیب شونده عمومی خوبی برای عملکرد دانه و سایر صفات مورد مطالعه وجود دارد. از اینرو والدین نر و ماده با ترکیب شونده عمومی خوب می توانند بطور عمده در آینده برای برنامه های برنج هیبرید بکار روند. اثر ترکیب پذیری خصوصی، شاخصی برای تعیین سودمندی ترکیب پذیری تلاقی خاص در بهره برداری از هتروزیس می باشد. در مطالعه حاضر اثرات SCA در شش تلاقی برای عملکرد دانه مثبت و بسیار معنی دار بود. بیشتر این تلاقی ها حداقل یک والد با اثر GCA مثبت داشتند. نتایج مشابهی توسط رائو و همکاران (۱۶) گزارش شده است. از بین شش تلاقی که اثرات SCA مثبت و بسیار معنی داری برای عملکرد دانه نشان دادند فقط چهار تلاقی (پویا×IR68899A، آمل-۲×IR68899A، پویا×IR58025A و IR58025A×IR50) هتروزیس بالایی نشان داده بودند (جدول ۶). دهلی وال و شرما (۳) اثر ژنی غیر افزایشی را برای عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه گزارش کرده بودند. این نتایج نشان می دهد که ترکیبات تلاقی که اثرات SCA بالا برای عملکرد دانه نشان می دهند اثرات SCA مثبت برای یک یا چند صفت مرتبط با عملکرد دانه نشان می دهند. بنابراین در انتخاب بهترین ترکیب خصوصی برای عملکرد دانه، صفات مرتبط با عملکرد دانه مهم می باشند. گرافیوس (۸) بیان کرد که هیچ ژن جدایی برای عملکرد وجود ندارد اما عملکرد محصول نهایی اثر متقابل چندگانه بین اجزای مختلف عملکرد می باشد. در این بررسی مشخص شد که هتروزیس برای عملکرد می تواند از طریق هتروزیس برای اجزای عملکرد بطور انفرادی یا بطور متفاوتی بواسط اثرات چندگانه اثرات ژن غیر افزایشی در صفات مرتبط با عملکرد باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۶- هتروزیس میانگین والدین (Ht) و هتروزیس والد برتر (Htb) در تلاقی های برنج

تلاقی ها	تعداد پنجه		ارتفاع بوته (سانتی متر)		تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی		طول خوشه (سانتی متر)		تعداد گلچه در خوشه		باروری خوشه (٪)		عملکرد دانه برای ۱۰ بوته (گرم)	
	Ht	Htb	Ht	Htb	Ht	Htb	Ht	Htb	Ht	Htb	Ht	Htb	Ht	Htb
۱ × ۴	-۷/۵۶^{ns}	-۲۱/۴**	۱۵/۴۸**	۰/۰۴^{ns}	-۱۷/۳**	-۲۲/۵**	۱۷/۶۴**	۱۵/۵۹**	۲۳/۷۱**	-۰/۱۴^{ns}	۷۵/۴۵**	-۱۲/۳**	۳۶/۹۳**	۳۶/۳۵**
۱ × ۵	۹۲/۴**	۸۰/۳۴**	۱۸/۷۵**	۳/۴۰۸*	-۱۵/۰**	-۲۰/۵**	۱۸/۲۲**	۹/۴۳*	۱۱/۷۳*	۵/۸۸^{ns}	۱۳۴/۴**	۱۷/۱۸**	۳۹/۲۴**	۳۳/۰۲**
۱ × ۶	۶۷/۶**	۳۷/۱۷**	۹/۷۱**	-۱۶/۹**	-۰/۴۴^{ns}	-۱۱/۷**	۱۰/۶۶*	-۰/۹۷^{ns}	۲۱/۳۲**	۲۰/۳۹**	۶۷/۲۱**	-۱۶/۴**	۶۸/۵۹**	۳۷/۸۴**
۱ × ۷	-۱۹/۵*	-۲۲/۶**	-۰/۱۴^{ns}	-۳۰/۲**	-۰/۹۱*	-۱۰/۵**	۳۴/۴۰**	۱۱/۳۱**	۵۰/۳۷**	۲۷/۷۱**	-۵۶/۹**	-۷۸/۴**	-۷۵/۱**	-۷۸/۹**
۲ × ۴	۱۷/۵۹*	۸/۴۴^{ns}	۱۰/۴۸**	-۱۰/۹**	-۱۳/۱**	-۱۴/۲**	۱۶/۸۷**	۱۰/۱۱*	۳۸/۵۷**	۳۷/۶۱**	۸۳/۵۲**	-۸/۲۴**	۳۶/۶۴**	۳۱/۵۷**
۲ × ۵	۶۶/۷۹**	۶۲/۴۳**	۲/۰۲^{ns}	-۱۶/۶**	-۱۱/۲**	-۱۲/۳**	۳/۷۰^{ns}	-۱۰/۵*	۴۳/۸۴**	۱۲/۰۲*	۱۲۰/۴**	۱۰/۱۹**	۲۴/۷۳**	۱۴/۵۰**
۲ × ۶	۸۸/۲۴**	۴۳/۸۱**	۰/۳۲^{ns}	-۲۷/۷**	-۱۸/۲**	-۲۳/۶**	۵/۲۸^{ns}	-۱۱/۹**	۴۵/۹۴**	۱۷/۷۲**	۱۰۹/۱**	۴/۵۶^{ns}	۹۵/۱۸**	۶۵/۱۲**
۲ × ۷	۳/۲۱^{ns}	-۲/۰۳^{ns}	۱/۰۵^{ns}	-۳۲/۲**	۴/۹۵**	-۰/۰۰۴^{ns}	۱۱/۱۶**	-۱۳/۳**	۳۳/۴۰**	۲۶/۱۸**	۴۸/۷۴**	-۲۵/۶**	-۶/۱۵**	-۱۷/۸**
۳ × ۴	۱۵/۷۴*	۵/۷۴^{ns}	۱۰/۳۸**	-۹/۳۳**	-۲۱/۱**	-۲۳/۲**	۱۷/۴۴**	۱۲/۷۹*	۴۲/۴۴**	۲۸/۶۰**	۹۲/۱۰**	-۳/۹۵^{ns}	۶۴/۶۸**	۶۰/۸۸**
۳ × ۵	۱۵/۸۸*	۱۳/۹۸*	۱۲/۴۷**	-۷/۱۴**	-۱۵/۱**	-۱۷/۴**	۱۸/۶۳**	۴/۱۹^{ns}	۲۷/۲۶**	۷/۶۷^{ns}	۵۷/۱۹**	-۲۱/۴**	۲۳/۰۵**	۱۴/۵۲**
۳ × ۶	۷۷/۱۰**	۳۶/۲۶**	۴/۷۶**	-۲۳/۹**	-۱۴/۷**	-۱۷/۳**	۱۱/۶۶*	-۴/۹۸^{ns}	۱۳/۲۳*	-۰/۲۸^{ns}	۹۶/۶۸**	-۱/۶۵^{ns}	۱۴۷/۲**	۱۰۶/۶**
۳ × ۷	۱۷/۱۳*	۱۲/۲۷^{ns}	۷/۱۳**	-۲۷/۷**	۵/۱۵**	۴/۰۷**	۱۳/۳۸**	-۱۰/۲**	۵۶/۲۷**	۴۸/۷۴**	-۵۶/۷**	-۷۸/۳**	-۷۸/۴**	-۸۱/۳**

* و **: به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشد و ns: معنی دار نمی باشد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

بطور کلی والدینی با ترکیب شونده عمومی بالا × بالا، پایین × بالا و بالا × پایین، ترکیبات تلاقی خصوصی خوبی را ایجاد نمودند. در این تلاقی ها به ترتیب نوع افزایشی در افزایشی، غالبیت در افزایشی و افزایشی در غالبیت عمل ژن وجود دارد. در مواردیکه ترکیب شونده عمومی بالا×بالا تولید ترکیبات تلاقی ضعیف نماید نشان دهنده نوع اپیستازی عمل ژن برای آن صفات می باشد. شش ترکیب تلاقی خصوصی خوب (آمل-۲×IR58025A، IR58025A×IR50، پویا×IR58025A، موسی طارم×IR62829A، آمل-۲×IR68899A و پویا×IR68899A) می توانند بعنوان واریته هیبرید برای استفاده تجاری، بعد از سایر مطالعات لازم مورد استفاده قرار گیرند.

هدف نهایی اصلاح نباتات بدست آوردن عملکرد هتروتیک با توجه به دیگر صفات هتروتیک می باشد. عملکرد صفت ترکیب ای از همه صفات وابسته به عملکرد می باشد. درصد هتروزیس میانگین والدین و هتروزیس والد برتر برای عملکرد و شش صفت وابسته به عملکرد برآورد شده است (جدول ۶). درجه هتروزیس از تلاقی به تلاقی دیگر و از صفتی به صفت دیگر متفاوت بود. برای ارتفاع گیاه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی هتروزیس منفی مناسب خواهد بود. اما برای سایر صفات هتروزیس مثبت مطلوب می باشد. هتروزیس مثبت دامنه ای از ۵/۷۴ تا ۸۰/۳۴ درصد، ۴/۱۹ تا ۱۵/۵۹ درصد، ۵/۸۸ تا ۴۸/۷۴ درصد، ۴/۵۶ تا ۱۷/۱۸ درصد و ۱۴/۵ تا ۱۰۶/۶ درصد به ترتیب برای صفات تعداد پنجه در بوته، طول خوشه، تعداد گلچه در خوشه، درصد باروری خوشه و عملکرد دانه بوده است. هتروزیس منفی در دامنه ای از ۰/۰۴- تا ۳۲/۲- درصد و ۰/۰۴۲- تا ۲۳/۶- درصد برای ارتفاع گیاه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی بوده است. واتانسک (۲۸) و رائو همکاران (۱۶) هتروزیس بالایی برای عملکرد دانه و اجزای عملکرد در برنج گزارش نمودند. بطور معنی داری بیشترین مقدار هتروزیس (۱۵۶/۶) برای عملکرد دانه در تلاقی پویا×IR68899A مشاهده شده بود که به هتروزیس معنی دار و مثبت برای تعداد پنجه در بوته، ارتفاع گیاه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی نسبت داده می شود. هتروزیس مطلوب و معنی دار برای عملکرد دانه در نه هیبرید به مقادیر بالای هتروزیس برای بیشتر صفات وابسته به عملکرد نسبت داده می شود. همچنین هتروزیس معنی دار و مناسب در نه تلاقی برای تعدا پنجه در بوته، ۱۰ تلاقی برای ارتفاع گیاه، ۱۱ تلاقی برای تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، شش تلاقی برای طول خوشه، ۱۰ تلاقی برای تعداد گلچه در خوشه سه تلاقی برای درصد باروری خوشه مشاهده شده است. در یک ارزیابی کلی، هیبریدهایی با تعداد پنجه بیشتر، تیپ گیاهی نیمه پاکوتاه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی کمتر، طول خوشه بلندتر، تعداد گلچه در خوشه بیشتر، درصد باروری بالا و عملکرد دانه بیشتر ترجیح داده می شوند. چانچه این وضعیت به سختی وجود داشته باشد بایستی بین صفات مورفولوژیکی برای انتخاب ژنوتیپ برتر سازگاری و هماهنگی وجود داشته باشد. با توجه به مقادیر میانگین، مقدار برآورد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

هتروزیس میانگین والـدین و هتـروزیس والـد برتـــر، چهـــار هیبریـــد (پویـــا×IR68899A، آمـــل-۲×IR68899A، پویـــا×IR62829A و IR58025A×IR50) بهترین میـانگین را بـرای عملکرد دانه داشته که برای اصلاح هتـروزیس توصیه می شوند.

منابع

1. Annadurai, A. and N. Nadarajan. 2001. Combining ability for yield components and physiological traits in hybrid rice. *Madras Agric. J.*, 88: 300-303.
2. Cockerham, C.C. 1961. Implication of genetic variances in a hybrid breeding programme. *Crop Sci*., 8: 720-722.
3. Dhaliwal, T.S. and H.L. Sharma. 1990. Combining ability and maternal effects for agronomic and grain characters in rice. Oryza, 27: 122-128.
4. Faiz, F.A., M. Sabar, T.H. Awan, M. Tjaz and Z. Manzoor. 2006. Heterosis and combining ability analysis in basmati rice hybrids. *J. Anim. PI. Sci*., 16 (1- 2).
5. Falconar, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. *Chapman and Hall. London*, 464 pp.
6. Fehr, W.R. 1987. Heterosis In: Principles of cultivar development: Theory and Techniques (Vol. 1). Macmillan Publishing Company. New York, 115 pp.
7. Gnansekaran, M., P. Vivekanandan and S. Muthuramu. 2006. Combining ability and heterosis for yield and grain quality in two line rice (*Oryza sativa* L.) hybrids. *Indian. J. Genet*. 66: 6-9.
8. Grafius, J.E. 1959. Heterosis in barley. *Agron. J*., 51: 551-554.
9. Kemplhorne, O. 1957. An introduction of genetic statistics. *New York: John Wiley & Sons*, Inc. 545 pp.
10. Mahto, R.N., M.S. Yadava and K.S. Mohan. 2003. Genetic variation, character association and path analysis in rainfed upland rice. Ind. *J. Dryland Agric. Res.* Dev. 18: 196-198.
11. Mishra, L.K. and R.K. Verma. 2002. Genetic variability for quality and yield traits in non-segregating populations of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Archives*. 2: 251-256.
12. Nuruzzamman, M., M.F. Alam, M.G. Ahmed, A.M. Shohad, M.K. Biswas, M.R. Amin and M.M. Hossain. 2002. Studies on parental variability and heterosis in rice. *Pakisstan Journal of Biological Sciences* 5: 1006-1009.
13. Pradhan, S.K., L.K. Boss and J. Meher. 2006. Studies on gene action and combining ability analysis in Basmati rice. *Journal of Centeral European Agriculture*, Vol. 7: 267-272.
14. Radish, M., A.A. Cheema and M. Ashraf. 2007. Line x tester analysis in basmati rice. *Pak. J. Bot*., 39: 2035-2042.
15. Ramalingam, J., N. Nadarajan, C. Vanniyarajan and P. Rangasamy. 1997. Combining ability studies involving cms lines in rice. *Oryza*. 34: 4-7.
16. Rao, A.M., S. Ramesh, R.S. Kulkarni, D.L. Savithramma and k. Madhusudhan. 1996. Heterosis and combining ability in rice. Crop Imp., 23: 53-56.
17. Rissi, R.D., A.R. Hallauer and R.R. De. 1991. Evaluation of four testers for evaluating maize lines in a hybrid development program. *Revista Brasllelia de Genetica,* 14: 467-481.
18. Rogbell, J.E., N. Subbaraman and C. Karthikeyan. 1998. Heterosis in rice under saline conditions. *Crop Res. Hisar*., 15: 68-72.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

19. Saleem, M.Y., J.I. Mirza and M.A. Haq. 2008. Heritability, genetic advance and Heterosis. 2002. In Line x Tester crosses of basmati rice. *J. Agric. Res*., 46: 15-27.
20. Sarker, U., P.S. Biswas, B. Prasad and M.A. Khaleque Mian. 2002. Heterosis and genetic analysis in rice hybrid. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5: 1-5.
21. Scshu, D.V. 1988. Standard evaluation system for rice. The International Rice Testing Program. *The International Rice Research Institute*. Los Banos. Philippines. pp: 1-54.
22. Singh, P.K., R. Thakur, V.K. Chaudhary and N.B. Singh. 1996. Combining ability for grain yield and its components in relation to rice breeding. *Crop Res. Hisar*., 11: 62-66.
23. Surek, H. and K.Z. Korkut. 2002. Heterosis for yield and its components under temperate conditions. Proc. Euro Rice-2001 Symp. Krasnodar, Russia, Sep., 3-8 pp: 1-10.
24. Swati, P.G. and B.R. Ramesh. 2004. The nature and divergence in relation to yield traits in rice germplasm. *Annals. Agric. Res.*, 25: 598-602.
25. Vanaja, T. and L.C. Babu. 2004. Heterosis for yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Trop. Agri*., 42: 43-44.
26. Verma, O.P., U.S. Shanthi and H.K. Srivastava. 2002. Heterosis and inbreeding depression for yield and certain physiological traits in hybrids involving diverse ecosystem of rice (*Oryza sativa* L.). *J. Genet. Breed.* 56: 267-278.
27. Vivek, S., S. Surendra, S.K. Singh and H. Singh. 2000. Analysis of variability and heritability in new plant type tropical japonica rice (*Oryza sativa* L.). Environ. Ecol. 22: 43-45.
28. Watanesk, O. 1993. Heterosis and combining ability evaluation of cytoplasmic male sterile (A) lines and restorer (R) lines. *Int. Rice Res. Not*., 10: 5-6.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

Heterosis and Combining Aability Aanalysis for Yield and Related-Yield Traits in Hybrid Rice

N.A. Bagheri[1], N.A. Babaeian Jelodar[2] and A. Pasha[3]

1- Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- M.Sc. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Abstract

Study of combining ability and heterosis were conducted on 12 F_1 hybrids along with seven rice genotypes (three cytoplasmic male sterile lines and four restorer varieties) to know the pattern of inheritance of some morphological traits for selecting superior genotypes. The experiment was carried out according to line x tester mating design, in Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU) agricultural experiment station, during 2007-08. Analysis of variance revealed significant differences among genotypes, crosses, lines, testers and line x tester interactions for tiller number, plant height, days to 50% flowering, panicle length, number of spikelets per panicle, spikelet fertility and grain yield traits. Variances of SCA were higher than the GCA variances for traits except for plant height which indicated predominance of non-additive gene action nature of inheritance of the traits. The highest heterosis (106.60%) was observed in cross IR68899A x Poya followed by other eight crosses for yield and most of its related traits. The proportional contribution of testers was observed to be higher than that of the interactions of line x tester that revealed the higher estimates of GCA variance that shwon an additive gene action existing among the testers used. Within CMS parents, IR62829A and among male parents, IR50 and Poya were observed to be good general combiners for most of the characters studied. The cross combinations IR62829A x Mosa-tarom, IR68899AxPoya, IR58025AxIR50 and IR58025AxPoya were observed to be good specific cross combinations for grain yield and most of its related traits due to highly significant SCA and heterotic effects.

Keywords: Heterosis, Combining ability, Hybrid Rice

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31]