

ارزیابی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی خصوصیات چسبندگی نشاسته در لاین‌های والدینی برنج هیبرید Assessment of general and specific combining abilities of the starch paste viscosity properties in parental lines of hybrid rice

مهرزاد اله‌قلی‌پور^{۱*}، بابک ربیعی^۲ و میترا یکتا^۳

چکیده

اله‌قلی‌پور، م. ب. ربیعی و م. یکتا. ۱۳۹۰. ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی خصوصیات چسبندگی نشاسته در لاین‌های والدینی برنج هیبرید. *مجله علوم زراعی ایران*. ۱۳ (۱) ۱۹۳-۱۷۸.

نشاسته یکی از اجزای اصلی و تعیین‌کننده کیفیت پخت در ارقام مختلف برنج محسوب می‌شود. کیفیت پخت و خوراک برنج معمولاً به وسیله سه خصوصیت مهم و اصلی فیزیکی و شیمیایی نشاسته شامل میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینی شدن ارزیابی می‌شود. یکی از خصوصیات مهم نشاسته، معیارهای چسبندگی است که در ارزیابی دقیق کیفیت پخت و خوراک ارقام برنج موثر هستند. در این پژوهش، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی شاخص‌های چسبندگی نشاسته، در لاین‌های والدینی برنج هیبرید مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور، پنج لاین برگرداننده باروری به نام‌های IR53R، SepidroodR، IR62030R، SA13R و SA14R به عنوان لاین و چهار لاین نرعیتم شامل IR58025A، SA15A، IR79124A و IR78378A به عنوان تستر، با آرایش لاین × تستر در سال ۱۳۸۴ تلاقی داده شدند. در سال ۱۳۸۵ بیست نتاج F1 حاصل به همراه نه والد (جمعاً ۲۹ تیمار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. خصوصیات چسبندگی شامل حداکثر چسبندگی، حداقل چسبندگی، فرورختگی، چسبندگی نهائی، پس‌روی چسبندگی، دمای چسبندگی و مدت زمان لازم تا رسیدن به حداکثر چسبندگی با استفاده از دستگاه Rapid Visco Analyser (RVA) اندازه‌گیری شدند. ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی والدین و خصوصی هیبریدها و همچنین اجزای ژنتیکی واریانس و وراثت‌پذیری صفات بر اساس روش کمپتورن صورت گرفت. برای مقایسه لاین‌ها و هیبریدها از نظر خصوصیات کیفی مطالعه شده، میانگین آنها محاسبه و با دامنه اطمینان ۹۵ درصد خصوصیات چسبندگی ارقام بومی مقایسه شدند. نتایج حاصل از تجزیه لاین × تستر نشان داد که ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی اکثر لاین‌ها و تسترها برای کلیه خصوصیات چسبندگی معنی‌دار بود. سهم واریانس افزایشی برای کلیه خصوصیات چسبندگی بیشتر از اثر غالبیت بود. تنها برای صفت دمای چسبندگی، میزان واریانس محیطی بیشتر از سایر اجزای واریانس ژنتیکی بود. کلیه والدین (لاین‌ها و تسترها) از نظر خصوصیات چسبندگی در دامنه اطمینان بدست آمده قرار نداشته و از لحاظ کیفیت پخت و خوراک مناسب نبودند، اما در بین تلاقی‌ها، ترکیب‌های SA15A × IR53R، SA15A × SepidroodR، IR79124A × IR53R، SA15A × SA14R و IR79124A × IR58025A از نظر کلیه خصوصیات چسبندگی در دامنه اطمینان مناسب و مطلوب قرار داشتند و دارای کیفیت پخت مشابه ارقام محلی بودند. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که از هیبریدهای فوق می‌توان برای تولید ارقام با کیفیت پخت و خوراک مناسب استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: برنج هیبرید، تجزیه لاین × تستر، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و خصوصیات چسبندگی نشاسته.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۴/۲

۱- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور (مکاتبه‌کننده) (پست الکترونیک: alahgholipour@yahoo.com)

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

۳- کارشناس آزمایشگاه کیفیت موسسه تحقیقات برنج کشور

مقدمه

خصوصیات کیفی دانه برنج شامل کیفیت تبدیل، کیفیت ظاهری، کیفیت پخت و خوراک و ارزش غذایی آن است. کیفیت پخت و خوراک از مهم ترین خصوصیات کیفی برای اکثر مصرف کنندگان برنج در دنیا، مخصوصاً کشورهای آسیایی به شمار می رود (Mo, 1993). در سال های اخیر اصلاح گران برنج در اکثر کشورهای دنیا، برنامه های اصلاحی خود را روی بهبود کیفیت پخت و خوراک برنج معطوف داشته اند. نشاسته به عنوان یکی از اجزای اصلی و تعیین کننده کیفیت پخت و خوراک در ارقام مختلف برنج است که ۹۰ درصد برنج سفید را تشکیل می دهد (Ge et al., 2005). کیفیت پخت دانه برنج تابع دو جزء مهم نشاسته شامل میزان آمیلوز ظاهری (Apparent Amylose Content; AAC) و ساختار نرم آمیلوپکتین می باشد. میزان آمیلوز، نقش مهم و کلیدی در تعیین کیفیت پخت دانه برنج دارد. ارقام برنج با میزان آمیلوز پایین بعد از پخت نرم و چسبنده هستند، در حالی که ارقام برنج با میزان آمیلوز بالا بعد از پخت، خشک و سفت می شوند (Redhikareddy et al., 1993). علاوه بر میزان آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل نیز نقش مهمی در تعیین کیفیت پخت ارقام برنج دارند و عموماً ارقامی با میزان آمیلوز بین ۲۵-۲۰ درصد، دمای ژلاتینی شدن بین ۵-۳ و قوام ژل بین ۶۰-۴۰ درصد دارای کیفیت پخت مطلوبی هستند (IRRI, 1979; Juliano, 1991). با وجود اینکه بیشتر اصلاح گران برنج در دنیا از این سه خصوصیت برای ارزیابی کیفیت پخت و طبقه بندی ارقام برنج استفاده می کنند، لیکن بسیاری از ارقام محلی و اصلاح شده برنج که از نظر سه خصوصیت مذکور مشابه هستند، دارای کیفیت پخت یکسانی نمی باشند. به این ترتیب، لازم است علاوه بر این خصوصیات، از معیارهای دیگری نیز برای تعیین کیفیت پخت ارقام برنج استفاده شود. یکی از این معیارهای مهم، خصوصیات

چسبندگی (Paste Viscosity Properties) دانه های نشاسته است که با استفاده از دستگاه رپید ویسکو آنالایزر (Rapid Visco Analyser; RVA) اندازه گیری می شود (Juliano, 1985; Shu et al., 1998). استفاده گسترده از دستگاه RVA به دلیل آسان و سریع بودن اندازه گیری و نیاز به میزان نمونه کم، در محصولاتی نظیر گندم، ذرت و برنج متداول بوده و در برنج مشخص شده است که برخی از خصوصیات چسبندگی مثل فروریختگی و پس روی چسبندگی (Breakdown and Setback Viscosity)، رابطه نزدیکی با کیفیت پخت و خوراک ارقام دارد (Wu et al., 2001b; Han et al., 2001). بنابراین به نظر می رسد که خصوصیات چسبندگی نشاسته را بتوان به عنوان یک شاخص انتخاب در ارزیابی کیفی دانه برنج مورد استفاده قرار داد (Wu et al., 2001a). بیشتر خصوصیات مربوط به کیفیت پخت و خوراک برنج به دلیل وجود اثر متقابل بین آنها به دو گروه تقسیم می شوند. گروه اول شامل میزان آمیلوز، قوام و ثبات ژل و اغلب خصوصیات چسبندگی نشاسته (به عنوان خصوصیات تعیین کننده کیفیت خوراک) و گروه دوم شامل دمای ژلاتینی شدن، دمای چسبندگی و مدت زمان لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی (به عنوان خصوصیات تعیین کننده کیفیت پخت) می باشند (Wang et al., 2007). بر اساس مطالعات انجام شده، کلیه خصوصیات چسبندگی در ارقام محلی برنج در حد متوسط قرار دارند، به طوری که دامنه اطمینان ۹۵ درصد برای خصوصیات چسبندگی شامل حداکثر چسبندگی بین ۲۵۸/۰۷ و ۲۹۷/۶۱، حداقل چسبندگی بین ۱۷۰/۷۲ و ۲۱۴/۹۸، فروریختگی بین ۷۸/۰۶ و ۱۰۵/۲۸، چسبندگی نهایی بین ۲۷۸/۱۵ و ۳۳۳/۵۷، پس روی چسبندگی بین ۱۰۶/۲۰ و ۱۳۸/۸۴، دمای چسبندگی بین ۹۴/۶۱ و ۹۹/۰۷ و مدت زمان لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی بین ۵/۸۱ و ۶/۱۲ بر اساس واحد (Rapid Visco Unit; RVU) می باشد

اصلاح لاین‌های والدینی و ارزیابی هتروزیس انجام می‌شود، بنابراین به منظور تولید بذر هیبرید، ارزیابی قابلیت ترکیب‌پذیری لاین‌های والدینی و تعیین درصد هتروزیس ضروری است (Ali et al., 2004). هدف از این آزمایش، ارزیابی ترکیب‌پذیری لاین‌های والدینی برنج هیبرید، بررسی ماهیت ژنتیکی، وراثت‌پذیری و نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده خصوصیات چسبندگی نشاسته برنج بود. به علاوه گروه بندی مواد ژنتیکی مورد مطالعه با استفاده از خصوصیات چسبندگی به منظور استفاده از مطلوب‌ترین آنها در برنامه‌های اصلاحی از اهداف دیگر این مطالعه بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی شاخص‌های چسبندگی نشاسته در لاین‌های والدینی برنج هیبرید، در سال ۱۳۸۴ تلاقی‌های لازم بین پنج لاین برگرداننده باروری به نام‌های IR53R، SepidroorR، IR62030R، SA13R و SA14R به عنوان لاین پدری و چهار لاین نرعیم شامل IR58025A، SA15A، IR79124A و IR78378A به عنوان تستر، با آرایش لاین × تستر انجام شد. لاین‌های نرعیم و برگرداننده باروری به‌طور تصادفی از لاین‌های والدینی برنج هیبرید انتخاب شدند. در سال ۱۳۸۵، بیست نتاج بدست آمده به همراه نه والد (جمعاً ۲۹ تیمار)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت مورد مقایسه قرار گرفتند. مساحت هر کرت ۶ متر مربع بود و بوته‌ها بصورت تک‌نشاء با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر کشت شدند. کلیه عملیات زراعی مطابق با توصیه‌های فنی انجام شد. کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و کود فسفر به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات آمونیوم به زمین داده شد که تمامی کود فسفات و ۷۰ درصد کود اوره قبل از نشاء کاری و ۳۰ درصد بقیه آن در هنگام تشکیل

(Allahgholipour et al., 2010). دامنه اطمینان محاسبه شده برای خصوصیات چسبندگی ارقام محلی می‌تواند به عنوان یک شاخص برای شناسایی ارقام اصلاح شده جدید با کیفیت پخت مطلوب در برنامه‌های اصلاحی برنج مورد استفاده قرار گیرد. در مقایسه با خصوصیات متداول نشاسته (میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینی شدن)، که تحت کنترل یک مکان ژنی در ناحیه مومی روی کروموزوم شماره ۶ است، اطلاعات موجود در رابطه با ماهیت و رفتار ژنتیکی خصوصیات چسبندگی بسیار کم می‌باشد (Bao et al., 2000). نتایج مطالعات اولیه نشان داده است که هر یک از خصوصیات چسبندگی احتمالاً توسط یک مکان ژنی با اثرات افزایشی کنترل می‌شوند (Gravois and Webb, 1997). اگرچه آزمایشات مربوط به اساس ژنتیکی میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینی شدن نشاسته دانه برنج و خصوصیات چسبندگی بطور همزمان انجام شده است، ولی به دلیل کوچک بودن جمعیت مورد ارزیابی و عدم تکرار در محیط‌های مختلف، تاکنون نتیجه‌گیری دقیقی صورت نگرفته و مطالعات بیشتری مورد نیاز است (Bao and Xia, 1999).

با وجود تلاش زیاد اصلاح‌گران برنج در مدت حدود دو دهه، واریته‌های مختلفی معرفی شده‌اند که از نظر کیفیت پخت قابل رقابت با ارقام محلی نمی‌باشند. ارقام اصلاح شده پر محصول تنها ۳۰ درصد از کل اراضی زیرکشت برنج را در کشور به خود اختصاص داده‌اند. از آنجایی که کشاورزان برنجکار از قیمت بالای ارقام محلی به دلیل بالا بودن کیفیت آن مطمئن هستند، نسبت به پذیرش ارقام پر محصول جدید با کیفیت پایین تر رغبت چندانی نشان نمی‌دهند. بنابراین دستیابی به ارقام پر محصول، زودرس و دارای کیفیت پخت مطلوب، از مهم ترین برنامه‌های اصلاحی برنج در کشور به شمار می‌رود. یکی از مؤثرترین ابزارهای ژنتیکی برای افزایش محصول برنج، تولید ارقام هیبرید است. اصلاح برنج هیبرید در دو مرحله تکوین و

هیبریدها از نظر خصوصیات مورد ارزیابی و انتخاب بهترین هیبریدها، میانگین آنها محاسبه و خصوصیات چسبندگی آنها با دامنه‌های اطمینان مطلوب برای ارقام بومی (Allahgholipour *et al.*, 2010) مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای خصوصیات چسبندگی نشان داد که اثر تلاقی‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین تلاقی‌ها از نظر خصوصیات مذکور بود. تجزیه اثر تلاقی‌ها به اجزای آن بر مبنای روش لاین \times تستر حاکی از آن بود که اثر لاین‌ها به استثنای دمای لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی، برای صفات دیگر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر تسترها نیز برای این صفت در سطح احتمال پنج درصد و برای بقیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل لاین \times تستر به استثنای دو صفت زمان و دمای لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی برای صفات دیگر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که نشان دهنده واکنش متفاوت لاین‌ها در ترکیب با تسترهای مختلف می‌باشد (جدول ۱).

حداکثر چسبندگی (Peak Viscosity)

ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها نشان داد که ترکیب‌پذیری عمومی کلیه لاین‌ها و دو تستر IR58025A و IR78378A برای خصوصیت حداکثر چسبندگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در بین لاین‌ها بیشترین و کمترین مقدار ترکیب‌پذیری به ترتیب مربوط به لاین IR62030R و SA13R بود که اولی در جهت افزایش (۲۷/۹۵۹) و لاین دوم در جهت کاهش (۲۵/۸۴۹-) حداکثر چسبندگی در نتاج را نشان دادند (جدول ۲). لاین SepidroodR و تستر IR58025A در جهت افزایش حداکثر چسبندگی و لاین‌های IR53R، SA14R و تستر IR79124A در جهت کاهش

خوشه اولیه به خاک افزوده شد. والدین و هیبریدهای مورد آزمایش پس از برداشت و خرم‌نکوبی به آزمایشگاه کیفیت موسسه تحقیقات برنج کشور منتقل شدند. نمونه‌ها پوست کنی و پس از تبدیل به برنج سفید، با استفاده از آسیاب در حد ۱۰۰ مش آرد شدند. جهت اندازه‌گیری خصوصیات چسبندگی از هر تکرار تعداد ۵ نمونه تصادفی انتخاب و با استفاده از دستگاه رپید ویسکو آنالایزر (RVA-3D model, Newport Scientific, Sydney, Australia) تجزیه شدند و سپس میانگین آنها برای انجام تجزیه‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای این کار به ۳ گرم آرد برنج سفید ۲۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه و در داخل استوانه فلزی دستگاه قرار داده شد. دستگاه در ۱۰ ثانیه اول با ۹۶۰ دور در دقیقه شروع به کار نمود و بعد از آن میزان دور در ۱۶۰ دور در دقیقه ثابت نگه داشته شد. دمای اولیه ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود و در مدت زمان ۱۲ دقیقه، خصوصیات چسبندگی شامل حداکثر چسبندگی (Peak Viscosity)، حداقل چسبندگی (Trough Viscosity)، فروریختگی (Breakdown Viscosity)، چسبندگی نهایی (Final Viscosity)، پس‌روی چسبندگی (Setback Viscosity)، دمای چسبندگی (Pasting Temperature) و مدت زمان لازم تا رسیدن به حداکثر چسبندگی (Peak Time) با استفاده از منحنی چسبندگی اندازه‌گیری شد (Anonymous, 1995). تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات و با فرض تصادفی بودن لاین‌ها و تسترها انجام شد و سپس اثر تیمارها بر اساس روش کمپتورن (Kempthorne, 1957) به اجزای آن تفکیک شد. ترکیب‌پذیری عمومی والدین و خصوصیت هیبریدها و همچنین اجزای ژنتیکی واریانس وراثت‌پذیری صفات مورد ارزیابی، برآورد شدند. آزمون اثرات مادری از طریق نسبت میانگین مربعات تسترها به لاین‌ها انجام شد. برای مقایسه لاین‌ها و

" ارزیابی ترکیب پذیری عمومی و...."

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات چسبندگی نشاسته براساس روش لاین × تستر در ژنوتیپ‌های برنج

Table 1. Analysis of variance for starch paste viscosity properties based on line × tester cross in rice genotypes

		(MS) میانگین مربعات							
S. O. V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	حداکثر چسبندگی PV	حداقل چسبندگی TV	فروریختگی چسبندگی BV	چسبندگی نهایی FV	پس روی چسبندگی SV	دمای چسبندگی PT	زمان رسیدن به حداکثر چسبندگی P time
Replication	تکرار	1	1522.69**	371.56**	18.69 ^{ns}	2645.28**	172.38**	0.29 ^{ns}	0.05*
Treatment	تیمار	28	2529.68**	1364.93**	2369.55**	3332.73**	1603.95**	3.57**	0.07**
Parents	والدین	8	5410.61**	317.01*	6371.46**	8416.30**	4703.59**	2.83*	0.08**
Parents vs crosses	والدین در مقابل تلاقی‌ها	1	6687.04**	932.71**	2260.76**	5863.28**	3377.21**	18.08**	0.01 ^{ns}
Crosses	تلاقی‌ها	19	1097.85**	627.85**	690.26**	1059.09**	205.51*	1.03 ^{ns}	0.06**
Line	لاین	3	419.52 ^{ns}	836.49**	1760.75**	1192.02**	321.09**	0.65 ^{ns}	0.08**
Tester	تستر	4	4433.29**	2062.52**	1547.67**	3117.25**	517.89**	2.49*	0.19**
Line × tester	لاین × تستر	12	155.62**	97.47**	136.84**	339.81*	72.49**	0.64 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Error	خطای آزمایشی	28	21.28	30.47	23.74	118.14	10.24	0.82	0.01
C.V (%)	ضریب تغییرات	---	1.78	3.25	5.44	3.59	2.37	0.92	1.40

ns: Non-significant

ns: غیر معنی‌دار

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

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

PV: Peak Viscosity, TV: Trough Viscosity, BV: Breakdown Viscosity, FV: Final Viscosity, SV: Setback Viscosity, PT: Pasting Temperature, P Time: Peak Time

جدول ۲- ترکیب پذیری عمومی لاین ها و تسترها برای خصوصیات چسبندگی نشاسته در ژنوتیپ های برنج

Table 3. General combining ability of lines and testers for starch paste viscosity properties in rice genotypes

Parents	حداکثر چسبندگی PV	حداقل چسبندگی TV	فروریختگی چسبندگی BV	چسبندگی نهایی FV	پس روی چسبندگی SV	دمای چسبندگی PT	زمان رسیدن به حداکثر چسبندگی P time
<u>لاین ها</u> Lines							
IR53 R	-10.679**	-20.505**	6.219 ^{ns}	-19.066**	0.726 ^{ns}	0.401 ^{ns}	-0.215**
Sepidroud R	21.835**	20.996**	0.043 ^{ns}	22.040**	3.069 ^{ns}	-0.472 ^{ns}	0.053 ^{ns}
IR62030 R	27.959**	10.426**	18.912**	20.697**	11.444**	-0.731 ^{ns}	-0.104*
SA13 R	-25.849**	-6.356**	-18.093**	-11.175 ^{ns}	-8.601**	0.401 ^{ns}	0.162**
SA14 R	-13.266**	-4.561**	-7.081*	-12.496 ^{ns}	-6.638**	0.401 ^{ns}	0.104**
اشتباه معیار لاین ها SE of Lines	1.459	0.573	1.541	3.437	1.012	0.286	0.026
<u>تسترها</u> Testers							
IR58025A	7.053**	3.890 ^{ns}	6.636*	-4.331 ^{ns}	-6.453*	-0.235 ^{ns}	-0.009 ^{ns}
SA15 A	0.135 ^{ns}	-6.496**	6.495 ^{ns}	-7.534 ^{ns}	-2.890 ^{ns}	0.062 ^{ns}	-0.028 ^{ns}
IR79124 A	-8.607**	11.055**	-19.903**	16.221*	5.832*	0.331 ^{ns}	0.126*
IR78378 A	1.419 ^{ns}	-8.449**	6.772*	-4.356 ^{ns}	3.511 ^{ns}	-0.158 ^{ns}	-0.089 ^{ns}
اشتباه معیار لاین ها SE of Lines	1.631	1.952	1.723	3.843	1.131	0.320	0.029

ns: Non-significant

* ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

PV: Peak Viscosity, TV: Trough Viscosity, BV: Breakdown Viscosity, FV: Final Viscosity, SV: Setback Viscosity, PT: Pasting Temperature,

P Time: Peak Time

ns: غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

حداکثر چسبندگی توسط اثرات افزایشی و غالبیت کنترل می گردد، اما سهم اثر افزایشی ژن‌ها را بیشتر از سهم اثر غالبیت گزارش نمودند که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت داشت.

حداقل چسبندگی (Trough Viscosity)

ترکیب پذیری عمومی کلیه لاین‌ها و تسترها به استثنای تستر IR58025A برای خصوصیت حداقل چسبندگی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. در بین لاین‌ها کمترین و بیشترین مقدار ترکیب پذیری عمومی برای این صفت به ترتیب مربوط به لاین SA14R (۴/۵۶۱-) و لاین SepidroodR (۲۰/۹۹۶) بود. همچنین دو لاین IR53R و SA13R و دو تستر SA15A و IR78378A باعث کاهش و سایر والدین باعث افزایش صفت حداقل چسبندگی در تلاقی‌های مختلف شدند (جدول ۲). ترکیب پذیری خصوصی برای صفت حداقل چسبندگی در تلاقی‌های IR79124A×IR53R و IR58025A×SepidroodR مثبت و در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و در تلاقی IR58025A×SepidroodR منفی و در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثرات مادری برای این خصوصیت بر خلاف حداکثر چسبندگی معنی دار نبود و از این رو برای برآورد واریانس افزایشی، میانگین حسابی واریانس حقیقی لاین‌ها و تسترها مورد استفاده قرار گرفت. محاسبه اجزای واریانس برای خصوصیت حداقل چسبندگی نشان داد که سهم واریانس افزایشی، غالبیت و محیطی به ترتیب ۷۶/۶، ۱۶/۱ و ۷/۳ و نسبت میانگین مربعات اثر افزایشی به اثر غالبیت ۱:۵ بود. از این رو، اثر افزایشی ژن‌ها تاثیر بیشتری در کنترل این صفت داشت. درجه غالبیت ژن‌ها نیز ۰/۶۴۷ برآورد شد که نشان دهنده توارث این خصوصیت به صورت غالبیت ناقص ژن‌ها می باشد. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که در کنترل خصوصیت حداقل چسبندگی نشاسته، اثرات افزایشی و غالبیت ژن‌ها دخالت دارند، اما اهمیت اثرات افزایشی بیشتر از اثرات غالبیت ژن‌ها است (جدول ۴).

صفت مذکور در ترکیبات مختلف را داشتند. در بین ۲۰ تلاقی مورد بررسی، ترکیب پذیری خصوصی ۶ ترکیب IR78378A×IR53R، IR58025A×IR53R، IR79124A×SepidroodR، SA15A×SepidroodR و IR58025A×SA14R برای صفت حداکثر چسبندگی منفی و معنی دار و در چهار ترکیب IR79124A×IR53R، SA15A×IR53R، IR58025A×SepidroodR و IR58025A×SA13R مثبت و معنی دار بود (جدول ۳). به عبارت دیگر شش ترکیب باعث کاهش و چهار ترکیب دیگر باعث افزایش حداکثر چسبندگی در نتایج شدند. نتایج حاصل از ارزیابی اثرات مادری برای خصوصیت حداکثر چسبندگی نشان داد که اثر مادری برای این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و نشان دهنده نقش اثرات سیتوپلاسمی در کنترل این صفت است. بنابراین تنها از واریانس حقیقی لاین‌ها جهت برآورد واریانس افزایشی استفاده گردید. سهم واریانس افزایشی، غالبیت و محیطی به ترتیب به میزان ۸۷/۳، ۱۰/۹ و ۱/۸ بود و درجه غالبیت ۰/۵۰۱ بود که نشان دهنده نقش بیشتر اثر افزایشی نسبت به اثر غالبیت ژن در کنترل این صفت می باشد. نسبت میانگین مربعات اثر افزایشی به میانگین مربعات اثر غالبیت ۱:۸ بود که نشان دهنده توارث حداکثر چسبندگی بوسیله اثر افزایشی و غالبیت است، ولی سهم اثر افزایشی خیلی بیشتر از سهم اثر غالبیت ژن بود (جدول ۴). کو و همکاران (Kuo et al., 1997) ترکیب پذیری خصوصیات چسبندگی را با استفاده از روش دی آلل دو طرفه مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش نمودند که صفت حداکثر چسبندگی دارای قابلیت ترکیب عمومی و خصوصی معنی دار بود، به عبارت دیگر هم اثر افزایشی و هم اثر غالبیت در کنترل این خصوصیت دخالت داشتند. این محققان اثر مادری معنی داری برای این صفت مشاهده نکردند. آنها نسبت میانگین مربعات اثر افزایشی به میانگین مربعات اثر غالبیت را ۱:۶ به دست آوردند که نشان داد توارث

جدول ۳- ترکیب پذیری خصوصی لاین ها و تسترها برای خصوصیات چسبندگی نشاسته در ژنوتیپ های برنج

Table 3. Specific combining ability of lines and testers for starch paste viscosity properties in rice genotypes

Hybrids تلاقی ها	حداکثر چسبندگی PV	حداقل چسبندگی TV	فروریختگی چسبندگی BV	چسبندگی نهایی FV	پس روی چسبندگی SV	دمای چسبندگی PT	زمان رسیدن به حداکثر چسبندگی P time
IR58025A / IR53 R	-13.569**	-7.784 ^{ns}	-6.783 ^{ns}	-9467 ^{ns}	-4.077 ^{ns}	0.235 ^{ns}	0.026 ^{ns}
SA15 A / IR53 R	10.279**	0.017 ^{ns}	2.903 ^{ns}	4.345 ^{ns}	3.055 ^{ns}	-0.063 ^{ns}	-0.021 ^{ns}
IR79124A / IR53 R	9.441**	8.936*	3.256 ^{ns}	9.615 ^{ns}	-0.612 ^{ns}	-0.331 ^{ns}	0.040 ^{ns}
IR78378A / IR53 R	-6.151*	-1.169 ^{ns}	0.624 ^{ns}	-4.493 ^{ns}	1.634 ^{ns}	0.158 ^{ns}	-0.045 ^{ns}
IR58025A / Sepidrood R	12.802**	8.733*	-2.707 ^{ns}	17.913*	9.045**	-0.306 ^{ns}	0.063 ^{ns}
SA15 A / Sepidrood R	-6.620*	5.864 ^{ns}	-7.696*	4.094 ^{ns}	-3.323 ^{ns}	0.812 ^{ns}	0.106 ^{ns}
IR79124A / Sepidrood R	-7.353*	-13.581**	10.417**	-27.869**	-8.320**	0.542 ^{ns}	-0.072 ^{ns}
IR78378A / Sepidrood R	1.171 ^{ns}	-1.016 ^{ns}	-0.014 ^{ns}	5.856 ^{ns}	2.598 ^{ns}	-1.048 ^{ns}	-0.097 ^{ns}
IR58025A / IR62030 R	1.303 ^{ns}	0.123 ^{ns}	0.224 ^{ns}	-6.605 ^{ns}	-6.014*	-0.401 ^{ns}	-0.015 ^{ns}
SA15 A / IR62030 R	1.276 ^{ns}	-7.260 ^{ns}	11.065**	-8.302 ^{ns}	3.292 ^{ns}	-0.628 ^{ns}	-0.082 ^{ns}
IR79124A / IR62030 R	-2.127 ^{ns}	1.853 ^{ns}	-1.177 ^{ns}	13.633 ^{ns}	8.630**	0.452 ^{ns}	-0.026 ^{ns}
IR78378A / IR62030 R	-0.452 ^{ns}	5.284 ^{ns}	-10.112**	1.274 ^{ns}	-5.908*	0.577 ^{ns}	0.123 ^{ns}
IR58025A / SA13 R	7.021*	-1.994 ^{ns}	8.044*	5.777 ^{ns}	3.440 ^{ns}	0.235 ^{ns}	-0.056 ^{ns}
SA15 A / SA13 R	-9.961**	3.412 ^{ns}	-10.745**	5.775 ^{ns}	1.652 ^{ns}	-0.061 ^{ns}	0.041 ^{ns}
IR79124A / SA13 R	-0.024 ^{ns}	3.586 ^{ns}	-5.872 ^{ns}	-0.894 ^{ns}	-2.705 ^{ns}	-0.331 ^{ns}	0.067 ^{ns}
IR78378A / SA13 R	2.964 ^{ns}	-5.004 ^{ns}	8.573*	-10.658 ^{ns}	-2.387 ^{ns}	0.157 ^{ns}	-0.052 ^{ns}
IR58025A / SA14 R	-7.557*	0.921 ^{ns}	1.222 ^{ns}	-7.617 ^{ns}	-2.393 ^{ns}	0.222 ^{ns}	-0.018 ^{ns}
SA15 A / SA14 R	5.026 ^{ns}	-2.033 ^{ns}	4.473 ^{ns}	-5.919 ^{ns}	-4.676 ^{ns}	-0.061 ^{ns}	-0.045 ^{ns}
IR79124A / SA14 R	0.063 ^{ns}	-0.794 ^{ns}	-6.624 ^{ns}	5.515 ^{ns}	3.006 ^{ns}	-0.331 ^{ns}	-0.009 ^{ns}
IR78378A / SA14 R	2.468 ^{ns}	1.906 ^{ns}	0.929 ^{ns}	8.021 ^{ns}	4.063 ^{ns}	0.157 ^{ns}	0.072 ^{ns}
S.E اشتباه معیار	2.663	3.903	3.445	7.686	2.263	0.640	0.059

ns: Non-significant

*, ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

PV: Peak Viscosity, TV: Trough Viscosity, BV: Breakdown Viscosity, FV: Final Viscosity, SV: Setback Viscosity, PT: Pasting Temperature,

P Time: Peak Time

ns: غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

" ارزیابی ترکیب پذیری عمومی و....."

جدول ۴- اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت پذیری خصوصی و اثرات مادری صفات چسبندگی نشاسته در ژنوتیپ‌های برنج

Table 4. Genetic variance components, narrow sense heritability and maternal effect for starch paste viscosity properties in rice genotypes

Parameters	خصوصیات	حداکثر چسبندگی PV	حداقل چسبندگی TV	فروریختگی چسبندگی BV	چسبندگی نهایی FV	پس روی چسبندگی SV	دمای چسبندگی PT	زمان رسیدن به حداکثر چسبندگی P time
Additive variance	واریانس افزایشی	1069.42	319.91	333.81	433.85	80.24	0.24	0.03
Dominant variance	واریانس غالبیت	134.34	67.00	113.10	221.67	62.25	0.00	0.00
Degree of dominance	درجه غالبیت	0.50	0.65	0.82	1.01	1.25	0.00	0.00
Percent of dominance variance	درصد واریانس غالبیت	10.90	16.10	24.10	28.60	40.80	0.00	0.00
Percent of environment variance	درصد واریانس محیطی	1.8	7.30	5.00	15.30	6.70	77.40	25.00
Heritability (%) (narrow sense)	وراثت پذیری خصوصی	87.3	76.60	70.90	56.10	52.50	22.60	75.00
Maternal effect	اثر مادری	10.57*	2.46 ^{ns}	0.88 ^{ns}	2.62 ^{ns}	1.61 ^{ns}	3.83 ^{ns}	2.37 ^{ns}
Additive:Dominance variance	واریانس افزایشی : غالبیت	8:1	5:1	3:1	2:1	1.3:1	-	-

PV: Peak Viscosity, TV: Trough Viscosity, BV: Breakdown Viscosity, FV: Final Viscosity, SV: Setback Viscosity, PT: Pasting Temperature, P Time: Peak Time

کنترل اثرات مادری و سیتوپلاسمی قرار ندارد (جدول ۴). در آزمایش‌های مشابه، ترکیب پذیری عمومی و خصوصی معنی‌دار و بالایی برای صفات فروریختگی و میزان آمیلوز گزارش شد و مشخص گردید که دو صفت مذکور بیشتر تحت تاثیر اثر افزایشی ژن‌ها می‌باشند (Kuo *et al.*, 1995) نسبت میانگین مربعات اثرات افزایشی به غالبیت ژن‌ها برای خصوصیت فروریختگی نشاسته نیز ۱: ۱۷ گزارش شده است که نشان دهنده نقش بیشتر اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل این خصوصیت می‌باشد (Kuo *et al.*, 1997).

چسبندگی نهایی (Final Viscosity)

لایسن‌های IR62030R و SepidroR و تستر IR79124A دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار برای چسبندگی نهایی بودند (جدول ۲) و نشان دهنده آن است که نتایج حاصل از آنها از نظر صفت مذکور ارزش بالاتری خواهند داشت. ترکیب‌پذیری عمومی لاین IR53R نیز منفی و معنی‌دار بود، در حالی که لاین‌های SA13R و SA14R و کلیه تسترها ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌داری برای این خصوصیت نداشتند. چسبندگی نهایی یکی از عوامل تعیین‌کننده کیفیت پخت برنج است که هر چه میزان آن بیشتر باشد، نشانه بالا بودن میزان آمیلوز است. چسبندگی نهایی که نشان دهنده میزان متورم شدن مجدد دانه‌های نشاسته در طی فرآیند سرد و گرم شدن نمونه هاست، با میزان آمیلوز رابطه مثبت و مستقیمی دارد، به طوری که هر چه میزان آمیلوز بیشتر باشد، مقدار چسبندگی نهایی بیشتر بوده و به این ترتیب دانه‌ها پس از پخت خشک و سفت می‌شوند. در مقابل در صورت کم بودن میزان آمیلوز، مقدار چسبندگی نهایی به حداقل خود رسیده و دانه‌ها پس از پخت نرم و چسبندگی می‌شوند. نمونه بارز آن، برنج‌های گروه مومی است که به دلیل نداشتن آمیلوز یا پائین بودن مقدار آن، میزان چسبندگی نهایی بسیار پائین بوده و دانه‌ها پس از پخت بسیار چسبندگی و خیلی نرم هستند

گزارش محققان دیگر نیز نشان داده است که صفت حداقل چسبندگی دارای اثر افزایشی و غالبیت معنی‌دار و نسبت میانگین مربعات اثر افزایشی به اثر غالبیت ۱: ۴۵ است (Kuo *et al.*, 1997). این اطلاعات نشان می‌دهند که در کنترل این صفت هر دو اثر افزایشی و غالبیت دخالت دارند، به طوری که سهم اثر افزایشی خیلی بیشتر از اثر غالبیت می‌باشد. اثر مادری معنی‌داری برای این صفت گزارش نشده است (Kuo *et al.*, 1997).

فروریختگی (Breakdown Viscosity)

دو لاین سپیدرود و IR62030R با مقادیر ۰/۰۴۳ و ۱۸/۹۱۲ به ترتیب کمترین و بیشترین میزان ترکیب‌پذیری عمومی را در بین لاین‌ها نشان دادند. لاین‌های SA13R و SA14R با دارا بودن ترکیب‌پذیری منفی و معنی‌دار باعث کاهش میزان فروریختگی و لاین IR62030R به همراه دو تستر IR58025A و IR78378A باعث افزایش فروریختگی در نتایج حاصل شدند. بیشترین میزان ترکیب‌پذیری خصوصی برای این خصوصیت در تلاقی‌های SA15A×IR62030R و IR79124A×SepidroR (به ترتیب ۱۱/۰۶۵ و ۱۰/۴۱۷) به دست آمد. از آنجایی که با افزایش میزان فروریختگی، کیفیت پخت و خوراک بهتر خواهد شد، بنابراین هیبریدهای حاصل از این ترکیبات می‌توانند دارای کیفیت پخت خوبی باشند. محققان ژاپنی اعلام نمودند که صفت فروریختگی به عنوان یکی از خصوصیات مهم چسبندگی است و می‌تواند به عنوان یک شاخص مهم در بین سایر خصوصیات چسبندگی برای ارزیابی کیفیت خوراک در نظر گرفته شود (Suzuki, 1979; Li *et al.*, 1986). سهم واریانس افزایشی، غالبیت و محیطی این خصوصیت به ترتیب ۷۰/۹، ۲۴/۱، ۵/۰ درصد بود که در این بین، واریانس افزایشی ژن‌ها تاثیر بیشتری در کنترل این صفت داشت. درجه غالبیت ژن‌ها نیز ۰/۸۸ برآورد شد که نشان دهنده غالبیت ناقص ژن‌ها برای کنترل این صفت بود. آزمون اثرات مادری نیز نشان داد که این خصوصیت تحت

کنترل این خصوصیت دخالت دارند، اما اثرات مادری معنی داری برای این صفت مشاهده نگردید (Kuo *et al.*, 1997). این موضوع با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. نسبت واریانس افزایشی به غالبیت توسط این محققان ۱: ۵۸ گزارش شد که بر خلاف تحقیق حاضر نشان دهنده سهم بسیار بیشتر اثرات افزایشی در کنترل این صفت بود.

پس روی چسبندگی (Setback Viscosity)

بیشترین و کمترین میزان ترکیب پذیری عمومی لاین ها برای خصوصیت پس روی چسبندگی مربوط به لاین های IR62030R و SA13R (به ترتیب ۱۱/۴۴ و ۸/۶۰۱-) بود. همچنین تستر IR79124A دارای ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی دار (۵/۸۳۲) و تستر IR58025A دارای ترکیب پذیری عمومی منفی و معنی دار (۶/۴۵۳-) برای این خصوصیت بود. ترکیب پذیری خصوصی صفت پس روی چسبندگی در دو تلاقی IR58025A×SepidroodR و IR79124A×IR62030R مثبت و معنی دار و در سه تلاقی IR79124A×SepidroodR، IR58025A×IR62030R و IR78378A×IR62030R منفی و معنی دار بود. سهم واریانس افزایشی، غالبیت و محیطی برای این خصوصیت به ترتیب ۵۲/۵، ۴۰/۸ و ۶/۷ درصد برآورد شد که حاکی از اهمیت هر دو نوع اثرات افزایشی و غالبیت ژن ها در کنترل این خصوصیت بود. نسبت واریانس افزایشی به غالبیت نیز ۱: ۱/۳ بود که نشان دهنده نقش توأم اثرات افزایشی و غالبیت ژن ها در کنترل این صفت است، اما اثر مادری برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۴). در آزمایش های مشابه گزارش شده است که پس روی چسبندگی دارای اثر افزایشی و غالبیت معنی دار است و نسبت میانگین مربعات افزایشی به غالبیت برای این صفت ۱: ۳۲ می باشد. این اطلاعات نشان دهنده آن است که در کنترل این صفت هر دو نوع اثرات افزایشی و غالبیت دخالت دارند، اما سهم اثر افزایشی

(Allahgholipour *et al.*, 2006). دو لاین SepidroodR و IR79124A با اینکه ترکیب پذیری عمومی مثبت و معنی داری برای خصوصیت چسبندگی نهایی داشتند، اما دارای ترکیب پذیری خصوصی منفی و معنی دار بودند (جدول ۳). علت این موضوع آن است که ترکیب پذیری عمومی، میانگین نتاج یک والد با تمامی والدین است، در حالی که ترکیب پذیری خصوصی میانگین نتاج یک تلاقی ویژه است. به عبارت دیگر این دو لاین در زمان ترکیب با یکدیگر باعث کاهش میزان چسبندگی نهایی در نتاج حاصل شدند. بر خلاف تلاقی IR58025A×SepidroodR فوق، تلاقی ترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی داری برای خصوصیت چسبندگی نهایی بود. سایر تلاقی ها ترکیب پذیری معنی داری برای این خصوصیت نداشتند. بنابراین به نظر می رسد که تنها بتوان از تلاقی IR58025A×SepidroodR برای افزایش چسبندگی نهایی و در نتیجه میزان آمیلوز در نتاج استفاده نمود. سهم واریانس افزایشی، غالبیت و محیطی این خصوصیت به ترتیب ۵۶/۱، ۲۸/۶ و ۱۵/۳ درصد بود. بنابراین، اثرات افزایشی و بعد از آن اثرات غالبیت ژن ها بیشترین نقش را در کنترل این خصوصیت داشتند. میانگین درجه غالبیت ژن های کنترل کننده این خصوصیت نیز ۱/۰۱ برآورد شد که حاکی از اثر غالبیت نسبتاً کامل ژن ها در کنترل این خصوصیت بود. نسبت واریانس افزایشی به واریانس غالبیت نیز به میزان ۱: ۲ بود که نشان دهنده نقش توأم اثرات افزایشی و غالبیت ژن ها با سهم بیشتر اثرات افزایشی در کنترل این صفت بود، اگرچه نقش عوامل محیطی نیز نباید نادیده گرفته شود، اما اثرات مادری معنی داری در کنترل این صفت به دست نیامد (جدول ۴). مطالعه ترکیب پذیری والدین با استفاده از تجزیه دی آلل دو طرفه توسط سایر محققان نیز نشان داده است که صفت چسبندگی نهایی دارای ترکیب پذیری عمومی و خصوصی معنی دار و بالایی بوده و هر دو اثرات افزایشی و غالبیت ژن ها در

محیطی نیز نقش زیادی در کنترل این خصوصیت دارند. اثرات مادری معنی داری برای این خصوصیت به دست نیامد (جدول ۴).

میانگین خصوصیات چسبندگی در والدین و تلاقی ها

نتاج و والدین مورد بررسی از نظر خصوصیات چسبندگی با استفاده از استاندارد تهیه شده برای خصوصیات چسبندگی بر اساس ارقام خوش کیفیت محلی (Allahgholipour *et al.*, 2010) جهت مشخص نمودن بهترین هیبریدها و والدین آنها مورد مقایسه قرار گرفتند. کلیه والدین (لاین ها و تسترها) از نظر کلیه خصوصیات چسبندگی به استثنای دمای چسبندگی در دامنه اطمینان مطلوب ارقام خوش کیفیت محلی قرار نداشتند و از لحاظ این خصوصیات مناسب نبوده، به عبارت دیگر دارای کیفیت پخت و خوراک مناسب محسوب نمی شوند. در مقابل در بین تلاقی ها، ترکیب های SA15A×IR53R و IR79124A×SepidroodR از نظر کلیه خصوصیات چسبندگی در دامنه اطمینان مناسب و مطلوب ارقام محلی قرار گرفتند (جدول ۵). بر اساس این مقادیر، می توان ادعا نمود که کیفیت پخت این دو هیبرید، مشابه ارقام محلی خوش کیفیت می باشد. سه هیبرید IR79124A×IR53R، IR58025A×SA14R و SA15A×SA14R از نظر شش خصوصیت چسبندگی در دامنه اطمینان ۹۵ درصد خصوصیات چسبندگی ارقام محلی خوش کیفیت واقع شدند، به طوری که هیبرید اول از نظر میزان فروریختگی با مقدار ۱۱۱/۲ با دامنه اطمینان این صفت (۷۸/۰۶-۱۰۵/۲۸) تقریباً ۶ واحد اختلاف داشت که قابل نظر بوده و می توان این هیبرید را نیز در گروه ارقام خوش کیفیت قرار داد. دو هیبرید دیگر از نظر پس روی چسبندگی با مقدار ۱۳۹/۳ و ۱۳۹/۲، با دامنه اطمینان ارقام خوش کیفیت محلی (۱۰۶/۲۰-۱۳۸/۸۴) به میزان ۰/۳۶ الی ۰/۴۶ تفاوت داشتند که بدون در نظر گرفتن این اختلاف ناچیز، می توان دو هیبرید دیگر را نیز در گروه

گزارش شده بسیار بیشتر از اثرات غالبیت ژن ها می باشد (Kuo *et al.*, 1997). اثرات مادری معنی داری برای این صفت گزارش نشد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. نتایج آزمایش های اولیه نشان داده است که هر یک از خصوصیات چسبندگی احتمالاً توسط یک مکان ژنی با اثرات افزایشی کنترل می شوند (Gravois and Webb, 1997).

دمای چسبندگی (Pasting Temperature)

ترکیب پذیری عمومی و خصوصی تمامی والدین و تلاقی های انجام شده برای خصوصیت دمای چسبندگی معنی دار نبود (جدول های ۲ و ۳). نکته قابل توجه این بود که سهم واریانس افزایشی و غالبیت برای این خصوصیت به ترتیب ۲۲/۶ و صفر درصد بودند، اما سهم واریانس محیطی بسیار بالا (۷۷/۴) بود که نشان دهنده تاثیر زیاد عوامل محیطی بر نوسانات این خصوصیت می باشد. اثرات مادری معنی داری نیز برای این خصوصیت به دست نیامد (جدول ۴).

زمان لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی (Peak Time)

در بین لاین های مورد بررسی، حداقل و حداکثر ترکیب پذیری عمومی برای صفت زمان رسیدن به حداکثر چسبندگی مربوط به IR53R و SA13R (به ترتیب ۰/۲۱۵- و ۰/۱۶۲) بود. لاین IR53R با داشتن ترکیب پذیری منفی و معنی دار باعث کاهش میزان صفت مذکور در نتاج و لاین SA13R با ترکیب پذیری مثبت و معنی دار باعث افزایش این خصوصیت در نتاج گردید. در بین تسترهای مورد بررسی تنها تستر IR79124A دارای ترکیب پذیری مثبت و معنی دار بود (جدول ۲). ترکیب پذیری خصوصی تمامی تلاقی های مورد بررسی برای صفت زمان رسیدن به حداکثر چسبندگی معنی دار نبود (جدول ۳). سهم واریانس افزایشی، غالبیت و محیطی این خصوصیت به ترتیب ۷۵/۰، ۰/۰ و ۲۵/۰ درصد بود (جدول ۴). بنابراین، این خصوصیت نیز همانند دمای چسبندگی، توسط اثرات افزایشی ژن ها کنترل می شود و علاوه بر این، عوامل

جدول ۵- میانگین خصوصیات چسبندگی نشاسته در لاین‌ها و تسترها در ژنوتیپ‌های برنج

Table 5. Mean of starch paste viscosity properties in lines and testers of rice genotypes

والدین و هیبریدها Parents and Hybrids	حداکثر چسبندگی PV	حداقل چسبندگی TV	فروریختگی چسبندگی BV	چسبندگی نهایی FV	پس‌روی چسبندگی SV	دمای چسبندگی PT	زمان رسیدن به حداکثر چسبندگی P time
IR53 R	232.7	232.7	67.32	344.7	179.4	99	5.865
Sepidroud R	283.2	283.2	43.78	382	147.6	99	6.245
IR62030 R	281.4	281.4	89.54	392.6	195.8	96.53	5.895
SA13 R	201.5	201.5	54.49	289.8	147.8	99	6.15
SA14 R	201.1	201.1	64.58	348.2	204.6	99	6.205
IR58025A	315.4	315.4	163.3	238.7	91.18	94.76	5.805
SA15 A	327.2	327.2	168.6	245	86.51	94.74	5.8
IR79124 A	291.8	291.8	54.52	380.4	183.1	99	6.2
IR78378 A	340.2	340.2	183.9	240	83.74	95.51	5.765
IR58025A / IR53 R	234.5	234.5	91.48	263.3	120.3	99	5.765
SA15 A / IR53 R	293.4	293.4	89.38	331.8	135.8	97.58	6.07
IR79124A / IR53 R	288	288	111.2	306	129.1	97.23	5.835
IR78378A / IR53 R	239.9	239.9	81.99	286.5	118.5	99	6.06
IR58025A / Sepidroud R	238	238	86.18	271.8	114.6	99	6.04
SA15 A / Sepidroud R	251.5	251.5	101	273.9	131	99	5.7
IR79124A / Sepidroud R	267.1	267.1	84.25	314.8	127	99	6.095
IR78378A / Sepidroud R	281.1	281.1	121.9	301.1	142	97.3	5.75
IR58025A / IR62030 R	216.1	216.1	63.07	283.3	120.3	99	6.14
SA15 A / IR62030 R	243.6	243.6	89.29	270.3	115.9	99	5.995
IR79124A / IR62030 R	241.9	241.9	74.98	303	136.1	99	5.915
IR78378A / IR62030 R	257.6	257.6	75.96	306.6	130.7	99	6.07
IR58025A / SA13 R	269.0	269.0	83.24	346.8	156	98.65	5.96
SA15 A / SA13 R	217.2	217.2	41.54	300.3	124.7	99	6.32
IR79124A / SA13 R	229.9	229.9	51.8	305.4	132.3	99	6.185
IR78378A / SA13 R	236.3	236.3	99.03	268.3	136	99	5.615
IR58025A / SA14 R	276.1	276.1	92.21	319.7	139.3	96.92	5.83
SA15 A / SA14 R	280.6	280.6	101	313.8	139.2	98.29	5.895
IR79124A / SA14 R	230.3	230.3	82.66	270	122.6	99	5.985
IR78378A / SA14 R	242.3	242.3	86.03	287.4	131.1	99	6.05

PV: Peak Viscosity, TV: Trough Viscosity, BV: Breakdown Viscosity, FV: Final Viscosity, SV: Setback Viscosity, PT: Pasting Temperature, P Time: Peak Time

خصوصیات زراعی و مورفولوژی آنها، می‌توان از آنها در برنامه تولید بذر هیبرید استفاده نمود.

ارقام خوش کیفیت قرار داد. در مجموع ۵ هیبرید حاصل از والدین مختلف، از نظر تمامی خصوصیات مورد مطالعه مناسب بوده و با در نظر گرفتن سایر

References

منابع مورد استفاده

- Ali, A. J., G. A. Nematzadeh, H. Dorosti, M. Nouri, M. Allahgholipour, M. Ghodsi, R. Soroosh, A. Valizadeh, E. Alinejad, M. Sattari and F. Alinia. 2004. Current status of hybrid rice research in Iran. In: Proceedings of World Rice Research Conference 5-7 Nov. Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Allahgholipour, M., A. J. Ali, F. Alinia, T. Nagamine and Y. Kojima. 2006. Relationship between rice grain amylose and pasting properties for breeding better quality rice varieties. Plant Breeding, 125: 357-362.

- Allahgholipour, M., B. Rabiei, A. Ebadi, M. Hossieni and M. Yekta. 2010.** Starch viscosity parameters: New criteria for evaluation of cooking quality of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Iran. J. Crop Sci.12 (46) 140-151.
- Anonymous. 1995.** Approved methods for the AACC, 9th ed. Method 61-02 for RVA. American Association of Cereal Chemists (AACC), St. Paul, Minnesota, USA.
- Bao, J. S and Y. W. Xia. 1999.** Genetic control of paste viscosity characteristics in indica rice (*Oryza sativa* L.), Theor. Appl. Genet. 98: 1120-1124.
- Bao, J. S., X. W. Zheng, Y.W. Xia, P. He, Q. Y. Shu, X. Lu, Y. Chen and L. H. Zhu. 2000.** QTL mapping for the paste viscosity characteristics in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet., 100: 280-284.
- Ge, X. J., Y. Z. Xing, C. G. Xu and Y. Q. He. 2005.** QTL analysis of cooked rice grain elongation, volume expansion, and water absorption using a recombinant inbred population. Plant Breeding, 124: 121-126
- Gravios, K. A. and B. D. Webb. 1997.** Inheritance of long grain rice amylograph viscosity characteristics. Euphytica, 97: 25-29.
- Han, X. Z and B. R. Haymaker. 2001.** Amylopectin fine structure and rice starch paste breakdown. J. Cereal Sci. 34: 279-284.
- IRRI, 1979.** Chemical aspects of rice grain quality. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Juliano, B. O. 1985.** Criteria and tests for rice grain qualities. In: Juliano, B.O. (Ed.) Rice chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA.
- Juliano, B. O. 1991.** Rice in Human Nutrition. In: Martin D. J. and C. W. Wrigley (Eds.) Cereals International. Royal Aust. Chem. Inst., Melbourne, Australia.
- Kempthorne, O. 1957.** An introduction to genetic statistics. John Wiley and Nordskog. Inc, Chapman and Hall Ltd, London.
- Kuo, Y. C., B. D. Webb and J. W. Stansel. 1995.** Heterosis and combining ability of amylose content and amylographic breakdown viscosity in milled rice (*Oryza sativa* L.). J. Agric. Res. China, 44 (4): 391-402.
- Kuo, Y. C., B. D. Webb and J. W. Stansel. 1997.** Griffing and Hayman diallel analyses of variance for eating and processing quality parameters of milled rice. J. Agri. Res. China, 46 (1): 15-31.
- Li, C. Y., S. M. Chang and H. L. Yang. 1986.** Correlation between the physico-chemical properties and the eating quality of milled rice in Taiwan. Bull. Inst. Chem. Academia Sinica, 33: 55-62.
- Mo, H. D. 1993.** Quality improvement of rice grain in China. Sci. Agric. Sinca, 26: 8-14.
- Redhikareddy, K., Z. S. Ali and K. R. Bhattecharya. 1993.** The structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. Carbohydrate Polymers, 27: 267-275.
- Shu, Q. Y., D. X. Wu, Y. W. Xia, M. W. Gao and A. McClung. 1998.** Relationship between RVA profile character and eating quality in *Oryza sativa* L. Sci Agric. Sinica, 31: 25-29.

- Suzuki, H. 1979.** Amylography and alkali viscosigraphy of rice. In: Proceedings of Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. International Rice Research. Institute., Los Banos, Philippines.
- Wang, L. Q., W. J. Liu, Y. Xu, Y. Q. He and L. J. Luo. 2007.** Genetic basis of 17 traits and viscosity parameters characterizing the eating and cooking quality of rice grain. *Theor. Appl. Genet.* 115: 463-476.
- Wu, D. X., Q. Y. Shu and Y. W. Xia. 2001a.** Assisted- selection for early indica rice with good eating quality by RVA profiles. *Acta. Agron. Sinica*, 27 (2): 165-172.
- Wu, D. X., Q. Y. Shu and Y. W. Xia. 2001b.** Rapid identification of starch viscosity property of early Indica rice varieties with different apparent amylase content by RVA profile. *Chin. J. Rice Sci.*, 15 (1): 57-59.

Assessment of general and specific combining abilities of the starch paste viscosity properties in parental lines of hybrid rice

Allahgholipour, M.¹, B. Rabiei² and M. Yekta³

ABSTRACT

Allahgholipour, M., B. Rabiei and M. Yekta. 2011. Assessment of general and specific combining abilities of the starch paste viscosity properties in parental lines of hybrid rice. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13 (1) 178-193. (In Persian).

Starch comprises about 90% of milled rice, therefore the eating and cooking quality of rice is mainly affected by the starch properties. The eating and cooking quality of rice has usually been evaluated by three major physical and chemical properties of the starch including; amylose content, gel consistency and gelatinization temperature. In addition, other important properties of starch, such as paste viscosity have been established to evaluate more precisely the cooking quality of rice. To determine the general and specific combining ability of starch paste viscosity properties in the parental lines, five restorers and four cytoplasmic male sterile (CMS) lines were selected as lines and testers, respectively. These CMS and restoring lines were a random sample of parents from a reference population of rice breeding materials in Iran. Nine parents were crossed in a Line \times Tester crossing system in 2005. Twenty F1 hybrids and their parents were evaluated in a randomized complete block design with two replications for evaluating paste viscosity characteristics. The paste viscosity properties were determined by the Rapid Visco Analyzer. General combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) were determined by Kempthorne method. In this study, mean of the parents and hybrids were also compared with the local rice varieties for paste viscosity properties based on 95% confidence interval. The results revealed that effects of GCA and SCA were significant for all of the paste viscosity properties. The additive effect was greater than dominance and environmental effects for all of the paste viscosity properties, except pasting temperature. For this parameter, environmental effect was high. All of the parents were out of the confidence interval of the pasting properties. Therefore, they were not suitable for cooking and eating quality. However, among the crosses, five hybrids SA15A \times IR53R, IR79124A \times SepidroodR, SA15A \times SA14R, IR79124A \times IR53R and IR58025A \times SA14R were in the confidence interval of the pasting characteristics based on the paste viscosity properties, and had good cooking and eating quality similar to local rice varieties.

Key words: General combining ability, Hybrid rice, Line \times tester analysis, Paste viscosity properties and Specific combining ability.

Received: October, 2009 Accepted: June, 2010

1- Faculty member, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: alahgholipour@yahoo.com)

2- Associate Prof., Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

3- Research Officer, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran