# برآورد پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی برخی صفات مرتبط با عقیمی دانه گرده در تعدادی CMS لاین‌های اصلاح‌شده برنج

**عمّار افخمی قادی[*1] ، نادعلی بابائیان‌جلودار[2]، نادعلی باقری[3]، سیّد کمال کاظمی‌تبار[4]**

**۱، ۲، ۳ و ۴ به‌ترتیب کارشناس ارشد اصلاح نباتات پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، استاد، استادیار و دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.**

[*]ammar_136447@yahoo.com

## چکیده

معیار گزینش در لاین‌های نرعقیم برنج، جهت استفاده در برنامه برنج هیبرید، وجود عقیمی کامل دانه گرده و عقیمی خوشه در نسل‌های مختلف است. برای موفقیت در این امر و درک اطلاعات مربوط به ساختار ژنتیکی صفات مختلف بایستی پارامترهای ژنتیکی، فنوتیپی و عوامل محیطی مؤثر بر آنها نیز مشخص شود. صفاتی همچون طول بساک، درصد خروج خوشه، درصد عقیمی گرده، طول میله پرچم، طول کلاله، طول گلوم و تعداد گلچه از جمله صفات مهم بر افزایش دگرگشنی و مطلوبیت لاین‌های نرعقیم می‌باشند. در تحقیق حاضر از ۷ لاین نرعقیم سیتوپلاسمی بین‌المللی (A لاین) و تعداد ۳۳ لاین نرعقیم اصلاح شده حاصل از تلاقی برگشتی ارقام ایرانی با لاین‌های نرعقیم معرفی‌شده از ایری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. صفات طول بساک، درصد خروج خوشه، درصد عقیمی گرده، درصد عقیمی خوشه، طول میله پرچم، طول کلاله، طول گلوم، اندازه گلچه، عرض گلچه، تعداد گلچه، درصد دگرگشنی، تعداد روز تا شروع گلدهی و تعداد روز تا پایان گلدهی مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی صفات مرتبط با عقیمی دانه گرده برآورد گردید. نتایج نشان داد که صفات درصد عقیمی گرده، تعداد گلچه در خوشه، طول گلوم و طول میله پرچم ضریب تغییرات ژنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالایی نسبت به سایر صفات داشته، در نتیجه این صفات را می‌توان بعنوان معیار انتخاب در لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی با میزان دگرگشنی بالا در نظر گرفت. ضریب تغییرات محیطی برای درصد عقیمی دانه گرده (۰/۳۵) نشان می‌دهد که محیط تأثیر چندانی بر این صفت نداشته و با توجه به اینکه عقیمی لاین‌های نرعقیم از نوع عقیمی ژنتیکی- سیتوپلاسمی است کنترل آن نیز از طریق ژن‌های موجود در ژنتیک-سیتوپلاسم گیاه صورت می‌گیرد. همچنین وراثت‌پذیری صفت درصد عقیمی دانه گرده (۹۹/۹۸) بالاترین میزان وراثت‌پذیری بین صفات مورد مطالعه را داشته است که نشان از انتقال کامل این صفت به نسل‌های پیشرفته‌تر بوده و می‌توان به عقیم بودن لاین‌های نسل‌های بالاتر مطمئن بود. از نتایج این تحقیق می‌توان جهت انتخاب والدین مناسب و استفاده از آنها جهت پروژه‌های اصلاحی مبتنی بر هیبریداسیون به منظور یافتن نتاج با عملکرد بالا استفاده نمود.

**واژه‌های کلیدی: پارامترهای ژنتیکی، نرعقیمی سیتوپلاسمی، عقیمی دانه گرده و برنج.**

## مقدمه

فن‌آوری برنج هیبرید در بیش از ۲۰ کشور بعنوان ابزار اولیه برای افزایش عملکرد محصول برنج مطرح شده است. برنامه برنج هیبرید در چین، با روش‌های اصلاح برنج هیبرید و اصلاح لاین‌های برنج اینبرد ترکیب شده است.

در چین دوازده واریته هیبرید از جمله Piaéi64S/E32، Dyou-287، Guoyou-6، IIyou-28، Liangyou 287، Shennong 606 اصلاح شده و بصورت تجاری معرفی شده‌اند (Wang and Wu., 2006). بهترین آن‌ها یعنی II you 28، رکورد بالای ۱۸/۴ تن در هکتار را شکسته و رکورد جهانی جدید از لحاظ عملکرد برنج در واحد سطح در سال ۲۰۰۴ را ثبت کرده است. در چنین شرایطی نقش لاین‌های هیبرید روشن‌تر شده، استفاده از آن را ضروری می‌سازد (Nematzadeh and Valizade 2004).

جهت تولید بذرهای هیبرید تجاری در برنج نیز، به‌کارگیری پدیده نرعقیمی از ضروریات می‌باشد. اگرچه درجه دگرگشنی در برنج بسیار پایین (متوسط ۰/۵٪) می‌باشد (Farsi and Bagheri 2007)، اما برخی از صفات از جمله نرعقیمی، اندازه کلاله، خروج خوشه از غلاف تأثیر بسزایی در دگرگشنی برنج دارند. گزارشات متعددی نشان می‌دهد که تنوع زیادی از نظر صفات وابسته به آلوگامی در بین ارقام مختلف برنج وجود دارد. (Nematzadeh et al., 2006) بر همین اساس با بررسی خصوصیات آلوگامی نظیر طول بساک، طول کلاله، طول تخمدان، میزان خروج خوشه از غلاف و غیره از میان پنج لاین نرعقیم، سه لاین نعمت A، ندا A ، دشت A را در مقایسه با لاین IR58025A بعنوان والد مطلوب در تولید بذر هیبرید گزارش نمودند. تولید بذر مناسب هیبرید بستگی به خصوصیات خوشه، گلچه و کلاله لاین نرعقیم دارد. معیار گزینش در لاین‌های نرعقیم، وجود عقیمی کامل دانه گرده و خوشه آن‌ها در نسل‌های مختلف است. برای موفقیت در این امر و درک اطلاعات مربوط به ساختار ژنتیکی صفات مختلف بایستی پارامترهای ژنتیکی، فنوتیپی و عوامل محیطی موثر بر آنها نیز مشخص شود. یکی از این معیارها وراثت‌پذیری عمومی است که نشان دهنده سهم تغییرات ژنتیکی از کل تغییرات موجود می‌باشد. این معیار به طور غیرمستقیم سهم عوامل محیطی را نیز در کنترل یک صفت نشان می‌دهد، هرگاه سهم عوامل ژنتیکی بیشتر از عوامل محیطی باشد، نقش انتخاب می‌تواند مفید باشد، اما اگر سهم عوامل محیطی بیشتر باشد، انتخاب می‌تواند به نتایج مناسبی نرسد.

به طور کلی با توجه به تأثیر عقیمی دانه گرده لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی در میزان تولید بذر هیبرید و بذرهای نوکلئوس، هدف از این تحقیق برآورد پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی برخی صفات مرتبط با عقیمی دانه گرده در تعدادی CMS لاین‌های اصلاح‌شده برنج بود.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۸، از ۷ لاین نرعقیم سیتوپلاسمی بین‌المللی (A لاین) و تعداد ۳۳ لاین نرعقیم حاصل از تلاقی برگشتی ارقام ایرانی با لاین های نرعقیم معرفی شده از ایری (Babaeian jelodar *et al*., 2005) به همراه لاین والدینی در مزرعه آموزشی - پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری استفاده گردید. در زمان خوشه‌دهی، لاین‌های نرعقیم از مزرعه به گلخانه منتقل و با لاین نگهدارنده مربوطه تلاقی داده شدند. بعد از رسیدگی، بذور برداشت و در یخچال نگهداری شد. در سال زراعی ۱۳۸۹، بذور لاین‌های نرعقیم به صورت آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردید. بعد از گلدهی، صفاتی همچون طول کیسه بساک، طول میله پرچم، طول کلاله، طول گلوم، طول گلچه، عرض گلچه، عقیمی دانه گرده، عقیمی خوشه و میزان دگرگشنی اندازه‌گیری گردید. همه اندازه‌گیری صفات مطابق سیستم ارزیابی استاندارد انجام گرفت (IRRI, 2002). برای محاسبه پارامترهای ژنتیکی با استفاده از امید ریاضی، از روابط زیر استفاده شد:

واریانس خطای آزمایشی ($MS_e$) در واقع واریانس محیطی است ($V_E$) و واریانس بین واریته‌ها ($MS_t$) ناشی از واریانس محیطی و واریانس ژنتیکی است ($V_E + r\ V_G$).

$$\sigma^2_g = \frac{MSt - MSe}{r}$$ (واریانس ژنتیکی)

در این رابطه $MS_e$ میانگین مربعات خطای آزمایش و $MS_t$ میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها و r تعداد تکرار آزمایش می‌باشد.

$E\ (MS_e) = \sigma^2_e$ (واریانس محیطی)

$\sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e$ (واریانس فنوتیپی)

$$CV_g = GCV = \frac{\sqrt{\sigma^2 g}}{\bar{x}}$$ (ضریب تغییرات ژنتیکی)

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma^2 p}}{\bar{x}}$$ $CV_p =$(ضریب تغییرات فنوتیپی)

پیشرفت یا سود ژنتیکی ($G_A$)، تفاوت بین میانگین نتایج انتخاب شده و جمعیت منشأ است. که به صورت زیر برآورد می‌شود:

$$i.\ H_b.\sqrt{VP} = G_A$$ (پیشرفت ژنتیکی)

در این فرمول، i دیفرانسیل انتخاب استاندارد شده، $h^2$ وراثت‌پذیری عمومی و $\sigma^2 p$ واریانس فنوتیپی است. مقادیر دیفرانسیل انتخاب استانداردشده برای شدت انتخاب ۱٪ برابر ۲/۶۴ و برای شدت انتخاب ۵٪ برابر ۲/۰۶ می باشد.

$$h^2 = \frac{\sigma^2 g}{\sigma^2 p}$$ (وراثت‌پذیری عمومی)

به منظور یافتن روابط میان صفات مختلف آلوگامیک مربوط به گل، ضرایب همبستگی صفات محاسبه شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از نرم افزار SAS (Statistical Analysis System, 2002) و Excle استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین لاین‌های مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد برای کلیه صفات بود (جدول ۱). در مطالعه حاضر، بررسی سیتولوژی دانه گرده نشان دهنده این مطلب بود که تعدادی از لاین‌های مورد مطالعه دارای باروری گرده بالایی بودند و ورود سیتوپلاسم عقیم نتوانسته نتیجه رضایت‌بخشی نشان دهد بنابراین از برنامه هیبرید حذف شدند. از آنجا که در برنامه‌های اصلاحی، اصلاحگر بایستی از ساختار ژنتیکی صفات مختلف اطلاعات دقیقی داشته باشد تا بهترین روش اصلاحی را انتخاب نماید، تعدادی از پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی برای صفات مورد مطالعه برآورد شد. برآورد پارامترهای ژنتیکی مربوط به صفات آلوگامی نشان می‌دهد که ضریب تغییرات ژنوتیپی برای تمامی صفات کمتر از ضریب تغییرات فنوتیپی بوده که نشان‌دهنده اثر محیط روی صفات

مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۲). صفات درصد عقیمی گرده، تعداد گلچه در خوشه، طول گلوم، و طول میله پرچم ضریب تغییرات ژنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالایی نسبت به سایر صفات داشته در نتیجه این صفات را می‌توان بعنوان معیار انتخاب در اصلاح لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی با میزان دگرگشنی بالا در نظر گرفت. برای مثال ژنوتیپ‌های ندا A [ندا × خزر A]، ندا A [ندا × IR62829A]، ندا A [ندا × IR68888A]، دشت A [دشت × IR68888A]، اوندا A [اوندا × IR68888A]، IR68888A و IR69224A با داشتن عقیمی کامل، تعداد گلچه در خوشه بالا، طول گلوم و طول میله پرچم بیشتر، از درصد دگرگشنی بالایی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند (داده‌ها نمایش داده نشد). پایین‌ترین میزان ضریب تغییرات محیطی مربوط به سه صفت پایان گلدهی، درصد عقیمی دانه گرده و شروع گلدهی بوده است. ضریب تغییرات محیطی برای درصد عقیمی دانه گرده (۰/۳۵) نشان می‌دهد که محیط تأثیر چندانی بر این صفت نداشته و با توجه به اینکه عقیمی لاین‌های نرعقیم از نوع عقیمی ژنتیکی-سیتوپلاسمی است کنترل آن نیز از طریق ژن‌های موجود در ژنتیک- سیتوپلاسم گیاه صورت می‌گیرد. همچنین وراثت‌پذیری صفت درصد عقیمی دانه گرده (۹۹/۹۸) بالاترین میزان وراثت‌پذیری بین صفات مورد مطالعه را داشته است که نشان از انتقال کامل این صفت به نسل‌های پیشرفته‌تر بوده و می‌توان اطمینان خاطر از جهت عقیم بودن لاین‌های نسل بالاتر حاصل گردد. همچنین با توجه به وراثت‌پذیری نسبتاً زیاد صفات طول گلچه و درصد دگرگشنی، امکان بهبود این صفات و افزایش میانگین آن‌ها، با استفاده از روش‌های مناسب گزینش ژنتیکی وجود دارد.

ضرایب همبستگی صفات آلوگامی مختلف نشان‌دهنده این مطلب است که درصد عقیمی گرده با طول بساک (r = -۰/۳۹)، خروج خوشه از غلاف (r = -۰/۳۹)، طول گلچه ( r = -۰/۱۸) و درصد دگرگشنی (r = -۰/۴۶) رابطه منفی معنی‌دار داشته و با صفات درصد عقیمی خوشه (r =۰/۶۵) و طول میله پرچم (r =۰/۲۹)رابطه مثبت معنی‌داری داشته است (جدول ۳) عقیمی گرده عامل اصلی عقیمی خوشه می‌باشد (Zeng et all. 2009). برای مثال ژنوتیپ‌های شصتک محمدی A [شصتک محمدی × دانش ۲ A]، گرده A [گرده × IR68888A]، حسنی ریشک قرمز A [حسنی ریشک قرمز × دانش ۲ A]، طول بساک کوتاه‌تر، خروج خوشه کمتر، طول گلچه و درصد دگرگشنی کمتری داشته اما طول میله پرچم در آنها بیشتر بود، این لاین‌ها درصد عقیمی کامل یعنی ۱۰۰ درصد داشتند. همچنین درصد دگرگشنی با صفاتی نظیر عقیمی دانه گرده، عقیمی خوشه رابطه منفی و با صفاتی نظیر طول بساک (r =۰/۴۷) و خروج خوشه از غلاف (r =۰/۳۲) و اندازه گلچه (r =۰/۲۲) رابطه مثبتی داشته است. به طوری که ژنوتیپ‌هایی نظیر IR24A، اوندا A [اوندا × IR68899A]، ندا A [ندا × IR69224A]، که دارای طول بساک و اندازه گلچه بزرگتر و خروج خوشه بیشتری داشتند، درصد دگرگشنی بیشتر بوده است (داده‌ها نمایش داده نشد).

گزینش و اولویت‌بندی لاین‌های برتر مورد مطالعه از نظر صفات موثر در آلوگامی نظیر درصد عقیمی گرده، خروج خوشه از غلاف، درصد دگرگشنی و تعداد گلچه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های IR69224A، IR68888A، اوندا A (اوندا × IR68899A) ، ندا A (ندا × خزر A)، نعمت A (نعمت × IR62829A) و گرده A (گرده × IR68888A) می‌باشد. از نتایج این تحقیق می‌توان جهت انتخاب والدین مناسب و استفاده از آنها جهت پروژه‌های اصلاحی مبتنی بر هیبریداسیون و دیگر روش‌ها به منظور یافتن نتاج با عملکرد بالا استفاده نمود.

**جدول ۱- تجزیه واریانس تعدادی از صفات مرتبط با خصوصیات آلوگامی در لاین‌های نرعقیم برنج مورد مطالعه.**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | MS | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول کیسه بساک | خروج خوشه | درصد عقیمی گرده | درصد عقیمی خوشه | طول میله پرچم | طول کلاله | طول گلوم | طول گلچه | عرض گلچه | تعداد گلچه | درصد دگرگشنی | شروع گلدهی | پایان گلدهی |
| تکرار | ۲ | ۰/۱۲$^{*}$ | ۱۰۸/۲۴$^{ns}$ | ۰/۰۰$^{ns}$ | ۱/۷۱$^{ns}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۱/۴۷$^{ns}$ | ۰/۰۴$^{ns}$ | ۰/۱۷$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۲۵۷۶/۱۰$^{ns}$ | ۳/۵۳$^{ns}$ | ۰/۰۲$^{ns}$ | ۰/۰۶$^{ns}$ |
| لاین | ۳۹ | ۰/۱۴$^{**}$ | ۲۹۱/۶۲$^{**}$ | ۱۳۷۱/۲۳$^{**}$ | ۵۰۹/۸۵$^{**}$ | ۰/۶۲$^{**}$ | ۱۰/۳۵$^{**}$ | ۰/۸۶$^{**}$ | ۴/۷۳$^{**}$ | ۰/۳۲$^{**}$ | ۵۲۰۶/۲۲$^{**}$ | ۲۲۳/۴۵$^{**}$ | ۱۷۱/۹۱$^{**}$ | /۲۹$^{**}$ ۱۳۲ |
| اشتباه آزمایشی | ۷۸ | ۰/۰۳ | ۶۳/۶۴ | ۰/۱۰ | ۳۶/۳۰ | ۰/۰۷ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ | ۰/۱۳ | ۰/۰۳ | ۹۰۳/۳۴ | ۴/۶۸ | ۰/۱۱ | ۰/۰۳ |
| CV (%) | | ۷/۵۴ | ۹/۶۲ | ۰/۳۶ | ۶/۳۱ | ۱۰/۱۱ | ۷/۵۱ | ۵/۵۹ | ۳/۶۲ | ۵/۹۱ | ۱۶/۲۳ | ۲/۸۲ | ۰/۳۸ | ۰/۱۷ |

*و ** ؛ به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد, ns ؛غیر معنی دار.

**جدول۲- پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی برخی از صفات مرتبط با عقیمی دانه گرده لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی (CMS)**

| صفات | F | %CV | GCV | PCV | ECV | $h^2_{bs}$% | ΔG(S) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طول بساک | ۴/۶۲** | ۷/۵۴ | ۸/۴۱ | ۱۱/۳۱ | ۷/۵۷ | ۵۵/۲۲ | ۲۹/۴۵ |
| درصد خروج خوشه | ۴/۵۸** | ۹/۶۲ | ۱۰/۵۱ | ۱۴/۲۵ | ۹/۶۲ | ۵۴/۴۲ | ۱۳۲۴/۷۹ |
| درصد عقیمی گرده | ۱۳۳۶۹/۵۳** | ۰/۳۶ | ۲۳/۰۳ | ۲۳/۰۳ | ۰/۳۵ | ۹۹/۹۸ | ۴۲۳۹/۸۵ |
| درصد عقیمی خوشه | ۱۴/۰۵** | ۶/۳۱ | ۱۳/۱۶ | ۱۴/۶۰ | ۶/۳۱ | ۸۱/۳۰ | ۲۳۳۳/۶۹ |
| طول میله پرچم | ۸/۵۹** | ۱۰/۱۱ | ۱۶/۰۷ | ۱۶/۳۸ | ۹/۹۴ | ۹۶/۳۲ | ۸۶/۴۹ |
| طول کلاله | ۱۰/۳۵** | ۷/۵۱ | ۱۴/۷۵ | ۱۶/۶۹ | ۷/۸۱ | ۷۸/۱۰ | ۵۹/۵۵ |
| طول گلوم | ۲۹/۷۹** | ۵/۵۹ | ۱۷/۴۰ | ۱۸/۲۱ | ۵/۶۹ | ۹۰/۲۳ | ۱۰۲/۹۹ |
| طول گلچه | ۳۵/۲۳** | ۳/۶۲ | ۱۲/۲۲ | ۱۲/۲۸ | ۳/۵۶ | ۹۹/۱۶ | ۲۵۳/۹۸ |
| عرض گلچه | ۱۱/۱۶** | ۵/۹۱ | ۱۰/۸۶ | ۱۲/۴۳ | ۶/۰۴ | ۷۶/۳۸ | ۵۶/۰۷ |
| تعداد گلچه | ۵/۷۶** | ۱۶/۲۳ | ۲۰/۴۶ | ۲۶/۱۲ | ۱۶/۲۴ | ۶۱/۳۶ | ۶۱۱۱/۰۷ |
| درصد دگرگشنی | ۴۷/۶۹** | ۲/۸۱ | ۱۱/۰۷ | ۱۱/۵۷ | ۲/۸۲ | ۹۱/۵۴ | ۱۶۷۵/۳۲ |
| شروع گلدهی | ۱۵۵۶/۱۸** | ۰/۳۸ | ۸/۷۳ | ۸/۷۴ | ۰/۳۸ | ۹۹/۸۱ | ۱۵۵۷/۴۰ |
| پایان گلدهی | ۴۰۴۶/۵۳** | ۰/۱۶ | ۶/۱۰ | ۶/۱۰ | ۰/۱۶ | ۹۹/۹۳ | ۱۳۶۷/۳۳ |

ضریب تغییرات =CV  آماره محاسباتی فیشر =F  ضریب تغییرات فنوتیپی =PCV ضریب تغییرات ژنتیکی =GCV

واریانس فنوتیپی =VP  پیشرفت ژنتیکی =$\Delta G_{(S)}$  توارث پذیری عمومی = $h^2_{bs}$

**جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات آلوگامی مختلف در لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی برنج.**

| صفت | AL | EP | S | SP | FL | SL | FS | FW | FN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طول بساک | | | | | | | | | |
| درصد خروج خوشه | ۰/۱۶ ns | | | | | | | | |
| درصد عقیمی گرده | -۰/۳۹** | -۰/۳۹** | | | | | | | |
| درصد عقیمی خوشه | -۰/۳۰** | -۰/۲۴** | ۰/۶۵** | | | | | | |
| طول میله پرچم | -۰/۰۷ ns | -۰/۱۴ ns | ۰/۲۹** | ۰/۱۵ ns | | | | | |
| طول کلاله | ۰/۰۹ ns | -۰/۰۹ ns | ۰/۰۳ ns | -۰/۱۳ ns | -۰/۰۳ ns | | | | |
| طول گلچه | ۰/۲۹** | -۰/۲۱* | -۰/۱۸* | -۰/۲۰** | ۰/۱۶ ns | ۰/۲۶** | | | |
| عرض گلچه | -۰/۲۷** | ۰/۱۱ ns | ۰/۱۵ ns | ۰/۰۵ ns | ۰/۱۲ ns | -۰/۱۴ ns | -۰/۳۲** | | |
| تعداد گلچه | ۰/۱۶ ns | -۰/۰۷ ns | -۰/۰۱ ns | ۰/۲۳* | -۰/۰۹ ns | -۰/۲۹** | ۰/۱۸ ns | -۰/۴۱** | |
| درصد دگرگشنی | ۰/۴۷** | ۰/۳۲** | -۰/۴۶** | -۰/۵۶** | -۰/۰۹ ns | ۰/۰۹ ns | ۰/۲۲* | -۰/۱۲ ns | -۰/۱۵ ns |

*و ** ؛ به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد, ns ؛ غیر معنی دار.

AL: طول بساک، EP: درصد خروج خوشه، S: درصد عقیمی گرده، SP: درصد عقیمی خوشه FL: طول میله پرچم، SL: طول کلاله، FS: اندازه گلچه، FW: عرض گلچه، FN: تعداد گلچه.

## منابع

Babaeian Jelodar N, Bagheri N and Nattaj E, 2005. Development of new Iranian male sterile and restorer lines for developing three –line rice hybrid and quality of hybrid rice. 5th International Rice Genetics Symposium and 3rd International Rice Functional Genetics Symposium, 19-23 Novamber. Manila, Philippines, p. 67.

Farsi M and Bagheri A, 2007. Principles of plant breeding. Mashhad Book Co (In Farsi).

IRRI, 2002. Standard evaluation system. International Rice Research Institute, Manila. Philppines.

Nematzadeh G and Valizade A, 2004. Hybrid rice breeding. Mazandaran Book Co. (In Farsi).

Nematzadeh G, Oladi M and Kiani G, 2006. Evaluation of Allogamy Associated Traits in Rice for Hybrid Seed Production Using CMS System. Journal of Crop Breeding, 3 (2): 47 - 57. (In Farsi).

Wang W and Wu XJ, 2006. Research progress on two-line super hybrid rice breeding in China. Hybrid Rice 21, 5–9 (in Chinese with an English abstract).

Zeng Bo, Min LI, Yong Y, TAN Z, Chen Ju, Dong Hua Lin and Si-Bin YU, 2009. Mapping of a Novel Semisterile Pollen QTL in Rice Acta Agronomica Sinica, 35(9): 1584–1589.