برآورد پارامترهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در لاین‌های جدید کرم ابریشم ایران و هتروزیس هیبریدهای حاصل از تلاقی آنها

سید ضیاءالدین میرحسینی[۱]، علیرضا صیداوی[۲] و مانی غنی پور[۳]

چکیده

معرفی و عرضه لاین‌ها و هیبریدهای جدید کرم ابریشم مستلزم آزمون‌های تکمیلی به‌ویژه برآورد قابلیت‌های ترکیب پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها و تخمین میزان هتروزیس هیبریدها می‌باشد. برآورد این پارامترهای ژنتیکی در چهار لاین خالص کرم ابریشم از گروه ژاپنی به نام‌های Xihang1، Xihang2، Xihang3 و 101433 و سه لاین خالص از گروه چینی تحت عنوان Koming1، Koming2 و Y، که اخیراً پس از اتمام برنامه‌های اصلاح نژادی جداسازی شده اند، مورد بررسی قرار گرفت. صفات اقتصادی این لاین‌ها و همچنین هیبریدهای حاصل از آنها رکوردگیری و مورد تجزیه و تحلیل واقع شد. اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی برای کلیه صفات معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). ترکیب پذیری عمومی لاین‌های چینی برای صفات تولیدی بسیار معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۰۱) ولی برای خصوصیات مقاومت معنی دار نبود. در گروه لاین‌های ژاپنی ترکیب پذیری عمومی صفات تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره در لاین 101433 (به ترتیب ۱٤/۸٤، ۳٤/۵۵ و ۱۰/٦۵) بالاتر از سایرین بود. بالاترین ترکیب پذیری عمومی صفات فوق در لاین‌های چینی متعلق به لاین Koming1 به ترتیب(۵/۸٦، ۹ و ۲/۸۲) بود.

۱- گروه علوم دامی دانشگاه گیلان، مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

این مقاله در تاریخ ۱۳۸۳/۱/۱۵ دریافت و چاپ آن در تاریخ ۱۳۸۳/۸/۱۲به تصویب نهایی رسید.

ترکیب پذیری خصوصی برای کلیه صفات تولیدی و صفت تعداد لارو زنده معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). ترکیب‌پذیری خصوصی صفات مقاومت در هیبرید Xihang1×Koming1 بالاتر از سایر هیبریدها بود. لاین‌های چینی دارای مقاومت زیاد و تنوع ژنتیکی پایین برای صفات مقاومت بوده، ولی لاین‌های ژاپنی مقاومت کمتری نشان داده و دارای تنوع ژنتیکی زیادی هستند. بالا بودن واریانس ژنتیکی غیر افزایشی صفات پیله نشان دهنده تاثیر بالای هتروتیک روی صفات فوق می‌باشد.

واژگان کلیدی: ترکیب پذیری عمومی، ترکیب پذیری خصوصی، هتروزیس، کرم ابریشم

مقدمه

حدود هشتاد هزار نوغاندار در ایران به تولید ابریشم اشتغال دارند. هر گونه بهبود کمی و کیفی تخم نوغان تجاری کشور، به نوبه خود تاثیر مستقیم بر وضع معیشتی کشاورزان تولیدکننده ابریشم و نیز تاثیر غیر مستقیم بر زندگی بافندگان و دست اندرکاران صنعت فرش خواهد گذارد. یکی از راهکارهایی که می تواند موجب توسعه عملکرد و بهبود تولید ابریشم شود، معرفی لاین‌های جدید با قابلیت ترکیب پذیری عمومی[۱] و خصوصی[۲] مناسب و توان هتروزیس بالا می‌باشد (۱). در ابتدای دهه ۹۰ رایار و گوویندان (۱۰)، استرانیکوف و همکاران (۱۲) و آشوکا و گوویندان (۳) وجود هتروزیس مثبت را در مورد چند صفت هیبریدهای جدید کرم ابریشم گزارش و نحوه عملکرد و ساختار ژنی افزایشی[۳] را مسئول این ساز و کار عنوان نمودند. بعدها نیز این پدیده توسط سایر پژوهشگران در سویه‌های دیگر کرم ابریشم گزارش شد (۱۳). قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی و اجزای آن هم پیش از این توسط سایر پژوهشگران در مورد سویه‌های خارجی مورد بررسی قرار گرفته است (۵ و ۸). ناگاراجا و همکاران (۷) عنوان کردند اثر ژنی افزایش در اکثر صفات اقتصادی کرم ابریشم

۱- General Combining Ability (GCA)

۲- Specific Combining Ability (SCA)

۳- Additive gene action

دخیل است. در سال ۱۹۹۷ نیز اثر ژنی افزایش و وجود بالاترین قابلیت ترکیب پذیری عمومی در برخی سویه‌های کرم ابریشم گزارش شد (۹). کومار و همکاران (۵) نیز نشان دادند طول الیاف ابریشمی در چند هیبرید جدید کرم ابریشم به لحاظ ساختار عملکرد ژنی از هتروزیس مثبت برخوردار است. همچنین آنها قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی این صفت را نیز محاسبه و گزارش نمودند (۵). در برخی گزارش‌ها مشخص شده است که تلاقی جنس ماده واریته‌های چند نسله با جنس نر واریته‌های دو نسله موجب هتروزیس بیشتر می‌شود (٤). پیش از آن ملادنف (٦) ساختار پدیده هتروزیس در تلاقی‌های داخل لاینی و بین لاینی را گزارش کرده بود. تاکنون تنها چند گزارش محدود راجع به بررسی این پارامترها در سویه‌های داخلی منتشر شده است. از جمله میرحسینی و همکاران (۱۳۸۳) هتروزیس، ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری خصوصی خصوصیات پیله را در پنج گروه بومی و دو نژاد اصلاح شده کرم‌ابریشم ایران بررسی کردند. آنها معتقد بودند درصد هتروزیس وزن قشر پیله بیشتر از وزن پیله و درصد قشر پیله است و مقادیر هتروزیس صفت وزن پیله و وزن قشر پیله در سطح آماری یک درصد معنی‌دار و درصد قشر پیله در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دارند. طبق نتایج بدست آمده، هتروزیس هیبریدهای بومی× چینی بیشتر از میانگین هتروزیس هیبریدهای بومی× ژاپنی بود (۱). همچنین درصد هتروزیس صفت درصد قشر پیله کمترین مقدار را نشان داد؛ به‌طوری‌که برای بعضی هیبریدها هتروزیس منفی بود. در کل اثرات هتروتیک وزن قشر پیله و وزن پیله از درصد قشر پیله بیشتر بود. آنها گزارش کردند گروه‌های بومی کرم ابریشم کشور دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی بالایی نسبت به نژادهای اصلاح شده ۱۱۰ و ۱۰۷ هستند که این نژادهای اصلاح شده در حال حاضر برای تهیه تخم‌نوغان‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند(۱).

لذا این تحقیق با هدف برآورد پارامترهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی، خصوصی و میزان هتروزیس در واریته‌های جدید کرم ابریشم اهلی ایران و شناخت بهترین ترکیب‌شونده‌ها برای معرفی و عرضه به بازار کشور به اجرا درآمد. واریته‌های فوق قبلاً توسط غلامی و همکاران (۱۳۸۱) معرفی شده بودند(۲).

مواد و روش‌ها

در این آزمایش به‌طور همزمان در سال ۱۳۸۲ از هفت لاین جدید کرم ابریشم شامل لاین‌های گروه ژاپنی Xihang1، Xihang2، Xihang3 و 101433 و لاین‌های گروه چینی Koming1، Koming2 و Y و دوازده هیبرید حاصل از تلاقی افراد ماده گروه ژاپنی با افراد نر گروه چینی شامل هیبریدهای Xihang1×Koming1، Xihang1×Koming2، Xihang1×Y، Xihang2 × Koming1، Xihang2 × Koming2، Xihang2 × Y، Xihang3 × Koming1، Xihang3 × Koming2، Xihang3 × Y، 101433 × Koming1، 101433 × Koming2 و 101433 × Y به‌طور همزمان در یک سال استفاده شد.

تغذیه و سایر شرایط پرورش لاروها بر اساس شرایط استاندارد انجام شد (۱۰ و ۱۲). شش صفت مورد اندازه‌گیری شامل صفات مشخص کننده مقاومت لاروی و شفیره (تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره‌ها) و صفات تولیدی (وزن پیله منفرد، وزن قشر پیله منفرد و درصد قشر پیله منفرد) بودند.

این تحقیق به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل (اثر ترکیب پذیری عمومی لاین‌های چینی و ژاپنی به عنوان فاکتورهای آزمایش و ترکیب پذیری خصوصی به عنوان اثر متقابل بین دو فاکتور) در قالب طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار (هر تکرار شامل ۲۵۰ لارو سن چهارم) در هر تیمار انجام شد. برای خصوصیات انفرادی پیله، در هر تکرار ۲۵ پیله نر و ۲۵ پیله ماده رکوردگیری شدند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS در برنامه GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت (۱۱). برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش دانکن استفاده شد.

برای آزمون آماری پارامترهای قابلیت ترکیب پذیری از مدل آماری زیر استفاده گردید:

$$y_{ijkl} = \mu_i + jGCA_{ij} + cGCA_{ik} + SCA_{ijk} + e_{ijkl}$$

علایم در رابطه فوق به شرح زیر می باشند:

y_{ijkl}= رکورد تکرار l حاصل از تلاقی لاین ژاپنی j و لاین چینی k برای صفت i

μ_i= میانگین صفت i

$jGCA_{ij}$= اثر قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاین ژاپنی j برای صفت i

GCA_{ik}= اثر قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاین چینی k برای صفت i

SCA_{ijk}= اثر قابلیت ترکیب پذیری خصوصی هیبرید حاصل از تلاقی لاین ژاپنی j با لاین چینی k برای صفت i

e_{ijkl}= اثر عوامل باقیمانده

در مدل فوق تمامی اثرات تصادفی بوده و به‌منظور برآورد مؤلفه‌های واریانس مدل از رویه VARCOMP (روش REML) نرم‌افزار SAS استفاده شد.

مدل آماری مورد استفاده برای آزمون هتروزیس هم به صورت زیر بود:

$$H_{ijk} = \mu_i + V_{ij} + e_{ijk}$$

در رابطه بالا علایم به شرح زیر هستند:

H_{ijk}= درصد هتروزیس تکرار k مربوط به هیبرید j برای صفت i

μ_i= میانگین درصد هتروزیس برای صفت i

V_{ij}= اثر هیبرید j روی درصد هتروزیس صفت i

e_{ijk}= اثر عوامل باقیمانده

برای برآورد پارامترهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA_i)، خصوصی (SCA_{ij}) و هتروزیس (H_{ij}) از روابط زیر استفاده گردید(۱۱):

$$GCA_i = M_i - \mu$$

$$SCA_{ij} = M_{ij} - (GCA_i + GCA_j + \mu)$$

$$H_{ij} = \frac{M_{ij} - \left(\frac{M_i + M_j}{2}\right)}{\left(\frac{M_i + M_j}{2}\right)} \times 100$$

علایم در روابط فوق الذکر به‌صورت زیر می باشند:

μ= میانگین کل هیبریدها

M_i= میانگین هیبریدهای مربوط به لاین i

M_{ij}= میانگین هیبرید حاصل از تلاقی لاین‌های i و j

نتایج و بحث

در جدول شماره ۱ میانگین صفات تحت آزمایش در لاین‌های ژاپنی و چینی نشان داده شده است. بالاترین میانگین صفات وزن پیله (گرم)، وزن قشر پیله (گرم) و درصد قشر پیله (درصد) به ترتیب متعلق به لاینهای Koming1 (۱/٤۷۷)، ۲ (۰/۳۳٦) و ۲ (۲۳/۱۸) و پایین‌ترین میانگین خصوصیات فوق به ترتیب به لاین‌های Xihang2 (۱/۱۵۳)، Xihang2 (۰/۲٤۳) و Koming2 (۱۸/۸۹) تعلق داشت. بالاترین میانگین صفات تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره متعلق به لاین Koming2 (به ترتیب ۲۱٤/۸، ۱۹۳/۸ و ۹۰/۱۹) بود و پایین‌ترین میانگین این خصوصیات به ترتیب به لاین‌های Xihang1 (۱٤٦/۸)، Xihang1 (۱۱۳/۲) و Xihang3 (۷٤/۲۹) تعلق داشت. نتایج نشان می‌دهد میزان مقاومت لاین‌های چینی در برابر شرایط محیطی بیشتر از لاین‌های ژاپنی است. همچنین لاین‌های Koming2 و Xihang1 به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقاومت را در بین واریته‌های مورد مطالعه دارا بودند. پیش از این هم وجود اختلاف میانگین صفات اقتصادی فوق در لاین‌های با منشأ ژاپنی و چینی گزارش شده بود (۸).

لاین‌های کرم ابریشم دارای سیستم آمیزشی بسته هستند، در نتیجه فراوانی ژنی در آنها متفاوت بوده و دارای ترکیب ژنتیکی متفاوت می باشند. بدین جهت اثرات ژنتیکی افزایشی، غالبیت، اپیستازی و نیز اثرات متقابل بین آنها روی صفات بیولوژیکی لاین‌های گوناگون متفاوت خواهد بود. رانش تصادفی ژنی در هنگام جداسازی لاین‌ها، وقوع جهش و مهاجرت، سابقه اجرای برنامه‌های مختلف اصلاح نژادی و انتخاب و بالاخره نوع جامعه مبنا که لاین‌ها از آن منشأ گرفته‌اند را باید از عوامل اصلی بوجود آورنده تنوع و فاصله ژنتیکی بین لاین‌ها ذکر نمود. عوامل نام‌برده در ایجاد تفاوت ارزش ژنتیکی صفات و در نتیجه میانگین آنها در لاین‌های خالص نقش مؤثری ایفا می‌کنند. با توجه به اینکه لاین‌های مورد مطالعه در شرایط تقریباً یکسانی پرورش یافته اند، عوامل محیطی را نباید از گزینه‌های تأثیرگذار بر تنوع میانگین خصوصیات اقتصادی در بین لاین‌ها دانست. لازم به توضیح است که سهم اثرات متقابل ژنتیک × محیط بر روی صفات نباید از نظر پنهان بماند.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه برای قابلیت ترکیب‌پذیری (جدول شماره۲)، اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی برای کلیه صفات معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). اثر قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاین‌های چینی برای صفات تولیدی به شدت معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۰۱)، در صورتیکه این اثر برای صفات مقاومت معنی‌دار نبود.

قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی گرچه برای صفت تعداد لارو زنده معنی دار بود (P<۰/۰۵)، ولی برای صفات تعداد شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره معنی دار نبود. ترکیب پذیری خصوصی صفات تولیدی به شدت معنی دار بود (P<۰/۰۰۰۱). در نتیجه خصوصیات پیله تحت تاثیر هر دو نوع اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی قرار دارد، در حالیکه تأثیر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی روی صفات مقاومت بسیار ناچیز به نظر می رسد. معنی‌دار بودن ترکیب‌پذیری عمومی صفات مقاومت لاروی و شفیره در لاین‌های ژاپنی (علی رغم میانگین پایین این خصوصیات)، نشاندهنده وجود اثرات افزایشی درکنترل ژنتیکی این صفات می باشد. در نتیجه می‌توان انتظار داشت با انتخاب لاین‌های ژاپنی برتر از نظر خصوصیات مقاومت به عنوان پایه والدینی برای آمیخته‌گری و آمیزش، مقاومت هیبریدها به میزان زیادی افزایش یابد. در مقابل، در لاین‌های چینی (علی رغم برتری در میانگین صفات مقاومت) صفات مقاومت از واریانس ژنتیکی افزایشی پایینی برخوردار می باشند و انتظار می رود در هیبریدهای حاصل، از نظر مقاومت بهبود قابل توجهی ایجاد نشود. پیش از این نیز گزارش‌های مشابهی در مورد سویه‌های کشورهای دیگر منتشر شده بود (۷).

در جدول شماره ۳ برآورد پارامترهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی ارائه شده است. در لاین‌های ژاپنی بالاترین ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت (تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره) و صفت درصد قشر پیله متعلق به لاین 101433 (۱٤/۸٤، ۳٤/۵۵، ۱۰/٦۵ و ۰/۲۸۳) و صفات وزن پیله و وزن قشر پیله متعلق به لاین Xihang1 (به ترتیب ۰/۰۵۷۳ و ۰/۰۱۲٦) بود. پایین ترین ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت به لاین Xihang1 (به ترتیب ۱۵/۹-، ۳۸/۸۵- و ۱۳/٤۳-)، صفات وزن پیله و وزن قشر پیله به لاین Xihang2 (به ترتیب ۰/۰٦۸۷- و ۰/۰۱٦۸-) و صفت درصد قشر پیله به لاین Xihang3 (۰/۱۹۸-) تعلق داشت.

نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهند واریته 101433 مقاومت ضعیف و توان تولیدی بالا دارد. با توجه به ترکیب پذیری عمومی بالای صفات مقاومت و نیز ترکیب پذیری مثبت صفات تولیدی، لاین مذکور از گزینه‌های مناسب جهت استفاده در آمیخته گری می باشد. میانگین و ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت در لاین Xihang1 پایین بوده، در حالیکه برای صفات تولیدی عکس این مطلب صادق است. در لاینهای چینی ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت در لاین Koming1 بالاتر (به ترتیب ۵/۸۶، ۹ و ۲/۸۲) و در لاین Y پایینتر (به ترتیب ۸/۹۲-، ۱۶/۲۹- و ۵/۷۵-) بود. ترکیب پذیری صفات تولیدی (وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله) در لاین Y (به ترتیب ۰/۰۳۰۹، ۰/۰۱۳۷ و ۰/۳۵٤) بالاتر بود، در حالیکه پارامتر مذکور به ترتیب در لاین‌های Koming2 (۰/۰۳۷-)، Koming2 (۰/۰۰۹۱-) و Koming1 (۰/۲۰۱-) پایین تر بود. تضاد ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت و صفات پیله نشان دهنده همبستگی ژنتیکی منفی بین آنها می‌باشد. میانگین و ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت در لاین Y پایین بوده و میانگین و ترکیب پذیری عمومی صفات تولیدی در لاین فوق بالا است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، میزان و تنوع ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت در بین واریته‌های ژاپنی بیشتر از لاین‌های چینی است. این نتایج پیش از این هم بیان شده بود (۳) و پژوهش فعلی تأییدی بر نتایج گزارش‌های قبلی می باشد.

عملکرد آمیخته‌های F_1 به انتخاب صحیح والدین مناسب و فاصله ژنتیکی بین آنها بستگی دارد. والدین دارای توان ترکیب بالا برای توسعه جمعیت و اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی بسیار مناسب هستند، این لاین‌ها وراثت پذیر بوده و می‌توانند به راحتی تثبیت گردند. توان ترکیب عمومی از اثرات افزایشی و نیز اثرات متقابل افزایشی × افزایشی تشکیل می شود، بنابراین انتظار می‌رود آمیخته‌های حاصل از تلاقی والدین دارای ترکیب پذیری عمومی بالا، از هتروزیس بالایی برخوردار باشند.

ترکیب پذیری خصوصی صفات تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره در هیبرید Xihang1×Koming1 (به ترتیب ۱۸/٤۱، ۲۱/٦۲ و ۵)، صفات وزن پیله و وزن قشر پیله در Xihang2×Koming2 (به ترتیب ۰/۰۵۹٤ و ۰/۰۲۱) و صفت درصد قشر پیله در Xihang2×Y (۱/۲۳۹) بالاتر بود. میزان ترکیب پذیری خصوصی هیبریدها با اختلاف ژنتیکی

لاین‌های والدینی (با توجه به علامت و میزان ترکیب پذیری عمومی آنها) رابطه مستقیم دارد. عموما یکی از پایه‌های پدری یا مادری مربوط به آمیزش‌های برتر از نظر SCA، GCA منفی داشته است که نشان می دهد بعضا از تلاقی دو والد ضعیف از نظر GCA، نتاج به دلیل SCA مثبت عملکرد خوبی خواهند داشت (۵ و ۹). به‌طور کلی هیبرید Xihang1×Koming2 برای صفات مقاومت و هیبرید Xihang2×Koming2 برای صفات تولیدی بالاترین SCA را نشان دادند و بنابراین انتظار می رود نتاج مربوط از نظر صفات فوق الذکر میانگین بهتری داشته باشند.

توان ترکیب اختصاصی از اثرات غیر افزایشی، اثرات غالبیت و سایر اثرات متقابل تشکیل می‌شود. ارزش ترکیب اختصاصی قابل توارث نبوده و بنابراین نمی‌تواند در اصلاح نژاد لاین‌های خالص مورد استفاده قرار گیرد. آمیخته‌های دارای توان ترکیب اختصاصی بالا برای استفاده تجاری مناسب هستند. در بعضی از موارد، نژادهای والدینی دارای عملکرد مطلوبی هستند، در حالیکه آمیخته‌های F_1 آنها از توان تولیدی خوبی برخوردار نیستند. در چنین شرایطی، آزمون توان ترکیب نقش مهمی در تعیین والدین و آمیخته‌های آینده دار ایفا می کند. برآورد مولفه‌های واریانس ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در جدول شماره ٤ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد واریانس ترکیب پذیری عمومی صفات مقاومت (که نشاندهنده واریانس ژنتیکی افزایشی می باشد) در لاینهای ژاپنی بسیار بیشتر از لاین‌های چینی است. در نتیجه در لاینهای چینی واریانس ژنتیکی غیر افزایشی سهم عمده ای از تنوع صفات مقاومت را تشکیل می دهد، در حالیکه در لاینهای ژاپنی واریانس ژنتیکی افزایشی برای صفات تعداد لارو زنده، تعداد شفیره زنده و درصد ماندگاری شفیره به ترتیب ۰/۵، ۳ و ۱۵ برابر واریانس ژنتیکی غیر افزایشی است. سهم واریانس ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی از واریانس کل صفت وزن پیله در لاینهای ژاپنی تقریبا برابر بود، اما در لاین‌های چینی وزن پیله بیشتر تحت تاثیر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی قرار دارد. همچنین طبق نتایج حاصل از این پژوهش، صفات وزن قشر پیله و درصد قشر پیله به شدت تحت تاثیر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی قرار دارند.

اختلاف بین هیبریدها از نظر درصد هتروزیس برای صفات وزن پیله ($P<0/001$) و درصد ماندگاری شفیره ($P<0/05$) معنی دار بوده و برای سایر صفات معنی دار نبود (جدول شماره ۵). درصد هتروزیس صفات وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله و تعداد

لارو زنده به ترتیب در هیبریدهای Xihang1×Y (۳۲/۱٤)، Xihang2×Koming2 (٤٤/۳۳)، Xihang3×Koming1 (۱۳/۸٤) و Xihang1×Koming2 (۲۳/۲۸) و صفات تعداد شفیره زنده (۳۱/۲۸) و درصد ماندگاری شفیره (۱۹/٥٤) در هیبرید Xihang3×Y بالاتر بود. درصد هتروزیس صفات مقاومت در هیبرید Xihang1×Y (به ترتیب ۵/۳۲-، ۲۹/٦٦- و ۲۹/۲۷-) و صفات تولیدی در هیبرید Xihang3×Koming2 (به ترتیب ۷/۳۵، ۸/۸۸ و ۰/۵۱) پایین تر بود. مقایسه ترتیب SCA و هتروزیس برای صفات تحت مطالعه نشان می دهد که این ترتیب‌ها تقریبا شبیه یکدیگر می باشند. در هیبریدهای Xihang2×Koming1، Xihang3×Koming2 و Xihang3×Y صفات تعداد شفیره زنده و درصد قشر پیله و در سایر هیبریدها صفات وزن قشر پیله و درصد ماندگاری شفیره به ترتیب بیشترین و کمترین درصد هتروزیس را نشان دادند (جدول شماره ٦). در بیشتر واریته‌ها درصد هتروزیس صفات تولیدی بالاتر از هتروزیس صفات مربوط به ماندگاری لارو و شفیره بود. در میان صفات پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان هتروزیس را به خود اختصاص دادند. این امر نشان‌دهنده سهم بالای اثرات غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات می باشند. درصد هتروزیس صفات مقاومت در هیبریدهای مورد مطالعه بسیار متنوع و در بعضی از آنها منفی بود. بالا بودن درصد هتروزیس صفات تولیدی را می‌توان با توجه به برآورد واریانس ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی خصوصیات پیله (جدول شماره٤) توجیه نمود. همانگونه که ملاحظه می گردد اثرات ژنتیکی غیر افزایشی سهم بسیار بالائی در واریانس ژنتیکی کل صفات پیله دارا می‌باشند. در مقابل واریانس ژنتیکی غیر افزایشی نقش کمتری در بروز فنوتیپی صفات مقاومت داشته و انتظار می رود خصوصیات مذکور (بخصوص درصد ماندگاری شفیره) کمتر تحت تاثیر اثرات هتروتیک قرار گیرند.

خصوصیات پیله از مهمترین صفات اقتصادی کرم ابریشم بوده و به دلیل وراثت پذیری زیاد کارآیی انتخاب مستقیم روی آنها بسیار بالا می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که راندمان استفاده از هتروزیس در بهبود میانگین صفات پیله در هیبریدها بخصوص برای وزن قشر پیله چندین برابر روش‌های انتخاب درون نژادی خواهد بود. این مسئله نقش غیر قابل انکار هتروزیس را در تکنولوژی تولید تخم نوغان کرم ابریشم آشکار می سازد. در صورتی‌که

هدف اصلاح نژاد، افزایش مقاومت تخم نوغان هیبرید، همراه با بالا نگـه داشـتن سـطح تولیـد باشد، تلاقی لاین‌های Xihang3 و Y پیشنهاد می گردد. ترکیب پذیری خصوصـی و هتـروزیس صفات مقاومت در هیبرید Xihang3×Y بالا می‌باشد.

جدول ۱- میانگین شش صفت اقتصادی در لاین‌های مورد مطالعه

واریته	وزن پیله (گرم)	وزن قشر پیله (گرم)	درصد قشر پیله (٪)	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	درصد ماندگاری شفیره (٪)
Xihang1	۱/۳۵٦ ^{b}	۰/۳۰۳ ^{b}	۲۲/۳۹ ^{b}	۱٤٦/۸ ^{b}	۱۱۳/۲ ^{c}	۷۷/۷۵ ^{c}
Xihang2	۱/۱۵۳ ^{e}	۰/۲٤۳ ^{e}	۲۱/۲۱ ^{c}	۱۸۷/٦۷ ^{a}	۱۵۱ ^{b}	۸۰/۳۵ ^{bc}
Xihang3	۱/۳۵۵ ^{b}	۰/۲۷٤ ^{d}	۲۰/۱ ^{d}	۲۰۲ ^{a}	۱۵۲ ^{b}	۷٤/۲۹ ^{c}
Koming1	۱/٤۷۷ ^{a}	۰/۲۸۷ ^{c}	۱۹/۷ ^{d}	۲۱٤/۲ ^{a}	۱۸۸/۲ ^{a}	۸۷/۹۸ ^{ab}
Koming2	۱/۳۲۸ ^{b}	۰/۲٤۸ ^{c}	۱۸/۸۹ ^{e}	۲۱٤/۸ ^{a}	۱۹۳/۸ ^{a}	۹۰/۱۹ ^{a}
$\bar{Y}$	۱/٤٦۳ ^{a}	۰/۳۳٦ ^{a}	۲۳/۱۸ ^{a}	۲۰٦/٦ ^{a}	۱٦٤/٦ ^{ab}	۷۹/۵ ^{bc}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی دار ($P<۰/۰۵$) دارند.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (میانگین مربعات) برای قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاین‌های ژاپنی (jGCA) و چینی (cGCA) و ترکیب پذیری خصوصی (SCA)

منبع تغییر	صفات تولیدی					صفات مقاومت	
	درجه آزادی	وزن پیله	وزن قشر پیله	درصد قشر پیله	درجه آزادی	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	درصد ماندگاری شفیره
jGCA	۳	۲/۱۳^{xxxx}	۰/۱۲^{xxxx}	۵۶/۸۷^{xxx}	۳	۲۴۳۰/۴۷^{xx}	۱۳۸۷۱/۹۸^{xxxx}	۱۶۰۷/۳۲^{xxxx}
cGCA	۲	۱/۱۵^{xxxx}	۰/۱۴^{xxxx}	۱۱۲/۷۱^{xxxx}	۲	۶۸۷/۴۱^{ns}	۱۸۹۰/۲۵^{ns}	۲۱۹/۶^{ns}
SCA	۶	۰/۷۴^{xxxx}	۰/۱۵^{xxxx}	۲۳۱/۵۷^{xxxx}	۶	۱۱۷۷/۶۸^{x}	۲۱۴۰/۶^{ns}	۱۶۹/۷۵^{ns}
خطا	۳۰۶۶	۰/۰۷	۰/۰۰۴	۹/۵۴	۴۳	۴۱۳/۰۴	۱۰۷۸/۳۵	۱۵۶/۳۶

x= معنی دار در سطح ۰/۰۵ xx= معنی دار در سطح ۰/۰۱
xxx= معنی دار در سطح ۰/۰۰۱ xxxx= معنی دار در سطح ۰/۰۰۰۱
ns: عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۳- برآورد قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاینهای ژاپنی (jGCA) و چینی (cGCA) و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی هیبریدها (SCA)؛

ترکیب پذیری	واریته	وزن پیله	وزن قشر پیله	درصد قشر پیله	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	درصد ماندگاری شفیره
jGCA	Xihang1	۰/۰۵۷۳^{a}	۰/۰۱۲۶^{a}	-۰/۰۹۳^{b}	-۱۵/۹^{c}	-۳۸/۸۵^{c}	-۱۳/۴۳^{c}
	Xihang2	-۰/۰۶۸۷^{c}	-۰/۰۱۶۸^{b}	-۰/۰۵۷^{b}	-۲/۸۱^{bc}	۹/۰۳^{b}	۶/۱^{ab}
	Xihang3	-۰/۰۳۹۲^{b}	-۰/۰۱۱۴^{b}	-۰/۱۹۸^{b}	۳/۸۲^{ab}	-۳/۳۶^{b}	-۲/۴۱^{b}
	101433	۰/۰۳۲۷^{a}	۰/۰۱۰۷^{a}	۰/۲۸۳^{a}	۱۴/۸۴^{a}	۳۴/۵۵^{a}	۱۰/۶۵^{a}
cGCA	Koming1	۰/۰۱۳۷^{a}	-۰/۰۰۱۶^{b}	-۰/۲۰۱^{b}	۵/۸۶^{a}	۹^{a}	۲/۸۲^{a}
	Koming2	-۰/۰۳۷^{b}	-۰/۰۰۹۱^{c}	-۰/۰۷۹^{b}	۲/۱۲^{a}	۵/۵۸^{a}	۲/۳۲^{a}
	Y	۰/۰۳۰۹^{a}	۰/۰۱۳۷^{a}	۰/۳۵۴^{a}	-۸/۹۲^{a}	-۱۶/۲۹^{a}	-۵/۷۵^{a}
SCA	Xihang1×Koming1	-۰/۰۱۳۴^{abcC}	-۰/۰۰۶۷^{cd}	۰/۱۶۶^{c}	۶/۶۸^{a}	۵/۲^{a}	۱/۸۴^{a}
	Xihang1×Koming2	۰/۰۱۸۶^{bcd}	۰/۰۱۲۸^{abc}	۰/۷۳۵^{b}	۱۸/۴۱^{a}	۲۱/۶۲^{a}	۵^{a}
	Xihang1×Y	-۰/۰۰۵۴^{ab}	-۰/۰۰۷۳^{ab}	-۰/۷۵۳^{c}	-۲۴/۱۵^{a}	-۲۵/۱۱^{a}	-۶/۲۴^{a}
	Xihang2×Koming1	-۰/۰۴۴۳^{g}	-۰/۰۱۸۷^{e}	-۰/۵۷۷^{c}	۲/۱۹^{a}	۱۱/۳۲^{a}	۳/۴۱^{a}
	Xihang2×Koming2	۰/۰۵۹۴^{f}	۰/۰۲۱^{d}	۰/۴۵۶^{b}	-۱۳/۰۷^{a}	-۲۷/۲۶^{a}	-۸/۱۹^{a}
	Xihang2×Y	۰/۰۰۱۷^{f}	۰/۰۱۹۲^{abc}	۱/۲۳۹^{a}	۱۶/۱۷^{a}	۱۹/۷۱^{a}	۴/۸۳^{a}
	Xihang3×Koming1	۰/۰۲۴۵^{def}	۰/۰۱۵۱^{d}	۰/۶۴۲^{b}	-۴/۲۴^{a}	-۱۳/۱۹^{a}	-۴/۸۲^{a}
	Xihang3×Koming2	-۰/۰۶۷۴^{g}	-۰/۰۳۵^{f}	-۱/۵۰۸^{d}	-۳/۷۶^{a}	۱/۷۳^{a}	۱/۲۱^{a}
	Xihang3×Y	۰/۰۲۹۹^{cde}	۰/۰۱۳۷^{abc}	۰/۶۶۴^{b}	۸/۹۳^{a}	۱۳/۸^{a}	۴/۵۲^{a}
	101433×Koming1	۰/۰۴۶۶^{a}	۰/۰۱۶۴^{a}	۰/۳۰۹^{b}	-۴/۶۶^{a}	-۸^{a}	-۲/۷۸^{a}
	101433×Koming2	-۰/۰۱۱۵^{ef}	-۰/۰۰۲۴^{d}	۰/۰۶۲^{b}	-۱/۵۲^{a}	۲/۲۲^{a}	۰/۸۴^{a}
	101433×Y	-۰/۰۴۲۷^{cde}	-۰/۰۱۷۲^{bcd}	۰/۴۴۵^{b}	۷/۱۲^{a}	۷/۴۹^{a}	۲/۵۴^{a}

در هر ستون، برآوردهای دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارند ($P<۰/۰۵$).

جدول ٤- مؤلفه‌های واریانس ترکیب پذیری عمومی لاینهای ژاپنی (jGCA) و چینی (cGCA) و ترکیب پذیری خصوصی (SCA) و نسبت واریانس ترکیب پذیری عمومی به خصوصی برای صفات مورد مطالعه

مؤلفه واریانس	وزن پیله	وزن قشر پیله	درصد قشر	تعداد لارو	تعداد شفیره	درصد ماندگاری
σ^2_{jGCA}	۰/۰۰۲٤	۰	۰	۸٤/٥٦	۷۷۹/٥٦	۹۸/۳
σ^2_{cGCA}	۰/۰۰۰٥۱	۰/۰۰۰۰۲۸	۰	۰	۱٥/٤٤	٦/۸۹
σ^2_{SCA}	۰/۰۰۲٥	۰/۰۰۰٥٤	۰/٦٦	۱٦٥/٤۱	۲٦٥/۱۸	٦/۷
$\frac{\sigma^2_{jGCA}}{\sigma^2_{SCA}}$	۰/۹۹	۰	۰	۰/٥۱	۲/۹٤	۱٤/٦٦
$\frac{\sigma^2_{cGCA}}{\sigma^2_{SCA}}$	۰/۲۱	۰/۰٥	۰	۰	۰/۰٦	۱/۰۳

جدول ۵- تجزیه واریانس درصد هتروزیس صفات مورد مطالعه (میانگین مربعات) برای اثر هیبریدها (H)

		صفات تولیدی				صفات مقاومت		
منبع تغییر	درجه آزادی	وزن پیله	وزن قشر پیله	درصد قشر پیله	درجه آزادی	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	درصد ماندگاری شفیره
H (هیبریدها)	۱۱	۱۹۱/۱^{xxx}	۴۲۶/۲۸	۷۱/۱۷	۱۱	۴۰۰/۷۶	۱۵۴۲/۹۹	۸۹۶/۰۳^{x}
خطا	۳۰	۴۱/۹۵	۲۲۱/۴۳	۸۶/۱۶	۳۱	۲۵۸/۵	۸۹۰/۰۸	۴۰۵/۶۴

x= معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ xxx= معنی دار در سطح ۰/۰۰۱

جدول ٦- برآورد درصد هتروزیس صفات مورد مطالعه در هیبریدهای مختلف

هیبرید	وزن پیله	وزن قشر پیله	درصد قشر پیله	تعداد لارو زنده	تعداد شفیره زنده	درصد ماندگاری شفیره
Xihang1×Koming1	١٩/٨٤^{bc}	٢٥/٦٩a	٤/a٦١ ^{a}	١٩/٥٢ ^{a}	٣/٦٨ ^{a}	-١١/٨٦^{ab}
Xihang1×Koming2	٢٦/١٤^{ab}	٣٩/١٧ ^{a}	١٠/٦٧ ^{a}	٢٣/٢٨ ^{a}	٩/٢٣ ^{a}	-١٠/٦٤^{ab}
Xihang1×Y	٣٢/١٤^{a}	٣٨/٦٢ ^{a}	٥/٣٩ ^{a}	-٥/٣٢ ^{a}	-٢٩/٦٦ ^{a}	-٢٩/٢٧^{b}
Xihang2×Koming1	١٦/٤٢^{bcd}	٢١/٠٢ ^{a}	٣/٦٤ ^{a}	١٠/٧٩ ^{a}	٢٤/٩١ ^{a}	١٢/٩^{a}
Xihang2×Koming2	٢٦/٦٢^{ab}	٤٤/٣٣ ^{a}	١٣/٣٣ ^{a}	-٠/١٨ ^{a}	-٨/٦٢ ^{a}	-٨/٧٢^{ab}
Xihang2×Y	٢٣/١٥^{ab}	٣٧/٢٤ ^{a}	١١/١٦ ^{a}	١٢/٢٦ ^{a}	٢١/٤٣ ^{a}	٨/٦^{ab}
Xihang3×Koming1	١٦/١^{bcd}	٣١/٣ ^{a}	١٣/٨٤ ^{a}	٣/٠٢ ^{a}	-٥/٥٥ ^{a}	-٧/٧^{ab}
Xihang3×Koming2	٧/٣٥^{d}	٨/٨٨ ^{a}	٠/٥١ ^{a}	٧/٣٥ ^{a}	٢١ ^{a}	١٣/٧٢^{a}
Xihang3×Y	١٥/٦٨^{bcd}	٢٢/٨٦ ^{a}	٧/٢٩ ^{a}	١٠ ^{a}	٣١/٢٨ ^{a}	١٩/٥٤^{a}

برآوردهای دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارند (P<٠/٠٥).

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر با مساعدت و همکاری پرسنل مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور صورت گرفت. بدین وسیله نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاران و پرسنل آن مرکز بویژه جناب آقای مهندس محمدرضا غلامی و همچنین آقای مهندس چراغ چشم کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان ابراز می دارند.

منابع

۱- میرحسینی، ض.، ع. بیژن‌نیا، ص. ویشکایی صدیق و ع. صیداوی. ۱۳۸۳. بررسی هتروزیس، ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری خصوصی خصوصیات پیله در پنج گروه بومی و دو نژاد اصلاح شده کرم‌ابریشم توت. مجموعه مقالات اولین کنگره علوم دامی و آبزیان کشور. ص ۷۱۳-۷۱۰.

۲- غلامی، م.، ص. ویشکائی، ع. صیداوی و ض. میرحسینی، ۱۳۸۱. ارزیابی عملکرد هفت لاین جدید کرم ابریشم و آمیخته‌های حاصل از این لاین‌ها. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه رازی کرمانشاه. ص۲۷۵-۲۷٤.

3- Ashoka, J. & R. Govindan, 1991. Heterosis for cocoon traits in some bivoltine single and double cross hybrids of silkworm *Bombyx mori* L. Mysore J. Agricultural sciences, 25 (3): 341-344.

4- Banuprakash, K. G., R. Govindan, & M. C. Devaiah, 1994b. Heterosis observed in the hybrids between some improved multivoltines and bivoltines of *Bombyx mori* L. Insect Science and its Application, 15 (3): 313-321.

5- Kumar, P., R. Bhutia & M. M. Ahsan, 1994. Combining ability analysis for filament length and some quantitative traits in bivoltine mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.). Indian J. Genetics and Plant Breeding, 54 (3): 253-257.

6- Mladenov, G., 1990. Manifestation of heterosis in interlineal intra-racial and inter-racial hybrids of the mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.). Zhivotno'dni Nauki, 27 (8): 99-104.

7- Nagaraja, M., R. Govindan & T. K. Narayanaswamy, 1996. Estimation of combining ability in eri silkworm Samia Cynthia ricini Boisduval for pupal and allied traits. Mysore J. Agric. Sci., 30 (1): 48-51.

8- Rahman, S. M., M. Khalequzzamann & M. S. Rahman, 1995. Combining ability analysis for filament length in mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. Bangladesh J. Zoology, 23 (1): 23-28.

9- Rajalakshmi, E., T. P. S. Chauhan, V. Thiagarajan, V. Lakshmanan & C. K. Kamble, 1997. Line × tester analysis of combining ability in new genotypes of bivoltine silkworm (*Bombyx mori*). Indian J. Agric. Sci., 67 (7): 287-290.

10- Rayar, S. G. & R. Govindan, 1990. Performance of some single and three-way cross hybrids of silkworm *Bombyx mori* L. for larval traits. J. Entomon, 15 (34): 183-186.

11- SAS Institute, 1988. SAS/Stat User's Guide Release. 6th ed., SAS Institute INC., Cary, NC.

12- Strunnikov, V. A., L. V. Strunnikova & T. V. Zvyagintseva. 1990. Heterozygosity of silkworm hybrids obtained from crossing two lines selected for combinational capacity. Doklady Biological Sciences, 31 (1): 21-23.

13- Wu, F. Q., Z. Y. Chen, T. X. Lu, B. Y. Li, Q. X. Liao & J. M. Lin, 1995. Breeding of induced silkworm strains with exogenous DNA and their mating combinations. Guangdong Agric. Sci., 95 (3): 34-37.

Journal of Entomological Society of Iran. 24(2), 2005

Estimation of General and Special Combining Ability of the New Iranian Silkworm Lines and Heterosis of Their Hybrids

S. Z.Mirhosseini[1], A. Seidavi[2] and M. Ghanipoor[3]

Abstract

Evolved new silkworm lines and hybrids call for complementary tests specially estimating general and special combined abilities of lines and heterosis of hybrids. In this study, estimations of genetic parameters were evaluated on four Japanese (101433, Xihang1, Xihang2 and Xihang3) and three Chinese (Koming1, Koming2 and Y) lines, which recently were isolated during breeding programmes. The economic characters of the lines and their hybrids were recorded and analyzed. The general combining ability effects of Japanese lines were significant for all traits ($P<0.01$). This factor was highly significant in Chinese lines for production traits ($P<0.0001$), but not significant for resistance characteristics. In Japanese group, the general combining abilities of survived larvae number, survived pupae number and pupation rate in 101433 variety (14.84, 34.55 and 10.65, respectively) were higher than that in other varieties. In Chinese lines, the highest general combining abilities of these characters belonged to Koming1 variety (5.86, 9.00 and 2.82, respectively). Special combining abilities were significant for survived larvae number and production traits ($P<0.05$). This factor for resistance characteristics in Xihang1×Koming1 was higher than the other hybrids. Chinese lines had high resistance and low genetic variation for resistance traits, while the Japanese lines showed lower resistance and higher genetic variation. High non additive genetic variances of cocoon characters indicate the high heterotic effects on these traits.

Key words: general combining ability, special combining ability, heterosis, silkworm

1- Animal Science Department of Guilan University, P. O. Box 3179, Rasht, Iran.
2- Islamic Azad University, Branch of Sience and Research, Tehran, Iran
3- Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan