ارزیابی عملکرد و پارامترهای ژنتیکی ده آمیخته‌ی کرم ابریشم چینی و ژاپنی در سیستم تلاقی چرخشی

شهلا نعمت‌اللهیان[۱]، مانی غنی‌پور[۱]، علیرضا صیداوی[۲]، سیّدضیاءالدین میرحسینی[۳]، معین‌الدین مواج‌پور[۱]، علیرضا بیژن‌نیا[۱]

چکیده

عملکرد آمیخته‌های حاصل از پنج لاین تجاری چینی به‌نام‌های ۳۲، ۱۰۴، ۱۵۲،۱۱۰، ۱۵۴ و پنج لاین تجاری ژاپنی به‌نام‌های ۳۱، ۱۰۳، ۱۰۷، ۱۵۱ و ۱۵۳ کرم ابریشم در چهار دوره پرورشی مشتمل بر دو فصل بهار و تابستان بررسی گردید. مراحل تفریخ و پرورش آمیخته‌ها و فرآیندهای آزمایش و نیز رکوردگیری صفات مربوطه طبق دستورالعمل‌های استاندارد ESCAP (۱۹۹۳) انجام پذیرفت. طبق نتایج حاصل، به‌جز اثر پایه مادری، سایر عوامل موجود (نسل، جنس و گروه آمیخته) در مدل آماری در سطح P<۰/۰۰۰۱ معنی‌دار بودند. میانگین اثر کلیه عوامل مورد بررسی به‌جز اثر پایه مادری روی صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله هم در سطح P<۰/۰۰۰۱ معنی‌دار بود. نتایج برآورد مولفه‌های واریانس با استفاده از مدل یک صفتی نشان داد که آمیخته‌های ۱۵۴× ۱۵۳ و ۳۱×۳۲ دارای وراثت پذیری خاص بالایی بودند (به ترتیب ۰/۸۳۶۵ و ۰/۷۸۴۸ برای صفت وزن پیله). می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سرعت پیشرفت ژنتیکی حاصل از اجرای برنامه‌های انتخاب با استفاده از این آمیخته‌ها جهت تولید لاین‌های جدید بالاتر خواهد بود. از طرفی آمیخته ۱۵۴×۱۵۳ با وجود دارا بودن وراثت پذیری بالا در صفات انفرادی (۰/۸۳۶۵ و ۰/۹۸۵۴ برای صفات وزن پیله و وزن قشر پیله)، دارای میانگین پایین‌تری نسبت به آمیخته ۳۱×۳۲ بود که این امر بیانگر حساس بودن این آمیخته نسبت به شرایط محیطی است. نتایج حاصل از برآورد همبستگی‌های ژنتیکی افزایشی، محیطی و فنوتیپی با استفاده از روش آنالیز دو صفته نشان داد که بالاترین مقدار همبستگی ژنتیکی افزایشی در مورد همه صفات مربوط به آمیخته ۱۵۴×۱۵۳ است. در کل، آمیخته تجاری ۳۲×۳۱ از نظر بیشتر خصوصیات اقتصادی در سطح بالاتری قرار داشت.

واژگان کلیدی: آمیخته،کرم ابریشم، وراثت پذیری، همبستگی، تلاقی چرخشی.

۱ – مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور
۲ – گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت (نگارنده‌ی مسئول) alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir
۳ - گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۱۸

مقدمه

امروزه سویه‌های مختلفی از کرم ابریشم در دنیا برای تولید پیله‌ی ابریشمی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در نتیجه‌ی برنامه‌های اصلاح‌نژادی مختلف به دست آمده‌اند. این سویه‌ها، بر اساس شرایط منطقه‌ای سازگاری یافته و آزمون‌های متعددی را می‌گذرانند تا به عنوان سویه‌ی جدید معرفی و عرضه شوند. مرکز تحقیقات کرم ابریشم ایران نیز به عنوان متولی صنعت نوغانداری کشور دارای سویه‌های مختلفی از کرم ابریشم می‌باشد که هر یک دارای خصوصیات و ویژگی‌های خاصی هستند. در صورتی‌که، توان و عملکرد واریته‌هایی بیش از واریته‌های کنونی باشد، می‌توان آنها را جایگزین این واریته‌ها نمود، اما این امر مستلزم حصول اطمینان کافی از عملکرد این سویه‌ها در سطوح لاین و هیبرید می‌باشد که باید با شرایط منطقه و تلمبارهای ایران نیز سازگار باشند.

در مطالعه‌ای توسط صیداوی و همکاران (۱) روی پانزده آمیخته در سه دوره‌ی پرورشی، نتایج نشان داد که آمیخته‌ی تجاری ۳۲×۳۱ از نظر بیشتر خصوصیات اقتصادی در سطح بسیار بالایی قرار دارد. اثر قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی صفات در لاین‌های ژاپنی (JGCA) روی کلیه‌ی صفات به استثنای درصد ماندگاری شفیره و درصد پیله‌ی دوشفیره‌ای معنی‌دار بود. اثر قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاین‌های چینی (CGCA) نیز به استثنای تعداد پیله‌ی تولیدی، درصد پیله‌ی ضعیف و درصد قشر پیله معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی روی صفات تعداد لارو زنده، تعداد شفیره‌ی زنده، تعداد پیله‌ی تولیدی، وزن قشر پیله و وزن پیله تأثیر معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۱$). رآئو و همکاران (۲۴) هم گزارش مشابهی را منتشر کرده‌اند. در تحقیق آنها بین صفات مربوط به مقاومت و صفات تولیدی همبستگی ژنتیکی منفی وجود داشت. ویدونمایا و همکاران (۲۸) در مطالعه‌ای پنج ترکیب آمیخته‌ی کرم ابریشم دو نسلی×چند نسلی را به همراه واریته‌ی آمیخته‌ی رایج PM×NB4D2 مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق اثرات تجمعی روی صفات طول دوره‌ی لاروی، نسبت موثر پرورش (مقدار پیله‌ی تولیدی به ازای ده هزار لارو) بر حسب تعداد، نسبت موثر پرورش بر حسب وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله به منظور شناسایی مناسب‌ترین ترکیب آمیخته مورد ارزیابی قرار گرفت. آنها اعلام کردند که بر اساس شاخص ارزیابی (EI)، آمیخته‌های BL24×NB4D2 (EI = ۶۵/۶۱) و BL26 × 4D2 (EI=۵۰/۲۱) به عنوان ترکیبات آمیخته مناسبی برای منطقه‌ی مورد آزمایش در نظر گرفته شدند.

لیو و همکاران (۱۳) از طریق تلاقی دی‌آلل ناقص بین نه واریته‌ی کرم ابریشم، یک واریته‌ی کرم ابریشم مناسب را به منظور ارزیابی در مقیاس تجاری انتخاب کردند. در مطالعاتی در بلغارستان (۱۵)، تلاقی‌های ساده و تلاقی‌های برگشتی پیاپی بین نژادهای کرم ابریشم 157-K و Hessa 2 که در دو نسل یکنواخت بودند، انجام شد. آزمایش‌ها نشان دادند که میانگین وزن پیله، وزن قشر ابریشمی، نرمی پیله‌های خام، طول الیاف و تولید کل (به‌جز چند استثنا) در نسل F_1 افزایش نشان و در آمیزش‌های برگشتی نسل اول و دوم کاهش

یافته و در آمیزش برگشتی نسل سوم افزایش نشان دادند (حتی بالاتر از F_1). نتایج مشابهی هم توسط باساواراجا و همکاران (۳) گزارش شده است. بارگاوا و همکاران (۵) بیان هتروزیس را در توان تولید ابریشم در F_1های حاصل از بیست تلاقی بین پنج نژاد والدینی N4، 14M، SPJI، JC2P (همگی با منشا ژاپنی) و SH (با منشا چینی) مورد ارزیابی قرار دادند. بنا به نتایج حاصل شده، هتروزیس والد برتر و هتروزیس میانگین والدین در برخی آمیخته‌ها بیان شد، در حالی که در سایر آمیخته‌ها تنها هتروزیس روی میانگین والدین بیان گردید. در آزمایشی دیگر (۴) تلاقی‌هایی در تمام ترکیبات ممکن شامل تلاقی‌های متقابل در پنج سویه‌ی رایج دو نسلی هند ایجاد گردید.

سینگ و رائو (۲۶) هشت آمیخته‌ی جدید کرم ابریشم دو نسلی (F_1) را برای پاسخ هتروزیس مورد مقایسه قرار دادند. آنها آمیخته‌ی KPG-b×P5 و تلاقی متقابل آن را به عنوان بهترین تولید کننده‌ی ابریشم معرفی نمودند که درجه‌ی بالایی از هتروزیس را نشان داد. در تحقیق دیگری (۲۵)، هیجده آمیخته‌ی هتروزیگوت جدید کرم ابریشم چند نسلی مورد ارزیابی قرار گرفتند و در نهایت شش آمیخته دارای بالاترین امتیاز معرفی شدند. در یک بررسی دیگر (۶) نشان داده شد که هتروزیس در بهبود سویه‌های موجود برای استفاده‌ی تجاری و نیز در توسعه‌ی سویه‌های جدید از طریق تکنیک‌های آمیخته‌گری بسیار موثر است.

یافته‌های دیگری اثر غالبیت ژن‌ها در کنترل صفات وزن و تعداد پیله‌ی تولیدی به ازای ده هزار لارو، وزن پیله‌ی انفرادی، وزن قشر انفرادی، درصد قشر پیله و طول الیاف ابریشمی را بیان کرده‌اند (۷، ۲۱ و ۲۳). در آزمایش‌هایی دیگر (۱۲ و ۲۲) آمیخته‌ها و لاین‌های کرم ابریشم تولید و ارزیابی شد که هتروزیس بالایی در مورد سه صفت وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله مشاهده شد. آشوکا و گویندان (۲) هتروزیس را در آمیخته‌های ساده و چهار طرفه‌ی کرم ابریشم مورد مطالعه قرار دادند. مطالعه‌ای دیگر جهت آزمون عملکرد بعضی آمیخته‌های حاصل از تلاقی‌های ساده و سه طرفه‌ی کرم ابریشم انجام شد (۲۰) که آمیخته‌های دو نسلی از نظر وزن لاروی برتری نشان داده، در حالی که آمیخته‌های چند نسلی × دو نسلی و آمیخته‌های سه طرفه از لحاظ پیشرفت تا سن چهارم، طول دوره‌ی لاروی کوتاه‌تر و نسبت موثر پرورش دارای عملکرد بهتری بودند.

هدف تحقیق حاضر مقایسه‌ی عملکرد آمیخته‌های ساده و بک‌کراس، در ده لاین کرم ابریشم ایران (با خصوصیات فنوتیپی شبیه لاین‌های چینی و ژاپنی) و معرفی بهترین آمیخته بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور واقع در شهر رشت طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ انجام شد. در این تحقیق پارامترهای ژنتیکی صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله در آمیخته‌های حاصل از تلاقی لاین‌های ۳۲×۳۱، ۱۰۴×۱۰۳، ۱۱۰×۱۰۷، ۱۵۲×۱۵۱، ۱۵۴×۱۵۱ و ۱۵۴×۱۵۳ در یک سیستم آمیزش

برگشتی چرخشی در نسل‌های متوالی برآورد و لاین‌های ۳۱، ۱۰۳، ۱۰۷، ۱۵۱ و ۱۵۳ ژاپنی و لاین‌های ۳۲، ۱۰۴، ۱۱۰، ۱۵۲ و ۱۵۴ چینی مورد مطالعه قرار گرفتند.

سیستم آمیزشی مربوط به تلاقی لاین‌های ۳۱ و۳۲ به‌شرح زیر بود: ابتدا از هر یک از لاین‌های ۳۱ و ۳۲ (۱۲۰ پیله، شامل ۶۰ پیله ی نر و ۶۰ پیله‌ی ماده) که محصول پرورش بهاره‌ی سال ۱۳۸۳ مزارع مادر (P) بودند، برای تشکیل جامعه‌ی مبنا به‌طور تصادفی نمونه‌برداری و رکوردگیری شدند. پس از خروج پروانه‌ها، از هر یک از لاین‌های ۳۱ و ۳۱، ۳۹ پروانه‌ی نر و ۳۹ پروانه ماده‌ی به‌منظور تشکیل ۱۲ خانواده (با توجه به دستورالعمل استاندارد ESCAP) از هر لاین به‌طور تصادفی تلاقی یافتند (۹). به‌منظور تشکیل جامعه‌ی هیبرید ۱۲ خانواده، (۲۱ پروانه‌ی نر از واریته‌ی ۳۱ با ۲۱ پروانه‌ی ماده از واریته‌ی ۳۲) به‌صورت متقابل آمیزش تصادفی یافتند. در نسل اول پرورش (تابستان۱۳۸۳) ۱۲ خانواده‌ی هیبرید از هر یک از واریته‌ها (به عنوان مثال ۶ خانواده ۳۲×۳۱ و ۶ خانواده ۳۱×۳۲ به همراه ۱۲ خانواده از لاین‌های مربوطه پرورش یافته و در پایان از هر یک از خانواده‌ها ۲۵پیله‌ی نر و ۲۵ پیله‌ی ماده برای صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله مورد رکوردگیری قرار گرفتند. برای توزین وزن پیله و قشر آن از ترازوی دیجیتالی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده گردید. انتخاب افراد در هر جنس و گروه بر اساس وزن قشر پیله و به‌صورت انفرادی صورت گرفت. از میان پیله‌های هیبرید، ۱۸ نر و ۱۸ ماده‌ی برتر انتخاب و به‌صورت متقابل و تصادفی با افراد واریته‌ی ۳۱ تلاقی داده شد. در واریته‌ی ۳۱، ۵۴ نر و ۵۴ ماده‌ی برتر انتخاب شده، پس از تلاقی ۳۶ پیله (۱۸ نر و ۱۸ ماده) با افراد هیبرید ۳۲×۳۱، ۷۲ پیله‌ی باقیمانده (۳۶ نر و ۳۶ ماده) به‌طور تصادفی با یکدیگر آمیزش یافتند. برنامه‌ی پرورشی و آمیزشی ذکر شده در بهار ۱۳۸۴نیز دنبال شد، به‌طوری‌که تلاقی بین افراد هیبرید و واریته‌ی ۳۲ صورت گرفت. این سیستم تلاقی چرخشی تا نسل پنجم (تابستان ۱۳۸۴، بهار و تابستان ۱۳۸۵) ادامه یافت. سیستم آمیزشی ذکر شده در سایر تلاقی‌ها نیز به‌صورت مشابه انجام شد.

طی دوره‌ی پرورش، طول دوره‌ی لاروی، طول دوره‌ی تغذیه و طول دوره‌ی پوست‌اندازی ثبت و کنترل شد. داده‌های آزمایش در قالب فاکتوریل و بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی پیاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel تنظیم و با نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسات میانگین عملکرد آمیخته‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده شد. مدل آماری طرح به‌صورت:

$$y_{ijkm}=\mu+M_i+S_j+G_k+H_m+e_{ijkm}$$

بود که در رابطه‌ی فوق، y_{ijkm} رکورد یا مشاهده، μ میانگین صفت، M_i اثر iامین پایه‌ی مادری (مادر چینی یا مادر ژاپنی)، S_j اثر jامین جنس، G_k اثر kامین نسل، H_m اثر mامین گروه آمیخته و بالاخره e_{ijkm} اثر عوامل باقیمانده است. همچنین، برای برآورد مؤلفه‌های واریانس و وراثت پذیری هر یک از صفات به روش REML به

صورت y=Xb+Za+e استفاده گردید. در این رابطه y بردار مشاهدات به ابعاد n×1، X ماتریس ضرایب اثرات ثابت (به غیر از اثر لاین) به ابعاد n×f که هر یک از مشاهدات را به اثرات ثابت ارتباط می‌دهد، و b بردار اثرات ثابت به ابعاد f×1 بود که شامل اثرات ثابت جنس، سال و فصل است. Z هم ماتریس ضرایب اثرات تصادفی به ابعاد n×s است که هریک از مشاهدات را به اثرات تصادفی ارتباط می‌دهد. a بردار اثرات تصادفی افزایشی و غیر افزایشی به ابعاد s×1 و e بردار اثرات باقیمانده به ابعاد n×1 است.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات اقتصادی در جداول ۳-۱ ارایه شده است. با توجه به جداول، در مورد صفات انفرادی (وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله)، به‌جز اثر پایه‌ی مادری، اثر سایر عوامل ثابت مورد بررسی به شدت معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۰۱). در جدول ۴ مقایسه میانگین بین نسل، جنس، اثر گروه آمیخته و اثر پایه‌ی مادری ارایه شده است. اثر کلیه‌ی عوامل مورد بررسی روی صفات انفرادی معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۰۱). فقط در اثر پایه‌ی مادری برای صفت وزن قشر یک پیله، معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ بود و در دیگر صفات بین پایه‌ی مادری چینی با ژاپنی اختلافی وجود نداشت.

در تحقیقی توسط پتکوف (۱۷) و ناچوا (۱۵) نشان داده شد که در مورد خصوصیات وزن پیله، وزن قشر ابریشمی و نرمی الیاف ابریشمی، موقعی که والد دارای عملکرد بالاتر به عنوان پایه‌ی مادری استفاده می‌شود، نتایج بهتری در آمیخته‌های حاصل ایجاد خواهد شد. در مقایسه میانگین اثر مربوط به جنس، نشان می‌دهد که جنس ماده دارای وزن پیله و وزن قشر پیله‌ی بالاتری نسبت به جنس نر است و درصد قشر پیله در نرها بیشتر می‌باشد.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین آمیخته‌ها می‌توان ملاحظه کرد که آمیخته‌ی ۳۲×۳۱ و بعد ۱۰۴×۱۰۳ دارای عملکرد خوبی بودند. همچنین، مؤلفه‌های واریانس شامل واریانس ژنتیکی افزایشی، محیطی، فنوتیپی و وراثت پذیری خاص در لاین‌های مورد مطالعه در آنالیز تک صفته برآورد گردید. بیشترین مقدار وراثت پذیری‌های مربوط به صفت وزن پیله از بالا به پایین به ترتیب، مربوط به آمیخته‌های ۱۵۴×۱۵۳ (۰/۸۳۶۵)، ۳۲×۳۱ (۰/۷۸۴۸) و ۱۱۰×۱۰۷ (۰/۶۷۰۷) بودند. در صفت وزن قشر پیله از بالا به پایین به ترتیب، مربوط به آمیخته‌ی ۱۵۴×۱۵۳ (۰/۹۸۵۴) و آمیخته‌ی ۳۲×۳۱ (۰/۸۰۶۸) بودند. در صفت درصد قشر پیله از بالا به پایین به ترتیب، مربوط به آمیخته‌های ۳۲×۳۱ (۰/۴۴۲۸) و ۱۵۴×۱۵۳ (۰/۳۱۹۹) بودند. این نتایج حاصل آنالیز کلیه‌ی اطلاعات مربوط به هر آمیخته در طول چهار نسل می‌باشد. آمیخته‌های ۱۵۴× ۱۵۳ و ۳۲×۳۱ دارای وراثت پذیری خاص بالایی بودند. پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سرعت پیشرفت ژنتیکی حاصل از اجرای برنامه‌های انتخاب با استفاده از این آمیخته‌ها جهت تولید لاین‌های جدید بالاتر خواهد بود. از طرفی به نظر می‌رسد با توجه به نتایج فوق، آمیخته‌ی ۱۵۴×۱۵۳ با وجود دارا بودن وراثت پذیری بالا در صفات انفرادی

دارای میانگین پایین‌تری نسبت به آمیخته‌ی ۳۲×۳۱ می‌باشد و این امر می‌تواند دلالت بر حساس بودن این آمیخته نسبت به شرایط محیطی باشد. در حالت کلی نتایج نشان می‌دهد که وراثت پذیری صفات وزن و قشر پیله بالا می‌باشند. درصفت درصد قشر پیله وراثت‌پذیری نسبت به دو صفت دیگر پایین‌تر بود.

رحمان و رحمان (۱۹) پتانسیل ژنتیکی ۳۶ واریته‌ی Samia Cynthia ricini را طی چهار فصل پرورش بررسی و اظهار داشتند وراثت‌پذیری بالای ژنوتیپ‌های مختلف این موجود نشان‌دهنده‌ی تنوع ژنتیکی غنی است که می‌تواند در برنامه‌های اصلاح نژادی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، اهمیت اثرات ژنی افزایشی و نقش انتخاب بر اساس فنوتیپ در این صفات نیز مورد تاکید قرار گرفت. آنها همچنین عنوان کردند که چند صفت علیرغم وراثت پذیری بالا، به دلیل اثرات متقابل بین آلل‌ها پیشرفت ژنتیکی ضعیفی نشان دادند. تانگاولو و همکاران (۲۷) و نیز موو و همکاران (۱۴) عنوان کردند که توارث پذیری خاص صفات وزن قشر پیله، درصد قشر پیله و وزن پیله‌ی ده هزار لارو بیش از سایر صفات است. جدول ۵ همبستگی‌های ژنتیکی افزایشی، محیطی و فنوتیپی را در بین صفات تولیدی نشان می‌دهد. در کلیه‌ی آمیخته‌ها، همبستگی ژنتیکی افزایشی مثبت و بالایی میان صفات وزن پیله با وزن قشر پیله و صفات وزن قشر پیله با درصد قشر پیله مشاهده شد. بین صفات وزن پیله و درصد قشر پیله همبستگی ژنتیکی افزایشی، پایین و اکثراً منفی بود در نتیجه به میزان کمتری تحت اثرات ژنتیکی افزایشی قرار داشتند. با توجه به جداول می‌توان دریافت که آمیخته‌ی ۱۵۴×۱۵۳ بالاترین مقدار همبستگی ژنتیکی افزایشی را به‌دلیل داشتن وراثت پذیری بالا در بین صفات وزن پیله با وزن قشر پیله (۰/۹۵۷۸) و صفات وزن قشر پیله با درصد قشر پیله (۰/۷۹۸۵) داشت. بین صفات وزن پیله و درصد قشر پیله، بالاترین مقدار همبستگی ژنتیکی مربوط به آمیخته‌ی ۱۵۲×۱۵۱ (۰/۷۵۳۱) و بعد ۱۵۴×۱۵۳ (۰/۴۲۵۳) بود. در همین راستا جایاسوال و همکاران (۱۱) عنوان کردند صفت وزن قشر پیله با صفات وزن لاروی، وزن پیله، درصد قشر پیله و طول الیاف همبستگی مثبت معنی‌داری دارد. در بررسی دیگری ناچوا (۱۵) به منظور بهبود نژاد 157-K با استفاده از نژاد Hessa 2 در جمعیت‌های F_1، و آمیزش‌های برگشتی اول، دوم و سوم نشان داده شد که با افزایش درجه‌ی اشباع، نژاد Hessa 2 در آمیخته‌ها، روند کاهنده‌ای در همبستگی بین وزن پیله و وزن قشر پیله، وزن پیله و طول الیاف، وزن پیله و میزان تولید الیاف آزمایشگاهی، وزن قشر و طول الیاف و بالاخره طول و میزان تولید الیاف پیله، و نیز افزایش ضریب همبستگی بین وزن قشر و میزان تولید الیاف آزمایشگاهی مشاهده گردید، این نتایج توسط یاماگوچی (۲۹) و گلداسمیت (۱۰) هم تأیید گردید.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی، نتایج حاصل از برآورد همبستگی‌های ژنتیکی افزایشی، محیطی و فنوتیپی با استفاده از روش آنالیز دو صفته در این تحقیق نشان داد که بالاترین مقدار همبستگی

ژنتیکی مربوط به آمیخته‌ی ۱۵۴×۱۵۳ است. همچنین، آمیخته‌ی تجاری ۳۲×۳۱ از نظر بیشتر خصوصیات اقتصادی در سطح بالاتری قرار داشت. لذا توجه بیشتر و بهره‌گیری از این ذخایر ارزشمند ژنتیکی در برنامه‌های تکثیر و تولید تخم نوغان تجاری کرم ابریشم در سطح ایران توصیه می‌شود. همچنین لازم است برنامه‌های مناسبی برای ارتقای توان ژنتیکی این واریته‌ها و لاین‌های والدی مربوطه تنظیم و اجرا شود تا پتانسیل ژنتیکی این واریته‌ها در نسل‌های آتی نیز در سطح مطلوبی حفظ گردد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفت وزن پیله

منبع تغییرات	df	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Pr>F
گروه آمیخته	۵	۲۵/۳۰۲	۵/۰۶۰	۱۶۱/۱۵۳	۰/۰۰۰
نسل	۳	۹۰۸/۰۰۴	۳۰۲/۶۶۸	۹۶۳۸/۷۲۲	۰/۰۰۰
جنس	۱	۵۵۶/۵۳۰	۵۵۶/۵۳۰	۱۷۷۲۳/۱۷	۰/۰۰۰
اثر پایه مادری	۱	۰/۳۸۳	۰/۳۸۳	۱۲/۲۰۵	۰/۰۰۰
خطا	۱۴۳۵۹	۴۵۰/۸۹۱	۰/۰۳۱	-	-
کل	۱۴۳۶۹	۱۹۴۰/۸۳۸۲	-	-	-

جدول ۲- تجزیه واریانس صفت وزن قشر پیله

منبع تغییرات	df	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Pr>F
گروه آمیخته	۵	۳/۶۶۰	۰/۷۳۲	۳۶۷/۵۲۹	۰/۰۰۰
نسل	۳	۴۴/۸۹۸	۱۴/۹۶۶	۷۵۱۴/۵۶۴	۰/۰۰۰
جنس	۱	۰/۹۳۳	۰/۹۳۳	۴۶۸/۵۰۴	۰/۰۰۰
اثر پایه مادری	۱	۰/۰۴۰	۰/۰۴۰	۱۹/۹۶۲	۰/۰۰۰
خطا	۱۴۳۵۹	۲۸/۵۹۷	۰/۰۰۲	-	-
کل	۱۴۳۶۹	۷۸/۱۲۸	-	-	-

جدول ۳- تجزیه واریانس صفت درصد قشر پیله

منبع تغییرات	df	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Pr>F
گروه آمیخته	۵	۳۳۱۲/۰۵۷	۶۶۲/۴۱۱	۲۲۳/۹۱۷	۰/۰۰۰
نسل	۳	۴۵۵۹/۸۱۳	۱۵۱۹/۹۳۸	۵۱۳/۷۸۸	۰/۰۰۰
جنس	۱	۵۵۶۳۱/۴۸۴	۵۵۶۳۱/۴۸۴	۱۸۸۰۵/۲۴	۰/۰۰۰
اثر پایه مادری	۱	۱۳/۶۰۵	۱۳/۶۰۵	۴/۵۹۹	۰/۰۰۰
خطا	۱۴۳۵۹	۴۲۴۷۸/۱۸۰	۲/۹۵۸	-	-
کل	۱۴۳۶۹	۱۰۵۹۹۵/۱۳۹	-	-	-

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات پیله به تفکیک نسل، جنس، اثرگروه آمیخته و اثر پایه‌ی مادری در آمیخته‌های مورد مطالعه

نوع اثر	متغیر	وزن یک پیله	وزن قشر یک پیله	درصد قشر یک پیله
اثر پایه مادری*	چینی	۱/۷۳۰۸^{a}	۰/۳۶^{b}	۲۱/۳۶۱۰^{a}
	ژاپنی	۱/۷۲۰۰^{a}	۰/۳۷^{a}	۲۱/۴۲۴۳^{a}
جنس	نر	۱/۵۲۸۳^{a}	۰/۳۶^{b}	۲۳/۳۶۱۲^{a}
	ماده	۱/۹۲۲۲^{b}	۰/۳۷^{a}	۱۹/۴۲۶۲^{b}
اثرگروه آمیخته	۳۱×۳۲	۱/۷۷۲۲^{a}	۰/۳۹^{a}	۲۲/۱۰۷۰^{a}
	۱۰۳×۱۰۴	۱/۷۶۹۴^{a}	۰/۳۸^{b}	۲۱/۹۶۴۸^{b}
	۱۰۷×۱۱۰	۱/۶۵۲۷^{d}	۰/۳۵^{e}	۲۱/۲۶۰۴^{c}
	۱۵۱×۱۵۲	۱/۷۴۷۴^{b}	۰/۳۷^{c}	۲۱/۲۲۳۱^{c}
	۱۵۱×۱۵۴	۱/۷۰۱۱^{c}	۰/۳۵^{e}	۲۰/۷۷۵۹^{e}
	۱۵۳×۱۵۴	۱/۷۰۹۸^{c}	۰/۳۶^{d}	۲۱/۰۳۰۷^{d}
نسل	۱	۱/۶۰۹۲^{c}	۰/۳۳۳^{c}	۲۰/۴۱۰۹^{b}
	۲	۱/۷۷۷۳^{b}	۰/۳۸۱^{b}	۲۲/۷۰۶۰^{a}
	۳	۱/۴۱۴۹^{d}	۰/۳۱۰^{d}	۲۱/۷۶۴۱^{a}
	۴	۲/۰۹۹۸^{a}	۰/۴۵۱^{a}	۲۱/۶۸۲۷^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۰۱ هستند.

* در اثر پایه مادری حروف متفاوت برای صفت وزن قشر یک پیله دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ هست.

جدول ۵- همبستگی‌های ژنتیکی افزایشی (R_a)، محیطی (R_e) و فنوتیپی (R_p) بین صفات وزن پیله و وزن قشر پیله، وزن پیله و درصد قشر پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله، و وراثت‌پذیری (h^2) در آنالیز دو صفته

گروه آمیخته	نوع صفت	R_a وزن قشرپیله	R_e وزن قشرپیله	R_p وزن قشرپیله	h^2
۳۱×۳۲ و ۳۲×۳۱	وزن پیله	۰/۹۰۱۳	۰/۳۱۴۰	۰/۷۶۹۶	۰/۷۵۸۸
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۷۹۴۱
		R_a وزن پیله	R_e وزن پیله	R_p وزن پیله	
	درصد قشر پیله	۰/۲۲۸۲	-۰/۴۰۱۵	-۰/۰۲۷۹	۰/۶۹۴۳
	وزن پیله	۱	۱	۱	۰/۴۸۱۷
		R_a وزن قشرپیله	R_e وزن قشرپیله	R_p وزن قشرپیله	h^2
	درصد قشر پیله	۰/۵۸۸۰	۰/۷۲۷۷	۰/۵۷۷۹	۰/۸۰۸۳
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۳۸۴۹
۱۰۳×۱۰۴ و ۱۰۴×۱۰۳	وزن پیله	۰/۹۲۳۴	۰/۵۲۴۰	۰/۷۴۶۸	۰/۵۰۶۶
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۶۴۱۸
		R_a وزن پیله	R_e وزن پیله	R_p وزن پیله	
	درصد قشر پیله	۰/۱۹۶۰	-۰/۵۱۱۴	-۰/۱۶۴۹	۰/۷۳۰۳
	وزن پیله	۱	۱	۱	۰/۱۹۳۱
		R_a وزن قشرپیله	R_e وزن قشرپیله	R_p وزن قشرپیله	h^2
	درصد قشر پیله	۰/۶۶۹۴	۰/۵۰۳۶	۰/۵۰۱۱	۰/۷۱۲۵
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۲۱۴۷
۱۰۷×۱۱۰ و ۱۱۰×۱۰۷	وزن پیله	۰/۹۱۳۱	۰/۵۳۹۷	۰/۷۷۰۰	۰/۶۷۰۹
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۵۷۹۱
		R_a وزن پیله	R_e وزن پیله	R_p وزن پیله	
	درصد قشر پیله	۰/۰۱۳۸	-۰/۱۲۴۷	-۰/۰۵۴۸	۰/۶۶۰۳
	وزن پیله	۱	۱	۱	۰/۲۹۷۳
		R_a وزن قشرپیله	R_e وزن قشرپیله	R_p وزن قشرپیله	h^2
	درصد قشر پیله	۰/۴۱۳۷	۰/۷۱۴۴	۰/۵۵۸۹	۰/۵۸۳۳
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۲۹۷۷
۱۵۱×۱۵۲ و ۱۵۲×۱۵۱	وزن پیله	۰/۹۱۶۰	۰/۴۹۹۵	۰/۷۵۶۰	۰/۵۸۸۴
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۶۴۹۷
		R_a وزن پیله	R_e وزن پیله	R_p وزن پیله	
	درصد قشر پیله	۰/۷۵۳۱	۰/۵۹۶۲	۰/۶۱۵۴	۰/۶۷۸۶
	وزن پیله	۱	۱	۱	۰/۲۸۰۸
		R_a وزن قشرپیله	R_e وزن قشرپیله	R_p وزن قشرپیله	h^2
	درصد قشر پیله	۰/۷۲۸۴	۰/۶۴۶۸	۰/۶۰۴۶	۰/۷۵۷۰
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۲۷۷۰
۱۵۱×۱۵۴ و ۱۵۴×۱۵۱	وزن پیله	۰/۸۹۸۷	۰/۲۹۵۴	۰/۶۴۵۱	۰/۵۳۸۶
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۶۲۸۰
		R_a وزن پیله	R_e وزن پیله	R_p وزن پیله	
	درصد قشر پیله	۰/۲۹۶۰	-۰/۴۹۱۴	-۰/۱۲۱۵	۰/۶۴۱۱
	وزن پیله	۱	۱	۱	۰/۲۸۷۱
		R_a وزن قشرپیله	R_e وزن قشرپیله	R_p وزن قشرپیله	h^2
	درصد قشر پیله	۰/۶۹۲۱	۰/۶۴۶۲	۰/۶۱۹۷	۰/۷۰۵۶
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۳۲۵۷
۱۵۳×۱۵۴ و۱۵۴×۱۵۳	وزن پیله	۰/۹۵۷۸	-۰/۰۸۵۸	۰/۷۵۲۸	۰/۶۹۲۲
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۹۲۳۹
		R_a وزن پیله	R_e وزن پیله	R_p وزن پیله	
	درصد قشر پیله	۰/۴۲۵۳	-۰/۹۶۶۵	-۰/۰۸۱۴	۰/۸۳۳۰
	وزن پیله	۱	۱	۱	۰/۳۶۲۸
		R_a وزن قشرپیله	R_e وزن قشرپیله	R_p وزن قشرپیله	h^2
	درصد قشر پیله	۰/۷۹۸۵	۰/۹۹۷۵	۰/۵۵۰۶	۰/۹۸۲۳
	وزن قشر پیله	۱	۱	۱	۰/۳۰۹۳

منابع مورد استفاده

۱- صیداوی، ع.ر.، س.ض. میرحسینی، م. غنی‌پور، و ع.ر. بیژن‌نیا. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد و مقاومت نسبی پانزده هیبرید کرم ابریشم ایران در شرایط طبیعی و آلوده به گراسری. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۹.

2- Ashoka, J. and R. Govindan. 1990. Heterosis for pupal and related traits in single and double cross hybrids of bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. Entomonology. 15 (3-4): 203-206.

3- Basavaraja, H.K., N. Suresh Kumar, B.K. Kariappa, and S.B. Dandin. 2003. Constraints, present status and prospects of silkworm breeding. Proceeding of Mulberry Silkworm Breeders Summit. Hindupur, India. p: 24-40.

4- Bhargava, S.K., A. Venugopal, C.C. Choudhuri, and M.M. Ahsan. 1995. Productivity in bivoltine breeds. Indian Textile Journal. 105 (6): 112-114.

5- Bhargava, S.K., V. Thiagarajan, and E. Rajalakshmi. 1996. Heterotic expression in silk productivity of different crosses of silkworm, *Bombyx mori* L. Indian Veterinary Journal. 73 (2): 176-180.

6- Bhargava, S.K., V. Thiagarajan, and R.K. Datta. 1993. Hybrid vigour in the silkworm, *Bombyx mori* L. Giornale Italiano di Entomologia. 6 (35): 449-453.

7- Bhargava, S.K., V. Thiagarajan, M. Rameshbabu, and B. Nagaraj. 1992. Combining ability and genetic analysis of quantitative traits in silkworm, *Bombyx mori* L. Journal of Genetics and Breeding. 46 (4): 327-330.

8- Chandrashekaraiah, H., and M.Ramesh Babu. 2003. Silkworm breeding in India during the last five decades and what next? Proceeding of Mulberry Silkworm Breeders Summit. Hindupur, India. p. 6-13.

9- ESCAP. 1993. Principles and techniques of silkworm breeding. United Nations, New York. 114 pp.

10- Goldsmith, M. 2003. *Bombyx mori*. Encyclopedia of Genetics. 28: 231-233.

11- Jayaswal, K.P., S. Masilamani, V. Lakshmanan, S.S. Sindagi, and R.K. Datta. 2000. Genetic variation, correlation and path analysis in mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. Sericologia. 40: 211-223.

12- Li, M.W., Q. Yao, C.X. Hou, C.Q. Lin, and K.P. Chen. 2001. Studies of some special characters in the silkworm (*Bombyx mori* L.) germplasm in China. Sericologia. 41: 527-535.

13- Liu, Q.X., W.Y. Zhang, and J.C. Sun. 1994. Combining ability analysis and cross selection in nine silkworm varieties. Journal of Shandong Agricultural University. 25 (2): 207-212.

14- Mu, Z.M., Q.X. Liu, X.L. Liu, W.G. Li, and Z.Y. Sun. 1995. Genetic research of vitality and cocoon quality traits of silkworm. Journal of Shandong Agricultural University. 26(2): 157-163.

15- Nacheva, I. 1989. Possibilities for using partial backcrossing in silkworm breeding. Genetika i Selektsiya. 22(5): 441-445.

16- Nagaraju, N. 2002. Application of genetic principles for improving silk production. Current Science. 83(4): 409-414.

17- Petkov, N. 1989. Improving initial breeds of the regionally distributed hybrid Hessa 1 × Hessa 2 for industrial silkworm feeding in spring. I. Variability of quantitative breeding characters. Genetika i Selektsiya. 22 (3): 248-252.

18- Plugaru, I.G., R.I. Plugaru, V.A. Golovko, M.I. Stotskii, T.L. Spiridonova, and V.V. Klimenko. 1993. Finding promising hybrids of the silkworm using thermal parthenogenesis. Buletinul Academiei de Stiinte a Republicii Moldova Stiinte Biologice si Chimice. 3: 12-16.

19- Rahman, S. and S.M. Rahman. 1990. Estimates of variability and some genetic parameters in eri silkworm Philosamia ricini Boisd. Bangladesh Journal of Zoology. 18(2): 239-244.

20- Raju, R.N., R. Govindan, J. Ashoka, and S.G. Rayar. 1989. Performance for larval traits in some single and three-way cross hybrids of silkworm, *Bombyx mori* L. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 2 (4): 294-297.

21- Ramesh Babu, M., H. Chandrashekaraiah, H. Lakshmi, and J. Prasad. 2001. Silkworm (*Bombyx mori* L.) genetic stocks–an evolutionary analysis. Bulletin of Indian Academy of Sericulture. 5: 9-17.

22- Ranatunga, R.M.A.C., A.L.T. Perera, H.N.P. Wijayagunasekera, and R.O. Thattil. 1990. Production and evaluation of silkworm hybrids using diallel genetic design. Tropical Agricultural Research. Proccedings of the 2nd Annual Congress of the Postgraduate Institute of Agriculture, Peradeniya, Sri Lanka, 8-9 Nov. 2: 156-168.

23- Rao, C.G.P., C. Chandrashekaraiah, K. Ibrahim Basha, S.V. Seshagiri, and H. Nagaraju. 2004. Evaluation of polyvoltine hybrids based on silk productivity in silkworm, *Bombyx mori*. International Journal of Industrial Entomology. 8(2): 181-187.

24- Rao, C.G.P., S.V. Seshagiri, C. Ramesh, K. Ibrahim Basha, H. Nagaraju, and H. Chandrashekaraiah. 2006. Evaluation of genetic potential of the polyvoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) germplasm and identification of parents for breeding programme. Journal of Zhejiang University Science B. 7(3): 215-220

25- Singh, T. and G.S. Rao. 1993. A multiple traits evaluation index to screen useful silkworm, *Bombyx mori* L. hybrid genotypes. Giornale Italiano di Entomologia. 6 (34): 379-382.

26- Singh, T. and G.S. Rao. 1994. Studies on evaluation of hybrids by breeding index in *Bombyx mori* L. Entomonology. 19 (3 and 4): 169-170.

27- Thangavelu, K., R.K. Sinha, and B. Mohan. 2003. Silkworm germplasm and their potential use. Proceeding of Mulberry Silkworm Breeders Summit. Hindupur, India. p: 14-23.

28- Vidyunmala, S., B.N. Murphy, and N.S. Reddy. 1998. Evaluation of new mulberry silkworm *Bombyx mori* L. hybrids (multivoltine × bivoltine) through multiple trait evaluation index. Journal of Entomological Research. 22 (1): 49-53.

29- Yamaguchi, A. 2003. Maintenance of bivoltine silkworm races at breeders level. Proceeding of Mulberry Silkworm Breeders Summit. Hindupur, India. p: 4-5.

Estimation of Performance and Genetic Parameters of Ten Chinese and Japanese Silkworm Hybrids in a Crisscrossing System

S. Nematollahian[1], M. Ghanipoor[1], A.R. Seidavi[2*], S.Z. Mirhosseini[3], M. Mavvajpour[1], and A.R. Bizhannia[1]

Abstract

Performance of five Chinese commercial lines of silkworm like 32, 104, 110, 152, 154 and five Japanese ones such as 31, 103, 107, 151, 153 were investigated at four rearing periods of two spring and two summer seasons. Total hatch, rearing steps, recording and experimental activities were conducted under standard conditions of ESCAP (1993). The results indicated that maternal base effect all of effects in model (generation, genus and hybrid group) was significant (P<0.0001). Except for maternal base effect, other present ingredient in statistic model were extremely significant (P<0.0001) as compared with mean effects of all ingredients studied except the maternal base effect over characters cocoon weight, cocoon shell weight and cocoon shell percentage was significant (P<0.0001). Variance components estimated, by using one trait analysis method, showed that 153×154 and 31×32 hybrids had high heritability (0.8365 and 0.7848 for cocoon weight trait respectively). Thus, it could be said that rate of genetic gain from accomplishment of selection programs using from this hybrids for new lines production would be appreciable. Also it seems 153×154 despite its high heritability for individual traits (0.8365 and 0.9854 for cocoon weight and shell cocoon weight respectively) did have lower mean relative to 31×32 and this shown this hybrid may be sensitive to environmental conditions. The results obtained from estimation of genetic, environment and phenotypic correlations using two trait analysis methods is shown that the hybrid 153×154 had maximum additive genetic correlation. It can be concluded that hybrid 31×32 concerning most economical characters was superior.

Keywords: Correlation, Crisscrossing System, Heritability, Hybrid, Silkworm.

1- Iran Silkworm Research Center, Rasht, Iran.
2- Staff Member of Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.
3- Staff Member of Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran.
Corresponding Author: *alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir*