

ارزیابی ژنتیکی برخی صفات اقتصادی آمیخته‌های کرم ابریشم در سیستم تلاقی چرخشی
شهلا نعمت‌اللهیان^۱، مانی غنی‌پور^۱، علیرضا صیداوی^۲، سیدضیاءالدین میرحسینی^۳، معین‌الدین موج‌پور^۱ و
علیرضا بیژن‌نیا^۱

• چکیده

به منظور مطالعه مؤلفه‌های واریانس، وراثت‌پذیری و همبستگی ژنتیکی برخی صفات اقتصادی در آمیخته‌های شش لاین کرم ابریشم، داده‌های مربوط به سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ استفاده شد. تجزیه داده‌ها با روش مدل حیوانی چندصفتی و الگوریتم حداکثر درست‌نمایی محدود شده بی‌نیاز از مشتق‌گیری انجام گردید. نتایج نشان داد در کلیه آمیخته‌ها وراثت‌پذیری وزن پيله بیشتر از وزن قشر پيله می‌باشد و صفت درصد قشر پيله وراثت‌پذیری کمتری نسبت به دو صفت دیگر دارد. همبستگی ژنتیکی زیادی میان صفات وزن پيله و وزن قشر پيله مشاهده شد، ولی بین صفات وزن پيله و درصد قشر پيله همبستگی ژنتیکی ناچیز و بعضاً منفی مشاهده گردید. همچنین اثر هتروزیس در افزایش صفات وزن پيله و وزن قشر پيله موثر بود و با افزایش درصد هتروزیس میانگین این صفات افزایش یافت. در صفت درصد قشر پيله با افزایش درصد نوترکیبی، میانگین صفات افزایش پیدا کرد. نتایج وجود رابطه معکوس بین این دو اثر را نشان داد. همچنین آمیخته‌های حاصل از لاین‌های 31 و 32 پیشرفت ژنتیکی و میانگین بالاتری در همه صفات تولیدی داشتند و آمیخته‌های حاصل از لاین‌های 107 و 110 نیز دارای عملکرد خوبی بودند در نتیجه انتظار می‌رود استفاده از این لاین‌ها در سطح تجاری نتایج مطلوبی در پی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: لاین، کرم ابریشم، همبستگی، هتروزیس، نوترکیبی

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور

۲- عضو هیات علمی گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

۳- عضو هیات علمی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

ارزیابی ژنتیکی برخی صفات اقتصادی آمیخته‌های کرم ابریشم در سیستم تلاقی چرخشی

• مقدمه

در صنعت نوغانداری بمنظور تولید تخم نوغان تجاری از تلاقی بین لاین‌های ژاپنی و چینی برای بهره‌برداری از پدیده هتروزیس استفاده می‌شود. نتایج اصلاح نژاد کرم ابریشم نشان می‌دهد که هیچ شیوه اصلاح نژادی همانند هتروزیس در تولید اقتصادی پيله موثر نمی‌باشد و وارپته‌های آمیخته نسبت به لاین‌های والد خود در بسیاری از صفات اقتصادی برتری چشمگیری را نشان می‌دهند (Ranatunga و همکاران، ۱۹۹۰؛ Bhargava و همکاران، ۱۹۹۳). از آنجایی که تولید تخم نوغان و پيله از لاین‌های خالص در سطح تجاری بدلیل میزان تولید پایین و توانمندی ضعیف (به دلیل وجود همخونی)، بسیار غیر اقتصادی و حتی غیر ممکن می‌باشد، لذا اولین و مهمترین مرحله در طراحی برنامه آمیخته‌گری، انتخاب لاین‌های مناسب پدری و مادری است (Govindan و Narasimharaju، ۱۹۹۰). بالا بودن ظرفیت ژنتیکی یک لاین به تنهایی، دلیل مطلوبیت آن برای استفاده در سطح تجاری نبوده، بلکه باید لاین‌هایی در تولید تخم نوغان مورد استفاده قرار گیرند که موجب دستیابی به حداکثر هتروزیس گردند (Govindan و Ashoka، ۱۹۹۰). به همین دلیل برآورد اثرات آمیخته‌گری در برنامه تلاقی بین دو لاین چینی و ژاپنی، قبل از توسعه تجاری وارپته‌های آمیخته بسیار ضروری به نظر می‌رسد. هدف این تحقیق بررسی اثرات آمیخته‌گری صفات وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر ابریشمی کرم ابریشم با استفاده از معادلات مدل مختلط در سیستم تلاقی چرخشی بود.

• مواد و روش‌ها

عملکرد لاین‌ها و آمیخته‌های حاصل از آنها در چهار دوره پرورشی مجزا طی تابستان ۱۳۸۳، بهار و تابستان سال ۱۳۸۴ و بهار سال ۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفت. لاین‌های مورد بررسی شامل لاین‌های 31، 107 و 151 ژاپنی و لاین‌های 32، 110 و 154 لاین‌های چینی موجود در مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور بود. در این تحقیق پارامترهای ژنتیکی صفات وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله در آمیخته‌های حاصل از تلاقی لاین‌های 31×32، 107×110، 154×151 در یک سیستم تلاقی برگشتی چرخشی در نسل‌های متوالی برآورد شدند. به‌عنوان نمونه در سیستم تلاقی مربوط به تلاقی لاین‌های 31 و 32 ابتدا از هر یک از لاین‌های 31 و 32 تعداد ۱۲۰ پيله (شامل ۶۰ پيله نر و ۶۰ پيله ماده) که محصول پرورش بهار سال ۱۳۸۳ مزارع مادر (P) مرکز تحقیقات کرم ابریشم بودند، برای تشکیل جامعه مبنا بطور تصادفی نمونه برداری و رکوردگیری شدند. پس از خروج پروانه‌ها، از هر یک از لاین‌های مذکور، ۳۹ پروانه نر و ۳۹ پروانه ماده به‌منظور تشکیل ۱۲ خانواده به‌طور تصادفی تلاقی یافتند. به‌منظور تشکیل جامعه آمیخته از ۱۲ خانواده، (۲۱ پروانه نر از لاین 31 با ۲۱ پروانه ماده از لاین 32) به‌صورت تصادفی تلاقی یافتند. در نسل اول پرورش (تابستان ۱۳۸۳) ۱۲ خانواده آمیخته از هر یک از وارپته‌ها (به‌عنوان مثال ۶ خانواده 31×32 و ۶ خانواده 31×32) به همراه کلیه لاین‌های خالص کلیه آمیخته‌ها پرورش یافته و در پایان

مجله دانش و پژوهش علوم دامی / جلد ۲ - پاییز ۱۳۸۷

از هر یک از ژنوتیپ‌ها ۲۵ پیله نر و ۲۵ پیله ماده درجه یک برای صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله مورد رکوردگیری قرار گرفتند. تعیین جنسیت افراد از روی فنوتیپ دستگاه تناسلی شفیره‌ها انجام پذیرفت. انتخاب انفرادی در هر جنس و گروه بر اساس وزن قشر پیله صورت گرفت. از میان آمیخته‌های حاصل ۱۸ نر و ۱۸ ماده برتر انتخاب شده، پس از تلاقی ۳۶ پیله (۱۸ نر و ۱۸ ماده) با افراد آمیخته ۳۱×۳۲، ۷۲ پیله باقیمانده (۳۶ نر و ۳۶ ماده) بطور تصادفی با یکدیگر تلاقی یافت. برنامه پرورشی و تلاقی ذکرشده در بهار ۱۳۸۴ نیز دنبال شد، به طوری که تلاقی بین افراد آمیخته و لاین ۳۲ صورت گرفت. این سیستم تلاقی چرخشی تا نسل پنجم (تابستان ۱۳۸۴ و بهار ۱۳۸۵) ادامه یافت. سیستم تلاقی ذکر شده در سایر تلاقی‌ها نیز بصورت مشابه انجام شد. برای توزین وزن پیله و قشر آن از ترازوی دیجیتال حساس با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده گردید. آزمایش در قالب فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی پیاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Excel تنظیم گردید و با نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسات میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده شد. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$y_{ijklm} = m + G_i + S_j + b_1(x_1 - \bar{x}_1) + b_2(x_2 - \bar{x}_2) + b_3(x_3 - \bar{x}_3) + u_l + e_{ijkl}$$

در این رابطه y_{ijkl} مقدار مشاهده شده صفت، μ میانگین جامعه، G_i اثر i امین نسل ($i=1,2,3$)، S_j اثر j امین جنس (نر و ماده، $j=1,2$)، b_k ضرایب تابعیت خطی مشاهدات از متغیرهای کمکی مربوطه (x_1 سهم نژادی لاین B که برابر معدل نسبت‌های ژنی دو والد می‌باشد، x_2 هتروزیس فردی برای گروه‌های مختلف آمیخته، x_3 اثرات نو ترکیبی حیوان)، u_l اثر ژنتیکی افزایشی و e_{ijkl} اثرات باقیمانده است. برای برآورد مؤلفه‌های واریانس صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله در آمیخته‌ها، از روش DFREML (حداکثر درست‌نمایی محدود شده بی‌نیاز از مشتق‌گیری) استفاده شد. شکل ماتریسی مدل فوق به صورت زیر می‌باشد:

$$y = Xb + Za + e$$

در این رابطه y بردار مشاهدات به ابعاد $n \times 1$ ، X ماتریس ضرایب اثرات ثابت و متغیرهای کمکی به ابعاد $n \times f$ که هر یک از مشاهدات را به اثرات ثابت و متغیرهای کمکی ارتباط می‌دهد، b بردار اثرات ثابت به ابعاد $f \times 1$ که شامل تمام اثرات ثابت (نسل و جنس) و متغیر کمکی سهم نژادی لاین ژاپنی در هر حیوان، اثر هتروزیس فردی، اثر هتروزیس مادری و اثرات نو ترکیبی می‌باشد. Z ماتریس ضرایب اثرات تصادفی به ابعاد $n \times s$ است که هر یک از مشاهدات را به اثرات تصادفی ارتباط می‌دهد. a بردار اثرات تصادفی به ابعاد $s \times 1$ و e بردار اثرات باقیمانده به ابعاد $n \times 1$ است.

ارزیابی ژنتیکی برخی صفات اقتصادی آمیخته‌های کرم ابریشم در سیستم تلاقی چرخشی

• نتایج و بحث

جدول شماره ۱ کلیه عوامل ثابت ذکر شده به اضافه اثر ثابت گروه آمیخته در مدل آماری به شدت معنی‌دار بود ($P < 0/001$) در بین متغیرهای کمکی موجود اثر هتروزیس فردی در صفات وزن پيله و وزن قشر پيله بیشتر از سایرین معنی‌دار بود. در بین اثرات ثابت، بالاترین میزان معنی‌داری مربوط به اثر نسل است. اختلاف میانگین‌های بین سطوح اثرات ثابت و متغیرهای کمکی در همه صفات، معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج حاصل از بررسی اثر نسل نشان داد که نسل ۴ و سپس نسل ۲ در همه صفات دارای میانگین بالایی بودند که می‌تواند به دلیل پرورش بهاره باشد. کمترین میانگین‌ها مربوط به نسل ۳ و سپس نسل ۱ بود که می‌تواند به پرورش پاییزه آنها مربوط باشد. نتایج آنالیز تک صفت در جدول ۳ نشان می‌دهد، صفات وزن پيله و وزن قشر پيله دارای وراثت پذیری بالایی بوده، درحالی‌که وراثت‌پذیری درصد قشر پيله پایین‌تر می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد این دو صفت کمتر تحت تأثیر اثرات محیطی قرار دارند. محققان دیگر نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (Singh و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین بیان شده است که صفات وزن پيله و وزن قشر پيله، توارث‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالایی را نشان دادند (Govindan و Ashoka، ۱۹۹۰). یافته حاصل بر تأثیر اثرات ژنی افزایشی روی صفات فوق دلالت دارد (Ghanipoor، ۲۰۰۲). این در حالی است که وراثت‌پذیری متوسط متمایل به بالا به همراه پیشرفت ژنتیکی پایین برای درصد قشر پيله نشان می‌دهد که این صفت توسط ژن‌های دارای اثرات غیر افزایشی کنترل می‌شود. وقتی صفتی وراثت‌پذیری متوسط تا بالا داشته باشد، پیشرفت ژنتیکی پایینی را نشان می‌دهند. این صفات تحت تأثیر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی بیشتری قرار دارند و بنابراین به آمیخته‌گری و انتخاب برگشتی پاسخ بهتری نشان می‌دهند. Govindan و Ashoka (۱۹۹۰) و Rangaiah و همکاران (۱۹۹۵) نیز در تحقیقات خود وراثت‌پذیری وزن پيله و وزن قشر پيله را بالا گزارش نموده‌اند. Rangaiah و همکاران (۱۹۹۵) هم در مطالعه‌ای روی صفات باروری، رشد لاروی، وزن لارو، وزن پيله و قشر آن و نیز درصد قشر پيله هیجده واریته کرم ابریشم را مورد بررسی قرار دادند. آنها همچنین همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی مابین شش صفت فوق را محاسبه کردند. نتایج نشان داد که وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله همبستگی مثبتی با باروری دارند و لذا پیشنهاد کردند در برنامه‌های انتخاب روی این صفات تأکید شود. Jayaswal و همکاران (۲۰۰۰) هم نتایج مشابهی را گزارش کردند.

جدول ۴ میانگین حداقل مربعات متغیرهای کمکی را در تجزیه واریانس مربوطه نشان می‌دهد. با توجه به جدول ملاحظه می‌شود که ضریب رگرسیون متغیر کمکی سهم نژادی لاین ژاپنی در تمام آمیخته‌ها بر میانگین صفات تولیدی منفی است در نتیجه با بالا رفتن سهم ژن این نژاد، وزن پيله کاهش می‌یابد. ضریب رگرسیون برای اثر هتروزیس بر صفات وزن پيله و وزن قشر پيله در تمامی آمیخته‌ها مثبت است، ولی در صفت درصد قشر پيله منفی می‌باشد. Boyko و همکاران (۲۰۰۴) هم نتایج مشابهی گزارش کرده بودند. ضریب رگرسیون اثر هتروزیس مادری هم بر روی صفات تولیدی در تمامی آمیخته‌ها مثبت می‌باشد و میزان آن در مورد صفت درصد قشر پيله به مراتب

بیشتر از دو صفت دیگر است. در آزمایشی توسط Ranatunga و همکاران (۱۹۹۰)، آمیخته‌ها و لاین‌های کرم ابریشم تولید و ارزیابی شده و پایه ژنتیکی برخی خصوصیات مهم اقتصادی تعیین گردید و هتروزیس روی سه صفت وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله مشاهده شد. Petkov و همکاران (۱۹۸۹) ارتباط بین ظهور هتروزیس در نسل F1، افت در نسل F1 و درجه غالبیت در نسل‌های F1 و F2 را برای تعدادی از صفات اقتصادی پيله‌های آمیخته تولید شده از طریق تلاقی بین لاین‌ها مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد تغییر شرایط محیطی (فصل) منجر به ایجاد تغییراتی در اهمیت نسبی اثرات ژنهای اپیستاتیک و غالبیت، درجه و علامت ظهور انواع مختلف اثرات ژنی اپیستاتیک، غالبیت و فوق غالبیت می‌گردد که Sofi و همکاران (۱۹۹۹) نیز در تحقیق خود به این موارد اشاره کرده بودند. Singh و همکاران (۱۹۹۴) نیز هشت آمیخته جدید کرم ابریشم (F1) را برای پاسخ اثر آمیخته‌گری مورد مقایسه قرار دادند. آنها آمیخته KPG-b×P5 و تلاقی متقابل آن را به عنوان بهترین تولید کننده ابریشم به دلیل اثرات هتروزیس معرفی نمودند. همچنین Bhargava و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند که هتروزیس در بهبود سویه‌های موجود برای استفاده تجاری و نیز در توسعه سویه‌های جدید از طریق تکنیک‌های آمیخته‌گری بسیار موثر است. جدول ۵ پیشرفت ژنتیکی افزایشی صفات وزن پيله (گرم)، وزن قشر پيله (گرم) و درصد قشر پيله (%) را در گروه‌های آمیخته‌ها نشان می‌دهد. پیشرفت ژنتیکی افزایشی صفات وزن پيله (گرم)، وزن قشر پيله (گرم) و درصد قشر پيله (%) در گروه‌های آمیخته‌ها نشان می‌دهد. Narasimaraju و همکاران (۱۹۹۰) ویژگی‌های ژنتیکی هیجده صفت را در کرم ابریشم بررسی کردند و نشان دادند پیشرفت ژنتیکی صفات مختلف بین ۶۲/۶۶-۸/۴۸ درصد متغیر بوده و در مورد وزن لاروی، پيله تولیدی، وزن پيله، وزن قشر پيله، طول و وزن الیاف پيله و بالاخره ضخامت الیاف بیش از ۲۰ درصد است. برای صفت درصد قشر پيله نیز بالاترین پیشرفت ژنتیکی در آمیخته ۱۰۷×۱۱۰ و ۱۰۷×۱۱۰ است. پیشرفت ژنتیکی افزایشی به دست آمده در هر نسل به صورت اختلاف میانگین ارزش ژنتیکی افزایشی افراد در هر نسل از نسل قبلی محاسبه می‌شود. پیشرفت ژنتیکی افزایشی کل به صورت اختلاف میانگین ارزش ژنتیکی افزایشی افراد آخرین نسل از نسل مینا محاسبه می‌شود. روش دیگر محاسبه آن برابر است با میانگین ارزش ژنتیکی افزایشی افراد در همه نسل‌ها میباشد. همانطور که ملاحظه می‌شود پیشرفت ژنتیکی صفات از نسلی به نسل دیگر متفاوت است. در نسل ۲ پیشرفت مثبت بوده ولی در نسل ۳ کاهش پیدا کرده است و مجدداً در نسل ۴ افزایش یافته است. با توجه به جدول بیشترین پیشرفت ژنتیکی کل در صفات وزن پيله و وزن قشر پيله در آمیخته ۳۱×۳۲ و ۳۱×۳۲ است. و آمیخته‌های حاصل از لاین‌های ۱۰۷، ۱۱۰، ۱۵۱ و ۱۵۴ پیشرفت ژنتیکی کل نسبتاً یکسانی داشتند.

• نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج حاصل از کلیه جداول می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آمیخته‌های حاصل از لاین‌های ۳۱ و ۳۲ به‌طور معنی‌داری دارای بالاتری بودند و عملکرد آمیخته‌های حاصل از لاین‌های ۱۰۷ و ۱۱۰ نیز در رتبه بعدی قرار داشت.

ارزیابی ژنتیکی برخی صفات اقتصادی آمیخته‌های کرم ابریشم در سیستم تلاقی چرخشی

جدول ۱- تجزیه واریانس صفت اقتصادی

صفت درصد قشر پيله				صفت وزن قشر پيله				صفت وزن پيله				منبع تغییرات	
Pr<F	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	Pr<F	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	Pr<F	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	df	
۰/۰۰۰	۴۶۴/۶۷۵	۱۵۶۷/۸۸۳	۴۷۰۳/۳۱۸	۰/۰۰۰	۳۳۳۷/۱۲۳	۴۵/۱۲۳	۱۳۵/۳۶۹	۰/۰۰۰	۲۷۲۹/۸۷۷	۸۴۱۸/۹۲۸	۲۷۱۰/۶۳	۳	نسل
۰/۰۰۰	۴۵۱۴۳/۹۵	۱۵۲۳۱/۷۸۴	۱۵۲۳۱/۷۸۴	۰/۰۰۰	۱۰۶۹/۶۵۹	۲/۰۶۵	۲/۰۶۵	۰/۰۰۰	۲۹۲۹/۴۷	۹۰۳/۵۴۳	۱۳۹۹/۱۱	۱	جنس
۰/۰۰۰	۸۶۱/۳۰۲	۲۹۰۵/۹۶۰	۱۴۵۲۹/۸۰۰	۰/۰۰۰	۷۶۹/۸۹۹	۱/۴۸۶	۷/۴۴۹	۰/۰۰۰	۴۵۳۵/۰۲	۱۳۹۹/۱۱۱	۵۲/۸۸۸	۵	آمیخته
۰/۰۰۰	۶۶/۹۲۰	۲۲۵/۷۸۴	۲۲۵/۷۸۴	۰/۹۳۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۱۱۶	۰/۰۰۰۰۰۱۱۶	۰/۰۰۰	۳۴۲/۹۰۷	۱۰/۵۷۸	۱/۳۸۲	۱	اثر نونر کبیری
۰/۸۸۴	۰/۰۲۱	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۰۰	۱۷۵۰/۰۴۰	۳/۳۷۸	۳/۳۷۸	۰/۰۰۰	۴۴/۸۰۶	۱/۳۸۲	۷۹/۴۸۷	۱	اثر هتروزیس
۰/۰۹۸	۲/۸۳۶	۹/۲۳۰	۹/۲۳۰	۰/۰۰۰	۱۵۲/۵۵۳	۰/۲۹۴	۰/۲۹۴	۰/۰۰۰	۲۵۷۶/۸۵۰	۷۹/۴۸۷	۴/۵۳۰	۱	اثر درصد ژن ژاپنی
۰/۰۰۰	۱۴/۴۱۲	۴۸/۶۲۵	۴۸/۶۲۵	۰/۰۰۰	۱۵/۴۸۵	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۸۸	۱۴۶/۸۶۶	۴/۵۳۰	۰/۰۹	۱	اثر هتروزیس مادری
-	-	۳/۳۷۴	۱۳۸۷۲/۴۳۵	-	-	۰/۰۰۲	۷۹/۰۳۸	-	۲/۹۲۰	۰/۰۹۰	۱۲۶۸۷/۵۲	۴۱۱۳۱	خطا
-	-	-	۱۹۰۲۶۴۸/۹	-	-	-	۵۳۱۲/۳۷۷	-	-	۰/۰۳۱	۱۱۹۱۳۳/۴۱	۴۱۱۴۵	کل

مجله دانش و پژوهش علوم دامی / جلد ۲ - پاییز ۱۳۸۷

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات پيله به تفکیک نسل، هتروزیس فردی، نوترکیبی و گروه آمیخته در لاین‌های مورد مطالعه

اثرات	سطوح بین اثرات	وزن یک پيله	وزن قشر یک پيله	درصد قشر یک پيله
نسل	۱	B ۱/۵۰۵۴	B ۰/۳۰۷۰	A ۲۰/۶۰۲۰
	۲	C ۱/۷۶۵۵	C ۰/۳۸۰۸	D ۲۱/۸۰۰۲
	۳	A ۱/۳۳۰۳۴	A ۰/۲۷۹۵	B ۲۱/۱۶۳۳
	۴	D ۲/۰۱۳۷	D ۰/۴۲۹۱	C ۲۱/۶۰۶۱
اثر هتروزیس فردی	۰/۷۵	A ۱/۴۱۵۰	A ۰/۳۰۵۳	A ۲۰/۴۱۱۷
	۱	B ۱/۶۰۹۲	B ۰/۳۲۵۴	B ۲۱/۲۹۱۴
	۰	C ۱/۶۲۵۵	C ۰/۳۴۳۳	۲۱C/۶۷۱۴
	۰/۵	D ۱/۷۷۷۲	D ۰/۳۸۱۳	۲۱C/۷۰۶۱
	۰/۶۲۵	۲E/۰۹۹۸	۰E/۴۴۹۴	۲۱D,C/۷۶۴۴
اثر نوترکیبی	۰/۱۸۷۵	A ۱/۴۱۵۰	A ۰/۳۰۵۳	A ۲۱/۱۸۷۷
	۰	B ۱/۶۲۳۵	B ۰/۳۴۱۲	B ۲۱/۶۷۱۳
	۰/۲۵	C ۱/۷۷۷۲	C ۰/۳۸۱۳	BC ۲۱/۷۰۶۰
	۰/۲۳۴۴	D ۲/۰۹۹۸	D ۰/۴۴۹۳	C ۲۱/۷۶۴۴
اثر گروه آمیخته	۱۰۷×۱۱۰ و ۱۱۰×۱۰۷	۱A/۵۸۲۹	۰A/۳۳۲۰	۲۱B/۱۲۷۵
	۱۵۱×۱۵۴ و ۱۵۴×۱۵۱	۱B/۶۵۷۶	۰B/۳۳۷۰	۲۰A/۵۴۹۶
	۳۱×۳۲ و ۳۲×۳۱	۱B/۶۶۱۷	۰C/۳۶۷۸	۲۲C/۳۰۵۱

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

جدول ۳- تجزیه واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری‌های صفات تولیدی در آنالیز تک صفت

گروه آمیخته	نوع صفت	$2\sigma_a$	$2\sigma_e$	$2\sigma_p$	h^2
۳۱×۳۲ و ۳۲×۳۱	وزن پيله	۰/۰۴۲	۱/۰۲۸۳	۰/۰۷۰۳	۰/۵۹۸۱
	وزن قشر پيله	۰/۰۰۲۵	۱/۰۰۱۷	۰/۰۰۴۲	۰/۵۹۸۴
	درصدقشرپيله	۱/۸۰۵۷	۲/۰۱۳	۳/۸۱۸۷	۰/۴۷۲۹
۱۵۱×۱۵۴ و ۱۵۴×۱۵۱	وزن پيله	۰/۰۴	۲/۰۲۴۵	۰/۰۶۴۵	۰/۶۱۹۴
	وزن قشر پيله	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۷	۰/۶۱۵۹
	درصدقشرپيله	۱/۸۷۵۸	۲/۳۸۵۹	۴/۲۶۱۷	۰/۴۴۰۲
۱۰۷×۱۱۰ و ۱۱۰×۱۰۷	وزن پيله	۰/۰۴۲۳	۰/۰۲۷۲	۰/۰۶۹۵	۰/۶۰۸۴
	وزن قشر پيله	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۳۹	۰/۵۹۵
	درصدقشرپيله	۱/۴۰۹۴	۲/۳۵۸۲	۳/۷۶۷۶	۰/۳۷۴۱

ارزیابی ژنتیکی برخی صفات اقتصادی آمیخته‌های کرم ابریشم در سیستم تلاقی چرخشی

جدول ۴- جواب حداقل مربعات متغیرهای کمکی در صفات تولیدی

حداقل مربعات تعمیم یافته (S.L.G)			صفت	گروه آمیخته
هتروزیس فردی	هتروزیس مادری	درصد ژن ژاپنی		
۰/۰۷۵۴	۰/۸۵۰۴	-۰/۱۸۰۶	وزن پیله	۳۱×۳۲ و ۳۲×۳۱
۰/۰۱۲۶	۰/۱۸۸۷	-۰/۰۴۹۹	وزن قشر پیله	
-۰/۲۰۹	۰/۱۶۹۹	-۰/۶۴۵	درصد قشر پیله	
۰/۰۵۹۳	۰/۳۷۱	-۰/۲۵۴۶	وزن پیله	۱۵۱×۱۵۴ و ۱۵۴×۱۵۱
۰/۰۰۸۷	۰/۱۷۵۵	-۰/۰۶۵	وزن قشر پیله	
-۰/۱۲۶۱	۱/۷۵۳۷	-۰/۶۶۱۶	درصد قشر پیله	
۰/۹۱۲۱	۱/۲۰۵۲	-۰/۲۹۰۲	وزن پیله	۱۰۷×۱۱۰ و ۱۱۰×۱۰۷
۰/۰۱۸۲	۰/۲۸۴۹	-۰/۰۷۷۷	وزن قشر پیله	
-۰/۰۳۶۶	۲/۳۱۱۶	-۰/۸۵۰۱	درصد قشر پیله	

جدول ۵- محاسبه پیشرفت ژنتیکی صفات تولیدی نسل‌های مختلف در هر گروه آمیخته

درصد قشر پیله	وزن قشر پیله	وزن پیله	پیشرفت ژنتیکی	گروه آمیخته
-۰/۲۸۹۲	۰/۰۲۴۴	۰/۰۶۴۱	نسل ۲ به نسل ۱	۳۱×۳۲ و ۳۲×۳۱
-۰/۶۸۲۱	-۰/۰۸۸۵	-۰/۳۹۲۳	نسل ۳ به نسل ۲	
۱/۲۶۳۳	۰/۱۲۶۰	-۰/۵۳۷۰	نسل ۴ به نسل ۳	
۰/۲۹۲۰	۰/۰۶۲۰	۰/۱۹۰۸	کل	
۰/۹۰۷۲	۰/۰۱۶۵	۰/۰۰۸۳	نسل ۲ به نسل ۱	۱۵۱×۱۵۴ و ۱۵۴×۱۵۱
-۰/۰۹۶۵	-۰/۰۶۸۵	-۰/۳۳۸۰	نسل ۳ به نسل ۲	
۰/۱۵۵۴	۰/۰۹۴۸	-۰/۴۵۷۵	نسل ۴ به نسل ۳	
۰/۹۶۶۰	۰/۰۴۲۸	۰/۱۲۷۹	کل	
۰/۱۴۱۲	-۰/۰۱۵۶	-۰/۱۰۰۵	نسل ۲ به نسل ۱	۱۰۷×۱۱۰ و ۱۱۰×۱۰۷
۰/۲۹۴۴	۰/۰۱۱۳	۰/۰۳۸۹	نسل ۳ به نسل ۲	
-۰/۱۴۳۵	-۰/۰۰۳۵	-۰/۰۰۷۴	نسل ۴ به نسل ۳	
۱/۲۲۳۲	۰/۰۴۶۸	۰/۱۳۴۱	کل	

"منابع"

- Ashoka, J. and R. Govindan. 1990. Heterosis for pupal and related traits in single and double cross hybrids of bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. Entomology. 15 (3-4): 203-206.
- Bhargava, S.K., V. Thiagarajan and R.K. Datta. 1993. Hybrid vigour in the silkworm, *Bombyx mori* L. Giornale Italiano di Entomology. 6 (35): 449-453.
- Boyko, Y.A., S.V. Sukhanov, and V. G.Shakhbazov. 2004. The Effect of Heterosis and Inheritance of Quantitative Traits in Silkworm Exposed to Electromagnetic Irradiation. Russian Journal of Genetics.40(9): 990-994.
- Ghanipoor, M., 2002. Determination of selection index for three Iranian commercial pure lines of silkworm. MSc Thesis in Animal Science. Guilan University, Iran.
- Jayaswal, K. P., S. Masilaman, 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.
- Narasimharaju, R. and R. Govindan. 1990. Performance of different breeds of silkworm *Bombyx mori* L. and their hybrids for pupal and allied traits. Entomology. 15 (3-4): 179-182.
- Petkov, N. and I. Nacheva. 1989. Studies of the viability and productivity of reciprocal silkworm, *Bombyx mori* L. hybrids. Genetika i Seleksiya. 22 (2): 148-155.
- 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. Proceedings of the 2nd Annual Congress of the Postgraduate Institute of Agriculture, Peradeniya, Sri Lanka, 8-9 Nov. 2: 156-168.
- Rangaiah, S., M.C. Devaiah., R.Govindan., R.S.Kulkarni. & T. K. Narayanaswamy.1995.Inter-relationship among some quantitative traits in multivoltine races of silkworm *Bombyx mori* L. Current Research University of Agricultural Sciences Bangalore. 24(5): 87-88.
- Singh, R., J. Nagaraju and R. K. Datta. 1994. Comparative study of various characters between trimoulters and tetramoulters segregated from F1 hybrids of trimoulter and tetramoulter strains of the silkworm, *Bombyx mori* L. Indian Journal of Sericulture. 33 (2): 155-159.
- Singh, T., A. Chandrasekharaiah and M. V. Samson, 1998. Correlation and heritability analysis in the silkworm, *Bombyx mori*. Sericologia. 38: 1-13.
- Sofi, A. M., M.A. Masoodi and A.S. Kamali, 1999. Estimation of heritability and correlation of some quantitative traits in line \times tester analysis in silkworm, *Bombyx mori* L. Mysore Journal of Agricultural Science. 33: 289-296.