



مقایسه اثرات استراتژی‌های متفاوت انتخاب بر عملکرد دو لاین تجاری کرم ابریشم

پاراخات برزین^۱، سیدضیاءالدین میرحسینی^۲، شهلا نعمت‌اللهیان^۳، محمد ناصرائی^۴ و علیرضا صیداوی^۵

۱ و ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و کارشناس ارشد، دانشگاه گیلان
۲- استاد، دانشگاه گیلان، (نویسنده مسؤول: mirhosin@guilan.ac.ir)
۳- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور، رشت، ایران
۵- دانشیار، گروه علوم دامی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۱۷

چکیده

هدف از این تحقیق برآورد مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی صفات پيله کرم ابریشم با مدل تک متغیره و چند متغیره و مقایسه میانگین صفات تولیدی و مقاومت بین سه استراتژی مختلف انتخاب در دو لاین تجاری ۱۵۳ و ۱۵۴ کرم ابریشم ایران بود. پارامترهای ژنتیکی صفات وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله پس از سه نسل انتخاب برای هر یک از این صفات با استفاده از نرم‌افزار WOMBAT و الگوریتم REML برآورد گردید. مبنای انتخاب شامل شاخص انتخاب معمولی سه صفتی (A) و شاخص انتخاب پایه سه صفتی (B) بر اساس وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله دیده شد. به این منظور، از اطلاعات جمع‌آوری شده از دو لاین تجاری ۱۵۳ و ۱۵۴ در مرکز تحقیقات ابریشم کشور در طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹، استفاده شد. به‌طور کلی نتایج مقایسه میانگین، نشان داد که استراتژی A در جهت بهبود تمامی صفات تولیدی، می‌تواند قابل توصیه باشد و رشد ژنتیکی کل حاصل از سه نسل انتخاب برای تمامی صفات در استراتژی A در لاین ۱۵۳ بیشتر از لاین ۱۵۴ بود. با توجه به وراثت‌پذیری بالای صفات مورد مطالعه در آنالیزهای تک صفتی و چندمتغیره، می‌توان استنباط کرد که اثرات افزایشی ژنی، عموماً تأثیر زیادی روی ارزش‌های فنوتیپی این صفات دارند و در نتیجه بهبود این صفات در برنامه‌های اصلاحی امکان‌پذیر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای ژنتیکی، رشد ژنتیکی، شاخص انتخاب پایه سه صفته، شاخص انتخاب معمولی سه صفته، کرم ابریشم

مقدمه

صفات مربوط به پيله ابریشمی، صفات مهم اقتصادی در کرم ابریشم هستند. این صفات، وراثت‌پذیری بالایی دارند و در نتیجه، انتخاب در مورد این صفات تأثیر بالایی دارد (۱۲). به‌گونه‌ای که در اکثر سیستم‌های قیمت‌گذاری^۱، ارزش اقتصادی پرورش کرم ابریشم به وزن پيله تولیدی، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله بستگی دارد (۱۳). انتخاب برای رشد اقتصادی این صفات که نقش مهمی در عایدی پرورش‌دهندگان کرم ابریشم ایفا می‌کنند، بسیار مهم و ارزشمند است. لذا مطالعه ژنتیکی این صفات کمی در واریته‌های تجاری ضروری است (۱۸، ۱۷، ۶). راه‌های متعددی برای انتخاب صفات وجود دارند، اما اغلب به یک اندازه کارآمد نیستند. کارآمدترین روش، روشی است که منجر به حداکثر پیشرفت ژنتیکی در واحد زمان گردد. هیزل (۸) شاخص انتخاب را با توجه به مبنای ژنتیکی و اقتصادی تشکیل داد. انتخاب بر اساس شاخص علاوه بر این که سبب افزایش سود حاصل از صفات موجود در معادله ارزش ژنوتیپی کل می‌گردد، ضمناً سبب پیشرفت ژنتیکی صفات نیز می‌شود (۱۴، ۲). شاخص انتخاب نسبت به روش انتخاب پی در پی برای بهبود ژنوتیپ‌ها به‌ویژه صفات دارای همبستگی منفی کارآمدتر است. شاخص معمولی یک ترکیب خطی از k صفت می‌باشد که به هریک از آن‌ها، با ضرایبی ثابت ارزش یا وزن داده شده است. از طرفی اشتباهات ناشی از برآورد پارامترها در جمعیت‌های کوچک به‌قدری بزرگ هستند که می‌توانند باعث

اشتباه زیادی در پیش بینی پیشرفت‌ها از نظر تتوریک و کاهش کارایی شاخص شوند. در این حالات که برآورد صحیح پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی قابل استفاده و امکان‌پذیر نباشند، بریم و همکاران (۳) شاخصی پیشنهاد کردند که فنوتیپ هر صفت، مستقیماً در ارزش اقتصادی آن ضرب می‌شود. ویلیامز (۲۱) این فرمول را شاخص پایه نامید. همچنین پارامترهای ژنتیک جمعیت و ارزش‌های اقتصادی صفات، پارامترهای ورودی اصلی برای تشکیل شاخص‌ها می‌باشند. تعیین این پارامترها یک رویه دائمی است، چرا که شرایط اقتصادی و اصلاحی به تغییرات حساس هستند و نژادها دست‌خوش پیشرفت پایدار می‌گردند (۲۰). ارزش‌های اقتصادی تابعی از درآمدها و مخارج یک سیستم تولیدی هستند و تغییر در این فاکتورها ممکن است موجب تغییر ارزش‌های اقتصادی صفات گردد (۲). مطالعات کمی روی تعیین شاخص‌های انتخاب بهتر بر اساس اهمیت صفات روی کرم ابریشم، انجام شده است. دانشمندان انتخاب چند صفته برای وزن پيله، وزن قشر پيله و نسبت قشر پيله را با استفاده از روش شاخص انتخاب و سطوح حذفی مستقل مورد بررسی قرار دادند (۱۵). آن‌ها در نتایج خود گزارش کردند که اثر متقابل معنی‌داری بین روش انتخاب و نژاد، با نسل و نیز جنس وجود ندارد. محققان دیگری هم پس از برآورد ضریب اقتصادی صفات با استفاده از یک مدل قطعی به روش استاندارد و با توجه به وضعیت تولیدی و اقتصادی پيله در ایران، تأثیر انتخاب به‌وسیله شاخص بر پیشرفت ژنتیکی و

دقت یک هزارم انجام پذیرفت. پارامترهای ژنتیکی و محیطی جمعیت برای صفات ذکر شده، به روش REML بر اساس مدل حیوان تک صفتی، دوصفتی و سه صفتی، با نرم‌افزار Ver. 1.1 WOMBAT (۱۱) برآورد گردید. به منظور تجزیه و تحلیل ژنتیکی اطلاعات از مدل آماری زیر استفاده گردید:

$$y_{ijkl} = m + S_i + G_j + A_k + e_{ijkl}$$

در این مدل آماری y_{ijkl} : مقدار مشاهده، m : میانگین صفت S_i : اثر جنس i ام، G_j : اثر نسل j ام، A_k : اثر ارزش ژنتیکی افزایشی حیوان k ام و e_{ijkl} : اثر عوامل باقی مانده می‌باشند. در این مدل اثر جنس و نسل ثابت و ارزش ژنتیکی افزایشی حیوان تصادفی می‌باشند.

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی صفات تولیدی کرم ابریشم لاین ۱۵۳ و ۱۵۴ به تفکیک زیر جمعیت‌ها و جنسیت به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. همچنین، خلاصه آماری داده‌های صفات اقتصادی پيله زیرجمعیت‌های شاهد در لاین‌های ۱۵۳ و ۱۵۴ در جدول ۳ نمایش داده شده است. در بین زیر جمعیت‌های لاین ۱۵۴، از نظر وزن پيله، زیر جمعیت A دارای بیشترین میانگین و زیر جمعیت شاهد دارای کمترین میانگین بود. از نظر صفت وزن قشر پيله، زیر جمعیت‌های A و B دارای بیشترین میانگین و زیر جمعیت شاهد (G) از کمترین میانگین برخوردار بود. در هر دو لاین و نیز در همه زیر جمعیت‌ها مشاهده می‌شود که وزن قشر پيله در جنس ماده بیشتر از جنس نر است. اما درصد قشر پيله جنس نر بیشتر از جنس ماده است. بالاتر بودن درصد قشر پيله در جنس نر به‌طور عمده می‌تواند ناشی از وزن شفیره پایین تر نسبت به جنس ماده باشد (۱۶،۹). همچنین، زیر جمعیت A دارای کمترین میانگین برای درصد قشر پيله بود. در گروه شاهد لاین ۱۵۳ نیز میانگین صفات پيله نسبت به گروه شاهد لاین ۱۵۴ بیشتر است. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، میزان تنوع فنوتیپی وزن قشر پيله بیشترین، و میزان تنوع درصد قشر پيله کمترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. تنوع فنوتیپی وزن پيله نیز مابین تنوع دو صفت دیگر قرار دارد. میزان تنوع فنوتیپی در میزان پاسخ به انتخاب مؤثر است (۲). مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی زیر جمعیت A در لاین‌های ۱۵۳ و ۱۵۴ در جداول ۴ و ۵ ارائه شده است. در آنالیز داده‌ها با مدل سه صفتی وراثت پذیری‌های بالایی برای دو صفت وزن پيله و وزن قشر پيله (به ترتیب 0.734 ± 0.041) و (0.703 ± 0.042) و وراثت پذیری متوسطی برای درصد قشر پيله (0.396 ± 0.041) برآورد شد. در آنالیزهای تک صفتی، دو و سه صفتی، در لاین ۱۵۴ همه صفات دارای وراثت‌پذیری بالایی بودند و بیان‌گر آن است که این صفت در کارایی انتخاب اهمیت زیادی دارند و بخش اعظم تنوع مشاهده شده به نسل‌های بعد قابل انتقال است.

عملکرد فنوتیپی صفات اقتصادی ۶ لاین تجاری کرم ابریشم ایران و آمیخته‌های حاصل از آن‌ها را بررسی و گزارش کردند که انتخاب از راه شاخص در لاین‌ها تأثیر معنی‌داری بر بهبود عملکرد تولیدی آمیخته‌های کرم ابریشم دارد (۱۴). البته کاربرد روش شاخص انتخاب مستلزم انجام رکوردگیری‌های انفرادی و صرف وقت و هزینه زیادی هم هست. زیاد بودن تعداد رکوردها، احتمال بروز خطای رکوردگیری را افزایش داده و کارایی این روش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این تعیین ضرایب اقتصادی صفات نیز کاربرد این روش را محدود می‌کند. اگرچه استفاده از شاخص پایه در مقایسه با شاخص معمولی، موجب کاهش هزینه‌های محاسباتی و سهولت کاربرد می‌شود، اما در این روش همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات در محاسبات وارد نشده و کارایی این روش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین در تعیین استراتژی انتخاب مناسب باید عوامل مختلفی مانند نوع و تعداد صفات و اهمیت اقتصادی آن‌ها، وراثت‌پذیری و همبستگی ژنتیکی بین صفات، میزان پاسخ ژنتیکی و اقتصادی به انتخاب، هدف اصلاح نژاد، نوع وارینه، امکانات موجود و شرایط تولیدی و اقتصادی را مد نظر قرار داد (۷). بر این اساس، هدف از این مطالعه، بررسی کارایی دو روش شاخص انتخاب معمولی و پایه سه صفتی بر عملکرد دو لاین تجاری کرم ابریشم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات ابریشم کشور طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۴ به مدت شش سال انجام شد. مبنای انتخاب شامل شاخص انتخاب معمولی سه صفتی (بر اساس وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله) (A) و شاخص انتخاب پایه سه صفتی (بر اساس وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله) (B) (مجموع حاصل ضرب ضریب اقتصادی در فنوتیپ تصحیح شده هر صفت) و هم چنین آمیزش تصادفی (گروه شاهد) یا (G) بود. به این منظور، از اطلاعات جمع‌آوری شده از دو لاین تجاری ۱۵۳ و ۱۵۴ که به ترتیب لاین‌هایی با منشأ ژاپنی و چینی هستند و در خط تولید قرار دارند، استفاده شد. لاین‌های مذکور که در سال ۱۳۸۳ به بانک ژن معرفی شدند، در حال حاضر برای تکثیر تخم نوغان و تولید تخم نوغان آمیخته تجاری در شرکت سهامی پرورش کرم ابریشم ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند. پس از تشکیل جامعه مینا، از هر لاین دو دسته و در هر دسته به‌طور جداگانه، پيله‌های برتر برای وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله به مدت سه نسل مورد انتخاب به‌روش شاخص معمولی و پایه سه صفتی، قرار گرفتند. شدت انتخاب (۱۰٪) در هر دو جنس یکسان در نظر گرفته شد. در گروه‌های شاهد در لاین‌ها هیچ‌گونه انتخابی صورت نگرفت و پروانه‌های آن‌ها به‌صورت تصادفی آمیزش داده شد. رکوردگیری صفات مربوطه هم طبق دستورالعمل و پروتکل‌های استاندارد اعلام شده از طریق مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور با استفاده از ترازوی دیجیتالی با

جدول ۱- خلاصه آماری داده‌های صفات اقتصادی پیله زیرجمعیت‌های لاین ۱۵۳

Table 1. Statistical summary of economical data of cocoon traits in sup-populations of pure line 153

صفت	میانگین		انحراف معیار		ضریب تغییرات		چولگی		کشیدگی	
	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده
A	۱/۴۴۲	۱/۷۳۴	۰/۱۹۱	۰/۲۵۶	۱۳/۲۴۳	۱۴/۷۸۲	۰/۳۱۹	۰/۱۹۷	۰/۰۰۳	۰/۳۴۸
	۰/۳۳۴	۰/۳۳۵	۰/۰۰۵	۰/۰۵۵	۱۵/۴۴۶	۱۶/۴۵۴	۰/۵۰۴	۰/۵۰۹	۰/۰۸۶	۰/۵۷۳
	۳۲/۵۳۲	۱۹/۳۵۴	۱/۸۲۴	۱/۸۶۷	۸/۰۹۶	۹/۶۴۹	۰/۰۷۲	۳/۰۰۵	۱/۵۲۶	۳۲/۹۶
B	۱/۳۹۶	۱/۶۹۷	۰/۱۷۶	۰/۲۵۶	۱۲/۶۰۴	۱۵/۱۲	۰/۴۱۱	۰/۳۹۲	۰/۴۶۴	۰/۳۴۷
	۰/۳۱۷	۰/۳۲۹	۰/۰۴۶	۰/۰۵۶	۱۴/۷۰۹	۱۷/۱۱۲	۰/۴۷۰	۰/۵۲۶	۰/۵۶۷	۰/۷۶۰
	۲۲/۷۳۶	۱۹/۴۲۲	۱/۵۵۴	۱/۳۱۷	۶/۸۳۷	۶/۷۸۵	۰/۴۴۷	۰/۰۷۰	۳/۷۰۸	۳/۴۳۱

جدول ۲- خلاصه آماری داده‌های صفات اقتصادی پیله زیرجمعیت‌های لاین ۱۵۴

Table 2. Statistical summary of economical data of cocoon traits in sup-populations of pure line 154

صفت	میانگین		انحراف معیار		ضریب تغییرات		چولگی		کشیدگی	
	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده
A	۱/۳۱۱	۱/۶۴۵	۰/۱۷۳	۰/۲۲۹	۱۳/۲۴	۱۳/۹۲۸	۰/۰۷	۰/۱۸۸	۰/۴۴۶	۰/۵۰۹
	۰/۲۸۵	۰/۲۹۲	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲	۱۳/۸۹۸	۱۴/۴۱۹	۰/۲۳۳	۰/۴۰۲	۰/۴۱۵	۱/۴
	۲۱/۷۸	۱۷/۸	۱/۷۳۴	۱/۴۴۶	۷/۹۱۵	۸/۱۳۳	۰/۷۵۲	۲/۳۹۵	۳/۱۴۲	۲۵/۹۰۳
B	۱/۲۹۵	۱/۶۰۳	۰/۱۵۰	۰/۲۱۲	۱۱/۶۴۵	۱۳/۲۶۱	۰/۲۲۶	۰/۰۹۵	۰/۴۸۶	۰/۰۸۴
	۰/۲۸۶	۰/۲۸۹	۰/۰۳۵	۰/۰۴	۱۲/۴۶	۱۳/۹۶	۰/۰۰۲	۰/۰۹۵	۰/۳۳۲	۰/۴۳۴
	۲۲/۱۱	۱۸/۱۲۵	۱/۷۱۱	۱/۷۱۳	۷/۷۳۹	۹/۴۵۴	۰/۷۹۷	۰/۶۲	۶/۶۲	۵/۰۰

جدول ۳- خلاصه آماری داده‌های صفات اقتصادی پیله زیرجمعیت‌های شاهد در لاین‌های ۱۵۳ و ۱۵۴

Table 3. Statistical summary of economical data of cocoon traits in control sup-populations of pure lines 153 and 154

لاین	صفت	میانگین		انحراف معیار		ضریب تغییرات		چولگی		کشیدگی	
		نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده
۱۵۳	وزن پیله (گرم)	۱/۳۷۷	۱/۵۴۱	۰/۱۶۱	۰/۲۱۵	۱۲/۶۳	۱۳/۹۹	۰/۶۱۳	۰/۵۲۶	۱/۵۴۶	۱/۲۴
	وزن قشر (گرم)	۰/۲۸۶	۰/۲۹۷	۰/۰۴۱	۰/۰۴۸	۱۴/۵۹	۱۶/۱۶	۰/۶۳۵	۱/۲۸۳	۲/۶۶	۵/۸۷
	درصد قشر	۳۲/۴۳	۱۹/۳۲۹	۱/۹۵	۱/۷۳۵	۸/۶۹	۸/۹۷	۰/۲۹۴	۲/۸۵۹	۱۱/۳۲	۳۳/۲
۱۵۴	وزن پیله (گرم)	۱/۲۲۲	۱/۵۲	۰/۱۲۲	۰/۱۶۳	۹/۹۸	۱۰/۲۵	۰/۵۳۶	۰/۰۴۲	۲/۰۰	۰/۵۰۳
	وزن قشر (گرم)	۰/۲۶۹	۰/۲۷۲	۰/۰۲۹	۰/۰۳۲	۱۱/۰۵	۱۱/۷۴	۰/۰۸	۰/۴۹۷	۰/۹۶	۲/۱۲
	درصد قشر	۲۲/۰۴۶	۱۷/۹۴۴	۱/۷۷	۱/۳۸۴	۸/۰۷	۷/۷۳	۰/۰۲۷	۱/۴۸۹	۴/۸۵	۷/۳۷

جدول ۴- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی ($\pm$ انحراف معیار) برآورد شده صفات پیله با مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۳ در حالت انتخاب به روش شاخص معمولی سه صفی

Table 4. Estimated variance components and genetics parameters ($\pm$ standard deviation) of cocoon traits by uni and multi variable for pure line 153 in selection as 3-trait index

نوع آنالیز	صفت	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	وراثت پذیری
یک صفی	وزن پیله	۰/۰۱۶۶۹(۰/۰۰۱۵)	۰/۰۰۶۵(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۲۳۲۴(۰/۰۰۰۹)	۰/۷۱۸(۰/۰۴۳)
	وزن قشر	۰/۰۰۱۲۶(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳۴(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۶۰۹(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۷۸۶(۰/۰۳۹)
	درصد قشر	۰/۳۲۹۹(۰/۱۲۲۱)	۱/۹۷۹۲(۰/۱)	۲/۳۰۹۲(۰/۰۸۰۲)	۰/۱۴۳(۰/۰۵۰)
دو صفی	وزن پیله	۰/۰۱۶۸۱۲(۰/۰۰۱۴)	۰/۰۰۶۴۷(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۲۳۲۸۶(۰/۰۰۰۹۲)	۰/۷۲۲(۰/۰۴۲)
	وزن قشر	۰/۰۰۱۲۷(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳۴(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۶۱۳(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۷۸۹(۰/۰۳۹)
	وزن پیله	۰/۰۱۶۹۷(۰/۰۰۱۴)	۰/۰۰۶۳۹(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۲۳۳۶(۰/۰۰۰۹۲)	۰/۷۲۶(۰/۰۴۱)
	وزن قشر	۰/۳۸۵۶(۰/۱۳۵۳)	۱/۹۴۲۲۳(۰/۱۰۵۵)	۲/۳۲۷۸۳(۰/۰۸۳۷)	۰/۱۶۶(۰/۰۵۵)
	وزن پیله	۰/۰۰۱۱۲(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۴۲(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۱۵۴(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۷۲۵(۰/۰۴۶)
	وزن قشر	۰/۶۰۵۹۷(۰/۱۶۳۶)	۱/۷۹۶۳۷(۰/۱۱۵۷)	۲/۴۰۲۳۵(۰/۰۹۳۵)	۰/۲۵۲(۰/۰۶۱)
سه صفی	وزن پیله	۰/۰۱۷۳۱(۰/۰۰۱۴)	۰/۰۰۶۲۲(۰/۰۰۰۸۱)	۰/۰۲۳۴۴(۰/۰۰۰۹)	۰/۷۳۴(۰/۰۴۱)
	وزن قشر	۰/۰۰۱۰۶(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۰۴۴(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۵۱(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۷۰۳(۰/۰۴۲)
	درصد قشر	۰/۹۸۳۶۷(۰/۱۳۴۷)	۱/۴۹۹۴۴	۲/۴۸۳۱۱(۰/۰۸۶۵)	۰/۳۹۶(۰/۰۴۱)

جدول ۵- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی ($\pm$ انحراف معیار) برآورد شده صفات پيله از طريق مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۴ در حالت انتخاب به روش شاخص معمولی سه صفی

Table 5. Estimated variance components and genetics parameters ($\pm$ standard deviation) of cocoon traits by uni and multi variable for pure line 154 under selection as 3-trait index

نوع آنالیز	صفت	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	وراثت پذیری
یک صفی	وزن پيله	۰/۰۱۶۳۶(۰/۰۰۱۵)	۰/۰۰۵۵(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۲۱۸۷(۰/۰۰۰۹)	۰/۷۴۸(۰/۰۴۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۱(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۰۱۹(۰/۰۰۰۰۳)	۰/۰۰۱۲(۰/۰۰۰۰۴)	۰/۸۴(۰/۰۳)
	درصد قشر	۲/۴۳۳۲(۰/۱۷۳۹)	۰/۵۰۸۷(۰/۰۰۸۹)	۲/۹۴۲(۰/۱۱۱۹)	۰/۸۲۴(۰/۰۳۴)
دو صفی	وزن پيله	۰/۰۱۶۳۱(۰/۰۰۱۵۳)	۰/۰۰۵۵۳(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۲۱۸۴(۰/۰۰۰۹)	۰/۷۴۷(۰/۰۴۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۹۹(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۰۲۰(۰/۰۰۰۰۳)	۰/۰۰۱۱۹(۰/۰۰۰۰۴)	۰/۸۳(۰/۰۳۱)
	وزن پيله	۰/۰۱۶۳۴(۰/۰۰۱۵)	۰/۰۰۵۵۱(۰/۰۰۰۸۳)	۰/۰۲۱۸۶(۰/۰۰۰۹)	۰/۷۴۸(۰/۰۴۵)
سه صفی	وزن قشر	۲/۴۳۰۱(۰/۱۷۳)	۰/۵۰۹۴۵(۰/۰۰۸۸۶)	۲/۹۳۹۶(۰/۱۱۱۶)	۰/۸۲۷(۰/۰۳۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۱(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۰۱۹(۰/۰۰۰۰۳)	۰/۰۰۱۲(۰/۰۰۰۰۴)	۰/۸۳۸(۰/۰۳۰)
	درصد قشر	۲/۳۷۷۲(۰/۱۷۷۲)	۰/۵۳۷۴(۰/۰۹۲۱)	۲/۹۱۴۶(۰/۱۱۲۱)	۰/۸۱۶(۰/۰۳۶)
سه صفی	وزن پيله	۰/۱۶۵۲(۰/۰۰۱۵)	۰/۰۰۵۴۲(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۲۱۹۵(۰/۰۰۰۸)	۰/۷۵۳(۰/۰۴۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۹۵(۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۰۶۳۸(۰/۰۰۰۰۳)	۰/۰۰۱۱۷(۰/۰۰۰۰۴)	۰/۸۰۷(۰/۰۳۶)
	درصد قشر	۱/۸۴۱۹(۰/۱۹۵۹)	۰/۸۴۳۴۶(۰/۱۱۳۸)	۲/۶۸۵۳۹(۰/۱۱۰۵۵)	۰/۶۸۶(۰/۰۵۰)

قشر در لاین ۱۵۳، ($۰/۳۱ \pm ۰/۰۴۶$)، انتظار می‌رود در صورت برنامه‌ریزی یکسان برای هر دو لاین، بهبود این صفت در لاین ۱۵۳ به زمان بیشتری نیاز داشته باشد. بنابراین برنامه‌ریزی برای بهبود صفات در هر دو لاین، باید متفاوت باشد. در هر دو لاین وراثت‌پذیری وزن پيله نسبت به دو صفت دیگر بیشتر است.

مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفات پيله زیر جمعیت B لاین‌های مورد مطالعه در جداول ۶ و ۷ نشان داده شده است. در آنالیز دو صفی بیشترین و کمترین مقدار وراثت‌پذیری در لاین ۱۵۳ به ترتیب مربوط به وزن پيله ($۰/۵۴۹ \pm ۰/۰۶۴$) و درصد قشر پيله ($۰/۰۸۲ \pm ۰/۰۳۱$) است. در آنالیز سه صفی نیز وراثت‌پذیری بالایی برای صفات سه گانه فوق برآورد گردید. با توجه به وراثت‌پذیری پایین درصد

جدول ۶- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی ($\pm$ انحراف معیار) برآورد شده صفات پيله از طريق مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۳ در حالت انتخاب به روش شاخص پایه سه صفی

Table 6. Estimated variance components and genetics parameters ($\pm$ standard deviation) of cocoon traits by uni and multi variable for pure line 153 under selection as 3-trait base index

نوع آنالیز	صفت	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	وراثت پذیری
یک صفی	وزن پيله	۰/۰۱۲۵۲(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۳۴(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۶(۰/۰۰۱)	۰/۵۵۱(۰/۰۰۶۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸(۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۸۳(۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۱۶(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۴۷۴(۰/۰۰۶۱)
	درصد قشر	۰/۲۱۵۲(۰/۰۰۸۳۷)	۲/۴۴۶۹(۰/۰۹۴۶)	۲/۸۸۸۸(۰/۱۰۵)	۰/۳۱(۰/۰۰۴۶)
دو صفی	وزن پيله	۰/۰۱۲۵۵(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۳۱(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۷(۰/۰۰۱۰۳)	۰/۵۴۹(۰/۰۰۶۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۵۹(۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۹۵(۰/۰۰۰۰۸)	۰/۰۰۱۵۵(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۳۸۴(۰/۰۰۶۸)
	وزن پيله	۰/۰۱۲۵۱(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۳۴(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۶(۰/۰۰۱)	۰/۵۴۸(۰/۰۰۶۴)
سه صفی	درصد قشر	۰/۲۱۷۴۴(۰/۰۰۸۴)	۲/۴۴۵۴(۰/۰۹۵۱)	۲/۶۶۲۸۷(۰/۰۸۵۳)	۰/۰۸۲(۰/۰۰۳۱)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۸(۰/۰۰۰۱۲)	۰/۰۰۰۸۹(۰/۰۰۰۰۸)	۰/۰۰۱۵۸(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۴۳۵(۰/۰۰۶۷)
	درصد قشر	۰/۲۷۳۱۴(۰/۱۰۰۸)	۲/۴۰۷۴(۰/۱۰۰۴)	۲/۶۸۰۵(۰/۰۸۸۲۲)	۰/۱۰۲(۰/۰۰۳۶)
سه صفی	وزن پيله	۰/۰۱۲۶۱(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۲۸(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۹(۰/۰۰۱)	۰/۵۵۱(۰/۰۰۶۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۷(۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۸۴(۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۱۶(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۴۷۴(۰/۰۰۶۱)
	درصد قشر	۰/۸۹۴۶۷(۰/۱۵۴)	۱/۹۹۴۲(۰/۱۱۱۹)	۲/۸۸۸۸(۰/۱۰۵)	۰/۳۱(۰/۰۰۴۶)

جدول ۷- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی ($\pm$ انحراف معیار) برآورد شده صفات پيله از طريق مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۴ در حالت انتخاب به روش شاخص پایه سه صفی

Table 7. Estimated variance components and genetics parameters ($\pm$ standard deviation) of cocoon traits by uni and multi variable for pure line 154 under selection as 3-trait base index

نوع آنالیز	صفت	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	راثت پذیری
یک صفی	وزن پيله	۰/۰۱۷۶۲(۰/۰۰۲۱)	۰/۰۰۷۱۲(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۴۷۵(۰/۰۰۱۱)	۰/۷۱۲(۰/۰۰۸۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸۷(۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۱۲۱(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۷۱۷(۰/۰۰۶۲)
	درصد قشر	۰/۳(۰/۰۰۸۵)	۲/۸۸۹۲(۰/۱۱۳)	۳/۱۸۹۳(۰/۱)	۰/۰۹۴(۰/۰۰۳۳)
دو صفی	وزن پيله	۰/۰۱۶۶۷(۰/۰۰۱۹۳)	۰/۰۰۷۷(۰/۰۰۱۰)	۰/۰۲۴۳۷(۰/۰۰۱۰)	۰/۶۸۴(۰/۰۰۵۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۷۷(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۰۴(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۱۷۷(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۸(۰/۰۰۵۷)
	وزن پيله	۰/۰۱۷۸۷(۰/۰۰۱۸۶)	۰/۰۰۶۹۶(۰/۰۰۱۰۴)	۰/۰۲۴۸۳(۰/۰۰۱۰۶)	۰/۷۱۹(۰/۰۰۵۰)
سه صفی	درصد قشر	۰/۳۱۲۶۸(۰/۱۱۰۶)	۲/۸۸۱۲۸(۰/۱۱۳۵)	۳/۱۹۳۹۷(۰/۱۰۰۸)	۰/۰۹۸(۰/۰۰۳۳)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸۱(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۰۳۷(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۱۹(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۸۴(۰/۰۰۵۶)
	درصد قشر	۰/۴۴۶۱۲(۰/۱۳۴۵)	۲/۸۰۱۸(۰/۱۲۰۴۶)	۳/۲۲۸(۰/۱۰۶۵)	۰/۱۳۵(۰/۰۰۳۹)
سه صفی	وزن پيله	۰/۰۱۹۰۳(۰/۰۰۱۸)	۰/۰۰۲۲۴(۰/۰۰۰۹۸)	۰/۰۲۵۲۵(۰/۰۰۱۰۵)	۰/۷۵۴(۰/۰۰۴۶)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸۳(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۰۳۶(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۱۹۶(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۹۶(۰/۰۰۵۵)
	درصد قشر	۱/۱۵۸۱۹(۰/۲۰۱۸)	۲/۳۴۴۳(۰/۱۳۹۸)	۳/۴۴۴۵۳(۰/۱۲۸۵۹)	۰/۳۳۱(۰/۰۰۵۰)

ارزش‌های اصلاحی می‌باشد و بهبود این صفات در برنامه‌های اصلاحی امکان‌پذیر خواهد بود. همچنین بدون در نظر گرفتن روش انتخاب اعمال شده، هر دو صفت وراثت‌پذیری بیشتری در لاین ۱۵۴ نشان دادند که می‌توان رشد ژنتیکی بیشتری را نیز در این لاین انتظار داشت. صفات وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله از صفات اقتصادی مهم در کرم ابریشم هستند که وراثت‌پذیری بالایی دارند (۱۹).

مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفات پيله زیر جمعیت شاهد (G) لاین‌های مورد مطالعه با استفاده از مدل تک‌صفتی، دو صفتی و سه صفتی در جداول ۸ و ۹ ارائه شده است. در هر دو لاین وراثت‌پذیری وزن پيله نسبت به وزن قشر و درصد قشر بیشتر است. با توجه به وراثت‌پذیری بالای صفات مورد مطالعه می‌توان استنباط کرد که اثرات افزایشی ژنی، عموماً تأثیر زیادی روی ارزش‌های فنوتیپی این صفات دارند و عملکرد حشره به‌طور متوسط شاخص خوبی از

جدول ۸- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی ($\pm$ انحراف معیار) برآورد شده صفات پيله از راه مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۳ در حالت آمیزش تصادفی (شاهد)

Table 8. Estimated variance components and genetics parameters ($\pm$ standard deviation) of cocoon traits by uni and multi variable for pure line 153 under random mating (control)

نوع آنالیز	صفت	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	وراثت‌پذیری
یک صفتی	وزن پيله	۰/۰۱۱۴۲ (۰/۰۰۲۳)	۰/۰۰۸۶ (۰/۰۰۱۲)	۰/۰۲ (۰/۰۰۱۲)	۰/۵۷ (۰/۰۰۸۶)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۲۲ (۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۱ (۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۱۲ (۰/۰۰۰۰۵)	۰/۱۸۲ (۰/۰۰۶۷)
	درصد قشر	۰/۵۱۰۱ (۰/۰۱۶۷۷)	۲/۸۲۴۸ (۰/۱۳۴۲)	۳/۳۳۳۹ (۰/۱۲۸۵)	۰/۱۵۳ (۰/۰۰۴۷)
دو صفتی	وزن پيله	۰/۰۱۱۰۱ (۰/۰۰۲۳۶)	۰/۰۰۸۵ (۰/۰۰۱۲۶)	۰/۰۱۹۸۶ (۰/۰۰۱۲۸)	۰/۵۵۴ (۰/۰۰۸۷)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۳۵ (۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۹۵ (۰/۰۰۰۰۶۷)	۰/۰۰۱۳ (۰/۰۰۰۰۶)	۰/۲۷۱ (۰/۰۰۷۳)
	وزن پيله	۰/۰۱۰۸۳ (۰/۰۰۲۶۳)	۰/۰۰۸۹۵ (۰/۰۰۱۲۶)	۰/۰۱۹۷۸ (۰/۰۰۱۲۸)	۰/۵۴۸ (۰/۰۰۸۸)
	درصد قشر	۰/۵۰۲۶ (۰/۰۱۶۰۶)	۲/۸۳۲۴ (۰/۱۳۱)	۲/۳۳۵ (۰/۱۲۶۹۴)	۰/۱۵۱ (۰/۰۰۴۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۳۸۸ (۰/۰۰۰۱۱)	۰/۰۰۰۹۳ (۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۱۳۲ (۰/۰۰۰۰۶)	۰/۲۹۴ (۰/۰۰۷۷)
	درصد قشر	۰/۴۷۹۹ (۰/۰۱۵۵۵)	۲/۸۴۴۵۳ (۰/۱۳۰۲)	۳/۳۳۴۴۶ (۰/۱۲۵۱۷)	۰/۱۴۴ (۰/۰۰۴۴)
سه صفتی	وزن پيله	۰/۰۱۰۸۱ (۰/۰۰۲۳)	۰/۰۰۸۹۵ (۰/۰۰۱۲۵)	۰/۰۱۹۷۷ (۰/۰۰۱۲)	۰/۵۴۷ (۰/۰۰۸۷)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۴۳ (۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۹ (۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۱۳۴ (۰/۰۰۰۰۷)	۰/۳۲۵ (۰/۰۰۸۰)
	درصد قشر	۰/۷۴۲۵ (۰/۰۲۱۸۷)	۲/۷۰۲۹ (۰/۱۴۹۹)	۳/۴۴۵۴۸ (۰/۱۴۷۵)	۰/۲۱۶ (۰/۰۰۵۷)

جدول ۹- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی ($\pm$ انحراف معیار) برآورد شده صفات پيله با مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۴ در حالت آمیزش تصادفی (شاهد)

Table 9. Estimated variance components and genetics parameters ($\pm$ standard deviation) of cocoon traits by uni and multi variable for pure line 154 under random mating (control)

نوع آنالیز	صفت	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	وراثت‌پذیری
یک صفتی	وزن پيله	۰/۰۱۳۰۱ (۰/۰۰۰۳)	۰/۰۰۶۰۶ (۰/۰۰۱۰۳)	۰/۰۱۸۰۸ (۰/۰۰۱۱)	۰/۶۶۴ (۰/۰۰۷۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۵۴ (۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۶۶ (۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۱۲۱ (۰/۰۰۰۰۸)	۰/۴۵۱ (۰/۰۰۷)
	درصد قشر	۱/۰۳۵۶ (۰/۰۲۸)	۱/۴۵۶۵ (۰/۱۵۶۵)	۲/۴۹۲۱۸ (۰/۱۵۲۱)	۰/۴۱۶ (۰/۰۰۹)
دو صفتی	وزن پيله	۰/۰۱۱۵۲ (۰/۰۰۱۹)	۰/۰۰۶۳۲ (۰/۰۰۱۰۳)	۰/۰۱۷۸۴ (۰/۰۰۱۱)	۰/۶۴۶ (۰/۰۰۷۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۲۱۸ (۰/۰۰۰۳۸)	۰/۰۰۰۳۳ (۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۰۹۷ (۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۷ (۰/۰۰۷۰)
	وزن پيله	۰/۰۱۱۵۵ (۰/۰۰۱۹۱)	۰/۰۰۶۳ (۰/۰۰۰۹۹)	۰/۱۷۸۶ (۰/۰۰۱)	۰/۶۴۷ (۰/۰۰۷۲)
	درصد قشر	۱/۰۲۵۴ (۰/۰۲۶۲)	۱/۳۶۶۳ (۰/۱۴۶)	۲/۴۰۱۷ (۰/۱۴۳۷)	۰/۴۳۱ (۰/۰۰۸۷)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۴ (۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳۳ (۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۰۹۷ (۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۷ (۰/۰۰۷۰)
	درصد قشر	۱/۰۴۸۴ (۰/۰۲۵۷۷)	۱/۳۵۹۲ (۰/۱۴۳۶)	۲/۴۰۷۶ (۰/۱۴۳۲)	۰/۴۳۵ (۰/۰۰۸۵)
سه صفتی	وزن پيله	۰/۰۱۳۰۶ (۰/۰۰۱۷)	۰/۰۰۵۵۴ (۰/۰۰۰۰۸)	۰/۰۱۸۶ (۰/۰۰۱۰۳)	۰/۷۰۲ (۰/۰۰۶۱)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۵ (۰/۰۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳۳ (۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۰۹۸ (۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۵ (۰/۰۰۶۹)
	درصد قشر	۱/۲۴۸۹ (۰/۰۲۶۶۹)	۱/۲۵۵۰ (۰/۱۴۴۹)	۲/۵۰۳۹۸ (۰/۱۴۸۹)	۰/۴۹۹ (۰/۰۰۸۱)

معنی‌داری وجود ندارد که احتمالاً به دلیل این است که از همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات در شاخص انتخاب پایه شده استفاده به عمل نیامده و کارایی این روش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین با توجه به نتایج مقایسه میانگین، استراتژی A در جهت بهبود تمامی صفات تولیدی، می‌تواند قابل توصیه باشد.

جدول ۱۰ مقایسه میانگین صفات پيله بین روش‌های مختلف انتخاب را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که بین میانگین صفت وزن قشر پيله و درصد قشر استراتژی‌ها A و B اختلاف معنی‌داری وجود دارد، که به خوبی پاسخ مثبت ایجاد شده نسبت به انتخاب را برای استراتژی A را نشان می‌دهد. ولی بین استراتژی‌های B و G (شاهد) اختلاف

جدول ۱۰- مقایسه میانگین صفات پيله بین استراتژی‌های مختلف انتخاب

Table 10. Mean comparison of cocoon traits among different selection indices

سیستم انتخاب	وزن پيله (گرم)	وزن قشر (گرم)	درصد قشر (%)
A	۱/۹۴ ^{ab}	۰/۴۳۴ ^a	۲۲/۰۸ ^a
B	۱/۹۳ ^{bc}	۰/۴۱۶ ^a	۲۱/۷۸ ^b
G (جمعیت شاهد)	۱/۹۴ ^c	۰/۴۱۰ ^b	۲۱/۶۲ ^b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۵$).

ولی در بقیه صفات اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها، مشاهده نمی‌شود. بین روش‌های انتخاب اعمال شده، در ارتباط با صفت درصد پيله خوب، روش A بالاترین میانگین (۸۵/۹۹ درصد) را نسبت به روش‌های دیگر دارد. این بدان معنی است که انتخاب به روش شاخص معمولی سه صفتی بر صفات تولیدی تأثیر خوبی دارد.

جدول ۱۱ مقایسه میانگین انجام شده برای صفات تولیدی و مقاومت بین دو روش شاخص انتخاب در آمیخته‌ها را نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می‌شود درصد پيله خوب و درصد پيله متوسط در هر دو سیستم انتخاب، نسبت به گروه شاهد بهتر است چراکه نشان‌دهنده تأثیر مثبت این روش‌ها بر صفات تولیدی است

جدول ۱۱- مقایسه میانگین صفات تولیدی و مقاومت بین استراتژی‌های مختلف انتخاب

Table 11. Mean comparison of productive and resistance traits among different selection indices

سیستم انتخاب	درصد پيله خوب	درصد پيله متوسط	درصد پيله دویل (دوگانه)	وزن کل پيله تولیدی (گرم)	ماندگاری لارو
A	۸۵/۹۹ ^a	۱۰/۱۳ ^b	۲/۶۶ ^b	۱۶۰۳/۵ ^b	۰/۸۷ ^a
B	۸۲/۱۱ ^b	۱۳/۲۷ ^b	۳/۳۸ ^b	۲۱۹۶/۶ ^a	۰/۹۰ ^a
G (جمعیت شاهد)	۷۸/۰۱ ^c	۱۸/۰۳ ^a	۲/۹۴ ^b	۱۶۱۵/۶ ^b	۰/۸۸ ^a

آمیخته‌های حاصل از تلاقی با لاین ۱۵۴ داشته باشد. در اکثر موارد نسل اول بیشترین رشد ژنتیکی را به خود اختصاص داد و فقط صفت درصد قشر پيله لاین ۱۵۴ در نسل دوم از رشد ژنتیکی بالایی برخوردار بود. با هر نسل انتخاب، به‌واسطه کاهش تنوع ژنتیکی انتظار می‌رود که میزان پیشرفت ژنتیکی نیز کاهش یابد. نوسانات رشد ژنتیکی در چند نسل نخست انتخاب به‌سبب بالا بودن تنوع ژنتیکی است. چنین نتیجه‌ای از سوی ناصرانی (۱۶) در پی بررسی روند ژنتیکی صفات پيله حاصل از نه نسل انتخاب در چهار لاین تجاری کرم ابریشم گزارش شده است و قبلاً هم آشوکا و گوویندان (۱) آن را بررسی کرده بودند.

روش شاخص انتخاب رسیدن به پیشرفت ژنتیکی در چندین صفت به‌طور هم‌زمان، با تعادل اقتصادی مطلوب بین آن‌ها را ممکن می‌سازد (۲). پس از برآورد میانگین ارزش‌های ارثی، میزان پیشرفت ژنتیکی حاصل از استراتژی A، به‌صورت انحراف از پیشرفت ژنتیکی گروه شاهد برآورد گردید (جدول ۱۲).

با توجه به جدول ۱۲، در بین صفات پيله، پیشرفت ژنتیکی درصد قشر از نوسان بیشتری در هر دو لاین برخوردار است. رشد ژنتیکی کل حاصل از سه نسل انتخاب برای تمامی صفات در لاین ۱۵۳ بیشتر از لاین ۱۵۴ است. بنابراین انتظار می‌رود سهم بیشتری را نیز در افزایش عملکرد تولیدی

جدول ۱۲- مقایسه انتخاب شاخص انتخاب پایه سه صفتی (استراتژی A) در لاین‌های ۱۵۳ و ۱۵۴ از نظر میزان پیشرفت ژنتیکی ایجاد شده
Table 12. Comparison of 3-trait base selection index (strategy A) in pure lines 153 and 154 for generated genetics improvement

صفت	وزن پيله (گرم)	وزن قشر پيله (گرم)	درصد قشر پيله
لاین	۱۵۳	۱۵۴	۱۵۳
نسل ۱	۰/۰۶۳۰	۰/۰۷۹۱	۰/۳۷۹۴
نسل ۲	۰/۰۶۴۶	۰/۰۲۹۳	۰/۸۲۷۲
نسل ۳	۰/۰۶۳۰	۰/۰۲۲۲	۰/۳۵۴۲
کل	۰/۱۹۰۶	۰/۱۳۰۴	۱/۵۶۱

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

تا متوسط درصد قشر و نیز پیشرفت ژنتیکی پایین آن، توصیه کردند که برای بهبود این صفت از آمیخته‌گری و روش‌های انتخاب چند صفتی استفاده شود (۱۰).
میزان پیشرفت ژنتیکی حاصل از استراتژی B، به‌صورت انحراف از پیشرفت ژنتیکی گروه شاهد برآورد گردید (جدول ۱۰).

در کل می‌توان گفت، شاخص انتخاب سه صفتی در بهبود ژنتیکی درصد قشر پيله کارایی بالایی دارد. شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده ارزش‌های اصلاحی را می‌توان با وارد کردن داده‌های صفات دیگری که با صفات مورد پیش‌بینی هم‌بسته هستند و خود نیز ممکن است هدف گزینش باشند، بهبود بخشید (۵). برخی محققان هم با توجه به وراثت‌پذیری پایین

جدول ۱۳- مقایسه شاخص انتخاب معمولی سه صفی (استراتژی B) لاین‌های ۱۵۳ و ۱۵۴ از نظر میزان پیشرفت ژنتیکی ایجاد شده
Table 13. Comparison of 3-trait selection index (strategy B) in pure lines 153 and 154 for generated genetics improvement

لاین	وزن پيله (گرم)		وزن قشر پيله (گرم)		درصد قشر پيله
	۱۵۳	۱۵۴	۱۵۳	۱۵۴	
نسل ۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۶۸۵	-۰/۰۳۳۵	۰/۰۱۸۲	۰/۳۸۹۳
نسل ۲	۰/۰۰۶۵	۰/۰۴۹۳	-۰/۰۱۲۸	۰/۰۱۷۲	۰/۵۶۵۲
نسل ۳	۰/۱	۰/۰۳۳	۰/۰۲۴۰	۰/۰۰۹۴	۰/۲۴۰۶
کل	۰/۱۰۶۸	۰/۱۵۱	-۰/۰۲۲۴	۰/۰۴۴۹	۱/۱۹۵

پيله و وزن قشر پيله، وراثت پذیری بیشتری در لاین ۱۵۴ نشان دادند که می‌توان رشد ژنتیکی بیشتری را نیز در این لاین انتظار داشت.

با توجه به وراثت‌پذیری بالای صفات مورد مطالعه در آنالیزهای تک صفی، دو صفی و سه صفی، می‌توان استنباط کرد که اثرات افزایشی ژنی، عموماً تأثیر زیادی روی ارزش‌های فنوتیپی این صفات دارند و بهبود این صفات در برنامه‌های اصلاحی امکان‌پذیر خواهد بود. همچنین بدون در نظر گرفتن روش انتخاب اعمال شده، هر دو صفت وزن پيله و وزن قشر پيله، وراثت‌پذیری بیشتری در لاین ۱۵۴ نشان دادند که می‌توان رشد ژنتیکی بیشتری را نیز در این لاین انتظار داشت. همچنین نتایج مقایسه میانگین، نشان می‌دهد که استراتژی A در جهت بهبود تمامی صفات تولیدی، می‌تواند قابل توصیه باشد. مقایسه میانگین صفات تولیدی و مقاومت بین دو روش، نیز نشان می‌دهد که برای صفت درصد پيله خوب، استراتژی A بالاترین میانگین (۸۵/۹۹ درصد) را نسبت به روش‌های دیگر دارد. رشد ژنتیکی کل حاصل از سه نسل انتخاب برای تمامی صفات در استراتژی A در لاین ۱۵۳ بیشتر از لاین ۱۵۴ است. بنابراین انتظار می‌رود سهم بیشتری را نیز در افزایش عملکرد تولیدی آمیخته‌های حاصل از تلاقی با لاین ۱۵۴ داشته باشد.

با توجه به جدول نوسانات زیادی در حداکثر رشد ژنتیکی بین نسل‌ها مشاهده شد. رشد ژنتیکی پایین و منفی وزن پيله و وزن قشر پيله لاین ۱۵۳، نشان می‌دهد که کارایی شاخص انتخاب به دلایلی کاهش یافته است. این کاهش کارایی می‌تواند به دلیل پایین بودن دقت برآورد پارامترهای ژنتیکی و در پی آن محاسبه نه چندان دقیق ضرایب وزنی (b) این صفات در شاخص باشد. پایین بودن رشد ژنتیکی در نسل اول و دوم، باعث شده است که رشد ژنتیکی کل مربوط به این دو صفت در لاین ۱۵۳ به مراتب پایین‌تر از لاین ۱۵۴ باشد. در حالی‌که در استراتژی A، به برتری فنوتیپی و ژنتیکی لاین ۱۵۳ نسبت به لاین ۱۵۴ تأکید شده بود. رشد ژنتیکی درصد قشر نسبت به دو صفت دیگر از نوسان کمتری برخوردار بود. به این منظور، محققین اظهار داشتند که صفاتی که پیشرفت ژنتیکی بالا و نیز وراثت‌پذیری بالا نشان می‌دهند، احتمالاً تحت کنترل عمل افزایشی ژنی هستند (۴).

با توجه به وراثت‌پذیری بالای صفات مورد مطالعه در آنالیزهای تک صفی، دو صفی و سه صفی، می‌توان استنباط کرد که اثرات افزایشی ژنی، عموماً تأثیر زیادی روی ارزش‌های فنوتیپی این صفات دارند و بهبود این صفات در برنامه‌های اصلاحی امکان‌پذیر خواهد بود. همچنین بدون در نظر گرفتن روش انتخاب اعمال شده، هر دو صفت وزن

منابع

1. Ashoka, J. and R. Govindan. 1990. Genetic estimates for quantitative traits in bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. Mysore Journal of Agricultural Science, 24: 371-374.
2. Bourdon, R.M. 2000. Understanding Animal Breeding. Prentice-Hall, Inc. Second Edition.
3. Brim, C.A., H.W. Johnson and C.C. Cokerham. 1959. Multiple selection criteria in soybeans. Agronomy Journal, 51: 42-46.
4. Darmand, S., A. Lavvaf, A.R. Seidavi, N. Eila, S. Nematollahian and T. Farahvash. 2011. Estimation of genetic parameters in three commercial silk-worm lines of Iran. African Journal of Biotechnology, 10: 13324-13330.
5. Falconer, D.S. and T.F.C. McKay. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Longman. Essex, England.
6. Ghanipoor, M., S. Nematollahian, A.R. Seidavi, S.Z. Mirhosseini, M. Mavvajpour and A.R. Bizhannia. 2008. Evaluation of genetic parameters and crossbreeding effects of economic traits on silkworm pure lines in the criss crossing system. Research Journal of University of Isfahan, 35: 137-144 (In Persian).
7. Groen, A. 1989. Cattle breeding goals and production circumstances. Dissertation, Wageningen Agricultural University, the Netherlands, 167 pp.
8. Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics, 28: 476-490.
9. Kazemi, M. 2007. Assessing the resistance of commercial varieties of Iran Silkworm (*Bombyx mori* L.) to Nuclear Polyhedrosis Virus using genetic screening and backcross methods. M.Sc. Thesis in Animal Science, Animal Genetics and Breeding. University of Guilan, Rasht. Iran 212 pp (In Persian).
10. Malik, G.N., M.A. Masoodi, A.S. Kamili and M. Aijaz. 1999. Estimation of direct selection parameters in a diallell set of bivoltine silkworm (*bombyx mori* L.). Entomology, 24: 253-257.
11. Meyer, K. 2006. WOMBAT- Digging Deep for Quantitative Genetic Analysis by Restricted Maximum Likelihood. Proc. 8th World Congress on Genetics of Livestock Production Belo Horizonte, Brazil.
12. Mirhoseini, S.Z., A.R. Seidavi, M. Ghanipoor and K. Etebari. 2004. Estimation of general and specific combining ability and heterosis in new varieties of silkworms. *Bombyx mori* L. Journal of Biological Sciences, 4: 725-730.
13. Mirhosseini, S.Z., M. Mavajpour, M. Ghanipoor and A.R. Seidavi. 2005b. Study on genetic parameters of some economic traits in Iranian indigenous silkworm races, British Society of Animal Science Annual Conference. UK. 148.
14. Mirhosseini, S.Z., M. Ghanipoor, A. Shadparvar and K. Etebari. 2005a. Selection indices for cocoon traits in six commercial silkworm (*Bombyx mori* L.) lines. The Philippine Agricultural Scientist, 88: 328-336.
15. Moorthy, S.M., S.K. Das, P.R.T. Rao, S. Raje Urs and A. Sarkar. 2007. Evaluation and selection of potential parents based on selection indices and isozyme variability in silkworm, *Bombyx mori* L. International Journal of Industrial Entomology, 14: 1-7.
16. Naserani, M. 2009. Genetics trend of economical traits of four Iranian commercial silkworm lines. M.Sc. Thesis in Animal Science, Animal Genetics and Breeding. University of Guilan, Rasht. Iran 114 pp (In Persian).
17. Seidavi, A.R. 2010a. Estimation of genetics parameters and selection effect on genetic and phenotype trends in silkworm commercial pure lines. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 5: 1-12.
18. Seidavi, A.R. 2010b. Investigation on effect of individual selection based on cocoon weight on additive genetic value and selection index value in six commercial silkworm pure lines. World Journal of Zoology, 5: 7-14.
19. Seidavi, A.R., S.Z. Mirhosseini, A.R. Bizhannia and M. Ghanipoor. 2007. Investigation on selection efficiency for some quantitative cocoon characters at 3P lines and its correlation with reproduction and resistance against diseases parameters of hybrids (F1) silkworm. Iranian Journal of Biology, 20: 262-268 (In Persian).
20. Shadparvar, A., M. Ghanipoor, S.Z. Mirhoseini and K. Etebari. 2005. Derivation of economic values for productive and reproductive traits of silkworm (*Bombyx mori* L.) from profit equation. Journal of Economic Entomology, 98: 1717-1722.
21. Williams, J.S. 1962. The evaluation of an index. Biometrics, 18: 375-393.

Comparison of the Effects of Different Selection Strategies on Performance of two Commercial Silkworm Lines

Parakhat Barzin¹, Seyyed Ziaeddin Mirhosseini², Shahla Nematollahian³,
Mohammad Naserani⁴ and Alireza Seidavi⁵

1 and 4- Gradated M.Sc. and M.Sc., University of Guilan, Rasht

2- Professor, University of Guilan, Rasht (Corresponding author: mirhosin@guilan.ac.ir)

3- M.Sc., Silkworm Research Center (ISRC), Rasht, Iran

5- Associate Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Received: November 13, 2012 Accepted: October 9, 2014

Abstract

The aim of this research was to estimate the variance components and genetic parameters for silkworm cocoon traits using univariate and multivariate models, and comparison of average productivity and resistance traits among three different selection strategies in two commercial silkworm lines of 153 and 154. Genetic parameters of cocoon weight, cocoon shell weight and cocoon shell percentage were estimated after three generations of selection, using the REML algorithm of the WOMBAT software. Selection criteria were conventional three-trait index (A) and basal three-traits index (B) based on cocoon weight, cocoon shell weight and cocoon shell percentage. For these goals, data were collected for two commercial silkworm pure lines of 153 and 154 during 2006-2010 in the Iran Silkworm Research Center (ISRC). In general, the obtained results of mean comparisons showed that strategy A can be recommended for improving of all productive traits. Total genetic gain obtained from three generations of selection for all traits in strategy A in pure line 153 was higher than line 154. Regarding to the high values of heritability for studied traits in univariate and multivariate analyses, it can be concluded that additive genetic effects had more effect on the phenotypic values of these traits and consequently the improvement of these traits in breeding programs would be possible.

Keywords: Base 3-traits Selection Index, Conventional 3-traits Selection Index, Genetic Improvement, Genetic parameters, Silkworm