دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

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

پاراخات برزین[۱]، سیدضیاءالدین میرحسینی[۲]، شهلا نعمت‌اللهیان[۳]، محمد ناصرانی[۴] و علیرضا صیداوی[۵]

۱ و ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و کارشناس ارشد، دانشگاه گیلان
۲- استاد، دانشگاه گیلان، (نویسنده مسوول: 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 پیله 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 ۱۵٤ کرم ابریشم ایران بود. پارامترهای ژنتیکی صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله 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 پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله دیده شد. به این منظور، از اطلاعات جمع‌آوری شده از دو لاین تجاری ۱۵۳ و ۱۵٤ 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 ۱۵٤ 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 پیله ابریشمی، صفات مهم اقتصادی در کرم ابریشم هستند. این صفات، وراثت‌پذیری بالایی دارند و در نتیجه، انتخاب در مورد این صفات تاثیر بالایی دارد (۱۲). به‌گونه‌ای که در اکثر سیستم‌های قیمت‌گذاری[۱]، ارزش اقتصادی پرورش کرم ابریشم به وزن پیله تولیدی، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله 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 کمّی در واریته‌های تجارتی 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 مبانی ژنتیکی و اقتصادی تشکیل داد. انتخاب بر اساس شاخص علاوه بر این‌که 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 تئوریک و کاهش کارآیی 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 پیله، وزن قشر پیله و نسبت قشر پیله 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 پیله در ایران، تأثیر انتخاب به‌وسیله شاخص بر پیشرفت ژنتیکی و

1- Pricing Systems

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 قرارمی‌دهد. 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 واریته، امکانات موجود و شرایط تولیدی و اقتصادی را مد نظر قرار داد (۷). بر این اساس، هدف از این مطالعه، بررسی کارآیی 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 پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله) (A) و شاخص انتخاب پایه سه صفتی (بر اساس وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله) (B) (مجموع حاصل‌ضرب ضریب اقتصادی در فنوتیپ تصحیح شده هر صفت) و هم‌چنین آمیزش تصادفی (گروه شاهد) یا (G) بود. به این منظور، از اطلاعات جمع‌آوری شده از دو لاین تجاری ۱۵۳ و ۱۵۴ که به‌ترتیب 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 مبنا، از هر لاین دو دسته و در هر دسته به‌طور جداگانه، پیله‌های برتر برای وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله 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 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 WOMBAT Ver. 1.1 (۱۱) برآورد گردید. به منظور تجزیه و تحلیل ژنتیکی اطلاعات از مدل آماری زیر استفاده گردید:

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + G_j + A_k + e_{ijkl}$$

در این مدل آماری y_{ijkl}: مقدار مشاهده، μ: میانگین صفت iام، S_i: اثر جنس iام، G_j: اثر نسل jام، A_k: اثر ارزش ژنتیکی افزایشی حیوان kام و e_{ijkl}: اثر عوامل باقی‌مانده 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 به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. همچنین، خلاصه آماری داده‌های صفات اقتصادی پیله زیرجمعیت‌های شاهد در لاین‌های ۱۵۳ و ۱۵۴ در جدول ۳ نمایش داده شده است. در بین زیر جمعیت‌های لاین ۱۵۴، از نظر وزن پیله، زیر جمعیت A دارای بیشترین میانگین و زیر جمعیت شاهد دارای کمترین میانگین بود. از نظر صفت وزن قشر پیله، 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 پیله در جنس ماده بیشتر از جنس نر است. اما درصد قشر پیله جنس نر بیشتر از جنس ماده است. بالاتر بودن درصد قشر پیله 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 پیله بود. در گروه شاهد لاین ۱۵۳ نیز میانگین صفات پیله نسبت به گروه شاهد لاین ۱۵۴ بیشتر است. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، میزان تنوع فنوتیپی وزن قشر پیله بیشترین، و میزان تنوع درصد قشر پیله کمترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. تنوع فنوتیپی وزن پیله 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 پیله و وزن قشر پیله (به‌ترتیب ۰/۷۳۴±۰/۰۴۱) و (۰/۷۰۳ ±۰/۰۴۲) و وراثت پذیری متوسطی برای درصد قشر پیله (۰/۳۹۶ ± ۰/۰۴۱) برآورد شد. در آنالیزهای تک صفته، دو و سه صفته، 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.

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	وزن پیله (گرم)	۱/۴۴۲	۱/۷۳۴	۰/۱۹۱	۰/۲۵۶	۱۳/۲۴۳	۱۴/۷۸۲	۰/۳۱۹	۰/۱۹۷	۰/۰۰۳	-۰/۲۴۸
	وزن قشر (گرم)	۰/۳۲۴	۰/۳۳۵	۰/۰۵	۰/۰۵۵	۱۵/۴۶	۱۶/۴۵۴	۰/۵۰۴	۰/۵۹	۰/۸۶	۰/۵۷۳
	درصد قشر	۲۲/۵۳۲	۱۹/۳۵۴	۱/۸۲۴	۱/۸۶۷	۸/۰۹۶	۹/۶۴۹	-۰/۰۷۲	۳/۰۵	۱/۵۲۶	۳۲/۹۶
B	وزن پیله (گرم)	۱/۳۹۶	۱/۶۹۷	۰/۱۷۶	۰/۲۵۶	۱۲/۶۰۴	۱۵/۱۲	۰/۴۱۱	۰/۳۹۲	۰/۴۶۴	۰/۳۴۷
	وزن قشر (گرم)	۰/۳۱۷	۰/۳۲۹	۰/۰۴۶	۰/۰۵۶	۱۴/۷۰۹	۱۷/۱۱۲	۰/۴۷۰	۰/۵۲۶	۰/۵۶۷	۰/۷۶۰
	درصد قشر	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	وزن پیله (گرم)	۱/۳۱۱	۱/۶۴۵	۰/۱۷۳	۰/۲۲۹	۱۳/۲۴	۱۳/۹۲۸	-۰/۰۷	-۰/۱۸۸	۰/۴۴۶	-۰/۵۰۹
	وزن قشر (گرم)	۰/۲۸۵	۰/۲۹۲	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲	۱۳/۸۹۸	۱۴/۴۱۹	-۰/۲۳۳	۰/۴۰۲	۰/۴۱۵	۱/۴
	درصد قشر	۲۱/۷۸	۱۷/۸	۱/۷۲۴	۱/۴۴۶	۷/۹۱۵	۸/۱۲۳	-۰/۷۵۲	۲/۳۹۵	۳/۱۴۲	۲۵/۹۰۳
B	وزن پیله (گرم)	۱/۲۹۵	۱/۶۰۳	۰/۱۵۰	۰/۲۱۲	۱۱/۶۴۶	۱۳/۲۶۱	۰/۲۲۶	۰/۰۹۵	۰/۴۸۶	۰/۰۸۴
	وزن قشر (گرم)	۰/۲۸۶	۰/۲۸۹	۰/۰۳۵	۰/۰۴	۱۲/۴۶	۱۳/۹۶	-۰/۰۰۲	۰/۰۹۵	۰/۳۳۲	۰/۴۳۴
	درصد قشر	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)	۱/۲۷۷	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	۲۲/۴۳	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	۱۰/۷۵	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	-۱/۰۳۷	۱/۴۸۹	۴/۸۵	۷/۳۷

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

Table 4. Estimated variance components and genetics parameters (± 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 صفتی	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 صفتی	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 صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۷۲۱(۰/۰۰۱۴)	۰/۰۰۶۲۲(۰/۰۰۰۸۱)	۰/۰۲۳۳۴(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(۰/۱۲۴۷)	۱/۴۹۹۴۴	۲/۴۸۳۱۱(۰/۰۸۶۵)	۰/۳۹۶(۰/۰۴۱)

جدول ۵- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی (± انحراف معیار) برآورد شده صفات پیله از طریق مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۴ در حالت انتخاب به روش شاخص معمولی سه صفتی

Table 5. Estimated variance components and genetics parameters (± 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	وراثت‌پذیری
یک صفتی	وزن پیله	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(۰/۰۸۹)	۲/۹۴۲ (۰/۱۱۱۹)	۰/۸۲۴(۰/۰۳۴)
دو صفتی	وزن پیله	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 پیله	۰/۰۱۶۳۴(۰/۰۰۱۵)	۰/۰۰۵۵۱(۰/۰۰۰۸۳)	۰/۰۲۱۸۶(۰/۰۰۰۹)	۰/۷۴۸(۰/۰۴۵)
	درصد قشر	۲/۴۳۰۱(۰/۱۷۳)	۰/۵۰۹۴۵(۰/۰۸۸۶)	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 صفتی	وزن پیله	۰/۱۶۵۲(۰/۰۰۱۵)	۰/۰۰۵۴۲(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۲۱۹۵(۰/۰۰۰۸)	۰/۷۵۳(۰/۰۴۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۹۵(۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۶۲۸(۰/۰۰۰۰۳)	۰/۰۰۱۱۷(۰/۰۰۰۴)	۰/۸۰۷(۰/۰۳۶)
	درصد قشر	۱/۸۴۱۹(۰/۱۹۵۹)	۰/۸۴۳۴۶(۰/۱۱۳۸)	۲/۶۸۵۳۹(۰/۱۱۰۵۵)	۰/۶۸۶(۰/۰۵۰)

مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفات پیله زیر جمعیت B لاین‌های مورد مطالعه در جداول ۶ و ۷ نشان داده شده است. در آنالیز دو صفتی بیشترین و کمترین مقدار وراثت‌پذیری در لاین ۱۵۳ به‌ترتیب مربوط به وزن پیله (۰/۵۴۹ ±۰/۰۶۴) و درصد قشر پیله (۰/۰۸۲±۰/۰۳۱) است. در آنالیز سه صفتی نیز وراثت‌پذیری بالایی برای صفات سه گانه فوق برآورد گردید. با توجه به وراثت‌پذیری پایین درصد قشر در لاین ۱۵۳، (۰/۳۱±۰/۰۴۶)، انتظار می‌رود درصورت 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 لاین، باید متفاوت باشد. در هر دو لاین وراثت‌پذیری وزن پیله نسبت به دو صفت دیگر بیشتر است.

جدول ۶- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی (± انحراف معیار) برآورد شده صفات پیله از طریق مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۳ در حالت انتخاب به روش شاخص پایه سه صفتی

Table 6. Estimated variance components and genetics parameters (± 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	وراثت‌پذیری
یک صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۲۵۲(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۳۴(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۶(۰/۰۰۱)	۰/۵۵۱(۰/۰۶۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۸۳(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۱۶(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۴۷۴(۰/۰۶۱)
	درصد قشر	۰/۲۱۵۲(۰/۰۸۲۷)	۲/۴۴۶۹(۰/۰۹۴۶)	۲/۸۸۸(۰/۱۰۵)	۰/۳۱(۰/۰۴۶)
دو صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۲۵۵(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۳۱(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۷(۰/۰۰۱۰۳)	۰/۵۴۹(۰/۰۶۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۵۹(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۹۵(۰/۰۰۰۰۸)	۰/۰۰۱۵۵(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۳۸۴(۰/۰۶۸)
	وزن پیله	۰/۰۱۲۵۱(/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۳۴(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۶(۰/۰۰۱)	۰/۵۴۸(۰/۰۶۴)
	درصد قشر	۰/۲۱۷۴۴(۰/۰۸۴)	۲/۴۴۵۴(۰/۰۹۵۱)	۲/۶۶۲۸۷(۰/۰۸۵۳)	۰/۰۸۲(۰/۰۳۱)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۸(۰/۰۰۰۱۲)	۰/۰۰۰۸۹(۰/۰۰۰۰۸)	۰/۰۰۱۵۸(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۴۳۵(۰/۰۶۷)
	درصد قشر	۰/۲۷۳۱۴(۰/۱۰۰۸)	۲/۴۰۷۴(۰/۱۰۰۴)	۲/۶۸۰۵(۰/۰۸۸۲۲)	۰/۱۰۲(۰/۰۳۶)
سه صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۲۶۱(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۱۰۲۸(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۲۸۹(۰/۰۰۱)	۰/۵۵۱(۰/۰۶۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۷(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۸۴(۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۱۶(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۴۷۴(۰/۰۶۱)
	درصد قشر	۰/۸۹۴۶۷(۰/۱۵۴)	۱/۹۹۴۲(۰/۱۱۱۹)	۲/۸۸۸(۰/۱۰۵)	۰/۳۱(۰/۰۴۶)

جدول ۷- مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی (± انحراف معیار) برآورد شده صفات پیله از طریق مدل تک متغیره و چند متغیره برای لاین ۱۵۴ در حالت انتخاب به روش شاخص پایه سه صفتی

Table 7. Estimated variance components and genetics parameters (± 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 صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۷۶۲(۰/۰۰۲۱)	۰/۰۰۷۱۲(۰/۰۰۱۱)	۰/۰۲۴۷۵(۰/۰۰۱۱)	۰/۷۱۲(۰/۰۸۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸۷(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳(۰/۰۰۰۶)	۰/۰۰۱۲۱(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۷۱۷(۰/۰۶۲)
	درصد قشر	۰/۳(۰/۱۰۸۵)	۲/۸۸۹۲ (۰/۱۱۳)	۳/۱۸۹۳(۰/۱)	۰/۰۹۴(۰/۰۳۳)
دو صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۶۶۷(۰/۰۰۱۹۳)	۰/۰۰۷۷(۰/۰۰۱۰)	۰/۰۲۴۳۷(۰/۰۰۱۰)	۰/۶۸۴(۰/۰۵۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۷۷(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۰۴(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۱۷۷(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۸(۰/۰۵۷)
	وزن پیله	۰/۰۱۷۸۷(۰/۰۰۰۱۸۶)	۰/۰۰۶۹۶(۰/۰۰۱۰۴)	۰/۰۲۴۸۳(۰/۰۰۱۰۶)	۰/۷۱۹(۰/۰۵۰)
	درصد قشر	۰/۳۱۲۶۸(۰/۱۱۰۶)	۲/۸۸۱۲۸(۰/۱۱۳۵)	۳/۱۹۳۹۷(۰/۱۰۰۸)	۰/۰۹۸(۰/۰۳۳)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸۱(۰/۰۰۰۹)	۰/۰۰۰۳۷(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۱۹(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۸۴(۰/۰۵۶)
	درصد قشر	۰/۴۳۶۱۲(۰/۱۳۴۵)	۲/۸۰۱۸(۰/۱۲۰۴۶)	۳/۲۳۸(۰/۱۰۶۵)	۰/۱۳۵(۰/۰۳۹)
سه صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۹۰۳ (۰/۰۰۱۸)	۰/۰۰۶۲۲۴ (۰/۰۰۰۹۸)	۰/۰۲۵۲۵(۰/۰۰۱۰۵)	۰/۷۵۴(۰/۰۴۶)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۸۳(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۰۳۶(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۱۱۹۶(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۹۶(۰/۰۵۵)
	درصد قشر	۱/۱۵۸۱۹(۰/۲۰۱۸)	۲/۳۳۶۳(۰/۱۳۹۸)	۳/۴۶۴۵۳(۰/۱۲۸۵۹)	۰/۳۳۱ (۰/۰۵۰)

مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفات پیله 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 وراثت پذیری وزن پیله 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 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 پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله از صفات اقتصادی مهم در کرم ابریشم هستند که وراثت پذیری بالایی دارند (۱۹).

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

Table 8. Estimated variance components and genetics parameters (± 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 پیله	۰/۰۱۱۴۲(۰/۰۰۲۳)	۰/۰۰۸۶(۰/۰۰۱۲)	۰/۰۲(۰/۰۰۱۲)	۰/۵۷(۰/۰۸۶)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۲۲(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۱(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۰۰۱۲(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۱۸۲(۰/۰۶۷)
	درصد قشر	۰/۵۱۰۱(۰/۱۶۷۷)	۲/۸۲۴۸(۰/۱۳۴۲)	۳/۳۳۴۹(۰/۱۲۸۵)	۰/۱۵۳(۰/۰۴۷)
دو صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۱۰۱(۰/۰۰۲۳۶)	۰/۰۰۸۸۵(۰/۰۰۱۲۶)	۰/۰۱۹۸۶(۰/۰۰۱۲۸)	۰/۵۵۴(۰/۰۸۷)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۳۵(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۹۵(۰/۰۰۰۰۶۷)	۰/۰۰۱۳۰(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۲۷۱(۰/۰۷۳)
	وزن پیله	۰/۰۱۰۸۳(۰/۰۰۲۶۳)	۰/۰۰۸۹۵(۰/۰۰۱۲۶)	۰/۰۱۹۷۸(۰/۰۰۱۲۸)	۰/۵۴۸(۰/۰۸۸)
	درصد قشر	۰/۵۰۲۶(۰/۱۶۰۶)	۲/۸۳۲۴(۶۱۳۱)	۲/۳۳۵(۰/۱۲۶۹۴)	۰/۱۵۱(۰/۰۴۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۳۸۸(۰/۰۰۰۱۱)	۰/۰۰۰۹۳(۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۱۳۲(۰/۰۰۰۰۶)	۰/۲۹۴(۰/۰۷۷)
	درصد قشر	۰/۴۷۹۹(۰/۱۵۵۵)	۲/۸۴۴۵۳(۰/۱۳۰۲)	۳/۳۲۴۴۶(۰/۱۲۵۱۷)	۰/۱۴۴(۰/۰۴۴)
سه صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۰۸۱(۰/۰۰۲۳)	۰/۰۰۸۹۵(۰/۰۰۱۲۵)	۰/۰۱۹۷۷(۰/۰۰۱۲)	۰/۵۴۷(۰/۰۸۷)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۴۳(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۹(۰/۰۰۰۰۷)	۰/۰۰۱۳۴(۰/۰۰۰۰۷)	۰/۳۲۵۲(۰/۰۸۰)
	درصد قشر	۰/۷۴۲۵(۰/۲۱۸۷)	۲/۷۰۲۹(۰/۱۴۹۹)	۳/۴۴۵۴۸(۰/۱۴۷۵)	۰/۲۱۶(۰/۰۵۷)

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

Table 9. Estimated variance components and genetics parameters (± 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 پیله	۰/۰۱۲۰۱ (۰/۰۰۲)	۰/۰۰۶۰۶(۰/۰۰۱۰۳)	۰/۰۱۸۰۸(۰/۰۰۱۱)	۰/۶۶۴(۰/۰۷۴)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۵۴(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۶۶(۰/۰۰۰۰۹)	۰/۰۰۱۲۱(۰/۰۰۰۰۸)	۰/۴۵۱(۰/۱۰۷)
	درصد قشر	۱/۰۳۵۶(۰/۲۸)	۱/۴۵۶۵(۰/۱۵۶۵)	۲/۴۹۲۱۸(۰/۱۵۲۱)	۰/۴۱۶(۰/۰۹)
دو صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۱۵۲(۰/۰۰۱۹)	۰/۰۰۶۳۲(۰/۰۰۱۰۲)	۰/۰۱۷۸۴(۰/۰۰۱۱)	۰/۶۴۶(۰/۰۷۵)
	وزن قشر	۰/۰۰۲۱۸(۰/۰۰۰۳۸)	۰/۰۰۰۳۳(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۰۹۷(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۷(۰/۰۷۰)
	وزن پیله	۰/۰۱۱۵۵(۰/۰۰۱۹۱)	۰/۰۰۶۳(۰/۰۰۰۹۹)	۰/۰۱۷۸۶ ۰(۰/۰۰۱)	۰/۶۴۷(۰/۰۷۲)
	درصد قشر	۱/۰۳۵۴(۰/۲۶۲)	۱/۳۶۶۳(۰/۱۴۶)	۲/۴۰۱۷(۰/۱۴۳۷)	۰/۴۳۱(۰/۰۸۷)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۴(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳۳(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۰۹۷(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۷(۰/۰۷۰)
	درصد قشر	۱/۰۴۸۴(۰/۲۵۷۷)	۱/۳۵۹۲(۰/۱۴۳۶)	۲/۴۰۷۶(۰/۱۴۲۲)	۰/۴۳۵(۰/۰۸۵)
سه صفتی	وزن پیله	۰/۰۱۳۰۶(۰/۰۰۱۷)	۰/۰۰۵۵۴(۰/۰۰۰۸)	۰/۰۱۸۶(۰/۰۰۱۰۳)	۰/۷۰۲(۰/۰۶۱)
	وزن قشر	۰/۰۰۰۶۵(۰/۰۰۰۱)	۰/۰۰۰۳۳(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۰۰۰۹۸(۰/۰۰۰۰۵)	۰/۶۵۵(۰/۰۶۹)
	درصد قشر	۱/۲۴۸۹(۰/۲۶۶۹)	۱/۲۵۵۰(۰/۱۴۴۹)	۲/۵۰۳۹۸(۰/۱۴۸۹)	۰/۴۹۹(۰/۰۸۱)

جدول ۱۰ مقایسه میانگین صفات پیله بین روش‌های مختلف انتخاب را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که بین میانگین صفت وزن قشر پیله 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 معنی‌داری وجود ندارد که احتمالا به‌دلیل 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 پیله بین استراتژی‌های مختلف انتخاب

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

سیستم انتخاب	وزن پیله (گرم)	وزن قشر (گرم)	درصد قشر (٪)
A	۱/۹۴^{aD}	۰/۴۲۴^{a}	۲۲/۰۸^{a}
B	۱/۹۳^{DC}	۰/۴۱۶^{D}	۲۱/۷۸^{D}
G (جمعیت شاهد)	۱/۹۲^{c}	۰/۴۱۰^{D}	۲۱/۶۲^{b}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P<0/05$).

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 پیله خوب و درصد پیله متوسط در هر دو سیستم انتخاب، نسبت به گروه شاهد بهتر است چراکه نشان‌دهنده تأثیر مثبت این روش‌ها بر صفات تولیدی است ولی در بقیه صفات اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها، مشاهده نمی‌شود. بین روش‌های انتخاب اعمال شده، در ارتباط با صفت درصد پیله 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 صفات تولیدی و مقاومت بین استراتژی‌های مختلف انتخاب

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

سیستم انتخاب	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله دوبل (دوگانه)	وزن کل پیله تولیدی (گرم)	ماندگاری لارو
A	۸۵/۹۹^{a}	۱۰/۱۲^{b}	۲/۶۶^{b}	۱۶۰۳/۵^{ab}	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^{ab}	۰/۸۸^{a}

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 پیله، 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 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 پیله 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 پیله حاصل از نه نسل انتخاب در چهار لاین تجاری کرم ابریشم گزارش شده است و قبلاً هم آشوکا و گووییندان (۱) آن را بررسی کرده بودند.

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 پیله (گرم)		وزن قشر پیله (گرم)		درصد قشر پیله	
	۱۵۳	۱۵۴	۱۵۳	۱۵۴	۱۵۳	۱۵۴
لاین	۰/۰۶۳۰	۰/۰۷۹۱	۰/۰۳۸۷	۰/۰۱۸۷	۱/۶۴۸	۰/۳۷۹۴
نسل ۱	۰/۰۶۴۶	۰/۰۲۹۳	۰/۰۲۷۰	۰/۰۱۵	۱/۱۰۳	۰/۸۲۷۲
نسل ۲	۰/۰۶۳۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۸۱	۰/۰۰۸۳	۱/۲۳۶	۰/۳۵۴۲
نسل ۳	۰/۱۹۰۶	۰/۱۳۰۴	۰/۰۹۳۹	۰/۰۴۲۴	۳/۹۸۷	۱/۵۶۱
کل						

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

در کل می‌توان گفت، شاخص انتخاب سه صفتی در بهبود ژنتیکی درصد قشر پیله 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 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).

جدول ۱۳- مقایسه شاخص انتخاب معمولی سه صفتی(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

صفت	وزن پیله (گرم)		وزن قشر پیله (گرم)		درصد قشر پیله	
	۱۵۳	۱۵۴	۱۵۳	۱۵۴	۱۵۳	۱۵۴
لاین						
نسل ۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۶۸۵	-۰/۰۳۳۵	۰/۰۱۸۲	۰/۹۳۰۲	۰/۳۸۹۳
نسل ۲	۰/۰۰۶۵	۰/۰۴۹۳	-۰/۰۱۲۸	۰/۰۱۷۲	۰/۷۶۰۱	۰/۵۶۵۲
نسل ۳	۰/۱	۰/۰۳۳	۰/۰۲۴۰	۰/۰۰۹۴	۰/۳۱۹۵	۰/۲۴۰۶
کل	۰/۱۰۶۸	۰/۱۵۱	-۰/۰۲۲۴	۰/۰۴۴۹	۲/۰۰۹	۱/۱۹۵

با توجه به جدول نوسانات زیادی در حداکثر رشد ژنتیکی بین نسل‌ها مشاهده شد. رشد ژنتیکی پایین و منفی وزن پیله و وزن قشر پیله 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 پایین تر 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 صفتی، دو صفتی و سه صفتی، 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 پیله و وزن قشر پیله، وراثت‌پذیری 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 صفتی، دو صفتی و سه صفتی، 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 پیله و وزن قشر پیله، 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 پیله 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.

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 varities of silkworms. *Bombyx mori* L. Journal of Biological Sciences, 4: 725-730.
13. Mirhosseini, S.Z., M. Mavajpoor, 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 Barzin[1], Seyyed Ziaeddin Mirhosseini[2], Shahla Nematollahian[3], Mohammad Naserani[4] and Alireza Seidavi[5]

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