مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال دوم، شماره سوم، پیاپی هفتم، زمستان ۱۳۹۲ (۴۰-۳۳)

بهبود عملکرد شش آمیخته F1 کرم ابریشم تحت تأثیر نه نسل انتخاب به‌وسیله سیستم شاخص

پدرام پوراسمعیلی[۱]، سید ضیاء الدین میرحسینی[۲]، مانی غنی‌پور[۳]، عبدالاحد شادپرور[۴]، علیرضا صیداوی[۵]*

۱، ۲، ۴. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه گیلان، رشت

۳. پژوهشگر مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور، رشت

۵. دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۲۲، تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۱۰/۱۲)

چکیده

تأثیر انتخاب به‌وسیله شاخص در چهار لاین تجاری کرم ابریشم ایران (۱۰۷، ۱۱۰، ۱۵۳ و ۱۵۴) بر عملکرد تولیدی آمیخته‌های F1 حاصل از تلاقی آنها شامل ۱۵۳×۱۵۴، ۱۵۴×۱۵۳، ۱۰۷×۱۱۰ و ۱۱۰×۱۰۷ مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور هر یک از این لاین‌ها در سطح 3P طی ۹ نسل تحت برنامه انتخاب به‌وسیله شاخص قرار گرفتند. والدین نسل بعد لاین‌های 3P در هر یک از این ۹ نسل، با تشکیل ماتریس انتخاب بر اساس پارامترهای توارث‌پذیری، همبستگی بین سه صفت وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله و میانگین فنوتیپی صفات انتخاب شدند. در نسل دهم، جمعیت 2P (حاصل از آمیزش تصادفی 3P) به‌طور تصادفی آمیزش داده شده و جمعیت P از هر یک از این لاین‌ها تولید و در دو گروه انتخابی و شاهد در شرایط روستایی (تلنبار) پرورش یافتند. جمعیت P در گروه شاهد از تلاقی جمعیت 2P حاصل از لاین‌های 3P غیرانتخابی تولید شد. سپس آمیخته‌های F1 تولید و در گروه‌های شاهد و انتخابی به‌طور همزمان پرورش داده شدند. نتایج نشان دادند که انتخاب به‌وسیله شاخص در لاین‌های 3P تأثیر معنی‌داری بر بهبود عملکرد تولیدی آمیخته‌های F1 کرم ابریشم دارد. برای صفت وزن پیله بین دو گروه انتخابی (۱/۵۵۶ گرم) و شاهد (۱/۴۸۶ گرم) اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). برای صفت وزن قشر پیله هم بین دو گروه انتخابی (۰/۳۴۴ گرم) و شاهد (۰/۳۱۰ گرم) اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). در مورد صفت درصد قشر پیله نیز بین دو گروه انتخابی (۲۲/۲۶۸ درصد) و شاهد (۲۱/۰۳۷ درصد) اختلاف میانگین‌ها معنی‌دار بود(P<۰/۰۵).

واژه‌های کلیدی: آمیخته، پیله، شاخص انتخاب، کرم ابریشم.

Improvement of Performance in Six Silkworm F1 Hybrids by means of Nine Selection Generations using Index System

P. Pouresmaeli[1], S.Z. Mirhosseini[2], M. Ghanipoor[3], A. Shadparvar[4], A.R. Seidavi[5]*

1. Graduated MSc Student, Professor and Associate Professor, Department of Animal Science, University of Guilan, Rasht, 2. Researcher, Iran Silkworm Research Center, Rasht, Iran, 3. Department of Animal Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht

(Received: Apr. 11, 2013; Accepted: Jan. 2. 2014)

Abstract

Effect of selection index in four Iranian commercial lines (107, 110, 153 and 154) on performance of their hybrids including 107×110, 110×107, 153×154 and 154×153 was investigated. Selection index program was performed on all 3P commercial lines during 9 generations. Next generation parents of 3P lines were selected in each generation, by construction of selection matrix based on heritability parameters, correlations between cocoon weight, cocoon shell weight and cocoon shell percentage and also phenotypic mean of traits. In the 10th generation, 2P populations (produced by random cross of 3P) were mated randomly and P (parent) silkworm eggs were produced by random mating of 2P population. P populations in selected and random groups were reared under rural (silkworm rearing house) conditions. Control P population was produced by crossing 2P populations (produced by non-selected 3P lines). F1 hybrids of control group (non-selected) were reared simultaneously. From obtained results, it was showed selection by index method in 3P lines has significant effect on performance improvement of silkworm F1 hybrids. There was significant difference for cocoon weight between two selected (1.556gr) and non-selected (1.486gr) groups (P<0.05). Meanwhile shell cocoon weight had significant difference between two selected (0.344gr) and non-selected (0.310gr) groups (P<0.05). Also, cocoon shell percentage showed significant difference between two selected (22.268%) and non-selected index (21.037%) groups (P<0.05).

Keywords: Hybrid, Cocoon, Selection Index, Silkworm.

* نویسنده مسئول: علیرضا صیداوی
Email: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir

مقدمه

صنعت نوغانداری در ایران از قدمتی کهن برخوردار است و به‌عنوان یک تولید جنبی در اقتصاد خانوارهای روستایی ایران نقش مهمی را ایفا می‌کند. تولید ابریشم مبتنی بر پرورش آمیخته‌های حاصل از لاین‌های خالص تجاری است و انتخاب مهمترین ابزار اصلاح نژادی در جهت بهبود عملکرد اقتصادی این لاین‌ها می‌باشد. به‌این منظور باید ضمن افزایش عملکرد، از خلوص ژنتیکی لاین‌های والد نیز اطمینان حاصل شود. انتخاب در لاین‌های والد در نسل‌های متوالی علاوه بر حفظ عملکرد بالای صفات تولیدی موجب افزایش خلوص (کاهش تنوع ژنتیکی) می‌گردد. معیارهای انتخاب با توجه به اهداف اصلاح نژادی درنظر گرفته شده می‌تواند متفاوت باشد (Ghanipoor, 2002).

شاخص انتخاب اولین بار در سال ۱۹۳۶ برای استفاده در اصلاح نباتات و سپس در سال ۱۹۴۳ برای انتخاب در اصلاح نژاد دام ارائه گردید (Hazel, 1943). شاخص انتخاب به‌صورت تابعی از مشاهدات مختلف تعریف می‌شود که وقتی حیوانات بر اساس آن انتخاب می‌شوند میزان پیشرفت ژنتیکی (یک ارزش ژنتیکی کل که تابعی خطی از ارزش‌های یک صفت یا چند صفت تعریف شده است) حداکثر می‌شود. به عبارت دیگر استفاده از شاخص انتخاب برای اصلاح ژنتیکی اقتصادی صفات در کوتاه ترین زمان، بیشترین پیشرفت را در بر خواهد داشت (Harris, 1970). در تشکیل شاخص انتخاب برای چند صفت، لازم است پارامترهای ژنتیکی و ضرایب اقتصادی صفات دخیل در انتخاب برآورد شوند. پیش از این، پس از برآورد ارزش‌های اقتصادی و پارامترهای ژنتیکی صفات پیله، شاخص‌های انتخاب برای شش واریته تجاری کرم ابریشم ایران تعیین شده است (Mirhosseini *et al*., 2005).

اخیراً پس از بررسی تأثیر انتخاب به‌وسیله شاخص بر پیشرفت ژنتیکی و عملکرد فنوتیپی صفات اقتصادی ۶ لاین تجاری کرم ابریشم ایران و آمیخته‌های حاصل از آنها مشخص شد انتخاب انفرادی (Seidavi *et al*., 2007; Seidavi *et al*., 2008a)، و انتخاب به‌وسیله شاخص در لاین‌ها تأثیر معنی‌داری بر بهبود عملکرد تولیدی سایر سطوح کرم ابریشم حاصل از آنها دارد. با توجه به این‌که آمیخته‌های (F1) توسط نوغانداران پرورش می‌یابند، لذا بررسی تاثیر انتخاب به‌وسیله شاخص روی عملکرد آمیخته‌ها پس از طی مراحل 3P (Great Grand Parent)، 2P (Grand Parent) و P (Parent) ضرورت می‌یابد. این امر به دلیل شکاف نسلی موجود میان والدینی که تحت فشار انتخابی بالا قرار گرفته‌اند (3P) و نسل مورد بهره برداری (آمیخته‌های F1 حاصل از لاین‌های انتخاب شده به روش شاخص انتخاب) به‌وجود می‌آید.

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر انتخاب به‌وسیله شاخص در لاین‌های 3P بر عملکرد آمیخته‌های F1 کرم ابریشم بود.

مواد و روش‌ها

هر یک از لاین‌های تجاری ۱۰۷، ۱۱۰، ۱۵۳ و ۱۵۴در سطح 3P طی ۹ نسل تحت برنامه انتخاب به‌وسیله شاخص قرار گرفتند. ضرایب شاخص انتخاب استفاده شده برای هر یک از لاین‌های تجاری در جدول ۱ نشان داده شده است (Ghanipoor, 2002). در پایان انتخاب در نسل نهم، جمعیت 2P بدون انجام انتخاب از هر یک از لاین‌های انتخابی (3P) تولید گردید. جمعیت‌های 2P پرورش یافته و تخم نوغان مادر (P) بدون انجام انتخاب تولید گردید. جمعیت P انتخابی در شرایط روستایی (تلنبار) پرورش یافت. همچنین تخم نوغان P حاصل شده از لاین‌های غیرانتخابی به عنوان جمعیت شاهد تهیه و به‌طور همزمان پرورش داده شدند. پس از ظهور پروانه‌ها تلاقی‌ها جهت تولید آمیخته‌های F1 یعنی ۱۵۳×۱۵۴، ۱۵۳×۱۵۴، ۱۱۰×۱۰۷ و ۱۱۰×۱۰۷

تولید شده و در دو فصل پرورشی پاییز و بهار در هر دو گروه شاهد و انتخابی پرورش یافتند. پرورش آمیخته‌ها بر اساس سیستم رایج پرورش توسط نوغانداران انجام گردید. پرورش سنین اول تا سوم لاروی در سالن کرم جوان و سنین چهارم و پنجم لاروی در تلنبار صورت گرفت. پرورش هر یک از آمیخته‌ها در چهار تکرار (هر تکرار شامل ۱۰۰۰ لارو شمارش شده در شروع سن چهارم لاروی) انجام شد.

در پایان پرورش رکوردهای انفرادی از قبیل وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله (به ازای هر تکرار ۳۰ پیله نر و ۳۰ پیله ماده) و همچنین رکوردهای خانوادگی مربوط به تولید و مقاومت مانند درصد پیله‌های خوب، متوسط، ضعیف و دوگانه، وزن کل پیله تولیدی، درصد ماندگاری لارو، درصد ماندگاری شفیره خوب و درصد ماندگاری کل شفیرگی اندازه‌گیری و توسط نرم‌افزار اکسل در کامپیوتر ثبت و ذخیره شدند.

با استفاده از مدل آماری زیر کل اطلاعات جمع‌آوری شده برای صفات انفرادی و گروهی تجزیه و تحلیل شدند. به‌منظور تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین صفات از رویه GLM نرم افزار SAS، ویرایش 6.12 استفاده گردید. برای مقایسه میانگین صفات در گروه‌های مختلف و بررسی معنی‌دار بودن تفاوت آنها روش DUNCAN در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد استفاده قرار گرفت. مدل آماری طرح به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ijkl}=\mu+G_i+H_j+M_k+S_l+(GH)_{ij}+(GM)_{ik}+(HM)_{jk}+e_{ijkl}$$

Y_{ijkl}= مقدار مشاهده

μ= میانگین جمعیت

G_i= اثر iامین گروه آزمایشی (شاهد و انتخابی)

H_j= اثر jامین آمیخته (چهارآمیخته)

M_k= اثر kامین فصل پرورش (پاییز ۱۳۸۵ و بهار ۱۳۸۶)

S_l= اثر lامین جنس (نر و ماده)

$(GH)_{ij}$= اثر متقابل jامین آمیخته در iامین گروه

$(GM)_{ik}$= اثر متقابل kامین فصل در iامین گروه

$(HM)_{jk}$ = اثر متقابل kامین فصل در jامین آمیخته

e_{ijkl}= عوامل باقیمانده

در نهایت با مقایسه عملکرد گروههای انتخابی و شاهد، تأثیر انتخاب به‌وسیله شاخص در سطح 3P روی عملکرد آمیخته‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱. ضرایب شاخص انتخاب برای منابع رکورد انفرادی و انواع محدودیت در ابعاد سیستم در واریته‌های مورد مطالعه (اقتباس از Ghanipoor, 2002)

واریته مورد مطالعه	وزن پیله	وزن قشر	درصد قشر
110	-۴۴۱۸۰/۰۶	۲۸۳۴۷۱/۰۵	-۳۱۱۸/۹۱
107	۸۶۶۶/۵۵	۲۸۶۹۷/۲۹	۱۰۲۶/۹۶
153	-۷۵۲۱۸/۹۸	۵۹۱۴۳۰/۷۱	-۶۰۸۱/۸
154	۳۲۶۹/۰۸	۴۷۵۵۸/۶۴	۶۲۴/۷۳

نتایج

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله برای منابع تغییر (آمیخته، گروه، فصل، جنس و خطا) مختلف را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از این است که اثر گروه آزمایشی (انتخابی و شاهد) و همچنین اثر آمیخته‌های مختلف بر صفات پیله بسیار معنی‌دار بوده است. پیش از این هم محققانی نظیر Barman *et al.* (1988) و Sen *et al.* (1997) به وجود اختلاف بین آمیخته‌ها پی بردند. علت تفاوت آمیخته‌ها با یکدیگر می‌تواند تفاوت ساختار ژنتیکی و مولفه‌های موثر بر عملکرد آنها باشد. Raju and Krishnamurthy (1995) و Rayar and Govindan (1990) نیز عملکرد تعدادی از آمیخته‌های کرم ابریشم را مورد بررسی قرار دادند و وجود اختلاف در توان تولیدی این آمیخته‌ها را عنوان کردند.

عامل فصل تولید نیز بخش قابل توجهی از تنوع خصوصیات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشرپیله را به خود اختصاص می‌دهد. اثر جنس نیز روی

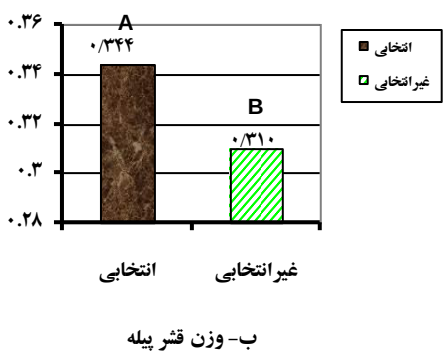
خصوصیات انفرادی پیله به شدت معنی‌دار بود. برای صفت وزن پیله، فصل تولید همپوشانی با ظهور ژنتیکی آمیخته‌ها ندارد و برای صفت درصد قشر پیله هم، اثر متقابل فصل با گروه آزمایشی معنی‌دار نشده است.

نمودار ۱ بیانگر مقایسه صفات وزن پیله، وزن قشر پیله و درصد قشر پیله در گروه‌های شاهد و انتخابی است. به‌طور کلی برای این صفات بین گروه شاهد و انتخابی تفاوت‌ها معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵).

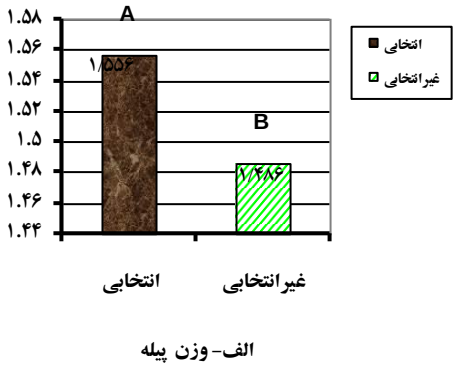
جدول ۲. تجزیه واریانس صفات پیله (میانگین مربعات) برای منابع تغییر مختلف[a]

منبع تغییر		درجه آزادی	وزن پیله	وزن قشر پیله	درصد قشر پیله
مدل	گروه	۱	۴/۶۰۴**	۱/۰۶۲**	۱۳۹۸/۰۴۵**
	آمیخته	۳	۶/۹۶۴**	۰/۳۷۹**	۳۶/۹۴۳**
	فصل	۱	۹/۵۴۲**	۱/۳۱۳**	۱۰۰۹/۵۸۴**
	جنس	۱	۸۷/۷۴۶**	۰/۱۳۶**	۱۱۸۳۱/۸۹۹**
	آمیخته × گروه	۳	۰/۲۲۲**	۰/۰۱۹**	۱۵/۹۵۷**
	آمیخته × فصل	۳	۰/۰۴۱	۰/۰۱۲**	۲۶/۲۶۴**
	گروه × فصل	۱	۰/۲۵۶**	۰/۰۲۸**	۱/۵۴۳
	خطا	۳۷۴۷	۰/۰۱۷	۰/۰۰۱	۳/۱۲۸

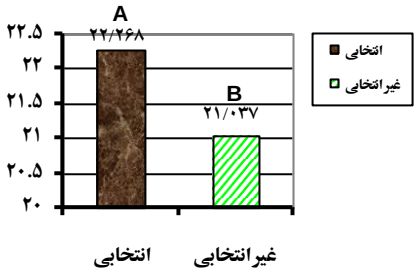
[a]*= معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، **= معنی‌دار در سطح ۰/۰۱.



ب- وزن قشر پیله



الف- وزن پیله



ج- درصد قشر پیله

نمودار ۱. مقایسه میانگین صفات پیله: الف) صفت وزن پیله؛ ب) صفت وزن قشر پیله؛ ج) صفت درصد قشر پیله بین کل آمیخته‌های دو گروه انتخابی و شاهد.

با استفاده از روش مقایسه میانگین دانکن صفات پیله در گروه انتخابی و غیرانتخابی (شاهد) به تفکیک دوره‌های پرورشی و آمیخته‌های مختلف مورد مقایسهٔ دو به دو قرار گرفته است که در جدول ۳ ارائه شده است. مقایسات میانگین انجام شده بین دو گروه انتخابی و غیرانتخابی برای کلیه آمیخته‌ها به‌جز آمیخته ۱۵۳×۱۵۴ در دوره پرورشی پاییز ۱۳۸۵ به‌طور کل معنی‌دار بود. این امر نشان می‌دهد که انتخاب به‌وسیله شاخص برای صفت وزن پیله اثر معنی‌داری بر عملکرد تولیدی آمیخته‌های تجاری داشته است. به عبارت دیگر اثر تجمعی انتخاب در نسل‌های متوالی موجب شده است که آمیخته‌های حاصل از لاین‌های انتخاب شده در مقایسه با آمیخته‌های تجاری موجود از عملکرد بالاتری برخوردار باشند. البته در آمیخته ۱۵۳×۱۵۴ در دوره پرورشی پاییز ۱۳۸۵ علیرغم معنی‌دار نبودن مقایسات بین دو گروه انتخابی (۱/۵۲۴) و شاهد (۱/۵۰۹) با توجه به نتایج ذکر شده در جدول ۳، بالا بودن میانگین گروه انتخابی نسبت به گروه شاهد بیانگر این مطلب است که انتخاب انجام شده باعث بهبود عملکرد تولیدی گردیده است.

علت معنی‌دار نبودن صفت وزن پیله بین دو گروه انتخابی و غیرانتخابی در آمیخته ۱۵۳×۱۵۴ را می‌توان مربوط به رانش تصادفی ژنی به علت شکاف انتخابی ایجاد شده بین نسل 3P (پس از طی مراحل P،2P ،3P) و F1 دانست (Ghanipoor, 2002). از طرف دیگر با توجه به تحقیقات Kumaresan *et al.* (2000) تأثیر منفی شرایط محیطی ناشی از پرورش در فصل پائیز را می‌توان از دیگر عوامل عدم بروز پتانسیل ژنتیکی واقعی آمیخته مذکور و نزول میانگین فنوتیپی وزن پیله دانست. در مورد این فرضیه، اثر متقابل ژنتیک و محیط می‌تواند اثر معنی‌داری بر فنوتیپ وزن پیله در آمیخته ۱۵۳×۱۵۴ داشته باشد.

لازم به ذکر است که در فصل پائیز کنترل شرایط محیطی نظیر دما و رطوبت مشکل تر بوده و برگ توت از کیفیت پائین تغذیه‌ای برخوردار می‌باشد.

همچنین در این شرایط عوامل بیماریزای باکتریایی، ویروسی و قارچی شیوع بیشتری می‌یابند. در چنین شرایطی با افزایش مرگ و میر لاروها

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات پیله بین گروههای مختلف در آمیخته‌های مختلف به تفکیک دوره پرورش[a]

دوره پرورش	آمیخته	گروه	وزن پیله (گرم)	وزن قشر پیله (گرم)	درصد قشر پیله (٪)
پاییز ۱۳۸۵	107×110	انتخابی	۱/۴۸۸^{A}	۰/۳۱۹^{A}	۲۲/۲۴۶^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۳۷۹^{B}	۰/۲۸۴^{B}	۲۰/۷۷۸^{B}
	110×107	انتخابی	۱/۴۱۴^{A}	۰/۳۰۴^{A}	۲۱/۶۷۳^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۳۵۰^{B}	۰/۲۶۹^{B}	۲۰/۱۷۱^{B}
	153×154	انتخابی	۱/۵۸۹^{A}	۰/۳۳۹^{A}	۲۱/۵۲۰^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۵۳۴^{B}	۰/۳۱۳^{B}	۲۰/۵۴۴^{B}
	154×153	انتخابی	۱/۵۲۴^{A}	۰/۳۲۶^{A}	۲۱/۶۰۱^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۵۰۹^{A}	۰/۳۰۹^{B}	۲۰/۶۵۹^{B}
بهار ۱۳۸۶	107×110	انتخابی	۱/۵۵۵^{A}	۰/۳۴۸^{A}	۲۲/۶۱۴^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۴۵۴^{B}	۰/۳۱۴^{B}	۲۱/۷۹۹^{B}
	110×107	انتخابی	۱/۵۰۲^{A}	۰/۳۳۶^{A}	۲۲/۵۸۹^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۴۶۲^{B}	۰/۳۰۶^{B}	۲۱/۱۱۶^{B}
	153×154	انتخابی	۱/۷۳۵^{A}	۱/۴۰۳^{A}	۲۳/۴۶۱^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۵۸۹^{B}	۰/۳۴۱^{B}	۲۱/۶۵۳^{B}
	154×153	انتخابی	۱/۶۶۲^{A}	۰/۳۷۲^{A}	۲۲/۵۱۹^{A}
		غیرانتخابی (شاهد)	۱/۶۰۶^{B}	۰/۳۴۳^{B}	۲۱/۵۷۴^{B}

a در هر ستون مربوط به هر آمیخته در هر دوره پرورش، میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری تفاوت معنی‌دار دارند (α=۰/۰۵).

بخصوص لاروهای دارای توان ژنتیکی تولیدی بالا که از حساسیت بیشتری برخوردارند، میانگین سطح ژنتیکی لاین پائین می‌آید. میانگین تولید یا رکورد صفات مختلف (فنوتیپ) در سالهای مختلف دارای تغییراتی می‌باشد. این تغییر در میانگین تولید صفات ممکن است ناشی از تأثیر و حذف عوامل محیطی (نظیر تغذیه، شرایط آب و هوائی) به اضافه اثر متقابل عوامل محیطی و ژنتیکی باشد. با توجه به تحقیقات Kang (1990) و Seidavi *et al*. (2008b) و Seidavi *et al*. (2008c) اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (GE)، عموماً وقتی ژنوتیپ‌ها در چندین محیط متنوع ارزیابی شوند، اتفاق می‌افتد. Allard and Bradshaw (1964) بیان داشتند ژنوتیپی که بتواند وضعیت ژنوتیپی یا فنوتیپی خود را در عکس‌العمل به نوسانات محیطی سازگار کند، به‌طوری که در آن مکان و سال بتواند بازدهی اقتصادی بالا و ثابتی داشته باشد، یک ژنوتیپ با انعطاف‌پذیری خوب به شمار می‌آید.

مقایسه‌های میانگین وزن قشر پیله و درصد قشر پیله در گروه‌های انتخابی و غیرانتخابی (شاهد) به تفکیک دوره‌های پرورشی و آمیخته‌های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج ثبت شده در این جدول، تأثیر مثبت انتخاب برای صفت وزن قشر پیله و درصد قشر پیله برای کلیه آمیخته‌ها و در هر دو دوره پرورشی به‌خوبی مشخص است. برخلاف نتیجه حاصل از انتخاب انجام شده برای صفت وزن پیله در آمیخته ۱۵۳×۱۵۴ که در دوره پرورشی پاییز ۱۳۸۵ اختلاف معنی‌داری بین دو گروه انتخابی و شاهد وجود نداشت، برای صفت وزن قشر پیله و درصد قشر پیله در آمیخته مذکور، اختلافات بین دو گروه معنی‌دار بوده، درنتیجه کلیه عوامل ذکر شده برای توجیه عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو گروه برای صفت وزن پیله، نتوانسته اثر معنی‌داری بر روی صفت وزن قشر پیله و درصد قشر پیله داشته باشد.

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس صفات تولیدی و مقاومت را برای منابع تغییر مختلف (آمیخته، گروه، فصل و خطا) نشان می‌دهد. طبیعتاً پتانسیل تولیدی موجود نیز ارتباط مستقیمی با خصوصیات مقاومت دارد. از این رو صفات موجود در جدول شامل دو دسته صفات تولیدی (درصد پیله خوب، منوسط، ضعیف و مضاعف) و مقاومت که خود به دو بخش صفت مقاومت در دوران لاروی (وزن کل پیله تولیدی و ماندگاری لاروی) و صفت مقاومت در دوران شفیرگی (درصد ماندگاری شفیره خوب، متوسط، ضعیف و مضاعف و درصد ماندگاری کل شفیرگی) تقسیم می‌شود، می‌باشد. قابلیت ماندگاری شفیره‌ها در داخل پیله به‌دلیل انتقال تمام صفات از نسلی به نسل دیگر توسط شفیره‌ها که بالقوه قابلیت تبدیل شدن به حشره بالغ را دارند، بسیار حائز اهمیت است. با توجه به جدول۴ اثر بین گروه‌های مختلف فقط برای صفت تولیدی درصد پیله خوب، صفت مقاومتی ماندگاری لارو، درصد ماندگاری کل شفیرگی ($P<۰/۰۵$) و صفت درصد ماندگاری شفیره خوب ($P<۰/۰۱$) اختلاف‌ها معنی‌دار بوده است. اثر آمیخته بر روی کلیه صفات تولیدی و مقاومتی معنی‌دار نبوده است. عامل فصل پرورشی نیز بر روی تنوع کلیه صفات به شدت اثر معنی‌داری داشته است.

در جدول ۵ مقایسه‌های میانگین انجام شده برای صفات تولیدی و مقاومت به تفکیک واریته‌های مختلف بین دو گروه انتخابی و غیرانتخابی (شاهد) آورده شده است. با توجه به مقایسه میانگین انجام شده در جدول ۵ برای مجموعه صفات تولیدی ذکر شده اختلافات معنی‌داری بین دو گروه انتخابی و شاهد وجود ندارد. تجربه نشان داده است که همواره بین تولید و مقاومت همبستگی منفی وجود دارد به‌طوریکه با افزایش توان تولیدی، حساسیت لاین‌ها به شرایط محیطی افزایش می‌یابد.

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات تولیدی و مقاومت (میانگین مربعات) برای منابع تغییر مختلف[a]

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	درصد پیله مضاعف	وزن کل پیله تولیدی	ماندگاری لارو	درصد ماندگاری شفیره خوب	درصد ماندگاری کل شفیرگی
گروه	۱	۱۸۲/۱۶۶*	۸۵/۱۶۲*	۱/۰۷۶	۱۰/۴۴۱	۴۶۸۵۶/۷۰۰	۱۵۹۵۲۲/۲۱۳*	۴۳۷/۲۲۵**	۲۷۳/۹۱۴*
آمیخته	۳	۲۶/۲۹۷	۱۱/۶۱۸	۴۰/۶۴۹	۱۸/۲۵۷	۷۳۶۸۰/۸۳۹	۵۸۰۴۹/۷۱۴	۷۲/۶۵۱	۷۶/۲۵۷
فصل	۱	۱۱۲۶/۸۶۶**	۸۳۶/۶۹۸**	۲۸۳/۲۹۳**	۱۴۸/۵۵۳**	۱۲۹۹۲۶۶۸/۹۳۷**	۴۴۴۱۵۹/۷۳۳**	۲۳۰۹/۸۷۰**	۴۰۵۵/۸۴۹**
آمیخته × گروه	۳	۱۰۸/۰۴۰	۷۵/۲۵۲*	۲/۵۴۰	۲۱/۴۱۵	۱۴۸۲۶۵/۱۵۸*	۱۵۷۷۰۹/۶۵۵**	۱۸/۴۰۱	۱۸/۶۵۷
آمیخته × فصل	۳	۳۵۸/۳۳۳**	۹۹/۰۱۹**	۴۰/۵۰۴	۱۵/۸۲۹	۲۸۳۷۹۲/۵۵۸**	۱۲۳۹۲۰/۱۹۴*	۱۰۸/۰۸۱	۱۳۵/۳۴۳
گروه × فصل	۱	۲۷/۴۹۶	۲/۱۲۸	۱۳/۵۹۱	۹/۰۹۵	۸۱۶۴۸/۰۵۳	۳۶۳۶۲/۱۴۲	۱۹۵/۹۰۳*	۱۸۸/۰۹۸
خطا	۵۰	۴۵/۴۲۵	۲۰/۴۷۷	۲۱/۴۴۶	۱۹/۶۶۹	۴۱۷۲۸/۰۱۸	۳۵۶۵۴/۲۹۲	۴۶/۸۷۱	۴۹/۹۹۳

[a]* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات تولیدی و مقاومت بین دو گروه انتخابی و شاهد

گروه	درصد پیله خوب	درصد پیله متوسط	درصد پیله ضعیف	درصد پیله مضاعف	وزن کل پیله تولیدی	ماندگاری لارو	درصد ماندگاری شفیره خوب	درصد ماندگاری کل شفیرگی
انتخابی	۷۴/۹۵۷^{A}	۱۵/۱۹۳^{A}	۵/۷۶۶^{A}	۴/۱۳۸^{A}	۱۲۴۶/۱۹^{A}	۸۴۸/۱۳^{B}	۸۲/۳۵۱^{B}	۷۷/۲۳۴^{B}
غیرانتخابی (شاهد)	۷۱/۷۸۶^{A}	۱۷/۲۹۳^{A}	۵/۸۷۵^{A}	۵/۰۴۷^{A}	۱۳۵۳/۹۸^{A}	۹۸۱/۰۶^{A}	۸۷/۹۹۹^{A}	۸۱/۸۷۹^{A}

[a] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت از نظر آماری تفاوت معنی‌دار دارند(α=۰/۰۵).

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده در جدول ۵، ملاحظه می‌شود که انتخاب انجام شده به‌وسیله شاخص در لاین‌های 3P میانگین صفات تولیدی مرتبط با مقاومت لاروی که شامل وزن کل پیله تولیدی و ماندگاری لارو است را علیرغم معنی‌دار شدن برای صفت ماندگاری لارو، کاهش داده است که دلیل آن را می‌توان به افزایش مرگ و میر لاروها تا قبل از رسیدن به مرحله پیله تنی دانست. از نقطه نظر صفت ماندگاری شفیره‌ها که صفت قابل توجه و با اهمیتی از نظر سازگاری زیستی تلقی می‌شود، همان طور که انتظار می‌رفت انتخاب بوسیله شاخص موجب کاهش مقاومت شفیرگی آمیخته‌های کرم ابریشم گردید به‌طوریکه میانگین درصد ماندگاری شفیره‌ها (علیرغم وجود اختلاف معنی‌دار برای صفت درصد ماندگاری شفیره خوب) در گروه انتخابی کاهش قابل ملاحظه ای را نشان داد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که روش انتخاب به‌وسیله شاخص، علاوه بر بهبود عملکرد لاین‌ها، تأثیر چشمگیری و غیر قابل انکاری در بهبود عملکرد تولیدی آمیخته‌های کرم ابریشم دارد. بنابراین جایگزینی روش فعلی به‌گزینی در تولید تخم نوغان با سیستم شاخص انتخاب کلاسیک جهت افزایش کمیت و کیفیت تولید پیله، افزایش کارایی اقتصادی سیستم تولید و روند صعودی سودآوری صنعت در سطح ملی ضروری به‌نظر می‌رسد. لیکن با توجه به اینکه شاخص انتخاب روی صفات مربوط به مقاومت لاروی نسبت به بیماری‌ها تأثیر منفی می‌گذارد، لازم است تحقیقات بیشتری درباره این گروه از صفات هم انجام شود تا در مجموع بتواند عملکرد کلی ناشی از اعمال سیستم شاخص انتخاب را افزایش دهد.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر با مساعدت و همکاری پرسنل مرکز تحقیقات کرم ابریشم کشور صورت گرفت. به‌دین وسیله مؤلفان مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت، کارشناسان و کارکنان این مرکز ابراز می‌دارند.

REFERENCES

Allard RW, Bradshaw AD (1964) Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. Crop Sci., 4: 503-508.

Barman AC, Pasha K, Anahar A, Ahmed SU (1988) Screening for resistance to *per os* infection with nuclear polyhedrosis virus in different multivoltine races of the silkworm. Bangladesh J. Zool., 16 (2): 85-92.

Ghanipoor M (2002) Determination of selection index for three Iranian commercial pure lines of silkworm. MSc Thesis in Animal Science. Guilan University, Iran.

Harris DL (1970) Breeding for efficiency in livestock production: Defining the economic objectives. J. Anim. Sci., 30: 860-865.

Hazel LN (1943) The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics, 30: 476-490.

Kang MS (1990) Genotype by environment interaction and plant breeding. Louisiana State Unive., Baton Rouge, LA.392 pp.

Kumaresan P, Sinha RK, Sahni NK, Sekar S (2000) Genetic variability and selection indices for economic quantitative traits of multivoltine mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. genotypes. Sericologia, 40: 595-605.

Mirhosseini SZ, Ghanipoor M, Shadparvar A, Etebari K (2005) Selection indices for cocoon traits in six commercial silkworm (*Bombyx mori* L.) lines. Philippine Agri. Sci., 88: 328-336.

Raju PJ, Krishnamurthy NB (1995) Comparative evaluation of tradit-ional and new multi-bi hybrids of silkworm (*Bombyx mori* L.) across seasons. Indian J. Sericulture, 34(1): 38-41.

Rayar SG, Govindan R (1990) Performance of some single and three-way cross hybrids of silkworm *Bombyx mori* L. for larval traits. Entomonlogy, 15(3-4): 183-186.

Seidavi AR, Mirhosseini SZ, Bizhannia AR, Ghanipoor M (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 J. Biol., 20(3): 262-268.

Seidavi AR, Mirhosseini SZ, Bizhannia AR, Ghanipoor M (2008a) Effect of parents' selection on the basis of cocoon weight on production and resistance characters at lines of silkworm *Bombyx mori* L. J. Pajouhesh-va-Sazandegi, 21(1): 95-102.

Seidavi AR, Mirhosseini SZ, Ghanipoor M, Bizhannia AR (2008b) Investigation on performance and relative resistance of 15 hybrids of silkworm (*Bombyx mori*) reared under natural and infection to grasserie conditions. Iranian J. Plant Protec. Sci., 39(1): 15-24.

Seidavi AR, Mirhosseini SZ, Ghanipoor M, Bizhannia AR (2008c) Comparison study on performance and grasserie disease resistance of some genetic combinations of silkworm in Iran. Modern Gen. J., 3(2): 21-28.

Sen R, Patnaik AK, Maheswari M, Datta RK (1997) Susceptibility status of the silkworm germplasm stocks in India to *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus. Indian J. Sericulture, 36: 51-55.