پژوهش و سازندگی
امور دام و آبزیان شماره ۷۶ پاییز ۱۳۸۶

استفاده از شبیه‌سازی برای پیش‌بینی تأثیر استفاده از ضرایب اقتصادی در اصلاح نژاد زنبور عسل

• **امیر ناجی خوئی**
دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
• **اردشیر نجاتی جوارمی**
دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران
• **غلامحسین طهماسبی**
مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۵

Email: amir_naji67@yahoo.com

چکیده

بهترین راه برای حداکثرکردن سودآوری از طریق اصلاح نژاد، استفاده از ضرایب اقتصادی صفات به همراه ارزیابی ژنتیکی است. در این تحقیق کلیه هزینه‌ها و در آمدهای دخیل در سیستم تولیدی زنبور عسل برآورد شده و معادله سود براساس بیولوژی و نحوه پرورش کلنی‌های زنبور عسل طراحی گردید. با گرفتن مشتق جزئی از معادله سود در مبنای هر یک از صفات مورد مطالعه، معادلات ضرایب اقتصادی صفات به دست آمد. با جایگزین نمودن پارامترهای اقتصادی در این معادلات، مقادیر عددی ضرایب اقتصادی برای صفات تولید عسل، رفتار دفاعی و بچه دهی به ترتیب ۷۴۱۷/۳۸+، ۵۳۷۰/۲- و ۱۵۸۸۶/۴- محاسبه گردید. این ضرایب نشان می‌دهد که جهت‌گیری برنامه‌های اصلاح نژاد زنبور عسل بایستی در جهت افزایش میانگین تولید عسل و کاهش میانگین صفات بچه دهی و رفتار دفاعی انجام بگیرد. در این تحقیق ما از شبیه سازی به روش مونته کارلو استفاده کرده و ضرایب اقتصادی صفات تولید عسل، رفتار دفاعی و بچه دهی را که با استفاده از یک معادله سود محاسبه شده بود مورد آزمون قرار دادیم. به این صورت که فنوتیپ کلنی‌ها برای صفات مورد نظر شبیه سازی شده و بهترین کلنی‌ها بر اساس برآورد ژنوتیپ کل طی نسل‌های پی در پی انتخاب شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که ضرایب اقتصادی به کار گرفته شده برای سه صفت مورد نظر سبب شد تغییرات ژنتیکی مطلوب رخ دهد و در حالیکه میانگین تولید عسل در هر نسل افزایش یافت همزمان میانگین صفات رفتار دفاعی و بچه دهی نیز کاهش یافت. برتری این روش نسبت به استفاده عملی ازضرایب اقتصادی این است که برای رسیدن به پاسخ نیاز به زمان طولانی نداشته و از صرف هزینه‌های زیاد جلوگیری می‌کند و اگر اشتباهی در محاسبه ضرایب اقتصادی رخ داده باشد، همواره امکان تصحیح آن قبل از کاربرد عملی وجود خواهد داشت.

کلمات کلیدی: زنبور عسل، اصلاح نژاد، ضرایب اقتصادی، شبیه سازی مونته کارلو

Pajouhesh & Sazandegi No 76 pp: 29-34

Using simulation to predict the impact of using economic weights in genetic improvement of honey bees

By:Naji-Khoei.A. College of Agricultural Science. Tabriz University. Iran, A.Nejati-Javaremi. Colleg of Agricultural Science. Tehran University. Iran, G.H.Tahmasebi. Plan Pests and Diseases Research Institute. Tehran. Iran

The best way to maximize profitability through genetic improvement is to use economic weights of the trait involved. In this research, all of the production costs and incomes involved in beekeeping were calculated and profit equation formulated based on the biology and rearing type of bee colonies. Economic weights of equations were obtained by partial derivation of profit equation based on each trait. By using economic parameters, economic weights for bee production, defensive behavior and swarming ability were obtained +7417.38, -5370.2 and -15886.4 respectively. These coefficients are showing that in order to direct breeding programs toward higher production in honey bees must be toward increasing honey and reducing both defensive behavior and swarming ability. We used MONTE CARLO simulation to apply economic weights that we derived for three traits of honey production, defensive behavior and swarming ability. For doing this, we simulated bee colonies and selected the best colonies based on their aggregate genotypes estimated using simulated phenotypes. Our results indicated that the set of economic weights we used for the three traits led to desired genetic trend in all traits as honey production increased over generations while both defensive behavior and swarming experienced decrease in their population averages. The superiority of simulation method compare to practical use of economic weights are the later method neither cost much nor takes much time, and it is possible to correct any mistakes in economic weights before applying them in practice.

Key words: Honey bee, Breeding, Economic weights, MONTE CARLO Simulation

مقدمه

هدف اصلاح نژاد زنبور عسل افزایش سود آوری زنبوردار از طریق تغییر میانگین صفات تولیدی و رفتاری کلنی‌های زنبور عسل می‌باشد. در انتخاب چند صفت به طور همزمان بایستی میزان اهمیت نسبی صفات مورد توجه قرار گیرد. از طرفی سطوح مناسبی برای هر یک از تولیدات وجود دارد که سود دهی واحدهای تولیدی را بهینه می‌کند. بنابراین برای رسیدن به این سطوح باید از ضرایب اقتصادی مناسب استفاده کرد(۱۱). محاسبه این ضرایب از موضوعات مهم در اصلاح نژاد زنبور عسل و از اجزاء مهم و ضروری برای تشکیل شاخص انتخاب می‌باشد. بنابراین برآورد صحیح ارزش‌های اقتصادی صفات و متعاقب آن ضرایب شاخص انتخاب، جهت‌گیری مناسب و اهداف برنامه‌های اصلاح نژاد زنبور عسل را تأمین خواهد کرد. Lush، Hazel (۱۳) و Hazel (۱۲) شاخص انتخاب را با سایر روش‌های انتخاب برای چند صفت مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که روش شاخص انتخاب سریعترین روش برای توسعه اقتصادی یک نژاد می‌باشد دیدگاه‌های مختلف معادلات سود متفاوت و ضرایب اقتصادی متناسب با ژنوتیپ کل دارند(۱۸). Rinderer در تشکیل معادله شاخص انتخاب برای دو صفت تولید عسل و رفتار دفاعی مقدار رابطه ارزش اقتصادی تولید عسل در مقایسه با رفتار دفاعی را یک در نظر گرفته و مطابق با اهداف برنامه اصلاح نژاد و میزان اهمیت نسبی هر یک از دو صفت آنرا تغییر داده است(۱۹). شادپرور با تشکیل معادلات تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر گله، به تعیین مناسب ترین هدف اصلاح نژاد گاو هولشتاین در ایران پرداخته است(۴). در زمینه برآورد ضرایب اقتصادی صفات در طیور، کیانی منش معادلات و ارزش‌های اقتصادی مربوط به صفات مهم تولیدی در مرغان بومی استان مازندران را محاسبه نموده است(۵). در مورد برآورد ضرایب و ارزش‌های اقتصادی صفات در زنبور عسل تاکنون بررسی جامعی در کشورمان صورت نگرفته است. در این تحقیق ما از روش آنالیز سیستم تولیدی استفاده کرده و معادله سود سیستم را طراحی و سپس ضرایب اقتصادی مربوط به صفات تولید عسل، بچه دهی و رفتار دفاعی را محاسبه نمودیم. آزمون و استفاده عملی از این ضرایب مستلزم تشکیل ضرایب شاخص انتخاب و اجرای برنامه اصلاح نژاد با صرف هزینه‌های گزاف و زمان زیاد می‌باشد. هدف تحقیق حاضر طراحی یک معادله سود جامع برای سیستم تولیدی زنبور عسل جهت برآورد معادلات و مقادیر ضرایب اقتصادی صفات تولید عسل، بچه دهی و رفتار دفاعی تحت شرایط اقتصادی مختلف می‌باشد. همچنین جهت اطمینان از صحت ضرایب محاسبه شده و نیز پیش بینی تأثیر استفاده از ضرایب اقتصادی در اصلاح نژاد زنبور عسل، با استفاده از شبیه سازی به روش مونته کارلو، این ضرایب مورد آزمون قرارداده شد. از شبیه سازی می‌توان در بررسی سیستم‌های بزرگ و پیچیده و مدل سازی کامپیوتری و مدل سازی حیوانات آزمایشگاهی با محدودیت زمان و امکانات ودر کلیه علوم و زمینه‌ها بهره گرفت. مدل‌های شبیه سازی که در اصلاح نژاد حیوانات استفاده می‌شود به دو صورت تصادفی[۱] یا مونته کارلو و مدل قطعی[۲] می‌باشد. با شبیه سازی در اصلاح نژاد می‌توان استراتژی‌های مختلف انتخاب را با حداقل هزینه مقایسه کرد.

مواد و روش‌ها

بخش اول این تحقیق شامل برآورد ضرایب اقتصادی صفات تولید عسل، بچه دهی و رفتار دفاعی در گرایش حداکثر سود می‌باشد. ابتدا با استفاده از روش آنالیز سیستم[۳]، کلیه در آمدها و هزینه‌های دخیل در سیستم تولیدی زنبور عسل برآورد شد. سپس معادله سود به صورت تابعی از پارامترهای بیولوژیکی و اقتصادی طراحی گردید. به شکلی که سود به صورت تابعی از ارزش‌های ژنتیکی افزایشی صفات موجود در ارزش ژنتیکی کل تعریف شد. به عبارت بهتر معادله کلی سود به صورت P=R-C می‌باشد. لذا با کسر تابع هزینه‌های سیستم تولیدی از تابع درآمدها، معادله کلی سود به شکل معادله-۱ به دست می‌آید.

معادله-۱

تابع درآمدها

$$R = N(H \times r_h + S \times r_s + W \times r_w)$$

تابع هزینه‌ها

$$C = N[H \times c_h + S(c_{1s} + H \times 0.3 \times (r_h - c_h)) + D \times c_d + W \times c_w + c_m \times L + c_{mo} \times mo]$$

$$= N[H \times r_h + S \times r_s + W \times r_w - H \times c_h - S \times (c_{1s} + H \times 0.3 \times (r_h - c_h)) - D \times c_d - \times c_w - c_m \times L - c_{mo} \times mo]$$

در روابط فوق P سود سالانه سیستم، R درآمد سالانه سیستم، C هزینه سالانه سیستم، N تعداد کل کلنی‌ها، H میانگین وزن عسل تولیدی یک کلنی، S میانگین بچه دهی یک کلنی، W میانگین تولید موم یک کلنی، D میانگین رفتار دفاعی، L طول دوره پرورش، mo درصد تلفات، r_h درآمد حاصل از تولید یک کیلوگرم عسل، r_s درآمد حاصل از تولید یک بچه کندو، r_w درآمد حاصل از تولید یک کیلوگرم موم، c_h هزینه تولید یک کیلوگرم عسل، c_{1s} هزینه‌های ثابت بچه دهی، c_d هزینه رفتار دفاعی یک کلنی، c_w هزینه تولید یک کیلوگرم موم، c_m هزینه نگهداری روزانه یک کلنی، Cmo هزینه تلفات یک کندو را نشان می‌دهد. برای هر کلنی که تولید بچه کندو نماید حدود ۳۰٪ کاهش تولید عسل در نظر گرفته شد. این میزان کاهش به صورت ضریبی (۰/۳) از میانگین تولید عسل در معادله گنجانده شد.

روش‌های برآورد پارامترهای مدل

براساس گزارش معاونت طرح و برنامه- دفتر آمار و اطلاعات، میانگین تولید عسل کلنی‌های کشور ۱۲ کیلوگرم می‌باشد(۶). میانگین بچه دهی کلنی‌های کشور براساس گزارش سرشماری معاونت طرح و برنامه‌ریزی با همکاری اداره کل پرورش و اصلاح نژاد زنبور عسل ۰/۲۵۲ می‌باشد. میزان تولید موم هر کلنی در سال حدود ۵۰۰-۳۵۰ گرم و بطور متوسط ۴۰۰ گرم برآورد گردید. برای تعیین رفتار دفاعی کلنی‌ها، یک گوی چرمی آغشته به ایزوپنتل استات در فاصله ۳۰ سانتی متری دریچه پرواز به صورت عمودی و افقی به حرکت درآمده و بعد از ۳۰ ثانیه تعداد نیش‌ها و زنبورهایی که روی گوی چرمی چسبیده بودند شمرده می‌شدند. این عمل روزانه ۳ بار در ساعات مختلف روز به مدت ۱۰ روز متوالی در فصل بهار، تابستان و پائیز انجام گرفت. میانگین کل تعداد نیش‌های زده شده در گوی چرمی، نشان دهنده میزان رفتار دفاعی کلنی‌های مورد مطالعه می‌باشد(۲). طول دوره پرورش حدوداً ۸ ماه یا ۲۴۵ روز در نظر گرفته شده است. میانگین درصد تلفات سالانه براساس آمارگیری از چندین زنبورستان در استان‌های تهران، آذربایجان غربی و شرقی حدود ۵٪ برآورد شد. هزینه تولید عسل (یک کیلوگرم) با محاسبه مجموع هزینه‌های تغذیه، نیروی انسانی، حمل ونقل و.... مربوط به یک کلنی و تقسیم آن بر میانگین تولید عسل یک کلنی محاسبه گردید. محاسبه هزینه رفتار دفاعی یک کلنی در طول یک دوره پرورش بدین صورت است که ابتدا میزان وقت اضافی(کارگری) صرف شده در هر بازدید از یک کلنی مهاجم نسبت به یک کلنی آرام محاسبه و سپس در ارزش هر دقیقه کار کارگری ضرب شد. با ضرب مقدار بدست آمده در میانگین تعداد بازدید از یک کلنی در طول یک دوره پرورش، هزینه‌های رفتار دفاعی یک کلنی محاسبه گردید. هزینه‌های تولید یک بچه کندو از مجموع ارزش‌های گروه جدا شده از کلنی والدی، کندو و تغذیه محاسبه گردید.از طرفی هر کلنی مولد در اثر بچه دادن تولید عسل آن کاهش خواهد یافت بنابراین مقدار سود از دست رفته در اثر کاهش تولید عسل، به عنوان هزینه فرصت در نظر گرفته شده و به هزینه‌های تولید بچه کندو اضافه گردید. از مجموع ارزش‌های تعداد صفحات موم آجدار مصرفی هر کلنی در طول یک دوره پرورش و تولید هر کیلوگرم موم در ازاء مصرف عسل(۸کیلوگرم)، هزینه تولید یک کیلوگرم موم محاسبه شد. در صورت تلف شدن کلنی، یک کندوی مستعمل و مقداری موم از آن بدست می‌آید. با کسر ارزش این دو از قیمت فروش یک کلنی، هزینه تلفات برآورد شد. هزینه نگهداری یک کلنی از مجموع هزینه‌های تغذیه، حمل و نقل، نیروی انسانی، دارو و درمان، هزینه چادر، استهلاک کندو و تجهیزات محاسبه گردید. نتایج حاصله در جدول -۱ نشان داده شده است.

برآورد ضرایب اقتصادی صفات

ضریب اقتصادی یک صفت عبارت ازمشتق جزئی تابع سود[۴] نسبت به آن صفت می‌باشد، یعنی: $V_i = \Delta P/\Delta y_i$. به عبارت دیگر در صورتی که تمامی صفات(به غیر از صفت i) در حد میانگین جامعه ثابت باشند $\Delta P/\Delta yi$ تغییر جزئی سود در اثر تغییر میانگین یا رکورد صفت i است که به دلیل تغییر ژنتیکی آن حاصل شده است(۱۱). بنابراین از معادله سود طراحی شده برای سیستم تولیدی زنبور عسل بر مبنای هر یک از صفات تولید عسل، بچه دهی و رفتار دفاعی مشتق جزئی گرفته شد و در نتیجه معادلات ضرایب اقتصادی مربوط به هر یک از صفات در گرایش حداکثر سود به صورت معادلات ۲،۳و۴بدست آمد.

معادله ۲: معادله ضریب اقتصادی تولید عسل

$$V_h = N(r_h - c_h - S \times 0.3 \times (r_h - c_h))$$

معادله ۳: معادله ضریب اقتصادی بچه دهی

$$V_s = N(r_s - c_{1s} - H \times 0.3 \times (r_h - c_h))$$

معادله ۴:معادله ضریب اقتصادی رفتار دفاعی

$$V_d = -N \times c_d$$

در ادامه با جایگزینی پارامترهای اقتصادی در معادلات ضرایب اقتصادی، مقدار عددی ارزش‌های اقتصادی هر یک از صفات تولید عسل ۷۴۱۷/۳۸+ ریال، بچه دهی ۱۵۸۸۶/۴- ریال و رفتار دفاعی ۵۳۷۰/۲- ریال بدست آمد.یعنی با یک واحد افزایش در میانگین تولید عسل یک کلنی، سود سیستم تولیدی در گرایش حداکثر سود به میزان ضریب اقتصادی تولید عسل افزایش خواهد یافت. به همین صورت اگر میانگین صفات بچه دهی و رفتار دفاعی کلنی یک واحد افزایش یابد، سود سیستم تولیدی به مقدار ضریب مربوطه کاهش خواهد یافت. همچنین جهت بررسی اثر تغییر هر یک از عوامل تولید بر راندمان سیستم و نیز بر ضرایب اقتصادی، حساسیت مدل ارزیابی گردید. بدین منظور در هر یک از پارامترهای مدل دو نوع انحراف از شرایط موجود به میزان ۲۰ ٪ در نظر گرفته شد.

شبیه‌سازی رایانه‌ای

در مرحله دوم تحقیق جهت آزمون ضرایب اقتصادی فوق الذکر، با بهره‌گیری از زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک، یک برنامه شبیه سازی کامپیوتری به روش مونته کارلو[5] طراحی کردیم. طی اجرای برنامه، سه صفت تولید عسل، رفتار دفاعی و بچه دهی به صورت توزیع سه متغیره نرمال طبق معادلات ۶،۵ و۷شبیه سازی شدند.

معادله ۶،۵و۷

$$R = U_2U'_2 \quad , G = U_1U'_2 \quad , p = z'_1U'_1 + z'_2U'_2 + \mu$$

p بردار مشاهدات سه صفت مورد نظر، z۲، z۱ بردار اعداد تصادفی[6] حاوی سه عدد تصادفی با توزیع نرمال استاندارد ومیانگین صفر و واریانس یک می‌باشد یعنی $z_1 \sim N(0,1)$ ،$z_2 \sim N(0,1)$ ،U_1 ،U_2 به ترتیب ماتریس‌های مثلثی زیر قطری[7] حاصل از تجزیه چالسکی[8] ماتریس (کو) واریانس ژنتیکی و ماتریس (کو) واریانس محیطی و μ بردار میانگین فنوتیپی سه صفت می‌باشد. در ضمن کو واریانس بین ژنوتیپ و محیط صفر در نظر گرفته شد. جمعیت پایه با استفاده از یک مدل چند صفته و پارامترهای ژنتیکی و محیطی صفات که از منابع معتبر علمی استخراج شده اند شبیه سازی شد (۱۶،۱۵،۱۰،۹،۸،۷،۲،۱). در مرحله بعد بردار مشاهدات سه صفت برای جمعیت پایه با توزیع نرمال به تعداد ۱۰۰۰ کلنی شبیه سازی و به هر یک از کلنی‌ها شماره شناسایی از ۱ تا ۱۰۰۰ داده شد. ارزش‌های اصلاحی (بخش اول معادله شبیه سازی) و اثرات محیطی (بخش دوم معادله شبیه‌سازی) در بردارهای جداگانه نگهداری شدند تا هنگام شبیه سازی افراد نسل بعد مورد استفاده قرار گیرند. سپس معادله شاخص انتخاب به صورت $I = b'x$ تشکیل و تعداد ۲۵۰ کلنی با بیشترین ارزش شاخص به عنوان والدین نسل بعد انتخاب شدند. در رابطه فوق x بردار مشاهدات سه صفته وb بردار ضرایب شاخص ، انتخاب می‌باشد. مقدار b با استفاده از رابطه مقابل بدست می‌آید: $b = P^{-1}Gv$ که در آن bبردار ضرایب شاخص انتخاب به ابعاد p، m یک ماتریس m×m (کو) واریانس‌های فنوتیپی بین مشاهدات در شاخص انتخاب و G یک ماتریس m×n (کو)واریانس‌های ژنتیکی بین m منبع رکورد موجود در معادله شاخص انتخاب وv بردار ضرایب اقتصادی تعداد n صفت در معادله ارزش ژنوتیپی کل است.

در ادامه برنامه شبیه سازی کلنی‌های والدی انتخاب شده به صورت تصادفی در آمیزش شرکت داده شدند. بدین صورت که به ازاء ۴ کلنی مادری یک کلنی پدری در نظر گرفته شد و فرض شد که از هر کلنی مادری به طریقه پیوند زدن و تکثیر مصنوعی، ۵ ملکه دختر ایجاد شد که توسط نرهای کلنی‌های پدری تلقیح شده و جمعیت نسل بعد را تولید کردند. در انجام تولید مثل از بردارهای ارزشهای اصلاحی حقیقی هرصفت به طور جداگانه استفاده شد. ارزش اصلاحی هر یک از فرزندان از طریق میانگین ارزش اصلاحی والدین به اضافه اثر مندلی که خود تابعی از واریانس ژنتیکی و ضریب همخونی والدین است، محاسبه شد. پس از آن اثر محیطی مناسب و میانگین فنوتیپی اضافه شده و ارزش فنوتیپی مورد نظر بدست آمد. مدل در فرم ماتریسی به صورت معادله-۸ در نظر گرفته شد.

معادله -۸

$$p = \mu + \frac{1}{2}g_d + \frac{1}{2}g_s + m + e$$

p بردار مشاهدات صفات، μ بردار میانگین صفات، gd بردار ارزش ژنتیکی والد ماده، gs بردار ارزش ژنتیکی والد نر، m بردار اثرات مندلی مربوط به صفات در هر فرزند و e بردار اثرات محیطی می‌باشد. شبیه سازی بردار اثرات مندلی(m) در فرم ماتریس به صورت معادله -۹ انجام شد:

معادله -۹

$$m = \sqrt{\frac{2 - F_s - F_d}{4}} z'U_1$$

که در آن 'z بردار اعداد تصادفی بامیانگین صفر و واریانس یک، Fs ، Fd ضرایب همخونی والدین می‌باشد. ضرایب همخونی[9] و خویشاوندی با پیروی از روش هندرسون جهت معکوس نمودن ماتریس روابط خویشاوندی افزایشی (A که یک ماتریس متقارن[10] و مثبت قطعی[11] است) و بر اساس الگوریتم میو ویسن و لئو که اساس آن محاسبه روابط خویشاوندی افزایشی است محاسبه شد (۱۷،۱۴). این روش، ضرایب همخونی جوامع بزرگ را خیلی سریع محاسبه می کند. شجره افراد شامل شماره حیوان (شماره کلنی نتاج)، پدر(شماره کلنی پدری) و مادر(شماره کلنی مادری) بوده و افراد طبق سن به ترتیب از پیرترین به جوان ترین مرتب شدند طوری که شماره هیچ والدی بزرگتر از شماره فرزند نبایستی باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

ضریب اقتصادی تولید عسل تحت شرایط مبنا ۷۴۱۷/۳۸+ ریال و با ۲۰٪ انحراف از شرایط مبنا، دامنه نوسان آن بین ۵۵۶۸/۵۸+ و ۹۲۶۶/۱۸+ ریال محاسبه گردید. یعنی اگر میانگین تولید عسل یک کلنی یک واحد تغییر کند، سود سیستم در شرایط مبنا ۷۴۱۷/۳۸ ریال و تحت شرایط ۲۰٪ افزایش یا کاهش هزینه‌ها و درآمدها

جدول۱- هزینه‌های مختلف یک کلنی در طول یک دوره پرورش

ردیف	انواع هزینه‌ها	مبلغ (ریال)
۱	تولید عسل	۲۳۷۱۲
۲	بچه دهی	۸۰۸۸۶/۴
۳	رفتار دفاعی	۵۳۷۰/۲
۴	هزینه نگهداری کلنی	۶۴۷۴۰
	جمع کل	۱۷۴۷۰۸/۶

جدول ۲- میانگین صفات تولید عسل، رفتار دفاعی و بچه دهی طی پنج نسل انتخاب

نسل / صفت	تولید عسل	رفتار دفاعی	بچه دهی
اول	۱۲/۷۳۷۶	۹/۵۶۴۲	۳/۴۴۸۳
دوم	۱۳/۱۵۷۳	۸/۴۲۲۳	۲/۴۳۵۲
سوم	۱۳/۷۰۵۹	۷/۳۲۲۹	۱/۴۰۲۱
چهارم	۱۴/۳۴۵۴	۵/۸۲۷۳	۰/۷۶۲۱
پنجم	۱۵/۱۷۰۵	۴/۴۱۲۱	۰/۴۴۸۹

حداقل ۵۵۶۸/۵۸ ریال و حداکثر ۹۲۶۶/۱۸ ریال افزایش می‌یابد. ضریب اقتصادی بچه دهی با یک رقم منفی (۱۵۸۸۶/۴-) ریال نشان دهنده کاهش سود سیستم تولیدی در صورت افزایش میانگین بچه دهی جمعیت می‌باشد. به دلیل اینکه تولید هر بچه کندو سبب کاهش تولید عسل کلنی والدی می‌شود، میزان کاهش تولید عسل با عنوان هزینه فرصت از دست رفته، بخش مهمی از هزینه‌های بچه دهی را شامل می‌شود(۳). بنابراین هر عاملی که بر پارامترهای اقتصادی تولید عسل تأثیر بگذارد هزینه‌های بچه دهی را هم تحت تأثیر قرار داده و موجب نوسان ضریب اقتصادی بچه دهی می‌گردد. با توجه به اینکه از رفتار تهاجمی کلنی هیچگونه سودی عاید زنبوردار نمی‌شود، ضریب اقتصادی آن (۵۳۷۰/۲- ریال) نشان دهنده کاهش سود سیستم تولیدی در صورت افزایش میانگین صفت مورد نظر می‌باشد. ضریب اقتصادی این صفت تنها در صورت تغییر هر یک از عوامل مؤثر بر پارامترهای اقتصادی رفتار دفاعی تغییر یافته و در بقیه حالات ثابت است. محاسبه روند پیشرفت ژنتیکی و فنوتیپی صفات مورد نظر طی پنج نسل شبیه سازی کامپیوتری، انطباق آن با ارزش‌های اقتصادی صفات مورد نظر را نشان داده و صحت ضرایب اقتصادی برآورد شده را تایید نمود. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین‌های بدست آمده طی پنج نسل شبیه سازی، برای صفات دارای ضریب اقتصادی مثبت (تولید عسل) یک روند افزایشی و برای صفات دارای ضریب اقتصادی منفی (بچه دهی و رفتار دفاعی) یک روند کاهشی نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج بدست آمده توصیه می‌شود پرورش دهند گان زنبور عسل در کشور بایستی ضمن انتخاب برای تولید عسل، در جهت کاهش میانگین بچه دهی انتخاب انجام دهند تا سود خود را افزایش دهند. همچنین استفاده از شبیه سازی رایانه‌ای هم برای استفاده در تحقیقات زنبورعسل و هم جهت ارزیابی سیستم‌های تولیدی توصیه می‌گردد تا ضمن کاهش هزینه‌ها، بهره وری نیز افزایش یابد.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانه مسئولین، اعضاء هیت علمی گروه علوم دامی و کارکنان دانشکده علوم کشاورزی ساری تشکر می‌شود. همچنین از مساعدت و همکاری کلیه مسئولین و کارکنان بخش ژنتیک و اصلاح نژاد دام و بخش پرورش و اصلاح نژاد زنبور عسل مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور کمال امتنان و قدردانی را می‌نماید.

پاورقی‌ها

1-Stochastic
2-Deterministic
3-System analysis
4- Partial derivative of profit
5-Monte Carlo
6-Random number
7-Lower triangular matrix
8-Cholesky decomposition
9-Inbreeding coefficient
10-Positive definite
11-Symmetric matrix

منابع مود استفاده

۱ - بصیری.م. ۱۳۷۶؛ برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات بیولوژیکی در زنبورعسل. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، پایاننامه کارشناسی ارشد علوم دامی. ص ۷۵-۵۹.

۲ - پورعلمی، م. ۱۳۷۳؛ بررسی رفتار تهاجمی توده زنبور عسل کرانه دریای خزر (مازندران) در یک آزمایش صحرایی. اولین سمینار پژوهشی زنبور عسل کشور. ص ۲۱-۱۷.

۳ - رضائی، ع. ۱۳۷۹؛ جزوه درس اقتصاد کشاورزی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. ۳۹-۳۷.

۴ - شادپرو، ع. ۱۳۷۶؛ تعین مناسب ترین هدف اصلاح نژاد گاو هلشتاین در ایران. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، رساله دوره دکتری. ص ۵۵-۳۲.

۵ - کیانی منش، م. ۱۳۷۸؛ برآورد ضرایب اقتصادی صفات در مرغان بومی استان مازندران. دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. ص ۷۵-۷۰.

۶ - معاونت طرح و برنامه - دفترآمار واطلاعات با همکاری اداره کل پرورش و اصلاح نژاد در زنبور عسل. ۱۳۷۶؛ سرشماری واحدهای بهره برداری و پرورش زنبور عسل.

۷ - یاراحمدی، س. ۱۳۷۶؛ تعیین همبستگی فنوتیپی بین تعدادی از صفات مورفولوژیکی و بیولوژیکی در توده زنبوران عسل استان تهران. وزارت جهاد سازندگی - معاونت آموزش وتحقیقات. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی ص ۶۱-۵۵.

8- Bienfield, K. and Pirchner, F. 1991; Genetic correlations among several colony characters in the honey bee (Hymenoptera: apidae) taking queen and worker effects into account. Unive.Munchen, 8050 Freising-Weihentephan.

9- Bienefeld, K. and pirchner, F. 1992; Phenotypic correlations between efficiency and behaviour of honey bee colonies (A. mellifera carnica). Rev. Brasil. Genet. 15: 351-358.

10- Collins, A.M.; Rinderer, T.E.; Harbo, J.R.; Brown, M.A. 1983; Heritabilities and correlations for several characters in the honey bee. J. Heredity. 75: 135-140.

11- Gibson, J. P. 1995; An introduction to the design and economics of animal breeding strategies. Univ. Guelph, Ontario, Canada.

12- Hazel, L.N. 1943; The genetic basis for constructing selecting indexes. Genetics. 28: 476-490.

13- Hazel, L.N. and Lush, J.L. 1942; The efficiency of three methods of selection. J. Hered. 33:393-399.

14- Henderson, C.R. 1976; A simple method for computing the inverse of numerator relationship matrix used in prediction of breeding values. Biometrics. 32: 69-83.

15- Kwangsoo, C., Boseok, K. 1995; Estimation of honey yield from laboratory data. J. Apic. 39: 278-284.

16- Malkov, V.V. and Sedykh, A.V. 1980; Selection of bee colonies for productivity under relatively poor honey flow conditions. Apiacta. 15: 66-69.

17- Meuwissen, T. and Luo, Z. 1992; Computing inbreeding coefficientsin large populations. Gen.Sel.Evol. 24: 305-313.

18- Moav, R. 1973; Economic evaluation of genetic differences. In;Agricultural Genetics (ed.Rom Moav) pp. 319-352. John Wiley, New York.

19- Rinderer, T.E. 1986; Bee genetics and breeding. United States Department of Agriculture. Baton Rouge, Louisiana.