بررسی اثر ناسازگاری ماتریس‌های واریانس- کواریانس در شاخص انتخاب

ساحره جوزی شکالگورابی و عبدالاحد شادپرور[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۵/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۳۰)

چکیده

در روش شاخص انتخاب برای محاسبه پارامترهای ژنتیکی چون ضرایب شاخص، واریانس شاخص، رشد ژنتیکی در تابع هدف و دقت انتخاب، از ماتریس‌های واریانس-کواریانس فنوتیپی و ژنتیکی صفات استفاده می‌شود. در برخی موارد ممکن است این ماتریس‌ها همیشه مثبت یا سازگار نباشند. در این تحقیق به منظور بررسی اثر ناسازگاری ماتریس‌های واریانس-کواریانس بر نتایج حاصل از روش شاخص انتخاب، شش نوع شاخص انتخاب با هدف تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر گله در دو سال مختلف تعریف شد. که شاخص اول الی سوم شامل تولید شیر، درصد چربی شیر و یکی از صفات تیپ به ترتیب شامل ارتفاع پستان عقب، وضعیت استقرار پستانک‌های جلو و اتصال پستان جلو، به عنوان صفت همبسته با طول عمر، شاخص چهارم شامل صفات تولیدی و هر سه صفت تیپ و شاخص‌های پنجم و ششم به عنوان شاخص‌های کاهش یافته به ترتیب شامل تولید شیر و درصد چربی و فقط تولید شیر بودند. در تحقیق حاضر نتایج حاصل از استفاده از میانگین ۳ رکورد شخصی از حیوان مورد بررسی قرار گرفت. کلیه محاسبات در دو حالت ماتریس‌های ناسازگار و ماتریس‌های سازگار انجام شدند. برای برطرف کردن ناسازگاری ماتریس‌ها از روش موسوم به خمیدگی استفاده شد. نتایج نشان داد استفاده از ماتریس‌های ناسازگار در محاسبات شاخص انتخاب منجر به انتخاب غلط می‌شود و رشد ژنتیکی کاهش می‌یابد و این نتیجه مستقل از شرایط اقتصادی سیستم تولید در سال‌های مختلف بود. در صورت استفاده از ماتریس‌های سازگار بهترین شاخص، شاخص نوع چهارم بود که بیشترین اطلاعات مرتبط با تابع هدف انتخاب را در بر می‌گرفت.

واژه‌های کلیدی: شاخص انتخاب، ناسازگاری، خمیدگی، رکوردهای تکرار شده

مقدمه

در اصلاح نژاد هر نوع دام، معمولاً بیش از یک صفت حائز اهمیت وجود دارد که باید در هنگام انتخاب حیوانات به عنوان والدین نسل بعد، به طور هم‌زمان مورد توجه قرار گیرند. برای انتخاب همزمان چند صفت، تابعی موسوم به هدف اصلاح نژاد (Breeding goal) به صورت ترکیبی خطی از ارزش ارثی حیوانات برای این صفات تشکیل می‌شود (۶). ضرایب این تابع را ارزش اقتصادی صفات تشکیل می‌دهند که به اثر یک واحد تغییر در میانگین صفات بر سود سیستم تولید وابسته‌اند (۵). انتخاب حیوانات برای تابع هدف توسط تابعی موسوم به شاخص انتخاب (Selection index) که ترکیبی خطی از مقادیر ارزش فنوتیپی تصحیح شده صفات قابل رکوردگیری است،

۱. به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shad@guilan.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]

انجام می‌شود (۵). برای محاسبه ضرایب این تابع به ماتریس‌های واریانس- کوواریانس فنوتیپی و ژنتیکی صفات نیاز بوده و لذا برآورد واریانس‌ها و هم‌بستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی آنها ضروری است.

یکی از مشکلات عمده در انجام محاسبات مربوط به شاخص انتخاب، ناسازگار بودن ماتریس‌های فنوتیپی و ژنتیکی است. به ماتریسی ناسازگار گفته می‌شود که همیشه مثبت (Positive Definite) نباشد. چنین ماتریسی دارای حداقل یک مقدار ویژه (Eigen Values) منفی است. ریشه این وضعیت وابستگی خطی احتمالی پارامترهای یک صفت به یک یا چند صفت دیگر است. در اغلب مثال‌ها یا مقالات علمی که به چاپ می‌رسند، کنترل‌های لازم برای سازگاری عناصر ماتریس‌های واریانس- کوواریانس به عمل نمی‌آید و لذا در بعضی موارد نتایج حاصل قابل قبول نمی‌باشد (۴ و ۵). یکی از بهترین روش‌ها در ایجاد ماتریس‌های همیشه مثبت، روش ریاضیاتی موسوم به خمیدگی (Bending) است (۷). این روش به هیچ گونه اطلاعات اضافی در مورد برآورد مؤلفه‌های واریانس و کوواریانس نیاز ندارد. جورجانی و همکاران روشی ساده برای برآورد یک ماتریس خمیده متعادل برای استفاده در اهداف اصلاح نژاد حیوانات بیان کردند(۸).

شادپرور و همکاران ارزش اقتصادی صفات حائز اهمیت در گاوهای شیری ایران شامل تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر را برای نخستین بار برآورد نموده و به وسیله آنها معادله هدف انتخاب را تعریف نمودند. شادپرور و جوزی (۴) با استفاده از معادلات ارائه شده توسط شادپرور و همکاران و نیز بکار گرفتن مقادیر توارث پذیری، هم‌بستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی صفات تولیدی، تیپ و طول عمر در گاوهای هولشتین ایران که توسط رضایی برآورد شده بودند، شاخص انتخاب بهینه برای گاوهای شیری ایران تشکیل دادند(۳).

تاکنون هیچ بررسی در مورد سازگاری بودن ماتریس‌های مورد استفاده در تشکیل شاخص انتخاب در ایران انجام نشده است. لازم است تحقیق شود که اگر این ماتریس‌ها ناسازگار باشند، چه تأثیری بر نتایج خواهند داشت. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر سازگاری ماتریس‌های واریانس- کوواریانس بر ضرایب شاخص انتخاب، و توابع حاصل از آن یعنی رشد ژنتیکی و صحت انتخاب و نیز پاسخ به این سوال که آیا نوع شاخص انتخاب بهینه به سازگاری ماتریس‌ها وابسته است یا خیر.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، صفات تولید شیر، در صد چربی شیر و طول عمر گله به عنوان صفات اقتصادی مهم در اصلاح نژاد گاوهای شیری ایران در نظر گرفته شد و در هدف انتخاب گنجانده شد. ازضرایب اقتصادی محاسبه شده توسط شادپرور و همکاران و شادپرور و جوزی برای صفات تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر گله برای شرایط اقتصادی دو سال ۱۳۷۴ و ۱۳۷۹ استفاده شد (جدول ۱). استفاده از ضرایب اقتصادی متعلق به دو سال مختلف به دلیل بررسی اثر تفاوت شرایط اقتصادی روی نتایج حاصل از ماتریس‌های ناسازگار در شاخص انتخاب انجام شد. در این تحقیق از هم‌بستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی و توارث‌پذیری‌های محاسبه شده توسط رضایی در صفات تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر گله استفاده شد. اندازه‌گیری مستقیم صفت طول عمر در برنامه اصلاح نژاد منجر به طولانی شدن فاصله نسل می‌شود و به همین دلیل قابل توصیه نیست. از طرفی برخی از صفات تیپ هم‌بستگی بالایی با صفت طول عمر دارند و در عین حال در زایش اول قابل اندازه‌گیری‌اند. در این تحقیق سه صفت تیپ که بیشترین هم‌بستگی ژنتیکی با صفت طول عمر داشتند، انتخاب شدند. این صفات شامل ارتفاع پستان عقب (Rear udder height) (Ruh)، وضعیت استقرار پستانک‌های جلو (Fore teat placement) (Ftp) و اتصال پستان جلو (Fore udder attachment) (Fua) بودند، که به ترتیب هم‌بستگی ژنتیکی ۰/۷۶، ۰/۷۶ و ۰/۷۱ با صفت طول عمر دارند (۱). هم‌بستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی و توارث‌پذیری این صفات با یکدیگر و نیز واریانس فنوتیپی این صفات از (۱)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]

جدول ۱. ضرایب اقتصادی مورد استفاده

صفت	۱۳۷۴	۱۳۷۹
تولید شیر	۳۰۸/۰۸	۶۲۰/۳۸
درصد چربی شیر	-۱۷۵۸۵/۱۱	۹۰۵۳۲۰/۸۱
طول عمر گله	۲۳۴/۰۸	۲۱۲۰/۸۷

استفاده شد. هم‌بستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی و توارث‌پذیری‌ها و واریانس‌های فنوتیپی مورد استفاده در این تحقیق به طور خلاصه در جدول ۲ آمده است.

هدف انتخاب به صورت تابع زیر تعریف شد:

$$H = v_1A_{(Milk)} + v_2A_{(Fat\%)} + v_3A_{(HL)} \qquad [۱]$$

در این معادله v_1 ، v_2 و v_3 به ترتیب ضرایب اقتصادی تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر گله هستند و$A(Milk)$ و $A(Fat\%)$ و $A(HL)$ به ترتیب ارزش ژنتیکی افزایشی صفات تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر گله هستند.

در این تحقیق حالتی کلی که از هر حیوان برای هر صفت بیش از یک رکورد (k) وجود دارد و انتخاب براساس میانگین k رکورد صورت می‌گیرد، فرض شد. معادله شاخص انتخاب عبارت است از:

$$I\alpha=bx \qquad [۲]$$

در این معادله b بردار ضرایب شاخص انتخاب و x بردار رکوردهای فنوتیپی تصحیح شده صفات است (۵). ضریب شاخص انتخاب (b) باید به طریقی برآورد شود که انتخاب حیوانات بر اساس مقدار عددی شاخص انتخاب آنها (I) میزان تغییر در هدف انتخاب (H) را حداکثر نماید. این ضریب به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$b = P^{-1}Gv \qquad [۳]$$

در این معادله P، ماتریس $m \times m$ واریانس-کواریانس فنوتیپی صفات در معادلهٔ شاخص انتخاب و G ماتریس $m \times n$ کواریانس ژنتیکی بین صفات موجود در شاخص انتخاب و صفات موجود در معادلهٔ هدف اصلاح نژاد و m و n به ترتیب تعداد صفت موجود در معادلهٔ شاخص انتخاب و هدف اصلاح نژاد است. v نیز بردار $n\times 1$ ضرایب اقتصادی صفات موجود در هدف اصلاح نژاد است.

هم‌چنین x برابر است با:

$$x = [x_1,\ x_2,\ \ldots\ x_m]\ ,\ x_m = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} X_i \qquad [۴]$$

که Xi برابر با i امین رکورد برای صفت رکوردگیری شده از یک حیوان است. در این حالت برای تشکیل ماتریس‌های واریانس- کواریانس ژنتیکی و فنوتیپی معادلات زیر استفاده می‌شود (۵):

عناصر قطری ماتریس P (واریانس میانگین k رکورد از یک حیوان):

$$\frac{1 + (k-1)t}{k}\sigma_p^2 \qquad [۵]$$

عناصر غیر قطری ماتریس P (کواریانس بین میانگین k رکورد در دو صفت j و i از یک حیوان):

$$\frac{r_{p_{i,j}}\sigma_{p_i}\sigma_{p_j} + (k-1)\ r_{g_{i,j}}\sigma_{g_i}\sigma_{g_j}}{k} \qquad [۶]$$

در این فرمول r_p و r_g نیز به ترتیب هم‌بستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی صفات است.

عناصر ماتریس G، کواریانس ژنتیکی صفت i در هدف انتخاب با صفت j در شاخص انتخاب:

$$r_{g_{i,j}}\sigma_{g_i}\sigma_{g_j} \xrightarrow{i=j} = \sigma^2_{g_i} \qquad [۷]$$

در این تحقیق ۶ نوع شاخص انتخاب و با در نظر گرفتن ۳ رکورد شخصی در صفات تولید شیر و درصد چربی شیر ، به شرح زیر تشکیل شد.

شاخص ۱- با دخالت صفات تولید شیر، درصد چربی شیر و ارتفاع پستان عقب(Ruh)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]

جدول ۲. هم‌بستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی صفات مختلف[1] به همراه توارث‌پذیری واریانس فنوتیپی هر یک از آنها

صفت	Ruh	Ftp	Fua	HL	Milk	Fat%	S^2p
ارتفاع پستان عقب(Ruh)	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۵	-۰/۲۹	۵/۸۰۱۱
وضعیت استقرار پستانک‌های جلو(Ftp)	۰/۳۲	**۰/۱۵**	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	-۰/۶۵	۰/۸۱۰۰
اتصال پستان جلو(Fua)	۰/۱۷	۰/۱۴	**۰/۱۳**	۰/۳۹	۰/۱۳	-۰/۴۶	۱/۲۴۵۰
طول عمر گله (HL)	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۱	**۰/۰۱۶**	۰/۳۳	-۰/۱۹	۱۴۶۰۲۹/۹۸۷۵
تولید شیر(Milk)	۰/۶۷	-۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۷۴	**۰/۲۸**	-۰/۵۳	۱۴۷۵۶۱۲/۵۵۰
درصد چربی شیر(Fat%)	-۰/۱۵	۰/۵۲	-۰/۷۸	-۰/۱۹	-۰/۸	**۰/۳**	۰/۱۶۹۹

۱. اعداد قطر (تیره) توارث پذیری، بالای قطر هم‌بستگی فنوتیپی و پایین قطر هم‌بستگی ژنتیکی هستند.

شاخص ۲- با دخالت صفات تولید شیر، درصد چربی شیر و وضعیت استقرار تیت‌های جلو(Ftp)

شاخص ۳- با دخالت صفات تولید شیر، درصد چربی شیر و اتصال پستان جلو (Fua)

شاخص ۴- با دخالت صفات تولید شیر، درصد چربی شیر و ارتفاع پستان عقب (Ruh) و وضعیت استقرار تیت‌های جلو (Ftp) و اتصال پستان جلو(Fua)

شاخص ۵- با دخالت صفات تولید شیر و درصد چربی شیر

شاخص ۶- با دخالت صفت تولید شیر.

ملاحظه می‌شود در شاخص‌های ۱، ۲ و ۳ از صفات همبسته با طول عمر به جای حضور مستقیم طول عمر در شاخص استفاده شده است. شاخص ۴ بیانگر یک شاخص توسعه یافته است. شاخص‌های ۵ و ۶ نیز نمونه شاخص‌های کاهش یافته هستند که در آنها انتخاب بر اساس طول عمر صورت نمی‌گیرد، ولی خود صفت طول عمر در معادله هدف انتخاب حضور دارد.

پاسخ انتخاب در معادلهٔ هدف اصلاح نژاد، با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$R_H = i\sqrt{b'Gv} \qquad [۸]$$

در این معادله، i شدت انتخاب است که برابر واحد گرفته شد. صحت انتخاب یا هم‌بستگی تابع هدف و شاخص انتخاب با استفاده از معادله زیر برآورد شد (۹):

$$r_{HI} = \sqrt{\frac{b'Gv}{v'Cv}} = \sqrt{\frac{\sigma_I^2}{\sigma_H^2}} \qquad [۹]$$

که C ماتریس n×n واریانس کواریانس ژنتیکی صفات موجود در هدف انتخاب است و σ_I^2 و σ_H^2 به ترتیب واریانس شاخص و واریانس هدف انتخاب هستند که به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$\sigma_H^2 = v'Cv \qquad [۱۰]$$

$$\sigma_I^2 = b'Pb \qquad [۱۱]$$

بعد از بررسی مقادیر ویژه در ماتریس‌های ژنتیکی و فنوتیپی، در صورت منفی بودن این مقادیر و در نتیجه ناسازگار بودن ماتریس‌های حاصله، از روش خمیدگی برای رفع ناسازگاری این ماتریس‌ها استفاده شد (۸). (ضمیمه ۱).

به ازای هر یک از شاخص‌ها، ضرایب شاخص انتخاب، رشد ژنتیکی مورد انتظار در تابع هدف انتخاب و دقت انتخاب، قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی روی ماتریس‌های مدل به دست آمده و مقایسه شدند.

ضمیمه

روش استفاده از متد خمیدگی در ماتریس‌های واریانس - کواریانس

خمیدگی پروسه‌ای تکراری برای تغییر ماتریس‌های واریانس- کواریانس و یا ماتریس‌های هم‌بستگی از حالت غیر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]

مثبت به حالت کاملاً مثبت است. این مرحله به ترتیب زیر است:

۱) مقدار عددی بسیار کوچکی در نظر گرفته می‌شود(ε)

۲) ماتریس V نشان‌دهندهٔ ماتریس واریانس- کواریانس صفات مورد نظر است و یک ماتریس متقارن است.

۳) ماتریس W ماتریسی از فاکتورهای وزنی V است که ماتریسی با ابعاد ماتریس V و با عناصر برابر با یک است.

۴) ماتریس u_n و D_n به ترتیب به عنوان ماتریس بردار ویژه(Eigen vector) و ماتریس قطری از مقادیر ویژه‌ها در نظر گرفته می‌شود، به طوری که ماتریس V عبارت است از:

$$V= u_n D_n u_n$$

n برابر با تعداد تکرار است.

۵) D_n را با Δ_n جایگزین می‌کنیم به طوری که هر جا عنصر قطری D یعنی $d_{i,i}$ کوچک‌تر از مقدار اپسیلون (ε) باشد، آن را برابر با اپسیلون قرار داده و در غیر این صورت عنصر قطری ماتریس Δ_n ($\delta_{i,i}$) برابر با عنصر قطری D_n ($d_{i,i}$) است.

۶) در انتها ماتریس واریانس کواریانس جدیدی با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$V_{n+1}= V_n -[V_n - u_n \Delta_n u'_n]\otimes W$$

⊗ نشان‌دهنده ضرب هادامارد (Hadamard product) است.

۷) این مراحل را آن قدر تکرار کرده تا زمانی که به یک ماتریس کاملاً مثبت دست یابیم.

روش استفاده شده در بالا روش غیر وزنی است. چون ماتریس W را تمام یک در نظر گرفته‌ایم.

برای تبدیل این روش به یک روش وزن شده باید از فرمول زیر برای محاسبهٔ W استفاده می‌کنیم.

$$W = aC$$

که a شامل هر اسکالری است و C ماتریسی از ضرایب وزنی است.

نتایج

ضرایب شاخص انتخاب در اثر استفاده از میانگین ۳ رکورد شخصی در صفات تولید شیر و درصد چربی شیر قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی در جدول ۳ آمده است. ملاحظه می‌شود که در اکثر موارد ضرایب شاخص بعد از اعمال روش خمیدگی بسیار افزایش یافته است.

مقادیر پاسخ انتخاب یا رشد ژنتیکی در هدف انتخاب قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی در دو سال ۱۳۷۴ و ۱۳۷۹ و شش روش انتخاب در شکل ۱ قابل مشاهده است.

صحت انتخاب درشاخص انتخاب با استفاده از میانگین ۳ رکورد شخصی در صفات تولید شیر و درصد چربی شیر، قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی در ماتریس‌های ناسازگار در شکل ۲ قابل مشاهده است. ملاحظه می‌شود که صحت انتخاب بعد از اعمال روش خمیدگی بسیار افزایش یافت.

بحث

در همه شاخص‌ها (غیر از شاخص نوع ۶) به علت عدم سازگاری ماتریس P بین ضرایب شاخص انتخاب حاصل در دو حالت قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی تفاوت دیده می‌شود. ماتریس فنوتیپی در شاخص نوع ۶ یک اسکالر است و در نتیجه مقدار ویژه آن یک عدد مثبت است. این نوع شاخص هرگز منجر به ایجاد ماتریس فنوتیپی ناسازگار نمی‌گردد. با توجه به این‌که پارامترهای فنوتیپی و ژنتیکی در طی دو سال مختلف ثابت بود، علت تغییر ضرایب یک شاخص، تغییر ضرایب اقتصادی در سطح سال بود. ضرایب مربوط به صفات مختلف در سال ۱۳۷۴ کوچک‌تر از سال ۱۳۷۹ بود. افزایش ضریب اقتصادی صفات به افزایش ضرایب شاخص انتخاب منجر شد. این موضوع با توجه به معادلهٔ ۳ برای محاسبهٔ b قابل انتظار بود. برای یک مجموعهٔ معین پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی، معادلهٔ b تابعی از بردار v که در برگیرندهٔ ضرایب اقتصادی صفات است، محسوب می‌شود.

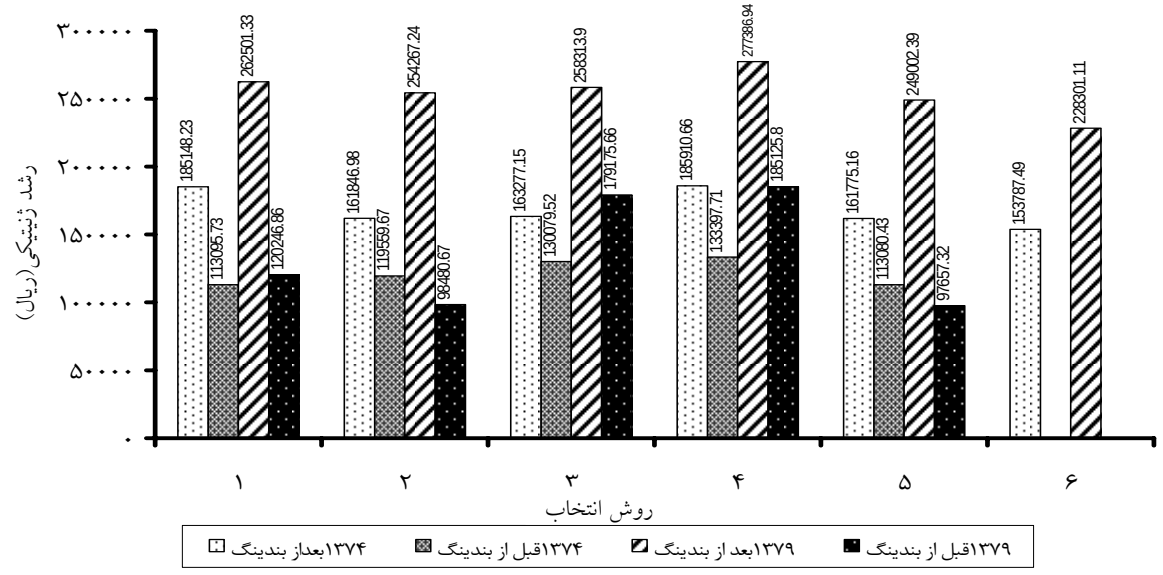
بعد از اعمال روش خمیدگی، رتبه‌بندی شاخص‌ها از نظر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]

جدول ۳. ضرایب شاخص انتخاب با استفاده از میانگین ۳ رکورد در صفات تولید شیر و درصد چربی شیر قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی، در دو سال مختلف و شش روش انتخاب

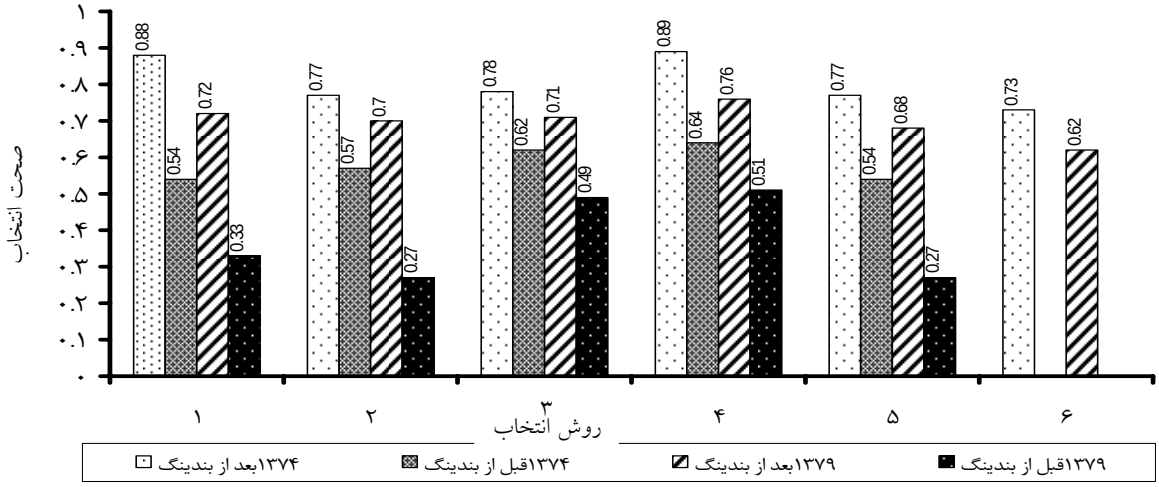
روش انتخاب	صفت	قبل از اعمال خمیدگی		بعد از اعمال خمیدگی	
		۱۳۷۴	۱۳۷۹	۱۳۷۴	۱۳۷۹
۱	تولید شیر	۳۵/۴۴	-۲۴/۲۶	۳۲۱/۷۰	۴۳۱/۳۹
	درصد چربی شیر	-۲۱۸۶۷۵/۴۷	-۳۴۱۷۱۷/۲۹	۶۵۶۰۱/۵۰	۱۱۰۷۸۵/۰۸
	ارتفاع پستان عقب	-۸۷۰/۴۵	۳۲۸۳۳/۲۹	۵۳۷۲۹/۹۲	-۵۱۳۰۶/۶۱
۲	تولید شیر	۵۳/۰۸	-۱۱/۳۴	۲۰۸/۲۲	۳۲۳/۹۵
	درصد چربی شیر	-۱۹۰۲۴۷/۲۸	-۴۱۹۸۶۰/۶۹	۵۰۲۰۵/۶۹	۹۹۴۰۲/۱۴
	وضعیت استقرار تیت‌های جلو	-۴۰۸۲۲/۵۴	۱۳۳۶۱/۹۰	-۴۸۲۱/۰۲	۵۱۴۷۴/۶۵
۳	تولید شیر	۸۳/۱۹	۹۴/۸۴	۲۱۲/۳۷	۳۳۸/۴۱
	درصد چربی شیر	-۱۶۲۵۹۴/۸۸	-۳۰۲۷۳۸/۵۹	۴۹۱۸۴/۱۳	۹۶۵۶۹/۸۳
	اتصال پستان جلو	۵۳۷۲۲/۷۴	-۱۲۵۵۲۶/۶۴	-۲۰۲۲۱/۸۱	-۶۲۳۶۰/۷۸
۴	تولید شیر	۹۴/۸۹	۷۷/۰۸	۳۲۳/۶۵	۴۴۶/۱۱
	درصد چربی شیر	-۱۶۸۰۷۵/۵۱	-۲۷۰۵۱۹/۳۰	۶۳۸۶۶/۴۴	۱۰۷۱۱۵/۹۸
	ارتفاع پستان عقب	-۷۸۶۷/۵۸	۱۹۴۴۳/۰۶	-۵۳۱۴۸/۲۷	-۵۲۹۴۲/۶۶
	وضعیت استقرار تیت‌های جلو	-۲۷۱۸۹/۷۱	۲۶۱۳۷/۰۳	۴۶۵۴/۲۳	۶۱۵۲۲/۰۵
	اتصال پستان جلو	-۵۱۶۳۰/۸۴	-۱۲۳۱۲۷/۲۱	-۱۷۶۸۶/۳۹	-۶۲۹۲۰/۶۴
۵	تولید شیر	۳۵/۲۵	-۱۷/۱۷	۲۰۸/۱۲	۳۲۵/۰۸
	درصد چربی شیر	-۲۱۶۳۷۷/۲۸	-۴۲۸۴۰۴/۶۴	۵۰۲۰۵/۶۹	۹۹۴۰۲/۱۴
۶	تولید شیر	۱۷۵/۵۶	۲۶۰/۶۳	----	----



شکل ۱. پاسخ انتخاب در تابع هدف انتخاب با استفاده از میانگین ۳ رکورد شخصی در دو سال مختلف قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی در ماتریس‌های ناسازگار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]



شکل ۲. صحت انتخاب در تابع هدف انتخاب با استفاده از میانگین ۳ رکورد شخصی در دو سال مختلف قبل و بعد از اعمال روش خمیدگی در ماتریس‌های ناسازگار

رشد ژنتیکی تغییر یافت. در این حالت شاخص ۴ (یعنی شاخصی که در آن همه صفات همبسته با طول عمر حضور داشتند) بالاترین رشد ژنتیکی را نشان داد. از طرف دیگر استفاده از روش خمیدگی و رفع ناسازگاری ماتریس P میزان رشد ژنتیکی مورد انتظار از همه شاخص‌ها و در هر دو سال افزایش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در اثر استفاده از ماتریس‌های ناسازگار علاوه بر ایجاد ضرایب شاخص گمراه کننده، رشد ژنتیکی بسیار کمتری در هدف اصلاح نژاد نسبت به حالتی که همان ماتریس‌ها سازگار باشند، ایجاد می‌شود. این مسأله با یافته‌های سیوانادیان و اسمیت سازگار است. نکته جالب توجه دیگر این بود که بعد از اعمال روش خمیدگی، در اثر تغییر سال و تغییر قیمت‌ها، رتبه بندی شاخص‌ها تغییر نیافت. به طوری که شاخص نوع ۴ بهترین و شاخص نوع ۶ بدترین شاخص از نظر رشد ژنتیکی بودند. لذا می‌توان گفت شاخص انتخاب بهینه که در عمل بایستی مورد استفاده دامداران قرار گیرد شاخص ۴ است. و در صورت عدم امکان رکوردگیری همه صفات همبسته با طول عمر، بایستی در هر مقطع زمانی و بسته به شرایط انتخاب یکی از صفات همبسته را برای حضور در شاخص انتخاب کرد.

صحت انتخاب در سال ۱۳۷۹ نسبت به سال ۱۳۷۴ کاهش یافت. علی رغم آن که رشد ژنتیکی در هدف انتخاب در سال ۱۳۷۹ بزرگ‌تر از سال ۱۳۷۴ بود با توجه به معادلهٔ ۹، علت کاهش صحت انتخاب در شرایط سال ۱۳۷۹ را می‌توان به بالاتر بودن واریانس هدف انتخاب در این سال مربوط دانست. چرا که این عامل رابطه عکس با صحت انتخاب دارد. رفع ناسازگاری ماتریس‌ها به روش خمیدگی منجر به افزایش صحت انتخاب شد. صحت انتخاب وابسته به واریانس شاخص و واریانس هدف انتخاب است. اما باید توجه کرد که واریانس هدف انتخاب بعد از اعمال روش خمیدگی تغییری نکرد، چرا که در فرمول محاسبه واریانس هدف انتخاب (رابطه ۱۰) ماتریس واریانس- کواریانس فنوتیپی صفات دخالتی ندارد. افزایش صحت انتخاب بعد از اعمال روش خمیدگی بخاطر تغییرات در واریانس شاخص انتخاب است.

نتیجه‌گیری

انتخاب صحیح به روش شاخص انتخاب علاوه بر استفاده از پارامترهای فنوتیپی و ژنتیکی و ضرایب اقتصادی صحیح، مستلزم در نظر گرفتن سازگاری ماتریس‌های تشکیل شده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]

می‌باشد، زیرا استفاده از ماتریس‌های ناسازگار، به نتایج گمراه کننده در انتخاب منجر می‌گردد. نسبت به حالت ناسازگار بودن، سازگار بودن ماتریس‌ها به افزایش رشد ژنتیکی مورد انتظار از یک شاخص معین می‌شود و این نتیجه قابل تعمیم برای شاخص‌هایی که بر اساس اطلاعات اقتصادی سیستم تولید در سال‌های مختلف تشکیل می شوند، است.

منابع مورد استفاده

۱. رضایی، ه. ۱۳۸۰. براورد پارامترهای ژنتیکی تیپ، تولید و طول عمر در گاوهای هلشتاین ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان.

۲. شادپرور، ع.، ن. امام‌جمعه کاشان و الف. چیذری. ۱۳۷۶. بررسی ضرایب اقتصادی تولید شیر، درصد چربی و طول عمر گله گاوهای شیری ایران. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۱(۲): ۹۳-۱۰۸.

۳. شادپرور، ع. و س. جوزی شکالگورابی. ۱۳۸۴. اثر تغییر برخی عوامل سیستم تولید بر شاخص انتخاب بهینه گاوهای هلشتاین ایران. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۸(۲): ۱۲۷-۱۳۸.

4. Barwick, S. A., A. L. Henzell and H. U. Graser. 1994. Developments in the construction and use of selection indexes for genetic evaluation of beef cattle in Astralia.5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. 18:227-230.
5. Dekkers, J. C. M. 2001. Economic aspects of applied breeding programs. Department of Animal Science, Iowa State Univ, Ames, IA, 50014.
6. Gibson, J. P. 1995. An introduction to the design and economics of animal breeding strategies. University of Guelf, Guelph, Canada.
7. Hayes, J. F. and W. G. Hi11. 1981. Modification of estimates of parameters in the construction of genetic selection indices ("bending"). Biometrices 37:483-493.
8. Jorjani, H., L. Klei and U. Emanuelson. 2003. A simple method for weighted bending of genetic (co)variance matrices. J. Dairy. Sci. 86:677-679.
9. Lynch, M. and. B. Walsh. 2000. Genetics and Analysis of Quantitative Traits. 4th ed., Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Arizona.
10. Plessis, M. and C. Z. Roux. 1999. A breeding goal for south African Holstein Friesians in terms of economic weights in percentage units. S. Afr. J. Anim. Sci. 29:237-244.
11. Sangsuriya, P., C. Readecha and V. Chavanankul. 2002. Selection index for reproductive traits in purebred swine. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. No.16.
12. Sivanadian, B. and C. Smith. 1997. The effect of adding further traits in index selection. J. Anim. Sci. 75:2016-2023.
13. Smith, C. 1983. Effects of changes in economic weights on the efficiency of index selection. J. Anim. Sci. 56:1057-1064.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.10.0]