

## پیامدهای زیستی و اقتصادی تغییر در سیاست‌های حذف اختیاری

عفت نصر اصفهانی\*

مریی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۱۸)

## چکیده

هدف از این بررسی، برآورد و مقایسه عملکرد زیستی (بیولوژیک) و اقتصادی گله در دو حالت تصمیم برای حذف اختیاری بهینه و نابهینه بود. به این منظور اطلاعات یکی از گاوداری‌های صنعتی اصفهان در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ گردآوری شد و با استفاده از رویه‌های مختلف نرم‌افزار آماری SAS (NLIN, MEANS, LIFETEST)، فراسنجه‌های زیستی گله اعم از شکل منحنی شیردهی، خطر حذف اجباری و احتمال آبستنی در دوره‌های مختلف شیردهی و ماه‌های مختلف پس از زایش برآورد شد. سپس با واردکردن فراسنجه‌های زیستی و اطلاعات مالی گله در یک مدل زیست-اقتصادی توسعه یافته در نرم‌افزار DairyVIP، وضعیت گله در شرایط مختلف شبیه‌سازی شد. مبنای تصمیم برای حذف بهینه و نابهینه به ترتیب کمینه کردن هزینه فرصت و رسیدن تولید شیر گاوهای غیر آبستن به کمتر از ۲۰ کیلوگرم در روز بود. با اجرای سیاست‌های بهینه، نرخ حذف سالیانه از ۳۱/۹ به ۴۱/۹ درصد افزایش یافت که این باعث افزایش ۹۶۵۰ هزار ریالی در هزینه‌های خرید تلیسه جایگزین شد. با این حال افزایش درآمد ناشی از فروش شیر، گاو حذفی و گوساله باعث شد که در کل سود خالص سالیانه به ازای یک رأس مولد، ۳۳۹۰ هزار ریال بهبود یابد. نتایج این تحقیق می‌تواند به تغییر نگرش دامداران نسبت به سیاست حذف و جایگزینی کمک کند.

واژه‌های کلیدی: حذف بهینه، سود خالص سالیانه، هزینه فرصت.

## Biological and economic consequences of changes in voluntary culling policies

Efat Nasre Esfahani\*

Instructor of Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tehran University, Tehran, Iran  
(Received: Oct. 14, 2017 - Accepted: Sep. 9, 2018)

## ABSTRACT

The objectives of this study were to estimate and compare the biological and economic consequences of the implementation two policies including non-optimal and optimal culling decisions. For this purpose, data were collected during 2015 and 2016 from one of large dairy herds in Isfahan province. Then using different procedure of SAS software (NLIN, MEANS, LIFETEST), the biological parameters of this herd (including the shape of Lactation curve, risk of involuntary culling and probability of pregnancy in different milk periods and month in milk after calving) were estimated. In the following, by entering the biological and financial parameters to the bio\_economic model developed in DairyVIP software, the herd status was simulated in different situations. The basis for optimal and non-optimal decisions were minimizing the opportunity cost and reach the daily production of non-pregnant cows to less than 20 kg, respectively. By implementing optimal policies, the annual culling rate increased from 31.9% to 41.9%, which resulted in an increase of 9,650,000 rials in heifers purchase cost. However, an increase in the revenue from the sale of milk calves and culled cow led to 3,390,000 Rials an overall improvement in net annual profit by each cow. The results of this research can help to change in dairy producer's attitude toward the replacement decision.

**Keywords:** Net annual profit, opportunity cost, optimal culling.

\* Corresponding author E-mail: Maryam.nasr1396@gmail.com

1973; Kristensen, 1988; De Vries, 2004; Kalantari *et al.*, 2010). پیش‌بینی پیامدهای زیستی و اقتصادی که در نتیجه اجرای سیاست‌های بهینه در گله به وجود خواهد آمد کمک شایانی به پذیرش تغییر نگرش دامداران نسبت به سیاست حذف و جایگزینی خواهد داشت؛ لذا هدف اصلی این پژوهش مقایسه عملکرد زیستی و اقتصادی گله در دو حالت تصمیم برای حذف اختیاری بهینه (بر پایه محاسبه هزینه فرصت) و نابهینه (بر پایه سطح تولید شیر کمتر از ۲۰ کیلوگرم) است.

### مواد و روش‌ها

در آغاز با استفاده از داده‌های خام یکی از گاوداری‌های صنعتی اصفهان که بین سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ گردآوری شده بود، فراسنجه‌های زیستی گله اعم از شکل منحنی شیردهی، خطر حذف اجباری و احتمال آبستنی در دوره‌های مختلف شیردهی و ماه‌های مختلف پس از زایش برآورد شد. همچنین اطلاعات مالی گله (میانگین سال ۱۳۹۵) در قالب یک پرسشنامه اقتصادی از این واحد دامپروری اخذ شد. در ادامه با واردکردن فراسنجه‌های زیستی و اطلاعات مالی در یک مدل زیست-اقتصادی که در نرم‌افزار DairyVIP توسعه یافته بود، وضعیت گله در شرایط مختلف شبیه‌سازی شد. گله مورد بررسی در شرایطی قرار داشت که از لحاظ تکمیل جایگاه‌های گاو مولد به کلی اشباع شده بود و در این موقعیت با دو گزینه اصلی فروش تلیسه‌های جایگزین مازاد و یا افزایش حذف اختیاری گاوهای کم بازده و ورود تلیسه‌های مازاد به گله روبه‌رو بود.

مبنای تصمیم‌گیری برای حذف بهینه کمینه کردن هزینه فرصت ازدست‌رفته (هزینه‌های ناشی از رد بهترین گزینه جایگزین در هنگام گرفتن یک تصمیم‌گیری) بود به طوری که با منفی شدن ارزش نگهداری دام (Retention Payoff) که از تفاوت ارزش خالص کنونی دام‌های موجود و تلیسه‌های جایگزین به دست می‌آید، حذف اختیاری صورت می‌پذیرد. هر نوع تصمیم دیگر که در آن هزینه فرصت در نظر گرفته نشود، تصمیم نابهینه نامیده می‌شود که مبنای حذف

### مقدمه

مسئله‌هایی مانند نوسان‌های قیمت خوراک و نبود سیاست‌های منسجم برای حمایت از صنعت گاو شیری در کشور، این حرفه را از لحاظ اقتصادی به یکی از مشاغل پرخطر تبدیل کرده است (Kalantari *et al.*, 2010). یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر سودآوری گله‌های شیری تصمیم‌گیری‌های بهینه برای حذف و جایگزینی دام است (VanArendonk, 1984). که این تصمیم‌گیری‌ها به‌طور مستقیم تحت تأثیر نوسان‌های سود ناشی از فروش شیر، ارزش لاشه دام‌های حذفی، موجود بودن تلیسه جایگزین و هزینه‌های پرورش تلیسه قرار می‌گیرد (Neilsen *et al.*, 2010). به‌رغم اهمیت اقتصادی تصمیم‌گیری‌های بهینه، اغلب تصمیم‌گیری‌ها برای حذف اختیاری دام بنابر محاسبات دقیق نبوده و اغلب بستگی به تجربه و درون یافت دامدار دارد (Lehenbauer & Oltjen, 1998). بسیاری از دامداران و مشاوران گله همه تمرکز خود را تنها بر درصد گاوهایی که در طول سال به دلایل گوناگون حذف می‌شوند، معطوف می‌دارند (Eicker & Fetrow, 2003). برای توسعه تصمیم‌گیری‌های حذف، یک رویکرد آینده‌نگر که موجب تصمیم‌گیری‌های متفاوت توسط دامدار شود، ترجیح داده می‌شود (Kalantari *et al.*, 2010). در یک راهنمای حذف بهینه یا مطلوب، دام‌ها بر پایه جریان مالی تنزیل شده در آینده رتبه‌بندی می‌شوند و آنگاه با توجه به هزینه فرصت سرمایه، پیشنهاد نگه‌داشتن دام در گله و یا جایگزین کردن آن داده می‌شود؛ بنابراین پیش‌بینی عملکرد دام در آینده و مقایسه آن با میانگین عملکرد گله، از اجزای بسیار مهم برنامه‌های تعیین زمان مناسب حذف دام هستند (De Vries, 2006b). برای در نظر گرفتن همزمان متغیرهای زیستی (بیولوژیک) و اقتصادی در یک مدل زیست-اقتصادی به‌طور معمول از برنامه‌نویسی پویا (Dynamic Programming) استفاده می‌شود (Cabrera, 2010). هدف اغلب بررسی‌هایی که در گذشته در این زمینه صورت گرفته است توسعه مدل‌های مختلف برنامه‌نویسی پویا و شناسایی حساسیت تصمیم‌گیری‌های بهینه به تغییر در متغیرهای زیستی و اقتصادی بوده است (Smith,

اقتصادی گله را پس از اعمال تصمیم‌گیری‌ها در زمینه حذف اختیاری دام، نشان خواهد داد. شبیه‌سازی تا هنگامی که عملکرد گله تثبیت شود (Steady-State) ادامه پیدا می‌کند.

(۳) زیر بخش زیست-اقتصادی که در آن اطلاعات مربوط به قیمت‌ها و عملکرد گله مانند منحنی‌های تولید شیر، خطر حذف اجباری در ماه‌های مختلف شیردهی و نرخ آبستنی وارد و محاسبه می‌شود (de Vries, 2006a; de Vries, 2004).

محاسبات صورت گرفته در این نرم‌افزار دو ویژگی اصلی دارد. اول اینکه تنها عملکرد اقتصادی گله مولد محاسبه می‌شود و بخش‌های دیگر گله مانند پرورش گوساله و تلیسه و پروراندی در محاسبات وارد نمی‌شوند؛ بنابراین فرض می‌شود که همه گوساله‌ها در هنگام تولد به فروش می‌رسند و همه تلیسه‌های جایگزین برای ورود به گله مولد، خریداری می‌شوند. در گله‌هایی که از فرض بالا پیروی نمی‌کنند، همه عملیات خرید تلیسه و یا فروش گوساله به صورت مجازی در بین بخش‌های مختلف گله صورت می‌پذیرد. با توجه به اینکه حذف اختیاری تنها مربوط به بخش پرورش گاوهای مولد است، جداسازی عملیات مالی صورت گرفته در بخش‌های مختلف گله، کمک شایانی به ارزیابی عادلانه هر بخش می‌کند. دومین ویژگی این نرم‌افزار، ثابت فرض کردن اندازه گله است؛ بنابراین ورود تلیسه به گله تابعی از نرخ حذف دام‌های مولد است.

در این نرم‌افزار جریان نقدی ناشی از یک جایگاه دام در طول زمان پیش‌بینی می‌شود و آنگاه با توجه به نرخ بهره سالانه، سود خالص کنونی به دست می‌آید. تابع سود شامل مجموع هزینه‌های مربوط به خوراک، خرید تلیسه جایگزین، تلقیح، کارگری و هزینه‌های سربار (استهلاک جایگاه و تجهیزات، دامپزشکی، انرژی و ...) هستند که از درآمدهای به دست آمده از فروش شیر، فروش لاشه گاو حذفی و فروش گوساله کسر می‌شوند و نتایج در بازه‌های یک‌ماهه نمایش داده می‌شود. به علت اینکه بازه‌های محاسبات و تصمیم‌گیری برای حذف دام در این نرم‌افزار به صورت ماهیانه است، برای نشان دادن زمان بهینه برای حذف

اختیاری در گله یادشده رسیدن تولید شیر گاوهای غیر آبستن به کمتر از ۲۰ کیلوگرم در روز، تعیین شده بود.

به طور خلاصه هدف اولیه نرم‌افزار DairyVIP پیشینه کردن سود سالیانه به دست آمده به ازای یک جایگاه دام (که این جایگاه توسط گاوهای در اختیار کنونی و یا تلیسه‌های جایگزین پر خواهد شد) با تصمیم‌گیری بهینه برای جایگزینی دام است (De Vries, 2006c)؛ در عین حال این نرم‌افزار می‌تواند پیامدهای زیستی و اقتصادی ناشی از تصمیم‌گیری‌های مدیریتی را پیش‌بینی کند (De Vries, 2006c). نرم‌افزار DairyVIP شامل سه زیر بخش اصلی است:

(۱) زیر بخش سیاست جایگزینی (حذف اختیاری) که در آن تصمیم‌گیری‌های بهینه و نابینه برای تلقیح و حذف اختیاری در ۳۴۳،۴۴۰ وضعیت مختلف که یک دام می‌تواند در آن قرار گیرد، مشخص می‌شود. وضعیت‌های مختلف که یک دام مولد می‌تواند در آن قرار گیرد، ترکیبی از پنج ویژگی اصلی است که عبارت‌اند از ۱۵ کلاس سطح تولید شیر (میانگین گله به عنوان هشتمین کلاس در نظر گرفته می‌شود)، ۱۲ دوره شیردهی، ۲۴ ماه در یک دوره شیردهی، ۱۰ وضعیت آبستنی (۰ برای دام‌های غیر آبستن و از ۱ تا ۹ برای ماه آبستنی) و ۱۲ ماه سال برای در نظر گرفتن تغییرات فصلی. در عمل ترکیب بعضی از حالت‌های بالا از لحاظ زیستی امکان‌پذیر نیست (به عنوان مثال یک دام نمی‌تواند در ماه چهارم آبستنی و در ماه دوم شیردهی قرار داشته باشد) و در نتیجه از وضعیت‌های دام حذف می‌شود.

سیاست‌های مربوط به حذف و جایگزینی می‌تواند به وسیله شخص کاربر تعیین شود و یا اینکه به عهده نرم‌افزار گذاشته شود که در حالت اخیر، نرم‌افزار با استفاده از یک الگوریتم برنامه‌نویسی پویا، بهینه‌ترین تصمیم‌گیری را در راستای پیشینه کردن سود خالص سالیانه به ازای یک جایگاه دام اعمال خواهد کرد. در این حالت به محض اینکه ارزش نگهداری دام منفی شود، دستور حذف داده خواهد شد (De Vries, 2006c).

(۲) زیر بخش عملکرد گله که با استفاده از شبیه‌سازی زنجیره مارکوف، عملکرد زیستی و

آبستنی از ضرب نرخ تلقیح ۲۱ روزه و نرخ گیرایی در هرماه به دست خواهد آمد. بنا بر پیش‌فرض نرم‌افزار DairyVIP، یک دام بیشینه ۲۴ ماه پس از زایش می‌تواند در گله باشد، بنابراین بیشترین فرصت آبستن شدن برای یک دام ۱۵ ماه خواهد بود. خطر از دست دادن آبستنی از ماه دوم تا هشتم با استفاده از رویه LIFETEST نرم‌افزار آماری SAS برآورد شد. به این ترتیب احتمال رخداد سقط به تفکیک ماه آبستنی (دو تا هشت ماه) به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۲۱، ۰/۵۳، ۱/۰۵، ۰/۲۱ و ۰/۲۱ درصد به دست آمد. نرخ گیرایی به عنوان احتمال آبستن بودن گاو یک ماه پس از تلقیح تعریف شد، بنابراین نرخ رخداد سقط در اولین ماه آبستنی صفر در نظر گرفته شد.

#### حذف اجباری

با توجه به اینکه در این نرم‌افزار، حذف اجباری به عنوان حذف به دلیل تلفات و یا شرایط حاد سلامتی تعریف شده است (de Vries, 2006c)؛ حذف به دلیل آبستن نشدن و تولید پایین شیر در گروه حذف اختیاری قرار می‌گیرند. در واقع دلیل اصلی حذف اختیاری تولید شیر پایین است، ولی به دلیل اینکه به دام‌های کم تولید فرصت کمتری برای آبستن شدن داده می‌شود، در عمل تفکیک حذف به علت آبستن نشدن و تولید شیر پایین امکان‌پذیر نیست (زیرا هیچ گاه گاو آبستن حذف نمی‌شود). خطر حذف اجباری در ماه‌های مختلف پس از زایش و به تفکیک هر دوره شیروراری با استفاده از رویه LIFETEST نرم‌افزار آماری SAS برآورد شد.

#### قیمت‌ها

بر پایه اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه اقتصادی، قیمت ۱ کیلوگرم شیر خام و ۱ کیلوگرم ماده خشک خوراک گاو دوشا و خشک به ترتیب ۱۲۱۵۰، ۱۱۰۰۰ و ۸۷۰۰ ریال بود. همچنین میانگین قیمت یک رأس تلیسه جایگزین، یک رأس گوساله تازه متولد شده و ۱ کیلوگرم لاشه گاو حذفی به ترتیب ۹۶ میلیون ریال، ۱۹ میلیون و پانصد هزار ریال و ۷۸ هزار ریال در نظر گرفته شد. دیگر هزینه‌ها شامل هزینه‌های ثابت به

هر دام، با استفاده از روش درون‌یابی خطی ارزش نگهداری دام بین بازهای محاسبه شده، به دست آمد. اطلاعات مربوط به روش برآورد فراسنجه‌های گله و نتایج آن به شرح زیر هستند.

#### تولید شیر

با استفاده از رکوردهای روز آزمون تولید شیر و با کمک رویه NLIN نرم‌افزار آماری SAS سه تابع گامی ناقص برای دوره‌های شیردهی اول تا سوم برازش داده شد. با وارد کردن فراسنجه‌های منحنی شیردهی (مقدار شیر اولیه، شیب افزایشی شیر تا زمان اوج تولید و شیب کاهش شیر از زمان اوج تولید به بعد) در نرم‌افزار DairyVIP سطح‌های میانگین تولید شیر روزانه در گله (سطح هشتم تولید شیر) تعریف شد. بنابراین میانگین شیر ۳۰۵ روز در شیروراری اول تا سوم به ترتیب ۱۱۵۸۹، ۱۲۹۱۳ و ۱۲۸۱۸ کیلوگرم بود. تولید شیر از دوره شیروراری چهارم تا دوازدهم به صورت نسبی از تولید در شیروراری سوم تعریف شد. با مشخص کردن ضریب تغییرات تولید شیر که با پیش‌فرض نرم‌افزار ۱۲ درصد بود، دیگر سطح‌های شیر که از سطح ۱ تا ۱۵ بودند، مشخص شد. بنابراین در سطح‌های ۱ و ۱۵، تولید شیر به ترتیب ۳۰ درصد کمتر و بیشتر از میانگین بودند. مقدار کاهش تولید شیر به علت آبستنی بنا بر پیش‌فرض‌های نرم‌افزار در نظر گرفته شد (به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد کاهش در ماه‌های ۵، ۶ و ۷ آبستنی و خشک شدن دام در ماه‌های ۸ و ۹ آبستنی). همچنین تکرارپذیری تولید شیر با پیش‌فرض نرم‌افزار، ۶۰ درصد قرار داده شد.

#### تولیدمثل

با استفاده از رویه MEANS نرم‌افزار آماری SAS، نرخ گیرایی در ماه‌های مختلف پس از زایش برآورد شد. میانگین نرخ گیرایی گاوهای مولد در ماه سوم و چهارم پس از زایش به ترتیب ۳۳/۹ و ۳۴/۰ درصد بود و پس از آن در ماه‌های بعدی یک روند کاهش داشت به طوری که در ماه پانزدهم به ۱۴/۱ درصد رسید. نرخ تلقیح ۲۱ روزه از تقسیم عدد ۲۱ بر میانگین فاصله تلقیح به دست آمد (۵۴/۵ درصد). به این ترتیب نرخ

برای کاهش میانگین روزهای شیردهی گله، بهبود ظرفیت تولیدمثل و جایگزینی زود هنگام دام‌های نابارور با تلیسه‌های تازه‌زا هستند. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، کاهش میانگین روزهای شیردهی گله سبب افزایش تولید شیر روزانه گاوهای شیرده و تولید سالیانه گاوهای مولد به ترتیب به میزان ۲ و ۵۶۶ کیلوگرم شد.

در نتایج تحقیقی Kalantari *et al.* (2010) اعلام کردند، میانگین طول عمر بهینه (فاصله نخستین زایش تا حذف) در شرایط تولیدی و اقتصادی مورد بررسی در ایران، ۳۸ ماه است. با توجه به اینکه میانگین نرخ حذف بهینه از معکوس طول عمر بهینه به دست می‌آید (Kalantari *et al.*, 2010)، میانگین نرخ حذف بهینه در آن بررسی ۳۱/۴ درصد گزارش شده بود که تنها ۲/۹ درصد از آن مربوط به حذف اختیاری بود. قیمت بالای تلیسه جایگزین و قیمت پایین لاشه گاو حذفی در ایران از مهم‌ترین دلایل پایین بودن نرخ حذف اختیاری بهینه عنوان شده است (Kalantari *et al.*, 2010). در این بررسی تفاوت قیمت تلیسه جایگزین و یک رأس گاو حذفی به وزن تقریبی ۶۵۰ کیلوگرم، ۴۵۳۰۰ هزار ریال بود که در مقایسه با شرایط گزارش شده توسط Kalantari *et al.* (2010)، ۱۷۶۰۰ هزار ریال کمتر است (با فرض دلار ۳۷ هزار ریالی). نرخ حذف بهینه در گله بسته به شرایط اقتصادی و زیستی حاکم بر گله می‌تواند بسیار متفاوت باشد (Neilsen *et al.*, 2010; De Vries, 2006).

ازای یک جایگاه و هزینه‌های متغیر به ازای یک گاو و همچنین هزینه‌های کارگری و دامپزشکی بنابر پرسشنامه اقتصادی، تکمیل شد.

## نتایج و بحث

پیامدهای زیستی عملکرد گله پس از اجرای سیاست‌های بهینه و نابینه در زمینه حذف اختیاری (مبنای تصمیم برای حذف بهینه و نابینه به ترتیب کمینه کردن هزینه فرصت و رسیدن تولید شیر گاوهای غیر آبستن به کمتر از ۲۰ کیلوگرم در روز بود)، در جدول ۱ نشان داده شده است. با اجرای سیاست‌های بهینه، نرخ حذف سالیانه از ۳۱/۹ به ۴۱/۹ درصد افزایش یافت. با این حال نرخ حذف اجباری به میزان ناچیزی کمتر شد (۰/۹ درصد). به‌رغم اینکه نرخ آبستنی در ماه‌های مختلف پس از زایش در هر دو پیش‌فرض (سناریوی) مورد بررسی ثابت فرض شده بود، به علت اینکه در پیش‌فرض حذف بهینه به دام‌های غیر آبستن فرصت کمتری برای آبستن شدن داده شده بود، نرخ آبستنی به مقدار ناچیزی بهبود پیدا کرد. عمده‌ترین تغییر ناشی از اجرای سیاست‌های بهینه حذف، کاهش ۲۷ روزه در میانگین روزهای شیردهی گله بود. به‌طور معمول منحنی شیردهی گاو یک مرحله افزایشی و یک مرحله کاهش‌دهنده دارد (Lotfi *et al.*, 2014)؛ بنابراین کاهش میانگین روزهای شیردهی به معنای افزایش فراوانی دام‌هایی است که در مرحله افزایشی تولید شیر هستند و این امر سبب افزایش تولید شیر در گله می‌شود. از جمله راهکارها

جدول ۱. پیامدهای زیستی سیاست‌های تصمیم برای حذف بهینه و غیر بهینه

Table 1. Biological Consequences of optimal and non optimal culling decision policy

Biological Variables	Non optimal scenario*	Optimal scenario**	Different
Overall cull rate (%)	31.9	41.9	10.0
Involuntary cull rate (%)	17.1	16.2	-0.9
Voluntary cull rate (%)	14.8	25.7	10.9
Pregnancy rate (%)	16.4	16.8	0.4
Days to conception (day)	139	130	-9
Calving interval (month)	13.6	13.3	-0.3
Days in milk (day)	244	217	-27
Annual milk yield (kg/cow)	12548	13114	566
Daily milk yield (kg/milking cow)	38.5	40.5	2.0

\* مبنای حذف دام‌های غیر آبستن، رسیدن تولید شیر دام به کمتر از ۲۰ کیلوگرم در روز.

\*\* مبنای حذف دام‌های غیر آبستن، کمینه کردن هزینه فرصت سرمایه (منفی شدن ارزش نگهداری دام).

\* The basis for culling of non-pregnant cows, reach the daily production to less than 20 kg.

\*\* The basis for culling of non-pregnant cows, minimizing the opportunity cost (negative retention payoff).

اجرای سیاست‌های حذف بهینه، نرخ سود هر سناریو بر هزینه‌های اجرایی آن تقسیم شد. عدد به‌دست‌آمده برابر با نرخ بازگشت سرمایه در بازه یک‌ساله است. بنابراین نرخ بازگشت سرمایه از ۱۸/۷ به ۱۹/۵ درصد بهبود یافت. هرچند این افزایش ۰/۸ درصدی در ظاهر ناچیز به نظر می‌آید، ولی در حجم سرمایه‌گذاری سنگین می‌تواند سرنوشت‌ساز باشد. در این رابطه در نتایج تحقیقی که روی وضعیت اقتصادی گله‌های شیری در آمریکا صورت گرفته بود، میانگین نرخ بازگشت سرمایه در ایالت‌های میشیگان، نیویورک و ویسکانسین به ترتیب ۵/۸، ۴/۸ و ۴/۳ درصد گزارش شد (Wolf et al., 2014) که نشان‌دهنده رقابت سنگین بر سر افزایش چند درصدی نرخ بازگشت سرمایه است.

برای روشن شدن نمای کلی پیشنهادها بهینه برای زمان مناسب حذف اختیاری، جدول ۳ تنظیم شد. در این جدول زمان مناسب برای حذف بهینه دام‌هایی که هنوز آبستن نشده‌اند به تفکیک سطح تولید شیر و دوره شیردهی نشان داده شده است. با افزایش دوره شیردهی، میانگین روزهای شیردهی در هنگام حذف اختیاری، کاهش یافت. در واقع با افزایش دوره شیردهی، فرصت آبستن شدن دام‌ها محدود می‌شود.

پیامدهای اقتصادی سیاست‌های تصمیم برای حذف بهینه و غیر بهینه در جدول ۲ نشان داده شده است. با اجرای سیاست‌های بهینه حذف درآمدهای ناشی از فروش شیر، فروش گاو حذفی و فروش گوساله افزایش یافت به طوری که مجموع درآمد یک رأس مولد در سال از ۱۸۶۱۳۰ هزار ریال به ۲۰۰۸۳۰ هزار ریال رسید. به دلیل اینکه در این تحقیق اندازه گله ثابت فرض شده بود، انجام هر مورد حذف برابر با ورود یک رأس تلیسه به گله بود که این باعث افزایش زایش‌ها شد به طوری که درآمد به‌دست‌آمده از فروش گوساله به ازای هر دام مولد ۲۷۵۰ هزار ریال بهبود یافت. در مقابل به دلیل افزایش نرخ جایگزینی در گله، هزینه مربوط به خرید تلیسه با رشد ۹۶۵۰ هزار ریالی همراه بود. همچنین به علت افزایش تولید شیر، مصرف خوراک روزانه افزایش یافت که این سبب افزایش ۱۴۰۰ هزار ریالی هزینه سالیانه خوراک یک رأس مولد شد.

به‌طور کلی اجرای سیاست‌های حذف بهینه، باعث افزایش سود خالص به‌دست‌آمده از یک رأس مولد به میزان ۳۴۱۰ هزار ریال در سال شد. با توجه به اینکه در پیش‌فرض حذف بهینه هزینه‌های اجرایی افزایش‌یافته بود، برای مقایسه عادلانه مقدار کارایی

جدول ۲. پیامدهای اقتصادی سیاست‌های تصمیم برای حذف بهینه و غیر بهینه

Table 2. Economical Consequences of optimal and non optimal culling decision policy

Economical Variables	Non optimal scenario*	Optimal scenario**	Different
Milk sales (1000 Rial/cow/ year)	152460	159340	6880
Cow sales (1000 Rial/cow/ year)	15160	20230	5070
Calf sales (1000 Rial/cow/ year)	18510	21260	2750
Total revenue (1000 Rial/cow/ year)	186130	200830	14700
Feed cost (1000 Rial/cow/ year)	94310	95710	1400
Heifer purchase cost (1000 Rial/cow/ year)	30880	40530	9650
Other cost*** (1000 Rial/cow/ year)	31610	31850	240
Total cost (1000 Rial/cow/ year)	156800	168090	11290
Total profit (1000 Rial/cow/ year)	29330	32740	3410
IOFC**** (Rial/cow/ day)	191500	210400	18900
Annual rate of return (%)	18.7	19.5	0.8

\* مبنای حذف دام‌های غیر آبستن، رسیدن تولید شیر دام به کمتر از ۲۰ کیلوگرم در روز.

\*\* مبنای حذف دام‌های غیر آبستن، کمینه کردن هزینه فرصت سرمایه (منفی شدن ارزش نگهداری دام).

\*\*\* دیگر هزینه‌ها شامل هزینه کارگری، هزینه انرژی، هزینه دامپزشکی، هزینه تعمیرات و استهلاک است.

\*\*\*\* درآمد شیر پس از کسر هزینه خوراک.

\* The basis for culling of non-pregnant cows, reach the daily production to less than 20 kg.

\*\* The basis for culling of non-pregnant cows, minimizing the opportunity cost (negative retention pay off).

\*\*\* Other cost includ of labor cost, energy cost, veterinary cost, repair cost and depreciation.

\*\*\*\* Income over feed cost.

به این مطلب، صرف سودآور بودن یک دام دلیل برای نگهداری آن در گله نیست و همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، برای دام‌هایی با تولید بیش از ۳۶ کیلوگرم و درآمد شیر پس از کسر هزینه خوراک بیش از ۱۶۰ هزار ریال در روز، پیشنهاد حذف بهینه داده شده است. با توجه به میانگین تولید شیر و درآمد شیر پس از کسر هزینه خوراک در شرایط بهینه حذف (۴۰/۵ کیلوگرم و ۲۱۰۴۰۰ ریال در روز)، این پیشنهادهای حذف توجیه‌پذیر است. در این تحقیق ارزش گاو حذفی تنها بر پایه ارزش لاشه آن در نظر گرفته شده بود و چنانچه امکان افزایش قیمت دام‌های حذفی که هنوز تولید مناسبی دارند، فراهم باشد (این دام‌ها به‌عنوان دام داشتی به گله‌های کم بازده فروخته شوند)، تصمیم‌گیری برای نگهداری دام در گله سخت‌گیرانه‌تر خواهد شد (به دلیل افزایش قیمت گاو حذفی). همچنین عملکرد تلیسه‌های جایگزین مشابه با میانگین عملکرد کنونی گله فرض شده بود و در نتیجه تأثیر پیشرفت ژنتیکی در نظر گرفته نشده بود. در نظر گرفتن بهبود عملکرد تلیسه‌های جایگزین با پیشرفت ژنتیکی، می‌تواند باعث افزایش نرخ حذف بهینه در گله شود (Cabrera, 2012).

همچنین با افزایش سطح تولید شیر، روزهای شیردهی در هنگام حذف اختیاری افزایش یافت به طوری که این مقدار برای بالاترین سطح تولید شیر گله (سطح ۱۵ تولید شیر) برای دوره‌های شیرواری اول تا سوم، به ترتیب ۵۴۶، ۳۷۹ و ۳۳۰ روز بود. علت این اختلاف زیاد بین دوره شیرواری اول با دو دوره دیگر، تداوم شیردهی بهتر در شیرواری اول و پیش‌بینی تولید بالاتر در شیرواری دوم است (Kalantari *et al.*, 2010; de Vries, 2006b). همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، تولید شیر روزانه و درآمد شیر پس از کسر هزینه خوراک در هنگام حذف اختیاری، بسته به دوره شیرواری و سطح تولید شیر بسیار متغیر است. این تغییرپذیری‌ها شامل یک روند افزایشی در شیرواری اول و یک روند افزایشی و پس از آن کاهش در شیرواری‌های دوم و سوم بود. در مدلی که در این تحقیق استفاده شد، اندازه گله ثابت فرض شده بود و هیچ‌گونه محدودیتی برای حذف دام و ورود تلیسه جایگزین به گله اعمال نشده بود؛ لذا در این شرایط هنگامی که ارزش خالص کنونی یک دام از ارزش خالص تلیسه کمتر شود، پیشنهاد حذف و جایگزینی داده خواهد شد. با توجه

جدول ۳. روزهای شیردهی، تولید شیر روزانه و درآمد شیر پس از کسر هزینه خوراک در هنگام حذف اختیاری (منفی شدن ارزش نگهداری دام) به تفکیک سطح تولید شیر (نسبت به میانگین گله) و دوره شیرواری

Table 3. Days in milk, milk production and IOFC\* when voluntarily culled (negative retention payoff) by milk yield level and parity

Milk yield level (relative to average)	Parity1			Parity2			Parity3		
	Cull DIM (day)	Cull milk (kg)	Cull IOFC (Rial)	Cull DIM (day)	Cull milk (kg)	Cull IOFC (Rial)	Cull DIM (day)	Cull milk (kg)	Cull IOFC (Rial)
1 (70%)	1	11.0	46100	96	33.9	155500	101	34.3	157000
2 (76%)	158	30.9	130500	141	34.8	154700	137	35.2	158400
3 (80%)	208	31.7	134800	162	35.2	156200	155	35.6	160100
4 (84%)	255	32.2	137000	180	35.7	158600	173	35.9	160700
5 (88%)	300	32.3	137200	198	35.9	159900	189	36.1	161600
6 (92%)	340	32.4	137400	215	36.2	161100	203	36.4	163400
7 (96%)	379	32.4	136500	230	36.5	163000	216	36.7	165200
8** (100%)	415	32.3	135600	244	36.7	165000	229	36.8	166100
9 (104%)	437	32.7	138700	265	36.3	160600	241	37.0	167400
10 (108%)	447	33.6	145500	284	35.9	157200	252	37.2	168900
11 (112%)	454	34.5	153300	301	35.7	154800	266	37.1	167100
12 (116%)	460	35.4	161100	318	35.3	151800	279	36.9	165700
13 (120%)	483	35.6	162300	335	34.9	148500	293	36.6	163000
14 (124%)	508	35.6	162100	352	34.5	144600	308	36.1	158600
15 (130%)	546	35.6	162200	379	33.8	138200	330	35.5	153300

\* درآمد شیر پس از کسر هزینه خوراک.

\*\* سطح هشتم تولید شیر برابر با میانگین تولید گله است.

\* Income over feed cost.

\*\* The eighth level of milk yield is equal to the average production of herds.

## نتیجه‌گیری کلی

تولید شیر، فروش گاو حذفی و تولید گوساله است. هرچند اجرای برنامه‌های بهینه با افزایش نرخ حذف دام و هزینه‌های جایگزینی همراه است، با این حال افزایش درآمد ناشی از اجرای این سیاست‌ها می‌تواند به‌خوبی هزینه‌های افزایش‌یافته را جبران کند.

تخمین ارزش نگهداری دام و تصمیم‌گیری‌ها برای بهینه کردن حذف اختیاری با برنامه‌های رایانه‌ای مبتنی بر برنامه‌نویسی پویا، امکان بهبود بازده اقتصادی را فراهم می‌کند. این بهبود با کاهش میانگین روزهای شیردهی در گله و در نتیجه افزایش

## REFERENCES

1. Cabrera, V. (2010). A large Markovian linear program to optimize replacement policies and dairy herd net income for diets and nitrogen excretion. *Journal of Dairy Science*, 93, 934-406.
2. Cabrera, V. (2012). A simple formulation and solution to the replacement problem: A practical tool to assess the economic cow value, the value of a new pregnancy, and the cost of a pregnancy loss. *Journal of Dairy Science*, 95, 4683-4698.
3. De Vries, A. (2004). Economics of delayed replacement when cow performance is seasonal. *Journal of Dairy Science*, 87, 2947-2958.
4. De Vries, A. (2006a). Economic Value of Pregnancy in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 3876-3885.
5. De Vries, A. (2006b). Ranking dairy cows for future profitability and culling decision. In: Proceeding of 3<sup>rd</sup> Florida and Georgia Dairy Road Show, University of Florida, Gainesville. 91-109.
6. De Vries, A. (2006c). The DairyVIP program to evaluate the consequences of changes in herd management and prices on dairy farm. Retrieved August 10, 2016, *Animal Sciences Department of UF/IFAS Extension*, from <http://edis.ifas.ufl.edu>.
7. Eicker, S. & Fetrow, J. (2003). New tools for deciding when to replace used dairy cows. In: proceeding 2003 Kentucky Dairy Conference, Lexington, KY. University of Kentucky, Lexington. 33-46.
8. Kalantari, A. S., Mehrabani-Yeganeh, H., Moradi, M., Sanders, A. H. & De Vries, A. (2010). Determining the optimum replacement policy for Holstein dairy herds in Iran. *Journal of Dairy Science*, 93, 2262-2270.
9. Kristensen, A. R. (1987). Optimal replacement and ranking of dairy cows determined by a hierarchical Markov process. *Livestock Production Science*, 16, 131-144.
10. Lehenbauer, T. W. & Oltjen, J. W. (1998). Dairy cow culling strategies: Making economical culling decisions. *Journal of Dairy Science*, 81, 264-271.
11. Lotfi, S., Lotfi, R., Vahidian Kamyad, A. & Farhangfar, H. (2014). Modeling the lactation curve of Holstein dairy cows using the Sine function and comparing it with Dijkstra and Wood's functions in a herd of Holstein dairy cow. *Iranian Journal of Animal Science*, 45, 59-68. (in Farsi)
12. Nielsen, L. R., Jorgensen, E., Kristensen, A. R. & Ostergaard, S. (2010). Optimal replacement for dairy cows based on daily yield measurements. *Journal of Dairy Science*, 93, 75-92.
13. Smith, B. J. (1973). Dynamic programming of the dairy cow replacement problem. *American Journal of Agricultural Economics*, 55, 100-104.
14. Van Arendonk, J. A. M. (1984). Studies in replacement policies in dairy cattle I. Evaluation of techniques to determine the optimum time for replacement and rank cows on future profitability. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 101, 330-340.
15. Wolf, C. A., Novakovic, A. M., Stephenson, M. W. & Knoblauch, W. A. (2014). Indicators of dairy farm financial Condition as Policy Triggers. *Journal of Agribusiness*, 32, 127-143.