



Original Research Paper

Evaluation of Culling and Replacement rate in two different optimization systems for reproductive and reproductive traits and reproductive and health traits in dairy herds

Peyman Berenjfeoosh, Reza Seyed Sharifi, Nemat Hedayat evrigh, Jamal Seif Davati, Hossein Abdi Benamar*

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Key Words:

Culling rate
Dairy cow
Dynamic programming,
Optimal life

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to evaluation the culling rate in two different optimization systems for reproductive and reproductive traits and reproductive and health traits in dairy herds based on data collected from dairy herds in Ardabil province according to market conditions in a production period from 2017 to 2018. One of the most important management decisions affecting livestock profit is timely replacement with young heifers.

Materials & Methods: By analyzing the economic system of the dairy herd system, they were broken down into income and cost components, and each of these components was subdivided into other sub-sections. Then, using mathematical models, a simulation of a bio economic model was performed and optimized using MATLAB's Compecon toolbox and dynamic programming. Dairy cows were treated by status variables at three levels (low productivity, medium and high productivity) and reproductive performance at four levels (ideal calving interval, 50,100 and 150 days delay) and health performance at three conditions (no disease, the curable disease, a disease that causes involuntary eradication, was categorized and evaluated in the planning horizon with 10 lactation cycles.

Result: The results of the production and reproductive model showed that in the low-production group, the present value increased up to the fourth abdomen and then decreased. And in the intermediate group the present value is increased to the second abdomen and then decreases automatically and in the high productive group the first abdominal value decreases. The results of the production and health models were similar to those of the production and reproductive models in terms of present value changes. Future value is the value of an asset or cash at a specified future date, which is equal to the present value at a present value. It was observed that the trend of future value changes in both systems in different breeding and reproductive status and health and production status decreased with increasing lactation and with increasing cow age. The difference between the future value and the present value under the discount of 20% showed that this difference is further increased by the level of production.

Conclusion: Regardless of the present and future value, cows are removed sooner than the optimal deadline, which leads to a decrease in the profitability of the herd. The optimum lifetime determined by dynamic programming was obtained using the Markov simulation for the reproduction and reproduction models of 4.99 years and for reproduction and health of 4.83 years, So that culling of dairy cows older than the optimum age leads to increased profitability of livestock units.

* Corresponding Author's email: reza_seyedsharifi@yahoo.com

Received: 18 February 2020; Reviewed: 13 April 2020; Revised: 1 May 2020; Accepted: 19 May 2020
(DOI): [10.22034/aej.2021.131719](https://doi.org/10.22034/aej.2021.131719)

مقاله پژوهشی

بررسی نرخ حذف و جایگزینی در دو سیستم مختلف بهینه‌سازی برای صفات تولیدی و تولیدمثلی و سلامتی در گله‌های شیری

پیمان برنج‌فروش، رضا سیدشرفی*، نعمت هدایت‌ایوریق، جمال سیف‌دواتی، حسین عبدی‌بنمار

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

کلمات کلیدی:

مقدمه: هدف از انجام این پژوهش بررسی نرخ حذف در دو سیستم مختلف بهینه‌سازی برای صفات تولیدی و تولیدمثلی و سلامتی در گله‌های شیری، بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده از گله‌های شیری استان اردبیل مطابق با شرایط بازار در یک دوره تولیدی از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ بود. یکی از مهم‌ترین تصمیمات مدیریتی موثر بر سود دامداری‌ها، جایگزینی به موقع گاو شیری با تلیسه جوان می‌باشد. مواد و روش‌ها: با استفاده از روش تحلیل سیستم سامانه اقتصادی گله گاو شیری به مولفه‌های درآمدی و هزینه‌ای تجزیه شده و هر کدام از این مولفه‌ها هم به زیر بخش‌های دیگری تقسیم شدند. سپس با بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی نسبت به شبیه‌سازی یک مدل زیست اقتصادی اقدام شد و با استفاده از جعبه ابزار Compecon نرم‌افزار متلب و مدل برنامه‌ریزی پویا بهینه‌سازی سامانه انجام گرفت. گاو شیری توسط متغیرهای وضعیتی شامل توان تولیدی در ۳ سطح (کم تولید، متوسط و پر تولید) و عملکرد تولیدمثلی با چهار وضعیت (فاصله زایش ایده‌ال، تاخیر ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ روز آبستی) و عملکرد سلامتی در سه وضعیت (عدم بیماری، بیماری قابل درمان، بیماری که سبب حذف غیر ارادی می‌شود) طبقه‌بندی و در افق برنامه‌ریزی با ۱۰ دوره شیردهی مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج: نتایج مدل تولیدی و تولیدمثلی نشان داد که در گروه کم تولید، ارزش حال تا شکم چهارم افزایش یافته و سپس روند کاهش به‌خود می‌گیرد. در گروه متوسط ارزش حال تا شکم دوم افزایش یافته و سپس روند کاهش به‌خود می‌گیرد و در گروه پر تولید بعد شکم اول ارزش حال کاهش می‌یابد. نتایج مدل تولیدی و سلامتی به لحاظ تغییرات ارزش حال انتظاری مشابه مدل تولیدی و تولیدمثلی بود. ارزش آتی در هر دو سیستم در وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثلی و سلامتی با افزایش دوره شیردهی و با افزایش سن گاو کاهش یافت. تفاوت ارزش آتی و ارزش کنونی تحت تنزیل ۲۰ درصد نشان داد که با اضافه کردن سطح تولید این تفاوت بیش‌تر می‌شود. نتیجه‌گیری و بحث: بدون توجه به ارزش حال و آتی، گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می‌شوند که این امر منجر به کاهش سودآوری گله می‌شود. عمر بهینه تعیین شده توسط برنامه‌ریزی پویا با استفاده از شبیه‌سازی مارکوف برای مدل تولید و تولیدمثلی ۴/۹۹ سال و برای تولید و سلامتی ۴/۸۳ سال حاصل شد. به طوری که حذف گاو شیری با سن بالاتر از سن بهینه تعیین شده منجر به افزایش سودآوری واحدهای دامداری می‌شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: reza_seyedsharifi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۲۹ بهمن ۱۳۹۸؛ تاریخ داوری: ۲۵ فروردین ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۹

(DOI): 10.22034/aej.2021.131719

مقدمه

می‌شود (Tatar و همکاران، ۲۰۱۷). هم‌چنین بیماری‌ها یکی از عوامل تاثیرگذار بر حذف دام‌ها هستند زیرا وقوع بیماری ممکن است زمان و تصمیم به حذف را تحت تاثیر قرار دهد (Mohd Nor و همکاران، ۲۰۱۲). برنامه‌ریزی پویا شامل مرحله، وضعیت یا حالت و سیاست بهینه است کاربرد این روش در علوم دامی بیش‌تر در مسایل مربوط به جایگزینی دام است (Bertsekas، ۲۰۰۱). در این روش سامانه تولید در طول افق زمانی محدود یا نامحدود به دوره‌ها یا مراحل تقسیم می‌شود در هر مرحله وضعیت سامانه مشاهده شده و یک تصمیم مرتبط با سامانه اخذ می‌شود تصمیم اتخاذ شده به‌صورت قطعی یا تصادفی وضعیت سامانه در مرحله بعد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. لذا تصمیم‌های گرفته شده بستگی به احتمال رویداد وضعیت‌ها و تصمیم‌هایی که در دوره پیش گرفته شده دارند. در این روش بنا بر هر یک از وضعیت‌هایی که می‌توان با آن روبرو بود یک ارزش انتظاری محاسبه می‌شود و تصمیم‌گیرنده بر پایه وضعیت‌های پیش روی بهترین تصمیم را بر پایه ارزش‌های انتظاری محاسبه شده گزینش می‌کند (Miranda و Fackler، ۲۰۰۲). تصمیمات بهینه جایگزینی در ایران تحت تاثیر نوسانات قیمت‌های ورودی و خروجی است. در صنعت گاو‌شیری با شناخت بهتر نسبت به عوامل تاثیرگذار بر حذف و مقاطع زمانی که احتمال حذف دام‌ها افزایش می‌یابد، می‌توان با اتخاذ تصمیمات صحیح در زمان مناسب، افزایش سود و بهره‌وری گله‌ها را تضمین نمود. لذا بررسی نرخ حذف و جایگزینی در دو سیستم مختلف بهینه‌سازی برای صفات تولیدی، تولیدمثلی و تولیدی و سلامتی در گله‌های شیری ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از داده‌های جمع‌آوری شده گله‌های شیری موجود در ۵ گاوداری صنعتی استان اردبیل که توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور تحت رکوردبرداری قرار گرفته بودند استفاده شد. داده‌های مورد استفاده مدل بر مبنای شرایط بازار در یک‌دوره تولیدی از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ بود. در این تحقیق سیستم اقتصادی گله گاو به مولفه‌های درآمدی و هزینه‌ای تجزیه شد که مولفه‌های هزینه‌ای شامل هزینه‌های متغیر و ثابت بود که هزینه‌های متغیر نیز شامل هزینه‌های تغذیه، پرورش تلیسه، بازاریابی و مدیریت بود که مدیریت خود شامل هزینه بهداشتی، کارگری و تولیدمثلی گاو بود. سپس با بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی و به کمک زبان برنامه‌نویسی متلب نسبت به شبیه‌سازی مدل زیست اقتصادی اقدام شد. درآمدها طبق رابطه زیر محاسبه گردید.

$$R = R_{milk} + R_{mate\ calves} + R_{cows_{age}} + R_{culled\ heifer} \quad (1)$$

در صنعت دامپروری در سراسر دنیا اکثر تصمیمات درباره افزایش سودآوری به‌زای هر دام است که این فرآیند امری مستقل نبوده و تحت تاثیر آثاری مانند تولید، تولیدمثل، سلامت و بهداشت و قیمت‌ها هستند که از طریق تغییر در سیاست‌های جایگزینی و پرورش، سودآوری را تحت تاثیر قرار می‌دهند (سیدشریفی و همکاران ۱۳۹۷). هدف اصلی یک واحد اقتصادی را می‌توان حداکثر کردن ارزش بنگاه یا واحد در بلندمدت دانست، از این‌رو هدف اصلی یک مزرعه شیری تجاری نیز حداکثرسازی سود کل گله است، یکی از مهم‌ترین مسائلی که روی این سود تاثیر دارد معیارها و میزان حذف است (Van Arendonk، ۱۹۸۵). گاوها به‌دلایل مختلف حذف می‌شوند که شایع‌ترین آن‌ها تولیدمثل، سلامت و تولید پایین است (Bell و همکاران، ۲۰۱۰). اطلاع از روند تاثیر حذف بر تولید، تعداد دام‌های حذف شده، علت حذف و تاثیر برنامه‌های مدیریتی بر میزان حذف، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. از این‌رو به‌دست آوردن درصد دام‌های حذف شده در سال یا میزان جایگزینی دام‌ها، نقش معنی‌داری بر عملکرد اقتصادی گله گاو شیری دارد. سعی محققین بر این است که با مطالعات و مدل‌های شبیه‌سازی میزانی از حذف را تعیین کنند که سود حاصل از رشد ژنتیکی حداکثر و هزینه این فعالیت‌ها حداقل شود (De Vries، ۲۰۰۶). در مقابل حذف اجباری به‌دلیل مشکلات تولیدمثلی، بیماری، آسیب‌های فیزیکی، مرگ و ورم پستان رخ می‌دهد و هرچه درصد آن از کل حذف‌ها کم‌تر باشد، اقتصادی‌تر است زیرا خارج از اراده دامدار است هم‌چنین با افزایش حذف اختیاری شدت انتخاب افزایش می‌یابد و دام‌های با تولید بالا، بدون مشکلات تولیدمثلی و سالم‌بیش‌تر در گله می‌مانند و سطح تولید گله افزایش می‌یابد (Mohd Nor و همکاران، ۲۰۱۴). به‌طور کلی جایگزینی گاوهای کم تولید با گاو یا تلیسه‌های پر تولید سود مزرعه را افزایش می‌دهد اما حذف بیش از حد در گله پرهزینه خواهد بود زیرا تولید تلیسه جایگزین به‌دلیل قیمت بالای خوراک و قیمت نسبتاً پایین شیر بسیار گران تمام می‌شود (Kalantari و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر قیمت تلیسه جایگزین، عوامل دیگری از جمله قیمت شیر، قیمت دام حذفی، سن، وضعیت سلامتی و باروری، شکم زایش و مرحله شیردهی در حذف یک دام مؤثر است (De Vries و همکاران، ۲۰۱۰؛ Chiumia و همکاران، ۲۰۱۳؛ Olechnowicz و Jaskowski، ۲۰۱۱). کاهش عملکرد تولیدمثلی در نهایت با کاهش سودآوری و عملکرد اقتصادی همراه است (De Vries و همکاران، ۲۰۱۰). عملکرد تولیدمثلی نامناسب گاوهای شیری که به‌صورت افزایش فاصله گوساله‌زایی یا افزایش حذف اجباری گاوهای شیری و یا هر دو بروز می‌کند، سبب کاهش تولید شیر و گوساله‌زایی در سال

مختلف برای صفات تولیدی و تولیدمثلی و سلامتی در گله‌های شیری از مدل برنامه‌ریزی پویا استفاده گردید و مسئله بهینه سازی به صورت زیر (۵) فرموله گردید:

$$V_t(X_t) = \max \{ \sum P_t(K_t) [r_t(X_t \times a_t \times K_t) + \beta V_{t+1}(X_t \times a_t \times K_t)] \}$$

$$t = T-1, \dots, 1$$

$$\sum_K P_t(K_t) = 1$$

$$V_T(X_T) = F_t(X_T)$$

$$X_1 = X'_1$$

که در آن $V_t(X_t)$ حداکثر ارزش انتظاری تابع هدف در طول افق برنامه‌ریزی تحت سیاست بهینه جایگزینی در حالت S_t و دوره شیردهی t می‌باشد. اگر تصمیم به نگهداری یا جایگزینی دام گرفته شود و احتمال انتقال متغیرهای تصادفی (ظرفیت تولید و تولیدمثلی و وضعیت سلامتی) $P_t(K_t)$ باشد. بازده دوره شیردهی t به صورت $r_t(X_t \times a_t \times K_t)$ خواهد بود. T طول افق برنامه‌ریزی و برابر با حداکثر تعداد دوره شیردهی ممکن در مدل و β نرخ تنزیل می‌باشد. پس از تعیین تصمیمات بهینه نگهداری یا حذف دام با استفاده از برنامه‌ریزی پویا اغلب به دست آوردن جریان تغییرات در گاوها و گله در طول زمان مورد نظر است لذا برای این منظور از شبیه‌سازی زنجیره مارکوف استفاده گردید. احتمال آبهستن شدن و سالم بودن دام در اولین، دومین، سومین و دوره‌های شیردهی بالاتر طبق جدول ۱ و ۲ براساس تحلیل داده‌ها و رگرسیون لوجستیک و با استفاده از رویه GenMod نرم‌افزار SAS حاصل گردید. ارزش آتی نیز طبق رابطه ۶ زیر محاسبه گردید. که در این رابطه PV ارزش حال و r نرخ بهره می‌باشد:

$$FV = PV (1 + r)^n \quad (6)$$

جدول ۱: احتمال وضعیت‌های مختلف سلامتی گله گاوهای شیری

مورد بررسی			دوره شیردهی
وضعیت سلامتی حیوان			
عدم بیماری	بیماری قابل درمان	بیماری که سبب حذف حیوان می‌شود	
۰/۷	۰/۱	۰/۲	۱
۰/۶	۰/۱	۰/۳	۲
۰/۵	۰/۱	۰/۴	۳
۰/۴	۰/۱	۰/۵	۴
۰/۳	۰/۱	۰/۶	۵
۰/۲	۰/۱	۰/۷	۶
۰/۱	۰/۱	۰/۸	۷
۰/۱	۰/۱	۰/۸	۸
۰	۰/۵	۰/۵	۹

باتوجه به جدول ۳ مجموع هزینه‌های مربوط به تاخیر ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ روزه در آبهستنی (نسبت به فاصله زایش ایده‌آل) به ترتیب برابر

که در این رابطه درآمد تولیدکنندگان از فروش شیر R_{milk} ، گوساله نر $R_{male\ calves}$ ، گاو حذفی $R_{cows\ age}$ و تلیسه مازاد $R_{cull\ heifer}$ می‌باشند.

هزینه‌ها نیز براساس رابطه زیر بیان شدند:

$$C = C_{(Mmale\ calves)} + C_{Fheifers} + C_{Hheifers} + C_{Rheifers} + C_{lheifer} + C_{(Mcull\ heifers)} + C_{Fcows} + C_{Hcows} + C_{Rcows} + C_{lcows} + C_{Mmilk} + C_{(Mcows - age)} + fixedcosts \quad (7)$$

که هر مولفه بیانگر موارد زیر است: هزینه بازاریابی گوساله نر $C_{Mmale\ calves}$ ، مجموع هزینه‌های تغذیه تلیسه از تولد تا اولین زایش $C_{Fheifers}$ ، مجموع هزینه‌های بهداشتی تلیسه از تولد تا اولین زایش $C_{Hheifers}$ ، هزینه‌های تولیدمثلی تلیسه $C_{Rheifers}$ ، هزینه‌های نیروی انسانی تلیسه $C_{lheifer}$ ، هزینه‌های بازاریابی تلیسه $C_{(Mcull\ heifers)}$ ، هزینه‌های تغذیه هر رأس گاو C_{Fcows} ، هزینه سلامتی گاو C_{Hcows} ، هزینه تولید مثلی گاو C_{Rcows} ، هزینه‌های نیروی انسانی گاو C_{lcows} ، هزینه بازاریابی شیر C_{Mmilk} ، هزینه بازاریابی گاوهای حذفی $C_{(Mcows - age)}$ و هزینه‌های ثابت $fixedcosts$ می‌باشند (Kahi و Nitter، ۲۰۰۴).

برای بهینه‌سازی سامانه تولید در مرحله اول متغیرهای حالت، تعداد دوره شیردهی، ظرفیت تولید و وضعیت تولیدمثل دام در نظر گرفته شد.

$$X_t = [\{ X_t^{prod} \times X_t^{reprod} \times X_t^{parity} \}] \quad (3)$$

که در آن X_t^{parity} تعداد دوره شیردهی گاو شیری ($X_t^{parity} = 1, 2, \dots, 10$)؛ وضعیت زمان آبهستن شدن ($X_t^{reprod} = 1, 2, 3, 4$)؛ که یک حالت ایده‌آل است (هیچ تأخیری در آبهستنی وجود ندارد)، ۲، ۳ و ۴ تأخیرهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ روزه در آبهستنی می‌باشند، X_t^{prod} ظرفیت تولید ($S_t^{prod} = 1 \times 2 \times 3$) که برای گاو شیری کم تولید، ۲ برای متوسط و ۳ برای پر تولید است.

در مرحله دوم متغیرهای حالت تعداد دوره شیردهی، ظرفیت تولید و وضعیت سلامتی دام در نظر گرفته شد.

$$X_t = [\{ X_t^{prod} \times X_t^{health} \times X_t^{parity} \}] \quad (4)$$

که در آن X_t^{parity} تعداد دوره شیردهی گاو شیری، X_t^{health} وضعیت سلامتی است، وضعیت سلامتی شامل (۱ عدم بیماری، ۲ بیماری قابل درمان، ۳ بیماری که سبب حذف غیر ارادی می‌شود). X_t^{prod} ظرفیت تولید که (۱ برای گاو شیری کم تولید، ۲ برای گاو شیری با تولید متوسط و ۳ برای دام شیری پر تولید می‌باشد). در این تحقیق افق برنامه‌ریزی برابر با ۱۰ دوره شیردهی و هر دوره شیردهی به‌عنوان یک مرحله برای تصمیم‌سازی در نظر گرفته شد. سرانجام تابع هدفی برای حداکثر سازی ارزش خالص فعلی گاو تعریف گردید. برای تعیین مناسب‌ترین زمان حذف در بررسی نرخ حذف در دو سامانه

نتایج

ارزش حال انتظاری هر رأس دام در جداول ۵ و ۶ برای مدل تولید و تولیدمثل و تولید و سلامت آورده شده است، هر کدام از این اعداد ارزش تابع هدف در برنامه‌ریزی پویا را نشان می‌دهند. جداول ۷ و ۸ روند تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولید مثل و تولیدی و سلامتی را نشان می‌دهند. در جداول ۹ و ۱۰ تفاوت ارزش آتی و ارزش حال تحت نرخ تنزیل ۲۰ درصد برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثل و سلامتی آورده شده است. به طوری که با اضافه شدن سطح تولید تفاوت ارزش حال و آتی افزایش می‌یابد. در جداول ۱۱ و ۱۲ تاثیر تغییر پارامترهای مرتبط با قیمت بر عمر بهینه گله در وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولید مثل و تولیدی و سلامتی نشان داده شده است.

جدول ۲: احتمال وضعیت‌های مختلف تولید مثل گاوهای شیری مورد بررسی

دوره شیردهی	وضعیت مختلف سلامتی حیوان (تاخیر در آبستنی)			
	ایده ال	۵۰ روز	۱۰۰ روز	۱۵۰ روز
۱	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۲۸
۲	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۳۰
۳	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۳۰
۴	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۳۷
۵	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۳۸
۶	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۴۱
۷	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۴۲
۸	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۴۴
۹	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۴۴

جدول ۴: پارامترهای اقتصادی و زیستی مورد استفاده جهت مدل‌سازی

متغیر	مقدار	علامت اختصاری
وزن تولد (کیلو گرم)	۳۶/۶	<i>bw</i>
وزن بدن بالغ (کیلو گرم)	۶۰۰	<i>Lw</i>
افزایش وزن روزانه قبل از شیرگیری (گرم)	۷۵۰	<i>DG</i>
افزایش وزن روزانه بعد از شیرگیری (گرم)	۶۹۵	<i>PDG</i>
نرخ بقا قبل از شیرگیری (درصد)	۹۵	<i>SR</i>
نرخ بقا بعد از شیرگیری (درصد)	۹۸	<i>PSR</i>
نرخ بقا در ۲۴ ساعت بعد از تولد (درصد)	۹۸	<i>S24</i>
میانگین سن در نخستین زایش (روز)	۹۵۰	<i>AFC</i>
قیمت فروش یک کیلوگرم شیر (ریال)	۲۳۰۰۰	<i>P_m</i>
قیمت یک کیلوگرم ماده خشک علوفه (ریال)	۶۰۰۰	<i>P_{forag}</i>
قیمت یک کیلوگرم ماده خشک کنسانتره (ریال)	۲۲۰۰۰	<i>P_{conc}</i>
قیمت هر کیلوگرم وزن زنده گاوهای حذفی (ریال)	۳۵۰۰۰۰	<i>P_{Lw}</i>
طول عمر تولیدی (روز)	۱۴۶۰	<i>PLT</i>
تولید شیر به ازای هر گاو در سال	۱۰۹۸۸	<i>MY</i>
مقدار علوفه خشک مصرفی در روز (کیلو گرم)	۲۰	<i>forage</i>
مقدار کنسانتره مصرفی در روز (کیلوگرم)	۷/۵	<i>Conc</i>
نرخ بهره (%)	۲۰	δ

جدول ۳: فهرست هزینه‌های تاخیر در آبستنی

متغیر	تاخیر ۵۰ روزه	تاخیر ۱۰۰ روزه	تاخیر ۱۵۰ روزه
هزینه هورمون‌های دامپزشکی	۲۶۳۵۰۰	۳۹۲۵۰۰	۵۳۷۰۰۰
هزینه اسپرم	۳۵۷۵۰۰۰	۷۶۱۴۰۰	۱۰۲۴۷۵۰
هزینه تاخیر در تولید گوساله	۸۳۳۳۳۳/۳۵۰	۱۶۶۶۶۶/۷۰۰	۲۵۰۰۰۰/۰۵۰
برآیند زیان ناشی از کاهش تولید شیر	۶۱۲۹۵۰۰	۱۰۱۸۴۴۰۰	۱۵۳۷۰۹۰۰
مجموع زیان	۱۰۸۰۱۳۳۳/۳۵	۱۳۰۰۴۹۶۶/۷۰	۱۹۴۳۲۶۵۰/۰۵

آمار توصیفی داده‌های تولیدی و متغیرهای در نظر گرفته شده به همراه قیمت‌ها و هزینه‌های هر واحد از متغیرها در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۵: ارزش حال خالص انتظاری در هر دوره شیردهی با توجه به ظرفیت تولیدی و تولیدمثلی گاو شیری (میلیون ریال)

تعداد دوره شیردهی	ارزش حال خالص											
	پر تولید				متوسط تولید				کم تولید			
	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A
۱	۱۳۵۸۱۵۵۱۷	۱۴-۵۲۴۲۰۰	۱۴-۴۷۴۴۳۴	۱۴۷۵۲۸۱۶۷	۱۳۱۴۶۱۷۰۴	۱۳۱۹-۲۳۳۸۷	۱۳۱۱۲۴۲۰۰	۱۳۲۲-۴۹۲۵۴	۹۶۴۲۳۶۱	۹۵۳۴۰۲۱۵	۹۵۵۳۳۳۹۸	۹۶۴۶۵۲۸۲
	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R
۲	۱۳۹۴۵۲۵۸۴	۱۴-۰۸۵۵۰۷	۱۴-۲۱۵۲۱۴۱	۱۴۱۲۹۵۸۴۴	۱۳۱۵۲۷۷۶۴	۱۳۱۱۵۵۳۶۸	۱۳۲۴۱۵۹۰۸۱	۱۳۳۴۶۰۰۴۱۴	۹۵۸-۷۲-۹۷	۹۶۵۰-۷۸۱	۹۶۶۷-۴۴۱۴	۹۷۷۵-۵۲۶۸
	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R
۳	۱۳۸۱۴۶۴۳۷	۱۳۷۹۲۷۶۲۱	۱۳۷۶۷۷۸۲۵۴	۱۳۸۷۵۷۹۵۸۷	۱۱۹۹۵۲۰۸۲	۱۲-۴۳۸-۷۶۵	۱۲-۸۵۸۳۳۹	۱۳۱۳۸۵۷۳۲	۹۵۳۱۵۲۴۵	۹۷۱۷۳۱۱۸	۹۷۱۹۶۷۵۲	۹۸۲۶۸۰۸۵
	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
۴	۱۳۳۳۳۷۰۸۰	۱۳۳۹۷۷۷۳۲	۱۳۳۱۹۸۳۷	۱۳۴۷۷۷۷۳۰	۱۱۷۰۰-۱۶-۹۷	۱۱۷۶۴۴۳۳۱	۱۱۷۸۶۴۳۳۶	۱۱۸۵۴۶۸۳۸	۹۸۵۴۰-۱۲۵	۹۷۴۶۸۰۰۹	۹۷۷۱۷۱۹۲	۹۸۷۳۳۷۶
	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R
۵	۱۳۵۲۴۴۳۰	۱۳۷۳۵۱۹۱۲	۱۳۷۵۵۵۵۷	۱۳۸۲۵۶۸۰	۱۳۱۲۲۵۶۸۲	۱۳۱۷۵۲۳۴۵	۱۳۱۳۸۴۹۹۹	۱۱۵-۴۵۸۳۲۲	۹۶۸۶۶۸۷	۹۷۴۹۳۳۷۱	۹۷۶۹۸۰۰۴	۹۸۷۹۳۳۸
	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R
۶	۱۱۹۹۹۵۲۷۱۲	۱۲-۶۶-۲۳۶	۱۲-۸۶-۷۰۰	۱۳۱۹۴-۸۳۴	۱-۸۷۳۲۱۱۷۲	۱-۳۳۵۸۵۷	۱-۹۵۹۳۲۹۰	۱۱-۶۱۶۳۸۳۲	۹۶۳۲۵۲۸۱	۹۶۹۸۲۶۵	۹۷۱۸۸۶۵۸	۹۸۲۶۸۷۳۲
	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R
۷	۱۳۸۷۷۷۳۶	۱۳۳۸-۵-۰۹	۱۳۳۰-۸۶۲	۱۳۳۸-۹۹۹	۱-۴-۹۸۸۸۷۲	۱-۴۲۱۶۵۵۶	۱-۴۹۲۰-۱۹۰	۱-۴-۲۲۱۵۳۲	۹۵۴۷-۵۹۰۷	۹۶۱۳۳۵۹۱	۹۶۳۳۷۲۲۴	۹۷۴۳۸۵۵۸
	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R
۸	۱-۶۱۹۱۵۴۹	۱-۶۷۸۳۳۸۲	۱-۷۰-۴۷-۱۶	۱-۸-۸۶۸۳۹	۱-۰-۱۳۸۰-۵۷	۱-۰-۷۸-۷۷۱	۱-۱۰-۱۱۳۴	۱-۲-۸۱۳۰-۷	۹۳۲۱۸۵۴۵	۹۸۶۶۲۴۹	۹۵-۸۶۸۸۲	۹۶۱۵۲۱۱۶
	K	K	K	K	K	K	K	K	R	R	R	R
۹	۱-۰-۶۷۹۹۳۵	۱-۱۳۲-۷۶۱۹	۱-۱۵۶۱۱۵۲	۱-۲۶۲۱۲۵۶	۹۶۱۸۶۶۷	۹۸۲۱۲۵۱	۹۸۲۱۲۵۸	۹۵۳۱۶۶۱۸	۹۲۵۹۲۳۵۵	۹۳۲۲-۹۳۹	۹۳۴۴۵۲۲	۹۵۲۵۵۱-۶
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
۱۰	۹۳۳۴۳۱۷	۹۷۶۷-۸۶۱	۹۸۱۸۷۹۹۹	۹۳۴۶۵۸۸	۹۳۴۶۵۸۷	۹۵۴-۵۲۵۱	۹۵۴۵۲۶۷۴	۹۶۷-۵۷۵-۸	۹-۵۲۴۹۹۷	۹۱۱۸۵۷۶۶۱	۹۱۴-۶۱۲۹۴	۹۲۸۶۳۶۸
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

A: فاصله زایش ایده آل، B: تاخیر ۵۰ روز در آبستنی، C: تاخیر ۱۰۰ روز در آبستنی، D: تاخیر ۱۵۰ روز در آبستنی، K: نگهداری R: حذف

جدول ۶: ارزش حال خالص انتظاری در هر دوره شیردهی با توجه به ظرفیت تولیدی و سلامتی گاو شیری (میلیون ریال)

تعداد دوره شیردهی	ارزش حال خالص								
	پر تولید			متوسط تولید			کم تولید		
	C	B	A	C	B	A	C	B	A
۱	۱۳۲۷۳۷۹۵۵۵	۱۳۴۳۷۹۵۵۵	۱۳۴۳۷۹۵۵۵	۱۱۴۸۹۸۴۵۰	۱۱۸۰۸۹۸۴۵۰	۱۱۸۴۸۹۸۴۵۰	۸۹۸۹۱۱۶۶۱	۹۳۴۹۸۱۶۶۱	۹۳۸۹۸۱۶۶۰
	K	K	K	K	K	K	R	R	R
۲	۱۳۲۱۵۷۷۰۲۵	۱۳۵۷۵۷۷۰۲۵	۱۳۴۱۵۷۷۰۲۵	۱۱۴۶۲۰۷۸۳	۱۱۸۲۲۰۷۸۳	۱۱۸۶۲۰۷۸۳	۹۱۰۱۲۲۱۲۷	۹۶۶۱۲۲۱۲۷	۹۵۰۱۲۲۱۲۴
	K	K	K	K	K	K	R	R	R
۳	۱۳۰۶۱۷۳۳۳۱	۱۳۴۲۱۷۳۳۳۱	۱۳۴۲۱۷۳۳۳۱	۱۱۴۲۴۶۷۰۹	۱۱۷۸۲۴۶۷۰۹	۱۱۸۲۴۶۷۰۹	۹۱۷۲۴۶۶۲۵	۹۵۳۲۴۶۶۲۵	۹۵۷۲۴۶۶۲۴
	K	K	K	K	K	K	R	R	R
۴	۱۲۶۶۹۱۱۸۴۷	۱۳۰۲۹۱۱۸۴۷	۱۳۰۶۹۱۱۸۴۷	۱۱۱۸۸۶۷۳۳۹	۱۱۵۴۸۶۷۳۳۹	۱۱۵۸۸۶۷۳۳۹	۹۲۰۵۸۹۱۵۵	۹۵۶۵۸۹۱۵۵	۹۶۰۵۸۹۱۵۴
	K	K	K	K	K	K	R	R	R
۵	۱۲۱۸۶۱۵۹۱۵	۱۲۵۴۶۱۵۹۱۵	۱۲۵۸۶۱۵۹۱۵	۱۰۹۰۲۸۶۵۵۳	۱۱۲۴۲۸۶۵۵۳	۱۱۳۰۲۸۶۵۵۳	۹۱۹۹۱۵۷۱۷	۹۵۵۹۹۱۵۷۱۷	۹۵۹۹۹۱۵۷۱۶
	K	K	K	K	K	K	R	R	R
۶	۱۱۵۱۱۴۴۹۸۱	۱۱۸۷۱۴۴۹۸۱	۱۱۹۱۱۴۴۹۸۱	۱۰۴۶۱۷۴۱۶۱	۱۰۸۲۱۷۴۱۶۱	۱۰۸۶۱۷۴۱۶۱	۹۱۵۳۰۴۳۱۱	۹۵۱۳۰۴۳۱۱	۹۵۵۳۰۴۳۱۰
	K	K	K	K	K	K	R	R	R
۷	۱۰۷۶۲۸۱۵۱۵	۱۱۱۲۲۸۱۵۱۵	۱۱۱۶۲۸۱۵۱۵	۹۹۷۹۳۸۵۰۶	۱۰۳۳۹۳۸۵۰۷	۱۰۳۷۹۳۸۵۰۷	۹۰۶۷۵۴۹۳۷	۹۴۲۷۵۴۹۳۷	۹۴۶۷۵۴۹۳۶
	K	K	K	K	K	K	R	R	R
۸	۱۰۰۰۲۲۱۲۵۹	۱۰۳۶۲۲۱۲۵۹	۱۰۴۰۲۲۱۲۵۹	۹۵۱۳۲۴۷۰۶	۹۸۷۳۲۴۷۰۷	۹۹۱۳۲۴۷۰۷	۸۹۴۴۶۷۵۹۵	۹۳۰۴۶۷۵۹۵	۹۳۴۴۶۷۵۹۴
	K	K	K	R	R	R	R	R	R
۹	۹۵۸۸۲۸۹۶۴	۹۹۴۸۲۸۹۶۴	۹۹۸۸۲۸۹۶۵	۹۲۸۲۳۳۹۶	۹۶۴۲۳۳۹۷	۹۶۸۲۳۳۹۷	۸۷۷۸۴۲۲۸۵	۹۱۲۸۴۲۲۸۵	۹۱۷۸۴۲۲۸۴
	R	R	R	R	R	R	R	R	R
۱۰	۹۱۵۲۹۲۲۰۶	۹۶۱۲۹۲۲۰۶	۹۶۵۲۹۲۲۰۷	۸۹۶۴۳۸۸۶	۹۳۵۶۳۸۸۷	۹۳۹۶۳۸۸۷	۸۵۷۴۷۹۰۰۷	۸۹۳۴۷۹۰۰۷	۸۹۷۴۷۹۰۰۶
	R	R	R	R	R	R	R	R	R

A : عدم بیماری ، B: بیماری قابل درمان، C: بیماری منجر به حذف، K: نگهداری R: حذف

جدول ۷: تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثلی (میلیون ریال)

شیردهی	تعداد دوره	ارزش آتی											
		کم تولید				متوسط تولید				پر تولید			
		D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A
۱	۱۱۵۹۶۸۳۳۸	۱۱۶۶۶۶۶۲۸	۱۱۴۶۰۲۳۲۸	۱۱۳۶۳۱۹۱۷	۱۲۷۸۴۵۲۳۵	۱۲۶۵۲۹۱۶۳۴	۱۲۴۲۸۴۷۲۴۴	۱۲۵۵۱۲۴۰۴۵	۱۲۸۱۵۲۴۹۷	۱۲۸۳۶۲۸۷۸	۱۲۶۴۲۴۶۵۳۸	۱۲۴۶۷۵۱۶۹	۱۲۲۰۰۶۸۹۸
۲	۱۱۸۱۶۷۷۰۲	۱۱۶۸۷۶۶۱۰۲	۱۱۶۰۰۴۵۲۹۷	۱۱۵۷۴۰۰۹۲۷	۱۲۸۱۵۲۴۹۷	۱۲۶۸۹۰۸۹۷	۱۲۴۶۳۴۶۵۳۸	۱۲۵۸۶۳۳۲۱۷	۱۲۸۳۶۲۸۷۸	۱۲۸۳۶۲۸۷۸	۱۲۶۳۴۶۵۳۸	۱۲۴۶۷۵۱۶۹	۱۲۲۰۰۶۸۹۸
۳	۱۱۸۱۶۷۷۰۲	۱۱۶۸۷۶۶۱۰۲	۱۱۶۰۰۴۵۲۹۷	۱۱۵۷۴۰۰۹۲۷	۱۲۸۱۵۲۴۹۷	۱۲۶۸۹۰۸۹۷	۱۲۴۶۳۴۶۵۳۸	۱۲۵۸۶۳۳۲۱۷	۱۲۸۳۶۲۸۷۸	۱۲۸۳۶۲۸۷۸	۱۲۶۳۴۶۵۳۸	۱۲۴۶۷۵۱۶۹	۱۲۲۰۰۶۸۹۸
۴	۱۱۸۵۵۶۲۳۱	۱۱۷۲۶۰۵۷۲۰	۱۱۶۹۶۱۳۷۱	۱۱۶۲۲۸۱۵۰	۱۲۷۲۳۲۸۴۳۸	۱۲۶۱۲۶۵۸۳۷	۱۲۴۲۳۲۴۴۳۸	۱۲۴۰۰۱۲۲۵۶	۱۲۷۲۳۲۸۴۳۸	۱۲۷۲۳۲۸۴۳۸	۱۲۶۱۲۶۵۸۳۷	۱۲۴۲۳۲۴۴۳۸	۱۲۴۰۰۱۲۲۵۶
۵	۱۱۸۴۷۵۹۰۶	۱۱۷۱۷۹۷۶۰۵	۱۱۶۹۱۵۳۳۴۵	۱۱۶۱۴۰۰۲۴	۱۲۸۰۷۸۹۹۸	۱۲۶۸۲۸۳۹۹	۱۲۴۷۸۲۸۳۹۹	۱۲۵۷۲۷۰۸۱۸	۱۲۸۰۷۸۹۹۸	۱۲۸۰۷۸۹۹۸	۱۲۶۸۲۸۳۹۹	۱۲۴۷۸۲۸۳۹۹	۱۲۴۰۰۱۲۲۵۶
۶	۱۱۹۲۲۵۵۱۸	۱۱۶۶۲۶۳۹۱۸	۱۱۶۲۶۱۹۵۸	۱۱۵۵۹۰۶۳۳۷	۱۲۸۱۱۶۵۸۸	۱۲۷۱۵۴۶۸۸	۱۲۵۱۲۵۱۰۶۲۸	۱۲۴۰۰۱۲۲۵۶	۱۲۸۱۱۶۵۸۸	۱۲۸۱۱۶۵۸۸	۱۲۶۲۶۱۹۵۸	۱۲۴۶۲۶۳۹۱۸	۱۲۴۰۰۱۲۲۵۶
۷	۱۱۶۸۹۶۶۲۰	۱۱۵۶۰۰۶۶۶۹	۱۱۵۳۶۰۰۹	۱۱۴۶۶۷۰۸۸	۱۲۷۲۶۵۵۲۸	۱۲۵۹۳۰۴۳۸	۱۲۴۶۶۵۵۲۸	۱۲۴۸۹۶۶۶۸	۱۲۷۲۶۵۵۲۸	۱۲۷۲۶۵۵۲۸	۱۲۵۹۳۰۴۳۸	۱۲۴۶۶۷۰۸۸	۱۱۵۶۰۰۶۶۶۹
۸	۱۱۶۳۹۸۱۴۵۹	۱۱۴۱۰۹۸۵۸	۱۱۴۱۰۹۸۵۸	۱۱۳۰۶۶۳۳۷۸	۱۲۲۹۷۵۲۴۸	۱۲۲۱۰۱۳۶۴۹	۱۲۱۲۰۱۳۶۴۹	۱۲۰۱۶۵۰۶۸	۱۲۲۹۷۵۲۴۸	۱۲۲۹۷۵۲۴۸	۱۲۱۰۱۳۶۴۹	۱۱۴۱۰۹۸۵۸	۱۱۴۱۰۹۸۵۸
۹	۱۱۴۲۷۷۱۸	۱۱۲۱۳۰۹۴۸۶	۱۱۲۱۳۰۹۴۸۶	۱۱۱۰۸۵۱۰۶	۱۱۹۴۷۱۱۲۲	۱۱۸۱۷۹۵۴۱	۱۱۷۱۲۳۵۸۱	۱۱۶۱۴۲۱۹۶	۱۱۹۴۷۱۱۲۲	۱۱۹۴۷۱۱۲۲	۱۱۸۱۷۹۵۴۱	۱۱۷۱۲۳۵۸۱	۱۱۶۱۴۲۱۹۶
۱۰	۱۱۰۸۳۵۱۵۴	۱۰۹۴۷۳۵۳	۱۰۹۴۷۳۵۳	۱۰۸۶۵۱۵۷۲	۱۱۰۶۶۹۰۱۰	۱۱۰۶۶۹۰۱۰	۱۱۰۶۶۹۰۱۰	۱۰۸۶۵۱۵۷۲	۱۱۰۶۶۹۰۱۰	۱۱۰۶۶۹۰۱۰	۱۰۹۴۷۳۵۳	۱۰۹۴۷۳۵۳	۱۰۸۶۵۱۵۷۲

A: فاصله زایش ایده آل، B: تاخیر ۵۰ روز در آبستنی، C: تاخیر ۱۰۰ روز در آبستنی، D: تاخیر ۱۵۰ روز در آبستنی

جدول ۸: تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی (میلیون ریال)

شیردهی	تعداد دوره	ارزش آتی											
		کم تولید				متوسط تولید				پر تولید			
		C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B	A
۱	۱۱۲۶۷۷۷۹۹۳	۱۱۲۱۹۷۷۹۹۳	۱۰۷۸۷۷۷۹۹۳	۱۲۲۱۸۷۸۱۴۰	۱۴۱۷۰۷۸۱۴۰	۱۳۳۸۷۸۱۴۰	۱۳۳۸۷۸۱۴۰	۱۴۱۷۰۷۸۱۴۰	۱۴۱۷۰۷۸۱۴۰	۱۴۱۷۰۷۸۱۴۰	۱۳۳۸۷۸۱۴۰	۱۳۳۸۷۸۱۴۰	۱۴۱۷۰۷۸۱۴۰
۲	۱۱۴۰۱۴۶۵۵۲	۱۱۳۵۳۴۶۵۵۲	۱۰۹۲۱۴۶۵۵۲	۱۲۳۴۶۶۴۹۴۰	۱۴۱۸۶۶۴۹۴۰	۱۳۷۵۴۶۶۴۹۴۰	۱۳۷۵۴۶۶۴۹۴۰	۱۴۱۸۶۶۴۹۴۰	۱۴۱۸۶۶۴۹۴۰	۱۴۱۸۶۶۴۹۴۰	۱۳۷۵۴۶۶۴۹۴۰	۱۳۷۵۴۶۶۴۹۴۰	۱۴۱۸۶۶۴۹۴۰
۳	۱۱۴۸۷۸۹۵۵۰	۱۱۴۳۹۹۵۵۰	۱۱۰۰۷۸۹۵۵۰	۱۲۴۱۸۸۴۰۶۵۰	۱۴۱۴۰۴۰۶۵۰	۱۳۷۰۸۴۰۶۵۰	۱۳۷۰۸۴۰۶۵۰	۱۴۱۴۰۴۰۶۵۰	۱۴۱۴۰۴۰۶۵۰	۱۴۱۴۰۴۰۶۵۰	۱۳۷۰۸۴۰۶۵۰	۱۳۷۰۸۴۰۶۵۰	۱۴۱۴۰۴۰۶۵۰
۴	۱۱۵۲۷۰۶۹۸۶	۱۱۴۷۰۶۹۸۶	۱۱۰۴۷۰۶۹۸۶	۱۲۹۰۶۴۰۶۸۷	۱۳۸۵۸۴۰۶۸۷	۱۳۴۲۶۴۰۶۸۷	۱۳۴۲۶۴۰۶۸۷	۱۲۹۰۶۴۰۶۸۷	۱۲۹۰۶۴۰۶۸۷	۱۲۹۰۶۴۰۶۸۷	۱۳۴۲۶۴۰۶۸۷	۱۳۴۲۶۴۰۶۸۷	۱۲۹۰۶۴۰۶۸۷
۵	۱۱۵۱۸۹۸۸۶۰	۱۱۴۷۰۹۸۸۶۰	۱۱۰۳۸۹۸۸۶۰	۱۲۵۱۵۴۳۸۶۴	۱۳۵۳۲۳۸۶۴	۱۳۰۳۴۳۸۶۴	۱۳۰۳۴۳۸۶۴	۱۲۵۱۵۴۳۸۶۴	۱۲۵۱۵۴۳۸۶۴	۱۲۵۱۵۴۳۸۶۴	۱۳۰۳۴۳۸۶۴	۱۳۰۳۴۳۸۶۴	۱۲۵۱۵۴۳۸۶۴
۶	۱۱۴۶۳۶۵۱۷۳	۱۱۴۱۵۶۵۱۷۳	۱۰۹۸۳۶۵۱۷۳	۱۲۳۴۰۸۹۹۳	۱۲۹۸۶۰۸۹۹۳	۱۲۵۴۰۸۹۹۳	۱۲۵۴۰۸۹۹۳	۱۲۳۴۰۸۹۹۳	۱۲۳۴۰۸۹۹۳	۱۲۳۴۰۸۹۹۳	۱۲۵۴۰۸۹۹۳	۱۲۵۴۰۸۹۹۳	۱۲۳۴۰۸۹۹۳
۷	۱۱۳۶۱۰۵۹۲۴	۱۱۳۱۳۰۵۹۲۴	۱۰۸۸۱۰۵۹۲۴	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۳۰۷۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸	۱۲۴۵۵۲۶۲۰۸
۸	۱۱۲۱۲۱۱۱۴	۱۱۱۶۳۱۱۱۴	۱۰۷۳۱۲۱۱۱۴	۱۲۸۹۵۸۹۶۸	۱۳۸۹۵۸۹۶۸	۱۳۴۵۸۹۶۸	۱۳۴۵۸۹۶۸	۱۲۸۹۵۸۹۶۸	۱۲۸۹۵۸۹۶۸	۱۲۸۹۵۸۹۶۸	۱۳۴۵۸۹۶۸	۱۳۴۵۸۹۶۸	۱۲۸۹۵۸۹۶۸
۹	۱۱۰۱۴۱۰۷۴۲	۱۰۹۶۶۱۰۷۴۲	۱۰۵۳۴۱۰۷۴۲	۱۱۶۱۸۸۰۷۹۶	۱۲۵۷۰۸۰۷۹۶	۱۲۰۷۹۶۰۷۹۶	۱۲۰۷۹۶۰۷۹۶	۱۱۶۱۸۸۰۷۹۶	۱۱۶۱۸۸۰۷۹۶	۱۱۶۱۸۸۰۷۹۶	۱۲۰۷۹۶۰۷۹۶	۱۲۰۷۹۶۰۷۹۶	۱۱۶۱۸۸۰۷۹۶
۱۰	۱۰۷۶۹۷۴۸۰۸	۱۰۷۲۱۷۴۸۰۸	۱۰۲۸۹۷۴۸۰۸	۱۱۲۲۸۰۸۶۶۴	۱۲۲۸۰۸۶۶۴	۱۱۷۶۰۸۶۶۴	۱۱۷۶۰۸۶۶۴	۱۱۲۲۸۰۸۶۶۴	۱۱۲۲۸۰۸۶۶۴	۱۱۲۲۸۰۸۶۶۴	۱۱۷۶۰۸۶۶۴	۱۱۷۶۰۸۶۶۴	۱۱۲۲۸۰۸۶۶۴

A: عدم بیماری، B: بیماری قابل درمان، C: بیماری منجر به حذف

جدول ۹: منفعت سالانه در هر دوره شیردهی با توجه به ظرفیت تولیدی و تولیدمثلی گاو شیری (میلیون ریال)

تعداد دوره شیردهی	سود سالانه											
	کم تولید			متوسط تولید			پر تولید			A	B	C
	D	C	B	D	C	B	D	C	B			
۱	۱۹۳۲۷۳۰۵۷	۱۹۱۱۱۲۷۹۰	۱۹۰۶۷۲۰۶۳	۱۸۹۳۸۶۵۲۶	۲۴۴۰۸۸۷۱	۲۴۴۲۴۸۶۰۴	۲۴۳۸۰۷۸۷۷	۲۴۲۵۲۲۳۴۱	۲۸۳۵۰۹۶۳۳	۲۸۱۳۴۹۳۶۷	۲۸۰۹۰۸۶۴۰	۲۷۹۶۳۳۱۰۴
۲	۱۹۵۵۰۱۱۵۰	۱۹۳۳۴۰۸۸۳	۱۹۲۹۰۰۱۵۷	۱۹۱۶۱۴۶۱۹	۲۴۶۹۹۲۰۸۳	۲۴۴۸۳۱۸۱۶	۲۴۴۳۹۱۰۹۰	۲۴۳۱۰۵۵۵۳	۲۸۲۷۹۱۶۹۵	۲۸۰۶۳۱۴۲۳	۲۸۰۱۹۰۷۰۲	۲۷۸۹۰۵۱۶۵
۳	۱۹۶۹۴۹۶۱۷	۱۹۴۷۸۹۳۵۰	۱۹۴۳۴۸۶۲۴	۱۹۳۰۶۳۰۸۷	۲۴۳۸۷۷۱۴۶	۲۴۱۷۱۶۸۷۹	۲۴۱۲۷۶۱۵۲	۲۳۹۹۹۰۶۱۶	۲۷۷۵۱۵۹۱۷	۲۷۵۳۵۵۵۵۱	۲۷۴۹۱۴۹۲۵	۲۷۳۶۲۹۳۸۸
۴	۱۹۷۵۹۴۵۵۶	۱۹۵۳۴۲۸۸۹	۱۹۴۹۹۳۵۶۲	۱۹۳۷۰۸۰۲۵	۲۳۷۸۸۹۷۴۰	۲۳۵۷۲۹۴۷۲	۲۳۵۲۸۱۷۴۶	۲۳۴۰۰۳۲۰۹	۲۶۸۵۵۵۹۴۶	۲۶۶۳۹۵۶۷۹	۲۶۵۵۵۴۹۵۳	۲۶۴۶۶۹۴۱۶
۵	۱۹۷۴۵۹۸۶۸	۱۹۵۲۹۹۶۰۰	۱۹۴۸۵۸۸۷۵	۱۹۳۵۷۳۳۳۷	۲۳۰۱۳۱۶۶۶	۲۲۷۹۷۱۳۹۹	۲۲۷۵۳۰۶۷۳	۲۲۶۴۵۱۳۶	۲۵۷۰۷۱۳۷۶	۲۵۴۹۱۱۱۰۹	۲۵۴۴۷۰۳۸۳	۲۵۳۱۸۲۸۴۶
۶	۱۹۶۵۳۷۵۸۷	۱۹۴۳۷۳۲۰	۱۹۳۹۳۶۵۹۳	۱۹۳۶۵۱۰۵۶	۲۲۱۳۵۲۷۶۵	۲۱۹۱۹۳۴۹۸	۲۱۸۷۵۱۷۷۱	۲۱۷۴۶۶۲۳۵	۲۴۳۸۸۱۶۷۳	۲۴۱۷۲۱۴۰۶	۲۴۱۲۸۰۶۷۹	۲۳۹۹۹۵۱۴۳
۷	۱۹۴۸۲۷۷۱۲	۱۹۰۶۶۷۴۴۵	۱۹۰۲۲۶۷۱۹	۱۹۰۹۴۱۱۸۱	۲۱۲۰۴۴۳۰۵	۲۰۹۸۸۴۰۳۸	۲۰۹۴۴۳۳۱۱	۲۰۸۱۵۷۷۷۵	۲۲۹۵۶۱۹۹۵	۲۲۷۴۰۱۷۲۸	۲۲۶۹۶۱۰۰۲	۲۲۵۶۷۵۴۶۶
۸	۱۹۲۳۳۰۳۴۴	۱۹۰۱۶۹۹۷۷	۱۹۰۲۳۷۲۶۰۹	۱۸۸۴۴۳۷۱۳	۲۰۴۱۶۲۴۴۱	۲۰۲۰۰۲۲۷۴	۲۰۱۵۶۱۵۴۸	۲۰۰۲۷۶۰۱۱	۲۱۶۱۶۹۶۷۰	۲۱۴۰۰۹۴۰۴	۲۱۳۵۶۸۶۷۷	۲۱۲۲۸۳۱۲۹
۹	۱۸۹۰۴۵۱۸۲	۱۸۶۸۸۴۹۱۵	۱۸۶۰۸۸۵۴۸	۱۸۵۱۵۸۶۵۱	۱۹۹۱۲۳۲۵۴	۱۹۶۹۶۳۲۵۶	۱۹۵۲۳۲۵۳۰	۱۹۵۲۳۶۹۹۳	۲۰۵۲۴۴۵۱۷	۲۰۳۰۸۲۲۵۱	۲۰۲۶۴۱۵۲۴	۲۰۱۳۵۵۹۸۷
۱۰	۱۸۴۹۷۲۵۲۶	۱۸۲۸۱۲۲۵۹	۱۸۲۳۷۱۵۲۳	۱۸۱۰۸۵۹۹۵	۱۹۳۴۱۱۵۰۲	۱۹۱۲۵۱۲۳۴	۱۹۰۸۱۰۵۰۸	۱۸۹۵۲۴۹۷۱	۱۹۸۵۳۱۶۶	۱۹۶۳۷۴۸۹۹	۱۹۵۹۳۴۱۷۳	۱۹۴۶۶۸۶۳۶

A: فاصله زایش ایده آل، B: تاخیر ۵۰ روز در آبستنی، C: تاخیر ۱۰۰ روز در آبستنی، D: تاخیر ۱۵۰ روز در آبستنی

جدول ۱۰: منفعت سالانه در هر دوره شیردهی با توجه به ظرفیت تولیدی و سلامتی گاو شیری (میلیون ریال)

تعداد دوره شیردهی	سود سالانه								
	کم تولید			متوسط تولید			پر تولید		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
۱	۱۸۷۹۶۳۳۳	۱۸۶۹۹۶۳۳۳	۱۸۶۹۹۶۳۳۳	۲۳۶۱۷۹۶۹۰	۲۳۶۱۷۹۶۹۰	۲۳۶۱۷۹۶۹۰	۲۲۸۹۷۹۶۹۰	۲۲۸۹۷۹۶۹۰	۲۲۸۹۷۹۶۹۰
۲	۱۹۰۰۲۴۴۲۶	۱۸۹۲۲۴۴۲۶	۱۸۲۰۲۴۴۲۵	۲۳۶۴۴۴۱۵۷	۲۳۶۴۴۴۱۵۷	۲۳۶۴۴۴۱۵۷	۲۲۹۲۴۴۱۵۷	۲۲۹۲۴۴۱۵۷	۲۲۹۲۴۴۱۵۷
۳	۱۹۱۴۶۴۹۲۵	۱۹۰۶۶۴۹۲۵	۱۸۳۴۶۴۹۲۵	۲۳۵۶۲۴۴۲	۲۳۵۶۲۴۴۲	۲۳۶۴۳۴۴۲	۲۲۸۶۲۴۴۲	۲۲۸۶۲۴۴۲	۲۲۸۶۲۴۴۲
۴	۱۹۲۱۱۷۸۳۱	۱۹۱۳۱۷۸۳۱	۱۸۴۱۱۷۸۳۱	۲۳۰۹۷۳۴۴۸	۲۳۰۹۷۳۴۴۸	۲۳۱۷۷۳۴۴۸	۲۲۳۷۷۳۴۴۸	۲۲۳۷۷۳۴۴۸	۲۲۳۷۷۳۴۴۸
۵	۱۹۱۹۸۳۱۴۴	۱۹۱۱۸۳۱۴۴	۱۸۳۹۸۳۱۴۴	۲۲۵۲۵۷۳۱۱	۲۲۵۲۵۷۳۱۱	۲۲۶۰۵۷۳۱۱	۲۱۸۰۵۷۳۱۱	۲۱۸۰۵۷۳۱۱	۲۱۸۰۵۷۳۱۱
۶	۱۹۱۰۶۰۸۶۳	۱۹۰۲۶۰۸۶۳	۱۸۳۰۶۰۸۶۲	۲۱۶۴۴۴۸۳۳	۲۱۶۴۴۴۸۳۳	۲۱۷۲۳۴۸۳۳	۲۰۹۲۳۴۸۳۳	۲۰۹۲۳۴۸۳۳	۲۰۹۲۳۴۸۳۳
۷	۱۸۹۳۵۰۹۸۸	۱۸۸۵۵۰۹۸۸	۱۸۱۳۵۰۹۸۷	۲۰۶۷۸۷۷۰۲	۲۰۶۷۸۷۷۰۲	۲۰۷۵۸۷۷۰۲	۲۰۰۵۸۷۷۰۲	۲۰۰۵۸۷۷۰۲	۲۰۰۵۸۷۷۰۲
۸	۱۸۶۸۵۳۵۱۹	۱۸۶۰۵۳۵۱۹	۱۷۸۸۵۳۵۱۹	۱۹۷۴۶۴۹۴۲	۱۹۷۴۶۴۹۴۲	۱۹۸۲۶۴۹۴۲	۱۹۰۲۶۴۹۴۲	۱۹۰۲۶۴۹۴۲	۱۹۰۲۶۴۹۴۲
۹	۱۸۳۵۶۸۴۵۷	۱۸۲۷۶۸۴۵۷	۱۷۵۵۶۸۴۵۷	۱۹۲۸۴۶۷۹۹	۱۹۲۸۴۶۷۹۹	۱۹۳۶۴۶۷۹۹	۱۸۵۶۴۶۷۹۹	۱۸۵۶۴۶۷۹۹	۱۸۵۶۴۶۷۹۹
۱۰	۱۷۹۴۹۵۸۰۲	۱۷۸۶۹۵۸۰۲	۱۷۱۴۹۵۸۰۱	۱۸۷۱۳۴۷۷۸	۱۸۷۱۳۴۷۷۸	۱۸۷۹۳۴۷۷۸	۱۷۹۳۴۷۷۸	۱۷۹۳۴۷۷۸	۱۷۹۳۴۷۷۸

A: عدم بیماری، B: بیماری قابل درمان، C: بیماری منجر به حذف

با ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده تلیسه جایگزینش به دست می‌آید و سرانجام حیوانی که بیش‌ترین ارزش را در زمان حال داشته باشد جایگاه را به خود اختصاص می‌دهد. تصمیم بهینه جایگزینی به ظرفیت تولید گاو شیری وابسته است. نتایج مدل در حالت عدم قطعیت سامانه تولیدی و تولیدمثلی نشان داد که در گروه کم تولید، ارزش حال تا شکم چهارم افزایش یافته و سپس روند کاهشی به خود می‌گیرد و در گروه متوسط ارزش حال تا شکم دوم و در گروه پرتولید ارزش حال بعد از شکم اول روند کاهشی به خود می‌گیرد. نگاه‌داری گاوهای شیری پر تولید و متوسط تولید تا شکم هشتم توجیه اقتصادی داشته و نگاه‌داری گاو کم تولید توصیه نمی‌شود. در تحقیقات بخشوده و همکاران (۱۳۹۱) در گروه ظرفیتی تولید و تولیدمثل بیش‌ترین ارزش حال خالص برای گروه کم، متوسط و پرتولید به ترتیب در دوره شیردهی پنجم، چهارم و دوم اتفاق افتاد. ملاحظه می‌شود که با بالا رفتن تعداد شکم (مسن تر شدن دام) مقدار حذف بیش‌تر می‌شود. هم‌چنین ملاحظه گردید که با افزایش فاصله زایش ارزش حال کاهش می‌یابد ولی تصمیم بهینه در هر سطح تولیدی برای فاصله‌های مختلف زایش یکسان است. با توجه به جدول ۶ نتایج مدل تولیدی و سلامتی به لحاظ تغییرات ارزش حال مشابه مدل تولیدی و تولیدمثلی بود، هم‌چنین نگاه‌داری گاوهای متوسط تولید تا دوره هفتم شیردهی و پر تولید تا هشتم دوره شیردهی توصیه می‌شود. براساس یافته‌های سیدشرفی و همکاران (۱۳۹۸) در مدل تولیدی و سلامتی بیش‌ترین ارزش حال خالص برای گروه کم تولید در دوره چهارم شیردهی، متوسط تولید تا دوره سوم و پر تولید تا دوره دوم اتفاق افتاد و هم‌چنین نگاه‌داری گاوهای متوسط تولید تا چهار دوره شیردهی و پر تولید تا هفت دوره شیردهی توصیه شده بود. ارزش آتی، ارزش یک دارایی یا وجه نقد در یک تاریخ مشخص در آینده است که از نظر ارزشی برابر با یک مقدار مشخص در زمان حال است. با توجه به جداول ۷ و ۸ که روند تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثلی و تولیدی و سلامتی است ملاحظه گردید که ارزش آتی با افزایش دوره شیردهی و افزایش سن گاو کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت ارزش آتی با تغییر سن، سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر می‌کند. هم‌چنین ملاحظه می‌شود که گاوهای با تولید بالاتر ارزش آتی بیش‌تری دارند و با مسن شدن گاو ارزش آتی کاهش می‌یابد. جدول ۹ تفاوت ارزش آتی و ارزش حال تحت نرخ تنزیل ۲۰ درصد برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثلی را نشان می‌دهد. با اضافه شدن سطح تولید تفاوت ارزش حال و آتی افزایش می‌یابد. روش محاسبه تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثل به این صورت است که اگر ارزش حال گاو پرتولید در اولین دوره شیردهی در مدل تولید و تولید مثل، ۱۴۱۷۵۴۸۱۶۷ میلیون ریال فرض شود و با محاسبه نرخ بهره

جدول ۱۱: تاثیر تغییر پارامترهای مدل بر عمر بهینه گله در وضعیت

تولیدی و تولید مثلی		
تغییرات	عمر بهینه گله	نرخ جایگزینی
سناریوی پایه	۴/۹۹	۰/۲۰
فاکتور تنزیل		
+ ۲۰٪	۴/۳۳	۰/۲۳
- ۲۰٪	۵/۵۰	۰/۱۸
قیمت شیر		
+ ۲۰٪	۴/۸۳	۰/۲۰
- ۲۰٪	۵/۳۱	۰/۱۸
قیمت تلیسه		
+ ۲۰٪	۵/۳۱	۰/۱۸
- ۲۰٪	۳/۷۷	۰/۲۶

جدول ۱۲: تاثیر تغییر پارامترهای مدل بر عمر بهینه گله در وضعیت

تولیدی و سلامتی		
تغییرات	عمر بهینه گله	نرخ جایگزینی
سناریوی پایه	۴/۸۳	۰/۲۰
فاکتور تنزیل		
+ ۲۰٪	۴/۳۳	۰/۲۳
- ۲۰٪	۵/۴۹	۰/۱۸
قیمت شیر		
+ ۲۰٪	۴/۸۳	۰/۲۰
- ۲۰٪	۵/۳۱	۰/۱۸
قیمت تلیسه		
+ ۲۰٪	۵/۳۱	۰/۱۸
- ۲۰٪	۳/۷۷	۰/۲۶

بحث

یکی از معیارهای اساسی در برآورد ارزش حال انتظاری مرتب کردن گاوهای موجود در گله براساس درآمد و هزینه آینده آن‌ها می‌باشد که با توجه به این مقادیر تصمیم به حفظ یا حذف گاو گرفته می‌شود. به‌طوریکه بدون توجه به این ارزش‌ها گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می‌شوند که این امر منجر به کاهش سودآوری گله می‌شود. درآمد خالص مورد انتظار یک گاو تحت تاثیر اندازه ثابت گله حداکثر می‌شود یعنی یک تلیسه جایگزین فقط وقتی وارد می‌شود که یک گاو حذف شود و این یکی از فرضیات کاربرد برنامه‌ریزی پویا است. به‌طوری‌که اگر ارزش حال انتظاری گاو شیری موجود در گله از یک تلیسه کم‌تر شود تصمیم به جایگزینی گرفته می‌شود. در غیر این صورت گاو شیری حداقل یک دوره دیگر در گله باقی خواهد ماند تا در ابتدای دوره بعد برای آن تصمیم‌گیری شود. به‌عبارت دیگر تصمیم بهینه با مقایسه ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده گاو حاضر در گله

جایگزینی به‌ازای هر رأس گاو در سال و افزایش میانگین تولید گله از طریق نسبت گاوهای مولد در رده‌های سنی بالاتر خواهد شد. تاثیر تغییر پارامترهای مدل بر عمر بهینه گله در وضعیت تولید و تولیدمثل و تولید و سلامت در جداول ۱۱ و ۱۲ آورده شده است. عواملی نظیر قیمت شیر، قیمت تلیسه و نرخ تنزیل باعث تغییر عمر بهینه می‌گردد. منظور از تحلیل حساسیت بررسی تاثیر تغییرات محتمل پارامترها بر روی جواب بهینه است. تغییر قیمت شیر بدین صورت است که با افزایش قیمت شیر چون می‌توان هزینه تلیسه جایگزین را جبران کرد عمر بهینه کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق Kalantari و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. عامل دیگری که باعث تغییر عمر بهینه می‌گردد قیمت تلیسه است به طوری که با افزایش قیمت تلیسه تعداد کم‌تری گاو حذف می‌شود و عمر بهینه گله افزایش می‌یابد. در تحقیق Kalantari و همکاران (۲۰۱۰) نیز کاهش قیمت تلیسه باعث کاهش عمر بهینه گله شد. عامل دیگر نرخ تنزیل است، ملاحظه گردید با افزایش فاکتور تنزیل (کاهش نرخ تنزیل) گاوهای مسن‌تر بیش‌تر از گاوهای جوان حذف می‌شوند و درصد گاوهای حذفی بیش‌تر می‌شود و عمر بهینه کاهش می‌یابد. هم‌چنین هنگامی که فاکتور تنزیل کاهش یابد، نرخ تنزیل افزایش و درصد گاو حذفی کاهش و عمر بهینه افزایش می‌یابد (Brickell و Wathes، ۲۰۱۱).

نتایج مدل تولیدی و سلامتی به‌لحاظ تغییرات ارزش حال انتظاری و تصمیمات بهینه مشابه مدل تولیدی و تولیدمثل بود. نتایج نشان داد که تصمیمات بهینه جایگزینی به‌طور مستقیم تحت تاثیر نوسانات قیمت شیر و هزینه جایگزینی قرار دارند، که در ایران این نوسانات از هماهنگ نبودن قیمت‌های ورودی و خروجی و نیز تورم ناشی می‌شود. لذا ایجاد یک سیستم پویا و روز آمد جهت قیمت‌گذاری منطقی شیر متناسب با تغییرات قیمت نهاده‌ها به جهت پایداری تولید و امنیت سرمایه‌گذاری در این حرفه ضروری به‌نظر می‌رسد. در گذشته حذف گاوهای شیری بر اساس محاسبه نرخ جایگزینی سالانه انجام می‌گرفت، اما بهتر است برای بهبود تصمیمات حذف یک مطالعه آینده‌نگر انجام شود به طوری که بتواند موجب تصمیمات حذف متفاوت توسط تولید کنندگان شود. زیرا عدم توجه به ارزش حال و آتی، سبب می‌شود گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف شوند که این امر منجر به کاهش سودآوری گله می‌گردد.

منابع

۱. بخشوده، م.؛ سیدصالحی، س.ع. و محبی‌فانی، م.، ۱۳۹۱. استراتژی جایگزینی بهینه گاوهای شیری با ظرفیت‌های مختلف

۲۰ درصد ارزش آتی معادل ۱۷۰۱۰۵۷۸۰۰ میلیون ریال یک‌سال بعد ارزش خواهد داشت بنابراین می‌توان گفت که با نرخ بهره ۲۰ درصد ارزش کنونی ۱۴۱۷۵۴۸۱۶۷ میلیون ریال امروز و ۱۷۰۱۰۵۷۸۰۰ میلیون ریال یک‌سال بعد یکسان است. به طوری که منفعت سالانه برای این مورد معادل ۲۸۳۵۰۹۶۳۳ میلیون ریال حاصل شد. جدول ۱۰ تفاوت ارزش آتی و ارزش حال را تحت نرخ تنزیل ۲۰ درصد برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی را نشان می‌دهد. ملاحظه گردید که با اضافه شدن سطح تولید تفاوت ارزش حال و آتی افزایش می‌یابد. روش محاسبه تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی به این صورت است که اگر ارزش حال گاو پرتولید در اولین دوره شیردهی ۱۳۶۷۳۷۹۵۵۵ میلیون ریال فرض شود و با محاسبه نرخ بهره ۲۰ درصد ارزش آتی معادل ۱۶۴۰۸۵۵۴۶۶ میلیون ریال یک‌سال بعد ارزش خواهد داشت. بنابراین می‌توان گفت که با نرخ بهره ۲۰ درصد ارزش کنونی ۱۳۶۷۳۷۹۵۵۵ میلیون ریال امروز و ۱۶۴۰۸۵۵۴۶۶ میلیون ریال یک‌سال بعد یکسان است. به طوری که برای این مورد منفعت سالانه معادل ۲۷۳۴۷۵۹۱۱ میلیون ریال حاصل شد. متوسط عمر بهینه گله (فاصله زمانی بین اولین زایش تا حذف) برای سناریوی پایه مدل تولیدی و تولیدمثل ۴/۹۹ سال و برای سناریوی پایه مدل تولیدی و سلامتی ۴/۸۳ سال حاصل شد که منعکس‌کننده مقاومت گاو در برابر حذف اختیاری و غیراختیاری است (Pinedo و همکاران، ۲۰۱۰). این مقدار برای سناریوی پایه تولید و تولیدمثل در مطالعه بخشوده و همکاران (۱۳۹۱) ۴/۳۲ سال و در مطالعه Kalantari و همکاران (۲۰۱۰) ۳/۱۸ سال و در مطالعه سید شریفی و همکاران (۱۳۹۲) ۴/۹۹ به‌دست آمد. و برای سناریوی پایه تولید و سلامتی میانگین عمر بهینه در مطالعه سیدشریفی و همکاران (۱۳۹۸) ۴/۱ به‌دست آمد که این اختلاف ناشی از تفاوت شرایط بازار در زمان هر کدام از بررسی‌ها می‌باشد. عمر گله تابعی از درصد حذف و جایگزینی سالانه بوده و تا زمانی که ترکیب گله ثابت باشد بدون تغییر باقی می‌ماند. نرخ جایگزینی سالیانه بهینه که معکوس سن متوسط بهینه گله می‌باشد و برابر مجموع نرخ حذف اختیاری و غیراختیاری است، در این بررسی برای سناریوی پایه هر دو مدل برابر ۲۰ درصد حاصل شد. این مقدار در مطالعه بخشوده و همکاران (۱۳۹۱) ۳۱/۴۴ درصد و در مطالعه سیدشریفی و همکاران (۱۳۹۸) برابر با ۲۴ درصد به‌دست آمد. هرچه عمر بهینه افزایش یابد نرخ جایگزینی کاهش می‌یابد. لازم به‌ذکر است بالا رفتن عمر گله به مفهوم نگه‌داری طولانی‌تر حیوانات در گله است. به‌کارگیری استراتژی بهینه جایگزینی و حذف با سن بالاتر از سن بهینه منجر به افزایش سودآوری واحد گاوداری می‌شود افزایش عمر بهینه سبب افزایش فرصت حذف اختیاری و در نتیجه افزایش شدت انتخاب و هم‌چنین باعث کاهش هزینه‌های سالانه

- performance and health. *Journal of Dairy Reserch*. Vol. 81, No. 1, pp: 1-8.
16. **Olechnowicz, J. and Jaskowski, J.M., 2011.** Reasons for culling, culling due to lameness, and economic losses in dairy cows. *Medycyna Weterynaryjna*. Vol. 67, No. 9, pp: 618-621.
 17. **Pinedo, P.J.; De Vries, A. and Webb, D.W., 2010.** Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, No. 5, pp: 2250-2261
 18. **Tatar, A.M.; Sireli, D. and Tutkun, M., 2017.** Reasons for culling and replacement rate in dairy cattle. *Scientific papers. Series D. Animal Science*.
 19. **Van Arendonk, J.A.M., 1985.** A model to estimate the performance, revenues and costs of dairy cows under different production and price situations. *Agricultural Systems*. Vol. 16, pp: 157-189.
- تولید شیر در استان فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. دوره ۲۶، شماره ۳، صفحات ۱۷۶ تا ۱۸۲.
۲. **سیدشریفی، ر.؛ شادپرور، ع. و قوی حسین‌زاده، ن.، ۱۳۹۲.** بررسی سازه‌های موثر بر عمر بهینه گله گاوهای هلشتاین شمال غرب کشور با استفاده از برنامه‌ریزی پویای احتمالی. *مجله تحقیقات تولیدات دامی*. جلد ۲، شماره ۲، صفحات ۱۹ تا ۲۷.
 ۳. **سیدشریفی، ر.؛ موسوی، م.؛ هدایت‌ابوریق، ن.؛ سیف‌دواتی، ج. و عبدی‌بنمار، ح.، ۱۳۹۸.** بررسی نرخ حذف بهینه از نظر اقتصادی برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی در گاوهای شیری استان اردبیل. *نشریه علوم دامی*. دوره ۳۲، شماره ۱۲۴، صفحات ۱۵۹ تا ۱۷۰.
 ۴. **سیدشریفی، ر.؛ طاهرسولا، ه.؛ هدایت‌ابوریق، ن.؛ سیف‌دواتی، ج.؛ عبدی‌بنمار، ح. و بوستان، ا.، ۱۳۹۷.** تحلیل اقتصادی گوسفند مغانی در طول چرخه تولید سالانه در دو سیستم مختلف پرورشی. *فصلنامه محیط‌زیست جانوری*. دوره ۱۰، شماره ۴، صفحات ۹۹ تا ۱۰۶.
5. **Bell, M.J.; Wall, E.; Russell, G.; Roberts, D.J. and Simm, G., 2010.** Risk factors for culling in Holstein-Friesian dairy cows. *Veterinary Record*. Vol. 167, pp: 238-240.
 6. **Bertsekas, D.P., 2001.** *Dynamic Programming and Optimal Control*. Vol. 2: *Dynamic Programming*. 2nd ed. Athena Scientific, Belmont, MA.
 7. **Brickell, J.S. and Wathes, D.C., 2011.** A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *Journal of Dairy Science*. Vol. 94, pp: 1831-1838.
 8. **Chiumia, D.; Chagunda, M.G.; Macrae, A.I. and Roberts, D.J., 2013.** Predisposing factors for involuntary culling in Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Research*. Vol. 80, pp: 45-50.
 9. **De Vries, A.; Olson, J.D. and Pinedo, P.J., 2010.** Reproductive risk factors for culling and productive life in large dairy herds in the eastern United States between 2001 and 2006. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, pp: 613-623.
 10. **De Vries, A., 2006.** Ranking dairy cows for future profitability and culling decisions. *Proceeding 3th Florida & Georgia Dairy Road Show*.
 11. **Kalantari, A.S.; Mehrabani-Yeganeh, H.; Moradi, M.; Sanders, A.H. and De Vries, A., 2010.** Determining the optimum replacement policy for Holstein dairy herds in Iran. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, No. 5, pp: 2262-2270.
 12. **Kahi, A.K. and Nitter, G., 2004.** Developing breeding schemes for pasture based dairy production systems in Kenya I. Derivation of economic values using profit functions, *Livest. Prod Sci*. Vol. 88, pp: 161-177.
 13. **Miranda, M.J. and Fackler, P.L., 2002.** *Applied Computational Economics and Finance*. MIT Press, Cambridge, MA.
 14. **Mohd Nor, N.; Steeneveld, W.; Mourits, M.C.M. and Hogeveen, H., 2012.** Estimating the costs of rearing young dairy cattle in the Netherlands using a simulation model that accounts for uncertainty related to diseases. *Preventive Veterinary Medicine*. Vol. 106, No. 3-4, pp: 214-224.
 15. **Mohd Nor, N.; Stenerld, W. and Hogeveen, H., 2014.** The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction,