دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

" مقاله پژوهشی"

بررسی تغییرات زیستی و اقتصادی گله گاوهای شیری با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی

افسانه قاسمی[۱]، رضا سید شریفی*[۲]، نعمت هدایت ایوریق[۳]، جمال سیف دواتی[۳] و حسین عبدی بنمار[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی
۲- دانشیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسوول: reza_seyedsharifi@yahoo.com)
۳- دانشیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۵
صفحه: ۱۲۴ تا ۱۳۴

چکیده

هدف از این تحقیق، شناسایی عوامل مؤثر بر حذف گاوهای شیری و تأثیر آن بر عملکرد تولیدمثلی گله و هزینه‌ها می‌باشد تا بتوان تصمیمات بهینه در جایگزینی گاوهای شیری اعمال کرد و از این طریق درآمد سالیانه گاوداری را افزایش داد. برای این منظور از اطلاعات گردآوری شده از چهار واحد گاوداری فعال استان اردبیل (شامل فراسنجه‌های زیستی و اطلاعات مالی گله‌ها) در طی سالهای ۱۳۹٦ تا ۱۳۹۷ استفاده شد. برای شبیه‌سازی وضعیت گله در شرایط مختلف از یک مدل زیست‌اقتصادی توسعه یافته در نرم‌افزار Dairy VIP و برای بهینه‌سازی سامانه تولید، جعبه‌ابزار compecon از نرم‌افزار متلب مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین استراتژی جایگزینی بهینه از برنامه‌ریزی پویا استفاده شد. این برنامه‌ریزی یک روش ریاضی است که برای حل مسایلی با چندین مرحله تصمیم‌سازی پی در پی مناسب می‌باشد. دام شیری با متغیرهای حالت شامل دوره شیردهی، ظرفیت تولید شیر و حالات مختلف سلامت دام در نظر گرفته شد. میانگین تولید شیر سالیانه و نرخ حذف اجباری مولدها، به‌ترتیب ۱۳٤۸۰ کیلوگرم و ۱٦/۱ درصد بود. طبق نتایج مشاهده شده، بیشترین نرخ حذف سالیانه کل در شرایطی بوجود آمده است که نرخ آبستنی دام‌های مولد، ۵ درصد کاهش یافته است. عمدهٔ تغییرات مؤثر در عملکرد اقتصادی ناشی از کاهش نرخ حذف اجباری به کاهش هزینهٔ خرید تلیسه جایگزین مربوط بود. متوسط عمر بهینه گله (فاصله زمانی بین اولین زایش تا حذف) برای سناریوی پایه ٤/۹۹ سال حاصل شد. نرخ جایگزینی سالیانه بهینه که برابر مجموع نرخ حذف اختیاری و غیراختیاری است در این بررسی برای سناریوی پایه برابر ۲۰ درصد حاصل شد. به‌طوری‌که حذف گاو شیری با سن بالاتر از سن بهینه تعیین شده منجر به افزایش سودآوری واحدهای دامداری می‌شود. همچنین نتایج مدل برنامه‌ریزی پویا نشان داد که نگهداری بهینه برای گاوهای متوسط و پر تولید برابر با هفت و هشت دوره شیردهی است. نتایج این تحقیق می‌تواند به تولیدکنندگان در شناخت عوامل مهم در سودآوری سالیانهٔ گله و اخذ تصمیمات صحیح مدیریتی برای بهبود سود اقتصادی کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: گاوشیری،عملکرد اقتصادی، بهینه‌سازی، نرخ حذف و جایگزینی

مقدمه

در صنعت دامپروری در سراسر دنیا اکثر تصمیمات، درباره افزایش سودآوری به‌ازای هر دام است که این امر فرآیندی مستقل نبوده و تحت‌تأثیر آثار متقابل عملکرد بیولوژیکی (مانند تولید، تولیدمثل، سلامت و بهداشت) و قیمت‌ها هستند که از طریق تغییر در سیاست‌های جایگزینی و پرورش، سودآوری را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. کاهش عملکرد تولیدمثلی گاوهای شیری و تاثیر آن بر میزان تولید شیر و حذف در گله و نیز مشکلات ناشی از افزایش اندازه گله‌های شیری و ضرورت تولید بهینه شیر بدون آثار مخرب آن بر تولیدمثل و ماندگاری گاوهای شیری از جمله چالش‌های صنعت پرورش گاو شیری است (۱۵).

طول عمر اقتصادی و ماندگاری گاو شیری در گله از مهم‌ترین موضوعات در پرورش گاو شیری است که روز به روز مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد. علت این امر افزایش میزان حذف گاوهای شیری در بسیاری از گله‌ها می‌باشد. حذف زیاد گاوهای شیری شرایطی را بوجود می‌آورد که سبب می‌شود تعداد معدودی از گاوهای شیری به مرحله بلوغ جسمی و تولید کامل خود برسند و گله نیز به‌ندرت به چهارمین دوره شیردهی خود نزدیک شود. تصمیم‌گیری برای حذف یک گاو شیری از گله، یکی از پیچیده‌ترین تصمیمات در عملیات پرورش گاو شیری است (۱۲).

حذف به‌معنی خروج گاو از گله به‌دلیل فروش، کشتار و یا مرگ است. در اغلب موارد حذف گاو با جایگزینی همراه است از این رو "جایگزینی" مترادفی برای این رویداد تلقی می‌شود (۹).

به‌طور کلی حذف گاوها به دو دسته اختیاری و اجباری تقسیم‌بندی می شود. حذف اجباری به‌معنی حذف گاو به دلایلی همچون بیماری، صدمات فیزیکی، مشکلات تولیدمثلی و یا مرگ می‌باشد. در نقطه مقابل در حذف اختیاری، گاودار با آزادی عمل کامل نسبت به حذف گاوهای مازاد بر ظرفیت گله و یا گاوهایی که به دلایلی همچون شیر کم غیر اقتصادی هستند، اقدام می‌کند (۱). مدیریت صحیح حذف گاوهای شیری درصدد کاهش نسبت حذف غیراختیاری به حذف اختیاری در جهت بالا بردن بهره‌وری واحد می‌باشد. عواملی همچون میزان تولید شیر گاو، سن گاو، وضعیت سلامتی، در دسترس بودن تلیسه‌های جایگزین، قیمت تمام شده شیر گاو و همچنین قیمت گوشت گاو از فاکتورهای تأثیرگذار بر حذف اختیاری گاوها هستند (۱۹). نرم‌افزار Dairy Vip یک برنامه‌ی مدیریتی مایکروسافت اکسل

توسعه یافته است (۷). و شامل مؤلفه‌های زیر می‌باشد. الف- سیاست جایگزینی (حذف اختیاری) که در آن تصمیم‌گیری‌های بهینه و نابهینه برای تلقیح و حذف اختیاری گرفته می‌شود. ب- عملکرد گله که عملکرد زیستی و اقتصادی گله را پس از اعمال تصمیم‌گیری‌ها در زمینه‌ی حذف اختیاری دام، با استفاده از شبیه‌سازی زنجیره‌ی مارکوف نشان می‌دهد. ج- شبیه‌سازی که تا هنگامی که عملکرد گله تثبیت شود ادامه می‌یابد. مدل زیست‌اقتصادی که در آن اطلاعات مربوط به قیمت‌ها و عملکرد گله مانند خطر حذف اجباری در ماه‌های مختلف شیردهی و نرخ آبستنی وارد و محاسبه می‌شود (۱۵). در گذشته حذف گاوهای شیری بر اساس محاسبه نرخ جایگزینی سالانه انجام می‌گرفت، اما برای بهبود تصمیمات حذف یک مطالعه آینده‌نگر لازم است که بتواند موجب تصمیمات حذف متفاوت توسط تولیدکنندگان شود. راهبرد اساسی در برآورد ارزش حال انتظاری مرتب کردن تمام گاوهای موجود در گله براساس درآمد و هزینه آینده آنها می‌باشد. این روش پیشنهاد می‌کند که هر گاو باید نگهداری یا با یک تلیسه جایگزین شود (۸). به‌طوری که 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 (۵). هیکالیا و همکاران (۱۰) بهینه‌سازی سیاست‌های جایگزینی را با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویا برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی گزارش کرده‌اند. چندین مدل برای تصمیم‌سازی بهینه جایگزینی در گله‌های شیری ارایه شده است (۱۵،۴). سید شریفی و همکاران (۱۷) بهینه‌سازی سیاست‌های جایگزینی را با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویا برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثلی گزارش کرده‌اند. برنامه‌ریزی پویا شامل مرحله، وضعیت یا حالت و سیاست بهینه است. کاربرد این روش در علوم دامی بیشتر در مورد مسایل مربوط به جایگزینی دام است (۱۶،۶،۱۰). هدف از مطالعه حاضر شناسایی عوامل مؤثر بر حذف که بر عملکردهای تولیدمثلی گله‌ها و همچنین قیمت‌ها تاثیرگذار است می‌باشد، تا بتوان تصمیمات بهینه جایگزینی را برای گله گاوهای شیری اعمال کرد و از طریق این تصمیمات و به کنترل درآوردن عوامل حذف، درآمد سالیانه گاوداری را افزایش داد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسشنامهٔ از چهار واحد گاوداری فعال استان اردبیل صورت گرفت. اطلاعات مالی و داده‌های مورد استفاده بر مبنای شرایط بازار در یک دوره تولیدی از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ می‌باشد. فراسنجه‌های زیستی گله اعم از خطر حذف اجباری و اختیاری و احتمال آبستنی در دوره‌های مختلف شیردهی و ماه‌های مختلف پس از زایش برآورد شد. در ادامه فراسنجه‌های زیستی و اطلاعات مالی در یک مدل زیست‌اقتصادی در نرم‌افزار Dairy Vip (۷) توسعه یافت. مبنای تصمیم گیری برای حذف بهینه، کمینه‌کردن هزینه‌ی فرصت از دست رفته (هزینه‌های ناشی از رد بهترین گزینه‌ی جایگزین در هنگام گرفتن یک تصمیم‌گیری) بود به‌طوری که با منفی شدن ارزش نگهداری دام[1] (RPO) که از تفاوت ارزش خالص کنونی دام‌های موجود و تلیسه‌های جایگزین به‌دست می‌آید، حذف اختیاری صورت می‌گیرد. هر نوع تصمیم دیگر که در آن هزینه‌ی فرصت (هزینه‌ی سرمایه) در نظر گرفته نشود، تصمیم نابهینه نامیده می‌شود که مبنای حذف اختیاری در گله‌ی یادشده رسیدن تولید شیر گاوهای غیرآبستن به کمتر از ۲۵ کیلوگرم در روز، در نظر گرفته شد (۱۵،۱۲).

میانگین تولید شیر ماهانه گاوهای غیرآبستن با برازش منحنی گامای ناقص (Wood) برای هر دوره شیرواری در این نرم‌افزار پیش‌بینی شد. میانگین پارامترهای مذکور در گله‌های مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده‌است. برای سنجش عملکرد تولیدمثلی از صفت نرخ آبستنی ۲۱ روزه استفاده شد که از حاصلضرب نرخ تلقیح ۲۱ روزه و نرخ گیرایی حاصل شد. میانگین نرخ تلقیح ۲۱ روزه و نرخ گیرایی گاو مولد طبق گزارش‌های سالیانه به‌ترتیب ۴۹/۲۵ و ۳۷ درصد بودند. حذف اجباری در این نرم‌افزار، به‌عنوان حذف به‌دلیل تلفات و یا مشکلات حاد سلامتی تعریف شده است، و حذف به‌دلیل عدم آبستنی و تولید کم شیر در گروه حذف اختیاری قرار داده شد. در عمل تفکیک حذف به‌علت عدم آبستنی و تولید کم شیر امکان‌پذیر نیست (زیرا هیچ موقع گاو آبستن حذف نمی‌شود). بر این اساس نرخ حذف اجباری گاوهای مولد ۱۶/۱ درصد گزارش شد.

به‌منظور بررسی آثار تغییر در عملکرد تولیدی، تولیدمثلی و حذف اجباری بر عملکرد اقتصادی گله‌های شیری، آنالیز حساسیت انجام شد. حساسیت مدل به تغییرات میانگین تولید شیر روزانه با افزایش و کاهش ۵ کیلوگرمی نسبت به سطوح پایه سنجش شد. همچنین حساسیت مدل به تغییرات در نرخ آبستنی و نرخ حذف اجباری با افزایش و کاهش خالص ۵ درصدی این دو متغیر مورد آزمون قرا گرفت.

جدول ۱- میانگین تولید شیر گاوهای غیر آبستن برای هر دوره شیرواری در گله‌های شیری تحت بررسی

Table 1. Average production of non-pregnant cows for each lactation period in dairy herds under study

میانگین گله‌های مورد بررسی	شیر تصحیح‌شده ۳۰۵ روز	مقدار تولید در اوج شیردهی
شیرواری اول	۱۱۸۴۵	۴۱/۵
شیرواری دوم	۱۳۰۶۲	۴۹
شیرواری سوم	۱۲۹۸۶	۵۰/۶

1- Relention Pay-off

در این تحقیق سیستم اقتصادی گله گاو به مؤلفه‌های درآمدی و هزینه‌ای تجزیه شد که مؤلفه‌های درآمدی شامل فروش شیر، فروش گوساله‌ی نر، فروش تلیسه‌ی مازاد و فروش گاو حذفی بودند. مؤلفه‌های 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 (۱۴). درآمد کل طبق رابطه زیرمحاسبه شد:

رابطه (۱):

$$R = R_{milk} + R_{male\ calves} + R_{cows_age} + R_{culled\ heifer}$$

که در این رابطه درآمد شامل درآمد حاصل از فروش شیر، گوساله نر، گاو حذفی و تلیسه مازاد می‌باشند. هزینه‌ها نیز بر اساس رابطه زیر بیان شدند:

رابطه (۲):

$$\begin{aligned} C = (&C_{Mmale\ calves} + C_{Fheifers} + C_{Hheifers} \\ &+ C_{Rheifers} + C_{lheifer} \\ &+ C_{Mculled\ heifers} + C_{Fcows} \\ &+ C_{Hcows} + C_{Rcows} + C_{lcows} \\ &+ C_{Mmilk} + C_{Mcows-age} \\ &+ fixedcosts \end{aligned}$$

که هر مؤلفه بیانگر موارد زیر است: $C_{Mmale\ calves}$: هزینه‌ی بازاریابی گوساله‌ی نر، $C_{Fheifers}$: مجموع هزینه‌های تغذیه تلیسه از تولد تا اولین زایش، $C_{Hheifers}$: مجموع هزینه‌های بهداشتی تلیسه از تولد تا اولین زایش، $C_{Rheifers}$: هزینه‌های تولیدمثلی تلیسه، $C_{lheifer}$: هزینه‌های نیروی انسانی تلیسه، $C_{Mculled\ heifers}$: هزینه‌های بازاریابی تلیسه، C_{Fcows}: هزینه‌های تغذیه هر رأس گاو، C_{Hcows}: هزینه‌ی سلامتی گاو، C_{Rcows}: هزینه‌ی تولیدمثلی گاو، C_{lcows}: هزینه‌های نیروی انسانی گاو، C_{Mmilk}: هزینه‌ی بازاریابی شیر، $C_{Mcows-age}$: هزینه‌ی بازاریابی گاوهای حذفی و fixedcosts: هزینه‌های ثابت می‌باشند.

برای تعیین مناسب ترین زمان حذف از مدل برنامه‌ریزی پویا استفاده شد. برای مدل کردن زندگی تولیدی گاو شیری مسئله بهینه به‌صورت زیر بیان شد (۱۱،۳).

رابطه (۳):

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

$$t= T\text{-}1\ ,\ldots..,\ 1$$

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

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. T: طول افق برنامه‌ریزی و برابر با حداکثر تعداد دوره شیردهی ممکن در مدل وβ: نرخ تنزیل می‌باشد. احتمال سلامتی در اولین، دومین، سومین و دوره‌های شیردهی بالاتر بر اساس تحلیل داده‌ها و با استفاده از رگرسیون لوجستیک و رویه GenMod نرم‌افزار SAS به‌دست‌آمد.

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

رابطه (۴):

$$X_t=[X_t^{prod}, X_t^{health}, X_t^{parity}]$$

که در آن X_t^{parity}: تعداد دوره شیردهی گاو شیری، X_t^{prod}: ظرفیت تولید (۱ برای گاوشیری کم تولید، ۲ برای گاو شیری با تولید متوسط و ۳ برای دام شیری پر تولید می‌باشد). X_t^{health}: وضعیت سلامتی (۱ عدم بیماری، ۲ بیماری قابل درمان، ۳ بیماری که سبب حذف غیرارادی می‌شود).

نرخ سلامت برای وضعیت‌های مختلف سلامتی که دام مولد در آن حالت قرار بگیرد در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- وضعیت‌های مختلف سلامتی گله گاوهای شیری

Table 2. Different health status of dairy cows

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

تصمیم بهینه به‌صورت عددی با یک روش تکرار پشت سرهم (۹،۱۴) با استفاده از جعبه‌ابزار compecon در نرم‌افزار MATLAB محاسبه شد (۱۳). ارزش آتی نیز طبق (۵) محاسبه گردید.

رابطه (۵):

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

که در این رابطه PV: ارزش حال و r: نرخ بهره می‌باشد. قیمت‌ها و هزینه‌های هر واحد از متغیرهای در نظر گرفته‌شده در محاسبات در جدول ۳ ارایه شده‌است.

جدول ۳- پارامترهای اقتصادی و زیستی ورودی مدل‌ها

Table 3. Economic and biological parameters of models

پارامترها	سطح متغیر
وزن تولد (کیلوگرم)	۳۶/۶
وزن بدن بالغ (کیلوگرم)	۶۰۰
تولید شیر ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۱۰۹۸۸
تولید چربی ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۳۵۱/۵
تولید پروتئین ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۲۱۰
سن نخستین زایش (ماه)	۲۴
نرخ بقای قبل از شیرگیری (درصد)	۹۵
نرخ بقای بعد از شیرگیری (درصد)	۹۸
افزایش وزن روزانه قبل از شیرگیری (گرم)	۷۵۰
افزایش وزن روزانه بعد از شیرگیری (گرم)	۶۹۵
قیمت فروش یک کیلوگرم شیر (ریال)	۲۱۰۰۰
قیمت یک کیلوگرم ماده خشک علوفه (ریال)	۸۱۰۰
قیمت یک کیلوگرم ماده خشک کنسانتره (ریال)	۲۳۰۰۰
قیمت گوساله نر بازای هر راس (ریال)	۲۵۰۰۰۰۰۰
قیمت تلیسه جایگزین به‌ازای هر راس (ریال)	۱۲۵۰۰۰۰۰۰
قیمت هر کیلوگرم وزن زنده گاوهای حذفی (ریال)	۴۰۰۰۰۰
قیمت یک کیلوگرم ماده خشک خوراک گاو دوشا و خشک (ریال)	۲۲۰۰۰
قیمت یک کیلوگرم لاشه گاو حذفی	۱۰۰۰۰۰
نرخ بهره	٪۲۰

نتایج و بحث

برآورد عملکرد بیولوژیکی گله

آمار توصیفی عملکرد بیولوژیک گله‌های مورد بررسی در شرایط پایه و با ۵± واحد تغییر در صفات میانگین تولید شیر روزانه، نرخ آبستنی و نرخ حذف اجباری در جدول ۴ آورده شده است. میانگین تولید شیر سالیانه، نرخ حذف اجباری و اختیاری مولدها، به‌ترتیب ۱۳۴۸۰ کیلوگرم، ۱۶/۱و ۲۷/۳ درصد بود.

جدول ۴- آمار توصیفی عملکرد بیولوژیک گله‌های استان اردبیل در شرایط پایه و با ۵± واحد تغییر نسبت به شرایط پایه

Table 4. Descriptive statistics of biological yield of the flocks of Ardebil province in baseline conditions with ±5 unit change compared to basic conditions

متغیرهای بیولوژیکی	میانگین گله‌های استان اردبیل (پایه)	تغییر میانگین شیر روزانه نسبت‌به سطح پایه (کیلوگرم)		تغییر نرخ آبستنی ۲۱ روزه نسبت‌به سطح پایه (٪)		تغییر نرخ حذف اجباری نسبت‌به سطح پایه (٪)	
		−۵	+۵	−۵	+۵	−۵	+۵
میانگین تولید شیر سالیانه (Kg)	۱۳۴۸۰	۱۱۷۷۴	۱۵۲۲۷	۱۳۴۶۸	۱۳۴۹۳	۱۳۴۸۴	۱۳۴۷۲
نرخ حذف اجباری سالیانه (٪)	۱۶/۱	۱۶/۳	۱۵/۸	۱۵/۶	۱۶/۴	۱۵/۳	۱۶/۸
نرخ حذف اختیاری سالیانه (٪)	۲۷/۳	۲۸	۲۷/۱	۳۰/۸	۲۵/۱۵	۲۷/۶	۲۶/۹
نرخ حذف سالیانه کل (٪)	۴۳/۴	۴۴/۳	۴۲/۹	۴۶/۴	۴۱/۹	۴۳	۴۳/۸

میزان نرخ حذف اختیاری در شرایط پایه ۲۷/۳ درصد بود با کاهش میانگین تولید شیر روزانه، نرخ آبستنی و نرخ حذف اجباری، میزان نرخ حذف اختیاری از ۲۷/۳ درصدی به‌ترتیب به ۲۸، ۳۰/۸ و ۲۷/۶ درصد رسید که بیانگر افزایش ۰/۷، ۳/۵ و ۰/۳ درصدی نسبت به سطح پایه است. و با افزایش میانگین تولید شیر روزانه، نرخ آبستنی و نرخ حذف اجباری، میزان تغییر نرخ حذف اختیاری حالت برعکسی را نشان‌داد یعنی میزان نرخ حذف اختیاری برای صفات مذکور به‌ترتیب برابر با ۲۷/۱، ۲۵/۱۵ و ۲۶/۹ درصد شد. لذا به‌ترتیب کاهشی به‌میزان ۰/۲، ۲/۱۵ و ۰/۴ درصد نسبت به سطح پایه نشان داد. با کاهش میانگین تولید شیر روزانه نسبت به سطح پایه میزان نرخ حذف اجباری از ۱۶/۱ به ۱۶/۳ درصد رسید و میزان نرخ حذف اختیاری از ۲۷/۳ به ۲۸ درصد افزایش یافت و با افزایش میانگین تولید شیر روزانه نسبت به سطح پایه میزان نرخ حذف اجباری و نرخ حذف اختیاری حالت کاهشی را نشان داد، به‌طوری که میزان آن‌ها به‌ترتیب به ۱۵/۸ و ۲۷/۱ درصد رسید. میانگین تولید شیر سالیانه در حالت پایه ۱۳۴۸۰ کیلوگرم بود. با کاهش ۵ درصد نرخ آبستنی ۲۱ روزه نسبت به سطح پایه میانگین تولید شیر سالیانه نیز روند کاهشی داشته است که میزان این کاهش ۱۲ کیلوگرم نسبت به سطح پایه بود. یعنی از ۱۳۴۸۰ کیلوگرم به ۱۳۴۶۸ کیلوگرم رسید و با افزایش میزان نرخ آبستنی ۲۱ روزه میانگین تولید شیر سالیانه به ۱۳۴۹۳ کیلوگرم رسید. یعنی ۱۳ کیلوگرم نسبت به سطح پایه افزایش یافت که رابطه مستقیمی با افزایش درآمد دارد.

با کاهش نرخ آبستنی ۲۱ روزه میزان نرخ حذف اجباری از ۱۶/۱ درصد در حالت پایه به ۱۵/۶ درصد کاهش یافت. ولی میزان نرخ حذف اختیاری در حد ۳/۵ درصد افزایش یافت یعنی از ۲۷/۳ درصد به ۳۰/۸ درصد رسیده است و این بدان معنی است که اگر نرخ آبستنی برای یک گاو مولد کمتر باشد احتمال تصمیم به حذف اختیاری دام بیشتر خواهد بود، چون این دام برای گله سودآور نخواهد بود. با افزایش میزان نرخ آبستنی ۲۱ روزه میزان نرخ حذف اجباری از ۱۶/۱ درصد به ۱۶/۴ درصد افزایش و میزان نرخ حذف اختیاری از ۲۷/۳

درصد به ۲۵/۱۵ درصد کاهش یافته است. در هنگام کاهش میزان حذف اجباری نسبت به سطح پایه میانگین شیر سالیانه از ۱۳۴۸۰ کیلوگرم به ۱۳۴۸۴ کیلوگرم رسید این به این معنی است که نسبت به سطح پایه چهار کیلوگرم افزایش یافته و با افزایش نرخ حذف اجباری میانگین تولید شیر سالیانه روند کاهشی داشته و این میزان کاهش از ۱۳۴۸۰ کیلوگرم به ۱۳۴۷۲ کیلوگرم بود. دو صفت تولید شیر و نرخ حذف اجباری با هم نسبت عکس دارند و چنانچه گاو مولد تولیدش از حدی پایین‌تر باشد آن گاو محکوم به حذف اجباری می‌گردد. همزمان با کاهش نرخ حذف اجباری نسبت به سطح پایه میزان حذف اختیاری ۰/۳ درصد افزایش یافته است (از ۲۷/۳ درصد به ۲۷/۶ درصد رسیده است) و با افزایش نرخ حذف اجباری نسبت به سطح پایه ۰/۴ درصد کاهش یافته است (از ۲۷/۳ درصد به ۲۶/۹ درصد رسیده است). طبق نتایج مشاهده شده، بیشترین نرخ حذف سالیانه کل در شرایطی بوجود آمد که نرخ آبستنی دام‌های مولد، ۵ درصد کاهش یافته است. علاوه بر این، با وجود ثابت نگاه داشتن ظرفیت تولید شیر در هنگام تغییر نرخ آبستنی، کاهش ۵ درصدی نرخ آبستنی سبب کاهش ۱۲ کیلوگرم تولید شیر روزانه شد که دلیل آن افزایش میانگین روزهای شیردهی گله و در نتیجه قرار گرفتن طولانی‌تر دام در روزهای انتهای دوره شیردهی است.

برآورد اجزای درآمدی و هزینه‌ای

عملکرد اقتصادی گله‌های تحت بررسی در شرایط پایه و آنالیز حساسیت متغیرهای اقتصادی به تغییر در صفات میانگین تولید شیر روزانه، نرخ آبستنی و نرخ حذف اجباری، در جدول ۵ آورده شده‌است. با فرض اینکه گوساله‌های متولد شده به فروش می‌رسند و در مقابل تلیسه‌های جایگزین خریداری می‌شوند، در این شرایط منابع درآمد در گلهٔ مولد شامل فروش شیر، فروش گاو اسقاطی و فروش گوساله است که سهم درآمد فروش شیر در درآمد سالیانه برابر ۳۸/۸ درصد، سهم درآمد فروش گاو اسقاطی ۷/۹ درصد و سهم درآمد فروش گوساله ۸/۳ درصد بود. به همین ترتیب هزینه‌های گله نیز به پنج قسمت هزینه‌های خوراک، خرید تلیسه جایگزین، مکمل پرورشی، تلقیح و سایر هزینه‌ها (شامل هزینهٔ کارگری، انرژی، تعمیر و نگهداری، انرژی و استهلاک) تقسیم می‌شوند که سهم هزینه خوراک ۵۷/۸ درصد، سهم هزینه تلیسه جایگزین ۱۶/۶ درصد، سهم هزینه مکمل پرورشی ۰/۹۸ درصد سهم هزینه تلقیح و آبستنی۱/۲ درصد و سهم سایر هزینه‌ها ۱۳/۳ درصد بودند. در هنگام کاهش ۵ کیلوگرم میانگین شیر روزانه نسبت به سطح پایه (با فرض ثابت نگه‌داشتن نرخ آبستنی و نرخ حذف اجباری) درآمد فروش شیر از ۲۸۳۰۸۰هزار ریال به ۲۴۷۲۴۰ هزار ریال، درآمد فروش گاو اسقاطی از ۲۶۹۵۰ هزار ریال به ۲۵۹۷۰هزار ریال، درآمد فروش گوساله از ۲۷۹۳۰ هزار ریال به ۲۷۸۶۰ هزار ریال و درآمد کل از ۳۳۷۹۶۰ هزار ریال به ۳۰۱۰۷۰ هزار ریال کاهش یافته است. به‌طوری که درآمد فروش شیر، فروش گاو حذفی و فروش گوساله و درآمد کل به‌ترتیب به‌میزان ۱۳، ۴، ۱ و ۱۱ درصد کاهش یافتند. هزینه‌های خوراک از۱۸۹۹۱۰ هزار ریال به ۱۷۷۶۶۰ هزار ریال، خرید تلیسه از ۵۴۵۳۰ هزار ریال به ۵۲۵۷۰ هزار ریال و مجموع هزینه‌ها نیز از۳۲۸۴۴۰ هزار ریال به ۳۱۴۳۷۰ هزار ریال رسید که به‌ترتیب به‌میزان ۷، ۴ و ۵ درصد روند کاهشی داشته‌اند. همچنین هزینه مکمل پرورشی و هزینه تلقیح و آبستنی ثابت و بدون تغییر نسبت به سطح پایه باقی‌مانده‌است. سود خالص در این حالت ۲۴۰ درصد کاهش یافته‌است یعنی سود خالص از ۹۵۲۰ هزار ریال به ۱۳۳۰۰ هزار ریال رسیده است که سود در این حالت منفی شده است و مجموع هزینه‌ها از مجموع درآمدها بیشتر شد. نتیجه این که کاهش ۵ کیلوگرم میانگین شیر روزانه اقتصادی نمی‌باشد و دامدار ضرر و زیان بیشتری را متحمل می شود. با افزایش ۵ کیلوگرم میانگین شیر روزانه نسبت به سطح پایه درآمد فروش شیر از ۲۸۳۰۸۰ هزار ریال به ۳۱۹۷۶۰ هزار ریال، فروش گاو اسقاطی از ۲۶۹۵۰ هزار ریال به ۲۸۵۶۰ هزار ریال، فروش گوساله از ۲۷۹۳۰ هزار ریال به ۲۸۰۷۰ هزار ریال و مجموع درآمد از ۳۳۷۹۶۰ هزار ریال به ۳۷۶۳۹۰ هزار ریال رسید که به‌ترتیب به‌میزان ۱۳، ۶، ۰/۵ و۱۱ درصد افزایش یافتند. هزینه خوراک هم از ۱۸۹۹۱۰ هزار ریال به ۲۰۲۳۰۰ هزار ریال، خرید تلیسه از ۵۴۵۳۰ هزار ریال به ۵۷۶۱۰ هزار ریال و مجموع هزینه‌ها از ۳۲۸۴۴۰ هزار ریال به ۳۴۳۹۱۰ هزار ریال رسیده است که هر کدام به‌ترتیب به میزان ۶، ۵ و ۴ درصد افزایش یافته است. هزینه مکمل پرورشی هم از ۳۲۲۰ هزار ریال به ۳۰۸۰ هزار ریال رسیده و در نتیجه ۵ درصد نسبت به سطح پایه کاهش یافته است. در ضمن هزینه تلقیح و آبستنی هم ثابت باقی‌مانده‌است. نتیجه این که سود خالص در این حالت از ۹۵۲۰ هزار ریال به ۳۲۴۸۰ هزار ریال رسیده است که معادل ۲۴۱ درصد افزایش نشان می‌دهد. فلذا افزایش ۵ کیلوگرم میانگین تولید شیر روزانه اقتصادی‌تر می‌باشد. با کاهش ۵ درصد نرخ آبستنی نسبت به سطح پایه درآمد فروش شیر از ۲۸۳۰۸۰ هزار ریال به ۲۸۳۲۹۰ هزار ریال، فروش گاو حذفی از ۲۶۹۵۰ هزار ریال به ۲۸۹۸۰ هزار ریال و مجموع درآمد از ۳۳۷۹۶۰ هزار ریال به ۳۳۹۵۷۰ هزار ریال رسیده است که به ترتیب ۰/۰۷، ۷ و ۰/۵ درصد افزایش نشان می‌دهند. ولی درآمد فروش گوساله از ۲۷۹۳۰ هزار ریال به ۲۷۳۰۰ هزار ریال رسید که نسبت به سطح پایه ۳ درصد کاهش نشان می‌دهد و هزینه مکمل پرورشی از ۳۲۲۰ هزار ریال به ۳۳۶۰ هزار ریال، خرید تلیسه از ۵۴۵۳۰ هزار ریال به ۵۸۱۷۰ هزار ریال و مجموع هزینه‌ها از ۳۲۸۴۴۰ هزار ریال به ۳۳۲۲۹۰ هزار ریال رسیده که هر کدام به‌ترتیب به‌میزان ۴، ۶ و ۱/۱ درصد افزایش یافته و هزینه خوراک ثابت است و هزینه تلقیح و آبستنی از ۳۹۹۰ هزار ریال به ۳۹۲۰ هزار ریال رسید و به‌میزان دو درصد روند کاهشی داشته است و سود خالص از ۹۵۲۰ هزار ریال به ۷۲۸۰ هزار ریال رسید که در این حالت ۲۴ درصد کاهش یافته‌است. در هنگام افزایش ۵ درصدی نرخ آبستنی ۲۱ روزه نسبت به سطح پایه درآمد فروش شیر از ۲۸۳۰۸۰ هزار ریال به ۲۸۳۳۶۰ هزار ریال، فروش گاو اسقاطی از ۲۶۹۵۰ هزار ریال به۲۵۹۰۰ هزار ریال و مجموع درآمد از ۳۳۷۹۶۰ هزار ریال به ۳۳۷۷۵۰ هزار ریال رسید که به ترتیب به‌میزان ۰/۰۹، ۴ و یک درصد کاهش نشان می‌دهند و درآمد فروش گوساله

نیز از ۲۷۹۳۰ هزار ریال به ۲۸۴۹۰ هزار ریال رسید که دو درصد افزایش داشته‌است و هزینه خوراک از ۱۸۹۹۱۰ هزار ریال به ۱۸۹۹۸۰ هزار ریال و هزینه تلقیح و آبستنی از ۳۹۹۰ هزار ریال به ۴۰۶۰ هزار ریال رسیده که به ترتیب ۰/۰۴ و ۲ درصد افزایش یافته و هزینه مکمل پرورشی از ۳۲۲۰ هزار ریال به ۲۹۴۰ هزار ریال، خرید تلیسه از ۵۴۵۳۰ هزار ریال به ۵۲۷۸۰ هزار ریال و مجموع هزینه‌ها نیز از ۳۲۸۴۴۰ هزار ریال به ۳۲۶۴۱۰ هزار ریال رسیدند که به‌ترتیب به‌میزان ۹، ۴ و یک درصد کاهش و سود خالص نیز از ۹۵۲۰ هزار ریال به ۱۱۳۴۰ هزار ریال رسیده که در این حالت به‌میزان ۱۹ درصد افزایش یافته است که می‌توان چنین استنباط کرد که اهمیت اقتصادی افزایش نرخ آبستنی در گله‌هایی که عملکرد تولیدمثلی ضعیف تری دارند، ضروری‌تر است تا سود بیشتری عاید دامدار شود.

جدول ۵- عملکرد اقتصادی گله‌های استان اردبیل و آنالیز حساسیت متغیرهای اقتصادی با ±۵ واحد تغییر نسبت به شرایط پایه بر مبنای هزار ریال در سال به‌ازای یک رأس گاو مولد

Table 5. Economic performance of the flocks of Ardebil province and the sensitivity analysis of economic variables with ±5 uuunit change compared to basic conditions based on one thousand rials per year per productive cow

متغیرهای اقتصادی (به‌ازای یک رأس گاو مولد در سال)	میانگین گله‌های استان اردبیل (پایه)	تغییر میانگین شیر روزانه نسبت‌به سطح پایه (کیلوگرم)		تغییر نرخ آبستنی ۲۱ روزه نسبت‌به سطح پایه (٪)		تغییر نرخ حذف اجباری نسبت‌به سطح پایه (٪)	
		−۵	+۵	−۵	+۵	−۵	+۵
درآمد فروش شیر	۲۸۳۰۸۰	۲۴۷۲۴۰	۳۱۹۷۶۰	۲۸۳۲۹۰	۲۸۳۳۶۰	۲۸۳۱۵۰	۲۸۲۹۴۰
درآمد فروش گاو احذفی	۲۶۹۵۰	۲۵۹۷۰	۲۸۵۶۰	۲۸۹۸۰	۲۵۹۰۰	۲۶۷۴۰	۲۶۸۸۰
درآمد فروش گوساله	۲۷۹۳۰	۲۷۸۶۰	۲۸۰۷۰	۲۷۳۰۰	۲۸۴۹۰	۲۷۸۶۰	۲۸۰۰۰
مجموع درآمد	۳۳۷۹۶۰	۳۰۱۰۷۰	۳۷۶۳۹۰	۳۳۹۵۷۰	۳۳۷۷۵۰	۳۳۷۸۲۰	۳۳۷۹۶۰
هزینه خوراک	۱۸۹۹۱۰	۱۷۷۶۶۰	۲۰۲۳۰۰	۱۸۹۹۱۰	۱۸۹۹۸۰	۱۸۹۹۸۰	۱۸۹۸۴۰
هزینه مکمل پرورشی	۳۲۲۰	۳۲۲۰	۳۰۸۰	۳۳۶۰	۲۹۴۰	۳۱۵۰	۳۲۲۰
هزینه خرید تلیسه	۵۴۵۳۰	۵۲۵۷۰	۵۷۶۱۰	۵۸۱۷۰	۵۲۷۸۰	۵۳۹۷۰	۵۴۵۹۰
هزینه تلقیح و آبستنی	۳۹۹۰	۳۹۹۰	۳۹۹۰	۳۹۲۰	۴۰۶۰	۳۹۹۰	۳۹۹۰
سایر هزینه‌ها	۴۳۸۹۰	۴۳۸۹۰	۴۳۸۹۰	۴۳۸۹۰	۴۳۸۹۰	۴۳۸۹۰	۴۳۸۹۰
مجموع هزینه‌ها	۳۲۸۴۴۰	۳۱۴۳۷۰	۳۴۳۹۱۰	۳۳۲۲۹۰	۳۲۶۴۱۰	۳۲۷۹۵۰	۳۲۸۸۶۰
سود خالص	۹۵۲۰	−۱۳۳۰۰	۳۲۴۸۰	۷۲۸۰	۱۱۳۴۰	۹۸۷۰	۹۱۷۰

*: تمامی هزینه‌ها و درآمدها بر مبنای هزار ریال در سال و به‌ازای یک رأس گاو مولد می‌باشند.

با کاهش ۵ درصدی نرخ حذف اجباری نسبت به سطح پایه، درآمد فروش شیر از ۲۸۳۰۸۰ هزار ریال به ۲۸۳۱۵۰ هزار ریال رسید که به‌میزان ۰/۰۲ درصد افزایش یافته و درآمد فروش گاو حذفی از ۲۶۹۵۰ هزار ریال به ۲۶۷۴۰ هزار ریال، فروش گوساله از ۲۷۹۳۰ هزار ریال به ۲۷۸۶۰ هزار ریال و مجموع درآمد از ۳۳۷۹۶۰ هزار ریال به ۳۳۷۸۲۰ هزار ریال رسیده که به ترتیب که هر کدام در این حالت نسبت به سطح پایه یک درصد کاهش داشته‌اند. هزینه خوراک از ۱۸۹۹۱۰ هزار ریال به ۱۸۹۹۸۰ هزار ریال رسید که در این حالت به‌میزان ۰/۰۴ درصد افزایش یافته‌است و هزینه مکمل پرورشی از ۳۲۲۰ هزار ریال به ۳۱۵۰ هزار ریال، خرید تلیسه از ۵۴۵۳۰ هزار ریال به ۵۳۹۷۰ هزار ریال و مجموع هزینه‌ها از ۳۲۸۴۴۰ هزار ریال به ۳۲۷۹۵۰ هزار ریال رسید که هر کدام به‌ترتیب به‌میزان ۳، ۲ و یک درصد کاهش داشته و هزینه تلقیح و آبستنی در این حالت ثابت باقی‌ماند و سود خالص از ۹۵۲۰ هزار ریال به ۹۸۷۰ هزار ریال رسید که سه‌درصد نسبت به سطح پایه افزایش داشت. با افزایش ۵ درصدی نرخ حذف اجباری نسبت به سطح پایه درآمد فروش شیر از ۲۸۳۰۸۰ هزار ریال به ۲۸۲۹۴۰ هزار ریال و فروش گاو اسقاطی از ۲۶۹۵۰ هزار ریال به ۲۶۸۸۰ هزار ریال رسید که به‌ترتیب به‌میزان ۰/۰۴ و یک‌درصد کاهش یافته و درآمد فروش گوساله از ۲۷۹۳۰ هزار ریال به ۲۸۰۰۰ هزار ریال رسید که نسبت به سطح پایه ۰/۲۵ درصد افزایش یافته و مجموع درآمد در این حالت دستخوش تغییر نشده است. هزینه خوراک از ۱۸۹۹۱۰ هزار ریال به ۱۸۹۸۴۰ هزار ریال رسید که به‌میزان یک‌درصد کاهش یافته و هزینه خرید تلیسه از ۵۴۵۳۰ هزار ریال به ۵۴۵۹۰ هزار ریال و مجموع هزینه‌ها از ۳۲۸۴۴۰ هزار ریال به ۳۲۸۸۶۰ هزار ریال رسید که به‌ترتیب به‌میزان ۰/۱۱ و ۰/۱ درصد نسبت به سطح پایه افزایش داشته‌است. هزینه مکمل پرورشی و هزینه تلقیح و آبستنی بدون تغییر باقی‌ماند و سود خالص نیز از ۹۵۲۰ هزار ریال به ۹۱۷۰ هزار ریال رسید که در این حالت به‌میزان ۴ درصد کاهش یافته‌است. لذا استنباط می‌شود که با افزایش ۵ درصدی نرخ حذف اجباری چون سود کاهش یافته در صورتی‌که دامی به دلایلی چون بیماری، صدمات فیزیکی، مشکلات تولیدمثلی و یا حتی مرگ محکوم به حذف از گله شود دامدار دچار ضرر و زیان خواهد شد. سایر هزینه‌ها در همه‌ی حالت‌ها ثابت و دستخوش تغییر نشده است. با افزایش ۵ درصد نرخ آبستنی، سود خالص سالیانه ۱۸۲۰ هزار ریال افزایش یافت. همزمان با افزایش نرخ آبستنی، شیب افزایش سود سالیانه به‌شدت کاهش یافت، به‌طوری که نسبت تغییرات در سود حاصل از افزایش و کاهش ۵ درصدی نرخ آبستنی ۷۹ درصد بود. با توجه به نتایج فوق می‌توان استنباط کرد که اهمیت اقتصادی افزایش نرخ آبستنی در گله‌هایی که عملکرد تولیدمثلی ضعیف‌تری دارند، ضروری‌تر است.

محاسبه ارزش حال انتظاری و سود سالانه

ارزش حال انتظاری هر رأس دام در جدول ۶ آورده شده است، هر کدام از این اعداد ارزش تابع هدف در برنامه‌ریزی پویا را نشان می‌دهد. تصمیم بهینه با مقایسه ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده گاو حاضر در گله با ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده تلیسه جایگزینش به‌دست می‌آید و سرانجام حیوانی که بیشترین ارزش را در زمان حال داشته باشد جایگاه

را به‌خود اختصاص می‌دهد. با توجه به جدول ۶ بیشترین ارزش حال خالص در وضعیت های مختلف تولیدی و سلامتی برای گروه کم تولید در دوره شیردهی چهارم و برای گروه متوسط و پرتولید در دوره شیردهی دوم اتفاق افتاد. در تحقیقات بخشوده و همکاران (۲) بیش‌ترین ارزش حال خالص در وضعیت‌های مختلف تولیدی و تولیدمثلی برای گروه کم، متوسط و پرتولید به‌ترتیب در دوره‌ی شیردهی پنجم، چهارم و دوم گزارش شد. ملاحظه می‌شود که با بالا رفتن تعداد شکم (مسن‌تر شدن دام) مقدار حذف بیش‌تر می‌شود. از آنجاییکه نقش موثر سیاست جایگزینی گاوها در گله روی سود آوری کل در مطالعات بسیاری نشان داده شده‌است. لذا لازمه حداکثرسازی سود گله بهینه‌سازی تصمیمات حذف است. همچنین با توجه به جدول ۶ نگهداری گاوهای متوسط تولید تا هفت دوره شیردهی و پر تولید تا هشت دوره‌ی شیردهی توصیه می‌شود.

محاسبه ارزش آتی و سودآوری آینده

برای استفاده از نتیجه برنامه‌ریزی پویا از مفهومی بنام ارزش آتی و سودآوری آینده استفاده می‌شود (۱۸). یک تولید کننده زمانی‌که می‌خواهد برای حذف یا جایگزینی یک گاو تصمیم‌گیری کند لازم است منافع و عایدات مورد انتظار در آینده برای نگهداری یا جایگزینی دام با یک دام دیگر را مورد مقایسه قرار دهد. سودآوری آینده یک گاو در طی دوره‌های مختلف شیردهی متفاوت است. 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. در این پژوهش نشان داده شد که ارزش آتی با توجه به جدول ۷ با افزایش دوره‌ی شیردهی و با افزایش سن گاو کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت ارزش آتی با تغییر سن، سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر می‌کند. ارزش کنونی درآمد در آینده یا ارزش خالص فعلی، مقدار ارزشی است که آن درآمد در شرایط فعلی برای تولید کننده دارد. اگر ارزش حال گاو سالم پرتولید در اولین دوره شیردهی ۱۳۰۹۵۵۷۰۴۱ میلیون ریال فرض شود، با نرخ بهره ۲۰ درصد معادل ۱۵۷۱۴۶۸۴۴۹ میلیون ریال یک سال بعد ارزش خواهد داشت. بنابراین می‌توان گفت که با نرخ بهره ۲۰ درصد ارزش کنونی۱۳۰۹۵۵۷۰۴۱ میلیون ریال امروز و ۱۵۷۱۴۶۸۴۴۹ میلیون ریال یک سال بعد یکسان‌است.

سودآوری آینده به‌عنوان سود پیش‌بینی شده به‌وسیله نگهداری گاو تا زمان بهینه جایگزینی، به‌جای جایگزینی فوری حیوان با درنظر گرفتن خطر حذف غیراختیاری در مدل، تعریف می‌شود. تغییرات سودآوری آینده در دوره شیردهی، نشان می‌دهد که سود آوری آینده گاوها در اوایل شیردهی به‌دلیل فروش گوساله بالا است و در طول دوره شیردهی کاهش می‌یابد و در پایان شیردهی به‌دلیل درآمد مورد انتظار یک گوساله در شیردهی بعدی دوباره کمی صعود می‌کند، به‌طوری‌که می‌توان گفت که سودآوری آینده یک گاو در طی شیردهی برعکس منحنی شیردهی است. جدول ۸ تفاوت ارزش آتی و ارزش حال را تحت نرخ تنزیل۲۰ درصد نشان می‌دهد. به‌طوری که با اضافه شدن سطح تولید تفاوت ارزش حال و آتی افزایش می‌یابد.

عمر بهینه و نرخ جایگزینی

متوسط عمر بهینه گله (فاصله زمانی بین اولین زایش تا حذف) برای سناریوی پایه ۴/۹۹ سال حاصل شد. که منعکس کننده مقاومت گاو در برابر حذف اختیاری و غیر اختیاری است. این مقدار در مطالعه‌ی بخشوده و همکاران (۲) ۳/۷۱ سال بود این اختلاف ناشی از تفاوت شرایط بازار در زمان هر کدام از بررسی‌ها می‌باشد. میانگین عمر گله تابعی از درصد حذف و جایگزینی سالانه بوده و تا زمانی‌که 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 برابر ۲۰ درصد حاصل شد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌داد که سه عامل میانگین تولید شیر سالانه، نرخ آبستنی و حذف اجباری از عوامل کلیدی در سودآوری گله محسوب می‌شوند. بیشترین نرخ حذف سالیانه کل در شرایطی بوجود آمد که نرخ آبستنی دام‌های مولد، ۵ درصد کاهش یافت. عمدهٔ تغییرات مؤثر در عملکرد اقتصادی ناشی از کاهش نرخ حذف اجباری به کاهش هزینهٔ خرید تلیسه جایگزین مربوط بود. نتایج همچنین نشان داد که حذف گاو شیری با سن بالاتر از سن بهینه تعیین شده منجر به افزایش سودآوری واحدهای دامداری می‌شود. سودآوری آینده با تغییر سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر می‌یابد. حیوانات کم تولید حداقل سودآوری آینده خود را در اوایل شیردهی نشان می‌دهند که این امر بیانگر آن است که بایستی زودتر حذف شوند.

جدول ۶- تغییرات ارزش حال انتظاری در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی (میلیون ریال)

Table 6. Changes in the expected value in different production and health situations (Million Rials)

حالات مختلف سلامتی دوره شیردهی	کم تولید			متوسط تولید			پر تولید		
	A1	B1	C1	A1	B1	C1	A1	B1	C1
۱	۹۰۴۰۷۵۷۹۶R	۸۸۵۸۵۶۱۰۵R	۹۰۰۱۲۳۸۹۶R	۱۱۴۰۱۸۳۹۹۴K	۱۱۲۱۹۶۴۳۰۴K	۱۱۳۶۲۳۲۰۹۴K	۱۳۰۹۵۵۷۰۴۱K	۱۲۹۱۳۳۷۳۵۱K	۱۳۰۵۶۰۵۱۴۱ K
۲	۹۱۴۳۰۹۶۳۸R	۸۹۶۰۸۹۹۴۷R	۹۱۰۳۵۷۷۳۸R	۱۱۴۶۸۲۷۷۳۸K	۱۱۲۸۶۰۸۰۴۸K	۱۱۴۲۸۷۵۸۳۸K	۱۳۱۰۲۶۰۷۵۰K	۱۲۹۲۰۴۱۰۵۹K	۱۳۰۶۳۰۸۸۵۰K
۳	۹۲۰۹۴۷۹۴۴R	۹۰۲۷۲۸۲۵۳R	۹۱۶۹۹۶۰۴۴R	۱۱۳۱۳۷۳۵۲۶K	۱۱۱۳۱۵۳۸۳۶K	۱۱۲۷۴۲۱۶۲۶K	۱۲۸۴۹۴۱۸۲۹K	۱۲۶۶۷۲۲۱۳۸K	۱۲۸۰۹۸۹۹۲۹K
۴	۹۲۳۹۹۰۷۱۴R	۹۰۵۷۷۱۰۲۳R	۹۲۰۰۳۸۸۱۴R	۱۱۰۵۹۳۵۷۴۸K	۱۰۸۷۷۱۶۰۵۸K	۱۱۰۱۹۸۳۸۴۸K	۱۲۴۵۹۳۳۶۴۸K	۱۲۲۷۷۱۳۹۵۷K	۱۲۴۱۹۸۱۷۴۸K
۵	۹۲۳۴۳۷۹۴۸R	۹۰۵۲۱۸۲۵۷R	۹۱۹۴۸۶۰۴۸R	۱۰۶۸۱۴۲۶۸۹K	۱۰۴۹۹۲۲۹۹۹K	۱۰۶۴۱۹۰۷۸۹K	۱۱۹۱۱۲۸۳۲۰K	۱۱۷۲۹۰۸۶۳۰K	۱۱۸۷۱۷۶۴۲۰K
۶	۹۱۹۲۸۹۶۴۶R	۹۰۱۰۶۹۹۵۵R	۹۱۵۳۳۷۷۴۶R	۱۰۳۱۳۸۰۶۰۲K	۱۰۱۳۱۶۰۹۱۱K	۱۰۲۷۴۲۸۷۰۲K	۱۱۳۴۲۲۹۹۶۴K	۱۱۱۶۰۱۰۲۷۳K	۱۱۳۰۲۷۸۰۶۴K
۷	۹۱۱۵۴۵۸۰۸R	۸۹۳۳۲۶۱۱۷R	۹۰۷۵۹۳۹۰۸R	۹۹۰۷۹۱۴۷۹ K	۹۷۲۵۷۱۷۸۹K	۹۸۶۸۳۹۵۷۹ K	۱۰۷۰۷۶۳۵۴۴K	۱۰۵۲۵۴۳۸۵۴K	۱۰۶۶۸۱۱۶۴۴K
۸	۹۰۰۲۰۶۴۳۴R	۸۸۱۹۸۶۷۴۳R	۸۹۶۲۵۴۵۳۴R	۹۵۵۰۱۰۸۲۷ R	۹۳۶۷۹۱۱۳۷R	۹۵۱۰۵۸۹۲۷ R	۱۰۰۹۸۲۵۹۷۸K	۹۹۱۶۰۶۲۸۷K	۱۰۰۵۸۷۴۰۷۸K
۹	۸۸۵۲۷۱۵۲۴R	۸۶۷۰۵۱۸۳۳R	۸۸۱۳۱۹۶۲۴R	۹۳۱۲۸۱۳۴۸ R	۹۱۳۰۶۱۶۵۷R	۹۲۷۳۲۹۴۴۸ R	۹۵۹۲۱۵۸۸۴R	۹۴۰۹۹۶۱۹۳R	۹۵۵۲۶۳۹۸۴ R
۱۰	۸۶۶۷۴۱۰۷۸R	۸۴۸۵۲۱۳۸۷R	۸۶۲۷۸۹۱۷۸R	۹۰۵۲۶۶۸۳۸ R	۸۸۷۰۴۷۱۴۷R	۹۰۱۳۱۴۹۳۸ R	۹۲۸۶۵۷۴۷۸R	۹۱۰۴۳۷۷۸۷R	۹۲۴۷۰۵۵۷۸ R

A1: عدم بیماری، B1: بیماری قابل درمان، C1: بیماری که سبب حذف حیوان می‌شود، R: حذف حیوان، K: نگهداری حیوان

جدول ۷- تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی (میلیون ریال)

Table 7. Changes the future value in different production and health situations (Million Rials)

حالات مختلف سلامتی دوره شیردهی	کم تولید			متوسط تولید			پر تولید		
	A1	B1	C1	A1	B1	C1	A1	B1	C1
۱	۱۰۸۴۸۹۰۹۵۵R	۱۰۶۳۰۲۷۳۲۶R	۱۰۸۰۱۴۸۶۷۵R	۱۳۶۸۲۲۰۷۹۳K	۱۳۴۶۳۵۷۱۶۵K	۱۳۶۳۴۷۸۵۱۳K	۱۵۷۱۴۶۸۴۴۹K	۱۵۴۹۶۰۴۸۲۱K	۱۵۶۶۷۲۶۱۶۹K
۲	۱۰۹۷۱۷۱۵۶۶R	۱۰۷۵۳۰۷۹۳۶R	۱۰۹۲۴۲۹۲۸۶R	۱۳۷۶۱۹۳۲۸۶K	۱۳۵۴۳۲۹۶۵۸K	۱۳۷۱۴۵۱۰۰۶K	۱۵۷۲۳۱۲۹۰۰K	۱۵۵۰۴۴۹۲۷۱K	۱۵۶۷۵۷۰۶۲۰K
۳	۱۱۰۵۱۳۷۵۳۳R	۱۰۸۳۲۷۳۹۰۴R	۱۱۰۰۳۹۵۲۵۳R	۱۳۵۷۶۴۸۲۳۱K	۱۳۳۵۷۸۴۶۰۳K	۱۳۵۲۹۰۵۹۵۱K	۱۵۴۱۹۳۰۱۹۵K	۱۵۲۰۰۶۶۵۶۶K	۱۵۳۷۱۸۷۹۱۵K
۴	۱۱۰۸۷۸۸۸۵۷R	۱۰۸۶۹۲۵۲۲۸R	۱۱۰۴۰۴۶۵۷۷R	۱۳۲۷۱۲۲۸۹۸K	۱۳۰۵۲۵۹۲۷۰K	۱۳۲۲۳۸۰۶۱۸K	۱۴۹۵۱۲۰۳۷۸K	۱۴۷۳۲۵۶۷۴۸K	۱۴۹۰۳۷۸۰۹۸K
۵	۱۱۰۸۱۲۵۵۳۸R	۱۰۸۶۲۶۱۹۰۸R	۱۱۰۳۳۸۳۲۵۸R	۱۲۸۱۷۷۱۲۲۷K	۱۲۵۹۹۰۷۵۹۹K	۱۲۷۷۰۲۸۹۴۷K	۱۴۲۹۳۵۳۹۸۴K	۱۴۰۷۴۹۰۳۵۶K	۱۴۲۴۶۱۱۷۰۴K
۶	۱۱۰۳۱۴۷۵۷۵R	۱۰۸۱۲۸۳۹۴۶R	۱۰۹۸۴۰۵۲۹۵R	۱۲۳۷۶۵۶۷۲۲K	۱۲۱۵۷۹۳۰۹۳K	۱۲۳۲۹۱۴۴۴۲K	۱۳۶۱۰۷۵۹۵۷K	۱۳۳۹۲۱۲۳۲۸K	۱۳۵۶۳۳۳۶۷۷K
۷	۱۰۹۳۸۵۴۹۷۰R	۱۰۷۱۹۹۱۳۴۰R	۱۰۸۹۱۱۲۶۹۰R	۱۱۸۸۹۴۹۷۷۵K	۱۱۶۷۰۸۶۱۴۷K	۱۱۸۴۲۰۷۴۹۵K	۱۲۸۴۹۱۶۲۵۳K	۱۲۶۳۰۵۲۶۲۵K	۱۲۸۰۱۷۳۹۷۳K
۸	۱۰۸۰۲۴۷۷۲۱R	۱۰۵۸۳۸۴۶۹۲R	۱۰۷۵۵۰۵۴۴۱R	۱۱۴۶۰۱۲۹۹۲R	۱۱۲۴۱۴۹۳۶۴R	۱۱۴۱۲۷۰۷۱۲R	۱۲۱۱۷۹۱۱۷۴K	۱۱۸۹۹۲۷۵۴۴K	۱۲۰۷۰۴۸۸۹۴K
۹	۱۰۶۲۳۲۵۸۲۹R	۱۰۴۰۴۶۲۲۰۰R	۱۰۵۷۵۸۳۵۴۹R	۱۱۱۷۵۳۷۶۱۸R	۱۰۹۵۶۷۳۹۸۸R	۱۱۱۲۷۹۵۳۳۸R	۱۱۵۱۰۵۹۰۶۱R	۱۱۲۹۱۹۵۴۳۲R	۱۱۴۶۳۱۶۷۸۱R
۱۰	۱۰۴۰۰۸۹۲۹۴R	۱۰۱۸۲۲۵۶۶۴R	۱۰۳۵۳۴۷۰۱۴R	۱۰۸۶۳۲۰۲۰۶R	۱۰۶۴۴۵۶۵۷۶R	۱۰۸۱۵۷۷۹۲۶R	۱۱۱۴۳۸۸۹۷۴R	۱۰۹۲۵۲۵۳۴۴R	۱۱۰۹۶۴۶۶۹۴R

A1: عدم بیماری، B1: بیماری قابل درمان، C1: بیماری که سبب حذف حیوان می‌شود،R : حذف حیوان، K: نگهداری حیوان

جدول ۸- تغییرات سود یا منفعت سالانه در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی (میلیون ریال)

Table 8. Changes in annual profit or benefit in different production and health situations (Million Rials)

حالات مختلف سلامتی دوره شیردهی	کم تولید			متوسط تولید			پر تولید		
	A1	B1	C1	A1	B1	C1	A1	B1	C1
۱	۱۸۰۸۱۵۱۵۹R	۱۷۷۱۷۱۲۲۱R	۱۸۰۰۲۴۷۸۱R	۲۲۸۰۳۶۷۹۹K	۲۲۴۳۹۲۸۶۱K	۲۲۷۲۴۶۴۱۹K	۲۶۱۹۱۱۴۰۸K	۲۵۸۲۶۷۴۷۰K	۲۶۱۱۲۱۰۲۸K
۲	۱۸۲۸۶۱۹۲۸R	۱۷۹۲۱۷۹۸۹R	۱۸۲۰۷۱۵۴۸R	۲۲۹۳۶۵۵۴۸K	۲۲۵۷۲۱۶۱۰K	۲۲۸۵۷۵۱۶۸K	۲۶۲۰۵۲۱۵۰K	۲۵۸۴۰۸۲۱۲K	۲۶۱۲۶۱۷۷۰K
۳	۱۸۴۱۸۹۵۸۹R	۱۸۰۵۴۵۶۵۱R	۱۸۳۳۹۹۲۰۹R	۲۲۶۲۷۴۷۰۵K	۲۲۲۶۳۰۷۶۷K	۲۲۵۴۸۴۳۲۵K	۲۵۶۹۸۸۳۶۶K	۲۵۳۳۴۴۴۲۸K	۲۵۶۱۹۷۹۸۶K
۴	۱۸۴۷۹۸۱۴۳R	۱۸۱۱۵۴۲۰۵R	۱۸۴۰۰۷۷۶۳R	۲۲۱۱۸۷۱۵۰K	۲۱۷۵۴۳۲۱۲K	۲۲۰۳۹۶۷۷۰K	۲۴۹۱۸۶۷۳۰K	۲۴۵۵۴۲۷۹۱K	۲۴۸۳۹۶۳۵۰K
۵	۱۸۴۶۸۷۵۹۰R	۱۸۱۰۴۳۶۵۱R	۱۸۳۸۹۷۲۱۰R	۲۱۳۶۲۸۵۳۸K	۲۰۹۹۸۴۶۰۰K	۲۱۲۸۳۸۱۵۸K	۲۳۸۲۲۵۶۶۴K	۲۳۴۵۸۱۷۲۶K	۲۳۷۴۳۵۲۸۴K
۶	۱۸۳۸۵۷۹۲۹R	۱۸۰۲۱۳۹۹۱R	۱۸۳۰۶۷۵۴۹R	۲۰۶۲۷۶۱۲۰K	۲۰۲۶۳۲۱۸۲K	۲۰۵۴۸۵۷۴۰K	۲۲۶۸۴۵۹۹۳K	۲۲۳۲۰۲۰۵۵K	۲۲۶۰۵۵۶۱۳K
۷	۱۸۲۳۰۹۱۶۲R	۱۷۸۶۶۵۲۲۳R	۱۸۱۵۱۸۷۸۲R	۱۹۸۱۵۸۲۹۶K	۱۹۴۵۱۴۳۵۸K	۱۹۷۳۶۷۹۱۶K	۲۱۴۱۵۲۷۰۹K	۲۱۰۵۰۸۷۷۱K	۲۱۳۳۶۲۳۲۹K
۸	۱۸۰۰۴۱۲۸۷R	۱۷۶۳۹۷۹۴۹R	۱۷۹۲۵۰۹۰۷R	۱۹۱۰۰۲۱۶۵K	۱۸۷۳۵۸۲۲۷K	۱۹۰۲۱۱۷۸۵K	۲۰۱۹۶۵۱۹۶K	۱۹۸۳۲۱۲۵۷K	۲۰۱۱۷۴۸۱۶K
۹	۱۷۷۰۵۴۳۰۵R	۱۷۳۴۱۰۳۶۷R	۱۷۶۲۶۳۹۲۵R	۱۸۶۲۵۶۲۷۰R	۱۸۲۶۱۲۳۳۱R	۱۸۵۴۶۵۸۹۰R	۱۹۱۸۴۳۱۷۷R	۱۸۸۱۹۹۲۳۹R	۱۹۱۰۵۲۷۹۷R
۱۰	۱۷۳۳۴۸۲۱۶R	۱۶۹۷۰۴۲۷۷R	۱۷۲۵۵۷۸۳۶R	۱۸۱۰۵۳۳۶۸R	۱۷۷۴۰۹۴۲۹R	۱۸۰۲۶۲۹۸۸R	۱۸۵۷۳۱۴۹۶R	۱۸۲۰۸۷۵۵۷R	۱۸۴۹۴۱۱۱۶R

A1: عدم بیماری، B1: بیماری قابل درمان، C1: بیماری که سبب حذف حیوان می‌شود، R: حذف حیوان، K: نگهداری حیوان.

منابع

1. Ansari-lari, M., M. Mohebbi-fani and A. Rowshan-ghasrodashti. 2012. Causes of culling in dairy cows and its relation to age at culling and interval from calving in Shiraz, Southern Iran. Journal of Veterinary Research Forum, 3(4): 233-237.
2. Bakhshoodeh, M., S.A. Seyed Salehi and M. Mohebbi Fani. 2012. Optimal replacement strategy for dairy cows with diverse production capacities in Fars province Journal of Development and Agricultural Economics, 26(3): 176-182 (In Persian).
3. Bertsekas, D.P. 2001. Dynamic Programming and Optimal Control. Vol. 2: Dynamic Programming. 2nd ed. Athena Scientific, Belmont, MA.
4. Boichard, D.I. 1990. Estimation of the economic value of conception rate in dairy cattle. Journal of Livestock Production Science, 24: 187-204.
5. Cardoso, V.L., J.R. Nogueria and J. VanArendonk. 1999. Optimal replacement and insemination policies for Holstein cattle in the southeastern region of Brazil. The effect of selling animals for production. Journal of Dairy Science, 82(7): 1449-1458.
6. Dekkers, J. 1991. Estimation of economic values for dairy cattle breeding goals: bias due to sub-optimal management policies. Journal of Livestock Production Science, 29: 131-149.
7. De Vries, A. 200۶. The Dairy VIP Program to Evaluate the Consequences of Changes in Herd Management and Prices on Dairy Farms. Available at http://edis.ifas.ufl.edu Animal science Department, UF/FAS Extension. page, 1-7.
8. De Vries, A. 2006. Ranking dairy cows for future profitability and culling decisions. Proceeding 3th Florida & Georgia Dairy Road Show.
9. Fetrow, J., K. Nordlund and H. Norman. 2006. Invited review: Culling: nomenclature, definitions, and recommendations. Journal of Dairy Science, 89(6): 1896-905.
10. Heikkila, A.M. 2008. Optimal replacement policy and economic value of dairy cows with diverse health status and production capacity. Journal of Dairy Science, 91(6): 2342-2352.
11. Ljungqvist, L. and T.J .Sargent. 2000. Recursive macroeconomic theory. MIT Press, Cambridge, MA.
12. McCullough, D.A. and M.A. Delorenzo. 1996. Effect of price and management level on optimal replacement and insemination decision. Journal of Dairy Science, 79(2): 242-253.
13. Miranda, M.J. and P.L. Fackler. 2002. Applied computational economics and finance. MIT Press, Cambridge, MA.
14. Mohdnor, N., W. Stenerld and H. Hogeveen. 2014. The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. Journal of Dairy Research, 81(1): 1-8.
15. Nasr Esfahani, A. 2017. Estimate of sensitivity of economic efficiency for variety in production, reproduction performances and culling rate in dairy herds in Isfahan. Journal of Animal Production, 19(3): 533-543 (In Persian).
16. Russell, C., J.R. Philibrik and P.K. Kitanidis. 2001. Improved dynamic programming methods for optimal control of lumped-parameter stochastic system. Journal of Operation Research, 49(3): 398-412.
17. Seyed Sharifi, R., A.A. Shadparvar and N. Ghavi Hossein-Zadeh. 2013. Parameters affecting optimal herd life of Holestein cows in North West of Iran using stochastic dynamic programming. Journal of Animal Production Research, 2(2): 19-27 (In Persian).
18. Van Arendonk, J.A.M. 1984. Studies on the replacement policies in dairy cattle. I. Evaluation of techniques to determine the optimum time for replacement and to rank cows on future profitability. Zeitschrift für Tierziichtung und Züchtungsbiologi, 101: 330-340.
19. Varkoohi, S., M. Shilanan, S. Forutani Far and A.R. Eghbal. 2015. Investigation of culling reasons on Holstein Cows in Iran. Journal of Applied Animal Science Research Journal, 14: 93-100 (In Persian).

Investigation of Biological and Economic Changes in Herd of Dairy Cows Using Optimization Models

Afsane Qasemi[1], Reza Seyedsharifi*[2], Nemat Hedayat Evrigh[3], Jamal Seif Davati[3] and hossein Abdibenemar[3]

1- M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
2- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, (Corresponding author: reza_seyedsharifi@yahoo.com)
3- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
Received: March 22, 2019 Accepted: March 15, 2020

Abstract

The aim of this study was to identify the factors affecting the culling of dairy cows and their impact on reproductive performance and costs of the herd so that optimal decisions can be made in replacing dairy cows and thereby increase the annual income of dairy cattle. For this purpose, data collected from four active cattle breeding units in Ardabil province (including biological parameters and financial information of herds) during the years 2017 to 2018 were used. To simulate the herd status under different conditions, a bio-economic model developed in Dairy VIP software was used and the MATLAB software compecon toolbox was optimized for production system. Dynamic programming was used to determine the optimal replacement strategy. This planning is a mathematical approach that is suitable for solving problems with several successive decision steps. Dairy cattle were described with state variables including lactation period, milk production capacity and different animal health states. The average annual milk yield and forced removal rate were 13480 kg and 16.1%, respectively. According to the observed results, the highest total annual culling rate occurred when the rate of pregnancy of productive animal decreased by 5%. The major effective changes in economic performance due to the reduction in the rate of forced culling was related to the reduction in the cost of purchasing alternative heifers. The average herd optimal life (interval between first calving to removal) was obtained for the baseline scenario of 4.99 years. The optimal annual replacement rate, which is equal to the sum of the optional and non-optional elimination rates, was 20% for the baseline scenario in this study. So that culling of dairy cows older than the optimum age leads to increased profitability of livestock units. The results of the dynamic programming model also showed that optimal maintenance for medium and high-yielding cows is equal to seven and eight lactation periods. The results of this study can help producers to identify important factors in annual herd profitability and to make sound management decisions to improve economic profit.

Keywords: Dairy Cows, Economic Performance, Optimization, Culling and Replacement Rates