Archive of SID

پژوهش‌های علوم دامی
Animal Science Research

مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۱ شماره ۳/ سال ۱۴۰۰/ صفحات ۲۷ تا ۳۹

DOI: 10.22034/AS.2021.39086.1563

بررسی بیشینه کردن سود در گله گاوهای شیری با رویکرد بهینه سازی سامانه تولید

رضا سیدشریفی [*۱]، صونا امیری[۲]، نعمت هدایت ایوریق [۱] و جمال سیف دواتی[۱] و طاهر یلچی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۱٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۳

[۱] دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

[۳] استادیار گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی

[*] مسئول مکاتبه: Email: Reza_seyedsharifi@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: هدف اصلی یک مزرعه شیری حداکثر سازی سود کل گله است، یکی از مهم‌ترین مسائلی که روی این سود تاثیر دارد معیارها و میزان حذف است. گاوها به دلایل مختلف حذف می‌شوند که شایع ترین آنها تولیدمثل، سلامت وتولید پایین است. **هدف**: این تحقیق حداکثرسازی سود سالیانه گله در راستای بهینه سازی و تصمیم گیری در جهت حذف یا نگهداری گاوهای شیری در گله می‌باشد. **روش کار:** بدین منظور از داده‌های خام جمع آوری شده از گاوداری‌های صنعتی اردبیل بین سال‌های ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۷ استفاده گردید. سپس با استفاده از یک مدل زیست اقتصادی توسعه یافته در نرم افزار Dairy vip، وضعیت گله در شرایط مختلف برای اجرای سیاست‌های بهینه شبیه‌سازی شد. همچنین تصمیمات بهینه با استفاده از جعبه ابزار $Compecon$ در نرم افزار $MATLAB$ اتخاذ گردید. **نتایج**: با اجرای سیاست‌های بهینه، نرخ حذف سالیانه از ۳۰/۱۱ به ٤۳/۸ درصد افزایش یافت. با این حال نرخ حذف اجباری به میزان ناچیزی (۲/۳ درصد) کمتر شد. نرخ آبستنی با اجرای سیاست‌ها و تصمیمات بهینه از ۱۵/۳۱ به ۱۸/۲ درصد رسید. لذا می‌توان استنباط کرد که اهمیت اقتصادی افزایش نرخ آبستنی در گله‌هایی که عملکرد تولیدمثلی ضعیف‌تری دارند، ضروری‌تر است. کاهش میانگین روزهای شیردهی گله سبب افزایش تولید روزانه و سالیانه گاوهای مولد به ترتیب به میزان ۳ و ۹۳۵ کیلوگرم شد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش فاصله زایش ارزش حال کاهش می‌یابد ولی تصمیم بهینه در هر سطح تولیدی برای فواصل مختلف زایش یکسان بود. متوسط عمر بهینه گله برای هزینه‌های تشریح شده در سناریوی پایه ٤/۸۳ سال حاصل شد. **نتیجه گیری نهایی:** هرچند اجرای سیاست‌های بهینه با افزایش نرخ حذف دام و هزینه‌های جایگزینی و همچنین افزایش هزینه‌ی خوراک همراه بود، با این حال افزایش درآمد ناشی از اجرای این سیاست‌ها می تواند هزینه‌های افزایش یافته را جبران کند. همچنین حذف با سن بالاتر از سن بهینه منجر به افزایش سود آوری واحد گاوداری می‌گردد.

واژه های کلیدی: برنامه ریزی پویا،گاو شیری، سود سالیانه، مدل زیست اقتصادی

مقدمه

درصنعت دامپروری در سراسر دنیا اکثر تصمیمات درباره افزایش سودآوری به ازای هر دام است این امر فرایندی مستقل نبوده و تحت تأثیر اثرات متقابل عملکردهای بیولوژیکی از قبیل تولید، تولیدمثل، سلامت ، بهداشت و قیمت‌ها هستند. این دو عامل از طریق تغییر

www.SID.ir

Archive of SID

در سیاست‌های جایگزینی و پرورش، سودآوری را تحت تأثیر قرار می‌دهند(نصر اصفهانی ۲۰۱۸). مسائلی مانند نوسان‌های قیمت خوراک و نبود سیاست‌های منسجم برای حمایت از صنعت گاو شیری در ایران، این حرفه را از لحاظ اقتصادی به یکی از مشاغل با ریسک بالا تبدیل کرده است. در صنعت پرورش گاو شیری در ایران برخی عوامل از جمله تعرفه گذاری بر روی قیمت گوشت، شیر، نرخ بهره مناسب و کاهش تورم در جهت بهینه کردن سیاست های جایگزینی و حذف سودآوری گله را افزایش خواهد داد. از دلایل اصلی عدم سوددهی گاوداری‌ها می‌توان به ناپایداری و نبود توازن در قیمت شیر و هزینه های تولید آن و کمبود تقاضا برای شیر اشاره کرد (سیدشریفی و همکاران ۲۰۱٤).

وقتی یک تولیدکننده می‌خواهد برای حذف یا جایگزینی یک گاو تصمیم گیری کند، بهتر است منافع و عایدات مورد انتظار در آینده برای نگهداری گاو یا جایگزینی حیوان با یک حیوان دیگر را مقایسه کند. مهمترین هدف یک واحد دامپروری، حداکثرسازی سود گله است، یکی از مسائلی که روی این سود تاثیر می‌گذارد، معیارها و میزان حذف است (روگاس و همکاران ۱۹۸۸). اگر حذف و جایگزینی بهینه نباشد یعنی گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف شوند سودآوری گله کاهش می‌یابد. لازمه‌ی تعیین زمان بهینه برای حذف گاوها، در نظر گرفتن همزمان چندین متغیر بیولوژیکی و اقتصادی است (دوریس ۲۰۰٤). تصمیم حذف باید براساس درآمدهای پیش‌بینی شده‌ی آینده‌ی گاو باشد. هرچه قدر دام ماندگاری بیشتری در گله داشته باشد سود بیشتری عاید دامدار می‌کند. تصمیم به حذف درست و بهینه دام با مقایسه ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده گاو حاضر در گله با ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده تلیسه جایگزینش به دست می‌آید، در نهایت حیوانی که بیشترین ارزش را در زمان حال داشته باشد، جایگاه را به خود اختصاص می‌دهد(گروئندال و همکاران ۲۰۰۵). دلایل حذف به طور کلی شامل دو دسته حذف اختیاری (یا اقتصادی) و حذف اجباری (یا فیزیولوژیکی) می‌باشد. حذف اختیاری به دلیل پایین بودن تولید، سن بالا، مازاد بودن و یا نیاز مالی دامدار صورت می‌گیرد و هر چه درصد آن از کل حذف‌ها بیشتر باشد اقتصادی‌تر است. حذف اختیاری به این معناست که حذف‌های صورت گرفته در گله بیشتر تحت اختیار و کنترل دامدار است. در مقابل حذف اجباری به دلیل مشکلات تولید مثلی، بیماری، آسیب‌های فیزیکی، مرگ و ورم پستان رخ می‌دهد. هر چه درصد آن از کل حذف ها کمتر باشد اقتصادی‌تر است زیرا این نوع حذف از اراده دامدار خارج است(ویگل و همکاران ۲۰۰۳). حذف اختیاری گاوها و تلقیح به موقع دو تصمیم مدیریتی مهم و تاثیرگذار در صنعت پرورش گاو شیری می باشد که در فرایند سودآوری گله نقش دارند(جالوینگ ۱۹۹۲). با توجه به اینکه سودآوری گله ارتباط مستقیمی با کاهش‌حذف اجباری دارد. میزان حذف اجباری به خصوص ناباروی،ناهنجاریهای متابولیکی وگوارشی و مشکلات پستانی در گاوهای شمال غرب ایران بالا گزارش شده است، به‌طوری که با بهبود شاخص‌های تغذیه‌ای و مدیریتی می‌توان میزان این نوع حذف‌ها راکاهش داد (هدایت و پور اسد ۲۰۱۷). تصمیم برای حذف اختیاری چالش بزرگی برای مدیران گله‌های گاوشیری بوده و تاثیر مهمی بر عملکرد اقتصادی گله دارد. تصمیم صحیح برای جایگزینی گاوهای حذفی به عنوان یکی از مهمترین عوامل موثر روی سودآوری شناخته می‌شود(هادلی و همکاران ۲۰۰٦). اطلاع از روند تأثیر حذف بر تولید، تعداد دام های حذف شده، علت حذف و تأثیر برنامه های مدیریتی بر میزان حذف، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد(مس کولوق و همکاران ۱۹۹٦).

نرم افزار Dairy Vip یک برنامه‌ی مدیریتی توسعه یافته در اکسل است(دوریس ۲۰۰٦). این نرم افزار شامل بخش سیاست جایگزینی (حذف اختیاری) که در آن تصمیم گیری‌های بهینه و نابهینه برای تلقیح و حذف اختیاری مشخص می‌شود. بخش عملکرد گله که با استفاده از

www.SID.ir

Archive of SID

شبیه‌سازی زنجیره‌ی مارکوف عملکرد زیستی و اقتصادی گله را پس از اعمال تصمیم گیری‌ها در زمینه‌ی حذف اختیاری دام، نشان می‌دهد. شبیه سازی تا هنگامی که عملکرد گله تثبیت شود ادامه می‌یابد. بخش زیست اقتصادی 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 (نصر اصفهانی ۲۰۱۸). همچنین کاربرد برنامه ریزی پویا در علوم دامی بیشتر در مورد مسائل مربوط به جایگزینی دام است. سیاست بهینه در هر مرحله، بیانگر بهترین تصمیم از آن مرحله تا مرحله نهایی است. در این روش بنابر هر یک از وضعیت هایی مورد بررسی یک ارزش حال انتظاری محاسبه می‌شود و تصمیم گیرنده بر پایه وضعیت های پیش روی، بهترین تصمیم را بر پایه ارزش حال انتظاری محاسبه شده انتخاب می‌کند. چندین مدل برنامه ریزی پویا برای تصمیم سازی بهینه جایگزینی در گله‌های شیری ارائه شده است دوریس (۲۰۰٦) و ون آرندوک و همکاران(۱۹۸۵) و هیکالیا (۲۰۰۸). کاردسو و همکاران (۱۹۹۹) بهینه سازی سیاست جایگزینی و تلقیح را در گاوهای شیری با محاسبه درآمدها، هزینه‌ها و احتمالات حذف ماهیانه گزارش کرده اند. در ایران نیز نصر اصفهانی (۲۰۱۸) با استفاده از یک مدل زیست اقتصادی در نرم افزار Dairy Vip به بررسی سیاست بهینه جایگزینی دام پرداخته است. هدف از این تحقیق حداکثرسازی سود سالیانه در راستای بهینه سازی و تصمیم گیری در جهت حذف یا نگهداری گاوهای شیری در گله است تا دامداران بتوانند با تحت کنترل در آوردن این عوامل درآمد سالیانه گاوداری‌های خود را افزایش دهند.

مواد و روش ها در این تحقیق از داده های خام جمع آوری شده از سه گاوداری صنعتی اردبیل که بین سال‌های ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۷ گردآوری شده بود استفاده گردید. گله‌هایی که در این تحقیق مشارکت داشتند توسط مرکز اصلاح نژاد رکوردبرداری می‌شدند لذا داده های تولیدی از مجموعه داده‌های جمع آوری شده از مرکز اصلاح نژاد یا توسط پرسشنامه از گاوداری‌ها اخذ گردید. همچنین فراسنجه‌های زیستی گله اعم از خطر حذف اجباری و احتمال آبستنی در دوره های مختلف شیردهی و ماه‌های مختلف پس از زایش برآورد شد. اطلاعات مالی گله در قالب یک پرسشنامه اقتصادی از واحدهای مورد برر سی اخذ گردید. سپس فرا سنجه های زیستی و اطلاعات مالی در یک مدل زیست اقتصادی در نرم افزار Dairy Vip توسعه یافت. این نرم افزار دام را در طول زمان شبیه سازی می‌کند و نیز گله را به دو صورت بهینه و نابهینه مورد برر سی قرار می‌دهد. مبنای تصمیم‌گیری برای حذف بهینه کمینه کردن هزینه فرصت از دست رفته(هزینه‌های ناشی از رد بهترین گزینه‌ی جایگزین در هنگام تصمیم‌گیری) می‌باشد. به طوری که با منفی شدن ارزش نگهداری دام که از تفاوت ارزش خالص کنونی دام های موجود و تلیسه‌های جایگزین به دست می‌آید، حذف اختیاری انجام می‌گیرد. مبنای حذف اختیاری در گله های مورد برر سی ر سیدن تولید شیر گاوهای غیرآبستن به کمتر از ۱۸ کیلوگرم در روز، تعیین شد. تولید شیر با استفاده از رکوردهای روزانه تولید و با برازش منحنی گامای ناقص(Wood's) مورد بررسی قرار گر فت. میانگین تولید شیر ۳۰۵ روز در شیرواری اول تا سوم و اوج شیردهی به صورت جدول ۱ گزارش شد. میانگین نرخ تلقیح ۲۱ روزه و نرخ گیرایی گاو مولد طبق گزارش‌های سالیانه گله‌های مورد بررسی به ترتیب ٤۹/۳ و ۳۷ درصد بودند. بنابر پیش فرض نرم افزار Dairy VIP، یک دام بیشینه ۲٤ ماه پس از زایش می تواند در گله باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 1-Average milk production of non-pregnant cows for each lactation period

Average herds	305-day yield	Peak yield
Lact1	11845	41.5
Lact2	13062	49.9
Lact3	12986	50.6

با استفاده از روش تحلیل سامانه ،سامانه اقتصادی گله گاو شیری به مولفه‌های درآمدی و هزینه‌ای تجزیه شده و هرکدام از این مولفه ها نیز به زیر بخش‌های دیگری تقسیم شدند. درآمد تولیدکنندگان از فروش شیر، تلیسه مازاد، گوساله نر و گاو حذفی محاسبه گردید. هزینه‌ها شامل هزینه‌ی بازاریابی گوساله‌ی نر،مجموع هزینه‌های تغذیه تلیسه از تولد تا اولین زایش،مجموع هزینه‌های بهداشتی تلیسه از تولد تا اولین زایش، هزینه‌های تولیدمثلی تلیسه، هزینه‌های نیروی انسانی تلیسه، هزینه‌های بازاریابی تلیسه، هزینه‌های تغذیه هر رأس گاو، هزینه‌ی سلامتی گاو، هزینه‌ی تولید مثلی گاو، هزینه‌های نیروی انسانی گاو، هزینه‌ی‌بازاریابی‌شیر، هزینه‌ی بازاریابی گاوهای حذفی و هزینه‌های ثابت بودند (کاهی و نیتر ۲۰۰٤). مدل برنامه ریزی پویا برای تعیین سیاست بهینه جایگزینی توسعه یافت. تابع هدف مورد بررسی در این تحقیق به صورت حداکثرسازی ارزش کنونی درآمدهای خالص از گاو کنونی و تلیسه جایگزین برنامه ریزی شد. برای برآورد آماره‌های مورد انتظار تحت سیاست بهینه از شبیه سازی زنجیره مارکوف استفاده شد (هادلی و همکاران ۲۰۰٦).

$$P(q_t = S_j | q_{t-1} = S_t, q_{t-2} = S_k, \dots) = P(q_t = S_j | q_{t-1} = S_t) \quad (1)$$

که در این رابطه $P(q_t)$ بیانگر حالت سامانه است که موقعیت آن را در یک دوره زمانی مشخص می کند و $P(q_t = S_j | q_{t-1})$ احتمالات گذار نامیده می‌شود که معرف حرکت از یک حالت به حالت دیگر در طول یک دوره مشخص است. براین اساس، رفتار آینده سامانه صرفا به وضعیت فعلی آن بستگی خواهد داشت و به رفتارهای قبلی وابسته نمی باشد. مسئله بهینه سازی بصورت زیر فرموله گردید (سیدشریفی و همکاران،۲۰۱٤).

$$V_t(s_t) = max_{x_t}\{R_t(s_t, x_t) + \beta V_{t+1}(s_{t+1})\}, t = 1,2, \dots, T \quad (2)$$

که در آن تابع ارزش بهینه V_t، تابع رایج بردار حالت s_t است، t شاخص زمان، x_t بردار تصمیم، $R_t(s_t, x_t)$ تابع بازده یک دوره، β فاکتور تنزیل، $V_{t+1}(s_{t+1})$ تابع ارزش دوره بعدی است. $V_t(S_t)$ ارزش نهایی منابع در پایان افق برنامه ریزی است، افق برنامه ریزی برابر با ۱۰ دوره شیردهی و هر دوره شیردهی به عنوان یک مرحله برای تصمیم سازی در نظر گرفته شد. در هر مرحله گاوهای شیری به وسیله متغیرهای وضیعتی شامل توان تولیدی در ۳ سطح (کم تولید، متوسط و پر تولید) با تولید کمتر از ٥ هزار کیلو گرم، ٥ تا ۷ هزار کیلو گرم و بیشتر از ۷ هزار کیلو گرم که بترتیب ۰/۰۲ ، ۰/۳٥ و ۰/٦۳ درصد از دامها را شامل شدند. برای بیان متغیرهای حالت، بردار S_T به صورت زیر توصیف شد.

$$S_T = [S_t^{parity}, S_t^{prod}, S_t^{reprod}]$$

که در آن S_t^{parity} تعداد دوره شیردهی گاوشیری $(S_t^{parity} = 1,2, \dots, 10)$؛ S_t^{prod} ظرفیت تولید $(S_t^{prod} = 1,2,3)$؛ (۱ برای گاوشیری کم تولید، ۲ برای متوسط و ۳ برای تولید بالاست)؛ S_t^{reprod} وضعیت زمان آبستن شدن $(S_t^{reprod} = 1,2,3,4)$ ؛ $S_t^{reprod} =$ 1 یک حالت ایده ال است (هیچ گونه تأخیری در آبستنی وجود ندارد)، ۲ حالت با ٤۰ روز تأخیر در آبستنی و ۳ و ٤ به ترتیب تأخیرهای ۸۰ و ۱۲۰ روزه در آبستنی می‌باشند. تصمیمی که در پایان مرحله T گرفته می‌شود $x_t = 0, 1$ است (۰=نگهداری و ۱= جایگزینی). تصمیم به نگهداری به آن معنی است که گاو حداقل یک فاصله گوساله زایی دیگر در گله خواهد ماند. تصمیم به

www.SID.ir

Archive of SID

جایگزینی به نتایج فروش گاو و جایگزینی آن با یک گاو جدید در اولین دوره شیردهی‌اش ارتباط دارد. با توجه به روند بهینه سازی و اعمال ضرر و زیان ناشی از روزهای تاخیر در آبستنی در مدل، هزینه‌های مصرف هورمون و اسپرم برای آبستن کردن گاوها محاسبه گردید. این هزینه‌ها در حالت فاصله زایش ایده آل، نرمال فرض شد و هزینه‌های مازاد برآن به عنوان هزینه‌های تأخیر در آبستنی برآورد گردید. با توجه به اینکه در گاوداری‌های مورد بررسی برای تلقیح گاوهای با تلقیح بیش از ۳ بار از اسپرم ایرانی استفاده می‌شود براساس قیمت اسپرم‌ها در سال‌های ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۷ قیمت هر دز اسپرم خارجی و ایرانی به طور متوسط به ترتیب ٦٥٠٠٠٠ و ۱٥٠٠٠٠ ریال در نظر گرفته شد. به‌طوری که میزان دز مصرفی هر یک از اسپرم‌ها با افزایش روزهای تأخیر در آبستنی افزایش می‌یابد. سپس محاسبات مربوط به اثر تأخیر در آبستنی بر تولید شیر و تولید گوساله انجام گردید. فاصله گوساله زایی نرمال ٤١٠ روز در نظر گرفته شد. تصمیم بهینه بصورت عددی با یک روش تکرار پشت سر هم (هوارد ۱۹٦۰) با استفاده از جعبه ابزار $Compecon$ در نرم افزار $MATLAB$ محاسبه گردید(میراندا و فاکلر ۲۰۰۲). برای محاسبه ارزش حال پول آتی باید آن را با نرخ بهره‌ای معادل نرخ سرمایه گذاری کنونی تنزیل کرد. فاکتور تنزیل برابر است با:

$$A_t = \left[\frac{1}{(1+r)^t}\right] \quad (3)$$

Table 2- Economic and biological used Parameters in the base scenario

Variable	Amount	Symbol
Birth weight (Kg)	36.6	BW
Mature live weight(Kg)	600	LW
Preweaning daily gain(g)	750	DG
Postweaning daily gain (g)	695	PDG
Preweaning survival rate(Percent)	95	SR
Postweaning Survival rate(Percent)ن	98	PSR
Survival rate to 24 hours of birth(Percent)	98	S24
Age at first calving(days)	1016	AFC
Milk price per Kg milk (Rial)	21000	p_m
Natural pasture silage cost per Kg DM(Rial)	7100	p_{sil}
Concentrate cost per Kg DM(Rial)	13000	p_{conc}
Price per Kg LW(Rial)	100000	p_{lw}
Price per head heifer replacement(1000 Rial)	125000	-
Price per head heifer newborn(1000 Rial)	25000	-
productive lifetime(days)	1460	PLT
Milk yield per cow per year(kg)	10988	MY
Fat yield per cow per year(kg)	351.5	FY
Amount of DM consumed from silage per cow per day(Kg)	20	Sil
Amount of DM consumed from concentrates per cow per day(Kg)	7.5	Conc
Interest rate (%)	20	β

که در آن r نرخ بهره و بیانگر نرخ کاهش ارزش یک ریال تا زمان t می‌باشد، به‌طوری‌که هر چقدر r بزرگتر باشد سرعت کاهش ارزش یک ریال با افزایش t بیش‌تر می‌شود. A_t مقدار تنزیل شده یک ریالی است که پس از t

www.SID.ir

Archive of SID

زمان تأخیر به‌دست می‌آید. ارزش آتی طبق رابطه $FV = PV\ (1+r)^n$ محاسبه گردید تنزیل کردن در اصل تعیین ارزش حال یک درآمد یا هزینه آتی است به طور قطع تفاوتی میان نرخ تنزیل و نرخ بهره وجود ندارد بجز زمانی که بخواهیم ارزش آتی یک درآمد یا هزینه فعلی را پیدا کنیم که در این صورت نرخ مربوطه را نرخ بهره می-گویند دوریس (۲۰۰۶). قیمت ها و هزینه‌های هر واحد از متغیرهای در نظر گرفته شده در محاسبات در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج و بحث

نرخ حذف بهینه در گله بسته به شرایط زیستی و اقتصادی حاکم بر گله می‌تواند متفاوت باشد. پیامدهای بیولوژیکی سیاست‌های تصمیم برای حذف بهینه و نابهینه با استفاده از نرم افزار *Dairy VIP* در جدول ۳ آورده شده است. با اجرای سیاست‌های بهینه، نرخ حذف سالیانه از ۳۰/۱۱ به ۴۳/۸ درصد افزایش یافت. با این حال نرخ حذف اجباری به میزان ناچیزی (۲/۳ درصد) کمتر شد. نرخ آبستنی با اجرای سیاست‌های بهینه از ۱۵/۳۱ به ۱۸/۲ درصد رسید و با افزایش ۲/۸۹ درصدی مواجه گردید. با توجه به نتایج فوق می‌توان استنباط کرد که اهمیت اقتصادی افزایش نرخ آبستنی در گله هایی که عملکرد تولیدمثلی ضعیف‌تری دارند، ضروری‌تر است. همچنین نرخ گیرایی در حالت نابهینه ۳۳/۹ درصد بود که به میزان ۳۷ درصد رسید این امر بیانگر افزایش احتمال آبستن بودن دام در ماه‌های مختلف است. نرخ تلقیح ۲۱ روزه از ٤٧/٦ به ٤٩/٣ درصد رسید که تلقیح مناسب گاو را نشان می‌دهد. با کاهش روزهای آبستنی در گاوهای شیری می‌توان میزان تولید شیر را افزایش داد در این تحقیق روزهای آبستنی با اعمال تصمیمات بهینه از ۱۳۹ روز به ۱۳۲ روز کاهش یافت این کاهش ۷ روزه باعث افزایش قابل توجهی در تولید شیر روزانه و در نهایت تولید سالیانه شد. روزهای باز که فاصله‌ی زایش تا دوره‌ی آبستنی بعدی است از ١٦٧ روز به ١٦١ روز رسید با کاهش روزهای آبستنی نرخ آبستنی افزایش یافت. فاصله گوساله‌زایی از ۱۳/٦به ۱۳/۳ماه رسید که به مقدار ۰/۳ به ازای ماه کاهش یافت و باعث افزایش تولید شیر سالیانه گردید. همانطور که در جدول ۳ آورده شده است با اعمال سیاست‌های بهینه روزهای شیردهی کاهش یافته و میزان تولید و عملکرد شیر نسبت به سیاست نابهینه افزایش یافته است، در این راستای تولید روزانه و سالیانه شیر افزایش یافت. عملکرد روزانه شیر از ٤١/٢ به ٤٤/٢ رسید که باعث افزایش تولید شیر روزانه به مقدار ۳ کیلوگرم به ازای هر رأس گاو شد. با اعمال سیاست‌های بهینه عملکرد سالیانه شیر از ١٢٥٤٨ به ١٣٤٨٣ کیلوگرم به ازای هر رأس گاو رسید، .کاهش میانگین روزهای شیردهی گله سبب افزایش تولید روزانه و سالیانه گاوهای مولد به ترتیب به میزان ۳ و ۹۳۵ کیلوگرم شد.

Table 3-Biological Consequences of optimal and non-optimal culling decision policy

Biological Variables	Non optimal scenario*	optimal scenario**	Different
Overall cull rate(%)	30.11	43.8	13.69
Involuntary cull rate(%)	18.30	16	-2.3
Voluntary cull rate(%)	13.65	28	14.35
Pregnancy rate(%)	15.31	18.2	2.89
Conception rate(%)	33. 9	37	3.1
21 Day service rate(%)	47.6	49.3	1.7
Days to conception(day)	139	132	-7
Open days(day)	167	161	-6
Calving interval(month)	13.6	13.3	-0.3
Days in milk(day)	235	215	-20
Annual milk yield(kg/cow)	12548	13483	935
Daily milk yield(kg/milking cow)	41.2	44.2	3

* The basis for culling of non-pregnant cows, reach the daily production to less than 18 kg.
** The basis for culling of non-pregnant cows, minimizing the opportunity cost (negative retention payoff).

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ٤ پیامدهای اقتصادی سیاست‌های تصمیم برای حذف بهینه و نابهینه آورده شده است. با اجرای سیاست‌های بهینه درآمدهای ناشی از فروش شیر، فروش گاو حذفی ناشی از دلایل حذف اختیاری و همچنین درآمد ناشی از فروش گوساله افزایش یافت براین اساس میزان درآمد ناشی از فروش شیر از ۲۰۵۸۲۱ هزار ریال به ۲۸۳۱۵۰ هزار ریال رسید که افزایشی معادل ۷۷۳۲۹ هزار ریال داشت. همچنین میزان فروش گاو از ۲۰٤٦٦ هزار ریال به ۲۷۳۰۰ هزار ریال رسید که ٦٨٣٤ هزار ریال افزایش یافت. و درآمد ناشی از فروش گوساله از ۲٤۹۸۹ هزار ریال به ۲۷۸٦۰ هزار ریال رسید، به‌طور کلی مجموع کل درآمد از نرخ ۲٥۱۲۷٦ هزار ریال به میزان ۳۳۸۳۱۰هزار ریال رسید و این افزایش در سال برابر با ۸۷۰۳٤ هزار ریال بود. در نرم افزار*Dairy VIP* اندازه‌ی گله به طور پیش فرض ثابت در نظر گرفته می‌شود این بدین معنی است که حذف یک رأس دام برابر با ورود یک رأس تلیسه جایگزین است. به دلیل افزایش نرخ جایگزینی در گله، هزینه مربوط به خرید تلیسه با افزایش ۱۳٥٤۲ هزار ریالی همراه بود. همچنین به علت افزایش تولید شیر، مصرف خوراک روزانه و مکمل پرورشی افزایش یافت که به ترتیب سبب افزایش ٥۲۰۹۱ هزار ریالی هزینه سالیانه خوراک و ۳۰۰ هزار ریالی هزینه مکمل پرورشی به ازای یک رأس گزارش شد. همچنین بر این اساس هزینه‌های دیگر(شامل هزینه دامپزشکی،هزینه تلقیح و هزینه کارگری) ٤۰٦۷ هزار ریال در سال افزایش یافت. براساس نتایج به دست آمده درآمدی که با اعمال سیاست‌های بهینه بدست آمد افزایش هزینه‌ها را جبران کرد. مجموع کل هزینه‌ها که شامل هزینه خوراک، هزینه مکمل پرورشی، خرید تلیسه و هزینه‌های دیگر بود از نرخ ۲۱۱٦۸۰ هزار ریال به ۲۸۱٦۸۰ هزار ریال رسید که افزایشی معادل ۷۰۰۰۰ هزار ریال داشت اما این افزایش هزینه‌ها با افزایش درآمدها که افزایشی برابر با ۸۷۰۳٤ هزار ریال بود جبران شد. به طور کلی اجرای سیاست‌های حذف بهینه، باعث افزایش سود خالص به دست آمده از یک رأس مولد به میزان ۱۷۰۳٤هزار ریال در سال شد. برای مقایسه مقدار کارایی اجرای سیاست‌های حذف بهینه، نرخ سود هر سناریو بر هزینه‌های اجرایی آن تقسیم شد. عدد به دست آمده برابر با نرخ بازگشت سرمایه از ۱۸/۷ به ۲۰/۱ درصد بهبود یافت. هرچند این افزایش ۱/٤ درصدی ناچیز به نظر می‌آید، ولی در حجم سرمایه گذاری سنگین می‌تواند مهم باشد. در این رابطه در نتایج تحقیقی که روی وضعیت اقتصادی گله‌های شیری در آمریکا صورت گرفته بود، میانگین نرخ بازگشت سرمایه در ایالت میشیگان، نیویورک و ویسکانسین، به ترتیب ٥/۸، ٤/۸، ٤/۳ درصد گزارش شد که نشان دهنده‌ی رقابت سنگین بر سر افزایش چند دهم درصدی نرخ بازگشت سرمایه است(ولف و همکاران ۲۰۱٤).

Table 4- Economical Consequences of optimal and non-optimal culling decision policy

Economical Variables	Non optimal scenario*	optimal scenario**	Different
Milk sales(1000 Rial/cow/year)	205821	283150	77329
Cow sales(1000 Rial/cow/year)	2046	27300	6834
Calf sales(1000 Rial/cow/year)	24988	27860	2871
Total revenue(1000 Rial/cow/year)	251276	338310	87034
Feed cost(1000 Rial/cow/year)	127319	179410	52091
Breeding supply cost(1000 Rial/cow/year)	6840	7140	300
Heifer cost(1000 Rial/cow/year)	41688	55230	13542
Other cost***(1000 Rial/cow/year)	35833	39900	4067
Total cost(1000 Rial/cow/year)	21680	281680	70000
Total profit(1000 Rial/cow/year)	39596	56630	17034
Annual rate of return(%)	18.7	21.1	1.4

* The basis for culling of non-pregnant cows, reach the daily production to less than 18 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.

www.SID.ir

Archive of SID

زیان های ناشی از تأخیر در آبستنی برای استفاده در برنامه ریزی پویا جهت بهینه سازی سامانه تولید مورد محاسبه قرار گرفت. محاسبات مربوط به مجموع هزینه‌های تأخیر در آبستنی در جدول ٥ آورده شده است. همان طور که در جدول ٥ مشاهده می‌شود، اگر یک گاو شیری با ٤٠ روز تأخیر آبستن شود، در مقایسه با آبستنی در حالت ایده آل ۷٤٦٦٥۹٥/۲ ریال زیان به گاودار تحمیل خواهد کرد، با آبستن شدن چنین گاوی با ۸۰ روز تأخیر، این زیان به ۱۳۳۱۸۹٤۰/٤ ریال و با تأخیر ۱۲۰ روزه در آبستنی زیان به ۲۲۲٤۹۷۸٥/٦ ریال خواهد رسید.

Table 5-List the cost of delay in conception (Rial)

Variable	40-days delay	80-days delay	120-days delay
Price of veterinary hormones	326250	539250	752250
Price of sperm	221000	663000	1170000
The cost of delay in calving	547945.2	1095890.4	1643835.6
The resultant loss of milk production	6371400	11020800	18683700
Total losses for the delay period	7466595.2	13318940.4	22249785.6

در برنامه ریزی پویای احتمالی، تابع انتقال تابعی است از وضعیت جاری سامانه و تصمیم‌هایی که در مراحل پیش گرفته شده است. ارزش حال انتظاری، ارزش آتی و سود سالانه هر رأس دام به ترتیب در جدول ٦، ۷ و ۸ آورده شده است. هر کدام از این اعداد ارزش تابع هدف در برنامه ریزی پویا را نشان می‌دهد. نتایج مدل در حالت عدم قطعیت سامانه تولید نشان داد که نگهداری گاوهای شیری پر تولید تا شکم هشتم و گاوهای متوسط تولید تا شکم هفتم اقتصادی بوده و نگهداری گاوهای کم تولید توصیه نمی‌شود. با توجه به جدول ٦ بیشترین ارزش حال خالص برای گروه کم تولید در دوره شیردهی چهارم و برای گروه متوسط تولید در دوره دوم و برای گروه پرتولید در دوره شیردهی اول اتفاق افتاد. ملاحظه می‌شود که با بالا رفتن تعداد شکم (مسن تر شدن دام) مقدار حذف بیش‌تر می‌شود. از آنجایی‌که نقش مؤثر سیاست جایگزینی گاوها در گله روی سود آوری کل در مطالعات بسیاری نشان داده شده است. لذا لازمه حداکثر سازی سود گله بهینه سازی تصمیمات حذف است. براساس نتایج مدل مورد بررسی با افزایش فاصله زایش ارزش حال کاهش می یابد ولی تصمیم بهینه در هر سطح تولیدی برای فاصله‌های مختلف زایش یکسان است.

Table 6-Expected net present value at any period of lactation according to production capacity of dairy cows(Rial)

Lac	Net Present Value											
	Low production				Medium production				High production			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	1250261782.4 R	1244090382.4 R	1239240982.4 R	1231578082.4 R	1467566111.6 K	1461394711.6 K	1456545311.6 K	1448882411.6 K	**1657646480.5** K	1651475080.5 K	1646625680.5 K	1638962780.5 K
2	1260495624.4 R	1254324224.4 R	1249474824.4 R	1241811924.4 R	**1468931681.8** K	1462760281.8 K	1457910881.8 K	1450247981.8 K	1648652050.7 K	1642480650.7 K	1637631250.7 K	1629968350.7 K
3	1267133930.4 R	1260962530.4 R	1256113130.4 R	1248450230.4 R	1453569648.3 K	1447398248.3 K	1442548848.3 K	1434885948.3 K	1618798440.2 K	1612627040.2 K	1607777640.2 K	1600114740.2 K
4	**1270176700.4** R	1264005300.4 R	1259155900.4 R	1251493000.4 R	1426998439.2 K	1420827039.2 K	1415977639.2 K	1408314739.2 K	1573962515.0 K	1567791115.0 K	1562941715.0 K	1555278815.0 K
5	1269623934.4 R	1263452534.4 R	1258603134.4 R	1250940234.4 R	1393419768.2 K	1387248368.2 K	1382398968.2 K	1374736068.2 K	1518757986.3 K	1512586586.3 K	1507737186.3 K	1500074286.3 K
6	1265475632.4 R	1259304232.4 R	1254454832.4 R	1246791932.4 R	1356879932.2 K	1350708532.2 K	1345859132.2 K	1338196232.2 K	1457704711.7 K	1451533311.7 K	1446683911.7 K	1439021011.7 K
7	1257731794.4 R	1251560394.4 R	1246710994.4 R	1239048094.4 R	1323184726.4 K	1317013326.4 K	1312163926.4 K	1304501026.4 K	1397152808.5 K	1390981408.5 K	1386132008.5 K	1378469108.5 K
8	1246392420.4 R	1240221020.4 R	1235371620.4 R	1227708720.4 R	1298488044.4 R	1292316644.4 R	1287467244.4 R	1279804344.4 R	1343881828.4 K	1337710428.4 K	1332861028.4 K	1325198128.4 K
9	1231457510.4 R	1225286110.4 R	1220436710.4 R	1212773810.4 R	1277467334.4 R	1271295934.4 R	1266446534.4 R	1258783634.4 R	1305401870.4 R	1299230470.4 R	1294381070.4 R	1286718170.4 R
10	1212927064.4 R	1206755664.4 R	1201906264.4 R	1194243364.4 R	1251452824.4 R	1245281424.4 R	1240432024.4 R	1232769124.4 R	1274843464.4 R	1268672064.4 R	1263822664.4 R	1256159764.4 R

A: the ideal condition of pregnancy, B: 40-days delay in pregnancy, C: 80-days delay in pregnancy, D: 120 days delay in pregnancy, K: Keep, R: Replacement

www.SID.ir

Archive of SID

برای استفاده از نتیجه برنامه ریزی پویا از مفهومی بنام ارزش آتی استفاده می‌شود یک تولید کننده زمانی که می خواهد برای حذف یا جایگزینی یک گاو تصمیم گیری کند لازم است منافع و عایدات مورد انتظار در آینده برای نگهداری یا جایگزینی دام با یک دام دیگر را مورد مقایسه قرار دهد. سود آوری آینده یک گاو در طی دوره‌های مختلف شیردهی متفاوت است. ارزش آتی، ارزش یک دارایی یا وجه نقد در یک تاریخ مشخص درآینده است که از نظر ارزشی برابر با یک مقدار مشخص در زمان حال است. ملاحظه گردید که ارزش آتی با توجه به جدول ۷ با افزایش دوره‌ی شیردهی و با افزایش سن گاو کاهش می یابد. بنابراین می‌توان گفت ارزش آتی با تغییر سن، سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که گاوهای با تولید بالاتر ارزش آتی بیشتری دارند و با مسن شدن گاو ارزش آتی کاهش می یابد.

Table 7-Future value changes at any period of lactation according to production capacity of dairy cows(Rial)

Future Value

Lac	Low production				Medium production				High production			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	1500314138 R	1492908458 R	1487089178 R	1477893698 R	1761079333 K	1753673653 K	1747854373 K	1738658893 K	**1989175776** K	1981770096 K	1975950816 K	1966755336 K
2	1512594748 R	1505189068 R	1499369788 R	1490174308 R	1762718017 K	**1755312337** K	1749493057 K	1740297577 K	1978382460 K	1970976780 K	1965157500 K	1955962020 K
3	1520560716 R	1513155036 R	1507335756 R	1498140276 R	1744283577 K	1736877897 K	1731058617 K	1721863137 K	1942558128 K	193515448 K	1929333168 K	1920137688
4	**1524212040** R	1516806360 R	1510987080 R	1501791600 R	1712398126 K	1704992446 K	1699173166 K	1689977686 K	1888755018 K	1881349338 K	1875530058 K	1866334578 K
5	1523548720 R	1516143040 R	1510323760 R	1501128280 R	1672103722 K	1664698041 K	1658878761 K	1649683281 K	1822509583 K	1815103903 K	1809284623 K	1800089143 K
6	1518570748 R	1510195198 R	1505345798 R	1496150318 R	1628255918 K	1620850238 K	1615030958 K	1605835478 K	1749245653 K	1741839973 K	1736020693 K	1726825213 K
7	1509278152 R	1501872472 R	1496053192 R	1486857712 R	1587821671 K	1580415991 K	1574596711 K	1565401231 K	1676583369 K	1669177689 K	1663358409 K	1654162929 K
8	1495670904 R	1488265224 R	1482445944 R	1473250464 R	1558185652 R	1550779972 R	1544960692 R	1535561070 R	1612658193 K	1605252513 K	1599433233 K	1590237753 K
9	1477749012 R	1470343332 R	146452405 R	1455328572 R	1532960800 R	1525555120 R	1519735840 R	1510540360 R	1566482244 R	1559076564 R	1553257284 R	1544061804 R
10	1455512476 R	1448106796 R	1442287516 R	1433092036 R	1501743388 R	1494337708 R	1488518428 R	1479322948 R	1529812156 R	1522406474 R	1516587196 R	1507391716 R

A: the ideal condition of pregnancy, B: 40-days delay in pregnancy, C: 80-days delay in pregnancy, D: 120 days delay in pregnancy, K: Keep, R: Replacement

تغییرات سودآوری آینده در دوره شیردهی، نشان می‌دهد که سودآوری آینده گاوها در اوایل شیردهی به‌دلیل فروش گوساله بالا است و در طول دوره شیردهی کاهش می‌یابد و در پایان دوره شیردهی به دلیل درآمد مورد انتظار یک گوساله در شیردهی بعدی قدری افزایش می‌یابد. جدول ۸ تفاوت ارزش آتی و ارزش حال را تحت نرخ تنزیل ۲۰ درصد نشان می‌دهد. با اضافه شدن سطح تولید تفاوت ارزش حال و آتی افزایش می‌یابد. 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 پرتولید در شرایط ایده آل در اولین دوره شیردهی ۱۶۵۷۶٤٦٤٨۰ ریال فرض شود با نرخ بهره ۲۰ درصد معادل ۱۹۸۹۱۷۵۷۷٦ ریال یک سال بعد ارزش خواهد داشت. بنابراین می‌توان گفت که بانرخ بهره ۲۰ درصد ارزش کنونی ۱۶۵۷۶٤٦٤٨۰ ریال امروز و۱۹۸۹۱۷۵۷۷٦ ریال یک سال بعد یکسان است.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 8-Annual profit of each period of lactation according to production capacity of dairy cows(Rial)

Lac	Annual profit											
	Low production				Medium production				High production			
	A	B	C	C	A	B	C	D	A	B	C	D
1	250052356.4	248818076.4	247848196.4	246315616.4	293513222.2	292278942.2	291309062.2	289776482.2	**331529296**	330295016	329325136	327792556
2	252099124.8	250864844.8	249894964.8	248362384.8	293786336.2	**292552056.2**	291582176.2	290049596.2	329730410	328496130	327526250	325993670
3	253426786	252192506	251222626	249690046	290713929.6	289479649.6	288509769.6	286977189.6	323759688	322525408	321555528	320022948
4	254035340	252801060	251831180	250298600	285399687.8	284165407.8	283195527.8	281662947.8	314792503	313558223	312588343	311055763
5	253924786.8	252690506.8	251720626.8	250188046.8	278683953.6	277449673.6	276479793.6	274947213.6	303751597.2	302517317.2	301547437.2	300014857.2
6	253095126.4	250890966.4	250890966.4	249358386.4	271375986.4	270141706.4	269171826.4	267639246.4	291540942.2	290306662.2	289336782.2	287804202.2
7	251546358.8	250312078.8	249342198.8	247809618.8	264636945.2	263402665.2	262432785.2	260900205.2	279430561.6	278196281.6	277226401.6	275693821.6
8	249278484	248044204	247074324	245541744	259697608.8	258463328.8	257493448.8	255756726.8	268776365.6	267542085.6	266572205.6	265039625.6
9	246291502	245057222	244087342	242554762	255493466.8	254259186.8	253289306.8	251756726.8	261080374	259846094	258876214	257343634
10	242585412.8	241351132.8	240381252.8	238848672.8	250290564.8	249056284.8	248086404.8	246553824.8	254968692.8	253734410.8	252764532.8	251231952.8

A: the ideal condition of pregnancy, B: 40-days delay in pregnancy, C: 80-days delay in pregnancy, D: 120 days delay in pregnancy

متوسط عمر بهینه گله(فاصله زمانی بین اولین زایش تا حذف) برای هزینه‌های تشریح شده در سناریوی پایه ٤/٨٣ سال و نرخ جایگزینی که عکس عمر بهینه است برابر ۲۰/۷ درصد برآورد گردید.

نتیجه گیری کلی

مهمترین هدف یک واحد دامپروری،حداکثرسازی سود گله است، یکی از موارد موثر بر سودآوری، معیارها و میزان حذف است. اجرای سیاست‌های بهینه با افزایش نرخ حذف دام و هزینه‌های جایگزینی و همچنین افزایش هزینه‌ی خوراک همراه است، با این حال افزایش درآمد ناشی از اجرای این سیاست‌ها می‌تواند هزینه‌های افزایش یافته را جبران کند و باعث افزایش سود خالص به ازای هر رأس مولد شود. یکی از معیارهای اساسی در برآورد ارزش حال انتظاری مرتب کردن گاوهای موجود در گله براساس درآمد و هزینه آینده است که با توجه به این مقادیر تصمیم به حفظ یا حذف گاو گرفته می شود. به طوری که بدون توجه به این ارزش‌ها گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می‌شوند، که این منجر به کاهش سودآوری گله می شود.

منابع مورد استفاده

CardosoVL, Nogueira JR and Van Arendonk JAM, 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: 1449–1458.

De Vries A, 2004.Economics of delayed replacement when cow performance is seasonal. Journal of Dairy Science 87:2947-2958.

De Vries A, 2006. The Dairy VIP program to evaluate the consequences of changes in herd management and prices on dairy farm [online]. Available at http://edis.ifas.ufl.edu. (Original publication date September 2006; Revised January 2016). Animal Sciences Department, UF/IFAS Extension.

Groenendall H and Galligan DT, 2005. Making informed culling decisions. Advances in Dairy Thechnology 17:333-344.

Hedayat-Evrigh N and Pourasad-Astamal K, 2017. Investigation of Factors Affecting Culling of Holstein Dairy Cows in Northwest of Iran. Journal of Research on Animal Production. 8 (16):183-191. (In Persian)

Hadley GL, Wolf CA and Harsh SB, 2006.Dairy cattle culling patterns,explanations,and implications. Journal of Dairy Science 89:2286-2296.

Heikkila AM,2008. Optimal replacement policy and economic value of dairy cows with diverse health status and production capacity. Journal of Dairy Science 91:2342–2352.

Howard RA, 1960. Dynamic Programming and Markov Processes. John Wiley and Sons, New York, NY.

www.SID.ir

Archive of SID

Jalving AW, 1992. The possible role of existing models in on farm decision support in dairy cattle and swine production. Journal of Livestock Production Science 31:351-365.

Kahi AK and Nitter G,2004. Developing breeding schemes for pasture based dairy production systems in Kenya I. Derivation of economic values using profit functions. Journal of Livestock Production Science 88: 161–177.

McCullough DA and Delorenzo MA,1996. Effect of price and management level on optimal replacement and insemination decision. Journal of Dairy Science 79:242-25.

Miranda MJ and Fackler PL, 2002. Applied Computational Economics and Finance. MIT Press, Cambridge, MA.

Nasre Esfahani E,2018. Biological and economic consequences of changes in voluntary culling policies. Journal of Animal Science 49(3):347-354. (In Persian)

Rogers GW Van Arendok JAM and Mcdaniel BT, 1988a. Influence of production and prices on optimum culling rates and annualized net revenue. Journal of Dairy Science 71,3453,3462.

SeyedSharifi,R. Shadparvar,A and Ghavi Hosseinzadeh,N.2014. Estimation the economic value of productive and reproductive traits in dairy herds in North West of Iran in terms of sub-optimal and optimal systems. Journal of Animal Science Researches 24(1):153-164. (In Persian)

Van Arendonk, JAM,1985. A model to estimate the performance revenus and costs of dairy cows under different production and price situations. Journal of Agricultural Systems 16:157-189.

Weigel KA Palmer RW and Caraviello D.Z, 2003. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. Journal of Dairy Science 86:1482-1486.

Wolf C A Novakovic AM Stephenson MWand Knoblauch W A,2014. Indicators of dairy farm financial Condition as Policy Triggers. Journal of Agribusiness 32|: 127-143.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigating profit maximization in dairy cow herds toward production system optimization

R Seyed Sharifi*[1] , S Amiri[2], N Hedayat evrigh[1], J Seifdavati[1] and T Yalchi[3]

Received: April 2, 2020 Accepted: October 24, 2020

[1]Associates Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2]Former MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[3]Assistance Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
* Corresponding Author: Reza_seyedsharifi@yahoo.com

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research

Journal of Animal Science/vol.31 No.3/ 2021/pp 27-39
https://animalscience.tabrizu.ac.ir

OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)

DOI: 10.22034/AS.2021.39086.1563

Introduction: To maximize the profitability of livestock industry decisions are based on individual animal yield and other factors such as overall health of animal as well as production and reproduction performance. To increase the revenue changes in replacement policies and breeding are essential (Nasr Esfahani 2018). Accordingly, in Iran issues such as feed price fluctuations and lack of coherent policies increase the economic risk of the dairy cow industry. To better make a decision on elimination or replacement of a cow, the producer shall compare the expected benefits of both keeping or replacing an individual animal. The most important objective of a livestock unit is to maximize the profit of the herd; one of the issues affecting this profit is the criteria and level of elimination (Rogers et al,1988). If elimination and replacement is not optimal, namely the cows are eliminated sooner or later than the optimal time, the profitability of the herd will decreases. For determining the optimal elimination time point several biological and economic variables shall be concurrently taken into consideration (De Vries,2006). The elimination decision must be based on predicted future incomes of the cow. Generally, keeping an animal in the herd for a longer time leads to more profit. The proper decision of optimal and reasonable elimination is made by comparing the present value of future liquidity flow (income and expenses) of the current livestock in the herd with the present value of the future liquidity flow of heifer as its replacement. Ultimately livestock with most current value will occupy the position (Groenendall et al. 2005). The application of dynamic programming in the animal sciences mostly is about animal replacement issues. The optimal policy at each stage represents best decision from that stage till the final stage. In this method, an expected value will be calculated for each of the situations that will happened. Furterhmore, the decision maker selects the best decision based on the calculated expected value and upcoming situations. For optimal replacement decision making in dairy herds, several dynamic programming models have been proposed by De Vries et al. (2006) and Van Arendonk et al. (1985). Cardoso et al. (1999) reported optimizing replacement and insemination policies in dairy cows by calculating income, costs and monthly probability of elimination.

Material and methods: In this study, we estimated the biological parameters of the herd, including risk of forced elimination and the possibility of pregnancy in different lactation periods and different

www.SID.ir

Archive of SID

months after calving based on the data collected from industrial dairy farms (Ardabil city, Iran) between 2015 and 2018. Also, financial data of the herd was also obtained in the form of an economic questionnaire from the studied units and was developed by importing biological parameters and financial data into a bio economic model in Dairy Vip software. This software simulates the livestock over time and calculates the performance of herd based on optimal and non-optimal modes. The basis for optimal elimination decision is to minimize the cost of missed opportunity (cost of rejecting the best alternative when deciding). So that by negating the value of keeping livestock (obtained from the difference between the net present value of existing livestock and alternative heifers), optional removal will be done. The criteria of optional elimination in the studied herds were determined to reach the milk production of non-pregnant cows to less than 18 kg/day. Milk production was evaluated using daily milk production records and also fitting the incomplete gamma curve (Wood). The 21-day mean insemination rate and success insemination rate of cow were 49.3% and 37%, respectively. By default, in Dairy Vip software, a livestock can be in the herd for 24 months maximum after calving. The risk of abortion from the second to the eighth month was 6.24, 4.16, 2.08, 1.11, 0.45, 0.19, and 0.19%, respectively. Dynamic programming model was developed to determine the optimal replacement policy. The objective function in this study was to maximize the present value of net income from current cows and alternative heifers. In order to estimate the expected statistics under optimal policy, Markov chain simulation was used.

Results and discussion: With the implementation of optimal policies, the annual elimination rate increased from 30.11% to 43.80%. However, the forced elimination rate slightly decreased (2.3%). The optimal removal rate can vary depending on the economic and biological conditions in the herd. With the implementation of optimal policies, pregnancy rate increased from 15.31% to 18.20% and increased by 2.89%. Correspondingly, it can be concluded that the economic importance of increasing the pregnancy rate is more urgent in herds with weaker reproductive performance. Also, success rate of insemination dropped from 33.9% in non-optimal mode to 37%, indicating higher likelihood of livestock pregnancy in different months. The 21-day insemination rate increased from 47.6% to 49.3%, indicating appropriate cow inoculation. milk production in dairy cows could be increased by reducing the pregnancy days. In this study pregnancy days decreased from 139 to 132 days by optimal policies leading to significantly higher milk production. Furthermore, open days (the interval from calving to the next gestation period) decreased from 167 to 161 days reducing the pregnancy days and subsequently increasing the pregnancy rate. Also, reducing the calving distance from 13.6 to 13.3 (0.3 per month) resulted in higher annual milk production. Optimal policies compared with the non-optimal policy resulted shorter lactation days thus significantly higher milk production (daily and annual) and performance (Table 3). Daily milk performance increased from 41.4 to 44.2 equaling to 3 Liters more milk per cow (annually 935 kg more milk). According to our observations, annual milk yield increased from 12,548 to 13,483 kg per cow via the implementation of optimal policies. Moreover, reducing the average lactation days resulted in increase in the daily and annual production of cows by 3 and, respectively.

Conclusion: The most important goal of a livestock unit is maximizing the profit of the herd. One of the factors affecting profitability, is criteria and elimination rate. Implementing optimal policies is associated with increased livestock elimination rates and replacement costs and also increased feed costs. However, higher revenue from these policies can compensate the increased costs thus increasing the net profit per cow. One of the basic criteria in estimating the expected present value is to sort the cows in the herd based on future income and expenses, and according to these values, the decision is made to keep or eliminate the cows. So, regardless of these values, cows may be eliminated sooner or later than the optimal time, which reduces the profitability of the herd.

Key word: Annual Profit, Dairy cow, Dynamic Programming, Bio economic Model

www.SID.ir