نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۲۴، پاییز ۱۳۹۸
ص‌ص: ۱۵۹~۱۷۰

بررسی نرخ حذف بهینه ازنظر اقتصادی
برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی در گاوهای شیری استان اردبیل

- **رضا سید شریفی** (نویسنده مسئول)
  دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی
- **مریم موسوی**
  دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی
- **نعمت هدایت ایوریق**
  دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی
- **جمال سیف دواتی**
  دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی
- **حسین عبدی بنمار**
  دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت : آبان ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش : آذر ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۳۵۴۰۰۷۸
Email: reza_seyedsharifi@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.123931.1797

چکیده

هدف از انجام این پژوهش تعیین نرخ حذف تحت استراتژی جایگزینی بهینه گاو شیری برای حالت‌های مختلف تولیدی و سلامتی در گاوهای شیری استان اردبیل بود. یکی از مهم‌ترین تصمیمات مدیریتی مؤثر بر سود دامداری، جایگزینی به موقع گاو شیری با تلیسه جوان است. با استفاده از روش تحلیل سیستم، سامانه اقتصادی گله گاو شیری به مؤلفه‌های درآمدی و هزینه ای تجزیه شده و هر کدام از این مؤلفه‌ها نیز به زیر بخش‌های دیگری تقسیم شدند. سپس با بهره گیری از مدل های ریاضی نسبت به شبیه سازی یک مدل زیست اقتصادی اقدام شد و تصمیم بهینه با استفاده از جعبه ابزار compecon در نرم افزار MATLAB محاسبه گردید. تابع هدف حداکثر سازی ارزش حال خالص دام در یک افق برنامه ریزی با ۱۰ دوره شیردهی بود. گاو شیری با متغییرهای حالت شامل دوره شیردهی، ظرفیت تولید شیر و حالات مختلف وقوع بیماری ورم پستان تعریف گردید. در هر مرحله گاو شیری به وسیله متغیرهای وضعیتی شامل توان تولیدی در ۳ سطح (کم، متوسط و پر تولید) و وضعیت سلامتی در ۳ سطح (عدم بیماری، بیماری قابل درمان و بیماری که سبب حذف دام می‌شود) طبقه بندی شدند. نتایج بررسی مدل نشان داد که نگهداری گاوهای شیری پر تولید تا شکم هفتم و گاوهای متوسط تولید تا شکم چهارم توجیه اقتصادی دارد و نگهداری گاو کم تولید توصیه نمی‌شود. برای استفاده از نتیجه برنامه ریزی پویا از مفهومی بنام ارزش آتی استفاده گردید. نتایج نشان داد سودآوری آینده در طی دوره‌های مختلف شیردهی متفاوت است. بطوری که ارزش آتی با تغییر سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر یافت. و نیز ملاحظه گردید که گاوهای با تولید بالاتر ارزش آتی بیش‌تری دارند و با مسن شدن گاو ارزش آتی کاهش می یابد. همچنین نشان داده شد که حذف گاو شیری با سن بالاتر از سن بهینه تعیین شده منجر به افزایش سودآوری واحدهای دامداری می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه ریزی پویا، گاوشیری، نرخ حذف، ارزش آتی

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 124 pp: 159-170

Evaluating optimal economic culling rate for different production and health conditions in dairy cattle of Ardabil province

By: R Seyed Sharifi[1]*, M Mousavi[2], N Hedayat Iveriq[1], J Seifdavati[1], H Abdi Benamar[1]
1- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University
2- Graduate of Animal Sciences Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University

Received: November 2018 **Accepted: December 2018**

The aim of this study is to determine the culling rate under the optimal dairy cattle replacement strategy for different production and health conditions in dairy cattle of Ardebil province. One of the most important management decisions affecting Animal Husbandry profits is the timely replacement of dairy cattle with young heifers. Using system analysis method, the economic system of dairy cattle was divided into revenue and cost components, and each of the components was subdivided into other parts. Then using mathematical models, a bio-economic model was simulated and the optimal decision was achieved using the Compecon toolbox in the MATLAB software. The objective function was maximizing net present value for the livestock in a planning horizon with 10 lactation periods. Dairy cattle were defined by state variables including lactation period, milk production capacity, and various mastitis incidences. In each stage, dairy cattle were defined by state variables including production capacity at 3 levels (low, medium and high production) and health state in 3 levels (healthy, treatable disease, and disease that eliminated livestock). The results of the model investigation showed that the keeping of dairy cattle until the seventh parturition and the average production cattle until the fourth parturition is economical, but keeping of low production cattle is not recommended. In order utilization the result of dynamic programming, a concept called future value was used. The results showed that future profitability varies in different periods of lactation. Such that future value was changed by changing the level of production and lactation stage. It also was observed that higher-production cattle have higher future value, and the future value of them would be reduced by increasing the age.

Key words: Dynamic programming, Dairy cattle, Culling rate, Future value.

مقدمه

سالانه ۲۵ تا ۳۰ درصد از گاوهای شیری از گله‌ها حذف می‌شوند، حذف به نوعی روشی برای بهبود گله است و می تواند برای‌کاهش شیوع بیماری‌های بالینی و تحت بالینی بکار رود اما با این وجود سبب تحمیل هزینه‌های قابل توجهی به گله می‌شود. برآورد شده که هزینه‌های مرتبط با پرورش تلیسه‌های جایگزین ۲۰ درصد کل هزینه‌های یک گله شیری است. اگر چه بیشتر کردن طول عمر، هزینه جایگزینی را کاهش می‌دهد اما درآمد بالقوه یک تلیسه جایگزین می‌تواند مزایای اقتصادی نگهداری یک گاو مسن‌تر را تحت تأثیر قرار دهد (Kalantari و همکاران ،۲۰۱۰). درصنعت گاوشیری با شناخت بهتر نسبت به عوامل تأثیرگذار بر حذف و مقاطع زمانی که احتمال حذف دام ها افزایش می‌یابد، می‌توان با اتخاذ تصمیمات صحیح در زمان مناسب، افزایش سود و بهره وری گله‌ها را تضمین نمود. در این راستا استفاده از برنامه‌های مدیریتی مناسب و مدل‌های آماری که بتواند احتمال حذف دام ها را پیش بینی کند، کمک زیادی به کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد تولیدکنندگان خواهد کرد (Chiumia وهمکاران،۲۰۱۳). هدف اصلی یک مزرعه شیری تجاری 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 و تولید پایین است. دامداران ممکن است موارد زیادی را از قبیل سن، مرحله شیردهی، تولید شیر، وضعیت سلامت، عملکرد تولید مثلی و موارد اقتصادی از قبیل قیمت شیر، ارزش گاو حذفی و در دسترس بودن تلیسه در زمان حذف گاو را در نظر بگیرند. از سوی دیگر، خطر حذف در مراحل مختلف شیردهی یکسان نمی‌باشد. به طوری که گاوها بیش‌ترین خطر را در مدت کوتاهی پس از زایش متحمل می‌شوند(Devries وهمکاران، ۲۰۱۰).

اطلاع از روند تأثیر حذف بر تولید، تعداد دام‌های حذف شده، علت حذف و تأثیر برنامه‌های مدیریتی بر میزان حذف، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. بیماری‌ها یکی از عوامل تأثیرگذار بر حذف دام‌ها هستند. زیرا وقوع بیماری ممکن است زمان و تصمیم به حذف را تحت تأثیر قرار دهد. به خصوص بیماری ورم پستان که امروزه یکی از مهم ترین و پر هزینه ترین بیماری در سطح گله های گاو شیری می‌باشد. مشاوران گاوداری‌های شیری با مطالعات و مدل‌های شبیه‌سازی تلاش می‌کنند میزانی از حذف را تعیین کنند که سود حاصل از رشد ژنتیکی حداکثر و هزینه این فعالیت‌ها حداقل شود (زنوری،۱۳۸۹). درگذشته 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 تولید کنندگان شود. راهنمای ایده‌آل در برآورد ارزش حال انتظاری مرتب کردن تمام گاوهای موجود در گله بر اساس درآمد و هزینه آینده آنها است. این روش پیشنهاد می‌کند که هر گاو باید نگهداری یا با یک تلیسه جایگزین شود(Olechnowicz and Jaskowski، ۲۰۱۱). بدون توجه به ارزش حال و آتی، گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می شوند که این امر منجر به کاهش سود آوری گله می‌شود (Chiumia وهمکاران،۲۰۱۳). برنامه‌ریزی پویا روشی است که با آن می‌توان مسائل جایگزینی با شمار زیادی از وضعیت‌های احتمالی که قابلیت جایگزینی با هم دارند و هر کدام از وضعیت‌ها دارای احتمال رخداد مشخصی می‌باشند را حل نمود (Tatar و همکاران، ۲۰۱۷؛ Pinedo وهمکاران، ۲۰۱۰) هدف از انجام این مطالعه تعیین نرخ حذف تحت استراتژی جایگزینی بهینه گاوشیری برای حالتهای مختلف تولیدی و سلامتی در گاوهای شیری استان اردبیل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از داده های جمع آوری شده چهار گله بزرگ گاو شیری استان اردبیل که توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور تحت رکورد برداری قرارگرفته بودند استفاده شد. لذا داده های مورد نیاز از مجموعه داده های مرکز اصلاح نژاد کشور و نیز توسط پرسشنامه از سطح گاوداری‌ها گردآوری شدند. داده های مورد استفاده مدل بر مبنای شرایط بازار در یک سیکل تولیدی از سال ۱۳۹۵تا ۱۳۹۶ بود. در این تحقیق سیستم اقتصادی گله گاو به مولفه‌های درآمدی و هزینه ای تجزیه شدکه مولفه‌های درآمدی شامل فروش شیر،گوساله‌ی نر،تلیسه‌ی مازاد وگاو حذفی بود. مولفه‌های هزینه ای شامل هزینه‌های متغییر و ثابت بود که هزینه‌های متغییر نیز شامل هزینه‌های تغذیه، پرورش تلیسه، بازاریابی و مدیریت بود که مدیریت خود شامل هزینه بهداشتی،کارگری و تولید مثلی گاو بود(Kahi and Nitter، ۲۰۰۴). که با بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی نسبت به شبیه‌سازی مدل زیست اقتصادی اقدام شد.

درآمد کل طبق رابطه زیر محاسبه گردید:

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

که در این رابطه R_{milk}: درآمد حاصل از فروش شیر، $R_{male\ calves}$: درآمد فروش گوساله نر R_{cows_age}: درآمد گاو حذفی و $R_{culled\ heifer}$: درآمد فروش تلیسه مازاد می باشند.

هزینه‌ها نیز بر اساس رابطه زیر بیان شدند:

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

که هر مولفه 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، $C_{lheifer}$: هزینه-های نیروی انسانی تلیسه، $C_{Mculled\ heifers}$: هزینه‌های بازاریابی تلیسه، C_{Fcows}:هزینه‌های تغذیه هر رأس گاو ، C_{Hcows}: هزینه‌ی سلامتی گاو، C_{Rcows}:هزینه‌ی تولید مثلی گاو، C_{lcows}:هزینه‌های نیروی انسانی گاو، C_{Mmilk}:هزینه‌ی بازاریابی‌شیر، $C_{Mcows-age}$:هزینه‌ی بازاریابی‌گاوهای‌حذفی و $fixedcosts$ هزینه‌های ثابت می باشند.

برای تعیین مناسب‌ترین زمان حذف از مدل برنامه ریزی پویا استفاده گردید. برنامه ریزی پویا یک مدل ریاضی است که برای حل مسائلی با چندین مرحله تصمیم‌سازی پی در پی استفاده می‌شود. برای حل یک مسئله بهینه‌سازی در ابتدا باید آن را مدل کرد. برای مدل کردن زندگی تولیدی دام شیری مسئله بهینه به صورت زیر بیان گردید(Bertsekas ، ۲۰۰۱).

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

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

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

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

$$X_1 = X'_1$$

که در آن$V_t(X_t)$ حداکثر ارزش انتظاری تابع هدف در طول افق برنامه‌ریزی تحت سیاست بهینه جایگزینی درحالت S_t و دوره شیردهی t می‌باشد. اگر تصمیم به نگهداری یا جایگزینی دام گرفته شود و احتمال انتقال متغییرهای تصادفی (ظرفیت تولید و وضعیت سلامتی) $P_t(K_t)$ باشد. بازده دوره شیردهی t به صورت $r_t(X_t, a_t, K_t)$ خواهد بود. T طول افق برنامه‌ریزی و برابر با حداکثر تعداد دوره شیردهی ممکن در مدل و δ نرخ تنزیل می‌باشد. پس از تعیین تصمیمات بهینه نگهداری یا حذف دام با استفاده از برنامه ریزی پویا اغلب به‌دست آوردن جریان تغییرات در گاوها و گله در طول زمان مورد نظر است لذا به این منظور از شبیه‌سازی زنجیره مارکوف استفاده گردید. احتمال سالم بودن در اولین، دومین، سومین و دوره‌های شیردهی بالاتر بر اساس تحلیل داده ها و با استفاده از رگرسیون لوجستیک به دست آمد. متغییر گروهی توضیح دهنده در رگرسیون لوجستیک دوره شیردهی بود. به طوری که اگر z به عنوان بردار متغییر توضیح دهنده و p به عنوان احتمال وقوع متغییر پاسخ در نظر گرفته شود، مدل لوجستیک خطی به صورت رابطه زیر بیان می شود.

$$P(z) = \alpha + \beta' z$$

که α وβ پارامترها می‌باشند $P(z)$ احتمال وقوع سلامتی است و به صورت رابطه زیر بسط داده می‌شود.

$$\boldsymbol{P(z) = e^{(\alpha+\beta' z)}/[1 + e^{(\alpha+\beta' z)}]}$$

در هر مرحله گاو شیری با استفاده از یک مجموعه از متغیرهای حالت که رفتار دام شیری را بیان می‌کند تشریح گردید. متغیرهای حالت شامل تعداد دوره شیردهی، ظرفیت تولید و وضعیت سلامتی دام در نظر گرفته شد.

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

که در آن X_t^{parity} تعداد دوره شیردهی گاو شیری، X_t^{prod} ظرفیت تولید (۱ برای گاوشیری کم تولید، ۲ برای گاوشیری با تولید متوسط و۳ برای دام شیری پر تولید می‌باشد). X_t^{health} وضعیت سلامتی (۱ عدم بیماری، ۲ بیماری قابل درمان، ۳ بیماری که سبب حذف غیر ارادی می‌شود).

تابع بازده یک دوره شیردهی، در هر مرحله به صورت زیرمی باشد:

اگرتصمیم نگهداری گاوشیری باشد.

$$R(X_t^{parity}, X_t^{prod}, X_t^{health}, x) = MR(X_t^{parity}, X_t^{prod})_{FC(X_t^{parity}, X_t^{prod})} _TC(X_t^{health})_TL(X_t^{parity}, X_t^{prod}, X_t^{health})$$

if x=0

اگرتصمیم به جایگزینی باشد.

$$R\left(X_t^{parity}, X_t^{prod}, X_t^{health}, x\right) = MR\left(X_t^{parity}, X_t^{prod}\right)_{FC\left(X_t^{parity}, X_t^{prod}\right)} _TC\left(X_t^{health}\right) _TL\left(X_t^{parity}, X_t^{prod}, X_t^{health}\right) _\mathrm{HC} + \mathrm{SR}\left(X_t^{parity}\right) + GP\left(X_t^{parity}\right)$$

if x=1

که در آن MR بازده تولید شیر، تابعی از دوره شیردهی وظرفیت تولید، FC هزینه خوراک، تابعی از دوره شیردهی و ظرفیت تولید، TC هزینه درمان دامپزشکی تابعی از وضعیت سلامتی، TL ارزش ضرر و زیان تولید تابعی از دوره شیردهی، ظرفیت تولید و سلامتی، HC هزینه تلیسه جایگزین، SR بازده فروش گاو به کشتارگاه، GR ارزش پیشرفت ژنتیکی تابعی از شیردهی. تصمیم بهینه بصورت عددی بایک روش تکرار پشت سرهم (Ljungqvist and Sargent ، ۲۰۰۰؛ Bertsekas، ۲۰۰۱) با استفاده از جعبه ابزار compecon در نرم افزار MATLAB محاسبه گردید (Miranda and Fackler ، ۲۰۰۲). برای محاسبه ارزش حال پول آتی باید آن را با نرخ بهره ای معادل نرخ سرمایه گذاری کنونی تنزیل کرد. فاکتور تنزیل برابر است با:

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

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. به‌عبارتی افزایش نرخ تنزیل با کاهش ارزش پول همراه است. A_t مقدار تنزیل شده یک ریالی است که پس از t زمان تأخیر به‌دست می-آید(Mohdnor وهمکاران،۲۰۱۳). ارزش آتی نیز طبق رابطه زیر محاسبه گردید.

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

قیمت ها و هزینه های هر واحد از متغیرهای در نظر گرفته شده در محاسبات در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول۱- پارامترهای اقتصادی و زیستی ورودی مدلها

پارامترها	سطح متغیر
وزن تولد(کیلوگرم)	۳۸-۴۰
وزن بدن بالغ (کیلوگرم)	۶۰۰-۶۸۰
تولید شیر ۳۰۵ روز(کیلوگرم)	۸۵۰۰-۱۱۸۰۰
تولید چربی ۳۰۵ روز(کیلوگرم)	۲۵۲-۳۴۰
تولید پروتئین ۳۰۵ روز(کیلوگرم)	۲۱۰-۲۹۰
سن نخستین زایش(ماه)	۲۴-۲۷
نرخ بقای قبل از شیرگیری(درصد)	۹۲-۹۶
نرخ بقای بعد از شیرگیری(درصد)	۹۵-۹۹
افزایش وزن روزانه قبل از شیرگیری(گرم)	۶۰۰-۷۰۰
افزایش وزن روزانه بعد از شیرگیری(گرم)	۷۰۰-۸۰۰
قیمت فروش یک کیلو گرم شیر (ریال)	۱۲۰۰۰
قیمت یک کیلو گرم ماده خشک علوفه (ریال)	۷۵۰۰-۱۱۰۰۰
قیمت یک کیلو گرم ماده خشک کنسانتره (ریال)	۹۰۰۰۰-۱۳۰۰۰۰
قیمت گوساله نر بازای هر راس (ریال)	۳۵۰۰۰۰۰۰
قیمت تلیسه جایگزین بازای هر راس(ریال)	۸۰۰۰۰۰۰۰
قیمت هر کیلو گرم وزن زنده گاوهای حذفی(ریال)	۱۰۰۰۰۰-۱۵۰۰۰۰
متوسط هزینه تلقیح و اسپرم	۹۰۰۰۰۰
نرخ بهره	٪۲۰

نتایج و بحث

ارزش حال انتظاری هر راس دام در جدول۲ آورده شده است، هر کدام از این اعداد ارزش تابع هدف در برنامه ریزی پویا را نشان می‌دهد. 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 که این یکی از فرضیات کاربرد برنامه ریزی پویا است. بطوریکه 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 تصمیم گیری شود. به عبارت دیگر تصمیم بهینه با مقایسه ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده گاو حاضر در گله با ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده تلیسه جایگزینش به دست می آید و سرانجام حیوانی که بیش‌ترین ارزش را در زمان حال داشته باشد جایگاه را به خود اختصاص می‌دهد. بیش‌ترین ارزش حال خالص برای گروه کم، متوسط و پر تولید به ترتیب در دوره شیردهی چهارم ،سوم و دوم اتفاق افتاد. همچنین باتوجه به جدول ۲ نگهداری گاوهای متوسط تولید تا چهار دوره شیردهی و پر تولید تا هفت دوره‌ی شیردهی توصیه می‌شود. در تحقیقات بخشوده و همکاران (۱۳۹۱) در گروه ظرفیتی تولید و تولید مثل بیشترین ارزش حال خالص برای گروه کم، متوسط و پرتولید به ترتیب در دوره‌ی شیردهی پنجم، چهارم و دوم اتفاق افتاد. ملاحظه می‌شود که با بالا رفتن تعداد شکم (مسن تر شدن دام) مقدار حذف بیش‌تر می‌شود. در مطالعه‌ی سیدشریفی و همکاران (۱۳۹۲) در گروهای ظرفیتی مورد بررسی، در گروه کم تولید ارزش حال تا شکم سوم افزایش یافته سپس روند کاهشی به‌خود می‌گیرد. این روند تا شکم هفتم توجیه اقتصادی داشت. در گروه متوسط تولید و پرتولید ارزش حال تا شکم دوم افزایش یافته سپس در روند کاهشی قرار می گیردکه این روند در هر دو گروه تا شکم هشتم توجیه اقتصادی داشت.

از آنجایی‌که نقش موثر سیاست جایگزینی گاوها در گله بر روی سودآوری کل در مطالعات بسیاری نشان داده شده است لذا لازمه حداکثرسازی سود گله، بهینه سازی تصمیمات حذف است. یکی از معیارهای اساسی در برآورد ارزش حال انتظاری مرتب کردن گاوهای موجود در گله براساس درآمد و هزینه آینده شان است که با توجه به این مقادیر تصمیم به حفظ یا حذف گاو گرفته می‌شود. به‌طوری که بدون توجه به این ارزش ها گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می شوند که این امر منجر به کاهش سود آوری گله می‌شود (Bell و همکاران ،۲۰۱۰). تصمیم بهینه‌ی جایگزینی به ظرفیت تولید گاو شیری وابسته است.

جدول ۲- تغییرات ارزش حال انتظاری در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی (ریال)

پر تولید			متوسط تولید			کم تولید			
C1	B1	A1	C1	B1	A1	C1	B1	A1	حالات مختلف سلامتی دوره شیردهی
۱۲۶۱۷۵۶۴۰۳K	۱۲۶۳۸۴۸۹۵۳K	۱۲۶۵۷۰۸۳۰۳K	۱۱۲۶۳۲۷۴۱۶K	۱۱۲۸۴۱۹۹۶۶K	۱۱۳۰۲۷۹۳۱۶K	۱۰۶۶۹۵۱۱۴۵R	۱۰۶۹۰۴۳۶۹۵R	۱۰۷۰۹۰۳۰۴۵R	۱
۱۲۶۸۹۶۹۹۹۴K	۱۲۷۱۰۶۲۵۴۴K	۱۲۷۲۹۲۱۸۹۴K	۱۱۴۲۵۶۳۸۳۱K	۱۱۴۴۶۵۶۳۸۱K	۱۱۴۶۵۱۵۷۳۱K	۱۰۷۶۲۷۸۳۶۳R	۱۰۷۸۳۷۰۹۱۳R	۱۰۸۰۲۳۰۲۶۳R	۲
۱۲۶۱۱۹۳۵۹۸K	۱۲۶۳۲۸۶۱۴۸K	۱۲۶۵۱۴۵۴۹۸K	۱۱۴۸۱۰۸۴۳۸K	۱۱۵۰۲۰۰۹۸۸K	۱۱۵۲۰۶۰۳۳۸K	۱۰۸۲۳۵۲۴۷۷R	۱۰۸۴۴۴۵۰۲۷R	۱۰۸۶۳۰۴۳۷۷R	۳
۱۲۴۱۷۲۶۰۰۵K	۱۲۴۳۸۱۸۵۵۵K	۱۲۴۵۶۷۷۹۰۵K	۱۱۴۶۲۱۴۹۶۲K	۱۱۴۸۳۰۷۵۱۲K	۱۱۵۰۱۶۶۸۶۲K	۱۰۸۵۱۷۳۴۸۷R	۱۰۸۷۲۶۶۰۳۷R	۱۰۸۹۱۲۵۳۸۷R	۴
۱۲۱۴۵۴۱۶۶۱K	۱۲۱۶۶۳۴۲۱۱K	۱۲۱۸۴۹۳۵۶۱K	۱۱۴۰۸۰۳۵۵۳R	۱۱۴۲۸۹۶۱۰۳R	۱۱۴۴۷۵۵۴۵۳R	۱۰۸۴۷۴۱۳۹۳R	۱۰۸۶۸۳۳۹۴۳R	۱۰۸۸۶۹۳۲۹۳R	۵
۱۱۸۴۴۲۹۰۵۶K	۱۱۸۶۵۲۱۶۰۶K	۱۱۸۸۳۸۰۹۵۶K	۱۱۳۵۴۰۷۴۴۳R	۱۱۳۷۴۹۹۹۹۳R	۱۱۳۹۳۵۹۳۴۳R	۱۰۸۱۰۵۶۱۹۵R	۱۰۸۳۱۴۸۷۴۵R	۱۰۸۵۰۰۸۰۹۵R	۶
۱۱۵۷۱۵۷۴۵۴K	۱۱۵۹۲۵۰۰۰۴K	۱۱۶۱۱۰۹۳۵۴K	۱۱۲۵۴۹۳۱۳۳R	۱۱۲۷۵۸۵۶۸۳R	۱۱۲۹۴۴۵۹۳۳R	۱۰۷۴۱۱۷۸۹۳R	۱۰۷۶۲۱۰۴۴۳R	۱۰۷۸۰۶۹۷۹۳R	۷
۱۱۳۹۶۷۷۷۷۷R	۱۱۴۱۷۷۰۳۲۷R	۱۱۴۳۶۲۹۶۷۷R	۱۱۱۱۰۶۰۶۲۳R	۱۱۱۳۱۵۳۱۷۳R	۱۱۱۵۰۱۲۵۲۳R	۱۰۶۳۹۲۶۴۸۷R	۱۰۶۶۰۱۹۰۳۷R	۱۰۶۷۸۷۸۳۸۷R	۸
۱۱۱۷۳۸۴۰۱۷R	۱۱۱۹۴۷۶۵۶۷R	۱۱۲۱۳۳۵۹۱۷R	۱۰۹۲۱۰۹۹۱۳R	۱۰۹۴۲۰۲۴۶۳R	۱۰۹۶۰۶۱۸۱۳R	۱۰۵۰۴۸۱۹۷۷R	۱۰۵۲۵۷۴۵۲۷R	۱۰۵۴۴۳۳۸۷۷R	۹
۱۰۸۹۸۰۳۹۶۳R	۱۰۹۱۸۹۶۵۱۳R	۱۰۹۳۷۵۵۸۶۳R	۱۰۶۸۶۴۱۰۰۳R	۱۰۷۰۷۳۳۵۵۳R	۱۰۷۲۵۹۲۹۰۳R	۱۰۳۵۸۷۶۹۱۳R	۱۰۳۵۸۷۶۹۱۳R	۱۰۳۷۷۳۶۲۶۳R	۱۰

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

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. سودی 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 ۳ با افزایش دوره ی شیردهی و با افزایش سن گاو کاهش می یابد. بنابراین می توان گفت ارزش آتی با تغییر سن، سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر می کند. همچنین ملاحظه می‌شود که گاوهای با تولید بالاتر ارزش آتی بیش‌تری دارند و با مسن شدن گاو ارزش آتی کاهش می یابد.

جدول ۳- تغییرات ارزش آتی در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی(ریال)

پر تولید			متوسط تولید			کم تولید			حالات مختلف سلامتی دوره شیردهی
C1	B1	A1	C1	B1	A1	C1	B1	A1	
۱۵۱۴۱۰۷۶۸۴	۱۴۱۶۶۱۸۷۴۴	۱۵۱۸۸۴۹۹۶۴	۱۳۵۱۵۹۲۸۹۹	۱۳۵۴۱۰۳۹۵۹	۱۳۵۶۳۳۵۱۷۹	۱۲۷۹۹۸۱۳۷۴	۱۲۸۲۸۵۲۴۳۴	۱۲۸۵۰۸۳۶۵۴	۱
۱۵۲۲۷۶۳۹۹۳	۱۵۲۵۲۷۵۰۲۳	۱۵۲۷۵۰۶۲۷۳	۱۳۷۱۰۷۶۵۹۷	۱۳۷۳۵۸۷۶۵۷	۱۳۷۵۸۱۸۸۷۷	۱۲۹۱۵۳۴۰۳۶	۱۲۹۴۰۴۵۰۹۶	۱۲۹۶۲۷۶۳۱۶	۲
۱۵۱۳۴۳۲۳۱۸	۱۵۱۵۹۴۳۳۷۸	۱۵۱۸۱۷۴۵۹۸	۱۳۷۷۷۳۰۱۲۶	۱۳۸۰۲۴۱۱۸۶	۱۳۸۲۴۷۲۴۰۶	۱۲۹۸۸۲۲۹۷۲	۱۳۰۱۳۳۴۰۳۲	۱۳۰۳۵۶۵۲۵۲	۳
۱۴۹۰۰۷۱۲۰۶	۱۴۹۲۵۸۲۲۶۶	۱۴۹۴۸۱۳۴۸۶	۱۳۷۵۰۴۵۷۹۵۴	۱۳۷۷۹۶۹۰۱۴	۱۳۸۰۲۰۰۲۳۴	۱۳۰۲۲۰۸۱۸۴	۱۳۰۴۷۱۹۲۴۴	۱۳۰۶۹۵۴۰۶۴	۴
۱۴۵۷۴۴۹۹۹۳	۱۴۵۹۹۶۱۰۲۳	۱۴۶۲۱۹۲۲۷۳	۱۳۶۸۹۶۴۲۶۴	۱۳۷۱۴۷۵۳۲۴	۱۳۷۳۷۰۶۵۴۴	۱۳۰۱۶۸۹۶۷۲	۱۳۰۴۲۰۰۷۳۲	۱۳۰۶۴۳۱۹۵۲	۵
۱۴۵۱۳۱۴۸۶۷	۱۴۲۳۸۲۵۹۲۷	۱۴۲۶۰۵۷۱۴۷	۱۳۶۲۴۸۸۹۳۲	۱۳۶۴۹۹۹۹۹۲	۱۳۶۷۲۳۱۲۱۲	۱۲۹۷۲۶۷۴۳۴	۱۲۹۹۷۷۸۴۹۴	۱۳۰۲۰۰۹۷۱۴	۶
۱۳۸۸۵۸۸۹۴۵	۱۳۹۱۱۰۰۰۰۵	۱۳۹۳۳۳۱۲۲۵	۱۳۵۰۵۹۱۷۶۰	۱۳۵۳۱۰۲۸۲۰	۱۳۵۵۳۳۴۰۴۰	۱۲۸۸۹۴۱۴۷۲	۱۲۹۱۴۵۲۵۳۲	۱۲۹۳۶۸۳۷۵۲	۷
۱۳۶۷۶۱۳۳۳۲	۱۳۷۰۱۲۴۳۹۲	۱۳۷۲۳۵۵۶۱۲	۱۳۱۰۵۳۱۸۹۶	۱۳۳۵۷۸۳۸۰۸	۱۳۳۸۰۱۵۰۲۸	۱۲۷۶۷۱۱۷۸۴	۱۲۷۹۲۲۲۸۴۴	۱۲۸۱۴۵۴۰۶۴	۸
۱۳۴۰۸۶۰۸۲۰	۱۳۴۳۳۷۱۸۸۰	۱۳۴۵۶۰۳۱۰۰	۱۲۸۲۳۶۹۲۰۴	۱۳۱۳۰۲۴۹۵۶	۱۳۱۵۲۷۴۱۷۶	۱۲۶۰۵۷۸۳۷۲	۱۲۶۳۰۸۹۴۳۲	۱۲۶۵۳۲۰۶۵۲	۹
۱۳۰۷۶۴۷۵۶	۱۳۱۰۲۷۵۸۱۶	۱۳۱۲۵۰۷۰۳۶	۱۳۳۳۲۷۲۷۴۸	۱۲۸۴۸۶۸۲۶۴	۱۲۸۷۱۱۱۴۸۴	۱۲۴۳۰۵۲۲۹۶	۱۲۴۳۵۲۲۹۶	۱۲۴۵۵۸۳۵۱۶	۱۰

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

تغییرات سود آوری آینده در دوره شیردهی، نشان می‌دهد که سود آوری آینده گاوها در اوایل شیردهی به دلیل فروش گوساله بالااست و در طول دوره شیردهی کاهش می یابد و در پایان دوره شیردهی به دلیل درآمد مورد انتظار یک گوساله در شیردهی بعدی قدری افزایش می یابد، به طوری که می توان گفت که سودآوری آینده یک گاو در طی دوره شیردهی برعکس منحنی شیردهی است. جدول ۴ تفاوت ارزش آتی و ارزش حال را تحت نرخ تنزیل۲۰ درصد نشان می‌دهد. با اضافه شدن سطح تولید

تفاوت ارزش حال و آتی افزایش می یابد. 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 طبق جدول ۲، ۱۲۶۵۷۰۸۳۰۳ ریال فرض شود با نرخ بهره ۲۰ درصد معادل ۱۵۱۸۸۴۹۹۶۴ ریال یک سال بعد ارزش خواهد داشت. بنابراین می‌توان گفت که بانرخ بهره ۲۰ درصد ارزش کنونی ۱۲۶۵۷۰۸۳۰۳ ریال امروز و۱۵۱۸۸۴۹۹۶۴ ریال یک سال بعد یکسان است.

جدول٤- تغییرات سود یا منفعت سالانه در وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی(ریال)

پر تولید			متوسط تولید			کم تولید			حالات مختلف سلامتی دوره شیردهی
C1	B1	A1	C1	B1	A1	C1	B1	A1	
۲۵۲۳۵۱۲۸۱	۲۵۲۷۶۹۷۹۱	۲۵۳۱۴۱۶۶۱	۲۲۵۲۶۵۴۸۳	۲۲۵۶۸۳۹۹۳	۲۲۶۰۵۵۸۶۳	۲۱۳۰۳۰۲۲۹	۲۱۳۸۰۸۷۳۹	۲۱۴۶۸۰۶۰۹	۱
۲۵۳۷۹۳۹۹۹	۲۵۴۲۱۲۴۷۹	۲۵۴۵۸۴۳۷۹	۲۲۸۵۱۲۷۶۶	۲۲۸۹۳۱۲۷۶	۲۲۹۳۰۳۱۴۶	۲۱۵۲۵۵۶۷۳	۲۱۵۶۷۴۱۸۳	۲۱۶۰۴۶۰۵۳	۲
۲۵۲۲۳۸۷۲۰	۲۵۲۶۵۷۲۳۰	۲۵۳۰۲۹۱۰۰	۲۲۹۶۲۱۶۸۸	۲۳۰۰۴۰۱۹۸	۲۳۰۴۱۲۰۶۸	۲۱۶۴۷۰۴۹۵	۲۱۶۸۸۸۹۰۵	۲۱۷۲۶۰۸۷۵	۳
۲۴۸۳۴۵۲۰۱	۲۴۸۷۶۳۷۱۱	۲۴۹۱۳۵۵۸۱	۲۲۹۲۴۲۹۹۲	۲۲۹۶۶۱۵۰۲	۲۳۰۰۳۳۳۷۲	۲۱۷۰۳۴۶۹۷	۲۱۷۴۴۵۳۲۰۷	۲۱۷۸۲۸۶۷۷	۴
۲۴۲۹۰۸۳۳۲	۲۴۳۳۲۶۸۱۲	۲۴۳۶۹۸۷۱۲	۲۲۸۱۶۰۷۱۱	۲۲۸۵۷۹۲۲۱	۲۲۸۹۵۱۰۹۱	۲۱۶۹۴۸۲۷۹	۲۱۷۳۶۶۷۸۹	۲۱۷۷۳۸۶۵۹	۵
۲۳۶۸۸۵۸۱۱	۲۳۷۳۰۴۳۲۱	۲۳۷۶۷۶۱۹۱	۲۲۷۰۸۱۴۸۹	۲۲۷۴۹۹۹۹۹	۲۲۷۸۷۱۸۶۹	۲۱۶۲۱۱۲۳۹	۲۱۶۶۲۹۷۴۹	۲۱۷۰۰۱۶۱۹	۶
۲۳۱۴۳۱۴۹۱	۲۳۱۸۵۰۰۰۱	۲۳۲۲۲۱۸۷۱	۲۲۵۰۹۸۶۲۷	۲۲۵۵۱۷۱۳۷	۲۲۵۸۸۹۰۰۷	۲۱۴۸۲۳۵۷۹	۲۱۵۲۴۲۰۸۹	۲۱۵۶۱۴۰۱۳	۷
۲۲۷۹۳۵۵۵۵	۲۲۸۳۵۴۰۶۵	۲۲۸۷۲۵۹۳۵	۲۲۲۲۱۲۱۲۵	۲۲۲۶۳۰۶۳۵	۲۲۳۰۰۲۵۰۵	۲۱۲۷۸۵۲۹۷	۲۱۳۲۰۳۸۰۷	۲۱۳۵۷۵۶۷۷	۸
۲۲۳۴۷۶۸۰۳	۲۲۳۸۹۵۳۱۳	۲۲۴۲۶۷۱۸۳	۲۱۸۴۲۱۹۸۳	۲۱۸۸۲۲۴۹۳	۲۱۹۲۱۲۳۶۳	۲۱۱۰۰۹۶۳۹۵	۲۱۰۵۱۴۹۰۵	۲۱۰۸۸۶۷۷۵	۹
۲۱۷۹۶۰۷۹۳	۲۱۸۳۷۹۳۰۳	۲۱۸۷۵۱۱۷۳	۲۱۳۷۲۸۲۰۱	۲۱۴۱۳۴۷۱۱	۲۱۴۵۱۸۵۸۱	۲۰۷۱۷۵۳۸۳	۲۱۷۱۷۵۳۸۳	۲۰۷۸۴۷۵۲۳	۱۰

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

متوسط عمر بهینه گله (فاصله زمانی بین اولین زایش تا حذف) برای سناریوی پایه ۴/۱ سال حاصل شد.که منعکس کننده مقاومت گاو در برابر حذف اختیاری و غیر اختیاری است(Pinedo و همکاران،۲۰۱۰). این مقدار در مطالعه‌ی بخشوده و همکاران (۱۳۹۲) ۴/۳۲ سال و در مطالعه‌ی Kalantari و همکاران (۲۰۱۰) ۳/۱۸ سال و در مطالعه‌ی سیدشریفی و همکاران (۱۳۹۲) ۴/۹۹ به-

دست آمد که 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 زمانی که ترکیب گله ثابت باشد بدون تغییر باقی می ماند. 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 ۲۴ درصد حاصل شد. این مقدار در مطالعه‌ی بخشوده و همکاران (۱۳۹۲) ۲۶/۹۵ درصد و در مطالعه‌ی سیدشریفی و همکاران (۱۳۹۲) برابر با ۲۰/۰۴ درصد بدست آمد. هرچه عمر بهینه افزایش یابد نرخ جایگزینی کاهش می یابد. عواملی نظیر قیمت شیر، قیمت تلیسه و نرخ تنزیل باعث تغییر عمر بهینه می گردد. جواب بهینه صرفا برای مدل معینی بهینه است که برای ارائه مساله واقعی بکار رفته است. چنین جوابی تنها در صورتی می تواند راهنمای مطمئنی برای تصمیم گیری باشد که علیرغم تغییرات پارامترهای مدل، همچنان به عنوان یک جواب مناسب باقی بماند. به علاوه مقدار پارامترهای مدل اغلب بستگی به خط مشی و سیاست‌های تصمیم گیری دارد لذا نتایج این تصمیم گیریها باید بررسی شوند و در صورت لزوم مورد تجدید نظر قرار گیرند. با ملاحظه دلایل یاد شده است که تحلیل حساسیت ضرورت پیدا می کند. 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 می توان هزینه تلیسه جایگزین را جبران کرد عمر بهینه کاهش می یابد که نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق Kalantari و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. عامل دیگری که باعث تغییر عمر بهینه می گردد قیمت تلیسه است به طوری که با افزایش قیمت تلیسه تعداد کمتری گاو حذف می‌شود و عمر بهینه گله افزایش می یابد. در تحقیق (Kalantari و همکاران، ۲۰۱۰) نیزکاهش قیمت تلیسه باعث کاهش عمر بهینه گله شد. عامل دیگر نرخ تنزیل است، با افزایش فاکتور تنزیل (کاهش نرخ تنزیل)گاوهای مسن تر بیش تر از گاوهای جوان حذف می شوند و درصد گاوهای حذفی بیش‌تر می‌شود و عمر بهینه کاهش می یابد(Brickell, and Wathes ،۲۰۱۱).همچنین هنگامی که فاکتور تنزیل کاهش یابد، نرخ تنزیل افزایش و درصد گاو حذفی کاهش و عمر بهینه افزایش می یابد. تاثیر تغییر پارامترهای مدل برعمر بهینه گله در جدول ۵ آورده شده است.

جدول۵- تاثیر تغییر پارامترهای مدل برعمر بهینه گله

تغییرات	عمر گله	نرخ جایگزینی
درحالت پایه	۴/۱	۰/۲۴
نرخ تنزیل		
+٪۲۰	۴/۲	۰/۲۳
-٪۲۰	۳/۷۱	۰/۲۷
قیمت شیر		
+٪۲۰	۳/۷۱	۰/۲۷
-٪۲۰	۴/۲	۰/۲۳
قیمت تلیسه		
+٪۲۰	۴/۲	۰/۲۳
-٪۲۰	۳/۷۷	۰/۲۶

نتیجه‌گیری

لازمه تعیین زمان بهینه برای حذف گاوها محاسبه همزمان چندین متغیر بیولوژیکی و اقتصادی است. نتایج نشان داد که حذف گاو شیری با سن بالاتر از سن بهینه تعیین شده منجر به افزایش سودآوری واحدهای دامداری می‌شود. بطوری که با افزایش یافتن

طول عمر، خطر حذف اجباری کاهش می یابد و می توان با تولید فرزندان بیشتر از مادران برتر، شدت انتخاب و میزان پیشرفت ژنتیکی گله و در نتیجه سود دامدار را افزایش داد. سودآوری آینده با تغییر سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر می یابد. حیوانات کم تولید حداقل سودآوری آینده خود را در اوایل شیردهی نشان می دهند که این امر بیانگر آن است که بایستی زودتر حذف شوند.

منابع

بخشوده، م.،سید صالحی، س. ع.و محبی فانی، م. (۱۳۹۱). استراتژی جایگزینی بهینه گاوهای شیری با ظرفیت‌های تولید شیر در استان فارس، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۶، شماره ۳، ص. ۱۸۲-۱۷۶.

سیدشریفی، ر.،شادپرور، ع.و قوی حسین‌زاده، ن. (۱۳۹۲). بررسی سازه‌های موثر بر عمر بهینه‌ی گله گاوهای هلشتاین شمال غرب کشور با استفاده از برنامه‌ریزی پویای احتمالی. مجله تحقیقات تولیدات دامی، سال دوم، شماره ۲ ص. ۲۷-۱۹.

زنوری، ابوالقاسم.(۱۳۸۹). تعیین عوامل مدیریتی موثر بر نرخ تلفات واحدهای پرورش گاو بومی و آمیخته در مناطق مختلف ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی مدیریت دامپروری، دانشگاه زنجان، زنجان.

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*, 167: 238–240.

Bertsekas, D.P. (2001). Dynamic Programming and Optimal Control. Vol. 2: Dynamic Programming. 2nd ed. *Athena Scientific*, Belmont, MA.

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*, 94: 1831–1838

Chiumia, D., Chagunda, M.G.G. Macrae, A.I. and Roberts, D.J. (2013). Predisposing factors for involuntary culling in Holstein–Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Research* 80: 45–50.

Devries, 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* 93: 613–623

Kahi, A.K., and G.Nitter. (2004). Developing breeding schemes for pasture based dairy production system in Kenya, I. Derivation of economic value using profit functions. Livestock production science, 88: 161 – 177.

Kalantari, A.S.Y. (2010). Determining the optimum replacement policy for Holstein dairy herds in Iran. *Journal of Dairy Science*, 93: 2262-2270.

Ljungqvist, L. and Sargent, T.J. (2000). Recursive Macroeconomic Theory. MIT Press, Cambridge, MA.

Miranda, M.J. and Fackler, P.L. (2002). Applied Computational Economics and Finance. MIT Press, Cambridge, MA.

Mohdnor, N., Stenerld,W.and Hogeveen, H. (2013). 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, page* 1of 8.

Olechnowicz., J. and Jaskowski, J.M.(2011). Reasons for culling, culling due to lameness, and economic losses in dairy cows. *Medycyna Weterynaryjna* 67: 618–621.

Pinedo, P.J., Devries, A. and Webb, D.W. (2010). Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. *Journal of Dairy Science* 93: 2250–2261.

Tatar, A.M., Sireli, D. and Tutkun, M. (2017). Reasons for culling and replacement rate in dairy cattle. *Scientific papers. Series D. Animal Science* 2285-5750.