



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گزن

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد پنجم، شماره اول، ۱۳۹۶

<http://ejrr.gau.ac.ir>

بررسی پارامترهای مرتبط با درصد جایگزینی و عایدی ناشی از نگهداری در گاوهای شیری با بهینه سازی سامانه تولید

* رضا سید شریفی^۱، سهیلا نورمحمدی^۲، حسین محب الدینی^۱، آزاده بوستان^۱
و جمال سیف دواتی^۱

^۱استادیار و ^۲دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۹

چکیده

سابقه و هدف: این مطالعه با هدف بررسی پارامترهای مرتبط با درصد جایگزینی و عایدی ناشی از نگهداری در گله گاوهای شیری با بهینه سازی سامانه تولید به انجام رسید. تصمیم های بهینه جایگزینی به عنوان یکی از عوامل موثر بر سود دامداری ها شناخته می شوند، که این تصمیمات به طور مستقیم تحت تاثیر نوسانات قیمت شیر، قیمت لاشه و هزینه جایگزینی قرار می گیرند. تصمیم به حذف منطقی و بهینه دام با مقایسه ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده ی گاو حاضر در گله با ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده تلیسه جایگزینش به دست می آید، در نهایت حیوانی که بیشترین ارزش را در زمان حال داشته باشد جایگاه را به خود اختصاص می دهد. تفاوت در ارزش های کنونی هر دو حیوان عایدی ناشی از نگهداری است که بیانگر سود اضافی از زمان نگهداری تا زمان بهینه جایگزینی آن است. تقریباً دو سال تولیدی طول می کشد تا یک گاو جایگزین بتواند هزینه های تولید و پرورش خود را به دامدار باز پس دهد و موجب افزایش درآمد و ایجاد سود شود. طول عمر زیاد باعث کاهش هزینه های جایگزینی در گله می شود و با افزایش فاصله تجدید نسل سن گله را به طرف گاوهای مسن تر و پیرتر تغییر می دهد و از سویی دیگر میانگین تولید گله به دلیل افزایش نسبت گاوهای که در دوره های شیردهی بالاتری قرار دارند افزایش می یابد.

مواد و روش ها: در این بررسی به کمک محیط برنامه نویسی متلب برنامه ای برای شبیه سازی سامانه زیست اقتصادی گله طراحی و سپس درآمدها و هزینه ها در سیستم برآورد گردید. همچنین به منظور تعیین عمر بهینه

* نویسنده مسئول: reza_sayedsharifi@yahoo.com

گله و نرخ جایگزینی از روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی استفاده شد. گاو شیری با متغیرهای حالت شامل دوره شیردهی، ظرفیت تولید شیر و حالات مختلف تأخیر در آبستن شدن تعریف گردید. در هر مرحله گاوهای شیری به‌وسیله متغیرهای وضعیتی شامل توان تولیدی در ۳ سطح (کم تولید، متوسط و پر تولید) و عملکرد تولیدمثلی در ۴ سطح با فاصله زایش ۴۱۰، ۴۵۰، ۴۹۰ و ۵۳۰ روز طبقه بندی شدند. به منظور بررسی اثر تغییر در مقادیر ورودی و روی پاسخ مدل از تست حساسیت استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج بررسی نشان داد با افزایش قیمت تلیسه، تعداد کمتری گاو حذف می‌شود و عمر بهینه گله افزایش و نرخ جایگزینی پایین می‌آید. کاهش قیمت شیر به افزایش عمر بهینه گله و حذف کمتر گاوها منجر شد که مرتبط با نرخ پایین جایگزینی است. با افزایش فاکتور تنزیل (کاهش نرخ تنزیل) درصد گاوهای حذفی بالا رفته و عمر بهینه کاهش یافته و نرخ جایگزینی افزایش یافت. نتایج مدل در حالت عدم قطعیت سیستم تولید نشان داد هر پارامتری که سبب افزایش درصد جایگزینی می‌شود باعث کاهش میانگین عایدات ناشی از نگهداری حیوان می‌شود. نتایج نشان داد که با بالا رفتن قیمت تلیسه، افزایش متوسط هزینه تغذیه، کاهش تولید متوسط گله، کاهش قیمت گوساله، کاهش قیمت شیر و کاهش قیمت گاو حذفی، عمر بهینه افزایش می‌یابد و تعداد گاو کمتری حذف می‌شود لذا ارزش نگهداری گاو موجود در گله بالاتر از حالتی می‌شود که قیمت تلیسه و هزینه تغذیه پایین و تولید متوسط گله، قیمت گوساله، قیمت شیر و قیمت گاو حذفی بالا است.

نتیجه‌گیری: دو عامل مهم و تاثیرگذار عمده روی درصد حذف تولید متوسط گله و هزینه تلیسه جایگزین است تغییرات در هزینه تغذیه و گوساله تاثیر قابل توجهی روی میزان حذف ندارند. سیاست‌های جایگزینی بهینه بیش از ارزش اسقاطی گاو (قیمت گاو حذفی) به هزینه‌های پرورشی یا خرید تلیسه‌های جایگزین بستگی دارد. نرخ بالای جایگزینی تلیسه سبب می‌شود که اولاً دامدار از یکی از مهمترین منابع درآمدی همان فروش تلیسه مازاد محروم شود. ثانیاً با افزایش نرخ جایگزینی در گله، میانگین سنی گله کاهش می‌یابد و اکثر گاوها قبل از این که به حداکثر توان تولیدی خود برسند حذف می‌شوند. بنابراین اگر دامدار مجبور به جایگزینی دام شود نه تنها درآمدی حاصل نمی‌شود بلکه تا هنگام زایش باید آن را در گله نگهداری نماید که مستلزم هزینه زیاد خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی، بهینه‌سازی تولید، نرخ جایگزینی، گاو شیری

مقدمه

به‌طور متوسط ۲۵ تا ۳۵ درصد از گله گاوهای شیری در سال با تلیسه‌ها جایگزین می‌شوند. در گاو‌داری‌های شیری هدف از پرورش تلیسه‌های جایگزین افزایش سودآوری آینده می‌باشد (۱۳). در صنعت پرورش گاو شیری حذف و تلقیح دو تصمیم مدیریتی تاثیرگذار بر سودآوری گله می‌باشند. تشخیص دامی که باید حذف شود و خارج کردن آن از گله و جایگزینی‌اش با تلیسه بیانگر عمل حذف است (۶). هزینه‌های مرتبط با پرورش تلیسه‌های جایگزین تقریباً ۲۰ درصد از کل هزینه‌های یک گله شیری را به خود اختصاص می‌دهد. گرچه بیشتر شدن طول عمر هزینه جایگزینی را کاهش می‌دهد اما درآمد بالقوه یک تلیسه جایگزین می‌تواند مزایای اقتصادی نگهداری یک گاو مسن را تحت تاثیر قرار دهد. لذا بایستی تصمیم‌های جایگزینی بر پایه اصول اقتصادی باشد. تقریباً دو سال تولیدی طول می‌کشد تا یک گاو جایگزین بتواند هزینه‌های تولید و پرورش خود را به دامدار باز پس دهد و موجب افزایش درآمد و ایجاد سود شود. طول عمر زیاد باعث کاهش هزینه‌های جایگزینی در گله می‌شود و با افزایش فاصله تجدید نسل سن گله را به طرف گاوهای مسن تر و پیرتر تغییر می‌دهد (۱). و از سویی دیگر میانگین تولید گله به دلیل افزایش نسبت گاوهایی که در دوره‌های شیردهی بالاتری قرار دارند افزایش می‌یابد. وقتی ارزش‌های کنونی جریان‌های نقدینگی آینده گاو کنونی در جایگاه و جایگزینش محاسبه شود تصمیم بهینه، نگهداری آن حیوانی است که ارزش کنونی بیشتری دارد. تفاوت در ارزش‌های کنونی هر دو حیوان را عایدی ناشی از نگهداری^۲ (RPO) می‌نامند (۵). این مقدار بیانگر سود اضافی از زمان نگهداری گاو حاضر تا زمان بهینه جایگزینی آن است. بنابراین لازم است در پرورش گاو شیری علاوه بر انتخاب و به گزینی دام‌های با تولید بالاتر، به میزان بهینه حذف و طول عمر اقتصادی نیز توجه شود طول عمر زیاد باعث کاهش هزینه‌های جایگزینی در گله می‌شود و با افزایش فاصله تجدید نسل سن گله را به سمت گاوهای مسن تر و پیرتر تغییر می‌دهد (۱۹). به‌طور کلی زمانی که یک دامدار برای حذف یا جایگزینی یک دام تصمیم‌گیری می‌نماید بهتر است منافع و عایدات مورد انتظار در آینده برای نگهداری گاو یا جایگزینی با حیوان دیگر را مورد مقایسه قرار دهد. طول عمر تولیدی به‌صورت تعداد روز بین اولین زایش تا زمان حذف حیوان تعریف می‌شود (۱۹). افزایش طول عمر سبب کاهش حذف غیر اختیاری و افزایش فرصت حذف اختیاری و

1. Retention Pay-off

در نتیجه سبب افزایش شدت انتخاب خواهد شد (۳). افزایش طول عمر تولیدی از طریق کاهش هزینه‌های جایگزینی و افزایش نسبت گاوهای بالغ که تولید بیشتری نسبت به گاوهای جوان دارند به عبارتی افزایش میانگین سن گله تأثیر بسزایی در افزایش بازدهی و سودآوری پرورش گاو شیری دارد (۱ و ۲۰). تصمیم‌های بهینه جایگزینی به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل موثر بر سود دامداری‌ها شناخته می‌شوند، که این تصمیمات به‌طور مستقیم تحت تأثیر نوسانات قیمت شیر، قیمت لاشه و هزینه جایگزینی قرار می‌گیرند. یکی از تکنیک‌های بهینه‌سازی استفاده از برنامه‌ریزی پویا است. در برنامه‌ریزی پویا الزامی به خطی بودن روابط بین متغیرها، برقراری فرض تناسب و غیراحتمالی بودن متغیرها نیست. برنامه‌ریزی پویا شامل مرحله، وضعیت یا حالت و سیاست بهینه است. هر مرحله بیانگر یک موضع تصمیم‌گیری و شامل یک یا چند وضعیت یا حالت است. تصمیم‌گیری در هر مرحله با توجه به مشخص بودن وضعیت در آن مرحله انجام می‌گیرد. سیاست بهینه در هر مرحله، بیانگر بهترین تصمیم از آن مرحله تا مرحله نهایی است. در این روش سیستم تولید در طول افق زمانی محدود یا نامحدود به دوره‌ها یا مراحل تقسیم می‌شود. در هر مرحله وضعیت سیستم مشاهده شده و یک تصمیم مرتبط با سیستم گرفته می‌شود. تصمیم گرفته شده بصورت قطعی یا تصادفی، وضعیت سیستم در مرحله بعد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هر مرحله به تعدادی حالت وابسته است (۱۴). چندین مدل برنامه‌ریزی پویا برای تصمیم‌سازی بهینه جایگزینی در گله‌های شیری ارائه شده است (۵، ۷ و ۱۸). بهینه‌سازی سیاست‌های جایگزینی را با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویا برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی گزارش کرده‌اند. در ایران نیز (۹ و ۱۶) با استفاده از برنامه‌ریزی پویا به بررسی سیاست بهینه جایگزینی دام پرداختند. با این مقدمه هدف از انجام این مطالعه تعیین پارامترهای مرتبط با درصد جایگزینی و عایدی ناشی از نگهداری حیوان در گله گاوهای شیری با بهینه‌سازی سامانه تولید با استفاده از یک برنامه شبیه‌سازی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از داده‌های جمع‌آوری شده از سه گله بزرگ گاوهای شیری موجود در گاوداری‌های صنعتی استان اردبیل که توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور تحت رکورد برداری قرار گرفته بودند استفاده شد. داده‌های مورد استفاده مدل بر مبنای شرایط بازار در یک سیکل تولیدی از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۴ بود. در این بررسی به کمک زبان برنامه‌نویسی MATLAB ورژن R2013a

برنامه‌ای برای شبیه‌سازی سامانه‌ی زیست اقتصادی گله طراحی و سپس درآمدها و هزینه‌ها در سیستم برآورد گردید. در مدل زیست اقتصادی استفاده شده در این تحقیق درآمد تولید کنندگان از فروش شیر، تلیسه مازاد، گوساله نر و گاو حذفی بازای هر گاو در سال تأمین می‌شدند و هزینه‌ها شامل تغذیه، تولید مثل و نیروی انسانی و... بودند که وابسته به سطح تولید گله می‌باشند. درآمد سالانه به ازای هر رأس گاو از طریق معادله زیر محاسبه شدند.

$$R = R_{milk} + R_{male-calves} + R_{culled-heifers} + R_{culled-cows} + R_{manure} \quad (۱)$$

که در این رابطه، R_{milk} : درآمد فروش شیر، $R_{male-calves}$: درآمد فروش گوساله‌ی نر، $R_{culled-heifers}$: درآمد فروش تلیسه مازاد، $R_{culled-cows}$: درآمد فروش گاوهای حذفی و R_{manure} : درآمد فروش کود می‌باشد. هزینه‌ها نیز براساس رابطه (۲) زیر محاسبه شدند.

$$C = C_{Feedh-birth-w} + C_{Feedh-w-ma} + C_{Feedh-ma-afc} + C_{Feed-cows} + C_{Healthh-birth-w} + C_{Healthh-w-ma} + C_{Healthh-ma-afc} + C_{Health-cows} + C_{Laborh-birth-w} + C_{Laborh-w-ma} + C_{Laborh-ma-afc} + C_{Labor-cows} + C_{Reproduction-heifers} + C_{Reproductin-cows} + C_{Fix}$$

متغیرهای بکاربرده شده در روابط فوق بصورت زیر تعریف شدند:

$C_{Feedh-birth-w}$: هزینه‌ی تغذیه‌ی تلیسه از تولد تا از شیرگیری، $C_{Feedh-w-ma}$: هزینه تغذیه تلیسه از شیرگیری تا ۱۸ ماهگی، $C_{Feedh-ma-afc}$: هزینه تغذیه تلیسه از ۱۸ ماهگی تا اولین زایش، $C_{Feed-cows}$: هزینه تغذیه گاو مولد، $C_{Healthh-birth-w}$: هزینه سلامتی و بهداشت تلیسه از تولد تا از شیرگیری، $C_{Healthh-w-ma}$: هزینه سلامتی و بهداشت تلیسه از شیرگیری تا ۱۸ ماهگی، $C_{Healthh-ma-afc}$: هزینه سلامتی و بهداشت تلیسه از ۱۸ ماهگی تا اولین زایش، $C_{Health-cows}$: هزینه سلامتی هر رأس گاو، $C_{Laborh-birth-w}$: هزینه نیروی انسانی از تولد تا از شیرگیری، $C_{Laborh-w-ma}$: هزینه نیروی انسانی از شیرگیری تا ۱۸ ماهگی، $C_{Laborh-ma-afc}$: هزینه نیروی انسانی از ۱۸ ماهگی تا اولین زایش، $C_{Labor-cows}$: هزینه نیروی انسانی هر رأس گاو، $C_{Reproduction-heifers}$: هزینه تولید مثل تلیسه، $C_{Reproductin-cows}$: هزینه تولید مثل گاو، C_{Fix} : هزینه ثابت.

همچنین به منظور تصمیم‌گیری بهینه برای نگهداری یا جایگزینی گاوهای شیری از روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی استفاده شد. علت استفاده از برنامه‌ریزی پویای احتمالی، طبیعت دینامیک و

نیز عدم قطعیت‌های موجود در مسئله می‌باشد. برنامه‌ریزی پویا یک روش ریاضی برای حل مسائلی با چندین مرحله تصمیم‌سازی پی در پی می‌باشد. در این تحقیق افق برنامه‌ریزی برابر با ۱۰ دوره شیردهی و هر دوره شیردهی به عنوان یک مرحله برای تصمیم‌سازی در نظر گرفته شد. زیرا تعداد بسیار کمی (حدود ۵ درصد) از دام‌های تحت بررسی سابقه بیش از ۱۰ زایش داشتند. در هر مرحله گاوهای شیری به وسیله متغیرهای وضعیتی شامل توان تولیدی در ۳ سطح (کم تولید، متوسط و پر تولید) که با تولید کمتر از ۵ هزار کیلوگرم، ۵ تا ۷ هزار کیلوگرم و بیشتر از ۷ هزار کیلوگرم که به ترتیب ۰/۰۲، ۰/۳۵ و ۰/۶۳ درصد از دام‌ها را شامل شدند و عملکرد تولید مثلی در ۴ سطح با فاصله زایش ۴۱۰، ۴۵۰، ۴۹۰ و ۵۳۰ روز طبقه‌بندی شدند و سرانجام تابع هدفی برای حداکثرسازی ارزش خالص فعلی گاو تعریف گردید. برای بیان متغیرهای حالت، بردار وضعیت S_t به صورت زیر تعریف شد.

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

که در این بردار تعداد دوره‌های شیردهی (۱ تا ۱۰ دوره) با S_t^{parity} مشخص می‌شود. از آنجایی که در آخرین دوره شیردهی گاو را به طور آزادی جایگزین می‌کنیم و ارزش چنین گاو از روی ارزش کشتاری بدست می‌آید، لذا ارزش سیستم در پایان افق برنامه‌ریزی را می‌توان صفر در نظر گرفت. ظرفیت تولید با مشخصه S_t^{prod} که شامل سه وضعیت ۱ برای کم تولید، ۲ برای متوسط تولید و ۳ برای تولید بالا است. مشخصه S_t^{reprod} مربوط به وضعیت زمان آبستن شدن است که شامل چهار وضعیت می‌باشد. حالت ۱ برای وضعیت ایده‌آل یا نبود تاخیر در آبستنی، حالت‌های ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ روز تاخیر در آبستنی در نظر گرفته شدند. رابطه (۳) زیر برای تصمیم بهینه مورد استفاده قرار گرفت (۱۰):

$$PV_t(s_t) = \max_{a_t} \{ \sum x P_t(k_t) [R_t(s_t, a_t) + \delta V_{t-1}(s_{t-1}, a_t)] \}$$

$$t = T - 1, T - 2, \dots, 1$$

$$\sum x P_t(k_t) = 1$$

که در این رابطه $PV_t(s_t)$ حداکثر ارزش انتظاری تابع هدف در طول افق برنامه‌ریزی تحت سیاست بهینه جایگزینی در حالت S_t و دوره شیردهی t است. اگر تصمیم به نگهداری یا جایگزینی دام گرفته شود و احتمال انتقال متغیرهای تصادفی (تولید و تولید مثل) $P_t(k_t)$ باشد. بازده دوره شیردهی t به صورت $R_t(s_t, a_t)$ خواهد بود. علاوه بر این سیستم در دوره شیردهی $t + 1$ به حالت

$V_{t+1}(s_{t+1}, a_t)$ منتقل می‌شود بنابراین S_{t+1} به V_t وابسته است. T طول افق برنامه‌ریزی و برابر با حداکثر تعداد دوره شیردهی ممکن در مدل و δ نرخ تنزیل می‌باشد. تصمیمی که در پایان مرحله T گرفته می‌شود $a_t = 0, 1$ است ($a_t = 0$ =نگهداری و $a_t = 1$ = جایگزینی). تصمیم به "نگهداری" بدان معنی است که گاو حداقل یک فاصله گوساله‌زایی دیگر در گله خواهد ماند. تصمیم به "جایگزینی" به نتایج فروش گاو و جایگزینی آن با یک گاو جدید در اولین دوره شیردهی‌اش ارتباط دارد (۷). احتمال انتقال حالت زمان آستن شدن $P_{t,t+1}(S^{reprod}, a)$ از یک مرحله به مرحله دیگر و چگونگی روند آن نیز با استفاده از مجموعه داده‌های مربوط به وضعیت آستن شدن در هر دوره شیردهی و به‌کارگیری یک تابع لوجستیک مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی از رویه GENMOD نرم‌افزار SAS (۱۵) برای برآورد احتمالات مربوط به هر کدام از حالات مربوط به وضعیت زمان آستن شدن استفاده شد که در آن توزیع دو جمله‌ای و تابع رابط لجیت بکار گرفته شد. تابع بازده یک دوره شیردهی $R(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod}, a)$ در هر مرحله بسته به نوع تصمیم مورد بررسی قرار گرفت (۷). حالت اول: اگر تصمیم نگهداری دام شیری باشد.

$$\begin{aligned} R(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod}, a = 0) \\ = MR(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod}) - FC(s^{parity}, s^{prod}) \\ - TL(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod}) \quad (۳) \end{aligned} \quad (۴)$$

حالت دوم: اگر تصمیم به جایگزینی دام با تلیسه باشد.

$$\begin{aligned} R(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod}, a = 1) = MR(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod}) - \\ FC(s^{parity}, s^{prod}) \\ - TL(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod}) - HC + SV(s^{parity}) \quad (۵) \end{aligned}$$

که در این روابط $MR(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod})$ بازده تولید شیر که تابعی از دوره شیردهی، ظرفیت تولید و وضعیت آستنی است. $FC(s^{parity}, s^{prod})$ هزینه خوراک مصرفی که تابعی از دوره شیردهی و ظرفیت تولید است. $TL(s^{parity}, s^{prod}, s^{reprod})$ ارزش ضرر و زیان تولید و تابعی از شیردهی، ظرفیت تولید و وضعیت آستن شدن است. HC هزینه تلیسه جایگزین و $SV(s^{parity})$ ارزش کشتاری دام شیری یا همان (ارزش اسقاطی در مفاهیم مدیریتی) که تابعی از دوره شیردهی می‌باشد. بازدهی و هزینه‌هایی، که به نرخ جایگزینی وابسته نیستند، از مدل حذف شدند. مقدار RPO یا عایدی ناشی از نگهداری حیوان با استفاده از رابطه زیر حاصل شد. که از این ارزش برای مرتب کردن گاوها براساس سودآوری آینده استفاده می‌شود.

$$RPO(X_1) = Keep(X_1) - Repl(X_1) \quad (6)$$

مقادیر RPO بزرگتر از صفر بیانگر حفظ گاو حاضر تا زمان بهینه جایگزینی است و کوچکتر از صفر آن بیانگر حذف گاو و جایگزینی آن با تلیسه است. ارزشمندترین گاو گله گاوی است که بیشترین مقدار RPO را دارا است. از آنجایی که تکنیک‌های بهینه سازی نیازمند مدل‌هایی است که باید چندین بار اجرا شوند تا به جواب بهینه دست یابند، تصمیم بهینه به صورت عددی با تکنیک تکرار پشت سر هم (۲، ۸ و ۱۱) با استفاده از جعبه ابزار Compecon در نرم افزار MATLAB مورد محاسبه قرار گرفت (۱۲ و ۱۴).

جدول ۱: پارامترهای اقتصادی و زیستی مورد استفاده جهت مدل سازی برای سناریوی پایه

Table 1. Economic and biological parameters used in modeling the base scenario

علامت اختصاری Symbol	مقدار amount	متغیر Variable
Bw	36.3	وزن تولد (کیلوگرم) Birth weight (Kg)
LW	600	وزن بدن بالغ (کیلوگرم) Mature live weight(Kg)
DG	750	افزایش وزن روزانه قبل از شیرگیری (گرم) Prewaning daily gain(g)
PDG	695	افزایش وزن روزانه بعد از شیرگیری (گرم) Postweaning daily gain (g)
SR	95	نرخ بقا قبل از شیرگیری (درصد) Prewaning survival rate(Percent)
PSR	98	نرخ بقا بعد از شیرگیری (درصد) Postweaning Survival rate(Percent)
S24	98	نرخ بقا در ۲۴ ساعت بعد از تولد (درصد) Survival rate to 24 hours of birth(Percent)
AFC	1016	سن در نخستین زایش (روز) Age at first calving(days)
P_m	12000	قیمت فروش یک کیلوگرم شیر (ریال) Milk price per Kg milk (Rial)
P_{sil}	4500	قیمت یک کیلوگرم ماده خشک علوفه (ریال) Natural pasture silage cost per Kg DM(Rial)
P_{conc}	9000	قیمت یک کیلوگرم ماده خشک کنسانتره (ریال) Concentrate cost per Kg DM (Rial)

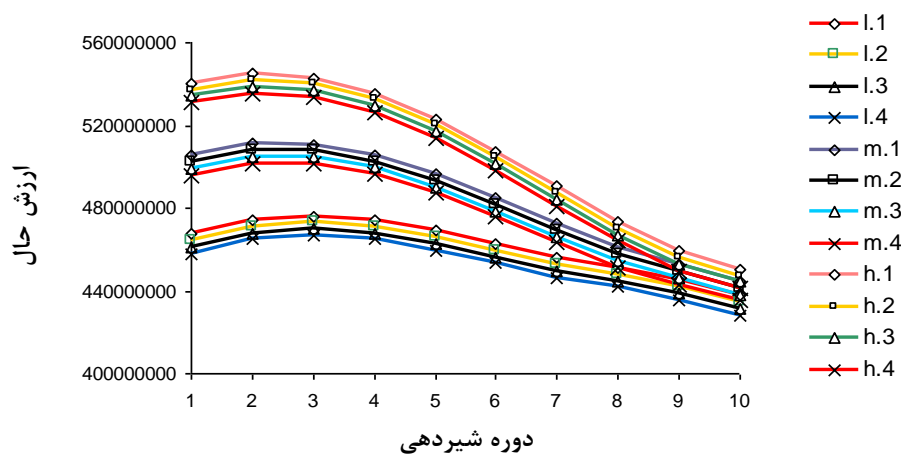
نشریه پژوهش در نشخوار کنندگان (۵)، شماره (۱) ۱۳۹۶

P_{iw}	75000	قیمت هر کیلوگرم وزن زنده گاوهای حذفی (ریال)
PLT	1460	Price per Kg LW (Rial) طول عمر تولیدی (روز)
MY	7200	productive lifetime(days) تولید شیر به ازای هر گاو در سال (کیلوگرم)
Sil	20	Milk yield per cow per year مقدار علوفه خشک مصرفی در روز به ازاء هر گاو (کیلوگرم)
Conc	7.5	Amount of DM consumed from silage per cow per day (Kg) مقدار کنسانتره مصرفی در روز به ازاء هر گاو (کیلوگرم)
δ	20	Amount of DM consumed from concentrates per cow per day(Kg) نرخ بهره
		Interest rate (%)

نتایج و بحث

ارزش حال انتظاری دامها برای نگهداری یا جایگزینی در نمودار ۱ آورده شده است، هر کدام از این اعداد ارزش تابع هدف در برنامه ریزی پویا را نشان می دهد. به طوری که اگر ارزش حال انتظاری گاو شیری موجود در گله از یک تلیسه کمتر شود تصمیم به جایگزینی گرفته می شود. 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 می دهد. نتایج مدل در حالت عدم قطعیت سامانه تولید نشان داد که نگهداری گاوهای شیری پرتولید تا شکم هشتم توجیه اقتصادی داشته و نگهداری گاوهای کم تولید و متوسط تولید توصیه نمی شود. همچنین ملاحظه می شود که با بالا رفتن تعداد شکم (مسن تر شدن دام) مقدار حذف بیشتر می شود. با در نظر گرفتن ۱۰ شکم در مدل در واقع شکم ۱۱ را نخواهیم داشت. از آنجا که در آخرین دوره شیردهی، گاو بطور ارادی جایگزین می شود ارزش چنین گاوای از ارزش کشتاری بدست می آید در پایان افق برنامه ریزی ارزش تمام حالات گاو برابر ارزش کشتاری می شود. به طوری که ارزش سیستم در پایان افق برنامه ریزی تاثیری بر تصمیم گیری ندارد و می توان آنرا صفر در نظر گرفت. برای شکم ۹ چون وضعیت آینده آن شکم ۱۰ است مقدار حذف بسیار بیشتر از سایر شکمها می باشد. نمودار ۱ ارزش حال انتظاری با

استفاده از استراتژی جایگزینی بهینه برای سه گروه ظرفیتی دام‌های تحت بررسی را نشان می‌دهد. به طوری که در این نمودار خطوط مربوط به سطوح تولید بصورت کاملاً مجزا از هم قرار دارند و با اضافه شدن سطح تولید ارزش حال افزایش می‌یابد. 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. به طوری که بدون توجه به این ارزش‌ها گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می‌شوند که این امر منجر به کاهش سود آوری گله می‌شود (۴).



11: تولید کم + فاصله زایش ایده‌ال، I2: تولید کم + تاخیر ۴۰ روزه آبستنی، I3: تولید کم + تاخیر ۸۰ روزه آبستنی، I4: تولید کم + تاخیر ۱۲۰ روزه آبستنی، m1: تولید متوسط + فاصله زایش ایده‌ال، m2: تولید متوسط + تاخیر ۴۰ روزه آبستنی، m3: تولید متوسط + تاخیر ۸۰ روزه آبستنی، m4: تولید متوسط + تاخیر ۱۲۰ روزه آبستنی، h1: تولید زیاد + فاصله زایش ایده‌ال، h2: تولید زیاد + تاخیر ۴۰ روزه آبستنی، h3: تولید زیاد + تاخیر ۸۰ روزه آبستنی، h4: تولید زیاد + تاخیر ۱۲۰ روزه آبستنی

نمودار ۱: نتایج مدل مورد بررسی برای نگهداری یا جایگزینی دام شیری براساس ارزش‌های حال انتظاری (میلیون ریال)

Figure 1. The results of the review model for maintenance or replacement of dairy cows based on expected present values (million Rial)

ارزش حال انتظاری از کل درآمدها و هزینه‌ها در ادامه شیردهی و در شیردهی‌های بعدی و نیز درآمدها و هزینه‌های دام جایگزین حاصل می‌شود. استفاده از انواع مدل‌های شبیه‌سازی مارکف که احتمالات آینده را از طریق مقادیر اخیر محاسبه می‌نماید و نیز مدل‌های برنامه‌ریزی پویا برای پشتیبانی

از تصمیم‌سازی جایگزینی با تکیه بر تولید و تولید مثل در واحدهای گاو شیری گزارش شده است (۷). عدم بکارگیری تصمیم بهینه جایگزینی منجر به کاهش سودآوری واحد دامداری می‌شود. بکارگیری استراتژی بهینه جایگزینی و حذف با سن بالاتر از سن بهینه منجر به افزایش سودآوری واحد گاوداری می‌شود. میانگین عمر گله تابعی از درصد حذف و جایگزینی سالانه بوده و تا زمانی که ترکیب گله ثابت باشد بدون تغییر باقی می‌ماند. افزایش عمر بهینه سبب افزایش فرصت حذف اختیاری و در نتیجه افزایش شدت انتخاب و نیز باعث کاهش هزینه‌های سالانه جایگزینی بازای هر رأس گاو در سال و افزایش میانگین تولید گله از طریق افزایش نسبت گاوهای مولد در رده‌های سنی بالاتر خواهد شد (۷ و ۱۷). نرخ جایگزینی سالیانه بهینه معکوس سن متوسط بهینه گله می‌باشد و برابر مجموع نرخ حذف اختیاری و غیر اختیاری است (۷). افزایش طول عمر اقتصادی به گاو دار اجازه می‌دهد که روی حذف‌های اختیاری به علت عملکرد تولید مثلی کمتر تمرکز کرده و تعداد تلیسه‌های جایگزین مورد نیاز در هر سال را کاهش دهد. مزایای اقتصادی باقی ماندن یک گاو سود ده به‌مدت طولانی به‌طور آشکاری بر روی نسبت قیمت مواد خوراکی به قیمت شیر در طی زندگی تولیدی گاو تاثیر می‌گذارد. جواب بهینه صرفاً برای مدل معینی بهینه است که برای ارائه مساله واقعی بکار رفته است. چنین جوابی تنها در صورتی می‌تواند راهنمای مطمئنی برای تصمیم‌گیری باشد که علی‌رغم تغییرات پارامترهای مدل، همچنان به‌عنوان یک جواب مناسب باقی بماند. به علاوه مقدار پارامترهای مدل غالباً بستگی به خط مشی و سیاست‌های تصمیم‌گیری دارد لذا نتایج این تصمیم‌گیری‌ها باید بررسی شوند و در صورت لزوم مورد تجدید نظر قرار گیرند. با ملاحظه دلایل یاد شده است که تحلیل حساسیت ضرورت پیدا می‌کند. منظور از تحلیل حساسیت، شناخت این نوع پارامترهای کاملاً حساس است تا تخمین آنها با دقت بیشتری انجام شود و در عین حال جوابی انتخاب گردد که در مجموع بازای تمام مقادیر محتمل پارامترها، به عنوان یک جواب مناسب مطرح باشد. به منظور بررسی اثر تغییر در مقادیر ورودی روی پاسخ مدل از تست حساسیت استفاده شد بطوری که اثر تغییر ۱۰ درصدی پارامترهای مرتبط با قیمت بر میانگین عمر گله و نرخ جایگزینی بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱: تأثیر تغییر ۱۰ درصدی پارامترهای مدل بر میانگین سن گله و درصد جایگزینی.

Table 1. Effect of 10 percent change in model parameters on average of herd age and percent of replacement

درصد جایگزینی Percent of replacement	میانگین سن گله Average of herd age	مقدار تغییر Amount of change	پارامترها Parameters
21.55	4.64	+10	تولید متوسط گله
16.83	5.94	-10	Average herd production (Kg)
20.70	4.83	+10	قیمت شیر
17.51	5.71	-10	Milk price (Rial)
18.48	5.41	+10	قیمت علوفه
18.58	5.38	-10	silage cost (Rial)
18.38	5.44	+10	قیمت کنسانتره
18.48	5.41	-10	Concentrate cost (Rial)
21.23	4.71	+10	قیمت گاو حذفی
19.53	5.12	-10	Culled cow price (Rial)
18.76	5.33	+10	قیمت گوساله
18.24	5.48	-10	Calf price (Rial)
16.97	5.89	+10	قیمت تلیسه
21.05	4.75	-10	Heifers price (Rial)
18.79	5.32	+10	نرخ تنزیل
20.74	4.82	-10	Interest rate (%)

با توجه به جدول ۱ عوامل مهم و تأثیر گذار بر روی درصد جایگزینی تولید متوسط گله، هزینه تلیسه جایگزین و قیمت گاو حذفی می‌باشند. یکی از عوامل تأثیر گذار بر عمر بهینه گله قیمت تلیسه است. به طوری که با افزایش قیمت تلیسه، تعداد کمتری گاو حذف می‌شود و عمر بهینه گله افزایش می‌یابد که این امر مرتبط با نرخ پایین جایگزینی است. در این حالت ارزش نگهداری گاو موجود در گله بیشتر از حالتی می‌شود که قیمت تلیسه پایین باشد. محققان تأثیر قیمت تلیسه بر عمر بهینه را گزارش کرده‌اند. به طوری که افزایش ۱۰ درصدی قیمت تلیسه یک تغییر ۲۵ ماهه را بر روی عمر بهینه گله داشته است (۴). در تحقیقی دیگر گزارش شده که کاهش در قیمت تلیسه جایگزین، منجر به کاهش عمر بهینه گله می‌گردد (۱۸). قیمت تلیسه جایگزین به وضوح تحت تأثیر متوسط طول عمر گله و نسبت حذف اختیاری قرار دارد. به دلیل بالا بودن هزینه جایگزینی و ارزش کم لاشه با افزایش قیمت تلیسه عمر بهینه افزایش می‌یابد. کاهش قیمت گاو حذفی باعث کاهش نرخ جایگزینی و

افزایش عمر بهینه گله شد که اثری شبیه افزایش ۱۰ درصدی قیمت تلیسه را دارد و با برخی از گزارشات در این زمینه مطابقت دارد (۴). در این بررسی کاهش قیمت شیر به افزایش عمر بهینه گله و حذف کمتر گاوها منجر شد که با نتایج (۴ و ۹) مطابقت دارد. همچنین ملاحظه گردید تغییر در هزینه تغذیه و گوساله تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی میزان حذف ندارند. لذا می‌توان گفت که سیاست جایگزینی بهینه به میزان زیادی تحت تاثیر میزان تفاوت بین قیمت تلیسه جایگزین و ارزش کشتاری گاو حذفی قرار دارد که با نتایج (۱۷) مطابقت دارد. از آنجایی که مدل در پی حداکثر کردن سود ناشی از گاو شیری در طول زندگی دام است و در پایان هر دوره ارزش حال خالص دام موجود در گله با تلیسه جایگزین مقایسه می‌شود، با کاهش قیمت شیر و کاهش ارزش حال خالص دام موجود در گله جبران هزینه جایگزینی دام یا همان هزینه تلیسه مشکل می‌شود. با افزایش قیمت شیر چون می‌توان هزینه تلیسه جایگزین را جبران کرد عمر بهینه کاهش می‌یابد. محققان بیشترین تغییر در متوسط سن بهینه گله را وقتی قیمت شیر ۱۰ درصد کاهش یافت گزارش کردند (۴). با توجه به اینکه جریان نقدینگی (هزینه‌ها و درآمدها) در طول زمان مساوی نیستند، نیاز به استفاده از نرخ تنزیل است تا مجموع ارزش‌ها به قیمت روز که قابل مقایسه باشد، تبدیل شود. در مدل مورد بررسی نیز تنها عاملی که تحت تاثیر نرخ تنزیل قرار داشت فاکتور تنزیل بود. بطوری که با افزایش این فاکتور (کاهش نرخ تنزیل) گاوهای مسن بیش از حیوانات جوان حذف می‌شوند و درصد گاوهای حذفی بالا می‌رود و عمر بهینه کاهش می‌یابد. همچنین هنگامی که فاکتور تنزیل کاهش می‌یابد، نرخ تنزیل افزایش یافته، در نتیجه درصد گاوهای حذفی کاهش یافته و عمر بهینه نیز افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که کاهش نرخ تنزیل، نیازمند ایجاد ثبات در ساختار کلی اقتصاد هر کشور می‌باشد. محققان با استفاده از مدل برنامه‌ریزی پویا در یک افق زمانی ۱۰ ساله اثر تغییرات نرخ تنزیل به ۱۵ و ۷ درصد را بررسی کردند و دریافتند که میزان حذف با کاهش نرخ تنزیل بیشتر می‌شود (۱۷). با توجه به اینکه افزایش فاصله زایش سبب کاهش تعداد گوساله‌های تولید شده بازای هر گاو ماده در هر سال می‌گردد. نتایج نشان داد کاهش تعداد گوساله‌های تولید شده، منجر به کاهش میزان فروش تلیسه و یا خرید تلیسه جایگزین خواهد شد. لذا با کاهش میزان فروش تلیسه و یا افزایش هزینه‌های جایگزینی میزان سودآوری گله کاهش می‌یابد. جدول ۲ تاثیر پارامترهای مختلف را روی میانگین RPO عایدات ناشی از نگهداری حیوان را نشان می‌دهد. وقتی هدف یک تولید کننده تصمیم به حذف یا جایگزینی یک گاو باشد باید منافع و عایدات مورد انتظار در آینده برای نگهداری RPO یا جایگزینی حیوان با یک حیوان دیگر را

مورد مقایسه قرار دهد. میانگین RPO بیانگر ارزش متوسط گاوها در گله است. تغییر هر پارامتری که موجب کاهش عمر بهینه و افزایش درصد جایگزینی می شود، باعث کاهش میانگین RPO می شود. این امر به این دلیل است که هر عاملی که باعث افزایش درصد جایگزینی می شود در واقع ارزش گاوها را کاهش می دهد. طبق گزارش (۶) RPO در اصل نتیجه مقایسه دو جریان نقدینگی آینده تنزیل شده است، که از تصمیم نگهداری یا حذف گاو حاصل می شود. ملاحظه می شود با بالا رفتن قیمت تلیسه و افزایش متوسط هزینه تغذیه و کاهش تولید متوسط گله، کاهش قیمت گوساله، کاهش قیمت شیر و کاهش قیمت گاو حذفی، عمر بهینه افزایش می یابد و تعداد گاو کمتری حذف می شود لذا تحت این شرایط ارزش نگهداری گاو موجود در گله بالاتر از حالتی می شود که قیمت تلیسه و هزینه تغذیه پایین و تولید متوسط گله، قیمت گوساله، قیمت شیر و قیمت هر کیلو گاو حذفی بالا است.

جدول ۲: تأثیر تغییر ۱۰ درصدی پارامترهای مدل بر میانگین RPO (برحسب هزار ریال)

Table 2. The effect of 10 percent change in model parameters on average RPO (1000 Rial)

میانگین RPO Average RPO	مقدار تغییر Amount of change	پارامترها Parameters
13700	+10	تولید متوسط گله
17420	-10	Average herd production (Kg)
15000	+10	قیمت شیر
16060	-10	Milk price (Rial)
15580	+10	هزینه تغذیه
15420	-10	Feed costs (Rial)
15180	+10	قیمت گوساله
15820	-10	Calves price (Rial)
19480	+10	قیمت تلیسه
11820	-10	Heifers price (Rial)
13940	+10	قیمت گاو حذفی
17100	-10	Culled cows price (Rial)

نتیجه گیری

بررسی اثر تغییر برخی قیمت‌ها روی مقدار حذف توسط مدل و میانگین سن گله نشان داد که دو عامل مهم و تأثیر گذار روی درصد حذف تولید متوسط گله و هزینه تلیسه جایگزین است و تغییرات در هزینه تغذیه و گوساله تأثیر قابل توجهی روی میزان حذف ندارند. به طوری که وقتی قیمت تلیسه

بالا می‌رود تعداد کمتری گاو حذف می‌شود و ارزش نگهداری گاو موجود در گله بالاتر از حالتی می‌شود که قیمت تلیسه پایین است. سیاست‌های جایگزینی بهینه بیش از ارزش اسقاطی گاو (قیمت گاو حذفی) به هزینه‌های پرورشی یا خرید تلیسه‌های جایگزین بستگی دارد. نتایج مدل در حالت عدم قطعیت سیستم تولید نشان داد هر پارامتری که سبب افزایش درصد جایگزینی می‌شود باعث کاهش میانگین عایدات ناشی از نگهداری حیوان می‌شود. لذا با شناخت بهتر عوامل تاثیر گذار بر جایگزینی و حذف دام‌ها می‌توان با اتخاذ تصمیمات صحیح افزایش سود و بهره‌وری گله را تضمین نمود. در این راستا استفاده از برنامه‌های بهینه‌سازی و مدل‌های آماری که بتواند احتمال جایگزینی و حذف و عوامل موثر بر آنها را پیش‌بینی کند کمک زیادی به کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد تولید کنندگان خواهد کرد.

منابع

1. Allaire, F.R., and Gibson, J.P. 1992. Genetic value of herd life adjusted for milk production. *J. Dairy Sci.* 75: 1349-1356.
2. Bertsekas, D.P. 2001. *Dynamic Programming and Optimal Control*. Vol. 2: *Dynamic Programming*. 2nd ed. Athe. Sci., Belmont, MA.
3. Boettcher, P.J., Jairath, L.K., and Dekkers, J.C.M. 1999. Comparison of Methods for Genetic Evaluation of Sires for Survival of Their Daughters in the First Three Lactations. *J. Dairy Sci.* 82: 1034-1044.
4. Cardoso, V.L., Nogueira, J.R., and VanArendonk, J. 1999. Optimal Replacement and Insemination Policies for Holstein Cattle in the Southeastern Region of Brazil The Effect of Selling Animals for Production. *J. Dairy Sci.* 82: 1449-1458.
5. De Varies, A. 2006b. Ranking dairy cows for future profitability and culling decisions. *Proceeding 3th Florida and Georgia Dairy Road Show*.
6. Hadley, G.L., Wolf, C.A., and Harsh, S.B. 2006. Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *J. Dairy Sci.* 89: 2286-2296.
7. Heikkila, A.M. 2008. Optimal replacement policy and economic value of dairy cows with diverse health status and production capacity. *J. Dairy Sci.* 91: 2342-2352.
8. Howard, R.A. 1960. *Dynamic Programming and Markov Processes*. John Wiley and Sons, New York, NY.
9. Kalantari, A.S.Y. 2010. Determining the optimum replacement policy for Holstein dairy herds in Iran. *J. Dairy Sci.* 93: 2262-2270.
10. Kristensen, A.R. 1988. Hierarchic Markov processes and their applications in replacement models. *Eur. J. Oper. Res.* 35: 207-215.

11. Ljungqvist, L., and Sargent, T.J. 2000. Recursive Macroeconomic Theory. MIT Press, Cambridge, MA.
12. Matlab, 2005. User manual statistics toolbox. The mathworks.
13. McCullough, D.A., and Delorenzo, M.A. 1996. Effect of price and management level on optimal replacement and insemination decision. *J. Dairy Sci.* 79: 242-253.
14. Miranda, M.J., and Fackler, P.L. 2002. Applied Computational Economics and Finance. MIT Press, Cambridge, MA.
15. SAS Institute. 2001. SAS users guide Statistics. Version 9.12 SAS Institute Inc., Cary North Carolina.
16. SeyedSharifi, R., Nourmohammadi, S., Hedayat Evarigh, N., and Savar Sofla, S. 2016. Determining the most appropriate age of replacement for dairy cows in Ardabil Province using Stochastic dynamic programming. *J. Rumin. Res.* 4 (1): 113-130. (In Persian)
17. Stewart, H.M., Burnside, E.B., Wilton, J.W., and Pfeiffer, W.C. 1977. A dynamic programming approach to culling decisions in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 60: 602-617.
18. Van Arendonk, J.A.M. 1985. A model to estimate the performance, revenue and costs of dairy cows under different production and price situations. *J. Agri. Syst.* 16: 157-189.
19. Vukasinovic, N., Moll, J., and Casanova, L. 2001. Implementation of a routine genetic evaluation for longevity based on survival analysis techniques in dairy cattle populations in Switzerland. *J. Dairy Sci.* 84: 2073-2080.
20. Weigel, D.J., Cassell, B.G., Hoeschele, I., and Pearson, R.E. 1995. Multiple-trait prediction of transmitting abilities for herd life and estimation of economic weights using net income adjusted for opportunity cost. *J. Dairy Sci.* 78: 639-647.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 5(1), 2017
<http://ejrr.gau.ac.ir>

Study the parameters related to replacement percentage and revenue obtained by maintenance of dairy cows through production system optimization

***R. Seyed Sharifi¹, S. Nourmohammadi², H. Moheboldini¹, A. Bostan¹
and J. Seif Davati¹**

¹Assistant Prof., and ²M.Sc. Graduated, Dept. of Animal Sciences, Agriculture Faculty
University of Moghagheghe Ardabili

Received: 11/16/2016; Accepted: 02/27/2017

Abstract

Background and objectives: The aim of this study was to investigate the parameters related to replacement percentage and revenue obtained by maintenance of dairy cows through production system optimization. The optimum replacement decisions are known as one of the factors affecting the profitability of livestock which are directly affected by fluctuations in milk prices, the price of carcass and replacement costs. When the current value of future cash flows of cows and alternatives are calculated, the optimal decision is to maintain the animal which its current value is higher which represent the additional benefit from maintenance time till replacement optimum time. It takes almost two production years till an alternative cow return its production and breeding costs and increase revenue and profit. Long life reduces replacement costs in cattle. Furthermore, it increases the generation refresh interval, shifts the cattle age toward older cows, and consequently the cattle average production will be increased due to increasing cows with higher lactation periods.

Materials and Methods: In this study, using MATLAB programming language, a number of programs designed to simulate cattle bio-economic system then the revenues and costs were estimated in the system. In order to calculate the optimum life of the herd and the rate of replacement, possible dynamic programming method was used, as well. Dairy cow defined by state variables including lactation period, milk production capacity and different scenarios in late pregnancy. At each stage, dairy cows classified by condition variables including three production levels (low, Medium and high production) and reproductive performance in four levels with

*Corresponding author; reza_seyedsharifi@yahoo.com

calving interval of 494, 454, 414 and 534 days. To evaluate the effect of changes in input values on model response, sensitivity test was used.

Results: The results showed that by increasing the price of heifers, fewer cows were removed and optimal cattle life was increased and the replacement rate decreased. Milk price reduction resulted in increased cattle optimum life and less cow removal which was associated with low rates of replacement. By increasing the discount factor (discount rate reduction) the percentage of removed cows was raised and optimum life was decreased, in contrast, the replacement rate was increased. Model results in the uncertainty state of production system showed that each parameter that causes increasing the replacement percentage, resulted in the reduction of average revenue from RPO animal maintenance. Results showed that increase in the heifer price and feed average cost, on the contrary, the reduction in cattle average production, removed cow price, calf and milk price, the optimum life increased and the number of removed cows reduced. Therefore, the maintenance value of cows in the cattle were higher than the state of which the heifer price and feed costs were low and cattle average production, calf price, milk price and removed cow price were high.

Conclusion: Two major factors affecting the culling rate were average herd production and the cost of replacement heifers. Fluctuation in the cost of feeding and calves did not affected cow-culling rate, significantly. Optimal replacement policies mainly depend on breeding or purchasing costs of alternative heifers rather than residual costs of the cow (removed cow price). The high rate of heifer replacement causes that the ranchman to be deprived of one of the most important revenue sources (the sale of surplus heifers). Then, by increasing the rate of replacement in cattle, cattle average age will be reduced and most of the cows will be culled before reaching their maximum production capacity. Therefore, on condition that replacement of cows take place, not only no revenue will be obtained but also rearing cost will be added since calving.

Keywords: Simulation, Optimization production, Replacement rate, Dairy cow.