نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد چهارم، شماره اول، ۱۳۹۵
http://ejrr.gau.ac.ir

تعیین مناسبترین سن جایگزینی گاوهای شیری استان اردبیل با استفاده از برنامه‌ریزی پویای احتمالی

رضا سیدشریفی[۱]*، سهیلا نورمحمدی[۲]، نعمت هدایت ایوریق[۱] و سیما ساور سفلی[۳]

[۱]استادیار و [۲]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، [۳]موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: هدف از این مطالعه تعیین مناسب‌ترین زمان جایگزینی‌گاوهای شیری با استفاده از مدل برنامه‌ریزی‌پویا در شرایط عدم قطعیت وضعیت سامانه تولیدمی‌باشد.یکی از مهمترین تصمیم‌های مدیریتی موثر بر سود دامداری، جایگزینی به موقع گاوشیری با تلیسه جوان است. اساس تصمیم‌گیری برای جایگزین کردن یک گاو شیری که چندین دوره شیردهی در گله تولید می‌نماید با یک تلیسه که به تازگی اولین زایش خود را پشت سر گذاشته و شروع به شیردهی کرده مقایسه ارزش حال این دو گزینه است. بطوریکه اگر ارزش حال انتظاری گاو شیری موجود در گله از یک تلیسه کمتر شود تصمیم به جایگزینی‌گرفته می‌شود. در غیر این‌صورت گاو شیری حداقل یک دوره دیگر در گله باقی خواهد ماند تا در ابتدای دوره بعد برای آن تصمیم‌گیری شود. در برنامه‌ریزی پویای احتمالی جهت‌گیری به سمتی است که در نهایت بتوان عدم قطعیت‌های موجود در تحلیل را به نحو موثرتری در فرایند تصمیم‌گیری دخالت داد.

مواد و روش‌ها: با استفاده از روش تحلیل سامانه، سامانه اقتصادی گله گاو شیری به مولفه‌های درآمدی و هزینه‌ای تجزیه شده و هر کدام از این مولفه‌ها نیز به زیر بخش‌های دیگری تقسیم شدند. سپس با بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی و به کمک زبان برنامه نویسی متلب نسبت به شبیه‌سازی یک مدل زیست اقتصادی اقدام شد.مؤلفه درآمد مشتمل بر درآمدهای حاصل از فروش شیر، فروش تلیسه مازاد، گوساله نر، گاوهای حذفی و

*نویسنده مسئول: reza_seyedsharifi@yahoo.com

هزینه‌ها شامل تغذیه، مدیریت و هزینه ثابت بودند. هزینه‌های مدیریت نیز شامل هزینه بهداشت و درمان، نیروی انسانی و تولیدمثل بودند که به‌عنوان پارامترهای ورودی مدل استفاده شدند. به‌منظور تصمیم گیری بهینه برای نگهداری یا جایگزینی گاوهای شیری از روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی استفاده شد. تابع هدف حداکثر سازی ارزش حال خالص دام در یک افق برنامه‌ریزی با ۱۰ دوره شیردهی بود.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 به وسیله متغیرهای وضیعتی شامل توان تولیدی در ۳ سطح (کم تولید، متوسط و پر تولید) و عملکرد تولید مثلی در ۴ سطح با فاصله زایش ۴۱۰، ۴۵۰، ۴۹۰ و ۵۳۰ روز طبقه بندی شدند.

یافته‌ها:نتایج بررسی نشان داد که برای یک گاو شیرده به‌ازای تأخیر ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ روز در آبستنی نسبت به وضعیت ایده‌آل ۴۱۰ روز، به‌ترتیب ۳۵۴۹۶۶۶/۴، ۶۰۲۰۲۵۵/۸ و ۱۰۳۸۲۹۷۶/۳ ریال زیان اقتصادی حاصل شد. نتایج مدل در حالت عدم قطعیت سامانه تولید نشان داد که نگهداری گاوهای شیری پرتولید تا شکم هشتم توجیه اقتصادی داشته و نگهداری گاوهای کم‌تولید و متوسط تولید توصیه نمی‌شود. عمر بهینه تعیین شده توسط برنامه‌ریزی پویا با استفاده از شبیه‌سازی مارکف معادل ۴/۷۵ سال و نرخ جایگزینی برابر ۲۱ درصد حاصل گردید.

نتیجه‌گیری: در بسیاری از گاوداری‌ها نرخ جایگزینی سالیانه را محاسبه و درصد گاوهای حذف شده را مشخص می‌نمایند. در صورتیکه برای بهبود تصمیمات حذف یک مطالعه آینده نگر لازم است که بتواند موجب تصمیمات حذف متفاوت توسط تولید کنندگان شود. به‌طوری‌که لازمه تعیین زمان بهینه برای حذف گاوها محاسبه همزمان چندین متغیر بیولوژیکی‌واقتصادی است.با بکارگیری استراتژی جایگزینی بهینه دام می‌توان ضمن دستیابی به سود بیشتر الگوهای مدیریتی مناسبتری را در اختیار مدیران واحدهای دامی در جهت تصمیم‌گیری بهتر قرار داد تا منجر به افزایش بهره‌وری در واحدهای تولیدی گردد.

واژه‌های کلیدی:گاو شیری، مدل زیست اقتصادی، نرخ جایگزینی، حذف، برنامه‌ریزی پویا

مقدمه

حذف اختیاری گاوها و تلقیح به موقع دو تصمیم مدیریتی مهم و تأثیرگذار در صنعت پرورش گاو شیریمی‌باشد که در فرآیند سودآوری گله نقش دارند(۱۶). تصمیم برای حذف اختیاری چالش بزرگی برای مدیران گله‌های گاوشیری بوده و تأثیر مهمی بر عملکرد اقتصادی گله دارد. تصمیم صحیح برای جایگزینی‌گاوهای حذفی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر روی سود دامداری‌ها شناخته می‌شوند(۷). این تصمیم‌ها به‌طور مستقیم تحت تأثیر نوسان‌های قیمت شیر، قیمت دام کشتار شده و هزینه جایگزینی قرار می-گیرد. در ایران بیشتر تصمیمات حذف مبتنی بر روش‌های شهودی است در صورتی‌که اگر تصمیم به جایگزینی و حذف بهینه نباشد، یعنی گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف شوندسود آوری گله کاهش می‌یابد. پیشرفت اقتصادی گله تنها با افزایش تولید شیر امکان پذیر نیست به‌طوری که هر چه دام ماندگاری بیشتری در گله داشته باشد سود بیشتری عاید دامدار می‌کند(۴). ایکر و فیترو(۲۰۰۳) گزارش کردند که برای بررسی حذف دام‌ها که اثرات اقتصادی زیادی بر روی سود دامدار دارد یک مطالعه آینده نگر لازم است که تا پیش‌بینی بر مبنای حذف یا حفظ دام صورت گیرد(۶). یکی از راههای مناسب برای حذف، مرتب کردن دام‌های موجود در گله بر اساس درآمد و هزینه آینده می‌باشد که با توجه به این مقدار تصمیم به نگهداری یا حذف حیوان گرفته می‌شود(۳).

برنامه‌ریزی‌پویا شامل مرحله، وضعیت یا حالت و سیاست بهینه است. هر مساله برنامه ریزی به مسائل جزیی تبدیل می شود که به هر مساله جزیی یک مرحله می گویند. هر مرحله بیانگر یک موضع تصمیم گیری و شامل یک یا چند وضعیت یا حالت است. تصمیم گیری در هر مرحله با توجه به مشخص بودن وضعیت در آن مرحله انجام می گیرد(۱).کاربرد این روش در علوم‌دامی بیشتر درمورد مسایل مربوط به جایگزینی دام است. سیاست بهینه در هر مرحله، بیانگر بهترین تصمیم از آن مرحله تا مرحله نهایی است. در روش برنامه‌ریزی‌پویاسامانه تولید در طول افق زمانی محدود یا نامحدود به دوره‌ها یا مراحل تقسیم می شود. در هر مرحله وضعیت سامانه مشاهده شده و یک تصمیم مرتبط با سامانه گرفته می شود. تصمیم گرفته شده بصورت قطعی یا تصادفی، وضعیت سامانه در مرحله بعد را تحت تاثیر قرار می دهد(۱۰و۱۸). در روش برنامه ریزی پویای احتمالی، رویداد وضعیت‌ها با عدم حتمیت روبه رو می‌باشند. بنابراین تصمیم‌های گرفته شده بستگی به احتمال رویداد وضعیت‌ها و تصمیم‌هایی که در دوره پیش گرفته شده دارند. در این روش بنابر هریک از وضعیت‌هایی که با آن می‌توان روبه رو بود یک ارزش انتظاری محاسبه می‌شود و تصمیم گیرنده بر پایه وضعیت‌های پیش روی، بهترین تصمیم را بر پایه ارزش‌های انتظاری محاسبه شده گزینش می‌کند.در برنامه ریزی‌پویای احتمالی جهت‌گیری به سمتی است که در نهایت بتوان عدم قطعیت‌های موجود در تحلیل را به نحو موثرتری در فرایند تصمیم‌گیری دخالت داد(۸). چندین مدل برنامه ریزی‌پویا برای تصمیم سازی بهینه جایگزینی در گله‌های شیری

ارائه شده است دوریس(۲۰۰۶) و ون آرندونک(۱۹۸۵). کاردسو(۱۹۹۹) بهینه‌سازی سیاست جایگزینی و تلقیح را در گاوهای شیری با محاسبه درآمدها، هزینه‌ها و احتمالات حذف ماهیانه گزارش کرده اند. هیکالیا و همکاران(۲۰۰۸) بهینه سازی سیاست‌های جایگزینی را با استفاده از روش برنامه ریزی‌پویا برای وضعیت‌های مختلف تولیدی و سلامتی گزارش کرده اند. در ایران نیز کلانتری و همکاران(۲۰۱۰) با استفاده از برنامه ریزی‌پویا به بررسی سیاست بهینه جایگزینی دام پرداختند.هدف از این پژوهش تعیین مناسب‌ترین سن جایگزینی گاوهای شیری استان اردبیل با استفاده از مدل برنامه ریزی‌پویا در شرایط عدم قطعیت وضعیت سامانه تولید می باشد.

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 قرارگرفته بودند استفاده شد. داده‌های مورد نیاز از مجموعه داده‌های مرکز اصلاح نژاد کشور یا توسط پرسشنامه از سطح گاوداری‌ها گردآوری شدند. داده‌های مورد استفاده مدل بر مبنای شرایط بازار در یک سیکل تولیدی از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۴بود. با استفاده از روش تحلیل سامانه، سامانه اقتصادی گله گاو شیری به مولفه‌های درآمدی و هزینه‌ای تجزیه شده و هر کدام از این مولفه‌ها نیز به زیر بخش‌های دیگری تقسیم شدند. سپس با بهره گیری از مدل‌های موجود و به کمک زبان برنامه نویسیMtlabنسبت به شبیه سازی یک مدل زیست اقتصادی اقدام شد.درآمد تولیدکنندگان از فروش شیر R_{milk}،تلیسه مازاد $R_{culledheifers}$،گوساله نر $R_{malecalves}$ وگاوحذفی $R_{cows-age}$ تأمین شده و طبق رابطه زیرمحاسبه گردید(۹).

$$R = R_{malecalves} + R_{culledheifers} + R_{cows-age} + R_{milk} (۱)$$

$$R = NmcCy \times P_c + NfcCy_{cull} \times W_{heifer} \times P_{LW} + \frac{LW}{PLTy} \times P_{LW} + [(MY \times P_m) + \big(FY - (MY \times 0.035)\big) \times P_f] (۲)$$

$$NmcCy = 0.5 \times NCY \times cr \times S24 (۳)$$

$$NfcCy_{cull} = NfcrCy - \left(\frac{1}{PLTy}\right) (۴)$$

$$NfcrCy = 0.5 \times NCY \times cr \times s24 \times SR \times PSR (۵)$$

$$W_{heifer} = bw + (DG \times wa) + (PDG \times dwm) (۶)$$

$$NCY = \frac{365}{CI} \big(۷\big)$$

$$PLTy = \frac{PLT}{365} \quad (۸)$$

متغیرهای به‌کار برده شده در این روابط عبارتنداز: $NmcCY$ تعداد گوساله نرپرورشی، P_c قیمت گوساله نر (ریال به‌ازای هر رأس)، $NfcCy_{cull}$ تعداد تلیسه مازاد سالانه، W_{heifer} وزن تلیسه، P_{LW} قیمت هر کیلوگرم وزن زنده گاوهای حذفی (ریال)، LW وزن زنده گاو حذفی، $PLTY$ طول عمر تولیدی (سال)، MY مقدار شیر تولیدی، P_m قیمت هر کیلوگرم شیر با ۳/۵ درصد چربی، FY مقدار چربی، P_fقیمت هر کیلوگرم چربی، NCY تعداد گوساله زایی در سال، cr نرخ گوساله زایی (درصدی از گاوهای داشتی که در طول سال گوساله زنده زاییده‌اند)، $24s$نرخ بقاء ۲۴ ساعت بعد از تولد (درصد)، SR نرخ بقاء قبل از شیرگیری (درصد)، PSR نرخ بقاء بعد از شیرگیری (درصد)، $NfcrCy$ تعداد گوساله ماده پرورشی، DG افزایش وزن روزانه قبل از شیرگیری (کیلوگرم/روز)، wa روزها از تولد تا از شیرگیری، PDG افزایش وزن روزانه بعد از شیرگیری (کیلوگرم/روز)، dwm روزهای از شیرگیری تا ۱۸ ماهگی و bw وزن تولد تلیسه ماده (کیلوگرم)، CIفاصله گوساله زایی(روز) و PLT طول عمر تولیدی (روز) می‌باشند.برای برآورد و تعیین هزینه‌های خوراک ابتدا نیازهای انرژی حیوانات براساس وزن زنده برآورد گردید(۱۷) و با توجه به محدودیت علوفه در سامانه‌های مورد بررسی، مدل به گونه ای تنظیم شد که تغییر احتیاجات انرژی به‌صورت تغییر در مصرف کنسانتره منعکس شود. هزینه‌ها بر اساس رابطه زیر بیان شدند:

$$C = \left(C_{Mmalecalves} + C_{Fheifers} + C_{Hheifers} + C_{Rheifers} + C_{Lheifers} + C_{Mculledheifers} + C_{Fcows} + C_{Hcows} + C_{Rcows} + C_{Lcows} + C_{Mmilk} + C_{Mcows-age}\right) + fixedcosts \quad (۹)$$

متغیرهای به‌کاربرده شده در روابط بالا به صورت زیر تعریف می‌شوند:

هزینه بازاریابی گوساله نر، هزینه تغذیه تلیسه، هزینه سلامتی و بهداشت تلیسه، هزینه تولیدمثلی تلیسه، هزینه نیروی انسانی تلیسه، هزینه بازاریابی تلیسه، هزینه تغذیه هر رأس گاو، هزینه سلامتی و بهداشت هر رأس گاو، هزینه تولیدمثلی هر رأس گاو، هزینه نیروی انسانی هر رأس گاو، هزینه بازاریابی شیر، هزینه بازاریابی گاوهای حذفی و هزینه‌های ثابت می‌باشند. مدل برنامه‌ریزی‌پویا برای تعیین سیاست بهینه جایگزینی گاوهای موجود در گاوداری‌ها و در شرایط اقتصادی استان اردبیل توسعه یافت. تابع هدف مورد بررسی در این تحقیق حداکثر سازی ارزش کنونی درآمدهای خالص از گاو کنونی و تلیسه جایگزین در افق برنامه‌ریزی ۱۰ ساله بود. برای برآورد

آماره‌های مورد انتظار تحت سیاست بهینه از شبیه‌سازی زنجیره مارکف استفاده شد. مدل‌های برنامه‌ریزی‌پویا شامل سه عنصر اصلی مراحل، وضعیت و انتقال یا عبور می‌باشد(۸ و۱۹). شمار دوره‌های زمانی (T) که بر پایه آن تصمیم‌گیری صورت می‌گیرد، به افق زمانی برنامه‌ریزی اشاره دارد. افق برنامه‌ریزی شده نیز خود به چندین دوره زمانی تقسیم می‌شود که هر یک از آنها به نام مرحله، که از ۱ تا T می‌باشد، نام گذاری می‌شود. تابعی که چگونگی تغییرات سامانه را از یک وضعیت در مرحله t به وضعیت دیگر در مرحله بعد t+1 نشان می‌دهد، تابع انتقال نام دارد. این خاصیت سبب شده که این فرایند به‌صورت یک زنجیره مارکف در نظر گرفته شود. یک مجموعه از فرایندهای مارکفی به‌صورت زیر در نظر گرفته می‌شوند، این فرایند در هر لحظه در یکی از حالات متمایز $S_{1,.....,}S_N$ قرار می‌گیرد و حالت سامانه در زمان‌های گسسته و با فواصل منظم با توجه به مجموعه‌ای از احتمالات تغییر می‌کند. بر این اساس اگر حالت برای زمان‌های ۰۰۰و۲و ۱=tدر لحظه tبا q_t نشان داده شود، برای بیان عملکرد این فرایند در قالب فرایندهای مارکفی نیاز به دانستن حالت فعلی آن با توجه به حالات قبلی می‌باشد که به‌صورت زیر نشان داده می‌شود(۸).

$$P(q_t = S_j | q_{t-1} = S_t, q_{t-2} = S_K, ...) = P(q_t = S_j | q_{t-1} = S_t) \quad (۱۰)$$

که در این رابطه $P(q_t)$بیانگر حالت سامانه است که موقعیت آنرا 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. بر این اساس، رفتار آینده سامانه صرفا به وضعیت فعلی آن بستگی خواهد داشت و به رفتارهای قبلی وابسته نمی باشد. 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 ۵ هزار کیلو گرم، ۵ تا ۷ هزار کیلو گرم و بیشتر از ۷ هزار کیلو گرم که به‌ترتیب 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.

تابع انتقال بین مراحل در مدل به‌صورت زیر بیان شد.

اگر دام شیری به دوره بعد منتقل شود.

$$S_{t+1}^{parity} = S_t^{parity} + 1, \qquad \text{if} \qquad a_t=0$$

اگر دام شیری از گله حذف و تلیسه جایگزین آن شود.

$$S_{t+1}^{parity} = 1, \quad \text{if} \qquad a_t=1$$

با توجه به ویژگی‌های برنامه‌ریزی‌پویا و در نظر گرفتن نرخ تنزیل(تعیین ارزش حال یک درآمد یا هزینه آتی) خط مشی بهینه برای هر مرحله تصمیم شامل بهینه سازی در همان مرحله و مرحله قبلی می باشد. بنابراین تابع برگشتی در مدل برنامه ریزی پویا شامل بهینه سازی تصمیم در مرحله جاری و یک مرحله قبل از آن است. از این رو تصمیم بهینه براساس رابطه زیر برای حالت عدم قطعیت محاسبه گردید(۸).

$$V_t(s_t) = \max_{at} \left\{ \sum_K P_t(k_t)[R_t(s_t, a_t) + \delta V_{t+1}(s_{t+1}, a_t)] \right\} \quad (۱۱)$$

$$t = T-1, T-2, \ldots\ldots\ldots, 1 \quad \sum_K P_t(k_t) = 1$$

که در این رابطه $v_t(s_t)$ حداکثر ارزش انتظاری تابع هدف در طول افق برنامه ریزی تحت سیاست بهینه جایگزینی در حالت s_t و دوره شیردهی t می‌باشد. اگر تصمیم به نگهداری یا جایگزینی دام گرفته شود و احتمال انتقال متغیرهای تصادفی (تولید و تولید مثل) $P_t(k_t)$ باشد. بازده دوره شیردهی t به‌صورت $R_t(s_t, a_t)$ خواهد بود.علاوه براین سامانه در دوره شیردهی $t+1$ به حالت $V_{t+1}(s_{t+1}, a_t)$ منتقل می‌شود بنابراین S_{t+1}به V_tوابسته است. Tطول افق برنامه ریزی و برابر با حداکثر تعداد دوره شیردهی ممکن در مدل، a_tمتغیر تصمیم و δ نرخ تنزیل می باشد.

احتمال آبستن شدن در اولین، دومین و سومین و دوره‌های بالاتر براساس استفاده از رگرسیون لجستیک حاصل شد. اگرz بعنوان متغیر توضیح دهنده و P به‌عنوان احتمال وقوع متغیر پاسخ در نظر گرفته شود، مدل لجستیک بصورت رابطه (۱۲) است. که توسط رابطه (۱۳) بسط داده می شود.α و β پارامترها می باشند.

$$\log it(P) = \alpha + \beta' Z = \log[p_i/(1-p_i)] \quad (۱۲)$$

$$p_i = e^{(\alpha+\beta' z)} / \left[1 + e^{(\alpha+\beta' z)}\right] \quad (۱۳)$$

در این بررسی از رویه GENMOD نرم‌افزار SAS(ویرایش ۹) برای برآورد احتمالات مربوط به هرکدام ازحالات مربوط به وضعیت زمان آبستن شدن استفاده شد

که درآن توزیع دو جمله‌ای (بینومیال) و تابع رابط لجیت بکار گرفته شد. برای محاسبه ارزش آتی(FV) مبلغ (PV) ریال ارزش حال انتظاری با نرخ r درصد در سال بعد از n سال از رابطه زیر استفاده گردید (۴).

$$FV = PV(1+r)^n \qquad (۱۴)$$

جدول ۱- پارامترهای اقتصادی و زیستی مورد استفاده جهت مدل‌سازی برای سناریوی پایه

Table 1. Parameter economic and Biological used in 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) Preweaning daily gain(g)
PDG	695	افزایش وزن روزانه بعد از شیرگیری (گرم) Postweaning daily gain (g)
SR	95	نرخ بقا قبل از شیرگیری (درصد) Preweaning 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	13000	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)
p_{lw}	75000	قیمت هر کیلوگرم وزن زنده گاوهای حذفی (ریال) Price per Kg LW(Rial)
PLT	1460	طول عمر تولیدی (روز) productive lifetime(days)
MY	7200	تولید شیر به ازای هر گاو در سال Milk yield per cow per year
Sil	20	مقدار علوفه خشک مصرفی در روز (کیلوگرم) Amount of DM consumed from silage per cow per day(Kg)
Conc	7.5	مقدار کنسانتره مصرفی در روز (کیلوگرم) Amount of DM consumed from concentrates per cow per day(Kg)
δ	20	نرخ بهره(%) Interest rate

منفعت سالانه تحت نرخ تنزیل ۲۰ درصد محاسبه گردید.تصمیم بهینه نیز با استفاده ازجعبه ابزار Compecon در نرم افزار MATLAB مورد محاسبه قرارگرفت (۱۲). هزینه‌ها و ارزش‌های استفاده شده در این سناریو در جدول ۱ خلاصه شده است.

نتایج و بحث

گاو شیری با متغیرهای حالت شامل دوره شیردهی، ظرفیت تولید شیر و حالات مختلف تأخیر در آبستن شدن تعریف گردید. زیان‌های ناشی از تاخیر در آبستنی برای استفاده در برنامه‌ریزی پویا جهت بهینه سازی سامانه تولید مورد محاسبه قرار گرفت.

برآورد هزینه‌های ناشی از تأخیر در آبستنی: هزینه‌های دامپزشکی از جمله هزینه مصرف هورمون از مهمترین هزینه‌های مربوط به آبستن کردن گاومحسوب می‌شوند(۲). درجدول۲هزینه‌های مصرف هورمون و هزینه‌های اسپرم برای آبستن کردن گاوها آورده شده است. این هزینه‌ها درحالت فاصله زایش ایده‌آل،نرمال فرض شدوهزینه‌های مازادبرآن به عنوان هزینه‌های تأخیردرآبستنی برآوردگردید. باتوجه به اینکه درگاوداری‌های موردبررسی برای تلقیح گاوهای باتلقیح بیش از۳بارازاسپرم ایرانی استفاده می‌شود براساس قیمت اسپرم‌هادرسال۱۳۹۳قیمت هرڈزاسپرم خارجی وایرانی به‌طورمتوسط به‌ترتیب۳۵۰۰۰۰و۵۰۰۰۰ریال درنظرگرفته شد (جدول ۲).

جدول ۲- هزینه‌اسپرم و هورمون‌های لازم برای آبستن کردن گاوهای شیری در فواصل زایش مختلف

Table 2.Sperm and necessary hormones costto inseminate cows at different calving intervals

هورمون/ اسپرم Hormone / sperm		حالت ایده‌آل Ideal condition	تاخیر ۴۰روزه 40-days delay	تاخیر ۸۰ روزه 80-days delay	تاخیر ۱۲۰روزه 120-days delay
پروستاگلندین Prostaglandin	تعداد(دُز) Number	2.8	4.4	4.64	6.28
	قیمت Price	224000	352000	371200	502400
گنادورلین Gonadorelin	تعداد(دُز) Number	2.35	2.95	3.07	3.23
	قیمت Price	164000	205872	214247	225413
مجموع قیمت هورمون‌ها (ریال) Total hormone price (Rial)		388000	557872	585447	727813

تفاوت قیمت هورمون‌ها با حالت ایده آل Difference in hormones price with Ideal condition					339813
اسپرم Sperm	تعداد(دز) Number	1.4	1.84	2.68	3.32
	قیمت Price	490000	644000	777200	813400
تفاوت قیمت اسپرم با حالت ایده آل Difference in sperm price with Ideal condition					323400

در جدول۳ محاسبات مربوط به اثر تأخیر در آبستنی بر تولید شیرآورده شده است. اگر فاصله گوساله‌زایی ایده‌ال ۴۱۰ روز در نظر گرفته شود در حالت ایده‌آل هر گاو بازای هر روز ۲۳/۶۳ کیلوگرم شیر تولید خواهد کرد. اگر روزهای تأخیر در آبستنی به‌ترتیب ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ روز در نظر گرفته شود تولید شیر بازای هر روز نیز به‌ترتیب ۲۳/۱۰، ۲۲/۷۵ و ۲۲/۰۵ کیلوگرم خواهد بود. چنانچه در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اگر گاوی با ۴۰ روز تأخیر آبستن شود، ۲۷۸۱۳۵۰ ریال، اگر با ۸۰ روز تأخیر آبستن شود، ۴۶۴۶۷۲۰ ریال و اگر با ۱۲۰ روز تأخیر آبستن شود ۸۳۸۳۴۳۰ ریال به علت تولید کمتر شیر زیان خواهد داد. در جدول ۴ زیان ناشی از تولید گوساله بابت تأخیر در آبستنی آورده شده است. با فرض فاصله گوساله زایی ۴۱۰ روز، انتظار می‌رود که هر ۴۱۰ روز یک گوساله نصیب گاودار شود. در این تحقیق صرف‌نظر از جنس گوساله، قیمت گوساله ۲۰۰۰۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. اگر نرخ بهره را ۲۰ درصد در نظر بگیریم، زیان روزانه‌ی تأخیر در گوساله‌گیری ۱۱۱۱۱/۱۱ ریال خواهد بود. محاسبات مربوط به جمع هزینه‌های تأخیر در آبستنی در روزهای مختلف شیردهی در جدول ۵ آورده شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، اگر یک گاو شیری با ۴۰ روز تأخیر آبستن شود، در مقایسه با آبستنی در حالت ایده‌آل، ۳۵۴۹۶۶۶/۴ ریال زیان به گاودار وارد خواهد کرد، با آبستن شدن چنین گاوی با ۸۰ روز تأخیر، این زیان به ۶۰۲۰۲۵۵/۸ ریال و با تأخیر ۱۲۰ روزه در آبستنی زیان به ۱۰۳۸۲۹۷۶/۳ ریال خواهد رسید. مدووس و همکاران(۲۰۰۵) نشان دادندباافزایش روزهای بازگله به بیش از۱۶۰روز،به ازای هریک روزافزایش روزباز، زیان هررأس گاودرسال ۱/۳۷

دلار خواهد بود(۱۱). پلایزیر و همکاران (۱۹۹۷) زیان هریک روزافزایش روزهای بازرا ۳/۳۶ دلارگزارش کردند (۱۴).

جدول۳- محاسبه هزینه‌های ناشی از تأخیر در آبستنی بر تولید شیر.

Table 3. Calculation of costs resulting from delay in conception on milk production.

تأخیر ۱۲۰ روزه 120-days delay	تأخیر ۸۰ روزه 80-days delay	تأخیر ۴۰ روزه 40-days delay	حالت ایده‌آل (۴۱۰ روز) Ideal condition (410-days)	متغیر Variable
22.05	22.75	23.10	23.63	تولید شیر روزانه Milk production per day
647.8	360.8	217.3		افت شیر ناشی از تأخیر در آبستنی Milk loss due to the delay in conception
8386430	4646720	2781350		زیان ناشی از شیر Loss of milk

جدول ۴- محاسبه هزینه‌های ناشی از تأخیر در آبستنی بر تولید گوساله.

Table 4. Calculation of costs associated with delayed conception on production of calves.

روزهای تأخیر در گوساله‌گیری (روز) Days of delay in the calf			متغیر Variable
تأخیر ۱۲۰ روزه 120-days delay	تأخیر ۸۰ روزه 80-days delay	تأخیر ۴۰ روزه 40-days delay	
11111.11	11111.11	11111.11	زیان روزانه ناشی از تأخیر در گوساله‌گیری (ریال) Daily loss associated with delay in calf production (Rial)
1333333.3	888888.8	444444.4	مجموع زیان ناشی از تأخیر در گوساله‌گیری (ریال) Total losses associated with delay in calf production (Rial)

جدول ۵- فهرست هزینه‌های تأخیر در آبستنی

Table 5. List the cost of delay in conception

تأخیر ۱۲۰ روزه 120-days delay	تأخیر ۸۰ روزه 80-days delay	تأخیر ۴۰ روزه 40-days delay	متغیر Variable
339813	197447	169872	هزینه‌ی هورمون‌های دامپزشکی Price of veterinary hormones
323400	287200	154000	هزینه‌ی اسپرم Price of sperm
1333333.3	888888.8	444444.4	هزینه‌ی تأخیر در تولید گوساله The cost of delay in calving
8386430	4646720	2781350	برآیند زیان ناشی از کاهش تولید شیر The resultant loss of milk production
10382976.3	6020255.8	3549666.4	مجموع زیان دوره‌ی تأخیر Total losses for the delay period

در برنامه‌ریزی پویای احتمالی، تابع انتقال تابعی است از وضعیت جاری سامانه و تصمیم‌هایی کـه در مراحل پیش گرفته شده است. ارزش حال انتظاری و سـود سـالانه هـر راس دام در جـدول ۶ و ۷ آورده شده است، هر کدام از این اعداد ارزش تابع هدف در برنامه‌ریزی پویا را نشان می‌دهد. به‌طـوری‌کـه اگـر ارزش حال انتظاری گاو شیری موجود در گله از یک تلیسه کمتر شود تصمیم بـه جـایگزینی گرفتـه مـی شود. در غیر این صورت گاو شیری حداقل یک دوره دیگر در گله باقی خواهد مانـد تـا در ابتـدای دوره بعد برای آن تصمیم‌گیری شود. به‌عبارت دیگر تصمیم بهینه با مقایسه ارزش کنونی جریان نقدینگی آینـده گاو حاضر در گله با ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده تلیسه جایگزینش بـه‌دسـت مـی‌آیـد و سـرانجام حیوانی که بیشترین ارزش را در زمان حال داشته باشد جایگاه را به خود اختصاص می‌دهد(۵). نتایج مـدل در حالت عدم قطعیت سامانه تولید نشان داد که نگهداری گاوهای شیری پرتولید تا شکم هشـتم توجیـه اقتصـادی داشته و نگهداری گاوهای کم‌تولید و متوسط تولید توصیه نمی‌شود.

جدول ۶- ارزش حال خالص انتظاری در هر دوره‌ی شیردهی با توجه به ظرفیت تولید گاو شیری (میلیون ریال)

Table 6. Expected net present value at any period of lactation according to production capacity of dairy cows (Million Rials)

تعداد دوره شیردهی number of lactation	ارزش حال خالص Net Present Value											
	کم تولید Low production				متوسط تولید Medium production				پر تولید High production			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
۱	777.000 (R)	773.450 (R)	770.980 (R)	766.617 (R)	811.957 (R)	808.408 (R)	805/937 (R)	801.574 (R)	875.716 (K)	872.167 (K)	869.696 (K)	865.334 (K)
۲	784/289 (R)	780/739 (R	778/269 (R	773.906 (R)	822.369 (R)	818.820 (R)	816.349 (R)	811.987 (R)	898.259 (K)	894.709 (K)	892.239 (K)	887.876 (K)
۳	790.100 (R)	786.551 (R)	784.080 (R)	779.717 (R)	830.671 (R)	827.122 (R)	824.651 (R)	820.288 (R)	911.164 (K)	907.615 (K)	905.144 (K)	900.781 (K)
۴	794.434 (R)	790.884 (R)	788.414 (R)	784.051 (R)	836.862 (R)	833.313 (R)	830.842 (R)	826.479 (R)	915.530 (K)	911.980 (K)	909.509 (K)	905.147 (K)
۵	797.290 (R)	793.741 (R)	791.270 (R)	786.907 (R)	840.943 (R)	837/393 (R)	834.923 (R)	830.560 (R)	912.427 (K)	908.877 (K)	906.407 (K)	902.044 (K)
۶	798.669 (R)	795.119 (R)	792.649 (R)	788.286 (R)	842.913 (R)	839.363 (R	836/892 (R)	832.530 (R)	903.139 (K)	899.589 (K)	897.119 (K)	892.756 (K)
۷	798.669 (R)	795.021 (R)	792.550 (R)	788.188 (R)	842.772 (R)	839.222 (R)	836.752 (R)	832.389 (R)	889.435 (K	885.885 (K)	883.415 (K)	879.052 (K)
۸	796.994 (R)	793.445 (R)	790.974 (R)	786.611 (R)	840.520 (R)	836.970 (R)	834.500 (R)	830.137 (R)	873.309 (K)	869.759 (K)	867.288 (K)	862.925 (K)
۹	793.941 (R)	790.391 (R)	787.928 (R)	783.558 (R)	836.158 (R)	832.608 (R)	830.138 (R)	825.775 (R)	857.267 (R)	853.717 (R)	851.246 (R)	846.883 (R)
۱۰	789.409 (R)	785.860 (R)	783.389 (R)	779.026 (R)	829.685 (R)	826.135 (R)	823.665 (R)	819.302 (R)	849.823 (R)	846.273 (R)	843.802 (R)	839.439 (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

جدول ۷- منفعت سالانه در هر دوره‌ی شیردهی با توجه به ظرفیت تولید گاو شیری (میلیون ریال)

Table 7. Annual profit of each period of lactation according to production capacity of dairy cows (Million Rials)

سود سالانه Annual profit												تعداددوره شیردهی number of lactation
پر تولید High production				متوسطتولید Medium production				کم تولید Low production				
D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A	
173.066	173.939	174.433	175.143	240.472	161.189	161.681	162.391	153.323	154.196	154.690	155.400	۱
177.575	178.448	178.942	179.651	162.397	163.269	163.764	164.473	154.781	155.653	156.148	156.858	۲
180.156	181.029	181.523	182.233	164.058	164.930	165.424	166.134	155.943	156.816	157.310	158.020	۳
181.029	181.902	182.396	183.106	165.295	166.168	166.662	167.372	156.810	157.682	158.177	158.887	۴
180.408	181.281	181.775	182.485	166.112	166.984	167.478	168.188	157.381	158.254	158.748	159.458	۵
178.551	179.423	179.917	180.627	166.506	167.378	167.872	168.582	157.657	158.529	159.024	159.734	۶
175.810	176.683	177.177	166.477	167.350	167.844	168.554	157.637	157.637	158.510	159.004	159.714	۷
172.585	173.457	173.951	174.661	166.027	166.900	167.394	168.104	157.322	158.194	158.689	159.399	۸
169.376	170.249	170.743	171.453	165.155	166.027	166.521	167.231	156.711	157.584	158.078	158.788	۹
167.887	168.760	169.254	169.964	163.860	164.732	165.227	165.937	155.805	156.677	157.172	157.882	۱۰

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

براساس نتایج مدل مورد بررسی در گروه کم تولید و متوسط تولید ارزش حال تا شکم ششم افزایش یافته سپس روند کاهشی بخود می‌گیرند.در گروه پرتولید ارزش حال تا شکم چهارم افزایش یافته سپس روند کاهشی بخود می‌گیرد. با افزایش فاصله زایش ارزش حال کاهش می‌یابد ولی تصمیم بهینه در هر سطح تولیدی برای فاصله‌های مختلف زایش یکسان است. ملاحظه می‌شود که با بالا رفتن تعداد شکم(مسن تر شدن دام) مقدار حذف بیشتر می‌شود. با در نظر گرفتن ۱۰ شکم در مدل در واقع شکم ۱۱ را نخواهیم داشت. در شکم ۱۰ وضعیت آینده‌ای برای دام متصور نیست ارزش سامانه در این مرحله برابر با ارزش اسقاطی است. بطوری که ارزش سامانه در پایان افق برنامه‌ریزی تاثیری بر تصمیم گیری ندارد و می‌توان آنرا صفر در نظر گرفت. برای شکم ۹ چون وضعیت آینده آن شکم ۱۰ است مقدار حذف بسیار بیشتر از سایر شکم‌ها می‌باشد.

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. به‌طوری‌که بدون توجه به این ارزش‌ها گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می‌شوند که این امر منجر به کاهش سود آوری گله می‌شود. 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(۱۵). متوسط عمر بهینه گله (فاصله زمانی بین اولین زایش تا حذف) برای هزینه‌های تشریح شده در سناریوی پایه ۴/۷۵ سال حاصل شد.که منعکس کننده مقاومت گاو در برابر حذف اختیاری و غیر اختیاری است. لازم به‌ذکر است بالا رفتن عمر گله به مفهوم نگهداری طولانی‌تر حیوانات در گله است. میانگین عمر گله تابعی از درصد حذف و جایگزینی سالانه بوده و تا زمانی که ترکیب گله ثابت باشد بدون تغییر باقی می‌ماند. میانگین عمر بهینه بر حسب سال از تعداد گاو شیری تقسیم بر تعداد تلیسه جایگزین شده در سال حاصل می‌شود. بکارگیری استراتژی بهینه جایگزینی و حذف با سن بالاتر از سن بهینه منجر به افزایش سودآوری واحد گاوداری می‌شود.افزایش عمر بهینه سبب افزایش فرصت حذف اختیاری و درنتیجه 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(۱۳). نرخ جایگزینی سالیانه بهینه که معکوس سن متوسط بهینه گله می‌باشد و برابر مجموع نرخ حذف اختیاری و غیر اختیاری است در این بررسی برای سناریوی پایه برابر ۲۱ درصد حاصل شد.

نتیجه‌گیری

تصمیمات بهینه جایگزینی به‌طور مستقیم تحت تاثیر نوسانات قیمت شیر و هزینه جایگزینی قرار دارند، که در ایران این نوسانات از هماهنگ نبودن قیمت‌های ورودی و خروجی و نیز تورم ناشی می‌شود. بطوری که گاوداری‌های صنعتی دلایل اصلی عدم سوددهی شان رادرناپایداری قیمت شیر، ونبودتوازن درقیمت شیر و هزینه‌های تولیدآن گزارش کرده اند. علاوه بر این سیاست واردات گوشت ارزان، منجر به کاهش ارزش کشتاری گاوهای حذفی می شود که این مسئله همزمان با قیمت بالای تلیسه جایگزین همراه است. نرخ بالای جایگزینی تلیسه سبب می شود که اولا دامدار از یکی از مهمترین منابع درآمدی همان فروش تلیسه مازاد محروم شود. ثانیاً با افزایش نرخ جایگزینی در گله،

میانگین سنی گله کاهش می یابد و اکثر گاوها قبل از اینکه به حداکثر توان تولیدی خود برسند حذف می شوند. ثالثاً فروش تلیسه‌های آبستن مازاد اغلب در سن ۲۲ تا ۲۴ ماهگی زمانی که ۵ تا ۷ ماهه آبستن هستند اتفاق می افتد، بنابراین اگر دامدار مجبور به جایگزینی دام شود نه تنها درآمدی حاصل نمی شود بلکه تا هنگام زایش باید آن را در گله نگهداری نماید که مستلزم هزینه زیاد خواهد بود.

منابع

1.Bellman, R. 1957. Dynamic programming .Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA,Pp 137.

2.Bellows, D.S., Ott, S.L., and Bellows, R.A. 2002. Cost of reproductive diseases and conditions in cattle. The Prof. Anim. Sci. 18: 26-32.

3.Cardoso,V.L, Nogueira, J.R., and Van Arendonk, J.A.M. 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.

4.Dekkers, J.C.M.2003. Design and Economics of animal breeding strategies. Notes for courses.Iowa State University.Chapter2.Page4.

5.De Varies A. 2006. Ranking dairy cows for future profitability and culling decisions. Proceeding of 3th Floridaand Georgia Dairy Road Show.

6.Eicker, S.W., and Fetrow, J. 2003. New tools for deciding when to replace used dairy cows.Pages 33-46 in Proceedings Kentucky Dairy Conference, Cave City,KY.University of Kentucky,Lexington.

7.Hadley, G.L., Wolf, C.A.,and Harsh, S.B. 2006. Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. J. Dairy Sci. 89:2286–2296.

8.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.

9.Kahi, A.K., and Nitter, G.2004. Developing breeding schemes for pasture based dairy production systems in Kenya I. Derivation of economic values using profit functions, Livest. Prod Sci. 88: 161–177.

10.Kalantari, A.S.Y., Mehrabani-Yeganeh, H., Moradi, M., Sanders, A.H., and Devries, A. 2010. Determining the optimum replacement policy for Holstein dairy herds in Iran. J. Dairy Sci. 80:477-487. (In Persian)

11.Meadows, C., Rajala-Schultz, P.J., and Frazer, G.S. 2005. A Spreadsheet-based model demonstrating the no uniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. J. Dairy Sci. 88: 1244-1254.

12.Miranda M.J., and Fackler P.L. 2002. Applied computational economics finance. MIT Press, Cambridge.MA:MIT Press.ISBN 0-262-13420-9.

13.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.
14.Plaizier, J.C.B., King, G.J., Dekkers, J.C.M.,and Lissemore, K. 1997. Estimation of economic values of indices for reproductive performance in dairy herds using computer simulation. J. Dairy Sci. 80: 2775-2783.
15.Rajala-Schultz P.J. 2000. Optimizing replacement decisions for Finnish dairy herds. Acta Vet. Scand. 41:185–198.
16.Rogers, G.W., Van Arendonk, J.A.M., and Mcdaniel, B.T.1988. Influence of production and prices on optimum culling rates and annualized net revenue. J. Dairy Sci. 71: 3453-3462.
17.Van Arendonk, J.A.M.1985. A model to estimate the performance revenus and costs of dairy cows under different production and price situations. Agri. Syst. 16:157-189.
18.Vargas, B., Herrero, M., and Van Arendonk, J. 2001. Interactions between optimal replacement policies and feeding strategies in dairy herds. Livest. Prod. Sci. 69:17–31.
19.Weigel, K.A., Palmer, R.W., and Caraviello, D.Z. 2003. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. J. Dairy Sci. 86:1482-1486.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 4(1), 2016
http://ejrr.gau.ac.ir

Determining the most appropriate age of replacement for dairy cows in Ardabil Province using Stochastic dynamic programming.

[*]R. SeyedSharifi[1], S. Nourmohammadi[2], N. Hedayat Evarigh[1] and S. Savar Sofla[3]
[1]Assistant Prof., and [2]M.Sc. student, Dept. of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohagheghe Ardabili, [3]Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Received: 02/28/2016; Accepted: 06/11/2016

Abstract
Background and goal: the objective of this study is to determine the most appropriate time to replacing dairy cows using dynamic programming model in the state of uncertainty of production system. One of the most important management decisions affecting the livestock profitability is timely replacement of dairy cow with young heifers. The base for deciding to replace a dairy cow, which produces several lactation in herd, with a heifer, which have recently passed its first calving and started lactation, is comparing the current value of these two choices. If the expected present value of dairy cow in cattle is less than a heifer we decide to replace. Otherwise, the dairy cow remains in the cattle at least another term to be decided at the beginning of the next period. In probabilistic dynamic programming the direction is in a side which could eventually involve the uncertainties of the analysis in the decision-making process effectively.

Materials and methods:using system analysis method, the economic system of cow herd is decomposed to income and expenses components and each of these components were also divided into sub-sections. Then by using mathematical models and MATLAB programming language, the simulation of a bio-economic model was done. The income component including income from selling milk, selling surplus heifers, bull calves and costs including nutrition, management and fixed costs. Management costs also include health care, human resources and reproduction costs which used as input parameters. In order to optimal decision to maintenance or replacement of dairy cows, the probabilistic dynamic programming

[*]Corresponding author: reza_seyedsharifi@yahoo.com

method was used. The objective function is to maximize net present value in a planning horizon of 10 lactation period. The dairy cow was defined through state variables including lactation period, milk production capacity and different kinds of delay in pregnancy. At each stage, the dairy cows were classified using condition variables including production power in three levels (low, medium and full production) and reproductive performance in 4 levels with a calving interval of 410, 450, 490 and 530 days.

Results: the results showed that for a dairy cow for delays of 40, 80 and 120 days in pregnancy compared with ideal situation of 410 days, economic losses were 3549666.4, 6020255.8 and 10382976.3 Rials respectively. The model results in uncertainty state of production system showed that maintenance of high producing dairy cows until the eighth pregnancy is economic and maintenance of low and average producing dairy cows is not recommended. Optimal life determined by dynamic programming using Markov simulation was 4.75 years and replacement rate was 21%.

Conclusion:in many farms, the annual replacement rate is measured and the percentage of removed cows is determined. If a prospective study is needed to improve removing decisions which can lead to different remove decisions by manufacturers in which to determining optimal time of cow removal we should calculate multiple biological and economic variables at same time. By applying optimal replacement strategy of livestock in addition to achieving more profits we can offer more suitable management patterns to livestock unit managers in order to better deciding which lead to increase productivity in production units.

Keywords: Dairy cow, Bio-economic model, ReplacementRate,Culling, Dynamic programming