

## بررسی سازه‌های موثر بر عمر بهینه گله گاوهای هلشتاین شمال غرب کشور با استفاده از برنامه‌ریزی پویای احتمالی

رضا سید شریفی<sup>۱</sup>، عبدالاحد شادپرور<sup>۲\*</sup>، نوید قوی حسین زاده<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکترای اصلاح دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱ - تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۱۷)

### چکیده

هدف از این تحقیق تعیین طول عمر بهینه گاوهای شیری هلشتاین شمال غرب کشور بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده از ۹ گله بزرگ از ۳ استان (اردبیل، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی) و ارزیابی برخی سازه‌های موثر بر آن با استفاده از برنامه‌ریزی پویای احتمالی و آمار هزینه‌ها و درآمدهای سال ۱۳۹۱ بود. متغیرهای مورد استفاده در برنامه‌ریزی پویا برای توصیف وضعیت گاوها شامل دوره شیردهی در ۱۰ سطح، توان تولیدی در ۳ سطح و عملکرد تولید مثلی در ۴ سطح بود. برای دخالت احتمال وقوع هر یک از سطوح عوامل در تعیین وضعیت یک گاو از زنجیره مارکوف استفاده شد. تابع هدف عبارت بود از ارزش فعلی مورد انتظار یک راس گاو در یک افق ۱۰ ساله و معیار بهینه‌سازی حداکثر شدن این تابع بود. با استفاده از برنامه‌ریزی پویا ترکیب بهینه متغیرهای حالت مشخص شد و بر اساس آن طول عمر بهینه گاوها برآورد شد که برابر ۴/۹۹ سال بود. بررسی تابع هدف بهینه در حالات مختلف نشان داد افزایش سطح تولید و کاهش فاصله بین دو زایش سبب افزایش ارزش خالص فعلی مورد انتظار گاوها می‌شود. اثر تغییرات قیمت تلیسه، شیر و نرخ تنزیل بر طول عمر بهینه مورد بررسی قرار گرفت و معلوم شد که با افزایش قیمت تلیسه، کاهش قیمت شیر و افزایش نرخ تنزیل درصد حذف کاهش و طول عمر بهینه افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: ارزش حال مورد انتظار، برنامه‌ریزی پویا، طول عمر بهینه، گاو شیری

## مقدمه

بطور متوسط ۲۵ تا ۳۵ درصد از گله گاوهای شیری در سال با تلیسه‌ها جایگزین می‌شوند و هدف از پرورش تلیسه‌های جایگزین افزایش سودآوری است (McCullough and Delorenzo, 1996). 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 خالص فعلی آنها است. این ارزش برآیندی از کل درآمدها و هزینه‌های یک گاو در صورت ادامه شیردهی دوره فعلی و دوره‌های بعدی یا جایگزین شدن توسط یک تلیسه در حد متوسط است (De Varies, 2004). قیمت سازه‌هایی نظیر شیر، گاو حذفی و تلیسه جایگزین روی تصمیم دامدار مبنی بر نگهداری یا حذف یک گاو از گله اثر دارند. حذف زود هنگام یک گاو به دلیل اینکه سرمایه اولیه خرید آن جبران نمی‌شود، ضرر اقتصادی را برای دامدار به همراه دارد و حذف دیرتر از زمان مناسب نیز سودآوری گله را کاهش داده و از جایگزینی یک دام دارای ژنتیک برتر و با ظرفیت تولید بالاتر جلوگیری می‌کند (McCullough and Delorenzo, 1996). بنابراین تعیین طول عمر بهینه گله از اهمیت اساسی برخوردار است.

برنامه‌ریزی پویا برای حل مسائلی استفاده می‌شود که شامل چند مرحله هستند. هر مرحله بیانگر یک موضع تصمیم‌گیری و شامل یک یا چند وضعیت یا حالت سیستم است. تصمیم‌گیری در هر مرحله با توجه به مشخص بودن وضعیت سیستم در آن مرحله انجام می‌گیرد. سیاست بهینه در هر مرحله، بیانگر بهترین تصمیم از آن مرحله تا مرحله نهایی است. لازمه تعیین زمان بهینه برای حذف گاوها، در نظر گرفتن همزمان چندین متغیر بیولوژیکی و اقتصادی است. متغیرهایی که بتوانند وضعیت یک گاو را بهتر توصیف نمایند به افزایش صحت برآورد ارزش‌های خالص منجر می‌شوند. این متغیرها ممکن است شامل دوره شیردهی حیوان، سطح تولید شیر و وضعیت سلامت و آبستنی آن باشد (De Varies, 2006). چندین مدل برنامه‌ریزی پویا برای تعیین سیاست بهینه جایگزینی در گله‌های شیری ارائه شده است (Schultz and Gröhn, 2001; Heikkila, 2008). در ایران نیز (Kalantari et al., 2010) به بررسی سیاست بهینه جایگزینی پرداخته‌اند. هدف از این تحقیق، تعیین عمر بهینه گله و ارزیابی برخی

سازه‌های موثر بر آن با استفاده از برنامه‌ریزی پویا احتمالی بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده از ۹ گله بزرگ گاوهای شیری از ۳ استان (اردبیل، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی) کشور صورت گرفت. تمام گله‌هایی که در این تحقیق مشارکت داشتند توسط مرکز اصلاح نژاد رکوردبرداری می‌شدند. بنابراین داده‌های تولیدی از مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده توسط مرکز اصلاح نژاد یا توسط پرسش‌نامه از سطح گاوداری‌ها گردآوری شدند. منبع داده‌های مورد استفاده بعنوان پارامترهای ورودی مدل بر مبنای شرایط بازار در سال ۱۳۹۱ استوار است. در مدل زیست اقتصادی مورد استفاده در این تحقیق درآمد تولیدکنندگان از فروش شیر، تلیسه مازاد، گوساله نر و گاو حذفی تامین می‌شدند. درآمد سالانه یک راس گاو طبق روابط زیر محاسبه شد (Kahi and Nitter, 2004).

$$R = Nmcrcy \times p_c + NfcCycull \times p_h + LW$$

$$\times p_{LW} \times \%cull + MY \times p_{milk}$$

$$NfcCycull = NfcrCy - (\%cull)$$

$$NfcrCy = NfcCy \times SR \times PSR$$

$$NfcCy = 0.5 \times NCY \times cr \times s24$$

$$NCY = \frac{365}{CI}$$

متغیرهای بکار برده شده در روابط بالا به صورت زیر

تعریف می‌شوند:

NCY تعداد گوساله‌زایی در سال، CI فاصله گوساله‌زایی (روز)، Nmcrcy تعداد گوساله نر پرورشی، NfcCycull تعداد تلیسه مازاد سالانه، NfcrCy تعداد گوساله ماده متولد شده و زنده مانده در ۲۴ ساعت اولیه، cr نرخ گوساله‌زایی (درصدی از گاوهای داشتی که در طول سال گوساله زنده زاییده‌اند)، s24 نرخ بقا ۲۴ ساعت بعد از تولد (درصد)، NfcrCy تعداد گوساله ماده پرورشی، SR نرخ بقا قبل از شیرگیری (درصد)، PSR نرخ بقا بعد از شیرگیری (درصد)، LW وزن زنده گاو حذفی (کیلوگرم)، Plw قیمت هر کیلوگرم وزن زنده گاوهای حذفی (ریال)، Ph قیمت تلیسه (ریال به ازای هر راس)، Pc قیمت گوساله نر (ریال به ازای هر راس)، MY مقدار شیر تولیدی و Pmilk قیمت هر

برای برآورد آماره‌های مورد انتظار تحت سیاست بهینه از شبیه‌سازی زنجیره مارکوف در قالب مدل برنامه‌ریزی پویا استفاده شد. زیرا در این روش در هر مرحله وضعیت سیستم مشاهده شده و یک تصمیم مرتبط با سیستم گرفته می‌شود. تصمیم گرفته شده وضعیت سیستم در مرحله بعد را تحت تاثیر قرار می‌دهد عبارتی هر مرحله وابسته به مرحله قبلی است. متغیرهای حالت مورد استفاده در برنامه‌ریزی پویا برای توصیف وضعیت گاوها شامل دوره شیردهی در ۱۰ سطح، توان تولیدی در ۳ سطح با تولید کمتر از ۵ هزار کیلوگرم، ۵ تا ۷ هزار کیلوگرم و بیشتر از ۷ هزار کیلوگرم و عملکرد تولید مثلی در ۴ سطح با فاصله زایش ۴۱۰، ۴۵۰، ۴۹۰ و ۵۳۰ روز بر مبنای مدت زمان تاخیر در آبستنی طبقه‌بندی شدند. برای بیان متغیرهای حالت، بردار وضعیت حیوان در مرحله  $t$  ام  $(S_t)$  به صورت زیر تعریف شد (Heikkila, 2008).

برای تصمیم بهینه مورد استفاده قرار گرفت.  $S_t = [s_t^{parity}, s_t^{prod}, s_t^{repro}]$  و رابطه زیر

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

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

که در این روابط حداکثر ارزش انتظاری تابع هدف در طول افق برنامه‌ریزی تحت سیاست بهینه جایگزینی در حالت  $S_t$  و دوره شیردهی  $t$  است.  $T$  طول افق برنامه‌ریزی برابر با ۱۰ یا همان تعداد دوره شیردهی بود، به طوری که هر دوره شیردهی به عنوان یک مرحله برای تصمیم‌سازی در نظر گرفته شد و  $\delta$  نرخ تنزیل 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. اگر تصمیم بر نگهداری دام شیری باشد  $a=0$  است و بازده تولید شیر در این حالت تابعی از دوره شیردهی، ظرفیت تولید و وضعیت آبستنی منهای هزینه خوراک مصرفی که تابعی از دوره شیردهی و ظرفیت تولید است و اگر تصمیم به جایگزینی دام با تلیسه باشد  $a=1$  است. بازده تولید شیر در این حالت تابعی از دوره شیردهی، ظرفیت تولید و وضعیت آبستنی منهای هزینه خوراک مصرفی، هزینه تلیسه جایگزین و بعلاوه ارزش اسقاطی سیستم خواهد بود. علاوه بر این سیستم در دوره شیردهی  $t+1$  به حالت  $V_{t+1}(s_{t+1}, a_t)$  منتقل می‌شود. لازم بذکر است

کیلوگرم شیر پایه (۳/۲ درصد چربی و ۳ درصد پروتئین) هستند. لازم به ذکر است که برای برآورد درآمدهای حاصل از فروش شیر مقدار تولید شیر برای هر گاو در طی دوره شیردهی با استفاده از مدل (Cobby and Ledu, 1978) محاسبه شد.

هزینه‌ها به صورت متغیر و ثابت منظور شدند. هزینه‌های متغیر شامل تغذیه، تولید مثل، نیروی انسانی، بهداشت و سلامت که بطور پیوسته به میزان تولید بستگی داشته و متناسب با آن تغییر می‌یابند و هزینه‌های ثابت شامل استهلاک ساختمان و تجهیزات بودند که به سطح تولید بستگی داشته ولی این وابستگی پیوسته نیست. هزینه‌های بکار رفته در مدل در حالت پایه در جدول ۱ آورده شده است. برای تعیین هزینه‌های غذایی ابتدا نیازهای انرژی حیوان که بر اساس وزن زنده محاسبه می‌شود برآورد شد (Van Arendonk, 1985a) و با توجه به محدودیت علوفه در سیستم مورد بررسی، مدل به‌گونه‌ای تنظیم شد که تغییر احتیاجات انرژی به صورت تغییر در مصرف کنسانتره منعکس شود. برای تعیین وزن زنده حیوان در هر یک از روزهای عمر حیوان با توجه به مرحله شیردهی و آبستنی از تابع کرور استفاده شد (Korver et al., 1985).

جدول ۱- ارزش نهاده‌های مورد استفاده در سناریوی پایه

Table 1. Parameter values used in the base scenario

Input variable	Value (Rial)
Milk yield per cow per year (kg)	8600
Body weight (Kg)	40
Mature live weight (Kg)	600
Age at first calving	25
Pre-weaning survival rate (%)	94
Post-weaning survival rate (%)	98
Pre-weaning daily gain (gr)	700-800
Post-weaning daily gain (gr)	600-700
Milk price per kg (Rial)	9500
Accessory payment for milk fat (Rial)	200
Concentrate cost per kg DM (Rial)	7000
Forage cost per kg DM (Rial)	4500
Calf price (Rial)	25000000
Heifer replacement cost (Rial)	60000000
Price per kg LW (Rial)	75000
Labor cost per head per day (Rial)	20000
Health cost per head per year (Rial)	20000
Insemination and semen cost	600000
Replacement heifer cost (head)	60000000
Calf value (head)	25000000
Carcass value (kg)	75000
Interest rate (%)	20

اساسی در برآورد ارزش حال انتظاری مرتب کردن گاوهای موجود در گله بر اساس درآمد و هزینه آینده‌شان است که با توجه به این مقادیر تصمیم به حفظ یا حذف گاو گرفته می‌شود. به طوریکه بدون توجه به این ارزش‌ها، گاوها زودتر یا دیرتر از موعد بهینه حذف می‌شوند که این امر منجر به کاهش سودآوری گله می‌شود (Cardoso et al., 1999).

### ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده (ارزش آتی)

برای استفاده از نتیجه برنامه‌ریزی پویا از مفهومی به نام ارزش آتی یا ارزش کنونی جریان نقدینگی آینده استفاده می‌شود. یک تولیدکننده زمانی که می‌خواهد برای حذف یا جایگزینی یک گاو تصمیم‌گیری کند لازم است منافع و عایدات مورد انتظار در آینده برای نگهداری یا جایگزینی دام با یک دام دیگر را مقایسه کند. سودی که یک گاو احتمال دارد در آینده بوجود آورد در طی دوره‌های مختلف شیردهی متفاوت است. با بررسی شکل ۲ ملاحظه می‌شود که با افزایش فاصله زایش منحنی‌ها به سمت پایین کشیده می‌شوند که این امر بیانگر کمتر شدن ارزش آتی گاو با افزایش فاصله گوساله‌زایی است. با افزایش فاصله زایش، ارزش آتی کمتر از حالت ایده آل فاصله زایش می‌شود این امر به دلیل بالا رفتن احتمال حذف اجباری است که با افزایش سن شدت می‌یابد. در ضمن ملاحظه می‌شود که گاوهای با تولید بالاتر ارزش آتی بیشتری دارند و با مسن‌تر شدن گاو ارزش آتی کمتر می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که ارزش آتی با تغییر سن، سطح تولید و مرحله شیردهی تغییر می‌کند.

### عمر بهینه گله و سازه‌های موثر بر آن

متوسط عمر بهینه گله (فاصله زمانی بین اولین زایش تا حذف) ۴/۹۹ سال (۶۰ ماه) حاصل شد که منعکس کننده مقاومت گاو در برابر حذف است (Van Arendonk, 1985b). مقدار عمر بهینه گله در این بررسی از مقدار محاسبه شده توسط (Kalantari et al., 2010) بیشتر است که دلیل این امر ناشی از تفاوت شرایط بازار در زمان این دو بررسی است. نرخ جایگزینی سالیانه بهینه که معکوس سن متوسط بهینه گله است و برابر مجموع نرخ حذف اختیاری و غیر اختیاری است در این بررسی برای سناریوی پایه برابر ۲۰/۰۴ درصد حاصل شد.

برای محاسبه ارزش آتی (FV) مبلغ PV ریال با نرخ r درصد در سال بعد از n سال از رابطه زیر استفاده شد (Dekkers, 2003):

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

احتمالات مربوط به حالات مختلف فاصله زایش در هر دوره شیردهی با استفاده از رگرسیون لوجستیک انجام گرفت. از رویه GENMOD نرم افزار SAS (2001) برای برآورد احتمالات مربوط به هر کدام از حالات فاصله زایش عبارتی تاخیر در مدت زمان آبستنی در دوره‌های مختلف شیردهی استفاده شد. تصمیم بهینه با استفاده از جعبه ابزار Compecon نرم افزار MATLAB مورد محاسبه قرار گرفت (Miranda and Fackler, 2002).

### نتایج و بحث

ارزش حال انتظاری هر راس دام در جدول ۲ آورده شده است. هر کدام از این اعداد ارزش تابع هدف در برنامه‌ریزی پویا را نشان می‌دهند به طوریکه 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 تصمیم‌گیری 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 می‌آید و سرانجام حیوانی که بیشترین ارزش را در زمان حال داشته باشد، جایگاه را به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس نتایج مدل مورد بررسی در گروه کم تولید ارزش حال تا شکم سوم افزایش یافته سپس روند کاهشی بخود می‌گیرد. این روند تا شکم هفتم توجیه اقتصادی دارد. در گروه متوسط و پر تولید ارزش حال تا شکم دوم افزایش یافته سپس روند کاهشی بخود می‌گیرند که این روند در هر دو گروه تا شکم هشتم توجیه اقتصادی دارد. همچنین ملاحظه می‌شود که با افزایش فاصله زایش، ارزش حال کاهش می‌یابد ولی تصمیم بهینه در هر سطح تولیدی برای فاصله‌های مختلف زایش یکسان است. شکل ۱ ارزش حال انتظاری با استفاده از استراتژی بهینه برای سه گروه ظرفیتی دامهای تحت بررسی را نشان می‌دهد. به طوریکه در این شکل خطوط مربوط به سطوح تولید به صورت کاملاً مجزا از هم قرار دارند و با اضافه شدن سطح تولید ارزش حال افزایش می‌یابد. یکی از سنجه‌های

جدول ۲- ارزش حال انتظاری و ارزش متغیر تصمیم در وضعیت های مختلف تولیدی و تولید مثل مربوط به دوره های مختلف شیردهی (میلیون ریال)  
 Table 2- Expected Present Value and variable decisions value of different productive and reproductive status of the different periods of lactation (Million Riials)

Parity	Production capacity 0.91				Production capacity 1.00				Production capacity 1.08			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	467.218 (K)	464.285 (K)	461.045 (K)	457.920 (K)	505.307 (K)	502.375 (K)	499.135 (K)	496.010 (K)	540.230 (K)	537.298 (K)	534.058 (K)	530.933 (K)
2	474.143 (K)	471.210 (K)	467.970 (K)	464.845 (K)	510.937 (K)	508.005 (K)	504.765 (K)	501.640 (K)	544.928 (K)	541.995 (K)	538.755 (K)	535.630 (K)
3	476.203 (K)	473.270 (K)	470.030 (K)	466.905 (K)	510.776 (K)	507.844 (K)	504.603 (K)	501.479 (K)	543.055 (K)	540.123 (K)	536.882 (K)	533.758 (K)
4	474.180 (K)	471.247 (K)	468.007 (K)	464.882 (K)	505.610 (K)	502.677 (K)	499.437 (K)	496.313 (K)	535.412 (K)	532.479 (K)	529.239 (K)	526.114 (K)
5	469.074 (K)	466.142 (K)	462.902 (K)	459.777 (K)	496.444 (K)	493.512 (K)	490.272 (K)	487.147 (K)	523.019 (K)	520.086 (K)	516.846 (K)	513.721 (K)
6	462.497 (K)	459.565 (K)	456.325 (K)	453.200 (K)	484.897 (K)	481.964 (K)	478.724 (K)	475.599 (K)	507.513 (K)	504.580 (K)	501.340 (K)	498.215 (K)
7	455.893 (K)	452.961 (K)	449.720 (K)	446.596 (K)	472.419 (K)	469.486 (K)	466.246 (K)	463.121 (K)	490.368 (K)	487.435 (K)	484.195 (K)	481.070 (K)
8	450.998 (R)	448.066 (R)	444.825 (R)	441.710 (R)	460.756 (K)	457.823 (K)	454.583 (K)	451.458 (K)	473.357 (K)	470.424 (K)	467.184 (K)	464.059 (K)
9	445.147 (R)	442.214 (R)	438.974 (R)	435.849 (R)	452.577 (R)	449.644 (R)	446.404 (R)	443.280 (R)	459.182 (R)	456.249 (R)	453.009 (R)	449.884 (R)
10	437.667 (R)	434.734 (R)	431.494 (R)	428.369 (R)	444.357 (R)	441.425 (R)	438.185 (R)	435.060 (R)	450.304 (R)	447.372 (R)	444.132 (R)	441.007 (R)

L: Low Production

M: Medium Production

H: High Production

A: the ideal condition of pregnancy a cow

B: 40-days delay in pregnancy a cow

C: 80-days delay in pregnancy a cow

D: 120-days delay in pregnancy a cow

K: Keep, R: Replacement

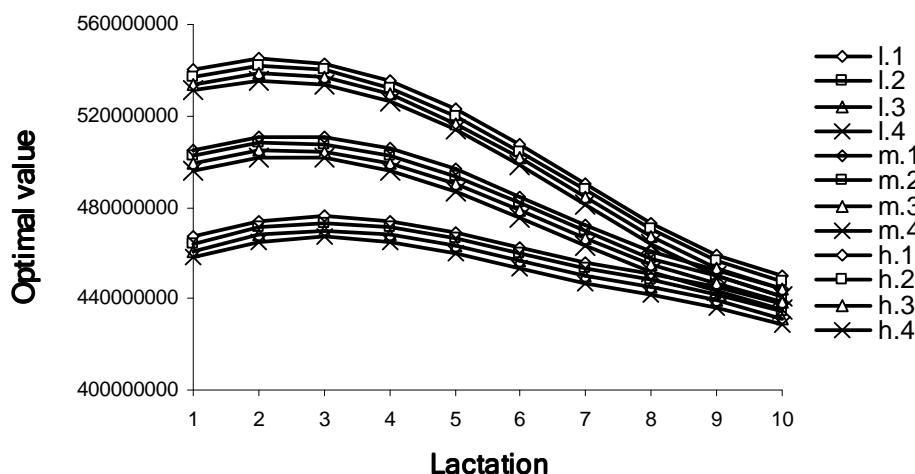


Fig. 1. Results of the studied model for the keeping or replacement of dairy cows based on the expected present values

شکل ۱- نتایج مدل مورد بررسی برای نگهداری یا جایگزینی دام شیری بر اساس ارزشهای حال انتظاری

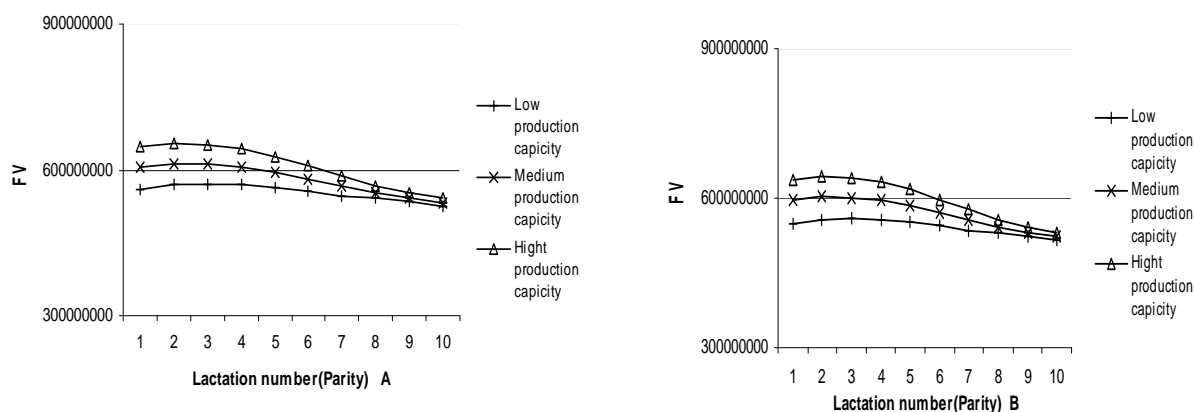


Fig. 2. Future Value (FV) of a cow in different lactations for three production abilities with ideal condition of pregnancy (A) and 120-days delay in impregnating (B)

شکل ۲- ارزش آتی یک گاو در دوره‌های مختلف شیردهی برای سه گروه ظرفیتی تولید با وضعیت آبستنی ایده‌آل (A) و با تاخیر ۱۲۰ روزه (B)

کاهش عمر بهینه گله می‌شود (Van Arendonk, 1985b). در این بررسی کاهش قیمت شیر به افزایش عمر بهینه گله و حذف کمتر گاوها منجر شد که با نتایج Kalantari *et al.*, (2010) و Cardoso *et al.* (1999) مطابقت دارد. از آنجائیکه مدل در پی حداکثر کردن سود ناشی از گاو شیری در طول زندگی دام است و در پایان هر دوره ارزش 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. محققان بیشترین تغییر در متوسط سن بهینه گله را وقتی قیمت شیر ۱۰ درصد

در این تحقیق اثر تغییر ۲۰ درصدی پارامترهای مرتبط با قیمت بر میانگین سن گله بررسی شد (جدول ۳). یکی از عوامل تاثیر گذار بر عمر بهینه گله، قیمت تلیسه است به طوریکه با افزایش قیمت تلیسه، تعداد کمتری گاو حذف می‌شود و عمر بهینه گله افزایش می‌یابد. در این حالت ارزش نگهداری گاو موجود در گله بیشتر از حالتی می‌شود که قیمت تلیسه پایین باشد. محققان اثر قیمت تلیسه بر عمر بهینه را گزارش کرده‌اند به طوریکه افزایش ۱۰ درصدی قیمت تلیسه یک تغییر ۲۵ ماهه را بر عمر بهینه گله داشته است (Cardoso *et al.*, 1999). در تحقیقی دیگر گزارش شده که کاهش قیمت تلیسه جایگزین، منجر به

جدول ۳- اثرات تغییرات ۲۰ درصدی پارامترهای مؤثر بر درصد حذف بر عمر بهینه گله و نرخ جایگزینی

Table 3. Effects of changes ( $\pm 20\%$ ) in parameters on optimal herd life and replacement rate

Parameter	Change (%)	Average herd life (yr)	Replacement (%)
Basic scenario		4.99	20.04
Price of replacement heifer	+20	5.32	18.79
	-20	4.82	20.74
Milk price	+20	4.82	20.74
	-20	5.32	18.79
Discount rate	+20	5.32	18.79
	-20	4.82	20.74

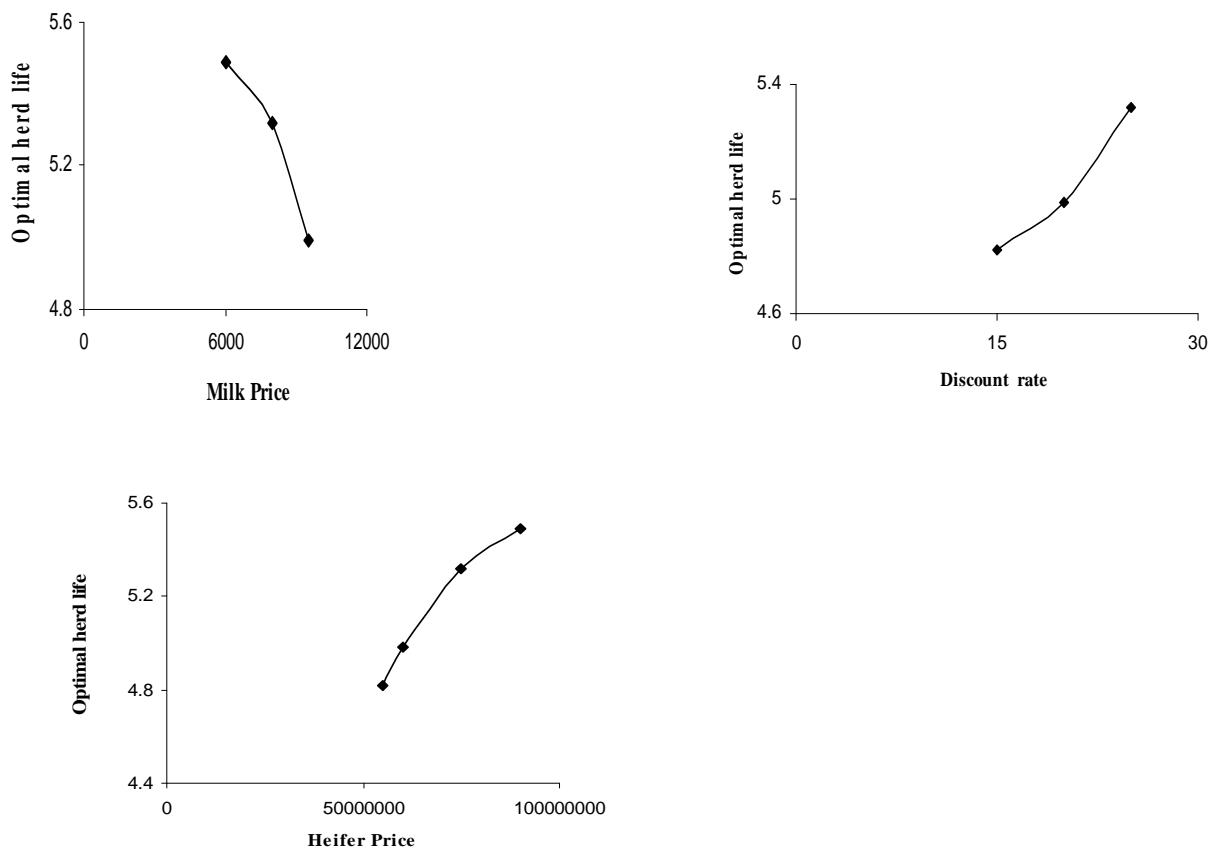


Fig. 3. Effects of changes in price of replacement heifer, milk price and interest rate on optimal herd life

شکل ۳- تاثیر تغییر در قیمت شیر، قیمت تلیسه و نرخ تنزیل بر عمر بهینه گله

تغییر در عمر بهینه گله را با تغییر در قیمت تلیسه، قیمت شیر و نرخ تنزیل نشان می‌دهد. 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 (Stewart *et al.*, 1977). لازم بذکر است که کاهش نرخ تنزیل، نیازمند ایجاد ثبات در ساختار کلی اقتصاد هر کشور است.

کاهش یافت گزارش کردند (Cardoso *et al.*, 1999). 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. به طوریکه با افزایش این فاکتور (کاهش نرخ تنزیل) درصد گاوهای حذفی بالا می‌رود و عمر بهینه گله کاهش می‌یابد. شکل ۳

## نتیجه گیری

آنجائیکه در بسیاری از گاوداری‌ها نرخ جایگزینی سالیانه محاسبه و درصد گاوهای حذف شده را مشخص می‌نمایند، بهتر است برای بهبود تصمیمات حذف، یک مطالعه آینده‌نگر صورت گیرد تا موجب تصمیمات حذف متفاوت در جهت سودآوری بیشتر توسط تولیدکنندگان شود.

بررسی مدل برنامه‌ریزی پویا در این تحقیق نشان داد که در صنعت پرورش گاو شیری برخی عوامل از جمله جلوگیری از نوسانات قیمت گوشت، شیر، نرخ بهره مناسب و کاهش تورم در جهت بهینه کردن سیاست‌های جایگزینی و حذف، سودآوری گله را افزایش خواهد داد و همچنین از

## فهرست منابع

- 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. *Journal of Dairy Science*, 82: 1449–1458.
- Cobby J. M. and Ledu Y. L. P. 1978. On fitting curves to lactation data. *Animal Production*. 26:127-133.
- Dekkers J. C. M. 2003. Design and economics of animal breeding strategies. Iowa State University, Iowa, USA.
- De Varies A. 2004. Economic value of delayed replacement when cow performance is seasonal. *Journal of Dairy Science*, 87: 2947–2958.
- De Varies A. 2006. Ranking dairy cows for future profitability and culling decisions. *Proceeding of 3<sup>th</sup> Florida and Georgia Dairy Road Show*.
- Heikkila A. M. 2008. Optimal replacement policy and economic value of dairy cows with diverse health status and production capacity. *Journal of Dairy Science*, 91: 2342–2352.
- 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. *Journal of Dairy Science*, 80:477-487.
- 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. *Livestock Production Science*, 88: 161–177.
- Korver S., Van Arendonk J. A. M and Koops W. J. 1985. A function for live weight change between two calving in dairy cattle. *Animal Production*, 40: 233-241.
- Mc Cullough D. A and Delorenzo M. A. 1996. Effect of price and management level on optimal replacement and insemination decision. *Journal of Dairy Science*, 79: 242–253.
- Miranda M. J. and Fackler P. L. 2002. *Applied computational economics finance*. MIT Press, Cambridge.
- SAS Institute. 2001. *SAS users guide: Statistics*. Version 9.12. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Schultz R. J. and Gröhn Y. T. 2001. Comparison of economically optimized culling recommendations and actual culling decisions of Finnish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 49: 29–39.
- 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. *Journal of Dairy Science*, 60: 602–617.
- Van Arendonk J. A. M. 1985a. A model to estimate the performance, revenues and costs of dairy cows under different production and price situations. *Journal of Agriculture System*, 16: 157-189.
- Van Arendonk J. A. M. 1985b. Studies on the replacement policies in dairy cattle II. Optimum policy and influence of changes in production and prices. *Livestock Production Science*, 13: 101–121.



## Parameters affecting optimal herd life of Holstein cows in North West of Iran using stochastic dynamic programming

R. Seyed Sharifi<sup>1</sup>, A. Shadparvar<sup>2\*</sup>, N. Ghavi Hossein-Zadeh<sup>3</sup>

1. Ph. D. Student of Animal Breeding, Department of Animal Science, University of Guilan

2. Associated Professor, Department of Animal Science, University of Guilan

3. Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Guilan

(Received: 22-6-2013- Accepted: 8-9-2013)

### Abstract

The objective of this study was to determine the optimal herd life of dairy cows in North West of Iran based on data collected from nine large herds of three provinces (Ardabil, East Azerbaijan and West Azerbaijan) and to assess its affecting factors using data on costs and revenues in 2012 and by stochastic dynamic programming. Variables used to describe the state of cows included lactation number at 10 levels, production ability at 3 levels and reproductive performance at 4 levels. Markov chain was used to incorporate the probability for each level of factors in determining the status of a cow. The objective function was the expected net present value of a cow in a 10-years horizon and the optimization criterion was to maximize this function. Using dynamic programming the optimal combination of the state variables was realized and hence the optimum herd life of the cows was estimated to be 4.99 years. Examination of optimal objective function in different states revealed that increasing the production level and reducing the calving interval resulted in higher expected net present value of cows. The effect of changes in price of heifers, milk and discount rates on optimal herd life was examined and it was found that by increasing heifer price, lowering milk price and increasing the discount rate, the culling rate was decreased and optimal herd life was increased.

**Key words:** Dynamic programming, Expected present value, Optimal herd life, Dairy cow

---

\*Corresponding author: shadparvar@yahoo.com