



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزشی علوم دامی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی علوم دامی گرایش ژنتیک و اصلاح نژاد دام

### عنوان:

**تعیین شاخص بهره‌وری اقتصادی و نرخ جایگزینی گله‌های شیری استان اردبیل با  
استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای**

اساتید راهنما:

دکتر رضا سیدشریفی

دکتر سعید نیک بین

اساتید مشاور:

دکتر نعمت هدایت ایوریق

دکتر جمال سیف دواتی

پژوهشگر:

مهدی زارع ولی محمدی

مهر ماه 1396

نام خانوادگی دانشجو: زارع‌ولی محمدی	نام: مهدی
عنوان پایان‌نامه: تعیین شاخص بهره‌وری اقتصادی و نرخ جایگزینی گله‌های شیری استان اردبیل با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای	
اساتید راهنما: دکتر رضا سیدشریفی، دکتر سعید نیک بین اساتید مشاور: دکتر نعمت هدایت ایوریق، دکتر جمال سیف دواتی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی‌ارشد رشته: علوم دامی گرایش: ژنتیک و اصلاح نژاد دام دانشگاه محقق اردبیلی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تاریخ دفاع: 96/7/26 تعداد صفحات: 95	
چکیده: هدف از این پژوهش تعیین شاخص بهره‌وری اقتصادی و نرخ جایگزینی گله‌های شیری استان اردبیل با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده از 13000 رأس گاو شیری، بر مبنای شرایط بازار در سال 1393 است. یکی از مهم‌ترین تصمیمات مدیریتی موثر بر سود دام‌داری، تعیین شاخص بهره‌وری و جایگزینی به موقع گاو شیری با تلیسه جوان است. در این تحقیق با استفاده از روش تحلیل سیستم، 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 موجود و به کمک جعبه ابزار Compecon زبان برنامه نویسی MATLAB نسبت به شبیه‌سازی یک مدل زیست‌اقتصادی اقدام شد. با توجه به درآمدها و هزینه‌ها و با استفاده از روش شبیه‌سازی اثر تغییر در هر یک از پارامترهای مدل یعنی آثار تغییر قیمت ماده خشک علوفه، تغییر قیمت ماده خشک کنسانتره، تغییر هزینه خوراک، وزن بلوغ، میانگین طول عمر، درآمد شیر، درآمد کل، قیمت پایه شیر و ... بررسی گردید. افزایش قیمت علوفه و کنسانتره و هزینه‌های غیر غذا، شاخص بهره‌وری را کاهش می‌دهد و افزایش تولید شیر و افزایش قیمت شیر به نرخ دولتی اثر مثبت بر شاخص بهره‌وری دارد. و 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. به کارگیری 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 در نتیجه افزایش شدت انتخاب و نیز باعث کاهش هزینه‌های سالانه جایگزینی به‌ازای هر رأس گاو در سال و افزایش میانگین تولید گله از طریق افزایش نسبت گاوهای مولد در رده‌های سنی بالاتر خواهد شد. متوسط عمر بهینه‌ی گله در این تحقیق 4/83 سال به‌دست آمد که تحت تأثیر قیمت تلیسه، فاکتور تنزیل و قیمت شیر است. قیمت سازه‌هایی نظیر شیر، گاو حذفی و تلیسه‌ی جایگزین روی تصمیم دامدار مبنی بر نگهداری یا حذف یک گاو از گله اثر دارند. حذف زود هنگام یک گاو به دلیل این‌که سرمایه‌ی اولیه خرید آن جبران نمی‌شود، ضرر اقتصادی را برای دامدار به‌همراه دارد و حذف دیرتر از زمان مناسب نیز سودآوری گله را کاهش داده و از جایگزینی یک دام دارای ژنتیک برتر و ظرفیت تولید بالاتر جلوگیری می‌کند. بنابراین تعیین طول عمر بهینه‌ی گله از اهمیت اساسی برخوردار است.	
کلید واژه‌ها: شاخص بهره‌وری، مدل زیست اقتصادی، عمر بهینه، گاو شیری.	

## فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
<b>فصل اول: مقدمه و هدف</b>	
1-1- مقدمه .....	2
1-2- هدف از انجام تحقیق .....	5
1-3- ضرورت و اهمیت پژوهش .....	5
1-4- سوالات اصلی پژوهش .....	6
1-5- فرضیات پژوهش .....	6
<b>فصل دوم: مبانی نظری پژوهش</b>	
2-1- اصلاح نژاد و اهداف آن .....	8
2-2- شبیه سازی .....	10
2-3- اهداف شبیه سازی .....	10
2-4- مدل و مدل سازی .....	11
2-5- طبقه بندی مدل های شبیه سازی .....	12
2-5-1- تقسیم بندی از نظر دخالت زمان .....	12
2-5-2- تقسیم بندی از نظر نوع متغیر .....	13
2-6- بهینه سازی .....	13

..... مدل مسائل بهینه سازی 2-6-1	14
..... دسته بندی مسائل بهینه سازی 2-6-2	15
..... دسته بندی بر مبنای طبیعت متغیرهای تصمیم 2-6-2-1	15
..... دسته بندی بر مبنای تصادفی یا قطعی بودن متغیرهای تصادفی 2-6-2-2	15
..... برنامه ریزی پویا و تاریخچه آن 2-7	16
..... دسته بندی مسائل برنامه ریزی پویا 2-8	18
..... برنامه ریزی پویای قطعی 2-8-1	18
..... برنامه ریزی پویای احتمالی 2-8-2	19
..... نرخ بهره وری یا نرخ تنزیل 2-9	20
..... زنجیره مارکوف 2-10	21
..... حالت سیستم 2-10-1	22
..... احتمالات گذار 2-10-2	23
..... چگونگی تصمیم بهینه برای جایگزینی 2-11	25
..... طول عمر، عمر بهینه و جایگزینی 2-12	26
..... جریان نقدینگی، درآمد و هزینه در گله های شیری 2-13	28
..... مدل زیست-اقتصادی 2-14	30

..... مزایا و معایب مدل زیست-اقتصادی	1-14-2	31
..... راندمان اقتصادی (بهره‌وری) سامانه تولید	2-15	31
..... شاخص بهره‌وری	2-16	33

### فصل سوم: مواد و روش پژوهش

..... معرفی شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان	3-1	36
..... سیستم تولیدی مورد بررسی	3-2	37
..... روش محاسبه‌ی سود	3-3	40
..... محاسبه‌ی درآمدها	3-4-1	40
..... درآمد حاصل از فروش گوساله‌ی نر	3-4-1-1	40
..... درآمد حاصل از فروش تلیسه‌های مازاد	3-4-1-2	40
..... درآمد حاصل از گاو حذفی	3-4-1-3	41
..... درآمد حاصل از فروش شیر	3-4-1-4	41
..... محاسبه‌ی هزینه‌های متغیر	3-4-2	42
..... هزینه‌ی بازاریابی گوساله‌ی نر	3-4-2-1	42
..... هزینه‌ی تغذیه‌ی تلیسه‌ی ماده تا از شیرگیری	3-4-2-2	42
..... هزینه‌ی تغذیه‌ی تلیسه‌ی ماده از زمان شیرگیری تا 18 ماهگی	3-4-2-3	43
..... هزینه‌ی تغذیه‌ی تلیسه‌ی ماده از 18 ماهگی تا سن اولین زایش	3-4-2-4	44
..... مجموع هزینه‌های تغذیه‌ی تلیسه‌ی ماده از تولد تا اولین زایش	3-4-2-5	45
..... هزینه‌ی بهداشتی تلیسه‌ی ماده از تولد تا شیرگیری	3-4-2-6	45

..... هزینه‌ی بهداشتی تلیسه‌ی ماده از زمان شیرگیری تا 18 ماهگی	45
..... هزینه‌ی بهداشتی تلیسه‌ی ماده از 18 ماهگی تا اولین زایش	45
..... مجموع هزینه‌های بهداشتی تلیسه‌ی ماده از تولد تا اولین زایش	45
..... هزینه‌های نیروی انسانی تلیسه‌ی ماده	45
..... هزینه‌های تولیدمثلی تلیسه‌ی ماده	45
..... هزینه‌های بازاریابی تلیسه‌ی ماده	46
..... هزینه‌های تغذیه هر رأس گاو	46
..... هزینه‌های بازاریابی شیر	46
..... هزینه‌ی بازاریابی گاوهای حذفی	47
..... بهینه‌سازی و تعیین عمر بهینه	47
..... شاخص بهره‌وری	50

### فصل چهارم: نتایج و بحث

..... برآورد اجزای درآمدی و هزینه‌ای	52
..... افزایش و کاهش درآمدها و هزینه‌ها بر شاخص بهره‌وری	55
..... تغییر قیمت هر کیلوگرم ماده خشک علوفه	56
..... تغییر قیمت هر کیلوگرم ماده خشک کنساتره	58
..... تغییر وزن بلوغ	60
..... تغییر میانگین طول عمر گله	62

..... تغییر هزینه نیروی انسانی 4-2-5	63
..... تغییر در هزینه‌ی تولیدمثل 4-2-6	65
..... تغییر هزینه کل 4-2-7	66
..... تغییر تولید شیر 4-2-8	68
..... تغییر قیمت پایه‌ی شیر 4-2-9	70
..... تغییر درصد چربی شیر 4-2-10	72
..... تغییر هزینه بهداشت 4-2-11	73
..... تغییر درآمد شیر 4-2-12	75
..... تغییر نرخ بقای گوساله 4-2-13	77
..... تغییر درآمد حاصل از فروش گوساله 4-2-14	79
..... تغییر درآمد کل 4-2-15	81
..... تغییر تعداد روز باز 4-2-16	82
..... عمر بهینه و نرخ جایگزینی 4-3	84
..... اثر تغییر در قیمت شیر بر عمر بهینه گله 4-3-1	85
..... اثر تغییر در فاکتور تنزیل بر عمر بهینه گله 4-3-2	86
..... اثر تغییر در قیمت تلیسه بر عمر بهینه گله 4-3-3	87
..... نتیجه‌گیری 4-4	88
..... پیشنهادات 4-5	90
..... منابع 91	

فصل اول:

**مقدمه و هدف**



## 1-1- مقدمه

تقریباً از 10 هزار سال پیش که انسان به اهلی کردن حیوانات همت گمارده، تولیدات دامی برای او اهمیت روزافزونی یافته است. بهره‌گیری از شیر، گوشت، چرم، نیروی کار و حمل و نقل مهمترین کاربردهای دام‌های اهلی محسوب می‌شوند (لاریمی، 1380). صنعت دامپروری به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین بخش‌های تولید مواد پروتئینی و لبنی اهمیت به‌سزایی در تغذیه انسان‌ها دارد. علاوه بر تأمین مواد غذایی، این صنعت نقش مهمی در اشتغال و ایجاد فرصت‌های جدید شغلی دارد (گلباف، 1384).

تعیین اهداف اصلاحی اولین گام در توسعه ساختار برنامه‌های اصلاح نژادی می‌باشد (هاریس، 1970). هدف اصلاح نژاد، تابعی از صفات مختلفی است که بهبود ژنتیکی آن‌ها سبب افزایش راندمان اقتصادی سیستم تولید می‌شود (آمر و همکاران، 1998). یکی از سودمندی‌های راندمان اقتصادی، به‌عنوان معیار مقایسه سود، این است که راندمان اقتصادی به دست آمده مستقل از واحدهای مورد استفاده در محاسبه درآمد و هزینه می‌باشد. محور اصلی برنامه‌های اصلاح نژاد دام، از نظر بسیاری از متخصصان این رشته بالا بردن بهره‌وری یک واحد دامپروری در یک بخش در مقایسه با سایر واحدهای همان بخش (مثل بهره‌وری یک واحد گاوداری دیگر) می‌باشد. بر اثر بالا رفتن بهره‌وری واحدهای تولیدکننده، به وسیله برنامه‌های اصلاح نژاد بازده سرمایه‌گذاری و در نتیجه تمایل برای سرمایه‌گذاری افزایش یافته و توسعه حاصل از این برنامه به نفع مصرف‌کنندگان خواهد بود. در این حالت به نظر می‌رسد از نظر اهداف اصلاح نژاد دام، بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان هماهنگی وجود دارد. اما همیشه چنین نیست و در مواردی ممکن است بین منافع این دو گروه تعارض وجود داشته باشد. به‌عنوان مثال اگر در کوتاه مدت افزایش سود گاوداران به افزایش تولید شیر بستگی داشته باشد بین منافع آن‌ها سیاست سهمیه بندی شیر که توسط دولت برای تأمین منافع کلی جامعه اتخاذ می‌شود تضاد وجود خواهد داشت. بنابراین در تعریف اهداف اصلاح نژاد دام باید مشخص شود که منافع کدام گروه (تولیدکنندگان یا مصرف‌کنندگان)

مورد نظر است. با توجه به این که اهداف اصلاح نژاد بالا بردن بهره‌وری یا راندمان اقتصادی سامانه تولید تعریف می‌شود، بنابراین شرایط اقتصادی، سیاست قیمت‌گذاری، هزینه‌های تولید و دیگر عوامل بر روی آن تاثیر می‌گذارند. معمولاً انواع شرایط اقتصادی و تولیدی در اثر ترکیب این عوامل به وجود می‌آید که نمی‌توان برای هر یک از آن‌ها اهداف اصلاح نژاد ویژه‌ای تعریف کرد (شادپرور و همکاران، 1376).

به طوری که یکی از کاراترین شاخص‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی، شاخص بهره‌وری است. این شاخص قابلیت آن را دارد تا فعالیت یک واحد بهره‌بردار را نسبت به وضعیت مطلوب مقایسه کرده و میزان تغییرات کمی و کیفی صورت گرفته در واحد تولیدی را نشان دهد. بهره‌وری در حقیقت رابطه بین ستانده و نهاده‌های یک سیستم را مورد بررسی قرار می‌دهد. این سیستم را می‌توان در سطح فرد، سازمان، واحد کشاورزی یا کلان جامعه تعریف کرد. اگر شاخص بهره‌وری  $P = O / I$  بزرگتر از یک باشد، یعنی ورودی و خروجی سیستم برابر نیست و سرانجام رابطه بین ستانده و نهاده می‌تواند به شکل دیگری نیز درآید و آن اینکه نسبت ستانده‌ها از نهاده‌ها کمتر از یک باشد، در این حالت سیستم را نابهرور یا دارای بهره‌وری منفی می‌نامند (شادپرور و چیدری، 1377). با توجه به درآمد و هزینه‌ها و با استفاده از روش شبیه‌سازی اثر تغییر در هر یک از پارامترهای مدل یعنی آثار تغییر قیمت ماده خشک علوفه، تغییر قیمت ماده خشک کنسانتره، تغییر هزینه غذا، تغییر هزینه غیرغذا، تغییر میانگین تولید شیر، تغییر طول عمر گله، تغییر قیمت پایه شیر به نرخ دولتی و اضافه پرداخت به ازای درصد چربی اضافی بر روی معیار بهره‌وری بررسی کردند و گزارش کردند، افزایش قیمت علوفه کنسانتره و هزینه‌های غیرغذا، شاخص بهره‌وری را کاهش می‌دهد و افزایش میانگین طول عمر گله، درصد زایش مفید، افزایش قیمت شیر به نرخ دولتی و افزایش تولید شیر اثر مثبت بر روی شاخص بهره‌وری دارد.

در علوم دامی شبیه‌سازی در مدیریت گله‌های شیری، بررسی عملکرد اقتصادی سیستم تولید و ارزیابی برنامه‌های بهبود و پیشرفت ژنتیکی کاربرد بسیار داشته و تحقیقات صورت می‌گیرد (کارت رایت، 1979). بغرض در مدل زیست اقتصادی جنبه‌های اقتصادی و بیولوژیکی مربوط به سیستم تولید به صورت مجموعه از معادلات تعریف می‌شوند (دیکرز، 2003). همچنین با استفاده از مدل‌های زیست اقتصادی می‌توان روابط بین تعداد زیادی از عوامل موثر بر سیستم تولید را به طور همزمان در نظر

گرفت (آلبرا و همکاران، 2004). مدل زیست‌اقتصادی حاوی سه بخش اساسی است که شامل: طراحی ساختار گله، محاسبه جزئیات تابع سود برای سیستم‌های تولیدی تعریف شده (ورودی‌ها و خروجی‌ها) و توصیف ریاضی فرآیندهای موجود در هر سیستم تولیدی است (کارت رایت، 1979). در واحدهای دامپروری به ویژه در گاو‌داری‌های شیری طول عمر دام‌ها از اهمیت زیادی برخوردار بوده زیرا که این صفت سود خالص را به میزان زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهد. افزایش طول عمر سبب کاهش هزینه‌های مرتبط با پرورش یا خرید تلیسه‌های جایگزین در گله می‌شود و از سویی دیگر میانگین تولید گله به دلیل افزایش نسبت گاوهای که در دوره‌های شیردهی بالاتری قرار دارند افزایش می‌یابد. که در این حالت حیوانات کمتری جایگزین شده و شدت انتخاب بیشتری برای گاوهای ماده امکان پذیر است.

طول عمر تولیدی به عنوان تعداد روز بین اولین زایش تا زمان حذف حیوان تعریف می‌شود (اشنایدر و همکاران، 2004). افزایش طول عمر تولیدی از جنبه‌های اقتصادی، محیط زیستی و رفاه دام حائز اهمیت است. این امر باعث کاهش هزینه‌های مربوط به پرورش یا خرید گاوهای ماده جایگزین می‌شود. افزایش طول عمر سبب کاهش حذف غیر اختیاری و افزایش فرصت حذف اختیاری و در نتیجه سبب افزایش شدت انتخاب خواهد شد (باتچر و همکاران، 1999). 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 (ویژل و همکاران، 1995). تصمیم‌های بهینه جایگزینی به عنوان یکی از مهمترین عوامل موثر بر سود دامداری‌ها شناخته می‌شوند، که این تصمیمات بطور مستقیم تحت تاثیر نوسانات قیمت شیر، قیمت لاشه و هزینه جایگزینی قرار می‌گیرند. استفاده از برنامه‌ریزی پویا دارای مزایایی نسبت به دیگر تکنیک‌های بهینه‌سازی نیز هست. در برنامه‌ریزی پویا الزامی به خطی بودن روابط بین متغیرها، برقراری فرض تناسب و غیر احتمالی بودن متغیرها نیست. به عبارت دیگر برنامه‌ریزی پویا، توانایی حل مسائل خطی یا غیر خطی، احتمالی یا غیر احتمالی، با متغیرهای پیوسته و یا عدد صحیح را دارا می‌باشد برنامه‌ریزی پویا برای حل مسائلی استفاده می‌شود که مرحله‌ای هستند. هر مساله به چند مساله جزئی تبدیل می‌شود. در مرحله اول جواب مساله جزئی تعیین می‌شود، سپس جواب آنها با هم جمع می‌شود و جواب کلی

مساله بدست می آید. برنامه ریزی پویا شامل مرحله<sup>۱</sup>، وضعیت یا حالت<sup>۲</sup> و سیاست بهینه است. 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. 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 دوره ها یا مراحل تقسیم می شود. در هر مرحله وضعیت سیستم مشاهده شده و یک تصمیم مرتبط با سیستم گرفته می شود. تصمیم گرفته شده بصورت قطعی یا تصادفی، وضعیت سیستم در مرحله بعد را تحت تاثیر قرار می دهد. هر مرحله به تعدادی حالت وابسته است. چندین مدل برنامه ریزی پویا برای تصمیم سازی بهینه جایگزینی در گله های شیری ارائه شده است دوریس(2004) و ون آرندونک(1985). کاردسو(1999) بهینه سازی سیاست جایگزینی و تلقیح را در گاوهای شیری با محاسبه درآمدها، هزینه ها و احتمالات حذف ماهیانه گزارش کرده اند. هیکالیا و همکاران(2008) بهینه سازی سیاست های جایگزینی را با استفاده از روش برنامه ریزی پویا برای وضعیت های مختلف تولیدی و سلامتی گزارش کرده اند. در ایران نیز کلانتری و همکاران(2010)، سید شریفی و همکاران با استفاده از برنامه ریزی پویا به بررسی سیاست بهینه جایگزینی دام پرداختند.

## 1-2- هدف از انجام تحقیق

هدف از این پژوهش تعیین شاخص بهره‌وری اقتصادی و پارامترهای مرتبط با درصد جایگزینی در گله گاوهای شیری با بهینه سازی سامانه تولید می باشد.

## 1-3- ضرورت و اهمیت پژوهش

استفاده از روش های نوین در زمینه بررسی بهره‌وری گاوهای شیری دارای اهمیت زیادی است. بهره‌وری در حقیقت رابطه‌ی بین ستانده‌ها و نهاده‌های یک سیستم را مورد بررسی قرار می دهد. این سیستم را می توان در سطح فرد، سازمان، واحد کشاورزی یا کلان جامعه تعریف کرد. اگر شاخص بهره‌وری بزرگتر از یک باشد، یعنی ورودی و خروجی سیستم برابر است و همچنین رابطه بین ستانده و نهاده می تواند به شکل دیگری نیز درآید و آن اینکه نسبت ستانده‌ها از نهاده‌ها کمتر از یک باشد، در این

---

1-Stage  
2-State

حالت سیستم را نابهره‌ور یا دارای بهره‌وری منفی می‌نامند. بهره‌وری فیزیکی از نسبت ستانده به نهاده استفاده می‌شود. اما از دیدگاه اقتصاددانان به خاطر تناوب نهاده و ستانده‌ها سنجش بهره‌وری ارزشی مناسب‌تر است (سابرو و همکاران، 1994). هزینه‌های مرتبط با پرورش تلیسه‌های جایگزین تقریباً 20٪ از کل هزینه‌های یک گله شیری را به خود اختصاص می‌دهد. گرچه بیشتر کردن 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. لذا هر قدر طول عمر یا ماندگاری افزایش یابد، نگهداری حیوان سود بیشتری در پی خواهد داشت. طبق آمار شرکت تعاونی وحدت در استان اصفهان، میانگین عمر گله‌های گاو شیری استان از سال 1388 تا 1390 روند کاهشی قابل توجه داشته و به ترتیب از 5/6 سال به 5/4 سال و سپس به 4/9 سال رسیده است. که هنوز با سطح معمولی آن که بالاتر از 7 سال است تفاوت قابل توجهی دارد. طول عمر زیاد باعث کاهش هزینه‌های جایگزینی در گله می‌شود و با افزایش فاصله تجدید نسل سن گله را به طرف گاوهای مسن‌تر و پیرتر تغییر می‌دهد.

#### 4-1- سوالات اصلی پژوهش

1- عوامل موثر بر نرخ جایگزینی در گاوهای شیری که مرتبط با قیمت می‌باشند به چند نحو تغییر می‌یابند؟

2- آیا در سیستم تولیدی مورد بررسی شاخص بهره‌وری اقتصادی سودآور یا زیان‌ده می‌باشد؟

#### 5-1- فرضیات پژوهش

1- بین عوامل موثر بر جایگزینی و عوامل تاثیرگذار بر شاخص بهره‌وری تفاوت وجود دارد.

2- بین عوامل موثر بر جایگزینی و عوامل تاثیرگذار بر شاخص بهره‌وری تفاوت وجود ندارد.

فصل دوم:

**مبانی نظری پژوهش**

## 2-1- اصلاح نژاد و اهداف آن

توجه به دامپروری و تولید بیشتر محصولات دامی برای هر کشوری حائز اهمیت بوده و پیشرفت اقتصادی هر جامعه به سطوح تولیدات دامی و زراعی آن وابسته است (بونرجی، 2002). صنعت پرورش گاو شیری یکی از فعالیت‌هایی است که همواره تحت تاثیر نوسانات اقتصادی بوده و متحمل تنش‌های زیادی می‌شود. مدت‌هاست که افزایش قیمت نهاده‌های خوراک دامی، تبدیل به معضل حل‌نشده با افت و خیزهای فراوان شده و بر همین اساس، صنعت دامپروری را با مشکلات بسیاری روبرو ساخته است طوری که تعداد زیادی از واحدهای دامپروری به دلیل نداشتن توجه اقتصادی از چرخه تولید خارج شده اند (سیدشریفی و همکاران، 1392). هدف از اصلاح نژاد دام حداکثر نمودن سودآوری یا بازده اقتصادی از طریق شایستگی ژنتیکی حیوانات در نسل‌های آینده است. به طور کلی هدف از اصلاح نژاد دام، به دست آوردن نسل جدیدی از حیوانات است که نسبت به نسل قبل از آن در شرایط آینده، تولیدی اقتصادی‌تر داشته باشد (گروئن، 1989). در تشکیل ساختار برنامه‌های اصلاحی، تعریف اهداف اصلاح نژاد در قدم اول قرار دارد (لاش، 1937). هدف اصلاح نژاد تابعی از صفاتی است که بهبود ژنتیکی آن‌ها سبب افزایش کارایی اقتصادی سیستم تولید می‌شود (آمر و همکاران، 1998). هر صفت در اهداف اصلاحی دارای یک ارزش اقتصادی می‌باشد که نشان‌دهنده آن صفت در تحقق اهداف برنامه‌های اصلاح نژادی می‌باشد (اسمیت، 1986). اهداف اصلاح نژاد عموماً حداکثر نمودن پیشرفت در راندمان اقتصادی سیستم تولید از طریق افزایش در میانگین صفات به صورت تابعی خطی از ارزش ارثی برای صفات دارای اهمیت اقتصادی تعریف می‌شود (هازل، 1943). ارزش هر حیوان بر اساس عملکرد تجمعی چند صفت است، بنابراین هدف اصلاح نژاد بر اساس میزان اهمیت اقتصادی آن صفات می‌باشد.

تعیین اهداف اصلاحی اولین گام در توسعه ساختار برنامه‌های اصلاح نژادی می‌باشد (هاریس، 1970). هدف اصلاح نژاد، تابعی از صفات مختلفی است که بهبود ژنتیکی آن‌ها سبب افزایش راندمان اقتصادی سیستم تولید می‌شود (آمر و همکاران، 1998). یکی از سودمندی‌های راندمان اقتصادی، به عنوان معیار

مقایسه سود، این است که راندمان اقتصادی به دست آمده مستقل از واحدهای مورد استفاده در محاسبه درآمد و هزینه می باشد. محور اصلی برنامه‌های اصلاح نژاد دام، از نظر بسیاری از متخصصان این رشته بالا بردن بهره‌وری یک واحد دامپروری در یک بخش در مقایسه با سایر واحدهای همان بخش (مثل بهره‌وری یک واحد گاو‌داری دیگر) می باشد. به طوری که یکی از کاراترین شاخص‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی، شاخص بهره‌وری است. این شاخص قابلیت آن را دارد تا فعالیت یک واحد بهره‌بردار را نسبت به وضعیت مطلوب مقایسه کرده و میزان تغییرات کمی و کیفی صورت گرفته در واحد تولیدی را نشان دهد. بهره‌وری در حقیقت رابطه بین ستانده و نهاده‌های یک سیستم را مورد بررسی قرار می دهد. این سیستم را می توان در سطح فرد، سازمان، واحد کشاورزی یا کلان جامعه تعریف کرد. اگر شاخص بهره‌وری بزرگتر از یک باشد، یعنی ورودی و خروجی سیستم برابر نیست و سرانجام رابطه بین ستانده و نهاده می تواند به شکل دیگری نیز درآید و آن اینکه نسبت ستانده‌ها از نهاده‌ها کمتر از یک باشد، در این حالت سیستم را نابه‌رور یا دارای بهره‌وری منفی می خوانیم. با توجه به درآمد و هزینه‌ها و با استفاده از روش شبیه سازی اثر تغییر در هر یک از پارامترهای مدل یعنی آثار تغییر قیمت ماده خشک علوفه، تغییر قیمت ماده خشک کنسانتره، تغییر هزینه غذا، تغییر هزینه غیر غذا، تغییر میانگین تولید شیر، تغییر طول عمر گله، تغییر قیمت پایه شیر به نرخ دولتی و اضافه پرداخت به ازای درصد چربی اضافی بر روی معیار بهره‌وری بررسی گردید. افزایش قیمت علوفه کنسانتره و هزینه‌های غیر غذا، شاخص بهره‌وری را کاهش می دهد و افزایش میانگین طول عمر گله ، درصد زایش مفید ، افزایش قیمت شیر به نرخ دولتی و افزایش تولید شیر اثر مثبت بر روی شاخص بهره‌وری دارد (شادپرور و چیدری، 1377).

طول عمر تولیدی به عنوان تعداد روز بین اولین زایش تا زمان حذف حیوان تعریف می‌شود (اشنایدر و همکاران، 2004). افزایش طول عمر تولیدی از جنبه‌های اقتصادی، محیط زیستی و رفاه دام حائز اهمیت است. این امر باعث کاهش هزینه‌های مربوط به پرورش یا خرید گاوهای ماده جایگزین می‌شود (باتچر و همکاران، 1999). افزایش طول عمر سبب کاهش حذف غیر اختیاری و افزایش فرصت حذف اختیاری و در نتیجه سبب افزایش شدت انتخاب خواهد شد (باتچر و همکاران، 1999). 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 (ویژل و همکاران، 1995). تصمیم‌های بهینه جایگزینی به عنوان یکی از مهمترین عوامل موثر بر سود دامداری‌ها شناخته می‌شوند، که این تصمیمات بطور مستقیم تحت تاثیر نوسانات قیمت شیر، قیمت لاشه و هزینه جایگزینی قرار می‌گیرند. به طوری که در اثر افزایش طول عمر تولیدی، درآمد حاصل از فروش تلیسه مزاد زیاد می‌شود که علت آن کم شدن نرخ جایگزینی است. همین امر سبب کاهش هزینه‌های پرورش تلیسه هم می‌شود. درآمد حاصل از فروش گاو حذفی در اثر افزایش این صفت کم می‌شود. این نکته دارای اهمیت است که در سیستم‌های تولیدی مربوط به گاو دورگ و هلشتاین، تلیسه بر اساس هر راس فروخته می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت تلیسه و ارزش هر کیلوگرم وزن بر نوع سیاست جایگزینی گله و نیز سودمندی سیستم تولیدی اثر دارد (ون آندروک و همکاران، 1985).

## 2-2- شبیه سازی<sup>۳</sup>

شبیه سازی را هر نوع مدل یا نمایشی از یک شیء یا سیستم تلقی می‌کنند. ولی تعریف جامع شبیه سازی عبارت است از: فرآیندی که در طی آن، به کمک یک مدل طراحی شده از روی سامانه واقعی آزمایشاتی صورت می‌گیرد تا به کمک این آزمایش‌ها اهداف زیر حاصل شود:

1- به رفتار سامانه پی برده شود.

2- راه کارهای گوناگون برای عملیات سامانه، در محدوده ای مشخص و معین مورد ارزیابی واقع گردد (شانن و همکاران، 1975).

مدل‌های مورد استفاده در شبیه سازی، اغلب مدل‌های ریاضی هستند. مدل‌های ریاضی قادرند رابطه‌ی اجزای مختلف سامانه را در قالب یک یا چند سامانه نشان دهند.

## 3-2- اهداف شبیه سازی

به طور کلی طرح‌های شبیه سازی، سه هدف کلی رو دنبال می‌کنند (شانن و همکاران، 1997):

1- توصیف رفتار سیستم‌ها

2- ارائه تئوری‌هایی که رفتار مشاهده شده در سیستم را توجیه کنند.

3- استفاده از تئوری‌های مزبور برای پیشگویی رفتار آینده‌ی سیستم، در اثر تغییراتی که در سیستم ایجاد می‌شود.

برای اهداف شبیه سازی، توصیف یک سیستم شامل دو مرحله است (شانن و همکاران، 1997):

1- نمایش ایستا

2- نمایش پویا

در مرحله‌ی اول، سیستم، زیر سیستم‌ها و اجزای آن‌ها تعریف شده و روابط بین آن‌ها مشخص می‌شوند. در مرحله‌ی دوم، حالات مختلف سیستم در اثر تغییر در عناصر آن مورد بررسی قرار گرفته و روابط بین این حالات تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که حالت سیستم در یک لحظه‌ی مشخص، شامل مجموعه‌ای از خصوصیات است که سیستم در آن زمان بروز می‌دهد (شانن و همکاران، 1997).

فرآیند شبیه سازی از روی یک سیستم، تا حد زیادی بر ذوق و سلیقه‌ی شخصی استوار است. درک محقق از کلیت سیستم و شناخت جزئیات آن، امری حیاتی است. این اعتماد به تشخیص و تخصص در تمامی مراحل کار، شامل انتخاب بهترین و سودمندترین روش تصمیم‌گیری در مورد انتخاب اجزاء، طراحی مدل شبیه سازی، انجام آزمایش با آن و تفسیر و تحلیل نتایج، ساری و جاری است. رفتار کل سیستم و بهره‌وری نهایی آن، به روابط میان عناصر آن و عمل متقابل آن‌ها بستگی دارد. در جریان کار با سیستم‌ها، می‌توان به اهمیت ارتباطات پی برد. اولین قدم در ایجاد هر مدل شبیه سازی، مشخص کردن هدف آن است. اساساً چیزی به عنوان مدل بی‌همتای یک سیستم وجود ندارد. هر سیستم با توجه به هدف مورد نظر آن ممکن است به صورت‌های مختلف شبیه سازی گردد. عناصر و روابط را نیز باید برای انجام هدف تعیین شده، انتخاب نمود. به طور کلی در امر تعریف سیستم باید به هنر، تجربه، مشهودات، مشورت و فرضیه اعتماد کرد (شانن و همکاران، 1997).

## 2-4- مدل و مدل سازی

مدل نمایشی از یک شیء سیستم و یا ایده به شکل غیر از آن چه که خود آن پدیده دارد، می‌باشد (شانن و همکاران، 1997). مدلی که از روی یک پدیده ساخته می‌شود، از نظر انطباق می‌تواند به دو صورت باشد (شانن و همکاران، 1997):

1- یک کپی دقیق و کامل از پدیده مزبور باشد (هر چند که از مواد دیگر و یا در مقیاسی دیگر ساخته شده باشد).

2- دربردارنده خواص برجسته و اساسی پدیده مزبور باشد.

انسان همواره برای بیان ایده‌ها و نمایش اشیاء از مفهوم مدل استفاده نموده است. امروزه دانشمندان تقریباً بدون استثنا معتقدند که یکی از عوامل مهم و ضروری برای حل مسائل، ساختن مدل و استفاده از آن برای حل مساله است.

مدل‌ها از نظر کارکرد، به دو دسته تقسیم می‌شوند (شانن و همکاران، 1975):

1- مدل‌های توصیفی: این مدل‌ها برای توضیح یا فهم یک پدیده به کار می‌روند.

2- مدل‌های تحلیلی: این مدل‌ها برای پیش بینی رفتار یک پدیده در موقعیت‌های مختلف به کار می‌روند.

یک مدل تحلیلی، همواره توصیفی نیز می‌باشد ولی عکس این موضوع ممکن است صادق نباشد.

## 5-2- طبقه بندی مدل‌های شبیه سازی

مدل‌ها را از دیدگاه‌های مختلفی می‌توان تقسیم کرد که رایج‌ترین آن در علوم کشاورزی به سه دسته تقسیم می‌شود.

## 1-5-2- تقسیم بندی از نظر دخالت عامل زمان

از نظر دخالت عامل زمان، مدل‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

1- مدل ایستا

2- مدل پویا

در مدل‌های ایستا، پارامترهای مدل، ثابت و بی‌تغییر فرض شده و عامل زمان به طور مستقیم یا غیرمستقیم در آن وارد نمی‌شود. به عبارت دیگر، در این مدل هر کدام از مولفه‌های رفتاری سامانه که وابسته به زمان باشند، نادیده گرفته شده یا اثرشان خنثی خواهد شد. البته مدل‌های ایستا، به دلیل حضور عامل زمان در تمامی ابعاد عالم، همواره دارای قدری تقریب هستند. هر چقدر معادله ریاضی مدل بتواند سامانه را بهتر توصیف کند، این تقریب نیز به واقعیت نزدیک خواهد بود. در مقابل،

در مدل های پویا عامل زمان به طور مستقیم و غیر مستقیم دخالت داده می شود. طبیعتاً این مدل ها انطباق بیشتری با واقعیات سیستم داشته و به همین دلیل نیز کارکردن با آن ها قدری مشکل تر است (شانن و همکاران، 1975).

## 2-5-2- تقسیم بندی از نظر نوع متغییر

مدل ها از این نظر به دو دسته تقسیم می شوند:

1- مدل های قطعی

2- مدل های احتمالی

در مدل های قطعی، کمیت مورد نظر بدون دخالت دادن توزیع احتمال آن پیش گویی می شود. ولی در مدل های احتمالی که دربرگیرنده عناصر تصادفی یا توزیع های احتمالی هستند، علاوه بر پیش بینی مقدار کمیت مورد نظر، ویژگی های توزیعی آن مانند واریانس، انحراف معیار یا حدود دامنه ی اطمینان پیش بینی مزبور نیز محاسبه می گردد. هر چه عدم قطعیت در رفتار یک سامانه بیشتر باشد، اهمیت به کارگیری مدل های احتمالی برای آن نیز افزون تر خواهد شد (شانن و همکاران، 1975).

## 2-6- بهینه سازی<sup>۴</sup>

بهینه سازی هنر یافتن بهترین جواب در بین وضعیت های موجود است. بهینه سازی در طراحی و نگه داری بسیاری از سیستم های مهندسی، اقتصادی و حتی اجتماعی به منظور حداقل کردن هزینه لازم و یا حداکثر کردن سود کاربرد دارد. به دلیل کاربرد وسیع بهینه سازی در علوم متفاوت، این مبحث گسترش یافته است، به طوری که در ریاضیات، مدیریت، صنایع و بسیاری از شاخه های علوم مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد و حتی نام های متفاوتی از قبیل " برنامه ریزی ریاضی<sup>۵</sup> " و " تحقیق در عملیات<sup>۶</sup> " برای اشاره به مباحث بهینه سازی به کار می رود. هدف از بهینه سازی یافتن بهترین جواب قابل قبول، با توجه به محدودیت ها و نیازهای مسأله است. برای یک مسأله، ممکن است جواب های مختلفی موجود باشد که برای مقایسه آنها و انتخاب جواب بهینه، تابعی به نام تابع هدف تعریف

---

<sup>4</sup>- Optimization

<sup>5</sup>- Mathematical Programming

<sup>6</sup>- Operation research

می‌شود. انتخاب این تابع به طبیعت مسأله وابسته است. انتخاب تابع هدف مناسب یکی از مهم‌ترین گام‌های بهینه‌سازی است.

## 1-6-2- مدل مسائل بهینه‌سازی

برای حل و بررسی یک مسأله بهینه‌سازی، در ابتدا باید آن را مدل نمود. مدل کردن به این معنی است که مسأله را با متغیرها و روابط ریاضی توصیف کنیم، به طوری که مسأله بهینه‌سازی را شبیه سازی کند.

برای استخراج مدل ریاضی یک مسأله بهینه‌سازی باید چهار مولفه زیر به طور کامل مشخص گردد.

(1) یک مجموعه از متغیرها  $x_1, \dots, x_n$  موسوم به متغیر بهینه‌سازی<sup>7</sup> یا متغیر تصمیم<sup>8</sup>.

یک تابع موسوم به تابع هدف<sup>9</sup> یا تابع معیار<sup>10</sup> که روی متغیرهای تصمیم اعمال می‌شود و یک مقدار حقیقی را برمی‌گرداند و باید این تابع مینیمم یا ماکزیمم (بهینه) گردد.

برای حل و بررسی یک مسأله بهینه‌سازی، در ابتدا باید آن را مدل نمود. مدل کردن به این معنی است که مسأله را با متغیرها و روابط ریاضی توصیف کنیم، به طوری که مسأله بهینه‌سازی را شبیه‌سازی کند.

برای استخراج مدل ریاضی یک مسأله بهینه‌سازی باید چهار مولفه زیر به طور کامل مشخص گردد.

(2) یک مجموعه از متغیرها  $x_1, \dots, x_n$  موسوم به متغیر بهینه‌سازی<sup>11</sup> یا متغیر تصمیم<sup>12</sup>.

(3) یک تابع موسوم به تابع هدف<sup>13</sup> یا تابع معیار<sup>14</sup> که روی متغیرهای تصمیم اعمال می‌شود و

یک مقدار حقیقی را برمی‌گرداند و باید این تابع مینیمم یا ماکزیمم (بهینه) گردد.

(4) مجموعه‌ای از قیدها که روی متغیرهای تصمیم اعمال می‌شوند. این قیود می‌توانند به-

صورت تساوی یا غیرمساوی اعمال شوند.

---

<sup>7</sup>- Optimization variable

<sup>8</sup>- Design variable یا Decision variable

<sup>6</sup>- Criterion function

<sup>10</sup>- Criterion function

<sup>11</sup>- Optimization variable

<sup>12</sup>- Design variable یا Decision variable

<sup>6</sup>- Criterion function

<sup>14</sup>- Criterion function

5) مجموعه‌های  $D_1, \dots, D_n$  به‌عنوان دامنه‌های متغیرهای  $x_1, \dots, x_n$ . به‌عبارت دیگر  $x_i$  از مجموعه  $D_i$  انتخاب می‌گردد ( $x_i \in D_i$ ). قیود دامنه‌ای  $x_i \in D_i$  برای اعمال شرایط خاصی روی متغیرهای از قبیل قیود کرانه‌ای<sup>۱۵</sup> به‌صورت  $a \leq x_i \leq b$  و یا صحیح بودن متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تقریباً هر مسأله بهینه‌سازی را با مشخص کردن چهار مولفه فوق می‌توان به‌طور کامل توصیف نمود. البته ممکن است که در یک مسأله بهینه‌سازی هیچ قیدی نداشته باشیم و یا مجموعه دامنه‌های متغیر کل فضا باشند.

## 2-6-2- دسته‌بندی مسائل بهینه‌سازی

یک دسته‌بندی جامع از مسایل بهینه‌سازی وجود ندارد. فقط می‌توان مسایل بهینه‌سازی را از دیدگاه‌های متفاوت دسته‌بندی نمود. دیدگاه‌های دسته‌بندی بر مبنای نوع کاربرد و نوع روش‌های حل آن‌ها می‌باشد.

### 1-2-6-2- دسته‌بندی بر مبنای طبیعت متغیرهای تصمیم

بسته به طبیعت متغیرهای تصمیم، مسایل بهینه‌سازی به دو دسته ذیر تقسیم می‌شود:

- مسایل بهینه‌سازی پارامتری یا مسایل بهینه‌سازی ایستا<sup>۱۶</sup>
  - مسایل بهینه‌سازی تراجکتوری و یا مسایل بهینه‌سازی پویا<sup>۱۷</sup>
- در دسته اول متغیرهای تصمیم پارامترهای ثابت می‌باشند اما در دسته دوم متغیرهای تصمیم تابعی پیوسته یا گسسته از یک یا چند پارامتر می‌باشند. به‌عبارت دیگر در مسایل پویا، مجهولات تابع می‌باشند.

### 2-2-6-2- دسته‌بندی بر مبنای تصادفی یا قطعی بودن متغیرهای تصادفی

مسایل بهینه‌سازی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- مسایل بهینه‌سازی قطعی<sup>۱۸</sup>

<sup>15</sup>- Boundary constraint

<sup>16</sup>- Parameter or Static optimization problems

<sup>17</sup>- Trajectory or Dynamic optimization problems

• مسایل بهینه‌سازی تصادفی<sup>۱۹</sup>

در مسایل بهینه‌سازی تصادفی برخی از متغیرهای تصمیم و یا برخی پارامترهای ظاهر شده در مسأله تصادفی می‌باشند.

## 2-7- برنامه‌ریزی پویا و تاریخچه آن

پدر برنامه‌ریزی پویا، یعنی اولین فردی که در این رابطه نقش اصلی را دارد، ریچارد بلمن<sup>۲۰</sup> است. بلمن مفاهیم اولیه برنامه‌ریزی پویا را در اواخر سال 1940 و اوایل سال 1950 که در موسسه راند<sup>۲۱</sup> مشغول به کار بود، گسترش داد. وی در سال 1957 کتابی تحت عنوان برنامه‌ریزی پویا نوشت. مدل‌سازی پویا در واقع یک تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای را به دنباله‌ای از مسائل یک مرحله‌ای تجزیه کرده و در هر مرحله فقط به حل یک مسئله (معمولاً تک متغیره) می‌پردازد. یعنی یک مسئله  $n$  متغیره تبدیل به یک رشته از مسائل تک متغیره گردیده که طی  $n$  مرحله به طور متوالی حل می‌گردند (اصغریور، 1377).

اصل معروف بلمن بر این اساس است که تصمیمات جایگزینی در هر حالت و مرحله فقط بستگی به عملکرد در حالت کنونی و تصمیم بهینه در مرحله بعد دارد. یکی از عناصر اصلی برنامه‌ریزی پویا، رویکرد ترتیبی<sup>۲۲</sup> آن است، به این معنی که، این روش برای مسائل تصمیم ترتیبی، بهترین جایگزین است. مثال- های آشکاری از تصمیمات ترتیبی در تولید حیوانات شامل تلقیح، درمان و جایگزینی دام (مرتبط به بررسی سیستم در فاصله زمانی منظم و تصمیم به اینکه آیا سرمایه کنونی باید نگهداری یا جایگزین شود) است. برنامه‌ریزی پویا یک ابزار مناسب است، اما اگر صفات مورد نظر به خوبی تعریف شده باشند و تولید آن‌ها دقیقاً در طول زمان شناخته شده باشد، سایر روش‌هایی که ممکن است برای تعیین تصمیمات بهینه به کار روند نیز می‌توانند استفاده شوند. اما اگر حیوان به وسیله واریانس تصادفی تحت تأثیر قرار گیرد، تصمیم بستگی به مشاهدات کنونی صفات نیز خواهد داشت. در این مورد برنامه‌ریزی پویا یک روش خوب در تعیین تصمیم و سیاست بهینه است.

---

<sup>18</sup>- Deterministic programming problem

<sup>19</sup>- Stochastic programming Problem

<sup>20</sup>- Richard Belman

<sup>21</sup>- Rand

<sup>22</sup>- Sequential Approach

پس از بلمن، هوارد<sup>۲۳</sup> کتابی را با عنوان "برنامه‌ریزی پویا و فرایندهای مارکوف"<sup>۲۴</sup> در سال 1960 منتشر کرد. ایده‌ی کتاب، ترکیب روش برنامه‌ریزی پویا با زنجیره‌ی مارکوف بود. فرآیندهای مارکوف در واقع شکل گسترده‌ای از زنجیره‌های مارکوف هستند و تفاوت آن‌ها اضافه شدن تصمیمات و درآمدهای ناشی از تصمیمات به فرآیند تصمیم مارکوف است. از زمان شروع نخستین کارهای ذکر شده توسط هوارد، تحقیقات گسترده‌ای در برنامه‌ریزی تصمیم مارکوف انجام گرفته است (کریستنسن، 2007).

در بسیاری از مسائل علمی تحقیق در عملیات، برای یک دستگاه مجبور به اتخاذ تصمیمات پی‌درپی در زمان‌های مختلف هستیم. مسائلی را که در آن‌ها باید یک سری تصمیمات مرتبط اتخاذ گردد، مسائل تصمیم‌گیری متوالی می‌نامند. چون این تصمیم‌گیری‌ها در چند مرحله انجام می‌گیرند، از این رو مسائل تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای نیز نامیده می‌شوند. نوعی از مسائل تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای، برنامه‌ریزی پویا می‌باشد. برنامه‌ریزی پویا روش ریاضی کارایی است که برای مطالعه و بهینه‌سازی مسائل تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای به کار می‌رود. برنامه‌ریزی پویا با به‌کارگیری فرآیندهای نظام‌گرا، ترکیبی از تصمیمات متوالی را معین می‌کند که به حداکثر شدن راندمان (کارایی) محاسبات منتهی می‌گردد. این تکنیک برای مسائلی که ساختار ویژه‌ای دارند، به کار می‌رود. مسائلی که آن‌ها را بتوان به مراحل مجزا تفکیک کرد، به طوری که هر مرحله شامل حالت‌هایی باشد، که این حالت‌ها می‌توانند یک بعدی و یا چند بعدی، متناهی و یا نامتناهی باشند و با گرفتن یک تصمیم در یک حالت از یک مرحله، به حالتی (حالت‌هایی) در مرحله بعدی رفت. وقتی برنامه‌ریزی پویا برای حل یک مسئله به کار می‌رود، تصمیم‌گیری‌های چند مرحله‌ای برای دنباله‌ای از مسائل اتخاذ می‌گردد. یعنی روش برنامه‌ریزی پویا، یک مسئله تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای را به دنباله‌ای از مسائل یک مرحله‌ای تبدیل می‌کند. از این رو یک مسئله  $N$  متغیره به  $N$  مسئله یک متغیره تبدیل می‌گردد، که با حل پی‌در پی این مسائل، مسئله اصلی حل خواهد شد. امتیاز این عمل در آن است که مسائل جزئی در مقایسه با مسئله اصلی، مسائلی بسیار ساده و کوچک هستند یعنی حل یک مسئله  $n$  متغیره بسیار مشکل‌تر از حل مسئله یک متغیره می‌باشد، از این رو، با به کار بردن برنامه‌ریزی پویا برای چنین مسائلی، فرآیند محاسباتی بسیار کاهش می‌یابد.

<sup>23</sup>- Howard

<sup>24</sup>- Dynamic Programming and Markov Processes



## 2-8- دستهبندی مسائل برنامه‌ریزی پویا

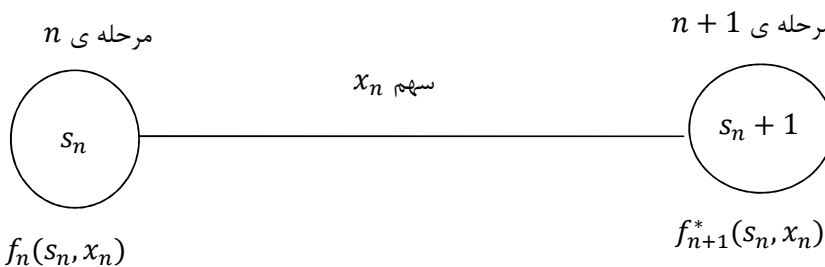
1- برنامه‌ریزی پویای قطعی<sup>25</sup>

2- برنامه‌ریزی پویای احتمالی<sup>26</sup>

### 2-8-1- برنامه‌ریزی پویای قطعی

برنامه‌ریزی پویای قطعی نوع خاصی از برنامه‌ریزی پویاست که در آن، با معلوم بودن حالت و متغیر تصمیم هر مرحله، حالت مرحله قبل کاملاً مشخص خواهد شد به عبارت دیگر با گرفتن یک تصمیم در یک مرحله فقط به یک حالت مرحله بعدی خواهیم رفت.

برنامه‌ریزی پویای قطعی از نظر تصویری به شکل زیر می‌باشد:



همان‌طور که ملاحظه می‌شود در مرحله  $n$ ، فرآیند در حالتی مانند  $S_n$  است. با اتخاذ تصمیم  $x_n$ ، فرآیند به حالت  $S_n + 1$  در مرحله  $n + 1$  انتقال خواهد یافت. مقدار تابع هدف بر اساس سیاست بهینه، برای آن مرحله و مراحل بعدی، یعنی  $f_{n+1}^*(S_n, x_n)$  پیش از این محاسبه شده است. متغیر تصمیم  $x_n$  نیز سهمی در تابع هدف خواهد داشت. چنان‌چه این دو کمیت با یکدیگر ترکیب شوند، آنگاه مقدار  $f_n(S_n, x_n)$  در ابتدای مرحله  $n$  مشخص می‌گردد.

اگر این تابع نسبت به  $x_n$  بهینه گردد، در این صورت:

$$f_n^*(S_n) = f_n(S_n, x_n^*) \quad (2-1)$$

بعد از آن‌که چنین محاسباتی به ازای تمام مقادیر ممکن  $S_n$  در این مرحله انجام شد، به مرحله قبل

از آن باید رفت. یکی از روش‌های دستهبندی برنامه‌ریزی پویای قطعی، بر حسب نوع تابع هدف است.

<sup>25</sup>- Deterministic Dynamic Programming

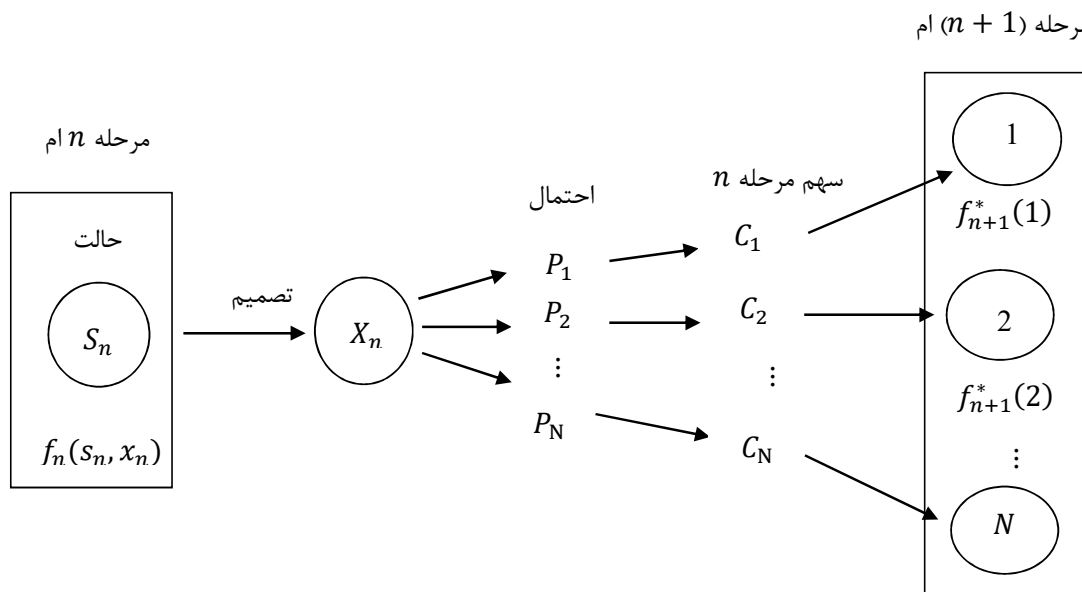
<sup>26</sup>- Probabilistic Dynamic Programming

بفرض، ممکن است هدف مسئله حداقل (حداکثر) کردن مجموع سهم مراحل مختلف باشد. در مسائل دیگر ممکن است هدف حداقل نمودن حاصل ضرب چنین عبارتی باشد. یک دسته‌بندی دیگر، بر حسب ماهیت مجموعه حالات مراحل مختلف صورت می‌گیرد. بدین معنا که ممکن است حالت  $S$ ، متغیری گسسته یا متغیری پیوسته و یا متغیری برداری باشد (جهانشاهلو، 1382).

## 2-8-2- برنامه‌ریزی پویای احتمالی

در برنامه‌ریزی پویای احتمالی، با معلوم بودن حالت سیاست تصمیم‌گیری هر مرحله، حالت قطعی مرحله بعدی مشخص نمی‌شود، بلکه تنها تابع توزیع آن را می‌توان تعیین نمود، تفاوت برنامه‌ریزی احتمالی و برنامه‌ریزی پویای قطعی نیز در همین است. در این جا نیز با دانستن حالت و سیاست تصمیم‌گیری در هر مرحله، تابع توزیع حالت مرحله بعد مشخص خواهد شد.

ساختار کلی برنامه‌ریزی پویای احتمالی در شکل زیر نشان داده شده است.



مرحله  $(n+1)$ ،  $(P_1, P_2, \dots, P_N)$  توزیع احتمالی حالت مرحله بعدی است، مشروط بر این که مرحله  $n$  حالت  $S (f_{n+1}^*(N))$  بوده و متغیر تصمیم  $X_n$  انتخاب شده باشد. به علاوه با فرض این که حالت مرحله بعدی  $i$  باشد،  $C_i$  معرف سهم مرحله  $n$  در پیشرفت هدف خواهد بود.

اگر شکل فوق طوری بسط داده شود که تمام حالات و متغیرهای تصمیم همه مراحل را دربرگیرد، گاهی درخت تصمیم نیز خوانده می‌شود. درخت تصمیم، در صورتی که خیلی بزرگ نباشد، روش سودمندی برای نشان دادن انواع حالاتی که ممکن است پیش بیاید خواهد بود.

در ساختار مدل احتمالی، رابطه میان  $f_n(s_n, x_n)$  و  $f_{n+1}^*(s_{n+1})$  تا حد زیادی پیچیده‌تر از رابطه مشابه در برنامه‌ریزی پویای قطعی است. شکل دقیق چنین رابطه‌ای بستگی به تابع هدف دارد. برای روشن شدن مطلب فرض کنید که هدف، حداقل کردن میانگین مجموع سهم مراحل مختلف در تابع هدف باشد. در چنین موردی، اگر حالت و متغیر تصمیم مرحله  $n$  به ترتیب با  $X_n$  و  $S_n$  نشان داده شود، آنگاه  $f_n(s_n, x_n)$  معرف حداقل میانگین مجموع سهم مراحل از  $n$  به بعد خواهد بود.

در نتیجه:

$$f_n(s_n, x_n) = \sum_{i=1}^N P_i [C_i + f_{n+1}^*(i)] \quad (2-2)$$

با

$$f_{n+1}^*(s_{n+1}) = \min_{x_{n+1}} f_{n+1}(s_{n+1}, x_{n+1}) \quad (2-3)$$

که حداقل کردن توابع فوق بر روی تمام مقادیر موجه  $x_{n+1}$  انجام می‌شود (جهانشاهلو، 1382).

## 2-9- نرخ بهره یا نرخ تنزیل

تعیین ارزش حال یک درآمد یا هزینه آتی را تنزیل کردن می‌گویند و بهره مربوطه را نرخ تنزیل می‌نامند. البته در اصل فرقی بین نرخ تنزیل و نرخ بهره وجود ندارد جز این که وقتی بخواهیم ارزش آتی یک درآمد یا هزینه فعلی را پیدا کنیم که نرخ مربوطه را نرخ بهره می‌نامند.

وقتی نرخ تنزیل ثابت باشد، فاکتور تنزیل برای تنزیل و تبدیل منافع و هزینه‌های آتی به ارزش حال به کار می‌رود، به عبارتی برای برگشت از آینده به حال از فاکتور تنزیل استفاده می‌شود که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A_t = \left[ \frac{1}{(1+r)^t} \right] \quad (2-4)$$

که در آن  $r$  نرخ بهره و بیانگر نرخ کاهش ارزش یک ریال تا زمان  $t$  می‌باشد، به طوری که هر چقدر  $r$  بزرگتر باشد سرعت کاهش ارزش یک ریال با افزایش  $t$  بیشتر می‌شود. به عبارتی افزایش نرخ تنزیل با

کاهش ارزش پول همراه است.  $A_t$  مقدار تنزیل شده یک ریالی است که پس از  $t$  زمان تأخیر به دست می‌آید (دوریس، 2002).

## 10-2- زنجیره مارکف<sup>۲۷</sup>

زنجیره مارکف که به افتخار آندری مارکف ریاضی‌دان اهل روسیه این گونه نام‌گذاری شده یک سیستم ریاضی است که در آن انتقال از یک حالت به حالت دیگر صورت می‌گیرد که البته تعداد این حالات قابل شمارش است. زنجیره مارکف یک فرایند تصادفی بدون حافظه است بدین معنی که توزیع احتمال شرطی حالت بعد تنها به حالت فعلی بستگی دارد و به وقایع قبل از آن وابسته نیست. این نوع بدون حافظه بودن خاصیت مارکف نام دارد. زنجیره مارکف در مدل‌سازی دنیای واقعی کاربردهای زیادی دارد.

زنجیره‌های مارکف حالت خاصی از فرایندهای تصادفی وابسته به زمان بوده که در آن حالت سیستم صرفاً به آخرین حالت قبلی آن وابسته می‌باشد و با تغییر زمان، میزان قطعیت وقوع آن‌ها نیز تغییر خواهد کرد. با توجه به قابلیت‌های این روش در بررسی و تحلیل فرایندهای تصادفی و ویژگی‌های روش برنامه‌ریزی پویا که در آن شرایط تصمیم‌گیری شامل بهینه‌سازی مرحله‌ای می‌باشد، ترکیب این دو روش اطلاعات مفیدی را برای تصمیم‌گیری در مسائل مالی فراهم می‌کند.

با توجه به ویژگی‌های مثبت روش زنجیره مارکف و ارتباط آن با روش‌های بهینه‌سازی، بیش‌تر کاربردهای معرفی شده برای اتخاذ تصمیم بهینه براساس روش برنامه‌ریزی پویا می‌باشد.

زنجیره‌های مارکف حالت خاصی از مدل‌های احتمالی است که در آن وضعیت فعلی سیستم فقط وابسته به آخرین مرحله قبل می‌باشد و با توجه به حالت آن تغییر می‌کند و با یک مجموعه‌ای از حالت‌ها یا وضعیت‌ها و با احتمال بین حالت‌ها توصیف می‌شود و توالی مشاهدات در طول زمان را نشان می‌دهد. بنابراین اگر یک مجموعه از فرایندهای مارکفی به صورت زیر در نظر گرفته شود، این فرایند در هر لحظه در یکی از حالت متمایز  $S_1, \dots, S_N$  قرار می‌گیرد و حالت سیستم در زمان‌های گسسته و با فواصل منظم با توجه به مجموعه‌ای از احتمالات تغییر می‌کند. بر این اساس اگر حالت برای زمان‌های  $t = 1, 2, \dots$  در

Family name: <b>Zarevalimohammadi</b>	Name: <b>Mahdi</b>
Title of Thesis: <b>Index of economic efficiency and the rate of replacement of dairy herds using computer simulations of Ardabil Province</b>	
Supervisors: <b>Dr. Reza Seyed Sharifi, Dr. Saeid Nikbin</b>	
Advisors: <b>Dr. Nemat Hedayat, Dr. Jamal Seifdavati</b>	
Graduate Degree: <b>M.Sc.</b>	
Major: <b>Animal Science</b>	Specialty: <b>Animal Breeding and Genetics</b>
<b>University of Mohaghegh Ardabili</b>	<b>Faculty of Agriculture &amp; Natural Resources</b>
Graduation date: <b>2017</b>	Number of pages: <b>95</b>
<p><b>Abstract:</b></p> <p>The object of this study was to Determine the economic productivity and replacement rate of dairy herds of Ardabil province using computer simulations based on data collected from 13000 dairy cattle based on market conditions in 2014. One of the most important management decisions affecting livestock profit is determining the timing of the productivity and timely replacement of dairy cattle with young heifers. In this research, using the system analysis method, the economic system of the herd of dairy cattle was decomposed into income and cost components and each of these components was subdivided into other sub-sectors. Then, by using existing models and using Comexon toolkit, the MATLAB programming language was applied to simulate a bioeconomic model. Considering the revenues and expenses, using the simulation method, the effect of changes in each of the parameters of the model, ie, the effects of changes in the price of dry matter of forage, the change in the price of dry matter of the concentrate, the change in feed costs, the maturity, the average life span, income Milk, Total Income, Milk Prices and ... were reviewed. The increase in the prices of forage and concentrates and non-food costs reduces the productivity index, and the increase in milk production and milk prices by the government rate has a positive effect on the productivity index. And the average flock lifetime is a function of annual percentage removal and replacement and remains constant until the herd composition is constant. The average life-span of the year is based on the number of cows divided by number of heifers replaced in the year. The application of an optimal replacement and removal strategy with the age of optimum age leads to increased profitability of the dairy unit. Increasing the optimal lifetime will increase the opportunity for optional removal, thereby increasing the selectivity and reducing the annual replacement cost per head of the cow per year and increasing the average production of the herd by increasing the proportion of cattle production at higher age levels. The average life span of the herd in this study was 4.83 years, which was affected by the heifer price, the discount factor and the price of milk. The price of structures such as milk, cattle, and heifers affect the livestock's decision to keep or remove a cow from herds. The early removal of a cow due to the fact that its initial investment does not compensate for the loss of economic benefits to the livestock breeder, and the removal of the later than the appropriate time would reduce the profitability of the herd and replace the replacement of a genetic trap Prevents higher production capacity and higher. Therefore, it is important to determine the optimal life span of the herd.</p>	
<b>Keywords:</b> Economic efficiency, Bioeconomic model, optimal life, Dairy cow	



**University of Mohagheh Ardabili**  
**Faculty of Agriculture & Natural Resources**  
**Department of Animal Science**

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of**  
**M.Sc. in Animal Breeding and Genetics**

Title:

**Index of economic efficiency and the rate of replacement of dairy**  
**herds using computer simulations of Ardabil Province**

Supervisors:

**Reza Seyed Sharifi (Ph.D)**

**Saeid Nikbin (Ph.D)**

Advisor:

**Nemat Hedayat (Ph.D)**

**Jamal Seifdavati (Ph.D)**

By:

**Mahdi Zarevalimohammadi**

**October 2017**