

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

## ارزیابی برنامه‌های اصلاحی و تغییرات ژنتیکی صفات تولید شیر در گله‌های گاو شیری اصفهان

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی

مهدی مرادیان

اساتید راهنما

دکتر سعید انصاری مهباری

دکتر محمد علی ادريس



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی آقای مهدی مرادیان  
تحت عنوان

**ارزیابی برنامه‌های اصلاحی و تغییرات ژنتیکی صفات تولید شیر در گله‌های گاو شیری  
اصفهان**

در تاریخ ۹۲/۱۰/۲۸ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- |                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| دکتر سعید انصاری مهباری | ۱- استاد راهنمای پایان نامه   |
| دکتر محمد علی ادریس     | ۲- استاد راهنمای پایان نامه   |
| دکتر غلامرضا قربانی     | ۳- استاد مشاور پایان نامه     |
| دکتر احمد ریاسی         | ۴- استاد مشاور پایان نامه     |
| دکتر محمد خوروش         | ۵- استاد داور پایان نامه      |
| دکتر قدرت اله سعیدی     | ۶- استاد داور پایان نامه      |
| دکتر محمد مهدی مجیدی    | سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

## پاسکزاری

به نام خالق علم و قلم

محط دایره آن کس به سر تواند برد که پای جهد چو پرگار استوار کند  
خداوند متعال را شاکرم که به من فرصت آموختن عطا فرمود تا با بهره گیری از کنجینه علم و دانش در مسیر  
کمال و تعالی قدم بردارم. اینک که به حول و قوه الهی در پرتو الطاف بیکران پروردگار موفق به انجام این  
تحقیق شده ام بر خود لازم می دانم تا از تمامی عزیزانی که در این مسیر مرا همراهی کرده اند قدردانی نمایم.  
در ابتدا از پدر و مادر مهربانم به خاطر همه محبت ها، فرزانگی ها و فداکاری هایشان و از شریک زندگی ام به پاس  
همراهی های بی دریغ و تشویق هایش برای انجام این پایان نامه نهایت تشکر و سپاس را دارم.  
از همکاری و راهنمایی های ارزشمند استاد راهنمای خود جناب آقای دکتر سعید انصاری مهندسی که مجدانه و با  
کمال دقت زحمت راهنمایی کلیه مراحل این پایان نامه را به عهده داشته اند صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم. از  
دیگر استاد راهنمای خود جناب آقای دکتر محمد علی ادریس به دلیل مساعدت و همکاری شان جهت انجام این  
پایان نامه، کمال تشکر را دارم. همچنین از اساتید مشاوران جناب آقایان دکتر قربانی و دکتر ریاسی به  
پاس رهنمودهای ارزنده و همکاری شان سپاسگزارم. از آقایان دکتر خورش و دکتر سعیدی که زحمت باز  
خوانی و داوری این پایان نامه را پذیرفتند کمال تشکر را دارم.  
از کلیه دوستان و همکلاسی های دوران تحصیلم به خاطر تمام خوبهایشان ممنون و سپاسگزارم.  
در پایان از کلیه عزیزانی که به هر نحوی در اجرای مراحل مختلف این پایان نامه ایجاب ریااری  
نموده اند، تشکر و قدردانی می گردد.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،  
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این  
پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به

پدر بزرگوارم و مادر مهربانم  
آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را  
سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن  
ایستاده‌ام برسم.

و شریک زندگی‌ام، همسر من، به پاس تمام خوبی‌هایش.

## فهرست مطالب

| <u>صفحه</u>                 | <u>عنوان</u>  |
|-----------------------------|---|
| هشت                         | فهرست مطالب   |
| ۵۵                          | فهرست جداول و اشکال   |
| ۱                           | چکیده   |
| <b>فصل اول: مقدمه</b>       |   |
| ۲                           | ۱-۱- کلیات  |
| ۴                           | ۲-۱- طرح مسئله و اهداف تحقیق                                  |
| <b>فصل دوم: بررسی منابع</b> |   |
| ۵                           | ۱-۲- اهمیت تولید شیر و ترکیبات آن                             |
| ۷                           | ۲-۲- برخی عوامل مؤثر بر تولید شیر و ترکیبات آن                |
| ۸                           | ۱-۲-۲- عوامل ژنتیکی   |
| ۸                           | ۲-۲-۲- سن زایش  |
| ۱۰                          | ۳-۲-۲- طول دوره ی شیردهی                                      |
| ۱۱                          | ۴-۲-۲- مدیریت گله گاو شیری                                    |
| ۱۲                          | ۵-۲-۲- مدیریت تولید مثل                                       |
| ۱۳                          | ۳-۲- فرایند تکامل اصلاح نژاد                                  |
| ۱۵                          | ۴-۲- کاربرد شیوه‌های نوین در کشورهای پیشرفته                  |
| ۱۵                          | ۵-۲- شیوه‌های نوین در کشورهای در حال توسعه                    |
| ۱۶                          | ۶-۲- تکنولوژی نوین یا تکنولوژی مناسب                          |
| ۱۶                          | ۷-۲- بررسی برخی عوامل مؤثر بر روند ژنتیکی در مدیریت‌های مختلف |
| ۱۹                          | ۸-۲- برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی                                |
| ۱۹                          | ۱-۸-۲- روشهای برآورد مؤلفه‌های واریانس-کوواریانس              |
| ۲۱                          | ۹-۲- مقایسه نرم افزارها                                       |
| ۲۲                          | ۱۰-۲- اجزای مؤلفه‌های واریانس                                 |
| ۲۲                          | ۱-۱۰-۲- واریانس ژنتیکی  |
| ۲۲                          | ۲-۱۰-۲- واریانس محیطی   |
| ۲۳                          | ۱۱-۲- وراثت‌پذیری   |
| ۲۴                          | ۱۴-۲- ضرایب همبستگی بین صفات                                  |
| ۲۵                          | ۱۵-۲- ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری                              |
| ۲۶                          | ۱-۱۵-۲- معادلات مختلط   |
| ۲۶                          | ۱۶-۲- انواع معادلات مختلط در پیش‌بینی ارزش اصلاحی             |
| ۲۶                          | ۱-۱۶-۲- مدل مولد نر   |
| ۲۷                          | ۲-۱۶-۲- مدل حیوانی  |
| ۲۸                          | ۳-۱۶-۲- برآورد روند ژنتیکی صفات تولید شیر                     |
| ۳۰                          | ۴-۱۶-۲- پیش‌بینی ارزش اصلاحی به کمک مدل رگرسیون تصادفی        |

### فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۳-۱- جمع آوری اطلاعات و خصوصیات آماری داده‌ها ..... ۳۱
- ۳-۲- آماده سازی داده‌ها ..... ۳۱
- ۳-۳- تشکیل فایل شجره ..... ۳۲
- ۳-۴- برآورد مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی ..... ۳۳
- ۳-۴-۱- تجزیه و تحلیل تک صفتی ..... ۳۳
- ۳-۴-۲- تجزیه و تحلیل دو صفتی ..... ۳۴
- ۳-۵- برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی ..... ۳۵
- ۳-۵-۱- مؤلفه‌های واریانس ..... ۳۵
- ۳-۵-۲- همبستگی صفات ..... ۳۵
- ۳-۵-۳- ارزش اصلاحی ..... ۳۵
- ۳-۵-۴- وراثت پذیری ..... ۳۵
- ۳-۶- برآورد روند فنوتیپی و ژنتیکی ..... ۳۶

### فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۴-۱- خصوصیات آماری معمولی ..... ۳۷
- ۴-۲- بررسی عوامل ثابت مؤثر بر روی صفات ..... ۳۹
- ۴-۳- اجزاء واریانس و پارامترهای ژنتیکی ..... ۳۹
- ۴-۴- همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات ..... ۴۰
- ۴-۵- روند ژنتیکی صفات تولیدی ..... ۴۲

### فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

- ۵-۱- نتیجه‌گیری ..... ۴۷
- ۵-۲- پیشنهادها ..... ۴۸
- منابع ..... ۴۹



## فهرست جداول و اشکال

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>  |
|-------------|---|
| ۳.....      | جدول ۱-۱- میزان تولید و مصرف سرانه تعدادی از محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۱              |
| ۶.....      | جدول ۱-۲- هزینه افزایش ۱٪ چربی در هر لیتر شیر گاو ۷۰۰ کیلوگرمی                        |
| ۸.....      | جدول ۲-۲- سطح تولید شیر، چربی و پروتئین، در نژادهای مختلف گاو شیری                    |
| ۱۸.....     | جدول ۲-۳- تعداد دختران متولد شده از تلقیح مصنوعی، آمیزش طبیعی و اسپرم های مختلف       |
| ۳۲.....     | جدول ۳-۱- برخی آماره‌های مربوط به صفات تولید شیر، چربی و پروتئین بعد از اعمال محدودیت |
| ۳۳.....     | جدول ۳-۲- اطلاعات کلی مربوط به ساختار فایل شجره                                       |
| ۳۷.....     | جدول ۴-۱- خلاصه آماری داده‌های دوره شیردهی اول گاوهای هلستاین استان اصفهان            |
| ۳۸.....     | جدول ۴-۲- خلاصه آماری داده‌های دوره شیردهی دوم گاوهای هلستاین استان اصفهان            |
| ۳۸.....     | جدول ۴-۳- خلاصه آماری داده‌های دوره شیردهی سوم گاوهای هلستاین استان اصفهان            |
| ۳۹.....     | جدول ۴-۴- اجزاء واریانس و وراثت پذیری صفات تولیدی (شیر، چربی و پروتئین)               |
| ۴۱.....     | جدول ۴-۵- همبستگی‌های ژنتیکی بالای قطر و همبستگی‌های فنوتیپی پایین قطر                |
| ۴۱.....     | جدول ۴-۶- وراثت پذیری و مؤلفه‌های واریانس صفات شیر تولیدی و سن اولین زایش             |
| ۴۲.....     | جدول ۴-۷- کوواریانس‌های ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی بین صفات شیر تولیدی و سن اولین زایش   |
| ۴۵.....     | جدول ۴-۸- روند ژنتیکی و فنوتیپی صفات تولیدی گاوهای هلستاین استان اصفهان در کل دوره    |
| ۴۳.....     | شکل ۴-۱- روند ژنتیکی شیر تولیدی در گاوهای هلستاین استان اصفهان                        |
| ۴۴.....     | شکل ۴-۲- مقایسه روند ژنتیکی درصد پروتئین و درصد چربی در گاوهای هلستاین استان اصفهان   |
| ۴۵.....     | شکل ۴-۳- مقایسه روند ژنتیکی مقدار چربی و مقدار پروتئین در گاوهای هلستاین استان اصفهان |



## چکیده

در این مطالعه به منظور بررسی عوامل مؤثر بر برخی صفات تولید شیر و برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات شیر تولیدی، مقدار چربی، مقدار پروتئین، درصد چربی، درصد پروتئین و برآورد روند ژنتیکی، از اطلاعات موجود در شرکت تعاونی وحدت اصفهان، مربوط به گاوهای هلشتاین بین سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۰ استفاده شد. ویرایش و آماده سازی داده‌ها و تهیه فایل شجره با استفاده از نرم افزار (Microsoft Office Excel 2007) و (Microsoft Visual FoxPro 9.0(2004)) صورت گرفت. با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.1) تست نرمال بودن داده‌ها برای تک تک صفات و هر یک از زایش‌ها به طور جداگانه انجام گرفت، و توزیع باقیمانده‌ها آزمون شد. همچنین جهت بررسی فایل شجره از نرم افزار (CFC (2006) استفاده شد. جهت برآورد ارزش اصلاحی دام‌ها، مؤلفه های (کو) واریانس و پارامترهای ژنتیکی با استفاده از ارزش بهترین پیش بینی نا اریب خطی (BLUP) به شکل تک صفت و چند صفت برای هر یک از صفات استفاده شد. برای به دست آوردن ارزش اصلاحی از نرم‌افزار DMU استفاده شد. در این تحقیق وراثت پذیری برای مقدار شیر تولیدی ۲۷/۱ درصد، برای مقدار پروتئین ۲۴/۵۲ درصد و برای مقدار چربی تولیدی ۲۱/۷۴ درصد بدست آمد. همبستگی ژنتیکی تولید شیر و چربی ۰/۹۳، شیر و پروتئین ۰/۹۶ و چربی و پروتئین ۰/۸۲ برآورد شد. جهت برآورد روند ژنتیکی، از تابعیت میانگین ارزش اصلاحی حیوانات براساس سال تولد استفاده شد. در این تحقیق روند ژنتیکی سالیانه صفات شیر، چربی و پروتئین طی دوره‌ی مورد بررسی به ترتیب  $۰/۹۶ \pm ۳۱/۸۱$ ،  $۰/۰۵ \pm ۱/۰۴$  و  $۰/۰۴ \pm ۰/۹۷$  کیلوگرم برآورد شد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان گفت اجرای برنامه‌های اصلاحی که عمدتاً بر پایه تولید شیر بوده است، توانسته است روند تغییرات ژنتیکی صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین استان اصفهان، را به صورت مثبت بهبود ببخشد.

**کلمات کلیدی:** پارامترهای ژنتیکی، شیر تولیدی، چربی، پروتئین، روند ژنتیکی

## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱- کلیات

امروزه مسئله‌ی غذا و اهمیت روزافزون آن با افزایش جمعیت جهان بر کسی پوشیده نیست. شیر به واسطه اهمیت تغذیه‌ای نقش بسزایی در جیره‌ی غذایی انسان‌ها دارد. گاو هلشتاین به دلیل ظرفیت ژنتیکی بالا به عنوان بهترین نژاد شیری در سطح جهان معروف است، که درصد بالایی از شیر مورد نیاز جوامع انسانی را تأمین می‌کند. روند افزایش کمی تولید شیر وابسته به کارهای اصلاح نژادی است که بر روی نژاد هلشتاین صورت گرفته است. در ابتدا برنامه‌های اصلاح نژادی، بیش تر جهت افزایش مقدار تولید شیر بوده تا بتوان نیازهای غذایی انسان‌های بیش تری را پوشش دهد؛ اما امروزه با تغییر ذائقه‌ی مردم و جهت بازار پسندی بیش تر محصول شیر، مدیریت ارزش اصلاحی<sup>۱</sup> بیش تر روی کیفیت شیر قرار گرفته و از لحاظ ژنتیکی سعی می‌شود همزمان با افزایش تولید شیر، میزان و درصد چربی و پروتئین شیر نیز افزایش یابد [۹].

شیر غذایی کامل و منحصر به فرد است که با دارا بودن ترکیباتی از قبیل پروتئین‌ها، چربی‌ها، قندها، ویتامین‌ها و املاح می‌تواند نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی انسان داشته باشد. امروزه در حدود ۹۱ درصد از کل شیر جهان را صنعت گاو شیری تولید می‌کنند. شیر به خاطر دو جزء اصلی خود، یعنی پروتئین و کلسیم در تغذیه‌ی انسان اهمیت بسیار زیادی دارد. مصرف شیر به تنهایی می‌تواند بخش عمده‌ای از نیاز پروتئین و کلسیم روزانه را تأمین کند. پروتئین شیر حاوی اکثر اسیدهای آمینه ضروری برای بدن انسان است. این اسیدهای آمینه معمولاً در غلاتی که به طور مستقیم به مصرف غذایی انسان می‌رسند، به مقدار کم یافت می‌شوند.

به علاوه پروتئین شیر دارای قابلیت هضم زیادی بوده و با هزینه نسبتاً مناسبی قابل دسترس است. همچنین چربی شیر با داشتن اسید چرب مزدوج لینولئیک (CLA)<sup>۱</sup> اهمیت ویژه‌ای در تغذیه انسان دارد [۱۲].

در پرورش گاو شیری، تولید شیر به عنوان اصلی ترین و مهم ترین منبع درآمد دامدار محسوب میشود. به همین دلیل صفات تولیدی بعنوان اولین معیار انتخاب و اصلاح نژاد در نظر گرفته می‌شود و بیشترین توجه اصلاح گران گاو شیری را به خود اختصاص داده است [۵۸].

بر اساس آمار اعلام شده از سوی سازمان خوار و بار جهانی (فائو)<sup>۲</sup> تولید شیر خام در جهان ۷۱۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ می‌باشد و ایران در خاورمیانه از نظر تولید شیر با مقدار ۹/۵ میلیون تن در مقام اول قرار دارد که این رقم برابر ۱/۲ درصد شیر تولید شده در جهان می‌باشد. در گاوهای شیری هر دوره شیردهی پس از زایمان شروع می‌شود، بنابراین برای بهبود و افزایش بازدهی تولید شیر لازم است صفات تولید مثلی در یک سطح مناسب حفظ شوند [۱]. بر اساس گزارش جهاد کشاورزی، جمعیت گاوهای ایران ۸۴۱۰ هزار رأس می‌باشد که از این تعداد، ۱۲ درصد (۱۰۰۹ هزار رأس) گاوهای هلشتاین، ۵۵ درصد (۴۶۹۰ هزار رأس) گاوهای آمیخته و ۳۳ درصد (۲۷۱۱ هزار رأس) گاوهای بومی هستند [۶]. با توجه به آمار و گزارشات مشاهده می‌شود برنامه‌ها به صورتی اجرا شده‌اند، که از جمعیت گاوهای بومی در کشور نسبت به گاوهای اصیل و آمیخته به تدریج کاسته شده است. از طرفی جمعیت گاوهای هلشتاین که به صورت صنعتی نگهداری می‌شوند با وجود اینکه تنها ۱۲ درصد از جمعیت کل را تشکیل می‌دهند، نقش بسزایی در تولید شیر و تأمین پروتئین حیوانی بر عهده دارند. در جدول ۱-۱ میزان عملکرد تولید و مصرف سرانه سالیانه تعدادی از محصولات کشاورزی در کشورمان آورده شده است. در این جدول مشاهده می‌شود عملکرد تولید شیر و مصرف سرانه آن بالاترین میزان را دارد که خود نشان دهنده اهمیت مدیریت و برنامه ریزی های اصلاح نژادی در گله های صنعتی گاو شیری است [۸].

جدول ۱-۱- میزان تولید و مصرف سرانه تعدادی از محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۱ [۶].

| میزان مصرف سرانه (ارقام به کیلو گرم) | عملکرد تولیدات (ارقام به هزار تن) | فرآورده   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| ۱۵/۲۵                                | ۹۳۳/۵۸۳                           | گوشت قرمز |
| ۲۲/۹                                 | ۱۶۶۶/۴۶۰                          | گوشت مرغ  |
| ۹/۹۹                                 | ۷۶۶/۶۷۵                           | تخم مرغ   |
| ۱۳۳/۶۱                               | ۱۰۲۴۲/۱۱۰                         | شیر       |
| ۰/۵۷                                 | ۴۵/۰۲۳                            | عسل       |

۱- Conjugated Linoleic Acid (CLA)

۲- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

مقدار تولید شیر در گاوهای شیری به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی در بین نژادهای مختلف بسیار متفاوت می‌باشد. همان‌طور که گفته شد گاو هلشتاین به دلیل ظرفیت ژنتیکی زیاد به عنوان یکی از بهترین نژادهای شیری در سطح جهان شناخته شده است [۲۱]. این نژاد در شرایط محیطی مختلف عملکرد متفاوتی را نشان داده است. بنابراین بررسی عملکرد آن در محیط‌های متفاوت ضروری است [۱۵]. در ایران اتکای شدیدی به تولیدات گاو شیری وجود دارد. این وابستگی در ایران حادث‌تر نسبت به سایر کشورهای جهان است. مثلاً صنعت پرورش خوک که قوت اساسی میلیاردها نفر در دنیا به آن وابسته است عملاً در ایران وجود ندارد. در نتیجه مدیریت منابع و ذخایر ژنتیکی را باید جدی گرفت [۱۸].

#### ۱-۲- طرح مسئله و اهداف تحقیق

روند ژنتیکی بخشی از تغییر در میانگین صفات تولیدی در سال‌های متوالی ناشی از تغییر در ارزش اصلاحی است. مفهوم روند ژنتیکی و تئوری آن به طور گسترده در صنعت گاو شیری کاربرد دارد. به طور کلی بخشی از سودآوری در این صنعت بستگی به میزان پیشرفت ژنتیکی و بهبود تولیدات دارد. جهت دستیابی به اهداف آینده لازم است اطلاعات ژنتیکی در گذشته بررسی شود و روند ژنتیکی تعیین گردد. روند ژنتیکی از مقایسه میانگین سطوح ژنتیکی تولیدات گاوها بین سال‌های مختلف محاسبه می‌شود. میانگین سطوح ژنتیکی، در هر سال برای تمام گاوها با استفاده از ارزش اصلاحی برآورد شده، محاسبه می‌گردد. سپس میانگین سالانه روند ژنتیکی با میانگین بیان شده در دوره پنج ساله مقایسه می‌شود، که نشان دهنده‌ی میزان تغییرات و بهبود ژنتیکی و تأثیر تغییر منابع ژنتیکی است. به طور کلی می‌توان گفت که روند ژنتیکی نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌های آینده اصلاح نژادی دارد.

حال سؤال اساسی این است که آیا روند ژنتیکی صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین ایران مناسب است و چه عواملی بر آن تأثیر می‌گذارد؟ از آن‌جا که بخش اعظم از جمعیت دامی کشور را گاوهای هلشتاین تشکیل می‌دهند و تولیدات آن‌ها سهم بسزایی در تأمین پروتئین حیوانی جامعه و اهمیت اقتصادی زیر بخش دامپروری دارد، لازم است که در جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی آن‌ها برنامه ریزی شود. لذا جهت بهبود تولید سالانه آن‌ها باید اقدامات لازم برای تعیین و بهبود عوامل ژنتیکی مؤثر بر آن‌ها صورت گیرد. اهداف مورد نظر در این تحقیق عبارتند از:

۱) ارزیابی عوامل مؤثر در برآورد ارزش اصلاحی و روند پیشرفت ژنتیکی صفات تولید شیر در گله‌های صنعتی گاو هلشتاین استان اصفهان

۲) بررسی تغییرات ژنتیکی صفات عملکرد تولید شیر در سال‌های اخیر

۳) برآورد مؤلفه‌های واریانس - کوواریانس صفات تولید شیر و ترکیبات آن شامل چربی و پروتئین

۴) بررسی تغییرات روند ژنتیکی صفات تولیدی در مدیریت‌های مختلف گاو‌داری

## فصل دوم بررسی منابع

### ۲-۱- اهمیت تولید شیر و ترکیبات آن

اگر چه در حال حاضر شیر یکی از منابع تأمین پروتئین حیوانی در کشور است، اما مصرف سرانه آن در کشور پایین تر از حد قابل قبول می باشد و انتظار می رود با افزایش آگاهی مصرف کنندگان از مزایای مصرف شیر، تقاضا برای افزایش مصرف سرانه نیز افزایش یابد. در این میان اگر تولید ملی پاسخگوی تقاضا نباشد چاره ای جز واردات نخواهد داشت. از سوی دیگر، امکانات بالقوه و دانش فنی موجود در کشور این نوید را می دهد که در صورت برنامه ریزی صحیح نه تنها تأمین نیازهای داخلی توسط تولید کنندگان ممکن است، بلکه تولید کنندگان کشورمان توانایی اختصاص بخشی از بازارهای جهانی و به خصوص آسیا را به خود خواهند داشت [۱۱]. یکی از راهکارهای مهمی که در کشورهای عمده ی صادر کننده مواد لبنی در جهان برای فتح بازارهای جهانی برگزیده اند، استفاده از ابزار اصلاح نژاد است تا از این طریق ضمن افزایش درآمدها، هزینه های تولید را نیز کاهش دهند. اگرچه چند دهه ی گذشته موفقیت های چشمگیری در زمینه اصلاح نژاد نصیب این کشورها شده است، ولی به همین مقدار بسنده نکرده و به طور جدی به دنبال فناوری های جدیدتر جهت افزایش روند کنونی پیشرفت های ژنتیکی هستند [۱۲].

در سال های قبل تنها حجم شیر مبنای انتخاب گاوهای شیری بود، ولی به تدریج میزان چربی تولیدی نیز به عنوان یک عامل مهم در انتخاب گاوهای شیری مورد استفاده قرار گرفت. در سال های اخیر، در برخی کشورها با افزایش اهمیت پنیر و نقش پروتئین شیر در صنعت لبنیات، از اهمیت حجم و تا حدودی چربی شیر کاسته شد، و به شدت بر اهمیت پروتئین افزوده شد. به طوری که در اکثر کشورهای توسعه یافته، بیشترین اهمیت در انتخاب گاوهای شیری، به توانایی آن ها در افزایش تولید پروتئین داده می شود؛ وصفاتی نظیر چربی در درجات بعدی اهمیت قرار دارند.

اما در کشور ما هنوز ملاک اصلی برای قیمت گذاری شیر، درصد چربی است. لازم است دست اندرکاران قیمت گذاری شیر در کشورمان به این نکته مهم توجه خاص داشته باشند [۲۰].

بدیهی است در غیر این صورت روند کنونی اصلاح در کشورهای توسعه یافته که کشور ما نیز به دلیل استفاده از مواد ژنتیکی این کشورها از این روند تبعیت می کند، به سود تولید کنندگان شیر در کشورمان نخواهد بود. این امر تأثیرات زیانباری را در آینده متوجه دامپروران کشور خواهد کرد [۲۳].

محاسبات مربوط به هزینه تولید هر واحد چربی اضافی در شیر گاوهایی با تولید روزانه ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم شیر و سطوح مختلف چربی شیر در سال ۱۳۸۴ در جدول (۱-۲) نشان داده شده است. بر اساس این محاسبات با وجود آن که پروتئین شیر اهمیت زیادی در افزایش درآمد کارخانجاتی نظیر واحدهای تولید شیر خشک و پنیر دارد، توجهی به پرداخت وجه متناسب با آن در سیستم قیمت گذاری شیر نمی شود. این درحالی است که تولید کنندگان شیر هزینه های ژنتیکی و تغذیه ای هنگفتی را برای تولید پروتئین این فرآورده می پردازند [۶]. بررسی ها نشان می دهند که انتخاب گاوهای شیری باید برای چندین صفت اقتصادی مهم که با یکدیگر در ارتباط هستند صورت گیرد. از طرفی بیشترین پیشرفت حاصل از انتخاب در حالتی است که انتخاب حیوانات بر اساس ارزش های اصلاحی برآورد شده باشد و حیواناتی که دارای بالاترین ارزش اصلاحی هستند؛ به عنوان والدین نسل آینده انتخاب شوند. بنابراین مقدار وراثت پذیری<sup>۱</sup> صفات و نیز میزان همبستگی ژنتیکی بین آن ها در برنامه ریزی آمیزشی بین حیوانات دارای اهمیت زیادی است [۶۸]. صفات شیر، چربی و پروتئین از مهمترین صفات در شاخص انتخاب<sup>۲</sup> گاوهای شیری هستند. این صفات به دلیل امکان بهبود ژنتیکی و ارزش اقتصادی بالا مورد توجه متخصصین اصلاح دام می باشند. مؤلفه های واریانس و کوواریانس مبنای برآورد وراثت پذیری، تکرارپذیری و همبستگی های ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی میان صفات هستند. بر این اساس برآورد مؤلفه های واریانس و کوواریانس برای طراحی برنامه های مناسب اصلاحی، پیش بینی ارزش های اصلاحی حیوانات و محاسبه ی پیشرفت ژنتیکی ضروری می باشد [۱۱].

جدول ۱-۲- هزینه افزایش ۱٪ چربی در هر لیتر شیر گاو ۷۰۰ کیلوگرمی (به ریال) [۲۰]

| درصد چربی شیر گاو | تولید شیر روزانه |            |
|-------------------|------------------|------------|
|                   | ۲۰ کیلوگرم       | ۳۰ کیلوگرم |
| ۲/۵               | ۴                | ۶/۶        |
| ۳                 | ۴                | ۶/۶        |
| ۳/۵               | ۴                | ۷/۷        |
| ۴                 | ۳/۹              | ۸          |
| ۴/۵               | ۴/۳              | ۸/۲        |

۱- Heritability

۲- Selection index



رکوردهای مورد استفاده جهت پیش بینی ارزش ژنتیکی و برآورد مؤلفه های واریانس - کوواریانس مربوط به تولید شیر را باید با بکارگیری عوامل تصحیح مناسب بر اساس سن زایش و فاصله زایش<sup>۱</sup> تصحیح نمود. تصحیحات مهم دیگری نیز برای گله-سال - فصل شروع تولید، معمولاً با تصحیح رکوردها بر اساس میانگین های گله-سال- فصل و یا با روش های آماری مشابه صورت می پذیرد. تصحیح داده ها برای حذف اثر عوامل محیطی مؤثر بر تغییرات آن ها بوده و برای مقایسه صحیح دام ها از نظر ظرفیت ژنتیکی ضروری می باشد. البته باید توجه نمود که رکوردهای شیر را نباید برای عواملی که از اجزای ژنتیکی آن هستند تصحیح نمود [۵۱]. ضرایب تصحیح اثرات محیطی برای نژادها و مناطق اقلیمی مختلف، متفاوت می باشد و نمی توان مجموعه ای از این ضرایب را برای تمامی حالات محاسبه نمود. انجام تصحیح رکوردهای تولید شیر باعث انتخاب حیوانات با ارزش اصلاحی متوسط گردیده و به ضرر حیوانات برتر می باشد. بهتر است تصحیح رکورد های تولید شیر همزمان با برآورد مقادیر ارزش اصلاحی صورت گیرد و محاسبه پیش تصحیح داده ها ضروری نمی باشد. در واقع هدف از تصحیح رکوردها، مساوی قرار دادن میانگین ها، همانند واریانس ها میان زیر گروه ها می باشد [۵۴]. فاکتورهای تصحیحی که برای داده های پیش تصحیح استفاده می شوند می توانند به صورت افزایشی یا ضرب شونده باشند. اگر زیر گروه ها غیر یکنواخت باشند از فاکتورهای تصحیح ضرب شونده و اگر دارای واریانس یکنواخت و میانگین متفاوت باشند از فاکتورهای تصحیح افزایشی استفاده می شود [۴۶].

از لحاظ تئوری، مدل کردن آماره های روزانه به جای آماره های ۳۰۵ روز برای برآورد اجزاء واریانس و کوواریانس و ارزیابی ژنتیکی<sup>۲</sup> به دلیل استفاده از داده های واقعی به جای داده های پیش بینی شده، توانایی در مدل کردن فاکتورهای مؤثر روی هر آماره روزانه نسبت به آماره های پیش بینی شده می تواند بهتر باشند. همچنین کاهش واریانس باقیمانده با ایجاد اطلاعات بیش تر به وسیله استفاده از همه ی آماره های موجود از دختران یک گاو نر همچنین به وسیله مشخص و تعدیل کردن اثرات محیطی، می تواند روش مؤثرتری برای برآورد پارامترهای ژنتیکی باشد [۵۴].

## ۲-۲- برخی عوامل مؤثر بر تولید شیر و ترکیبات آن

تفاوت تولید بین حیوانات ناشی از تفاوت در ظرفیت ژنتیکی آن ها و اثر عوامل محیطی می باشد. این عوامل محیطی به دو گروه تقسیم می شوند [۱۵]:

الف) شرایط فیزیولوژیک حیوان: نظیر سن زایش، طول دوره خشکی، تعداد روزهای غیر آبستن، تعداد روزهای شیردهی و نوبت زایش.

ب) عوامل و شرایط محیطی شناخته شده: نظیر گله، سال و فصل زایش و یا تولد، منطقه جغرافیایی، درجه حرارت محیط، رطوبت هوا و غیره.

۱- Calving interval

۲- Genetic evaluation

معمولاً برای ارزیابی ژنتیکی حیوانات لازم است که داده‌ها برای اثر عوامل محیطی شناخته شده تصحیح شوند. تصحیح داده‌ها برای حذف اثر عوامل محیطی بر تغییرات آن‌ها بوده و برای مقایسه صحیح دام‌ها از نظر ظرفیت ژنتیکی آن‌ها ضروری می‌باشد [۱۹]. البته باید توجه نمود که داده‌های تولید شیر را نباید برای اثر عواملی که از اجزای ژنتیکی آن است تصحیح نمود. به عنوان مثال، برای ارزیابی ژنتیکی گاو‌ها برای صفت تولید شیر نباید تولید آن‌ها را برای درصد چربی که دارای همبستگی ژنتیکی با تولید شیر است تصحیح نمود [۱۱]. صفات مهم اقتصادی در گاوهای شیری اغلب از نوع کمی هستند. این صفات توسط تعداد زیادی ژن کنترل شده و همچنین تحت تأثیر محیط می‌باشند [۴۳]. عوامل محیطی متعدد دیگری نیز بر تولید شیر مؤثرند. شناسایی این عوامل گاهی دور از ذهن بوده و یا این که بعضی از این عوامل شناسایی شده اما چون برای آن‌ها اطلاعاتی موجود نیست، نمی‌توان اثر آن‌ها را در مدل منظور کرد. تنها اثرات محیطی که قابل شناسایی بوده و برای آن‌ها نیز اطلاعات موجود می‌باشد، وارد مدل می‌شوند. در ادامه برخی از عوامل مؤثر بر تولید شیر ذکر می‌شوند. به‌طور کلی تولید هر گاو شیری ۳۵٪ ناشی از ظرفیت ژنتیکی آن حیوان و ۶۵٪ بقیه مربوط به عوامل غیر ژنتیکی است [۲۲].

#### ۲-۲-۱- عوامل ژنتیکی

نژادهای گاوهای شیری تحت تأثیر دخالت انسان و براساس صفات مشخصی اصلاح شده‌اند. مثلاً برخی از نژادها مانند ایر شایر دارای ظرفیت چرای بالایی هستند، برخی دیگر از نژادها مانند جرسی دارای چربی شیر بالایی می‌باشند. همچنین برخی از نژادها مانند هلشتاین برای تولید شیر اصلاح شده‌اند [۹]. نتایج تحقیقات آهن و همکاران (۲۰۰۰)، پرامانیک و همکاران (۲۰۰۰)، اثر نژاد را در تولید شیر معنی‌دار ( $P < 0/001$ ) نشان داده است [۲۹ و ۹۸].

جدول ۲-۲-۲- سطح تولید شیر، چربی و پروتئین، در نژادهای مختلف گاو شیری [۹].

| نژاد        | فراوانی نژاد در جهان | تولید شیر یک دوره | درصد چربی | درصد پروتئین |
|-------------|----------------------|-------------------|-----------|--------------|
| ایرشایر     | ۰/۵                  | ۷۱۰۲              | ۳/۹       | ۳/۳          |
| براون سوئیس | ۰/۹                  | ۸۰۸۸              | ۴/۰       | ۳/۵          |
| گرنزی       | ۰/۷                  | ۶۴۳۱              | ۴/۵       | ۳/۵          |
| هلشتاین     | ۹۲/۴                 | ۹۹۶۲              | ۳/۶       | ۳/۱          |
| جرسی        | ۵/۵                  | ۶۸۴۸              | ۴/۶       | ۳/۸          |

#### ۲-۲-۲- سن زایش

از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تولید شیر می‌توان به سن زایش اشاره کرد. به وضوح ثابت شده است که با افزایش سن گاو تولید افزایش می‌یابد. تولید گاوهایی که در اولین دوره‌ی شیردهی در سن ۲۴ ماهگی زایش می‌کنند، در حدود ۷۵ درصد تولید شیر یک گاو بالغ را دارند برای گاوهای ۳ ساله حدود ۸۵ درصد و برای گاوهای ۴ و ۵ ساله حدود ۹۲ و ۹۸ درصد گاوهای بالغ است [۱۰۹]. از آنجایی که سن در زمان رکوردبرداری، تابعی از سن زایش و روزهای شیردهی است، بنابراین با وارد کردن سن زایش به همراه روز شیردهی در مدل، دیگر نیازی به استفاده از سن در هنگام رکوردبرداری نمی‌باشد [۱۲۴]. پیرلو

و همکاران (۲۰۰۰)، گزارش کردند که سن زایش، بر تولید شیر و درصد چربی اثر مثبت و بر روی درصد پروتئین اثر منفی دارد [۹۶]. اهمیت اثر سن زایش با پیشرفت مرحله شیردهی کم می‌شود. این اثر به طور معمول در مدل‌های آماری به صورت یک متغیر همراه به صورت یک متغیر همراه به صورت رگرسیون‌های خطی و درجه دوم در نظر گرفته می‌شود [۷۲]. چون سن آماربرداری تابعی از سن زایش و روزهای شیردهی می‌باشد، با وارد کردن روزهای شیردهی در داخل سن زایش می‌توان اثر سن زایش و آماربرداری را به طور همزمان در نظر گرفت. نتایج برخی از تحقیقات نشان دادند که اثر سن روی شیر تولیدی در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری می‌باشد. به طوری که در تمام دوره‌های شیردهی افزایش سن باعث افزایش تولید شیر می‌شود. اما این اثر با افزایش دوره‌های شیردهی کم می‌شود، یعنی اثرات سن برای حیوانات جوان‌تر بیش‌تر از حیوانات مسن‌تر است، که مقداری از این به خاطر روزهای باز است [۲۶ و ۴۷]. اگرچه عملاً تولید شیر اولین دوره شیردهی، هنگام زایمان در سنین کم، کمتر از تولید شیر در سنین بالا می‌باشد، اما گاوی که زودتر زایمان می‌کند؛ مقدار شیر بیش‌تر در طول عمرشان تولید خواهد کرد [۳۸ و ۳۹]. با کاهش سن در هنگام اولین زایش میزان نگهداری (نظیر تغذیه، بهداشت و غیره) تا زایش اول و طول عمر غیر اقتصادی حیوان کاهش می‌یابد [۳۹ و ۴۸]. از این شاخص برای تعیین قابلیت باروری<sup>۱</sup> تلیسه‌ها استفاده می‌شود، که بر طول عمر اقتصادی حیوان تأثیر دارد. سن در اولین زایش حاصل جمع فاصله تولد تا اولین تلقیح منجر به آبستنی و طول مدت آبستنی می‌باشد. در نژاد هلشتاین سن مطلوب برای تلقیح تلیسه‌ها ۱۶-۱۴ ماه و وزن ۴۲۰ کیلوگرم و ارتفاع جدوگاه ۱۲۸ تا ۱۳۳ سانتی‌متر است.

سن اولین زایش در لهستان  $29/5 \pm 2/3$  ماه و در هلند ۲۶ و در کانادا ۲۷ ماه گزارش شده است [۳۵]. در یک دوره شیردهی گاوهایی که در پاییز و اوایل زمستان زایش می‌کنند، اوج تولید شیر خود را در زمستان دارند، یعنی زمانی که شرایط آب و هوایی، تغذیه و مدیریت بهتر است، و بیش‌تر از گاوهایی است که در اواخر زمستان، بهار و تابستان زایش می‌کنند [۷]. به دلیل تفاوت در شرایط آب و هوایی (دما، رطوبت نسبی)، فصول مختلف سال و نحوه تغذیه، میانگین تولید شیر گاوهایی که در فصول مختلف زایش نموده‌اند متفاوت می‌باشد [۴۱]. بررسی‌ها نشان داده است که اثر فصل زایش بر تولید شیر معنی‌دار است و اثر فصل زایش بر تولید شیر روزانه در حداکثر تولید نیز معنی‌دار است [۸]. تولید شیر در بهار ۱۰ تا ۱۵ درصد از سایر فصول بیش‌تر است. در این گاوها منحنی تولید شیر قبل از بهار به حداکثر خود رسیده و با شروع فصل بهار مجدداً در منحنی تولید شیر افزایش مشاهده می‌شد که موجب افزایش تولید این دوره شیردهی می‌گردد [۴۳ و ۴۴]. میانگین تولید شیر گاوهایی که در فصل پاییز و اوایل زمستان زایش می‌کنند بیش‌تر از تولید گاوهایی است، که در فصل بهار و تابستان زایش می‌نمایند. زیرا گاوهایی که در اواخر پاییز و زمستان زایش می‌نمایند، و اواخر زمستان و اوایل بهار به حداکثر تولید می‌رسند؛ که در این فصل علوفه سبز و غذای با کیفیت بهتر جهت تغذیه استفاده می‌گردد. ولی گاوهایی که در فصل بهار و تابستان زایش می‌نمایند، اولین مرحله دوره شیردهی آن‌ها در شرایط نامساعد محیطی می‌باشند.

(مثلاً مشکل محیط و به دنبال آن کاهش اشتها و تأمین نشدن نیاز بدنی) میانگین تولید شیر این گروه از گاوها کمتر از گروه اول بشود [۱۰]. در مدل‌های مورد استفاده برای وارد کردن اثرات گله، سال و فصل زایش، آن‌ها را با هم در نظر گرفته و به صورت یک اثر گله-سال-فصل زایش تعریف می‌کنند (به دلیل لحاظ کردن اثرات متقابل بین آن‌ها) [۴۸].

### ۳-۲-۲- طول دوره‌ی شیردهی

اصولاً در گله‌های گاو شیری تفاوت‌های زیادی از نظر طول دوره‌ی شیردهی وجود دارد. تعدادی از گاوها تحت تأثیر عواملی نظیر خشک کردن پیش از موعد، ابتلا به بیماری‌ها و غیره دوره‌ی شیردهی کوتاه‌تری نسبت به بقیه دارند. لذا به منظور مقایسه رکورد‌های شیر لازم است آن‌ها را برای طول دوره‌ی شیردهی تصحیح صورت گیرد [۶۱، ۷۶ و ۱۰۱]، در غیر این صورت باید آن را به عنوان یک متغیر همبسته در مدل منظور نمود. تتودورو و مادالنا (۲۰۰۳)، متوسط طول دوره‌ی شیردهی را  $18 \pm 339$  روز و والر و ازرا (۲۰۰۴)، وراثت‌پذیری دوره‌ی شیردهی را  $0.27 \pm 0.17$  گزارش کردند [۱۱۲ و ۱۲۳]. معمولاً ۱۲ تا ۲۶ درصد تغییرات شیر و ۱۰ درصد تغییرات درصد چربی به علت تأثیر مرحله شیر دهی می‌باشد [۱۰۵]. در طول دوره شیردهی تغییرات تولید تابعی از مرحله شیردهی است. مرحله شیردهی به وسیله روزهای شیردهی اندازه گیری می‌شود [۷۲]. در بسیاری از مطالعات مرحله شیردهی به عنوان یک اثر ثابت و اصلی وارد مدل می‌شود. برای عملی کردن این کار دوره شیردهی را به چند زیر کلاس روزهای شیردهی تقسیم می‌کنند [۲۴].

تولید شیر در طول دوره‌ی شیردهی دارای یک منحنی می‌باشد که تقریباً در ۳ الی ۶ هفته پس از زایش، تولید شیر به حداکثر مقدار خود می‌رسد و سپس یک کاهش تدریجی در تولید به وقوع می‌انجامد [۲۱]. در ابتدای مرحله شیردهی درصد چربی و پروتئین در آغوز<sup>۱</sup> بالاست. در ماه دوم شیردهی این مقادیر کم می‌شود، ولی در پایان شیردهی به تدریج شروع به افزایش می‌نماید. حداکثر تولید گاو به شرایط بدنی در هنگام زایمان، پتانسیل ژنتیکی، عاری بودن از بیماری‌ها و رژیم غذایی بستگی دارد [۴۱]. سه بار شیردوشی در روز موجب زیاد شدن شیر به میزان ۱۰ تا ۲۵ درصد شده و ۴ بار شیردوشی در روز، تولید را ۵ تا ۱۵ درصد دیگر افزایش می‌دهد [۱۱]. هوگوین و همکاران (۲۰۰۱)، اثر فاصله‌ی شیردهی را بر تولید شیر معنی‌دار اعلام کردند و این اثر در مورد گاوهای پرتولید نسبت به گاوهای کم‌تولید بیش‌تر گزارش شده است [۶۳]. در طول دوره‌ی شیردهی تولید شیر پس از رسیدن به اوج تولید به تدریج کاهش می‌یابد. میزان کاهش تولید، چگونگی تداوم شیردهی را نشان می‌دهد [۱۱]. شفر (۲۰۰۴)، در مطالعه‌ی خود تداوم شیردهی را به صورت اختلاف تولید شیر در روزهای ۶۰ و ۲۸۰ شیردهی تعریف کرد [۱۰۵]. گاوها در دوره‌ی شیردهی اول نسبت به دوره‌های بعدی تداوم بیش‌تری دارند. همچنین تداوم شیردهی در گاوهای جوان بالاتر است و گاوهایی که زودتر به اوج تولید می‌رسند، معمولاً تداوم شیردهی کمتری دارند [۳۹]. دانل (۱۹۸۲)، با مطالعه بر روی گاوهای سوئدی نشان داد، گاوهای با تداوم

۱- Colostrum