



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد ششم، شماره چهارم، ۱۳۹۷

http://ejrr.gau.ac.ir

مقایسه مدل خطی و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی تولید شیر با استفاده از

رکوردهای اولین دوره شیردهی ثبت شده

*کریم نوبری^۱، حسن بانه^۲، سعید اسماعیل خانیان^۳، کاظم یوسفی کلاریکلانی^۱، رحمت سمیعی^۴

^۱استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، ^۲استادیار و ^۳دانشیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران ^۴معاونت بهبود تولیدات دامی، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۸

چکیده

سابقه و هدف: پیش‌بینی دقیق تولید شیر یکی از ملزومات مدیریت دامپروری و مدل‌سازی درآمد دامداران در تجزیه و تحلیل‌های هزینه-فایده می‌باشد. بطوری که پیش‌بینی دقیق رکوردهای آینده می‌تواند طول دوره رکوردبرداری را کاهش دهد. برآوردهای زود هنگام ارزش اصلاحی گاوهای نر با استفاده از رکوردهای بخشی از دوره شیردهی می‌تواند باعث کاهش فاصله نسل و بیشتر شدن شدت انتخاب و پیشرفت ژنتیکی گردد. مدل خطی یکی از روشهای مرسوم مدل‌سازی در تحقیقات رشته‌های مختلف علوم می‌باشد. شبکه عصبی مصنوعی روشی مبتنی بر هوش مصنوعی است که اصول کارکرد آن مانند سلول‌های مغز انسان می‌باشد. کاربرد آسان شبکه عصبی مصنوعی و توان مدل‌سازی توابع و روابط پیچیده یک از عوامل کاربرد وسیع آن است. در طول دو دهه گذشته انقلابی در جهت استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی در حوزه‌های مختلف علوم ایجاد شده است که نشان از موفقیت کاربرد این تکنیک قدرتمند در حل دامنه وسیعی از مشکلات مربوط به علوم مختلف می‌باشد. با این مقدمه تحقیق حاضر با هدف پیش‌بینی تولید شیر گاوهای شیری در دوره‌های شیردهی مختلف با استفاده از تولید شیر اولین دوره شیردهی رکوردبرداری شده و مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی انجام شد. علاوه بر آن نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی با مدل خطی مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق از رکوردهای دو دوره‌شیردهی متوالی ۲۴۶۰ راس گاو شیری مربوط به یک گله استفاده شد. در شجره سری داده مورد استفاده تعداد ۲۵۱۷ گاو شیری وجود داشت. جهت برازش مدل شبکه عصبی مصنوعی، داده‌ها به دو دسته آموزش و آزمون تقسیم شدند. مدل شبکه عصبی با استفاده از داده‌های آموزش روابط بین خروجی و ورودی‌ها را یادگیری نمود. با پیش‌بینی خروجی داده‌های آزمون توسط مدل و مقایسه برآوردها با اندازه‌های واقعی، پارامترهای برازش مدل مورد بررسی قرار گرفتند. ساختار شبکه‌ای که بهترین پارامترهای برازش را ایجاد می‌نمود در مدل شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، مدل خطی بر روی داده‌ها برازش شده و با مدل شبکه عصبی مصنوعی مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها: بهترین ساختار مدل شبکه عصبی دارای ۸ ورودی، ۴ نرون در لایه پنهان اول، ۲ نرون در لایه پنهان دوم و یک خروجی بود که ورودی‌های آنها شامل ارزش اصلاحی میانگین تولید شیر دوره اول شیردهی ثبت شده، نوبت زایش، گروه پدری، سن اولین زایش ثبت شده، تعداد رکورد برای هر دوره شیردهی و میانگین، حداقل و حداکثر روزهای شیردهی ثبت شده و خروجی

* نویسنده مسول: k.nobari@areeo.ac.ir

مدل شامل رکورد شیر تولیدی بود. مدل شبکه عصبی مورد استفاده، رکورد مربوط به دوره‌های شیردهی را به ترتیب با RMSE و ضریب تبیین $0.7/94$ و $0.7/25$ برآورد کرد. ضریب تبیین و RMSE مدل خطی مورد بررسی به ترتیب 0.39 و $26/63$ بود.

نتیجه‌گیری: مدل شبکه عصبی مورد استفاده در این تحقیق قادر به پیش‌بینی تولید شیر دوره آینده بر اساس اطلاعات اولین دوره شیردهی ثبت شده بود. این تحقیق نشان داد که استفاده از مدل‌سازی شبکه عصبی می‌تواند در کاهش طول دوره رکوردبرداری برای ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری بخصوص گاوهای نر مفید می‌باشد و می‌تواند باعث کاهش فاصله نسل گردد. نتایج همچنین نشان داد که با بکارگیری مدل شبکه عصبی مصنوعی داده‌های ناقص نیز در ارزیابی ژنتیکی قابل استفاده می‌باشند. مقایسه تحقیق حاضر با تحقیقات گذشته نشان داد که استفاده از عوامل موثرتر برای تولید شیر به عنوان ورودی مدل می‌تواند دقت و صحت پیش‌بینی‌ها را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی مصنوعی، فاصله نسل، پیش‌بینی تولید شیر

مقدمه

پیشرفت گسترده در تولید پروتئین حیوانی جهت رفع گسترده نیازهای غذایی انسان ضروری می‌باشد (۸). انتخاب حیوانات برتر از لحاظ رشد، تولید گوشت، شیر و... برای تولید نسل، بهبود قابل توجهی را در تولید دام، طیور و آبزیان ایجاد نموده است.

مدل خطی یکی از روش‌های شناخته شده مدل‌سازی کاربردی در حل بسیاری از مسائل می‌باشد اما در طول دو دهه گذشته انقلابی در استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی در زمینه‌های مختلف علوم ایجاد شده است که نشان از موفقیت کاربرد این تکنیک قدرتمند در حل دامنه وسیعی از مشکلات می‌باشد. کاربرد آسان شبکه عصبی مصنوعی و توان مدل‌سازی توابع و روابط پیچیده یک از عوامل کاربرد وسیع آن می‌باشد (۳). شبکه عصبی مصنوعی قادر به استنتاج و استخراج قوانین و روندهای پیچیده در داده‌های دارای عوامل زیاد و مبهم متابعت کننده از توابع متعدد پیچیده ریاضی می‌باشد که استخراج و استنتاج آنها با استفاده از روش‌های تجزیه تحلیل پارامتریک موجود غیرممکن و یا بسیار سخت می‌باشد (۱۸).

مدل شبکه عصبی دارای طبیعت غیرخطی بوده و نسبت به ابهامات و اثرات غیرقابل کنترل موجود در داده‌ها مقاوم می‌باشد (۲۳ و ۱۲). بسیاری از نویسندگان عملکرد بهتر شبکه عصبی مصنوعی را نسبت به مدل‌های دیگر در انجام پیش‌بینی‌ها ارائه داده‌اند (۱، ۴، ۱۰، ۱۸، ۱۱۱، ۲۲ و ۲۱).

مدل شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند روابط غیر خطی چندبعدی بین متغیرهای ورودی (مستقل) و خروجی (وابسته) را فراگیری نماید. امروزه از روش شبکه عصبی مصنوعی در حوزه‌های مختلفی مانند تشخیص الگو، کنترل، مهندسی و... استفاده می‌شود (۲۴).

ساختار شبکه عصبی مصنوعی به صورت شکل ۱ می‌باشد که در آن لایه‌های اول تا L قرار دارد. ورودی‌ها X_1 تا X_n سیگنال را به سمت گره‌ها ارسال می‌کند که در آن‌ها سیگنال‌ها جمع‌آوری و با استفاده از توابع ریاضی تبدیل انجام می‌شود. نرون‌های لایه‌های مختلف (۱ تا N) سیگنال‌ها را از نرون‌های قبل، هر کدام دارای قدرت خاص، دریافت و بر اساس تابع فعال سازی نرون سیگنال را به نرون‌های موجود در لایه‌های دیگر انتقال می‌دهد (۲۴).

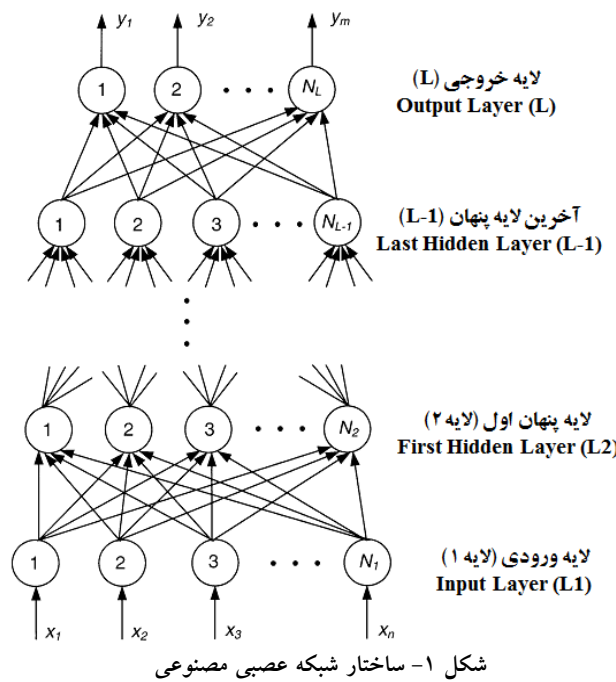


Figure 1. Architecture of Artificial Neural Network

شیردهی می‌تواند باعث کاهش فاصله نسل، شدت انتخاب و پیشرفت ژنتیکی بیشتر گردد (۱۳). علاوه بر آن استفاده از داده‌های ناقص ثبت شده نیز می‌تواند در ارزیابی‌های ژنتیکی گله‌های گاوهای شیری و در نهایت بهبود ژنتیکی ثمربخش باشد. ارزیابی ژنتیکی زود هنگام گاوها باعث تصمیم‌گیری سریعتر در مورد حذف یا استفاده آنها در برنامه اصلاح‌نژادی می‌گردد و علاوه بر آن می‌تواند در مدیریت گاوها و گله کمک نماید (۱۷). تحقیقات زیادی از کاربرد مدل شبکه عصبی مصنوعی^۲ در پیش‌بینی تولید شیر گزارش شده است (۱، ۴، ۱۰، ۱۸، ۱۱۱، ۲۲ و ۲۱).

برای مثال، در یک مطالعه از مدل ساز شبکه عصبی برای پیش‌بینی تولید شیر گاوهای شیری بر اساس اطلاعات هواشناسی (دما) استفاده شد. در مطالعه مذکور از دو متغیر ورودی شامل متوسط دمای روزانه و حداکثر دما به‌عنوان ورودی و از متوسط تولید شیر روزانه به‌عنوان خروجی استفاده گردید که در آن همبستگی بین

در هر ساختار شبکه عصبی باید ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها با استفاده از نرون‌های لایه‌های مختلف برقرار گردد. یکی از ساده‌ترین ساختارها پیش‌خور می‌باشد که جریان سیگنال‌ها از ورودی به لایه‌های پنهان و در نهایت به لایه خروجی می‌باشد. ساختار شبکه عصبی پیش‌خور در حل بسیار از مسائل موفق بوده و امروزه به‌طور گسترده از آن استفاده می‌شود (۵).

میزان تولید شیر و ترکیبات آن از اهداف اصلی برنامه‌های اصلاح‌نژادی می‌باشد. پیش‌بینی دقیق تولید شیر یکی از ملزومات ضروری مدیریت دامپروری و مدل‌سازی درآمد دامداران در تجزیه و تحلیل‌های هزینه-فایده می‌باشد (۱۱). کوتاه شدن رکوردبرداری تولید شیر نسبت به دوره تولید شیر استاندارد می‌تواند باعث کاهش اریب برآوردهای ارزش‌های اصلاحی گاوهای نر دارای تفاوت در نرخ حذف گروه‌های دختران گردد. برآوردهای زود هنگام ارزش اصلاحی گاوهای نر با استفاده از رکوردهای بخشی از دوره

2 - Artificial Neural Network (ANN)

تحقیقی مشابه نیز بر روی گوسفندان آواسی ضریب تبیین ۰/۹۹ بدست آمد (۱۶).

در تحقیق نجوبی و همکاران (۲۰۰۹) پیش‌بینی عملکرد اولین دوره شیردهی تلیسه‌ها در گله گاو شیری مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آن می‌توانست برای انتخاب سریع‌تر حیوانات و پیشرفت ژنتیکی سالیانه بیشتر منجر گردد. براساس نتایج مطالعه آنها روش شبکه عصبی مصنوعی بسیار بهتر از رگرسیون خطی بود و مدل شبکه عصبی مصنوعی قابلیت پیش‌بینی تولید شیر اولین دوره شیردهی تلیسه‌های شیری را داشت (۲۰).

تشخیص سریعتر باعث صرفه‌جویی در زمان ارزیابی گاوهای شیری خواهد شد و همچنین می‌تواند باعث ایجاد راه حلی برای استفاده بهینه از داده‌های ناقص ثبت شده در گله‌ها در ارزیابی بهتر و دقیق‌تر گاوهای شیری گردد. بر این اساس این تحقیق با هدف پیش‌بینی زود هنگام فنوتیپ تولید شیر دوره‌های شیردهی آینده از روی اولین دوره تولید شیر ثبت شده گاوهای شیری انجام شد. ویرایش داده‌ها به نحوی بود که داده‌های نسبتاً ناقص نیز در مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از رکوردهای دو دوره شیردهی متوالی ۲۴۶۰ راس گاو شیری مربوط به یک گله استفاده شد. در شجره سری داده مورد استفاده تعداد ۲۵۱۷ گاو شیری وجود داشت. به‌طور کلی رکوردهایی که در بازه زمانی زایش تا ۳۰۵ روز قرار داشتند مورد استفاده قرار گرفتند. بطور کلی دامنه‌ای از رکوردهای گاوهای ۱ تا ۹ شکم زایش هر یک دارای ۱ تا ۱۱ رکورد ثبت شده بودند.

با استفاده از تجزیه تحلیل مدل تک صفتی به کمک نرم افزار WOMBAT، ارزش اصلاحی میانگین

برآوردها و داده‌های واقعی در سری داده آموزش و آزمون ۰/۹۹ بود و نتایج نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی ابزار مناسبی برای پیش‌بینی کوتاه مدت تولید شیر بوده و شبکه پرسپترون چند لایه دارای بهترین قابلیت پیش‌بینی می‌باشد (۶). آدش و همکاران (۲۰۰۷)، با مقایسه مدل رگرسیون خطی چندگانه و شبکه عصبی برتری مشهود مدل شبکه عصبی را گزارش و مدل شبکه عصبی مصنوعی را برای پیش‌بینی تولید شیر ۳۰۵ روز اولین دوره شیردهی با استفاده از رکوردهای بخشی دوره شیردهی در نژاد آمیخته کاران-فریز (Karan Fries) پیشنهاد دادند. آنها جهت توسعه مدل خود سری داده‌ای تایید شده از صفات اصلاحی آمیخته‌ها استفاده نمودند و الگوریتم‌های آموزشی متعددی را مورد آزمایش قرار دادند (۲).

در تحقیق چاترودی و همکاران (۲۰۱۳) از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی تولید شیر در طول عمر گاوهای شیری استفاده نمودند. آنها از الگوریتم پس انتشار برای مدل‌سازی استفاده کردند و پس از آزمودن ساختارهای مختلف شبکه‌ای با دو لایه پنهان را پیشنهاد دادند. در آن تحقیق روابط غیرخطی بین متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته توسط مدل برازش یافت. نتایج پیش‌بینی نشان داد که مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی می‌توانند در پیش‌بینی تولید آینده گاوها بر اساس رکوردهای مربوط به صفاتی که بروز آنها زود هنگام است، مورد استفاده قرار گیرند (۷).

دویقی و آیتول (۲۰۱۳) با استفاده از شبکه عصبی دارای الگوریتم پس انتشار با یک لایه پنهان که با استفاده از تابع فعال‌سازی سیگموئیدی آموزش می‌دید، تولید شیر دوره شیردهی گوسفندان آواسی را با ضریب تبیین ۰/۹۹ پیش‌بینی نمودند. ورودی‌های مورد استفاده در تحقیق آنها شامل سن، تعداد زایش، تولید شیر ماهانه و طول دوره شیردهی بودند (۹) در

مدل شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از نرم افزار Neural Works Professional نسخه ۵/۲۳ انجام شد. یک شبکه عصبی پرسپترون چند لایه متعلق به ساختارهای شبکه پس خور، بکارگیری شد. از الگوریتم آموزش پس خور دارای تابع انتقال تانژانت هایپربولیک و قانون دلتا برای مدل سازی استفاده گردید (۲۴). در برخی ساختارهای شبکه عصبی نرون های لایه های قبلی به صورت نیمه کامل به نرون های لایه های بعدی اتصال می یابند، اما در ساختار بکار گرفته شده در این مطالعه تمام نرون های لایه قبلی با نرون های لایه های بعدی ارتباط کامل داشتند.

ساختاری از مدل شبکه عصبی که با کمترین خطا میانگین تولید شیر دوره های مختلف شیردهی را با استفاده از میانگین شیر دوره شیردهی اول پیش بینی می نمود، از روش آزمون-خطا بدست آمد. به منظور بررسی میزان برازش مدل از RMSE و ضریب تبیین تولید شیر پیش بینی شده و مورد انتظار به صورت فرمول های زیر استفاده شد.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

در معادلات فوق n تعداد رکوردها، Y_i مقدار مشاهده شده و \hat{Y}_i مقدار پیش بینی شده می باشد.

In the above equations, n, Y_i and \hat{Y}_i are number of records, observed values and predicted values, respectively.

تولید شیر اولین دوره شیردهی رکورد برداری شده تهیه گردید. مدل خطی چندگانه با استفاده از کلیه ورودی های مورد استفاده در شبکه عصبی مصنوعی برازش یافت. میزان RMSE و ضریب تبیین مدل خطی محاسبه و با مقادیر بدست آمده توسط مدل شبکه عصبی مصنوعی مورد مقایسه قرار گرفت.

رکوردهای اولین دوره شیردهی ثبت شده بدست آمد. میانگین روزهای شیردهی (اولین دوره شیردهی ثبت شده) و سن گاو در زایش مزبور به عنوان متغیر کمکی (کوواریت) و شکم زایش و گروه ژنتیکی پدری به عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته شدند. به دلیل عدم وجود رکوردهای ماهیانه کامل برای برخی از داده ها، از میانگین رکوردهای ثبت شده در هر دوره شیردهی استفاده شد تا بتوان با استفاده از میانگین روزهای شیردهی اثرات آن تصحیح شود.

تحقیق حاضر به منظور پیش بینی میانگین تولید شیر دوره های مختلف شیردهی با استفاده از میانگین تولید شیر در اولین دوره شیردهی رکورد برداری شده صورت گرفت. در طراحی مدل شبکه عصبی مصنوعی ارزش اصلاحی میانگین تولید شیر دوره اول، نوبت زایش، گروه ژنتیکی پدری، سن اولین زایش ثبت شده، تعداد رکورد برای هر دوره شیردهی و میانگین، حداقل و حداکثر روزهای شیردهی به عنوان ورودی مدل مورد استفاده قرار گرفتند.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

جهت دستیابی به بهترین ساختار شبکه عصبی مصنوعی پارامترهای مختلف شبکه مورد آزمایش قرار گرفتند (جدول ۱).

علاوه بر مدل شبکه عصبی مصنوعی، مدل رگرسیون خطی چندگانه نیز برای پیش بینی میانگین تولید شیر دوره های مختلف با استفاده از میانگین

جدول ۱- دامنه پارامترهای مورد استفاده در مدل شبکه عصبی.

Table 1. Range of parameters used in Artificial Network model.

دامنه	پارامتر شبکه عصبی مصنوعی
3-8	تعداد ورودی Number of inputs
1-4	تعداد لایه‌های پنهان Number of hidden layers
2-8	تعداد نرون در لایه پنهان اول Number of neuron at first hidden layer
1-8	تعداد نرون در لایه پنهان دوم Number of neuron at second hidden layer
خطی، سیگموئید و تانژانت هایپربولیک Linear, Sigmoid and Hyperbolic Tangent	تابع انتقال Transfer Function
0.2-0.9	نرخ یادگیری Learning Rate
0.1-0.8	مومنتوم Momentum
1000-3900	تعداد دوره Number of Epoches

استفاده برای تهیه سناریو برای هر یک از ورودی‌ها آورده شده است. برای مثال در مورد دوره شیردهی سطوح مختلف از ۱ به فاصله یک واحد تا ۹ ادامه می‌یابد و گروه ژنتیکی از مقدار ۱ به فاصله یک واحد تا ۴ ادامه می‌یابد. بنابراین ترکیبات سطوح مختلف این دو ورودی ۳۶ سناریو می‌باشد. عمل فوق برای همه ورودی‌ها انجام شده و در نهایت سناریوهای کلی بدست آمده، مورد آزمون قرار گرفت.

در این مطالعه جهت مصور کردن نتایج حاصل از شبکه عصبی مصنوعی سناریوهایی از ترکیبات مختلف ورودی‌ها تهیه گردید. به این منظور سناریوهایی از ترکیبات سطوح مختلف هر یک از ورودی‌ها با یکدیگر جهت بسط مطالعه با رویکرد مصورسازی تهیه شد. سطوح هر یک از ورودی‌ها در سناریو از حداقل تا حداکثر میزان آن ورودی با فاصله‌های مساوی، مورد استفاده قرار گرفت. در جدول ۲ مقادیر حداقل و حداکثر ورودی‌های مورد

جدول ۲- حداکثر و حداقل مقادیر ورودی به شبکه عصبی مصنوعی برای ایجاد سناریو جهت مصورسازی نتایج

Table 2. Maximum and minimum of inputs to Artificial Neural Network to creating scenarios for visualizing the results

ارزش اصلاحی برآورد شده Estimated Breeding Value	دوره شیردهی Milking period	گروه پداری Sire Group	سن اولین زایش (روز) Age at first Parturition	میانگین روزهای شیردهی Average days in milk	تعداد رکوردها به ازای هر زایش Number of records for each parity	حداکثر روزهای شیردهی Maximum days in milk	حداقل روزهای شیردهی Minimum days in milk
3.126	9	4.00	3965	304.00	11.00	304.00	304
-3.584	1	1.00	732	1.00	6.00	1.00	0

نتایج و بحث

پنهان دوم و یک خروجی بود که ورودی‌های آنها شامل ارزش اصلاحی میانگین تولید شیر دوره اول شیردهی ثبت شده، نوبت زایش، گروه پدری، سن اولین زایش ثبت شده، تعداد رکورد برای هر دوره شیردهی و میانگین، حداقل و حداکثر روزهای شیردهی ثبت شد و خروجی مدل شامل رکورد شیر تولیدی بود. جدول ۳ زیر نشان‌دهنده خصوصیات مقادیر ورودی‌ها و خروجی مورد بررسی می‌باشد.

پس از ارزیابی ژنتیکی میانگین تولید شیر دوره اول شیردهی ثبت شده با استفاده از نرم‌افزار WOMBAT ارزشهای اصلاحی بدست آمده به عنوان ورودی مدل شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند. بهترین ساختار مدل شبکه عصبی دارای ۸ ورودی، ۴ نرون در لایه پنهان اول، ۲ نرون در لایه

جدول ۳- خصوصیات مقادیر ورودی‌ها و خروجی داده مورد بررسی

Table 3. Properties of considered inputs and output data

ارزش اصلاحی برآورد شده Estimated Breeding Value (EBV)	دوره شیردهی Milking Period (MP)	گروه پدری Sire Group (SG)	سن اولین زایش (روز) Age at first Parturition (Age1stPar)	میانگین روزهای شیردهی Average days in milk (ADIM)	تعداد رکوردها به ازای هر زایش Number of records for each parity (NoRecPerPar)	حداکثر روزهای شیردهی Maximum days in milk (maxDIM)	حداقل روزهای شیردهی Minimum days in milk (minDIM)	تولید شیر Milk yield (MY)	
0.056	1	2.00	788	152.44	8.00	279.00	25	39.15	میان Median
0.029	3	2.14	766	150.67	6.63	236.94	65	38.58	میانگین Mean

پارامترهای مربوط به مدل شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده در مطالعه حاضر مطابق جدول ۴ بود.

جدول ۴: بهترین پارامترهای مدل شبکه عصبی بدست آمده

Table 4. Best parameters of Artificial Network model

مقدار Amount	پارامتر شبکه عصبی مصنوعی ANN parameters	
8	Number of inputs	تعداد ورودی
2	Number of hidden layers	تعداد لایه‌های پنهان
4	Number of neuron at first hidden layer	تعداد نرون در لایه پنهان اول
2	Number of neuron at second hidden layer	تعداد نرون در لایه پنهان دوم
Hyperbolic Tangent	Transfer Function	تابع انتقال
0.5	Learning Rate	نرخ یادگیری
0.4	Momentum	مومتوم
2435	Number of Epoches	تعداد دوره

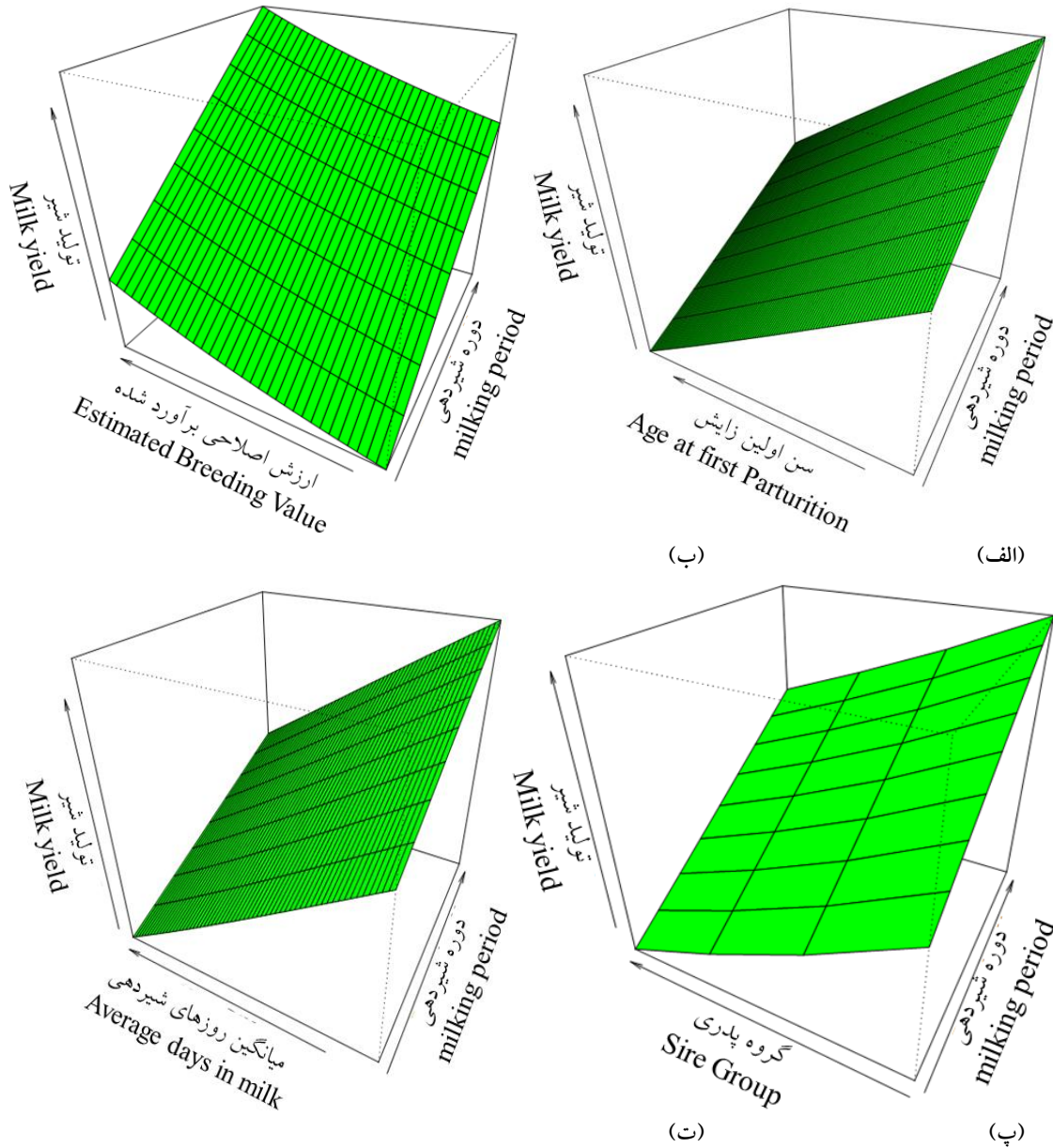
ضریب تبیین‌های ۰/۳۸، ۰/۶۹، ۰/۸۶ و ۰/۹۰ را بدست آورد. در تحقیق او ضریب تبیین حاصل از مدل رگرسیون خطی چندگانه ۰/۴۷ بود (۱۳).

مدل رگرسیون خطی چندگانه جهت مقایسه با مدل شبکه عصبی مصنوعی با ورودی‌های استفاده شده در مدل قبل مورد بررسی قرار گرفت. با تجزیه واریانس مدل مشخص گردید که همه ورودی‌های مدل بجز حداکثر روزهای شیردهی تاثیر معنی داری داشتند. میزان ضریب تبیین مدل ۳۹٪ و میزان مجذور خطای مدل ۲۶/۶۳ بود. مدل خطی به صورت زیر بدست آمد.

$$\begin{aligned} MY = & 42.039490 + 4.217715EBV + \\ & 0.772346MP - 0.340227SG - \\ & 0.005547Age1stPar - 0.000769ADIM + \\ & 0.216613 NoRecPerPar - 0.022193maxDIM - \\ & 0.029974minDIM \end{aligned}$$

جهت تصویرسازی نتایج شبکه عصبی مصنوعی برای مشاهده روند تاثیر هر یک از ورودی‌ها بر روی خروجی همچنین اثرات متقابل ورودی‌ها بر روی خروجی، سناریوهایی با ترکیبات جامعی از سطوح مختلف ورودی‌ها تهیه گردید. بعد از طراحی سناریوها، از بهترین مدل شبکه عصبی بدست آمده برای پیش بینی خروجی‌های مربوط به سری داده سناریوها استفاده شد. در شکل ۲ تاثیر دوره‌های مختلف شیردهی در تداخل با برخی ورودی‌های دیگر بر میانگین شیردهی مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مدل شبکه عصبی، داده‌های مربوط به دوره‌های شیردهی مختلف را با استفاده از داده شیردهی دوره ماقبل خود به ترتیب با RMSE و ضریب تبیین ۷/۹۴ و ۰/۶۲۵ پیش‌بینی کرد. در این مطالعه، استفاده از داده‌های نسبتاً ناقص و همچنین پیش‌بینی تولید شیر برای گاوهای-شیری دارای دوره‌های شیردهی مختلف باعث کاهش نسبی کارایی مدل مورد استفاده در مقابل دیگر تحقیقات شده است. گرزسیاک و همکاران (۲۰۰۳) روش شبکه عصبی مصنوعی را برای پیش‌بینی تولید شیر ۳۰۵ روز گاوهای شیری لهستانی بکار بردند و نتایج آن تفاوت معنی‌داری با سیستم ارزیابی مرسوم گاوهای شیری لهستان نداشت (۱۴). حسین‌نیا و همکاران (۲۰۰۷) با وجود استفاده از رکوردهای درصد چربی ۳۰۵ روز، تولید شیر ۳۰۵ روز، کل شیر و چربی تولیدی ۳۰۵ روز، تعداد شیردوشی در طی روز، میانگین شیر تولیدی روزانه، تعداد زایش، سن اولین زایش، فصل زایش و تعداد رکوردهای اولین دوره شیردهی رکوردبرداری شده برای پیش‌بینی تولید شیر و درصد چربی ۳۰۵ دوره شیردهی دوم با استفاده از دو نوع شبکه به ترتیب ضریب تبیین ۰/۶۷ و ۰/۸۱ برای شبکه نوع اول و ۰/۵۹ و ۰/۷۲ برای شبکه نوع دوم بدست آوردند (۱۵). گورگولی (۲۰۱۲) نیز در تحقیق خود برای پیش‌بینی تولید شیر ۳۰۵ روز با استفاده از مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی



شکل ۲- اثر متقابل دوره‌های مختلف شیردهی با برخی از ورودی‌ها بر متوسط تولید شیر ۳۰۵ روز

Figure 2. Interactive effect of different milking period with some inputs on average 305 milk yield

در شکل‌های ۲-پ و ۲-ت رابطه دوره شیردهی با گروه پدری و میانگین روزهای شیردهی نشان داده شده است که با افزایش میانگین روزهای شیردهی میزان تولید شیر افزایش می‌یابد. میانگین روزهای شیردهی در داده‌های مورد استفاده (جدول ۳) حدود ۱۵۰ روز بود که در کل از انتهای دوره شیردهی و کاهش تولید فاصله دارد.

شکل ۲-الف اثر متقابل دوره شیردهی و سن در اولین زایش آورده شده است که نشان دهنده رابطه خطی بین آنهاست و با افزایش دوره شیردهی و سن اولین زایش ثبت شده میانگین تولید شیر افزایش می‌یابد. شکل ۲-ب رابطه خطی ارزش اصلاحی پیش‌بینی شده با دوره شیردهی را نشان می‌دهد که با افزایش هر یک اندازه تولید شیر افزایش یافته است.

7. Chaturvedi, S., Yadav, R.L., Gupta, A.K. and Sharma, A.K. 2013. Life Time Milk Amount Prediction in Dairy Cows using Artificial Neural Networks. *Int. J. Rec. Res. Rev.* 5: 1-6.
8. Delgado, C., Rosegrant, M. and Meijer, S. 2001. The Revolution continues. Paper presented at the annual meetings of the International Agricultural Trade Research Consortium (IATRC). Auckland, New Zealand, January 18-19.
9. Duygu, I., and Aytül, S. 2013. Estimation of lactation milk yield of Awassi sheep with Artificial Neural Network modeling. *Small Rumin. Res.* 113: 15-19.
10. Edriss, M.A., Hosseinnia, P., Edriss, M., Rahmani, H.R., and Nilforooshan, A. 2008. Prediction of second parity milk performance of dairy cows from first parity information using artificial neural linear regression methods. *Asian j. Anim. Vet. adv.* 3:222-229.
11. Fernandez, C., Soria, E., Sanchez-Seiquer, P., Gomez-Chova, L., Magdalena, R., Martin-Guerrero, J.D., Navarro, M.J. and Serrano, A.J. 2007. Weekly milk prediction on dairy goats using neural network. *Neural Comput. Appl.* 16: 373-381.
12. Finn, G.D., Lister, R., Szabo, R., Simonetta, D., Mulder, H. and Young, R. 1996. Neural Networks applied to a large biological database to analyze dairy industry pattern. *Neural Comput. Appl.* 4: 237-253.
13. Gorgulu, O. 2012. Prediction of 305-day milk yield in Brown Swiss cattle using artificial neural networks. *S Afr J. Anim. Sci.* 42: 280-287.
14. Grzesiak, W., Lacroix, R., Wójcik, J. and Blaszczyk, P. 2003. A comparison of neural network and multiple regression pre-dictions for 305-day lactation yield using partial lactation records. *Can. J. Anim. Sci.* 83: 307-310.
15. Hosseinnia, P., Edris, M., Edriss, M.A., and Nilforooshan, M.A. 2007. Prediction of second parity milk yield and fat percentage of dairy cows based on first parity information using neural network system. *J. Applied. Sci.* 7: 3274-3279.

نتیجه گیری کلی

مدل شبکه عصبی مورد استفاده در این تحقیق قادر به پیش‌بینی دوره شیردهی آینده بر اساس اولین دوره شیردهی ثبت شده بود. این تحقیق نشان داد که استفاده از مدل‌سازی شبکه عصبی می‌تواند در کاهش طول دوره رکوردبرداری برای ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری بخصوص گاوهای نر مفید باشد و باعث کاهش فاصله نسل گردد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که با بکارگیری مدل شبکه عصبی مصنوعی می‌توان از داده‌های ناقص نیز در ارزیابی ژنتیکی دام‌ها استفاده نمود.

منابع

1. Abbasi, A.R., Bahreini Behzadi, M.R. and Talebi, M.A. 2016. Prediction of some carcass characteristics from body measurements using linear regression and artificial neural network methods in Lori-Bakhtiari sheep. *J. Ruminant. Res.* 3: 1-20. (In Persian).
2. Adesh, K., Sharma, R.K. and Kasana, H.S. 2007. Prediction of first lactation 305-day milk yield in Karan Fries dairy cattle using ANN modeling. *Appl. Soft Comput.* 7: 1112-1120.
3. Ashton Acton, Q. 2013. Advances in machine learning research and application. Scholarly Edition. Atlanta, Georgia. 455-475.
4. Bahreini Behzadi, M.R. 2015. Comparison of different growth models and artificial neural network to fit the growth curve of Lori-Bakhtiari sheep. *J. Ruminant. Res.* 3: 125-148 (In Persian).
5. Bhosale, M.D. and Singh, T.P. 2015. Comparative study of feed-forward neuro-computing with multiple linear regression model for milk yield prediction in dairy cattle. *J. Curr. Sci.* 108: 2257-2261.
6. Boniecki, P., Lipiński, M., Koszela, K. and Przyby, J. 2013. Neural prediction of cows' milk yield according to environment temperature. *Afr. J. Biotechnol.* 12: 4707-4712.

- prediction in Kenyan Holstein-Friesian cattle using computer neural networks. *Livestock Research for Rural Development*. 21: 4.46.
21. Njubi, D.M., Wakhungu, J.W. and Badamana, M.S. 2010. Use of test-day records to predict first lactation 305-day milk yield using artificial neural network in Kenyan Holstein-Friesian dairy cows. *Trop. Anim. Health. Prod.* 42: 639-644.
22. Park, S.J., Hwang, C.S. and Vlek, P.L.G. 2005. Comparison of adaptive techniques to predict crop yield response under varying soil and land. *J. Agric. Syst.* 85: 59-81.
23. Widrov, B., Rundhart, D.E. and Lehr, M.A. 1994. *Neural Networks Applications in industry, business and science.* *Commun. ACM.* 37: 93-105
24. Zhang Q.J., Gupta K.C. and Devabhaktuni, V.K. 2003. *Artificial Neural Networks for RF and Microwave Design From Theory to Practice.* *IEEE Trans. Microw. Theory. Tech.* 51: 1339-1350.
16. Ince, D. and Sofu, A. 2013. Estimation of lactation milk yield of Awassi sheep with Artificial Neural Network modeling. *Small Rumin. Res.* 113: 15-19.
17. Khan, M.S., Hyder, A.U., Bajwa, I.R., Rehman, M.S. and Hassan, F. 2005. Prediction of lactation yield from last-record day and average daily yield in nili-ravi buffaloes. *Pak. Vet. J.* 25: 175-178.
18. Khazaee, J. and Nikosiar, M. 2008. Approximating milk yield and milk fat and protein concentration of cows through the use of mathematical and artificial neural networks models. *World conference on agricultural information and IT, IAALD AFITA WCCA 2008, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan.* 24 - 27 August.
19. Lek, S., Delacoste M., Baran, P., Dimopoulos, I., Lauga, J. and Aulagnier, S. 1996. Application of neural networks to modeling nonlinear relationships in ecology. *Ecol. Modell.* 90: 39-52.
20. Njubi, D.M., Wakhungu, J.W. and Badamana, M.S. 2009. Milk yield



Comparison of linear model and artificial neural network to prediction of milk yield using first recorded parity

*K. Nobari¹, H. Baneh², S. Esmailkhanian³, K. Yussefi¹, R. Samiei⁴

¹Assistant prof., Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, ²Assistant prof., and ³Associate Prof., Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, ⁴Livestock affairs Department, Agricultural Jihad Organization of Golestan, Ministry of Agriculture-jahad, Gorgan, Iran

Received: 18/06/2017; Accepted: 28/01/2018

Abstract

Background and objectives: Precise prediction of milk yield is essential for management and modeling of farmer's income in analysis of cost-benefit. Such that, accurate prediction of future records can decrease recording time. Early estimation of bull breeding value using partly records of parity can lower generation interval and increase selection intensity and genetic progress. Linear model is the most commonly used modeling method in research on different field of science. Artificial Neural Network (ANN) is based on artificial intelligent that uses working principles of human brain. Ease of application and power to model complex functions and relationships is factor of wide use of Artificial Neural Network. Revolutionized use of artificial neural network modeling in different aspects of science in the last two decades, is indication of successful application of this powerful technique to solve wide range of problems in different scientific issues. Therefore, object of current research was to predict milk yield of different parity milk production of dairy cattle using production of first recorded parity and artificial neural networks modeling. Furthermore, results of artificial neural network model were compared with linear model.

Materials and methods: In current research, two sequential records of 2460 dairy cattle of a herd were investigated. Pedigree of used data set contained 2517 individuals. Data divided into two sub data of training and testing, to fitting Artificial Neural Network model. Artificial Network model learned the relationship between output and inputs of training data set. Adequacy parameters of the model investigated using model predicted outputs of testing data set and original outputs of the data. Network structure with the best adequacy parameters were used for Artificial Neural Network model. Finally, linear model was fitted and compared with artificial neural network model.

Results: The best structure of Neural Network had eight inputs, four neuron at first hidden layer, two neuron at second hidden layer and output of milk production that inputs were breeding value of average milk yield of first recorded parity, parity, sire group, age at first registered parturition, number of records for each parity and mean, minimum and maximum of recorded days in milk for each parity. The used artificial neural network model, predicted the parity milk production with RMSE and R^2 of 7.94 and 0.625, respectively. R^2 and RMSE of considered linear model was 0.39 and 26.63, respectively.

Conclusion: The applied model of artificial neural network appropriately predicted the subsequent parity production using precedent parity data. This research indicated that use of artificial network model can be beneficial for decreasing recording period for dairy cattle genetic evaluation specially in sire evaluation and will decrease generation interval. The results showed that incomplete data can be used for genetic evaluation using artificial neural network model. Comparison of the results with past reports indicated that use of effective inputs for milk production can increase accuracy and precision of the ANN model.

Keywords: Artificial neural network, Generation interval, Prediction of milk production

*Corresponding author; k.nobari@areeo.ac.ir