نشریه آموزشی- پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور
فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی
شماره ۳۹، تابستان ۱۴۰۰
ص‌ص: ۸۳~۸۸

استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی در توصیف رشد شتر تک کوهانه ایرانی (*Camelus dromedarius*)

- **محمدرضا بحرینی بهزادی** (نویسنده مسئول)
دانشیار ژنتیک و اصلاح دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت : اردیبهشت ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش : خرداد ۱۴۰۰

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۷۴۳۱۰۰۶۲۱۳
Email: bahreini@yu.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ aasrj.2021.124939

چکیده:

گونه‌های حیوانی بومی به عنوان بخشی از سرمایه ملی در نظر گرفته شده و حفاظت از آنها دارای اهمیت بسیار زیادی است. شتر سازگاری بسیار زیادی برای زندگی در شرایط نامساعد آب و هوایی کویری دارد. شتر تک کوهانه بهترین منبع گوشت و شیر در این گونه نواحی است، به طوری که عملکرد تولیدی سایر حیوانات اهلی در این شرایط سخت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه مقایسه دو نوع شبکه‌ی عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شعاع مبنا و مدل رشد غیرخطی برودی در برازش منحنی رشد در شتر تک کوهانه ایرانی (*Camelus dromedarius*) بود. برای مقایسه مدل‌ها از معیار ضریب همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده وزن بدن استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که دو نوع شبکه‌ی عصبی مورد استفاده کارایی نسبتاً مشابهی در برازش رشد داشتند. با توجه به اینکه نتایج بخش آزمون شبکه دارای اهمیت بیشتری می‌باشد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که کارایی مدل رشد غیرخطی برودی اندکی بهتر از دو شبکه‌ی عصبی مورد استفاده در پژوهش حاضر است. هر دو شبکه‌ی عصبی مصنوعی به خوبی مدل رشد غیرخطی برودی توانستند رشد را در شتر تک کوهانه ایرانی برازش کنند و می‌توانند به عنوان جایگزینی برای مدل‌های رشد غیرخطی باشند. به هر حال، مدل‌های ریاضی برای توصیف رشد کاربرد بیش‌تری نسبت به شبکه‌های عصبی مصنوعی خواهند داشت زیرا مدل‌های رشد غیرخطی می‌توانند پدیده رشد را در قالب چندین پارامتر دارای تفسیر زیستی خلاصه کنند.

واژه‌های کلیدی: رشد، شبکه‌ی عصبی مصنوعی، شتر

Applied Animal Science Research Journal No 39 pp: 83-88

The Use of Artificial Neural Networks to Describe Growth of Iranian One Humped Camel (*Camelus dromedarius*)

By: Mohammad Reza Bahreini Behzadi
Associate Professor, Department of Animal Science. Yasouj University. Email: bahreini@yu.ac.ir

Received: March 2021 **Accepted: May 2021**

Indigenous animal species are considered as part of the national asset and their preservation is very important. Camel is known to be of highest adaptability to the harsh conditions of the desert. The dromedary camel is a best source of milk and meat for these areas where production performance of other animals is adversely affected by the harsh environmental conditions. The objective of this study was to compare two types of artificial neural network (ANN) included multilayer perceptron (MLP) and radial basis function (RBF) and growth model of Brody in growth curve fitting of Iranian one humped camel (*Camelus dromedarius*). The models were compared by criteria of correlation coefficient between observed and predicted body weight values. The results of this study showed that two artificial neural networks had similar performance of fitting growth curve. Because of the importance of test section result of neural networks, it is concluded that the accuracy of nonlinear Brody growth model was slightly better than two used neural networks. Two artificial neural networks well expressed the growth pattern of Iranian one humped camel as good as nonlinear Brody growth model and could be used as an alternative method for nonlinear growth models. However, mathematical models used to describe the growth will be applicable than the artificial neural networks. Nonlinear growth models can summarize the growth phenomena in terms of several parameters, with biological interpretation.

Key words: Artificial neural network, Camel, Growth

مقدمه

شتر حیوانی اهلی و چند منظوره است که می‌تواند در نواحی با شرایط آب و هوایی نامساعد به خوبی زندگی کند. جنس شتر (*Camelus*) به دو دسته‌ی شترهای تک کوهانه (*Camelus dromedarius*) و شترهای دوکوهانه (*Camelus bactrianuus*) تقسیم می‌شود. شتر تک کوهانه جمعیت خیلی بیشتری نسبت به شترهای دو کوهانه داشته و ۹۰ درصد شترهای جهان را شامل می‌شود. هدف از نگهداری شتر تهیه شیر، گوشت و مقداری پشم و استفاده از قدرت بارکشی است (۱۰). ویژگی شتر در استفاده از مراتع فقیر و تحمل شرایط نامساعد آب و هوایی موجب شده است تا جمعیت زیادی از این دام در کویر مرکزی ایران وجود داشته باشد. در ایران سه گروه شتر تک کوهانه، دو کوهانه و شترهای آمیخته وجود دارد. در ایران بیشتر شترهای تک کوهانه وجود دارد و شترهای دو کوهانه به تعداد خیلی کم در استان اردبیل وجود دارند (۳).

رشد یکی از صفات مهم در حیوانات اهلی به ویژه گونه‌هایی است که از نظر تولید گوشت دارای اهمیت هستند. رشد به صورت افزایش در وزن یا ابعاد بدن همراه با افزایش سن در طی زمان قابل تعریف است. رشد را می‌توان با ترسیم تغییرات وزن بدن در سنین مختلف و یا با استفاده از مدل‌های ریاضی مختلف توصیف‌کننده رشد مورد بررسی قرار داد. مدل‌های رشد غیرخطی، توابع ریاضی هستند که برای توصیف و بررسی رشد به کار می‌روند. این توابع اطلاعات مربوط به رشد حیوان را در قالب پارامترهای دارای تفسیر زیستی نشان می‌دهند (۹). مدل‌سازی ریاضی در دامپروری برای کمک به توسعه پرورش دام و طیور و توسعه برنامه‌های تغذیه

ای و در راستای بهبود و افزایش کارایی و سودمندی این فعالیت‌ها استفاده می‌شود (۷).

اصطلاح شبکه‌ی عصبی مصنوعی اشاره به خانواده‌ای از مدل‌های ریاضی دارد که دارای یک فضای پارامتری بزرگ و ساختاری بسیار انعطاف‌پذیر بوده که در طراحی آن از عملکرد سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده است. شبکه‌ی عصبی یکی از روش های مدل‌سازی روابط بین متغیرها است که نیاز به ساختار مدل و پیش‌فرض‌ها را حداقل می‌کند. بنابراین یک شبکه‌ی عصبی می‌تواند محدوده وسیعی از مدل‌های آماری را بدون نیاز به در نظر گرفتن فرض وجود رابطه‌ای مشخص بین متغیرهای وابسته و مستقل را تخمین بزند. نوع رابطه بین متغیرهای وابسته و مستقل در حین فرایند یادگیری شبکه‌ی عصبی تعیین می‌شود. اگر رابطه غیرخطی بین متغیرها مناسب‌تر باشد، شبکه‌ی عصبی به طور خودکار ساختار صحیح مدل مناسب را تخمین می‌زند (۲). شبکه های عصبی مصنوعی توانایی پردازش غیرخطی بالایی داشته و تکنیکی مناسب برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده بر مبنای یک الگوریتم یادگیری می‌باشند. شبکه‌ی عصبی قادر به یادگیری بوده و با این الگوریتم، سیستم آموزش می‌یابد که خطای خود را تصحیح کند (۵). از سال ۱۹۹۵ شبکه‌های عصبی مصنوعی در علوم‌دامی مورد استفاده قرار گرفته است (۶). گزارش شده است که از شبکه‌ی عصبی مصنوعی می‌توان در برازش رشد در حیوانات اهلی استفاده کرد (۱، ۴ و ۸).

هدف از انجام این پژوهش مقایسه دو نوع شبکه‌ی عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شعاع مبنا در برازش منحنی رشد و مقایسه مناسب‌ترین شبکه با مدل رشد برودی در شتر تک کوهانه ایرانی است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از رکوردهای متوالی وزن بدن مربوط به سنین تولد، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهگی شتر تک کوهانه ایستگاه تحقیقات شتر بافق واقع در کویر مرکزی ایران جهت برازش منحنی رشد توسط شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شعاع مبنا و تعیین مناسب‌ترین شبکه‌ی عصبی و مقایسه آن با مدل رشد غیرخطی برودی استفاده شد. مدل‌سازی شبکه‌ی عصبی مصنوعی توسط بخش شبکه‌ی عصبی خودکار نرم‌افزار STATISTICA نسخه ۸ انجام شد. ۸۰ و ۲۰ درصد داده‌ها به ترتیب برای آموزش و آزمون شبکه استفاده شد. سن شترها به عنوان لایه ورودی و وزن بدن در سنین مختلف به عنوان خروجی شبکه در نظر گرفته شدند. ساختار بهینه‌ی شبکه‌ی عصبی مصنوعی شامل تعداد نورون در لایه پنهان، نوع تابع انتقال و تابع خروجی طی روش آزمون و خطا تعیین شد. برای تعیین کارایی شبکه و نیکویی برازش منحنی رشد و تعیین مناسبترین شبکه‌ی عصبی از ضریب همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده وزن بدن در سنین مختلف حاصل از هر دو بخش آموزش و آزمون شبکه استفاده شد. مدلی که دارای بیش‌ترین همبستگی باشد به عنوان بهترین مدل انتخاب می‌شود. سپس کارایی شبکه‌های عصبی طراحی شده با مدل رشد غیرخطی ۳ پارامتری برودی مقایسه شدند. برازش مدل رشد با استفاده از رویه NLIN و روش تکرار گوس – نیوتن برنامه آماری SAS انجام شد. مدل رشد برودی و اجزاء آن در معادله زیر نشان داده شده است.

(معادله۱)

$$W_t = A(1-Be^{-kt}) + \varepsilon$$

که در این معادله، W_t وزن بدن در زمان t، A وزن بلوغ مجانبی، B ثابت انتگرال‌گیری، K نرخ بلوغ و e عدد نپر هستند.

نتایج و بحث

ساختار بهینه‌ی دو نوع شبکه‌ی عصبی مصنوعی طراحی شده در پژوهش حاضر برای مدل‌سازی رشد در شتر تک کوهانه ایرانی در جدول ۱ نشان داده شده است. این ساختار بهینه طی روش آزمون و خطا و همچنین بررسی میزان ضریب همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده وزن بدن تعیین شد. مناسب‌ترین شبکه‌ی پرسپترون چند لایه دارای الگوریتم آموزشی شبه نیوتن از نوع BFGS، تابع انتقال یا تابع فعال‌سازی لایه پنهان از نوع تانژانت هایپربولیک، تابع فعال‌سازی نورون خروجی از نوع همانی

و ۲ نورون در لایه پنهان بود. بهترین شبکه‌ی پرسپترون چند لایه در چرخه آموزش ۴۲ حاصل شد. مناسب‌ترین شبکه‌ی شعاع مبنای طراحی شده دارای الگوریتم آموزشی شعاع مبنا، تابع فعال‌سازی لایه پنهان از نوع گوسی، تابع فعال‌سازی نورون خروجی از نوع همانی و ۳۳ نورون در لایه پنهان بود. برای هر دو نوع شبکه‌ی عصبی از تابع خطا یا تابع کارایی مجموع مربعات خطا استفاده شد.

در شبکه‌های عصبی چند لایه، یک لایه ورودی اطلاعات را دریافت می‌کند، تعدادی لایه پنهان وجود دارد که اطلاعات را از لایه‌ی قبلی می‌گیرد و در نهایت یک لایه خروجی وجود دارد که نتیجه محاسبات به این لایه منتقل شده و خروجی آن، خروجی نهایی شبکه است.

جدول ۱- شبکه‌های عصبی مصنوعی طراحی شده

نام شبکه	الگوریتم آموزش	تابع خطا یا کارایی	تابع انتقال یا تابع فعال‌سازی لایه پنهان	تابع فعال‌سازی نورون خروجی
پرسپترون چند لایه	شبه نیوتن (BFGS)	مجموع مربعات خطا	تانژانت هایپربولیک	همانی
شعاع مبنا	شعاع مبنا	مجموع مربعات خطا	گوسی	همانی

جهت بررسی کارایی روش‌های مختلف مدل‌سازی رشد، میزان همبستگی بین مقادیر وزن بدن مشاهده شده و پیش‌بینی شده توسط شبکه‌های عصبی طراحی شده و همچنین تابع رشد برودی در جدول ۲ ارائه شده است. همانطورکه در این جدول نشان داده شده است هر دو نوع شبکه‌ی عصبی از نظر برازش رشد میزان کارایی تقریباً مشابهی داشتند. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که از هر دو شبکه‌ی عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه و شعاع مبنا می‌توان در برازش منحنی رشد در شتر تک کوهانه ایرانی استفاده کرد. به طور کلی شبکه‌های شعاع مبنا از نظر ساختار بزرگتر و زمان محاسباتی بیشتری را نسبت به شبکه‌های پرسپترون چند لایه مصرف می‌کنند و اغلب کارایی پایین‌تری دارند که به عنوان یک ویژگی نامناسب برای این روش در نظر گرفته می‌شود (۲). مقایسه کارایی دو نوع شبکه‌ی عصبی مصنوعی مورد استفاده و مدل رشد برودی نشان داد که ضریب همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده حاصل از مدل برودی به میزان ۰/۹۷۳۲ از مقادیر حاصل از بخش آزمون هر دو نوع شبکه بیشتر و از مقادیر حاصل از بخش آموزش کمتر بود. لازم به ذکر است که اختلاف ناچیز بین کارایی مدل‌های ریاضی مورد استفاده از لحاظ آماری معنی دار نمی‌باشد. با توجه به اینکه نتایج بخش آزمون شبکه‌های عصبی دارای اهمیت بیشتری می‌باشد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که کارایی مدل برودی از دو شبکه‌ی عصبی مورد استفاده در پژوهش حاضر اندکی بهتر است.

جدول ۲- ضریب همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده شبکه‌های عصبی طراحی شده و تابع رشد برودی

نام شبکه	کارایی بخش آموزش	کارایی بخش آزمون
پرسپترون چند لایه	۰/۹۷۵۴	۰/۹۶۱۷
شعاع مبنا	۰/۹۷۵۵	۰/۹۶۱۴
تابع رشد برودی	۰/۹۷۳۲	

به هر حال ذکر این نکته دارای اهمیت است که مدل‌های رشد غیرخطی برای توصیف رشد کاربرد بیشتری نسبت به شبکه‌های عصبی مصنوعی خواهند داشت زیرا مدل‌های رشد غیرخطی دارای پارامترهایی هستند که دارای تفسیر زیستی می‌باشند (۹). این موضوع مهم، کاربرد روش شبکه‌ی عصبی در مدل‌سازی رشد را تحت تاثیر خود قرار داده و استفاده از آن را کاهش می‌دهد. از طرفی شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای انعطاف‌پذیری بیشتری برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده هستند زیرا می‌توانند به طور خودکار ساختار صحیح مدل مناسب را تخمین بزنند، ولی وزن‌های سیناپسی یک شبکه عصبی غیرقابل تفسیر هستند. بنابراین چنانچه هدف از انجام مدل‌سازی سعی در تشریح فرایندی است که به ایجاد روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته می‌پردازد بهتر است که از مدل‌های آماری سنتی مانند مدل‌های رگرسیون استفاده شود. با این وجود چنانچه قابلیت تفسیر مدل برای فرد پژوهشگر اهمیت نداشته باشد می‌توان با استفاده از شبکه‌های عصبی سریع‌تر به نتایج مورد نظر رسید (۲).

گزارشی در زمینه استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی در برازش رشد شتر در منابع برای مقایسه با نتایج پژوهش حاضر مشاهده نشد. نتیجه حاصل از پژوهش حاضر با نتایج چندین گزارش در زمینه کارایی استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی در برازش رشد دام و طیور مطابقت دارد (۱، ۴ و ۸). به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که شبکه‌ی عصبی مصنوعی با داشتن دقتی نسبتاً برابر با مدل رشد برودی، کارایی قابل قبولی در مدل‌سازی رشد دارد و به عنوان جایگزینی مناسب برای روش‌های رگرسیون غیرخطی است.

توصیه ترویجی

افزایش قابلیت تولید مراکز پرورش دام و طیور یک نیاز ضروری برای برطرف نمودن تقاضای فزاینده جمعیت انسانی در حال رشد است. در دام‌هایی که گوشت به عنوان یک صفت تولیدی مهم مدنظر می‌باشد، عملکرد رشد می‌تواند کارایی و قابلیت تولید مراکز پرورش دام را به مقدار زیادی تحت تاثیر خود قرار دهد. برازش رشد در قالب مدل‌سازی منحنی رشد و پایش روند رشد دام‌ها می‌تواند در فعالیت‌های مدیریتی و تصمیم‌گیری در مورد انتخاب حیوانات دارای پتانسیل تولیدی بالا مورد استفاده قرار گیرد. روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی با داشتن دقتی نسبتاً برابر با مدل‌های رشد غیرخطی می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند در مدل‌سازی در اختیار مدیران مزارع پرورش شتر قرار گیرد. با توجه به اینکه برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به مدل‌های رشد غیرخطی است، لذا اگر هدف مدیر مزرعه برازش و پایش منحنی رشد باشد بهتر این است که از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی در بررسی رشد دام‌ها استفاده شود.

منابع

۱-بحرینی بهزادی، م.ر. (۱۳۹۴). مقایسه مدل‌های مختلف رشد و شبکه‌های عصبی مصنوعی در برازش منحنی رشد در گوسفند لری‌بختیاری. پژوهش در نشخوارکنندگان، جلد سوم، شماره ۲، صفحات ۱۴۸-۱۲۵.

۲-فتی‌پور جلیلیان، ا.ر. و نجبا، م. (۱۳۹۳). شبکه‌های عصبی مصنوعی در SPSS. چاپ دوم، نشر دانشگاهی کیان، صفحه ۱۵۲.

۳-کارگر برزی، ن. و ولی، ع.ا. (۱۳۹۵). بررسی وضعیت پرورش شتر و ویژگی‌های تولیدی و تولیدمثلی آن در استان کرمان. تحقیقات کاربردی در علوم دامی، شماره ۲۱، صفحات ۸۸-۸۱.

4- Bahreini Behzadi, M.R. and Aslaminejad, A.A. (2010). A comparison of neural network and nonlinear regression predictions of sheep growth. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9: 2128-2131.

5- Bishop, C.M. (2006). Pattern recognition and machine learning. Springer, New York. 740p.

6- Lacroix, R., Wade, K.M., Kok, R. and Hayes, J.F. (1995). Prediction of cow performance with a connectionist model. Transactions of the ASAE, 38: 1573-1579.

7- Pereira, M.M., Mansano, C.F.M., Silva, E.P.D. and Stefani, M.V.D. 2014. Growth in weight and of some tissues in the bullfrog: fitting nonlinear models during the fattening phase. Ciencia e Agrotecnologia, 38(6): 598–606.

8- Roush, W.B., Dozier, W.A. and Branton, S.L. (2006). Comparison of Gompertz and neural network models of broiler growth. Poultry Science, 85: 794–797.
9- Salem, M.M.I., EL-Hedayni, Dalia, K.A., Latif, M.G.A. and Mahdy, A.E. (2013). Comparison of non-linear growth models to describe the growth curves in fattening Friesian crossbred and buffalo male calves. Alexandra Journal Agriculture Research, 58: 273- 277.
10- Wilson, R.T. (1984). The Camel. Longman Group Limited, Essex, UK.