Archive of SID

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد سوم، شماره دوم، ۱۳۹۴
http://ejrr.gau.ac.ir

مقایسه مدل‌های مختلف رشد و شبکه‌های عصبی مصنوعی در برازش منحنی رشد در گوسفند لری‌بختیاری

محمدرضا بحرینی بهزادی
استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱۴

چکیده

هدف از این مطالعه مقایسه مدل‌های مختلف رگرسیون غیرخطی، خطی و شبکه عصبی مصنوعی در برازش منحنی رشد در گوسفند لری‌بختیاری بود. شش مدل غیرخطی شامل نمایی منفی، برودی، ون‌برتالانفی، گومپرتز، لجستیک، ریچاردز و دو مدل چندجمله‌ای خطی با درجات برازش دو و سه و شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت. از ۲۹۵۱۷ رکورد وزن بدن متعلق به ۶۳۲۰ بره لری‌بختیاری از تولد تا سن یک‌سالگی، جمع‌آوری شده در ایستگاه پرورش و اصلاح‌نژاد گوسفند لری‌بختیاری شهرستان شهرکرد استفاده شد. مقایسه مدل‌ها توسط ضریب تعیین، میانگین مربعات خطا، میانگین قدر مطلق انحرافات و میانگین قدر مطلق درصد خطاها انجام شد. براساس مقایسه مدل‌ها توسط شاخص‌های مختلف نیکویی برازش، همه مدل‌های بررسی شده در پژوهش حاضر به‌خوبی توانایی برازش منحنی رشد را در گوسفندان لری‌بختیاری داشتند. نتایج حاصل نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی بهتر از مدل‌های غیرخطی و خطی توانست رشد را در گوسفندان لری‌بختیاری برازش کند و می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای مدل‌های غیرخطی و خطی باشد. از لحاظ برازش منحنی رشد مدل‌های مختلف پس از شبکه عصبی مصنوعی به‌ترتیب شامل برودی، چند جمله‌ای درجه سه، چند جمله‌ای درجه دو، ون‌برتالانفی، گومپرتز، ریچاردز، لجستیک و نمایی منفی بود. به هر حال، مدل‌های

*نویسنده مسئول: bahreini@yu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

رشد غیرخطی برای توصیف رشد کاربرد بیش‌تری نسبت به مدل‌های خطی و شبکه‌های عصبی مصنوعی خواهند داشت زیرا مدل‌های غیرخطی می‌توانند پدیده رشد را در قالب چندین پارامتر دارای تفسیر زیستی خلاصه کنند. در میان مدل‌های غیرخطی و خطی به‌ترتیب مدل برودی و چندجمله‌ای درجه سه بهتر از سایر مدل‌ها بودند. در پژوهش حاضر همبستگی بین پارامترهای وزن بلوغ مجانبی و نرخ بلوغ در هر شش مدل رشد غیرخطی، منفی به‌دست آمد. رابطه منفی بین این دو پارامتر نشان دهنده این است که دام‌های با وزن بلوغ کم‌تر زودتر نیز بالغ خواهند شد. تجزیه واریانس پارامترهای منحنی رشد برودی نشان داد که جنس بره و سال تولد بر کلیه پارامترهای مورد بررسی اثر معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) داشتند. سن مادر اثر معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بر نرخ بلوغ داشت ولی بر وزن بلوغ اثر معنی‌داری نداشت. نوع تولد تأثیر معنی‌داری بر پارامتر وزن بلوغ مجانبی نداشت ولی دارای اثر معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) بر نرخ بلوغ ایجاد نمود. با توجه به نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود که از مناسب‌ترین مدل رشد حاصل در این پژوهش یا مدل برودی می‌توان در تعیین مشکلات مدیریتی، تنظیم برنامه‌های تغذیه‌ای و تعیین سن مناسب کشتار در ایستگاه اصلاح‌نژاد گوسفند لری‌بختیاری کمک گرفت.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های عصبی مصنوعی، گوسفند لری‌بختیاری، مدل رشد

مقدمه

با توجه به این‌که هدف اصلی پرورش گوسفند در کشور تولید گوشت می‌باشد، پرورش‌دهندگان گوسفند برای افزایش وزن بدن در هنگام فروش عمدتاً توجهی خاص به صفات رشد دارند. هم‌چنین از آنجایی که میزان کل گوشت گوسفند تولیدی در مقایسه با جمعیت کشور کم است، لذا در این شرایط باید راهکارهایی را به‌منظور افزایش رشد و تولید گوشت در نظر گرفت. گوسفند لری‌بختیاری یکی از نژادهای بزرگ جثه و دنبه‌دار است. پرورش این نژاد عمدتاً برای تولید گوشت بوده و از طریق مدیریت مناسب و بهبود ژنتیکی حاصل از امور اصلاح‌نژاد می‌توان به سود بیش‌تری نیز رسید، زیرا این نژاد دارای ظرفیت بهبود ژنتیکی می‌باشد. این نژاد با جمعیتی بیش از یک میلیون و هفتصد هزار رأس، عمدتاً در استان چهار محال و بختیاری و تحت سیستم عشایری و روستایی پرورش داده شده و نقش مهمی در تولید گوشت قرمز کشور دارا می‌باشد (وطن‌خواه و همکاران، ۲۰۰۹).

www.SID.ir

Archive of SID

رشد یکی از مهم‌ترین صفات حیوانات اهلی می‌باشد. این صفت را می‌توان به‌صورت افزایش تعداد سلول‌های بدنی یا افزایش وزن بدن در دوره خاصی از طول عمر گوسفند تعریف نمود (داسکیران و همکاران، ۲۰۱۰). رشد متأثر از عوامل ژنتیکی و محیطی است. لذا به‌منظور تکمیل و اجرای راهکارهایی که بتواند استفاده از پتانسیل رشد را بهبود بخشد، ضرورت دارد. هم‌چنین لزوم توجه به این نکته که بین پتانسیل رشد، صفات کیفیت لاشه و تولید گوشت نیز رابطه ژنتیکی وجود دارد حائز اهمیت می‌باشد (کوسک، ۲۰۰۱). رشد حیوانات را می‌توان با مشاهده تغییر وزن در سنین مختلف و یا با استفاده از مدل‌های ریاضی توصیف‌کننده رشد بررسی نمود. مدل‌های رشد، توابع ریاضی هستند که برای توصیف الگوی رشد به‌کار می‌روند. به‌عبارت دیگر این توابع خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به رشد حیوان را در قالب چند پارامتر که دارای تفسیر زیستی هستند ارائه می‌دهند (سالم و همکاران، ۲۰۱۳). به بیان دیگر فهم معانی زیستی پارامترهای این مدل‌های رشد و روابط بین آن‌ها و دیگر صفات مهم اقتصادی به متخصصین حوزه اصلاح‌نژاد امکان تغییر مسیر برنامه اصلاح‌نژاد را می‌دهد. برای مثال تنظیم برنامه‌ای که منجربه افزایش تولید گوشت شود و یا تغییر مسیر رشد از طریق بهبود تغذیه می‌تواند اهمیت شناخت پارامترهای رشد را آشکار سازد (بطاعی و لیروی، ۱۹۹۸؛ داسکیران و همکاران، ۲۰۱۰). مدل‌های رشد غیرخطی اطلاعات مفیدی در ارتباط با مشکلات مدیریتی، سن مناسب کشتار، تنظیم رژیم غذایی و خصوصاً زمان رسیدن به بلوغ در پرورش گوسفند ارائه می‌کنند (آکباس و همکاران، ۱۹۹۹؛ کر و همکاران، ۲۰۰۶؛ کسکین و داسکیران، ۲۰۰۷). گزارش‌هایی مربوط به مدل‌سازی رشد در گوسفند وجود دارد (لمب و همکاران، ۲۰۰۶؛ بحرینی بهزادی و اسلمی‌نژاد، ۲۰۱۰؛ ساقی و همکاران، ۲۰۱۲؛ بحرینی بهزادی و همکاران، ۲۰۱۴) ولی نتایج پژوهش‌های مختلف در زمینه مناسب‌ترین مدل توصیف‌کننده رشد نیز با یکدیگر متفاوت است. در بیش‌تر گزارش‌ها مدل گومپرتز (توپال و همکاران، ۲۰۰۴؛ تکل و همکاران، ۲۰۰۵؛ سرمنتو و همکاران، ۲۰۰۶؛ ایدوران و همکاران، ۲۰۰۸؛ مالحادو و همکاران، ۲۰۰۹؛ کسکین و همکاران، ۲۰۰۹؛ کوم و همکاران، ۲۰۱۰) به عنوان مناسب‌ترین مدل رشد ارائه شده است.

برای مدل‌سازی پدیده رشد از مدل‌های مختلف رگرسیون خطی و غیرخطی استفاده می‌شود. روش‌های آماری مربوط به مدل‌سازی روابط بین متغیرها دارای پیش‌فرض‌ها و محدودیت‌هایی هستند (کومیناکیس و همکاران، ۲۰۰۲). لذا استفاده از روش‌های با محدودیت کم‌تر می‌تواند مفید باشد. مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی می‌توانند یکی از مناسب‌ترین روش‌ها در این زمینه باشند. شبکه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

عصبی مصنوعی قدرت پردازش غیرخطی بالایی داشته و ابزاری مناسب برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده هستند (بی‌شاپ، ۲۰۰۶). توانایی شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی سامانه‌های غیرخطی و پیچیده موجب شده تا این تکنیک در شاخه‌های مختلف علوم مورد استفاده قرار گیرد. شبکه عصبی مصنوعی نوعی سیستم پردازش اطلاعات و شاخه‌ای از هوش مصنوعی است که از تعمیم مدل‌های ریاضی شبکه عصبی مغز انسان توسعه یافته و در واقع پیاده‌سازی عملکرد سلول‌های عصبی مغز انسان به صورت مصنوعی می‌باشد. بنابراین مدلی ریاضی که مشابه دستگاه عصبی مغز عمل کند، ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی را تشکیل می‌دهد. هر شبکه عصبی مصنوعی شامل یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و یک یا چند لایه میانی یا پنهان است که لایه‌های پنهان در بین دو لایه ورودی و خروجی قرار می‌گیرند (بی‌شاپ، ۲۰۰۶). شبکه عصبی مصنوعی سعی می‌کند پس از دریافت ورودی‌ها، آن را به خروجی مطلوب تبدیل کند و این‌کار با استفاده از عمل وزن‌دهی به ورودی‌ها و استفاده از یک تابع انتقال یا فعالیت انجام می‌شود که به‌این عمل آموزش شبکه گفته می‌شود. پس از انجام آموزش، مدل شبکه عصبی آزمون شده و نهایتاً مورد تأیید قرار می‌گیرد (منهاج، ۲۰۰۹). آموزش شبکه به‌این مفهوم است که این شبکه بر مبنای یک قانون مشخص و ثابت برنامه‌ریزی نشده و با گذشت زمان و یا در هر تکرار وضعیت آن تغییر می‌کند. بنابراین شبکه‌های عصبی مصنوعی این قابلیت را دارند که کارهای پیچیده‌ای که برای سیستم‌های مبتنی بر قاعده مشکل هستند را آموزش ببینند. در مرحله معماری یا همان تعیین ساختار بهینه شبکه، گزینش تعداد و چگونگی قرار گرفتن لایه‌ها و هم‌چنین وزن‌های اتصال به عهده فرد طراح شبکه است. نکته مهم در مورد تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نورون‌ها این است که تعداد نورون‌های لایه ورودی و خروجی باید برابر با تعداد پارامترهای ورودی و خروجی باشند ولی تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نورون‌های آن‌ها به‌صورت تجربی و بر اساس روش آزمون و خطا تعیین می‌شوند که کاری زمان‌بر است (کرانینکس و همکاران، ۲۰۰۸).

کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی از سال ۱۹۹۵ با انتشار مقاله‌ای در زمینه پیش‌بینی تولید شیر گاو در علوم‌دامی شروع شده است (لاکروئیکس و همکاران، ۱۹۹۵). از کاربردهای اختصاصی شبکه‌های عصبی مصنوعی در علوم دامی می‌توان به پیش‌بینی تولید شیر و چربی و پروتئین شیر در گاوهای جرزی (جیانولا و همکاران، ۲۰۱۱)، برآورد چربی بین عضلانی در بره (سلوسارز و همکاران، ۲۰۱۱)، پیش‌بینی رشد و برخی صفات لاشه در گوسفند بلوچی (بحرینی بهزادی، ۲۰۱۱)، پیش‌بینی تولید مایع

www.SID.ir

Archive of SID

منی در قوچ (قطبی و همکاران، ۲۰۱۰)، پیش‌بینی تولید شیر در گاوهای شیری و گوسفند شیری (کومیناکیس و همکاران، ۲۰۰۲؛ حسین‌نیا و همکاران، ۲۰۰۷؛ ادریس و همکاران، ۲۰۰۸)، تشخیص بیماری‌های کلینیکی (یانگ و همکاران، ۱۹۹۹)، برآورد کیفیت گوشت (برتور، ۱۹۹۴)، پیش‌بینی ارزش کشتارگاهی گاوهای نر (آدامزیک و همکاران، ۲۰۰۵)، ارزش‌گذاری وضعیت ظاهری دام (مولندا و همکاران، ۲۰۰۱)، تشخیص بیماری ورم پستان از روی نمونه‌های شیر در گاوهای شیری (لوپز- بناوید و همکاران، ۲۰۰۳)، پیش‌بینی تولید شیر هفتگی در بز (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۷)، دسته‌بندی گاوهای شیری بر اساس سطح تولید (صالحی و همکاران، ۱۹۹۸) را نام برد. در زمینه مدل‌سازی رشد با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در دام و طیور تحقیقات معدودی انجام شده است. گزارش شده است که از شبکه عصبی مصنوعی می‌توان در برازش رشد استفاده کرد (روش و همکاران، ۲۰۰۶؛ بحرینی بهزادی و اسلمی‌نژاد، ۲۰۱۰).

هدف از پژوهش حاضر مقایسه چند مدل ریاضی شامل مدل‌های رگرسیون غیرخطی، خطی و شبکه‌ی عصبی مصنوعی در برازش منحنی رشد در گوسفندان لری‌بختیاری ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد شولی واقع در شهرستان شهرکرد است.

مواد و روش‌ها

از ۲۹۵۱۷ رکورد وزن بدن از تولد تا سن یک‌سالگی متعلق به ۶۳۲۰ بره لری‌بختیاری برای مدل‌سازی رشد استفاده شد. این داده‌ها بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۱ در ایستگاه پرورش و اصلاح‌نژاد گوسفند لری‌بختیاری شولی واقع در شهرستان شهرکرد جمع‌آوری شده بود. این ایستگاه در ۱۵ کیلومتری جاده شهرکرد- اصفهان و در منطقه‌ای به نام دره شولی قرار دارد. مساحت این ایستگاه بیش از ۴۰۰ هکتار و ظرفیت تأسیسات آن قابلیت استفاده برای ۱۰۰۰ رأس گوسفند را دارد. به‌دلیل پایین بودن ظرفیت مراتع ایستگاه، مقدار زیادی از زمین‌های اطراف به کاشت یونجه و اسپرس اختصاص داده می‌شود. گوسفندان این ایستگاه از اواسط تابستان تا اواسط آبان ماه در زمین‌های اطراف ایستگاه از مراتع کشت شده یونجه و اسپرس و هم‌چنین پس‌چر گندم و جو استفاده می‌کنند. از اواسط پاییز تا اواسط اردیبهشت ماه گوسفندان به‌صورت دستی و با جیره‌هایی متناسب با سن، جنس، مرحله آبستنی و شیردهی تغذیه می‌شوند. مواد خوراکی مورد استفاده در ایستگاه شامل یونجه، کاه گندم، جو و تفاله چغندر می‌باشد. از اواخر اردیبهشت ماه گوسفندان به مراتع طبیعی برده شده و تا اوایل مرداد از این

www.SID.ir

Archive of SID

مراتع تغذیه می‌کنند. عمل قوچ‌اندازی در اواسط شهریور ماه انجام می‌گیرد. جفت‌گیری‌ها به‌صورت کنترل شده بوده و تا سه دوره فحلی نیز ادامه می‌یابد. زایش‌ها در گله از اواسط بهمن ماه شروع شده و تا اوایل فصل بهار ادامه دارد (راشدی ده صحرایی، ۲۰۱۳).

برای تعیین داده‌های پرت موجود در سری داده مورد استفاده از معیار باقی‌مانده‌های حذف شده استاندارد شده[1] استفاده شد، که با معادله زیر محاسبه می‌شود:

معادله ۱:
$$e_i^* = \frac{e_i}{s_{(i)}\sqrt{(1-h_i)}}$$

در معادله شماره ۱، e_i باقیمانده یا خطا، $s_{(i)}$ انحراف معیار برآورد شده در صورت نبودن iامین مشاهده و h_i عناصر قطری ماتریس تبدیل یا ماتریس هت[2] است. در واقع عناصر قطری ماتریس تبدیل، توصیف کننده اثر مشاهدات روی مقادیر برازش یافته خودشان هستند. بلزلی و همکاران (۲۰۰۴) پیشنهاد کردند که به تمام مشاهدات دارای باقی‌مانده‌های حذف شده استاندارد شده بزرگ‌تر از قدر مطلق ۲ باید توجه کرد. هم‌چنین تمام افرادی که کم‌تر از ۳ رکورد داشتند از سری داده مربوط به آنالیز خارج شدند. تعداد دام و تعداد رکورد وزن بدن مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- تعداد دام و تعداد رکورد مورد استفاده در محاسبات به ازاء هر جنس.

جنس	تعداد دام	تعداد رکورد
نر	۳۰۸۰	۱۳۶۳۳
ماده	۳۲۴۰	۱۵۸۸۴
کل	۶۳۲۰	۲۹۵۱۷

از شش مدل رگرسیون غیرخطی دارای ۲، ۳ و ۴ پارامتر شامل مدل‌های نمایی منفی، برودی، ون‌برتالانفی، گومپرتز، لجستیک و ریچاردز و هم‌چنین دو مدل رگرسیون چندجمله‌ای خطی با درجات برازش دو و سه برای برازش منحنی رشد در گوسفند لری‌بختیاری استفاده شد. در جدول ۲ مدل‌های رشد مورد استفاده به‌همراه اجزای آن‌ها نشان داده شده است. منحنی‌های رشد برای کل افراد

1- Standardized Deletion Residuals (RSTUDENT)
2- Hat Matrix

www.SID.ir

Archive of SID

و هم‌چنین هر جنس به‌طور جداگانه مدل‌سازی شد. برازش مدل‌های غیرخطی با استفاده از رویه رگرسیون غیرخطی[1] و روش تکرار گوس- نیوتن و مدل‌های چندجمله‌ای خطی با رویه مدل‌های خطی تعمیم‌یافته[2] نرم‌افزار سامانه تجزیه آماری[3] انجام شد.

جدول ۲- مدل‌های رشد مورد استفاده.

مدل	تعداد پارامتر	تابع
نمایی منفی	۲	$W_t = A - (A \times e^{-kt}) + \varepsilon$
برودی	۳	$W_t = A(1 - Be^{-kt}) + \varepsilon$
ون برتالانفی	۳	$W_t = A(1 - Be^{-kt})^3 + \varepsilon$
گومپرتز	۳	$W_t = Ae^{(-Be^{-kt})} + \varepsilon$
لجستیک	۳	$W_t = A(1 + Be^{-kt})^{-1} + \varepsilon$
ریچاردز	۴	$W_t = A(1 - Be^{-kt})^M + \varepsilon$
چندجمله‌ای درجه دو و سه	۳ و ۴	$W_t = d_0 + \sum_{i=1}^{r} d_i \times t^i + \varepsilon$

W_t= وزن بدن در زمان t؛ A= وزن بلوغ؛ B= ثابت انتگرال‌گیری؛ K= نرخ بلوغ؛ e= عدد نپر؛ M= پارامتر شکل منحنی مرتبط با نقطه عطف در تابع ریچاردز؛ r= درجه برازش تابع چندجمله‌ای؛ d_0= عرض از مبدا؛ d_i= ضرائب رگرسیون

پس از تعیین مناسب‌ترین مدل غیرخطی توصیف‌کننده رشد، این مدل دوباره با استفاده از رویه رگرسیون غیرخطی نرم‌افزار سامانه تجزیه آماری و روش تکرار گوس- نیوتن به نحوی برازش داده شد تا پارامترهای منحنی رشد برای همه افراد به‌دست آید. سپس به‌منظور تعیین عوامل محیطی مؤثر بر این پارامترها از رویه مدل‌های خطی تعمیم‌یافته نرم‌افزار سامانه تجزیه آماری و مدل آماری زیر استفاده شد.

معادله ۲:
$$y_{ijklm} = \mu + B_i + A_j + S_k + T_l + e_{ijklm}$$

1- Nonlinear Regression (NLIN)
2- Generalized Linear Model (GLM)
3- Statistical Analysis System (SAS)

www.SID.ir

Archive of SID

در معادله شماره ۲، y_{ijklm} هر یک از مشاهدات پارامترهای منحنی رشد، μ میانگین جمعیت، B_i اثرثابت سال تولد (۶۹ تا ۹۱)، A_j اثر ثابت سن مادر (۲ تا ۹ سال)، S_k اثر ثابت جنس بره (نر و ماده)، T_l اثر ثابت نوع تولد (یک، دو و سه‌قلو) و e_{ijklm} اثر خطا می‌باشد.

برای مدل‌سازی رشد با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی از نرم‌افزار متلب (نسخه ۲۰۱۲) استفاده شد. شبکه‌عصبی مصنوعی مورد استفاده، پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا بود. با توجه به این‌که شبکه‌های عصبی مصنوعی با توجه به تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نرون‌ها در آن دارای کارایی‌های مختلفی هستند، ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده جهت برازش رشد به روش آزمون و خطا به‌دست آمد. تعداد نورون‌های موجود در لایه ورودی و خروجی با توجه به مسئله موردنظر مشخص شد، حال آنکه تعداد نورون‌های موجود در لایه پنهان و هم‌چنین تعداد این لایه‌ها با نظر طراح شبکه تعیین می‌شود. در این پژوهش لایه ورودی و لایه خروجی دارای یک نورون بودند. سن بره‌ها به‌عنوان نورون ورودی و وزن بره‌ها در سنین مختلف نیز به‌عنوان نورون خروجی در نظر گرفته شد. بهینه‌سازی ساختار شبکه عصبی نیز با بررسی حالات مختلف شبکه و ارزیابی اختلاف بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده توسط معیارهای نیکویی برازش انجام گرفت. برای این‌کار پارامترهای مختلف شبکه نظیر تعداد لایه‌های پنهان، تعداد نورون‌ها در هر لایه پنهان، قانون یادگیری و تعداد دوره‌های یادگیری مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور یافتن بهترین ساختار شبکه عصبی مناسب با مسأله برازش رشد، تعداد ۲۰-۱ نرون در لایه میانی و ۱۰۰۰-۵۰۰ دوره یادگیری آزمایش شد. برای آموزش، اعتبارسنجی و آزمون شبکه به‌ترتیب ۵۰، ۲۵ و ۲۵ درصد داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تابع نیو اف اف[1] موجود در جعبه ابزار شبکه عصبی نرم‌افزار متلب برای ایجاد شبکه پس انتشار مورد استفاده قرار گرفت. معیار عملکرد و کارایی شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده میانگین مربعات خطا و حداکثر همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده وزن بدن بود. هم‌چنین برای مقایسه مدل‌های مختلف رگرسیون خطی و غیرخطی و شبکه عصبی مصنوعی و تعیین مناسب‌ترین مدل توصیف‌کننده رشد از معیارهای ضریب تعیین، میانگین مربعات خطا، میانگین قدر مطلق انحرافات و میانگین قدر مطلق درصد خطاها استفاده شد.

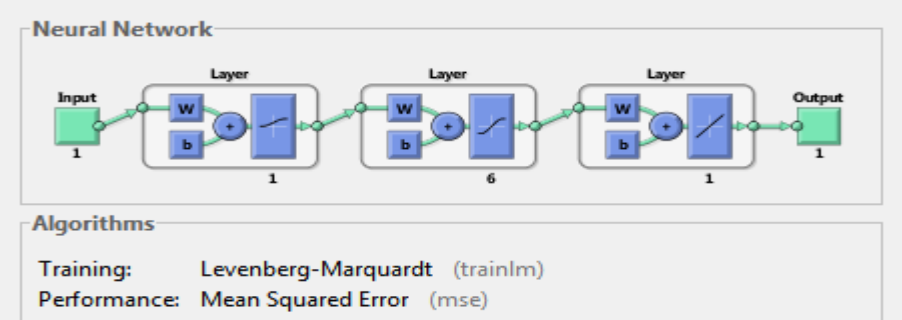
1- Newff

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی برای فرآیند مدل‌سازی رشد در گوسفندان لری‌بختیاری طی روش آزمون و خطا و بررسی حالات مختلف شبکه و ارزیابی اختلاف بین مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده تعیین شد و در نهایت تابع انتقال سیگموئیدی، تابع خروجی خطی، قانون یادگیری لونبرگ-مارکوارت[1] و یک لایه پنهان با شش نورون برای این‌کار انتخاب شد. شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده در شکل ۱ نشان داده شده است. میزان کارایی یا دقت شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده در برازش منحنی رشد ۹۴/۲ درصد برآورد شد که مقدار قابل قبولی است. این همبستگی بالا نشان دهنده توانایی این شبکه در برازش منحنی رشد است و می‌توان از شبکه عصبی مصنوعی به‌عنوان جایگزین مدل‌های ریاضی متداول در مدل‌سازی رشد استفاده کرد.



شکل ۱- تصویر شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده برای برازش منحنی رشد.

مقایسه مدل‌های ریاضی مختلف و شبکه عصبی مصنوعی در برازش رشد توسط مقادیر ضریب تعیین، میانگین مربعات خطا، میانگین قدرمطلق انحرافات و میانگین قدرمطلق درصد خطاها در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشخص می‌شود همه مدل‌ها به‌خوبی توانایی برازش منحنی رشد را داشتند. از نظر معیارهای مختلف مورد استفاده بین مدل‌ها، تفاوت چندانی وجود نداشت. نتیجه برازش مدل‌های مختلف برای کل افراد نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی با بیش‌ترین ضریب تعیین و کم‌ترین معیارهای خطا بهتر از سایر مدل‌ها بود و توانست توصیف بهتری از رشد در گوسفند لری‌بختیاری داشته باشد. پس از شبکه عصبی مصنوعی و در میان مدل‌های رشد غیرخطی مدل برودی و در میان مدل‌های چندجمله‌ای خطی، مدل چندجمله‌ای درجه سه به‌عنوان بهترین مدل توصیف‌کننده رشد در گوسفند لری‌بختیاری تعیین شدند. گرچه شبکه عصبی مصنوعی

1- Levenberg-Marquardt

www.SID.ir

Archive of SID

به‌عنوان مناسب‌ترین مدل انتخاب شده است ولی از لحاظ برازش منحنی رشد نسبت به مدل‌های برودی و چندجمله‌ای درجه سه تفاوت اندکی داشت و می‌توان آن‌ها را مشابه هم دانست. مدل‌های مختلف از لحاظ برازش منحنی رشد پس از شبکه عصبی مصنوعی به‌ترتیب شامل برودی، چندجمله‌ای درجه سه، چندجمله‌ای درجه دو، ون‌برتالانفی، گومپرتز، ریچاردز، لجستیک و نمایی منفی بود. در پژوهش بحرینی‌بهزادی و همکاران (۲۰۱۴) برخلاف پژوهش حاضر چندجمله‌ای درجه سه به‌عنوان مناسب‌ترین مدل و پس از آن مدل برودی قرار گرفته است.

جدول ۳- مقایسه مدل‌های ریاضی مختلف و شبکه عصبی مصنوعی در برازش رشد.

مدل	جنس	ضریب تعیین (درصد)	میانگین مربعات خطا	میانگین قدر مطلق انحرافات	میانگین قدرمطلق درصد خطاها
شبکه عصبی مصنوعی	کل افراد	۸۸/۸	۴۱/۰۵	۴/۲۵	۱۶/۴۶
	کل افراد	۸۸/۴	۴۴/۵۴	۵/۲۷	۳۳/۰۲
نمایی منفی	نرها	۹۳/۱	۳۴/۱۴	۴/۷۳	۳۳/۱۴
	ماده‌ها	۹۲/۸	۲۲/۴۹	۳/۹۶	۲۹/۳۶
	کل افراد	۸۸/۷	۴۱/۷۱	۴/۴۲	۱۶/۹۷
برودی	نرها	۹۳/۵	۲۸/۳۱	۳/۷۹	۱۵/۸۵
	ماده‌ها	۹۳/۳	۱۷/۶۵	۳/۱۰	۱۳/۷۹
	کل افراد	۸۸/۵	۴۲/۵۷	۴/۵۱	۱۸/۴۵
ون‌برتالانفی	نرها	۹۳/۳	۲۸/۸۵	۳/۸۹	۱۷/۶۳
	ماده‌ها	۹۲/۹	۱۸/۴۴	۳/۲۹	۱۶/۵۸
	کل افراد	۸۸/۲	۴۳/۶۱	۴/۶۷	۲۰/۹۷
گومپرتز	نرها	۹۲/۹	۲۹/۶۶	۴/۱۱	۲۰/۸۴
	ماده‌ها	۹۲/۵	۱۹/۰۵	۳/۴۷	۱۹/۰۷
	کل افراد	۸۷/۲	۴۷/۵۵	۵/۱۱	۲۷/۸۴
لجستیک	نرها	۹۱/۹	۳۲/۷۰	۴/۷۰	۲۹/۴۱
	ماده‌ها	۹۱/۴	۲۱/۰۴	۳/۹۱	۲۵/۴۹
	کل افراد	۸۸/۲	۴۳/۶۱	۴/۶۷	۲۰/۹۷
ریچاردز	نرها	۹۲/۹	۲۹/۶۶	۴/۱۱	۲۰/۸۴
	ماده‌ها	۹۲/۵	۱۹/۰۵	۳/۴۷	۱۹/۰۷
	کل افراد	۸۸/۶	۴۲/۱۹	۴/۴۵	۱۷/۰۶
چندجمله‌ای درجه دو	نرها	۹۳/۵	۲۸/۳۸	۳/۷۷	۱۵/۴۴
	ماده‌ها	۹۳/۰	۱۸/۳۶	۳/۲۲	۱۵/۲۱
	کل افراد	۸۸/۷	۴۱/۷۱	۴/۴۱	۱۶/۸۷
چندجمله‌ای درجه سه	نرها	۹۳/۵	۲۸/۲۹	۳/۷۷	۱۵/۶۶
	ماده‌ها	۹۳/۳	۱۷/۶۸	۳/۱۰	۱۳/۷۸

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های گومپرتز و ریچاردز برازش کاملاً مشابهی از منحنی رشد را داشتند ولی به‌دلیل این‌که مدل گومپرتز سه پارامتر دارد و هم‌چنین در پژوهش‌های متعدد به‌عنوان مناسب‌ترین مدل انتخاب شده است (آکباس و همکاران، ۱۹۹۹؛ ایدوران و همکاران، ۲۰۰۸؛ کسکین و همکاران، ۲۰۰۹؛ کوم و همکاران، ۲۰۱۰) در پژوهش حاضر نسبت به مدل ریچاردز در اولویت قرار داده شد. برازش مدل‌های مختلف برای دو جنس نر و ماده نیز نتیجه یکسانی را حاصل کرد. هم در جنس نر و هم در جنس ماده پس از شبکه عصبی مصنوعی مدل‌های مختلف به‌ترتیب شامل برودی، چندجمله‌ای درجه سه، چندجمله‌ای درجه دو، ون‌برتالانفی، گومپرتز، ریچاردز، لجستیک و نمایی منفی بودند.

این آزمایش نشان داد که شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های چندجمله‌ای به‌خوبی مدل‌های رشد غیرخطی می‌توانند در توصیف رشد در گوسفند لری‌بختیاری مورد استفاده قرار گیرند و می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای مدل‌های غیرخطی باشند. این نکته را باید متذکر شد که برای توصیف رشد مدل‌های غیرخطی کاربرد بیش‌تری نسبت به مدل‌های خطی و شبکه‌های عصبی مصنوعی خواهند داشت. زیرا مدل‌های رشد غیرخطی می‌توانند پدیده رشد را در قالب چندین پارامتر که دارای تفسیر زیستی هستند خلاصه کنند. علاوه‌بر این، تحلیل آماری صفات رشد و پارامترهای مدل‌های رشد برآورد شده باید قابلیت این را داشته باشند تا برای پیش‌بینی وزن نهایی دام هنگام فروش به بازار استفاده شوند. بحرینی‌بهزادی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که مدل‌های رشد غیرخطی قابلیت استفاده بیش‌تری از مدل‌های خطی در پیش‌بینی وزن آینده دام دارند. این محققین بیان کردند که برای پیش‌بینی وزن بدن در سنین بالاتر از رکوردهای وزن در سنین پائین‌تر در گوسفند بلوچی باید از مدل‌های غیرخطی (ون‌برتالانفی یا برودی) و یا شبکه عصبی مصنوعی استفاده کرد و مدل‌های غیرخطی قابلیت استفاده بیش‌تری از مدل‌های خطی دارند. گزارش‌های بسیار کمی در زمینه استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی منحنی رشد وجود دارد. بحرینی بهزادی و اسلمی‌نژاد (۲۰۱۰) در پژوهشی به مقایسه بین شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون غیرخطی در برازش رشد در گوسفند بلوچی پرداختند. مدل‌های غیرخطی به‌کار رفته در پژوهش این محققین شامل مدل‌های ون‌برتالانفی، گومپرتز، لجستیک با ۳ پارامتر، لجستیک با ۴ پارامتر و ریچاردز بود. این محققین گزارش کردند که شبکه عصبی مصنوعی بهتر از سایر مدل‌های غیرخطی توانست رشد را در گوسفند بلوچی توصیف نماید. نتایج پژوهش حاضر نیز با نتایج حاصل از پژوهش بحرینی بهزادی و اسلمی‌نژاد (۲۰۱۰)

www.SID.ir

Archive of SID

مطابقت دارد. کایوتاپی و همکاران (۲۰۱۱) مقایسه‌ای بین مدل‌های رشد و شبکه عصبی مصنوعی در اردک انجام دادند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از برتری شبکه‌های عصبی با تابع پایه شعاعی در مقابل مدل‌های رگرسیون غیرخطی بود. ضرایب تعیین شبکه عصبی تابع پایه شعاعی و پرسپترون چندلایه به‌ترتیب برابر ۰/۹۸۰ و ۰/۹۷۵ بود. اما مدل گومپرتز با ضریب تعیین ۰/۹۷۸ عملکردی بهتر از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه داشت. روش و همکاران (۲۰۰۶) دو روش مدل‌سازی توسط رگرسیون غیرخطی و شبکه عصبی مصنوعی را با هم مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که شایستگی شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی رشد در جوجه‌های گوشتی بهتر از مدل گومپرتز است.

از لحاظ مقایسه مدل‌های رگرسیون غیرخطی، نتیجه پژوهش حاضر با گزارش بحرینی بهزادی و همکاران (۲۰۱۴) که از مدل برودی به‌عنوان بهترین مدل رشد غیرخطی توصیف‌کننده رشد در گوسفند بلوچی نام برده بودند مطابقت دارد. این محققین از مدل‌های ون‌برتالانفی، گومپرتز، برودی، لجستیک و ریچاردز در تشریح رشد در گوسفند بلوچی استفاده کردند و نتیجه گرفتند که مدل مختلط برودی بهتر از مدل ثابت برودی قادر به برازش داده‌های وزن می‌باشد. بطاعی و لیروی (۱۹۹۸) نیز از مدل برودی در توصیف رشد در گوسفند مهربان استفاده کردند. برخی از محققین دیگر نیز مدل برودی را به‌عنوان بهترین مدل رشد غیرخطی توصیف کننده رشد در پژوهش خود معرفی کردند (بیلگین و اسنبوگا، ۲۰۰۳؛ بیلگین و همکاران، ۲۰۰۴؛ گبانگبوچه و همکاران، ۲۰۰۸؛ داسیلوا و همکاران، ۲۰۱۲). امان‌اله و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش خود در گوسفندان پاکستانی گزارش کردند که مدل‌های برودی و ون‌برتالانفی به‌عنوان بهترین مدل‌های توصیف کننده رشد بودند. ساقی و همکاران (۲۰۱۲) از مدل گومپرتز جهت توصیف منحنی رشد در گوسفند بلوچی استفاده کردند. در برخی گزارش‌های دیگر نیز مدل گومپرتز به‌عنوان مناسب‌ترین مدل رشد ارائه شده است (توپال و همکاران، ۲۰۰۴؛ تکل و همکاران، ۲۰۰۵؛ سرمنتو و همکاران، ۲۰۰۶؛ لمب و همکاران، ۲۰۰۶؛ ایدوران و همکاران، ۲۰۰۸؛ مالحادو و همکاران، ۲۰۰۹؛ کسکین و همکاران، ۲۰۰۹؛ کوم و همکاران، ۲۰۱۰). تکل و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که گومپرتز و لجستیک بهترین مدل‌های توصیف‌کننده رشد در بره‌های نر آواسی بودند. کسکین و همکاران (۲۰۰۹) نتیجه‌گیری کردند که مدل‌های درجه دوم و گومپرتز بهترین برازش را با داده‌های رشد در بره‌های کنیامرینو داشتند. کوم و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه منحنی رشد در بره‌های ماده نوردوز بیان کردند که از مدل رشد گومپرتز می‌توان در تنظیم رژیم تغذیه‌ای و کاهش مشکلات مدیریتی گله موردنظر استفاده کرد. آیتکین و ذولکدیر (۲۰۱۳) دو مدل گومپرتز و لجستیک

www.SID.ir

Archive of SID

را جهت توصیف رشد قابل قبول ارزیابی کرده و بیان نمودند که از نتایج می‌توان در امر مدیریت گله جهت مدیریت امور پرورشی و نیز استراتژی‌های تغذیه‌ای استفاده کرد. در پژوهش تاریک و همکاران (۲۰۱۳) مدل مورگان- مرسر- فولدین در توصیف رشد در گوسفندان بلوچستان پاکستان تعیین شد. مدل‌های ون‌برتالانفی و ویبول پس از مدل مورگان- مرسر- فولدین بهترین توصیف رشد را داشتند. نتایج پژوهش واحد و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که از مدل‌های برودی و گومپرتز می‌توان در توصیف منحنی رشد در بز بی‌تال استفاده کرد. مالحادو و همکاران (۲۰۰۸) از مدل ون‌برتالانفی و اولیویرا و همکاران (۲۰۰۹) از مدل لجستیک به‌عنوان بهترین مدل توصیف‌کننده رشد در بز آنگلو- نوبیان نام بردند. گزارش‌های محققین مختلف اشاره به‌این موضوع دارد که یک تابع رشد ممکن است نتایج مختلفی را بر حسب‌نژاد و جمعیت مورد بررسی ارائه دهد و مدل‌سازی رشد را باید برای هر گله مجزا انجام داد.

برآورد پارامترهای مدل‌های رشد غیرخطی و ضرایب همبستگی بین آن‌ها در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- پارامترهای مدل‌های رشد غیرخطی و ضرائب همبستگی بین آن‌ها.

مدل	پارامتر*			همبستگی*		
	A	B	k	r_{AB}	r_{Ak}	r_{Bk}
نمایی منفی	۶۰/۹۴	-	۰/۰۰۷	-	-۰/۹۲	-
برودی	۶۵/۹۸	۰/۹۴	۰/۰۰۵	-۰/۱۵	-۰/۹۵	۰/۳۲
ون‌برتالانفی	۵۸/۲۶	۰/۵۴	۰/۰۱	-۰/۱۸	-۰/۸۴	۰/۵۳
گومپرتز	۵۶/۵۷	۲/۲۰	۰/۰۱۲	-۰/۱۵	-۰/۷۸	۰/۵۹
لجستیک	۵۴/۰۶	۵/۹۳	۰/۰۱۸	-۰/۰۷	-۰/۶۱	۰/۶۹
ریچاردز	۵۶/۵۷	-۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۱۲	-	-۰/۷۸	-

*A = وزن بلوغ؛ B = ثابت انتگرال‌گیری؛ k = نرخ بلوغ

پارامتر وزن بلوغ برآوردی از وزن مجانبی است و در مطالعات مربوط به منحنی رشد به‌صورت وزن در هنگام بلوغ تفسیر می‌شود. وزن بلوغ به‌صورت متوسط اندازه بدن در هنگام بلوغ، صرف‌نظر از تغییرات کوتاه‌مدت در اندازه بدن قابل تفسیر است. این تغییرات کوتاه‌مدت ناشی از اثرات محیطی مربوط به شرایط آب و هوایی و تغذیه می‌تواند باشد (فیتزوق، ۱۹۷۶). تعریف یک وزن بلوغ مناسب

www.SID.ir

Archive of SID

نیز بسیار بحث برانگیز است زیرا این صفت به عواملی مانند گونه و نژاد دام مورد بررسی، روش انتخاب افراد در گله، سیستم مدیریتی هر گله و شرایط محیطی وابسته است. همان‌طور که انتظار بود وزن بلوغ مربوط به مناسب‌ترین مدل غیرخطی یعنی برودی در پژوهش حاضر نسبت به گزارش بحرینی بهزادی و همکاران (۲۰۱۴) بزرگ‌تر بود. این حالت به‌این دلیل می‌تواند باشد که گوسفند لری‌بختیاری جثه‌ای بزرگتر از گوسفند بلوچی دارد. هم‌چنین برنامه ارزیابی ژنتیکی گوسفند لری‌بختیاری ایستگاه پرورش و اصلاح‌نژاد شولی شهرکرد نیز بر افزایش وزن بدن متمرکز است. پارامتر نرخ بلوغ سرعت رشد تا رسیدن به وزن بلوغ را تعیین می‌کند. در شرایط داشتن وزن اولیه مشابه، حیوانات با نرخ بلوغ بالاتر نسبت به حیوانات با نرخ بلوغ کم‌تر دارای زمان بلوغ زودتر هستند. ارتباط بیولوژیکی مهمی بین پارامترهای وزن بلوغ و نرخ بلوغ در مدل‌های منحنی رشد وجود دارد. رابطه منفی بین این دو پارامتر نشان دهنده این است که دام‌های با وزن بلوغ کم‌تر زودتر نیز بالغ خواهند شد. به‌عبارت دیگر حیوانات با وزن بلوغ بالا به‌طور کلی نرخ رشد پایین‌تری نسبت به حیوانات با وزن بلوغ کم‌تر دارند (داسیلوا و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهش حاضر همبستگی بین پارامترهای وزن بلوغ و نرخ بلوغ در هر شش مدل رشد غیرخطی، منفی به‌دست آمد. برآورد همبستگی منفی بین پارامترهای وزن بلوغ و نرخ بلوغ در مدل‌های رشد غیرخطی مورد استفاده با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (بطاعی و لیروی، ۱۹۹۶؛ مک‌مانوس و همکاران، ۲۰۰۳؛ سرمنتو و همکاران، ۲۰۰۶؛ مالحادو و همکاران، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹؛ بحرینی بهزادی و همکاران، ۲۰۱۴). بحرینی بهزادی و همکاران (۲۰۱۴) همبستگی بین پارامترهای وزن بلوغ و نرخ بلوغ را در گوسفندان بلوچی ایستگاه اصلاح نژاد عباس‌آباد مشهد و در پنج مدل غیرخطی برودی، لجستیک، ون‌برتالانفی، ریچاردز و گومپرتز در جنس نر و ماده را به‌ترتیب ۰/۹۲-، ۰/۹۱-، ۰/۶۳-، ۰/۶۳-؛ ۰/۸۰-، ۰/۷۹-، ۰/۷۵-، ۰/۷۵- و ۰/۷۵-، ۰/۷۵- گزارش کردند.

با توجه به این‌که مدل برودی به‌عنوان بهترین مدل غیرخطی توصیف کننده رشد در پژوهش حاضر انتخاب شد لذا عوامل محیطی مؤثر بر پارامترهای این مدل رشد نیز تعیین شد. اثرات معنی‌دار عوامل محیطی، میانگین حداقل مربعات و خطای معیار پارامترهای منحنی رشد برودی به تفکیک جنس بره و نوع تولد در جدول ۵ نشان داده شده است. به‌علت تعداد زیاد سطوح عوامل سن مادر و سال تولد، میانگین حداقل مربعات این عوامل در جدول ارائه نشده است. جنس بره بر تمام پارامترهای منحنی رشد برودی اثر معنی‌داری ($P<0/01$) داشت. بره‌های نر نسبت به بره‌های ماده در وزن بلوغ مجانبی برآورد شده ۱۷/۷۵ کیلوگرم برتری داشتند. بالاتر بودن وزن بدن در جنس نر را

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان ناشی از عوامل فیزیولوژیکی مانند هورمون‌های مسئول رشد دانست. وجود تفاوت معنی‌دار در صفت وزن بلوغ بره‌های نر و ماده توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (بطاعی و لیروی، ۱۹۹۶؛ مک‌مانوس و همکاران، ۲۰۰۳؛ سرمنتو و همکاران، ۲۰۰۶). مالحادو و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که به‌طور غیرمنتظره‌ای جنس بره اثر معنی‌داری بر وزن بلوغ مجانبی سه گروه ژنتیکی مورد مطالعه شامل آمیخته‌های گوسفند نژاد دورپر و سه نژاد گوسفند برزیلی نداشته است. مالحادو و همکاران (۲۰۰۸) نیز تأثیر غیرمعنی‌دار جنس بره بر وزن بلوغ مجانبی را در تحقیق خود روی بره‌های آمیخته سانتااینس- تکسل گزارش کردند. تأثیر جنسیت بر نرخ بلوغ توسط تعدادی از محققین گزارش شده است (بطاعی و لیروی، ۱۹۹۶؛ مک‌مانوس و همکاران، ۲۰۰۳؛ سرمنتو و همکاران، ۲۰۰۶). ولی مالحادو و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق خود روی بره‌های آمیخته سانتااینس- تکسل دریافتند که جنس بره اثر غیرمعنی‌دار بر نرخ بلوغ دارد.

جدول ۵- اثرات معنی‌دار عوامل محیطی و میانگین حداقل مربعات پارامترهای منحنی رشد برودی به تفکیک جنس بره و نوع تولد.

منابع تغییر	وزن بلوغ	ثابت انتگرال گیری	نرخ بلوغ
جنس:	***	***	***
نر	۷۱/۳۴^{a} ± ۱/۰۶	۰/۹۶۹^{a} ± ۰/۰۱	۰/۰۰۶^{a} ± ۰/۰۰
ماده	۵۳/۵۹^{b} ± ۱/۰۵	۰/۹۴۵^{b} ± ۰/۰۱	۰/۰۰۷^{b} ± ۰/۰۰
نوع تولد:	ns	***	***
یک قلو	۶۲/۸۱^{a} ± ۰/۷۰	۰/۹۳۸^{a} ± ۰/۰۱	۰/۰۰۸^{a} ± ۰/۰۰
دو قلو	۶۳/۶۱^{a} ± ۰/۷۹	۰/۹۶۲^{b} ± ۰/۰۱	۰/۰۰۶^{b} ± ۰/۰۰
سه قلو	۶۰/۹۸^{a} ± ۲/۴۳	۰/۹۷۲^{ab} ± ۰/۰۲	۰/۰۰۵^{b} ± ۰/۰۰
سن مادر:	**غیر معنی‌دار**	**غیر معنی‌دار**	*
سال تولد:	***	***	***
میانگین کل:	۶۱/۴۶	۰/۹۳۹	۰/۰۰۷

*= معنی‌داری در سطح ۰/۰۵؛ ***= خیلی معنی‌دار یا معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱

میانگین‌های داخل هر گروه، به‌جز آن‌هایی‌که دارای حروف مشابه هستند از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌دار دارند.

اثر سال تولد نیز برکلیه پارامترهای مورد بررسی معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود. چنین تأثیری می‌تواند نقش شرایط محیطی بر عملکرد گوسفندان را نشان دهد. با توجه به این‌که میزان علوفه مرتع یکی از

www.SID.ir

Archive of SID

مؤثرترین عوامل در تغذیه گوسفندان است، معنی‌دار شدن عامل سال دور از انتظار نیست. دلیل این امر شرایط آب و هوایی، میزان بارندگی سالیانه و در نتیجه وضعیت علوفه مرتع در سال‌های مختلف می‌باشد. اثر معنی‌دار سال تولد بر وزن بلوغ در نژادهای مختلف گوسفند گزارش شده است (استوبارت و همکاران، ۱۹۸۶؛ پیچفورد و همکاران، ۱۹۹۳؛ بطاعی و لیروی، ۱۹۹۶؛ آبگاز و همکاران، ۲۰۱۰). مالحادو و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که سال تولد اثر معنی‌داری بر نرخ بلوغ داشته است. سن مادر فقط در سطح معنی‌داری ۵ درصد بر نرخ بلوغ اثر داشت و تأثیر معنی‌داری بر وزن بلوغ و ثابت انتگرال‌گیری نداشت. استوبارت و همکاران (۱۹۸۶) اثر سن مادر بر وزن بلوغ مجانبی را بسیار معنی‌دار گزارش کردند. بطاعی و لیروی (۱۹۹۸) نیز گزارش کردند که سن مادر فقط بر ثابت انتگرال‌گیری تأثیر معنی‌دار داشته است. نوع تولد تأثیر معنی‌داری بر پارامتر وزن بلوغ مجانبی نداشت ولی اثر معنی‌داری روی پارامترهای ثابت انتگرال‌گیری و نرخ بلوغ داشت. وجود اثر معنی‌دار نوع تولد بر نرخ بلوغ توسط تعدادی از محققین گزارش شده است (پیچفورد و همکاران، ۱۹۹۳؛ بطاعی و لیروی، ۱۹۹۸؛ اونال و همکاران، ۲۰۰۶).

به‌طور کلی، در جنبه‌های مختلفی از مدیریت دام‌های نوع گوشتی مانند گوسفند و گاو گوشتی، در طراحی برنامه‌های غذایی و تعیین سن کشتار مناسب، در ارزیابی اثر انتخاب روی پارامترهای منحنی رشد و وزن در سنی خاص، از منحنی‌های رشد می‌توان استفاده کرد (بلاسکو و گومز، ۱۹۹۳). اطلاعات مربوط به الگوی رشد دام‌ها یکی از موارد ضروری در ایستگاه‌های پرورش و اصلاح‌نژاد دام است که برای تعیین طرح‌های تغذیه‌ای و مدیریتی و طراحی استراتژی‌های اصلاح نژادی جهت بهبود فرایند رشد قابل استفاده است (لمب و همکاران، ۲۰۰۶). در انجام انتخاب برای ایجاد تغییر در الگوی رشد دام‌ها، مدل‌سازی منحنی رشد ابزاری ضروری است. توسعه مدل‌های رشد می‌تواند اطلاعات مفیدی راجع به وزن بلوغ و نرخ رشد دام فراهم کند. هم‌چنین برای پیش‌بینی وزن زنده در سنین بالاتر از رکوردهای وزن زنده سنین پائین‌تر نیز می‌توان از این مدل‌ها استفاده کرد. همان‌طور که نتایج این پژوهش نشان داد، تفاوت‌هایی بین نتایج حاصل از این پژوهش و مطالعات دیگر هم از نظر تعیین مناسب‌ترین مدل و هم در تعیین پارامترها وجود دارد که به‌دلیل استفاده از نژادهای گوسفند مختلف و هم‌چنین اثر عوامل ژنتیکی و محیطی و فواصل مختلف اندازه‌گیری داده‌ها می‌باشد. نکته حایز اهمیت در پژوهش حاضر نتایج قابل قبولی است که مدل برودی در رابطه با توصیف رشد و تعیین رابطه وزن- سن در گوسفند لری‌بختیاری در اختیار ما قرار داد. این اطلاعات به ما اجازه خواهد داد، در

www.SID.ir

Archive of SID

مواردی مانند عملکرد دام، سن کشتار و تنظیم رژیم غذایی و در کل تصمیمات مدیریتی بتوان از این نتایج استفاده کرد. مدل رگرسیون چندجمله‌ای درجه سه نسبت به مدل رگرسیون چندجمله‌ای درجه دو برازش بهتری از منحنی رشد را داشت. در این زمینه این نکته را می‌توان خاطر نشان کرد که در صورت استفاده از مدل‌های رگرسیون تصادفی در برآورد و آنالیز پارامترهای ژنتیکی صفات وزن بدن بهتر این است از مدل چندجمله‌ای درجه سه به‌عنوان رگرسیون ثابت استفاده کرد. به هر حال پارامترهای برآورد شده در یک مدل رشد خطی از لحاظ بیولوژیکی قابل تفسیر نیستند. بنابراین به‌کارگیری مدل‌های غیرخطی در آنالیز رشد به‌علت ارائه پارامترهایی که از نظر بیولوژیکی قابل تفسیر هستند خصوصاً در مطالعات ژنتیکی رشد، قابل توصیه است. شبکه عصبی مصنوعی نیز نتیجه قابل قبولی در زمینه برازش رشد داشت ولی نداشتن پارامتر دارای مفهوم بیولوژیکی نیز از عیوب این روش برازش منحنی رشد است. این موضوع می‌تواند اهمیت و کاربرد این روش را در ارتباط با مدل‌سازی رشد کاهش دهد. در این مطالعه بین تمام مدل‌های غیرخطی، برودی بهترین برازش را داشت. بنابراین برای مطالعات آینده جهت برآورد پارامترهای ژنتیکی متغیرهای رشد در ایستگاه اصلاح‌نژاد شولی شهرستان شهرکرد، مدل برودی توصیه می‌شود. مطالعات بیش‌تری در گوسفند لری‌بختیاری برای بررسی خصوصیات منحنی رشد تا سن بلوغ مورد نیاز است. لذا برای این منظور پیشنهاد می‌شود که رکوردگیری وزن بدن تا سنین بالاتر ادامه یابد. زیرا یکی از پارامترهای مهم در مدل‌های منحنی رشد، وزن بلوغ است که برای برآورد آن بهتر است که رکوردهای تا سن بلوغ دام‌ها در اختیار باشد. در جهت توسعه یک برنامه اصلاح‌نژادی مناسب در راستای افزایش رشد گوسفند لری‌بختیاری پیشنهاد می‌شود که از پارامترهای منحنی رشد در انجام انتخاب و در راستای بهبود ژنتیکی این نژاد در ایستگاه اصلاح‌نژاد شولی شهرکرد استفاده شود.

منابع

Abegaz, S., Vanwyk, J.B. and Olivier, J.J. 2010. Estimation of genetic and phenotypic parameters of growth curve and their relationship with early growth and productivity in Horro sheep. Arch. Tierz. 53: 85-94.

Adamczyk, K., Molenda, K., Szarek, J. and Skrzynski, G. 2005. Prediction of bulls' slaughter from growth data using artificia1 neural network. J. Cent. Eur. Agric. 6: 133-142.

www.SID.ir

Archive of SID

Akbas, Y., Taskin, T. and Demiroren, E. 1999. Comparison of several models to fit the growth curves of Kivircik and Daglic Male lambs. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 23: 537-554.

Aman Ullah, M., Amin, M. and Ansar Abbas, M. 2013. Non linear regression models to predict the lamb and sheep weight growth. Pak. J. Nutr. 12: 865-869.

Aytekin, R.G. and Zulkadir, U. 2013. The determination of growth curve models in Malaya sheep from weaning to two years of age. J. Agr. Sci. 19: 71- 78.

Bahreini Behzadi, M.R. 2011. Study of genetic and phenotypic characteristics of the growth curve and prediction of some carcass traits using artificial neural network (ANN) in sheep. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 176p. (In Persian)

Bahreini Behzadi, M.R. and Aslaminejad, A.A. 2010. A comparison of neural network and nonlinear regression predictions of sheep growth. J. Anim. Vet. Adv. 9: 2128-2131.

Bahreini Behzadi, M.R., Aslaminejad, A.A., Nassiri, M.R., Muhaghegh-Dolatabady, M. and Ghaderi-Zefrehei, M. 2012. Comparison of regression models and artificial neural network for prediction of Baluchi Sheep Growth. 5th Iranian Congress on Animal Science, August 29-30, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. (In Persian)

Bahreini Behzadi, M.R., Aslaminejad, A.A., Sharifi, A.R. and Simianer, H. 2014. Comparison of mathematical models for describing the growth of Bluchi sheep. J. Agr. Sci. Tech. 14: 57- 68.

Bathaei, S.S. and Leroy, P.L. 1996. Growth and mature weight of Mehraban Iranian fat-tailed sheep. Small Rumin. Res. 22: 155–162.

Bathaei, S.S. and Leroy, P.L. 1998. Genetic and phenotypic aspects of the growth curve characteristics in Mehraban Iranian fat-tailed sheep. Small Rumin. Res. 29: 261–269.

Belsley, D.A., Kuh, E. and Welsch, R.E. 2004. Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity. Wiley, New York. 292p.

Bilgin, O.C. and Esenbuğa, N. 2003. Parameter estimation in nonlinear growth models. Hayvansal Üretim. 44: 81-90.

Bilgin, O.C., Esenbuga, N., Macit, M. and Karaoglu, M. 2004. Growth curve characteristics in Awassi and Morkaraman Sheep. I: Comparison of nonlinear functions. Wool Tech. Sheep Bree. 52: 1-7.

Bishop, C.M. 2006. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, New York. 740p.

Blasco, A. and Gomes, E. 1993. A note on growth curves of rabbit lines selected on growth rate or litter size. Anim. Prod. 57: 332-334.

www.SID.ir

Archive of SID

Brethour, J.R. 1994. Estimating marbling score in live cattle from ultrasound images using pattern recognition and neural network procedures. J. Anim. Sci. 6: 1425-1432.

Craninx, M., Fievez, V., Vlaeminck, B. and De Baets, B. 2008. Artificial neural network models of the rumen fermentation pattern in dairy cattle. Comput. Electron. Agric. 60: 226–238.

Da Silva, L.S.A., Fraga, A.B., De Lima Da Sliva, F., Beelen, P.M.G., De Oliveira Silva, R.M., Tonhati, H. and Da Costa Baroos, C. 2012. Growth curve in Santa Ines sheep. Small Rumin. Res. 105: 182-185.

Daskiran, I., Koncagul, S. and Bingol, M. 2010. Growth characteristics of indigenous Norduz female and male lambs. J. Agr. Sci. 16: 62-69.

Edriss, M.A., Hosseinnia, P., Edrisi, M., Rahmani, H.A. and Nilforooshan, M.A. 2008. Prediction of second parity milk performance of dairy cows from first parity information using artificial neural network and multiple linear regression methods. Asian. J. Anim. Vet. Adv. 3: 222-229.

Eyduran, E., Kucuk, M., Karakus, K. and Ozdemir, T. 2008. New approaches to determination of the best nonlinear function describing growth at early phases of Kivircik and Morkaraman breeds. J. Anim. Vet. Adv. 7: 799-804.

Fitzhugh Jr., H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. J. Anim. Sci. 42: 1036-1051.

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 networks. Neural. Comput. Appl. 16: 373–381.

Gbangboche, A.B., Gleke-Kalai, R., Albuquerque, L.G. and Leroy, P. 2008. Comparison of non-linear growth models to describe the growth curve in West African Dwarf Sheep. Animal. 2: 1003-1012.

Gianola, D., Okut, H., Weigel, K.A. and Rosa, G.J.M. 2011. Predicting complex quantitative traits with Bayesian neural networks: a case study with Jersey cows and wheat. BMC Genetics. 12: 87-100.

Hosseinnia, P., Edrisi, 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. Appl. Sci. 7: 3274-3279.

Kaewtapee, C., Khatchaturant, V. and Bunchasak, C. 2011. Comparison of growth models between artificial neural networks and nonlinear regression analysis in Cheery vally ducks. J. Appl. Poultry. Res. 20: 421- 428.

Keskin, I., Dagl, B., Sariye, V. and Gokmen, M. 2009. Estimation of growth curve parameters in Konya Merino sheep. S. Afr. J. Anim. Sci. 39: 163-168.

Keskin, S. and Daşkiran, I. 2007. Comparison of growth models in Norduz female kids. Ind. Vet. J. 84: 1066-1068.

www.SID.ir

Archive of SID

Kominakis, A.P., Abas, Z., Maltaris, I. and Rogdakis, E. 2002. A preliminary study of the application of artificial neural networks to prediction of milk yield in dairy sheep. Comput. Electron. Agric. 35: 35-48.

Kor, A., Baspinar, E., Karaca, S. and Keskin, S. 2006. The determination of growth in akkeci (white goat) female kids by various growth models. Czech J. Aim. Sci. 51: 110-116.

Kum, D., Karakus, K. and Ozdemir, T. 2010. The best non-linear function for body weight at early phase of Norduz female lambs. Trakia J. Sci. 8: 62-67.

Kusec, G. 2001. Growth pattern of hybrid pigs as influenced by MHS-Genotype and feeding regime. PhD Thesis, Georg-August-University, Goettingen, Germany.

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.

Lambe, N.R., Navajas, E.A., Simm, G. and Bünger, L., 2006. A genetic investigation of various growth models to describe growth of lambs of two contrasting breeds. J. Anim. Sci. 84: 2642–2654.

Lopez-Benavide, M.G., Samarasinghe, S. and Hickford, J.G.H. 2003. The use of artificial neural networks to diagnose mastitis in dairy cattle. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN).

Malhado, C.H.M., Carneiro, P.L.S., Affonso, P.R.A.M., Souza Jr., A.A.O. and Sarmento, J.L.R. 2009. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. Small Rumin. Res. 84: 16–21.

Malhado, C.H.M., Carneiro, P.L.S., Santos, P.F., Azevedo, D.M.M.R., Souza, J.C. and Affonso, P.R.M. 2008. Growth curve in crossbred Santa Inês x Texel ovines raised in the southwestern region of Bahia state. Rev. Bras. Saúde Prod. An. 9: 210–218.

McManus, C., Evangelista, C., Fernandes, L.A.C., de Miranda, R.M., Moreno-Bernal, F.E. and dos Santos, N.R. 2003. Parameters for three growth curves and parameters that influence them for Bergamasca sheep in the Brasilia region. R. Bras. Zootec. 32: 1207–1212.

Menhaj, M.B. 2009. Fundamentals of Neural Networks. Amirkabir University of Technology Press. 750p. (In Persian)

Molenda, K., Gil, Z. and Zychlika, J. 2001. Conception of computer system support in detection of pregnancy, oestrus and mastitis based on milk temperature. 52nd Annual Meeting of EAAP, Budapest, Hungary.

Oliveira, D.F.de., Cruz, J.F.da., Carneiro, P.L.S., Malhado, C.H.M., Rondina, D., Ferraz, R.de.C.N. and Teixeira Neto, M.R. 2009. Ponderal development and growth traits of Anglonubian goats raised under semi-intensive system. Rev. Bras. Saúde Prod. An. 10: 256-265.

www.SID.ir

Archive of SID

Pitchford, W.S., Barlow, R. and Hearnshaw, H. 1993. Growth and calving performance of cows from crosses between the Brahman and Hereford. Livest. Prod. Sci. 33: 141-150.

Qotbi, A.A.A., Hosseinnia, P., Seidavi, A.R. and Ghovvati, S. 2010. Predictions of semen production in ram using phenotypic traits by artificial neural network. Afr. J. Biotechnol. 9: 4822-4825.

Rashedi Dehsahraei, A., Fayazi, J. and Vatankhah, M. 2013. Investigating inbreeding trend and its impact on growth traits of Lori-Bakhtiari Sheep. J. Rumin. Res. 1: 65-78. (In Persian)

Roush, W.B., Dozier, W.A. and Branton, S.L. 2006. Comparison of Gompertz and neural network models of broiler growth. Poult. Sci. 85: 794–797.

Saghi, D.A., Aslaminejad, A., Tahmoorespur, M., Farhangfar, H., Nasiri, M. and Dashab, G.R. 2012. Estimation of genetic parameters for growth traits in Bluchi sheep using Gompertz growth curve function. Indian J. Anim. Sci. 82: 889-892.

Salehi, F., Lacroix, R. and Wade, K.M. 1998. Improving dairy yield prediction through combined record classifiers and specialized artificial neural network. Comput. Electron. Agric. 20: 199-213.

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. Alex. J. Agric. Res. 58: 273- 277.

Sarmento, J.L.R., Rezazzi, A.J., Souza, W.H., Torres, R.A., Breda, F.C. and Menezes, G.R.O. 2006. Analysis of the growth curve of Santa Ines sheep. R. Bras. Zootec. 35: 435–442.

Slosarz, P., Stanisz, M., Boniecki, P., Przybylak, A., Lisiak, D. and Ludwiczak, A. 2011. Artificial neural network analysis of ultrasound image for the estimation of intramuscular fat content in lamb muscle. Afr. J. Biotechnol. 10: 11792-11796.

Stobart, R.H., Bassett, J.W., Cartwright, T.C. and Blackwell, R.L. 1986. An analysis of body weights and maturing patterns in Western range ewes. J. Anim. Sci. 63: 729-740.

Tariq, M.M., Iqbal, F., Eyduran, E., Bajwa, M.A. and Huma, Z.E. 2013. Comparison of non- linear functions to describe the growth in Mengali sheep breed of Blochistan. Pak. J. Zool. 45: 661- 665.

Tekel, N., Sireli, H.D., Elicin, M. and Elicin, A. 2005. Comparison of Growth curve models on Awassi lambs. Ind. Vet. J. 82: 179-182.

Topal, M., Ozdemir, M., Aksakal, V., Yildiz, N. and Dogru, U. 2004. Determination of the best nonlinear function in order to estimate growth in Morkaraman and Awassi lambs. Small Rumin. Res. 55: 229–232.

www.SID.ir

Archive of SID

Vatankhah, M., Moradi Shahrbabak, M., Nejati-Javarmi, A., Miraei Ashtiani, S.R. and Vaez Torshizi, R. 2009. Determination of breeding objective and economic values for Lori_Bakhtiari breed of sheep in the village System. Anim. Sci. Res. 82: 17-25. (In Persian)

Waheed, A., Sajjad Khan, M., Ali, S. and Sarvar, M. 2011. Estimation of growth curve parameter in Beetal goats. Arch. Tierz. 54: 287- 296.

Unal, N., Akzapinar, H., Atasoy, F. and Aytac, M. 2006. Some reproductive and growth traits of crossbred genotypes produced by crossing local sheep breeds of Kivircik×White Karaman and Chios×White Karaman in steppe conditions. Arch. Tierz. 49: 55-63.

Yang, X.Z., Lacroix, R. and Wade, K.M. 1999. Neural detection of mastitis from dairy herd improvement records. Transactions of the ASAE. 42: 1063-1072.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 3(2), 2015
http://ejrr.gau.ac.ir

Comparison of different growth models and artificial neural network to fit the growth curve of Lori-Bakhtiari sheep

M.R. Bahreini Behzadi
Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran
Received: 04/29/2015; Accepted: 09/05/2015

Abstract

The aim of this study was to compare different nonlinear and linear regression models and artificial neural network (ANN) for fitting of growth curve in Lori–Bakhtiari sheep breed. Six nonlinear regression models of Negative Exponential, Brody, von Bertalanffy, Gompertz, Logistic and Richards, and two linear regression models of second and third degree polynomial functions along with ANN were used. In total 29517 body weight records of 6320 lambs collected from birth to yearling were analyzed. The data were collected at the Breeding Station of Lori-Bakhtiari sheep in Shahrekord, Iran. The comparison of the models was carried out using coefficient of determination (R^2), error mean square (MSE) mean absolute deviation (MAD) and mean absolute percentage error (MAPE) values. All models investigated in the current study fitted the growth data well in Lori–Bakhtiari sheep, according to different goodness of fit criteria. The results indicated that ANN model generated better growth curve fitting of Lori-Bakhtiari sheep than linear and nonlinear growth models and could be used an as alternative method for growth modeling. Regarding the whole models, the artificial neural network was found to be statistically most appropriate model followed by Brody, third degree polynomial, second degree polynomial, Von Bertalanffy, Gompertz, Richards, Logistic and negative exponential growth models, respectively. However, non-linear growth models used to describe the growth will be applicable than the linear models and artificial neural networks. The nonlinear growth models can summarize the growth phenomena in terms of several parameters, with biological interpretation. Among the nonlinear and linear models, the Brody and third degree polynomial functions were better than other models. Negative correlations between the A and k parameters were obtained in all six nonlinear

*Corresponding author: bahreini@yu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

growth models in this study indicated that the sheep with smaller mature weight will be maturing faster. The analysis of variance on the Brody growth curve parameters showed that year of birth and sex significantly influenced (P<0.01) all growth curve parameters. Age of dam had only a significant effect (P<0.05) on k value and did not contribute to differences in A and B values. Type of birth had significant effect (P<0.01) in the B and k values and did not influence on the A value. The results of this study suggest that the most appropriate growth model of Brody can help in the determination of management problems, regulation of feeding programs, and determination of optimum slaughtering age at the Lori-Bakhtiari sheep breeding station.

Keywords: Artificial neural network, Lori–Bakhtiari sheep, Growth model

www.SID.ir