

## برازش مدل های آماری به منظور توصیف منحنی تغییرات صفات تولید شیر و وزن بدن در طی دوره شیردهی در بزهای مهابادی

عبدالله رضاقلی‌وند لاهرود<sup>۱</sup>، محمد مرادی شهر بابک<sup>۲\*</sup> و عباس پاکدل<sup>۳</sup>  
۱، ۲ و ۳ دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۲ - تاریخ تصویب: ۹۳/۲/۱۶)

### چکیده

به منظور توصیف منحنی تغییرات صفات تولید شیر و وزن بدن در طی دوره شیردهی بزهای نژاد مهابادی، مدل های آماری گوناگون برازش شدند. بدین منظور از ۱۶۶۵ رکورد در خصوص صفات تولید شیر، درصد چربی، مقدار چربی، درصد پروتئین، مقدار پروتئین، درصد لاکتوز، و SNF و ۸۳۳ رکورد مربوط به وزن بدن که به صورت روزانه از ۱۲۳ بز در طی سال های ۱۳۹۱-۱۳۹۲ جمع آوری شده بودند، استفاده شد. به منظور انتخاب بهترین مدل از معیارهای ضریب تبیین، آماره دوربین-واتسون، انحراف معیار مانده ها، و معیار اطلاع آکایک استفاده شد. در بین توابع استفاده شده در مطالعه حاضر، تفاوتی در برازش منحنی تولید شیر و مقدار ترکیبات آن وجود نداشت. لیکن توابع علی و شفر و نارشین تا کامای ۱ در برازش منحنی درصد چربی و SNF و همچنین، توابع چند جمله ای معکوس و گمپرتز در برازش منحنی درصد پروتئین و لاکتوز، در مقایسه با توابع دیگر نتیجه بهتری داشتند (ضریب تبیین بالا و انحراف استاندارد مانده ها پایین). با توجه به نتایج تحقیق حاضر، طی دوره شیردهی، وزن بدن بزهای موجود در این تحقیق، روند کاهشی داشت. در بزهای بررسی شده، میانگین تولید روزانه، ۱ کیلوگرم در روز، زمان رسیدن به اوج تولید شیر، ۲۲ روز پس از زایش، مقدار تولید در زمان اوج تولید، ۱/۲۲ کیلوگرم در روز، کل تولید شیر در یک دوره ۱۲۰ روزه، ۱۲۰ کیلوگرم، و تداوم شیردهی، ۵/۵۹ برآورد شد.

**کلیدواژگان:** بز مهابادی، تداوم شیردهی، توابع شیردهی، صفات تولید شیر.

### مقدمه

بزهای مهابادی از بزهای بومی ایران هستند که در استان های آذربایجان شرقی و غربی پرورش داده می شود. منشأ اصلی این نژاد شهرستان مهاباد است. نژاد مهابادی عمدتاً یک نژاد دومنظوره (تولید شیر و گوشت) بومی منطقه آذربایجان غربی محسوب می شود، رنگ آن اغلب سفید با لکه های سیاه در پیشانی است. توصیف نموداری میزان تولید شیر روزانه در طی زمان از تاریخ زایش به بعد را منحنی شیردهی می نامند. مدل های ریاضی زیادی به منظور توصیف منحنی شیردهی توسعه یافته اند. با استفاده از روش های ریاضی تجربی منحنی های تولید شیر حیوانات اهلی برازش شده اند. شکل یک منحنی معمولی بدین صورت است که منحنی

با نرخ نسبتاً زیادی افزایش و پس از رسیدن حیوان به اوج تولید، منحنی تولید با شیب نسبتاً ملایمی کاهش می یابد و این روند تا جایی ادامه می یابد که حیوان کاملاً خشک خواهد شد (Mehraban 2008; pakdel 2009; Arefinia 2011; Gradiz et al. 2009). هدف از برازش منحنی شیردهی معمولاً پیش بینی تولید روزانه با حداقل خطا و همچنین شفاف سازی الگوی تولید شیر در سیستم پرورش حیوانات است (Fernández et al. 2002). آگاهی از مشخصات منحنی شیردهی (کل تولید در طول دوره شیردهی، مقدار تولید روزانه در زمان اوج تولید، تداوم شیردهی، و زمان رسیدن به اوج تولید) می تواند در تصمیم گیری های اصلاحی و مدیریتی به کارشناسان کمک کند. پیش بینی کل تولید شیر در

صفات تولید شیر، از مدل‌های وود، ویلمینک، گمپرتز، چندجمله‌ای معکوس، علی و شفر، نارشین تاکمای ۱، دانو، کوبیو دورلینو، و لژاندر مرتبه سوم استفاده شده است (González-Peña *et al.*; Fernández *et al.* 2002). تابع گامای ناقص ارائه شده توسط وود (۱۹۶۷) به‌طور گسترده‌ای برای برازش منحنی شیردهی گونه‌هایی از قبیل گاو، گوسفند، و بز استفاده شده است. تابع ویلمینک به‌علت تعداد پارامتر کم و آسان بودن تفسیر بیولوژیکی آن، تابع مناسبی در برازش منحنی شیردهی به شمار می‌رود (Gradiz *et al.* 2009). مدل‌های دی‌نو و کپیو-برالینو اشکال تغییرشکل‌یافته مدل وود به شمار می‌روند (Fernández *et al.* 2002). در بین توابع ارائه شده برای توصیف شکل منحنی شیردهی، تابع گمپرتز از توابع کاربردی است. این تابع غیر خطی است و می‌توان از آن در پیش‌بینی تولید شیر حیوان در هر زمان از شیردهی و همچنین انتخاب ژنتیکی زودهنگام حیوانات استفاده کرد (Nasri *et al.* 2008; H. Roshan 2012). تابع نارشین تاکمای ۱ در مطالعات مربوط به منحنی‌های تولید تخم‌مرغ و رشد در طیور استفاده شده (Narushin and Takma 2003) و به‌دلیل انعطاف‌پذیری بالا در برازش منحنی شیردهی گاوهای هلستاین ایران به کار برده شده است (Hasanpur 2012). برازش وزن زنده در طی دوره شیردهی را محققان زیادی انجام داده‌اند (Wood *et al.* 1980; Berglund & Danell 1987; Lopez-Villalobo *et al.* 2001). تغییرات وزن زنده چندین نژاد از گاوهای شیری بریتانیا را با استفاده از تابع گامای ناقص (وود) که قبلاً در برازش منحنی شیردهی استفاده شده بود، بررسی کردند. Korver *et al.* 1985 نیز تابعی برگرفته از تابع گامای ناقص را برای تغییرات وزن زنده ارائه کردند که در آن حداکثر کاهش وزن زنده در طول دوره شیردهی و در زمانی که وزن زنده حداقل مقدار خود را طی می‌کند، قابل محاسبه بود. Berglund 1987 & Danell 2001 Lopez-Villalobos *et al.* نیز از تابع وود برای پیش‌بینی تغییرات وزن بدن استفاده کردند. در برازش تغییرات وزن بدن، تابع وود به مدل‌های دیگر ترجیح داده می‌شود. با توجه به اینکه احتیاجات تغذیه‌ای نژاد مهابادی مشخص نیست، برای

چندین روز آزمون اول شیردهی می‌تواند در محاسبه سود ناخالص حاصل از هر دام، انتخاب حیواناتی که در آینده حذف اجباری خواهند شد، شناسایی حیوانات بیمار پیش از بروز علائم بالینی آن بیماری، و شناسایی حیوانات پرتولید با نیاز غذایی بالا در مقایسه با حیوانات متوسط تولید به کار رود. تداوم شیردهی به توانایی حیوان در نگهداری سطح تولید پس از زمان اوج شیردهی گفته می‌شود (Cannas *et al.* 2008). تداوم شیردهی به‌علت تأثیر بر میزان باروری، سلامت دام و، میزان هزینه خوراک به‌عنوان صفت مهم اقتصادی در گاوهای شیری در نظر گرفته می‌شود (Dekkers *et al.* 1998). توابع توصیف‌کننده منحنی شیردهی به دو گروه توابع خطی و توابع غیرخطی طبقه‌بندی می‌شوند. در توابع خطی، پارامترها تابعی خطی از روزهای شیردهی هستند که به آسانی توسط روش‌های تابعیت خطی محاسبه می‌شوند. توابع غیرخطی به‌صورت تابعی خطی از پارامترها بیان نمی‌شوند، بنابراین برای محاسبه آنها از تکنیک‌های تکرار استفاده می‌شود. از آنجا که دامنه وسیعی از منحنی‌ها با توابع غیرخطی توصیف می‌شوند و به‌دلیل وجود روش‌های متنوع تکرار در نرم‌افزارها، توابع غیرخطی که اولین بار Grossman & Koops (1988) آنها را ارائه کرد، در سال‌های اخیر بیشتر استفاده شده است (Hasanpur, 2012). معمولاً ارزش غذایی شیر را با درصد چربی و پروتئین شیر ارزیابی می‌کنند (Shaloo *et al.* 2004). همبستگی‌های ژنتیکی تولید شیر با درصد چربی و درصد پروتئین منفی بوده و همچنین در سطح فنوتیپی ارتباط تولید شیر با صفات مذکور نیز منفی (به ترتیب ۰/۲۸- و ۰/۳۹-) گزارش شده است. از طرف دیگر مطالعات نشان داده است که همبستگی بین مقدار تولید شیر با مقدار چربی و پروتئین هم در سطح فنوتیپی و هم در سطح ژنتیکی مثبت گزارش شده است (Silvestre *et al.* 2009). بر همین اساس منحنی درصد پروتئین و درصد چربی عکس منحنی تولید شیر و مقدار چربی، و پروتئین شبیه منحنی تولید شیر است (Pollott; Fuertes *et al.* 1998; Stanton *et al.* 1992; Silvestre, Martins *et al.*; Quinn *et al.* 2006; 2004). در بیشتر مطالعات، به‌منظور برازش منحنی

و بزغاله‌ها به استثنای روز رکوردگیری، در سایر مواقع در کنار یکدیگر بودند. هر حیوان جداگانه رکوردگیری شد و هر نمونه نیز بعد از به‌هم‌زدن کل تولید برداشته شد. سپس یک نمونه ۵۰ میلی‌لیتری از شیر هر حیوان گرفته و به داخل فلاسک حاوی یخ انتقال داده شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه مرکزی علوم دامی منتقل شدند. قبل از آنالیز، نمونه‌ها را در دمای ۳۸ درجه‌سانتی‌گراد گرم شدند، سپس به‌منظور تعیین میزان درصد چربی شیر، درصد پروتئین شیر، درصد لاکتوز و SNF (مواد جامد بدون چربی) نمونه‌های شیر با دستگاه میکرواسکن آنالیز گردیدند.

### آنالیز و مدل‌های آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و برای تصحیح تأثیراتی از قبیل تعداد بزغاله متولدشده در هر زایش، سن حیوان، اثر تصادفی دام، و ماه رکوردگیری از رویه Mixed استفاده شد و ساختار واریانس، کوواریانس بین داده‌ها اتورگرسیو در نظر گرفته شد. میانگین حداقل مربعات تولید شیر در طول دوره شیردهی برای تمامی بزها با روش توکی-کرامر<sup>۱</sup> برآورد و در برازش منحنی‌های شیردهی از آنها استفاده گردید. تولید شیر برای عواملی از قبیل تعداد بزغاله در هر زایش (تک‌قلو و دوقلو)، اثر تصادفی حیوان، ماه رکوردگیری، و سن حیوان (۲، ۳، ۴، ۵، و ۶ساله) تصحیح شد. وزن بدن نیز برای عواملی از قبیل سن حیوان، ماه وزن‌کشی، و اثر تصادفی حیوان تصحیح گردید. در مطالعه حاضر به‌منظور برازش منحنی صفات تولید شیر، از مدل‌های وود، ویلمینک، گمپرتز، چندجمله‌ای معکوس، علی و شفر، نارشین تاکمای ۱، دانو، کوپیو دورلینو، و لژاندر مرتبه سوم استفاده شد (جدول ۱). پارامترهای a، b، و c تابع وود، مشخصات منحنی شیردهی را توصیف می‌کنند، به‌طوری که پارامتر a در این مدل تولید شیر تقریبی اولیه پس از زایش، پارامتر b شیب افزایشی تا رسیدن به اوج تولید، و پارامتر c شیب کاهش منحنی را بیان می‌کند.

تابع ویلمینک نیز به‌عنوان بهترین تابع سه‌پارامتری در برازش منحنی شیردهی به شمار می‌رود. از

آگاهی از برآورده شدن نیاز آنها، تغییرات وزن بدن آنها همراه با منحنی تولید شیر در طول دوره شیردهی مطالعه شد. تا به حال هیچ اطلاعاتی درخصوص منحنی شیردهی و ویژگی‌های این منحنی در بزهای نژاد مهابادی ارائه نشده است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر برازش مدل‌های آماری به‌منظور توصیف منحنی تغییرات تولید شیر و ترکیبات شیر در طول دوره شیردهی بزهای مهابادی بود.

## مواد و روش‌ها

### حیوانات

در این تحقیق از ۱۶۷ بز مهابادی که از بخش‌های گوناگون منطقه آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی جمع‌آوری شده بودند، استفاده شد. این حیوانات تحت شرایط یکسانی در مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج و با هدف بهبود تولید شیر پرورش داده شدند. همه بزها (۲ تا ۶ساله) با تکنیک همزمان‌سازی فحلی، فحل شدند و در نتیجه همزمان نیز زایش کردند.

### نمونه‌های شیر و جمع‌آوری داده‌ها

به‌منظور آنالیز منحنی‌های صفات تولیدی از ۱۶۶۵ رکورد روزانه مربوط به تولید شیر، درصد چربی، مقدار چربی، درصد پروتئین، مقدار پروتئین، درصد لاکتوز، و SNF و همچنین ۸۳۳ رکورد مربوط به وزن بدن که در فواصل زمانی هر ۲ هفته یکبار و از ۱۲۳ بز مهابادی در طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج جمع‌آوری شده بود، استفاده گردید. میزان تولید شیر و ترکیبات آن هر هفته یک بار و به‌مدت ۱۷ هفته جمع‌آوری شد و این دوره تا زمانی ادامه یافت که شیر حیوان به‌طور شایان توجهی کاهش یافت و به ۱۵۰-۲۰۰ گرم در روز رسید. بزها با دستگاه شیردوش سیار دوشیده شدند. نخستین رکوردگیری برای هر حیوان بر طبق استاندارد کمیته بین‌المللی برای رکوردگیری، حدود ۱۰ تا ۲۵ روز پس از زایش انجام شد. ۱۲ ساعت قبل از هر رکوردگیری، بزغاله‌ها از مادرشان جدا و در جایگاه بسته‌ای نگهداری شدند. بزها

زمان اوج تولید، زمان رسیدن به اوج تولید، مقدار اولیه تولید شیر) اشاره کرد (Roshan 2012).

ویژگی‌های تابع گمپرتز می‌توان به کم‌بودن تعداد پارامترها و برآورد آسان توابع تولید (نظیر مقدار شیر در

جدول ۱. مدل‌های ریاضی توابع استفاده‌شده در تحقیق حاضر

تعداد پارامتر	تابع	منبع	کد	نام تابع
۳	$y_t = at^b e^{-ct}$	Wood (1976)	WD	وود
۳	$y_t = a - bt - ae^{-ct}$	Dhanoa (1981)	DH	دی‌نو
۳	$y_t = at^{be(-ct)}$	Cappio-Borlino <i>et al.</i> (1995)	CB	کپیو-برالینو
۵	$y_t = (at^3 + bt^2 + ct + d)/(t + f)$	(Narushin and Takma 2003)	NT <sub>1</sub>	نارشین و تاکمای ۱
۳	$y_t = (a + bt + ce^{-0.05t})$	Wilmink (1987)	wil	ویلمینک
۳	$c = 1/(a + bt^{-1} + ct)$	Nelder (1966)	PI	چند جمله ای معکوس
۵	$y_t = a + b_1c + b_2c^2 + b_3w + b_4w^2$	Ali and Schaeffer (1987)	AS	علی و شفر
۳	$y_t = abe(b(1 - e^{-ct})/(c - ct))$	Nasri <i>et al.</i> (2008)	GOM	گمپرتز
۴	$y_t = 0.7071a_0 + a_1p_1 + a_2p_2 + a_3p_3$	Jakobsen <i>et al.</i> (2002)	Leg	لژاندر مرتبه سوم

مذکور با رویه غیر خطی (Proc NLIN) در نرم‌افزار SAS با روش تکرار گاوس-نیوتن برازش داده شدند و همچنین معیار همگرایی به منظور رسیدن به نقطه همگرایی  $10^{-8}$  در نظر گرفته شد. به علت سادگی تابع وود در این مطالعه به منظور برآورد خصوصیات منحنی شیردهی از قبیل تداوم شیردهی، زمان رسیدن به اوج تولید، و تولید در زمان اوج تولید استفاده شد (Cannas *et al.* 2008).

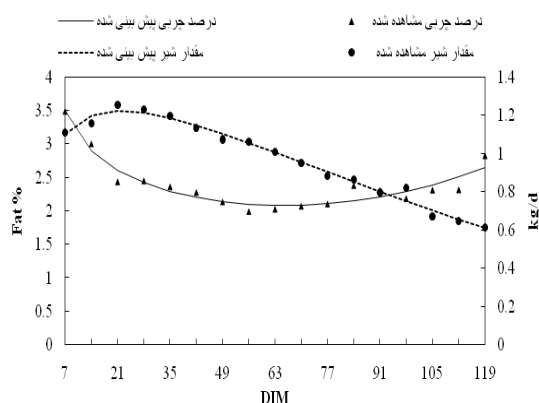
تابع لژاندر مرتبه سوم برای برازش منحنی شیردهی در گاو استفاده شده است. مدل ریاضی تابع لژاندر مرتبه سوم در جدول ۱ آورده شده است (Jakobsen *et al.* 2002). در این تابع  $a_0$ ،  $a_1$ ،  $a_2$  و  $a_3$  ضرایب فرمول هستند و  $p_1$ ،  $p_2$  و  $p_3$  متغیرهای وابسته به روز شیردهی هستند که به صورت رابطه‌هایی که در ادامه آمده است، محاسبه می‌شوند (Mrode and Thompson 2005):

$$P_1 = 1.2247(t)$$

$$P_2 = 2.3717(t^2) - 0.7906$$

$$P_3 = 4.6771(t^2) - 2.8067(t)$$

در این فرمول‌ها  $t$  نشان‌دهنده روز شیردهی است. تابع علی و شفر را علی و شفر در سال 1987 ارائه کردند. مدل ریاضی آن در جدول ۱ نشان داده شده است. در این معادله  $y_t$  میزان تولید شیر در زمان  $t$  از روزهای شیردهی، و  $a$ ،  $b_1$ ،  $b_2$  و  $b_3$  نیز پارامترهای مدل هستند و  $c = \frac{t}{120}$  و  $c = \ln\left(\frac{1}{c}\right)$  است (Ali & Schaeffer 1987). توابع استفاده‌شده همراه با معادله و کد آنها در جدول ۱ ارائه شده است. ابتدا تمام توابع



شکل ۱. منحنی درصد چربی و تولید شیر با داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده به وسیله تابع علی و شفر

### تداوم شیردهی

توانایی دام در نگه‌داری سطح تولید بعد از رسیدن به اوج شیردهی تداوم شیردهی نامیده می‌شود. این توانایی در بین دام‌ها متغیر است و بر میزان شیر تولیدی تأثیر مستقیم دارد. بنابراین تداوم شیردهی حیوان به‌عنوان صفتی اقتصادی و یک مشخصه مهم منحنی شیردهی بر سوددهی بز شیری اثر می‌گذارد.

$$P = -(b + 1) \ln c$$

### زمان رسیدن به اوج تولید

زمان رسیدن به اوج تولید نیز از صفات مهم اقتصادی در حیوانات شیری به شمار می‌آید. هرچه این زمان بیشتر باشد حیوان تولید بیشتری خواهد داشت و همچنین حیوان کمتر به بیماری‌های متابولیکی دچار خواهد شد.

$$t_m = \frac{b}{c}$$

### مقدار تولید در زمان اوج شیردهی

معمولاً حیواناتی که تولید بالایی در زمان اوج شیردهی دارند، تولید بیشتری در کل دوره خواهند داشت.

$$y_m = a \left(\frac{b}{c}\right) e^{-b}$$

انتخاب بهترین مدل برای توصیف منحنی‌های شیردهی با معیارهای زیر انجام شد:

### ضریب تبیین تصحیح‌شده

$R^2$  ضریب تبیین چندگانه که برابر است با مجموع مربعات مدل تقسیم بر مجموع مربعات کل،  $n$  تعداد مشاهدات، و  $p$  تعداد پارامتر. در این مدل مزیت  $R^2$  تصحیح‌شده به  $R^2$  تصحیح‌نشده این است که در تصحیح‌شده مدل با تعداد پارامتر یکسان مقایسه می‌شوند و مقایسات با دقت بیشتری صورت می‌گیرد.

$$R_{Adj}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p}\right) * (1 - R^2)$$

انحراف استاندارد مانده‌ها یا جذر میانگین مجموعه مربعات خطا

انحراف استاندارد مانده‌ها با فرمول  $RSD = \frac{\sqrt{SS_{RES}}}{\sqrt{n-p}}$  به

دست می‌آید که  $SS_{RES}$  مجموعه‌مربعات باقیمانده و  $n$

و  $p$  به ترتیب تعداد مشاهدات و تعداد پارامتر است. هرچه انحراف استاندارد مانده‌های مدل مورد نظر کمتر باشد آن مدل بهتر خواهد بود. معمولاً هنگامی که متغیرهای جدیدی به مدل اضافه می‌شود، انحراف استاندارد مانده‌ها کاهش می‌یابد.

### آماره دوربین-واتسون

اولین بار میزان همبستگی میان مانده‌ها توسط دوربین-واتسون ارائه گردید (Durbin, 1970).  $e_t$  و  $e_{t-1}$  به ترتیب مقدار باقیمانده در زمان  $t$  و  $t-1$  هستند. این آماره با رویه Autoreg نرم‌افزار SAS برآورد شد.

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

تست آماره دوربین-واتسون هم برای خودهمبستگی مثبت و هم برای خودهمبستگی منفی استفاده می‌شود. عددج‌آماره دوربین-واتسون بین ۰-۴ است.

از آنجاکه  $d=2(1-r)$  و  $r$  خودهمبستگی را نشان می‌دهد پس  $d=2$  بیانگر عدم خودهمبستگی است، هنگامی که دو تا از مانده‌ها پی‌درپی نسبت به هم نزدیک باشند در این حالت آماره دوربین-واتسون نزدیک به صفر و بین مانده‌ها خودهمبستگی مثبت و زمانی که دو تا مانده پی‌درپی نسبت به هم دور باشند عدد دوربین - واتسون نزدیک به ۴ و بین مانده‌ها خودهمبستگی منفی وجود دارد.

### معیار اطلاع آکایک (AIC)

ویژگی اصلی این روش این است که، تعریف بزرگترین مدل برای محاسبه این معیار ضروری نیست. هر مدل بدون در نظر گرفتن مدل‌های دیگر، AIC خاص خود را دارد. مدلی که کوچکترین AIC را دارد، مدل بهینه است.

$$AIC = n \log(SS_{RES} / n) + 2p$$

$SS_{RES}$  میانگین مربعات مانده‌ها،  $n$  تعداد مشاهدات،  $P$  تعداد پارامترهای مدل است.

### نتایج و بحث

در جدول‌های ۶ و ۷، میانگین حداقل مربعات عوامل ثابت مؤثر بر تولید شیر و وزن بدن طی دوره شیردهی

ترکیبات شیر معمولاً به میزان شیر تولیدی بستگی دارد. با افزایش تولید شیر درصد پروتئین و چربی شیر کاهش می‌یابد. شکل منحنی درصد چربی و پروتئین در حالت معمول برعکس منحنی تولید شیر است (Quinn *et al.* 2006). درصد چربی و پروتئین شیر به سرعت بعد از شروع شیردهی کاهش، پس از رسیدن به حداقل مقدار، به کندی و تا زمان خشکی افزایش می‌یابد (Wood, 1976). در مطالعه (Silvestre *et al.* 2009) منحنی‌های مقدار پروتئین و مقدار چربی به هر دو شکل معمول و روند کاهشی گزارش شده است.

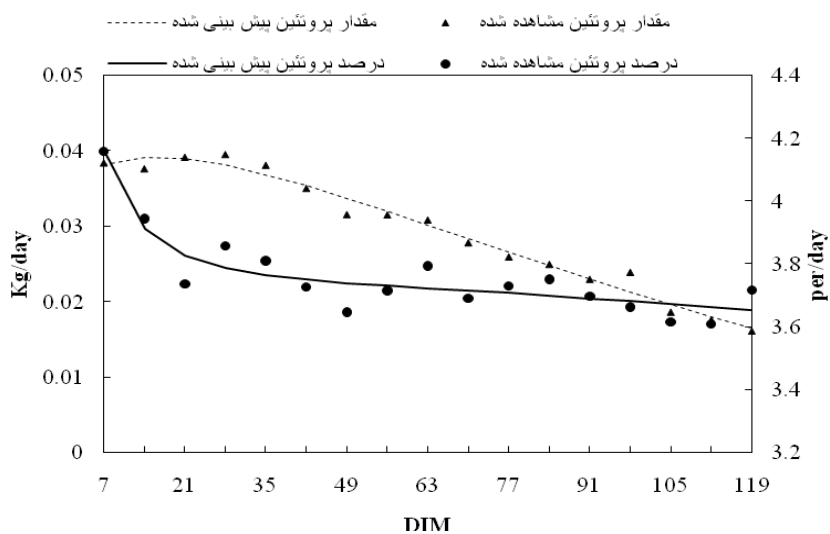
برای مدل‌های گوناگون آماره‌های ضریب تبیین تصحیح‌شده، انحراف استاندارد مانده‌ها، دوربین-واتسون، و معیار اطلاع آکایک برای هر مدل در جدول ۲ نشان داده شده است. همه مدل‌ها تقریباً در برازش منحنی تولید شیر و تخمین پارامترها به‌طور مناسب عمل کردند ( $R^2 > 0.93$ ) و انحراف استاندارد مانده‌های مدل‌ها برای تولید شیر مشابه و پایین بود. درخصوص درصد پروتئین، تابع‌های چندجمله‌ای معکوس و گمپرتز از نظر ضریب تبیین و انحراف استاندارد مانده‌ها در مقایسه با توابع دیگر در برازش درصد پروتئین بهتر عمل کردند. به هر حال، تابع‌های علی و شفر و نارشین تا کمای ۱ آماره‌هایشان به این توابع نزدیک بود و تابع لژاندر مرتبه سوم در مقایسه با توابع دیگر در برازش منحنی درصد پروتئین، کارایی کمتری داشت ( $R^2 = 0.72$ ). در برازش منحنی‌های درصد SNF و درصد چربی، آماره مدل‌های علی و شفر و نارشین تا کمای ۱ هم از نظر ضریب تبیین و هم از نظر انحراف استاندارد مانده‌ها در مقایسه با توابع دیگر بهتر بود. اما در بین توابع، تابع لژاندر مرتبه سوم در برازش منحنی درصد SNF ( $R^2 = 0.73$ ) و تابع گمپرتز در برازش منحنی درصد چربی کمترین نیکویی را داشتند ( $R^2 = 0.71$ ). توابع وود، ویلمینک، نارشین تا کمای ۱، علی و شفر، DH، و گمپرتز بین هفته ۳-۵ مقدار تولید شیر روزانه کمتر از مشاهده شده بود، و تابع CB پیش‌بینی بیشتر از مقدار مشاهده شده را داشت. تابع چندجمله‌ای معکوس بین هفته ۲-۴ پیش‌بینی بیش از حد و بین هفته ۵-۱۲ پیش‌بینی کمتر از مقدار مشاهده شده را داشت. در توابع گمپرتز و DH بین هفته ۸-۱۰ و در تابع CB بین هفته ۸-۱۴، مقدار تولید شیر

گزارش شده است. منحنی‌های داده‌های مشاهده شده و پیش‌بینی شده به دلیل نیکویی برازش بهتر با استفاده از تابع علی و شفر برای تولید شیر و ترکیبات آن بررسی شد که نتایج آن در شکل‌های ۱، ۲، ۳، ۴، و ۵ نشان داده شده است. در میان شکل‌های نشان داده شده، شکل منحنی‌های تولید شیر، درصد چربی، درصد پروتئین، درصد SNF، مقدار پروتئین، و مقدار لاکتوز با گزارشات سایر محققان (Stanton *et al.* 1992، Fuertes *et al.* 1998، Pollott 2004، Quinn *et al.* 2006 و Silvestre *et al.* 2009) مطابقت دارد. اما شکل منحنی مقدار چربی در مطالعه حاضر همواره روند کاهشی داشت.

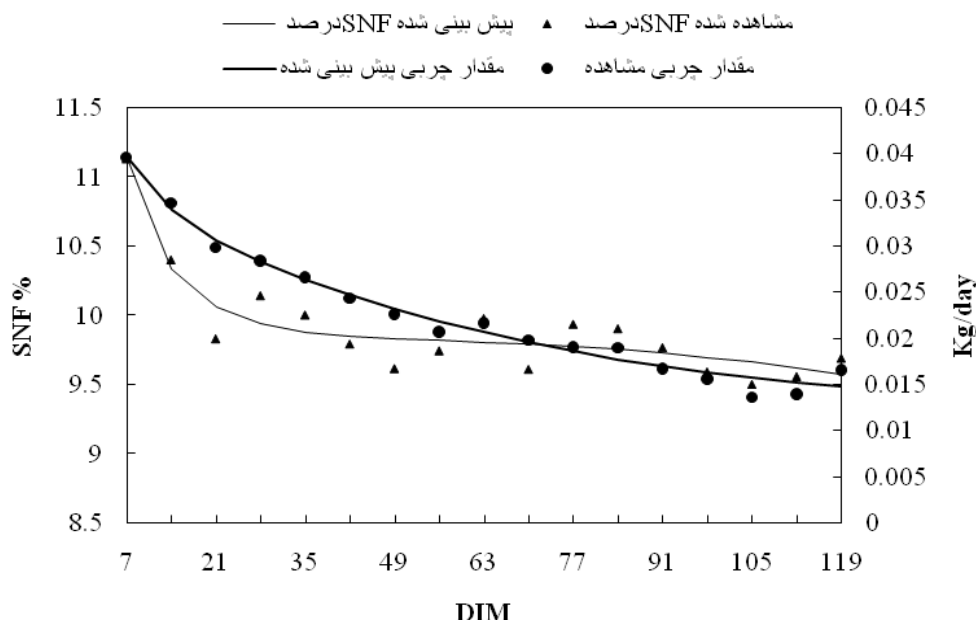
در این مطالعه اوج تولید شیر به‌طور متوسط ۲۲ روز پس از زایش بود، این پارامتر در بین نژادهای گوناگون بز شیری ۱۳-۶۵ روز پس از زایش گزارش شده است (Cannas *et al.* 2008). متوسط تولید شیر در زمان اوج تولید، ۱/۲۲ کیلوگرم بود، که در بین نژادهای گوناگون بین ۰/۷۶-۴/۵ کیلوگرم گزارش شده بود (Cannas *et al.* 2008). زمان رسیدن به پایین‌ترین سطح درصد چربی، پروتئین، و مواد جامد بدون چربی به ترتیب در روزهای ۳۵-۴۲، ۲۱ و ۲۲-۳۵ روزگی مشاهده شد. اما درصد پروتئین هم‌زمان با اوج تولید شیر به پایین‌ترین سطح خویش می‌رسد. زمان رسیدن به اوج تولید مقدار پروتئین ۱۴ روز بعد از زایش و مقدار آن ۰/۰۴ کیلوگرم برآورد شد. درخصوص مقدار لاکتوز، زمان اوج تولید آن یک هفته بعد از اوج تولید شیر و مقدار آن ۰/۰۷ کیلوگرم بود. (Quinn *et al.* 2006) پایین‌ترین سطح درصد چربی شیر را تقریباً سه هفته پس از اوج تولید شیر گزارش کردند (Silvestre *et al.* 2009) در منحنی شیردهی گاو زمان اوج تولید مقدار پروتئین را قبل از زمان اوج تولید شیر برآورد کردند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. در پژوهش حاضر تداوم شیردهی با استفاده از تابع وود ارزیابی شد که ۵/۵۹ واحد محاسبه شد، که در بین نژادهای گوناگون بز شیری ۳/۷۵-۷/۵۷ واحد گزارش شده است (Cannas *et al.* 2008). تداوم تولید مقدار لاکتوز در مقایسه با مقدار پروتئین و چربی بیشتر برآورد شد، که این ناشی از تغییرات کمتر میزان لاکتوز در طول شیردهی است و با مطالعه (Schutz *et al.* 1990) مطابقت دارد.

جدول‌های ۲، ۳، ۴، و ۵ گزارش شده است. برای تابع وود اگر هر دو پارامتر  $b$  و  $c$  مثبت باشند، منحنی تولید شیر نرمال خواهد بود و اگر  $b > 0$  و  $a < 0$ ، منحنی کلاً روند افزایشی، و در غیر این صورت منحنی همواره روند کاهشی خواهد داشت و هنگامی که  $a < 0$  و  $b < 0$  در این حالت منحنی تولید برعکس خواهد بود (برای مثال منحنی‌های درصد چربی و پروتئین).

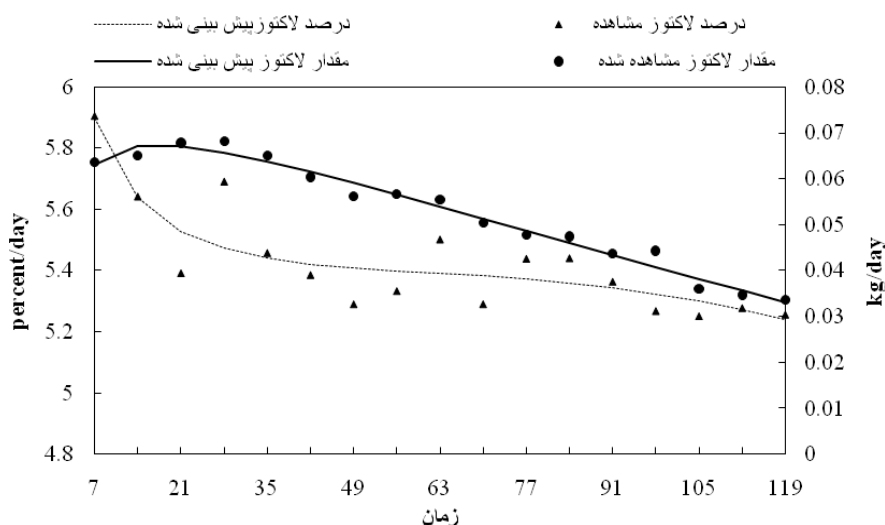
کمتر از مقدار شده بود. آمارهٔ دوربین واتسون مدل‌ها برای صفات تولید شیر بین ۱/۲۸-۲/۶ بود. که نشان می‌دهد بین مانده‌ها خودهمبستگی وجود ندارد. به‌رحال آمارهٔ دوربین-واتسون مدل CB برای صفت درصد چربی و مقدار چربی به‌ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۹۹ برآورد شد، که نشان می‌دهد خودهمبستگی مثبت خیلی جزئی بین مانده‌ها وجود دارد. پارامترهای برآوردشده برای هر صفت با توابع گوناگون در



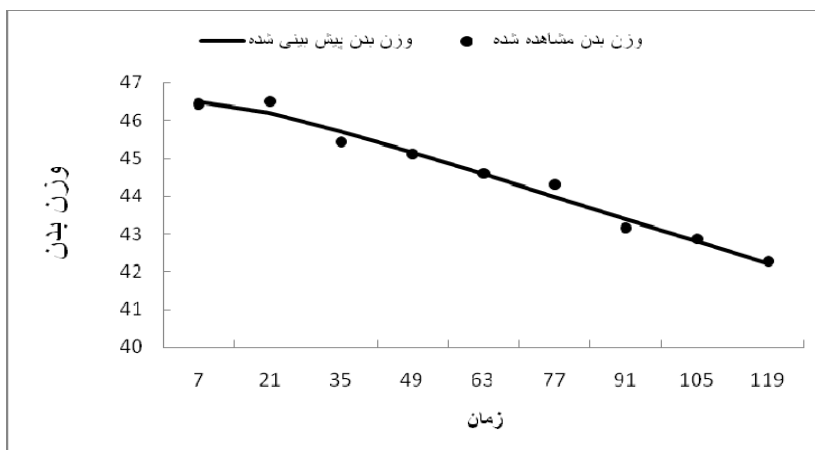
شکل ۲. منحنی درصد پروتئین و مقدار پروتئین با داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده به‌وسیلهٔ تابع علی و شفر



شکل ۳. منحنی مقدار چربی و درصد مواد جامد بدون چربی با داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده به‌وسیلهٔ تابع علی و شفر



شکل ۴. منحنی مقدار لاکتوز و درصد لاکتوز با داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده به‌وسیله تابع علی و شفر



شکل ۵. منحنی تغییرات وزن بدن طی دوره شیردهی با داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده به‌وسیله تابع وود

به‌ترتیب ۴۶/۱، ۰/۰۰۸ و ۰/۰۰۱ بود در این مطالعه، منحنی تغییرات وزن بدن طی دوره شیردهی روند کاهشی داشت. این امر نشان می‌دهد که حیوان از نظر تغذیه و مدیریت در سطح مناسب نبوده است. در اکثر مطالعات گزارش شده که وزن بدن حیوان تا زمان اوج تولید شیر روند کاهشی و بعد از آن روند افزایشی داشته است.

برای بقیه مدل‌ها علامت پارامترها در جدول ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده‌اند. آماره‌های ضریب اطمینان، انحراف معیار مانده‌ها، دوربین-واتسون، و معیار اطلاع آکایک، تابع وود در برازش تغییرات وزن بدن طی دوره شیردهی، به‌ترتیب ۰/۹۷، ۰/۲۳، ۲/۴۸، و ۱/۳ بود. منحنی تغییرات وزن بدن در طی دوره شیردهی در شکل ۵ نشان داده شده است. و همچنین پارامترهای a، b و c تابع وود به‌منظور برازش تغییرات وزن بدن

جدول ۲. آماره‌های مدل‌های استفاده‌شده در تحقیق حاضر

مدل									آماره
WD	Wil	NT <sub>1</sub>	PI	AS	DH	CB	Gom	Leg	
شیر									
۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۳	ضریب تبیین
۰/۰۲۷	۰/۰۳۱	۰/۰۲۷	۰/۰۴۷	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۴۶	۰/۰۳۱	۰/۰۴	انحراف معیار باقیمانده
۲/۵۷	۱/۹۱	۲/۶	۱/۵۳	۲/۵	۲/۵۷	۱/۴۷	۲/۵	۱/۶۳	دوربین واتسون
-۷۲/۲۷	-۶۸/۸۹	-۷۳	-۵۳/۷۷	-۷۲/۵۴	-۷۲/۲۷	-۷۲/۲۷	-۷۲/۲۷	-۵۳	معیار اطلاع آکایک



ادامه جدول ۲.

درصد چربی									
۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۸۸	۰/۶۹	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۷۲	۰/۷۱	۰/۸۵	ضریب تبیین
۰/۱۴۳	۰/۱۳۴	۰/۱۲	۰/۲۰۷	۰/۱۲	۰/۱۴۳	۰/۱۹۷	۰/۲۰۲	۰/۱۳۸	انحراف معیار باقیمانده
۱/۶۸	۱/۶۶	۱/۹۳	۱/۲۹	۱/۹۵	۱/۶۸	۰/۸۵	۱/۳۱	۱/۶۸	دوربین واتسون
-۱۵/۸۹	-۱۸/۲۳	-۲۰	-۳/۴۳	-۲۲	-۱۵/۸۹	-۵/۰۴	-۴/۲۹	-۶	معیار اطلاع آکایک
درصد پروتئین									
۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۷۲	ضریب تبیین
۰/۰۶	۰/۰۶۳	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۶	۰/۰۶۲	۰/۰۵۵	۰/۰۶۶	انحراف معیار باقیمانده
۱/۷۹	۱/۷۴	۲/۱۲	۲/۰۹	۲/۱۲	۱/۷۹	۱/۶۳	۲/۱۱	۱/۷۹	دوربین واتسون
-۴۵/۲۷	-۴۳/۶۳	-۴۸/۶۵	-۴۸/۳۸	-۴۸/۷۲	-۴۵/۲۷	-۴۴/۵۳	-۴۸/۴	۰-۴۰	معیار اطلاع آکایک
درصد لاکتوز									
۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۷	۰/۶۷	ضریب تبیین
۰/۰۹۷	۰/۰۹۹	۰/۰۹۱	۰/۰۹۳	۰/۰۹۱	۰/۰۹۷	۰/۱۰۴	۰/۰۹۳	۰/۰۶۷	انحراف معیار باقیمانده
۲/۲۶	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۴۱	۲/۴۸	۲/۲۶	۲/۰۳	۲/۴	۲/۴۳	دوربین واتسون
-۳۶/۶۷	-۳۷/۱۴	-۳۸/۱۷	-۳۵/۱۸	-۳۷/۶۵	-۳۷/۶۵	-۳۷/۶۵	-۳۷	-۳۱/۶۲	معیار اطلاع آکایک
درصد SNF									
۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۸۴	۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۴	۰/۷۳	ضریب تبیین
۰/۱۷۸	۰/۱۸۹	۰/۱۴۹	۰/۱۵۴	۰/۱۴۹	۰/۱۷۸	۰/۱۷۱	۰/۱۵۳	۰/۱۸۹	انحراف معیار باقیمانده
۱/۷۱	۱/۶۸	۲/۲۲	۲/۱	۲/۲۲	۱/۷۱	۱/۶۶	۲/۱۲	۱/۸۲	دوربین واتسون
-۱۲/۸۶	-۱۲/۲۱	-۱۳/۷۹	-۱۳/۰۵	-۱۳/۹۳	-۱۲/۸۷	-۱۱/۷۸	-۱۲/۸۵	-۱۰	معیار اطلاع آکایک
مقدار چربی									
۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۷	ضریب تبیین
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	انحراف معیار باقیمانده
۱/۶۵	۱/۵۸	۱/۶۴	۱/۶۵	۱/۶۵	۱/۶۶	۰/۹۹	۱/۵	۱/۳۹	دوربین واتسون
-۱۸۵	-۱۸۳	-۱۸۴/۶۸	-۱۸۴/۱۱	-۱۸۴/۶۴	-۱۸۴/۱۵	-۱۶۱/۲۱	-۱۷۱/۹۱	-۱۵۰	معیار اطلاع آکایک
مقدار پروتئین									
۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۷	ضریب تبیین
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	انحراف معیار باقیمانده
۲/۰۱۶	۱/۷۹	۲/۰۳	۱/۳۵	۲	۲/۰۱	۱/۳۲	۲/۰۱	۱/۶۶	دوربین واتسون
-۱۷۷/۷۸	-۱۷۸/۳۸	-۱۷۸/۱۸	-۱۶۱/۹۳	-۱۷۹/۶۵	-۱۷۷/۸۷	-۱۵۹/۲۵	-۱۷۷/۹۴	-۱۴۵	معیار اطلاع آکایک
مقدار لاکتوز									
۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۶	ضریب تبیین
۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	انحراف معیار باقیمانده
۱/۹۵	۱/۶۹	۲/۰۷	۱/۴۳	۲/۰۸	۱/۹۵	۱/۲۸	۲/۰۹	۱/۵۲	دوربین واتسون
-۱۶۵/۲	-۱۶۲/۹۷	-۱۶۲/۹۷	-۱۵۲/۵۸	-۱۶۵/۷۹	-۱۶۵/۲	-۱۴۹/۶۱	-۱۶۴/۷۵	-۱۵۰	معیار اطلاع آکایک

جدول ۳. پارمترهای برآوردشده برای هر صفت با توابع مختلف

پارامتر	مدل					
	WD	Wil	PI	DH	CB	Gom
تولید شیر	۰/۷۳±۰/۰۴	۱/۵۴±۰/۰۳	۰/۴۸±۰/۰۴	۰/۷۳±۰/۰۴	۰/۴۷±۰/۰۴	۵/۲۷±۰/۸۶
	۰/۲۴±۰/۰۲	-۰/۰۰۰۸±۰/۰۰۰۴	۲/۸۴±۰/۴۹	۲/۱۸۳±۱/۱۷	۰/۴۴±۰/۰۳	۱/۸۳±۰/۲۹
	۰/۰۱±۰/۰۰۰۶	-۰/۰۵±۰/۰۷	۰/۰۰۸±۰/۰۰۰۶	۰/۰۱۱±۰/۰۰۰۶	۰/۰۱۵±۰/۰۰۱	-۰/۰۰۶±۰/۰۰۰۶
درصد چربی	۷/۸۲±۰/۸۹	۱/۳۸±۰/۱۵	-۰/۵۱±۰/۰۳	۷/۸۲±۰/۸۹	۲/۲۴±۰/۰۶	-۰/۰۱۲۷±۰/۰۱
	-۰/۴۳±۰/۰۴	-۰/۰۰۹۵±۰/۰۰۱	-۱/۵۶±۰/۲۷	۵۶/۲۴±۳/۴۹	۰/۵۳±۰/۱۵	-۳/۷۱±۰/۰۶
	-۰/۰۰۷۶±۰/۰۰۱	۲/۹۱±۰/۰۳	-۰/۰۰۰۶±۰/۰۰۰۳	-۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۱	۰/۱۲±۰/۰۳	-۰/۰۰۰۷۸±۰/۰۰۰۳
درصد پروتئین	۴/۷±۰/۱۷	۳/۶۷±۰/۰۷	۰/۲۷±۰/۰۰۳	۴/۶۵±۰/۱۷	۳/۷۰۴±۰/۰۲	-۲/۷۷±۰/۹۱
	-۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۸	-۰/۰۲۰۷±۰/۰۰۳	۹/۸۷±۲۰	-۰/۱۳۴±۰/۰۱	-۰/۶۸±۰/۱۲
	-۰/۰۰۰۸±۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲±۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۴±۰/۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۶±۰/۰۰۰۳	-۰/۱۲±۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۵۳±۰/۰۰۰۰۵
درصد SNF	۱۲/۶۶±۰/۴۴	۹/۵۷±۰/۱۷	۰/۱۰۳±۰/۰۰۱	۱۲/۶۶±۰/۴۴	۹/۷۵±۰/۰۴	-۵/۲۸±۱/۹
	-۰/۰۰۷۷±۰/۰۱	-۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۱	-۰/۰۹±۰/۰۱	۹/۰۵۹±۵/۹۷	-۰/۱۷۶±۰/۰۶	-۰/۸۱±۰/۱
	-۰/۰۰۰۹±۰/۰۰۰۰۱	۱/۸۷±۰/۰۳	-۰/۰۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۹±۰/۰۰۰۳	-۰/۱۳۸±۰/۰۱	۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۰۱
درصد لاکتوز	۶/۴±۰/۲۱	۵/۳۸±۰/۰۸	۰/۱۸۵±۰/۰۰۲	۶/۴±۰/۲۱	۵/۳۴±۰/۰۲	-۶/۴±۲/۶
	-۰/۰۰۴۸±۰/۰۱	۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۸±۰/۰۰۳۹	۱/۴۶±۷/۶۷	-۰/۰۸۹±۰/۰۳	-۰/۵۱±۰/۱۳
	-۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۴±۰/۱۶	۰/۰۰۰۰۵±۰/۰۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۳۳±۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۲±۰/۰۱۲	۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۵
مقدار چربی	۰/۰۵۹±۰/۰۰۴	۰/۰۲۶±۰/۰۰۱	۲۶/۰۵±۱/۴۷	۰/۰۵۹±۰/۰۰۴	۰/۰۱۶±۰/۰۰۰۸	-۰/۰۰۴۵±۰/۰۰۱
	-۰/۱۸±۰/۰۰۳	-۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۰۱	-۲۳/۸۲±۱۱	-۳۹/۸۲±۱۴	۰/۵۵±۰/۰۴	-۱/۵۹±۰/۵۶
	۰/۰۰۴۶±۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۲±۰/۰۰۲	۰/۰۳۶±۰/۰۰۲	۰/۰۰۴۲±۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۴۲±۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۴±۰/۰۰۰۱
مقدار پروتئین	۰/۰۲۷±۰/۰۰۲	۰/۰۴۸±۰/۰۰۲	۱۴/۶۵±۱/۸۱	۰/۰۲۷±۰/۰۰۲	۰/۰۱۵±۰/۰۰۲	۰/۱۲۷±۰/۰۰۲
	۰/۳±۰/۰۰۳	-۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۰۱	۷۴/۲۸±۱۸	۱۶/۸۸±۱/۷۷	۰/۴۹±۰/۰۴	۰/۸۸±۰/۴۱
	۰/۰۱۲±۰/۰۰۹	-۰/۰۰۱±۰/۰۰۳	۰/۳±۰/۰۰۳	۰/۰۱۲±۰/۰۰۰۹	۰/۰۱۸±۰/۰۰۲	-۰/۰۱۱±۰/۰۰۰۳
مقدار لاکتوز	۰/۰۴۷±۰/۰۰۳	۰/۰۸۱±۰/۰۰۲	۹/۴۵±۰/۷۷	۰/۰۴۷±۰/۰۰۳	۰/۰۲۸±۰/۰۰۲۶	۰/۲۲
	۰/۱۹±۰/۰۰۲	-۰/۰۰۰۴±۰/۰۰۰۰۲	۴۱/۱۸±۸/۴۴	۱۸/۴۹±۱/۶۵	۰/۴۱±۰/۰۰۳	۱/۲۱
	۰/۰۱±۰/۰۰۰۷	-۰/۰۰۱۹±۰/۰۰۰۴	۰/۱۴۵±۰/۰۱	۰/۰۱±۰/۰۰۰۷	۰/۰۱۶۸±۰/۰۰۱	-۰/۰۰۸

جدول ۴. ادامه پارامترهای برآوردشدهٔ توابع مختلف

Leg	AS	NT <sub>1</sub>	پارامتر*
۱/۴۶±۰/۱۳	۲/۳۳±۰/۱۸	۰/۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۳	a
۰/۰۰۰۶±۰/۰۰۰۲	-۲/۲۳±۰/۰۹	-۰/۰۱۲±۰/۰۰۰۸	b
-۰/۰۰۰۰۸±۰/۰۰۰۰۱	۰/۵±۰/۱	۱/۷۲±۰/۲۹	c
۱/۸×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۶×۱۰ <sup>-۹</sup>	-۰/۴۸±۰/۲	۱۰/۵۷±۱/۸۹	d
-	۰/۰۳±۰/۰۰۵	۱۲/۹۷±۱/۸۴	f
۵/۳۳±۰/۰۶	۳/۹۳±۰/۰۵	۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۰۸	a
-۰/۰۵۴±۰/۰۰۰۶	-۴/۱۷±۰/۰۹	-۰/۰۱۸±۰/۰۰۰۲	b
۰/۰۰۰۳۲±۰/۰۰۰۰۱	۲/۹±۰/۰۸	۲/۳۲±۰/۰۶	c
-۵/۲×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۸×۱۰ <sup>-۹</sup>	-۰/۹۱±۰/۰۵	۲۲/۰۸±۲	d
-	۰/۲۹۶±۰/۰۰۹	۲/۷۴±۰/۰۷	f
۵/۸۶±۰/۰۰۹	۴/۶۶±۲/۸۶	-۰/۰۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۴	a
-۰/۰۱۷۴±۰/۰۰۰۰۱	-۱/۱۴±۰/۲۴	۰/۰۰۲۱±۰/۰۰۰۰۸	b
۰/۰۰۰۱۲±۰/۰۰۰۰۱	۰/۱۳±۰/۰۱	۳/۵۸±۰/۰۴	c
-۲/۷×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۱×۱۰ <sup>-۸</sup>	-۰/۷۱±۰/۰۵	۱۰/۱۲۳±۴	d
-	۰/۱۹۵±۰/۰۰۳	۱/۴۸±۰/۱	f
۱۶/۰۱۱±۳	۱۱/۴۷±۱/۱۱۳	-۰/۰۰۰۰۸±۰/۰۰۰۰۱	a
-۰/۰۵۸±۰/۰۰۰۱	-۱/۳۹±۰/۰۱	۰/۰۱۲۴±۰/۰۰۰۱	b
۰/۰۰۰۴۲±۰/۰۰۰۰۵	-۰/۵۲±۰/۰۰۱	۹/۰۸±۰/۰۲	c
-۹/۷۷×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۲×۱۰ <sup>-۸</sup>	-۱/۵۷±۰/۰۱۷	۳۶/۳۴±۵	d
-	-۰/۰۰۴±۰/۰۰۰۶	۲/۰۲۱±۰/۱	f

\*در این جدول به جای پارامترهای a, b1, b2, b3 و b4 در تابع علی شفر و به جای پارامترهای a0, a1 و a2 و a3 در تابع لژاندر مرتبه سوم به ترتیب a, b, c, d و f استفاده شد.

جدول ۵. ادامه پارامترهای برآوردشدهٔ توابع مختلف

Leg	AS	NT <sub>1</sub>	پارامتر*
۰/۰۶±۰/۰۰۱	۴/۶۵±۰/۵۶	-۰/۰۰۰۰۴±۰/۰۰۰۰۲	a
-۰/۰۰۰۰۵±۰/۰۰۰۰۱	۱/۴۶±۰/۳۳	۰/۰۰۵۴±۰/۰۰۰۰۱	b
۱/۸×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۳×۱۰ <sup>-۸</sup>	-۰/۸۷±۰/۱۳	۵/۰۸±۰/۰۶	c
۴/۳۵×۱۰ <sup>-۹</sup> ±۶×۱۰ <sup>-۱۰</sup>	-۰/۳۲±۰/۰۵	۳۴/۱۱±۵	d
-	۰/۰۳±۰/۰۰۴	۴/۸۵±۰/۵۳	f
۰/۰۶±۰/۰۱۱	۰/۰۴±۰/۰۰۵	۶/۹۲×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۹/۴۲×۱۰ <sup>-۷</sup>	a
-۰/۰۰۰۰۵±۰/۰۰۰۰۱	-۰/۰۴±۰/۰۱۲	-۰/۰۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۲	b
۱/۸×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۳×۱۰ <sup>-۸</sup>	۰/۰۱۴±۰/۰۰۳	۰/۰۲۸±۰/۰۱	c
۴/۳۵×۱۰ <sup>-۹</sup> ±۵×۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۰/۰۰۶±۰/۰۰۲	۰/۳۲±۰/۰۵۶	d
-	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۶	۵/۷۸±۰/۰۵	f
۰/۰۵۵±۰/۰۰۰۱	۰/۰۸±۰/۰۰۲	-۶/۴×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۳×۱۰ <sup>-۸</sup>	a
۰/۰۰۰۰۷±۰/۰۰۰۰۲	-۰/۰۸±۰/۰۰۶	-۰/۰۰۰۱۳±۰/۰۰۰۰۵	b
-۱/۹۲×۱۰ <sup>-۹</sup> ±۸×۱۰ <sup>-۷</sup>	۰/۰۱۹±۰/۰۰۵	۰/۰۴۴±۰/۰۰۲	c
۴/۸×۱۰ <sup>-۹</sup> ±۲×۱۰ <sup>-۹</sup>	-۰/۰۲±۰/۰۰۱	-۰/۷۰۴±۰/۰۰۸	d
-	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰۵	-۱۷/۰۹±۲/۳۹	f
۰/۰۹۱±۰/۰۰۳	۰/۰۷۵±۰/۰۰۲	-۱/۳۶×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۶/۱۴×۱۰ <sup>-۷</sup>	a
۰/۰۰۰۰۲±۰/۰۰۰۰۸	-۰/۰۵±۰/۰۰۱	-۰/۰۰۰۱۲±۰/۰۰۰۰۹	b
-۳/۵۱×۱۰ <sup>-۹</sup> ±۳×۱۰ <sup>-۹</sup>	۰/۰۰۴±۰/۰۰۰۶	۰/۰۷۱±۰/۰۰۳۸	c
۷/۶×۱۰ <sup>-۷</sup> ±۵×۱۰ <sup>-۸</sup>	۰/۰۰۵±۰/۰۰۰۱	-۱/۲۳±۰/۱۴	d
-	-۰/۰۰۲۹±۰/۰۰۰۹	-۱۸/۰۹±۲/۵	f

\*در این جدول به جای پارامترهای a, b1, b2, b3 و b4 در تابع علی شفر و به جای پارامترهای a0, a1 و a2 و a3 در تابع لژاندر مرتبه سوم به ترتیب از حروف a, b, c, d و f استفاده شد.

جدول ۶. میانگین حداقل مربعات تأثیرات ثابت مؤثر بر تولید شیر (بر حسب کیلو گرم)

ماه رکورد گیری	۱*	۲	۳	۴	۵	۹	۱۰	۱۱	۱۲
میانگین حداقل مربعات ±SE	۱/۰۹±۰/۰۴۷	۱±۰/۰۴	۰/۹۷±۰/۰۴۶	۰/۸۲±۰/۰۰۵	۰/۷۸±۰/۰۰۹	۰/۰۶±۰/۱	۱/۰۸±۰/۰۰۹	۱/۲۲±۰/۰۰۸	۰/۹۲±۰/۰۰۶
سن حیوان	۲	۳	۴	۵	۶	-	-	-	-
میانگین حداقل مربعات ±SE	۰/۹۳±۰/۱	۱/۰۲±۰/۰۰۶	۱/۰۷±۰/۰۰۵	۰/۹۷±۰/۰۰۵	۰/۹۶±۰/۰۰۸	-	-	-	-
چند قلوزایی	۱	۲	-	-	-	-	-	-	-
میانگین حداقل مربعات ±SE	۰/۸۴±۰/۰۰۳	۱/۱۵±۰/۰۰۶	-	-	-	-	-	-	-

\*شماره ماهها مطابق با شماره ماهها در سال شمسی است.

ادامه جدول ۶.

ماه رکورد گیری	۱*	۲	۳	۴	۵	۹	۱۰	۱۱	۱۲
میانگین حداقل	۴۵/۷۱±۱/۲	۴۴/۷۸±۱/۱	۴۴/۸۸±۱/۲	۴۴/۷۲±۱/۱	۴۵±۱/۳	۴۱/۴±۱/۷۵	۴۲/۵۶±۱/۵	۴۰/۷۶±۱/۳	۴۳/۴۵±۱/۱
سن حیوان	۲	۳	۴	۵	۶	-	-	-	-
میانگین حداقل	۴۲/۶۵±۲/۱۷	۴۰/۶±۱/۷۳	۴۳/۳±۱/۳۷	۴۵/۴۷±۱/۴۷	۴۵/۵۷±۲/۷۸	-	-	-	-

\* شماره ماه‌ها مطابق با شماره ماه‌ها در سال شمسی است.

جدول ۷. میانگین حداقل مربعات تأثیرات ثابت موثر بر وزن بدن (بر حسب کیلوگرم)

ماه رکورد گیری	۱*	۲	۳	۴	۵	۹	۱۰	۱۱	۱۲
میانگین حداقل	۴۵/۷۱±۱/۲	۴۴/۷۸±۱/۱	۴۴/۸۸±۱/۲	۴۴/۷۲±۱/۱	۴۵±۱/۳	۴۱/۴±۱/۷۵	۴۲/۵۶±۱/۵	۴۰/۷۶±۱/۳	۴۳/۴۵±۱/۱
مربعات ±SE									
سن حیوان	۲	۳	۴	۵	۶	-	-	-	-
میانگین حداقل	۴۲/۶۵±۲/۱۷	۴۰/۶±۱/۷۳	۴۳/۳±۱/۳۷	۴۵/۴۷±۱/۴۷	۴۵/۵۷±۲/۷۸	-	-	-	-
مربعات ±SE									

\* شماره ماه‌ها مطابق با شماره ماه‌ها در سال شمسی است.

## نتیجه‌گیری کلی

توابع علی و شفر و نارشین تاکمای ۱ در برازش منحنی درصد چربی و SNF و همچنین، توابع چندجمله‌ای معکوس و گمپرتز در برازش منحنی درصد پروتئین و لاکتوز، در مقایسه با توابع دیگر بهتر عمل کردند. میانگین تولید روزانه، زمان رسیدن به اوج تولید شیر، مقدار تولید در زمان اوج شیردهی، کل تولید شیر در یک دوره ۱۲۰ روزه، و تداوم شیردهی در بزهای نژاد مهابادی به ترتیب ۱ کیلوگرم در روز، ۲۲ روز پس از زایش، ۱/۲۲ کیلوگرم در روز، ۱۲۰ کیلوگرم، و ۵/۵۹ برآورد شد. با توجه به مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که بزهای موجود در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران از نظر تغذیه و مدیریت در سطح مناسب نیست و در نتیجه لازم است که تحقیقاتی در زمینه

برآورد نیازهای این نژاد صورت گیرد تا حیوانات برتر به‌خوبی شایستگی ژنتیکی خود را نشان دهند. همچنین براساس شکل منحنی شیردهی گله نتیجه می‌شود که این نژاد با وجود برآورده‌نشده نیاز خود، الگوی تولید خود را حفظ کردند و در نتیجه در مقابل کم‌غذایی مقاوم‌اند. ارزیابی نشان داد که منحنی تولید شیر و ترکیبات آن در این نژاد شباهت بالایی با منحنی تولید شیر در گاوهای شیری و سایر بزهای شیری دنیا داشت و در نتیجه با رکوردگیری مستمر و ارزیابی ژنتیکی دقیق می‌توان به پیشرفت ژنتیکی مناسبی دست یافت. توصیه می‌شود برای بالابردن صحت ارزیابی و تعیین دقیق پارامترهای منحنی شیر و ترکیبات آن در این نژاد و سایر نژادهای بز کشور با تعداد دام بیشتر انجام شود.

## REFERENCES

1. A. Pakdel, M. H., Tabar, A. Nejati, Javaremi (2009). "Fitting nonlinear models to describe somatic cell score Milk in different periods of lactation Holstein cows" *Iranian Journal of Animal Science*.
2. Ali, T. and L. Schaeffer (1987). "Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows." *Canadian Journal of Animal Science*, 67(3), 637-644.
3. Berglund, B. and B. Danell (1987). "Live weight changes, feed consumption, milk yield and energy balance in dairy cattle during the first period of lactation." *Acta Agriculturae Scandinavica*, 37(4), 495-509.
4. Cannas, A., G. Pulina, et al. (2008). *Dairy goats: feeding and nutrition*, Cabi.
5. Dekkers, J., J. Ten Hag, et al. (1998). "Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle." *Livestock Production Science*, 53(3), 237-252.
6. Durbin, J. (1970). "Testing for serial correlation in least-squares regression when some of the regressors are lagged dependent variables." *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 410-421.
7. Fernández, C., A. Sánchez, et al. (2002). "Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats." *Small Ruminant Research*, 46(1), 29-41.
8. Fuertes, J., C. Gonzalo, et al. (1998). "Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes." *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1300-1307.

9. González-Peña, D., J. Acosta, et al. (2012). "Modeling of individual lactation curves for milk production in a population of Alpine goats in Cuba." *Livestock Science*, 150(1), 42-50.
10. Gradiz, L., L. Alvarado, et al. (2009). "Fit of Wood's function to daily milk records and estimation of environmental and additive and non-additive genetic effects on lactation curve and lactation parameters of crossbred dual purpose cattle." *Livestock Science*, 124(1), 321-329.
11. H. Mehraban, H. F., J. Rahmaninia & H. A. Soltani (2008). "Comparison of some functions describing the shape of the lactation curve for Holstein cows" *Research Journal of Animal Science*, 2.
12. H. Roshan, H. F. f. N. E. j., M, Nasri (2012). "Effect of some environmental factors on milk production traits were estimated by non-linear function Gompertz Holsteins Mashhad" *Iranian Journal of Animal Science Research*, 4.
13. Hamed Arefinia, H. F. a. M. H. F. N. (2011). "Statistical comparison of lactation persistency between progeny of internal and exotic Holstein bulls" *Iranian Congress on Animal Science*, 5.
14. Jakobsen, J. H., P. Madsen, et al. (2002). "Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holsteins estimated in random regression models using REML." *Journal of Dairy Science*, 85(6), 1607-1616.
15. K.hasanpur, A. I., M. Moradi Shahrabak (2012). "Study of milk yield and fat percentage curves with different lactation period in Iranain Holstein." *Iranain journal of animal science*, 41, 2008-4773.
16. Lopez-Villalobos, N., V. Lemus-Ramirez, et al. (2001). Lactation curves for milk traits, live weight and body condition score for heavy and light Holstein-Friesian cows. PROCEEDINGS-NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, New Zealand Society of Animal Production; 1999.
17. Mrode, R. & R. Thompson (2005). *Linear models for the prediction of animal breeding values*, Cabi.
18. Narushin, V. & C. Takma (2003). "Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens." *Biosystems engineering*, 84(3), 343-348.
19. Nasri, M. F., J. France, et al. (2008). "Modelling the lactation curve of dairy cows using the differentials of growth functions." *The Journal of Agricultural Science*, 146(6), 633.
20. Pollott, G. (2004). "Deconstructing milk yield and composition during lactation using biologically based lactation models." *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2375-2387.
21. Quinn, N., L. Killen, et al. (2006). "Modelling fat and protein concentration curves for Irish dairy cows." *Irish journal of agricultural and food research*, 13-23.
22. Schutz, M., L. Hansen, et al. (1990). "Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle." *Journal of Dairy Science*, 73(2), 484-493.
23. Shalloo, L., P. Dillon, et al. (2004). "Description and validation of the Moorepark dairy system model." *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1945-1959.
24. Silvestre, A., A. Martins, et al. (2009). "Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach." *Livestock Science*, 122(2), 308-313.
25. Stanton, T., L. Jones, et al. (1992). "Estimating milk, fat, and protein lactation curves with a test day model." *Journal of Dairy Science*, 75(6), 1691-1700.
26. Wood, K. J. O. L., et al. (1980). "Relationships between size, live-weight change and milk production characters in early lactation in dairy cattle." *Anim. Prod*, 31, 143-151.
27. Wood, P. (1976). "Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation." *Anim. Prod*, 22, 35-40.