نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۲۶، بهـار ۱۳۹۹
ص‌ص: ۵۹~۷۲

توصیف و مقایسه الگوی رشد صفات مورفولوژیکی مرغ‌های بومی اصفهان با استفاده از سه مدل غیرخطی

- **سمیرا عباس‌زاده**
دانشجوی دکتری تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد- ایران.
- **نصراله پیرانی**(نویسنده مسئول)
دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد- ایران.
- **بهنام احمدی پور**
استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد- ایران.

تاریخ دریافت : آذر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش : اسفند ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۰۵۷۳۹۷۱
Email: napirany@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2019.124345.1822

چکیده

این تحقیق به‌منظور توصیف و مقایسه سه مدل غیرخطی جهت بررسی الگوی رشد قطعات بدنی جوجه‌های بومی اصفهان انجام گرفت. بدین منظور از اطلاعات رشد یک‌روزگی تا پایان ۱۲ هفتگی از تعداد۲۰۰ قطعه (۱۱۲ نر و ۸۸ ماده) جوجه بومی استفاده شد. جوجه‌ها در روز اول توزین و با نوارهای رنگی پلاستیکی روی یک‌پا شماره‌گذاری شدند و تا پایان دوره به‌صورت هفتگی وزن‌کشی شدند. در پایان هفته‌های ۳، ٦، ۹ و ۱۲ طول و قطر ران، طول و عرض سینه و طول و قطر ساق پا اندازه‌گیری شدند. جهت برازش داده‌های رشد اندازه‌های بدن با سن پرنده از سه تابع غیرخطی ریچارد، گمپرتز و لجستیک استفاده شد. بر اساس شاخص‌های برازش و آماره‌های آماری، نتایج حاکی از برازش مشابه برای هر سه مدل مورداستفاده بود ($r^2_{adj} \geq$ ۰/۹۰)، اما در بین مدل‌های فوق تابع رشد گمپرتز ازنظر آماره‌های برازشی وضعیت بهتری داشت. برای جوجه‌های نر اندازه‌های بدن در سن بلوغ بزرگ‌تر و با نرخ رشد کمتری حاصل شد. همچنین جوجه‌های نر دیرتر به نقطه عطف منحنی رشد رسیده و در این سن نیز دارای اندازه‌های بدنی بزرگ‌تری بودند. همبستگی اندازه‌های بدن و وزن زنده در هفته ۱۲ برای هر دو جنس مثبت و معنی‌دار ($P<$۰/۰۱) و متوسط به بالا (۰/۸۲ > r > ۰/۳۰) به دست آمد. با توجه به تفاوت الگوی رشد قطعات بدنی برای نرها و ماده‌ها توصیه می‌شود که در هنگام پرورش به این مورد توجه شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی رشد، اندازه‌های بدنی، جوجه‌های بومی اصفهان، مدل‌های غیرخطی

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 126 pp: 59-72

Describing and Comparing of Growth Pattern of Morphometric Traits in Isfahan Native Chickens Using Three Nonlinear Models.

By: Samira Abbaszadeh [1]; Nasrollah Pirany[2*]; Behnam Ahmadipour[3]
[1]PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran.
[2]Associated professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran.
[3]Asistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran.

Received: December 2018 **Accepted: March 2019**

The objective of the present study was to characterize the growth pattern of morphometric traits of Isfahan native chickens. For conducting this research, 200 (112 males and 88 females) of Isfahan native chickens were reared for 12 weeks. At day 1, each chicken was weighed and marked with color plastic tags attached on the one leg and then weighed weekly. At weeks 3, 6, 9 and 12 morphometric traits such as breast width and length, thigh diameter and length, shank diameter and its length were measured. Flexible growth and fixed point of inflection functions were evaluated for their ability to describe the relationship between morphometric traits and age. Three non-linear growth functions (Gompertz, Logestic and Richards), were used for this purpose. Based on models fitting criteria and statistical parameters, all three models gave a good fit to the data ($r^2_{adj} \geq 0.90$), but the Gompertz function gave the best fit to the data. The results indicated that male broilers had a higher final body size than the females. In general, males had higher asymptotic body size and lower growth rate than females. Females reached to maximum growth rate faster than males and had a lower body size in the inflection point. The correlation between body weight and morphometric traits at week 12 for both sexes were positive and significant ($P< 0.05$) and the correlation values were moderate to high ($0.03<r<0.82$). In conclusion, based on the differences in the growth pattern of chicken sexes it advised that in the rearing of the chicks these differences to be considered.

Key words: Growth function, Morphometric traits, Isfahan native chickens, Nonlinear models.

مقدمه

مرغان بومی به‌عنوان سرمایه‌های ملی و ذخایر استراتژیک کشور محسوب می‌شوند و حفظ و تکثیر آن‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. تغییرات اصلاح نژادی به همراه گذر از پرورش سنتی به صنعتی علاوه بر اینکه باعث وارد آمدن تنش به جوجه‌های گوشتی تجاری شده، آن‌ها را در مقایسه با جوجه‌های بومی بسیار حساس‌تر کرده است به‌نحوی‌که باعث بروز برخی مسائل و مشکلات در پرورش این نوع مرغان شده است. بیماری‌ها و تلفات در صنعت پرورش طیور اثرات منفی بر بازده تولید دارند که در جوجه‌های بومی کمتر از جوجه‌های گوشتی دیده می‌شود (Azarbayejani و همکاران، ۱۳۹۴).

به‌منظور افزایش تولید و بهبود عملکرد جوجه‌های بومی نیاز به بهبود برنامه‌های اصلاح نژادی، سیستم‌های تغذیه و مدیریت می‌باشد. اگرچه فنوتیپ وزن زنده و اندازه‌های بدنی به‌راحتی ثبت می‌شوند، ولی این صفات صفاتی مرکب هستند. وزن و اندازه‌های بدن در هر زمان متأثر از سرعت رشد بوده که به‌نوبه‌ی خود تابعی از سلامت حیوان، حالت فیزیولوژیکی، قدرت سیستم ایمنی و حتی توانایی رقابت برای منابع تغذیه‌ای می‌باشد؛ بنابراین استفاده از توابع غیرخطی رشد به‌منظور اندازه‌گیری و پیش‌بینی در زمان‌های مختلف طول عمر و شناسایی پتانسیل ژنتیکی متغیرهای تابع رشد و استفاده از آن در برنامه‌های اصلاح نژادی به‌منظور افزایش عملکرد

پرنده مفید خواهند بود. در اوایل سال ۱۹۹۰ محققان و پرورش‌دهندگان حیوانات اهلی بابت احتمال نابودی یا کاهش نژادهای بومی ابراز نگرانی کردند و به این منظور برنامه‌هایی توسط فائو برای حفاظت ژنتیکی از منابع طیور راه‌اندازی شد (FAO، ۲۰۰۷).

مدل‌های ریاضی به دلیل خلاصه نمودن تعداد زیادی از داده‌های جمع‌آوری‌شده از موجود زنده در طول زمان در تعداد کمی از پارامترهای منحنی که دارای تفسیر بیولوژیکی نیز می‌باشند، در بررسی روند رشد موجودات دارای کاربردهای فراوانی می‌باشند (Hancock و همکاران، ۱۹۹۵؛ Aggrey، ۲۰۰۲؛ Goliomytis و همکاران، ۲۰۰۳). تفاوت‌های منحنی رشد بین‌گونه‌ای (Anthony و همکاران، ۱۹۹۱؛ Kenizatova و همکاران، ۱۹۹۴) و داخل گونه‌ای (Kenizetova و همکاران، ۱۹۹۴؛ Marcato و همکاران، ۲۰۰۸)، در تحقیقات مختلف موردبررسی قرارگرفته است. در این بررسی‌ها بیشترین تفاوت بین گونه‌های مختلف در فاصله بین تولد تا نقطه عطف گزارش‌شده است (Anthony و همکاران، ۱۹۹۱؛ Knizetova و همکاران، ۱۹۹۴).

برای بررسی منحنی رشد توابع زیادی ازجمله توابع رگرسیون غیرخطی گمپرتز، لجستیک و ریچارد وجود دارند که بر اساس توانایی هر یک در پیش‌بینی رشد و همچنین تعداد شاخص‌های مدل به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند؛ توابعی که حرکت سیگموئیدی آرام داشته، نقطه عطف آن‌ها ثابت و به‌صورت درصدی از وزن نهایی بیان می‌شود (گمپرتز و لجستیک) و توابعی که دارای حرکت سیگموئیدی پیوسته بوده، نقطه عطف آن‌ها متغیر (تابع ریچارد) و می‌تواند در هرجایی از شروع تا پایان منحنی رشد رخ دهد (Nahashon و همکاران، ۲۰۰۶؛ Masoudi و همکاران، ۱۳۹۵).

تابع رشد گمپرتز به‌طور گسترده توسط محققین مختلف برای بررسی منحنی رشد مورداستفاده قرارگرفته (Antony و همکاران، ۱۹۹۱؛ Gous و همکاران، ۱۹۹۹؛ Markato و همکاران، ۲۰۰۸؛ Andrey و همکاران، ۲۰۰۶) و بیان‌شده است که می‌تواند به‌خوبی تفاوت‌های رشد موجود بین نژادها و سویه‌ها را مشخص کند (Hancock و همکاران، ۱۹۹۵). مطالعات صورت گرفته در گونه‌های مختلف طیور نشان داده است که انتخاب تابع رشد وابسته به گونه، سویه و حتی لاین می‌باشد (Antony و همکاران، ۱۹۹۱). با توجه به همبستگی موجود بین پارامترهای منحنی رشد و صفات مرتبط با رشد می‌توان از توابع رشد برای پیش‌بینی میزان رشد و برآورد تغییرات شکل منحنی رشد استفاده کرد (Knizatova و همکاران، ۱۹۹۱). از منحنی‌های رشد می‌توان جهت ارزیابی پتانسیل ژنتیکی نیز استفاده نمود (Aggrey و همکاران، ۲۰۰۳). Hancock و همکاران (۱۹۹۵)، در بررسی منحنی رشد شش سویه طیور، اگرچه تفاوت معنی‌داری در وزن بلوغ آن‌ها ملاحظه نمودند، اما تفاوتی در ثابت رشد (سرعت رسیدن به بلوغ) آن‌ها گزارش نکردند.

در مطالعه‌ی Marcato و همکاران (۲۰۰۸)، در بررسی وزن بلوغ دو سویه گوشتی راس و کاپ، وزن بلوغ جنس نر را در این دو سویه به ترتیب ۶۶۲۷/۸ و ۶۸۱۲/۳ و وزن بلوغ جنس ماده را به ترتیب ۴۶۵۷/۷ و ۴۲۸۲/۸ گرم گزارش کردند. همچنین ثابت رشد در جنس نر سویه راس و کاب به ترتیب ۰/۰۴۲ و ۰/۰۴۱۶ و در جنس ماده ۰/۰۴۶ و ۰/۰۵۱ گزارش شد. در تحقیقی دیگر بر روی مطالعه الگوی رشد در خطوط پدری لاین جوجه گوشتی آرین، از سن ۱۷ روزگی تفاوت معنی‌داری بین سرعت رشد نرها و ماده‌ها وجود داشت، بطوریکه میزان رشد نرها به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای بالاتر از ماده‌ها بود. حداکثر سرعت رشد در خط پدری A در جنس نر در سن ۴۲ روزگی و در جنس ماده در سن ۳۵ روزگی و در خط B حداکثر سرعت رشد هر دو جنس ۳۵ روزگی بوده است. در هر دو لاین پرندگان نر دارای وزن نهایی بالاتری بودند (۵۵۱۳/۱۰ و ۵۶۴۶/۵۲ گرم برای نرها و ۴۶۰۵/۷ و ۴۷۳۴/۸ گرم برای ماده‌ها) و وزن بدن در نقطه عطف نیز در جوجه‌های نر بیشتر از جوجه‌های ماده مشاهده شد (ناقوس و همکاران، ۱۳۹۱).

در مطالعه دیگری (ادریس و همکاران، ۱۳۷۸) که بر روی نسل دوم مرغان بومی اصفهان انجام دادند چنین بیان‌شده که دامنه

تغییرات برآورد وراثت‌پذیری اندازه‌های بدنی وسیع بوده است. به‌نحوی‌که خصوصیات ساق پا و سینه دارای کمترین مقادیر وراثت‌پذیری بوده است. همچنین در مطالعه فوق همبستگی بین اندازه‌های بدن به نسبت همبستگی‌های ژنتیکی نیز در حد پایین گزارش‌شده است.

مطالعات مولکولی متعددی روی طیور بومی کشور در ایران انجام‌شده است (Moazeni و همکاران، ۲۰۱۶a؛ Moazeni و همکاران، ۲۰۱۶b). مطالعات مدل‌سازی در طیور نیز بیشتر در مورد وزن بدن انجام‌شده است (رضوان نژاد و همکاران، ۱۳۹۰؛ ناقوس و همکاران، ۱۳۹۱؛ میردریکوندی و همکاران، ۱۳۹۴؛ عباس زاده و همکاران، ۱۳۹۸) اما گزارش‌های اندکی (ادریس و همکاران، ۱۳۷۸) در خصوص مطالعه خصوصیات بدنی وجود دارد و تقریباً مطالعه‌ای در خصوص الگوی رشد اندازه‌های بدنی (مورفولوژیکی) با مدل‌های مختلف آماری در جوجه‌های بومی کشور مشاهده نشده است. لذا هدف اصلی این تحقیق توصیف و مقایسه آماره‌های خصوصیات مورفولوژیکی در جوجه‌های بومی اصفهان با استفاده از سه مدل غیرخطی شناخته‌شده (گمپرتز، لجستیک و ریچارد) بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ۲۰۰ قطعه جوجه بومی نر (۱۱۲ قطعه) و ماده (۸۸ قطعه) یک‌روزه مرغان بومی اصفهان که از مرکز اصلاح نژاد مرغ بومی کبوتر آهنگ اصفهان تهیه‌شده بود، استفاده شد. این مرکز فعالیت خود را در سال ۱۳۵۹ تحت عنوان حفظ ذخایر ژنتیکی مرغ بومی شروع کرده و از اهداف فرعی نیز ترویج، گسترش و احیای سنت پرورش مرغ بومی در روستاها بوده است تا در این راستا بخشی از پروتئین حیوانی موردنیاز جوامع روستایی و شهری تأمین‌شده و بهره‌وری استفاده از مواد غذایی افزایش یابد. جمعیت اولیه با جمع‌آوری مرغان بومی از نقاط بکر و دوردست استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری، فارس و یزد تشکیل‌شده است. هم‌اکنون نزدیک به ۱۸ نسل از این مرغان در این مرکز پرورش‌یافته‌اند که رکوردهای فنوتیپی مختلف از آن‌ها جمع‌آوری می‌شود (Edris و همکاران، ۱۳۷۸؛ Salehinasab و همکاران، ۲۰۱۵).

جوجه‌ها در بدو ورود به سالن پرورشی توزین شده و سپس هر جوجه به‌طور انفرادی شماره‌گذاری شد. محل پرورش جوجه‌ها بر روی بستر سالن یک واحد پرورشی مرغ بومی واقع در استان چهارمحال و بختیاری در ارتفاع ۲۰۶۶ متری از سطح دریا بود. کلیه شرایط پرورشی از قبیل نوع جیره، شرایط سالن و نوع و نحوه واکسیناسیون به‌وسیله (Abbaszadeh و همکاران، ۱۳۹۸) توضیح داده‌شده است. جوجه‌ها در طول دوره پرورش به‌صورت هفتگی و به کیلوگرم وزن شدند. در پایان هفته‌های ۳، ۶، ۹ و ۱۲ با استفاده از کولیس دیجیتال طول و قطر ران، طول و عرض سینه و طول و قطر ساق پا (همگی به میلی‌متر) اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری طول ساق پا از روش Glazener و Jull (۱۹۴۶) و Blyth (۱۹۵۳) استفاده گردید که باخم کردن انگشتان پا به جلو و از کف تا انتهای مفصل خرگوشی انجام گرفت. طول سینه از قسمت میانی منتهی الیه جلوی سینه تا نوک غضروف جناغ و طول ران فاصله بین مفصل تارسوس و مفصل لگن اندازه‌گیری شد (Molenaar و همکاران، ۲۰۰۷). عرض سینه نیز در عریض‌ترین قسمت، در حدود یک سانتی‌متری انتهای جلویی جناغ اندازه‌گیری شد.

آنالیزهای آماری

به‌منظور توصیف و مقایسه الگوی رشد قطعات بدنی مرغ‌های بومی اصفهان از سه مدل غیرخطی زیر استفاده شد:

جدول ۱- مدل‌های غیرخطی مورداستفاده در برازش قطعات بدنی جوجه‌های بومی و نقاط عطف مربوطه

نام تابع (منبع)	تابع	t_i	y_i
گمپرتز (Gompertz، ۱۸۲۵)	$W(t) = aexp[-bexp(-ct)]$	$t_i = b/c$	$y_i = a/e$
لجستیک (Robertson، ۱۹۰۸)	$W(t) = \frac{a}{[1+bexp(-ct)]}$	$t_i = ln(b)/c$	$y_i = {}^{a}/_{2}$
ریچارد (Richard، ۱۹۵۹)	$W(t) = \frac{a}{[1+b\exp(-ct)]^{\frac{1}{d}}}$	$t_i = -ln\frac{d}{b}/c$	$y_i = a/(1+b)^{\frac{1}{b}}$

$W_{(t)}$ اندازه صفت موردبررسی در سن t، a وزن مجانبی نهایی c نرخ رشد (نرخ بلوغ) در روز، b ثابت انتگرال‌گیری، exp عدد نپری، d پارامتر شکل منحنی مرتبط با نقطه عطف در تابع ریچارد، t_i سن در نقطه عطف منحنی رشد و y_i اندازه صفت موردبررسی در نقطه عطف منحنی رشد.

به‌منظور مقایسه کارایی مدل‌های مورداستفاده و صحت برازش آن‌ها از معیارهای ضریب تبیین تصحیح‌شده (رابطه ۱)، ضریب (شاخص) آکائیک (رابطه ۲) و مجذور میانگین مربعات خطا (رابطه ۳) و به شرح زیر استفاده شد.

$$R^2_{adj} = 1 - [(n-1/n-p)(1-R_{model}$$

(۱)

که در رابطه ۱، n تعداد مشاهدات؛ p تعداد پارامترها؛ و R^2_{model} ضریب تبیین مدل است. این ضریب نسبت SSR/SST که SSR مجموع مربعات رگرسیون و SST مجموع مربعات کل است می‌باشد.

$$RMSE = \frac{RSS}{\sqrt{n-p-1}}$$

(۲)

که RSS مجموع مربعات باقیمانده، n تعداد مشاهدات و p تعداد پارامترهای مدل است. مقادیر کوچک‌تر مجذور میانگین مربعات خطا برای هر مدل نشان می‌دهد مدل برازش داده‌شده بهتر از سایر مدل‌ها است (Aggrey و همکاران، ۲۰۰۳).

$$AIC = -2Ln + 2p$$

(۳)

این معیار برای مقایسه مدل‌های با تعداد پارامتر متفاوت کاربرد دارد؛ که ln لگاریتم حداکثر درستنمایی و p تعداد پارامترهای مدل است. کمتر بودن مقدار شاخص آکائیک نشان‌دهنده برازش بهتر مدل با تعداد پارامتر کمتر است.

با استفاده از داده‌های اندازه‌های بدن در سنین مختلف، برازش توابع مورداستفاده با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۹) نسخه ۹/۱ و رویه غیرخطی (NLIN) برای هر جنس به‌طور جداگانه و همچنین پس از تصحیح اثر جنس برای تمام داده‌ها استفاده شد. همبستگی بین صفات مختلف و همچنین وزن زنده بدن در سن ۱۲ هفتگی نیز با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ محاسبه شد.

نتایج و بحث

مقایسه توابع توصیف‌کننده منحنی رشد

نتایج حاصل از برازش کلی داده‌های صفات اندازه‌گیری شده به‌وسیله توابع غیرخطی گمپرتز، لجستیک و ریچارد و نکویی برازش هریک از مدل‌ها (برای هر دو جنس به‌طور مشترک) در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. پارامترهای تخمین زده‌شده و کیفیت برازش توابع رشد مرغ بومی اصفهان برای هر دو جنس به‌طور مشترک (۲۰۰ قطعه)

صفت	تابع	پارامترها[1]				R^2_{adj}	RMSE	AIC	LOGL
		a	b	c	d				
طول سینه	گمپرتز	۱۰۹	۲/۲۲	۰/۲۵	–	۰/۹۴	۵/۶۷	۵۰۵۲	۵۰۴۴
	ریچارد	۱۰۹	۰/۰۰۰۸	۰/۲۵	۰/۰۰۳	۰/۹۴	۵/۶۷	۵۰۵۴	۵۰۴۴
	لجستیک	۱۰۳/۹	۴/۹۹	۰/۳۶	–	۰/۹۳	۵/۷۷	۵۰۷۹	۵۰۷۱
عرض سینه	گمپرتز	۵۵/۹۵	۱/۶۷	۰/۲۹	–	۰/۹۳	۲/۵۸	۳۷۹۷/۲	۳۷۸۹/۲
	ریچارد	۵۵/۹۴	۰/۰۰۳۱	۰/۲۹	۰/۰۰۱	۰/۹۳	۲/۵۹	۳۸۰۰/۹	۳۷۹۰/۹
	لجستیک	۵۴/۹۵	۲/۹۲	۰/۳۷	–	۰/۹۳	۲/۶۲	۳۸۱۷/۹	۳۸۰۹/۹
طول ران	گمپرتز	۱۷۵/۵	۱/۷۸	۰/۱۶	–	۰/۹۲	۸/۰۵	۵۶۱۳/۸	۵۶۰۵/۸
	ریچارد	۱۷۵/۶	۰/۰۰۲۹	۰/۱۶	۰/۰۰۱	۰/۹۲	۸/۰۶	۵۶۱۵/۷	۵۶۰۵/۷
	لجستیک	۱۶۰	۳/۶۳	۰/۲۵	–	۰/۹۲	۸/۱۹	۵۶۴۰/۷	۵۶۳۲/۷
قطر ران	گمپرتز	۵۳/۲۵	۲/۵۵	۰/۱۹	–	۰/۹۱	۳/۳۵	۴۳۶۹/۶	۴۳۶۱/۶
	ریچارد	۵۲/۸۷	۰/۰۰۲۱	۰/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۹۱	۳/۳۵	۴۳۷۱/۷	۴۳۶۱/۷
	لجستیک	۴۸/۱۷	۶/۷	۰/۳۱	–	۰/۹۰	۳/۴۵	۴۳۹۳/۱	۴۳۸۵/۱
طول ساق	گمپرتز	۱۲۹/۹	۱/۹۴	۰/۱۹	–	۰/۹۳	۶/۲۸	۵۲۱۶/۹	۵۲۰۸/۹
	ریچارد	۱۲۹/۹	۰/۰۰۲	۰/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۹۳	۶/۲۹	۵۲۲۰/۷	۵۲۱۰/۷
	لجستیک	۱۲۰/۵	۴/۱۴	۰/۲۸	–	۰/۹۳	۶/۴۱	۵۲۵۰/۲	۵۲۴۲/۲
قطر ساق	گمپرتز	۱۶/۳۹	۲/۳۶	۰/۲۷	–	۰/۹۴	۰/۸۳	۱۹۸۲	۱۹۷۴
	ریچارد	۱۶/۳۹	۰/۰۰۳	۰/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۹۴	۰/۸۳	۱۹۸۴	۱۹۷۴
	لجستیک	۱۵/۷۴	۵/۳۹	۰/۳۹	–	۰/۹۴	۰/۸۴	۲۰۰۶/۸	۱۹۹۸/۸

[1] a اندازه نهایی (میلی‌متر)، b ثابت انتگرال‌گیری، c نرخ رشد (نرخ بلوغ، میلی‌متر در روز)، d پارامتر شکل منحنی مرتبط با نقطه عطف در تابع ریچارد، R^2_{adj} ضریب تبیین تصحیح‌شده، RMSE مجذور میانگین مربعات خطا، AIC معیار اطلاعاتی آکائیک و LOGL شاخص درستنمایی.

نتایج فوق نشان داد که در این تحقیق اگرچه هر سه مدل ازنظر هر یک از شاخص‌های نکویی برازش و یا صحت مزیتی نسبت به دیگری داشتند اما با توجه به پارامترهای ارائه‌شده در جدول ۱ به نظر می‌رسد که تابع رشد گمپرتز و ریچارد برازش بهتری از داده‌ها ارائه داده باشند. اگرچه رفتار هر مدل با توجه به نوع پارامتری که در نظر گرفته می‌شود، مانند نوع پرنده موردمطالعه (تجاری و یا بومی)، جنس پرنده (نر، ماده و یا مخلوط)، نوع تیمار اعمال‌شده و شرایط پرورشی ممکن است تفاوت‌هایی باهم داشته باشند، به نظر می‌رسد انتخاب نوع مدل توسط محققین می‌تواند با توجه اهدافی که مدنظر هستند انجام شود. در گزارش‌های سایر محققین کشور که بر روی الگوی رشد بدن سویه‌های تجاری و با اعمال برخی تیمارهای تغذیه‌ای مطالعاتی انجام داده‌اند تابع ریچارد بعد از گمپرتز قرارگرفته است (میردریکوندی و همکاران، ۱۳۹۴). درصورتی‌که برخی از محققین بیان کرده‌اند که تابع رشد ریچارد بهتر از سایر مدل‌ها توانسته با موفقیت داده‌های رشد مشاهده‌شده در طیور را برازش نماید (رضوان نژاد و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به اینکه تابع غیرخطی گمپرتز وضعیت بهتری در توصیف اندازه‌های بدنی با تغییرات سن پرنده داشت، لذا این مدل جهت برازش داده‌های صفات اندازه‌گیری شده بدن در دو جنس نر و ماده مورداستفاده قرار گرفت که نتایج در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود برای صفت طول سینه الگوی رشد جوجه‌های نر و ماده متفاوت است، به‌نحوی‌که در هفته‌های ابتدایی دوره پرورش تغییرات منحنی‌ها مشابه ولی با افزایش سن و نزدیک شدن به بلوغ جسمی اختلاف دو منحنی افزایش‌یافته و تفاوت‌ها آشکارتر می‌شود. اندازه طول سینه برآورد شده توسط مدل گمپرتز در سن بلوغ (a) برای ماده‌ها ۱۰۲/۷ میلی‌متر و برای نرها ۱۱۴ میلی‌متر به دست آمد. نرخ رشد (میلی‌متر در روز) در ماده‌ها بیشتر از نرها (ماده‌ها ۰/۲۶ و در نرها ۰/۲۴) برآورد شد. کاهش نرخ رشد بدین معناست که سرعت رسیدن به اندازه نهایی کاهش می‌یابد و جوجه‌ها دیرتر به بلوغ جسمی می‌رسند. هر چه سن رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد بیشتر باشد جوجه‌ها دیرتر به بلوغ جسمی (a) رسیده و درنتیجه در این سن صفات موردنظر دارای اندازه بیشتری می‌باشند. با افزایش سن پرنده، سرعت رشد افزایش می‌یابد ولی این افزایش محدود بوده و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود، به‌تدریج سرعت رشد کاهش‌یافته، موجب می‌شود منحنی رشد تغییر یابد. به نقطه‌ای که در آن حداکثر رشد حاصل می‌شود سن در نقطه عطف می‌گویند (Marcato و همکاران، ۲۰۰۸). درواقع می‌توان گفت که نقطه عطف منحنی رشد را به دو دوره افزایش سرعت رشد و دوره کاهش سرعت رشد تقسیم می‌کند. سن رسیدن به نقطه عطف طول سینه در جنس ماده حدود ۱ هفته زودتر از نرها برآورد شد (۸/۳۰ هفتگی برای ماده‌ها و ۹/۴ هفتگی برای نرها) که در این نقطه طول سینه در جوجه‌های نر اندازه بزرگ‌تری (۱۱۴ در مقابل ۱۰۲/۷ میلی‌متر) داشت. برای رسیدن به اندازه نرخ رشد این اندام در نرها اندکی کمتر از ماده‌ها بود (۰/۲۴ در مقابل ۰/۲۶ میلی‌متر در روز).

منحنی رشد مربوط به طول ران در جوجه‌های نر و ماده با افزایش سن در دو جنس محسوس‌تر می‌شود به‌طوری‌که طول ران در سن بلوغ برای ماده‌ها ۱۶۵/۲ میلی‌متر و در نرها ۱۸۳/۷ میلی‌متر، نرخ رشد بیشتر و سن رسیدن به نقطه عطف منحنی رشد حدود دو هفته زودتر از جوجه‌های نر برآورد شد که در این سن جوجه‌های نر دارای اندازه طول ران بیشتری نیز بودند.

جدول ۲. پارامترهای تخمین زده‌شده و کیفیت برازش مدل گمپرتز در مرغ بومی اصفهان در نرها (۱۱۲ قطعه) و ماده‌ها (۸۸ قطعه)

صفت	جنس	پارامترها[1]			R^2_{adj}	RMSE	t_i	y_i
		a	b	c				
طول سینه	ماده	۱۰۲/۷	۲/۱۷	۰/۲۶	۰/۹۴	۵/۰۷	۸/۳۰	۳۷/۷۸
	نر	۱۱۴/۰	۲/۲۷	۰/۲۴	۰/۹۵	۵/۱۲	۹/۴۵	۴۱/۹۳
عرض سینه	ماده	۵۵/۵	۱/۶۲	۰/۲۸	۰/۹۳	۲/۵۷	۵/۶۶	۲۰/۴۰
	نر	۵۶/۴	۱/۷۰	۰/۲۷	۰/۹۳	۲/۵۰	۶/۲۹	۲۰/۷۲
طول ران	ماده	۱۶۵/۲	۱/۶۹	۰/۱۶	۰/۹۳	۷/۲۷	۱۰/۶۲	۶۰/۷۷
	نر	۱۸۳/۷	۱/۸۵	۰/۱۵	۰/۹۵	۶/۷۶	۱۲/۳۳	۶۷/۵۷
قطر ران	ماده	۴۶/۱	۲/۵۹	۰/۲۲	۰/۹۳	۲/۷۰	۱۱/۷۷	۱۶/۹۶
	نر	۶۱/۷	۲/۵۶	۰/۱۶	۰/۹۲	۳/۳۴	۱۶/۰۰	۲۲/۷۱
طول ساق	ماده	۱۱۹/۱	۱/۸۷	۰/۲۰	۰/۹۴	۵/۴۰	۹/۳۵	۴۳/۸۱
	نر	۱۳۸/۶	۲/۰۰	۰/۱۹	۰/۹۵	۵/۲۰	۱۰/۸۱	۵۰/۹۸
قطر ساق	ماده	۱۵/۱	۲/۵۳	۰/۳۱	۰/۹۶	۰/۶۱	۷/۹۸	۵/۵۶
	نر	۱۷/۵	۲/۲۷	۰/۲۵	۰/۹۵	۰/۸۱	۹/۰۸	۶/۴۳

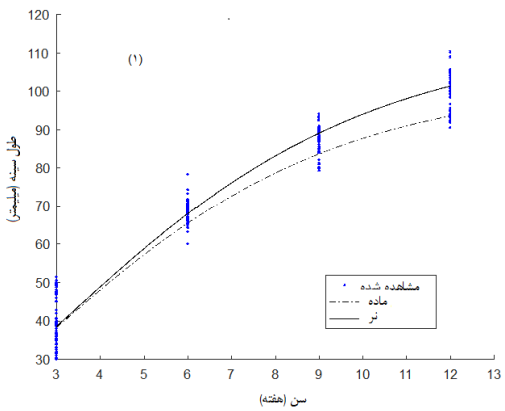
[1] a اندازه نهایی، c نرخ رشد (نرخ بلوغ) در روز، b ثابت انتگرال‌گیری، R^2adj ضریب تبیین تصحیح‌شده، RMSE مجذور میانگین مربعات خطا، t_i سن (هفته) در نقطه عطف منحنی رشد و y_i اندازه صفت (میلی‌متر) موردبررسی در نقطه عطف منحنی رشد.

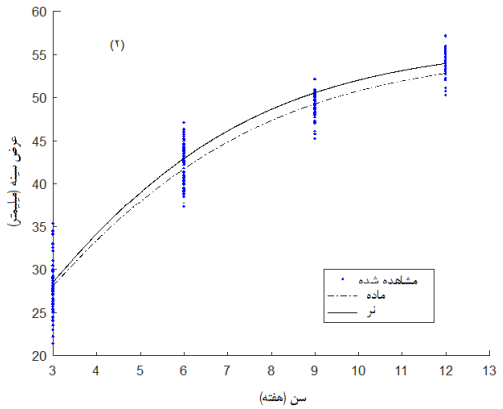
منحنی رشد طول ساق نیز در دو جنس در ابتدا مشابه هم بود ولی رفته‌رفته با نزدیک شدن به سن بلوغ این تفاوت آشکارتر شد. اندازه طول ساق در سن بلوغ برای ماده‌ها ۱۱۹/۱ میلی‌متر و برای نرها ۱۳۸/۶ میلی‌متر تخمین زده شد. نرخ رشد در جنس ماده بیشتر و سن رسیدن به نقطه عطف نیز در ماده‌ها حدود ۱ هفته زودتر از نرها تخمین زده شد.

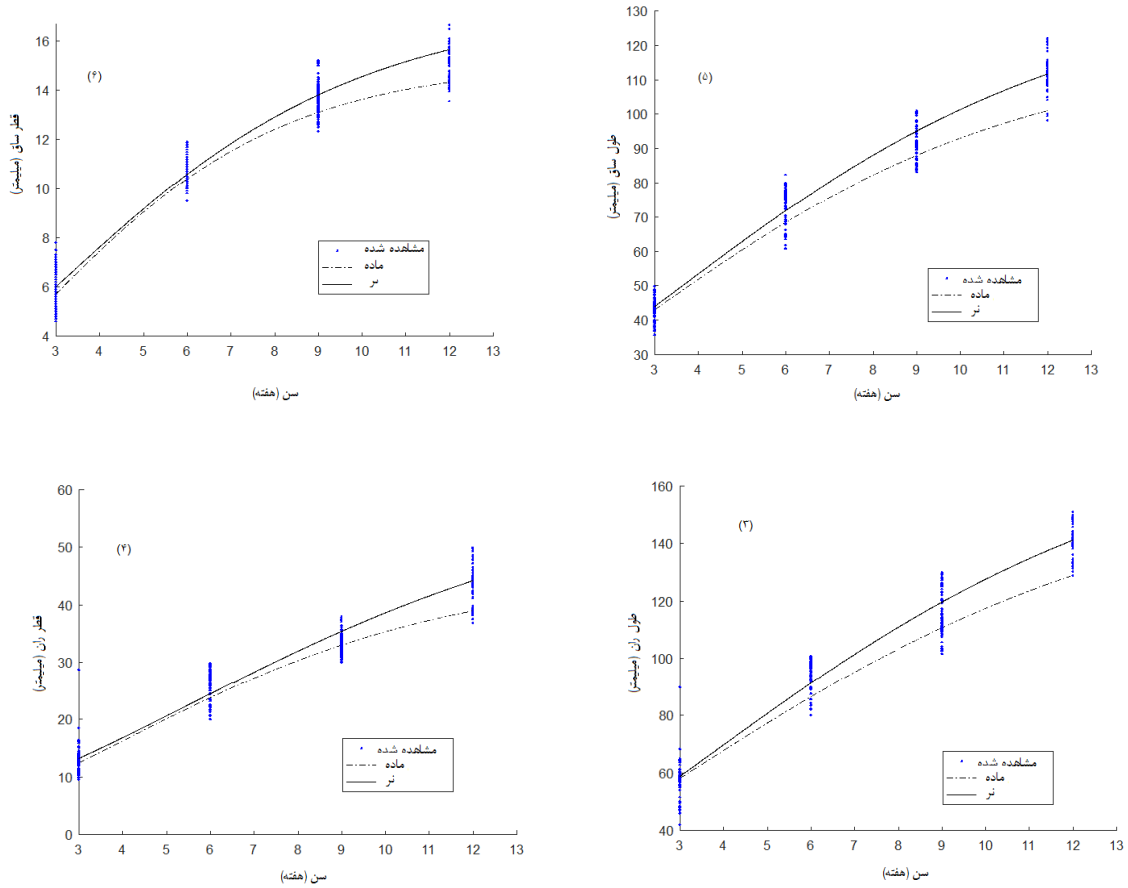
منحنی رشد عرض سینه نسبت به دیگر اندازه‌های بدنی در دو جنس نر و ماده تشابه بیشتری دارند بطوریکه دو منحنی به یکدیگر نزدیک‌تر و اختلاف بین آن‌ها کمتر است. اندازه عرض سینه در سن بلوغ برای ماده‌ها ۵۵/۴ و در نرها ۵۶/۳ میلی‌متر برآورد شد. سن رسیدن به نقطه عطف در ماده‌ها حدود یک هفته زودتر است ولی تفاوت رشد حدود ۰/۳۰ میلی‌متر در هفته بوده و تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود چراکه عرض سینه در نقطه عطف منحنی رشد در ماده‌ها ۲۰/۴ و در نرها ۲۰/۷ میلی‌متر برآورد شد.

با استفاده از داده‌های حاصل از رشد تخمین بیشترین نرخ رشد در طول دوره پرورش و درنهایت بهترین سن کشتار برای هر جنس مشخص می‌شود. آنالیز منحنی‌های رشد عملی بسیار پیچیده است زیرا تخمین میزان رشد در طول زمان به‌صورت غیرخطی و تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی قرار می‌گیرد. شکل بدن، جنس و وزن بدن در عمل انتخاب بسیار مهم است، هرچند نحوه ذبح، پرکنی و تمیز کردن نیز بر روی نتایج نهایی تأثیر می‌گذارند (Ibáñez-Escriche و Blasco، ۲۰۱۱).

Oka (۲۰۱۶)، در بررسی رشد و خصوصیات بدنی ۲ لاین از جوجه‌های بومی ژاپن (آفنسیو و دفنسیو) به این نتیجه رسید که اندازه‌های بدنی در بین دو لاین تفاوت معنی‌دار داشته است. وزن بدن، طول و قطر بدن و طول ران و ساق پا در لاین آفنسیو به‌صورت معنی‌داری بیشتر و در نرها بالاتر از ماده‌ها بود. در مطالعه دیگری (Goto و همکاران، ۲۰۱۰) پارامترهای برآورد شده توسط مدل گمپرتز در نژادهای بومی مانند اوناگادوری، توسادوری، اکوکی و هینادوری کمتر بوده است. همچنین در برازش اندازه‌های مختلف بدن جنس نر و ماده با استفاده از مدل گمپرتز، اندازه بلوغ برای طول سر و بدن، طول ران، طول و قطر ساق و طول بازو در نرها بیشتر از ماده‌ها برآورد شد. منحنی رشد این قطعات در ابتدای دوره پرورش نزدیک به یکدیگر و رفته‌رفته با افزایش سن تفاوت الگو بین جنس نر و ماده آشکارتر شده است.







شکل ۱. منحنی‌های رشد برای طول سینه (۱)، عرض سینه (۲)، طول ران (۳)، عرض ران (٤)، طول ساق (٥) و قطر ساق پا (٦) در جنس نر و ماده با استفاده از مدل گمپرتز.

در آزمایشی دیگر به‌منظور بررسی منحنی رشد جوجه‌های نر و ماده نژاد بومی تامباکو با استفاده از مدل گمپرتز، طول سر و طول بدن از اولین صفاتی بودند که به بیشترین نرخ رشد (نقطه عطف منحنی رشد) رسیدند. همسو با نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه فوق برآوردهای متفاوتی برای اندازه‌های بدن برای نرها و ماده به دست آمده است (Mello و همکاران، ۲۰۱۵).

همبستگی بین صفات موردمطالعه

در جدول ۳ همبستگی فنوتیپی بین اندازه‌های بدنی با وزن زنده جنس ماده در هفته ۱۲ آورده شده است. همبستگی بین کلیه صفات موردبررسی مثبت و معنی‌دار (P<۰/۰۱) به دست آمد. بیشترین همبستگی بین طول ساق و وزن زنده در سن ۱۲ هفتگی (r=۰/۶۰) و کمترین آن بین عرض سینه و وزن زنده در سن ۱۲ هفتگی (r=۰/۴۲) مشاهده شد.

جدول ۳. همبستگی فنوتیپی بین وزن زنده و اندازه‌های بدن جنس ماده (۸۸ قطعه)

صفت	عرض سینه	طول سینه	قطر ران	طول ران	قطر ساق	طول ساق
طول سینه	۰/۵۲**	–				
قطر ران	۰/۵۲**	۰/۷۱**	–			
طول ران	۰/۵۷**	۰/۶۲**	۰/۶۲**	–		
قطر ساق	۰/۴۹**	۰/۷۵**	۰/۷۵**	۰/۶۶**	–	
طول ساق	۰/۷۱**	۰/۷۶**	۰/۷۴**	۰/۷۵**	۰/۸۳**	–
وزن زنده در سن ۱۲ هفتگی	۰/۴۲**	۰/۵۱**	۰/۵۹**	۰/۵۹**	۰/۵۳**	۰/۶۰**

** معنی‌دار در سطوح احتمال یک درصد (P<0.01)

در جدول ۴ همبستگی بین اندازه‌های بدنی با وزن زنده ۱۲ هفتگی برای جوجه‌های نر آورده شده است. با توجه به جدول ۴ مشخص شد که همبستگی بین کلیه صفات موردبررسی مثبت و معنی‌دار (P<۰/۰۱) است. بیشترین همبستگی بین وزن زنده و طول ساق (۰r=/۷۱) و کمترین آن بین وزن زنده و عرض سینه (r=۰/۳۱) مشاهده شد. همبستگی عرض سینه با سایر اندازه‌ها نسبتاً متوسط رو به پایین و بقیه همبستگی‌ها متوسط رو به بالا به دست آمد. بیشترین همبستگی بین اندازه‌های بدنی بین عرض ساق و طول ساق (r=۰/۷۹) و کمترین آن بین عرض ران و عرض سینه (r=۰/۳۰) مشاهده شد.

جدول ٤. همبستگی فنوتیپی بین وزن زنده و اندازه‌های بدن جنس نر (۱۱۲ قطعه)

صفت	عرض سینه	طول سینه	قطر ران	طول ران	قطر ساق	طول ساق
طول سینه	۰/۳۷**	–				
قطر ران	۰/۳۰**	۰/۶۹**	–			
طول ران	۰/۳۵**	۰/۵۳**	۰/۵۷**	–		
قطر ساق	۰/۴۲**	۰/۷۳**	۰/۷۳**	۰/۵۲**	–	
طول ساق	۰/۴۶**	۰/۷۱**	۰/۷۱**	۰/۷۱**	۰/۷۹**	–
وزن زنده در سن ۱۲ هفتگی	۰/۳۱**	۰/۵۹**	۰/۵۹**	۰/۴۹**	۰/۶۹**	۰/۷۱**

** معنی‌دار در سطوح احتمال یک درصد (P<0.01)

ازآنجاکه توجه به همبستگی بین صفات مختلف در برنامه‌های اصلاحی و انتخاب برای بهبود یک یا چند صفت ممکن است نتایج مطلوب‌تری به همراه داشته باشد، بایستی همبستگی و نحوه تأثیر ویژگی‌ها بر یکدیگر در برنامه‌های به نژادی موردتوجه قرار گیرد. همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی بین ویژگی‌های مختلف ممکن است فرد متخصص اصلاح نژاد را در گزینش غیرمستقیم برای ویژگی‌های کم‌اهمیت که اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر است یاری نماید. برخی صفات اثر مستقیم و بالایی (مثبت یا منفی) بر عملکرد

دارند و ازاین‌رو در گزینش‌های اصلاحی باید به صفات مذکور توجه بیشتری نمود (Edris و همکاران، ۱۳۷۸). همبستگی بالا بین وزن بدن و خصوصیات لاشه امکان پیش‌بینی وزن بدن با استفاده از اندازه‌های بدنی را ممکن می‌سازد. همبستگی مثبت و قوی بین وزن بدن و اندازه‌های بدنی به‌دست‌آمده در این تحقیق با مطالعات اخیر دیگر بر روی مرغ (Fayeye و همکاران، ۲۰۱۴) تطابق دارد.

نتیجه‌گیری کلی

گرچه امکان توصیف کلی شاخصه‌های رشد تنها بر مبنای مشاهدات فنوتیپی مقدور نیست، اما با استفاده از مدل‌های موردبررسی در این تحقیق امکان مطالعه الگوی رشد هرکدام از اندام‌های بدنی در مرغ بومی اصفهان امکان‌پذیر است. بر اساس شاخص‌های برازش و آماره‌های آماری، نتایج حاکی از برازش مشابه برای هر سه مدل مورداستفاده بود، اما در بین مدل‌های فوق تابع رشد گمپرتز و سپس ریجارد از نظر آماره‌های برازشی وضعیت بهتری داشتند. با توجه به تفاوت‌های مهم در الگوی رشد اندام‌های بدنی در نرها و ماده‌ها می‌توان توصیه نمود که در هنگام پرورش به تفاوت‌های این دو جنس توجه شود.

منابع

آذربایجانی، ع.، قیصری، ع. و نبی نژاد، ع. (۱۳۹۴). بررسی عملکرد مرغان بومی در مناطق روستایی اصفهان. نشریه علوم دامی. جلد-، شماره ۱۰۶. ص‌ص: ۱۵۶- ۱۴۷.

ادریس، م.ع.، پور رضا، ج. و انصاری، س. (۱۳۷۸). فراسنجه‌های ژنتیکی و فنوتیپی صفات تولید تخم‌مرغ در مرغان بومی و آمیخته‌های آن‌ها با نژاد خارجی. علوم و فنون کشاورزی. جلد ۳، شماره ۱. ص‌ص: ۶۰-۵۱.

رضوان نژاد، ا.، پاکدل، ع.، میرایی آشتیانی، س. ر.، مهربانی یگانه، ح. و یعقوبی م.م. (۱۳۹۰). مقایسه منحنی رشد و تعیین میزان اثر هتروزیس برای اوزان بدن در تلاقی دو لاین انتخاب‌شده در بلدرچین. پژوهش‌های علوم دامی ایران. دوره ۳، شماره ۲. ص-ص: ۱۳۷- ۱۳۱.

عباس زاده، س.، پیرانی، ن. و احمدی پور، ب. (۱۳۹۸). بررسی الگوی رشد و افزایش وزن در جوجه‌های بومی اصفهان. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۱۱، شماره ۱. (زیر چاپ: DOI:10.22067/ijasr.v1397i1.67920).

میردریکوندی، م.، مسعودی، ع.، آذرفر، آ. و کیانی، ع. (۱۳۹۴). مدل ریاضی گمپرتز و شبکه عصبی مصنوعی جهت تخمین فراسنجه‌های رشد جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده عصاره کنگر فرنگی از طریق آب آشامیدنی. علوم دامی ایران. دوره ۴۶، شماره ۱. ص‌ص: ۱۶-۹.

ناقوس، م.، پاکدل، ع. و واعظ ترشیزی، ر. (۱۳۹۱). مطالعه الگوی رشد در خطوط پدری لاین آرین. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۴، شماره ۱. ص‌ص ۸۴-۷۸.

Aggrey, S. E. (2002). Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry Science*. 81(12): 1782-1788.

Aggrey, S. E., Ankra-badu, G. A and Marks, H. L. (2003). Effect of long term divergent selection on growth characteristics in Japanese quail. *Poultry Science*. 82: 538-542.

Anthony, N. B., Emmerson, D. A. Nestor, K. E. and Bacon W. L. (1991). Comparison of growth curves of weight selected populations of turkey, quail and chickens. *Poultry Science*. 70: 13-19.

Blyth, J. S. S. (1953). Shank length: segregation in unselected character in inbred lines of fowls. *Heredity*. 7: 433-434.

FAO. (2007). *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO Rome, Italy.

Fayeye, T. R., Hagan, J. K and Obadare, A. R. (2013). Morphometric traits and correlation between body weight and body size traits in Isa brown and Ilorin ecotype chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 4(3): 609-614.

Glazener, E. W., and Jull, M. A. (1946). Feed utilization in growing chickens in relation to shank length. *Poultry Science*. 25: 355-364.

Goliomytis, M., Panopoulou, E and Rogdakis, E. (2003). Growth curves for body weight and major component parts, feed consumption, and mortality of male broiler chickens raised to maturity. *Poultry Science*. 82(7):1061-1068.

Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new method of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 115: 513-583.

Goto, T., Goto, N., Shiraishi, J. I., Bungo, T and Tsudzuki, M. (2010). Comparison of growth curves of four breeds of Japanese native chicken, Onaga-Dori, Tosa-Jidori, Ukokkei and Hinai-Dori. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 9: 1362-1365.

Gous, R. M., Moran, E. T., Stilborn, H. R., Bradford, G. D and Emmans, G. C. (1999). Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the muscles of broilers. *Poultry Science*. 78(6): 812-821.

Hancock C. E., Bradford, G. E., Emmans, G. C and Gous, R. M. (1995). The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens. *British Poultry Science* .36: 247-264.

Ibáñez-Escriche, N., and Blasco, A. (2011). Modifying growth curve parameters by multitrait genomic selection. *Journal of Animal Science*. 89: 661-668.

Knizetova, H., Hyanek, J., Knize, B and Roubicek, J. (1991). Analysis of growth curves of fowl. I. Chickens. *British Poultry Science*. 32 (5): 1027-1038.

Knizetova, H., Hyanek, J and Veselsky, A. (1994). Analysis of growth curves of fowl. III. Ducks. *British Poultry Science* 32(5): 1039-1053.

Marcato, S. M., Sakomura, N. K., Munari, D. P., Fernandes, J. B. K., Kawauchi, I. and Bonato, M. A. (2008). Growth and body nutrient deposition of two broiler commercial genetic lines. *Revista Brasileria de ciencia Avicola*. 10: 117-123.

Mello, F. D., Oliveira, C. A., Ricardo, R. P., Resende, E. K., Povh, J. A., Fornari, D. C., et. al. (2015). Growth curve by Gompertz nonlinear regression model in female and males in Tamaqua (*Colossoma macropomum*). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 87(4): 2309-2315.

Moazeni, S. M., Mohammadabadi, M. R., Sadeghi, M., Moradi Shahrbabak, H., Esmailizadeh Koshkoieh, A. and Bordbar, F. (2016a). Association between UCP gene polymorphisms and growth, breeding value of growth and reproductive traits in Mazandaran indigenous chicken. *Open Journal of Animal Sciences*. 6(1): 1-8.

Moazeni, S. M., Mohammadabadi, M. R., Sadeghi, M., Moradi Shahrbabak, H. and Esmailizadeh Koshkoieh, A. (2016b). Association of the melanocortin-3 (MC3R) receptor gene with growth and reproductive traits in Mazandaran indigenous chicken. *Journal of Livestock Science and Technologies*. 4(2): 51-56.

Mohammadabadi, M. R., Nikbakhti, M., Mirzaee, H. R., Shandi, A. A., Saghi, D. A., Romanov, M. N., et. al. (2010). Genetic variability in three native Iranian chicken populations of the Khorasan province based on microsatellite markers. *Russian Journal of Genetics*. 46 (4): 505-509.

Molenaar, R., Reijrink, I. A. M., Meijerhof, R. and Van den Brand, H. (2007). Relationship between chick length and chick weight at hatch and slaughter weight and breast meat yield in broilers. In: Proceedings of 3rd Workshop on Fundamental Physiology and Perinatal Development in Poultry, Berlin, Germany.

Nahashon, S. N., Aggrey, S. E., Adefope, N. A. and Amenyenu, A. (2006). Modeling growth characteristics of meat-type guinea fowl. *Poultry Science* 85: 943-946.

Oka, T. (2016). Growth and morphological traits for two lines of native Japanese chicken, Oh-Shampo. *International Journal of Poultry Science*, 15: 358-364.

Richard, F. J. (1959). A flexible growth function for empirical use. *Journal of Experimental Botany* 10: 290-300.

Robertson, T. B. (1908). On the normal rate of growth of an individual and its biochemical significance. *Archives of Development Genes and Evolution* 25: 581-614.

Romanov, M. N., Wezyk, S., Cywa-Benko, K. and Sakhatsky, N. I. (1996). Poultry genetic resources in the countries of eastern Europe– history and current state. *Poultry and Avian Biology Reviews* 7: 1-29.

Salehinasab, M., Latifi, M., Zerehdaran, S. and Alijani S. (2015). Genetic properties of some economic traits in Isfahan native fowl using Bayesian and REML methods. *Poultry Science Journal*, 3: 143-149.

SAS. (2009). *SAS/STAT users guide for personal computer*. Released, 66.18. SAS Institute, INC. Cary N.C, USA.

Shariatmadari, F. (2000). Poultry production and the industry in Iran. *Journal of World's Poultry Science* 56: 55-65.