Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

Comparison of principal component analysis method and multiple regression in estimating the weight of fattening camels

Morteza Bitaraf-Sani[1], Mehdi Khojastekey[2], Karim Nobari[3], Ali Beman Mirjalili[4], Ali Shafi Naderi[5], Javad Zare Harafte[6]

[1] Assistant professor, Animal Science Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran, Email: mbitaraf58@gmail.com
[2] Assistant professor, Animal Science Research Department, Qom Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qom, Iran, Email: mahdikhojastehkey@yahoo.com
[3] Assistant professor, Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, Email: k.nobari@areeo.ac.ir
[4] Animal Science Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran, Email: ha.mirjalili@gmail.com
[5] Animal Science Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran, Email: ashnaderi@gmail.com
[6] Animal Science Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran, Email: javadzare49@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 07/04/2022
Revised: 01/28/2023
Accepted: 01/29/2023

Keywords:
Analysis
Camel
Multiple regressions
Principal Component
Weight estimation

ABSTRACT

Background and Objectives: Camel breeding is one of the sources of income for people on the edge of arid and desert regions across various parts of the world. Traits associated with camel growth, including birth weight, weaning weight, daily weight gain, and one-year-old weight, are considered as the principal economic attributes for camel owners. To manage and enhance the genetic and phenotypic values of these traits, animal weight recording is imperative. Recording the weight of camels, particularly due to their restless temperament and substantial size, presents numerous challenges. The utilization of effective mathematical methodologies can substantially mitigate this issue. Various approved efficient mathematical methods have been proposed to predict the weight of camels based on their body dimension, and their efficacy has been proven. Therefore, the present study was conducted to compare the effectiveness of principal component analysis and multiple regression in estimating the weight of fattening camels based on their body dimensions.

Materials and Methods: In order to compare the efficiency of principal components analysis and multiple regression in estimating the weight of fattening camels based on body dimensions, the records of 220 fattening camels at the Bafgh station in Yazd were used. For this purpose, newborn camels were fed for a 9-month period using standard diets. During the period, each of the fattening camels was weighed and different body sizes including body length (BL), whither height (WH), breast girth (BG), abdomen width (AW), hump height to the ground (HH), muzzle girth (MG), neck length (NEL), whither to pin length (WPL), tail length (TL), pelvic width (PW), abdomen to hump height (ABH) and the head length (HL) were measured. The body dimensions of the camels were recorded using a

tape measure, and their body weight was measured using a scale. Subsequently, the data were analyzed using the principal component analysis and multiple regression methods. In order to fit the predictive models, the body weight of camels was introduced as the dependent variable, and the body size of camels was introduced as the independent variable. The analysis of regression models was performed using both one-variable and multivariable linear models, and the best models were selected to estimate the weight of camels based on their body dimensions through the stepwise method. The performance of the above models was evaluated by comparing their coefficients of determination (R2).

Results: According to the results, the correlations between the body weight of camels and their different body dimensions, including BL, WH, BG, AW, HH, MG, NEL, WPL, TL, PW,ABH, and HL, were 0.93, 0.89, 0.89, 0.89, 0.94, 0.73, 0.89, 0.90, 0.80, 0.85, 0.89, and 0.79, respectively. The results showed that, among the six multiple regression models fitted to estimate the weight of fattening camels, model No. 6 - utilizing head length, body length, breast girth, neck length, muzzle girth, and whither height as predictive variables - had the lowest error (12.06) and the highest accuracy (0.92) compared to the other models. Additionally, the results showed that utilizing the first and second principal components, along with both of them in the model, could explain 82.1%, 3.73% and 85% of the variance in body weight, respectively. The weight of fattening camels was determined using principal component analysis with an accuracy of 0.93 and an error of 11.54.

Conclusion: The results of the present study showed that in order to estimate the weight of fattening camels, the use of principal component analysis, in addition to simplifying predictive models, has higher efficiency and accuracy as well as less error compared to multiple regression, and this method can be a suitable alternative to the multiple regression method in predicting the weight of camels.

Cite this article: Bitaraf-Sani, M., Khojastekey, M., Nobari, K., Mirjalili, B.A., Shafi Naderi A., Zare Harafte, J. (2023). Comparison of principal component analysis method and multiple regression in estimating the weight of fattening camels. *Journal of Ruminant Research*, 11(2), 37-48.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2023.20394.1855
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

مقایسه روش تحلیل مؤلفه اصلی و رگرسیون چندگانه در تخمین وزن شترهای پرواری

مرتضی بیطرف ثانی[۱]، مهدی خجسته کی[۲*]، کریم نوبری[۳]، علی بمان میر جلیلی[۴]، علی شفیع نادری[۵]، جواد زارع هرفته[۶]

[۱] استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران، رایانامه: mbitaraf58@gmail.com

[۲] استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قم، ایران، رایانامه: mahdikhojastehkey@yahoo.com

[۳] استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، رایانامه: k.nobari@areeo.ac.ir

[۴] بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران، رایانامه: ha.mirjalili@gmail.com

[۵] بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران، رایانامه: ashnaderi@gmail.com

[۶] بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران، رایانامه: javadzare49@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱۳
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۱/۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۹

واژه‌های کلیدی:
تخمین وزن
تحلیل مؤلفه اصلی
رگرسیون چندگانه
شتر

چکیده

سابقه و هدف: یکی از منابع درآمدی مردم حاشیه کویر و بیابانی در بسیاری از نقاط جهان پرورش و نگهداری شتر است. خصوصیات مرتبط با رشد شتر، ازجمله صفات وزن تولد، وزن شیرگیری، افزایش وزن روزانه و وزن یک‌سالگی به‌عنوان صفات اصلی اقتصادی مدنظر شترداران می‌باشد. برای مدیریت و بهبود ژنتیکی و فنوتیپی این صفات، رکورد برداری اوزان این دام‌ها ضروری می‌باشد. رکورد برداری از شتر به‌ویژه وزن‌کشی آن به دلیل خوی ناآرام و جثه بزرگ با دشواری‌های متعدد همراه است. استفاده از روش‌های ریاضی کارآمد می‌تواند تا حدی این مشکل را رفع نماید. روش‌های ریاضی مختلفی برای پیش‌بینی وزن شتر از روی ابعاد بدنی آن ارائه‌شده و کارایی آن‌ها نیز به اثبات رسیده است. لذا، مطالعه حاضر باهدف مقایسه کارایی رگرسیون به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و رگرسیون چندگانه در تخمین وزن شترهای پرواری از روی ابعاد بدنی به انجام‌شده است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور مقایسه کارایی رگرسیون به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و رگرسیون چندگانه در تخمین وزن شترهای پرواری از روی ابعاد بدن، رکورد مربوط به ۲۲۰ نفر بچه شتر پرواری ایستگاه بافق یزد مورداستفاده قرار گرفت. برای این منظور بچه شترها تازه متولدشده برای یک دوره ۹ ماهه با استفاده از جیره‌های استاندارد پروار شدند. در طول دوره هر یک از بچه شترهای پروار وزن‌کشی شده و اندازه بدنی آن‌ها شامل طول بدن، ارتفاع شانه، دور سینه، عرض شکم، ارتفاع کوهان تا زمین، دور پوزه، طول گردن، فاصله شانه تا استخوان لگن، طول

دم، عرض لگن، ارتفاع کوهان تا زیرشکم و طول سر اندازه‌گیری شد. ابعاد بدنی شترها با استفاده از متر نواری و وزن بدن آن‌ها با استفاده از باسکول دام‌کش ثبت شد. سپس داده‌ها، با استفاده از دو روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و رگرسیون چندگانه مورد تجزیه تحلیل قرار گرفتند. به‌منظور برازش مدل‌های پیش‌بینی کننده، وزن بدن شترها به‌عنوان متغیر وابسته و صفات بیومتری (اندازه‌های بدنی شترها) به‌عنوان متغیرهای مستقل به مدل معرفی شد. تجزیه‌وتحلیل مدل‌های رگرسیون با استفاده از مدل‌های خطی یک و چند متغیره انجام و بهترین مدل جهت تخمین وزن شترها از روی ابعاد بدنی با روش گام‌به‌گام (Stepwise) انتخاب گردید. کارایی هر یک از مدل‌ها، با استفاده از آماره ضریب تبیین نسبت به یکدیگر مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، همبستگی بین وزن بدن با ابعاد مختلف بدن شامل طول بدن، ارتفاع شانه، دور سینه، عرض شکم، ارتفاع کوهان تا زمین، دور پوزه، طول گردن، فاصله شانه تا استخوان لگن، طول دم، عرض لگن، ارتفاع کوهان تا زیر شکم و طول سر به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۸۹، ۰/۸۹، ۰/۸۹، ۰/۹۴، ۰/۷۳، ۰/۸۹، ۰/۹۰، ۰/۸۰، ۰/۸۵ ، ۰/۸۹ و ۰/۷۹ برآورد شد. نتایج نشان داد که از بین ۶ مدل رگرسیون برازش شده برای تخمین وزن شترهای پروار، مدل شماره ۶ که در آن متغیرهای طول سر، طول بدن، عرض شکم، طول گردن، دور پوزه و ارتفاع شانه به‌عنوان متغیر پیش‌بینی کننده استفاده‌شده بود، دارای کمترین خطا (۱۲/۰۶) و بالاترین دقت ۰/۹۲ نسبت به سایر مدل‌ها بود. در تحلیل رگرسیون به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه اول، مؤلفه دوم و مجموع به ترتیب ۸۲/۱، ۳/۷۳ و ۸۵/۸ درصد از واریانس وزن بدن را تبیین نمودند. وزن شترهای پرواری با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی با دقت ۰/۹۳ و خطای ۱۱/۵۴ پیش‌بینی شد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد به‌منظور تخمین وزن شترهای پرواری استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی علاوه بر ساده نمودن مدل‌های پیش‌بینی کننده، در مقایسه با رگرسیون چندگانه از کارایی و دقت بالاتر و همچنین خطای کمتری برخوردار بود و این روش می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش رگرسیون چندگانه در پیش‌بینی وزن شترها باشد.

استناد: بیطرف ثانی، م.، خجسته کی، م.، نوبری، ک.، میرجلیلی، ب.ع.، شفیع نادری، ع.، زارع هرفته، ج. (۱۴۰۲). مقایسه روش تحلیل مولفه اصلی و رگرسیون چندگانه در تخمین وزن شترهای پرواری. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۱(۲)، ۴۸-۳۷.

DOI: 10.22069/ejrr.2023.20394.1855

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

هرچند پرورش و نگهداری شتر یکی از منابع درآمدی مردم حاشیه کویر و مناطق خشک و بیابانی در بسیاری از نقاط جهان است، اما باوجود ظرفیت‌های تولیدی این دام و مزیت‌هایی نظیر توانایی زنده ماندن آن در شرایط سخت، محصولات شتر اعم از شیر و گوشت هنوز آن‌چنان‌که باید به‌عنوان غذایی اصلی در تغذیه مردم وارد نشده است (Faye، ۲۰۱۳). در کشور ایران و در حال حاضر تقریباً ۱۵۰ هزار نفر شتر وجود دارد (FAO، ۲۰۱۹). جمعیت شتر ایران به دو گروه شترهای تک‌کوهانه و دوکوهانه تقسیم می‌شود که سهم شترهای دوکوهانه کمتر از ۳۰۰ نفر برآورد شده و شترهای تک‌کوهانه که معمولاً باهدف تولید گوشت و در برخی موارد باهدف تولید شیر و کرک و بارکشی پرورش می‌یابند، جمعیت اصلی را تشکیل می‌دهند (Salehi and Gharahdaghi، ۲۰۱۳). اکثر شترهای کویر مرکزی ایران باهدف تولید گوشت پرورش می‌یابند. این شترها به‌صورت ظاهری دارای سربزرگ، گردن کوتاه، اندام پهن و وضعیت بدن عضلانی و مناسبی هستند (Khodai،۲۰۰۴). در این مناطق، پرورش شتر غال با به‌صورت نیمه‌باز یا کاملاً باز انجام‌شده و تغذیه شتر کاملاً وابسته به مراتع و رویشگاه‌های اطراف و نزدیک روستاها است. محل درآمد اصلی گله‌های شتر تک‌کوهانه در ایران از فروش بچه‌شترهای پرواری است. شترداران معمولاً بچه‌شترها را در بهار برای فروش و یا پروار جمع‌آوری می‌کنند و پس از یک دوره ۶ تا ۱۲ ماهه و پس از رشد مناسب و رسیدن به وزن کشتار، آن‌ها را می‌فروشند (Bitaraf Sani و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین خصوصیات مرتبط با رشد شتر مهم بوده و مشخصات صفاتی نظیر وزن تولد، وزن شیرگیری افزایش وزن روزانه و وزن یک‌سالگی به‌عنوان صفات اصلی مدنظر پرورش‌دهندگان شتر قرار دارد. در جهان و بر اساس آمار فائو، تقریباً ۳ میلیون نفر شتر به‌صورت سالانه کشتار می‌شوند و میزان تولید سالانه گوشت شتر به ۶۵۳ هزار تن می‌رسد (FAO، ۲۰۱۹). با توجه به اینکه پرورش شتر در اغلب موارد در شرایط مرتعی انجام می‌شود، رکوردگیری از شترها بخصوص وزن‌کشی آن‌ها بسیار دشوار است. تاکنون پژوهش‌های متعددی برای تخمین وزن شترها بر اساس اندازه‌های بدنی و ابعاد آن‌ها توسط محققان انجام‌شده است. امروزه روش‌هایی نظیر استفاده از نوار وزن‌کشی (وزن-متر)، ارزیابی چشمی و استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده ریاضی به‌عنوان جایگزین ترازو برای وزن‌کشی دام‌های بزرگ مورداستفاده قرار می‌گیرد (Mahmoud و همکاران، ۲۰۱۴). در این راستا، استفاده از مدل‌های ریاضی برای پیش‌بینی وزن شترها از روی ابعاد بدنی آن‌ها در مطالعات متعدد گزارش‌شده است (Franicis و همکاران، ۲۰۰۲). در تخمین وزن دام با استفاده از مدل‌های ریاضی، معمولاً تعدادی از ابعاد و اندازه‌های ظاهری حیوان نظیر ارتفاع شانه، دور سینه، عمق سینه، طول بدن، ارتفاع کپل، فاصله بین چشم‌ها، طول گوش و طول دم بیشترین کاربرد را دارند (Cannas and Boe، ۲۰۰۳). امروزه کارایی استفاده از انواع مدل‌های رگرسیون، روش تحلیل مؤلفه اصلی[1]، شبکه عصبی مصنوعی و سایر ابزارهای داده کاوی در تخمین وزن دام از روی ابعاد بدنی آن به اثبات رسیده است، اما دقت این مدل‌ها و سهولت استفاده از آن‌ها از دامی به دام دیگر و از شرایطی به شرایط دیگر متفاوت گزارش‌شده است (Bahashwan و همکاران، ۲۰۱۶). روش تحلیل مؤلفه اصلی، یک روش ریاضی جهت تبدیل تعدادی از متغیرهای همبسته به تعداد کمتری از متغیرهای غیرهمبسته می‌باشد (Littell و همکاران، ۱۹۹۱). این

1.Principal Component Analysis

روش در مقایسه با مدل‌های رگرسیونی می‌تواند یک روش بهینه برای کاهش حجم داده‌ها و تبدیل متغیرها به یک یا چند مؤلفه محدود باشد که کارایی آن در تخمین وزن شتر نیاز به بررسی بیشتر دارد. با این مقدمه، پژوهش حاضر باهدف مقایسه کارایی روش تحلیل مؤلفه اصلی و رگرسیون چندگانه به‌منظور تخمین وزن شترهای پرواری به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از اطلاعات ثبت‌شده تعداد ۲۲۰ نفر بچه شتر تک کوهانه نر که طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیق و توسعه شتر تک کوهانه کشور (بافق) جمع‌آوری‌شده بود، استفاده شد. این شترها متعلق به توده ژنتیکی شترهای کویر مرکزی ایران بودند.بچه شترهای موردبررسی شامل شترهای تازه متولدشده بودند که تا ۹ ماهگی با استفاده روش یکسان و جیره‌های استاندارد پروار می‌شدند. در طول دوره پرواربندی، وزن بدن شترهای پرواری با استفاده از باسکول دام کش به‌صورت ماهیانه ثبت می‌شد. هم‌زمان با وزن‌کشی شترها صفات بیومتری آن‌ها شامل طول بدن، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل، دور سینه، دور کوهان، ارتفاع کوهان تا زمین، دور پوزه، طول گردن، فاصله شانه تا استخوان لگن، طول دم، عرض لگن و طول سر با استفاده از متر اندازه‌گیری و ثبت شد. درمجموع اطلاعات ۲۲۰ نفر شتر پرواری شامل اطلاعات وزن و ابعاد بدنی اندازه‌گیری و ثبت شد. ویرایش‌های اولیه داده در نرم‌افزار Excel انجام شد. از روش‌های تحلیل مؤلفه اصلی و رگرسیون چندگانه برای تخمین وزن شترها از روی صفات بیومتری استفاده شد. به این منظور، از بسته آماری ggfortify در محیط R نسخه 3.5.3 (R-Cran، ۲۰۱۹) برای تحلیل مؤلفه اصلی (تحلیل مؤلفه اصلی) و رویه رگرسیون چندگانه در نرم‌افزار SPSS (SPSS، ۲۰۱۶) برای برازش مدل‌های رگرسیون استفاده شد.

به‌منظور برازش مدل‌های پیش‌بینی کننده وزن بدن شترها به‌عنوان متغیر وابسته و اندازه‌های بدنی شترها به‌عنوان متغیرهای مستقل به مدل معرفی شد. تجزیه‌وتحلیل مدل‌های رگرسیون برای محاسبه ضرایب و تخمین وزن شترها از روی ابعاد بدنی آن‌ها با طراحی مدل‌های خطی یک و چند متغیره انجام و معرفی بهترین مدل رگرسیون با روش گام‌به‌گام (Stepwise) انجام شد. دقت و کار آیی مدل‌های رگرسیون و روش تحلیل مؤلفه اصلی برای تخمین وزن شترها با استفاده از معیار ضریب تبیین مدل (R^2) مورد مقایسه قرار گرفت (Cochran and Snedecor، ۱۹۸۹).

نتایج و بحث

میانگین و انحراف معیار صفات بیومتری شترها در جدول ۱ و همبستگی بین آن‌ها در جدول ۲ ارائه‌شده است. در این بررسی صفت وزن بدن با ضریب تغییرات ۴۸ درصد بیشترین تنوع و صفات طول سر و ارتفاع شانه با ضریب تغییرات ۱۱ درصد دارای کمترین تنوع در بین صفات موردبررسی بودند.

برآورد همبستگی‌های بین زیست‌سنجه‌های بدن و وزن شترهای پرواری: مقدار همبستگی بین وزن بدن شترهای با ابعاد مختلف بدن آن‌ها در جدول ۲ ارائه‌شده است. ضرایب همبستگی بین وزن و زیست‌سنجه‌های بدنی شترها از ۰/۷۳ تا ۰/۹۴ متغیر بود. بر اساس نتایج این بررسی ارتفاع کوهان از زمین و طول بدن شترهای پرواری به ترتیب با ۰/۹۳ و ۰/۹۴ بالاترین ضریب همبستگی و اندازه دور پوزه با ۰/۷۳ کمترین همبستگی را با وزن شترها داشت و تمام زیست‌سنجه‌های بدنی دارای همبستگی بالا و معنی‌داری با وزن بدن شترها بود (P< ۰/۰۱).نتایج بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که دور سینه، طول بدن، عرض لگن و ارتفاع شانه مناسب‌ترین و مطمئن‌ترین پارامترها برای تخمین وزن زنده در

دام‌های اهلی است (۱). در یک پژوهش از بین ابعاد مختلف بدن شامل طول بدن، اندازه دور سینه، ارتفاع جدوگاه دور سینه بالاترین میزان همبستگی (۰/۹۶) را با وزن زنده گاو داشته است (Franicis و همکاران، ۲۰۰۲). بر اساس گزارش Iqbal و همکاران (۲۰۱۴) وزن زنده بزها با ارتفاع شانه، دورسینه و طول بدن آن به ترتیب ۰/۸۱، ۰/۹۱ و ۰/۸۵ همبستگی داشت (Iqbal و همکاران، ۲۰۱۴). نتایج یک پژوهش نشان می‌دهد که بین ابعاد بدن شترهای تک کوهانه شامل دور شکم، دورینه و طول بدن با وزن زنده آن‌ها به‌ترتیب ۰/۹، ۰/۹۱ و ۰/۸۹ همبستگی وجود دارد (Kadim و همکاران، ۲۰۰۸). در یک پژوهش ارتباط بسیار معنی‌داری را بین وزن شتر با دور سینه، دور کوهان و ارتفاع شانه آن‌ها گزارش نمودند که این گزارشات نتایج مطالعه حاضر در برآورد همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار بین وزن شترهای پرواری و ابعاد بدن آن‌ها را تائید می‌کند (Kohler-Rollefson و همکاران،۲۰۰۱).

جدول ۱- میانگین و خطای معیار و ضریب تغییرات زیست‌سنجه‌های بدنی شترها

Table 1. Mean and standard deviation of biometric measurements of camels

male calves, n= 220 records		Traits	Trait
ضریب تغییرات CV%	Mean ± SE میانگین و اشتباه معیار		صفت
۴۸	89.3 ± 2.91	Body Weight (kg)	وزن بدن
۱۱	33.21 ± 0.25	Head Length (cm)	طول سر
۱۳	30.7 ± 0.27	Muzzle Girth (cm)	دور پوزه
۲۰	59.38 ± 0.78	Neck Length (cm)	طول گردن
۲۰	112.7 ± 1.48	Breast Girth (cm)	دور سینه
۱۱	127.79 ± 0.95	Weather Height (cm)	ارتفاع شانه
۱۳	133.86 ± 1.14	Hump Height (cm)	ارتفاع کوهان
۲۷	46.42 ± 0.83	Weather to Pin Length (cm)	طول شانه تا لگن
۲۰	83.43 ± 1.13	Body Length (cm)	طول بدن
۱۴	37.68 ± 0.34	Tail Length (cm)	طول دم
۲۰	26.38 ± 0.34	Pin Width (cm)	عرض لگن
۲۵	31.37 ± 0.53	Abdomen Width (cm)	عرض شکم
۲۰	49.38 ± 0.67	Abdomen to Hump Height (cm)	ارتفاع کوهان تا زیر شکم

تخمین وزن شترها با استفاده از رگرسیون چندگانه: در جدول ۴، مقایسه کارایی مدل‌های رگرسیون چندگانه و روش تحلیل عامل اصلی در تخمین وزن شترهای پرواری ارائه‌شده است.

در برازش مدل‌های رگرسیون چندگانه از روش stepwise برای حذف تدریجی متغیرهای ناکارآمد در مدل استفاده گردید و در پایان همان‌طور که ملاحظه می‌شود متغیرهای دور سینه، ارتفاع کوهان، طول شانه تا لگن، طول دم، عرض لگن و ارتفاع کوهان تا زیر شکم از معادله رگرسیون حذف شد.

مقایسه بین مدل‌های رگرسیون برازش شده برای تخمین وزن شترهای پرواری از روی ابعاد بدن آن‌ها، نشان داد که بالاترین ضریب تعیین مدل معادل ۰/۹۲ برای مدل‌های شماره ۴ ، ۵ و ۶ برآورد شد. در بین سه مدل رگرسیون مذکور البته مدل شماره ۶ که در آن متغیرهای طول سر، طول بدن، عرض شکم، طول گردن، دور پوزه و ارتفاع شانه به‌عنوان متغیر پیش‌بینی کننده استفاده‌شده بود، دارای کمترین خطا (۱۲/۰۶) نسبت به سایر مدل‌ها است، بنابراین انتظار می‌رود که مدل مذکور نسبت به سایرین کارایی بالاتری در تخمین وزن شترهای پرواری داشته باشد.

جدول ۲- همبستگی بین زیست سنجه‌های بدنی اندازه گیری شده در شترهای پرواری

Table 2. Coefficients of correlation among morphometric traits in fattening camels

Abdomen to Hump height	Abdomen width	Pin width	Tail Length	Body Length	Weather to Pin Length	Hump Height	Weather Height	Breast Girth	Neck Length	Muzzle Girth	Head Length	trait	صفت
0.89**	0.89**	0.85**	0.80**	0.93**	0.90**	0.94**	0.89**	0.89**	0.89**	0.73**	0.79**	Body Weight	وزن بدن
0.78**	0.74**	0.72**	0.67**	0.72**	0.69**	0.77**	0.78**	0.79**	0.73**	0.70**		Head Length	طول سر
0.73**	0.72**	0.71**	0.65**	0.71**	0.68**	0.77**	0.79**	0.76**	0.66**			Muzzle Girth	دور پوزه
0.84**	0.81**	0.80**	0.76**	0.86**	0.84**	0.87**	0.84**	0.83**				Neck Length	طول گردن
0.86**	0.83**	0.83**	0.76**	0.86**	0.84**	0.90**	0.91**					Breast Girth	دور سینه
0.88**	0.82**	0.84**	0.77**	0.86**	0.83**	0.95**						Weather Height	ارتفاع شانه
0.90**	0.84**	0.84**	0.80**	0.89**	0.87**							Hump Height	ارتفاع کوهان
0.81**	0.84**	0.80**	0.75**	0.91**								Weather to Pin Length	طول شانه تا لگن
0.83**	0.86**	0.83**	0.75**									Body Length	طول بدن
0.73**	0.73**	0.70**										Tail Length	طول دم
0.84**	0.86**											Pin width	عرض لگن
0.81**												Abdomen width	عرض شکم

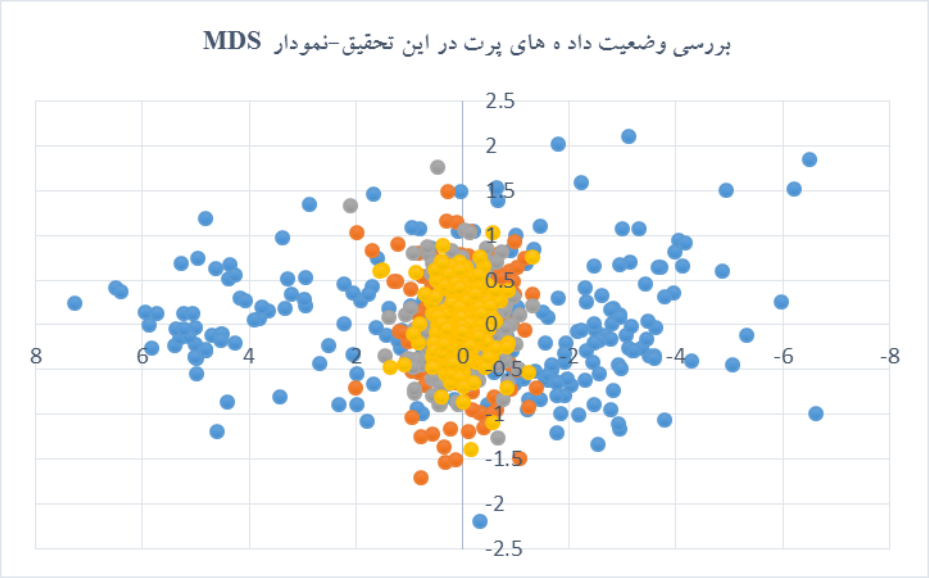
*significance level: P < ۰/۰۵; **significance level: P < ۰/۰۱

جدول ۴- مقایسه کارایی مدل‌های رگرسیون چندگانه و روش تحلیل مؤلفه اصلی در تخمین وزن شترهای پرواری.

Table 4. Comparison of stepwise multiple regression and principal component models on estimating weight of fattening camels

Model	Predictors	Models	R^2	SE
1	HL	BW=2.430 HL -232.790	0.87	15.67
2	HL, BL	BW=1.37HL+1.14BL-190.906	0.90	13.23
3	HL, BL,AW	BW=1.197HL+0845BL+1.121AW-177.004	0.91	12.57
4	HL,BL,AW,NEL	BW=1.061 HL+0.85BL+0.93AW+1.16NEL-192.864	0.92	12.32
5	HL,BL,AW,NEL,ML	BW= 0.941HL+0.758 BL+ 0.862AW+ 1.060 NEL+ 0.424ML-187.805	0.92	12.15
6	HL,BL,AW,NEL,ML,WH	BW= 1.227HL+0.773 BL+0.866 AW+1.250 NEL+ 0.417ML -0.41WH -180.793	0.92	12.06
Principal components as predictors				
1	PC_1	BW=-12.721 PC_1+88.94	0.92	12.32
2	PC_1, PC_2	BW=-12.721 PC_1 +6.45 PC_2+88.94	0.93	11.54

BW: body weight, HL: head length, ML: muzzle girth, NEL: neck length, BG: breast girth, WH: whither height, HH: height at hump, WPL: whither to pin length, BL: body length, TL: tail length, PW: pin width, AW: abdomen width. PC1: principal component 1, PC2: principal component2.



شکل ۱- تحلیل مولفه اصلی زیست سنجه‌های بدنی شترهای پرواری

Figure 1. Principal component analysis of fattening camel's body measurements

درصد خطای برآورد شده برای تخمین وزن شترهای یک کوهانه در مطالعه حاضر، در محدوده سایر گزارشات مشابه در دام‌های اهلی است. در یک پژوهش با استفاده از مدل رگرسیون با دقت ۰/۹۰ و میانگین اشتباه استاندارد (MSE) ۲/۴۴ وزن بدن بزها را از روی اندازه دور سینه، طول بدن، دور شکم و عرض لگن تخمین زدند که این گزارش با نتایج مطالعه حاضر در تخمین وزن شترهای یک کوهانه با استفاده از مدل رگرسیون مشابه است (Tsegaye و همکاران،۲۰۱۳). در مطالعه‌ای از رگرسیون چندگانه برای پیش‌بینی وزن بدن خرگوش‌ها استفاده کردند و با دقت ۰/۶۶ وزن خرگوش‌ها را تخمین زدند که دقت‌های گزارش‌شده در این مطالعات نسبت به نتایج ما در مورد شتر پرواری پایین‌تر است (Salau و همکاران،۲۰۱۸).

تخمین وزن شترها با استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی

وضعیت داده‌های پرت: نمودار وضعیت داده‌های پرت در مطالعه حاضر، در شکل ۱ نمایش داده‌شده است. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود وضعیت داده حاکی از این است که در نمودار پراکنش داده‌ها کلاستر وجود ندارد و پراکنش داده‌ها از وضعیت قابل قبولی برخوردار است.

نتایج تحلیل مؤلفه اصلی با استفاده از ۱۲ ویژگی بدنی اندازه‌گیری شده روی شترهای پرواری در جدول ۳ ارائه‌شده است. ازآنجاکه تمام ابعاد بدنی اندازه‌گیری شده در شترها با وزن آن‌ها همبستگی بالا و معنی‌داری داشت، لذا از تمام این صفات بیومتری در آنالیز مؤلفه اصلی استفاده شد. نتایج نشان داد که در صورت استفاده از همه صفات بیومتری اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر، مؤلفه اصلی اول ۸۲/۱ درصد و مؤلفه اصلی دوم ۳/۷۳ درصد و در مجموع بیش از ۸۵/۸ درصد از واریانس وزن بدن را در شترهای پرواری تبیین کردند.

جدول ۳- بردارهای ویژه مؤلفه‌های اصلی برای زیست‌سنجه‌های بدنی

Table 3. Eigen vectors of principal component for biometric measurements

صفت Trait	Trait	مؤلفه اصلی اولPC1	مؤلفه اصلی دوم PC2
طول سر	Head Length	0.26	0.47
دور پوزه	Muzzle Girth	0.26	0.66
طول گردن	Neck Length	0.29	-0.28
دور سینه	Breast Girth	0.30	0.05
ارتفاع شانه	Weather Height	0.30	0.11
ارتفاع کوهان	Hump Height	0.30	-0.02
طول شانه تا لگن	Weather to Pin Length	0.29	-0.34
طول بدن	Body Length	0.29	-0.28
طول دم	Tail Length	0.26	-0.16
عرض لگن	Pin Width	0.28	-0.04
عرض شکم	Abdomen Width	0.29	-0.11
ارتفاع کوهان تا زیر شکم	Abdomen to Hump Height	0.29	0.04
	Eigenvalue	9.85	0.44
	% of Total Variance	82.1	3.73

بر اساس جدول ۴ استفاده از عامل اصلی برای تخمین وزن شترها نشان داد که در حالتی که فقط از عامل اصلی اول در مدل استفاده شود، دقت مدل ۰/۹۲ و برابر با دقت مدل‌های منتخب رگرسیون خواهد بود، اما در صورت استفاده از عامل اصلی اول و دوم به‌طور هم‌زمان در مدل دقت پیش‌بینی‌ها تا ۰/۹۳ افزایش می‌یابد.

انجام مقایسه بین دقت مدل‌های رگرسیون خطی و استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی برای تخمین وزن شترها از روی ابعاد بدن آن‌ها نشان داد که در مقایسه با رگرسیون چندگانه، استفاده از مؤلفه اصلی در مدل دقت بالاتر (۰/۹۳ در مقایسه با ۰/۹۲) و خطای کمتری (۱۱/۵۴ در مقایسه با ۱۲/۰۶) را حاصل نموده است. در یک پژوهش با استفاده از چهار اندازه بیومتری سعی در تعیین معادله تابعیت وزن زنده از صفات طول بدن، محیط دور سینه، ارتفاع جدوگاه و محیط شکم در ۱۵۰ نفر از شترهای یک کوهانه نمودند (Moradi Sharbabak و همکاران،۲۰۱۵). نتیجه بررسی آن‌ها نشان داد که استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی در مواردی که هم‌راستایی در

متغیرهای پیش‌بینی کننده وجود دارد می‌تواند تا حد زیادی از خطای مدل بکاهد و برآورد دقیق‌تری از وزن دام را ارائه نماید.

در یک پژوهش از تحلیل مؤلفه اصلی و رگرسیون چندگانه برای بررسی رابطه بین وزن لاشه و شش صفت وزن زنده، طول بدن، دور سینه، دور ران، طول ساق پا و طول بال جوجه‌های گوشتی استفاده شد (Yakubu و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج گزارش‌شده توسط ایشان نشان داد که دو عامل اصلی درمجموع ۸۴/۵۰ درصد از تغییرات وزن لاشه جوجه‌ها را در مدل تبیین نمودند.

در یک پژوهش از اندازه‌گیری‌های مختلف بدن ۱۱۰ بوقلمون بومی نیجریه شامل طول بال، طول گردن، طول ساق، طول ران، طول بدن، طول منقار، طول سر و دور قفسه سینه برای تخمین وزن زنده آن‌ها استفاده شد (Ogah، ۲۰۱۱). تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان داد که اثر جنس در دقت مدل مؤثر است. سه عامل اصلی تعریف‌شده درمجموع به ترتیب ۸۰/۲۵، ۹/۸۵و ۳/۱۱ درصد از تغییرات صفت وزن را تبیین نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از روش رگرسیون با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی در مقایسه با رگرسیون چندگانه روش مناسبی جهت تخمین وزن شترهای پرواری از روی ابعاد بدنی آن‌ها است. استفاده از این روش علاوه بر آن‌که هم‌راستایی احتمالی بین متغیرهای پیش‌بینی کننده را در مدل از بین می‌برد، امکان کاهش متغیرها و سهولت تخمین وزن و افزایش دقت انتخاب را نیز به همراه خواهد داشت.

منابع

Atta, M. and el-Khidir, O.A. 2004. Use of heart girth wither height and scapuloischial length for prediction of love weight of Nilotic sheep. Small Ruminant Research, 55(1):233-237.

Bahashwan, S., Alrawas, A.S., Alfadli, S. and Johnson, E.S. 2016. Dofari cattle growth curve prediction by different nonlinear model functions. Livestock Research, 27(12).

Bitaraf Sani, M., Harofte, J.Z., Banabazi, M.H., Esmaeilkhanian, S., Naderi, A.S., Salim, N. and Faghihi, M.A. 2021. Genomic prediction for growth using a low-density SNP panel in dromedary camels. Scientific Reports, 11(1): 1-14.

Cannas, A. and Boe, F. 2003. Prediction of the relationship between body weight and body condition score in sheep. Italian Journal of Animal Sciences, 2: 527-529.

FAO. 2019. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISBN 978-92-5-131789-1.

FAO. 2021. Statistical year book world food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISBN 978-92-5-134332-6.

Faye, B. 2013. Camel Farming Sustainability: The Challenges of the Camel Farming System in the XXIth Century. Journal of Sustainable Development, 6(12): 74-82.

Franicis, J., Sibanda, S., Hermansen, J. and Kristrerrsen, T.E. 2002. Estimating body weight of cattle using linear body measurements. Zimbabwe Veterinary Journal, 33:15-

Iqbal, Z.M., Javed, K., Abdollah, M., Ahmad, N., Ali, A., Khalique, A., Aslamand, N. and Younas, U. 2014. Estimation of body weight from different morphometric measurement in Kali lambs. Journal of Animal and Plant Science, 24(3): 700-703.

Kadim, I.T., Mahgoub, O. and Purchas, R.W. 2008. A review of the growth and the carcass and meat quality characteristics of the one humped camel. Meat Science, 80(3): 555-69.

Khodai, S.A. 2004. The report on camel production systems and the socio-economics of camel herders in the Islamic Republic of Iran. Cardn /Acsad / Camel, 107: 4–10.

Kohler-Rollefson, I., Mundy, P. and Mathias, E. 2001. A Field Manual of Camel Diseases. London, U.K., Intermediate Technology Group Publishing, pp. 254.

Littell, R.C., Freund, R.J. and Spector, P.C. 1991. SAS System for Linear Model. 8th Edition, SAS Institute Inc., Cary.

Mahmoud, M.A., Shaba, P. and Zubairu, U.V. 2014. Live body weight estimation in small ruminant: areview. Global Journal of Animal Scientific Research, 2(2).

Moradi Sharbabak, H., Moghbeli, H., Moradi Sharbabak, M., Miraie Ashtiani, S.R. 2015. Determination of camel weight regression equation using biometrical traits of Yazdi camel breed by multivariate linear regression analysis based on the principal component analysis. Animal Science Journal (Pajuhesh and Sazandegi),108:25-34.(In Persian).

Ogah, D.M. 2011. Assessing size and conformation of the body of Nigerian indigenous turkey. Slovak Journal of Animal Science, 44 (1): 21-27.

R-Cran. 2019. R-3.5.3 for Windows (32/64 bit). Package source: ggfortify_0.4.14.tar.gz.

Salau, J., Haas, J., Junge, W., Bauer, U., Harms, J. and Bieletzki, S. 2014. Feasibility of automated body trait determination using the SR4K time-of-flight camera in cow barns. Springer Plus, 3: 225.

Salehi, M. and Gharahdaghi, A.A. 2013. Camel Production Potential and Recent Research in Iran. Available online: ttp://agris.fao.org/agris-search (12 Jan 2022).

Snedecor, S.W. and Cochran, W.G. 1989. Statistical method s. 8th Edition, Iowa state University Press. USA.

SPSS. 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp (Released 2016).

Tsegaye, D., Belay, B. and Haile, A. 2013. Linear body measurement as predictor of body weight in Haraghe Highland goat under farmer's environment Ethiopia. Global Veterinarian, 11(5): 649-656.

Yakubu, A., Kingsley, K.O. and Agade, Y.I. 2009. Using factor scores in multiple linear regression models for predicting the carcass weight of broiler chickens using body measurements. Revista UDO Agrícola, 9 (4): 963-967. 2009.