نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۵، تابستان ۱۴۰۱
ص‌ص: ۱۵~۲۶

بررسی کارایی هوش مصنوعی در تخمین ابعاد بدن گاوهای سیستانی

- **مهدی خجسته کی**
بخش تحقیقات علوم دامی-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم-سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی قم-ایران.
- **مرتضی کیخاصابر** (نویسنده مسئول)
بخش تحقیقات علوم دامی-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان -سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی -زابل-ایران.
- **سعید اسماعیل خانیان**
بخش تحقیقات اصلاح نژاد- موسسه تحقیقات علوم دامی ایران- سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی -کرج-ایران.
- **نادر اسد زاده**
بخش تحقیقات مدیریت و پرورش- موسسه تحقیقات علوم دامی ایران- سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی -کرج-ایران .
- **محمد حسین بنابازی**
بخش تحقیقات اصلاح نژاد- موسسه تحقیقات علوم دامی ایران- سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی -کرج-ایران.
- **اسحق نخزری**
بخش تحقیقات علوم دامی-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان-
سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی -زابل-ایران.

تاریخ دریافت : فروردین ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش : مهر ۱۴۰۰
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۱۲۱۷۰۱۰
Email: saber2267@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2021.354116.2145

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی امکان استفاده از فناوری ماشین بینایی در اندازه‌گیری ابعاد بدنی گاوهای سیستانی انجام شد. بدین منظور، رکورد ابعاد بدن شامل طول، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل و دور سینه ۱۷۹ راس دام موجود در ایستگاه پرورش گاو سیستانی زهک، در مقاطع زمانی مختلف، با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد. هنگام رکوردبرداری تصاویری از نمای جانبی هر یک از دام‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال Canon و از فاصله ۲ متری دام‌ها تهیه شد. پردازش و استخراج خصوصیات عددی از تصاویر با استفاده از امکانات نرم افزار متلب انجام شد. خصوصیات تصاویر دیجیتال به عنوان ورودی و ابعاد مختلف بدن گاوها به عنوان خروجی شبکه عصبی مصنوعی در مرحله آموزش و برازش مدل مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که ازمجموع ۲۲ ویژگی استخراج شده از تصاویر گاوهای سیستانی، تعداد ۱۵ ویژگی که مهمترین آنها شامل قطر معادل، طول محور اصلی، طول محور فرعی، جعبه محاطی، مساحت قسمت محدب، مساحت ناحیه پرشده، محیط تصویر، مساحت تصویر و تعداد نقاط سفید تصویر بود با ابعاد بدن گاوها همبستگی بالا و معنی داری داشتند- (P<۰/۰۱). ابعاد بدن گاوهای سیستانی شامل طول بدن، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل و دور سینه به ترتیب با دقت ۰/۹۸، ۰/۹۷، ۰/۹۷و ۰/۹۸ درصد توسط مدل شبکه عصبی مصنوعی تخمین زده شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که فناوری هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای ارزیابی بیومتریک گاوهای سیستانی عمل کرده و در صرف وقت و هزینه‌های مربوطه صرفه‌جویی نماید.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، شبکه عصبی مصنوعی، زیست سنجی، گاو.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 135 pp: 15-26

Evaluation of the efficiency of artificial intelligence in estimating the body dimensions of Sistani cows

By:Mahdi khojastekei[1], Morteza Keikhasaber*[2], Saeed esmaeil khanian[3], Nader asad zadeh[4], Mohamadhosein banabazi[5], Eshagh Nakhzari[2]

1: Animal Science Research Department- Qom Agricultural and Natural Resources Research Center-Agricultural Research, Education and Extension Organization-Qom-Iran

2: Animal Science Research Department- Sistan Agricultural and Natural Resources Research Center-Agricultural Research, Education and Extension Organization-Zabol-Iran

3: Research, Education Genetics Research Department- Animal Science Research Institute of Iran-Agricultural and Extension Organization-Karaj-Iran

4: Management and Breeding Research Department- Animal Science Research Institute of Iran-Agricultural and Extension Organization-Karaj-Iran

5: Research, Education Genetics Research Department- Animal Science Research Institute of Iran-Agricultural and Extension Organization-Karaj-Iran

Received: April 2021 **Accepted: October 2021**

This research was conducted to investigate the possibility of using visual machine technology in measuring the body dimensions of Sistani cows. For this purpose, the record of body dimensions including length, shoulder height, hip height and chest circumference of 179 heads of livestock in Zahak Sistani cow breeding station, were measured at different time points, using a tape meter. At recording time, digital images were taken using the canon camera from the lateral view of cattle from distance of 2 meters. Digital image processing and feature extraction were performed using Graphical Unit Interference of MATLAB software. The feature of digital images as input and different body dimensions of cows as output of Artificial Neural Network (ANN) were used in the training and modeling phase. The results showed that, out of 22 features extracted from the images of Sistani cows, the 15 effective features, such as Equivalent Diameter, Major Axis Length, Minor Axis Length, Bounding Box, Convex Area, Filled Area, Area, Perimeter, and the number of white pixels of image (NNZ) had a significant correlation with the body dimensions of the Sistani cow($p<0.01$). Body dimensions of Sistani cows including body length, shoulder height, hip height, and chest girths were estimated with accuracy of 0.98, 0.97, 0.97and 0.98%, by the ANNs model, respectively. The results of the present research showed that Artificial Intelligence Technology can act as a suitable alternative to biometric evaluation of Sistani cows and save time and relevant costs.

Key words: Image processing, Artificial Neural Network, Biometry, cow.

مقدمه

گاو سیستانی از جمله گاوهای کوهان‌دار و متعلق به گونه بوس ایندیکوس یا زیبو می باشد.گاوهای سیستانی قرن‌ها بصورت آزاد در دشت و کنار تالاب هامون در شمال استان سیستان و بلوچستان زندگی گروهی وگله‌ای داشته و این موضوع باعث شده است که مهار و نگهداری آنها در دامداری‌ها و محیط‌های بسته با مشکل مواجه شود.

لذا انجام تیمارهای روزمره در دامداری نظیر وزن‌کشی، خون-گیری، زایمان، سم‌چینی، واکسیناسیون و درمان، شیردوشی و ثبت بیومتری این گاوها با دشواری‌هایی همراه باشد (بزی و همکاران، ۱۳۸۵).

بین صفات بیومتری با صفات مهم تولیدی در دام‌های اهلی همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی معنی‌داری وجود دارد(Ozkaya, 2012). لذا اندازه‌گیری این صفات در رکورد برداری‌های روزانه از انواع دام و از جمله گاوهای سیستانی امری متداول است. بر اساس مطالعه Verma و همکاران (۲۰۱۵) بین ابعاد بیومتری گاوهای شیری و نمره وضعیت بدنی آنها همبستگی معنی‌داری

وجود داشته و ایشان موفق شدند با استفاده از اطلاعات بیومتری گاوها نمره بدنی آنها را تخمین بزنند. همچنین بر اساس نتایج مطالعه Tsegayeh و همکاران(۲۰۱۳) همبستگی فنوتیپی معنی-داری بین اطلاعات بیومتری بزهای شیری با وزن بدن آنها وجود داشت و ایشان موفق شدند با استفاده از مدل‌های ریاضی وزن بدن بزها را از روی برخی ابعاد و اندازه های بدنی آنها تخمین بزنند.

با توسعه علوم رایانه و هوش مصنوعی این فرض تقویت شده است که شاید بتوان روش جایگزینی برای بیومتری گاوهای سیستانی بجای استفاده از متر معرفی نمود. هوش مصنوعی و روش‌های یادگیری ماشین می‌تواند بجای انسان عمل کرده و از طریق پردازش تصویر براحتی مساحت و محیط بدن دام را از روی خصوصیات تصاویر دیجیتال آنها تخمین بزند. پردازش تصویر یکی از زیر مجموعه‌های بینایی ماشین است که از خصوصیات تصاویر آنالوگ و دیجیتال برای تشخیص اشیاء و موضوعات، دسته بندی آنها و یا تخمین مقادیر استفاده می کند (Gonzalez and Woods, 2002). استفاده از هوش مصنوعی برای رکوردبرداری از صفات تولیدی دام‌ها و پرندگان اهلی در مطالعات مختلف بررسی شده است. برای مثال Negretti و همکاران (۲۰۰۷) از پردازش تصویر برای تعیین برخی صفات ظاهری و تخمین وزن زنده و لاشه خرگوش‌ها استفاده کردند. نتایج نشان داد که بین اندازه‌های متریک و اندازه های پردازش تصویر تنها ۳/۵ درصد انحراف وجود داشت. همبستگی بین اندازه‌های بدست آمده از روی تصویر با اندازه های متریک بدن خرگوش‌ها ۹۲ تا ۹۹ درصد برآورد شد.

همچنین Fioretti و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش پردازش تصویر و کمک گرفتن از ارتباط خطی بین وزن دام و دور سینه موفق شدند تا دور سینه گوساله‌های پرواری را از روی تصاویر آنها با دقت بیش از ۹۸ درصد برآورد نموده و در مرحله بعد با استفاده از روابط رگرسیون وزن گاوها را از روی ابعاد بدن آنها تخمین بزنند. Tasdemir و همکاران (۲۰۱۱) اندازه های بدن گاوهای هلشتاین را با استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر دیجیتال و مدل های رگرسیون برآورد نمودند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که بین اندازه‌های واقعی ارتفاع شانه، ارتفاع کپل، طول بدن و عرض کپل گاوها و برآورد ابعاد آنها از روش هوش مصنوعی به ترتیب ۹۷/۷ درصد، ۹۸ درصد، ۹۸/۸ درصد و ۹۵/۲ درصد همبستگی وجود دارد.

در تحقیق دیگری با استفاده از روش پردازش تصویر، وزن گوساله های ماده هنگام تولد، هنگام شیرگیری و در ۲۴ هفتگی به ترتیب با دقت ۶۰، ۹۲ و ۹۸ درصدتخمین زده شد (Ozkaya,2012). در کشور ما تاکنون مطالعه ای برای بیومتری گاو با استفاده از روش هوش مصنوعی انجام نشده است، لذا این مطالعه برای اولین بار با هدف امکان سنجی تخمین ابعاد بدن گاوهای سیستانی با استفاده از فناوری پردازش تصویر در ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد گاو سیستانی زهک به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

رکوردبرداری فنوتیپی و تصویر برداری

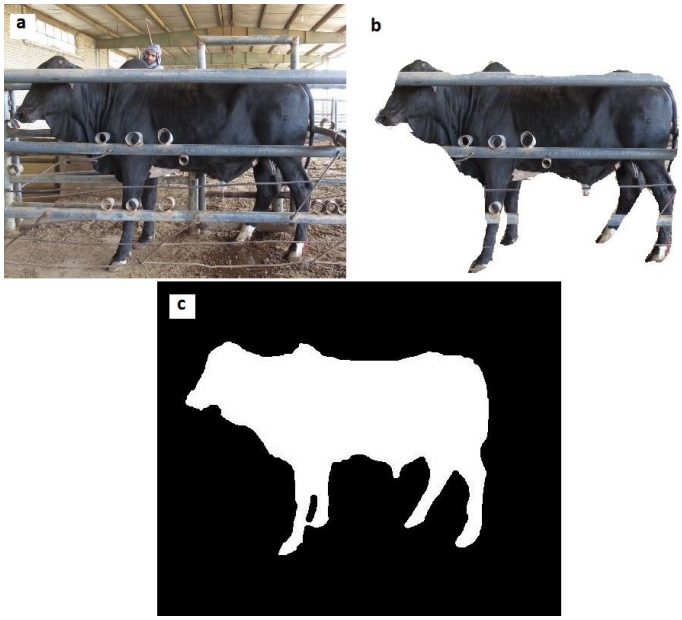
برای انجام این تحقیق ازگاوهای سیستانی موجود در ایستگاه پرورش گاو سیستانی زهک استفاده شد. در ایستگاه مذکور ۱۷۹ راس دام شامل گوساله، جوانه، تلیسه، دام مولد نر و ماده نگهداری می شدکه رکوردبرداری از آنها تقریبا هر سه ماه یک بار انجام شد. رکوردبرداری یک سال به طول انجامید. تعداد رکوردها برای همه دام های موجود در گله یکسان نبود چه بسا از یک دام ۳ بار و در ۳ مقطع زمانی رکوردبرداری شد و از یک دام نر ناآرام فقط یک بار رکوردگیری شد. از آنجا که هر دام بصورت تصادفی و در مقاطع زمانی مختلف مورد وزن کشی قرار گرفت تعداد مشاهدات از هر دام مشخص نبود اما مهم این بود که اولا توزیع مناسبی از دام ها در سنین مختلف داشته باشیم و ثانیا از هر دام مورد وزن کشی در سن مشخص تصویر تهیه شود. بنابر این لزومی به داشتن رکورد مساوی از تک تک دام های ایستگاه نبود و در مقاطع زمانی مختلف با توجه به تغییر ابعاد و وزن دام ها لاجرم رکوردهای جدیدی در اختیار قرار می گرفت. در زمان رکوردبرداری گاوها با استفاده از متر نواری مورد بیومتری قرارگرفته و همزمان از نمای جانبی گاوها تصاویری با استفاده از

دوربین دیجیتال Canon و از فاصله ثابت ۲ متری تهیه وثبت شد. دام های مورد رکوردبرداری شامل گاوهای مولد و نیز گوساله های آنها از سن یک روزگی تا یک سالگی بود. در این مدت مجموعه ۳۵۸ رکورد ازصفات مختلف بیومتری برای گاوها ثبت گردید.

آماده سازی و ویرایش اولیه تصاویر

قبل از انجام آنالیز تصویر، ابتدا هر عکس به حافظه رایانه منتقل شد و پس از فراخوانی ویرایش های لازم جهت بهتر شدن کیفیت عکس در مورد آن انجام گرفت. این مراحل برای همه تصاویر گرفته شده بصورت مجزا و بر اساس شرایط عکس برداری انجام شد. برخی اقدامات لازم برای ویرایش اولیه تصاویر شامل جدا کردن تصویر اصلی از پس زمینه، تنظیم بزرگنمایی تصویر، تغییر رنگ تصویر، و فیلترینگ و قطعه بندی به منظور استفاده از بخشی از یک تصویر بود که با استفاده از رابط گرافیکی GUI[1] در محیط نرم افزاری MATLAB انجام شد. در شکل۱ نمونه ای از مراحل آماده سازی تصویر نمایش داده شده است.

[1] Graphical user interface



شکل ۱ – نمونه ای از مراحل آماده سازی تصویر گوساله های سیستانی: به ترتیب تصویر رنگی (a)، تصویر قطعه بندی شده (b) و تصویر سیاه و سفید (c).

استخراج خصوصیات از تصاویر و انتخاب خصوصیات موثر

خصوصیات عددی هر تصویر با استفاده از برخی توابع و دستورات موجود در محیط GUI نرم افزار متلب استخراج شد. تعداد ۲۲ ویژگی مختلف از خصوصیات شکل شناسی تصاویر گاوها استخراج شد. برخی از مهمترین خصوصیات شکل شناسی شامل میانگین، انحراف معیار، فاصله ها، زاویه ها، مساحت، محیط، طول محور اصلی[۲]، طول محور فرعی[۳]، قطر معادل[۴]، میزان گریز از مرکز[۵] و میزان سختی[۶] بود. از بین ۲۲ ویژگی انتخاب شده تنها برخی از این ویژگی‌ها که با ابعاد بدن گاوهای سیستانی ارتباط بیشتری داشت، به عنوان ویژگی‌های موثر انتخاب شدند. انتخاب ویژگی‌های موثر با استفاده از بررسی ضریب همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت.

انجام داده کاوی اطلاعات

داده‌کاوی اطلاعات با هدف کشف ارتباط ریاضی بین خصوصیات استخراج شده حاصل از یک تصویر با خصوصیات مرتبط با صفات بیومتری گاوها سیستانی انجام شد. مراحل داده‌کاوی با استفاده از روش های تخمین موجود در محیط شبکه عصبی مصنوعی نرم افزار متلب انجام شد. شبکه عصبی پیش بینی شده از نوع "شبکه عصبی پیش خور"[۷] بود که با الگوریتم "پس انتشار خطا"[۸] آموزش داده شد که می تواند تخمین‌گر خوبی برای اغلب مدل های خطی و غیر خطی باشد (منهاج، ۱۳۹۱). تابع مورد استفاده در لایه دوم از نوع سیگموئیدی و در لایه سوم از نوع خطی بود. اطلاعات ورودی به شبکه عصبی مصنوعی شامل خصوصیات انتخاب شده از تصاویر و اطلاعات خروجی شبکه شامل ابعاد و اندازه های بیومتری گاوها بود که در آموزش شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت. در تعیین نرون های لایه میانی(لایه مخفی) نیز در نهایت مدل شبکه عصبی که دارای بالاترین دقت و کمترین خطا بود به عنوان مدل نهایی جهت تخمین ابعاد بیومتری گاوها از روی تصاویر دیجیتال معرفی شد.

[2] Major axis length
[3] Minor axis length
[4] Equivalent diameter
[5] Eccentricity
[6] Solidity

[7] Feed-forward neural network
[8] Back propagation

معیار انتخاب بهترین مدل بالاترین ضریب تعیین مدل (R^2) و کمترین مجموع مربعات خطا (MSE) یک مدل در مقایسه با سایر مدل های موجود بود.

برای توسعه مدل شبکه عصبی مصنوعی از مجموع ۳۵۸ رکورد موجود، به استثنای ۴۳ رکورد که از آنها برای آزمون عملی مدلها استفاده شد، مابقی شامل ۳۱۵ رکورد برای طراحی مدل های مختلف شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفت. از این تعداد ۸۰ درصد داده ها برای آموزش، ۱۰ درصد برای اعتبارسنجی و ۱۰ درصد برای تست مورد استفاده واقع شد.

نتایج و بحث

نتایج مطالعات پردازش تصویر

در جدول ۱ ویژگی‌های استخراج شده همراه با ضریب همبستگی آنها با صفت مورد مطالعه شامل وزن بدن و ابعاد بدنی گاوها ارائه شده است. مجموعه ویژگی‌های تصاویر در جدول ۱ برای دونوع تصویر سیاه و سفید و تصاویر لبه گذاری شده بصورت مجزا استخراج شد و در مجموع ۲۲ ویژگی منحصر بفرد از تصاویر استحصال گردید. میزان و شدت همبستگی بین خصوصیات استخراج شده از تصاویر و صفات مورد مطالعه متفاوت بود و از حداقل ۰/۰۱ تا حدکثر ۰/۹۶ تغییر می‌کرد. ویژگی‌های مرتبط با ابعاد بدن گاوها که دارای همبستگی معنی‌دار و بالاتری بودند در طراحی مدل ها مورد استفاده قرار گرفتند. در این رابطه برای ابعاد بدن گاوها از ۱۵ ویژگی استخراج شده از تصاویر که دارای همبستگی بیش از ۰/۸ با صفت مورد مطالعه بودند، به عنوان ورودی شبکه عصبی استفاده شد. در جدول۱ تعداد ۱۵ ویژگی موثر انتخاب شده با علامت * از مابقی ویژگی‌ها متمایز شده اند. برخی از ویژگی‌های اصلی استفاده شده برای تخمین ابعادبدنی گاوها شامل مساحت، محیط، قطر معادل، طول محور فرعی، طول محور اصلی، تعداد نقاط غیر صفر و فاصله اقلیدسی بود. از آنجا که خصوصیات شکل شناسی انتخاب شده عمدتا با ابعاد تصویر مرتبط هستند واز طرفی افزایش وزن بدن گاوها در سنین مختلف با افزایش حجم و ابعاد بدن آنها همراه است، لذا وجود همبستگی مثبت و بالا بین ویژگی های شکل شناسی استخراج شده از تصاویر با ابعاد بدن حیوان درسنین مختلف قابل پیش بینی بود. این همبستگی‌های مثبت و بالا مبنای تهیه مدل ریاضی است که بر اساس آن با تغییرات اندازه بدن گاوها درسنین مختلف نظیر تغییر مساحت بدن، تغییر محیط و نظایر آن بتوان ابعاد بدن در سنین مختلف را تخمین زد. مطالعه Cannas and Boe (2003) نشان داد که ارتباط معنی داری بین تغییر حجم و مساحت بدن دام های اهلی با تغییرات وزن آنها وجود دارد و با تکیه بر این ارتباط ایشان موفق به تخمین وزن گوسفندان از روی اندازه های بدنی آنها شدند.

جدول ۱- خصوصیات استخراج شده از تصاویر برای تخمین ابعاد بدن گاوهای سیستانی.

نوع تصویر	ویژگی استخراج شده	معادل لاتین	طول بدن	ارتفاع شانه	ارتفاع کپل	دورسینه
سیاه و سفید	مساحت		۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۵
	محیط		۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۸۶
	قطر معادل		۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۵
	طول محور اصلی		۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۹۳
	طول محور فرعی		۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۸۸
	جعبه محاطی		۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۴
	مساحت محدب		۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۹۴
	سختی		-۰/۰۴	-۰/۱۷	-۰/۱۶	-۰/۱۰
	مقدار ناحیه پر شده		۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۹	۰/۹۵
	تعداد پیکسل سفید		۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۹	۰/۹۵
	تعداد پیکسل سفید اسکلت		۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۸۵
لبه گذاری شده	مساحت		۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۸۷
	محیط		۰/۶۵	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۶۰
	قطر معادل		۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۷
	طول محور اصلی		۰/۹۱	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۹۰
	طول محور فرعی		۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹
	جعبه محاطی		۰/۳۱	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۲۳
	مساحت محدب		۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۹۴
	سختی		۰/۱۳	-۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۳
	مقدار ناحیه پر شده		۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۸۱
	تعداد پیکسل سفید		۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۸۷
	فاصله اقلیدسی		-۰/۹۳	-۰/۹۳	-۰/۹۲	-۰/۹۴

- ویژگی های موثر استفاده شده در طراحی مدل ها با علامت * مشخص شده است.

نتایج مطالعات متعدد در خصوص تخمین ابعاد بدن گاوهای سیستانی نشان می دهد که ویژگی های شکل شناسی در اغلب موارد با تغییرات ابعاد و اندازه بدن دام مورد مطالعه ارتباط ریاضی معنی داری دارد. Forbes و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از پردازش تصویر واستخراج خصوصیات شکل شناسی در خصوص تخمین محصول میوه باغات تحقیق کردند. در این بررسی ویژگی های شکل شناسی شامل مساحت، محیط، میزان انحنا، میانگین و فاصله اقلیدسی به عنوان ویژگی های موثر برای تخمین وزن محصول میوه مورد استفاده قرارگرفت. خجسته کی و همکاران(۱۳۹۵) با استفاده از خصوصیات شکل شناسی استخراج شده از تصاویر دیجیتال و شبکه عصبی مصنوعی اقدام به تخمین وزن گوسفندان زندی نمودند. Hao و همکاران(۲۰۱۶) با کمک گرفتن از خصوصیات شکل شناسی موفق به تخمین اندازه های بدنی در ۴ نوع ماهی مختلف شدند و برای این منظور از ویژگی

هایی نظیر مساحت، محیط و تعداد نقاط غیر صفر تصویر استفاده نمودند. Khojastehkey و همکاران(۲۰۱۵) از خصوصیات شکل شناسی شامل مساحت، محیط، طول محور اصلی، طول محور فرعی و فاصله اقلیدسی برای تخمین مساحت پوست بره های نوزاد در گوسفندزندی استفاده نمودند. تمام این گزارش ها نتایج مطالعه حاضر در خصوص اثر بخشی و ارتباط بالای ویژگی های شکل شناسی استخراج شده از تصاویر دیجیتال با اندازه های بدنی گاوهای سیستانی را تأیید می کند.

برازش مدل شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین ابعاد مختلف بدن گاوهای سیستانی

در جدول ۲ مشخصات شبکه‌های عصبی مصنوعی آموزش داده شده برای تخمین طول بدن، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل و دور سینه گاوهای سیستانی ارائه شده است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر دقت شبکه عصبی مصنوعی آموزش داده شده برای تخمین طول بدن در گاوهای سیستانی در مراحل آموزش، اعتبارسنجی، آزمون و مجموع مراحل به ترتیب ۰/۹۸۴، ۰/۹۷۴، ۰/۹۸۰ و۰/۹۸۲ برآورد شد. همچنین دقت شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین ارتفاع شانه در مراحل آموزش، اعتبارسنجی، آزمون و مجموع مراحل به ترتیب ۰/۹۶۷، ۰/۹۷۰، ۰/۹۶۷ و۰/۹۶۸ برآورد شد. میزان دقت شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین ارتفاع کپل و دور سینه گاوهای سیستانی به ترتیب ۰/۹۷۵ و ۰/۹۸۲ برآورد شد.

جدول۲- دقت شبکه عصبی مصنوعی در مراحل آموزش، اعتبار سنجی و آموزش برای تخمین ابعاد مختلف بدن گاوهای سیستانی

صفت	ترکیب شبکه عصبی مصنوعی	دقت شبکه در مرحله آموزش	دقت شبکه در مرحله اعتبارسنجی	دقت شبکه در مرحله تست	دقت شبکه در مجموع مراحل
طول بدن	۱-۱۴-۱۵	۰/۹۸۴	۰/۹۷۴	۰/۹۸۰	۰/۹۸۲
ارتفاع شانه	۱-۱۰-۱۵	۰/۹۶۷	۰/۹۷۰	۰/۹۶۷	۰/۹۶۸
ارتفاع کپل	۱-۱۰-۱۵	۰/۹۸۱	۰/۹۴۶	۰/۹۵۵	۰/۹۷۵
دور سینه	۱-۱۰-۱۵	۰/۹۸۴	۰/۹۸۰	۰/۹۷۵	۰/۹۸۲

آزمون عملی شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین ابعاد مختلف بدن گاوهای سیستانی

نتایج آزمون عملی شبکه‌های عصبی مصنوعی در تخمین طول، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل و دور سینه گاوهای سیستانی در جداول ۳ تا ۶ ارائه شده است. برای آزمون عملی شبکه های عصبی مصنوعی، خصوصیات استخراج شده از ۴۳ تصویر منحصربفرد گاوهای سیستانی که قبلا در مراحل آموزش شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار نگرفته بود، به مدل‌های نهایی شبکه عصبی مصنوعی ارائه شد و میزان خطای عملی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در آزمون عملی شبکه های عصبی مصنوعی آموزش یافته برای تخمین طول بدن، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل و دور سینه گاوهای سیستانی به ترتیب ۰/۳۵، ۰/۶۴-، ۱/۰۳ و ۱/۰۸- سانتی متر خطا داشتند. حداقل خطای شبکه عصبی مصنوعی ۰/۳۲ درصد برای تخمین طول بدن و حداکثر آن ۱/۱ درصد برای تخمین ارتفاع کپل گاوها ثبت شد و در مجموع تمام شبکه های عصبی مصنوعی در مرحله آزمون عملی نیز همانند مرحله آموزش از دقت مناسبی در تخمین ابعاد بیومتری گاوهای سیستانی برخوردار بودند.

جدول۳-مقایسه انحراف طول تخمینی و طول واقعی گاوها توسط مدل نهایی.

طول دامها(سانتیمتر)			متوسط انحراف از طول واقعی		حداکثر انحراف	
کمتر از ۹۰	۹	۷۴/۲۲	۱/۷۷	-۰/۴۲	۷/۷۴	۲/۳۸
۹۰ تا ۱۲۰	۲۰	۱۰۴/۴۰	۰/۳۸	-۰/۴۳	-۱۴/۶۰	۰/۳۶
بیش از ۱۲۰	۱۴	۱۳۲/۱۴	-۰/۶۰	-۰/۸۱	/۶	۰/۴۵
متوسط		۱۰۷/۱۲	۰/۳۵			۰/۳۲

جدول٤-مقایسه انحراف ارتفاع تخمینی و ارتفاع واقعی شانه گاوها توسط مدل نهایی.

ارتفاع شانه(سانتیمتر)	تعداد مشاهدات	متوسط ارتفاع شانه واقعی	متوسط انحراف ازارتفاع واقعی		حداکثر انحراف	
کمتر از ۱۰۰	۱۱	۸۸/۵۵	-۱/۵۰	۰/۳	۱۱/۴۴	۱/۶۹
۱۰۱ تا ۱۲۰	۱۵	۱۱۱/۹۳	۰/۱۵	-۰/۸۶	-۱۱/۶۲	۰/۱۳
بیش از ۱۲۰	۱۷	۱۲۵/۸۲	-۰/۷۸	۰/۵۱	-۹/۴۱	۰/۶۲
متوسط		۱۱۱/۴۴	-۰/۶۴			۰/۵۷

جدول۵-مقایسه انحراف ارتفاع تخمینی و ارتفاع واقعی کپل گاوها توسط مدل نهایی.

ارتفاع کپل(سانتیمتر)		متوسط ارتفاع واقعی کپل	متوسط انحراف ازارتفاع واقعی		حداکثر انحراف	
کمتر از ۱۰۰	۹	۸۸/۲۲	۲/۵۰	-۱/۴۷	۷/۸۶	۲/۸۳
۱۰۱ تا ۱۲۵	۱۶	۱۱۶/۸۱	۰/۸۱	-۰/۳۵	۱۰/۶۱	۰/۶۹
بیش از ۱۲۵	۱۸	۱۳۲/۶۱	۰/۴۸	۰/۲۷	۶/۹۶	۰/۳۶
متوسط		۱۱۷/۴۴	۱/۰۳			۱/۱۰

جدول٦- مقایسه انحراف اندازه تخمینی و اندازه واقعی دور سینه گاوها توسط مدل نهایی.

دور سینه(سانتیمتر)		متوسط دور واقعی سینه	متوسط انحراف از اندازه واقعی			
۸۰ تا ۱۱۰	۱۰	۹۴/۵۰	-۱/۵۵	-۱/۲۴	-۱۲/۰۷	۱/۶۴
۱۱۱ تا ۱۴۰	۱۲	۱۲۹/۱۷	۳/۴۸	۲/۵۲	۱۵/۰۱	۲/۶۹
بیش از ۱۴۰	۲۱	۱۶۳/۴۳	-۳/۴۷	۱/۴۵	-۱۹/۳۹	۲/۱۲
متوسط		۱۳۷/۸۴	-۱/۰۸			۰/۷۸

تا کنون گزارشی مبنی بر استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین اندازه های بیومتری در گاوهای سیستانی ارائه نشده است، اما نتایج مطالعات بر روی سایر دام های اهلی نشان می دهد که دقت های بدست آمده برای بیومتری گاوهای سیستانی در مطالعه حاضر با سایر گزارشات مشابه در این زمینه تطابق داشته و حتی در پاره ای موارد بالاتر و مناسب تر است.برای مثال Tasdemir و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه ای به اندازه گیری ابعاد بدن گاوهای هلشتاین با استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر دیجیتال پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد بین برآورد اندازه های ارتفاع شانه، ارتفاع کپل، طول بدن و عرض کپل از روش هوش مصنوعی با اندازه‌های واقعی گاو به ترتیب ۹۷/۷ درصد، ۹۸ درصد، ۹۸/۸ درصد و ۹۵/۲ درصد همبستگی وجود داشت (تاسدمیر و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه دیگری Negretti و همکاران (۲۰۰۷) از پردازش تصویر برای تعیین برخی صفات ظاهری و تخمین ابعاد خرگوش ها استفاده نمودند. نتایج نشان داد که تنها ۳/۵ درصد بین اندازه گیری های متریک و اندازه های تخمینی بدن خرگوش‌ها با استفاده از پردازش تصویر انحراف وجود دارد. Ozkaya (2008) با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال اقدام به تخمین ابعاد بدن گوساله ها نموده و نتایج نشان داد که ابعاد بدن گوساله ها با استفاده از پردازش تصویر در مقاطع سنی مختلف شامل تولد، هنگام شیرگیری و در ۲۴ هفتگی به ترتیب با دقت ۶۰، ۹۲ و ۹۸ درصدتخمین زده شد. Bewley و همکاران (۲۰۰۸) از ۲۳ نقطه تعیین کننده وضعیت آناتومی در تصاویر دیجیتال و از نمای فوقانی گاوها برای تعیین وضعیت بدنی آنها استفاده کردند و زوایای مختلف بدن گاو را با خطای کمتر از ۸ درصد تخمین زدند. همچنین Shelley (2016) با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال از نمای فوقانی گاوها موفق شد با دقت بیش از ۹۰ درصد نمره بدنی گاوهای شیری را برآورد نماید.

دقت مدل‌های مورد بررسی در مطالعه حاضر مبتنی بر استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و پردازش تصویر برای تخمین صفات مختلف نظیر طول بدن، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل و دور سینه گاوهای سیستانی متفاوت بود. بهترین عملکرد مدل برای تخمین طول بدن با دقت ۹۸/۲ درصد برآورد شد و کمترین برای تخمین ارتفاع شانه با دقت ۹۶/۷ درصد به ثبت رسید. شاید یکی از مهمترین دلایل این تفاوت ها به ماهیت صفات و همچنین زاویه تصویر برداری مربوط باشد. محققان مختلف در تخمین ابعاد و اندازه های بدنی دام های اهلی در فرآیند پردازش تصویر با توجه به وضعیت استقرار دوربین (زاویه فوقانی، زاویه جانبی و زاویه پشتی) نوع دام (گاو شیری، گوسفند، ماهی و غیره) و نوع تصویر مورد استفاده (دیجیتال، حرارتی و ویدئویی) و نوع صفت مورد مطالعه(نمره بدنی، دور سینه، ارتفاع شانه، طول بدن وغیره) مقادیر متفاوتی از خطای محاسباتی را گزارش کرده اند و تاثیر موارد یاد شده بر میزان دقت مدل های پیشنهادی را مورد تاکید قرار داده اند(Onder و همکاران، ۲۰۱۵؛ Petersen و همکاران، ۲۰۰۲؛ Salau و همکاران، ۲۰۱۴). این گزارش ها نتایج مطالعه حاضر را در خصوص تفاوت دقت مدل های طراحی شده برای تخمین اندازه های مختلف بر روی گاوهای سیستانی را تأیید می کنند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی می تواند از این پس به عنوان جایگزین مناسب و دقیقی برای ارزیابی های انسانی در مطالعات بیومتریک در گاوهای سیستانی مطرح شده و در وقت و هزینه های مربوط به بیومتری دام های بزرگ بویژه گاوهای سیستانی صرفه جویی کند.

منابع

بزی، ح.، راشکی، م.، نقض علی، ا. و کیخاسالار، ع. (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر شناسائی و وضعیت گاو سیستانی در منطقه سیستان- نشریه ترویجی- شماره ثبت ۱۲۳۸/۸۵. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان.

خجسته کی، م.، عباسی، م.ع.، آکبری شریف، ع. و حسنی، ا. م.(۱۳۹۵). تخمین وزن بره های نوزاد با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال. نشریه علوم دامی(پژوهش و سازندگی). دوره۲۹، شماره ۱۱۲، ص ص. ۹۹-۱۰۴.

سرگلزهی، ا. ر. (۱۳۷۷). بررسی اقتصادی پرواربندی توده گاو سیستانی در دو شیوه سنتی و صنعتی در سطح سیستان -پایان‌نامه کارشناسی ارشد- دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی- تهران- ایران.

منهاج، م . ب.(۱۳۹۱).،هوش محاسباتی(جلد اول) مبانی شبکه‌های عصبی. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

Bewley. J.M., Peacock. A.M., Lewis. O., Boyce. R.E., Roberts. D.J., Coffey. M.P. et al. (2008). Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. *Journal of Dairy Science*. 91: 3439-3453.

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.

Fioretti. M., Negrini. R. and Biondi. A. (2012).A new tool for beef performance recording in Italy.http://www.icar.org/cork_2012/Manuscripts/Published/Fioretti.pdf.

Forbes. K.(2000). Volume Estimation of Fruit from Digital Profile Images. A dissertation submitted to the Department of Electrical Engineering, University of Cape Town, in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Engineering.

Gonzalez. R. and Woods. R. E.(2002). Digital Image Processing.2nd edition. Addison-Wesley.

Hao. M., Yu. H. and Li. D.(2016). The Measurement of Fish Size by Machine Vision-A Review.IFIP International Federation for Information Processing. IFIP AICT 479(15–32), DOI: 10.1007/978-3-319-48354-2_2

Khojastehkey. M., Aslaminejad. A.A., shariati. M.M. and Dianat. R.(2015).Body size estimation of new born lambs using image processing and its effect on the genetic gain of a simulated population .*Journal of Applied Animal Research*. DOI: 10.1080/09712119.2015.1031789.

Negretti. P., Bianconi,G. and Finzi, A.(2007).Visual image analysis to estimate the morphological and weight measurement in Rabbits. *World Rabbit Science*.15:37– 41.

Onder. H., Arl. A., Ocak. S., Eker. S. and Tufekci. H. (2011) .Use of Image Analysis in Animal Science. *Journal of Information Technology in Agriculture*. 1:1-4.

Ozkaya.S.(2012). The prediction of live weight from body measurements on female Holstein calves by digital image analysis. *Journal of agricultural research*. 151(4):570-576.

Petersen. M.E., de Ridder. D. and Handels. H. (2002). Image processing with neural networks: a review. *Pattern Recognition*. 35: 2279–2301.

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.

Shelley. A. N. (2016). Incorporating machine vision in precision dairy farming technologies. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the College of Engineering at the University of Kentucky.

Tasdemir.S., Urkmez. A. and Inal. S. (2011). A fuzzy rule-based system for predicting the live weight of Holstein cows whose body dimensions were determined by image analysis. *Turkish Journal of Electronic Engineering and Computer Science*. 19(4):689-703.

Tsegaye. D., Belay. B. and Haile. A.(2013). Linear body measurement as predictor of body weight in Haraghe Highland goat under farmers environment Ethiopia. *Glob.Veterinaria*.11(5):649-656.

Verma. D., Sankhyan.V., Katoch. S. and Thakur.Y.P.(2015). Principal Component analysis of biometric traits to reveal body conformation in local hill cattle of Himalayan state of Himalapredesh . *India Veterinaria World*.8 (12):1453-1470.