Archi of SID

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد هفتم، شماره اول، ۱۳۹۸
http://ejrr.gau.ac.ir

زیست سنجی شترهای یک کوهانه با استفاده از فن آوری ماشین بینایی

*مهدی خجسته کی[۱]، علیرضا جعفری‌اروری[۲]، محمد یگانه‌پرست[۳]، محمد خاکی[۴]، نادر اسدزاده[۵]

[۱]استادیار، [۲]پژوهشگر و [۳] مربی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، [۴]پژوهشگر بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، [۵]استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۹ ؛ تاریخ پذیرش:۹۷/۱۲/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: سنجش ابعاد بدن در دام‌های اهلی برای اندازه‌گیری ویژگی‌هایی نظیر وزن، ارزیابی تیپ و نمره بدنی حیوان استفاده می‌شود. در دام‌های اهلی مهمترین اندازه‌های خطی بدن شامل ارتفاع شانه، دور سینه، عمق سینه، طول بدن، استخوان پیشانی، ارتفاع کپل، فاصله بین چشم‌ها، طول گوش، عرض گوش و طول دم است. اغلب این اندازه‌ها با وزن زنده و برخی صفات تولیدی دام‌های اهلی ارتباط دارد. به عنوان مثال نتایج بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که دور سینه، طول بدن، عرض لگن و ارتفاع شانه مناسب‌ترین و مطمئن‌ترین ویژگی‌ها برای تخمین وزن زنده دام است. در مطالعات اخیر از ویژگی‌های تصاویر دیجیتال در شرایط خاص برای تخمین اندازه‌های بدنی دام‌های اهلی استفاده شده است. مبنای عمل این اندازه‌گیری‌ها استفاده از فن آوری یادگیری ماشین است و در حال حاضر در مورد برخی دام‌ها نظیر گاوهای شیری آزمایش شده است، لذا این تحقیق با هدف بررسی امکان استفاده از فن‌آوری ماشین بینایی به منظور تخمین ابعاد بدن شترهای یک کوهانه انجام شد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۶ روی شترهای یک کوهانه در یکی از گله‌های پرورش شتر در استان قم انجام شد. گله مورد مطالعه شامل ۹ نفر شتر ماده بالغ یک شتر لوک بالغ و ۱۱ نفر بچه شتر ۲ تا ۱۲ ماهه بود که در ماه‌های بعد و با شروع زایش‌ها تعداد ۵ بچه شتر نوزاد در گله متولد شد. ابعاد بدن بچه شترهای موجود در گله و شترهای بالغ هر ماه یک مرتبه ثبت شد و همزمان تصاویر دیجیتال از فاصله ثابت (۲ متری) از هر یک از شترها تهیه گردید. بطور کلی در این مطالعه در مجموع ۲۰۳ رکورد از شترهای موجود در سنین مختلف اندازه‌گیری شد. هر عکس ابتدا به رایانه منتقل شد و سپس برخی ویرایش‌های لازم جهت بهتر شدن کیفیت عکس انجام شد. برخی خصوصیات عددی هر تصویر با استفاده از توابع تعریف شده در محیط گرافیکی نرم‌افزار متلب استحصال شد و در نهایت تعداد ۲۲ خصوصیت مختلف از خصوصیات شکل‌شناسی از تصاویر شترها استخراج گردید. خصوصیاتی که با صفات زیست سنجی شتر ارتباط بیشتری داشتند، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انتخاب شدند. داده کاوی اطلاعات با هدف کشف ارتباط ریاضی بین خصوصیات استخراج شده حاصل از یک تصویر با خصوصیات مرتبط با ابعاد بدن شترها با استفاده از ابزار شبکه عصبی مصنوعی نرم‌افزار متلب انجام شد. برای تخمین ابعاد بدن شترها از ابزار "تخمین مقادیر" نرم‌افزار متلب استفاده شد. شبکه عصبی پیش بینی شده از نوع "شبکه عصبی پیش خور" بود که با الگوریتم "پس انتشار خطا" آموزش داده شد.

*نویسنده مسئول: mahdikhojastehkey@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها: ویژگی‌های 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 با ابعاد بدنی شترها همبستگی بالا و معنی‌داری داشته (P<۰/۰۵) و به‌عنوان ویژگی‌های مؤثر در طراحی شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفتند. دقت مدل‌ها در تخمین ابعاد بدن از روی تصاویر دیجیتال با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و پردازش تصویر برای طول بدن، ارتفاع شانه و ارتفاع کپل به ترتیب ۰/۹۸، ۰/۹۶ و ۰/۹۶ برآورد شد.

نتیجه‌گیری: استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی یا سایر ابزارهای داده کاوی می تواند به عنوان یک جایگزین مناسب و دقیقی برای ارزیابی‌های انسانی باشد و به صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌های مربوط به زیست سنجی دام‌های بزرگ بویژه شتر کمک کند.

واژه‌های کلیدی: شتر یک کوهانه، زیست سنجی، پردازش تصویر، شبکه عصبی مصنوعی.

مقدمه

سنجش ابعاد بدن دام معمولا برای اندازه‌گیری وزن، ارزیابی تیپ و نمره بدنی و همچنین امتیازدهی در مسابقات زیبایی انجام می‌شود. مهمترین اندازه‌های خطی بدن شامل اندازه‌گیری ارتفاع جدوگاه، دور سینه، عمق سینه، طول بدن، استخوان پیشانی، ارتفاع کپل، فاصله بین چشم‌ها، طول گوش، عرض گوش و طول دم است (۱). اغلب این اندازه‌ها با وزن زنده دام‌های اهلی و برخی صفات مهم تولیدی آنها ارتباط دارد. برای مثال نتایج بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که دور سینه، طول بدن، عرض لگن و ارتفاع جدوگاه مناسب‌ترین و مطمئن‌ترین آماره‌ها برای تخمین وزن زنده دام است (۲). تخمین ابعاد بدن شتر در مطالعات زیست‌سنجی در شرایط ایستگاهی و بویژه زیستگاه طبیعی آن به سهولت مقدور نیست. زیرا به جز بچه شترهای زیر یکسال که نسبتا ساده تر زیست سنجی می شوند، اندازه‌گیری ابعاد بدن شترهای بالغ به دلیل درشتی جثه، قد بلند و نا آرامی طبیعی حیوان کار دشوار، زمان بر و خطرناکی است.

در مطالعات اخیر، ویژگی‌های تصاویر گرفته شده از دام‌های اهلی در شرایط خاص برای تخمین اندازه‌های بدنی آنها مورد استفاده قرار گرفته است. مبنای عمل این ابزارها فن آوری یادگیری ماشین است و در حال حاضر در مورد برخی دام‌ها نظیر گاوهای شیری آزمایش شده است (۲٤). یادگیری ماشین[1] زمینه‌ای از هوش مصنوعی است که از طریق یادگیری رفتارهای گذشته و قوانین و داده‌های قدیمی به صورت هوشمند به پیش‌بینی وضعیت یک مجموعه می‌پردازد. فن آوری بینایی ماشین[2] زیر مجموعه یادگیری ماشین است که با استفاده از تحلیل داده‌ها در علوم رایانه به صورت خودکار توانایی تجزیه و تحلیل، تشخیص و تصمیم گیری به جای انسان را دارد (۵). در این فناوری یک سری ویژگی‌های مشخص از تصویر استخراج شده و از آن برای تفسیر مفهوم و محتوی تصویر استفاده می‌شود. این مفهوم و محتوی می‌تواند شامل تشخیص چهره، دسته بندی موضوعات بر اساس رنگ، شکل و طرح و یا پیش-بینی اندازه موضوعات مختلف باشد (٤).

تاکنون مطالعات متعددی بر مبنای استفاده از ماشین بینایی برای تخمین وزن و ابعاد بدن دام‌ها ی اهلی انجام شده است. به عنوان مثال در مطالعه‌ای نگرتی و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از پردازش تصویر موفق شدند تا با دقت ۹۰ درصد وزن زنده

1. Machine Learning (ML)
2. Machine Vision (MV)

www.SID.ir

Archive of SID

گاومیش‌ها را از روی مساحت جانبی آن تخمین بزنند و در نهایت وزن دام‌ها را از روی تصاویر ۱/۰۸ درصد بالاتر از وزن‌های اصلی تخمین زدند (۱٤). در مطالعه دیگری که توسط نگرتی و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد از پردازش تصویر برای تعیین برخی صفات ظاهری و تخمین وزن زنده و لاشه خرگوش‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که تنها ۳/۵ درصد خطا بین اندازه‌گیری‌های متریک و اندازه‌های پردازش تصویر وجود دارد. اندازه‌های بدست آمده از روی تصویر با اندازه‌های واقعی خرگوش‌ها همبستگی بسیار بالایی از ۹۲ تا ۹۹ درصد داشت (۱۵). وانگ و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از پردازش تصویر و شبکه مصنوعی اقدام به بررسی و پیش‌بینی وزن خوک‌ها نموده و بدون نیاز به هدایت خوک‌ها به سالن وزن‌کشی و یا راهروی خاص و فقط با فیلم برداری از جوانب توانستند وزن خوک‌ها را با میزان خطای ۳ درصد تخمین بزنند (۲۳).

ویلاراسا و همکاران (۲۰۱۰) با بهره‌گیری از پردازش تصاویر ویدئویی اقدام به اندازه‌گیری ابعاد بدن بره‌های پرواری و لاشه آنها نموده و بر این اساس گزارش کردند که استفاده از رکوردهایی که از طریق پردازش تصویر حاصل می‌شود می تواند سبب بهبود بیشتر صفات تیپ و کیفیت لاشه در بره‌های پرواری در مقایسه با روش‌های متداول رکوردبرداری از این صفات شود(۲۲). گومز وهمکاران (۲۰۱٦) از فن آوری پردازش تصویر برای تخمین وزن گوساله‌ها استفاده کرد. نتایج نشان داد دور قفسه سینه بیشترین ارتباط را با وزن گوساله‌ها (۰/۸۵) دارد(۹). فیورتی و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش پردازش تصویر موفق شدند تا دور سینه گوساله‌های پرواری را از روی تصاویر آنها با دقت بیش از ۹۸ درصد تخمین بزند(۷). همچنین خجسته کی و همکاران (۲۰۱٦) با استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی موفق به تخمین وزن زنده بره‌های زندی از روی ابعاد بدنی آنها با دقت ۹۵ درصد شدند (۱۱).

در پرورش شتر نیز همانند سایر دام‌های بزرگ، زیست سنجی دام کار دشوار و طاقت فرسایی است. در این شرایط استفاده از ابزارهای غیر مستقیم برای برآورد اندازه‌های بدنی شتر راهگشا خواهد بود. بر اساس اطلاعات موجود تا کنون مطالعه ای در خصوص استفاده از بینایی ماشین برای تخمین ابعاد بدن یا وزن شتر در داخل و خارج از کشور گزارش نشده است. لذا تحقیق حاضر با هدف تخمین ابعاد و وزن شتر یک کوهانه با استفاده از روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی انجام شد که با توجه به مبسوط بودن گزارش، در این مقاله نتایج مربوط به تخمین ابعاد بدن شتر ارائه شده است.

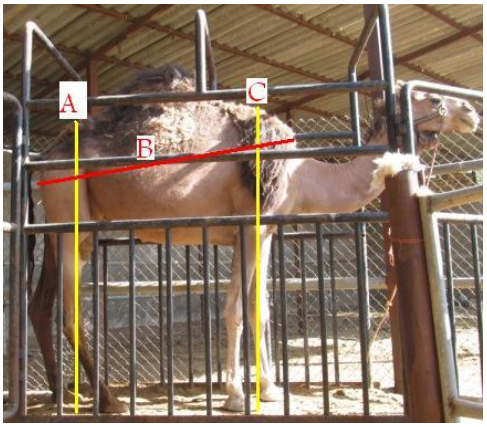
مواد و روش‌ها

معرفی ماده آزمایشی: این تحقیق بر روی شترهای یک کوهانه در یک گله خصوصی پرورش شتر واقع در کیلومتر ۲۰ جاده قدیم قم-کاشان انجام شد. گله مورد مطالعه در ابتدا شامل ۹ نفر شتر ماده بالغ، یک شتر لوک بالغ و ۱۱ نفر بچه شتر ۲ -۱۲ ماهه بود که در ماه‌های بعد و با شروع زایش‌ها تعداد ۵ بچه شتر نوزاد متولد و به گله افزوده شد. بچه شترهای موجود در گله و شترهای بالغ هر ماه یک مرتبه با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شدند. همزمان با هر مرحله زیست سنجی، تصاویر دیجیتال با استفاده از دوربین کانن[1] و از فاصله ثابت (۲ متری) از هر یک از شترها تهیه شد. به طور کلی در این مطالعه در مجموع ۲۰۳ رکورد از شترهای موجود در سنین مختلف اندازه‌گیری شد. نحوه رکورد برداری و ثبت ابعاد بدنی شترها در شکل ۱ نمایش داده شده است.

1. Canon SX 150 IS

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: نحوه اندازه‌گیری ابعاد بدن شترها. ارتفاع کپل (A). طول بدن (B). ارتفاع شانه (C).

Figure 1. Measuring mode of the body dimensions of camels. Hip height (A). Body length (B) and Shoulder height (C)

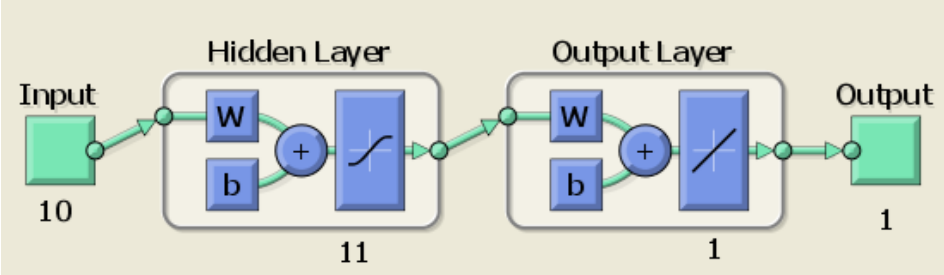
آماده سازی و ویرایش اولیه تصاویر: قبل از آنالیز تصویر ابتدا هر عکس به حافظه رایانه منتقل و پس از فراخوانی ویرایش‌های لازم جهت بهتر شدن کیفیت عکس در مورد آن انجام گرفت. برخی اقدامات لازم برای ویرایش اولیه تصاویر شامل تبدیل تصویر رنگی به تصاویر خاکستری یا باینری، رفع خدشه‌های تصویر، رفع سایه‌ها و پیکسل‌های اضافی، کنترل انعکاس نور، جدا کردن تصویر اصلی از پس زمینه، تنظیم بزرگنمایی تصویر، تغییر رنگ تصویر، و فیلترینگ و قطعه بندی[1] به منظور استفاده از بخشی از یک تصویر بود که با استفاده از رابط گرافیکی[2] در محیط نرم-افزاری متلب (۲۰۰۹)[3] انجام شد.

استخراج خصوصیات و انتخاب ویژگی‌های مؤثر از یک تصویر: خصوصیات عددی هر تصویر با استفاده از برخی توابع و دستورات موجود در نرم‌افزار متلب استحصال شد. در مرحله تعریف و استخراج خصوصیات، سعی شد تا حداکثر خصوصیات ممکن از یک تصویر که شامل تعداد ۲۲ خصوصیت مختلف از خصوصیات شکل‌شناسی از تصاویر شترها بود استخراج شود. برخی از مهمترین خصوصیات شکل‌شناسی شامل میانگین، انحراف معیار، فاصله‌ها، زاویه‌ها، مساحت، محیط، طول محور اصلی[4]، طول محور فرعی[5]، قطر معادل[6]، میزان گریز از مرکز[7]، میزان سختی[8] بود. به منظور تخمین ابعاد بدن شترها تمام ویژگی‌های استخراج شده از یک تصویر مورد نیاز نبود و تنها برخی از این ویژگی‌ها که با صفات مورد مطالعه ارتباط بیشتری داشت، به عنوان ویژگی‌های مؤثر انتخاب شدند. این کار با استفاده از بررسی ضریب همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS (16) انجام شد.

1. Segmentation
2. Graphical User Interference (GUI)
3. MATLAB
4. Major axis length
5. Minor axis length
6. Equivalent diameter
7. Eccentricity
8. Solidity

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: شبکه عصبی چند لایه برای تخمین طول بدن شترها بر اساس خصوصیات تصاویر دیجیتال.

Figure 2. Multi-layer neural network to estimate body length of camels from extracted features of digital images

انجام داده کاوی اطلاعات: داده کاوی اطلاعات با هدف کشف ارتباط ریاضی بین خصوصیات استخراج شده حاصل از یک تصویر با خصوصیات مرتبط با ابعاد بدن شترها انجام شد. مراحل داده کاوی در مطالعه حاضر با استفاده از ابزار شبکه عصبی مصنوعی وبه صورت مشخص به کارگیری روش‌های تخمین موجود در محیط شبکه عصبی مصنوعی نرم‌افزار متلب (۲۰۰۹) انجام شد. به‌منظور تخمین ابعاد بدن شترها از ابزار "تخمین مقادیر"[1] نرم‌افزار متلب استفاده شد. شبکه عصبی پیش بینی شده از نوع "شبکه عصبی پیش خور"[2] بود که با الگوریتم "پس انتشار خطا"[3]آموزش داده شد که می تواند تخمین زننده خوبی برای اغلب مدل‌های خطی و غیر خطی باشد (۱۳). 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 شبکه‌های عصبی ابعاد و اندازه‌های زیست سنجی شترها بود که جهت آموزش شبکه مورد استفاده قرار گرفت و در نهایت مدلی که دارای بالاترین دقت و کمترین خطا بود به عنوان مدل نهایی جهت تخمین ابعاد بدن شترها از روی تصویر آنها مورد استفاده قرار گرفت. معیار انتخاب بهترین مدل، مقدار ضریب تعیین مدل و میانگین اشتباه معیار یک مدل در مقایسه با سایر مدل‌های موجود بود.

شبکه‌های عصبی طراحی شده برای تخمین ابعاد شترها از روی خصوصیات تصاویر دیجیتال: برای تخمین ابعاد بدنی شترها از روی خصوصیات استخراج شده از تصاویر آنها سه نوع شبکه عصبی مصنوعی طراحی و استفاده شد. در تمام شبکه‌های عصبی طراحی شده با هدف پیش‌بینی ابعاد بدن شترها، تعداد نرون‌های لایه ورودی برابر با ۱۰ عدد و معادل با تعداد خصوصیات استخراج شده از تصاویر شترها پیش‌بینی شد. در لایه خروجی نیز یک نرون برای پیش‌بینی و تخمین اندازه‌بدنی شترها منظور شد. بر اساس روش آزمون و خطا و با فرض حصول بالاترین دقت پیش‌بینی در لایه میانی یا پنهان در شبکه‌های عصبی طراحی شده برای تخمین طول بدن، ارتفاع شانه، ارتفاع کپل، به‌ترتیب تعداد ۱۱، ۱۸ و ۱٤ نرون در لایه میانی منظور شد. در این شبکه‌ها تابع انتقال در لایه مخفی از نوع تانژانت-سیگموئید و در لایه خروجی از نوع خطی بود که درشکل۲ نمایش داده شده است.

از تعداد ۲۰۳ تصویر تهیه شده برای تخمین ابعاد بدن شترها، تعداد ۱۷۰ تصویر برای طراحی اولیه شبکه (شامل مراحل آموزش، اعتبارسنجی و آزمون) و ۳۳ عکس برای آزمایش نهایی شبکه مورد استفاده قرار گرفت.

1. Nftool
2. Feed-forward neural network
3. Back propagation

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

انتخاب ویژگی‌های مؤثر: در جدول ۱ ویژگی‌های استخراج شده همراه با ضریب همبستگی آنها با ابعاد بدنی شترها ارائه شده است. مجموعه ویژگی‌های تصاویر در جدول ۱ برای دو نوع تصویر سیاه و سفید و تصاویر لبه گذاری شده به صورت مجزا استخراج شد و در مجموع ۲۲ ویژگی منحصر بفرد از تصاویر استحصال گردید.

برای تخمین ابعاد بدن شترها از ۱۰ ویژگی استخراج شده از تصاویر به‌عنوان ورودی شبکه عصبی استفاده شد. ویژگی‌های اصلی استفاده شده برای تخمین ابعاد بدنی شترها شامل مساحت، محیط، قطر معادل، طول محور فرعی، طول محور اصلی، تعداد نقاط غیر صفر و فاصله اقلیدسی بود. از آنجا که خصوصیات شکل‌شناسی انتخاب شده عمدتا با ابعاد تصویر مرتبط هستند و از طرفی افزایش وزن بدن شترها در سنین مختلف با افزایش حجم و ابعاد بدن آنها همراه است، لذا وجود همبستگی مثبت و بالا بین ویژگی‌های شکل‌شناسی استخراج شده از تصاویر با ابعاد بدن حیوان درسنین مختلف قابل پیش‌بینی بود. این همبستگی‌های مثبت و بالا مبنای تهیه مدل ریاضی است که بر اساس آن با تغییرات اندازه بدن شترها در سنین مختلف بتوان ابعاد بدن در سنین مختلف را تخمین زد. نتایج مطالعات متعدد در خصوص تخمین ابعاد بدن دام نشان می‌دهد که ویژگی‌های شکل‌شناسی در اغلب موارد با تغییرات ابعاد و اندازه بدن دام مورد مطالعه ارتباط ریاضی مناسبی دارد. فوربز و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از پردازش تصویر و استخراج خصوصیات شکل‌شناسی در خصوص تخمین محصول میوه باغات تحقیق کردند. در این بررسی ویژگی‌های شکل‌شناسی شامل مساحت، محیط، میزان انحنا، میانگین و فاصله اقلیدسی به‌عنوان ویژگی‌های مؤثر برای تخمین وزن محصول میوه مورد استفاده قرار گرفت (۸). همچنین فان و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از ویژگی‌های شکل‌شناسی موفق به شمارش و نیز تخمین ۷ اندازه زیست‌سنجی مختلف بر روی ماهی‌های زبرا شدند (٦).

جدول ۱: خصوصیات استخراج شده از تصاویر دیجیتال مورد استفاده برای تخمین وزن و ابعاد بدن شترها.

Table 1: Extracted features of digital images used to estimate weight and body dimensions of camels

نوع تصویر Kind of image	ویژگی استخراج شده Extracted features	ضریب همبستگی Correlation coefficient		
		طول بدن Body length	ارتفاع شانه Shoulder height	ارتفاع کپل Hip height
سیاه و سفید Binary image	مساحت Area	0.97**	0.94**	0.92**
	محیط Perimeter	0.89**	0.87**	0.85**
	قطر معادل Equivalent diameter	0.97**	0.95**	0.94**
	طول محور اصلی Major axis length	0.92**	0.89**	0.87**
	طول محور فرعی Minor axis length	0.91**	0.92**	0.92**
	جعبه محاطی Bonding box	0.53 **	0.50**	0.49**
	مساحت محدب Convex area	0.96**	0.94**	0.92**

www.SID.ir

Archive of SID

	سختی Solidity	-0.09	-0.11	-0.09
	مقدار ناحیه پر شده Filled area	0.97**	0.94**	0.93**
	تعداد پیکسل سفید Number of non zero pixel	0.97**	0.94**	0.93**
	تعداد پیکسل اسکلت Number of skeleton pixel	0.87**	0.86**	0.83**
لبه گذاری شده Edged image	مساحت Area	0.88**	0.87**	0.85**
	محیط Perimeter	0.68**	0.67**	0.66**
	قطر معادل Equivalent diameter	0.40*	0.42*	0.41*
	طول محور اصلی Major axis length	0.77**	0.77**	0.75**
	طول محور فرعی Minor axis length	0.90**	0.89**	0.89**
	جعبه محاطی Bonding box	0.05	0.07	0.07
	مساحت محدب Convex area	0.96**	0.94**	0.92**
	سختی Solidity	-0.03	-0.01	-0.02
	مقدار ناحیه پر شده Filled area	0.84**	0.81**	0.80**
	تعداد پیکسل سفید No. non zero pixel	0.88**	0.87**	0.85**
	فاصله اقلیدسی Euclidian distance	-0.93**	-0.91**	-0.90**

علامت ** نشان دهنده همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد و * همبستگی معنی دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است.

هائو و همکاران (۲۰۱٦) با کمک گرفتن از خصوصیات شکل‌شناسی موفق به تخمین اندازه‌های بدنی در ٤ نوع ماهی مختلف شدند و برای این منظور از ویژگی‌هایی نظیر مساحت، محیط و تعداد نقاط غیر صفر تصویر استفاده نمودند (۱۰). خجسته کی و همکاران (۲۰۱۵) از خصوصیات شکل‌شناسی شامل مساحت، محیط، طول محور اصلی، طول محور فرعی و فاصله اقلیدسی برای تخمین مساحت پوست بره-های نوزاد در گوسفند زندی استفاده نمودند (۱۲). تمام این گزارش‌ها نتایج مطالعه حاضر در خصوص همبستگی زیاد ویژگی‌های شکل‌شناسی استخراج شده از تصاویر دیجیتال با اندازه‌های بدنی شترها را تایید می کند.

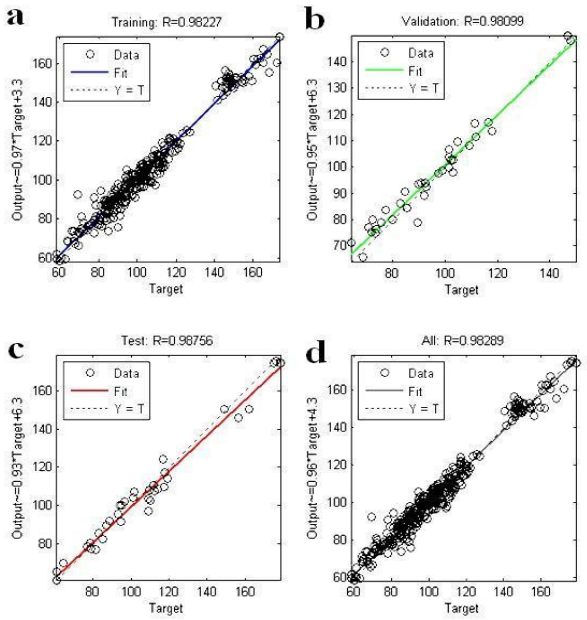
نتایج داده کاوی اطلاعات

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بطور کلی مدل-های شبکه عصبی طراحی شده برای تخمین اندازه‌های بدنی شتر یک کوهانه از روی ویژگی تصاویر دیجیتال آنها از کارایی و دقت مناسبی برخوردار بود. نمودار دقت شبکه‌های عصبی مصنوعی مختلف به منظور تخمین اندازه‌های ۳ گانه بدن شترها شامل طول بدن، ارتفاع شانه و ارتفاع کپل به ترتیب در شکل‌های ۳ تا ۵ ارائه شده است. بر اساس نتایج

www.SID.ir

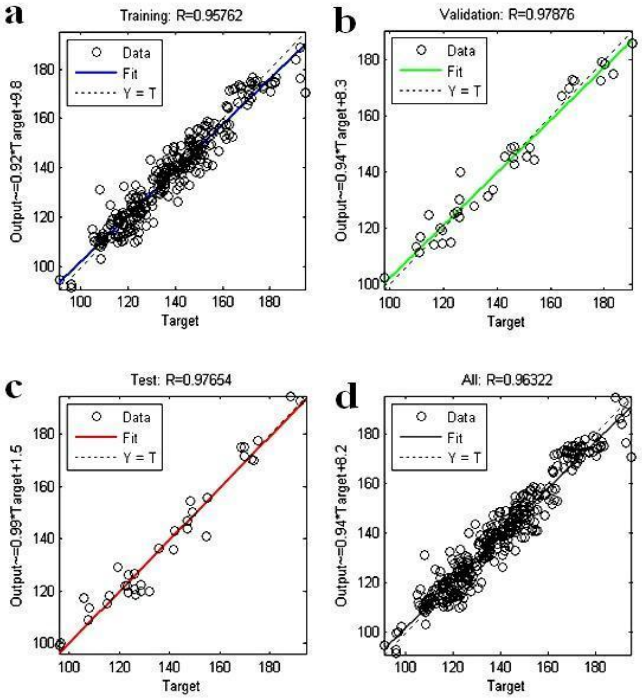
Archive of SID

میزان دقت نهایی شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین طول بدن شترها ۰/۹۸، برای تخمین ارتفاع شانه ۰/۹۶ و برای تخمین ارتفاع کپل ۰/۹۶ برآورد شد که این میزان دقت در تخمین مقادیر ابعاد بدنی شترها از روی خصوصیات تصاویر قابل قبول و مناسب است.



شکل ۳: دقت شبکه عصبی در تخمین طول بدن شترها طی مراحل آموزش، اعتبارسنجی، آزمون و مجموع مراحل

Figure 3: Accuracy of artificial neural network in estimating body length of camels in the training, validation, test and all steps

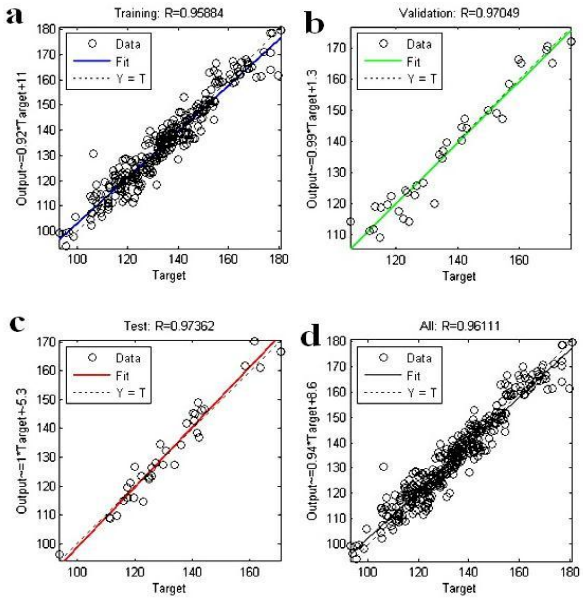


شکل ٤: دقت شبکه عصبی در تخمین ارتفاع شانه شترها طی مراحل آموزش، اعتبارسنجی، آزمون و مجموع مراحل

Figure 4. Accuracy of artificial neural network in estimating shoulder height of camels in the training, validation, test and total steps

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: دقت شبکه عصبی در تخمین ارتفاع کپل شترها طی مراحل آموزش، اعتبارسنجی، آزمون و مجموع مراحل

Figure 5. Accuracy of artificial neural network in estimating hip height of camels in the training, validation, test and total steps

بررسی و مقایسه خروجی‌های مدل با اندازه‌های واقعی بدن شترها: در جداول ۲ تا ٤ میزان انحراف ابعاد بدن شترها که توسط شبکه عصبی مصنوعی تخمین زده شده است از اندازه‌های واقعی بدن شترها با هم مقایسه شده است. ارائه ۳۳ تصویر مجزا به مدل نهایی نشان داد که متوسط میزان خطای مدل در مورد تخمین طول بدن، ارتفاع شانه و ارتفاع کپل شترها به‌ترتیب ۱/٤٤، ۱/٤۷ و ۱/۷ درصد برآورد شد. به طور طبیعی میزان خطا با افزایش ابعاد و اندازه‌ها در شترهای بزرگ جثه و بالغ افزایش یافت. به عنوان مثال متوسط خطا در شترهایی با طول بیش از ۱٤۰ سانتی‌متر ٤/٥٤ درصد و در شترهای کوچک تر با طول کمتر از ۸۰ سانتی‌متر ۰/۷٦ درصد برآورد شد. همچنین در مورد ارتفاع شانه نیز حداکثر میزان خطای مدل در شترهای بزرگ جثه با ارتفاع شانه بیش از ۱٥۰ سانتی‌متر مشاهده شد، اما در مجموع میزان خطای برآورد شده برای مدل شبکه عصبی به منظور تخمین ابعاد بدن شترهای یک کوهانه ناچیز و قابل قبول بود.

جدول ۲: مقایسه میزان انحراف طول تخمینی توسط مدل نهایی و طول واقعی شترها (بر حسب متر).

Table 2. Comparison of the estimated length deviation of final model from the actual length of camels

درصد خطا Error (%)	حداکثر انحرافات Maximum deviation	حداقل انحرافات Minimum deviation	متوسط انحرافات Mean of deviations	متوسط طول بدن Average of body length	تعداد مشاهدات Number of observations	دامنه طول بدن (سانتی‌متر) Body length range (cm)
0.76	4.31	-0.35	-0.51	66.8	7	80>
1.59	5.89	-0.1	1.55	97.45	12	80-110
1.85	7.05	-0.85	-2.15	116.53	8	110-140
5.54	12.4	-0.31	6.97	153.49	6	140<
1.44			1.51	104.68		Mean

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: مقایسه انحراف ارتفاع تخمینی شانه توسط مدل نهایی و ارتفاع واقعی شترها (بر حسب متر).

Table 3. Comparison of the estimated height deviation of final model from the actual shoulder height of camels

دامنه ارتفاع شانه (سانتی‌متر) shoulder height range (cm)	تعداد مشاهدات Number of observations	متوسط ارتفاع شانه Average of shoulder height	متوسط انحرافات Mean deviations	حداقل انحرافات Minimum deviation	حداکثر انحرافات Maximum deviation	درصد خطا Error (%)
90-120	10	110.26	-1.54	0.67	5.68	1.39
121-150	12	138.62	-0.45	-0.7	7.08	0.33
150<	11	162.74	-4.15	0.15	10.49	2.55
Mean		138.08	-2.02			1.47

جدول٤: مقایسه انحراف ارتفاع تخمینی کپل توسط مدل نهایی از ارتفاع واقعی شترها(بر حسب متر).

Table 4.Comparison of the estimated height deviation of final model from the actual hip height of camels

دامنه ارتفاع کپل(سانتی‌متر) Rump height range (cm)	تعداد مشاهدات Number of observations	متوسط ارتفاع کپل Average rump height	متوسط انحرافات Mean deviations	حداقل انحرافات Minimum deviation	حداکثر انحرافات Maximum of deviation	درصد خطا Error (%)
85-115	10	105.65	0.44	1.33	8.74	0.4
116-145	13	132.83	2.05	-0.46	9.78	1.54
145<	10	154.03	6.42	۱/۰۸	11.22	4.17
Mean		134.08	2.32			1.70

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که روش پیشنهادی بر مبنای استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی اندازه‌های مختلف بدنی شترها نظیر طول بدن، ارتفاع شانه و ارتفاع کپل را از روی خصوصیات تصاویر دیجیتال آنها با دقت بالاتر از ۹۶ درصد تخمین زد. دقت‌های بدست آمده در مطالعه حاضر با سایر گزارش‌ها مشابه در این زمینه مشابه و در برخی موارد بیشتر است. تا کنون گزارشی از استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین اندازه‌های بدن در شترهای یک یا دوکوهانه ارائه نشده است، اما نتایج مطالعات بر روی سایر دام‌های اهلی نشان می‌دهد که استفاده از خصوصیات تصاویر دیجیتال و آنالوگ با دقت بالا در تخمین ابعاد و تعیین نمره بدنی دام‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. به‌عنوان مثال تاسدمیر و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای به اندازه‌گیری ابعاد بدن گاوهای هلشتاین با استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر دیجیتال پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد بین برآورد اندازه‌های ارتفاع شانه، ارتفاع کپل، طول بدن و عرض کپل از روش هوش مصنوعی با اندازه‌های واقعی حیوان به‌ترتیب ۹۷/۷، ۹۸، ۹۸/۸ و ۹۵/۲ درصد همبستگی وجود داشت (۲۱). در مطالعه دیگری نگرتی و همکاران (۲۰۰۷) از پردازش تصویر برای تعیین برخی صفات ظاهری و تخمین ابعاد خرگوش‌ها استفاده نمودند. نتایج نشان داد که بین اندازه‌گیری‌های متریک و اندازه‌های تخمینی بدن خرگوش‌ها با استفاده از پردازش تصویر تنها ۳/۵ درصد انحراف وجود داشت(۱۵). اوزکایا (۲۰۱۲) با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال اقدام به تخمین ابعاد بدن گوساله‌ها نموده و نتایج نشان داد که ابعاد بدن گوساله‌ها با استفاده از پردازش تصویر در مقاطع سنی مختلف شامل تولد، هنگام شیرگیری و در ۲٤ هفتگی به ترتیب با دقت ٦۰، ۹۲ و ۹۸ درصد تخمین زده شد (۱۷). بولی و همکاران (۲۰۰۸) از ۲۳ نقطه

www.SID.ir

Archive of SID

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 (۳). همچنین شلی (۲۰۱۶) با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال از نمای فوقانی گاوها موفق شد با دقت بیش از ۹۰ درصد نمره بدنی گاوهای شیری را تعیین نماید که این گزارش‌ها نتایج مطالعه حاضر بر روی شترهای یک کوهانه را تایید می‌کند (۲۰).

در مطالعه حاضر روش مبتنی بر استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و پردازش تصویر برای تخمین صفات مختلف نظیر طول بدن، ارتفاع شانه و ارتفاع کپل شترها دقت‌های متفاوتی را ارائه نمود. بهترین عملکرد مدل برای تخمین طول بدن با دقت ۹۸/۳ درصد برآورد شد. یکی از مهمترین دلایل این تفاوت‌ها به ماهیت صفات و همچنین زاویه تصویر برداری مربوط باشد. محققان مختلف در تخمین ابعاد و اندازه‌های بدنی دام‌های اهلی در فرآیند پردازش تصویر با توجه به وضعیت استقرار دوربین (زاویه فوقانی، زاویه جانبی، زاویه پشتی) نوع دام (گاو شیری، گوسفند، ماهی یا ...) و نوع تصویر مورد استفاده (دیجیتال، حرارتی، ویدئویی) و نوع صفت مورد مطالعه (نمره بدنی، دور سینه، ارتفاع شانه، طول بدن و ...) مقادیر متفاوتی از خطای محاسباتی را گزارش کرده اند و اثر موارد یاد شده بر میزان دقت مدل‌های پیشنهادی را مورد تاکید قرار داده اند (۱۶، ۱۸، ۱۹). این گزارش‌ها نتایج مطالعه حاضر در خصوص تفاوت دقت مدل‌های طراحی شده برای تخمین اندازه‌های مختلف بر روی شترهای یک کوهانه را تایید می کنند. در یک ارزیابی و قضاوت کلی، نتایج نشان داد که استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی یا سایر ابزارهای داده کاوی می تواند از این پس به عنوان جایگزین مناسب و دقیقی برای ارزیابی‌های انسانی مطرح شده و در وقت و هزینه‌های مربوط به زیست سنجی دام‌های بزرگ بویژه شتر صرفه جویی کند.

منابع

1.Abegaz, S. and Awgichew, K. 2009. Estimation of weight and age of sheep and goat. Ethiopia sheep and goat productivity improvement program. ESGPIP=.Ethiopia. Technical Bulletin. 23.

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

3.Bewley, J.M., Peacock, A.M., Lewis, O., Boyce, R.E., Roberts, D.J., Coffey, M.P., Kenyon, S.J. and Schutz, M.M. 2008. Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. Journal of Dairy Science. 91: 3439-3453.

4.Chora, R.S. 2007. Image feature extraction techniques and their applications for CBIR and biometrics systems. International Journal of Biology and Biomedical Engineering, 1(1): 6-16.

5.Cihan, P., Gokce, E. and Kalipsiz, O. 2017. A review of machine learning application. In veterinary field. Kafkas University, Veterinary Faculty, Derg. 23(4): 673-680.

6.Fan, L. and Liu, Y. 2013. Automate fry counting using computer vision and multi-class least squares support vector machine. Aquaculture. 380: 91–98.

7.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.

8.Forbes, K. 2000. Volume estimation of fruit from digital profile images. M.Sc. dissertation, Department of Electrical Engineering, University of Cape Town.

9.Gomes, R.A., Monterio, G.R., Assis, G.J., Busato, K.C., Ladeira, M.M. and Chizzotti, M.L. 2016. Technical note.

www.SID.ir

Archive of SID

Estimating body weight and body composition of beef cattle through digital Image analysis. Journal of Animal Science. 94(12): 5414-5422.
10. Hao, M., Yu, H. and Li, D. 2015. The Measurement of Fish Size by Machine Vision-A Review. International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture. 15-32.
11. Khojastehkey, M., Abbasi, M.A., Akbari Sharif, A. and Hassani, A.M. 2016. Body weight estimation of new born lambs using digital image processing. Journal of Animal Science (Pajuhesh and Sazandegi). 29 (112): 99-104.
12. 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. 44: 326-333.
13. Monhaj, M.B. 2012. Computational intelligence Basic of Artificial Networks. First edition. Amir Kabir University Press. (In Persian).
14. Negretti, P., Bianconi, G., Bartocci, S. and Terramoccia, S. 2007. Lateral Trunk Surface as a new parameter to estimate live body weight by Visual Image Analysis. Italian Journal of Animal Science. 6:1223-1225.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. Petersen, M.E., de Ridder, D. and Handels, H. 2002. Image processing with neural networks: a review. Pattern Recognition, 35: 2279–2301.
19. 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.
20. Shelley, A.N. 2016. Incorporating machine vision in precision dairy farming technologies. PhD dissertation, College of Engineering, University of Kentucky.
21. 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.
22. Vilarrasa, E.R., Bünge, L., Brotherstone, S., Macfarlane, J.M., Lambe, N.R., Matthews, K.R., Haresign, W. and Roehe, R. 2010. Genetic parameters for carcass dimensional measurements from Video Image Analysis and their association with conformation and fat class scores. Journal of Livestock Science. 128: 92-100.
23. Wang, Y., Yang,W., Winter, P. and Walker, L. 2008. Walk-through weighing of pigs using machine vision and an artificial neural network. Bio systems Engineering, 100: 117–125.
24. Yudkowsky, E. 2008. Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk. NewYork: Oxford University Press. 303: 184

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 7(1), 2019
http://ejrr.gau.ac.ir

Biometric measurement of one-humped camels using machine vision technology

[*]M. Khojastehkey[1], A. Jafari Arvari [2], M. Yeganehparast [3], N. Asadzadeh[4], M.Khaki[5]

[1]Assistant Prof., [2]Researcher and [3]Instructor, Dept., of Animal Science, Qom Agricultural and Natural Research and Education center, AREEO, [4]Researcher, Dept., of Animal Science, Yazd Agricultural and Natural Research and Education Center, AREEO, [5]Assistant Prof., Animal Science Research Institute, AREEO, Karaj, Iran

Received: 29/04/2018; Accepted: 03/03/2019

Abstract

Background and Objectives: Measuring the body dimensions in livestock is usually useful to predict the weight, grade and body score of animals. The shoulder height, chest circumference, chest depth, body length, forehead bone size, rump height, distance between eyes, ear length, and tail length are the most important body linear measurements in the livestock. Most of these dimensions are related to the live weight and some important traits of domestic animals. For example, the results of many studies indicated that the chest circumference, body length, pelvic width and shoulder height are the most appropriate and reliable parameters for estimating live weight of the animals. In recent studies, features of digital images have been used, in certain circumstances, to estimate body dimensions of domestic animals. The base of these measurements is the machine learning technology, and currently was tested on some livestock, such as dairy cattle. Therefore, this research was conducted to investigate the possibility of using machine vision technology in order to estimate body dimensions of one-humped camels.

Materials and Methods: This research was conducted on one-humped camels in a privative camel breeding herd at Qom province. The studied herd originally consisted of nine adult mature camels, one an adult luck and 11 pedigree camels from 2 to 12 months old of age. In the following months, five baby caormels were born in the herd. The body dimensions of all camels were monthly recorded, and in the same time, digital images were captured from camels regarding a constant distance (2 meters). In this study, a total of 203 biometric records of camels at different ages were measured. Each photo was first transferred to a computer, and some edits were made to improve its quality. Twenty two morphological features from each image were extracted using defined functions of graphical user interface of MATLAB. The characteristics that were more relevant to the biometric measurement of camels were selected using Pearson correlation coefficient by SPSS software. The data mining process with the aim of discovering mathematical relationship between extracted features of digital images and body dimensions of camels was done using a feed forward neural network which was trained by the "back propagation algorithm" in MATLAB software.

Results: Some extracted features including equivalent diameter, major axis length, minor axis length, bounding box, convex area, filled area, area, perimeter and the number of non zero points in digital images had high and significant correlation ($P<0.01$) with body dimensions of camels. These features were used as effective input to design the artificial neural network. Accuracy of the artificial neural network models to estimate body length, shoulder height, and hip height of one-humped camels were 0.98, 0.96 and 0.96, respectively.

[*]Corresponding author; mahdikhojastehkey@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: The use of image processing and artificial neural network or other data mining tools can be considered as an appropriate and accurate alternative to human assessments, and help to save the time and expense associated with the biometry of large livestock, especially camels.

***Keywords*:** Camel, Biometric, Image processing, artificial neural network.

www.SID.ir