

## استفاده از فن آوری ماشین بینایی برای تخمین وزن جوجه های گوشتی

- مهدی خجسته کی (نویسنده مسئول)  
بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قم، ایران.
- محمد یگانه پرست  
بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قم، ایران.
- مجید کلانتر نیستانی  
بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قم، ایران.
- حسن صادقی پناه  
موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۶

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۰۶۹۹۰۵۵

Email: mahdikhojastehkey@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2017.115240.1521

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی امکان استفاده از فناوری بینایی ماشین برای تخمین وزن جوجه های گوشتی انجام شد. تعداد ۶۰۰ قطعه جوجه سویه راس در شرایط استاندارد برای یک دوره ۲۴ روزه پرورش یافت. در فواصل زمانی مشخص (۷ روز یکبار)، ۶۰ قطعه جوجه از مجموع ۶۰۰ قطعه به تصادف انتخاب و با ترازوی مناسب وزن کشی شد. در روز وزن کشی همزمان از جوجه ها تصاویر دیجیتال تهیه شد (بصورت انفرادی و در گروه های ۲، ۳ و ۴ تایی). تصاویر دیجیتال جوجه ها ابتدا پیش پردازش اولیه شده و تبدیلات لازم روی عکس ها انجام و با طراحی الگوریتم مناسب خصوصیات مورد نیاز از تصاویر استخراج گردید. از این خصوصیات برای طراحی مدل شبکه عصبی جهت تخمین وزن جوجه ها استفاده شد. ضریب همبستگی بین ویژگی های استخراج شده از تصاویر شامل طول محور اصلی، طول محور فرعی، جعبه محاطی، مساحت قسمت محدب، مساحت ناحیه پرشده، محیط تصویر و مساحت تصویر با وزن زنده جوجه ها به ترتیب ۰/۹۲، ۰/۹۳، ۰/۵۳، ۰/۹۹، ۰/۹۹، ۰/۹۴ و ۰/۹۹ برآورد شد ( $p < 0.01$ ). شبکه عصبی پرسپترون چند لایه که با الگوریتم پس انتشار خطا آموزش دید، با تعداد ۲۲ نرون در لایه ورودی، ۲۰ نرون در لایه میانی و یک نرون در لایه خروجی بالاترین دقت (۹۹٪) را در تخمین وزن زنده جوجه های گوشتی در مقاطع مختلف زمانی ارائه داد. نتایج بررسی حاضر نشان داد که امکان استفاده از پردازش تصاویر و شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک ابزار مناسب و کارآمد برای تخمین وزن جوجه های گوشتی در طول دوره پرورش وجود دارد.

واژه های کلیدی: جوجه گوشتی، تخمین وزن، بینایی ماشین، شبکه عصبی مصنوعی

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 119 pp: 143-154

### The feasibility of using machine vision technology to estimate the weight of broiler chickens

By: Mahdi Khojastehkey<sup>\*1</sup>, Mohammad Yeganehparast<sup>1</sup>, Majid Kalantar Neyestanaki<sup>1</sup>, Hassan Sadeghipanah<sup>2</sup>

1-Animal science department, Qom Agricultural and Natural resources research and education center.(AREEO).Qom. Iran.

2-Animal science research institute of Iran, Agricultural research, education and extension Organization, .(AREEO).Karaj. Iran.

Received: August 2017

Accepted: October 2017

This research was conducted to investigate the feasibility of estimating the weight of broiler chicks using machine vision technology. 600 Ross broiler chicks were reared under standard conditions for a 42-day period. At selected intervals (7 days), 60 birds from a total of 600 chicks were randomly selected and weighed individually using the appropriate scale. At the same times, digital images were captured individually and in groups 2, 3 and 4 of birds. The digital images were initially preprocessed and the necessary changes were made on the photos and required features were extracted from images by designing an appropriate algorithm, and these features were used to design the neural network to estimate the body weight of chicks. The correlation coefficient between the extracted features of digital images including the Major axis length, Minor axis length, Bonding box, Convex Area, Filled area, Perimeter and Area of the image with live weight of the chicks were 0/92, 0/93, 0/53, 0/99, 0/99, 0/94, and 0/99 respectively ( $p < 0.01$ ). A Multilayer perceptron neural network, which was trained with back propagation learning algorithm, containing 22 neurons in the input layer, 20 neurons in the mid layer and one neuron in the output layer presented the highest accuracy(99%) to estimate the weight of broiler chicks at different ages. The results of this study showed that there is a possibility of using image processing and artificial neural network as an appropriate and efficient tool to estimate the weight of broiler chicks during the breeding period.

**Key words:** Broiler Chickens, Weight estimation, Machine vision, Artificial Neural Network.

#### مقدمه

Woods (۲۰۰۲). مراحل فرایند بینایی ماشین شامل تهیه تصویر، آماده سازی و پردازش اولیه تصاویر، استخراج خصوصیات از تصاویر، داده کاوی، تهیه مدل و اعتبارسنجی مدل می باشد (Chora، ۲۰۰۷). استفاده از بینایی ماشین در کشاورزی و دامپروری در چند سال اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته است. اکثر مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از بینایی ماشین در کشاورزی با دو هدف دسته بندی موضوعات و تخمین مقادیر انجام شده است (Onder et. al، ۲۰۱۱؛ Goyal، ۲۰۱۳). استفاده از این فن آوری در تخمین مقادیر، ابعاد و وزن حیوانات، گیاهان و محصولات موضوع بسیاری از مطالعات بوده است. برای

هوش مصنوعی شامل سیستم هایی است که می توانند واکنش هایی شبیه رفتارهای انسان نظیر شبیه سازی فرایندهای فکری و استدلالی، درک مسائل پیچیده، یادگیری و توانایی کسب دانش برای حل مسایل مختلف داشته باشد (Yudkowsky، ۲۰۰۸). بینایی ماشین یکی از شاخه های مهم هوش مصنوعی است که با هدف استفاده از خصوصیات عکس های ثابت یا متحرک برای شناسایی و تصمیم گیری در مورد افراد، اشیاء و یا موضوعات مختلف کاربرد دارد. در این فن آوری یک سری ویژگی های مشخص از تصاویر استخراج شده و از آن برای تفسیر مفهوم و محتوی موجود در آن تصویر استفاده می شود (Gonzalez and

## مواد و روش‌ها

### ماده آزمایشی

تعداد ۶۰۰ قطعه جوجه گوشتی راس تهیه و با در نظر گرفتن شرایط استاندارد توصیه شده برای این سویه طی یک دوره ۴۲ روزه پرورش داده شدند. برنامه واکسیناسیون جوجه ها بر اساس توصیه اداره دامپزشکی استان صورت پذیرفت و آب و خوراک بر اساس نیازهای استاندارد و بصورت نامحدود در اختیار جوجه ها قرار گرفت.

### وزن کشی و تهیه تصاویر دیجیتال

در روز اول پرورش و همچنین در پایان هر هفته از دوره پرورش ۶۰ قطعه جوجه (معادل ۱۰ درصد از کل گله) به تصادف انتخاب و بصورت انفرادی و در گروه های ۲، ۳ و ۴ تایی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن کشی شدند. همزمان با هر مرحله وزن کشی، تصاویر دیجیتال با استفاده از دوربین canon SX 150 IS و از فاصله ثابت (۹۰ سانتی متری) و با تنظیم نور محیط از جوجه ها تهیه شد. در این مطالعه دو دسته تصویر مختلف شامل تصاویر انفرادی و گروهی (در گروه های ۲ و ۳ و ۴ تایی) از نمای فوقانی جوجه ها تهیه شد.

### آماده سازی و ویرایش اولیه تصاویر

قبل از انجام آنالیز تصاویر ابتدا هر عکس به حافظه رایانه منتقل و پس از فراخوانی و ویرایش های لازم جهت بهتر شدن کیفیت در مورد آن با استفاده از رابط گرافیکی<sup>۱</sup> GUI در محیط نرم افزاری متلب<sup>۲</sup> انجام شد. برخی اقدامات لازم برای ویرایش اولیه تصاویر شامل تبدیل تصویر رنگی به تصاویر خاکستری یا باینری، رفع نویزهای تصویری، رفع سایه ها و پیکسل های اضافی، کنترل انعکاس نور، جدا کردن تصویر اصلی از پس زمینه، تنظیم بزرگنمایی تصویر، تغییر رنگ تصویر و فیلترینگ و قطعه بندی<sup>۳</sup> به منظور استفاده از بخشی از یک تصویر بود.

مثال Banerjee و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از فناوری پردازش تصویر و با دقت ۹۸٪ موفق به تخمین مساحت برگ یک نوع گیاه دارویی شدند. Stajnko و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از پردازش تصاویر حرارتی وزن گاوها را با دقت ۷۹/۸ درصد تخمین زدند. در مطالعه Tasdemir و همکاران (۲۰۱۱) و با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال و مدل فازی همبستگی بین وزن های اصلی و وزن های تخمینی گاوهای هلشتاین ۹۹ درصد گزارش گردید. Wang و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی اقدام به بررسی و پیش بینی وزن خوک ها با خطای ۳ درصد نمودند.

Dehrouyeh و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از پردازش تصویر و شبکه عصبی موفق به جدا کردن تخم مرغهای غیر نرمال از تخم مرغ های سالم نمودند. در این مطالعه تخم مرغهای دارای لکه خون نسبت به تخم مرغهای سالم با دقت ۹۰/۶۶ درصد و تخم مرغهای کثیف از سالم با دقت ۹۱/۳۳ درصد بازشناسی شدند. Dewet و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از پردازش تصویر اقدام به تخمین نرخ رشد جوجه های گوشتی نمودند و مدل پیشنهادی ایشان وزن جوجه ها را از روی تصاویر با دقت ۹۰ درصد تخمین زد. Chmiel و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از فن آوری ماشین بینایی اقدام به تخمین درصد چربی لاشه در جوجه های گوشتی نمودند. همبستگی بین مقادیر واقعی چربی لاشه و مقادیر تخمین زده شده توسط هوش مصنوعی ۸۳ تا ۸۶ برآورد شد. Bhuvaneshwari and Palanivelu (۲۰۱۵) با استفاده از فناوری هوش مصنوعی اقدام به تعیین درصد باروری تخم مرغ با دقت ۹۱/۴ درصد نمودند. Souza و همکاران (۲۰۱۳) نرخ رشد جوجه های گوشتی را با استفاده از فن آوری پردازش تصویر با دقت ۹۶ درصد تخمین زدند. با توجه به توسعه روزافزون استفاده از هوش مصنوعی در تسهیل پایش و ارزیابی مسائل و به منظور معرفی روش ساده و کاربردی برای افزایش امکان مدیریت خودکار سالن های پرورش طیور، مطالعه حاضر با هدف بررسی امکان تخمین وزن جوجه های گوشتی با استفاده از فن آوری بینایی ماشین در مزرعه تحقیقاتی شهید خوراکیان استان قم به انجام رسید.

<sup>1</sup> Graphic Unite Interference

<sup>2</sup> MATLAB

<sup>3</sup> Sgmentation

## استخراج خصوصیات از تصاویر و انتخاب خصوصیات موثر

هر یک از تصاویر دیجیتال بر اساس نحوه استقرار پیکسل‌ها و مقادیر متوسط اختصاص یافته به هر پیکسل دارای خصوصیات شکل شناسی و بافت شناسی متفاوتی است. برای استخراج خصوصیات لازم از تصاویر روش‌های مختلفی بر اساس نوع اطلاعات قابل استخراج از هر عکس مدنظر قرار گرفت. خصوصیات هر تصویر با استفاده از برخی توابع و دستورات موجود در محیط GUI نرم افزار متلب استحصال شد. تعداد ۵۲ خصوصیت مختلف شامل خصوصیات شکل شناسی و بافت از تصاویر مربوط جوجه‌ها استخراج شد. برخی از مهمترین خصوصیات شکل شناسی شامل میانگین، انحراف معیار، فاصله‌ها، زاویه‌ها، مساحت، محیط، طول محور اصلی<sup>۴</sup>، طول محور فرعی<sup>۵</sup>، قطر معادل<sup>۶</sup>، میزان گریز از مرکز<sup>۷</sup>، میزان سختی<sup>۸</sup> بود. همچنین مهمترین خصوصیات بافت شناسی شامل خصوصیات نمودار هیستوگرام، میزان بی‌نظمی<sup>۹</sup>، انرژی<sup>۱۰</sup>، یکنواختی<sup>۱۱</sup>، همگنی<sup>۱۲</sup> و همبستگی<sup>۱۳</sup> بود. تمام ویژگی‌های استخراج شده از یک تصویر برای تشخیص و تخمین وزن جوجه‌ها مورد نیاز نبود و تنها برخی از این ویژگی‌ها که با صفت مورد مطالعه (وزن جوجه در مقاطع زمانی مختلف) ارتباط بیشتری داشت، به عنوان ویژگی‌های موثر انتخاب شدند. این کار با استفاده از بررسی ضریب همبستگی پیرسون بین هر یک از خصوصیات تصویر و وزن زنده جوجه‌ها با استفاده از نرم افزار (۱۶) SPSS انجام شد.

نحوه محاسبه مقادیر ویژگی‌ها از روی تصاویر دیجیتال بصورت خلاصه در شکل انمایش داده شده است. در شکل ۱ تصویر سیاه و سفید از دوعدد چهارضلعی داخل هم نمایش داده شده است. در پردازش تصاویر سیاه و سفید در نرم افزار متلب اولاً هر تصویر به پیکسل‌های تشکیل دهنده آن تجزیه می‌شود. همانطور که در شکل مشخص است کل تصویر از ۹۰۰ پیکسل (۳۰\*۳۰) تشکیل شده است. بنابراین این مساحت تصویر برابر با ۹۰۰ و محیط آن برابر با جمع پیکسل‌های اضلاع آن و برابر ۱۲۰ خواهد بود (۳۰+۳۰+۳۰+۳۰). بر این اساس مساحت مربع سفید رنگ برابر با ۱۶۹ (۱۳\*۱۳) و محیط آن برابر با جمع اضلاع آن و مساوی ۵۲ خواهد بود. بنابراین ویژگی‌های مساحت و محیط در تصاویر جوجه‌ها به نحو فوق محاسبه می‌شوند. طول محورهاصلی و طول محور فرعی نیز در تصویر اصلی معادل تعداد پیکسل‌های موجود در قطر مربع بزرگ و برابر با عدد ۳۰ خواهد بود. در تصاویر سیاه و سفید عدد ۱ به نقاط سفید و عدد صفر به نقاط سیاه تعلق می‌گیرد. با این حساب یک ماتریس عددی از اعداد صفر و یک تشکیل می‌شود که ابعاد آن در شکل ۱ برابر با ۳۰ ردیف و ۳۰ ستون است. و نرم افزار بر اساس تعداد ردیف‌ها و ستون‌های ماتریس مقادیر عددی مربوط به هر یکاز پیکسل‌ها (آرایه‌های ماتریس) محاسبه‌متنوعی را انجام داده و ویژگی‌های متعددی نظیر میانگین، انحراف معیار، کمینه اعداد، بیشین هاعداد و ... را به این ترتیب محاسبه می‌کند که اصطلاحاً به هر یک از این اعداد استخراج شده یک ویژگی از آن تصویر می‌گویند و چون تصاویر مختلف به لحاظ تعداد پیکسل‌های سیاه و سفید با هم متفاوتند در نتیجه آرایه‌های ماتریس آنها هم متفاوت خواهد بود و در نتیجه ویژگی‌های عددی تصاویر نیز از یکدیگر متفاوت است.

<sup>4</sup> Major axis length

<sup>5</sup> Minor axis length

<sup>6</sup> Equive diameter

<sup>7</sup> Eccentricity

<sup>8</sup> Solidity

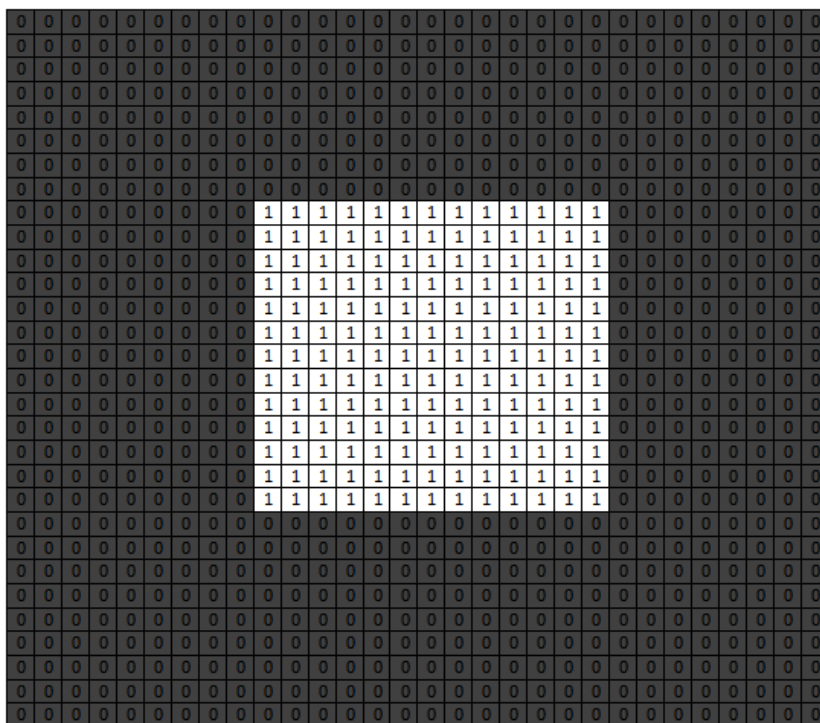
<sup>9</sup> Entropy

<sup>10</sup> Energy

<sup>11</sup> Uniformity

<sup>12</sup> Homogeneity

<sup>13</sup> Correlation

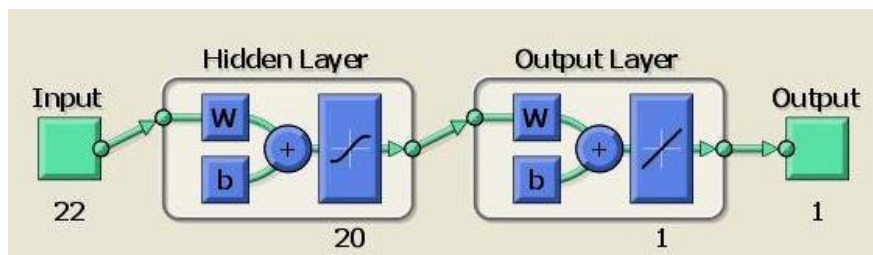


شکل ۱- نحوه مقدار دهی به پیکسل ها در یک تصویر دیجیتال سیاه و سفید.

### داده کاوی اطلاعات

پیش بینی شده از نوع "شبکه عصبی پیش خور" Feed- forward neural network بود که با الگوریتم "پس انتشار خطا" Back propagation آموزش داده شد. تابع مورد استفاده در لایه دوم از نوع سیگموئیدی و در لایه سوم از نوع خطی بود.

هدف از انجام داده کاوی ایجاد ارتباط ریاضی بین خصوصیات استخراج شده حاصل از آنالیز یک تصویر با خصوصیات مرتبط با ابعاد وزن جوجه ها بود. برای داده کاوی اطلاعات به منظور تخمین وزن جوجه ها از محیط شبکه عصبی مصنوعی نرم افزار متلب و ابزار "تخمین مقادیر" nftool استفاده شد. شبکه عصبی



شکل ۲- شبکه عصبی طراحی شده برای تخمین وزن جوجه ها

جدول ۱. خصوصیات انتخاب شده از تصاویر دیجیتال برای تخمین وزن بدن جوجه‌ها.

نتایج مطالعات متعدد در خصوص تخمین وزن و ابعاد اشیا و موجودات زنده نشان می‌دهد که ویژگی‌های شکل شناسی در اغلب موارد با تغییرات ابعاد و اندازه موضوعات مورد مطالعه ارتباط ریاضی معنی داری دارد. در مطالعه Forbes و همکاران (۲۰۰۰) ویژگی‌های شکل شناسی شامل مساحت، محیط، میزان انحنا، میانگین و فاصله اقلیدسی به عنوان ویژگی‌های موثر برای تخمین وزن محصول میوه مورد استفاده قرار گرفت. Hao و همکاران (۲۰۱۶) با کمک گرفتن از خصوصیات شکل شناسی نظیر مساحت، محیط و تعداد نقاط غیر صفر تصویر موفق به تخمین اندازه چهار نوع ماهی مختلف شدند. Bailey و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده پردازش تصویر روشی را برای تخمین سریع وزن اجسام پیشنهاد دادند که در آن از ویژگی‌های شکل شناسی استفاده شده بود. Khojastehkey و همکاران (۲۰۱۵) از خصوصیات مساحت، محیط، طول محور اصلی، طول محور فرعی و فاصله اقلیدسی برای تخمین مساحت پوست بره‌های نوزاد در گوسفند زندی استفاده نمودند. تمام این گزارش‌ها نتایج مطالعه حاضر در خصوص اثر بخشی و ارتباط بالای ویژگی‌های شکل شناسی با وزن جوجه‌های گوشتی را تایید می‌کند.

#### داده کاوی اطلاعات برای تخمین وزن جوجه‌ها

نمودار کارایی شبکه عصبی مصنوعی و نمودار دقت شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده به منظور تخمین وزن جوجه‌ها از روی خصوصیات تصاویر دیجیتال آنها به ترتیب در تصاویر ۲ و ۳ ارائه شده است.

تعداد ۲۲ ویژگی انتخاب شده از مجموع خصوصیات استخراج شده به عنوان ورودی شبکه عصبی مصنوعی و وزن جوجه‌ها به عنوان خروجی شبکه معرفی شد و 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 وزن زنده جوجه‌ها از روی تصویر آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲). معیار انتخاب بهترین مدل مقدار ضریب تعیین مدل و میانگین اشتباه معیار MSE یک مدل در مقایسه با سایر مدل‌های موجود بود. از تعداد ۲۵۹۹ تصویر تهیه شده برای تخمین وزن جوجه‌ها، تعداد ۲۴۹۱ تصویر برای طراحی اولیه شبکه (شامل مراحل آموزش، اعتبارسنجی و آزمون) و ۱۰۸ عکس برای آزمایش مدل نهایی مورد استفاده قرار گرفت.

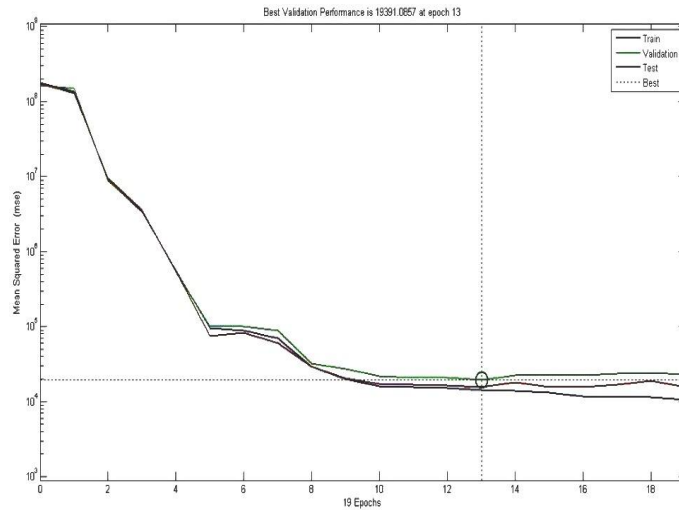
#### نتایج

##### نتایج مربوط به انتخاب ویژگی‌های موثر

در جدول ۱ ویژگی‌های استخراج شده همراه با ضریب همبستگی آنها با وزن بدن جوجه‌ها ارائه شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که برای تخمین وزن جوجه‌ها، ویژگی‌های بافت شناسی چندان موثر نبوده و تنها ویژگی‌های شکل شناسی تصاویر با تغییر وزن جوجه‌ها در روزهای مختلف دوره پرورش ارتباط معنی داری داشت ( $P < 0.05$ ). تعداد ۱۱ ویژگی انتخاب شده در جدول ۱ برای دو نوع تصویر سیاه و سفید و تصاویر لبه گذاری شده به صورت مجزا استخراج و تعداد ۲۲ ویژگی منحصر به فرد برای معرفی به شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد.

جدول ۱. خصوصیات انتخاب شده از تصاویر دیجیتال برای تخمین وزن بدن جوجه‌ها.

P-value	ضریب همبستگی	معادل لاتین	نام ویژگی	نوع ویژگی
۰/۰۱	۰/۹۹	Filled Area	مقدار ناحیه پر شده	شکل شناسی
۰/۰۱	۰/۹۹	Area	مساحت	
۰/۰۱	۰/۹۴	Perimeter	محیط	
۰/۰۱	۰/۹۲	Major axis length	طول محور اصلی	
۰/۰۱	۰/۹۳	Minor axis length	طول محور فرعی	
۰/۰۱	۰/۹۲	Equve diameter	قطر معادل	
۰/۰۱	۰/۹۴	Euclidian distance	فاصله اقلیدسی	
۰/۵۶	۰/۰۶	Eccentricity	گریز از مرکز	
۰/۳۸	-۰/۲۱	Solidity	سختی	
۰/۱۱	۰/۱۷	Orientation	جهت	
۰/۰۱	۰/۹۹	NNZ	تعداد پیکسل سفید	
۰/۱۲	۰/۱۸	Euler number	عدد ایولر	
۰/۷۸	-۰/۰۹	Extent	بسط	
۰/۰۱	۰/۹۹	Convex Area	مساحت محدب	
۰/۶۱	۰/۰۵	Curvature	میزان پیچ و تاب	
۰/۱۹	۰/۲	Regional Max	حداکثر محیطی	
۰/۱۱	۰/۱۸	Regional Min	حداقل های محیطی	
۰/۰۰۱	۰/۹۷	bwulterode	تعداد پیکسل سفید تصاویر باریک شده	
۰/۰۱	۰/۵۳	Bonding Box	جعبه محاطی	
۰/۰۵	۰/۳۶	Skewness	چولگی	
۰/۰۶	۰/۲۴	Kurtosis	کشی‌دگی	
۰/۴۱	۰/۰۶	Entropy	انترپی	بافت شناسی
۰/۲۲	-۰/۱۷	Energy	انرژی	
۰/۱۵	-۰/۱۹	Homogeneity	یکنواختی	
۰/۰۶	۰/۳۱	Correlation	همبستگی	
۰/۸۱	۰/۰۱	Lustre	بازتابش	



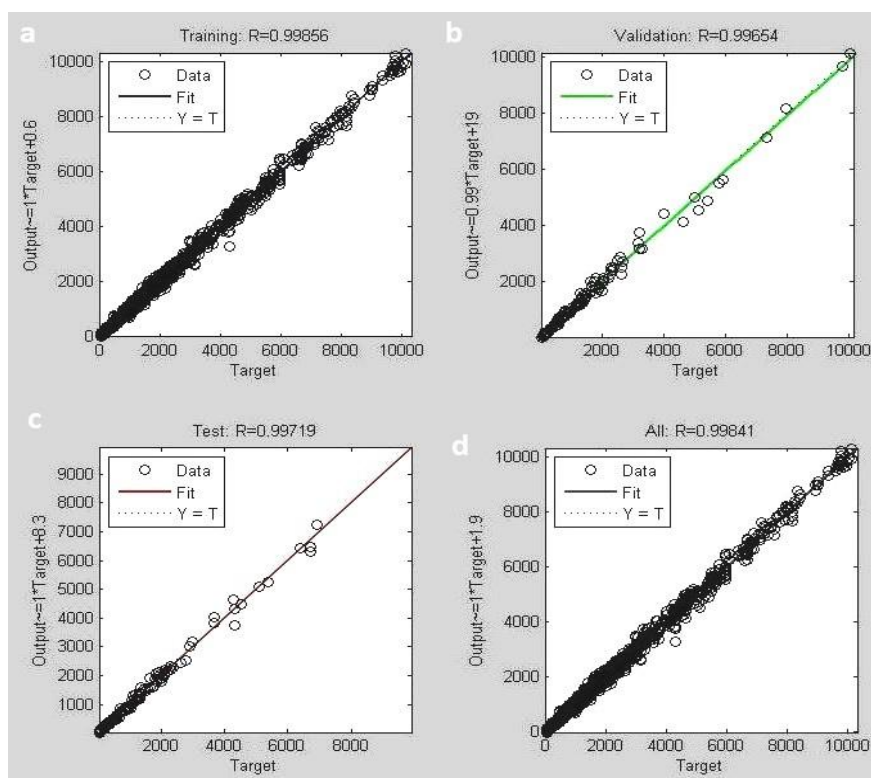
شکل ۳- نمودار کارایی شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده برای تخمین وزن جوجه‌های گوشتی.

در توده زنده جوجه‌هایی با وزن ۳۸ تا ۲۰۰ گرم بطور متوسط ۵/۱۲- گرم و در توده زنده مورد ارزیابی با وزن ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ گرم ۲۲/۹- گرم برآورد شد. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود با افزایش وزن توده زنده مورد ارزیابی در تصاویر میزان انحراف مقادیر وزن تخمین زده شده از شبکه عصبی مصنوعی با مقادیر وزن واقعی جوجه‌ها افزایش می‌یابد که این موضوع به علت تاثیر اثر مقیاس می‌باشد. اما بررسی درصد انحراف از مقادیر واقعی وزن نشان می‌دهد که درصد خطای مدل در تخمین وزن جوجه‌های سنگین‌تر نسبت به تخمین وزن جوجه‌های سبک‌تر، کمتر است و در این باره درصد خطای مدل از ۴/۲۶ درصد در جوجه‌های با دامنه وزن ۳۸ تا ۲۰۰ گرم به مقدار ۰/۹۱ درصد در توده وزن زنده ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ گرم کاهش یافته است. ارائه ۱۰۸ تصویر مجزا به مدل نهایی به منظور تخمین وزن جوجه‌ها از روی تصاویر آنها نشان داد که مدل طراحی شده در عمل نیز می‌تواند بخوبی و با انحراف کمتر از ۳/۷۶ گرم و درصد خطای ۱/۹۱ وزن زنده جوجه‌های را از روی ویژگی‌های تصاویر دیجیتال آنها تخمین بزند.

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود بهترین عملکرد شبکه عصبی در مرحله ۱۳ حاصل شده است. این نمودار نشان‌دهنده عملکرد مناسب شبکه عصبی است، زیرا نمودارهای مربوط به اعتبارسنجی و آزمون شبکه دارای تغییرات مشابه و یکسانی هستند و در نقطه‌ای که بهترین کارایی بدست آمده است بین این منحنی‌ها تقاطع وجود ندارد. بر اساس شکل ۴ میزان دقت شبکه عصبی مصنوعی بر حسب ضریب تبیین مدل در مرحله آموزش ۰/۹۹۸، در مرحله اعتبارسنجی ۰/۹۹۶، در مرحله آزمون ۰/۹۹۷ و در مجموع مراحل ۰/۹۹۸ برآورد شد که این میزان دقت در تخمین مقادیر وزن جوجه‌ها قابل توجه و مناسب است. به منظور اطمینان از دقت و صحت عملکرد مدل نهایی طراحی شده با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی یک سری تصاویر انفرادی جوجه‌هایی که اطلاعات آنها در طراحی اولیه شبکه مورد استفاده قرار نگرفته بود به عنوان آزمون به شبکه معرفی شد.

در جدول ۲ انحراف وزن‌های تخمینی و وزن واقعی توده زنده جوجه‌های ارزیابی شده توسط مدل نهایی با هم مقایسه شده است. بر اساس اطلاعات این جدول مقدار انحراف از مقادیر واقعی وزن





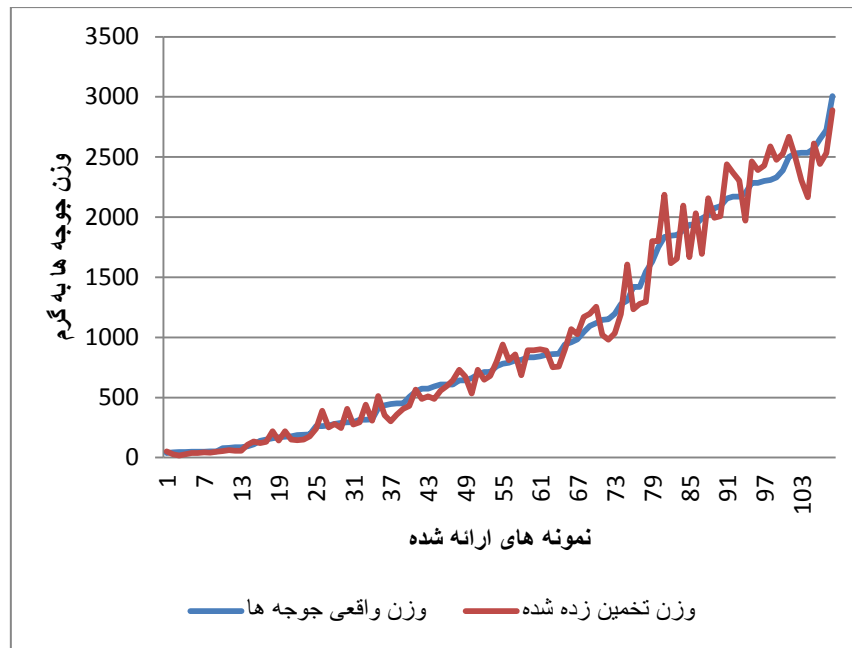
شکل ۴- دقت شبکه عصبی در تخمین وزن جوجه‌ها طی مراحل آموزش (a)، اعتبارسنجی (b)، آزمون (c) و مجموع مراحل (d)

## جدول ۲- مقایسه انحراف وزن واقعی و وزن تخمینی توده جوجه‌ها ( انفرادی و گروهی) توسط مدل نهایی.

دسته بندی وزن جوجه ها	تعداد رکورد	میزان انحراف از وزن واقعی	درصد انحراف	حداقل انحراف	حداکثر انحراف
۲۰۰ تا ۳۸ گرم	۲۴	-۵/۱۲	۴/۲۶	-۲۷/۶	۱۸/۸
۲۰۰ تا ۵۰۰ گرم	۲۲	۷/۶۳	۲/۱۸	-۳۴/۴	۴۰/۸
۵۰۰ تا ۱۵۰۰ گرم	۳۱	۸/۳۵	۰/۹۳	-۷۴/۵	۹۰/۳
۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ گرم	۳۱	-۲۲/۹	۰/۹۱	-۱۳۶/۲	۱۵۴/۳
متوسط		-۳/۷۶	۱/۹۱	-۷۳/۶۱	۸۲/۶۹

تخمین زده شده توسط مدل نهایی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است. در مطالعه Negretti و همکاران (۲۰۰۷) همبستگی بین مساحت جانبی خرگوش‌ها با وزن زنده آنها ۸۷ درصد برآورد شد. بین تخمین مساحت جانبی بدن از روی تصاویر خرگوش‌ها با اندازه های واقعی آنها همبستگی بسیار بالا و معنی داری بین ۹۲ تا ۹۹ درصد در سه گونه مختلف خرگوش بدست آمد.

بر اساس شکل ۵ روند تغییرات مقادیر تخمین زده شده توسط شبکه عصبی مصنوعی و مقادیر واقعی وزن جوجه‌ها کاملاً بر هم منطبق و مشابه یکدیگر است. بررسی و مقایسه خروجی های مدل نشان داد که بین وزن واقعی جوجه‌ها و وزن های تخمین زده شده توسط مدل نهایی ۹۸/۸ درصد همبستگی وجود دارد. نتایج مطالعه حاضر در خصوص همبستگی بالای وزن‌های واقعی و وزن‌های



شکل ۵۴- ارتباط مقادیر وزن واقعی توده جوجه ها و مقادیر وزن زنده تخمین زده توسط شبکه عصبی مصنوعی.

کاوی اقدام به تخمین وزن جوجه های گوشتی کردند و نتایج بررسی آنها موید آن بود که روش مبتنی بر استفاده از مدل بیز<sup>۱۴</sup> بالاترین دقت را داشت و با خطای متوسط ۵۰ گرم وزن جوجه ها را از سن ۱ تا ۴۲ روز تخمین زد. همچنین De Wet و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از پردازش تصویر با خطای ۱۰ تا ۱۵ درصد موفق به تخمین وزن و سرعت رشد جوجه های گوشتی شدند که دقت این گزارشات غالباً نسبت به نتایج مطالعه حاضر پائین تر و مدل پیشنهادی در مطالعه حاضر از کارایی مناسب تری در تخمین وزن جوجه ها برخوردار است.

#### نتیجه گیری

نتایج بررسی حاضر نشان داد که استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال جوجه های گوشتی به همراه داده کاوی اطلاعات با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ابزار مناسب و کارآمدی برای تخمین وزن و سرعت رشد جوجه ها در طول دوره پرورش فراهم می کند و با انجام مطالعات تکمیلی در مورد سویه های رایج در بازار امکان تخمین وزن جوجه های گوشتی با استفاده از فناوری پردازش تصویر وجود خواهد داشت.

در مطالعه دیگر Tasdemir و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال و مدل فازی وزن گاوهای هلشتاین را تخمین زدند. نتایج استفاده از مدل پیشنهادی آنها نشان داد بین وزن های اصلی و وزن های تخمینی گاوهای هلشتاین همبستگی بسیار بالا و معنی دار ۹۹ درصد وجود داشت. این نتایج با نتایج مطالعه حاضر درباره تخمین وزن جوجه ها از روی مساحت فوقانی بدن آنها در تصاویر دیجیتال مطابقت داشت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده بر اساس ویژگی های شکل شناسی از دقت قابل قبولی برای تخمین وزن جوجه ها برخوردار است. نتایج مشابه با مطالعه حاضر در سایر گزارشات نیز ارائه شده است. برای مثال Bazlur and Mollah (۲۰۱۰) با استفاده از اندازه های بدن جوجه های گوشتی حاصل از تصاویر آنها و استفاده از رگرسیون خطی با دقت ۳۰ تا ۹۸ درصد موفق به تخمین وزن جوجه های گوشتی شدند.

همچنین Junior و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از پردازش تصویر مساحت سطح بدن مرغ را با دقت ۹۹ درصد تخمین زدند. Amraei و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از روش های مختلف داده

<sup>14</sup> Bayesian model

## منابع

- Amraei, S., Abdanan Mehdizadeh, S. and Salari, S. (2017). Broiler weight estimation based on machine vision and artificial neural network. *British Poultry Science*. 58(2). <http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2016.1259530>
- Bailey, D.G., Mercer, K.A., Plaw, C., Ball, R., and Barraclough, H. (2004). High Speed Weight Estimation by Image Analysis. *Proceedings of the 2004 New Zealand National Conference on Non Destructive Testing June 27-29, 2004, Palmerston North, New Zealand*.
- Banerjee, K., Jasrai, Y.T., and Jain, N.K. (2012). An Accessible and Accurate Image Analysis for Root Length and Leaf Area Estimation: A Case Application to *Azadirachta indica* Seedlings. *American-Eurasian Journal of agricultural and environmental sciences*. 12: 64-76.
- Bazlur, M.d., and Mollah, R. (2010). Digital image analysis to estimate the live weight of broiler. *Computers and Electronics in Agriculture*. 72(1): 48-52.
- Bhuvaneshwari, M. L.M. and Palanivelu M.S. (2015). Improvement in detection of chicken egg fertility using image processing techniques. *International Journal On Engineering Technology and Sciences*. 2(4):64-67.
- Chmiel, M., Sowiński, M., Dasiewicz, K. (2011). Application of computer vision systems for estimation of fat content in poultry meat. *Food Control*. 22 : 1424-1427.
- 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.
- Dehrouyeh, M.H. , Omid, M. , Ahmadi, H., Mohtasebi, S.S., and Jamzad, M. (2005). Grading and Quality Inspection of Defected Eggs Using Machine Vision. *International Journal of Advance Science and Technology*. 16: 43-50.
- De Wet, L., Vranken, E., Chedad, A., Aerts, J.M., Ceunen, J., Berckmans, D. (2003). Computer-assisted image analysis to quantify daily growth rates of broiler chickens. *British Poultry Science*. 44(4):524-32.
- 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 fulfilment 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.
- Goyal, S. (2013). Predicting properties of cereals using artificial neural networks: A review. *Scientific Journal of Crop Science*. 2: 95-115.
- 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.
- Junior, Y.T., Silva, E., Junior, R.A.B., Lopes, M.A., Damascene, F.A., Silva, G.C.D.A.E. (2011). Digital Surface Area Assessment of Broiler Chickens. *Engenharia Agrícola, Jabotcaval*. 31:468-476.
- 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(1):326-330. DOI: 10.1080/09712119.2015.1031789.
- Negretti, P., Bianconi, G., Bartocci, S., and Terramocia, 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.

