DOI: 10.22059/ijbse.2019.262047.665074 مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹ (ص۶۸۲-۶۷۳)

Intelligent Weighting and Marking System in Poultry, Based on Machine Vision

MERAJ RAJAEE[1*], MAHDIYE IMANPANAH[1], MOBINA AZADI[1], MOHAMMADALI SOLEYMANI[2]
1. Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Shariaty, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran
2. Department of Electrical Engineering, Amirkabir University of technology, Iran
(Received: Aug. 13, 2018- Revised: Jan. 21, 2019- Accepted: Feb. 5, 2019)

ABSTRACT

The goal of this investigation is weighting and selecting chickens in a determined weight by using machine vision. The images were taken by Raspberrypi cameras and then processed using the Raspberrypi 3 board, and finally the weight was estimated. The marking system was also used to mark chickens in the ideal weight range. For this purpose, 300 Rass chickens were examined in 3 poultry farms by a portable system and from about 500 pictures, 4 features were extracted: length, width, area and circumference. Chickens weight calculated with mixing features (length, width, area) that had been gained. Average percentage error of each one was also measured separately. Average percentage error in this system was 6% (minimum error percentage 2% and maximum error percentage 12%) that indicates the ability of image processing to determine the weight of the chicken. For check system accuracy, one place similar to poultry farms has designed with the same light, temperature, food and water for chickens, and they had access freely, they have been checked for 4 days, then marked chickens were putted up on a digital scale. Finally, the results showed the complete accuracy of the system and the accuracy of the image processing and weighting process

Keywords: *Machine vision*, Image processing, Smart Poultry, determine weight, marking.

* Corresponding Author's Email: mrajaee@tvu.ac.ir

سیستم وزن‌کشی و علامتگذاری هوشمند در مرغداری، به کمک بینایی ماشین

معراج رجایی[1*]، مهدیه ایمان‌پناه[1]، مبینا آزادی[1]، محمد علی سلیمانی[2]

۱. دپارتمان برق و کامپیوتر،دانشکده شریعتی، دانشگاه فنی حرفه‌ای، استان تهران، ایران

۲. گروه کنترل *دانشکده* مهندسی *برق* دانشگاه امیر کبیر، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۲۲- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۱/۱- تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶)

چکیده

هدف از این پژوهش، تعیین وزن و انتخاب مرغ‌ها در بازه وزنی دلخواه با استفاده از بینایی ماشین می‌باشد. تصاویر توسط دوربین‌های رزبری‌پای گرفته شده و سپس با استفاده از برد رزبری‌پای 3 پردازش شده‌اند و در نهایت وزن تخمین زده شده است. از سیستم علامتگذاری نیز به منظور علامتگذاری مرغ‌های در بازه وزنی ایده‌آل، کمک گرفته شد. بدین منظور تعداد ۳۰۰ مرغ با نژاد راس، در ۳ مرغداری توسط سیستم قابل حمل بررسی شدند و از حدود ۵۰۰ عکس گرفته شده چهار ویژگی، طول، عرض، مساحت و محیط مرغ‌ها استخراج شد که با ترکیب ویژگی‌های مساحت، طول و عرض، وزن مرغ‌ها محاسبه شد. همچنین درصد خطای هر یک نیزبه صورت جداگانه اندازه‌گیری شد. درصد خطای میانگین۶٪ (حداقل درصد خطا ۲٪ و حداکثر درصدخطا ۱۲٪) نشان از توانایی پردازش تصویر در تعیین وزن مرغ دارد. همچنین جهت اطمینان از صحت کار سیستم، فضایی مشابه با مرغداری، با همان میزان نور و دما و خوراک و آب مورد نیاز مرغ طراحی گردید که تعداد ۲۰ مرغ، در طول مدت ۴ روز تحت بررسی قرار گرفتند، سپس مرغ‌های علامت خورده شده توسط ترازوی دیجیتال وزن شدند. در نهایت نتایج بدست آمده نشان‌دهنده دقت کامل سیستم و صحت روند پردازش تصویر و تعیین وزن بود.

واژه‌های کلیدی: بینایی ماشین،پردازش تصویر، مرغداری هوشمند، تعیین وزن، علامتگذاری

مقدمه

جهان امروز با تولیدی بیش از ۷۵ میلیون تن انواع فرآورده‌های دام و طیور بخش مهمی از نیازهای غذایی جمعیت خود را تامین می‌کند. صنعت مرغداری در ایران با بیش از ۲ میلیون تن تولید گوشت مرغ جایگاه ویژه‌ای در تغذیه مردم دارد. همچنین صنعت مرغداری در ایران از لحاظ میزان تولید، اشتغال‌زایی و حجم وسیع سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و به ویژه صادرات از اهمیت زیادی برخوردار است. Saadat (2016) با توجه به بازار منطقه در بخش صادرات، شاخص تولید از لحاظ اندازه، وزن و بسته‌بندی تولیدکنندگان را به سمت تولید زنجیره‌ای و تمام خودکار سوق می‌دهد. با توجه به دلایل ذکر شده تولیدکنندگان درصدد افزایش تولیدات خود هستند اما در عین حال باید از ابزارهای نظارتی دقیق بر روند تولید استفاده نمایند. صنعت مرغداری به عنوان یکی از صنایع مهم، همگام با پیشرفت انواع فن‌آوری‌ها در زمینه‌های مختلف صنعتی و تجاری از روش‌های مختلف برای رسیدن به نتیجه بهتر استفاده کرده است. در این میان بینایی ماشین و پردازش تصویر در زمینه‌های مختلف صنعت بسیار مورد توجه قرار گرفته است و پروژه‌ها و فن‌آوری‌های زیادی بر این اساس شکل گرفته‌اند. نظیر Pereira *et al.*(2014) که سعی شده با طراحی بازوی رباتیکی بر اساس پردازش تصویر، در صنعت، اشیا را به طور خودکار و سریع دسته‌بندی و مرتب کند و یا Jafarlo & Teimorlo.(2014) و Larimonfare & Rajaee(2012) ، که در حوزه کشاورزی صنعتی، در درجه‌بندی محصولات کشاورزی از بینایی ماشین استفاده کرده است. در میان کاربردهای این شیوه در صنعت مرغداری، حوزه نظارت و بررسی حیوانات، برآورد وزن به عنوان یک برنامه مهم در توسعه روش و کاربردهای پردازش تصویر باید مورد توجه قرار گیرد. آگاهی از وزن مرغ‌ها خصوصا در مراحل نهایی فرآیند تولید، باعث افزایش بهره‌وری شده و علاوه براین، پیش‌بینی و کنترل وزن می‌تواند سهم عمده‌ای در مدیریت تغذیه دام و طیور داشته باشد. خصوصا اینکه برخی مرغداری‌ها اهمیت ویژه‌ای به اندازه و وزن نهایی تولیدات هنگام بارگیری دارند و فقط محدوده تعریف شده را در برنامه کاری خود قرار می‌دهند و مرغ‌های خارج از این محدوده صرفا دورریز و ضرر خواهد بود.

با توجه به مطالب یاد شده بهره‌وری در این صنعت به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت اگر سیستمی طراحی شود که

* نویسنده مسئول: mrajaee@tvu.ac.ir

مرغ‌های با وزن و ابعاد مناسب را از سایر مرغ‌ها جدا کرده و بهترین زمان را جهت بارگیری تعیین کند. این فرآیند می‌تواند بر روند کیفیت مدیریت نیز تاثیرگذار باشد. بعلاوه اینکه پیش‌بینی و در نهایت کنترل وزن گله تاثیر بسزایی در سلامت گله خواهد داشت.(Schofield *et al*.1999)

در روش‌های قدیمی و سنتی بررسی وزن که شامل وزن کردن گروهی یا هر قطعه مرغ، به صورت تک تک یا تخمین گروهی است، و مرغ‌ها برای بارگیری انتخاب می‌شوند که با معایب بسیاری همراه است. ازجمله اینکه گرفتن و وزن کردن هر مرغ باعث ایجاد ترس و استرس در گله شده که عواقبی نظیر کاهش وزن و تلفات آن‌ها را بدنبال خواهد داشت. و یا اینکه برای رسیدن به وزن واقعی گله باید به پراکندگی انتخاب برای وزن دقت زیادی شود، حداقل باید ٪۵ پرنده‌ها وزن شود و باید به تعداد یکسانی از هر واحد سطح، داده‌برداری صورت پذیرد که با زحمت زیادی همراه خواهد بود. با تمام این مشقت‌ها درنهایت ممکن است میانگین وزن انتخابی عدد درستی باشد، اما در بین مرغ‌ها وزن‌های مختلفی مشاهده خواهد شد. به طور مثال در مجموع این مرغ‌ها، مرغ ۴۰۰ گرمی و یا مرغ ۳۵۰۰ گرمی مشاهده می‌شود که این اندازه‌ها هیچکدام اندازه و وزن مطلوبی نخواهند بود و گاها حتی دورریز می‌شوند. به علاوه، وزن کردن به صورت دستی کاری زمان‌بر و خسته‌کننده است، همچنین خطا در ثبت داده‌ها، بی دقتی در تجزیه و تحلیل و قرار گرفتن مکرر مرغ‌های کم تحرک سبب تاثیر بر میانگین وزن گله می‌شود. بخصوص این خطا هنگامیکه جوجه‌های سنگین‌تر به دلیل تحرک کمتر مرتبا وزن می‌شوند بیشتر می‌شود. همچنین وزن کردن تمامی مرغ‌های یک مرغداری نیز جهت انتخاب وزن مناسب کشتار، کاری غیر ممکن خواهد بود. بنابراین پردازش تصویر جایگزین مناسبی خواهد بود، زیرا این روش غیر مخرب، سریع و دقیق است و همچنین در طول فرآیند برای کشاورز و همچنین دام باعث کاهش استرس خواهد شد. در پژوهش‌های مختلف انجام شده در برآورد وزن حیوانات زنده، به طور مستقیم از اطلاعات بدست آمده از پردازش تصویر استفاده شده است که می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره کرد: برآورد وزن جوجه‌های گوشتی با پردازش تصویر و آنالیز رگرسیون Amraee *et al*.(2017)، که در این پژوهش ویژگی‌های جوجه‌ها از جمله: مساحت، محیط، مساحت محدب، قطر بزرگ، قطرکوچک استخراج شد و درنهایت با استفاده از رگرسیون چندگانه و حذف پارامترهای ورودی به این رابطه از روش گام به گام استفاده گردید که این سیستم توانایی پیشگویی وزن را با R^2=0.945 را دارد. پیش‌بینی وزن خوک با دقت 96/2% Kashiha *et al*.(2014)، تعیین وزن گاو با پردازش تصویر Pradana *et al*.(2016)، پیش‌بینی وزن خوک با ضریب تبیین 0/۹۵ Wang *et al*.(2008)، پیش‌بینی وزن ماهی با دقت ٪۳± Viazzi *et al*.(2015)، تعیین وزن گاو زنده با تجزیه تحلیل رگرسیون خطی، که از گاو زنده از دو جهت عکس گرفته شده است و ویژگی‌های هرقسمت شامل مساحت و ابعاد اندازه‌گیری شده و در نهایت با ترکیب این ویژگی‌ها از طریق رگرسیون خطی وزن محاسبه شده است. Tasdemir *et al*.(2011)

همان‌طور که بیان شد هدف اصلی در این پژوهش، بدست آوردن وزن مرغ و انتخاب و علامتگذاری مرغ‌های موجود در محدوده وزنی مورد نظر با تکنیک پردازش تصویر است. علامتگذاری مرغ‌های در وزن ایده‌آل به منظور یکسان سازی ابعاد آن‌ها و جلوگیری از کشتار مرغ‌های در ابعاد کوچکتر یا بزرگتر از حد طبیعی آنها صورت می‌گیرد، زیرا مرغ‌هایی که در یک بازه زمانی مشخص بیش‌تر یا کمتر از حد طبیعی وزن گرفته احتمال وجود بیماری در آنها زیاد است و همچنین با این روش می‌توان بهترین اندازه و وزن مرغ را برای انتقال به کشتارگاه انتخاب کرد.

مدل پیشنهادی

هدف مورد آزمایش

آزمایش در طی ۴ مرحله بر روی ۳۲۰ مرغ از نژاد راس انجام شد، در سه مرحله اول تعداد ۳۰۰ مرغ مورد بررسی قرار گرفتند که در هر مرحله حدود ۱۰۰ مرغ توسط سیستم پردازشگر قابل حمل، تشکیل شده از پردازنده رزبری پای و دوربین آن مورد بررسی قرار گرفتند. مرغ‌ها در فضای طبیعی مرغداری بودند و تغییری در آب و غذا و دما و نور سالن مرغداری ایجاد نشد. در مرحله آخر که جهت بررسی صحت عملکرد سیستم انجام گرفت تعداد ۲۰ مرغ از نژاد راس در مدت ۴ روز، در فضایی آزمایشی مشابه مرغداری قرار گرفتند، دمای این فضا مانند مرغداری ۳۰ درجه سلسیوس بود و روشنایی آن نیز مانند مرغداری‌های سنتی متناسب با نور روز و شب تنظیم شده بود و مرغ‌ها بطور آزادانه به آب و خوراک دسترسی داشتند.

عکس‌برداری از مرغ‌ها

بدلیل استفاده کمتر از حافظه رزبری پای بجای فیلم‌برداری و فریم‌برداری از فیلم‌ها، بطور مستقیم از آن‌ها عکس‌برداری صورت گرفته است. عملیات عکس‌برداری توسط دوربین مخصوص رزبری پای انجام شده است که اتصال آن از طریق درگاه مخصوص طراحی شده روی برد است. دوربین توسط رابط اختصاصی CSI که مخصوص ارتباط دوربین با درگاه مخصوص به خود است، متصل می‌شود. کابل CSI بطور ویژه اطلاعات پیکسل‌ها را حمل

می‌کند. بدلیل صرفه جویی در هزینه و زمان پردازش و استفاده کمتر از حافظه از دوربین ۵ مگا پیکسل رزبری استفاده شده است. این دوربین قابلیت عکس‌برداری با ابعاد ۱۹۴۴ x ۲۵۹۲ و همچنین فیلم‌برداری با کیفیت 1080p30, 720p60 and 640x 480p60/90 video را دارد. نحوه قرار گیری دوربین بصورت عمودی و در فاصله دو متری از سطح زمین است و زاویه لنز دوربین عمود برزمین می‌باشد . بهترین حالت برای تصویر برداری از مرغ که بتوان بهترین ویژگی‌ها را از عکس مرغ استخراج کرد زاویه عمود بر بدن مرغ می‌باشد، همچنین ارتفاع دو متر به این دلیل انتخاب شده است که مزاحمتی برای حرکت کارگران در سطح مرغداری ایجاد نکند (شکل۱). البته بدلیل اینکه فاصله تحت پوشش دوربین که حدود ۶ متر می‌باشد و تعداد زیادی مرغ را در خود می‌گنجاند، زوم دوربین طوری تنظیم شده است که فقط یک مرغ درون آن گنجانده شود و فضایی به ابعاد ۳۰ سانتی متر در ۳۰ سانتی متر را تحت پوشش قرار می‌دهد. مرغ‌ها در طول عکس‌برداری کاملا آزاد هستند و عکس‌برداری هر ۱۰ثانیه یک‌بار انجام می‌شود و پس از پردازش اگر وزن مرغ در بازه تعیین شده بود، علامتگذار فعال می‌شود و مرغ رنگی می‌شود. سیستم علامتگذار همراه با دوربین بر روی ریل قرار گرفته که شامل یک مخزن رنگ سبز، یک نازل رنگ‌پاش و یک بردکنترل که از رزبری‌پای فرمان می‌گیرد، می‌باشد. زاویه نازل رنگپاش با زاویه تحت پوشش دوربین بطور دقیق تنظیم شده است و رنگ دقیقا به سمت مرغ موجود در تصویر پرتاب می‌شود.

شکل ۱ــ شکل قرارگیری دوربین و سیستم علامتگذار

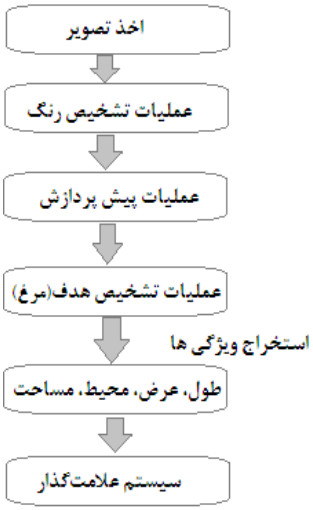
پردازش تصویر و استخراج ویژگی:

همانطور که در نمودار پردازش تصویر و استخراج ویژگی در شکل ۲ مشاهده می‌شود، به محض گرفتن عکس، بصورت همزمان و بلافاصله در رزبری فراخوانی می‌شود و عملیات پردازش روی تصویر شروع می‌شود. نرم افزار استفاده شده در رزبری qt5.2 می‌باشد که یک نرم افزار پلت فرم متقابل است، و روی آن کتابخانه opencv3.2 اضافه شده است که یک کتابخانه متن باز با مجوز BSD برای توسعه دهندگان نرم افزارهای بصری و پردازش تصویر است. برنامه نوشته شده به زبان c++ است، به همین دلیل از سرعت بسیار بالایی برخوردار خواهد بود. پس از فراخوانی عکس، اولین گام پرازش تصویر که روی تصویر RGB صورت می‌گیرد، تشخیص رنگ سبز است به این دلیل که اگر مرغی قبلا در بازه تعریف شده تشخیص داده شده است و مجددا زیر دوربین قرار گرفت دیگر زمانی برای پردازش روی آن گذاشته نشود و در زمان صرفه جویی شود. این عملیات به این دلیل تعریف شده که زمانیکه مرغ در بازه تعریف شده قرار گرفته باشد توسط سیستم علامتگذار با رنگ سبز علامتگذاری می‌شود، در نتیجه نیازی به پردازش دوباره و تعیین وزن آن مرغ نیست و با حذف این پردازش سرعت سیستم افزایش خواهد یافت. سپس نور تصویر تنظیم می‌شود و نویزهای موجود در تصویر حذف می‌شود و اشیاء موجود در تصویر به غیر از مرغ، از تصویر حذف می‌گردد. سپس ویژگی‌های مورد نیاز از جمله طول، عرض، مساحت و محیط از تصویر استخراج می‌شود و در صورت قرار داشتن وزن مرغ در بازه وزنی تعریف شده، پایه ۸ رزبری مقدار ۱ منطقی می‌گیرد و این ولتاژ به کنترلر سیستم علامتگذار اعمال می‌شود و در نهایت مرغ علامتگذاری می‌شود. جهت تخمین وزن مرغ از ترکیب ویژگی‌های طول و عرض و مساحت استفاده شده است. روش تخمین بدین صورت است که ابتدا ابعاد جامعه آماری مورد آزمایش توسط دستورات نوشته در برنامه بررسی شدند و مشاهده شد، عرض مرغ‌ها در وزن آنها تاثیر بیشتری دارد. به همین دلیل نحوه انتخاب ابعاد بدین صورت شد که مرغ‌هایی انتخاب خواهند شد که دارای طول از ۱۱ تا ۱۴ سانتی متر و عرض از ۲۰ تا ۲۴ سانتی متر هستند. نحوه انتخاب طول و عرض نیز رابطه عکس دارد بدین معنی که هر قدر عرض بزرگتر باشد طول کمتر در نظر گرفته می‌شود، سپس طبق یک معادله خطی ساده و مطابق با نمودار (۱) شرط مساحت نیز بررسی می‌شود.

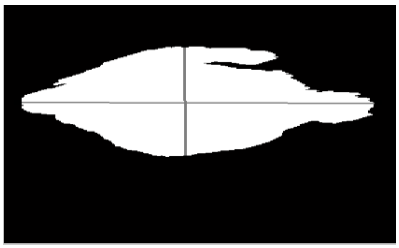
دستیابی به وزن

باتوجه به ویژگی‌های قابل استخراج از پردازش هر تصویر که شامل طول، عرض، مساحت و محیط می‌باشد، ابتدا بصورت جداگانه امکان دسترسی به وزن مرغ از طریق هرکدام از این ویژگی‌ها روی تعداد ۳۲۰ مرغ بررسی شد و در هر مرحله درصد خطا طبق رابطه (۱) نیز محاسبه شد که در نهایت طبق داده‌های بدست آمده ترکیب اطلاعات مساحت و طول و عرض با درصد خطای میانگین ٪۶ به عنوان روش اصلی دستیابی به وزن انتخاب شد. درحالت کلی اطلاعات بدست امده از تصویر برحسب پیکسل می‌باشند، یعنی هر کدام از گزینه‌های طول و عرض و محیط و مساحت برحسب پیکسل بدست می‌آید، اما برای بررسی صحت اطلاعات اندازه گیری شده نیاز بود تا مقیاس‌ها یکی باشند. ازین رو مقیاس

پیکسل به سانتی متر تبدیل شد. برای انجام این تغییر مقیاس قبل از عکس‌برداری از مرغ، اندازه طول و عرض بدن به صورت دستی محاسبه شد. منظور از این طول و عرض فاصله بین نوک تا انتهای دم مرغ (طول) و فاصله بین دو بال مرغ (عرض) است که در شکل ۳ نیز مشخص شده است و در برنامه نیز دقیقا این فاصله‌ها اندازه‌گیری می‌شوند. متناسب با این اعداد بدست آمده برحسب پیکسل و سانتی متر به رابطه تبدیل این مقیاس دست یافتیم. این روند برای تمام مرغ‌ها در یک شرایط کاملا یکسان (فاصله یکسان دوربین تا مرغ و میزان زوم و کنتراست یکسان دوربین) به منظور بررسی صحت این رابطه انجام شد درصد خطای محاسبه شده از فرمول زیر محاسبه شده است.



شکل۲ـ نمودار پردازش تصویر و استخراج ویژگی ها



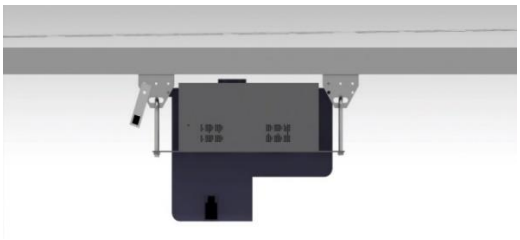
شکل ۳_ طول و عرض تصویر

خطای محاسبه وزن، به دلیل اینکه در این روش سعی بر این بوده است که مرغ‌های با یک بازه وزنی خاص از بین سایر مرغ‌ها تفکیک شود، کاملا قابل قبول می‌باشد و با مشاهده خروجی سیستم در نمونه آزمایشی، که همان مرغ‌های علامت خورده می‌باشد، صحت عملکرد سیستم کاملا اثبات می‌شود.

سیستم علامتگذار

برای اینکه مرغ‌های با وزن مناسب از سایر مرغ‌ها قابل تشخیص باشند و جهت جمع‌آوری و ارسال به کشتارگاه زمان اضافه‌ای صرف انتخاب مرغ با وزن مناسب نشود از یک سیستم علامتگذار متشکل از یک منبع رنگ، یک بردکنترل، یک نازل رنگ‌پاش استفاده شد. کنترلر این سیستم از طریق پایه ۸ رزبری پای فرمان می‌گیرد و در صورت نیاز رنگ را به سمت مرغ پرتاب می‌کند، فشار رنگ پرتاب‌شده به گونه‌ای تنظیم شده است که در صورت برخورد با مرغ، استرسی به مرغ وارد نشود. در ابتدا برای این عمل از رنگ قرمز استفاده شد تا وضوح لازم برای دید کارگران مرغداری را داشته باشد، اما واکنشی از طرف مرغ‌ها مشاهده شده که به سمت مرغی که با رنگ قرمز علامت‌گذاری شده بود حمله کردند. به همین دلیل از رنگ سبز استفاده شد که عکس‌العملی از سمت دیگر مرغ‌ها گزارش نشد و واکنش‌های طبیعی نشان دادند.

همانطور که اشاره شد اولین مرحله در عملیات پردازش تصاویر، حساسیت روی تصاویر با رنگ سبز است و در صورت تشخیص رنگ سبز، پردازش آن تصویر متوقف می‌شود و به این معنا است که مرغ در تصویر پیش از این بررسی شده و زمان اضافه‌ای برای پردازش دوباره صرف نخواهد شد.



شکل ۴ـ سیستم علامتگذارسیستم ریلی

به دلیل کم تحرک بودن مرغ‌های گوشتی، سیستم ریلی همراه با موتور تعبیه شد که با حرکت رفت و برگشتی از ابتدا تا انتهای فضای شبیه‌سازی شده، تمام منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهد و برای اجرای آن از برد کنترلی آردوینو استفاده شد، تا بتوان تمام نقاط مرغداری را بطور کامل پوشش داد.

شکل ۵ـ قسمت‌هایی از سیستم ریلی

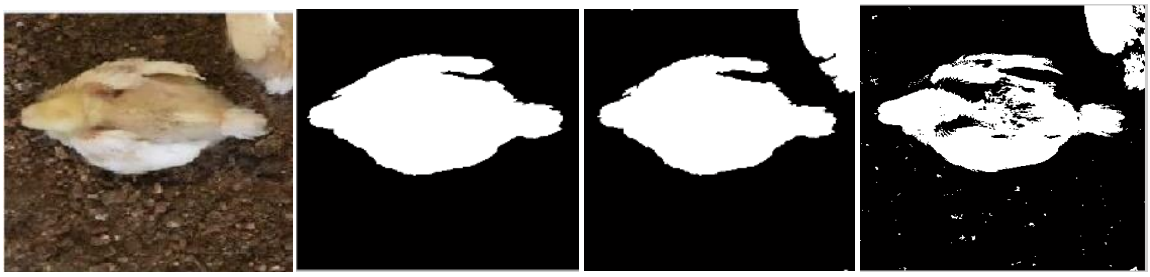
بحث و نتایج

پژوهش حاضر به منظور برآورد وزن و انتخاب مرغ‌های گوشتی در وزن تعریف شده انجام گرفت که برای این امر از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. با توجه به یافته‌های این پژوهش این نتیجه حاصل شد که با استخراج برخی ویژگی‌ها از تصویر، می‌توان به وزن هدف درون تصویر با دقت بالایی رسید. اما با توجه به ویژگی‌های خاص و شرایط موجودات زنده، چالش‌های کار با آنها امری طبیعی است.

مبنای اصلی کار تصاویری است که از مرغ‌ها گرفته و پردازش می‌شود اما بنابر دلایل ذکر شده این امکان وجود دارد که عکس از حالت درست مرغ نباشد و یا اینکه مرغ‌ها فشرده و در کنار هم قرار گرفته باشند. این تغییرات فیزیکی باعث تغییرات در ابعاد بدن و در نهایت تاثیر روی پارامترهای استخراج شده از تصویر دارد. به همین دلیل حالت‌های خاصی در برنامه تعریف شد که مرغ درحال حرکت و یا چند مرغ کنار هم را تشخیص داده و آن‌ها را پردازش نکند؛ بدین شرح که در برنامه میانگین پیکسل‌های اشغال شده توسط تصویر یک مرغ در بازه وزنی تعریف شده شمرده و به عنوان عددی مرجع در برنامه تعریف شد که تصاویر با داشتن محدوده پیکسل مساوی و نزدیک به تعداد پیکسل تعریف شده در برنامه، به عنوان عکس قابل قبول عملیات پردازش روی آن‌ها انجام می‌شود و در صورت بیشتر بودن تعداد پیکسل‌های عکس از تعداد مرجع تعریف شده، عکس به عنوان عکس قابل قبول شناخته نمی‌شود و عملیات پردازش متوقف خواهد شد. این بدین معناست که فقط عکس‌های قابل قبول پردازش خواهند شد. شکل ۶ حالت‌های خاص مرغ را نشان می‌دهد. البته یک راه حل برای تعیین این حالات توسط Coots *et al.*(1995) و Tillet *et al.* (1997) ارائه شد که مدل تعیین توزیع نقطه‌ای حیوان را پیشنهاد داده است. عیب اصلی این روش زمان بر بودن برای رسیدن به نتیجه است و دیگر اینکه محاسبه مدل واقعی با طیف وسیعی از حرکات همراه است که عملا اجرای این مدل امکان پذیر نیست.

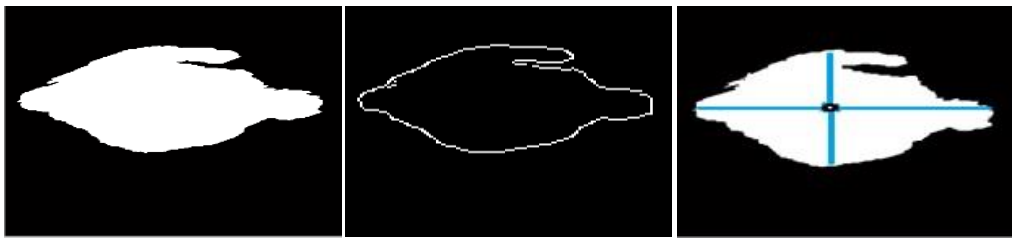
شکل۶ـ حالت‌های خاص قرارگیری مرغ‌ها که برای پردازش نامناسب هستند

با توجه به شرایط موجود در سالن‌های نگه‌داری مرغ، وجود مدفوع و یا باقی مانده غذاها در پس زمینه عکس‌ها امری اجتناب ناپذیر است. درحالیکه وجود چنین مواردی در عکس‌ها باعث ایجاد خطا در محاسبه و استخراج پارامترهای تصویر می‌شود. لذا مطابق با شکل ۷ برای حذف اینگونه موارد از روش‌های موجود نظیرمحدودسازی و آستانه‌گذاریاستفاده شده است همچنین از روش ارائه شده در Burdescu *et al.*(2016) که به توضیح استخراج ویژگی‌های رنگی و هندسی تصاویر دیجیتالی پرداخته نیز استفاده شده که در نهایت به تصویر کامل مرغ بدون موارد اضافی دست یافتیم.



شکل ۷ـ نمونه‌ای از تصویر اصلی و مراحل رسیدن به تصویر نهایی

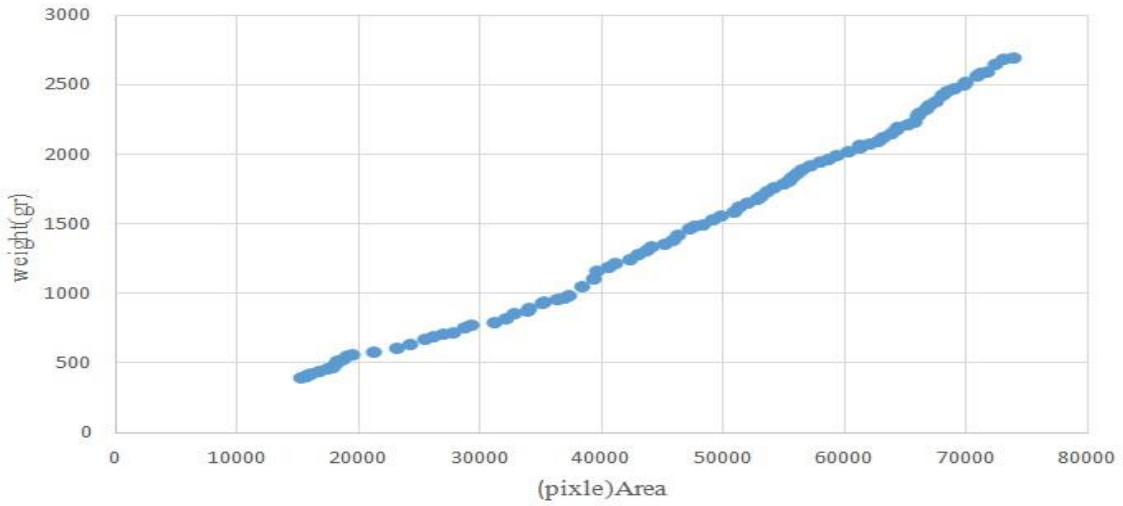
ویژگی‌های استخراج شده از عکس شامل ۴ پارامتر محیط، مساحت، طول و عرض است. برای رسیدن به عامل محیط هدف مطابق با شکل ۸ (ب)، از فیلتر کنی استفاده شده است. با توجه به فیزیک مرغ و زاویه عکسی که گرفته می‌شود می‌توان با تقسیم-بندی و بخش بندی‌ها روی تصویر هدف، به مقادیر طول و عرض دست یافت. شکل ۸ (الف) نشان دهنده این بخش بندی است.



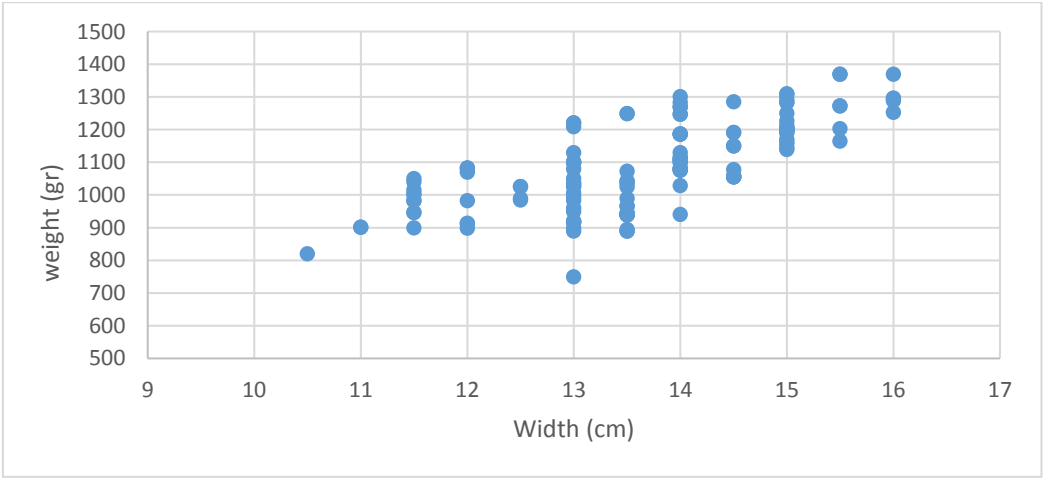
(ج) (ب) (الف)

شکل۸ـ الف) محاسبه طول و عرض ب) محاسبه محیط ج) محاسبه مساحت

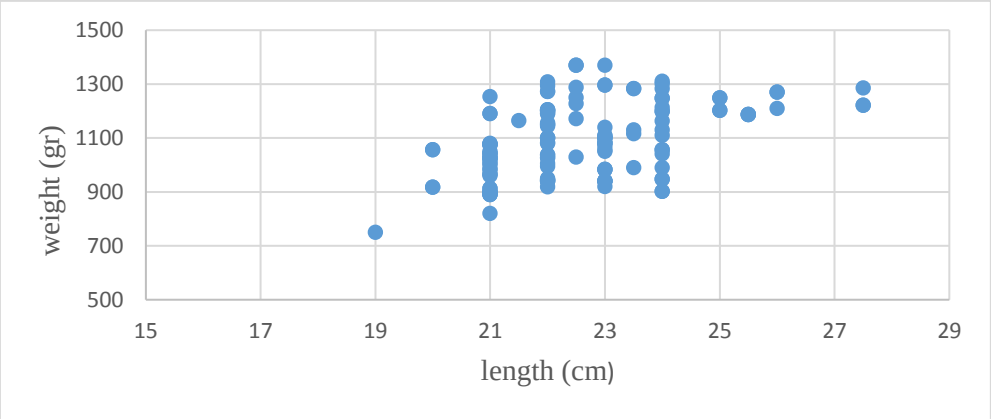
یافته‌های موجود نشان‌دهنده این است که با استفاده از شرط‌گذاری روی پارامترهای طول و عرض و نیز تبدیل مساحت به وزن با یک فرمول خطی ساده و مطابق با نمودار ۱ و ترکیب این ویژگی‌ها می‌توان به وزن نهایی رسید. در واقع این پارامترها رابطه مستقیمی با وزن دارند. اعداد بدست آمده برای محیط، مساحت، طول و عرض برحسب پیکسل بوده و چون رابطه مناسبی بین عدد محیط پیکسلی با وزن نبود، از محیط در این الگوریتم‌ها استفاده نشده است. داده‌های موجود در جدول ۱ نیز بیان کننده این ارتباط مستقیم است. برای رسیدن به وزن از طریق پارامتر مساحت، مساحت هر مرغ برحسب پیکسل حساب شد. بدین صورت که هر مرغ پس از محاسبه وزن دقیق با استفاده از ترازو دیجیتالی، زیر دوربین قرار گرفت و توسط برنامه مساحت تصویر مرغ حساب شد. این محاسبات بر روی ۳۰۰ قطعه مرغ انجام شد. طبق نمودار زیر و با مقایسه وزن و مساحت هر مرغ این نتیجه حاصل شد که با داشتن مساحت مرغ داخل تصویر می‌توان به وزن اصلی مرغ رسید.



نمودار ۱ـ وزن برحسب مساحت



نمودار ۲- وزن بر حسب عرض



نمودار ۳ـ وزن بر حسب طول

مبنای محاسبه وزن، برحسب مساحت توسط یک معادله خطی ساده صورت گرفت اما در حین جمع‌آوری اطلاعات بصورت دستی با تعداد محدودی مرغ برخورد کردیم که دارای ابعاد غیرنرمال بودند یعنی در همان بازه زمانی که سایر مرغ‌ها رشد کرده بودند، این مرغ‌ها رشد بیشتری داشتند که از لحاظ وزنی اصلا متناسب با ابعادشان نبود، به همین دلیل از دو فاکتور طول و عرض در کنار مساحت استفاده شد و با این روش علاوه بر حذف مرغ‌های مریض با این ویژگی، دقت وزن محاسبه شده نیز بالاتر رفت و به میزان خطای میانگین ۶٪ (حداقل ۲٪ و حداکثر ۱۲٪) ارتقا یافت. در پژوهش‌های مشابهی عملیات تعیین وزن روی حیوانات دیگر نیز انجام گرفته است. مانند Kashiha *et al.*(2014) که بر روی تعدادی خوک انجام گرفته و طبق اطلاعات گرفته شده از دوربینی که از بالا بر آن‌ها نظارت داشته است عملیات پردازش تصویر انجام گرفته و با درصد قابل قبول 96/2% به وزن خوک‌ها رسیده‌اند اما در توضیح باید به این نکته اشاره کرد که تعیین وزن پرندگان از جمله مرغ به علت داشتن تغییر جعلی وزن، کار حساس و با درصد خطای بیشتری است که در مقایسه با پژوهش ذکر شده باید مورد توجه قرار بگیرد. این تغییر به سبب نوع خاص پوشش بدنی آن‌ها که پر است، اتفاق می‌افتد. در پژوهش مشابه دیگر، Amraee *et al.*(2017) که با استفاده از آنالیز رگرسیون خطی نتایج پردازش تصویر، به وزن مرغ رسیده‌اند. در این روش در فضای خاص آزمایشگاهی بر تعداد محدود ۳۰ مرغ عملیات عکس برداری و پردازش عکس‌ها صورت گرفته که در آخر به این نتیجه دست یافته شده که آنالیز رگرسیون خطی توانایی پیشگویی وزن را خواهد داشت. که در مورد این پژوهش باید به این نکته مهم توجه کرد که در سالن‌های نگه‌داری و پرورش مرغ، وجود هرگونه سیستم مستقل برای انجام مراحل تشخیص وزن و پردازش‌های لازم امکان پذیر نیست. علاوه براین نوع نژاد و سن مرغ عوامل بسیار مهمی هستند که در این پژوهش مورد توجه قرار نگرفته بود و مقدار دقت نسبی 12٪ در سطح احتمال فقط ۵٪ گزارش شده بود که درصد خطای میانگین ۶٪ حاصل شده در پژوهش حاضر، نشان از دقت بیشتر روند پردازش و حصول نتیجه بهتر است. میزان تجهیزات استفاده شده نیز عامل بسیار مهمی در هزینه‌های تمام شده است. در عمل برای محاسبه وزن مرغ‌های مرغداری که به فرض مثال به تعداد ۱۰۰۰۰ قطعه پرنده باشد به حداقل ۱۰ دوربین که به صورت ثابت نصب شده، برای عکس-برداری نیاز است که در این پرژوه برای تعیین وزن مرغداری با همین تعداد مرغ از سیستم ریلی که شامل فقط ۲ دوربین است استفاده شده است. در طرح ارائه شده، سیستمی به صورت ریلی در نظر گرفته شده تا بتواند به صورت رفت و برگشت عکس‌برداری کند و نیاز به تعدد دوربین را کاهش دهد. بر روی این سیستم ریلی در کنار دوربین، برد رزبری پای قرار گرفته که بصورت خودکار و بدون کنترل خارجی یا دخالت دست عمل پردازش عکس‌های گرفته شده را انجام می‌دهد. همچنین سیستم مستقل علامتگذار که در کنار برد و دوربین قرار گرفته پس از شناسایی و تعیین مرغ در وزن تعریف شده بلافاصله عمل نشانه‌گذاری را انجام خواهد داد. همین فرآیند تفاوت مهم این پژوهش با سایر پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه طیور خصوصا مرغ و مرغداری است که قابلیت بالای عملیاتی سازی این طرح را نشان می‌دهد. قابل حمل بودن کل سیستم پردازشگر و علامتگذار و عدم نیاز به اتاق فرمان در مرغداری و قابلیت مقیاس پذیری سیستم یعنی قابل گسترش بودن برای هر مرغداری، با هر مساحتی، از دلایل مهم این گفته است.

کارهای آتی

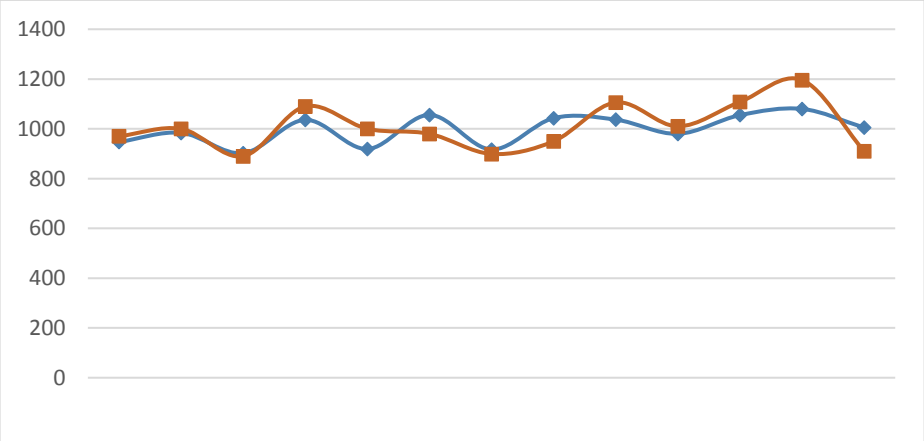
پژوهش ارائه شده برای تعیین وزن و تشخیص مرغ‌ها در یک بازه وزنی تعریف شده بوسیله پردازش تصویر است. در واقع این سیستم فقط قادر به تعیین وزن هر مرغ به صورت جداگانه دارد حال آنکه دانستن وزن کل گله در هر لحظه هم عامل بسیار مهم

و تاثیرگذاری است و با دانستن این فاکتور می‌توان عوامل زیادی را کنترل کرد که از مهمترین آن‌ها می‌توان به ضریب تبدیل دان اشاره کرد. با محاسبه این فاکتورها علاوه بر مدیریت هرچه بهتر گله، می‌توان در تشخیص و جلوگیری از پیشرفت بیماری‌های دام هم بسیار موفق عمل کرد. که این موارد نیاز به کار و پژوهش بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش تعیین وزن و انتخاب مرغ‌ها در بازه وزنی دلخواه با استفاده از پردازش تصویر جهت تعیین وزن و استفاده از سیستم علامتگذار، جهت علامتگذاری مرغ‌های در وزن ایده‌آل بود. این پژوهش به دلیل اهمیت و نیاز صنعت مرغداری به داشتن مرغ‌هایی با وزن یکسان انجام شد. برای تشخیص وزن، از مرغ ها عکس‌هایی گرفته شد و چهار ویژگی محیط، مساحت، طول و عرض استخراج شد و با ترکیب اطلاعات مساحت، طول و عرض، درصد خطای میانگین ۶٪ وزن بدست آمد که این درصد خطا و دقت سیستم مناسب و قابل قبول می‌باشد. کالیبراسیون جهت تبدیل پیکسل به سانتی‌متر جهت قابل فهم شدن ابعاد محاسبه شده، انجام شد که رسیدن به ضریب خطای ۱٪ نشان دهنده صحت این تبدیل بود. نمودار ۴ مقایسه تعدادی از مرغ‌های مورد آزمایش است که وزن واقعی اندازه‌گیری شده توسط ترازوی دیجیتالی با وزن تخمین زده شده توسط سیستم طراحی شده را نشان می‌دهد.

پس از تعیین وزن، با استفاده از یک سیستم علامتگذار مرغ‌های با وزن تعریف شده با رنگ سبز علامتگذاری شدند، مرغ-های علامت خورده در نهایت توسط ترازوی دیجیتال مجددا وزن-کشی شدند و عملکرد دستگاه سنجیده شد و مشخص شد که پردازش تصویر توانایی محاسبه وزن را دارد.



نمودار ۴- مقایسه تعدادی از وزن‌های محاسبه شده با وزن واقعی

پس از تعیین وزن با استفاده از یک سیستم علامتگذار مرغ های با وزن دلخواه با رنگ سبز علامتگذاری شدند، مرغ‌های علامت خورده در نهایت توسط ترازوی دیجیتال مجددا وزن‌کشی شدند و عملکرد دستگاه سنجیده شد و مشخص شد که پردازش تصویر توانایی محاسبه وزن را دارد. در مقایسه با پژوهش‌های قبلی در این پژوهش سرعت پردازش و دقت آن به طور چشمگیری افزایش یافته است

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمام عزیزانی که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، اساتید عزیز و دلسوز گروه برق و همکاری صمیمانه دانشکده دکتر شریعتی و همچنین جناب آقای باقری مالک شرکت مرغداری پردیس که سالن‌هایشان را جهت انجام ازمایش‌ها در اختیار ما قرار دادند، کمال سپاسگزاری و قدردانی را داریم.

هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

REFERENCE

Z.H.Pradana, B.Hidayat, S.Darana , beef cattle weight determine by using digital image processing(2016), in: international Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communication.

D.D.Burdescu,L.Stanescu,M.Brezovan,C.S.Spahiu,D.C .Ebanca(2016),A Method for Image Processing from Planar Color Images, In:IEEE-3rd International Conference on Control, Decision and Information Technologies, April 6-8, 2016,Malta

V. Pereira, V.A.Fernandes, J.Sequeira(2014), Low Cost Object Sorting Robotic Arm using Raspberry Pi, In: 2014 IEEE GlobalHumanitation Technology, South Asia Satellite(GHTC-SAS),Sep 26-27,2014.

S.Amraee, S.A.Mehdizadeh, S.Salari(2017), The

system for estimating the weight of broiler chicks individually using image processing and multiple regression analysis, *Journal of Biotechnology Engineering*, 47(4),615-623.(In Farsi)

M.Rajaee,M.Larimonfared(2012) Recognize eaten apple drop from healthy using Image Processing Techniques using MATLAB Software, In: The 15th Iranian Student Conference, August 28-30,2012, Kashan University, Isfahan, Iran.

S.Viazzi, S.VanHoestenberghe, B. M.Goddeeris, &D. Berckmans, (2015) Automatic mass estimation of Jade perch Scortumbarcoo by computer vision. *Aquacultural Engineering*, 64, 42-48.

Tillet, R.D., Onyango, C.M. &Marchant, J.A. (1997) Using model-based-image processing to track animal movements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 17, 249-261

Schofield, C.P., Marchant, J.A., White, R.P., Brandl, N., & Wilson, M. (1999). Monitoring pig growth using a prototype imaging system. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72, 205–210.

H.Bipembi, J. B. Hayfron-Acquah, Joseph K. Panford, Obed Appiah(2016),Calculation of Body Mass Index using Image Processing Techniques,International *Journal of Artificial Intelligence and Mechatronics* ,4(1),ISSN 2320 – 5121.

M.Jafarlo, R.F.Teimorlo(2014),Estimation of apple volume and indentations, using image processing and neural network, *Journal of Agricultural Machinery*,4(1),57-64(In Farsi).

M.Kashiha, C.Bahr, S.Ott, C. P.Moons, T. A. Niewold, F. O.Ödberg, & D. Berckmans, (2014). Automatic weight estimation of individual pigs using image analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 107, 38-44.

S.Tasdemir,A.Urkmez, &S.Inal(2011). Determination of body measurements on the Holstein cows using digital image analysis and estimation of live weight with regression analysis. *Computers and electronics in agriculture*, 76(2), 189-197.

T. F.Cootes, C. J. Taylor,D. H. Cooper, & J. Graham(1995). Active shape models-their training and application. *Computer vision and image understanding*, 61(1), 38-59.

Y.Wang, W.Yang, P.Winter, & L. Walker (2008) Walk-through weighing of pigs using machine vision and an artificial neural network. *Biosystems Engineering*, 100(1), 117-125.

M.Saadat (2016), Chicken meat demand function in Iran. *Economic Jurnal*,11&12, 101_107(In Farsi).