تخمین و اندازه‌گیری بعضی خواص فیزیکی تخم بلدرچین با استفاده ازتکنیک‌های پردازش تصویر و شبکه عصبی(۳۲۵)

محمود محمودی [۱] ، محمد کردی یزدی [۲] ، عبدالرضا صالحی [۳] ، جواد خزائی [۴]

چکیده

خواص فیزیکی تخم بلدرچین جهت طراحی سیستم‌های عمل آوری از قبیل جوشاننده های تخم و تخم شکن‌ها در دستگاه-های پوست‌کن تخم ضروری می‌باشد. یکی از مشکلات اندازه‌گیری خواص فیزیکی در تخم پرندگان این است که تخم پرندگان با هم اختلاف شکل دارند. بنابراین ما نیاز به یک روش سریع و اتوماتیک داریم تا برای تخم پرندگان مختلف کاربردی باشد. در این تحقیق چندین خصوصیت فیزیکی از تخم بلدرچین تعیین شده است. در این تحقیق از ۱۴۴ تخم تصویر برداری شد. تصاویر به طور مجزا از دو جهت افقی و عمودی بدست آورده شد و در کل ۲۸۸ تصویر (۱۴۴ تصویر افقی و ۱۴۴ تصویر عمودی) به دست آمد. سپس با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر بعضی از خواص فیزیکی تخم بلدرچین بدست آورده شدند. در ادامه برای اندازه-گیری حجم و وزن تخم بر اساس ابعاد تخم روابطی بدست‌آورده شدند. سپس تکنیک شبکه عصبی پس انتشار نیز برای اندازه‌گیری وزن تخم استفاده شد. بر طبق نتایج، مدل ریاضی با دقت ۹۲٪ میزان وزن را تشخیص داد. مدل شبکه عصبی توانست بخوبی وزن را تشخیص دهد به طوریکه دقت شبکه مدل پس انتشار ۹۵٪ بود. در ادامه از مقایسه نتایج پرورش بلدرچین‌ها به این امر رسیدیم که سن بلدرچین مادر در تخم گذاری و خواص فیزیکی تخم تاثیر گذار بود بطوری که تخم بلدرچین‌های جوان به سمت کرویت میل داشت که ممکن است از رحم مادرها و گسترش نیافتن آنها باشد. قرار گرفتن قفس مادرها از لحاظ در یافت نور و غذا و آب تمیز نیز باعث تاثیر بر همه خواص فیزیکی شد. تا آنجا که در مرغ هایی که در بالاترین قفس قرار داشتند و دارای نور و غذای بهتری بودند، تخم‌ها افزایش ابعاد و وزن معنی داری داشتند که خود اهمیت ب و غذای تمیز و کافی و هوای خوب ا می‌رساند.

کلیدواژه: تخم بلدرچین، پردازش تصویر، خواص فیزیکی، شبکه عصبی، سیستم پس انتشار

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی و ماشین آلات کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
پست الکترونیک: m.mahmoodi5@gmail.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه گروه مهندسی و ماشین‌آلات کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۴- استادیار گروه مهندسی و ماشین‌آلات کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

مقدمه

تخم بواسطه مواد مغذی مهمی که داراست به عنوان یک ترکیب اصلی در رژیم غذائی انسان استفاده می‌شود. در کشورهای پیشرفته، اغلب پروتئین حیوانی توسط مردم پذیرفته شده‌است و آن یک منبع کلسترول می‌باشد و بخاطر تجمع در مجاری قلب که باعث بیماری و ایجاد اختلال در بدن می‌شود استفاده آن کم شده است که اهمیت کار بر روی این نوع مواد غذایی را نشان می‌دهد تا موادی با کیفیت بهتر به بازار ارائه شود. از طرفی با افزایش جمعیت و افزایش مصرف، نیاز به مکانیزه شدن و آماده شدن سریعتر این محصول احساس می‌شود. با توجه به اینکه این محصول در حال حاضر بیشتر بصورت کنسرو شده استفاده می‌شود باید بتوانیم هر چه سریعتر و راحتتر پوست تخم را از آن جدا کرده که احتیاج به مکانیزه شدن این کار بیشتر احساس می‌شود. از طرفی در دستگاه‌های پوست‌کن احتیاج به دانستن خواص فیزیکی تخم می‌باشد.

تا کنون گزارش معتبری در رابطه با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر جهت اندازه‌گیری خواص فیزیکی تخم بلدرچین ارائه نشده است، بنابراین مطالعه این روش می‌تواند فضا را برای مطالعات بیشتر در خصوص استفاده از تکنیک‌های جدید در صنعت دام و طیور باز نماید. یک مشکل در اندازه‌گیری خواص فیزیکی تخم بلدرچین این است که تخم بلدرچین‌های مختلف از نظر شکل و اندازه دارای تنوع می‌باشند و به همین خاطر مقادیر خواص فیزیکی از رنج خاصی پیروی نمی‌کنند که با استفاده از تکنیک پردازش تصویر قادریم با دقت بالا خواص فیزیکی تخم را بدست آوریم بطوریکه مثلا با یک تصویر قادریم عملیات مختلفی را از قبیل بسته بندی و بالا بردن کیفیت تخم و بازار پسندی آن انجام دهیم. در زمینه اندازه‌گیری خواص فیزیکی تخم بلدرچین به روش‌های متداول کارهای محدودی وجود دارد که از آن قبیل می‌توان گزراش پرورش بلدرچین در بنگلادش که توسط امامی ارائه شده است را نام برد، امامی[1] در مقاله خود به کلیات پرورش بلدرچین و اهمیت اندازه‌گیری خواص فیزیکی تخم اشاره کرده است[1]. از دیگر محققین در این زمینه می‌توان دونالد[2] را نام برد که در سال ۱۹۷۹ با اندازه گیری بزرگترین و کوچکترین قطرهای تخم بلدرچین توانست روابط ریاضی بین این ابعاد و حجم و وزن تخم پیدا کند. بر اساس نتایج دونالد این روابط بخوبی حجم را اندازه گیری می‌کرد و لی در اندازه‌گیری وزن چون پس از مدتی وزن تخم کم می‌شود رابطه بخوبی نتوانست وزن را اندازه‌گیری کند [3]. اما در این تحقیق برای از بین بردن خطای تغییر وزن که ناشی از تغییر رطوبت می‌باشد از یک مدل شبکه عصبی استفاده شد که بخوبی توانست تغییر وزن را تخمین زده و بتواند وزن صحیحی را ارائه دهد. این مدل عبارت بود از شبکه پس‌انتشار. امیری در سال ۲۰۰۶ توانست از مدل پس انتشار برای تخمین رطوبت محصول خارج شده از خشک‌کن استفاده کند، این مدل با دقت بسیار بالایی به نتیجه رسید بطوریکه توانست با دقت ۹۹ ٪ رطوبت را تشخیص دهد[2]. در سال ۲۰۰۶ محمودی[3] با استفاده از این مدل شبکه عصبی توانست بخوبی چند واریته پسته ایرانی را از هم تشخیص دهد و آنها را طبقه بندی کند، ایشان در ابتدا با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر خواص فیزیکی واریته ها را تشخیص داد و سپس بر اساس اختلاف خواص فیزیکی و با استفاده از تکنیک شبکه عصبی مذکور توانست واریته‌ها را از هم جدا کند[4]. سیکل جداسازی و بررسی بر اساس خواص فیزیکی با استفاده از چشم، کم دقت و طاقت فرسا می‌باشد بنابراین ما احتیاج به یک روش سریعتر و دقیقتر داریم. جداسازی با ماشین بینایی و با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر در حالتی که اطلاعات باید بصورت چشمی و با تکرار بدست آورده شود سریعتر است. در سال ۲۰۰۵ ، زائو یان[4] و همکاران واریته‌های برنج را با استفاده از تکنیک پردازش تصویر و شبکه عصبی شناسایی کردند. واریته‌های برنج مورد استفاده ey7954, syz3, xs11, xy5968, xy9308, z903 بودند، از این واریته‌ها ۷ ویژگی رنگ و ۹ ویژگی مورفولوژیکی بدست آورده شد. از هر واریته حدود ۲۰۰ نمونه برای آموزش شبکه انتخاب شد و بعد از آموزش از ۶۰ نمونه برای تست شبکه استفاده کردند [5]. لای[5] و همکاران در سال ۱۹۸۶ تعدادی تکنیک شناسایی طرح جهت شناسایی و طبقه بندی غلات ارائه دادند، که در این کار خواص فیزیکی غلات را اندازه‌گیری کردند.

هدف از این تحقیق اندازه‌گیری خواص فیزیکی تخم بلدرچین با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویرمی‌باشد. با استفاده از این تکنیک و با روش های اتوماتیک می‌توانیم هر چه سریعتر ویژگی‌های شکل و ابعاد تخم را استخراج کنیم. از جمله خواص فیزیکی

1 Emami
2 Donald
3 Mahmoudi
4 Zhao-yan
5 Lai et al.

تخم که در این تحقیق بدست آمدند عبارتند از طول، عرض، ضخامت، بزرگترین سطوح افقی و عمودی (A_{xy}, A_{yz}) ، دو محیط عمود برهم (P_{xy}, P_{yz}) ، حجم و وزن. همچنین بدست‌آوردن روابطی برای اندازه‌گیری دقیق‌تر وزن و سپس محاسبه وزن با در نظر گرفتن تغییر وزن در اثر گذر زمان با استفاده از شبکه عصبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع آوری تصاویر

تخم بلدرچین های استفاده شده در این تحقیق از مرکز تحقیقات یزد واحد طیور در سال ۲۰۰۶ جمع‌آوری گردید. نحوه انتخاب بر این اساس بود که بلدرچین‌های ماده در سه ردیف (قفس) که روی هم قرار گرفته بودند گذاشته شدند و هر سه قفس (شامل سه ماده) که در یک ستون عمودی قرار داشتند تنها با یک نر آمیزش داده شدند و تخم‌ها در پایان جمع‌آوری گردید. در این تحقیق از ۱۲ بلدرچین نر و ۳۶ بلدرچین ماده استفاده شد و از طرفی این ۳۶ بلدرچین ماده به دو رده سنی با اختلاف دو هفته در هنگام انتخاب تخم تقسیم بندی شدند با توجه به اینکه از هر ماده جهار تخم انتخاب شد و سپس از دو جهت عمودی و افقی از آن تصاویری بدست آورده شد در پایان ۲۸۸ تصویر (۱۴۴ تصویر افقی و ۱۴۴ تصویر عمودی) بدست مد.برای گرفتن تصاویر از یک محفظه با نور و فاصله قابل تنظیم استفاده شد (شکل ۱). اما باید فاصله و نور محفظه برای کلیه تصاویر ثابت باشد تا شرایط برای همه تصاویر یکسان انتخاب شود. زمینه عکس‌ها برای کاهش اثر سایه و نویز سیاه در نظر گرفته شد و از نور سفید همراه یک لامپ فلورسنت گرد استفاده گردید تا بهترین تصویر با کمترین نویز آماده شود. برای این منظور از دوربین دیجیتال Sony مدل (Cyber shot) با رزولوشن 640 × 480پیکسل استفاده شد، تصاویر بر روی حافظه آن ذخیره شده و به کامپیوتر شخصی منتقل شده و با استفاده از Toolbox Image processing نرم‌افزار *MATLAB* تصاویر پردازش شدند دوربین در فاصله ۱۲ سانتیمتری تخم‌ها و به طور عمود روی محفظه نصب شد. خواص مورفولوژیکی با استفاده از آنالیز شکل[1] محاسبه شدند. در آنالیز شکل ابتدا تصاویر به تصاویر باینری تبدیل شدند. به این طریق که بعد از شناسایی سطر سطر عکس بوسیله نرم‌افزار، اشیاء[2] داخل تصویر شناخته شده و تخم جدا می شود، سپس نویزهای تصویر پر شده و تصویر نهایی برای محاسبه پارامترها آماده می گردد. شکل۲، مراحل مختلف برای دستیابی به تصاویرسیاه و سفید نهایی از تخم بلدرچین را نشان می‌دهد.

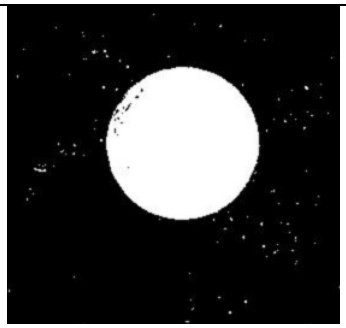
نحوه اندازه‌گیری خواص فیزیکی تخم بلدرچین

پارامترهای مورفولوژیکی (فیزیکی) محاسبه شده از تخم‌های مختلف عبارتند از: سطح[3]، محیط[4]، طول محور اصلی[5](MAL)، طول محور فرعی[6](SAL)، قطر معادل[7](EQD)، بزرگترین قطر تخم (Amax) و ماکزیمم بین دو قطر(Bmax) (بزرگترین قطر از نمای بالا و کوچکترین قطر از نمای پهلو)، (شکل، ۳).

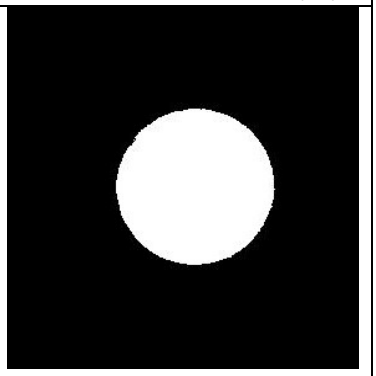
1 Shape Analysis
2 object
3 Area
4 Perimeter
5 Major Axis Length
6 Minor Axis Length
7 Equivalent Diameter

شکل، ۱. شماتیکی از محفظه با نور و فاصله قابل تنظیم جهت گرفتن تصاویر از تخم‌های بلدرچین.

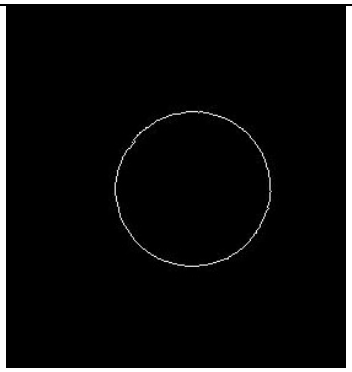
تصویر اولیه



تصویر باینری همراه نویز

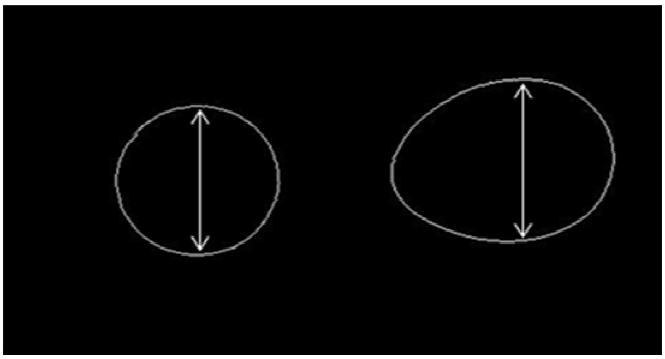


تصویر باینری نهایی جهت محاسبه پارامترهای مورفولوژی



تصویر پیکسل‌های بر روی لبه تخم جهت محاسبه محیط تخم

شکل،۲. مراحل تبدیل تصویر به یک تصویر باینری جهت بررسی خواص فیزیکی



شکل،۳. تصویر از نمای بالا و نمای پهلو تخم جهت یافتن Bmax، که همان بزرگترین قطر از نمای بالا و کوچکترین قطر از نمای پهلو می‌باشد.

پس از محاسبه این خواص فیزیکی، حجم و وزن محاسبه شدند، به این طریق که برای اندازه گیری حجم و وزن در ابتدا از فرمول‌های دونالد استفاده شد. این فرمول‌ها (یک و دو) بترتیب حجم و وزن را اندازه‌گیری می‌کنند و ترکیبی هستند از A_{max} ، B_{max} و ضرایب تصحیح، K_v و K_w [2]:

$$۱V = K_v A_{max} \cdot B_{max}^{\ 2}$$

$$W = K_w A_{max} \cdot B_{max}^{\ 2} \quad ۲$$

برای بدست‌آوردن K_v و K_w از بین ۱۴۴ تخم ۱۰ تخم انتخاب شد و با استفاده از ترازو وزن آنها و سپس با انداختن داخل آب مقطر حجم آنها با دقت ۰,۱ cc بدست آمد سپس با استفاده از A_{max}, B_{max} محاسبه شده با استفاده از روش پردازش تصویر و قرار دادن آنها در فرمول دونالد یک K_v و K_w بطور میانگین محاسبه کردیم در ادامه این دو ضریب محاسبه شده را داخل فرمول قرار داده و برای کلیه تخم‌ها حجم و وزن را محاسبه کردیم که نتایج رضایت بخشی داد. در ادامه برای بالا بردن دقت، همبستگی بین میزان حجم و وزن اندازه‌گیری شده با تمام خواص فیزیکی، محاسبه شد و خواصی که بیشترین همبستگی را با وزن داشت مشخص گردید و با استفاده از نرم‌افزار Excel معادله‌ای بین وزن و خواص با همبستگی بالاتر بدست آمد. در ادامه باز هم برای بالاتر بردن دقت از مدل شبکه عصبی پس انتشار جهت تخمین وزن استفاده کردیم.

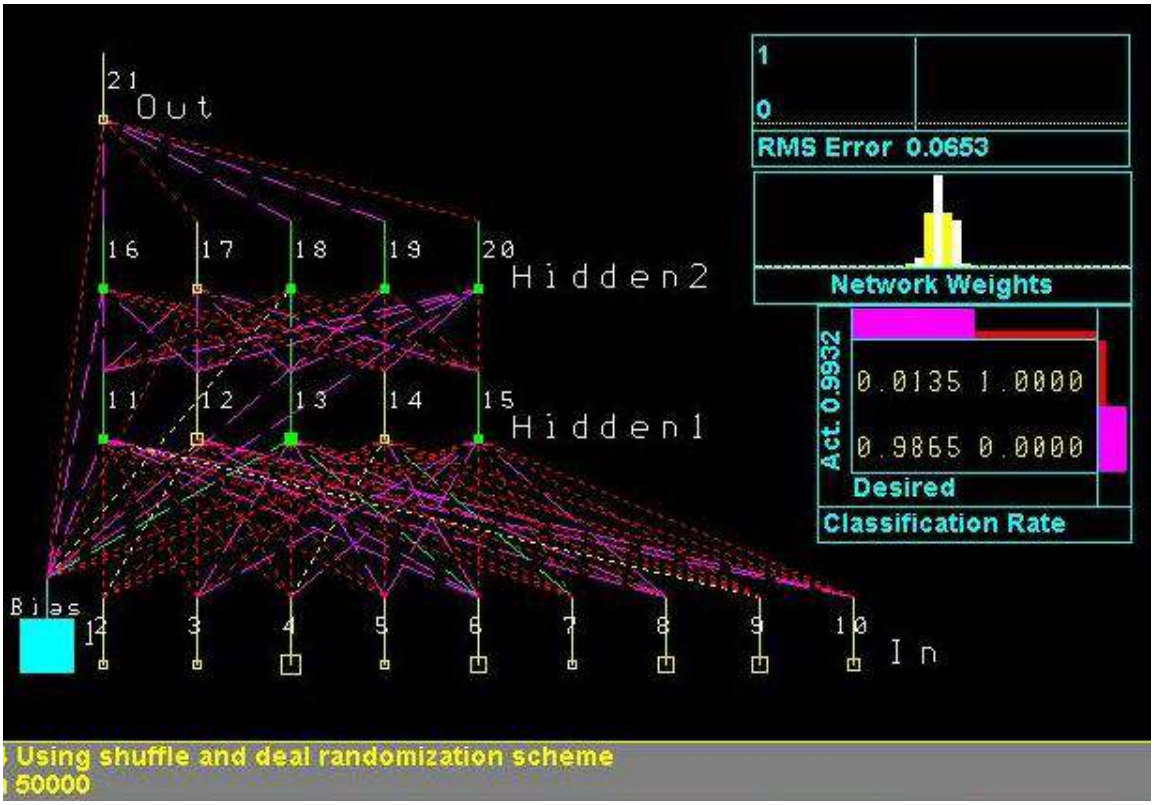
طراحی شبکه عصبی

با توجه به اینکه کلیه پارامترهای خواص فیزیکی که سنجیده‌شد برای دو حالت عکس برداری عمودی و افقی بود در هنگام آموزش یک سری از آنها را که حالت تکراری داشتند در نظر گرفته نشد و فقط این پارامترها که عبارتند از: سطح از نمای افقی و عمودی، محیط از نمای افقی و عمودی، قطر معادل از نمای افقی و عمودی، B_{max} , A_{max} و مینیمم قطر وقتی تصویر عمودی باشد، برای آموزش و تست شبکه استفاده شدند. شبکه عصبی با نه نرون لایه ورودی و یک نرون در لایه خروجی که همان وزن است طراحی شد (شکل، ۴). همانطور که در شکل ۴ دیده می‌شود این شبکه دارای دو لایه مخفی است که هر کدام پنج نرون دارند و ورودی‌های شبکه، خواص فیزیکی محاسبه شده می‌باشند. تعداد بهینه نرون‌ها در لایه‌های مخفی از روش آزمون و خطا بدست آورده شد. در این تحقیق از نرم افزار Neural works professional 11/PLUS (Ver. 5.23) استفاده شده است. نحوه کار شبکه به این طریق است که قسمتی از داده‌ها را جهت آموزش شبکه و قسمتی را جهت تست شبکه استفاده می‌کنند. فرایند آموزش توسط شبکه‌های فوق امری تکراری است که شامل تغییر وزن‌های بین لایه‌های مختلف است و در طی آموزش بتدریج به سمت ثبات این وزن‌ها پیش می‌رود بطوریکه خطای بین مقادیر مطلوب (مقدار واقعی) و پیش بینی شده به حداقل برسد. توابع آستانه مختلفی جهت یافتن حالت بهینه آن مورد ارزیابی قرار گرفت که عبارتند از: تابع سینوسی، تابع سیگموید، تابع خطی و تابع تانژانت هایپربولیک. در ضمن قواعد یادگیری مختلفی در فرایند آموزش مورد استفاده قرار گرفت که از آنها می‌توان قاعده دلتا[۱]، قاعده نرم انباشت[۲]، قاعده Ext DBD، قاعده پس انتشار سریع[۳]، قاعده بیش پس انتشار[۴] و قاعده

1 Delta Rule

دلتا-بار-دلتا[5] را نام برد.

برای آموزش ابتدا داده‌ها بطور تصادفی به نسبت تقریبی ۳ به ۱ تقسیم شدند، به طوری که ۹۲ داده برای آموزش و ۴۵ داده برای تست شبکه انتخاب گردید. برای یافتن شبکه با توپولوژی مناسب به کمک الگوریتم‌های آموزشی، از معیار خطای مربعات میانگین استفاده می‌شود که هدف کمینه کردن خطای مذکور است. همانطور که در شکل ۴ دیده می‌شود خطای مربعات میانگین و سرعت دسته بندی و کار شبکه و هیستوگرام مربوط به تغییرات وزن مشخص است.



شکل، ۴. شبکه عصبی طراحی شده با دو لایه مخفی و از نوع پس انتشار جهت تخمین وزن، RMS خطای شبکه تخمین شده ۰،۰۶۵۳ می‌باشد.

نتایج و بحث

با استفاده از روابط دونالد وزن و حجم اندازه‌گیری شدند و بر طبق نتایج، بطور میانگین تخم‌ها دارای حجم $5608,6 mm^3$ و پراکندگی ۰،۱۴۲ بودند، ماکزیمم و مینیمم حجم تخم‌های سنجیده شده از ۳۹۵۱ تا ۸۴۴۱ mm^3 تغییر کردند. بطور متوسط وزن تخم‌ها ۱۲،۵ گرم بود و ماکزیمم و مینیمم وزن آنها بترتیب ۸،۵ و ۱۴،۵ گرم بود. از طرفی ماده‌ها در دوره تخم‌گذاری حدود ۱۶،۷ تخم گذاشتند که میزان پراکندگی آنها حدود ۰،۱۴ بود. A_{max} در رنجی حدود ۳۰،۳ تا ۳۹،۶ mm^2 و B_{max} هم در رنج ۲۵،۱ تا ۳۳،۶ mm^2 قرار داشتند. نتایج کامل داده ها در جدول۱ ارائه شده است.

جدول، ۱. پارامترهای آماری محاسبه شده از خواص فیزیکی تخم بلدرچین‌هایی که اندازه‌گیری شدند.

1 Norm-Cum-Delta Rule
2 Extended Delta-Bar-Delta Rule
3 Quick Propagation Rule
4 Max propagation Rule
5 Delta-Bar-Delta Rule

Statistical parameter	Num of eggs	Axy (mm^2)	MAL_{xy} (mm)	SAL (mm)	A_{max} (mm)	B_{max} (mm)	Deq_{xy} (mm)	P_{xy} (mm)	A_{xz} (mm)	MAL_{xz} (mm)	SAL_{xz} (mm)	Deq_{xz} (mm)	P_{xz} (mm)
Average	16.7	734.8	34.5	27.3	34.5	28.3	30.7	91.0	614.8	28.2	27.8	28.0	83.8
Var	6.5	4000.9	2.7	1.7	2.7	2.1	1.7	36.1	3323	1.9	1.6	1.7	37.9
St. Err	2.6	63.3	1.6	1.3	1.6	1.4	1.3	6.0	57.6	1.4	1.3	1.3	6.2
C.V.	0.14	0.09	0.047	0.05	0.5	0.05	0.04	0.07	0.09	0.05	0.05	0.05	0.07
Max	21.0	964.8	39.6	33.6	39.6	33.6	35.2	119.5	837.2	33.5	32.6	32.7	121.7
Min	8.0	589.0	30.3	24.9	30.3	25.1	27.5	80.0	489.2	25.1	25.0	25.0	74.5

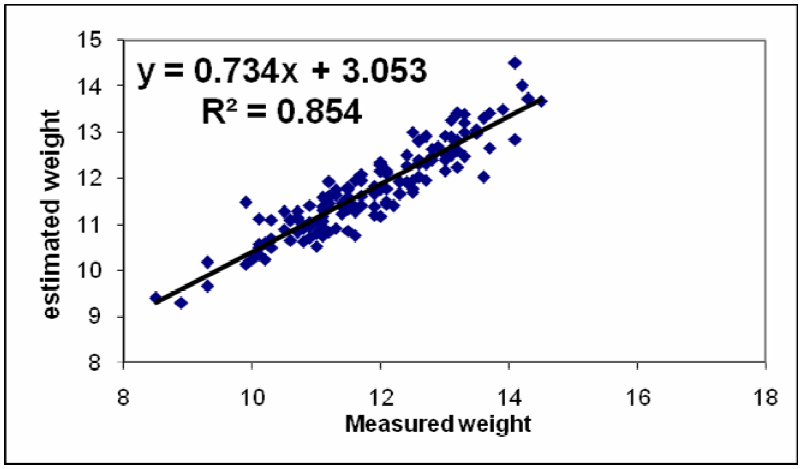
جهت بررسی پارامترهایی که بیشترین همبستگی را با حجم و وزن داشتند، ضریب همبستگی اندازه گیری و نتایج آن برای کلیه پارامترها در جدول، ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج بدست آمده همبستگی بین وزن و حجم و پارامترهای محاسبه شده از تصاویر افقی بیشتر بود بنابراین در جدول فقط همبستگی بین پارامترهای محاسبه شده از تصاویر افقی و وزن وحجم در مقابل هم آورده شد. همانطور که در جدول می‌بینیم وزن اندازه‌گیری شده با روش‌های متداول همبستگی زیادی با Deq_{xy} و A_{xy} از خود نشان داد در حالی که حجم اندازه‌گیری شده با A_{max} , B_{max} همبستگی زیادی داشت و این نشان دهنده دقت بالای فرمول دونالد در تخمین حجم می‌باشد ولی بین وزن سنجیده شده و وزن اندازه‌گیری شده با روش دونالد (W_c) همبستگی بسیار بالایی وجود نداشت که حاکی از خطا در فورمول وزن دونالد می‌باشد.

جدول، ۲. ضریب همبستگی بین خواص فیزیکی بدست آمده از از تصاویر با حجم و وزن اندازه گیری شده با روش‌های متداول و وزن محاسبه شده با فرمول دونالد.

خواص فیزیکی	Axy	MAL_{xy}	SAL	A_{max}	B_{max}	Deq_{xy}	P_{xy}	W	V	W_c
Axy	1.00	0.91	0.88	0.91	0.87	1.00	0.78	0.89	0.95	0.88
MAL_{xy}		1.00	0.64	1.00	0.67	0.91	0.81	0.77	0.84	0.77
SAL			1.00	0.63	0.95	0.88	0.62	0.82	0.91	0.78
A_{max}				1.00	0.66	0.90	0.81	0.76	۹۴0.	0.77
B_{max}					1.00	0.87	0.65	0.83	0.96	0.83
Deq_{xy}						1.00	0.78	0.89	0.95	0.88
P_{xy}							1.00	0.66	0.76	0.69
W								1.00	0.87	0.83
V									1.00	0.87
W_c										1.00

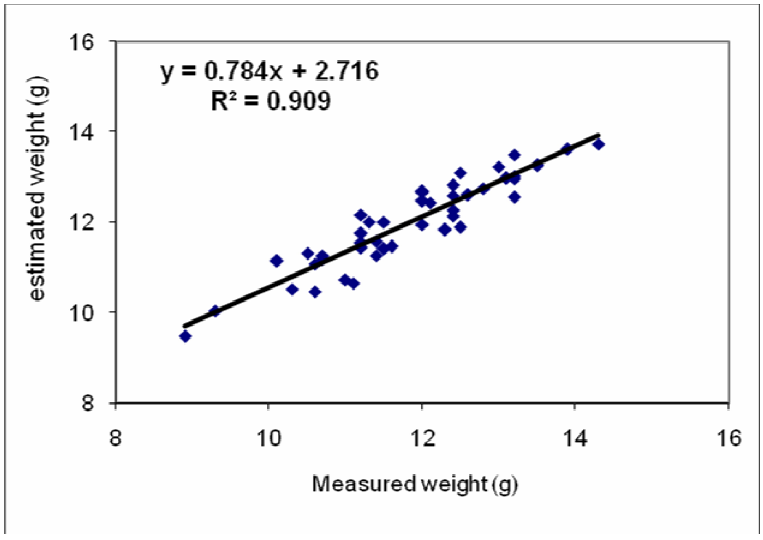
بنابراین در ابتدا رابطه‌ای بین وزن و Deq_{xy} و A_{xy} با استفاده از نرم افزار Excel بدست آورده شد ولی این رابطه هرچند دقت بالاتری از فرمول دونالد داشت ولی تغییر وزن را در اثر گذر زمان در نظر نمی‌گرفت نتایج بدست آمده از Excel درشکل، ۵ دیده می‌شود. فرمول بدست آمده برای وزن براساس Deq_{xy} و A_{xy} نتایج نسبتا خوبی را نشان داد. فرمول ۳ ، فرمولی است که برای تخمین وزن استفاده شده است.

$$W = \frac{159.63A_{xy} + 413.82Deq_{xy} - 1163.58}{10000} \quad (۳$$



شکل، ۵. وزن تخمین شده بر اساس رابطه بدست آمده از Deq_{xy} و A_{xy} در مقابل وزن اندازه‌گیری شده با ترازو، همبستگی بین وزن اندازه‌گیری شده و تخمین شده، ۹۲٪ بود.

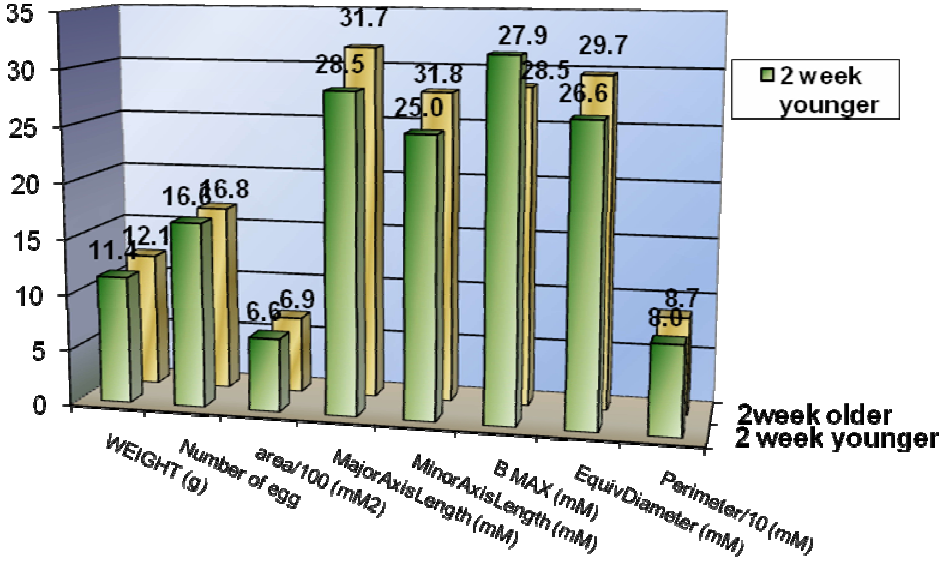
نتایج حاصل از شبکه در شکل، ۶ ارائه شده است همانطور که دیده می‌شود دقت نتایج وزن بدست آمده از شبکه بیشتر از نتایج بدست آمده از فرمول است که می‌توان نتیجه گرفت شبکه توانسته است تغییر وزن ناشی از گذر زمان را حدس بزند و باعث افزایش دقت داده های وزن تخمین شده گردد. همانطور که از نمودار داده‌های بدست‌آمده از شبکه مشخص است، شبکه پیشنهاد شده توانست با دقت ۹۵٪ وزن را تخمین کند که نتیجه بهتری نسبت به نتایج حاصل از فرمول‌های پیشنهادشده قبلی می‌باشد. همانطور که از نتایج دیدیم فرمول بدست آمده بر اساس A_{xy} و Deq_{xy} نسبت به فرمول دونالد نتایج بهتری داد و نتیجه بدست آمده از شبکه نیز نسبت به هر دو فرمول نتایج بهتری را نشان داد. بخاطر تخمین خوبی که فرمول دونالد از حجم داشت (۹۹٪) در این تحقیق فرمول جدیدی برای تخمین حجم استفاده نشد.. بر اساس نتایجی که از شبکه بدست آمد و همانطور که در شکل ۴ دیده می‌شود خطای مربعات میانگین شبکه حدود ۰،۰۶۵۳ می‌باشد که خطای ناچیزی می‌باشد از طرفی همانطور که در شکل هم نشان داده شده است سرعت کار شبکه هم مطلوب بوده و شبکه تشکیل شده بخوبی توانسته است وزن را تخمین کند.



شکل، ۶. نمودار وزن تخمین شده در مقابل وزن اندازه‌گیری شده با ترازو می‌باشد که با استفاده از شبکه مدل پس انتشار بدست آمده است.

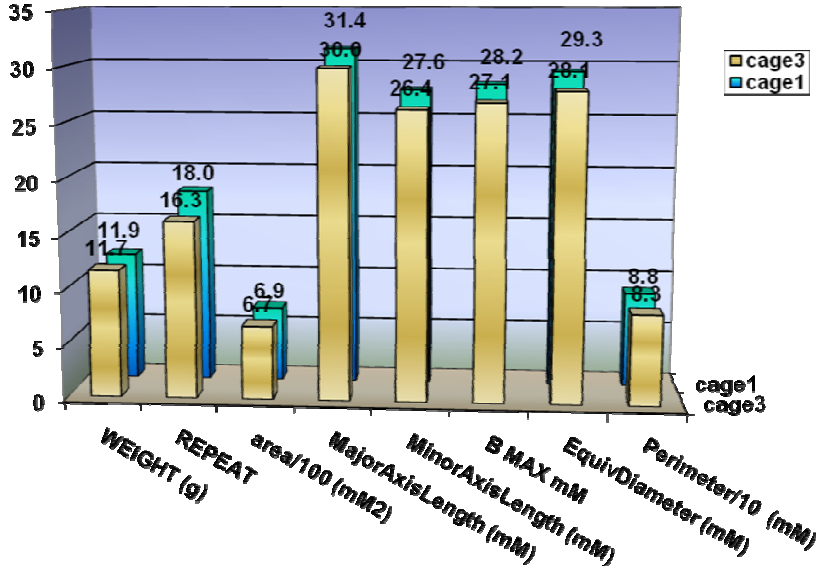
با آزمایشاتی که انجام گرفت و مقایسه‌ای که بین والدین‌ها انجام شد، مشاهده گردید که سن مادرها بر روی خواص فیزیکی بدست آمده تاثیر گذار بوده است به طوری که همه پارامترهای اندازه‌گیری شده بغ ر از B_{max} در ماده های دو هفته جوانتر نسبت به

مادههای مسنتر کمتر بودند که نشان می‌دهد مادرهای دو هفته مسنتر نتایج و راندمان بالاتری چه از لحاظ وزن تخم، تعداد تخم و سایر پارامترها گذاشت ولی همانطور که دیده می‌شود تخم مادرهای جوانتر دارای B_{max} بزرگتری می‌باشد که نشان دهنده این است که این تخم‌ها نسبت به تخم‌های مادرهای مسنتر کرویت بالاتری دارند که ممکن است در اثر کامل نشدن رشد رحم ماده-های جوانتر باشد که باعث شده نگذارد تخم‌ها کشیدگی کافی بگیرند.



شکل، ۷. تاثیر سن مادهها بر روی خواص فیزیکی سنجیده شده، مادرهای دو هفته بزرگتر راندمان بهتری دادند.

با مقایسه بیشتر مشاهده شد که قفس هم بر روی خواص فیزیکی اندازه گیری شده تاثیر گذاشته است بطوریکه خواص فیزیکی تخم‌هایی که در قفس‌های اول از بالا قرار داشتند و دارای تهویه و مواد غذایی بهتر بودند بطور قابل ملاحظه بیشتر از خواص تخم‌های قفسه‌های سوم بود. همانطور که دیده می‌شود وزن و تعداد تخم که در راندمان تخم تاثیر زیادی دارد در قفس اول بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است. شکل ۷ تاثیر قفس را بر راندمان تولید تخم نشان می‌دهد.



شکل، ۸. تاثیر قفس بر روی خواص فیزیکی سنجیده شده، قفس یک راندمان بهتری داشت.

همانطور که از شکل دیده می‌شود این اختلاف تقریبا در اکثر پارامترها یکسان است فقط در مورد تعداد تخم، تغییر قفس یک مقداری نسبت به بقیه خواص رشد بیشتری داشته است. همچنین تغییر وزن هم رشد بسیار کمی داشته و تقریبا ۰,۲ گرم اختلاف وزن با هم داشتند. همانطور که از نتایج مشخص شد آب و مواد غذایی و سن مادر در زمان تخم‌گذاری تاثیر زیادی بر راندمان تخم‌گذاری داشته است.

نتیجه گیری کلی

طبق نتایج فرمول های دونالد در اندازه‌گیری حجم تخم مناسب بوده و توانست حجم را با دقت ۹۹٪ اندازه‌گیری کند اما در اندازه-گیری وزن دقت آن پایین بود. در این تحقیق برای افزایش دقت اندازه‌گیری وزن در ابتدا رابطه‌ای بین وزن و Deq_{xy} ، A_{xy} که دارای بیشترین همبستگی با وزن بودند بدست آمد. این رابطه توانست با دقت بیشتری وزن را تخمین کند ولی بخاطر اینکه تغییر وزن در اثر کاهش رطوبت را در نظر نمی‌گرفت باز هم دقت بالایی نداشت، همانطور که می‌دانیم وزن با گذر زمان به واسطه کاهش رطوبت کاهش می‌یابد. این دلایل موجب شد، از شبکه عصبی برای تخمین وزن استفاده کنیم تا کاهش وزن را هم آموزش ببیند و بتواند با دقت بیشتری وزن را تخمین کند. با استفاده از شبکه نوع پس انتشار ، وزن را با دقت ۹۵٪ تخمین زده شد. با بررسی شرایط قبل از تخم گذاری این نتایج بدست آمد که سن مادر و قفس مادر بر اندازه و وزن و سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده تاثیر گذار است. بطوریکه در مادرهای جوان همه خواص اندازه‌گیری شده بغیر از B_{max} کمتر از مادرهای مسنتر بود. از طرفی قفس‌های بالاتر که دارای آب، غذا و هوای تمیزتری بودند تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر خواص فیزیکی تخم گذاشته و تخم‌ها از لحاظ وزن و اندازه و تعداد رشد مناسبی داشتند..

منابع

۱- امامی، م. ۱۹۹۰ . گزارش پرورش بلدرچین در بنگلادش. نشریه پژوهش و سازندگی. شماره ۳۰
۲- امیری، ۲۰۰۶ . تخمین رطوبت لایه های شلتوک در انتهای مرحله خشک شدن به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۸(۱): ۱۱۳-۱۲۳.

3- Donald, F., 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. Auk, 96: 73-77.
4- Mahmoudi, M., Omid, M., Aghagolzadeh, A. and Borgayee, A.M., 2006. Grading of Iranian's export pistachio nuts based on Artificial Neural Networks. International Journal of Agricultural & Biology, 3: 371-376.
5- Zhao-yan, L., C. Fang, 2005. Identification of rice seed varieties using neural network. Journal of Zhejiang University Science, 6.