



تخمین حجم آلو قرمز به کمک هوش مصنوعی

لیلا ندرلو^۱، فرانہ خدامرادی^۲، حسین جوادی کیا^۱

^۱استادیار مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه؛ pjavadikia@gmail.com , lnaderloo@gmail.com
^۲دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه؛ Khodamoradi.farane@stu.razi.ac.ir

چکیده

محاسبه حجم محصولات کشاورزی به دلیل‌های مختلفی از جمله بررسی کیفیت و درجه‌بندی از اهمیت برخوردار و انجام میشود. در چند سال اخیر استفاده از روش غیرمخرب و سریع ماشین بینایی با استفاده از رایانه و دوربین های دیجیتال گسترش و محبوبیت یافته است. این پژوهش تلاشی برای توسعه و ارزیابی یک الگوریتم جدید پردازش تصویر برای بررسی حجم آلو قرمز انجام شده است که نتایج بدست آمده از شبکه عصبی مصنوعی را با رگرسیون خطی مقایسه شد. در ابتدا مقادیر مشخصه‌های فیزیکی 100 عدد آلو قرمز که شامل سه بعد هندسی (طول، عرض، ارتفاع) و سطح تصویر ابعاد و حجم استفاده گردید. شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با یک لایه مخفی، تابع سیگموئید به عنوان تابع فعال سازی نرون‌ها انتخاب شد. حداقل مقدار بدست آمده برای MSE و R Square به ترتیب در هر سه مرحله پیاده سازی شبکه آموزش برای بررسی ابعاد هندسی همراه با سطح تصویر آن‌ها 0.98 و 0.00158 بود. که در مقایسه با رگرسیون خطی از دقت بالاتری برخوردار است

کلمات کلیدی: آلو قرمز، تخمین حجم، شبکه عصبی مصنوعی

Estimated volume of Red Plum with Artificial Intelligence

Leila naderloo¹, Farane Khodamoradi², Hossein Javadikia¹

¹ Assistant Professor of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran.

pjavadikia@gmail.com, lnaderloo@gmail.com

²M.Sc. Student of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran.

kodamoradi.farane@stu.razi.ac.ir

ABSTRACT

Calculation of the volume of agricultural products is important for a variety of reasons, including quality assessment and grading. In the past few years, the use of non-destructive and rapid visual equipment has expanded and expanded with the use of computers and digital cameras. This research is an attempt to develop and evaluate a new image processing algorithm to investigate the volume of red plum, which compared the results of artificial neural network with linear regression. Initially, the physical properties of 100 red plum trees, which included three geometric dimensions (length, width, height), and the size and size of the image, were used. The laminar perceptron neural network with a hidden layer, the sigmoid function was selected as the activation function of the neurons. The minimum value obtained for R square and MSE in each of the three stages of the implementation of the training network was to measure 0.98 and 0.00158 for the geometric dimensions with their image surfaces. Which is more accurate than linear regression.

Keywords: Red Plum, Volume Estimation, Artificial Neural Network



آلو میوه‌ای تک هسته‌ای از خانواده هلو و زردآلو با نام علمی (*Prunes domestic*) آلو اروپایی و (*SALICINA prunes*) آلو ژاپنی و (اجاص) آلو عربی و نام متداول آن آلو است. این میوه آبدار و خوشمزه که غنی از مواد قندی و کاروتن است هم به صورت تازه و هم در صنایع تبدیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین ارقام آلو در ایران: آلو قطره طلا، آلو سانتروزا، آلو سیاه، آلو زرد، آلو بخارا می‌باشد (khoskhoo et al., 1992; Yaqubee et al., 2015). شکل این میوه تقریباً کروی بوده و گوشتی است. به دلیل داشتن درصد بالایی از ویتامین‌ها، یکی از طرفدارترین میوه‌ها محسوب می‌شود و از محبوبیت خاصی برخوردار است (Salihah et al., 2015). آلو یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله است و از نظر اقتصادی پس از هلو در درجه دوم اهمیت قرار دارد. براساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO، جمهوری اسلامی ایران) با تولید بالغ بر 79164 هزار تن آلو، یکی از مهم‌ترین کشورهای تولید کننده این محصول در دنیا محسوب می‌شود (Azarpezu, 2014). به طوری که در سال 2012 ایران بعد از چین، صربستان، رومانی، شیلی و ترکیه مقام ششم تولید این محصول را در جهان به خود اختصاص داده است (FAO, 2012). میوه آلو غنی از ویتامین C و فیبر است که از نظر تغذیه بسیار ضروری است. همچنین این میوه خواص چشایی بسیار عالی دارد (Goodarzi, 2005). بیش از هزاران گونه‌ی متفاوت از این میوه در دنیا وجود دارد که از نظر رنگ، شکل و اندازه تنوع زیادی دارند. معروف ترین این گونه‌ها نوع ژاپنی است. اندازه‌ی آلو در سراسر جهان از 3 - 6 سانتیمتر متفاوت است. طعم آن از ترش تا شیرین متغیر بوده و با رنگ‌های زرد، سبز، قرمز و ارغوانی موجود است (Jahanbakhshi and ghamiruf, 2015; Sestras et al., 2007). پژوهشکده بیوتکنولوژی وزارت جهاد کشاورزی اعلام کرده است که در ایران بیش از 11 درصد از 106 میلیون تن محصولات کشاورزی در مراحل مختلف تولید تا عرضه به ضایعات تبدیل می‌شود و 7 درصد آن نیز در مغازه و منزل به علت نامناسب بودن بسته بندی و روش‌های نگهداری از بین می‌رود (Rezaei, 2008). مهم‌ترین دلیل خسارت دیدن محصول در فصل برداشت، عملیات مکانیکی است که در حین، جمع‌آوری و حمل و نقل آن اتفاق می‌افتد. شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی اجازه می‌دهد ماشین‌های جدید و فرآیندهای صنعتی کارآمدی طراحی شود و بدین ترتیب خسارات کاهش و بهره دهی عملیات افزایش یابد. از میان خصوصیات فیزیکی محصولات کشاورزی جرم، حجم و مرکز ثقل اهمیت ویژه‌ای در سامانه‌ای درجه بندی محصول دارد (Moustafa, 1971). حجم و چگالی محصولات کشاورزی اهمیت زیادی در فرآیندهای مختلف و در ارزیابی کیفیت محصولات از جمله تعیین رسیدگی میوه‌ها دارد (Sitkei, 1987). یکی از شاخصه‌های مهم درجه بندی میوه جات، اندازه آن‌هاست، که ماشین‌هایی نیز برای درجه بندی میوه براساس اندازه آن‌ها ساخته شده است. ولی درجه بندی براساس جرم اقتصادی تر و به صرفه تر می‌باشد. تحقیقات فراوانی برای تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی و باغی و مدلسازی جرمی و حجمی آن‌ها انجام گرفته است، از جمله این تحقیقات، تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولاتی مانند مدل سازی حجم آلوچه قرمز با استفاده از پارامترهای ظاهری (میانگین سطوح سطح تصویر شده، جرم و میانگین قطر هندسی) انجام شد تخمین حجم با دو روش شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی انجام گرفت، نشان داد که روش شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای برتری چشم‌گیری به نسبت روش رگرسیون خطی است و شبکه‌های عصبی به خوبی می‌تواند حجم آلوچه قرمز را تخمین زند (Salihah et al., 2015). کالیشر و همکاران بر روی برخی خواص تغذیه‌ای و مهندسی آلوچه وحشی (*Prunus spp*) کار کردند و نشان دادند که طول، عرض، ارتفاع هندسی، جرم و خواص هندسی از قبیل قطر هندسی به شکل و هندسه میوه بستگی دارد (Calisir et al., 2005). در تحقیقی دیگر، ارتکین و همکاران خواص فیزیکی و تغذیه‌ای دو نوع آلوچه (*Prunus domestica*) در ترکیه بررسی کردند (Ertekin et al., 2006). خواص فیزیکی و هیدرودینامیکی آلوچه سبز توسط گروهی از محققین بررسی شد، در این تحقیق برخی از مشخصه‌های فیزیکی میوه آلوچه را با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری کردند و با استفاده از ستون آب و دوربین فیلم برداری و نرم افزار تبدیل فیلم به عکس از پائین آمدن میوه در ستون آب در هر 0.003 ثانیه عکس برداری کردند تا خواص هیدرودینامیکی میوه از جمله سرعت حد و زمان پایین آمدن آن را تعیین کنند (Ghari et al., 2014). همچنین در تحقیقی توانایی شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک روش جایگزین در پیش بینی حجم، سطح جانبی و کرویت انار استفاده شد. از مقایسه‌ی آماری پارامترهایی مانند میانگین، واریانس، توزیع آماری و رابطه رگرسیونی بین مقادیر پیش بینی شده توسط شبکه عصبی نوع MLP و مقادیر واقعی آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد بین مقادیر ویژگی‌های آماری مجموعه داده‌های پیش بینی شده و مقادیر واقعی آن‌ها نبود. همچنین ضرایب تبیین داده‌های واقعی و پیش بینی شده بزرگتر



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



از 0.9 بود که بیانگر این است روش شبکه‌های عصبی مصنوعی روشی کارآمد است (Rouhani et al., 2015). مواردی دیگر که روی میوه‌ها انجام شده شامل: سیب (Jafarloo and FarokhiTimurlou, 2014)، پرتقال (Massoudi and Rouhani, 2014)، کالوس زیره سبز (mansoori et al., 2015)، لیموترش (Taqizadeh and JaRmi, 2015)، مرکبات (Omid et al., 2010)، طالبی (Seyedabadi et al., 2011)، نارنگی (Khojastehnazhand et al., 2009)، سیب (Torabi et al., 2013)، گیلاس (Shahbazi and Rahmati, 2013)، میوه پوملو (Salihah et al., 2015) و ... می باشد.

از بین روش‌های مدل سازی هوش مصنوعی را می‌توان جزء روش‌های نسبتاً جدید و توانمند دسته بندی نمود که با داشتن مزایا و معایبی ارزش مقایسه کردن با روش‌های معمول در مدل سازی جرم و حجم را دارد. شبکه‌های عصبی مصنوعی مدلهایی ریاضی می‌باشند که الهام گرفته از سیستم عصبی و مغز انسان است. شبکه عصبی شبیه‌سازی از دستگاه عصبی انسان است و در واقع تقلیدی از مغز و شبکه اعصاب انسان می‌باشد. در این شبکه سعی بر این است که ساختاری تهیه شود که همانند مغز، قدرت یادگیری، تعمیم دهی و تصمیم گیری داشته باشد. مهمترین موضوع در مدل‌های شبکه عصبی، انتخاب ورودی‌های مناسب به مدل برای رسیدن به خروجی‌های مد نظر می‌باشد (Leij et al., 2002). گروهی از پژوهشگران برای پیش‌بینی خواص هندسی پسته از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مدل شبکه عصبی تابع پایه شعاعی به عنوان بهترین مدل شبکه عصبی در پیش بینی طول، عرض، ارتفاع محوری پسته می‌باشد؛ به طوری که این شبکه توانسته است قطر بزرگ، قطر میانگین و قطر میانگین هندسی پسته را با ضرایب تبیین بسیار بالا تخمین بزند (Mokhtarian et al., 2011). هدف از این پژوهش تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی آلو قرمز از جمله طول، عرض، ارتفاع، جرم، سطوح سطح تصویر شده و ... جهت مدلسازی و تخمین حجم با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و به کار بردن آن برای انتخاب دقیق ضریب بسته بندی محصول، طراحی بهتر ماشین‌های سورتینگ، درجه بندی، طراحی ادوات مربوطه، هلیس انتقال، داروسازی، شستشو، نگهداری و فراوری محصول می‌باشد. تعیین رابطه بین جرم و حجم میوه با طول، عرض، ضخامت و سطوح سطح تصویر آن برای طراحی ماشین‌های اندازه بندی مفید، می‌باشد. به همین دلیل شناخت روابط بین جرم و حجم با این خواص فیزیکی ضروری است.

۲- بخش مواد و روش‌ها

در این پژوهش 100 نمونه تصادفی از میوه آلو از بازار تهیه، و به آزمایشگاه منتقل شد. در دمای محیط 18 تا 25 درجه سانتیگراد قرار داده شد. اندازه گیری‌های مختلفی برای مشخصه‌های فیزیکی اصلی شامل سه بعد هندسی (یعنی ارتفاع، پهنا و ضخامت میوه که به ترتیب با h و w و t نشان داده می‌شوند)، حجم میوه با (V) و سطح سطح تصویر میوه (A) انجام شد. طول، عرض، ارتفاع هندسی میوه‌ها در سه جهت عمود برهم h ، w ، t که به ترتیب ارتفاع میوه (بزرگترین فاصله بین دم و ساقه میوه)، عرض میوه (بزرگترین قطر عمود بر h) و ضخامت میوه (بزرگترین قطر عمود بر h و w) می‌باشند. که به وسیله یک عدد کولیس دیجیتال موجود در آزمایشگاه تعیین شد شکل 1.

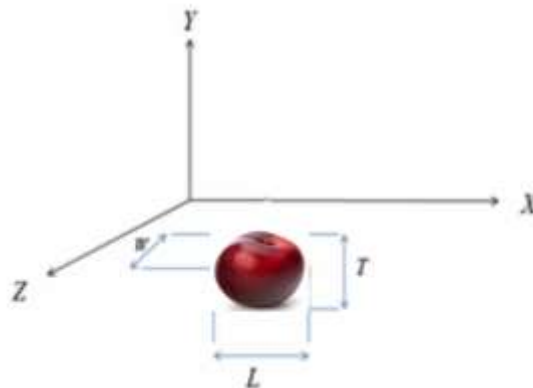


Figure 1. A plan of three major dimensions of fruit

شکل 1_ طرحی از سه بعد عمده میوه

برای تعیین حجم میوه‌ها از روش جابجایی سیال استفاده شد. بدین صورت که ابتدا تک تک میوه‌ها را وزن کرده، پس از غوطه‌ور کردن آن‌ها در درون آب، عدد نشان داده شده بوسیله ترازو قرائت شده و حجم هر کدام از میوه‌ها از رابطه (1) محاسبه گردید (Mohsenin, 1986).

$$V = \frac{M_3 - M_4}{D_W} \quad (1)$$

که در این رابطه V حجم میوه بر حسب سانتی‌متر مکعب، M_3 مجموع جرم میوه، ظرف و آب بر حسب گرم، M_4 مجموع جرم ظرف و آب بر حسب گرم و D_W جرم مخصوص آب (مساوی یک گرم بر سانتیمتر مکعب) می‌باشد.

3-1-3- مدل‌سازی حجم آلو

3-1-1- ANN مدل‌سازی به کمک

در این پژوهش از یک شبکه پیش‌خور دولایه استفاده شد. مطابق شکل 3 و این شبکه شامل یک لایه ورودی با شش نرون، یک لایه پنهان و یک لایه خروجی با یک نرون بود ولی در بررسی طول، عرض، ارتفاع و سطح تصویر در لایه ورودی سه نرون وجود دارد مطابق شکل 4. از تابع تبدیل سیگموئید در لایه پنهان و تابع تبدیل خطی (که همان مقدار ورودی را به خروجی می‌برد) در لایه خروجی و الگوریتم پس انتشار خطای لونیبرگ-مارگوات برای آموزش شبکه استفاده شد. عموماً این الگوریتم در مسائل تخمین توابع با تعداد نمونه‌های کم از کارایی بالایی برخوردار است و سرعت و دقت بالایی دارد.

$$y = 1 / (1 + e^{-k \cdot x}) \quad 0 < y < 1 \quad (2)$$

در این رابطه x مقدار ورودی خالص به هر نرون در لایه پنهان، y خروجی نرون و k عدد ثابت مثبتی است که بازه تابع سیگموئید را تنظیم میکند رابطه 2 (BillAnd Jackson., 1380)

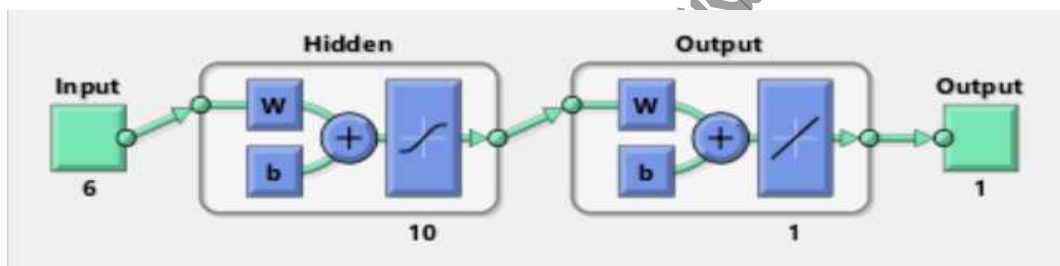


Figure 3. Neural network of back propagation error with a hidden layer

شکل ۳_ شبکه عصبی پس انتشار خطا با یک لایه پنهان

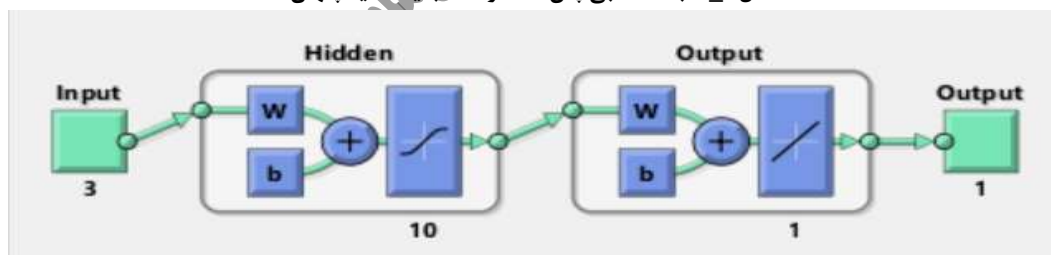


Figure 4. An Error-Reproduced Neural Network with a Hidden Layer (for Dimension, Image)

شکل ۴_ شبکه عصبی پس انتشار خطا با یک لایه پنهان (برای طول، عرض، ارتفاع، سطح تصویر)

از سه معیار میانگین مربعات خطا MSE، ضریب همبستگی R و خطای e مقادیر برآورد شده برای توقف روند آموزش شبکه و ارزیابی میزان دقت شبکه‌های عصبی استفاده شد. MSE، متوسط مجذور اختلافات بین خروجی واقعی و خروجی برآورد شده است و از رابطه 3 زیر بدست می‌آید (Kia., 1389).

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (t-y)^2}{n} \quad (3)$$

در این رابطه n تعداد نمونه‌ها، t خروجی هدف و y خروجی برآورد شده توسط شبکه است. معیار دیگر برای ارزیابی عملکرد شبکه‌های عصبی و شناسایی شبکه بهینه در پردازش داده‌ها، رابطه رگرسیونی مقادیر واقعی و مقادیر برآورد شده توسط شبکه عصبی است. معادله رگرسیونی حاصل دارای سه پارامتر می‌باشد. و شیب و عرض از مبدا رگرسیون خطی مرتبط با خروجی‌های شبکه و ضریب همبستگی بین مقادیر خروجی و هدف حاصل می‌باشد. اگر شبکه یادگرفته باشد که داده‌ها را به خوبی پردازش کند، نمودار رگرسیون خطی مربوطه باید با زاویه 45 ترسیم شود که بروی آن مقادیر خروجی شبکه با مقادیر هدف برابر می‌باشند. اگر اینگونه نباشد آموزش شبکه با نرون‌های بیشتر توصیه می‌شود. معیار سوم برای بررسی



عملکرد شبکه عصبی در پردازش داده‌ها، نمودار هیستوگرام خطا است. این نمودار نحوه توزیع مقادیر خطای حجم آلو (تفاوت مقادیر برآورد شده توسط شبکه عصبی با مقادیر واقعی) را نشان می‌دهد (Massoudi et al., 1393). اگر تعداد نرون در لایه پنهان کافی نباشد، شبکه قادر به یادگیری خوب نخواهد شد. ولیبی در تعداد زیاد آن مسئله بیش پردازش بوجود خواهد آمد که این منجر به ضعیف شدن ویژگی تعمیم پذیری شبکه می‌شود (Rouhani et al., 1394). تعداد نرون‌ها در لایه مخفی با سعی و خطا بدست آمد. در طول فرآیند آموزش آهنگ یادگیری، عامل ممنوتوم و حداکثر تعداد اپوک‌ها ثابت نگهداشته شد. این فرآیند برای تعداد نرون‌های لایه مخفی بین 2 تا 100 انجام شد، تا بهترین نتیجه برای تعداد نرون‌ها در لایه مخفی بدست آید. در نهایت شبکه‌ای انتخاب شد که کمترین مقدار MSE در فاز آموزش و بیشترین مقدار R را داشت. آموزش شبکه‌های عصبی در صورت اعمال یکسری پیش پردازش‌ها بر روی مقادیر ورودی و هدف میتواند کارایی بهتری داشته باشد اکثر توابع ایجاد شبکه‌های عصبی بصورت خودکار عملیات پیش پردازش را بر روی داده‌های آموزشی انجام میدهند. نرمالیزه کردن مقادیر ورودی و هدف در یک محدوده خاص قبل از شروع روال آموزش شبکه بسیار موثر است. در این پژوهش با استفاده از توابع نرم افزار متلب این مقادیر در بازه [0, 1] نرمالیزه شدند.

۳- نتایج و بحث

معیار میانگین مربعات خطا (MSE) بعنوان معیار اصلی در ارزیابی عملکرد شبکه‌های عصبی انتخاب شد و روند آموزش شبکه‌های عصبی پس از آن که میانگین مربعات خطای داده‌های معتبرسازی در شش تکرار متوالی افزایش یافت، و متوقف شد. در نهایت در شبکه بهینه بدست آمده با 10 نرون در لایه پنهان، روند آموزش برای بررسی کلی در اپوک دوازدهم و برای طول، عرض، ارتفاع در اپوک پنجم و برای سطح تصویر در اپوک دوم متوقف شد. بنابراین شبکه عصبی بهینه برای مدل‌سازی حجم آلو قرمز برحسب سه بعد هندسی و سه سطح سطح تصویر عمودی آن میباشد. نمودار مربوط به روند تغییرات مقادیر میانگین مربعات خطای شبکه عصبی بهینه برای مجموعه‌های آموزش، معتبرسازی و آزمون در مقایسه لگاریتمی در شکل 5 آمده است. این نمودار چگونگی بهبود عملکرد شبکه عصبی در طی آموزش را نشان می‌دهد. دیده میشود که مقادیر با آموزش شبکه به سرعت کاهش می‌یابد. نسخه آموزش دیده شبکه، بهترین عملکرد را در مجموعه معتبرسازی دارد. مقدار بهینه میانگین مربعات خطا در فاز معتبرسازی برابر 0.0002334 است که در اپوک دوازدهم از این آزمون بدست آمد که بسیار کوچک و قابل قبول است. همچنین میانگین مربعات خطا برای مجموعه‌های آموزش و آزمون نیز دارای مقادیری کم و رفتاری مشابه با مجموعه معتبرسازی است. (شکل 5)

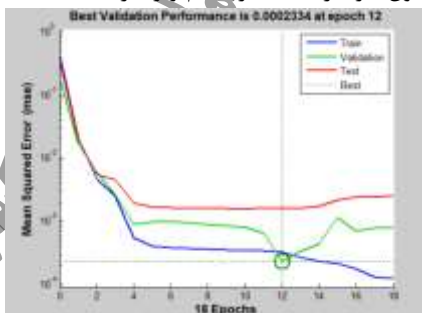


Figure 5. The process of variations in the mean square error values in different phases of the implementation of the neural network algorithm.

شکل 5_ روند تغییرات مقادیر میانگین مربعات خطا در فازهای مختلف پیاده سازی الگوریتم شبکه عصبی

در این پژوهش بررسی طول، عرض، ارتفاع و سطح تصویر گرفته شده بصورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. نمودار مربوط به روند تغییرات مقادیر میانگین مربعات خطای شبکه عصبی بهینه برای بررسی طول، عرض، ارتفاع در شکل (B-6) و برای بررسی سطح تصویر در شکل (A-6) آمده است. مقدار بهینه میانگین مربعات خطا در فاز معتبرسازی برای طول، عرض، ارتفاع 0.002462 که در اپوک نهم از این فاز بدست آمد که مقداری بسیار کوچک و قابل قبول است. مقدار بهینه میانگین مربعات خطا در فاز معتبرسازی برای سطح تصویر 0.0017017 که در اپوک دوم از این فاز بدست آمد که مقداری بسیار کوچک و قابل قبول است.

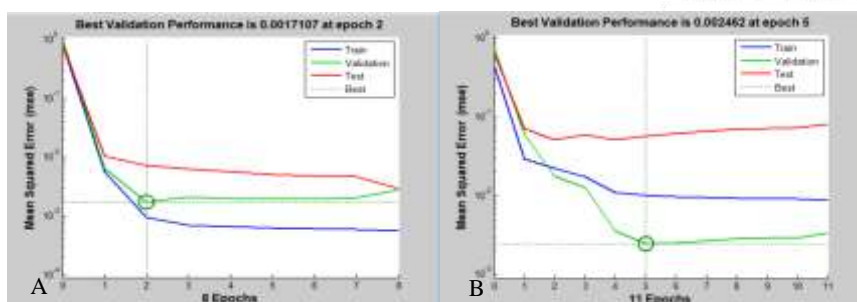


Figure 6. Process of changes in mean square error values in different phases of the implementation of the neural network algorithm (A: Image level, B: Length, Width, Height)

شکل ۶ روند تغییرات مقادیر میانگین مربعات خطا در فازهای مختلف پیاده سازی الگوریتم شبکه عصبی (سطح تصویر: A، طول، عرض، ارتفاع: B)

نمودار رگرسیونی پارامتر حجم آلوقرمز ترسیم شده است. که در شکل 8 تمامی پارامترهای طول، عرض، ارتفاع و سطح تصویر هر کدام از ابعاد به عنوان ورودی و میزان حجم به عنوان خروجی بررسی شد. نمودار رگرسیونی پارامتر حجم آلو با توجه به طول، عرض، ارتفاع در شکل (7- B) و نمودار رگرسیونی پارامتر حجم باتوجه به سطح تصویر در شکل (7-A) آمده است و خروجی‌های شبکه بهینه را در برابر مقادیر واقعی پارامترها نشان می‌دهد.

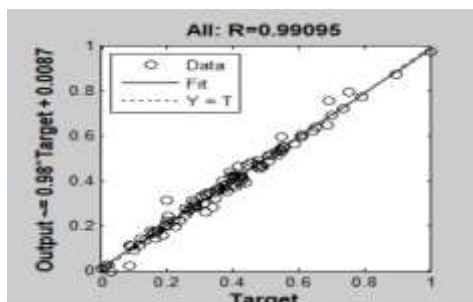


Figure 8. Regression diagram of actual output values against estimated values by artificial neural network
شکل ۸_ نمودار رگرسیونی مقادیر خروجی واقعی در برابر مقادیر برآورد شده توسط شبکه عصبی مصنوعی

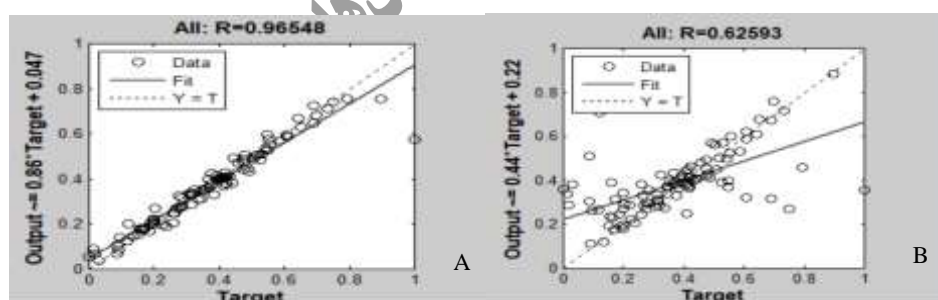


Figure 9. Regression diagram of actual output values against values estimated by the artificial neural network. A: (Length, Width, Height), B: (Image level)

(شکل ۹): نمودار رگرسیونی مقادیر خروجی واقعی در برابر مقادیر برآورد شده توسط شبکه عصبی مصنوعی A: (طول، عرض، ارتفاع)، B: (سطح تصویر)

نمودار هیستوگرام مقادیر خطای حجم برآورد شده توسط شبکه عصبی بهینه در شکل 11 تمامی پارامترهای طول، عرض، ارتفاع و سطح تصویر هر کدام از ابعاد به عنوان ورودی و میزان حجم به عنوان خروجی بررسی شد مشاهده می‌شود. در شکل 12 به ترتیب هیستوگرام های طول، عرض، ارتفاع (A) و سطح تصویر (B) می‌باشد. اکثر خطاها نزدیک به صفر و تعداد اندکی از خطاها دورتر از صفر است.

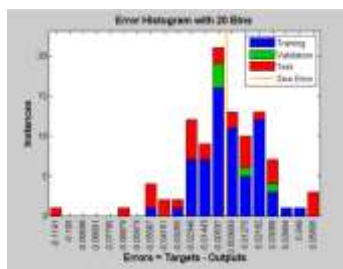


Figure 11: Histogram diagram The error values estimated by the optimal neural network

شکل ۱۱_ نمودار هیستوگرام مقادیر خطای حجم برآورد شده توسط شبکه عصبی بهینه

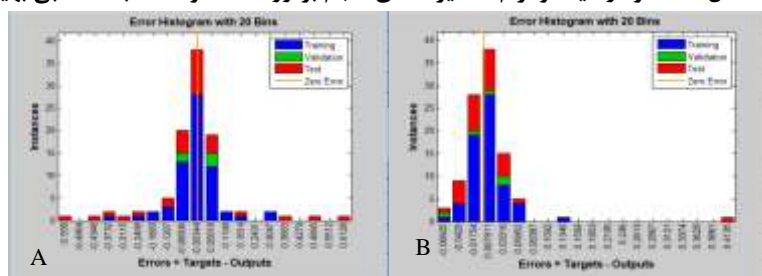


Figure 12. Histogram diagram The error values estimated by the optimal neural network A: (Length, Width, Height), B: (Image level)

شکل ۱۲_ نمودار هیستوگرام مقادیر خطای حجم برآورد شده توسط شبکه عصبی بهینه (طول، عرض، ارتفاع: A، سطح تصویر: B)

با توجه به مقادیر بالای ضریب همبستگی میتوان گفت که شبکه عصبی بهینه در این پژوهش به خوبی توانسته است مقدار حجم را برآورد کند و میتوان از شبکه عصبی حاصل برای درجه بندی میوه الوقرمز برحسب حجم از روی مقادیر پارامترهای هندسی استفاده نمود. که این نتایج با نتایج (Rouhani et al., 1394) در برآورد حجم انار از روی طول، عرض، ارتفاع آن و (Massoudi et al., 1393) در برآورد جرم و حجم پرتقال مطابقت دارد.

که سه مجموعه داده وجود داشت و به عبارت دیگر در مدل‌های شماره ۱ برای طول، عرض، ارتفاع که طول، عرض و ارتفاع آلو بعنوان ورودی، در مدل‌های شماره ۲ سطح تصویر آلو بعنوان ورودی و در نهایت مدل‌های شماره ۳ تمام داده‌ها بعنوان ورودی در نظر گرفته شد. که خروجی همه مدل‌ها اندازه حجم آلو بود. در همه مدل‌ها 65 درصد داده‌ها برای آموزش، 5 درصد برای معتبرسازی در راستای جلوگیری از بیش پردازش شبکه و 30 درصد باقیمانده برای آزمون و ارزیابی کارایی شبکه بهینه استفاده شد. نتایج بدست آمده از آنالیز توسط نرم افزار MATLAB در جدول 1 و آنالیز رگرسیون خطی با استفاده از نرم افزار Excel در جدول 2 نشان داده شد.

جدول ۱_ آنالیز استخراج شده از نرم افزار MATLAB

Table 1.

Inputs	Data type	MSE	R Square
1 Length, Width, Height	Training	0.00101	0.843
	Test	0.00246	0.991
	Total	0.00571	0.838
2-Image level(Length, Width, Height)	Training	0.000941	0.987
	Test	0.00171	0.944
	Total	0.00716	0.938
3 Entrance 1&2	Training	0.000324	0.996
	Test	0.000233	0.998
	Total	0.00158	0.98



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



جدول ۲_ مشخصات رگرسیون چند متغیره برای ورودی های مختلف

Table 2. Multivariate regression profile for different inputs

Inputs		SSE	MSE	F	R Square
1	Regression	1.133228	0.377743	13.37222	0.294723
	Residual	2.711838	0.028248		
	Total	3.845066			
2	Regression	3.701382	1.233794	824.3365	0.962632
	Residual	0.143684	0.001497		
	Total	3.845066			
3	Regression	3.71402	0.619003	439.2911	0.965918
	Residual	0.131046	0.001409		
	Total	3.845066			

با توجه به اینکه هرچه مقدار R Square بدست آمده برای داده‌ها به 1 نزدیک‌تر باشد میزان دقت و همبستگی داده‌ها صحیح‌تر می‌باشد و همچنین مقدار MSE بدست آمده باید به صفر نزدیک باشد که دقت بالاتر خواهد بود. باریسی مقادیر R Square و MSE بدست آمده از جداول 1 و 2 می‌بینیم که مقادیر بدست آمده از شبکه عصبی مصنوعی دقت بالاتری دارد.

۴- نتیجه‌گیری

برای بدست آوردن حجم آلو قرمز توسط طول، عرض، ارتفاع و سطح تصویر آنها از مدل ارائه شده استفاده کرد که دقت قابل قبولی از خود نشان داد. بخصوص تخمین حجم آلو قرمز با استفاده از سطح تصویر ابعاد آن که دارای دقت بالاتری نسبت به ابعاد است. که همچنین با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش می‌توان گفت شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه می‌توانند برای تعیین روابط بین پارامترهای مختلف محصولات کشاورزی و نیز روابط بین پارامترهای موثر بر عملکرد محصول با دقت بسیار خوبی بدست آورد. البته باید این نکته را مدنظر قرارداد که هرچند یک شبکه پس انتشار دو لایه با تعداد نرون کافی در لایه پنهان می‌تواند هر تابعی را برآورد کند، ولی همواره وزن‌های درست را برای مناسب‌ترین شبکه نمی‌یابد. لذا شبکه ارائه شده در این پژوهش دقیق‌ترین شبکه ممکن نیست و با سعی و خطای بیشتر و تغییر پارامترهای مختلف شبکه می‌توان به شبکه‌ای با عملکرد بهتر نیز دست یافت.

۵- تقدیر و تشکر

نهایت تشکر و قدر دانی از تمام افرادی که در تهیه این گزارش کمک کرده‌اند.

۶- مراجع

1. Kia, S M (1389). Soft computing in MATLAB. Kian Kinayan Green Publishing. First Edition. Tehran. (Persian)
2. khoşkhou, m.; Sheibani, B.; Rouhani, A.; Tafazoli, A. Principles of Gardening. BOOK. 1992; Shiraz University Press.
3. Yaqubee, h.; Ramezani, M.; Almasi, M.; Bakhhdha, h.; Fazli, M.; Yaqubi, A. Review and Determination of Some Physical and Mechanical Properties of Gold Drop Plum (Case Study: Mazandaran Province). The 9th National Congress on the Engineering of Agricultural Machinery (Biomechanics Mechanism) and Mechanization of the College of Agricultural and Natural Resources of Tehran University. 2015; Karaj.
4. Salihah, B.; Rosnah, S.; Norashikin, A. Mass modeling of Malaysian varieties Pomelo fruit (Citrus Grandis L. Osbeck) with some physical characteristics. International Food Research Journal. 2015; 22(2).
5. Azarpezh, A. Osmotic drying in the production of high moisture plums. The first national food meal conference. 2014; Holy Mashhad.
6. FAO. Disponível em: <http://faostat. fao. org>. Acesso em. 2012; 14.
7. Goodarzi, F. . using of Osmosis Method in the Production of Prunes. Final Report of Agricultural Research Institute of Agricultural Research. 2005; Karaj.
8. Jahanbakhshi, a.; ghamiruf, B. Examination of some physical and mechanical properties of black plum cultivars. The 9 th National Congress on Agricultural Machinery (Biomechanics Mechanism) and Mechanization of the College of Agricultural and Natural Resources of Tehran University. 2015; Karaj.



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



9. Sestras, R.; Mihai, B.; MITRE, V.; Sestras, A.; Smaranda, R.-M. Comparative study on the response of several plum cultivars in central Transylvania conditions, Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2007;35(2):69.
10. Rezaei, M. Effect of Clay Nano Coatings on Improvement of Organo-Acetate Properties of Meal Products. 18th National Congress of Food Science and Technology, Holy Moghaddas, . 2008;Iran.
11. Moustafa, S.M. Theoretical prediction of volume, surface area, and center of gravity for agricultural products. *Transactions of the ASAE*. 1971;14(3):549-0553.
12. Sitkei, G. *Mechanics of agricultural materials*. Vol. 8: Elsevier; 1987.
13. Calisir, S.; Haciseferogullari, H.; Ozcan, M.; Arslan, D. . Some nutritional and technological properties of wild plum (*Prunus spp.*) fruits in Turkey. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 2005;55:233-237.
14. Ertekin, C.; Gozlekci, S.; Kabas, O.; Sonmez, S.; Akinci, I. Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica L.*) cultivars. *Journal of Food Engineering*. 2006;75(4):508-514.
15. Ghari, M.; Noori, B.; Khair-Alipoor, K. Determination of some physical and hydrodynamic properties of plum. 21st National Congress of Food Science and Technology. 2014;Shiraz.
16. Mohsenin, N. N. (1986). *Physical properties of plant and animal materials*. Second revised. Gordon and Breach Sci. Pub., New York, USA.
17. Rouhani, A.; Saedi, S.a.; Griloah, h.; Agh Khani, M.H. Predicting volume, surface and pomegranate levels using MLP artificial neural network. *Agricultural machinery magazine*. 2015;5.
18. Jafarloo , M.; FarokhiTimurlou, R. Estimation of apple volume and its indentations, using image processing and neural network. *Agricultural machinery magazine*. 2014;4(1):64-57.
19. Massoudi, h.; Rouhani, A. Determination of mass and volume of oranges on its geometric parameters using artificial neural networks. The first national conference on modern technologies was taken after harvesting of agricultural products 2014;Agricultural Research Center of Khorasan Razavi;425-444.
20. mansoori A; A, f.; Mortazadian S, M., M. For fresh weight and volume of callus cumin using image processing and artificial neural networks of multilayer perceptron. The 9th National Congress of Agricultural Machinery Engineering (Biomechanics Mechanism) and Mechanization of Agricultural and Natural Resources Campus, University of Tehran. 2015;Karaj.
21. Taqizadeh, M.; JaJrmi, A.J. Modeling of Sour Lime Mass and Volume and Examining the Relationship Between Physical Characteristics Using Main Component Analysis (PCA) *Journal of Iranian Science and Technology Researches. Agricultural machinery magazine*. 2015;4(1):64-57.
22. Omid, M.; Khojastehnazhand, M.; Tabatabaeefar, A. Estimating volume and mass of citrus fruits by image processing technique. *Journal of food Engineering*. 2010;100(2):315-321.
23. Seyedabadi, E.; Khojastehpour, M.; Sadrnia, H.; Saiedirad, M.-H. Mass modeling of cantaloupe based on geometric attributes: A case study for Tile Magasi and Tile Shahri. *Scientia horticulturae*. 2011;130(1):54-59.
24. Khojastehnazhand, M.; Omid, M.; Tabatabaeefar, A. Determination of orange volume and surface area using image processing technique. *International Agrophysics*. 2009;23(3):237-242.
25. Torabi, A.; Tabatabaekoloor, R.; Hashemi, S. Volume Modelling of Three Apple Varieties Based on Physical Parameters. *Internat J Agricult Food Sci Technol*. 2013;4(5):461-466.
26. Shahbazi, F.; Rahmati, S. Mass modeling of sweet cherry (*Prunus avium L.*) fruit with some physical characteristics. *Food and Nutrition Sciences*. 2013;4(01):1.
27. Leij, F.J.; Schaap, M.G.; Arya, L.M. 3.6. 3 Indirect Methods. *Methods of Soil Analysis: Part 4 Physical Methods*. 2002 (methodsofsoilan4):1009-1045.
28. Mokhtarian, M.; Tavakolipour, H.; Koushki, F. Prediction of pistachio geometrical properties by using artificial neural networks. The 20nd National Congress of Iran Food Science and Technology. 2011;Tehran, Iran.
29. Jyh-Shing, Roger Jang, "ANFIS: Adaptive Network Based Fuzzy Inference Systems" *IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 23, No. 3, pp. 665685, 1993
30. Bill, R. And Jackson, T. 1380. *Understanding Neural Networks*. Translation by Mahmoud Alborzai. Sharif University of Technology. First Edition. Tehran. (Persian)
31. Rouhani, AS; Sa'edi, S.A.; Gerlow, e. And Agh Khani, M.H. (1394). Estimating volume, surface and pomegranate levels using the MLP constructive neural network. *Agricultural Machinery Journal*. Vol. 5, No. 2, the second half of .1394. (Persian)
32. Massoudi, h; Rouhani, A. (1393). The mass and volume of oranges on the basis of its geometric parameters using artificial neural networks. The first national conference on modern technologies was taken and after harvesting of agricultural products, the glorification of 30 and 29 February. 2014. (Persian)
33. Luminous and, Salehi, K. Fourth National Congress on Civil Engineering, Tehran University. (2008) .(Persian)