



کاربرد شبکه عصبی مصنوعی برای ارزیابی ریزش دانه ی گندم در برداشت با کمباین مارک جاندر با سال ساخت متفاوت در استان گلستان شهرستان کلالة

ستار حسن زاده^۱، عباس رضایی اصل^۲، محسن آزادبخت^۳، محمد شریف شریف زاده^۴

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان-گروه مکانیک بیوسیستم-satar.hassanzadeh@gmail.com

^۲استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان-گروه مکانیک بیوسیستم-arezaeiasl@yahoo.com

^۳استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان-گروه مکانیک بیوسیستم-azadbakht39@gmail.com

^۴دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان-دانشکده مدیریت کشاورزی-sharifzadeh@gau.ac.ir

چکیده

در این مقاله به بررسی اثر سال ساخت، سرعت پیشروی و سرعت کوبنده در یک کمباین بر میزان ریزش در واحد پلتفرم، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) در محصول گندم پرداخته شده است. این تحقیق با استفاده از سه کمباین مارک جاندر در ۳ سال ساخت مختلف (۱۳۶۰-۱۳۷۰-۱۳۸۰) انجام شده است. برای بررسی داده ها در این تحقیق از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) به عنوان یک روش جایگزین برای پیش بینی ریزش در واحد پلتفرم، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این پژوهش شبکه ی عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه (MLP) با یک لایه پنهان و تعداد ۵، ۱۰ و ۱۵ نرون در هر لایه برای مدل سازی سال ساخت کمباین، سرعت پیشروی و سرعت کوبنده جهت پیشگویی میزان ریزش در واحد پلتفرم، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) انتخاب گردید. برای میزان R^2 بیشترین میزان در شبکه ای با ۱۰ نرون بوده است همچنین بهترین میزان RMSE و MAE در شبکه ای با ۱۵ نرون بوده است. همچنین در نهایت شبکه نشان داد که با افزایش تعداد نرون سیکل یادگیری شبکه عصبی بهتر و سریع تر خواهد بود.

کلمات کلیدی: کمباین جاندر، گندم، شبکه عصبی مصنوعی، درصد ریزش

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک
بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

۱- نام نویسنده مسئول برای مکاتبه به همراه نشانی و تلفن و نمابر در پاورقی آورده شود.

۲ Artificial Neural Network



Application of Artificial Neural Network for Evaluation of Wheat Grain Abscission Percentage with Marc John Deere Combine with Different Years of Construction in Golestan Province, (Kalaleh city)

Satar Hassanzadeh*¹, Abbas Rezaei Asl², Mohsen Azadbakht³

1 MSc Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Biotechnology Mechanical Biosystems, satar.hassanzadeh@gmail.com

2 Assistant Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Mechanical Biosystems - arezaeiasl@yahoo.com

3 Associate Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Mechanical Biosystems -- azadbakht39@gmail.com

ABSTRACT

In this investigation been investigated effect of Year of construction combine (Life) , combine speed and thrasher speed in John Deere combine on amount of abscission unit platform, abscission unit thrasher and divider and abscission unit cleaner in crop wheat in Golestan Province of Kalaleh. This investigation has been done using three combine with three type construction year (2001-1991-1981). To study the data in this study, the potential of Artificial Neural Network Technique (ANN) has been evaluated as an alternative method for predicting amount of abscission unit platform, abscission unit thrasher and divider and abscission unit cleaner. An estimated network model was used to calculate the amount of abscission unit platform, abscission unit thrasher and divider and abscission unit cleaner according to the input parameters such as Year of construction combine (Life) , combine speed and thrasher speed as well as the outlet amount of abscission unit platform, abscission unit thrasher and divider and abscission unit cleaner. In this study, multi-layer perceptron artificial neural network (MLP) was selected for modeling of Year of construction combine (Life) , combine speed and thrasher speed to predict amount of abscission unit platform, abscission unit thrasher and divider and abscission unit cleaner. This network was selected by 1 hidden layers for testing, each of which was numbered 5, 10 and 15 neurons respectively, which were simulated for each of the number of neurons in the network separately. For R2, the highest was in a network with 10 neurons. It also had the best RMSE and MAE in a network of 15 neurons. Finally, the network showed that with increasing the number of neurons, the learning cycle of the neural network would be faster and faster.

Keywords: John Deere combine, wheat, Artificial Neural Network, percentage Abscission

۱- مقدمه

برداشت با کمباین و میزان تلفات آن به عواملی چون رطوبت دانه ، درجه حرارت محیط ، وضعیت مزرعه ، وضعیت کمباین (نو یا فرسوده بودن آنها) ، سرعت پیشروی ، تنظیمات مناسب و تجربه راننده بستگی دارد . مجموعه این عوامل و یا هر کدام از آنها به تنهایی قادر است میزان افت و ریزش‌ها را به شدت بالا ببرد . آشنایی و شناخت عوامل فوق و به کارگیری سازوکارهای لازم در برداشت محصول می‌تواند افت را در حد قابل قبولی پایین آورد . (مستوفی،م & محمدسنابادی،ر، ۱۳۹۴) در هر سال مقدار زیادی از تولیدات کشاورزی به دلایل مختلف ضایع می‌شوند . مهم‌ترین عامل در این ضایعات ، استفاده از ماشین آلات کهنه و فرسوده در بخش کشاورزی است . یکی از عوامل مهم کاهش ضایعات گندم تولیدی ، استفاده از ماشین الات مناسب و جدید به جای ماشین الات مستهلک است . ارزیابی عملیات برداشت به وسیله کمباین شاخص ارزیابی برداشت ماشینی غلات (به ویژه گندم) می‌باشد . عملیات برداشت به وسیله کمباین از طریق تعیین ضایعات بخش‌های مختلف آن و مقایسه آن با مقادیر مجاز استاندارد ارزیابی می‌شود . این ضایعات ناشی از عوامل مختلفی نظیر پارامترهای طراحی ، عوامل قابل کنترل و شرایط محصول مزرعه می‌باشد . در ضمن تنظیمات استفاده صحیح نقش زیادی در کاهش ضایعات دارد . (امیرنژاد،ح، رفیعی،ح، & عطائی،ک، ۱۳۸۸) شبکه عصبی مصنوعی که یکی از مباحث هوش مصنوعی می باشد نوعی پردازشگر اطلاعاتی است که آن را با معرفی درصد از داده های ورودی و خروجی آموزش داده و نحوه عملکرد سیستم در حافظه آن



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



ذخیره می شود (مظلومزاده، م، علوی، س، & نوری، م، ۱۳۸۷).

شبکه های عصبی مصنوعی بر اساس محاسبات روی داده های عددی یا مثال ها آموزش داده می شود. یکی از ویژگی های شبکه های عصبی توانایی آنها در استخراج روابط بین ورودی و خروجی های یک فرایند، بدون نیاز به شرایط پیچیده فیزیکی است. آنها قادر هستند یک فضای چند بعدی را با فضای دیگری مرتبط کنند حتی اگر این اطلاعات ناقص و دارای خطا باشند. این خصوصیات سبب شده که برای مسائل مربوط به برآورد و پیش بینی در کشاورزی و صنعت مناسب باشد و همچنین در مواردی که روابط غیرخطی است شبکه عصبی کارایی خوبی دارند (Beale & Jackson, 1998; Menhaj, 2000). همچنین محققین مختلفی بر روی کاربرد شبکه عصبی بر روی برداشت با کمباین گزارش کرده اند که:

مظلوم زاده و همکاران (۱۳۸۷) برای تعیین درصد شکستگی دانه جو در کمباین از دو شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند. شبکه های عصبی مصنوعی درجه حرارت هوا؛ سرعت پیشروی کمباین و درصد رطوبت دانه ها را آموزش دادند. شبکه عصبی موجکی با دقت ۹۰٫۲ درصد در پیش بینی شکستگی دانه به عنوان جایگزین مناسب برای شبکه های عصبی با دقت ۸۸ درصد تعیین شد. همچنین نتایج آنالیز حساسیت نشان داد که سرعت پیشروی بیشترین ضریب حساسیت را داشته است (Mazolamzadeh et al., 1387).

رجبی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از مدل عصبی و فازی جهت پیش بینی مقادیر تلفات و ریزش دانه کلزا در محل پلاتفرم کمباین در زمان های مختلف برداشت گزارش کردند که بهترین مدل دارای ضریب تعیین ۰٫۸۵ بود و به منظور پوشش نفاذ ضعف شبکه عصبی از مدل فازی نیز برای پیش بینی تلفات ریزش استفاده شد که دقت آن از مدل عصبی بالاتر بود. ضریب تعیین فازی ۰٫۹۴ برآورد شد (رجبی، م، قنبری، ع، & لبافی، ر، ۱۳۹۱).

هیروگوآدور و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی دانه های برنج را در برداشت با کمباین شبیه سازی کردند که بررسی این شبکه نشان داد که شبیه سازی با شبکه عصبی مصنوعی توانایی مناسبی را برای دانه های برنج نشان داده است. همچنین میزان RMSE ۰٫۱۵۸۲، برای پلتفرم و برای ریزش کوبش نیز ۰٫۱۲۹ بوده است (Hiregoudar et al., 2011).

هدف این تحقیق بررسی و ارزیابی داده های بدست آمده از آزمایش و شبیه سازی آنها با شبکه مصنوعی بوده تا بتوان روند آزمایشی تحقیقات را مورد آزمایش و درستی قرار داد. همچنین در این تحقیق داده ها بدست آمده مورد آزمون ضریب حساسیت قرار خواهند گرفت تا بتوان فهمید که ریزش در هر بخش بیشتر به کدام یک از فاکتور های تنظیمی کمباین وابسته است.

۲- مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر ماشین برداشت بر میزان ضایعات کمی و کیفی حین برداشت گندم (کوه دشت بیشترین رقم مرسوم منطقه) آزمایشی در خردادماه سال ۱۳۹۷ در شرق استان گلستان شهرستان کلاله انجام شد، و از یک کادر زیر پسته با ابعاد مفید داخلی ۳۳٫۵*۶۰ سانتیمتر، ضخامت دیواره کادر ۲ سانتیمتر، ارتفاع بدنه کادر ۱۰ سانتیمتر و کف کادر با حلب آلومینیومی پوشیده شده، بطوریکه مجموعاً تشکیل یک سینی را می دهد و مساحت مفید داخلی آن ۲۰۱۶ سانتیمتر مربع و یا تقریباً ۰٫۳ مترمربع است که در محاسبات منظور گردید.

کادر زیر باز از جنس آلومینیوم سبک به ضخامت ۲ سانتیمتر با ابعاد مفید داخلی ۳۸٫۵*۶۵ سانتیمتر و مساحت مفید داخلی ۲۵۰۲ سانتیمتر مربع و یا تقریباً ۰٫۲۵ مترمربع که در محاسبات منظور گردید.

توضیح اینکه کادر زیر باز به نحوی ساخته شد که کادر زیر بسته کاملاً در داخل آن قرار گرفته و خارج می شد.

- ترازوی دقیق با دقت توزین یک گرم

• متر ۳۰ یا ۵۰ متری

• قیچی باغبانی

• پارچه برزنتی با ابعاد تقریبی ۴*۲ مترمربع جهت جمع آوری نمونه ها و کوبیدن و جداسازی دانه و کاه

• گونی حداقل دو عدد

• دورسج جهت تنظیم دور کوبنده

• پیمان و یا حلب بیست لیتری و چهار لیتری جهت پیمان کردن نمونه ها و تعیین میزان محصول در هکتار استفاده گردید.



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



۲-۱- مشخصات کمباین‌ها

در این تحقیق از ۳ دستگاه کمباین مارک جان‌دیر در ۳ سال ساخت مختلف (۱۳۶۰-۱۳۸۰-۱۳۷۰)، مجهز به کوبنده سوهانی و پلتفرم (سکوی بردارند) با پروانه انگشتی دار کلهش کش کاملاً سالم، تیغه و انگشتی سالم با کورس رفت و برگشت دقیق و لبه‌های مارپیچ پلتفرم در داخل کاملاً صاف و صیقلی بوده و با زاویه ۱۲ درجه به داخل یکنواخت بوده و فاصله لبه مارپیچ از کف پلتفرم و از لبه نبشی پشت پلتفرم حداکثر ۱۰ میلی‌متر برای برداشت وارپته‌های گندم مورد استفاده قرار گرفت. مشخصات این کمباین‌ها در جدول ارائه شده است

جدول ۱- مشخصات کمباین‌ها

Table 1 Combine Harvester Specifications

Type of combines			Technical characteristic
John Deere (2001)	John Deere (1991)	John Deere (1981)	
۴,۲۵	۴,۲۵	۴,۲۵	Platform width (m)
۳,۹۵	۳,۹۵	۳,۹۵	Platform useful width (m)
۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	Cereal tank (kg)
Diesel	Diesel	Diesel	Engine type
۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	Engine power (horsepower)
۵۹۶۰	۵۹۶۰	۵۹۶۰	Weight (kg)
Rasp	Rasp	Rasp	thrasher system
۴,۱۷-۴,۲۵-۸,۱	۱۷,۴-۴,۲۵-۸,۱	۱۷,۴-۴,۲۵-۸,۱	Dimensions (length × width × height) (m)
۱۰۴۰-۶۱۰	۱۰۴۰-۶۱۰	۱۰۴۰-۶۱۰	Threshing cylinder (width × diameter) (mm)
۳۷۷۰×۲۵۰-قطعه ۴	۳۷۷۰×۲۵۰-قطعه ۴	۳۷۷۰×۲۵۰-قطعه ۴	Number and Dimensions of Straw (mm)
-۹۷۰) Slicing straw	Slicing straw	Slicing straw	Dimensions of the sieve (mm)
-۹۷۰) Grain sieve (۱۶۲۹-۹۷۰) (۱۲۳۲)	Grain (۱۶۲۹-۹۷۰) sieve (۱۲۳۲-۹۷۰)	Grain (۱۶۲۹-۹۷۰) sieve (۱۲۳۲-۹۷۰)	
۱۰۰۰×۶۵۰	۱۰۰۰×۶۵۰	۱۰۰۰×۶۵۰	Wind fans (width × diameter) (mm)
۱,۲	۱,۲	۱,۲	Pitch width (m)
Rubber	Rubber	Rubber	Type of wheels

۲-۲- روش انجام آزمایش

جهت انجام آزمایش و به منظور ایجاد شرایط یکسان، ۳ کرت که با تراکم کاشت یکسان و در یک تاریخ کاشته شده بودند و مدیریت عملیات داشت یکسانی بر آن‌ها اعمال گردیده بود، انتخاب شدند. سپس برای رسیدن به محدوده‌ی رطوبتی مدنظر انتظار برای زمان مرسوم برداشت گندم در منطقه انجام شد (جدول ۲).



جدول ۲ - ابعاد کرت‌ها و رطوبت برداشت

Table 2 - Dimensions of plots and moisture content

۱۳۹۷/۰۳/۱۶			Harvest date
۴۵۰۰	۴۵۰۰	۴۵۰۰	Dimensions of plot (m ²)
Level3	۲Level	Level1	The range of moisture levels (percentages)
۱۰	۱۰	۱۰	(%) Average grain moisture content

هریک از کمباین‌ها وارد مزرعه شده و برداشت به وسیله هر یک از کمباین‌ها در یک روز برای هر تکرار صورت گرفت. از هر قسمت یک نمونه توسط کادر یک مترمربعی (سه نمونه برای یک کرت) به آرامی برای جلوگیری از ریزش دانه به داخل کادر، توسط قیچی برداشت گردید تا عملکرد محصول در هکتار، به دست آید.

۲-۳- اندازه‌گیری ضایعات کمی حین برداشت (ریزش‌ها)

به دلیل وجود واحدهای مختلف در کمباین غلات ریزش‌ها به انواع ریزش طبیعی، ریزش واحد درو، ریزش واحد کوبنده، ریزش واحد جداکننده (کاه برها) و ریزش واحد تمیزکننده (الک‌ها و پنکه) تقسیم‌بندی می‌شوند (Hunt, 1995).

۲-۴- تعیین درصد رطوبت نمونه‌ها

با توجه به شرایط جوی و رطوبت خاک تاریخ کاشت در شهرستان کلاله (۹۶/۰۸/۱۵ تا ۹۶/۰۹/۱۵) بوده و با توجه به مراحل رشد رویشی گیاه، مرحله رسیدن محصول گندم در شهرستان کلاله نیمه دوم خردادماه می‌باشد لذا با دستگاه رطوبت‌سنج میزان رطوبت دانه ۱۰ درصد به دست آمد که مناسب جهت برداشت بود.

۲-۵- ریزش طبیعی

دانه و خوشه که تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی و عوامل جوی مانند خشکی دانه، باد قبل از شروع کار کمباین در مزرعه در سطح زمین ریخته شده به اضافه خوشه‌های غیرعادی که روی ساقه‌های کوتاه تشکیل و کمباین عملاً قادر به برداشت آن‌ها نمی‌باشد ریزش طبیعی محسوب می‌شوند. جهت اندازه‌گیری ریزش طبیعی از کادر فلزی به ابعاد ۳۸،۵*۶۵ سانتیمتر مربع با مساحت مفید ۰/۲۵ مترمربع استفاده شد و کادر فلزی در چهار نقطه مزرعه قرار داده شد و نقاطی که کادر گذارده شدند در کنار مسیر حرکت کمباین انتخاب شدند تا در اندازه‌گیری‌های بعدی تأثیر نداشته باشد.

ساقه و خوشه نقاط مورد عمل نمونه‌برداری که در داخل کادر فلزی قرار گرفتند با آرامی با قیچی بریده شده و از محدوده کادر خارج شدند تا دسترسی به سطح زمین مزرعه جهت بازدید وضعیت سطح زمین از نظر ریزش دانه و خوشه میسر باشد. در داخل کادر خوشه و دانه‌ها در حد امکان جمع‌آوری و توزین شدند و در طول تکرارها در مواردی که جمع‌آوری دانه مشکل بود دانه‌های روی زمین شمارش و وزن آن‌ها از محاسبه وزن هزار دانه نمونه محصول محاسبه گردید، همچنین خوشه‌های کوتاه که کمباین قادر به برداشت آن‌ها نیست بریده و توزین شده و جزء ریزش طبیعی منظور گردیدند.

(Taghinejad & Mostofi-Sarkari, 2013).

۲-۶- ریزش واحد درو

تمامی دانه‌ها و خوشه‌هایی که از زیر کادر جمع‌آوری شده بود، با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد و پس از کسر میانگین ریزش طبیعی، رابطه‌ی (۱) درصد ریزش را مشخص نمود. این شاخص توانایی واحد درو در جلوگیری از هدر رفت محصول را نشان می‌دهد (Solimani & Kasraei, 2012).



$$(1) \quad 100 \times \frac{(2 \times \text{ریزش طبیعی} - \text{وزن دانه‌های زیر کادر}) \times 10000}{\text{عملکرد مزرعه در هکتار}} = \text{درصد ریزش واحد درو}$$

در این فرمول $10000 \times (2 \times \text{وزن دانه‌های زیر کادر } 0/5 \text{ مترمربعی})$ میزان ریزش در هکتار را تعیین می‌کند.

۲-۷- ریزش واحد کوبنده و جداکننده

توده‌ی کاه و کلش جمع‌آوری شده روی کادرها به دقت و ارسی شد و تمامی دانه‌هایی که در داخل توده بودند یا از خوشه جدا نشده بودند تفکیک شده و توزین شدند. سپس طبق رابطه‌ی (۲) درصد ریزش واحد کوبنده محاسبه شد. صفت مذکور توانایی سیستم‌های کوبنده و جداکننده را در جداسازی دانه از بوته و کاه و کلش را نشان می‌دهد

$$(2) \quad 100 \times \frac{(2 \times \text{ضریب اصلاح} \times \text{وزن دانه‌های داخل توده‌ی کاه و کلش کادر})}{\text{عملکرد مزرعه در هکتار}} = \text{درصد ریزش واحد کوبنده}$$

۲-۸- ریزش واحد تمیزکننده (بوجاری)

تمامی دانه‌های داخل خرده‌کاه‌های کف کادر جداسازی و پس از توزین توسط رابطه‌ی (۳) درصد ریزش مشخص گردید. ریزش واحد تمیزکننده توانایی این واحد (سرعت و حجم مناسب باد و تنظیم الک‌ها)، در جمع‌آوری دانه‌ها را نشان می‌دهد (Baran & Ülger, 2010).

$$(3) \quad 100 \times \frac{(2 \times \text{ضریب اصلاح} \times \text{وزن دانه‌های})}{\text{عملکرد مزرعه در هکتار}} = \text{درصد ریزش واحد تمیز کننده}$$

در این رابطه $10000 \times (2 \times \text{وزن دانه‌های داخل خرده‌کاه‌های کف کادر } 0/5 \text{ مترمربعی})$ میزان ریزش در هکتار را تعیین می‌کند.

۹.۲. مدل سازی شبکه عصبی مصنوعی

در این پژوهش شبکه‌ی عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه (MLP) برای مدل سازی سرعت های پیشروی ، سرعت های کوبنده و کمباین های مختلف جهت پیشگویی میزان ضایعات کمی ریزش کمباین انتخاب گردید . شبکه عصبی چند لایه پرسپترون یک شبکه پیش خور^۱ با یک ورودی ، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی است . این شبکه توسط ۱ لایه پنهان برای آزمایش انتخاب شد که در هر لایه به ترتیب تعداد ۵ ، ۱۰ و ۱۵ نرون قرار داده شد که برای هر یک از تعداد نرون ها شبکه به صورت جداگانه شبیه سازی گردید و این شبیه سازی با استفاده از نرم افزار نروسولیشن ۵ انجام شد . همچنین از توابع فعال سازی^۲ TanhAxon در لایه پنهان ورودی و خروجی استفاده گردید . در این تحقیق روش بهینه سازی لوبنبرگ - مارکوت^۳ به منظور یادگیری شبکه مورد استفاده قرار گرفت . همچنین ۷۰٪ از دیتاها برای آموزش ، ۱۰ درصد برای ارزیابی شبکه و ۲۰٪ از دیتاها برای آزمون شبکه^۴ مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۴) . سرعت پیشروی کمباین ، سرعت چرخش کوبنده و سال ساخت کمباین به عنوان ورودی های شبکه و ریزش در واحد پلتفرم ، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) خروجی های شبکه مورد نظر بودند . تعداد ۳ تکرار برای رسیدن به حداقل میزان خطا و حداکثر پایداری شبکه به صورت میانگین برابر ۱۰۰۰ سیکل یادگیری برای شبکه منظور گردید . الگوریتم برآورد خطا با الگوریتم پس انتشار خطا^۵ صورت گرفت . برای ارزیابی شبکه دو معیار ضریب تبیین (R^2) و ریشه میانگین مربعات خطا^۶ استفاده گردید . ضریب تبیین میزان همبستگی بین داده های خروجی شبکه عصبی و داده های مشاهده شده را تعیین می کند و از رابطه ۵ محاسبه می شود که مقدار ایده آل آن برابر یک می باشد . میانگین مربعات خطا اختلاف بین داده های پیش بینی شده و داده های واقعی را تعیین می کند (رابطه ۷) و ریشه آن از رابطه ۵ محاسبه میشود . هدف یک شبکه خوب این است که میزان این خطا را به کمترین مقدار برساند و مقدار ایده آل آن برابر صفر است .

- ^۱ Feed-Forward
- ^۲ Activation function
- ^۳ Levenberg-Marquardt (LM)
- ^۴ Validating data
- ^۵ Testing data
- ^۶ Epoch
- ^۷ Back propagation error
- ^۸ Root mean squared error (RMSE)



پارامترهای آماری شامل میانگین مربعات خطا^۱، ریشه میانگین مربعات خطا، ضریب تبیین و میانگین خطای مطلق برای ورودی ها محاسبه شد و روابط با استفاده از فرمول های جدول ۱ محاسبه گردید.

جدول ۳ - رابطه های شبکه عصبی

Table 3: Neural Network Relationships

فرمول	شماره فرمول	رفرنس
$\text{Tanh} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$	۴	B. Khoshnevisan, Sh.) (Rafiee, M. Omid, 2013
$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{(P_i - O)^2}$	۵	Azadbakht, Aghili,) (Ziaratban, & Torshizi, 2017
$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{(P_i - O)^2}}$	۶	B. Khoshnevisan, Sh.) (Rafiee, M. Omid, 2013
$\text{MSE} = \sum_{i=1}^n \frac{(P_i - O_i)^2}{n}$	۷	Azadbakht, Torshizi, &) (Ziaratban, 2016
$\text{RMSE} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(P_i - O_i)^2}{n}}$	۸	B. Khoshnevisan, Sh.) (Rafiee, M. Omid, 2013
$\text{MAE} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i - O_i }{n}$	۹	(Azadbakht et al., 2016)

در معادلات ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ شامل مقادیر پیش بینی شده (Pi) و مقادیر واقعی (Oi) و مقدار متوسط داده (O) می باشد.

جدول ۴ - مقادیر برای پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی

Table 4: Optimization values for artificial neural network parameters

تعداد لایه های مخفی	تابع آموزش	نوع تابع فعال سازی	تعداد نرون ها در هر لایه مخفی	درجه	معمولاً	ارزشهای داده ها	آموزش داده ها
1	Levenberg Marquardt	Hyperbolic tangent	5	20%	10%	70%	
1	Levenberg Marquardt	Hyperbolic tangent	10	20%	10%	70%	
1	Levenberg Marquardt	Hyperbolic tangent	15	20%	10%	70%	

^۱ (MSE) Mean Square Error
^۲ (MAE) Mean Absolute Error



۳- نتایج و بحث

در جدول ۵ نتایج شبکه ها با نرون ها مختلف نشان داده شده است. در این جدول مقادیر بدست آمده برای MAE ، RMSE،MSE و R² برای آموزش و آزمون شبکه نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده برای شبکه تشکیل شده برای ریزش در واحد پلتفرم، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) بیشترین مقادیر آموزش و آزمون در یک لایه با نرون یکسان برای R² در شبکه ای با ۱۰ نرون بوده است که این مقدار برای ریزش در واحد پلتفرم (آموزش=0.785، آزمون=0.8838)، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) (آموزش=0.875، آزمون=0.949) و برای ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) (آموزش=0.875، آزمون=0.949) بوده است که این امر نشان دهنده همبستگی بالا بین داده های ورودی و خروجی شبکه بوده است. همچنین بهترین میزان RMSE برای مقدار آزمون و آموزش در شبکه ای با ۱۵ نرون در لایه پنهان بوده است که این مقدار نشان دهنده اختلاف کم بین داده های ورودی و خروجی شبکه را نشان می دهد.

Table 5: Error values in predicting experimental data using optimal artificial neural network

جدول ۵- مقادیر خطا در پیش بینی داده های آزمایش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

		15 neuron in hidden layer		10 neuron in hidden layer		5 neuron in hidden layer	
		Training	Test	Training	Test	Training	Test
abscis sion unit platform abscis sion unit thrasher and divider	M SE	0.0125058 89	0.0679545 45	0.0121491 23	0.0661363 64	0.0147328 38	0.02815839 9
	R MSE	0.1118297 33	0.2606809 27	0.1102230 59	0.2571699 12	0.1213789 02	0.16780464 6
	M AE	0.0923208 3	0.2136363 64	0.0938596 49	0.2318181 82	0.1008036 28	0.13411975 6
	R ²	0.8726575 61	5.42129E- 16	0.8837164 47	0.7852794 35	0.8378836 21	-6.7624E- 16
abscis sion unit cleaner abscis sion unit platform	M SE	0.0018917 89	0.0253818 18	0.0020653 51	0.0220636 36	0.0021071 07	0.00975308 4
	R MSE	0.0434946 97	0.1593167 23	0.0454461 32	0.1485383 33	0.0459032 4	0.09875770 2
	M AE	0.0361110 27	0.1381818 18	0.0341228 07	0.1190909 09	0.0357098 28	0.08281830 1
	R ²	0.9424740 57	0.3694236	0.9492067 72	0.8753522 14	0.9342378 52	0.63984694 1
abscis sion unit thrasher and divider	M SE	0.0052023 42	0.0182431 82	0.0020653 51	0.0143886 36	0.0085526 43	0.01318326 4
	R MSE	0.0721272 61	0.1350673 23	0.0643046 48	0.1199526 42	0.0924805 03	0.11481839 5
	M AE	0.0592306 39	0.1122727 27	0.0507017 54	0.1004545 45	0.0758711 69	0.09822886 6
	R ²	0.7938863 4	-3.8175E- 17	0.8410739 31	0.91369	0.6783454 06	0.55390296 5



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



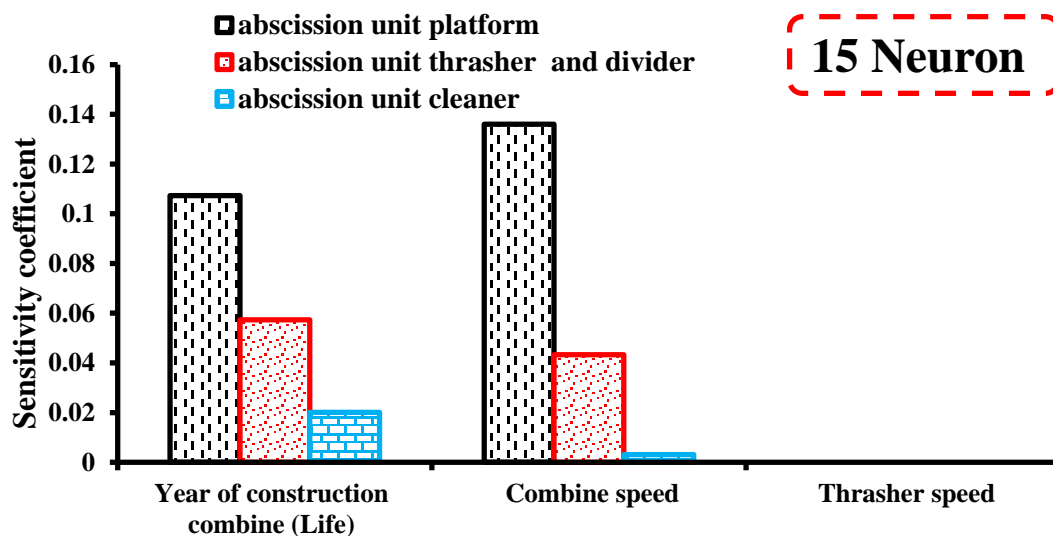
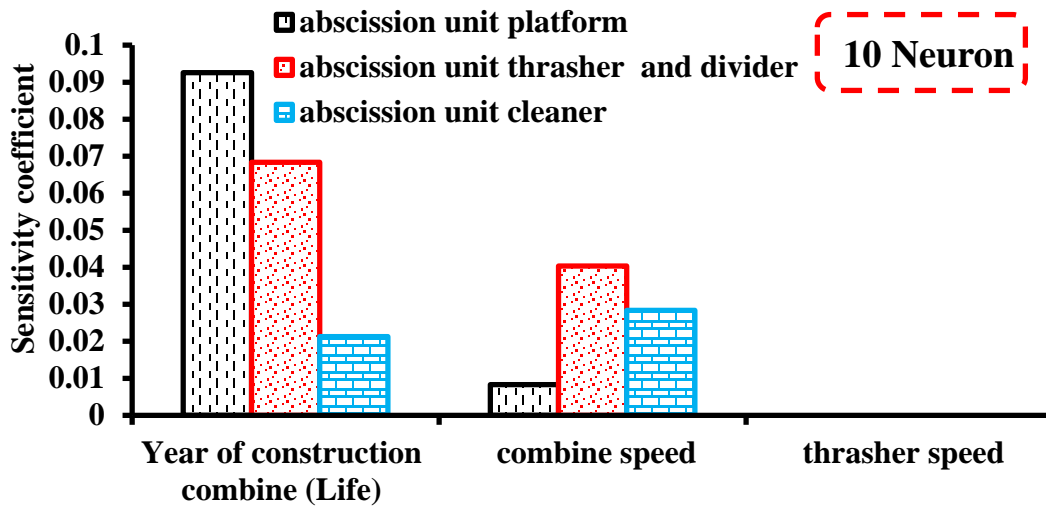
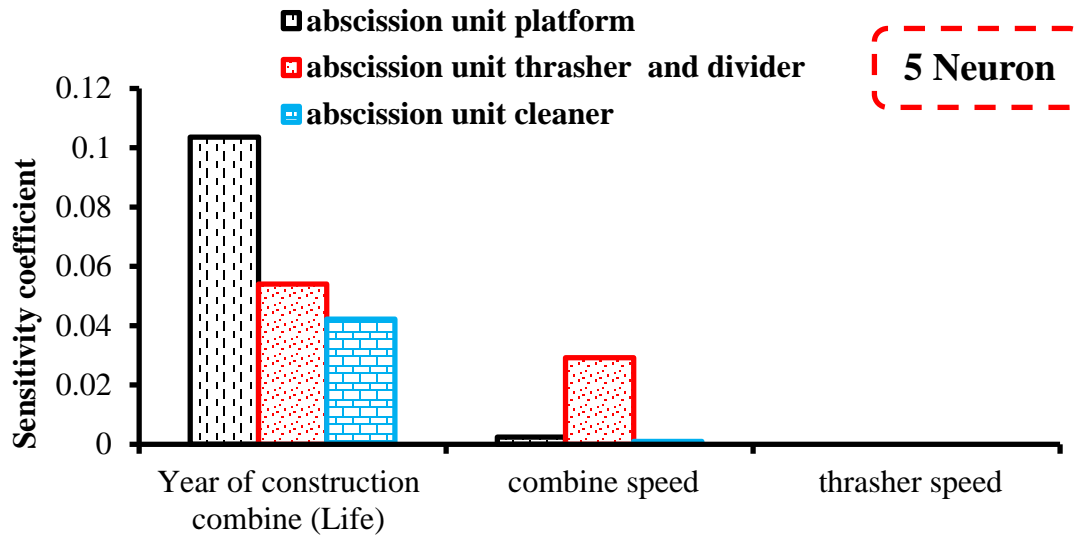
در جدول ۶ بهترین میزان اجرا و سیکل یادگیری برای هر یک از تعداد نرون ها در لایه های مخفی نشان داده شده است با توجه به نتایج بدست آمده می توان مشاهده کرد که تمامی تعداد نرون ها در لایه های مخفی برای ریزش در واحد پلتفرم، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) در اجرا ۱ به بهترین میزان آموزش برای دیتاها دست پیدا کرده اند که این تعداد اجرا پایین نشان دهنده یادگیری سریع شبکه بوده است که کمترین میزان سیکل یادگیری برای ریزش در واحد پلتفرم (15= تعداد نرون ها 32=سیکل یادگیری،) و برای ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) (15=تعداد نرون ها - 39 = سیکل یادگیری) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) (15=تعداد نرون ها - 36=سیکل یادگیری) بدست آمده است. همچنین برای بهترین یادگیری برا داده های اعتبار سنجی برای ریزش در واحد پلتفرم (15=تعداد نرون ها 12=سیکل یادگیری،) و برای ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) (15=تعداد نرون ها - 10 = سیکل یادگیری) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) (10=تعداد نرون ها - 3=سیکل یادگیری) مشاهده شده است.

جدول ۶ برخی از توپولوژی های شبکه عصبی MLP برای پیش بینی مقادیر آموزش و ارزشیابی مقادیر

Table6:Some of the best MLP neural network topologies to predict test values

		5 neuron in hidden layer		10 neuron in hidden layer		15 neuron in hidden layer	
		Training	Cross validation	Training	Cross validation	Training	Cross validation
abscission unit platform	Run	1	1	1	3	1	1
	Epoch	440	7	71	7	32	12
abscission unit thrasher and divider	Run	1	2	1	3	1	2
	Epoch	189	28	86	11	39	10
abscission unit cleaner	Run	1	3	1	1	1	1
	Epoch	203	36	84	3	36	9

در شکل ۱ ضریب حساسیت برای ریزش در واحد پلتفرم، ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) و ریزش واحد تمیز کننده (غربال و پنکه) نشان داده شده است. تمامی تعداد نرون ها برای سرعت کوبنده عدم حساسیت را برای دیتاها نشان داده است. برای ریزش در واحد پلتفرم، نیز بیشترین ضریب حساسیت در تعداد ۱۵ نرون در لایه مخفی مشاهده شده است. همچنین برای ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) بیشترین ضریب حساسیت در شبکه ای با ۱۰ نرون در پنهان نشان داده شده است.



شکل ۱ - ضریب حساسیت برای سرعت کوبنده ، سرعت پیشروی کمباین و سال ساخت کمباین

Figure 1. Sensitivity coefficient for Year of construction combine (Life) , combine speed and thrasher speed



۴- نتیجه گیری

- نتایج نشان داد شبکه عصبی توانایی بالایی در شبیه سازی داده برای پیش بینی داشته است
- در اجر یک تمامی شبکه ها سیکل یادگیری را طی کرده اند که نشان دهنده توانایی بالای شبکه بوده است .
- با توجه به میزان R^2 در تمامی تعداد نرون ها در لایه مخفی می توان گفت شبکه عصبی توانایی مناسبی برای پیش بینی داشته است .
- با توجه به نتایج ضریب حساسیت ریزش در واحد پلتفرم سال ساخت کمباین تقریبا در تمامی نرون ها نزدیک به هم بود اما بیشترین برای سرعت پیشروی در ۱۵ نرون بوده است .
- نتایج ضریب حساسیت برای ریزش در واحد کوبنده و جداکننده (کاه پران) بیشترین ضریب حساسیت برای سال ساخت کمباین بوده است .
- با توجه به نتایج بدتس آمده سرعت کوبنده ضریب حساسیت نزدیکی به صفر داشته است .

منابع

- Azadbakht, M., Aghili, H., Ziaratban, A., & Torshizi, M. V. (2017). Application of artificial neural network method to exergy and energy analyses of fluidized bed dryer for potato cubes. *Energy*, 120, 947-958. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.006>
- Azadbakht, M., Torshizi, M. V., & Ziaratban, A. (2016). Application of Artificial Neural Network (ANN) in predicting mechanical properties of canola stem under shear loading. *Agricultural Engineering International*, 18(2), 413-425.
- B. Khoshnevisan, Sh. Rafiee, M. Omid, M. Y. (2013). Prediction of environmental indices of Iran wheat production using artificial neural networks. *International Journal of Energy and Environment*, 4(2), 339-348.
- Baran, M. F., & Ülger, P. (2010). The Reasons of High Grain Loss in Combine Harvester and Solution Offers, 195-199.
- Beale, R., & Jackson, T. (1998). *Neural Computing: An Introduction*. London, UK, Institute of Physics Publishing, Bristol BSI 6BE. <https://doi.org/008.3>
- Hiregoudar, S., Udhaykumar, R., Ramappa, K. T., Shreshta, B., Meda, V., & Anantachar, M. (2011). Artificial neural network for assessment of grain losses for paddy combine harvester a novel approach. *Communications in Computer and Information Science*, 140 CCIS, 221-231. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19263-0_27
- Hunt, D. (1995). *Form Power and Machinery Management* (9th ed.). Iowa State University Press, Iowa, USA.
- Menhaj, M. (2000). *Foundation of Artifitioal Neural Networks*. Amir Kabir univercity.
- Solimani, M., & Kasraei, M. (2012). Determination of Optimal Adjustment of Corn Head Nutrition for Grain Harvesting in order to Reduce Grain Shedding in Canola Harvest Using Simulated Nose Apparatus. *Journal of Agricultural Machinery*, 2(2), 102-108.
- Taghinejad, J., & Mostofi-Sarkari, M. R. (2013). Technical and economic appraisal of losses of combine cutting unit at different stages of processing with three common cannabis nests. *Journal of Agricultural Machinery*, 3(2), 154-162. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v1395i0.50478>
- امیرنژاد، ح، رفیعی، ح، عطائی، ک. (۱۳۸۸). بررسی اثر نوسازی کمباین بر کاهش ضایعات گندم کشور. *مجله کشاورزی*، ۲۰-۱۳، (۱) ۱۱. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385971-6.00025-7>
- رجبی، م، قنبری، ع، & لبافی، ر. (۱۳۹۱). ارزیابی دو مدل عصبی و فازی جهت پیش بینی مقادیر تلفات ریزش دانه در محل هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. *پلاتفرم کمباین در زمان های مختلف برداشت مستوفی، م، & محمدسنابادی، ر. (۱۳۹۴). بهیه سازی سیستم برداشت ، خرمنکوبی و جداسازی برای کاهش تلفات ذرت دانه ای. مجله مهندسی مکانیک*، ۲۴، (۱۰)، ۵۱-۶۱
- مظلومزاده، م، علوی، س، & نوری، م. (۱۳۸۷). مقایسه عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی و شبکه های عصبی موجکی در پیش بینی درصد شکستگی جو در کمباین برداشت. *مجله کشاورزی*، ۱۰، (۲)، ۸۱-۱۹۵