



بهره گیری از روش نوین غیر پارامتری شبکه عصبی مصنوعی بمنظور تخمین مدل بهینه

تلفات ماشینی در برداشت ذرت بذری

سید حسن پیشگر کومله^{۱*}، علیرضا کیهانی^۲، محمدرضا مستوفی سرکاری^۳، علی جعفری^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه تهران، ۲- استاد گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران، ۳- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج، ۴- دانشیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

* نویسنده مسئول: کرج، چهارراه دانشکده، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، Email:

s.hassan.pishgar@gmail.com

شماره تماس: ۰۹۱۲۴۶۴۲۰۷۴

چکیده

دستیابی به کشاورزی پایدار در گرو بهره بردای مناسب از منابع و جلوگیری از اتلاف منابع تولید می باشد. با وجود تلفات بسیار در زمان برداشت ماشینی ذرت بذری لازم است به منظور کاهش ضرر اقتصادی موجود نحوه ی اثرگذاری هر یک بر تلفات کل تعیین گردد. نظر به توسعه ی روش های نوین در مدل سازی (استفاده از روش های غیر پارامتری همچون شبکه های عصبی مصنوعی) و دستیابی به نتایج بهتر در مقایسه با روش های مرسوم (روش های پارامتری)، در این پژوهش برای نخستین بار از این روش نوین برای تعیین رابطه ی بین دو فاکتور سرعت پیشروی و کوبنده و تأثیر آن ها بر مقدار تلفات ماشینی کمباین ویتراشتایگر در برداشت ذرت بذری استفاده شد. بدین منظور در ابتدا تلفات واحدهای مختلف برداشت در سرعت های پیشروی و کوبنده ی مختلف بر اساس روش استاندارد موجود، در واحدهای مختلف ماشین برداشت تعیین گردید و سپس مقدار تلفات کل تعیین گردید. از تعداد ۴۰ شبکه های عصبی مصنوعی مختلف استفاده شد و در انتها ساختاری با دولایه ی پنهان (به ترتیب با ۱ و ۹ نرون) با مقدار ضریب تبیین ۰/۹۳ و میانگین درصد خطای مطلق ۰/۰۲۶ به عنوان مناسب ترین شبکه برگزیده شد. تحلیل حساسیت در شبکه ی تعیین شده نشان داد بیشترین اثرگذاری بر مقدار تلفات کل متعلق به فاکتور سرعت کوبنده می باشد.

لغات کلیدی: تلفات برداشت، ذرت بذری، کمباین ویتراشتایگر، شبکه عصبی مصنوعی، کشاورزی پایدار.

مقدمه

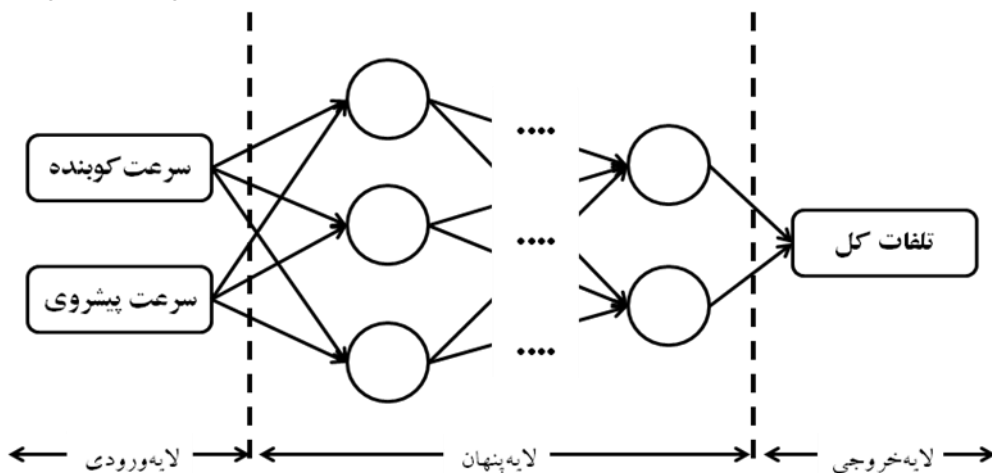
بخش کشاورزی ویژگی هایی دارد که آن را به ابزار منحصر به فردی برای توسعه مبدل می سازد (ایروانی و ورمزیاری، ۱۳۸۹). این بخش در کشورهای در حال توسعه دارای اهمیت بسیار زیادی می باشد. از میان اهداف مختلف توسعه ی بخش کشاورزی، بهبود و تقویت جنبه های اقتصادی (کاهش فقر، افزایش سطح رفاه عمومی، توزیع درآمد و گسترش عدالت در جامعه)، تأمین امنیت غذایی، حفظ منابع طبیعی و دستیابی به کشاورزی پایدار بسیار پراهمیت است. با توجه به اهمیت بخش کشاورزی در تولید محصولات مختلف (بویژه ذرت) و تأمین غذای جمعیت رو به افزایش و کمبود منابع طبیعی برای استفاده در تولید، لازم است تمهیداتی اندیشیده شود تا عواملی که منجر به از بین رفتن بخش زیادی از محصولات کشاورزی تولید شده و اتلاف آن ها از چرخه تولید تا مصرف می شود را تحت کنترل قرار داد. ضایعات محصولات کشاورزی به دلیل وارد آوردن خسارات قابل توجه به اقتصاد ملی، مقوله ی مهمی است که در دو دهه ی اخیر مورد توجه جدی پژوهشگران، مدیران و به طور کلی دست اندرکاران تولید، فرآوری و توزیع محصولات و فرآورده های کشاورزی قرار گرفته است (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸). در این بین ذرت بذری بدلیل ارزش اقتصادی بسیار بالا از اهمیت ویژه ای در مباحث تلفات برخوردار می باشد. طبق آمار رسمی مؤسسه ی تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج، سطح زیر کشت ذرت بذری در سال ۱۳۸۸، ۶۸۰۰ هکتار بوده است و میزان تولید این محصول در این سال در حدود ۱۵۵۰۰ تن بوده است و عملکرد متوسط محصول نیز ۲/۲۸ تن در هکتار گزارش شده است.

شبکه‌های عصبی مصنوعی نوعی مدل‌سازی ساده انگارانه از سیستم‌های عصبی واقعی هستند که کاربرد فراوانی در حل مسائل مختلف در علوم و مدل‌سازی دارند (صیادی، ۱۳۸۷). شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستم‌های دینامیکی هستند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. این سیستم‌ها براساس محاسبات روی داده‌های عددی یا مثال‌ها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند. بنابراین سیستم‌های هوشمندی هستند. مزایای شبکه‌های عصبی عبارتند از: قابلیت مدل‌سازی سیستم‌های غیرخطی با پیچیدگی دلخواه، قابلیت تعلیم، قابلیت تطبیق، قابلیت تعلیم‌دادن، قابلیت تحمل آسیب، قابلیت ترمیم، قابلیت استفاده از حافظه‌ی شراکتی، سرعت بالای پردازش به علت پردازش موازی، یگانگی در تجزیه و تحلیل طراحی و تشابه با سیستم عصبی انسان.

تحقیقات بسیار در رابطه با مدل‌سازی فاکتورهای مختلف در فعالیتهای متنوع صورت گرفته است (Yalcintas and Akkurt, 2005; Ansett and Kreider, 1993; Curtiss et al., 1993). در تحقیقی مقدار انرژی مصرفی گلخانه در حالت چهار ورودی و یک خروجی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی تعیین گردید و این نتایج با نتایج مدل رگرسیون خطی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حکایت از تخمین بهتر و مناسب‌تر مقدار انرژی با کمک شبکه عصبی مصنوعی داشت (Trejo-perea et al., 2009). زنگنه و همکاران اقدام به مدل‌سازی انرژی‌های مصرف شده در تولید سیب‌زمینی و انرژی خروجی پرداختند و مدل مناسب را بدین منظور تعیین نمودند (Zangeneh et al., 2011). حیدری و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی و تعیین مدل مناسب با استفاده از شبکه‌های عصبی جهت تعیین بهترین رابطه بین نهاده‌های ورودی و خروجی در تولید جوجه‌های گوشتی در ایران پرداختند. ژانگ و فو از شبکه عصبی جهت تخمین هزینه‌های بسته‌بندی بر اساس اندازه محصول استفاده نمودند (Zhang and Fuh, 1998). با توجه به تحقیقات بسیار در رابطه با استفاده از شبکه‌های عصبی در مدل‌سازی فعالیتهای مختلف کشاورزی اما تاکنون تحقیق در رابطه با تعیین رابطه‌ی بین متغیرهای ماشینی در کاهش یا افزایش مقدار تلفات برداشت به انجام نرسیده است. از این رو این تحقیق بدنبال این هدف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در استان البرز و موسسه تحقیقات تولید و اصلاح بذر و نهال کرج صورت پذیرفت که در آن کمباین برداشت ذرت Wintersteiger از نظر مقدار تلفات در واحدهای مختلف ماشین برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت و دو متغیر سرعت کوبنده و پیشروی به عنوان مهمترین عوامل تاثیرگذار بر مقدار تلفات ماشینی در سطوح مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور تعیین بهترین رابطه بین ورودی‌ها و خروجی از یک شبکه‌ی عصبی مصنوعی استفاده شد. بدین منظور لازم است در ابتدا ساختار شبکه تعیین گردد. اتصال نرون‌ها به یکدیگر ساختار یک شبکه‌ی عصبی مصنوعی را تشکیل می‌دهد. نحوه اتصال نرون‌ها می‌تواند به گونه‌ای باشد که شبکه‌ای تک لایه یا چند لایه را به وجود آورد. شبکه‌های چندلایه تشکیل شده از لایه‌ی ورودی، که الگوهای ورودی به آن اعمال می‌گردد، لایه‌ی خروجی که پاسخ شبکه را تعیین می‌کند و یک یا چند لایه‌ی پنهان که میان لایه‌ی ورودی و خروجی قرار دارند و آن‌ها را به هم مرتبط می‌سازند. تعداد نرون‌ها و لایه‌ها، آرایش نرون‌ها و ابعاد آن‌ها، ساختار شبکه عصبی را تشکیل می‌دهد (شکل ۱).



شکل ۱- ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی

برای توسعه مدل‌های ANN از توابع فعال‌سازی نوع تانزانت هیپربولیک در لایه (های) پنهان و تابع خطی در لایه خروجی استفاده گردید. کلیه شبکه‌های بررسی شده در نرم‌افزار NeuralSolutions نسخه ۵، طراحی و اجرا شده‌اند. ۷۵ درصد و ۲۵ درصد از داده‌های موجود در این پژوهش به ترتیب جهت آموزش و اجرای شبکه مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نمونه‌های کم و به منظور دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر و ارزیابی مناسب‌تر از گزینه Leave N Out استفاده شد. شبکه‌های مختلف با تعداد لایه‌های پنهان متنوع مورد ارزیابی قرار گرفتند و بهترین شبکه با توجه به شاخص‌های آماری تعیین گردید. در این تحقیق برای مقایسه‌ی توان مدل‌های شبکه عصبی از شاخص‌های MSE، MAE، MAPE و R^2 که به ترتیب میانگین خطای مطلق، میانگین مربعات خطا، میانگین درصد خطای مطلق و ضریب تعیین می‌باشند، استفاده شد. روابط مربوط به این شاخص‌های آماری در زیر ارائه شده است:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)}{n} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |O_i - P_i| \quad (2)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|O_i - P_i|}{O_i} \right) 100 \quad (3)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{ave})(P_i - P_{ave})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{ave}) \sum_{i=1}^n (P_i - P_{ave})}} \quad (4)$$

که در این روابط، O_i : داده اندازه‌گیری شده؛ P_i : داده پیش‌بینی شده؛ O_{ave} : میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده؛ P_{ave} : میانگین داده‌های پیش‌بینی شده و n : تعداد داده‌ها می‌باشد.

به منظور تعیین دورکوبنده از دورسنج HIOKI3404 با پنج تکرار استفاده شد و به منظور تعیین سرعت پیشروی نیز از کورنومتر و در مسافت ۳۰ متری با پنج تکرار بهره گرفته شد. به طور کلی تلفات در برداشت ذرت به ۳ دسته‌ی کلی تقسیم می‌شود (منصوری‌راد، ۱۳۸۴):

الف) تلفات پیش از برداشت؛ ب) تلفات جمع‌آوری؛ ج) تلفات فرآوری (شامل تلفات واحد کوبنده و تلفات قسمت تمیزکننده و دمنده) به منظور اندازه‌گیری هر نوع تلفات از روش ارائه شده توسط بسیاری از محققان بهره گرفته شد (Sumner and Williams, 2009; Griffin, 1987). در این روش جهت تعیین تلفات فرآوری از قاب‌های توخالی 50×50 سانتی‌متری در جلوی کمباین استفاده شد و برای تعیین تلفات واحد فرآوری و جلوگیری از تداخل آن با تلفات واحد جمع‌آوری از قاب 80×50 سانتی‌متری و در پشت کمباین بهره‌گرفته شد. سه نمونه صد گرمی نیز از داخل مخزن کمباین گرفته شد و از نظر وجود شکستگی در بذر ذرت مورد واریسی قرار گرفت. پس از تعیین مقدار تلفات واحدهای مختلف تمامی تلفات موجود با یکدیگر جمع شدند و در کل تلفات فرآوری را تشکیل دادند. تمامی این تلفات برای دوره‌های کوبنده و سرعت‌های پیشروی مختلف ثبت گردید و داده‌ها ثبت گردید و وارد نرم افزار NeuralSolution 5 شد و پس از تصادفی نمودن داده‌ها و سهم‌بندی داده‌ها برای انجام آموزش و آزمون، شبکه بهینه از بین تعداد ۴۰ شبکه اجرا شده، انتخاب گردید.

نتایج و بحث

پس از تعیین مقدار تلفات هر یک از واحدهای کمباین برداشت ذرت بذری و جمع نمودن تمامی تلفات ماشینی و ایجاد شبکه‌های مختلف و تعیین مقادیر شاخص‌های آماری برای هر مدل شبکه، بهینه‌ترین مدل و شبکه تعیین گردید. بر اساس نتایج بدست آمده در جدول ۱ مشخص گردید مدل شماره ۲۷ با تعداد دو لایه پنهان (به ترتیب با تعداد ۱ و ۹ نرون در لایه‌ی اول و دوم) بیشترین مقدار R^2 و حداقل مقدار MAPE را نسبت به مدل‌های دیگر به خود اختصاص داده است (شکل ۲).



ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی



همایش ملی
ایده‌های نو در کشاورزی

۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۹۰ دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان دانشکده کشاورزی

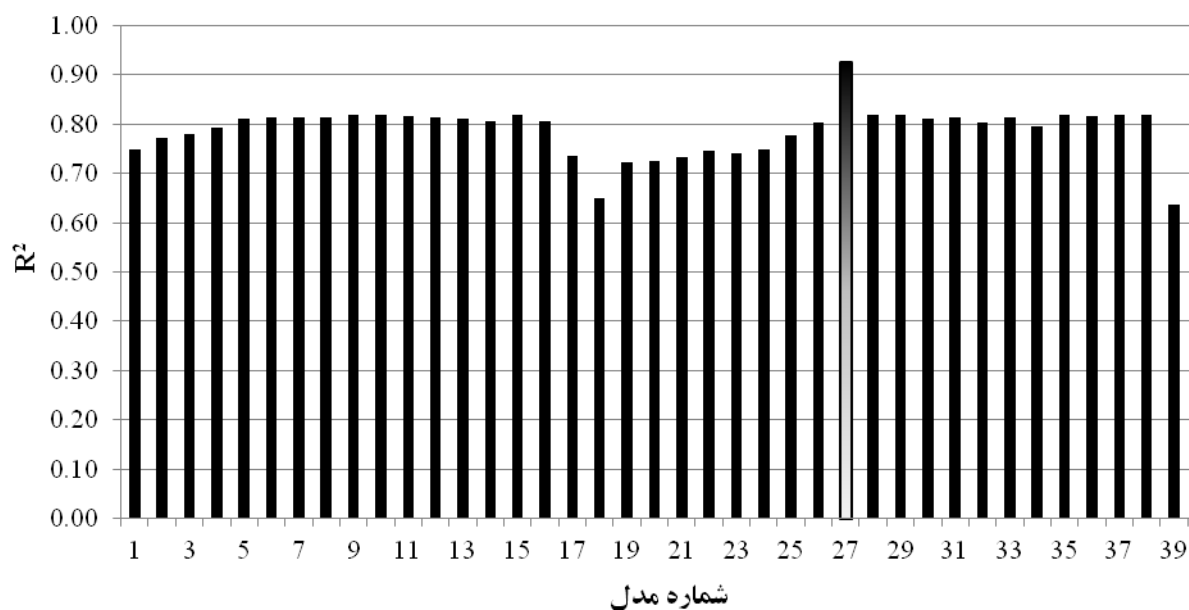
جدول ۱- شاخص‌های آماری برای مدل‌های مختلف شبکه عصبی

شماره مدل	تعداد لایه‌های مخفی	تعداد نرون‌ها	MSE	MAE	MAPE	R ²
۱	۱	۱	۶۱۳/۹۷۷۵	۱۹/۲۲۰۴	۰/۰۲۸۲۲۹	۰/۷۴۹۳۶۴۷۶
۲	۱	۲	۶۰۸/۸۵۷۵	۱۹/۲۱۳	۰/۰۲۷۶۶۶	۰/۷۷۲۲۱۶۶۲۵
۳	۱	۳	۶۰۵/۲۴۷۵	۱۹/۲۱	۰/۰۲۷۵۴۳	۰/۷۷۹۲۶۲۶۹۳
۴	۱	۴	۵۸۴/۹۴۷۵	۱۹/۰۵	۰/۰۲۷۰۸۷	۰/۷۹۲۵۶۰۳۲۲
۵	۱	۵	۵۰۶/۶۱۰۳	۱۸/۰۱۱۱۲	۰/۰۲۶۴۸۸	۰/۸۱۰۵۷۰۵۲
۶	۱	۶	۴۹۶/۲۶۰۳	۱۷/۹۸۱۱۲	۰/۰۲۶۲۷۶	۰/۸۱۴۱۷۵۷۸۷
۷	۱	۷	۴۹۷/۵۸۴۳	۱۷/۹۵۸۱۲	۰/۰۲۶۲۰۶	۰/۸۱۴۷۱۷۲۶۷
۸	۱	۸	۴۹۸/۹۵۱۳	۱۷/۹۵۵۱۲	۰/۰۲۶۱۰۶	۰/۸۱۳۸۱۴۹
۹	۱	۹	۴۹۵/۳۳۸۳	۱۷/۹۵۰۴۸	۰/۰۲۶۰۸۳	۰/۸۱۸۰۸۰۲۷۱
۱۰	۱	۱۰	۴۹۳/۰۱۹۶	۱۷/۸۵۰۸۸	۰/۰۲۶۰۳	۰/۸۱۸۵۱۸۱۸۵
۱۱	۱	۱۱	۴۹۹/۵۸۱۶	۱۷/۹۲۷۲۸	۰/۰۲۶۳۴	۰/۸۱۶۳۴۰۹۸۱
۱۲	۱	۱۲	۵۰۴/۳۶۴۶	۱۸/۰۱۲۵۹	۰/۰۲۶۵۱۵	۰/۸۱۳۹۷۱۸۷۶
۱۳	۱	۱۳	۵۰۶/۲۹۵۶	۱۸/۰۱۲۷۵	۰/۰۲۶۶۰۱	۰/۸۱۱۳۹۱۸۱۷
۱۴	۱	۱۴	۵۰۶/۵۴۸۶	۱۸/۰۱۳۴۵	۰/۰۲۶۶۱۳	۰/۸۰۷۲۳۱۹۸۸
۱۵	۱	۱۵	۴۹۲/۰۲	۱۷/۸۳۸۶۳	۰/۰۲۶۲۴۵	۰/۸۱۹۰۸۷۹۴۸
۱۶	۱	۱۶	۵۰۵/۵۸۴	۱۸/۰۱۳۱۵	۰/۰۲۶۶۰۱	۰/۸۰۶۹۱۵۱۵
۱۷	۱	۱۷	۶۴۰/۸۵۰۲	۲۰/۰۰۷۷۱	۰/۲۹۱۱	۰/۷۳۶۰۶۱۰۴۴
۱۸	۱	۱۸	۷۰۱/۰۷۴۵	۲۱/۸۵۲	۰/۲۹۶۷۲۸	۰/۶۴۹۸۷۷۸۲۳
۱۹	۲	۱-۱	۶۶۶/۲۹۳۶	۲۰/۱۷۸۱۲	۰/۰۲۹۵۵۹	۰/۷۲۱۹۱۷۱۵۳
۲۰	۲	۲-۱	۶۶۰/۳۷۵۱	۲۰/۰۷۱۷	۰/۰۲۹۱۲	۰/۷۲۴۲۰۱
۲۱	۲	۳-۱	۶۴۰/۳۷۵۱	۲۰/۰۰۱	۰/۲۹۰۰۳	۰/۷۳۳۹۳۴۸۹
۲۲	۲	۴-۱	۶۱۸/۳۶۱۴	۱۹/۳۲	۰/۲۸۱۳	۰/۷۴۵۱۱۴۲۴
۲۳	۲	۵-۱	۶۲۹/۲۱۵۲	۱۹/۴۲۰۷۸	۰/۰۲۸۵۰۷	۰/۷۴۱۱۴۸۲۶
۲۴	۲	۶-۱	۵۷۸/۸۸۸	۱۸/۸۵۶۶۸	۰/۰۲۸۱۳۱	۰/۷۴۸۳۲۸۲۵۱
۲۵	۲	۷-۱	۵۳۳/۰۲۴۶	۱۸/۲۹۵۲۸	۰/۰۲۷۸۱۹	۰/۷۷۷۰۵۹۳۱۷
۲۶	۲	۸-۱	۴۹۴/۸۱۷۸	۱۷/۸۶۶۵۸	۰/۰۲۶۹۸۵	۰/۸۰۲۲۲۴۱۷۶
۲۷	۲	۹-۱	۴۴۴/۵۶۱۴	۱۷/۱۷۹۴۴	۰/۰۲۵۶۰۹	۰/۹۲۵۸۲۸۲۲۵
۲۸	۲	۱۰-۱	۴۹۲/۶۰۵۳	۱۷/۸۴۵۷۷	۰/۰۲۶۲۵۵	۰/۸۱۸۷۴۵۳۵۹

۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۹۰ دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان دانشکده کشاورزی

۰/۸۱۷۸۴۳۹۹۹	۰/۰۲۶۳۰۳	۱۷/۸۷۸۶۱	۴۹۴/۴۶۹۳	۱-۲	۲	۲۹
۰/۸۱۰۳۶۸۳۲۵	۰/۰۲۶۴۹۷	۱۸/۰۰۹۴۲	۵۰۷/۱۷۱۹	۱۰-۲	۲	۳۰
۰/۸۱۳۶۵۲۲۵۱	۰/۰۲۶۴۲۸	۱۷/۹۶۴۳۸	۵۰۱/۷۴۵۵	۵-۳	۲	۳۱
۰/۸۰۴۰۹۴۸۱۱	۰/۰۲۶۶۹۱	۱۸/۱۴۷۸۱	۵۱۸/۱۳۰۵	۱۰-۳	۲	۳۲
۰/۸۱۴۳۵۴۱۴۴	۰/۰۲۶۳۸۶	۱۷/۹۳۷۶۲	۵۰۰/۲۱۶۹	۵-۴	۲	۳۳
۰/۷۹۴۴۴۳۷۲۵	۰/۰۲۷۳۸۶	۱۷/۹۷۱۸۲	۵۱۱/۵۱۶۹	۱۰-۶	۲	۳۴
۰/۸۱۸۴۱۰۴۷۳	۰/۰۲۶۳۰۹	۱۷/۸۵۳۲۷	۴۹۳/۲۰۵۵	۱۰-۷	۲	۳۵
۰/۸۱۶۰۹۶۵۷۸	۰/۰۲۶۳۲۹	۱۷/۸۹۶۹	۴۹۷/۱۰۷۸	۵-۸	۲	۳۶
۰/۸۱۹۰۸۰۶۴۵	۰/۰۲۶۲۴۵	۱۷/۸۳۸۷۸	۴۹۲/۰۳۲۹	۱۰-۸	۲	۳۷
۰/۸۱۷۸۹۱۸۵۳	۰/۰۲۶۲۸۴	۱۷/۸۶۵۰۷	۴۹۴/۱۰۶۱	۱۵-۸	۲	۳۸
۰/۶۳۵۶۴۸۲۷۲	۰/۰۶۱۳۴۹	۴۰/۳۴۶۹۳	۲۶۲۴/۰۶۱	۱۰-۱۰	۲	۳۹
۰/۶۳۷۹۹۴۴۲۳	۰/۰۶۰۲۲۲	۳۹/۴۹۰۵۳	۲۶۲۲/۹۴۸	۵-۱۱	۲	۴۰

شکل ۲ مقادیر ضریب تبیین (R^2) برای ۴۰ مدل مختلف اجرا شده می‌باشد که نشان داده شده است. همان‌گونه که مشخص است بهترین مدل، مدل شماره ۲۷ است که مقدار ضریب تبیین آن حداکثر (۹۳٪) است. در تحقیقی، زنگنه و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به برآورد شاخص‌های مکانیزاسیون تولید سبب زمینی در استان همدان پرداختند. مقدار ضریب تبیین برای شبکه بهینه برای دو شاخص ضریب مکانیزاسیون و سطح مکانیزاسیون به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۹ محاسبه شد.



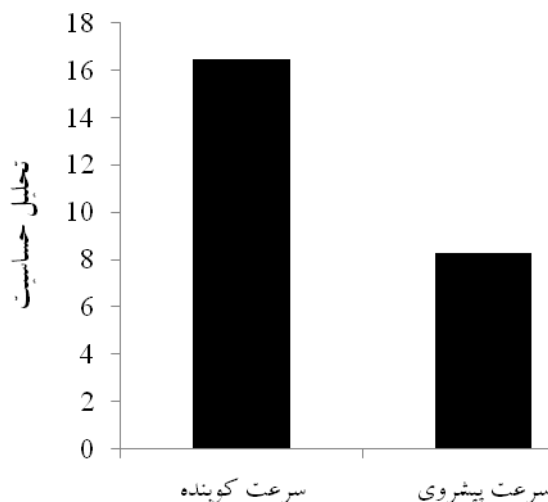
شکل ۲- مقدار ضریب تبیین برای مدل‌های مختلف شبکه عصبی

شکل ۳ مقایسه‌ی مدل تخمینی توسط مدل شماره ۲۷ و مقادیر واقعی بدست آمده از طریق آزمایش را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در نمودار دیده می‌شود شبکه عصبی مورد استفاده توانسته است با ضریب تبیین ۹۳٪ مقادیر واقعی را تخمین بزند.



شکل ۳- مقایسه‌ی مقادیر واقعی و مقادیر تخمینی بوسیله‌ی مدل شماره ۲۷ شبکه عصبی

به منظور ارزیابی توانایی پیش‌بینی و صحت مدل شبکه عصبی مصنوعی توسعه داده‌شده، تحلیل حساسیتی با استفاده از بهترین شبکه منتخب انجام گردید. نتایج تحلیل حساسیت پارامترهای ورودی در برآورد مقدار تلفات کل در شکل ۴ نشان داده شده است. آن‌چنان‌که مشخص است بیشترین مقدار تحلیل حساسیت متعلق به سرعت کوبنده بوده است و نشان دهنده‌ی این موضوع است که افزایش دورکوبنده منجر به افزایش بیشتر مقدار تلفات کل در مقایسه با افزایش سرعت پیشروی می‌شود.



شکل ۴- تحلیل حساسیت دو متغیر ورودی سرعت پیشروی و کوبنده

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، مقدار تلفات برداشت بذری در واحدهای مختلف کمباین و ویتراشتایگر در سرعت‌های مختلف پیشروی و سیلندر کوبنده اندازه‌گیری شد و به منظور تعیین مقدار تأثیر هر یک از دو پارامتر ذکر شده بر مقدار تلفات ماشینی کل و کنکاش میزان اثر متقابل دو پارامتر بر یکدیگر و بر تلفات کل، از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی و تعیین رابطه‌ی بین دو متغیر بهره‌گرفته شد. نتایج حکایت از این داشت که مناسب‌ترین ساختار (مدل) شبکه عصبی که در آن ضریب تبیین (R^2) حداکثر مقدار و میانگین درصد خطای مطلق (MAPE)، میانگین مربعات خطا (MAE) و میانگین خطای مطلق (MSE) حداقل است مدلی است با ساختار دو لایه‌ی پنهان و به ترتیب با ۱ و ۹ پرسپترون در لایه‌های پنهان اول و دوم. بر اساس نتایج بدست آمده، ضریب تبیین، میانگین درصد خطای مطلق،



میانگین مربعات خطا و میانگین خطای مطلق این مدل به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۰۲۶، ۱۷/۱۸ و ۴۴۴/۵۶ گزارش شد. تحلیل حساسیت نیز حکایت از اثرگذاری بیشتر سرعت‌کوبنده در مقایسه با سرعت‌پیشروی بر مقدار تلفات کل داشت و لازم است در تنظیم ماشینی با حساسیت بیشتری مورد توجه قرار گیرد. در انتها با توجه به نتایج مطلوب و نظر به اینکه در بیشتر موارد نتایج حاصله در مقایسه با روش‌های رگرسیونی تخمین بهتری حاصل می‌نمایند، پیشنهاد می‌گردد از شبکه‌های عصبی مصنوعی به منظور مدل‌سازی و تخمین مناسب‌ترین مدل بهره گرفته شود.

منابع و مراجع

- افکاری‌سیاح، ا. ح. و مینایی، س. ۱۳۸۸. مبانی بررسی و ارزیابی ضایعات مکانیکی در محصولات کشاورزی، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، جهاد دانشگاهی استان اردبیل.
- ایروانی، ه. و ورمزبازی، ح. ۱۳۸۹. کشاورزی برای توسعه، ترجمه، انتشارات دانشگاه تهران.
- حیدری، م. د. ۱۳۹۰. اندازه‌گیری کارایی انرژی و تعیین شاخص‌های اقتصادی واحدهای تولیدی مرغداری گوشتی استان یزد به کمک تکنیک‌های تحلیل پوششی داده و شبکه عصبی مصنوعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- صیادی، ا. ۱۳۸۷. آشنایی مقدماتی با شبکه‌های عصبی مصنوعی. دانشگاه صنعتی شریف.
- منصوری‌راد، م. ۱۳۸۴. تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان.
- Ansett M, Kreider JF. 1993. Application of neural networking models to predict energy use. ASHRAE Transactions: Research 99(1):505-517.
- Curtiss PS, Kreider JF, Brandemuehl MJ. 1993. Energy management in central HVAC plants using neural networks. ASHRAE Transactions: Research 99(1):476-493.
- Griffin GA. 1987. Combine Harvesting, Fundamentals of machine operation (FMO). 3rd ed., Deer & Company Service Training, Moline Illinois U.S.A., pp:564.
- Sumner PE, Williams EJ. 2009. Measuring field losses from grain combines. The University of Georgia Cooperative Extension, Bulletin 973.
- Trejo-perea M, Herrera-ruiz G, Rios-moreno J, Castañeda Miranda R, Rivas-araiza E. 2009. International Journal of Agriculture & Biology. 08-245:1560-8530.
- Yalcintas M, Akkurt S. 2005. Artificial neural networks applications in building energy predictions and a case study for tropical climates. Int. J. Energy Res. 29:891-901.
- Zangeneh M, Omid M, Akram A. 2011. A comparative study between parametric and artificial neural networks approaches for economical assessment of potato production in Iran. Spanish Journal of Agricultural Research 9(3).

Applying a neural networks approach in order to assess the best model of seed corn harvesting losses

Seyyed Hassan Pishgar-Komleh^{*1}, Alireza Keyhani², Mohammad Reza Mostofi-Sarkari³, Ali Jafari⁴

*Corresponding E-mail Address: S.Hassan.Pishgar@gmail.com

Abstract

Gaining sustainability in agriculture depends on the proper and correct use of production resources and reducing their wastes. With respect to the high harvesting losses of seed corn it is essential to assess the effective parameters which affect on harvesting losses. The development of methods for modeling (nonparametric methods such as neural networks) with



better results in comparison with other techniques (parametric methods) lead to use the newer techniques. This study evaluated the effect of cylinder and travel speed of Wintersteiger combine on seed corn harvesting losses by applying neural networks. For this purpose the amount of harvesting losses in different travel speeds and cylinder speeds was measured based on standard methods. Forty neural network models were tested and the best one with two hidden layer (1 and 9 processing parameters) was selected. The coefficient of determination (R^2) and mean absolute percentage error (MAPE) for this model (the best one) were 93% and 0.026, respectively. at the end, the sensitivity analysis indicated the highest impact of cylinder speed on harvesting losses.

Key words: Harvesting losses, Seed corn, Wintersteiger Combine, Neural Networks, Sustainable Agriculture.