



بررسی امکان پیش بینی میزان خرد شدن خاک در تیلر دوار با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی

احسان الهی فرد¹، محمد رضا حجتی²، محمد شکفته³

1- مربی بخش مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد کهنوج، 2- مدرس آموزشکده فنی رضوان، کرمان، 3- مدرس آموزشکده فنی رضوان، کرمان

چکیده

بررسی پارامترهای تاثیر گذار بر کارکرد تیلر دوار یکی از مراحل مهم در طراحی و بهینه سازی کارکرد این ماشین می باشد، لذا افزایش دقت در تحلیل این پارامترها به میزان قابل توجهی مد نظر می باشد. کارکرد تیلر دوار از منظرهای مختلف مانند میزان خرد شدن خاک، میزان همواری سطح زمین پس از عملیات خاک ورزی و میزان برگرداندن بقایای گیاهی قابل بررسی می باشد. در این تحقیق میزان خرد شدن خاک تحت تاثیر عوامل سرعت پیشروی، سرعت دورانی روتور، وضعیت استقرار در پوش و محتوای رطوبتی خاک در قالب طرح کرت های خرد شده مورد بررسی قرار گرفت. جهت پیش بینی میزان خرد شدن خاک، داده های بدست آمده در آزمایشات با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی مورد تحلیل و مدل سازی قرار گرفت. نتایج حاصل از پیش بینی به وسیله شبکه عصبی مصنوعی به میزان مطلوبی با مقادیر به دست آمده در آزمایشات مطابقت می نمود. مقایسه نتایج پیش بینی شده در روش شبکه عصبی مصنوعی با مقادیر بدست آمده در آزمایشات، بیانگر دقت 90.64 الی 99.14 درصد بود.

واژه های کلیدی: تیلر دوار، شبکه عصبی مصنوعی، سرعت پیشروی، سرعت دورانی، در پوش، محتوای رطوبتی

مقدمه

کشاورزی امروز، با توجه به توسعه روزافزون صنعت بدون استفاده از قدرت موتور و ماشین نمی تواند جای خود را ثابت و استوار نگه دارد. به طوری که آمار کشورهای پیشرفته جهان نشان می دهد مزارعی که مجهز به قدرت موتوری و ماشین های کشاورزی می باشد گذشته از کیفیت و کمیت انجام کار و صرفه جویی انجام مراحل مختلف عملیات تهیه بستر بذر، کاشت، داشت و ذخیره محصولات کشاورزی، نیاز کمتری به قدرت بدنی کارگر جهت انجام این عملیات دارند(1). خاکورزی، به عنوان فرآیند اعمال نیرو بر خاک جهت تغییر شرایط فیزیکی و به هم زدن سطح خاک برای حصول به برخی از اهداف مانند نرم کردن خاک جهت آماده سازی بستر بذر، تغییر توپولوژی خاک و یا مخلوط کردن خاک با سایر مواد تعریف می گردد (5). این فرآیند، به عنوان هزینه برترین مرحله در تولید محصولات به صورت مکانیزه محسوب می شود(3). امروزه، تحلیل های تئوری در کنار روش های آزمایشگاهی جهت بهبود فرآیند خاکورزی مورد استفاده قرار می گیرد(6). هدف عمده در بهبود عملیات خاکورزی، کاهش مصرف انرژی و در عین حال حصول شرایط مطلوب در خاک می باشد. هزینه بالای ادوات و مصرف بالای



انرژی در عملیات خاکورزی لزوم بهبود در عملیات خاکورزی را نشان می دهد (4). استفاده از تیلر های دوار، به عنوان یکی از ادوات خاکورزی اولیه، همواره مد نظر بوده است. کاربرد این وسیله به واسطه آماده نمودن بستر بذر با یک بار عبور از روی زمین و در نتیجه کاهش میزان کل کشش مورد توجه قرار گرفته است، لیکن هزینه زیاد این ادوات و نیاز به بالا جهت انجام عملیات خاکورزی، محدودیتهایی را جهت کاربرد به وجود آورده است (2). لذا بهبود شرایط کارکرد دستگاه، اعم از نحوه طراحی و بهینه سازی ساختار فیزیکی دستگاه و نیز توجه به انتخاب شرایط مناسب زمین جهت استفاده از دستگاه منجر به بهبود کارکرد و نیز کاهش هزینه ها می گردد. عوامل مختلفی بر کارکرد تیلر دوار تاثیر گذار می باشند. سرعت پیشروی تراکتور، سرعت دورانی روتور، تعداد تیغه ها، آرایش تیغه ها، زاویه برش تیغه ها، شرایط فیزیکی خاک از عوامل تاثیر گذار بر کارکرد تیلر دوار می باشند (7). عموم بررسی های انجام شده در زمینه کارکرد تیلرهای دوار، تحقیقات کیفی بوده است که در آن، اثرات کلی برخی از عوامل مورد توجه قرار گرفته است. هر چند که این تحقیقات، منجر به کسب اطلاعات مفیدی در مورد میزان اثر هر عامل بر خروجی تعریف شده بر پایه هدف در تیلرهای دوار می شود، لیکن جهت وصول به شرایط بهینه، انجام بررسی های کمی، امری ضروری می باشد. در این مطالعه، فرآیند خرد شدن خاک توسط تیلر دوار، با استفاده از آزمایشاتی در قالب طرح کرت های خرد شده در 3 تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نرخ خرد شدن خاک تحت تاثیر پارامترهای سرعت پیشروی تراکتور، سرعت دورانی شافت حامل تیغه ها، وضعیت قرار گیری درپوش و محتوای رطوبتی خاک بررسی شد و نتایج حاصل مورد تحلیل قرار گرفت تا میزان اثر هر یک از این پارامترها بر نرخ خرد شدن خاک تعیین گردد. آنگاه، جهت بررسی عملیات آماده سازی زمین با استفاده از تیلر دوار، نرخ خرد شدن خاک با توجه به مقادیر موجود از عوامل موثر به وسیله روش شبکه عصبی مورد پیش بینی قرار گرفت. هدف از انجام این قسمت، امکان پیش بینی توسط کاربر جهت آگاهی از وضعیت نهایی زمین پس از استفاده از تیلر دوار در شرایط عملی بود. لذا این امکان برای کاربر به وجود می آید که پیش از انجام عملیات، از وضعیت نسبی زمین پس از اجرا آگاهی یابد و در صورت لزوم با تغییر پارامترهای مطرح شده، شرایط دلخواه را با توجه به اهداف مدنظر از اجرای عملیات خاکورزی تغییر دهد. هدف از انجام این تحقیق موارد زیر بود:

- بررسی امکان پیش بینی میزان خرد شدن خاک تحت اثر سرعت پیشروی، سرعت دورانی روتور، وضعیت استقرار درپوش و محتوای رطوبتی خاک .
- تعیین میزان وابستگی خرد شدن خاک به هر یک از عوامل مطرح شده .

مواد و روش ها

استفاده از شبکه عصبی، منوط به تعیین عوامل تاثیرگذار بر کارکرد یک سیستم می باشد. جهت تعیین برخی از عوامل موثر بر میزان خرد شدن خاک در تیلر های دوار، طرح آماری کرت های خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی انجام گردید. عوامل انتخابی جهت بررسی به شرح زیر بود:

- سرعت پیشروی (در دو سطح ، 2.23 و 3.41 کیلومتر بر ساعت)
- سرعت دورانی روتور تیلر دوار (در دو سطح ، 183 و 251 دور بر دقیقه)
- وضعیت استقرار درپوش (در دو سطح ، حالت بسته و باز)
- میزان رطوبت خاک (در سه سطح با محدوده 10-12 ، 12-14 ، 14-16 درصد)



کرت اصلی، درصد رطوبت خاک در نظر گرفته شد و سرعت پیشروی، سرعت دورانی روتور و وضعیت استقرار درپوش به عنوان کرت فرعی منظور گردید. جهت انجام عملیات خاکورزی به وسیله تیلر دوار، از یک تراکتور گلدونی کمر شکن مدل OTM930 استفاده گردید. جهت محاسبه سرعت حرکت در وضعیت عملیاتی، از دنده های دو و سه تراکتور در دور موتور 3000 دور بر دقیقه استفاده گردید. مسافتی معادل 40 متر در امتداد کرت مشخص گردید و با اندازه گیری زمان تردد تراکتور در طول این مسیر، سرعت حرکت تراکتور مشخص گردید. سرعتهای محاسبه شده در دنده های دو و سه تراکتور برابر با 2/23 و 3/41 کیلومتر بر ساعت بود. مقادیر سرعت دورانی شافت تیلر دوار در سرعت های نامی دوران شافت تواندهی تراکتور، معادل 183 و 251 دور بر دقیقه محاسبه گردید. درپوش تیلر دوار، در طی انجام آزمایشات در دو وضعیت باز و بسته مورد بررسی قرار گرفت. تغییر موضع درپوش، به وسیله زنجیر تعبیه شده بر روی دریچه انجام می گرفت. جهت بررسی اثر رطوبت خاک بر میزان خرد شدن خاک، سه محدوده رطوبتی انتخاب گردید. محدوده های رطوبتی انتخابی به شرح زیر بود:

- 10-12 درصد
- 12-14 درصد
- 14-16 درصد

محتوای رطوبتی خاک بر پایه وزن خشک در محاسبات اعمال گردید. نمونه های خاک مورد نظر، از عمق 0 تا 20 سانتی متری خاک انتخاب گردید و وزن نمونه اولیه با استفاده از ترازو اندازه گیری گردید. سپس نمونه خاک به مدت 24 ساعت توسط دستگاه گرم کن با درجه حرارت معادل 100 درجه سانتی گراد تحت حرارت قرار گرفت. سپس وزن خاک خشک با استفاده از ترازو اندازه گیری گردید. جهت محاسبه درصد رطوبت خاک، از رابطه (1) استفاده گردید (1).

$$M.C = \frac{w_w - w_d}{w_d} \times 100 \quad (1)$$

$M.C$: درصد رطوبت خاک (بر پایه وزن خشک)

w_w (gr): وزن خاک مرطوب

w_d (gr): وزن خاک خشک

جهت بررسی میزان خرد شدن خاک، از روش قطر میانگین وزنی¹ استفاده گردید. این روش با استفاده از الک هایی با قطرهای متفاوت که به طور عمودی از بزرگترین قطر به کوچک ترین قطر روی هم قرار داشتند، صورت گرفت. محاسبه مقدار قطر میانگین وزنی با استفاده از رابطه (2) انجام شد (1).

$$MWD = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{w_t} D_i \quad (2)$$

$MWD(mm)$: قطر میانگین وزنی

w_i (gr): وزن خاک باقیمانده بر روی غربال مورد نظر

w_t (gr): وزن کل خاک خرد شده در هر نمونه مورد آزمایش

¹ MWD (Median Weight Diameter)



برای محاسبه قطر میانگین وزنی در هر کرت آزمایشی، مقدار فوق در سه نقطه که به صورت تصادفی انتخاب گردید، به دست آمد و مقدار میانگین این مقادیر به عنوان نماینده قطر میانگین وزنی در هر کرت معرفی گردید. جهت نمونه برداری از یک قاب چوبی 50×50 سانتی متری استفاده گردید. عمق نمونه برداری از خاک 10 تا 15 سانتی متر بود.

الک های به کار رفته در این آزمایشات دارای ابعاد 50×50 سانتی متر می بود. جنس بدنه الک ها از چوب و فلز می بود که بر روی یک شاسی اصلی فلزی قرار می گرفت. اندازه سوراخ الک های به کار رفته به ترتیب 50، $31/5$ ، 20 و $12/5$ میلی متر بود که به شکل مربع بودند. جهت اندازه گیری وزن خاک باقیمانده بر روی الک ها از یک ترازو با دقت 10 گرم استفاده شد. سطح کرت های مورد استفاده در این آزمایشات دارای ابعاد 3×40 متر می بود. جهت اطمینان از صحت سرعت های پیشروی مطرح شده، فاصله 20 متری میانی هر کرت به عنوان محدوده مورد بررسی در آزمایشات مد نظر قرار گرفت. تیله دوار به کار رفته در این تحقیق، از نوع سوار بود که به صورت آفتاب به تراکتور متصل می گردید. از این مدل تیله جهت انجام عملیات خاکورزی در باغات پسته استفاده می گردد. این تیله دارای 6 فلانچ و هر فلانچ دارای 4 تیغه از نوع تیغه های ال - شکل بود. فاصله بین دو فلانچ، 18 سانتی متر و فاصله فلانچ انتهایی تا بدنه، 10 سانتی متر بود. حداکثر عرض آفتاب بودن این مدل تیله دوار، 90 سانتی متر بود. بافت خاک از نوع سیلت شنی بود. منطقه اجرای آزمایشات، شهرستان چترود بود. پس از انجام آزمایشات، داده های به دست آمده مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. جهت پیش بینی میزان خرد شدن خاک تحت تاثیر عوامل مطرح شده، 54 سری از داده های به دست آمده در آزمایشات به عنوان داده های ورودی به مدل شبکه عصبی وارد گردید تا فرآیند آموزش در مدل انجام گیرد. سپس، 18 سری از داده ها که در هنگام آزمایشات اندازه گیری گردید، جهت بررسی صحت کاربرد روش شبکه عصبی استفاده شد. بدین ترتیب که مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده در آزمایشات وارد مدل شبکه عصبی گردید و خروجی برنامه پس از اجرای مدل، به دست آمد. مقدار خروجی با مقدار به دست آمده در آزمایشات مقایسه گردید و میزان خطای آزمایش محاسبه شد. جهت کار برد روش شبکه عصبی مصنوعی، از نرم افزار MATLAB استفاده شد. در این نرم افزار، یک نوار ابزار تحت عنوان نوار ابزار شبکه عصبی¹ آماده گردیده تا کار بر به راحتی بتواند از متد شبکه عصبی استفاده نماید. نوع شبکه استفاده شده در این تحقیق جهت حصول به جوابهایی دقیق تر و کاهش خطا، Generalized Regression Networks بود.

نتایج و بحث

عوامل مطرح شده در آزمایش در جدول (1) ارائه شده است. برای بررسی آماری داده های به دست آمده، تجزیه واریانس انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول (2) آمده است. بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که سرعت پیشروی، سرعت دورانی روتور، وضعیت استقرار درپوش و محتوای رطوبتی خاک به صورت معنی داری بر میزان خرد شدن خاک تاثیر می گذارد. اثرات متقابل مابین سرعت پیشروی با سرعت دورانی، وضعیت استقرار درپوش و محتوای رطوبتی خاک، اثر متقابل سرعت دورانی با وضعیت استقرار درپوش و محتوای رطوبتی خاک، اثر متقابل سرعت پیشروی، سرعت دورانی روتور و محتوای رطوبتی خاک و اثر متقابل هر 4 عامل بر

¹ Neural Network toolbox (NNtool)



یکدیگر، اختلاف معنی داری را بر میزان خرد شدن خاک در سطح 5% نشان می دهد. با افزایش سرعت پیشروی، مقدار قطر میانگین وزنی افزایش یافته است. علت این امر، تشکیل لقمه های بزرگتر در زمان برش توسط خاک می باشد زیرا، با افزایش سرعت پیشروی، طول لقمه خاک افزایش می یابد. افزایش سرعت دورانی روتور منجر به کاهش مقدار قطر میانگین وزنی شده است. علت این امر، تشکیل لقمه های کوچکتر در زمان برش خاک می باشد. علاوه بر آن، با افزایش سرعت دورانی روتور، نیروی وارد بر خاک افزوده شده و لقمه خاک با شدت بیشتری به درپوش برخورد می کند. بالا بردن درپوش، منجر به افزایش فاصله تا محل جدا شدن لقمه خاک از تیغه می گردد. لذا، جسم با شدت کمتری نسبت به وضعیت پایین درپوش به صفحه درپوش برخورد می کند و در نتیجه نیروی عکس العمل بر لقمه خاک کاهش می یابد. این امر، منجر به کاهش خرد شدن خاک و افزایش مقدار قطر میانگین وزنی می شود. افزایش محتوای رطوبتی، منجر به افزایش خرد شدن خاک و کاهش قطر میانگین وزنی شده است. علت این امر، کاهش نیروی همدوسی در بین ذرات خاک و ایجاد حالت تردی در خاک می باشد. افزایش محتوای رطوبتی تا حد پلاستیک خاک (Plastic Limit) منجر به این وضعیت می گردد. در جدول (3)، متغیرهای به کار رفته در جدول های بعدی معرفی شده است. داده های ورودی به نوارابزار شبکه عصبی مصنوعی، جهت انجام فرآیند آموزش شامل مقادیر ارائه شده در جدول (4) بود. 18 سری از ترکیب داده های ورودی جهت مقایسه با خروجی های شبکه عصبی به صورت تصادفی انتخاب شد. این اعداد به صورت توزیعی در ورودی شبکه عصبی گنجانده شد. مقادیر پیش بینی شده در روش شبکه عصبی مصنوعی در جدول (5) مشاهده می شود. مقایسه نتایج محاسبه شده روش شبکه عصبی مصنوعی با مقادیر به دست آمده در آزمایشات، بیانگر وجود خطای 0/46 درصد الی 9/86 درصد می باشد. جهت حصول به جوابهای دقیق تر، انجام آزمایشات بیشتر، مطلوب می باشد. با توجه به نتایج به دست آمده، می توان بیان نمود که استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک ابزار مدلسازی غیر خطی توانایی پیش بینی در مورد میزان خرد شدن خاک را تحت اثر عوامل مطرح شده دارا می باشد.

منابع

- 1- به آیین، م. شیخ داودی، م، ج (1381). اثر سرعت پیشروی تراکتور و وضعیت استقرار درپوش بر عملکرد تراکتور، مجله علمی کشاورزی. جلد 25- شماره 2.
- 2- منصورى راد، داود. (1372). تراکتورها و ماشینهای کشاورزی. جلد اول. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان، 688 صفحه
- 3- Kushwaha R L. and F. W. Bigsby. (1989). Tillage practices In Handbook on Conservation Agriculture, eds. J. A. Gillies and R. L. Kushwaha. University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada.
- 4- Kustic, S. Filipovic, D and Gospodaric, Z. (1996). Rotary cultivator energy requirement influenced by different constructional characteristics, velocity and depth of tillage. Poljoprivredna-Zanstvena- Somatra, vol 61, nos 3-4, 1996, P239.
- 5- Nidal H. Abu-Hamdeh, Randall C. (2003). A nonlinear 3D finite element analysis of the soil forces on a disk plow. Soil and Tillage Research 74- page 115-124.
- 6- Schafer, R. L., and C. E. Johnson. (1982). Changing soil condition-The soil dynamics of tillage . p. 14-15. In tillage effects on soil physical properties and processes American Society of Agronomy. Special publication number 44, Madison.

7- Yatsuk, E. P. Panov, I. M. Efimov, D.N.(1981). Rotary Soil Working Machine, Amerined Publishing. Co. PVT.Ltd.

شکل ها و جداول

جدول (1): عوامل مطرح شده در آزمایشات

سطح 3	سطح 2	سطح 1	برچسب (یکا)	پارامتر
-	3/41	2/23	F.V(km/hr)	سرعت پیشروی
-	251	183	RPM(rpm)	سرعت دورانی روتور
-	بالا	پایین	S.P	وضعیت درپوش
14-16	12-14	10-12	M.C (%)	میزان رطوبت خاک
-	-	-	MWD(mm)	قطر میانگین وزنی

جدول (2): تجزیه واریانس داده های اندازه گیری شده

F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
0/453	0/057	0/113	2	rep
893/468*	167/037	334/073	2	M.C
-	1955	5739	4	E_{MC}
-	-	6073/186	8	Main Plot
1405/616*	175/375	175/375	1	F.V
65/118*	8/125	16/249	2	$M.C \times F.V$
1658/760*	206/960	206/960	1	RPM
4/205*	0/525	1/049	2	$RPM \times M.C$
8/680*	1/083	2/166	2	$F.V \times RPM \times M.C$
22/478*	2/805	2/805	2	$F.V \times RPM$
669/140*	87/230	87/230	1	S.P
8/953*	1/117	2/234	2	$S.P \times MC$
3/914*	0/488	0/488	1	$S.P \times F.V$
57/311*	7/151	7/151	1	$S.P \times RPM$
2/931	0/498	0/498	2	$F.V \times S.P \times MC$
10/111*	1/262	2/523	2	$RPM \times S.P \times MC$
17/516*	2/185	8/742	2	$FV \times RPM \times SP \times MC$
-	239/125	5739	24	$E_{Split Plot}$
-	-	6252/740	55	Split Plot

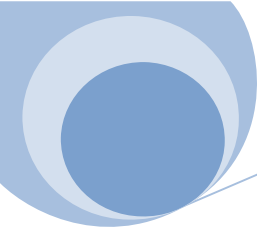


جدول (3): معرفی متغیرهای به کار رفته

عنوان	برچسب	توضیحات
قطر میانگین وزنی به دست آمده در آزمایشات	MWD _{exp}	-
قطر میانگین وزنی پیش بینی شده شبکه عصبی	MWD _{pre}	-
خطا	Error	$Error = \frac{ MWD_{exp} - MWD_{pre} }{MWD_{exp}} \times 100$

جدول (4): داده های ورودی به نوارابزار شبکه عصبی مصنوعی جهت انجام فرآیند آموزش

مشاهده	F/V (km/hr)	RPM (rpm)	S/P	M/C (%)	MWD _{ex} (p (mm)	MWD _{pre} (mm)	Error (%)
1	2/23	183	پایین	10_12	26/76	28/50	6/50
2	2/23	183	پایین	14_16	22/95	23/68	3/18
3	2/23	183	بالا	10_12	29/93	29/28	2/17
4	2/23	183	بالا	12_14	25/77	26/95	4/58
5	2/23	183	بالا	14_16	23/55	23/94	1/66
6	2/23	251	پایین	10_12	22/46	24/47	8/95
7	2/23	251	پایین	14_16	19/58	20/18	3/06
8	2/23	251	بالا	12_14	22/79	23/92	4/96
9	2/23	251	بالا	14_16	20/96	20/69	1/29
10	3/41	183	پایین	10_12	30/27	29/92	1/16
11	3/41	183	پایین	14_16	24/20	24/13	0/29
12	3/41	183	بالا	10_12	31/99	30/42	4/91
13	3/41	183	بالا	12_14	29/75	28/57	3/97
14	3/41	251	پایین	10_12	27/18	27/07	0/40
15	3/41	183	پایین	12_14	29/31	28/29	3/48
16	3/41	251	پایین	14_16	20/68	20/66	0/10
17	3/41	251	بالا	10_12	30/37	28/37	6/59
18	3/41	251	بالا	12_14	27/62	26/13	5/39
19	2/23	183	پایین	10_12	26/83	28/50	6/22
20	2/23	183	پایین	14_16	23/48	23/68	0/85
21	2/23	183	بالا	10_12	29/62	29/28	1/15
22	2/23	183	بالا	12_14	25/78	26/95	4/54
23	2/23	183	بالا	14_16	24/39	23/94	1/85

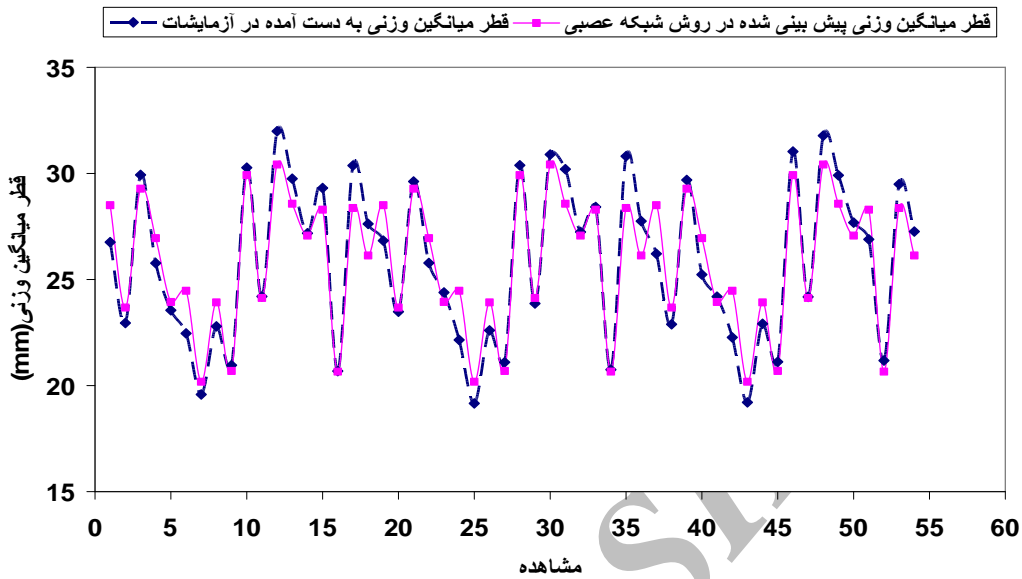


10/47	24/47	22/15	10_12	پایین	251	2/23	24
5/32	20/18	19/16	14_16	پایین	251	2/23	25
5/84	23/92	22/60	12_14	بالا	251	2/23	26
1/94	20/69	21/10	14_16	بالا	251	2/23	27
1/51	29/92	30/38	10_12	پایین	183	3/41	28
1/09	24/13	23/87	14_16	پایین	183	3/41	29
1/52	30/42	30/89	10_12	بالا	183	3/41	30
5/40	28/57	30/20	12_14	بالا	183	3/41	31
0/62	27/07	27/24	10_12	پایین	251	3/41	32
0/46	28/29	28/42	12_14	پایین	183	3/41	33
0/43	20/66	20/75	14_16	پایین	251	3/41	34
7/92	28/37	30/81	10_12	بالا	251	3/41	35
5/84	26/13	27/75	12_14	بالا	251	3/41	36
8/74	28/50	26/21	10_12	پایین	183	2/23	37
3/45	23/68	22/89	14_16	پایین	183	2/23	38
1/38	29/28	29/69	10_12	بالا	183	2/23	39
6/82	26/95	25/23	12_14	بالا	183	2/23	40
1/03	23/94	24/19	14_16	بالا	183	2/23	41
9/88	24/47	22/27	10_12	پایین	251	2/23	42
5/05	20/18	19/21	14_16	پایین	251	2/23	43
4/41	23/92	22/91	12_14	بالا	251	2/23	44
2/04	20/69	21/12	14_16	بالا	251	2/23	45
3/58	29/92	31/03	10_12	پایین	183	3/41	46
0/21	24/13	24/18	14_16	پایین	183	3/41	47
4/28	30/42	31/78	10_12	بالا	183	3/41	48
4/48	28/57	29/91	12_14	بالا	183	3/41	49
2/20	27/07	27/68	10_12	پایین	251	3/41	50
5/21	28/29	26/89	12_14	پایین	183	3/41	51
2/46	20/66	21/18	14_16	پایین	251	3/41	52
3/80	28/37	29/49	10_12	بالا	251	3/41	53
4/15	26/13	27/26	12_14	بالا	251	3/41	54

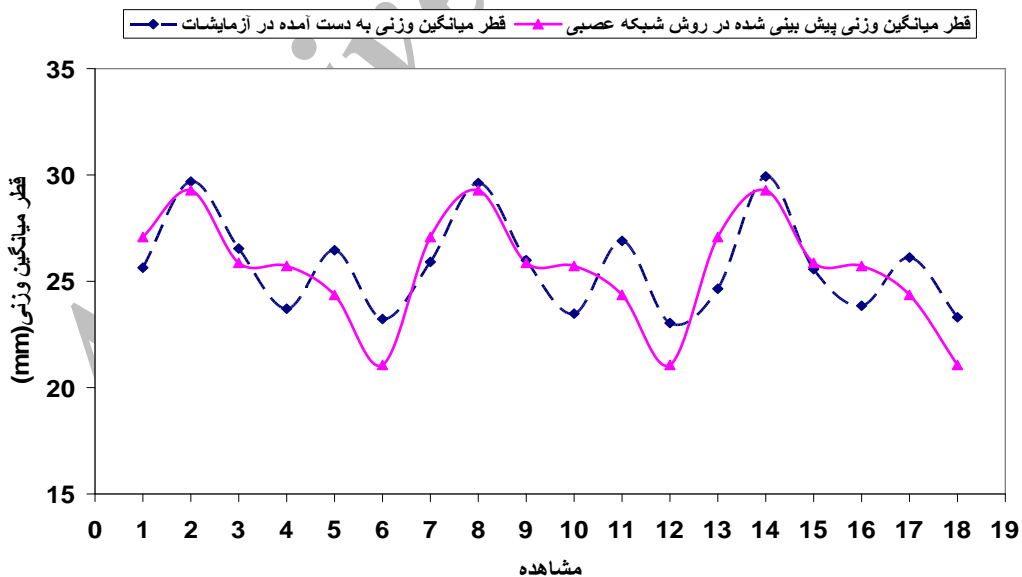


جدول (5): داده های ورودی به نوار ابزار شبکه عصبی مصنوعی جهت انجام فرآیند تصدیق

Error (%)	MWD _{pre} (mm)	MWD _{ex} (p (mm	M/C (%)	S/P	RPM (rpm)	F/V (km/hr)	مشاهده
5/62	27/08	25/64	12_14	پایین	183	2/23	1
1/38	29/28	29/69	10_12	بالا	183	2/23	2
2/52	25/87	26/54	10_12	بالا	251	2/23	3
8/48	25/72	23/71	12_14	پایین	251	3/41	4
7/94	24/36	26/46	14_16	بالا	183	3/41	5
9/30	21/07	23/23	14_16	بالا	251	3/41	6
4/52	27/08	25/91	12_14	پایین	183	2/23	7
1/15	29/28	29/62	10_12	بالا	183	2/23	8
0/46	25/87	25/99	10_12	بالا	251	2/23	9
9/54	25/72	23/48	12_14	پایین	251	3/41	10
9/44	24/36	26/90	14_16	بالا	183	3/41	11
8/55	21/07	23/04	14_16	بالا	251	3/41	12
9/86	27/08	24/65	12_14	پایین	183	2/23	13
2/17	29/28	29/93	10_12	بالا	183	2/23	14
1/17	25/87	25/57	10_12	بالا	251	2/23	15
7/84	25/72	23/85	12_14	پایین	251	3/41	16
6/74	24/36	26/12	14_16	بالا	183	3/41	17
9/61	21/07	23/31	14_16	بالا	251	3/41	18



شکل (1): مقایسه مقادیر قطر میانگین وزنی پیش بینی شده در روش شبکه عصبی و مقادیر به دست آمده در آزمایشات (داده های تعریف شده جهت فرآیند آموزش)



شکل (2): مقایسه مقادیر قطر میانگین وزنی پیش بینی شده در روش شبکه عصبی و مقادیر به دست آمده در آزمایشات (داده های تعریف شده جهت فرآیند تصدیق)