



بررسی پارامترهای تأثیرگذار داخلی بر روی مقاومت غلتشی تایر با استفاده از شبکه عصبی

مرتضی رشیدی مقدم^۱، امیرحسین شهدادی^۲

^۱دکتری مهندسی مکانیک، اداره نوآوری و ارتباط با مراکز دانش بنیان گروه صنعتی بارز

^۲دکتری مهندسی مکانیک، اداره کل برنامه‌ریزی راهبردی و نظارت راهبردی گروه صنعتی بارز

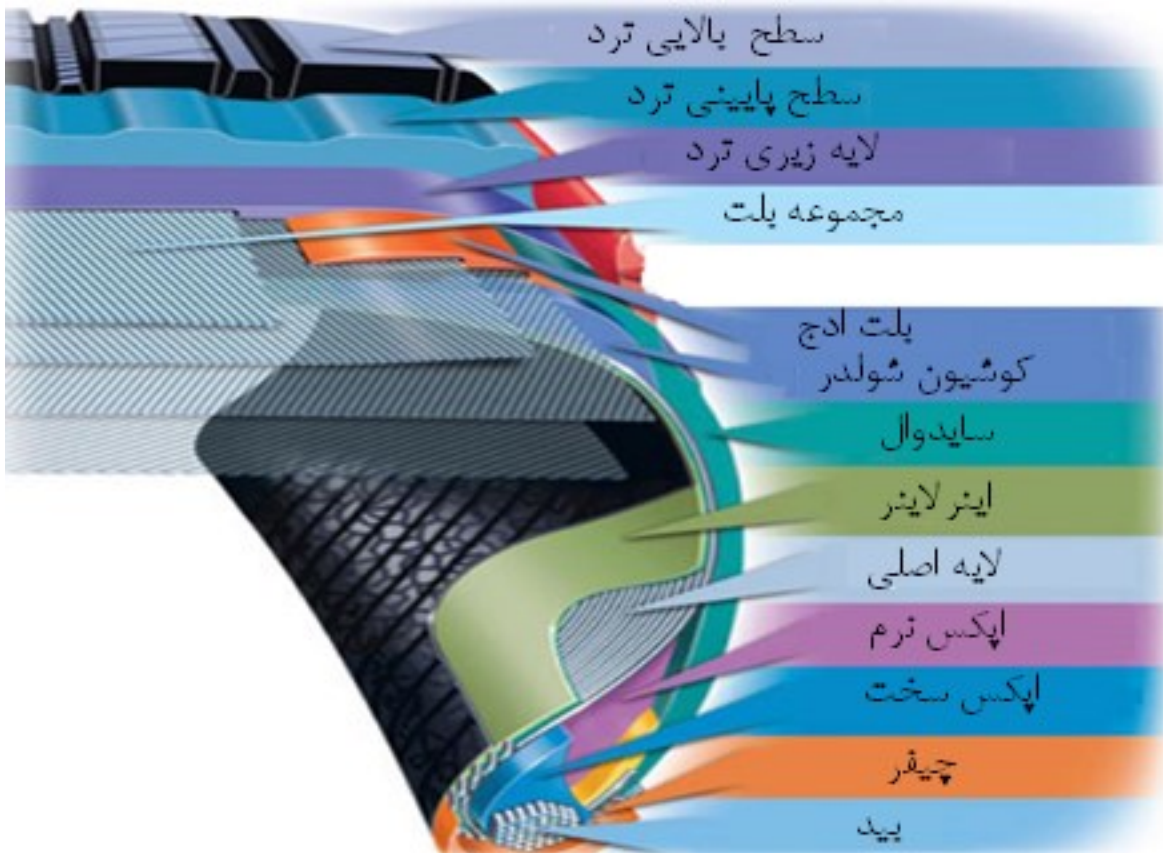
مقدمه

تایر یک ساختار بسیار پیچیده می‌باشد و برای طراحی آن نیاز به دانش کافی در این زمینه می‌باشد. یکی از مواردی که در طراحی تایر باید در نظر گرفته شود، اتلاف انرژی در اثر حرکت دورانی تایر است. در سال‌های اخیر کاهش مصرف سوخت در حوزه محیط زیست و تولید تایر بسیار اهمیت پیدا کرده است. صرف‌نظر از نیرو دراگ آیرودینامیک و اصطکاک بین تایر و سطح جاده، مقاومت غلتشی ناشی از خاصیت ویسکوالاستیک لاستیک عامل بسیار مهم و تأثیرگذار در اتلاف سوخت و انرژی حاصل از آن می‌باشد [۱-۱۲]. همچنین مقاومت غلتشی تایر بطور قابل ملاحظه‌ای به ساختار تایر بستگی دارد. بنابراین طراحی تایرهای رادیال باری نوین با مقاومت غلتشی کم و در نتیجه کاهش مصرف سوخت بسیار حائز اهمیت می‌باشد [۳-۶].

در این مقاله تأثیر پارامترهای مختلف همچون عمق گل ترد، نوع چیفر، تعداد سیم‌ها، عرض بِلت و نوع اپکس بر روی مقاومت غلتشی تایر کامیونی R22.5 315/80 با استفاده از شبکه عصبی مورد بررسی قرار گرفته است. این شبکه عصبی چند لایه پیش‌خور از الگوریتم پس انتشار استفاده می‌کند و تابع سیگموئید به عنوان تابع فعال‌سازی برای گره‌های لایه پنهان و خروجی استفاده شده است. با استفاده از شبکه عصبی چند لایه ساختار بهینه تایر به منظور دستیابی به کمترین مقاومت غلتشی بدست آمده است.

پارامترهای تأثیرگذار بر روی مقاومت غلتشی و روش انجام آزمون

پارامترهای تأثیرگذار بر روی مقاومت غلتشی به دو دسته پارمترهای خارجی و داخلی تقسیم بندی می‌شود. پارامترهای خارجی شامل عوامل بیرونی تأثیرگذار مانند دمای داخلی تایر، فشار باد داخلی، سرعت خودرو، نیروی وارد بر تایر و نوع سطح آسفالت جاده می‌باشد. پارامترهای داخلی به نوع ساختار تایر بستگی دارد. در شکل ۱ اجزای مختلف تایر رادیال باری نشان داده شده است.



در راستای طراحی و تعیین ترکیب آزمایش‌های مورد نیاز، برای ۵ متغیر ورودی دو سطح تعیین می‌شود. نوع چیفر، عرض بِلت، نوع اپکس، عمق شیار محیطی رویه تایر و تعداد سیم به عنوان متغیرهای طراحی در نظر گرفته شده است. در جدول ۱ سطوح هر متغیر آورده شده است.

جدول 1: حدود پارامترهای مسیر بارگذاری.

تعداد سیم بِلت	عمق شیار محیطی (mm)	نوع اپکس	عرض بِلت	نوع چیفر
40-44-44-34	15	نرم	L	سیمی
50-50-50-50	14	نرم-سخت	50% L	نخی

جدول 2: جدول طرح آزمایش‌ها و مقدار متغیر پاسخ.

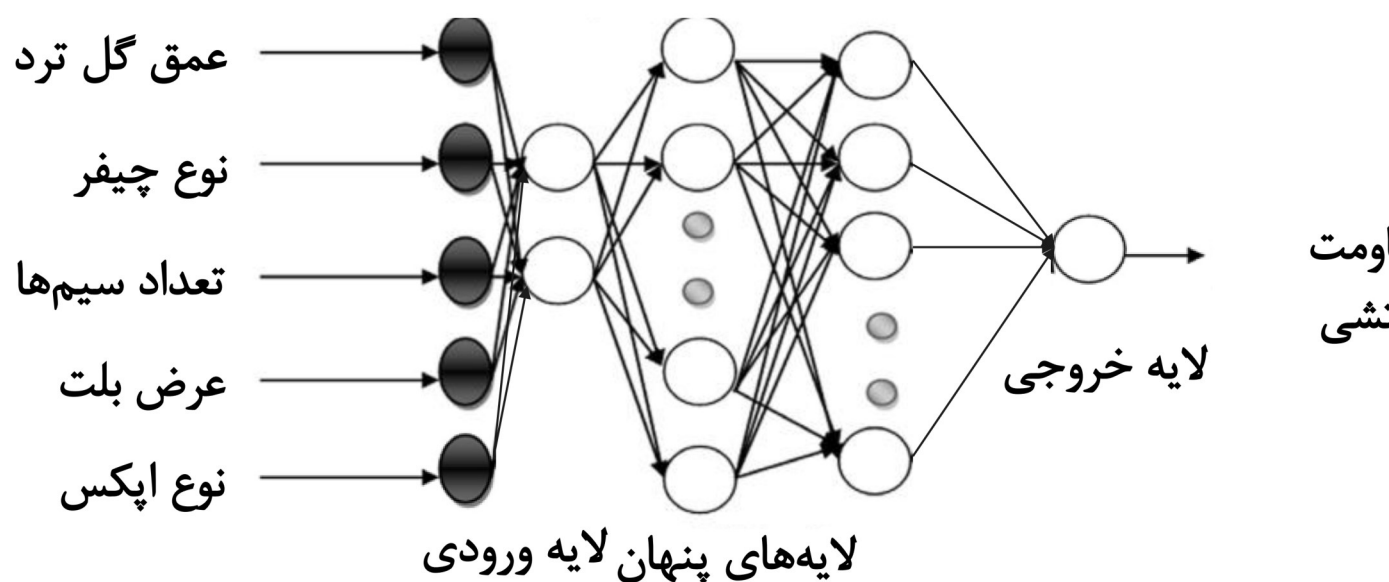
F _x	شماره	F _x	شماره
1048/67	5	1097/83	1
905/50	6	1076/91	2
1104/10	7	1055/00	3
1028/30	8	901/53	4

پیاده سازی روش شبکه عصبی جهت بررسی پارامترهای تأثیرگذار داخلی بر روی مقاومت غلتشی تایر

با توجه به اینکه ۵ پارامتر دو سطحی تأثیرگذار بر روی مقاومت غلتشی تایر رادیال باری در نظر گرفته شده است، در مجموع ۳۲ حالت مختلف می‌توان در نظر گرفت که ۸ حالت از این ۳۲ حالت بر اساس روش تاگوچی در نظر گرفته شد و تست‌های مقاومت غلتشی در مرکز آزمون گروه صنعتی بارز در نظر گرفته شد. از آنجایی که انجام تمام ۳۲ حالت آزمایش واقعی بسیار هزینه بر و زمان بر خواهد بود در این قسمت از روش شبکه عصبی جهت بررسی پارامترهای تأثیرگذار داخلی بر روی مقاومت غلتشی تایر استفاده شده است.

شبکه عصبی مصنوعی چند لایه برای پیش‌بینی مقاومت غلتشی، با استفاده از متغیرهای عمق گل ترد، نوع چیفر، تعداد سیم‌ها، عرض بِلت و نوع اپکس ایجاد شد. داده‌های به دست آمده برای مقاومت غلتشی به صورت تصادفی برای مراحل آموزش و اعتبارسنجی در نظر گرفته شد. شکل ۲ ساختار کلی شبکه عصبی چند لایه استفاده شده در این تحقیق را با یک لایه ورودی شامل نورون‌های عمق گل ترد، نوع چیفر، تعداد سیم‌ها، عرض بِلت و نوع اپکس و دو لایه پنهان و همچنین یک لایه خروجی مقاومت غلتشی نمایش می‌دهد. افزایش تعداد لایه‌های پنهان شبکه عصبی موجب بالا رفتن بازده سیستم می‌شود. بنابراین در شبکه‌های مورد استفاده در این تحقیق از دو لایه پنهان در معماری شبکه استفاده شد.

برای ارزیابی کارایی مدل‌های شبکه عصبی مورد استفاده نیاز به شاخص‌هایی است که بتوان کارکرد مدل‌ها را در مقایسه با مجموع داده‌ها و نتایج تجربی قضاوت کرد. از این‌رو برای ارزیابی نتایج به‌دست آمده، از شاخص‌های مربع ضریب همبستگی (R^2) استفاده شد.

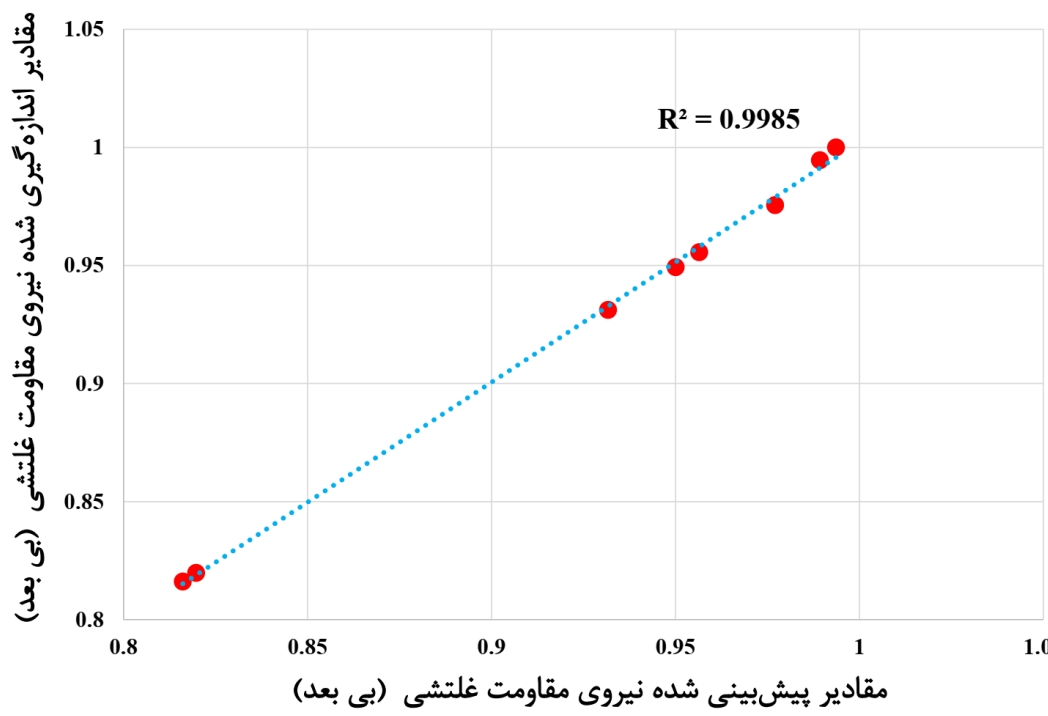


شکل 2: ساختار کلی شبکه عصبی چند لایه با دو لایه پنهان در این پژوهش

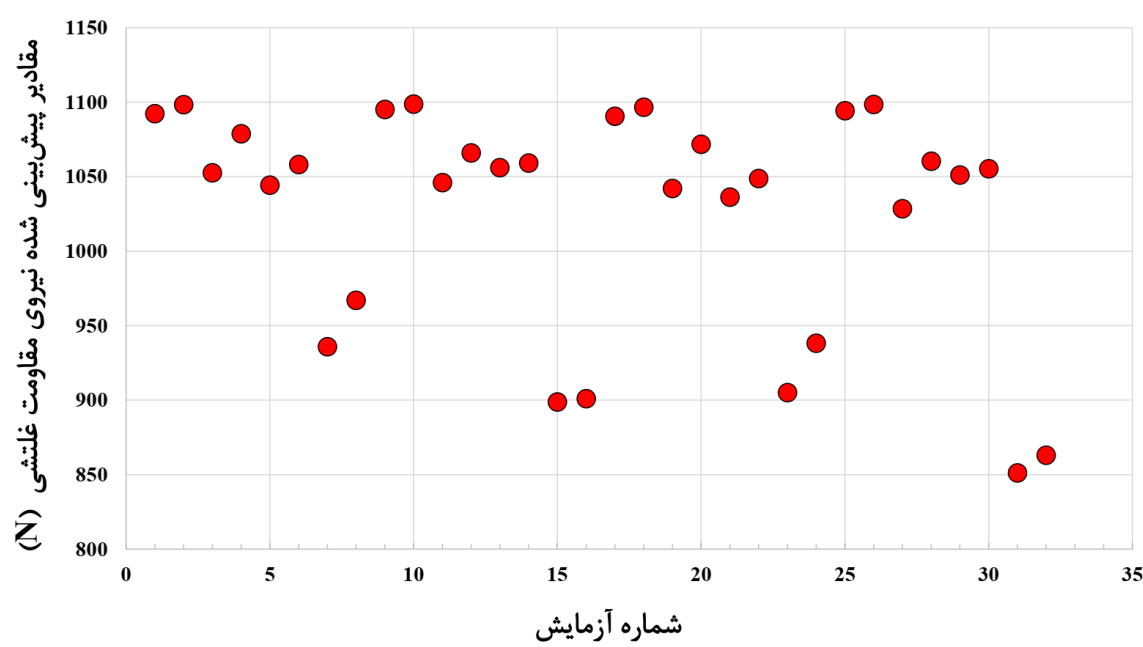
بحث و نتیجه‌گیری

توزیع داده‌های پیش‌بینی شده نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده در شکل ۳ نمایش داده شده است. نزدیکی داده‌های نشان داده شده نسبت به خط با شیب واحد نشان‌دهنده عملکرد مناسب مدل استفاده شده است. ضریب تبیین $R^2=0.9985$ با استفاده از مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی کل به دست آمد که دقت بسیار مناسبی را نشان می‌دهد.

در شکل ۴ تأثیر پارامترهای مختلف همچون عمق گل ترد، نوع چیفر، تعداد سیم‌ها، عرض بِلت و نوع اپکس بر روی مقاومت غلتشی تایر کامیونی R22.5 315/80 با استفاده از شبکه عصبی مورد بررسی قرار گرفته است. همانگونه که مشاهده می‌شود در شماره آزمایش‌های ۲، ۱۰، ۱۸ و ۲۶ بیشترین مقدار مقاومت غلتشی وجود دارد و ویژگی مشترک این چهار آزمایش داشتن عرض بِلت بزرگتر (L)، پیفر نخی و اپکس تک می‌باشد که این سه عامل با همدیگر تأثیر منفی بر مقاومت غلتشی خواهد داشت. از طرفی شماره آزمایش ۳۱ با داشتن پارامترهای عمق شیار ۱۴ میلی‌متر، تعداد سیم بِلت (۵۰-۵۰-۵۰)، عرض بِلت کوچکتر (50%L) و اپکس دوبل کمترین مقاومت غلتشی را خواهد داشت.



شکل 3: مقادیر پیش‌بینی شده مقاومت غلتشی با استفاده از مدل شبکه عصبی نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده



شکل 4: پیش‌بینی مقاومت غلتشی با استفاده از شبکه عصبی

مراجع

- [1]. H. B. Pacejka, Tyre and vehicle dynamics, 2002, ButterworthHeinemann, ISBN 0, 7506 (5141) (2006).
- [2]. A. Zouaghi, M. Chafra, and Y. Chevalier, Modeling of composite multilayer rubber-steel: vibro-acoustic insulation of vehicle brake system, Mechanics & Industry, 13 (03) (2012) 185-195.
- [3]. V. Hublau, and A. Barillier, The Equations of the Rolling Resistance of a Tire Rolling on a Drum, Tire Science and Technology, 36 (2) (2008) 146-155.
- [4]. J. R. Cho, H. W. Lee, W. B. Jeong, K. M. Jeong, and K. W. Kim, Numerical estimation of rolling resistance and temperature distribution of 3-D periodic patterned tire, International Journal of Solids and Structures, 50 (1) (2013) 86- 96.