

بررسی اثر طول و عرض تماس در خوابیدگی تایر در شرایط

محیط کنترل شده‌ی انباره خاک

حمید تقوی فر^{۱*}، عارف مردانی^۲

^۱ دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه

^۲ استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه

*نویسنده مسئول:

ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، صندوق پستی: ۱۶۵

پست الکترونیکی: hamid.taghavifar@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۰

چکیده

طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی تایر از عوامل مهم و تأثیرگذار بر کیفیت برهم کنش تایر با خاک و پارامترهای کششی چرخ در ماشین‌های خارج جاده می‌باشند. در تحقیق حاضر برای ارزیابی پارامترهای مذکور تحت اثر بارهای عمودی وارده بر چرخ و فشار بادهای متفاوت، از انباره‌ی خاک و آزمونگر تک چرخ موجود در دانشگاه ارومیه استفاده شد. بدین منظور آزمایش‌ها در طرح فاکتوریل در پنج سطح از بار روی چرخ (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ کیلو نیوتن) و چهار سطح از فشار باد (۶۸، ۱۰۳، ۱۷۲ و ۲۰۶ کیلو پاسکال) با ۲۰ تیمار و دو تکرار انجام شدند. روابط بین پارامترهای طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی تایر با استفاده از تحلیل کوواریانس در سطح معنی داری ۱٪ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که با افزایش فشار باد طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی تایر کاهش می‌یابند. درحالی‌که افزایش بار روی چرخ منجر به افزایش طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی تایر می‌شود. همچنین نتایج نشان دادند که با افزایش مقدار خوابیدگی تایر، مقادیر طول تماس و عرض تماس افزایش می‌یابند.

واژه‌های کلیدی: انباره خاک، بار روی چرخ، خوابیدگی تایر، طول تماس، عرض تماس

۱- مقدمه

بر تأثیر سطح تماس بر نیروهای کشش، مقاومت

غلشی و نیروی ترمزی، پارامترهایی چون مصرف

سوخت، فرسودگی تایر، قدرت مانورپذیری و پایداری

دینامیکی حرکتی این ماشین‌ها بصورت مستقیم تحت

تعیین هندسه تماس چرخ با خاک از بارزترین

فاکتورهای تعیین ویژگی‌های کششی در حوزه‌ی

ترامکانیک و ماشین‌های درگیر با خاک می‌باشد. علاوه

- شعاع کیفیت تماسی چرخ با خاک می‌باشند. مقاومت غلتشی به عنوان یک عامل منفی کشش در تعریف غالب به عنوان مقدار نیروی لازم برای تغییر شکل خاک یا خوابیدگی تایلر در نظر گرفته می‌شود. از این رو با استفاده از تنظیم صحیح فشار باد و کاهش نیروی تماسی چرخ با خاک می‌توان باعث کاهش مصرف سوخت شد (Döll, 1999). بر همین اساس و با در نظر گرفتن نقش هندسه تماس و خوابیدگی تایلر در مقام غلتشی و پارامترهای عملکردی ماشین‌های خارج جاده، بررسی بر هم کنش این پارامترها دارای اهمیتی خاص می‌باشد.
- مرور منابع نشان داد که تحقیق‌های متعددی در ارتباط با تعیین سطح تماس چرخ با خاک انجام شده است. مطالعات انجام شده بیشتر به دو روش تحلیلی و آزمایشگاهی صورت پذیرفته‌اند که رهیافت‌های ریاضیاتی برای بدست آوردن الگوریتم‌های قابل قبول بسط داده شدند. ساده‌ترین الگوریتم‌ها با فرض دایره یا بیضی شکل بودن سطح تماس معرفی شدند و در یک مدل ساده گزارش شد که سطح تماس برابر با شعاع چرخ ضربدر عرض چرخ برابر می‌باشد منوط به اینکه نشست چرخ در خاک ۱۵٪ شعاع چرخ باشد (Mikkonen & Wuolijoki, 1975). چنین الگوریتم‌های ساده شده‌ای خطاهای غیر قابل اجتناب را بوجود می‌آورند گرچه ضرایب اصلاحی برای بهبود چنین مدل‌هایی ارائه شدند (Grecenko, 1995; Upadhyaya & Wulfson, 1990) که البته در بهبود مدل‌ها موفقیت چندانی نداشتند. به منظور بهبود بینی شکل سطح تماس، یک مدل بیضی شکل با در نظر گرفتن مرزهای سطح تماس نیز پیشنهاد شد (Hallonborg, 1996) و ضریبی بین ۰/۸ و ۰/۹ برای شرایط تماس وارد محاسبات شد و بیان گردید که شکل تماس بصورت بیضی بوده و دایروی و مستطیلی نیست (Grecenko, 1995). با این وجود، مدل‌های بهبود یافته با در نظر گرفتن ملاحظات بیشتری (نشست خاک، نشست چرخ، بار روی چرخ، فشار باد و ویژگی‌های خاک) با هدف بالاتر بردن دقت عملکرد بوجود آمدند (Silversides et al., 1989; Komandi, 1990; Kemp, 1990).
- مدل‌های ریاضیاتی و تحلیلی بسیار پیچیده می‌باشند و ساده سازی اجباری در آن‌ها منتج به کاهش دقت می‌شود. در نتیجه مدل‌های تجربی با استفاده از نتایج آزمایش مخصوصاً اگر این آزمایش‌ها در شرایط کنترل شده‌ی محیط انباره خاک و آزمونگر تک چرخ از توانایی بهتری و دقت بیشتری برخوردار خواهند بود.
- در برجسته‌ترین کارهای تجربی، بهترین فرم توصیف هندسه تماس به شکل یک سوپر بیضی در تحقیقات مختلف گزارش شد که در واقع به طول تماس و عرض تایلر در فشار بادهای تنظیم شده مرتبط است (Schjonning et al., 2008; Keller, 2005). کارهای انجام شده توسط محققین بر مبنای دفن تعدادی ترانسدیوسر در جهت‌های طولی و عرضی بود. با داشتن سرعت حرکت و زمان داده برداری و ضرب این پارامترها، طول تماس محاسبه شد.
- تحقیق‌هایی نیز در ارتباط با تعیین خوابیدگی تایلر انجام شده است. در یک تحقیق اثرات لغزش چرخ، مقاومت خاک و فشار باد در خوابیدگی تایلر در مرکز تحقیقات ایالت می سی سی پی آمریکا (WES) با در

(Mardani et al., 2010). سیستم متشکل از حامل چرخ، آزمونگر تک چرخ و شاسی انبار می‌باشد. یک لودسل عمودی با ظرفیت ۲۰۰۰ کیلوگرم کالیبره شد و به سیستم داده برداری که خود متشکل از نمایشگرهای دیجیتال و دیتالاگر می‌باشد متصل شد. یک موتور سه فاز با توان 22Kw در 1457 rpm توان مورد نیاز برای شافت محرک و سیستم زنجیری را تأمین می‌کند. یک سیستم آزمونگر تک چرخ نیز به حامل متصل می‌باشد. تایر مورد استفاده (Goodyear 9.5L-14, 6 radial ply) می‌باشد. سیستم کلی در شکل ۱ نشان داده شده است. خلاصه آزمایش‌های صورت گرفته در جدول ۱ نشان داده شده است. نیروی عمودی توسط پیچ قدرت اعمال و توسط لودسل اندازه‌گیری شده و از طریق نمایشگرهای دیجیتال تنظیم و سپس از طریق درگاه دیتالاگر در کامپیوتر ذخیره می‌گردید.



شکل ۱- نمای کلی سیستم داده برداری شامل انباری خاک،

آزمونگر تک چرخ و لودسل و اجزاء متصل شده به دستگاه

Fig. 1. A general schematic of data acquisition system including a soil bin, a single-wheel tester, load cells and the components

انبار با خاک رسی لومی پر شد. ابزارهای خاصی برای پردازش خاک، نرم سازی و تسطیح سازی بستر

نظر گرفتن فاصله‌ی نقطه‌ای مشخص از یک سطح مرجع با استفاده از آزمونگر تک چرخ انجام گرفت (Freitag & Smith, 1966). بررسی دیگری نیز در این ارتباط با روش ترکیبی تجربی تحلیلی برای تایرهای پنوماتیکی در شرایط سطح سخت بتنی انجام گرفت (Komandi, 1976). در مطالعه‌ی مشابه پارامترهای فشار تماسی، سطح تماس و خوابیدگی تایر با مدل‌های ریاضی تحت اثر پارامترهای فشار باد و ابعاد تایر مدل سازی شدند (Lyasko, 1994).

مروار منابع نشان داد که گرچه تحقیقات متعددی در ارتباط با تعیین پارامترهای هندسه‌ی تماس و خوابیدگی تایر بصورت مجزا انجام شده‌اند، کمبود تحقیق در شرایط کنترل شده‌ی انباری خاک و بخصوص نیاز به بررسی رابطه‌ی بین پارامترهای طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی تایر تحت اثر فشار باد تایر و بار روی چرخ دلیل اصلی برای پرداخت به تحقیق کنونی بوده است. بدین منظور فرضیه‌های زیر در مورد مطالعه‌ی حاضر در نظر گرفته شد:

- فشار باد تایر و بار اعمالی روی چرخ از مهمترین فاکتورهای موثر بر طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی چرخ می‌باشند.
- به دلیل ارتباط طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی چرخ با پارامترهای کششی چرخ وجود روابط منطقی بین این پارامترها بسیار محتمل است.

۲- مواد و روش‌ها

انبار خاک موجود در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ارومیه مورد استفاده قرار گرفت. این انبار خاک دارای ۲۳ متر طول، ۲ متر عرض و ۱ متر عمق می‌باشد

خاک مورد استفاده قرار گرفتند که شامل تسطیح کننده‌ها و هرس‌های مناسب می‌باشد زیرا داشتن بستر آماده شده برای دستیابی به نتایج دقیق مورد نیاز است علاوه بر این، شرایط خاک باید قبل از انجام هر آزمایش به حالت قبلی برگردانده شود. جزئیات ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- طرحواره آزمایشات انجام شده

Table 1- The framework of the experiments being conducted

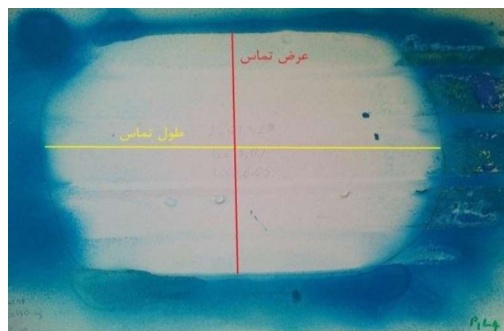
پارامترهای خروجی	پارامترهای ورودی
فشار باد (کیلو پاسکال)	بار روی چرخ (کیلو نیوتن)
۶۸	۰
۱۰۳	۰/۵
۱۷۲	۱
۲۰۶	۱/۵
	۲

جدول ۲- اجزای تشکیل دهنده و مشخصات خاک استفاده شده در آزمایش‌ها

Table 2- Soil constituents and properties

مقدار	مورد
۳۴/۳	شن (%)
۲۲/۲	سیلت (%)
۴۳/۵	رس (%)
۲۳۶۰	چگالی حجمی (kgm^{-3})
۳۲	زاویه اصطکاکي ($^{\circ}$)
۷۰۰	شاخص مخروطی (kPa)

به منظور تعیین طول و عرض تماس چرخ با خاک در هر تیمار یک کاغذ مقوایی در محل تماس قرار گرفت و حول محل تماس با اسپری رنگ آمیزی شد و طول تماسی و عرض تماسی مورد قرائت قرار گرفت. آزمایش‌ها طی دو تکرار انجام شده و میانگین گیری شدند تا دقت کافی حاصل شود. شکل ۲ نشان دهنده یک نمونه از سطح تماس می‌باشد. همچنین در هر تیمار مقدار شعاع تحت بار اندازه‌گیری و از مقدار شعاع بدون بار تایلر کم شد تا مقدار خوابیدگی چرخ در هر تیمار محاسبه گردد. به منظور بررسی کوواریانس و تحلیل آماری داده‌ها نرم‌افزار SPSS 19 و در سطح معنی داری ۱٪ مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۲- یک نمونه از هندسه‌ی تماس برای مشخص کردن طول تماس و عرض تماس

Fig. 2. A sample of contact geometry to determine the contact length and contact width

۳- نتایج و بحث

این است که در حالت افزایش خوابیدگی تایر به هنگام کاهش فشار باد یا افزایش بار اعمالی به چرخ مقدار سطح تماس افزایش یافته و در نتیجه طول تماس و عرض تماس به عنوان پارامترهای اصلی هندسه تماس نیز افزایش می‌یابند. همچنین بر اساس جدول ۳ فشار باد تایر، بار روی چرخ و تاثیر متقابل فشار باد و بار در سطح معنی داری ۱٪ بر روی مقدار خوابیدگی تایر تاثیرگذار می‌باشند.

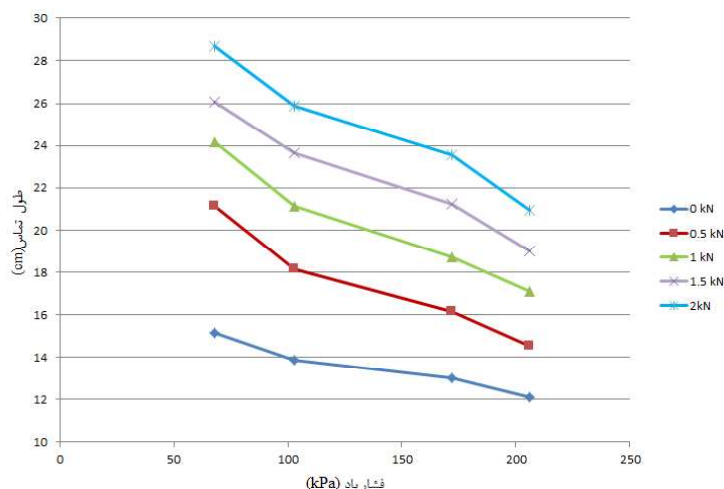
تجزیه‌ی کوواریانس اثر طول تماس و عرض تماس بر خوابیدگی تایر تحت تاثیر فشار باد و بار در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. همانطور که از جدول ۳ مشخص است تاثیر طول تماس و عرض تماس بر خوابیدگی تایر در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بودند. این امر نشان می‌دهد که پارامترهای طول تماس و عرض تماس در مقدار خوابیدگی تایر تاثیرگذار می‌باشند. دلیل این امر

جدول ۳- تحلیل کوواریانس انجام شده در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی: تاثیر عرض تماس، طول تماس، بار روی چرخ و فشار باد بر مقدار خوابیدگی تایر

Table 3- Analysis of Covariance in completely randomized block design factorial test: the effect of contact width, contact length, wheel load and tire inflation pressure on tire deflection

منبع تغییرات	درجات آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	توزیع آماری
عرض تماس	۱	۰/۰۱	۰/۰۱	*۰/۵۶
طول تماس	۱	۰/۰۹	۰/۰۹	*۴/۱۷
فشار باد	۳	۰/۱۵	۰/۰۵	**۲/۳۹
بار روی چرخ	۴	۰/۵۲	۰/۱۳	**۶/۰۹
فشار باد×بار روی چرخ	۱۲	۱/۶۵	۰/۱۳	**۶/۳۶
خطا	۱۸	۰/۳۹	۰/۰۲	
مجموع	۴۰	۷۶۲۲/۸۲		

**و* به ترتیب عبارتند از: معنی داری در سطح ۱ درصد و معنی داری در سطح ۵ درصد



شکل ۳- رابطه‌ی بین طول تماس و فشار باد در بارهای عمودی مختلف وارده بر چرخ

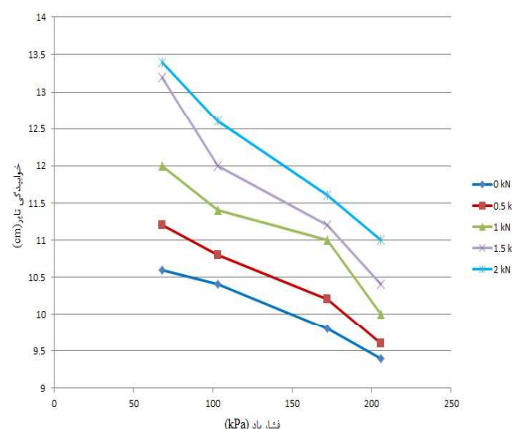
Fig. 3. The relationship between contact length and tire inflation pressure at different vertical loads applied to wheel

مقایسه‌ی شکل‌های ۳ و ۴ نکته‌ی قابل توجهی وجود دارد که در اثر افزایش فشار باد در اثر بارهای متفاوت طول تماس بصورت تقریباً یکنواختی کاهش می‌یابد درحالیکه عرض تماس در بارهای بالاتر با افزایش فشار باد دارای شیب کاهشی کمتری نسبت به بارهای پایین اعمال شده به چرخ می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند این باشد که به هنگام افزایش فشار باد تایر دیواره‌های تایر کشیده شده و تنش‌های مماسی و عمودی افزایش می‌یابند و سفتی جداره تایر بیشتر می‌شود و دلیلی بر محدودیت پخش شدگی تایر در قسمت عرض در مقایسه با پخش شدگی در جهت طولی باشد. برخی از تحقیقات دیگر نیز مبین و تایید کننده همین یافته‌ها و نتایج می‌باشند (Keller, 2005; Feboet *al.*, 2000; Sharma & Pandey, 1996).

شکل ۳ رابطه‌ی بین مقدار طول تماس تحت تاثیر فشار باد را در چهار سطح مختلف از فشار باد نشان می‌دهد. بر این اساس با افزایش فشار باد مقدار طول تماس کاهش می‌یابد که این روند می‌تواند به دلیل افزایش سختی تایر و اثر بادشدگی باشد. همچنین در بارهای بالاتر مقدار طول تماس افزایش می‌یابد. این امر نیز به دلیل بار اعمالی بیشتر به تایر با در نظر گرفتن ویژگی ارتجاع پذیری و له شدگی تایر در این حالت باشد که طول تماس را افزایش می‌دهد. همانطور که از شکل ۴ نیز مشخص است، افزایش فشار باد باعث کاهش عرض تماس در رنج بارهای وارده بر چرخ در این بررسی گردید به نحوی که بیشترین عرض تماسی با مقدار ۱۸/۳۳ سانتی متر مربوط به کمترین فشار باد تایر در بیشترین سطح از بار اعمالی روی چرخ بوده است و تیمار مرتبط با بیشترین فشار باد تایر در کمترین سطح از بار اعمالی با مقدار ۱۲/۲۱ سانتی متر دارای کمترین مقدار عرض تماس بوده است. در

تایر در بارهای متفاوت تقریباً بصورت خطی کاهش می‌یابد. بیشترین خوابیدگی تایر با مقدار ۱۳/۴ سانتی متر مربوط به کمترین فشار باد تایر در بیشترین سطح از بار اعمالی روی چرخ بوده است و تیمار مرتبط با بیشترین فشار باد تایر در کمترین سطح از بار اعمالی با مقدار ۹/۴ سانتی متر دارای کمترین سطح از خوابیدگی تایر بوده است. در اثر افزایش فشار باد پدیده معروف به بالون شدگی اتفاق می‌افتد که تراکم پذیری تایر را کاهش می‌دهد. این نتایج توسط گزارش‌های دیگر محققین تایید می‌شود (Yong et al., 1978; Pandey & Tiwari, 2006).

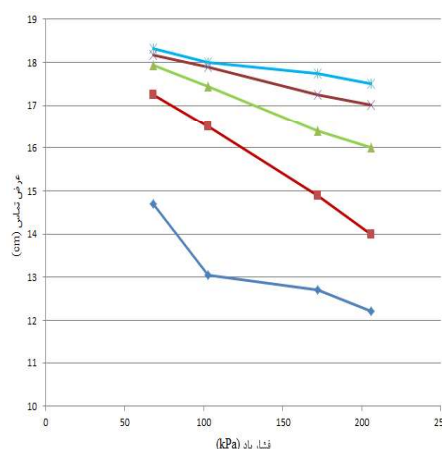
به منظور نمایش رابطه‌ی بین طول تماس و مقدار خوابیدگی تایر و همچنین رابطه‌ی عرض تماس و مقدار خوابیدگی تایر به ترتیب شکل‌های ۶ و ۷ تدوین شدند. بر اساس هر دو شکل واضح است که در اثر افزایش طول تماس و نیز عرض تماس مقدار خوابیدگی تایر نیز افزایش می‌یابد. در تفسیر دیگری می‌توان بیان کرد که در اثر افزایش خوابیدگی تایر مقدار پخش شدگی آن نیز افزایش می‌یابد که منجر به گسترش هندسه‌ی تماس تایر با خاک در دو جهت عرضی و طولی می‌باشد. نکته قابل توجه در مورد شکل‌های ۶ و ۷ این است که روند افزایش مقدار خوابیدگی تایر در اثر طول تماس و نیز عرض تماس به صورت غیر خطی و تقریباً با معادلات چند جمله‌ای از درجه‌ی ۲ افزایش می‌یابد. این فرم از معادلات تمامی حالات مورد بررسی را با دقت بالا (با ضریب تبیین بالای ۰.۹۰) توصیف می‌کنند.



شکل ۴- رابطه‌ی بین عرض تماس و فشار باد در بارهای

عمودی مختلف وارده بر چرخ

Fig. 4. The relationship between contact width and tire inflation pressure at different vertical loads applied to wheel



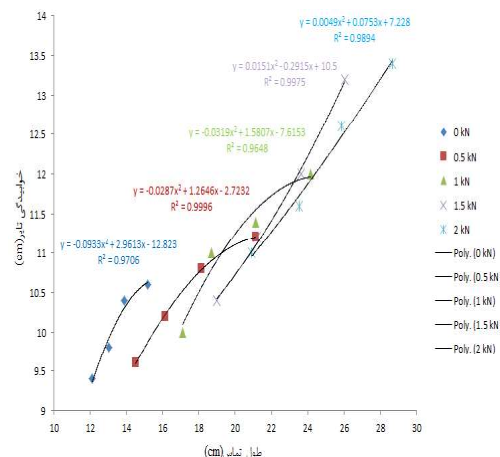
شکل ۵- رابطه‌ی بین خوابیدگی تایر و فشار باد در بارهای

عمودی مختلف وارده بر چرخ

Fig. 5. The relationship between tire deflection and tire inflation pressure at different vertical loads applied to wheel

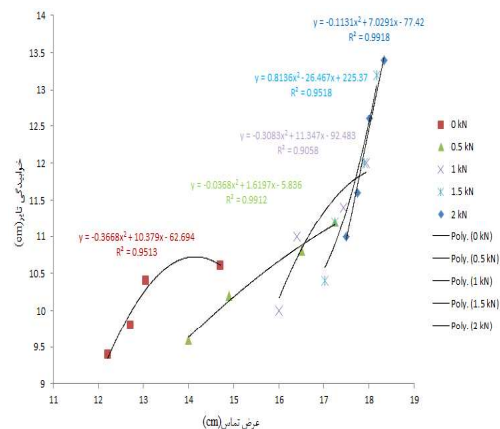
شکل ۵ نیز نحوه‌ی تاثیر فشار باد بر خوابیدگی تایر را در رنج بارهای روی چرخ نشان می‌دهد. بر این اساس مشخص است که با افزایش فشار باد، مقدار خوابیدگی

چرخ و فشار باد لاستیک، از یک سویل بین و آزمونگر تک چرخ استفاده شد. آزمایش‌ها در طرح فاکتوریل در پنج سطح از بار روی چرخ (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ کیلو نیوتن) و چهار سطح از فشار باد (۶۸، ۱۰۳، ۱۷۲ و ۲۰۶ کیلو پاسکال) با ۲۰ تیمار و دو تکرار انجام شدند. نتیجه‌ی تحلیل کوواریانس نشان داد که افزایش طول تماس و عرض تماس در سطح معنی داری ۵٪ باعث افزایش مقدار خوابیدگی تایر می‌شوند. همچنین مشاهده شد که پارامترهای فشار باد تایر، بار روی چرخ و تاثیر متقابل فشار باد و بار در سطح معنی داری ۱٪ بر روی مقدار خوابیدگی تایر تاثیرگذار می‌باشند. نتایج نشان دادند که با افزایش فشار باد طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی تایر کاهش می‌یابند. درحالیکه افزایش بار روی چرخ منجر به افزایش طول تماس، عرض تماس و خوابیدگی تایر می‌شود. نتایج همچنین نشان دادند که با افزایش مقدار خوابیدگی تایر، مقادیر طول تماس و عرض تماس افزایش می‌یابند. امید است که نتایج این تحقیق به عنوان یک منبع مفید در حوزه‌ی ترامکانیک و ماشین‌های خارج جاده به کسب دیدگاه بهتر در کیفیت اندر کنش چرخ با خاک و تاثیر پارامترهای هندسی تماس در برخی پارامترهای عملکردی ماشین‌ها نقش آفرین باشد و بواسطه‌ی نقش مستقیم پارامترهای بررسی شده در مقاومت غلتشی در نیل به کاهش مصرف سوخت و مدیریت انرژی مفید واقع شود.



شکل ۶- رابطه‌ی بین طول تماس و خوابیدگی تایر در بارهای عمودی مختلف وارده بر چرخ

Fig. 6. The relationship between contact length and tire deflection at different vertical loads applied to wheel



شکل ۷- رابطه‌ی بین عرض تماس و خوابیدگی تایر در بارهای عمودی مختلف وارده بر چرخ

Fig. 7. The relationship between contact width and tire deflection at different vertical loads applied to wheel

۴- نتیجه گیری

به منظور ارزیابی رابطه‌ی پارامترهای هندسی سطح تماس با خوابیدگی تایر دو فاکتور بار عمودی وارده بر

۵- فهرست منابع

1. Döll, H. 1999. Löhnen Zwillingsräderan Mähdreschern. Landwirtschaftohne Pflug, **Sonderaufgabe Agritechnica**, 6-8.
2. Febo, P., Lucarrelli, F., and Pessina, D. 2000. Soil-tyre interaction parameters influencing soil compaction: a study of contact area prediction models. *In: Subsoil Compaction: Distribution, Processes and Consequences*. R. Horn, J.J. H. van den Akker and J. Arvidsson (eds.). **Advances in Geocology**, Vol. 32, CatenaVerlag, Reiskirchen, Pp. 191-201.
3. Freitag, D.R. and Smith, M.E. 1966. Center-line deflection of pneumatic tires moving in dry sand. **J. Terramech.** 3(1): 31-46.
4. Grecenko, A. 1995. Tyre footprint area on hard ground computed from catalogue value. **J. Terramech.** 32(6):325-333.
5. Hallonborg, U. 1996. Super ellipse as tyre-ground contact area. **J. Terramech.** 33(3): 125-132.
6. IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp
7. Keller, T. 2005. A model for the prediction of contact area and distribution of vertical stress below agricultural tyres from readily available tyre parameters. **Biosys. Eng.** 92(1): 85-96.
8. Kemp, H.R. 1990. Climbing ability of four-wheel-drive vehicles. **J. Terramech.** 27(1):7-23
9. Komandi, G. 1990. Establishment of soil-mechanical parameters which determine traction on deforming soil. **J. Terramech.** 72(2): 115-124.
10. Komandi, G. 1976. The determination of the deflection, contact area, dimensions, and load carrying capacity for driven pneumatic tires operating on concrete pavement. **J. Terramech.** 13(1): 15-20.
11. Lyasko, M.I. 1994. The determination of deflection and contact characteristics of a pneumatic tire on a rigid surface. **J. Terramech.** 31(4): 239-246.
12. Mardani, A., Shahidi, K., Rahmani, A., Mashoofi B. and Karimmaslak H. 2010. Studies on a long soil bin for soil-tool interactions. **Cercetări Agronomice în Moldova.** 142(2): 5-10.
13. Mikkonen, E. and Wuolijoki, E. 1975. Pikatestaustensuoritustekniikka. **The technique of short term testing.** Metsätöhonkatsaus 9.5 p.
14. Pandey, K.P. and Tiwari G. 2006. Rolling Resistance of Automobile Discarded Tyres for Use in Camel Carts in Sand. ASABE Annual International Meeting. ASABE Paper No. 061097. St. Joseph, Mich.: ASABE
15. Schjonning, P., Lamandé, M., Togeersen, F.A., Arvidsson, J. and Keller, T. 2008. Modelling effects of tyre inflation pressure on the stress distribution near the soil-tyre interface. **Biosys. Eng.** 99: 119-133.

16. Sharma A. K. and Pandey K.P. 1996. A review on contact area measurement of pneumatic tyre on rigid and deformable surfaces. **J. Terramech.** 33: 253–264.
17. Silversides, C.R. and Sundberg, U. 1989. **Operational efficiency in forestry.** Vol 2. Practice. Kulver Academic Publishers, Dortrecht/Boston/London. 169p.
18. Upadhyaya, S.K. and Wulfsohn, D. 1990. Relationship between tyre deflection characteristics and 2-D tyre contact area. **Transaction of the ASAE.** 33(1):25-30
19. Yong R.N., Boonsinsuk, P. and Fattah E.A. 1978. Prediction of tyre performance on soft soils relative to carcass stiffness and contact areas. **Proc. 6th Int. Conf. of the ISTVS, Vienna.** 643-675.

Investigating the Effects of Contact Patch Length and Contact Patch Width on Tire Deflection in Controlled Environment of a Soil Bin

H. Taghavifar^{1*}, A. Mardani¹

¹*Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Urmia University, Urmia, Iran*

*Corresponding author: hamid.taghavifar@gmail.com

Received: 2013-07-01 Accepted: 2013-12-06

Abstract

Contact patch length, contact patch width and tire deflection are of influential and fundamental factors affecting the quality of soil-tire interaction and wheel traction parameters in the case of off-road vehicles. In the current study, the soil bin facility and single-wheel tester of Urmia University were used for assessment of the aforementioned parameters under the effect of different wheel loads and tire inflation pressures. Aiming this, the experimentations were carried out in factorial design at five levels of wheel load (i.e. 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 kN) and four levels of tire inflation pressure (i.e. 68, 103, 172 and 206 kPa) forming twenty treatments each with two replicates. The relationships between contact patch length, contact patch width, and tire deflection were investigated by analysis of covariance (ANCOVA), significant at the 1% level of probability. Results revealed that increase of tire inflation pressure leads to decrease of contact patch length, contact patch width and tire deflection. However, increase of wheel load results in increment of contact patch length, contact patch width and tire deflection. Furthermore, the results showed that increase of tire deflection increases contact patch length and contact patch width.

Keywords: *Soil bin, Wheel load, Tire deflection, Contact patch length, Contact patch width*

