بررسی اثرات فشار باد تایر و بار دینامیکی بر نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک سویل‌بینی

روح اله جوکار[1]، عارف مردانی کرانی[2]، پروانه ابراهیمی[3]، فرناز زهی‌سعادت[1]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی،دانشگاه ارومیه

2-استادیار مکانیک ماشین‌های کشاورزی،گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه ارومیه

3- دانش‌آموخته مهندسی شیمی-پتروشیمی، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه رازی کرمانشاه

jokar16@gmail.com

چکیده

مساله کشش وسیله نقلیه یکی از مهم ترین درگیری‌های ذهنی و موضوعات مورد مطالعه برای جمع کثیری از محققان در گذشته بوده است. نیروی کششی که توسط یک تراکتور بوجود می آید نتیجه برهم کنش بین خاک و تایر آن تراکتور است . شکل هندسی پچیده تایر و پخش بارها روی تایر فاکتورهای محدود کننده برای مطالعه کشش و مطالعات وابسته به آن می‌باشند. با این وجود، پیشرفت‌های قابل توجهی برای فهمیدن رفتار تایر در مطالعاتی که روی برهم کنش های سطحی تایر صلب متمرکز شده، بوجود آمده است . در این تحقیق به بررسی اثرات فشار باد تایر و بار دینامیکی بر نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک سویل بینی پرداخته شده است . آزمایش‌ها در سویل‌بین موجود در کارگاه گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام گرفت. آزمایش‌ها با دو عامل فشار باد تایر در سه سطح 100 ، 200 و 300 کیلو پاسکال و بار دینامیکی در سه سطح 1 ، 2 و 3 کیلو نیوتن در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در سه سطح تکرار انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که دو عامل فشار باد تایر و بار دینامیکی در سطح احتمال 5٪ اثر معنی‌داری بر نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک داشت. نتایج حاکی از آن است که با افزایش فشار باد تایر، نیروی کششی آزمونگر تک‌چرخ محرک کاهش پیدا می کند. همچنین نتایج نشان می دهد با افزایش بار دینامیکی، نیروی کششی آزمونگر تک‌چرخ محرک افزایش پیدا می‌کند.

کلمات کلیدی: آزمونگر تک‌چرخ محرک ، بار دینامیکی، فشار باد تایر، نیروی کششی

مقدمه

فرایند حرکت چرخ بر روی خاک، دربر گیرنده تغییر شکل پیچیده ای در خاک است که نهایتا در قالب نیروهای به وجود آمده در زیر چرخ ظاهر می شود. بخشی از این نیرو ها در جهت حرکت چرخ بوده و به عنوان نیروهای مفید قلمداد شده و در مقابل، بخش دیگری از این نیروها در خلاف جهت حرکت چرخ رخ داده و به عنوان نیرو های ناخواسته و مزاحم به شمار می‌روند. بدیهی است که اگر نیروی دیگری نیز در قالب یک کشش اضافه، بر عهده چرخ واگذار شده باشد، نیروهای همسوی حرکت، با مقدار بیشتری باید تامین گردد تا اینکه علاوه بر راه اندازی چرخ، نیروی اضافی تحمیل شده بر چ رخ نیز برآورده شود . برخی از چرخ ها صرفا جهت تحمل بار های عمودی درنظر گرفته می‌شوند که به عنوان چرخ های غیر محرک شناخته می شوند. برای راه اندازی این چرخ ها باید یک نیروی افقی در جهت حرکت به محور آنها وارد نمود و این نیرو کافی است به اندازه نیروی مقاومت غلتشی به وجود آمده در سطح تماس چرخ با خاک باشد . در رابطه با چرخ هایی که کششی بیشتر از م قاومت غلتشی خود تولید می

کنند لازم است گشتاوری بر روی محور آنها و در جهت چرخش چرخ اعمال گردد . این چرخ ها به چرخ های محرک موسوم هستند. ویتینگ و آلکاک [1] در سال 1990 آزمونگر تک چرخی را برای بررسی کشش در چرخ های کوچک ساخته‌اند که توسط یک تراکتور کشیده می شد. در این مطالعه، تطابق مناسبی بین نتایج به دست آمده در مقایسه با مدل ویسمر و لوث مشاهده نشده است اما رابطه ای خطی برای تغییرات گشتاور روی چرخ محرک با بار دینامیکی روی چرخ گزارش شده است [Witting *et al.*,1990]. برت و همکاران [2] در سال 1979 به تحقیقی دست زده‌اند که بر اساس نتایج آن، اثر بار دینامیکی بر روی عملکرد کششی چرخ بر روی خاک، به مانند تاثیر پذیرفته شده لغزش، مهم قلمداد شده است . این محققین، به این نتیجه دست یافته اند که افزایش بار دینامیکی بر روی خاک‌های سخت، بر خلاف خاک‌های نرم، منجر به کاهش بازده کششی چرخ می شود [Burt *et al.*,1979]. کلوین وهمکاران [3] در سال 1989 یک مدل کامپیوتری جهت تخمین کشش، ظرفیت مزرعه‌ای و مصرف سوخت تراکتورهای مختلف را ارائه کرده اند که مبتنی بر مدل ویسمر و لوث است [Colvin *et al.*,1989]. لاین و برت [4] در سال 1989 مدل دیگری را برای تعیین رانِدمان کشش ارائه کرده اند که بر اساس یک الگوریتم ویژه، به کنترل فشار باد چرخ و بار دینامیکی روی چرخ جهت رسیدن به راندمان کششی بهینه می پردازد[Lyne *et al.*,1989]. ایاگنما و دابوفسکی [5] در سال 2005 طی بررسی دینامیک حرکت ربات ها به این نکته اشاره کرده اند که یکی از عوامل متغیر بودن کشش یک چرخ در وضعیت حرکت بر روی خاک، عدم ثبات پارامترهای خاک است که به طور خاص، به مقدار زاویه اصطکاک داخلی خاک و همچسبی خاک اشاره نموده اند[Iagnemma *et al.*,2005]. گادبول و آلکاک [6] در سال 1992 مدل تازه‌ای را برای تخمین کشش چرخ بر روی خاک پیشنهاد کرده‌اند. این معادله به صورت معادله 1 است.

$$\frac{P}{W} = \left(\frac{A}{W} C + W tan\varphi\right)\left[1 + \frac{K}{iL}\left(e^{\frac{iL}{K}} - 1\right)\right] \qquad (1)$$

در این معادله، A سطح تماس چرخ با خاک،L طول سطح تماس چرخ با خاک، C کوهیژن خاک،φ زاویه اصطکاک داخلی خاک، W بار روی چرخ، i لغزش چرخ، K مدول برشی خاک و P کشش چرخ است [Godbole *et al.*,1992]. سلف و سامرز [7] در سال 1988 مطالعه فراگیرتری را بر روی بار دینامیکی روی چرخ با در نظر گرفتن سرعت پیشروی، لغزش و پارامتر شاخص مخروطی خاک انجام داده اند. بر اساس تحقیق مزبور، مقاومت غلتشی چرخ، به صورت معنی‌داری تحت تاثیر سرعت پیشروی و ه مچنین بار دینامیکی روی چرخ قرار دارد . ضریب کشش دینامیکی هم در این تحقیق، به صورت معنی داری، متاثر از سرعت پیشروی، لغزش و بار دینامیکی روی چرخ بوده است. بازده کششی چرخ هم شرایط مشابهی داشته و اثر معنی دار سرعت پیشروی، بار دینامیکی و لغزش چرخ بر روی این پارامتر، تایید شده است [Self *et al.*,1988]. در این تحقیق به بررسی اثرات فشار باد تایر و بار دینامیکی بر نیروی کششی آزمونگر تک‌چرخ محرک سویل‌بینی پرداخته می‌شود.

---

[1] - Witting and Alcock
[2] - Burt et al.
[3] - Colvin
[4] - Lyne P. and Burt E. C
[5] - Iagnemma & Dubowsky
[6] - Godbole & Alcock
[7] - Self & Summers

مواد و روشها

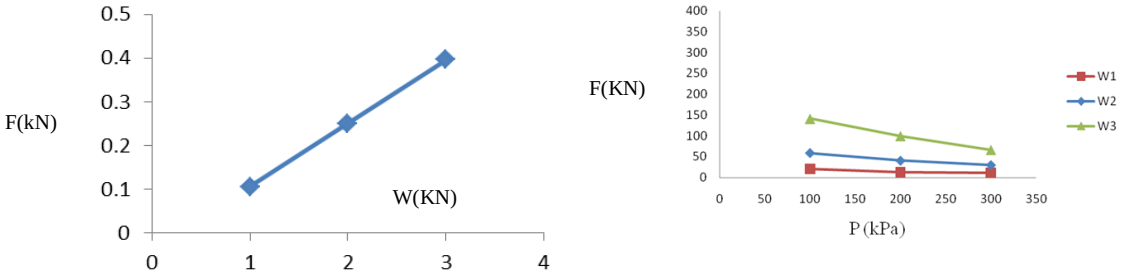
آزمایش‌های مربوط به این تحقیق با استفاده از انباره خاک و آزمونگر تک چرخ محرک واقع در گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ارومیه به انجام رسیده است. بافت خاک داخل سویل بین در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی تعیین شد که شامل 48/5 درصد رس، 30/6 درصد سیلت و 20/9 درصد شن می‌باشد که جزء کلاس خاک‌های رسی به شمار می رود. آزمایش‌ها با در نظر گرفتن اثر دو عامل فشار باد تایر در سه سطح 100 ، 200 و 300 کیلو پاسکال و بار دینامیکی در سه سطح 1 ، 2 و 3 کیلو نیوتن بر روی چرخ محرک آزمونگر تک - چرخ در حین عبور از روی خاک داخل سویل بین طرح‌ریزی شده‌اند. اولین فاکتوری که در نظر گرفته شد فشار باد تایر بود. دومین فاکتور در نظر گرفته شده بار عمودی بود . داده برداری در مسیری به فاصله 2مترانجام گرفت. آزمونگر تک چرخ مورد استفاده از نوع چهار بازو یی موازی است که در بازوهای افقی بالایی از دو لودسل S شکل با ظرفیت 1000 کیلوگرم و در بازوهای افقی پایینی از دو لودسل S شکل با ظرفیت 500 کیلوگرم استفاده شده است. لودسل S شکل بار عمودی با ظرفیت 2000کیلوگرم بر روی پیچ قدرت قرار گرفته است. برای ثبت داده‌ها در زمان داده‌برداری از یک سامانه جمع آوری و ثبت داده ها استفاده شده است که عبارت است از یک مجموعه‌ی نمایشگرهای رومیزی و یک اینترفیس که داده‌های خروجی لودسل‌ها را به یک کامپیوتر لپ تاپ منتقل می‌کند. شمای کلی مجموعه سویل بین و آزمونگر تک چرخ در شکل 1 نشان داده شده است.

شکل1: شمای کلی مجموعه سویل بین و آزمونگر تک چرخ

قبل از هر آزمایش به صورت دستی خاک را نرم کرده و با استفاده از ماله موجود در سویل بین خاک صاف شد. به وسیله پیچ قدرت اندازه بار عمودی تعیین شد . داده‌های بدست آمده توسط نرم افزار SPSS17 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

بررسی نتایج بدست آمده نشان می دهد که با افزایش بار دینامیکی میزان نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان می دهد که با افزایش فشار باد تایر میزان نیروی کششی آزمونگر تک چرخ کاهش پیدا می کند. اثر بار دینامیکی بر نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک نشان داده شده است (شکل2). اثرات فشار باد تایر در بارهای دینامیکی مختلف بر نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک نشان داده شده است شکل(3).



2 -اثر بار دینامیکی بر نیروی کششی

3-اثر فشار باد تایر بر نیروی کششی در بارهای دینامیکی مختلف

نتایج تجزیه واریانس مربوط به نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک نشان می دهد که بار دینامیکی در سه سطح1، 2 و3کیلو نیوتن در سطح احتمال 5٪ دارای اختلاف معنی داری می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس مربوط به نیروی کششی آزمونگر تک‌چرخ محرک نشان می‌دهد که افزایش فشار بار تایر در سطح احتمال 5٪ دارای اختلاف معنی‌داری بر نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک می باشد. با افزایش فشار باد تایر میزان نیروی کششی آزمونگر تک‌چرخ محرک کاهش پیدا می کند. با افزایش میزان بار عمودی، شیب تغییرات بار عمودی نسبت به نیروی کششی به صورت صعودی افزایش می یابد؛ به عبارت دیگر با افزایش یکنواخت بار عمودی، میزان نیروی کششی بیشتر افزایش پیدا می کند. با توجه به اینکه سه سطح فشار باد تایر در تمامی آزمایش ها درنظر گرفته شده است، تاثیر سطوح مختلف این پارامتر بر نیروی کششی با اعمال بارهای استاتیکی سه‌گانه، مورد بررسی قرا گرفته است نتایج نشان می دهد که نیروی کششی آزمونگر تک چرخ محرک با افزایش فشار باد تایر، کاهش می یابد. افزایش نیروی کششی آزمونگر تک چرخ تحت تاثیر بارهای دینامیکی مختلف به صورت کاملا خطی مشاهده شده است.

35 mm

منابع

30 mm
1. Burt, E. C., Reaves, C. A. and Taylor J. F. 1980. A Machine for Testing Tractor Tires in Soil Bins. Transaction of the ASAE 23(3):546-547, 552.
2. Colvin, T. S., McConnell, K. L. and Catus, B. J. 1989. a computer model for field simulation. Transactions of ASAE, 32(2): 391–396.
3. Godbole, R. and R.L. Alcock. 1992. A new approach to the traction prediction equation. ASAE Paper No. SD92-111. ASAE. St Joseph, MI 49085.
4. Iagnemma, K., and S. Dubowsky.2005. An equivalent soil mechanics formulation for rigid wheels in deformable terrain, with application to planetary exploration rovers Journal of Terramechanics 42 : 1–13.

5. Lyne, P. W. 1989. Real time optimization of tractive efficiency. Transactions of the ASAE, 32(2): 431–435.
6. Self, K.P. and J.D. Summers. 1988. Dynamic load and wheel speed ratio effects on four wheel drive tractive performance. ASAE Paper No. 88- 1516. ASAE. St Joseph, MI 49085.
7. Witting, V. and R. Alcock. 1990. An empirical method of predicting traction. ASAE Paper No. 90- 1570. ASAE. St Joseph, MI 49085.