# اثرات فشار باد تایر و سرعت پیشروی بر ضربه دینامیکی وارد بر آزمونگر تک چرخ محرک سویل‌بینی

**اباصلت افرنجه[1]، اسعد مدرس مطلق[2]، عارف مردانی‌کرانی[2]، روح اله جوکار[1]**

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

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

**azar.aba@gmail.com**

**چکیده**

یکی از مهم‌ترین بحث‌های موجود در زمینه ماشین‌های خاج از جاده، بررسی نیروهایی است که به چرخ وارد می‌شود. آنالیز بار دینامیکی یک خودروی در حال حرکت از اهمیت خاصی در بحث و بررسی اثرات متقابل چرخ و خاک برخوردار است. برای دستیابی به کارایی بهینه یک ماشین خارج از جاده، اطلاع از نحوه تقابل خاک و چرخ و همچنین اثرات متقابل آنها بر روی هم امری ضروری است. حرکت چرخ از روی موانع سر راه خود نسبت به حرکت بر سطوح هموار کاملا متمایز است و از این رو باید به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. واکنش چرخ با مانع و همچنین محاسبه مقاومت وارد شده از طرف مانع از چندین جنبه قابل بررسی است، نظیر فشارهای مختلف باد تایر، بارهای عمودی و سرعت های مختلف چرخ، جنس و هندسه مختلف مانع و یا چرخ . در این تحقیق به بررسی اثرات فشار باد تایر و سرعت پیشروی و ارتفاع مانع بر ضربه دینامیکی وارد بر آزمونگر تک چرخ محرک سویل‌بینی پرداخته شده است. در این تحقیق دو تیمار فشار باد تایر در سه سطح 100، 150 و 350 کیلو پاسکال و سرعت پیشروی در سه سطح 1/08، 1/8 و 2/52 کیلومتر بر ساعت و سه سطح ارتفاع مانع قوسی ش‌کل 2،3و4 سانتی‌متر و با سه سطح تکرار در نظر گرفته شد. این تحقیق در سویل‌بین موجود در دانشگاه ارومیه انجام گرفت. نتایج نشان می‌دهد که فشار باد تایر در سطح احتمال 5٪ اثر معنی‌داری بر ضربه دینامیکی وارد بر چرخ دارد . همچنین نتایج حاصله نشان داد که سرعت پیشروی اثر معنی‌داری بر ضربه دینامیکی وارد بر چرخ ندارد.

**کلمات کلیدی: سرعت پیشروی، فشار باد تایر ، ضربه دینامیکی، مانع قوسی**

## مقدمه

بطور کلی تقابل چرخ با موانع را نمی توان بطور کلی غیر ممکن ساخت چه بسا اینکه در شرایط ماشینهای خارج از جاده و مزرعه ای وجود ناه مواریهای مسیر حرکت تایر از ویژگیهای طبیعی و اجتناب ناپذیر حاکم بر حرکت چرخ می‌باشد. فرایند دینامیکی پیچیده ای که در اثنای حرکت چرخ از روی یک مانع اتفاق می افتد محققین را از تلاش جهت مدل سازی این پدیده ناامید نکرده است و در این رابطه پژوهشهای متعددی به انجا م رسیده است . مک آلیستار (McAllister, 1983) کاهش مقاومت غلتشی در تایرهای استفاده شده در دنباله بندهای مزرعه‌ای را مورد

مطالعه قرار داده است. در این مطالعه ضریب مقاومت غلتشی برای چرخ ادوات و تریلی اندازه‌گیری شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که کاهش فشار با د تایر، کاهش بار، افزایش سایز چرخ و استفاده از تایرهای رادیال سبب کاهش ضریب مقاومت غلتشی می شود. هارث و همکاران (Harth et al., 2004) مدلی برای بیان واکنش متقابل چرخ و مانع ارائه داده اند. در این روش یک مدل شبیه‌سازی شده بر اساس بهینه سازی حجم هوای داخل تا یر ارائه شده است. مدلسازی با چندین تایر و مانع انجام شده و همبستگی بالایی با نتایج بدست آمده از آزمایشات را نشان داده است. رفتار این مدل بیشتر از نظر اندرکنش دینامیکی مورد بررسی قرار گرفته است . عبور چرخ از روی یک مانع علاوه بر پارامترهای مربوط به مانع و چر خ به فشار به وجود آمده در زیر چرخ هم وابسته است . اثرات فشار باد تایر بر روی فشار تماسی خاک و مقاومت غلتشی برای تراکتورهای کشاورزی توسط وان و همکاران ( Van et al., 2008) مورد بررسی قرار گرفته است . فشار تماسی خاک در خط مرکزی چرخ جلو و گوشه های چرخ عقب برای یک تراکتور دو چرخ محرک و بر روی خاک شنی و با چهار ترکیب بار چرخ و فشار تماسی اندازه گیری شده است . همچنین بطور همزمان مقاومت غلتشی چرخ نیز اندازه گیری شده است . نتایج بدست آمده نشان می دهد که وقتی مقاومت غلتشی 25 درصد کاهش می یابد، با کاهش فشار باد تایر، فشار تماسی بین تایر و خاک به ترتیب 19 و 17 درصد برای چرخ جلو و عقب کاهش می‌یابد. کارهای مشابهی توسط اسچونینگ و همکاران ( Schjønninga et al., 2008)، محسنی منش و وارد (Mohsenimanesh and Ward, 2010) و وان و همکاران ( Van et al., 2008) انجام شده است بدلیل پیچیدگی دینامیک حاکم بر فرایند عبور چرخ از روی مانع، چندان به آن پرداخته نشده است و انجام پژوهش های بیشتری را مطالبه می کند. این مطالعه در قالب بررسی عبور یک چرخ پنوماتیک محرک با سه سطح فشار باد تایر و سه سطح سرعت پیشروی از روی موانع با هندسه قوسی شکل با سه سطح ارتفلع و سه سطح تکرار به انجام رسیده است . هدف از این تحقیق اثرات فشار باد تایر و سرعت پیشروی بر ضربه دینامیکی وارد بر آزمونگر تک‌چرخ محرک سویل‌بینی می‌باشد.

## مواد و روشها

آزمایش‌ها با آزمونگر تک چرخ در محیط سویل بین در محل آزمایشگاه های گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شده است ( شکل1). هدف از این آزمایش ها بررسی اثرات هندسه مانع، ارتفاع های مختلف مانع و سطوح مختلف سرعت پیشروی چرخ وسطوح مختلف فشار باد تایر بر روی ضربه دینامیکی وارده بر چرخ از طرف مانع قوسی شکل می باشد. برای انجام آ زمایشات و به منظور تامین شرایط کنترل شده تر ، از یک

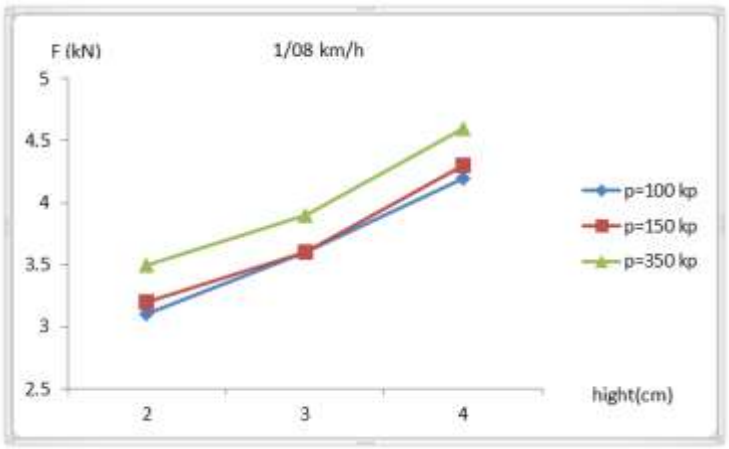
سویل بین با طول مفید 23 متر و عرض دو متر و توان موتور محرک 30 اسب بخار با امکان تامین سرعتهای مختلف جهت حرکت حامل سویل بین استفاده شده است . سویل بین دارای یک آزمونگر تک چرخ محرک می باشد که چهار بازوی مواز ی آن هر کدام دارای یک لودسل S شکل با ظرفیت 500کیلوگرم و یک بازوی عمودی آن به یک لودسل S شکل به ظرفیت یک تن ، مجهز شده است. برای داده برداری، از یک سیستم اینترفیس و دیتالاگر که داده‌های گردآوری شده را به یک کامپیوتر لپ تاپ منتقل می کند، استفاده شده است. در نهایت داده‌های مربوط به لودسل بازوی عمودی با فرکانس 40-30 هرتز ثبت گردیده است. برای اعمال بار عمودی از یک پیچ قدرت در بازوی عمودی استفاده شده است . بار عمودی حدود 285 کیلوگرم ثابت در نظر گرفته شده است که این مقدار شامل وزن چرخ و متعلقات مربوط به آن نیز می باشد. جهت اعمال لغزش در چرخ محرک از یک الکتروموتور 5 کیلوواتی(7/5 اسب بخار) که بر روی تستر نصب شده استفاده می شود.تایر مورد استفاده در این تحقیق، یک تایر محرک کشاورزی مورد استفاده در یک تراکتور گلدونی می باشد. آزمایشات بر روی مانع قوسی شکل با سه سطح ارتفاع مانع 2، 3و4 سانتی‌متر(شکل2) وسه سطح فشار باد تایر 100،150و350 کیلو پاسکال و سه سطح سرعت پیشروی 1/08، 1/8و2/52 کیلومتر بر ساعت طرح ریزی شده است . سطح لغزش در همه آزمایشات ثابت و در حدود 3٪ در نظر گرفته شده است . موانع ساخته شده از فولاد توسط یک قاب بر روی سطح صاف ثابت قرار داده شده اند. قبل از هر آزمایش، وضعیت آزمونگر تک چرخ و سرعت مورد نظر تنظیم شده است. این تنظیمات بواسطه یک اینورتور و تنظیم دور چرخ اعمال شده است . داده برداری حدود یک متر مانده به مانع شروع و یک متر بعد از مانع متوقف می شود. . آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار طرح ریزی شده است و برای تحلیل آنها از نرم افزار SPSS استفاده شده است که این تحلیل بر روی ماکزیمم داده های بدست آمده که ضربه دینامیکی را نشان میدهد انجام گرفته است.

شکل1- آزمونگر تک چرخ در محیط سویل بین

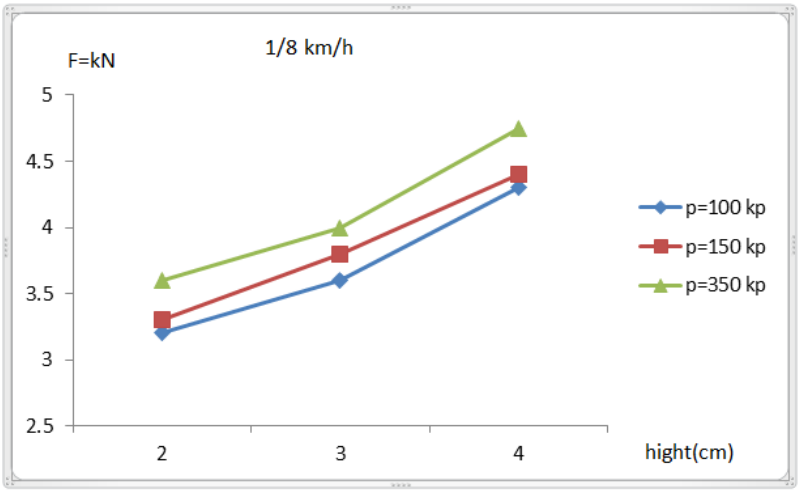
شکل2- مانع های قوسی شکل

**نتایج و بحث**

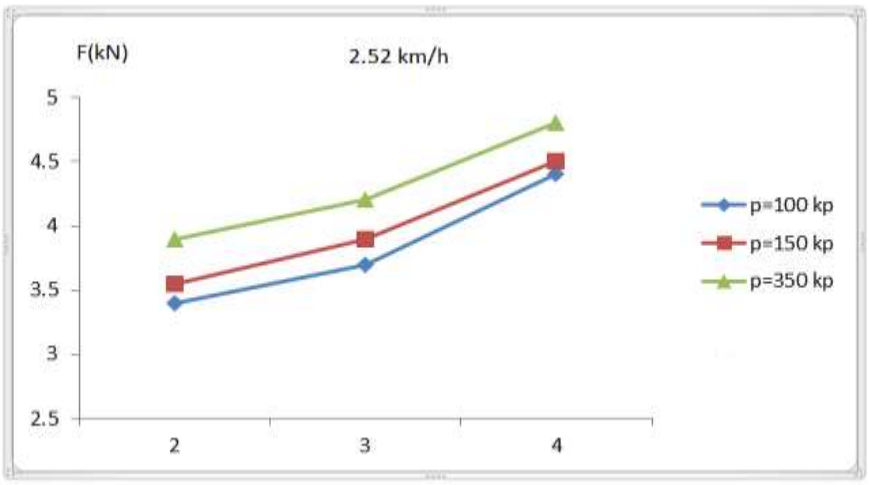
نتایج بدست آمده از آزمایشات نشان می دهد که اثر سرعت بر ضربه دینامیکی وارد بر چرخ محرک معنی دار نمی-باشد ولی اثر ا رتفاع مانع قوسی شکل بر ضربه دینامیکی وارد بر چرخ محرک معنی دار بوده به طوریکه با افزایش ارتفاع ضربه دینامیکی به شدت افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان می دهد که اثر فشار باد تایر نیز بر ضربه دینامیکی وارد بر چرخ محرک معنی دار می‌باشد به طوری که با افزایش فشار باد تایر ضربه دینامیکی افزایش می -یابد.شکل3 اثر ارتفاع مانع قوسی شکل در فشار باد تایر مختلف بر ضربه دینامیکی آزمونگر تک چرخ در سرعت 1/08کیلومتر بر ساعت را نشان می دهد. نتایج حاصل از شکل نشان می دهد که با افزایش ارتفاع مانع ضربه دینامیکی افزایش پیدا کرده و ماکزیمم این افزایش در سطح ارتفاع 4سانتی‌متری و سطح سوم فشار باد تایر قرار گرفته است. نسبت تغییرات ضربه دینامیکی در سطح اول و دوم فشار باد تایر اختلاف محسوسی مشاهده نشده و خیلی به هم نزدیک می باشند ولی در سطح سوم فشار باد تایر این اختلاف محسوس بوده است . شکل 4 اثر ارتفاع مانع قوسی شکل در فشار باد تایر مختلف بر ضربه دینامیکی آزمونگر تک چرخ در سرعت 1/8کیلومتر بر ساعت را نشان می‌دهد.نتایج حاکی از آن است که با افزایش فشار باد تایر و ارتفاع مانع قوسی شکل ضربه دینامیکی وارده بر آزمونگر افزایش پیدا کرده است و در ه ر سه سطح فشار این تغییرات محسوس می باشد. شکل 5 اثر ارتفاع مانع قوسی شکل در فشار باد تایر مختلف بر ضربه دینامیکی آزمونگر تک چرخ در سرعت 2/52کیلومتر بر ساعت را نشان می‌دهد. نتایج باز نشاندهنده این است که با افزایش فشار باد تایر و ارتفاع مانع قوسی شکل ضربه دی نامیکی وارده بر آزمونگر افزایش پیدا کرده است و در هر سه سطح فشار این تغییرات محسوس می باشد.




شکل3 اثر ارتفاع مانع قوسی شکل در فشار باد تایر مختلف بر ضربه دینامیکی آزمونگر تکچرخ در سرعت 1/08کیلومتر بر ساعت




شکل 4 اثر ارتفاع مانع قوسی شکل در فشار باد تایر مختلف بر ضربه دینامیکی آزمونگر تکچرخ در سرعت 1/8کیلومتر بر ساعت




شکل 5 اثر ارتفاع مانع قوسی شکل در فشار باد تایر مختلف بر ضربه دینامیکی آزمونگر تکچرخ در سرعت 2/52کیلومتر بر ساعت

## منابع

30 mm
Harth, V., FAYET M., Maiffredy L. 2004. *A Modelling Approach to Tire-Obstacle Interaction.* Multibody System Dynamics **11**: 23-39.

Mcallister, M., 1983. *Reduction in the Rolling Resistance of Tyres for Trailed Agricultural Machinery,* Agricultural Engineering Research **28**: 127-137.

Mohsenimanesh, A. and Sh. M. Ward. 2010. Estimation of a three-dimensional tyre footprint using dynamic soil–tyre contact pressures. Terramechanics 47: 415–421

Schjønninga, P., Lamande M., Frede A. Tøgersenb, Arvidssonc J., Keller Th. 2008. Modelling effects of tyre inflation pressure on *the stress distribution near the soil–tyre interface.* Biosystems Engineering **99**: 119– 133.

Van, N. N., Matsuo T., Koumoto T., Inaba SH. 2008. *Effects of Tire Inflation Pressure on Soil Contact Pressure and Rolling Resistance of Farm Tractors.* Bull. Fac. Agr., Saga Univ, (93): 101-108

Van, N. N., Matsuo T., Inaba S., Koumoto T. 2008. *Experimental analysis of vertical soil reaction and soil stress distribution under off-road tires. Terramechanics* 45: 25-44.