اثر لغزش چرخ بر مقاومت حرکتی تایر های لاستیکی (۱۱)

محمدجواد شیخ ودی[۱]، سعید مینایی[۲]

چکیده

تحقیقات متعددی در دنیا در خصوص مکانیک زمین‌گیرایی و عوامل موثر بر آن انجام گرفته و مدل‌های پیش‌بینی چندی تدوین شده ولی تاکنون در مورد تاثیر لغزش بر مقاومت حرکتی یا غلتشی رابطه ای ارائه نشده است. در این تحقیق علاوه بر مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده عوامل عملکردی زمین‌گیرایی تایر لاستیکی با مقادیر محاسبه شده توسط سه مدل معتبر از مدل‌های موجود، اثر لغزش بر عوامل عملکردی زمین گیرایی نیز مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌ها ضمن ساخت و تجهیز مخزن خاک سر پوشیده آزمایشگاهی در شرایط کنترل شده اجرا و اده برداری توسط سیستمی شامل حسگرها، مبدل های مختلف، تقویت‌کننده، دیتالاگر و رایانه انجام گرفت. متغیرهای مستقل آزمایش شامل سه سطح لغزش، سه سطح سرعت پیشروی، شش سطح مقاومت خاک و سه سطح بار عمودی بودند که در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد اندازه گری و بررسی قرار گرفتند. متغیرهای وابسته آزمایش شامل نسبت های نیروهای زمین‌گیرایی ناخالص، زمین‌گیرایی خالص، مقاومت حتی و بازده زمین‌گیرایی بو ند. نتایج اثر متقابل متغیرهای مستقل آزمایش بر عوامل عملکردی زمین‌گیرایی، ضمن تائید دستاوردهای محققین قبلی، نشان داد که لغزش بر هر چهار متغیر وابسته آزمایش واز جمله نسبت مقاومت حرکتی اثری بسیار معنی‌دار دارد. بنابراین با تکیه بر این نتایج مدلی رگرسیونی برای نسبت نیروی مقاومت حرکتی تدوین گردید که علاوه بر پارامترهای وارد شده در مدل‌های پیشین، اثر لغزش و سرعت پیشروی نیز در آن دیده می‌شود. مدل پیش‌بینی نسبت مقاومت حرکتی (MRR) تدوین شده بشکل زیر می‌باشد:

$$MRR = \frac{1.29}{Cn} + 0.35S - 0.015Va + 0.023$$

که در آن S لغزش بصورت اعشاری و Va سرعت پیشروی واقعی برحسب کیلومتر بر ساعت است، Cn نیز عدد پویایی یا تحرک می باشد.

کلید واژه: لغزش، مقاومت حرکتی، زمین‌گیرایی، سرعت پیشروی، مدل‌سازی

۱- استاد یار گروه مکانیک ماشین های کش ورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲- دانشیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه تر بیت مدرس

مقدمه

مهم‌ترین نیرو در دستگاههای کشنده نظیر تراکتور، نیروی کششی یا مالبندی[1] آنهاست. توان کششی حاصلضرب نیروی مالبندی در سرعت پیشروی تراکتور می‌باشد. در دستگاههای کشنده برون جاده‌ای[2] به دلایل مختلف، سرعت پیشروی محدود است. بنابراین برای دستیابی به توان کششی بالاو انجام کار هایی نظیر شخم که به نیروی مالبندی بالا نیاز دارند، باید نیروی زمین گیرایی را افزایش داد. در اثر اعمال و افزایش این نیرو توسط تایر بر خاک تغییر فرم برشی درخاک یا به بیان دیگر لغزش[3] افزایش می یابد که حاصل آن کاهش میزان پیشروی[4] است که از مهمترین عوامل محدود کننده ایجاد این نیرو می‌باشد زیرا با افزایش لغزش از میزان بهینه بازده زمین گیرایی کاهش می یابد[۱۶].

علیرغم تحقیقات و کارهای زیادی که تاکنون در زمینه عملکرد زمین‌گیرایی صورت گرفته، هنوز روابط و مدلهای دقیقی که بتواند به طور عمومی مقادیرعمکرد زمین‌گیرایی را برای تمام وسایل زمین‌گیرا (تایر، شنی و . . .) در ازه‌ها و شرایط مختلف پیش‌بینی نماید ارائه نشده است.

در این تحقیق علاوه بر مطالعه اثرات پارامترهایی که در مدلهای موجود زمین گیرایی و بازده زمین گیرایی چرخ‌های لاستیکی لحاظ شده‌اند اثر لغزش بر مقاومت حرکتی نیز که تاکنون در این مدل ها ارد نشده است بررسی و سپس براساس یافته‌های تحقیق یک مدل جدید پیش‌بینی نسبت مقاومت حرکتی ارائه شد که از پارامتر های موثر درآن عامل لغزش می باشد.

محققین زیادی در طی سالهای گذشته مدلهای پیش‌بینی و ارزیابی عملکرد زمین‌گیرایی تایرهای برون جاده‌ای را ارائه نموده‌اند. بعضی با روشهای تحلیلی و سایرین با روشهای نیمه تجربی اقدام نموده‌اند. اغلب روشهای نیمه تجربی بر پیش‌بینی عملکرد جداگانه چرخهای کشیده شونده (متحرک) و گردنده (محرک) متمرکز شده‌اند[۲].

از مدلهای موجود در این زمینه سه مدل ارائه شده توسط ویسمر–لوت[۱۴]. بریکسیوس [۶] و رما–پندی[۱۱] از تبار بیشتری برخوردار می‌باشند که مدل بدست آمده در این تحقیق بوسیله روابط آ اری و همچنین آزمونهای آزمایشگاهی با آنها مورد مقایسه قرار گرفته است.

مدل ویسمر – لوت[5] (۱۹۷٤)

مدل کلاسیک ویسمر–لوت تلفیقی از مدل واتر وی اکسپریمنتیشن استیشن[6] و مدل خاک جانوسی – هاناماتو[7] می‌باشد(۸) . آنها مدل چرخ را با استفاده از نسبت سطح مقطع و خوابیدگی (تغییر شکل تایر در اثر اعمال بار عمودی روی سطح سخت استاندارد) ساده نموده، ولی عامل لغزش را به مدل اضافه کرده‌اند. مدل های قبلی بر اساس لغزش استاندارد ۲۰درصد بنا نهاده شده بودند [۱۴]. این مدل بر اساس آزمایش‌های زمین‌گیرایی تراکتورهای مزرعه در پایان دهه ۱۹۶۰ و آغاز دهه ۱۹۷۰ ارائه شده است [۱۶]. این محققین مقادیر استاندارد زیر را در مورد اعداد مختلف چرخ به کار برده اند: نسبت پهنا به قطر چرخ:

$$\frac{b}{d} = 0.3$$

نسبت خوابیدگی:

$$\frac{\delta}{h} = 0.2$$

شعاع غلتش به قطر چرخ:

$$\frac{r_r}{d} = 0.475$$

عدد چرخ

$$Cn = \frac{CI.b.d}{W}$$

1-Drawbar pull
2-Off road vehicles
3-Slip
4-Travel reduction
5- Wismer - Luth
6-Waterways Experimentation Station
7-Janosi-Hanamoto

نسبت نیروی زمین‌گیرایی‌ناخالص:

$$GTR = 0.75\left(1 - \exp^{-0.3CnS}\right)$$

نسبت‌یاضریب نیروی زمین‌گیرایی‌خالص:

$$NTR = 0.75\left(1-\exp^{-0..3CnS}\right)-\left(0.04+\frac{1.2}{Cn}\right)$$

نسبت یا ضریب مقاومت غلتش:

$$MRR = 0.04+\frac{1.2}{Cn}$$

که در آن ها:

CI : شاخص مخروط خاک

b : پهنای چرخ

d : قطر چرخ

W : بار عمود وارد بر چرخ

h : ارتفاع مقطع تایر

δ : خوا بیدگی تایر

S : لغزش چرخ

مدل بریکسیوس[1] (۱۹۸۷)

مدل بریکسیوس بر اساس آزمون‌های نیروی کشش مالبند تراکتورهای کشاورزی که بوسیله شرکت جاندیر در آمریکا انجام شـده، تدوین و ارائه گردیده‌اند [۶].

نسبت نیروی زمین‌گیرایی‌ناخالص

$$GTR = 0.88\left(1-e^{-0.1N_B}\right)\left(1-e^{-7.5S}\right)+0.04$$

نسبت نیروی زمین‌گیرایی‌خالص:

$$NTR = 0.88\left(1-e^{-0.1N_B}\right)\left(1-e^{-7.5S}\right)-\left[\frac{1.0}{N_B}+\frac{0.05S}{\sqrt{N_B}}\right]$$

نسبت یا ضریب مقاومت غلت:

$$MRR = \frac{1.0}{N_B}+0.04+\frac{0.05S}{\sqrt{N_B}}$$

او همچنین عدد چرخ جدیدی (N_B) را ارائه نمود:

$$N_B = \frac{CI.b.d}{w}\left[\frac{1+5\frac{\delta}{h}}{1+3\frac{b}{d}}\right]$$

1- Brixius

مدل شارما و پندی[1] (۱۹۹۸)

شارما و پندی تایر تراکتورهای کشاورزی را در مخزن خاک با استفاده از خاک‌های لوم-شنی رسی مورد مطالعه قرار دند. بعدا آنها همچنین آزمایش‌های مزرعه‌ای با تراکتورهای کشاورزی در شرایط مزرعه‌ای در هند به منظور تعیین الگوی تایر مناسب برای تراکتورهای کوچک دو چرخ محرک نیز انجام دادند. آنها تعریفی برای زمین‌گیرائی در شرایط کشش نیروی مالبند صفر پیشنهاد نمودند که شبیه به زمین‌گیرائی خالص ولی با اندکی لغزش بالاتر بود [۱۱].

ضریب کشش مالبند

$$\propto_{P0} = 0.76\left(1 - e^{-0.07\,NccS}\right)$$

ضریب نیروی پیشرانه[2]

$$\propto_{T0} = 0.36\left(1 - e^{-0.35\,NccS}\right)$$

که در آن عدد چرخ فریتاگ[3]

$$N_{CC} = \frac{CI.b.d}{w}\sqrt{\frac{\delta}{h}}$$

:

مواد و روشها

آزمایش ها در مخزن خاک که برای مطالعات زمین گیرایی ساخته شده انجام شد[۱]. مقادیر عوامل عملکردی زمین گیرایی اندازه‌گیری شده در آزمایش با چند مدل معتبر و متداول ذکر شده مقایسه گردید، همچنین اثرات متقابل پارامترهای تایر، خاک لغزش بر عوامل عملکردی زمین گیرایی مطالعه و بررسی شد. سپس مدل پیش‌یابی نسبت نیروی مقاومت حرکتی[4](MRR) تدوین شد. در این مدل برای اولین بار لغزش و سرعت پیشروی لحاظ شده است.

تیمارها و سطوح تغییرات در تحقیق با توجه به سوابق مربوط به عملکرد زمین گیرایی عبارتنداز:

۱- لغزش (S)، در سه سطح ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد.

۲- سرعت پیشروی نظری (V)، در سه سطح ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ متر بر ثانیه

۳- بار عمودی وارد بر سطح تماس بین خاک و چرخ (W)، در سه سطح ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰نیوتن.

۴- مقاومت خاک بر اساس شاخص مخروط (C)، در شش سطح ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰، ۸۰۰ و ۹۰۰کیلوپاسکال.

یکی از اهداف مهم این تحقیق تعیین اثر لغزش بر مقاومت حرکتی یا غلتشی است. همانطور که قبلاً نیز ذکر شد، تاکنون تحقیق منتهی به ارائه مدلی که اثر این عامل در مقاومت حرکتی لحاظ شده باشد بویژه در مورد تایرهای لاستیکی غیر جاده‌ای انجام نشده است. بنابراین در تحقیق حاضر با توجه به محدوده عملی لغزش در تراکتور ها ودستگاه های کشنده برون جاده ای، از سه سطح لغزش ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد برای مطالعه اثر آن بر پارامترهای عملکردی زمین گیرایی تایر لاستیکی استفاده شد. از مخزن خاک متحرک و تجهیزات داده برداری آن به عنوان سامانه ندازه‌گیری استفاده شد. آزمایش ها در سه سطح لغزش ذکر شده انجام و داده های عملکرد زمین گیرایی اندازه‌گیری و توسط رایانه در هر سطح لغزش ثبت و منحنی‌های مربوطه رسم گردید. [۱]

در این آزمایش هر تیمار سه بار تکرار شد وجمعاً ۱۱۸۵ داده برای هر متغیر وابسته آزمایش بدست آمد که از این داده‌ها در مقایسه مدلها استفاده شد. در ابتدا مقادیر MR, NT, GT و TE اندازه‌گیری شده از آزمایش بامقادیر محاسبه ای توسط سه مدل ذکر شده بوسیله آزمون T مقایسه گردید و جداول تجزیه واریانس و جداول مقایسه میانگین‌ها مربوط به داده‌های آزمایش رسم و اثرات متقابل متغیرهای آزمایش بررسی گردید

2- Sharma and Pandey
1-Thrust force ratio
2- Freitag
3- Motion Resistance Ratio

نتایج و بحث

براساس تجزیه واریانس(جدول ۱) لغزش تایر در سطوح ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد تأثیر بسیار معنی‌دار بـر مقـادیر میـانگین مقاومـت حرکتی داشت. همچنین سایر متغیر های مستقل و نیز اثر متقابل آنها نیز تأثیر بسیار معنی‌دار بر مقادیر میانگین مقاومـت حرکتـی داشتند.

حاصل این پژوهش علاوه بر تائید نتایج بدست آمده توسط پژوهشگران دیگر در مـورد پارامترهـای مـوثر مقاومـت حرکتـی، اثرلغزش را نیز در مدل بدست آمده نشان می‌دهد.

آزمون T مربوط به مقایسه نیروی مقاومت حرکتی (MR) حاصل از آزمایش با سه مدل مورد نظر به این شرح می باشد:

الف) جدول۲ مقایسه مقادیر میانگین حاصل از مدل ویسمر – لوت و مقادیر ـدازه‌گیری را نـشان میدهـد کـه بـین نتـایج مقـادیر میانگین(MR) بدست آمده از آزمون و مقادیر این مدل اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ ٪ وجود دارد.

ب) جدول۳ مقایسه مقادیر میانگین حاصل از مدل بریکسیوس و مقادیر اندازه‌گیری شده را در سطح اطمینان ۹۹٪ نشان می دهـد که حاکی از اختلاف بسیار معنی‌دار بین مقادیر ـندازه‌گیری شده و مقادیر بدست آمده از این مدل می ب شد.

ج) جدول ۴ نتایج مقایسه مقادیر میانگین حاصل از مدل ـارما و پندی و مقادیر اندازه‌گیری شده را در سـطح اطمینـان ۹۹٪ نشان می‌دهد که بیانگر وجود اختلاف بسیار معنی‌دار بین مقادیر ـدازه‌گیری شده و مقادیر بدست آمده از این مدل می‌باشد

جدول۵ نشاندهنده مقایسه میانگین های نیروی مقاومت حرکتی در سطوح مختلف لغزش است که توسط آزمون چند دامنـه ای دانکن بدست آمده و گویای اختلاف بسیار معنی دار بین اثرات هر سه سطح لغزش می باشد کـه در سـطح ۱٪ = α تفـاوت معنی‌دار با مقادیر زه‌گیری شده در تحقیق داشتند.در این تحقیق با استفاده از داده های آزمایش مدل ریاضی پیش‌بینـی MRR تدوین شد که علاوه بر پارامترهایی که در مدل‌های پیشین لحاظ شده است اثر دو پارامتر لغـزش و سـرعت پیـشروی نیـز در آن دیده می‌شود، این مدل به روش رگرسیون چند متغیره بدست آمده است.

$$MRR = \frac{1.29}{Cn} - 0.015Va + 0.35S + 0.023$$

جدول۱: نتایج تجزیه واریانس داده‌های موثر بر نیروی مقاومت حرکتی MR در مخزن خاک

منابع تغیر	درجه آزادی	SS	MS	F-Value
بار (W)	۲	۹۹۷۵۱۱/۵	٤۹۸۷۵۵/۷	۱۱۵۱/۱**
سرعت (V)	۲	۱۱٦۳۱۱/۳	۵۸۱۵۵/٦	۱۳٤/۲ **
W ×V	٤	۱۱۹۲٤/۱	۲۹۸۱/۰	٦/۸ **
شاخص مخروط (C)	۵	۱۳٦۹٦۹٦/۵	۲۷۳۹۳۹/۳	٦۳۲/۲ **
W×C	۱۰	۳۱۰٤۵/۲	۳۱۰٤/۵	۷/۱ **
V×C	۱۰	٤۲۵۹۸/۸	٤۲۵۹/۸	۹/۸ **
W ×V×C	۲۰	۸۰٦۷٤/۲	٤۰۳۳/۷	۹/۳**
لغزش (S)	۲	۱۲۵۵۷۵۸/٦	٦۲۷۸۷۹/۳	۱٤٤۹/۲**
W×S	٤	۲۳۳۰۸۹/٦	۵۸۲۷٤/٤	۱۳٤/۵**
V×S	٤	۲۱٤٦٦/٦	۵۳٦٦/٦	۱۲/۳**
C×S	۱۰	۱۹٦۵۵۵/۹	۱۹٦۵۵/۵	٤۵/۳**
W ×V×S	۸	۱۱۷۲۳/۵	۱٤٦۵/٤	۳/۳**
W ×C×S	۲۰	۱۰۰۹۰۳/۰	۵۰٤۵/۱	۱۱/٦**
V ×C×S	۲۰	۷۵۷٦٦/٤	۳۷۸۸/۳	۸/۷**
W×V ×C×S	۳۹	۹۳٦٦۷/۹	۲٤۰۱/۷	۵/۵**
خطا	۳۲۵	۱٤۰۸۰۸/۸	٤۳۳/۲	
کل	٤۸۵	٤۷۷۹۵۰۲/۵		

** نشاندهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول۲: مقایسه مقادیرMR حاصل از مدل ویسمر – لوت و مقادیر اندازه‌گیری شده بوسیله آزمون T

	تعداد	میانگین	انحراف‌معیار	معیارخطا	واریانس‌ها	T	درجه آزادی	Prob>1T1
MR_{W-L}	۱۱۸۵	۱۵۳/۸	۶۶/۸	۱/۹۴	نامساوی	-۱۲/۹۳۹۲	۲۲۰۱/۸	۰/۰۰۰۱
MRm	۱۱۸۵	۱۹۵/۵	۸۸/۶	۲/۵۷	مساوی	-۱۲/۹۳۹۲	۲۳۶۸	۰/۰۰۰۰

$Prob>F^{1}$ = ۰/۰۰۰۰ D_f=(۱۱۸۴و۱۱۸۴) F^{1}=۱/۷۶ تساوی واریانس‌ها=H.

جدول ۳ مقایسه مقادیر MR حاصل از مدل بریکسیوس و مقادیر اندازه‌گیری شده بوسیله آزمون T

W-L	تعداد	میانگین	انحراف‌معیار	معیار خطا	واریانس‌ها	T	درجه آزادی	Prob>1T1
MR_B	۱۱۸۵	۱۲۴/۲	۴۹/۷	۱/۴	نامساوی	-۲۴/۱۷۰۵	۱۸۶۳/۹	۰/۰۰۰۱
MRm	۱۱۸۵	۱۹۵/۵	۸۸/۶	۲/۵	مساوی	-۲۴/۱۷۰۵	۲۳۶۸	۰/۰۰۰۰

$Prob>F' = ۰/۰۰۰۰$ $D_f=(۱۱۸۴و۱۱۸۴)$ $F'=۳/۱۷$ تساوی واریانس‌ها=H.

جدول٤: مقایسه مقادیر MR حاصل از مدل شارما و ندی و مقادیر اندازه‌گیری شده بوسیله آزمون T

	تعداد	میانگین	انحراف‌معیار	معیر خطا	واریانس‌ها	T	درجه آزادی	Prob>1T1
MR_{sh-p}	۱۱۸۵	۹۱/۱	۳۷/۷	۱/۰۹	نامساوی	-۳۷/۳۱۵۶	۱۶۰۰/۲	۰/۰۰۰۱
MRm	۱۱۸۵	۱۹۵/۵	۸۸/۶	۲/۵	مساوی	-۳۷/۳۱۵۶	۱۳۶۸	۰/۰۰۰۰

$Prob>F' = ۰/۰۰۰۰$ $D_f=(۱۱۸۴و۱۱۸۴)$ $F'=۵/۵۱$ تساوی واریانس‌ها=H.

جدول۵ : مقایسه میانگین‌های مقاومت حرکتی (MR)درسطوح مختلف لغزش (S)

لغزش (٪)	تعداد داده‌ها	میانگین MR
۲۵	۱۶۲	۲۲۳/۱ A
۱۵	۱۶۲	۱۸۲/۹ B
۵	۱۶۲	۹۶/۸ C

نتیجه گیری

افزایش تنش یا مقاومت برشی در خاک همراه با کرنش و تغییر مکان ذرات خاک صورت می‌گیرد. بنابراین زمانیکه روی مماسی محیطی چرخ که ناشی از گشت‌آور محور آن می‌باشد به خاک اعمال می‌شود، برحسب میزان آن مقداری جابجائی در خاک بوجود می‌آید که به غلط به لغزش مصطلح گردیده است. این پدیده که باعث کاهش مقدار مسیر پیموده شده چرخ می‌گردد کاهش پیشروی نامیده می شود. بنابراین برای نیل به نیروی زمین‌گیرایی قابل توجه باید مقداری جابجائی در خاک را که منجر به کاهش مقدار پیشروی می‌شود پذیرفت.

مقایسه مقادیر میانگین نیروی مقاومت حرکتی (MR) برای سطوح مختلف لغزش (S) در جدول۵ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش لغزش، نیروی مقاومت حرکتی نیز بطور بسیار معنی‌دار افزایش می‌یابد. افزایش لغزش یعنی افزایش جابجائی افقی و عقب راندن خاک زیر تایر باعث می‌شود که در اثر بار عمودی، نشست چرخ در خاک در نتیجه مقاومت حرکتی در مقابل تایر بیشتر شود.

منابع

۱–شیخ داودی،م. ،مینایی،س. ،الماسی،م.وقبادیان،ب.۱۳۸۴.ساخت و ارزیابی دستگاه کامل اندازه گیری و مطالعه فرآیند زمین گیرایی تحت شرایط کنترل شده.مجله علمی کشاورزی جلد بیست و هشتم شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۸.

2-Alcock, R. (1986). Tractor-implement systems. Westport, Conn.

3-Bager, E. L.;Liljedhl, J.B.; Carleton, W.M.; Mckibben, E.G. (1979). Tractors and Their Power Units, 2nd Ed. New york, N.Y.: John Wiley & Sons.

4-Bekker, M.G. (1956) Theory of land locomotion. Ann Arbor Mich. The University of Michigan Press.

5-Bekker, M.G. (1960). Off-the-road locomotion; research and development in terramechanics. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.

6-Brixius, W.W. (1987). Traction prediction equations for bias ply tires. ASAE No. 87-1622.St.Joseph, Mich. Pape

7-Dwyer, M.J. (1984). Tractive performance of wheeled Vehicles. Journal of Terramechanics 21(1): 19-34

8-Janosi, Z and Hanamoto, B. (1961). An analysis of pneumatic tire performance on deformable soil. Proceedings of the 1st International ISTVS Conference. Torino-SaintVincent, Italy, 12-16 Gingno 1961: 707-726.

9-Freitag, D.R.(1965). A dimensional analysis of the performance of pneumatic tires on soft soils. U S Army Waterways Experiment Station, Report No. 3-688.

10-Sharma, A.J. and Pandey, K.P. (1998). Traction data analysis in reference to a unique zero condition. Journal of Terramechanics. 35(3): 179-88.

11-Sharma, K.A. and Pandey, K.P. (2001). Matching tyre size to weight, speed and power available for maximising pulling ability of agricultural tractors. Journal of Terramechanics 28(2): 71-88.

12-Shmulevich, I.; Mussel, U. and Wolf, D. (1998). The effect of velocity on rigid wheel performance. Journal of Terramechanics, V: 35, I:3, P.189-207.

13- Turnage, G.W. (1972). Tire selection and performance prediction for off-road wheeled-vehicle operation. Proceedings of the 4th International ISTVS Conference. Aprill 24-28. 1972, Stokholm-Kiruna, Sweden. I:62-82.

14-Wismer, R.D., and Luth, J.H. (1974). Off-road traction prediction for wheeled vehicles. Transactions of the ASAE 17(1): 8-10, 14. St. Joseph, Mich.

15-Wong, J. Y. Zoz, F.M. (1972). Predicting tractor field performance. Transactions of the ASAE, 15(2): 249-255. St. Joseph, Mich.

(1978). Theory of ground vehicles. Wiley & Sons, New York, USA. 330pp.

16-Zoz, F.M. and Grisso, R.D. (2003). Traction and tractor performance. ASAE Distinguished Lecture Series No. 27. St. Joseph, Mich.

Effect of Travel Reduction on Motion Resistance of Rubber Tires

M. J. Sheikhdavoodi[1] and S. Minei[2]

Abstract

Many researches have been performed in the world on traction mechanics and parameters affecting on it, and many traction prediction models were developed, but in none of them the effect of travel reduction (slip) has not been taken into account.

In this research traction performance measured values of a rubber tire were compared with the same traction performance values that were calculated by three most common prediction models, and in addition the effect of Travel Reduction and forward speed on traction performance parameters were measured and evaluated.

Tests were performed by fabrication of a laboratory soil bin; data acquisition was carried out by an instrumentation system consisting of sensors, amplifiers, data logger, and PC.

Independent variables were three levels of slips, three levels of forward speeds, three levels of normal loads and six levels of soil strengths. Dependent variables were net traction (NT), gross traction (GT), motion resistance (MR) and traction efficiency (TE).

Comparison and evaluation of data were carried out by using a factorial experiment on the basis of randomized complete block design with three replications.

Interactions of independent and dependent variables in addition to verification of previous research results, showed that travel reduction (slip) and forward speed have high significant effect on motion resistance.

Based on test results, a regression model for motion resistance ratio (MRR) was developed that in spite to previous models, the slip and forward speed parameters were also entered in the new model.

The newly developed motion resistance ratio model is:

$$MRR = \frac{1.29}{Cn} - 0.015Va + 0.35S + 0.023$$

Where Va is actual forward speed in km/h, S is slip in decimal and Cn is dimensionless mobility number.

Keywords: Traction, Soil bin, Forward Speed, Rubber Tire.

1- Assistant Professor, Shahid Chamran University, Ahvaz

2- Associate Professor, Tatbiat Modares University,Tehran