ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲٤ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

بررسی اثر فشار باد و سرعت پیشروی روی فشردگی خاک و مقاومت غلت تایرهای لاستیکی در خاکهای شخم خورده

محمد جواد شیخ داودی، مهروز پشم فروش، فاطمه اکبری، علی خبیر

چکیده

فشردگی خاک ، حرکت بخشی از خاک زیر بار چرخ در هنگام حرکت تراکتور است . فشردگی خاک‌های کشاورزی بر اثر تردد ماشین در زمین‌های کشاورزی یکی از مشکلات اصلی کشاورزان و از عوامل مهم کاهش عملکرد محصول در برخی از مناطق می‌باشد. در این تحقیق، به منظور بررسی اثرات تراکتورهای غالب ایران (تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵) بر فشردگی خاک و مقاومت غلت،.تاثیر بار عمودی روی محور چرخها، فشار باد لاستیک، سرعت پیشروی تراکتور و میزان فشردگی اولیه خاک روی مشخصات تراکم خاک به دست آمد که این فشردگی با حرکت تراکتور روی خاک ایجاد می شود. بررسی نتایج نشان می‌دهد که در سطح اطمینان ۹۵٪ کاهش فشار باد در خاکهای نرم و شخم خورده باعث کاهش مقاومت غلت و همچنین افزایش سرعت پیشروی باعث کاهش زمان اعمال تنش بر خاک و در نتیجه کاهش مقاومت غلت می شود . افزایش فشار باد تایر بر خاکهای شخم خورده نیز باعث افزایش فرو رفتگی چرخ در خاک و در نتیجه باعث افزایش فشردگی خاک می گرددکه میزان تراکم را با اندازه‌گیری شاخص تراکم چگالی مخصوص ظاهری (Bulk Density) بدست می آوریم .

کلید واژه ها : فشردگی خاک ، مقاومت غلت ، فشار باد تایر ، سرعت پیشروی ، Bulk Density

مقدمه

فشردگی خاک ، حرکت بخشی از خاک زیر بار چرخ در هنگام حرکت تراکتور است . در مورد مشکل فشردگی خاک مطالعات فراوانی صورت گرفته تمام این مشکلات به دو دلیل عمده می باشد : ۱تغییر چگالی خاک هنگام عبور تراکتور ،۲ اثر چگالی خاک که شامل اثرات زیست محیطی و میزان حاصلخیزی خاک می باشد . فشردگی خاک به نوع خاک ، قابلیت انعطاف پذیری خاک و بار روی سطح بستگی دارد .

فاکتورهایی که بر روی میزان فشردگی خاک اثر می گذارند عبارتند از : فشار باد تایر ، سرعت پیشروی تراکتور ، بار وارد بر خاک می باشند . بر اساس مطالعات انجام شده یکی از راههای پایین آوردن میزان فشردگی خاک افزایش فشار باد تایر و کاهش تراکم خاک می باشد . تراکم خاک ممکن است به دلایل طبیعی مانند برخورد قطرات باران، خشک

شدن تدریجی خاک یا عوامل غیر طبیعی مانند عبور ماشین و ادوات خاکورزی صورت گیرد. یکی از مهمترین مسائل در علوم

کشاورزی و بخصوص ماشین های کشاورزی, اپتیمم فشردگی خاک، هنگام انجام عملیات کشاورزی وحرکت ماشین های کشاورزی روی خاک می باشد. بد ین منظورباید روشی را مشخص کرد که بتوان در نقطه معینی، مشخصات وپارامتر های تاثیر حرکت ماشین ها را روی خاک محاسبه کرد تا کنون مدلهای مختلفی برای اندازه گیری میزان فشردگی خاک و مقاومت غلت در اثر عبور تراکتور ارایه شده است.. ریس در سال ۱۹٦٦مدلی را برای اندازه گیری فشار زیر چرخ صلب در خاکهای بدون اصطکاک در شرایط نشست کم ارایه داد و بکر در سال ۱۹٦۰ مدلی برای اندازه گیری مقاومت غلت تایرهای لاستیکی و فشردگی خاک در خاک های کشاورزی و زمین های شخم خورده ارایه داد. در این تحقیق اثر تغییر سرعت پیشروی در فشارهای مختلف باد تایر بر میزان فشردگی خاک درهر مقطع بررسی می شود . با استفاده از آزمایش چگالی حجمی و اندازه گیری جرم مخصوص ظاهری می توان حداکثر میزان فشردگی را بعد از عبور چرخ بدست آورد.مقاومت غلتشی چرخ بطور کلی برابر است با نیروی مقابل حرکت چرخ ،به هنگامی که چرخ بر روی سطح می غلتد . این نیرو از تلفات انرژی که اتفاق می افتد بدست می آید بخاطر اینکه :

۱. کشسانی (الاستیک)و تغییر شکل چرخ غیر ایده ال است.
۲. غیر کشسانی وتغییر شکل غیرقابل برگشت(پلاستیک)سطح
۳. اصطکاک درون بلبرینگ چرخ (معمولاً صرفه نظر می شود).

برای بررسی سرعتهایی که در تراکتورهای کشاورزی بکار می آید می توان گفت مقاومت غلتشی کاملا مستقل از سرعت تغییر شکل خاک وتایر است ،بنا بر این مقاومت غلتشی به سرعت پیشروی بستگی دارد .

یکی از سیمای اصلی فهمیدن و پیش بینی کردن کارآیی تراکتور تعیین مقاومت غلتشی چرخ در حالت بکسل شده بدون لغزش بر روی سطح می باشد .

وقتی که چرخی روی سطحی سست غلتش می کند ، شیار یا پیست فشرده ایجاد می شود .به طور کلی مقدار مقاومت غلتشی مربوط به فشردگی خاک با این فرض که انرژی لازم برای فایق امدن بر مقاومت غلتشی برابر کار انجام شده است برای تغییر فرم خاک می باشد قابل محاسبه خواهد بود.

در انجام آزمایش ماا‌ز یک نوع تایر استفاده می کنیم ،متغییرهای ما فشار باد تایر و سرعت پیشروی است.

بهتر است لاستیکی با لایه های کمتر که در محدوده ی فضایی موجود بتواند بار مورد نظر را تحمل کند انتخاب شود .سطح اتکاء تایر نیز باید آنقدر وسیع باشد که بدون فرو رفتن زیاد در خاک نرم بتواند بار عمودی وارد بر خود را تحمل کند.

کاهش فشار باد چرخهای لاستیکی موجب افزایش سطح تماس با خاک می گردد و مقاومت غلت یک چرخ با افزایش فرو رفتگی در خاک افزایش می یابد .

مواد و روش کار

آزمایش در زمین شخم خورده و دیسک زده شده انجام گرفته است . زمین را به ۲۷ قسمت تقسیم کرده ایم . در هر قسمت ازتیمارهای سرعت پیشروی و فشار باد تایرهای عقب استفاده می کنیم . اثرات مقاومت غلت تایرهای لاستیکی با اندازه گیری نیروی لازم برای حرکت تراکتور روی خاک شخم خورده را توسط Loadcell و تغییر فشار باد تایر وسرعت پیشروی روی فشردگی خاک با انجام آزمایش Bulk density قبل وبعد از حرکت تراکتور روی زمین بررسی می کنیم ،. با توجه به اینکه در طول یک فصل زراعی ممکن است تراکتور چند مرتبه وارد مزرعه شود، بنابراین فاکتور دفعات عبور تراکتور در دو سطح یک و سه بار مورد ارزیابی قرار گرفت. سومین فاکتور متغیر، سرعت پیشروی تراکتور می باشد. سرعت پیشروی در سه سطح خیلی کم وکم و متوسط مورد ارزیابی قرارمی دهیم. در سرعت کم، تراکتور با دنده چهار سنگین در حال پیشروی بود و در سرعت کم تراکتور با دنده دو و در سرعت متوسط، تراکتور در دنده یک سبک حرکت می‌کرد این آزمایش را در نقاط مختلف زمین که پستی و بلندی غیر یکنواخت دارد انجام می دهیم .تیمارها در هر مرحله از انجام آزمایش عبارتند از:

۱. فشار باد لاستیک در فشارهای ۸ psi ، ۱۲ psi و ۱٦ psi
۲. سرعت پیشروی را در سرعتهای ۳ km/h ، ٦ km/h و ۹ km/h

تغییر می دهیم .تیمارها در تمام مراحل مختلف آزمایش سه بار تکرار می شود و جمعاً ۱۱۷ داده بدست می آید . میزان رطوبت خاک در تمام مراحل آزمایش یکسان در نظر گرفته شده .

جرم مخصوص ظاهری[1]

اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک که برابر وزن خشک خاک تقسیم بر حجم آن می‌باشد، توسط استوانه‌های نمونه برداری صورت گرفت. استوانه‌های نمونه برداری از جنس فولاد با قطر۵٤/۳ میلیمتر و ارتفاع ٤۳/۱میلیمتر استفاده گردید. اندازه‌گیری در هر کرت ۳ بار قبل و ۳ بار بعد از عبور تراکتور صورت گرفت. . نمونه‌ها از محل اثر چرخ‌های سمت راست و چپ تهیه شدند. برای در نظر گرفتن بیشترین فشردگی، جرم مخصوص ظاهری در محل خط مرکزی چرخ اندازه‌گیری شد، که بیانگر بیشترین میزان فشردگی می‌باشد . برای محاسبه وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۲٤ ساعت در داخل کوره و در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار گرفت. بعد از خشک شدن نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی مدل EK4000 ساخت کشور ژاپن با دقت ۰/۱گرم وزن شدند و مقدار وزن خشک بدست آمد.

اندازه گیری مقاومت غلت[۲]

برای اندازه گیری مقاومت غلت تایرهای لاستیکی از یک Loadcell استفاده می کنیم ،Loadcell را توسط یک سیم بوکسل وسط دوتراکتور مسی فرگوسن 285 ساخت کارخانه تراکتور سازی ایران وصل می کنیم . در فشار باد تایر و سرعتهای مختلف پیشروی نیروی مقاومت غلت توسط یک دیتا لاگر که به Loadcell متصل است به صورت عددی قابل مشاهده می باشد .

1. rolling resistance
2. bulk density

نتایج و بحث

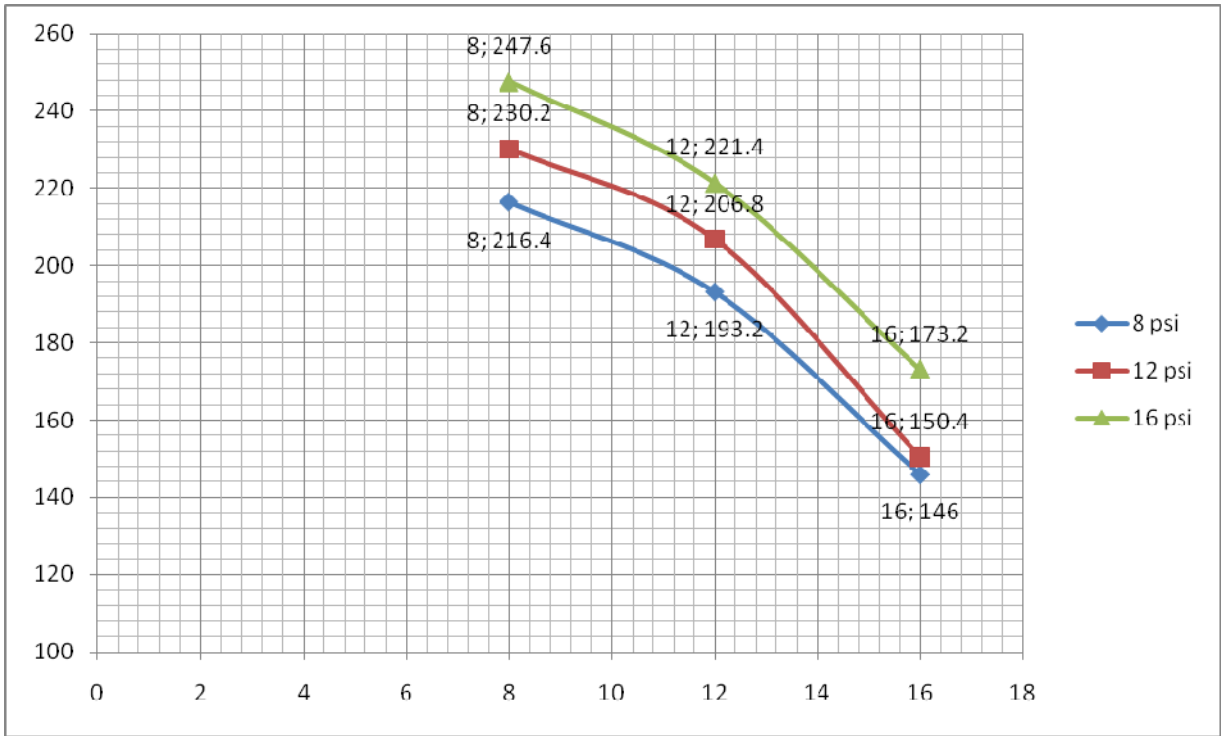
جدول ۱ داده های مربوط به مقاومت غلت را در فشارهای مختلف باد تایر که برای هر کدام سرعت پیشروی را سه بار تغییر داده ایم نشان می دهد . نمودار مربوطه نشان می دهد که افزایش سرعت پیشروی باعث کاهش زمان اعمال تنش بر روی خاک و در نتیجه کاهش میزان مقاومت غلت می شود

برای محاسبه میزان فشردگی خاک بعد از عبور تراکتور ابتدا مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک قبل از عبور تراکتور را محاسبه می کنیم . بعد از عبور تراکتور نیز مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک را از روش bulk density اندازه گیری می کنیم. مقادیر بدست آمده از انجام آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است بررسی این نتایج نشان می دهد که افزایش فشار باد تایر و افزایش سرعت پیشروی موجب افزایش فرو رفتگی چرخ در خاک و در نتیجه باعث افزایش فشردگی خاک شده است.

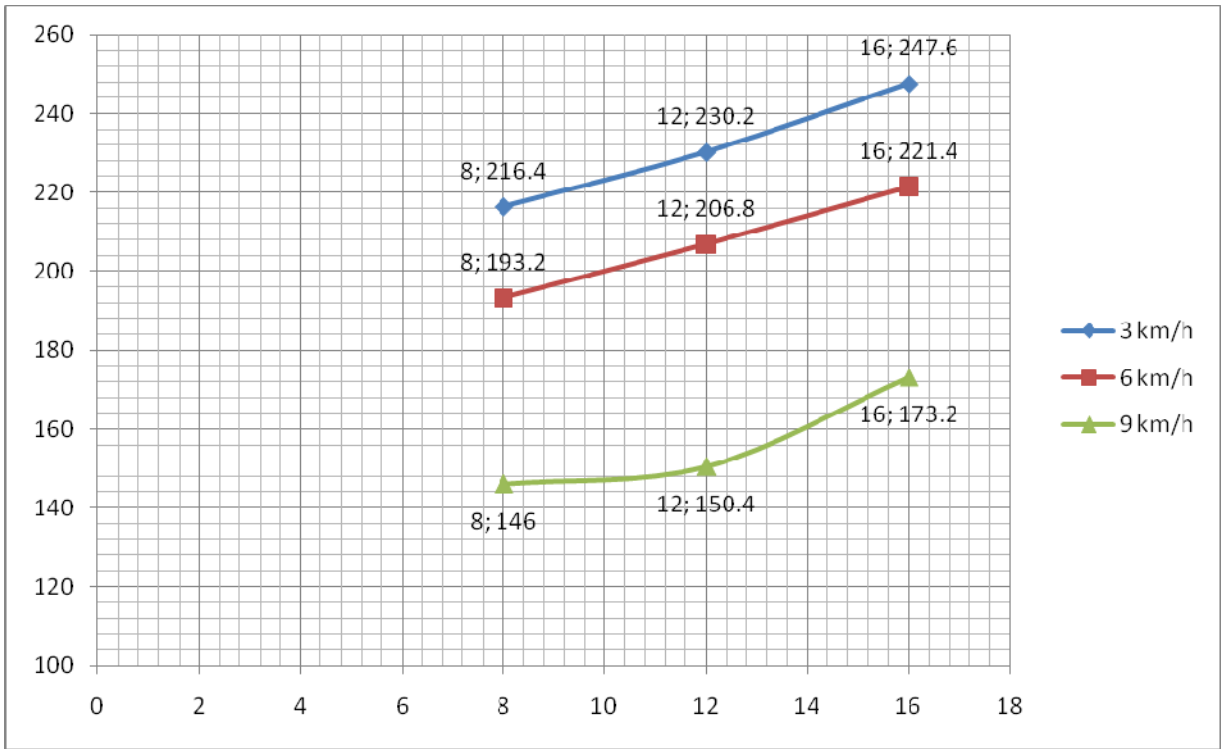
داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس مربوط به فشردگی خاک و مقاومت غلت نشان می‌دهد که تیمارهای سرعت پیشروی و تعداد دفعات عبور تراکتورو فشار باد تایر اختلاف معنی داری ایجاد کرده است. بنابراین می‌توان گفت که سرعت پیشروی با احتمال ۹۵٪ اثرات معنی داری بر مقدار مقاومت غلت داشته است. با توجه به این مطلب سرعت پیشروی عامل مهمی در تعیین مقاومت غلت و فشردگی خاک بوده است. دومین پارامتر معنی دارفشار باد تایر بوده که این عامل نیز در تعیین میزان فشردگی و مقاومت غلت موثر می باشد.

1. data logger

فشار باد تایر psi ۸			
مقادیر مقاومت غلت MR	V سرعت پیشروی	3 km/h	6 km/h	9 km/h
		166	254	166
		219	175	136
		239	210	146
		239	156	156
		219	171	126
	میانگین	216.4	193.2	146
	انحراف معیار	29.89649	39.32811	15.81139
	واریانس	893.8	1546.7	250
فشار باد تایر psi ۱۲			
مقادیر مقاومت غلت MR	V سرعت پیشروی	3 km/h	6 km/h	9 km/h
		215	205	127
		244	175	131
		224	205	163
		239	195	156
		229	254	175
	میانگین	230.2	206.8	150.4
	انحراف معیار	11.60603	29.08952	20.73162
	واریانس	134.7	846.2	429.8
فشار باد تایر psi ۱۶			
مقادیر مقاومت غلت MR	V سرعت پیشروی	3 km/h	6 km/h	9 km/h
		224	210	156
		222	205	205
		275	220	161
		278	230	139
		239	242	205
	میانگین	247.6	221.4	173.2
	انحراف معیار	27.20845	14.99333185	30.15294347
	واریانس	740.3	224.8	909.2



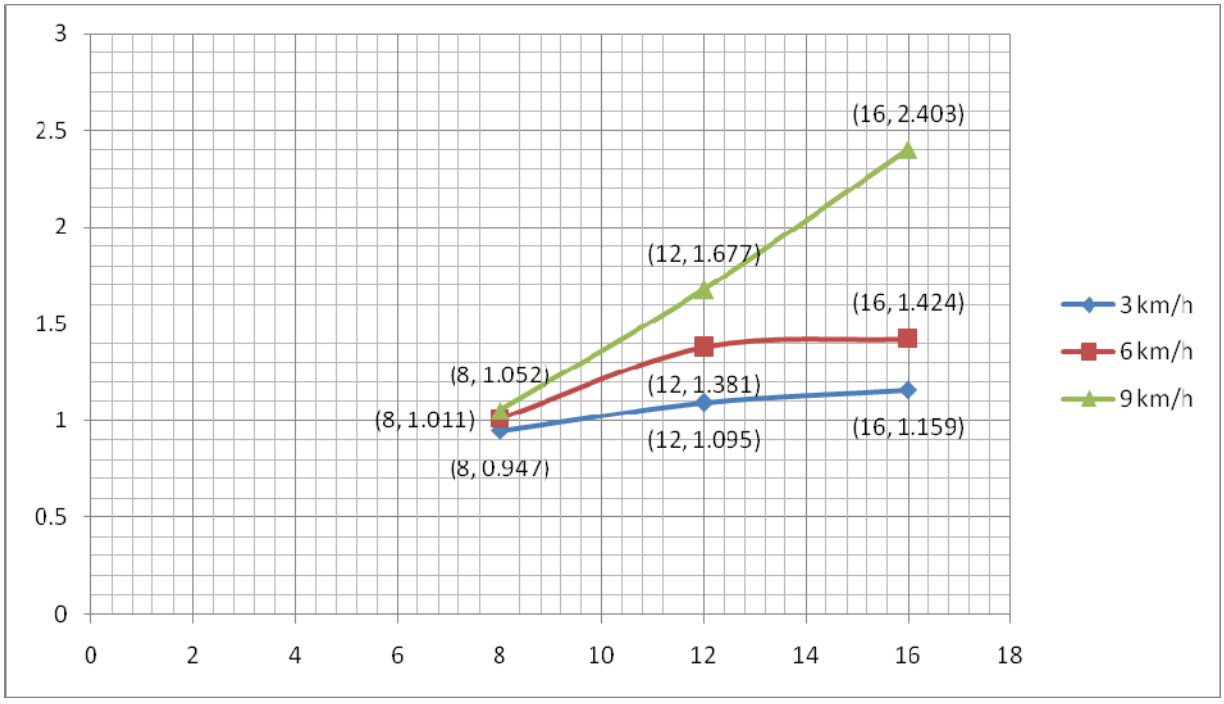
نمودار مقاومت غلت – سرعت پیشروی در فشار های مختلف باد تایر



نمودار مقاومت غلت – فشار باد تایر در سرعت های مختلف پیشروی

فشار باد تایر psi / سرعت پیشروی km/h	۸	۱۲	۱۶
۳	۰/۹٤۷	۱/۰۹۵	۱/۱۵۹
٦	۱/۰۱۱	۱/۳۸۱	۱/٤۲٤
۹	۱/۰۵۲	۱/٦۷۷	۲/٤۰۳

جدول ۲: داده های مربوط به محاسبه نسبت فشردگی خاک قبل و بعد از عبور تراکتور



نمودار فشردگی – فشار باد تایر برای سرعت های پیشروی متفاوت

نتیجه گیری

با مقایسه میانگین مقادیر مقاومت غلت تایرهای لاستیکی در جدول ۱ مشاهده می شود که کاهش فشار باد در خاکهای نرم و شخم خورده باعث کاهش مقاومت غلت می شود همچنین افزایش سرعت پیشروی باعث کاهش زمان اعمال تنش بر خاک و در نتیجه کاهش مقاومت غلت می شود .

با افزایش فشار باد تایر میزان فشردگی خاک نیز افزایش می یابد. جدول ۲، نسبت مقادیر جرم مخصوص ظاهری قبل و بعد از عبور تراکتور نشان می دهد نتایج حاصل از این جدول نشان می دهد که هر چه فشار باد تایر افزایش یابد میزان فشردگی نیز افزایش یافته در نتیجه در فشارهای بالاتر مقادیر این نسبت بزرگتر می شوند .

منابع

۱- کماریزاده،م ح،۱۳۷۷ ،مکانیک تراکتور و ماشینهای کشاورزی،جهاد دانشگاهی واحد ارومیه

۲- آلکوک. ر. ۱۳۸۱، سیستم های تراکتور و ادوات خاکورزی، مترجم: رضا علی مردانی، نشر علوم کشاورزی دانشگاه تهران

3- Saarilahti.M. (2002) .Soil interaction model. University of Helsinki department of forest resource management

4- Mcdonald.T. (1996). Load and Inflation Pressure Effects on Soil Compaction of Forwarder Tires. Research Engineer USDA FS Auburn.AL.USA.

5- Koichiro.F، Masami.U. (2005). Mathematical models for soil displacement under a rigid wheel

6- Zolotarevskaya D. I. (2005) Investigation and Calculation of the Stressed-Strained State and Compaction of Viscoelastic Disperse Media as a Result of Relaxation Processes , Journal of Engineering Physics and Thermo physics. Vol. 78, №5.

7- Raper. RL: Bailey. A.C.: Bun E.C.: Johnson. C.E. 1994.Prediction of soil suesses caused by tire -&Iation pressures and dynamic loads. St. Joseph. MI: American Society of Agricultural Engineers.

8- Gupta, S.C., Allmaras, R.R., 1987. Models to Assess the Susceptibility of Soils to Excessive Compaction. Adv. Soil Sci.6,65-100.

9- Nasr,H.M and F.Selles, (1996). Seeding Emergence as Influenced by Aggregate Size, Bulk Density and Penetration Resistance of the Seedbed/ Soil and Till/Res/34:61-76/

10- Hakans on , I. , Reeder ,R.C., 1994.Subsoil Compaction by Vehicles with High Axel Load=Extent, Persistence and Crop Response. Soil Till.Res.29,277-304

The Effect of Air pressure of Tire and Proceeding Velocity on Soil Compaction and Rolling Resistance for Rubber Tires on Ploughed Soils

ABSTRACT

The definition of soil compaction term is the movement of a soil portion by the effect of the wheels load when tractor is moving. The agriculture soil compaction is caused by traffic of machine in the field that is one of the most important problems for farmers and it is the important element of decreasing the yield function in some areas. In this research, for studying the effect of prevailing tractors in Iran on soil compaction and rolling resistance was obtained the influence of vertical load on wheels axes, tire air pressure, tractor forward speed and amount of primary soil Compaction is made by the movement of tractor on soil. Results show that with 95 percent of confidence level, decreasing of air pressure in soft & ploughed soils causes decreasing of the rolling resistance and also increasing in the forward speed lead to decreasing the duration of exerting stress on soil and with the result that decreasing the rolling resistance. The increase of tire`s air pressure on plowed soils results in increasing of depression of the wheel in the soil and with the result that in causes increasing of soil compaction and amount of compaction can be obtained by measuring bulk density.

Keywords: Soil Compaction, Rolling Resistance, Tire`s Air Pressure, Forward Speed, Bulk density