ارزیابی اثر عبور متعدد چرخ بر تراکم و فشردگی خاک‌های کشاورزی در انباره خاک

سجاد درفش پور [۱]، عارف مردانی [۲*]

۱- دکتری مکانیک بیوسیستم، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲*- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

ایمیل نویسنده مسئول: a.mardani@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

چکیده

تراکم خاک‌های زراعی پدیده مخربی است که بخش زیادی از آن منسوب به عبور و مرور ماشین‌های کشاورزی در حین انجام عملیات زراعی است. در این تحقیق به بررسی اثر عبور چرخ بر روی خاک به لحاظ تراکم و تنش در خاک پرداخته شده است. آزمون‌هایی با استفاده از یک آزمونگر تک چرخ در محیط انباره خاک طرح و اجرا شده است که شامل سه متغیر مستقل بار روی چرخ، سرعت پیشروی و تعداد تردد چرخ به ترتیب در تعداد سطوح ۳، ۳ و ۲۵ سطح است. اندازه‌گیری تنش در عمق خاک حاکی از ایجاد یک موج زنگوله‌ای تنش متغیر در خاک است که با رسیدن چرخ بر روی ترانسدیوسی اندازه‌گیری تنش به مقدار بیشینه خود رسیده و پس از آن دچار یک کاهش ناگهانی می‌گردد. تغییرات تنش در عبورهای اول تا پنجم بیشترین تغییرات را در پی داشته است و در عبورهای بالا با تثبیت لایه خاک، تغییرات تنش کاهش داشته است. افزایش بار روی چرخ در همه حال منجر به افزایش تنش و تراکم خاک شده و این تغییر در تعداد عبورهای اولیه بیشتر از عبورهای بالاتر از ۱۰ ظاهر شده است.

کلمات کلیدی

"تراکم خاک"، "خاک های کشاورزی"، "چرخ و خاک"، "انباره خاک"، "تنش در خاک"

۱- مقدمه

امروزه رویکرد غالبی که در کشورهای توسعه یافته در رابطه با کشاورزی و نهاده های آن مد نظر قرار گرفته است عبارت است از کشاورزی پایدار و کنار گذاشتن نگاه ماشین محور و افزایش تولید به هر قیمت. از اینرو، کیفیت مواجهه با خاک از دیدگاه مدیریت خاک و تولید محصول، مورد توجه بسیار است و کوشش می شود که ابزارها و روشهای تقابل با خاک، به گونه‌ای طراحی و تدوین شود که تا حد امکان از پیامدهای تخریبی خاک و نیز هدررفت انرژی که خود دربرگیرنده محدودیت های اقتصادی و زیست محیطی نیز می باشد پیشگیری شود (Calleja et al., ۲۰۲۳).تحقیقات انجام یافته توسط الوارد و همکاران نشان داده است که حدود ۵۰-۲۰ درصد از انرژی چرخ-های محرک در تعامل چرخ و خاک تلف می‌گردد (Elwaleed et al., ۲۰۰۶). علاوه بر هدررفت انرژی، فشردگی خاک صورت گرفته توسط همین هدررفت انرژی، می‌تواند سبب کاهش بازده محصول گردد (Burt et al., ۱۹۷۹). شاید نخستین اندازه گیری تنش خاک مربوط به تحقیقی است که توسط ورما و همکاران با استفاده از ترانسدیوسرهای کروی که بر اساس سنجش فشار مایع احاطه شده عمل می‌کرد انجام شد که خروجی آن مرتبط با سنجش فشار هیدرواستاتیک اعمال شده به نمونه‌ی خاک تغییر می‌کرد (Verma et al., ۱۹۷۶).تکرار عبور چرخ بر روی خاک باعث ایجاد تراکم در خاک می‌گردد که البته شدت آن با تعداد عبور چرخ رابطه غیر خطی دارد (Lyasko, ۲۰۱۰). جاروسلیو پیتکا در سال ۲۰۰۵ به بررسی اثر تکرار عبور چرخ‌های تراکتورهای کشاورزی بر تنش و وضعیت تغییر شکلی خاک‌های شنی و رسی پرداخت. آزمایشات با چند بار تکرار و در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت در مسیرهای یکسانی انجام گرفت. تنش خاک با استفاده از ترانسدیوسر هایی که در عمق ۱۵ و ۳۰ سانتی متری نصب شده بودند، اندازه‌گیری شد. تغییر شکل سطحی خاک نیز با یک سیستم نوری بررسی شد که قادر بود تغییر شکل را در مساحتی معادل یک مربع ۳۰*۳۰ سانتیمتر تعیین کند. به کمک این سیستم تاثیر افزایش تعداد عبور بر تنش و وضعیت تغییر شکلی خاک تعیین شد. سرعت پیشروی ماشین بر روی خاک نیز توسط برخی پژوهش‌ها در میزان تراکم خاک دخیل دانسته شده است (Çarman, ۱۹۹۴).پرشیونینگ و همکاران در سال ۲۰۰۸ به مدلسازی اثرات فشار باد تایر بر روی توزیع تنش در لایه نزدیک به سطح تماس چرخ و خاک پرداختند. آنها معتقد بودند که توزیع تنش عمودی در زیر

تایر به صورت یکنواخت نمی‌باشد و در این رابطه عواملی همچون شکل و اندازه تایر و سطح تماس چرخ و خاک تاثیرگذار می‌باشد (Schjønning et al., ۲۰۰۸). در تحقیق دیگر، اثر بار عمودی، سرعت پیشروی و تعداد عبور چرخ بر شاخص مخروط و نشست خاک به عنوان شاخصه هایی از فشردگی خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاکی از ان بود که میزان بار و تعداد عبور چرخ اثر معنی داری بر افزایش شاخص مخروط خاک دارد (Derafhpour & Mardani ۲۰۱۷). این تحقیق با هدف بررسی میزان تغییرات تنش توزیعی در خاک با تعداد تردد صورت گرفته در انباره خاک طراحی شده مورد بررسی قرار می گیرد.

۲- روش انجام تحقیق

این تحقیق با استفاده از انباره خاک آزمایشگاه ترامکانیک گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه توسط یک آزمونگر تک چرخ به انجام رسید. ابعاد کانال انباره خاک شامل طول ۲٤ متر، عرض ۲ متر و ۱ متر عمق می‌باشد که عمق لایه‌ی خاک آن برابر ۷۰ سانتیمتر بود (Mardani et al., ۲۰۱۰). رطوبت خاک کانال ۸/۷ درصد و دارای بافت لومی رسی با وزن مخصوص خشک ۱/٤۹ گرم بر سانتیمتر مکعب بود. آزمونگر تک چرخ از نوع چهار بازویی با قابلیت اعمال بار عمودی و تایر مورد استفاده در این تحقیق، یک تایراستاندارد با مشخصات-۸,۲۵ Barez ۱٦ است.پژوهش با هدف بررسی اثر تعدد عبور چرخ در سه پارامتر سرعت، بار و تعداد تردد بر تراکم خاک و تنش در تعامل چرخ و خاک پایه‌ریزی گردید. بر این اساس داده‌های آزمایش در دو فاز جداگانه مربوط به سطح نرم (خاک) و سطح صلب گرفته شد. علاوه بر این تأثیر این سه متغیر بر روی فشردگی خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت. قبل از انجام آزمایش، خاک داخل کانال با استفاده از دنباله‌بندهای ویژه انباره خاک در اتصال به کشنده آن (شامل چنگه، لولر و غلتک) مورد فراوری قرار گرفته و به صورت یکنواخت آماده سازی و تسطیح شد.

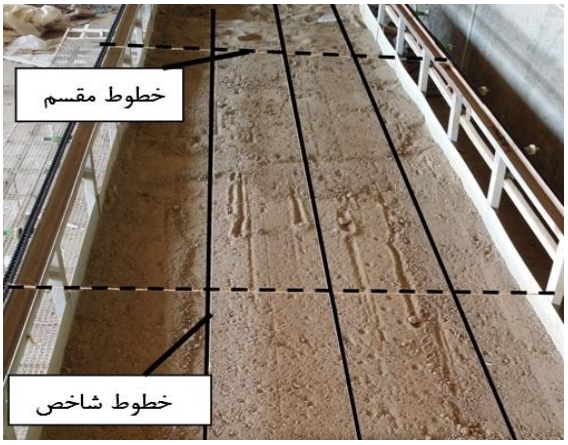
شکل ۱- مراحل آماده سازی خاک : الف) مرحله چنگه زنی

شکل ۱- مراحل آماده سازی خاک : ب) مرحله لولر زنی

شکل ۱- مراحل آماده سازی خاک : ج) مرحله غلتک زنی

شکل ۱- مراحل آماده سازی خاک : د) مرحله نهایی

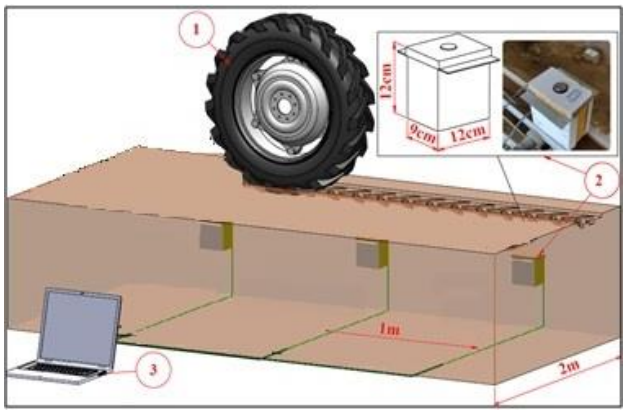
آزمایش‌ها با سه سطح ۲، ۳ و ٤ کیلونیوتن بار روی چرخ و در سه سطح سرعت پیشروی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه انجام شد. به منظور تفکیک کرت‌های آزمایشی و اعمال بار وسرعت در ترددهای جداگانه، خطوط شاخصی درسرتاسر کانال در قالب تقسیم بندی طولی و عرضی کانال پیاده گردید. با جابجایی عرضی آزمونگر چرخ، تردد در روی خطوط شاخص صورت می‌گرفت. لذا ۹ متر از طول کانال خاک در سه بخش سه متری جداسازی گردید که این کار با هدف اعمال سرعت مختلف با سه سطح جداگانه در هریک از قسمت‌های مزبور با یک بار آماده‌سازی خاک صورت گرفت. مطابق شکل ۲ خطوط شاخص، نشان دهنده مسیر حرکت ازمونگر تک چرخ و در عین حال نمایانگر یک سطح از بار و خطوط مقسم تعیین کننده تغییر سطوح متغیرها می باشد.



شکل ۲: الف) پارت بندی انباره خاک

شکل ۲: ب) مسیر حرکت چرخ در ترکیب‌های مختلف تیماری آزمایش-ها در انباره خاک

تعداد ۲۵ عبور مکرر چرخ بر روی هر مسیر صورت گرفته است و مقدار تنش در عمق ۱۰ سانتیمتری از سطح خاک توسط تنش سنج‌های دفن شده در خاک اندازه‌گیری گردید (Derafshpour & Mardani, ۲۰۱۹). تنش در قالب سیگنال ارسالی ترانسدیوسرهای دفن شده در خاک به سیستم تحصیل داده ارسال و در رایانه ذخیره شده است (شکل۳ و ٤).



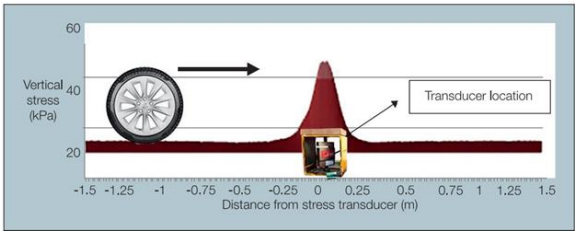
شکل ۳- نحوه قرارگیری تنش سنج‌ها در خاک و سیستم تحصیل داده

شکل ٤ - قرارگیری تنش سنج‌ها در خاک

۳- نتایج

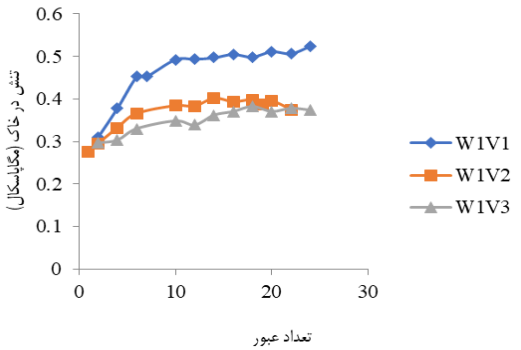
آزمایش‌ها پس از آماده‌سازی خاک در سه سطح سرعت چرخ، سه سطح بار روی چرخ و در تعداد ۲۵ عبور پی در پی به انجام رسید. با استفاده از تنش سنج هایی که در عمق ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک دفن شده بودند تغییرات تنش خاک با توجه به تغییرات پارامترهای ورودی (بار، سرعت و تردد) بدست آمد. از آن‌جایی‌که تنش سنج-ها، میزان تنش در خاک را به‌صورت نقطه‌ای نمایش می-دادند با حرکت چرخ بر روی سطح خاک، تغییرات تنش ثابت بوده و با گذشتن چرخ از مکانی که تنش سنج در پائین آن دفن شده بود، میزان تنش در خاک در آن نقطه از طریق دیتالاگر قابل استحصال بود. شکل ۵ نمونه ای از تغییرات تنش را با توجه به حرکت چرخ در سطح خاک نمایش می‌دهد. در یک نمای کلی با نزدیک شدن چرخ به

تنش سنج، مقدار تنش در خاک به صورت ناگهانی شروع به افزایش نموده و پس از عبور نیز کاهش می‌یابد.

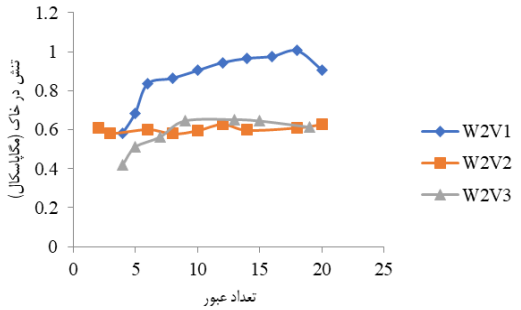


شکل ۵ - منحنی زنگوله‌ای تغییرات تنش در خاک بر اساس داده‌های ارسالی از ترانسدیوسر دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متر

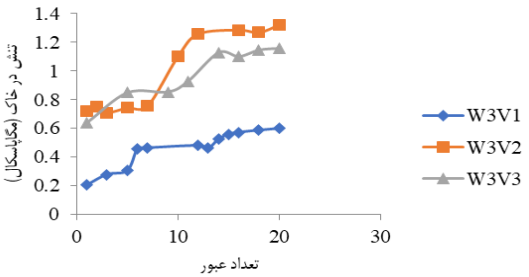
بر اساس نمودار مربوط به شکل ۵، تغییرات تنش در خاک با گذشت زمان ثابت بوده و به هنگام گذر از مکانی که تنش‌سنج در آن قسمت قرار دارد مقدار تغییرات تنش به‌صورت ناگهانی تغییر می‌کند. به منظور بررسی تغییرات تنش با توجه به سطوح متغیرهای وارده، نمودار های مربوط برای متغیرها در تمامی سطوح که شامل بار در سه سطح (۲، ۳ و ٤ کیلو نیوتن)، سرعت در سطح (۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه) و تردد بود استخراج گردید. نمودارهای مربوط به اشکال ٦، ۷ و ۸ تغییرات تنش را با افزایش بار در سه سطح از سرعت نشان می‌دهند. در این نمودارها V و W به ترتیب سطوح مختلف سرعت پیشروی و بار روی چرخ را نشان می‌دهد.



شکل ٦- تغییرات تنش خاک با افزایش سرعت در سطح بار اول (۲ کیلونیوتن)



شکل ۷- تغییرات تنش خاک با افزایش سرعت در سطح بار دوم (۳ کیلونیوتن)



شکل ۸ -تغییرات تنش خاک با افزایش سرعت در سطح بار سوم (٤ کیلونیوتن)

با توجه به سه نمودار بالا که مربوط به تنش خاک در سه سطح از بار با افزایش سرعت می‌باشد می‌توان گفت که در سطح بار اول، تنش ایجاد شده در خاک برای سرعت پائین، بیشترین مقدار و برای سرعت سطح سوم، مقدار کمترین را به خود اختصاص داده است. دلیل این امر را می‌توان چنین توجیه نمود که با افزایش سرعت، چرخ زمان کافی را برای اعمال فشار به خاک پیدا نمی‌کند. همان‌طور که در سرعت پائین‌تر به‌دلیل زمان کافی و سطح تماس حداکثری تایر و خاک، مقدار تنش خاک به بیشترین مقدار خود رسیده است. با افزایش یک سطح از بار، مقدار تنش خاک مربوط به سطح سرعت اول، مجدداً بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است حال آن‌که تنش ایجاد شده برای دو سطح از سرعت (۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه) تقریباً دارای مقدار یکسانی بوده است. با افزایش بار به سطح سوم (٤ کیلونیوتن) این‌بار مقدار تنش خاک مربوط به سطح سرعت دوم، بیشترین و مقدار تنش خاک مربوط به سرعت اول، کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. دلیل امر را می‌توان در اثر ضربات ارتعاشی ناشی از افزایش سرعت توجیه نمود که با رسیدن به سطح سرعت دوم، تأثیر آن به عنوان فاکتور مستقل قابل مشاهده است و البته روند مشابهی در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (Arvidsson and Keller ۲۰۰۷). با افزایش سرعت به سطح سوم مجدداً به دلیل زمان ناکافی در تماس چرخ و خاک از میزان تنش خاک کاسته شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین تفسیر نمود که اگر قدرت وسیله کشنده به اندازه کافی زیاد باشد پیشنهاد می‌شود که عملیات کشاورزی با سرعت بالا صورت گیرد تا از افزایش بی رویه‌ی فشردگی خاک و تنش آن اجتناب گردد (Nguyen et al., ۲۰۰۸).

به منظور بررسی تأثیر پارامترهای متغیر شامل تردد و بار عمودی بر افزایش تنش خاک از تحلیل آماری نیز بهره جسته شد. با توجه به این‌که چرخ در هر تردد تأثیر چشمگیری بر روند افزایش تنش خاک می‌گذاشت متغیر تردد به عنوان فاکتور مستقل مورد بررسی قرار گرفت تا تأثیر آن به عنوان پارامتر مستقل بر روی تنش خاک مورد برررسی قرار گیرد. بر اساس آن‌چه که از جدول۱پیداست تردد در تمامی سطوح مختلف متغیرهای بار ، تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر روی افزایش تنش خاک داشته است.

جدول ۱ -بررسی معنی داری تردد بر رو ی تنش خاک در سطوح مختلف بار و تردد

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	F	Sig	درصد توزیع احتمال
وزن	۳۶۰۶۲/۰۳۶	۲	/۵۹۶ ۲۸	/۰۰۰ ۰	۵/۱۶
تعداد تردد	/۰۵۳ ۵۶۲۷۲۲	۲۰	/۶۲۳ ۴۴	/۰۰۰ ۰	/۴۵ ۸۰
وزن * تعداد تردد	۱۸۱۶۲/۸۵۴	۲۱	۱/۳۷۲	/۱۸۶ ۰	۲/۶
خطا کل	۲۷۷۴۳/۵۰۹ /۸۰۳ ۶۹۹۴۴۷	۴۴ ۸۷			۳/۹۷

۴- نتیجه‌گیری

در نتایج به‌دست آمده، اثر پارامترهای تردد، بار و سرعت پیشروی بر روی تراکم خاک و تنش مورد بررسی قرار گرفت. ازآن‌جایی‌که اهمیت نسبی بار چرخ و سرعت پیشروی در حین عملیات زراعی، بر روی فشردگی لایه-های زیرین و فوقانی خاک همواره مورد بحث بوده است بررسی تنش خاک به‌واسطه فاکتور چند بار تردد چرخ از اهداف این تحقیق بود. طی این آزمایش‌ها با هدف تعیین حداکثر میزان تنش در لایه‌های تحتانی خاک، اندازه گیری فشار خاک در سطوح بار و سرعت‌های مختلف و مقایسه مقادیر اندازه گیری شده مورد بررسی قرار گرفت. اندازه گیری تنش خاک در عمق ۲۰ سانتی متری از خاک با استفاده از سنسورهای طراحی شده صورت گرفت. میزان تنش در سرعت پائین به دلیل تماس حداکثری چرخ و خاک، بیشترین مقدار بوده و با افزایش بار، به مراتب بالاتر بوده است که با نتایج دیگر تحقیقات نیز همخوانی داشته است.

منابع

- A. Calleja-Huerta, M. Lamandé, O. Green, L.J. **۲۰۲۳. Munkholm,** Impacts of load and repeated wheeling from a lightweight autonomous field robot on the physical properties of a loamy sand soil, Soil and Tillage Research,Volume ۲۳۳,.
- Arvidsson, J. and T. Keller (۲۰۰۷). "Soil stress as affected by wheel load and tyre inflation pressure." Soil and Tillage Research ۹۶(۱): ۲۸۴-۲۹۱
- Burt, E. C., A. C. Bailey, R. M. Patterson and J. H. Taylor. ۱۹۷۹. Combined effects of dynamic load and travel reduction on tire performance. Transactions of the ASAE ۲۲: ۴۰-۰۰۴۵.
- Çarman, K. (۱۹۹۴). "Tractor forward velocity and tire load effects on soil compaction." Journal of Terramechanics ۳۱(۱): ۱۱-۲۰.
- Elwaleed, A., A. Yahya, M. Zohadie, D. Ahmad and A. Kheiralla. ۲۰۰۶. Effect of inflation pressure on motion resistance ratio of a high-lug agricultural tyre. Journal of Terramechanics ۴۳: ۶۹-۸۴.
- Lyasko, M. (۲۰۱۰). "Multi–pass effect on off-road vehicle tractive performance." Journal of Terramechanics ۴۷(۵): ۲۷۵-۲۹۴.
- Nguyen, V. N., T. Matsuo, S. Inaba and T. Koumoto (۲۰۰۸). "Experimental analysis of vertical soil reaction and soil stress distribution under off-road tires **"**.Journal of Terramechanics ۴۵(۱–۲): ۲۵-۴۴.
- Pytka, J. ۲۰۰۵. Effects of repeated rolling of agricultural tractors on soil stress and deformation state in sand and loess. Soil and Tillage Research ۸۲ (۱): ۷۷-۸۸.

- Schjønning, P., and M. Lamandé. ۲۰۱۰. A note on the vertical stresses near the soil-tyre interface. Soil and Tillage Research ۱۰۸ (۱): ۷۷-۸۲.
- Verma, B., A. Bailey, R. Schafer and J. Futral. ۱۹۷٦. A pressure transducer in soil compaction study. Transactions of the ASAE ۱۹: ٤٤۲-۰٤٤۷.
- A. Mardani, K. Shahidi, A. Rahmani, B. Mashoofi, H. Karimmaslak. ۲۰۱۰. Studies on along soil bin for soil-tool interaction, Cercet˘ari Agronomice în Moldova ۱٤۲ (۲٥–۱۰).
- Derafshpour, S., & Mardani, A. ۲۰۲۱. Development of a Novel System for Measuring Soil Stress and Rut Depth Under Off-Road Vehicle Tires. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, *24*(۷), ۳۰-۳۸.
- Elwaleed, A. K., Yahya, A., Zohadie, M., Ahmad, D., & Kheiralla, A. F. ۲۰۰٦. Net traction ratio prediction for high-lug agricultural tyre. Journal of Terramechanics, ٤۳(۲), ۱۱۹-۱۳۹.
- Burt, E. C., Bailey, A. C., Patterson, R. M., & Taylor, J. H. ۱۹۷۹. Combined effects of dynamic load and travel reduction on tire performance. Transactions of the ASAE, ۲۲(۱), ٤۰-۰۰٤٥.
- Derafshpour, S., & Mardani, A. ۲۰۱۷. Investigating the effects of tire load, forward velocity and multi-pass on cone index and soil compaction. Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery, ٦(۲).

Evaluation of the wheel multi-pass effect on the density and compaction of agricultural soils in soil bin

Sajjad Derafshpour[۱] ; Aref Mardani[۲*]

[۱] Ph.D of mechanical Engineering, Faculty of agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[۲] Associate professor., Faculty of agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

Agricultural soil compaction is a destructive phenomenon, which is mostly attributed to the passage of agricultural machines during agricultural operations. In this research, the effect of wheel passage on the soil has been investigated in terms of density and stress in the soil. Tests have been designed and implemented using a single-wheel tester in the soil bin environment, which includes three independent variables of load on the wheel, forward velocity, and the number of wheel passages, in the number of levels ۳, ۳, and ۲۵ levels, respectively. Stress measurement in the soil depth indicates the creation of a variable stress bell wave in the soil, which reaches its maximum value when the wheel travels on the stress transducer and then undergoes a sudden decrease. The stress changes in the first to fifth passes have caused the most changes, and in the upper passes, with the stabilization of the soil layer, the stress changes have decreased. Increasing the load on the wheel in any case leads to an increase in soil stress and density, and this change has appeared in the number of initial passes more than the passes above ۱۰.

Introduction

Nowadays, soil – tire interaction from the point of view of soil management and product production is of great interest, and efforts are being made to design and prepare tools and methods for dealing with soil in such a way that as much as possible, the destructive effects of soil and also the waste of energy that It includes economic and environmental limitations and should be prevented.The research conducted by the researchers has shown that about ۲۰-۵۰٪ of the energy of the driving wheels is lost in the interaction between the wheel and the soil. Repeating wheel passes on the soil causes compaction in the soil, which, of course, has a non-linear relationship with the number of wheel passes. The speed of the machine on the soil is also considered to be involved in the amount of soil compaction by some researches.

Methodology

Experiments have been designed and implemented to investigate the compaction effect of the wheel on the soil. This research was carried out using a single-wheel tester using the soil bin of the Terramechanics laboratory of the Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Urmia University.

The research was conducted with the aim of investigating the effect of the number of wheel passes in three parameters of speed, load and number of passes on soil density and stress in wheel-soil interaction. Based on this, the test data were taken in two separate phases related to soft surface (soil) and rigid surface. In addition, the effect of these three variables on soil compaction was also investigated. The four-arm type single-wheel tester with the ability to apply vertical load and the tire used in this research is a standard tire with specifications Barez ۸٫۲۵-۱۶.

The experiments were performed with three levels of ۲, ۳ and ٤ kN load on the wheel and three levels of forward speed of ۰٫۵, ۱ and ۱٫۵ m/s. In order to separate the test plots and apply load and

speed in separate traffic, indicator lines were implemented across the channel in the form of longitudinal and transverse division of the channel. By moving the wheel tester transversely, traffic was carried out on the indicated lines. ۲۵ repeated passes of the wheel were made on each path and the amount of stress was measured at a depth of ۱۰ cm from the soil surface by stress gauges buried in the soil.

Conclusion

After preparing the soil, the tests were performed at three levels of wheel speed, three levels of load on the wheel and in the number of ۲۵ consecutive passes. By using stress gauges that were buried ۲۰ cm from the soil depth, changes in soil stress were obtained according to changes in input parameters (load, speed and traffic). Since the stress transducers displayed the amount of stress in the soil as a point, with the movement of the wheel on the soil surface, the stress changes were constant and when the wheel passed the place where the stress transducer was below was buried, the amount of stress in the soil at that point could be obtained through the data logger. In an overview, as the wheel approaches the stress transducer, the amount of stress in the soil starts to increase suddenly and decreases after passing. In the obtained results, the effect of traffic parameters, load and advancing speed on soil compaction and stress was investigated. Since the relative importance of wheel load and speed of progress during agricultural operations on the compression of the lower and upper layers of the soil has always been discussed, the investigation of soil stress through the factor of wheel traffic frequency was one of the goals of this research. During these tests, with the aim of determining the maximum amount of stress in the lower layers of the soil, soil pressure was measured at different load levels and speeds and the measured values were compared. Soil stress was measured at a depth of ۲۰ cm from the soil using designed sensors. The amount of stress was the highest at low speed due to the maximum contact between the wheel and the soil, and with increasing load, it was much higher, which was consistent with the results of other researches. Based on the results obtained in the first load level, the stress created in the soil has the highest value for the low speed and the lowest value for the third level speed. The reason for this can be explained by increasing the speed, the wheel does not have enough time to exert pressure on the soil. As in the lower speed, due to sufficient time and the maximum contact surface of the tire and the soil, the soil stress value has reached its maximum value. With the increase of one level of load, the value of the soil stress related to the first speed level has again the highest value, while the stress created for two levels of speed (۱ and ۱٫۵ m/s) has approximately been the same. By increasing the load to the third level (٤ kN), this time the soil stress value related to the second speed level is the highest and the soil stress value related to the first speed is the lowest value. By increasing the speed to the third level again, due to the insufficient time in contact between the wheel and the soil, the amount of soil stress was reduced.

Keywords

Soil Compaction; Agricultural soil; Soil and tire ; Soil bin; Soil stress.