

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی
گروه آموزشی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

اندازه‌گیری تراکم خاک برای دو نوع تایلر تراکتور با در نظر گرفتن تاثیر فشار باد تایلر و تردد
در عمق‌های مختلف

استاد راهنما:

دکتر غلامحسین شاهقلی

استاد مشاور:

دکتر یوسف عباسپور گیلانده

پژوهشگر:

بهرام احمدی سلطان‌آباد

شهریور ۱۳۹۳



دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی
گروه آموزشی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

اندازه‌گیری تراکم خاک برای دو نوع تایر تراکتور با در نظر گرفتن تاثیر فشار باد تایر و تردد
در عمق‌های مختلف

پژوهشگر:

بهرام احمدی سلطان آباد

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی

امضاء	سمت	مرتبه‌ی علمی	نام و نام خانوادگی
	استاد راهنما و رئیس کمیته‌ی داوران	استادیار	دکتر غلامحسین شاهقلی
	استاد مشاور	دانشیار	دکتر یوسف عباسپور گیلانده
	داور	دانشیار	بهمن نجفی

شهریور ۱۳۹۳

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب بهرام احمدی سلطان آباد دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۱۳۳۴۱۳۱۰۱ که در تاریخ ۱۳۹۳/۰۷/۱۵ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان اندازه‌گیری تراکم خاک برای دو نوع تیر تراکتور با در نظر گرفتن تاثیر فشار باد تیر و تردد در عمق‌های مختلف دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

(۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.

(۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

(۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.

(۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانت‌داری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده‌ام.

(۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

(۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.

(۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

تقدیم به:

وجود مقدس پدر عزیزم و مهربان مادرم، آنان که ناتوان شدند تا من به توانایی برسم. می‌سپید کردنتا من
رو سفید شوم و قاشقان خمیده شدتا من سر بلند بانم.

به برادران عزیزم به پاس حافظه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین
پشتیانم بودند.

به خواهرانم که وجودش شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است.

به استادان فرزانه و فرهیخته‌ای که در راه کسب علم و معرفت مریاری نمودند.

سپاسگزاری:

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید. با تقدیر و درود فراوان خدمت پدر و مادر بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است.

از استاد گرامیم جناب آقای دکتر غلامحسین شاهقلی بسیار سپاسگذارم چرا که بدون راهنماییهای ایشان

تامین این پایان نامه بسیار مشکل می نمود.

از جناب آقای دکتر یوسف عباسپور گیلانده به دلیل یاریها و راهنماییهای بی چشمداشت ایشان که بسیاری

از سختیها را برایم آسانتر نمودند،

با سپاس بی دریغ خدمت دوستان گران مایه ام آقایان فرزام شیردل و هادی محمدغریبانی که مرا صمیمانه و

مشفقانه یاری داده اند.

و در پایان از مسئول محترم کارگاه ماشینهای کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی جناب آقای مهدی زاده

جهت همکاری بیدریغ ایشان جهت پیشبرد این پایان نامه سپاسگذارم.

نام خانوادگی دانشجو: احمدی سلطان آباد	نام: بهرام
عنوان پایان‌نامه: اندازه‌گیری تراکم خاک برای دو نوع تایلر تراکتور با در نظر گرفتن تاثیر فشار باد تایلر و تردد در عمق های مختلف	
استاد راهنما: دکتر غلامحسین شاهقلی استاد مشاور: دکتر یوسف عباسپور گیلانده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی کشاورزی
گرایش: مکانیک ماشین‌های کشاورزی	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: فناوری کشاورزی و منابع طبیعی تاریخ دفاع: ۱۳۹۳/۰۷/۱۵ تعداد صفحات: ۶۰	
<p>چکیده: افزایش وزن و تردد تراکتورها و به دنبال آن افزایش تراکم خاک، هنگام انجام عملیات کشاورزی یکی از مسائل مهم در علم کشاورزی جدید می باشد. در همین راستا بررسی تراکم خاک‌های زراعی به دلیل تاثیر منفی بر میزان رشد و تولید محصول و کاهش بازده زمین‌های زراعی اهمیت زیادی دارد. فشردگی خاک توسط ترافیک ماشین‌ها، یک فرآیند پیچیده با عوامل تاثیر گذار متعدد است. عواملی همچون رطوبت خاک، فشار باد تایلر، بار بر روی چرخ‌ها، تعداد تردد و ... در فشردگی خاک نقش دارند. هدف این تحقیق بررسی تراکم خاک برای دو نوع تایلر تراکتور با در نظر گرفتن تاثیر فشار باد تایلر و تردد در عمق‌های مختلف خاک می باشد. برای انجام آزمایش از ۱۲ عدد استوانه نمونه برداری در هر مرحله استفاده شد. ابتدا پروفیلی در خاک حفر شد و استوانه‌ها در چهار عمق در داخل پروفیل قرار گرفتند و سپس پروفیل با خاک پر شد. از یک تراکتور ITM70 مجهز به نهرکن به منظور انجام آزمایش و عبور از روی پروفیل استفاده شد. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در سه فشار باد تایلر، سه سطح تردد ۱، ۳ و ۵ بار عبور و چهار سطح عمق ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر و در سه تکرار، برای هر یک از تایلرهای معمولی و باریک انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، که اثرات اصلی فشار باد تایلر، تردد و عمق در سطح احتمال ۱٪، بر روی تغییرات تراکم خاک در هر دو تایلر معنی‌دار بود. برای تایلر معمولی، اثرات متقابل دو تایی، عمق در فشار باد تایلر و تردد در فشار باد تایلر در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل عمق در تردد در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. در بررسی تایلر باریک اثرات متقابل دو تایی، عمق در فشار باد تایلر و تردد در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل فشار باد تایلر در تردد معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از مقایسه دو نوع تایلر نشان داد، که اثر اصلی نوع تایلر و همچنین اثرات متقابل نوع تایلر در عمق و نوع تایلر در تردد در سطح احتمال ۱٪ تاثیر معنی‌داری بر روی تراکم خاک دارند. نتایج نشان داد در حالت کلی افزایش فشار باد تایلر باعث افزایش تراکم خاک می‌شود، زیرا با افزایش فشار باد تایلر سطح تماس تایلر با خاک کاهش می‌یابد و در نتیجه تنش افزایش می‌یابد. برای تایلر معمولی فشار باد تایلر تا عمق ۳۰ سانتی‌متر تاثیر زیادی دارد. در بررسی اثر نوع تایلر مشاهده شد، تایلر باریک نسبت به تایلر معمولی به صورت قابل ملاحظه‌ای تراکم خاک را بیشتر افزایش می‌دهد. به طوری که تایلر باریک حتی در لایه‌های زیرین، بیشتر از تایلر معمولی در لایه‌های سطحی، تراکم ایجاد می‌کند، زیرا تایلر باریک به ازای بار ثابت سطح مقطع کمتری دارد و تنش بیشتری بر خاک وارد می‌کند.</p>	
کلید واژه‌ها: تراکم خاک، فشار باد تایلر، نوع تایلر، تایلر باریک، تایلر معمول	

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- عوامل موثر بر فشردگی خاک	۴
۱-۲-۱- بافت خاک	۴
۱-۲-۲- لغزش چرخ	۴
۱-۲-۳- تردد و تکرار بارگذاری	۵
۱-۲-۴- مواد آلی و کانی‌های خاک	۶
۱-۲-۵- درصد رطوبت خاک	۶
۱-۲-۶- بار وارده بر خاک	۷
۱-۲-۷- فشار باد تأیر	۸
۱-۲-۸- سرعت پیش روی	۸
۱-۳- معیارها و روش‌های اندازه‌گیری تراکم خاک	۹
۱-۳-۱- مقاومت نفوذ سنج (شاخص مخروطی)	۹
۱-۳-۲- اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری	۱۰
۱-۳-۳- تخلخل خاک	۱۱
۱-۳-۴- اصطکاک دانسیته نسبی	۱۱
۱-۳-۶- ترانسدیوسر جابه‌جایی و کرنش سنج‌ها	۱۲
۱-۳-۷- میزان نشست خاک	۱۲
۱-۳-۸- استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری	۱۳
۱-۴- چرخ و تایرها	۱۴
۱-۴-۱- نوع و اندازه تایرها	۱۵
۱-۴-۲- خواصی‌دگی تایر	۱۵

- ۱-۴-۳- فشار باد تایر ۱۵
- ۱-۵-۵- ضرورت و هدف پژوهش ۱۶
- ۱-۶-۶- پیشینه تحقیق ۱۷

فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۲-۱- آزمایشات مزرعه‌ای ۲۴
- ۱-۱-۲- خاک آزمایش ۲۴
- ۱-۱-۱-۲- تعیین بافت خاک ۲۴
- ۱-۱-۲-۲- تعیین درصد رطوبت خاک ۲۵
- ۱-۱-۲-۳- تعیین رطوبت بحرانی خاک ۲۵
- ۱-۲-۲- تراکتور ۲۶
- ۱-۲-۳- تایرهای آزمایش ۲۷
- ۱-۲-۴- استوانه‌های نمونه برداری ۲۷
- ۱-۲-۵- روش نمونه برداری از خاک ۲۷
- ۲-۲- اندازه‌گیری‌های کارگاهی ۳۰

فصل سوم: نتایج

- ۱-۳- تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک برای تایر معمول ۳۲
- ۱-۱-۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی بر مقدار وزن مخصوص ظاری خاک برای تایر معمول ۳۳
- ۱-۱-۱-۳- اثر فشار باد تایر بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۳
- ۱-۱-۲-۳- اثر میزان تردد بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۴
- ۱-۱-۳-۳- اثر میزان عمق بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۵

- ۳۵ ۳-۱-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر مقدار وزن مخصوص ظاری خاک برای تایر معمول
- ۳۶ ۳-۱-۲-۱- اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۳۷ ۳-۱-۲-۲- اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۳۹ ۳-۱-۲-۳- اثر متقابل عمق در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۴۱ ۳-۲- تجزیه واریانس داده های حاصل از اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری خاک برای تایر باریک
- ۴۲ ۳-۱-۲-۱- مقایسه میانگین اثرات اصلی بر مقدار وزن مخصوص ظاری خاک برای تایر باریک
- ۴۲ ۳-۱-۱-۲- اثر فشار باد تایر بر وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۴۳ ۳-۱-۲-۲- اثر میزان تردد بر وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۴۴ ۳-۱-۲-۳- اثر میزان عمق بر وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۴۵ ۳-۲-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر مقدار وزن مخصوص ظاری خاک برای تایر باریک
- ۴۵ ۳-۱-۲-۲- اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۴۶ ۳-۲-۲-۲- اثر متقابل عمق در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۴۸ ۳-۳- تجزیه واریانس داده های حاصل از اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری خاک برای دو نوع تایر
- ۴۹ ۳-۱-۳-۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی بر مقدار وزن مخصوص ظاری خاک برای دو نوع تایر
- ۴۹ ۳-۱-۱-۳-۳- اثر نوع تایر بر وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۵۰ ۳-۲-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل بر مقدار وزن مخصوص ظاری خاک برای تایر معمول
- ۵۰ ۳-۱-۲-۳-۳- اثر متقابل نوع تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک
- ۵۲ ۳-۲-۳-۳- اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک

فصل چهارم: نتیجه گیری

- ۵۵ ۴-۱- نتایج و بحث تایر معمول
- ۵۶ ۴-۲- نتایج و بحث تایر باریک
- ۵۶ ۴-۳- نتایج مقایسه دو نوع تایر
- ۵۷ ۴-۴- پیشنهادات
- ۵۸ منابع و مأخذ

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲: درصد فراوانی شن، سیلت و رس خاک ۲۵
- جدول ۱-۳: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک برای تایر معمول ۳۲
- جدول ۲-۳: نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی بر وزن مخصوص ظاهری خاک در سطح احتمال ۱٪ ۳۳
- جدول ۳-۳: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۶
- جدول ۳-۴: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۸
- جدول ۳-۴: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۰
- جدول ۳-۶: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک برای تایر باریک ۴۱
- جدول ۳-۷: نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی بر وزن مخصوص ظاهری خاک در سطح احتمال ۱٪ ۴۲
- جدول ۳-۸: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۵
- جدول ۳-۹: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۷
- جدول ۳-۱۰: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک برای تایر معمول و باریک ۴۸
- جدول ۳-۱۱: نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی بر وزن مخصوص ظاهری خاک در سطح احتمال ۱٪ ۴۹
- جدول ۳-۱۲: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع تایر در عمق بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۵۱
- جدول ۳-۱۳: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع تایر در تردد بر وزن مخصوص ظاهری خاک ۵۲

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱ - ۱: تغییرات چگالی خاک در اثر تغییرات درصد بکسوات ۵
- شکل ۱ - ۲: اثر تعداد تردد بر چگالی خاک ۶
- شکل ۱ - ۳: تعیین رطوبت حد بحرانی ۷
- شکل ۱ - ۴: تغییر تنش ماکزیمم خاک در اثر تغییرات فشار باد تایر و باگذاری ۸
- شکل ۱ - ۵: تغییر چگالی خاک در اثر تغییر سرعت پیشروی ۹
- شکل ۱ - ۶: استفاده از سنسورهای تماسی برای اندازه‌گیری فشار تماسی ۱۲
- شکل ۱ - ۷: تغییرات عمق شیار در اثر تغییرات سرعت ۱۳
- شکل ۱ - ۸: شبیه‌سازی فشردگی خاک با استفاده از نرم افزار ۱۳
- شکل ۱ - ۹: سه نوع از اقسام لایه‌های ساختمانی تایر ۱۴
- شکل ۱ - ۱۰: انواع فشار باد تایر ۱۶
- شکل ۱ - ۱۱: توزیع تنش در خاک ۱۹
- شکل ۱-۱۲: مقایسه توزیع تنش تایر 800/50R34 و 560/45R22.5 ۲۰
- شکل ۲-۲: تعیین رطوبت بحرانی خاک ۲۶
- شکل ۲-۳: تراکتور آزمایش مجهز به نهرکن ۲۶
- شکل ۲-۴: تصویر تایر باریک و پهن ۲۷
- شکل ۲-۵: استوانه‌های نمونه برداری ۲۷
- شکل ۲-۶: نحوه قرار گیری استوانه‌ها در داخل پروفیل خاک ۲۸
- شکل ۲-۷: عبور تراکتور با دو نوع تایر از روی پروفیل خاک ۲۹
- شکل ۲-۸: قرار دادن نمونه‌ها در آون ۳۰
- شکل ۳ - ۱: اثر فشار باد تایر بر مقادیر میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۳
- شکل ۳ - ۲: اثر تردد بر مقادیر میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۴
- شکل ۳ - ۳: اثر عمق بر مقادیر میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۵
- شکل ۳ - ۴: اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۷

- شکل ۳ - ۵: اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۷
- شکل ۳ - ۶: اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۸
- شکل ۳ - ۷: اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۳۹
- شکل ۳ - ۸: اثر متقابل عمق در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۰
- شکل ۳ - ۹: اثر متقابل عمق در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۱
- شکل ۳ - ۱۰: اثر فشار باد تایر بر مقادیر میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۳
- شکل ۳ - ۱۱: اثر تردد بر مقادیر میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۴
- شکل ۳ - ۱۲: اثر عمق بر مقادیر میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۴
- شکل ۳ - ۱۳: اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۶
- شکل ۳ - ۱۴: اثر متقابل فشار باد تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۶
- شکل ۳ - ۱۵: اثر متقابل عمق در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۷
- شکل ۳ - ۱۶: اثر متقابل عمق در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۴۸
- شکل ۳ - ۱۷: مقایسه اثر تایر معمول و باریک بر مقادیر میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک ۵۰
- شکل ۳ - ۱۸: اثر متقابل نوع تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۵۱
- شکل ۳ - ۱۹: اثر متقابل نوع تایر در عمق بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۵۲
- شکل ۳ - ۲۰: اثر متقابل فشار باد تایر در تردد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک ۵۳

فصل اول:

مقدمه و پیشینه تحقیق

۱-۱- مقدمه

امروزه در کشاورزی مدرن استفاده از ماشین‌های کشاورزی امری اجتناب ناپذیر است. زیرا جمعیت چندین برابر عصر حاضر به محصولات و مواد غذایی بیشتر، بهتر و مرغوبتر نیازمند هستند، و روش‌های نوین کشاورزی بایستی پاسخگوی این نیازها باشند. اما برای استفاده از این ماشین‌ها مدیریت خاصی لازم است؛ تا از ماشین‌ها بتوان، استفاده مناسبی در امر تولید داشت. یکی از این مدیریت‌ها ارتباط ماشین‌ها با خاک زراعی می‌باشد. با وسایلی که با خاک زراعی در تماس هستند، از یک سو رابطه‌ی ماشین و خاک مطرح می‌شود، و از سوی دیگر خاک که به عنوان عاملی موثر در فعالیت‌های بیولوژیکی ریشه، تهویه، ظرفیت نگهداری آب، نفوذ-پذیری و غیره، به حساب می‌آید، مطرح می‌شود.

فشردگی خاک یکی از اثرات نامطلوب ماشین‌ها بر روی خاک می‌باشد. مهمترین بخش فشردگی در اثر تردد ماشین‌های سنگین در مراحل مختلف کشاورزی اعم از کاشت، داشت و برداشت اتفاق می‌افتد؛ و در سال‌های اخیر با توجه به افزایش اندازه و توان تراکتورها این امر شدت یافته است. در مناطقی که کشاورزی زیادی در آن‌ها انجام می‌شود، ممکن است تمام سطح خاک پنج بار با تردد چرخ‌های ماشین‌ها پوشانده شود (کارمن^۱، ۲۰۰۲). بخش دیگری از تراکم به وسیله ماشین‌های خاکورزی مانند نهرکن، زیرشکن، گاوآهن و غیره اتفاق می‌افتد. تراکم خاک در اثر کاهش حجم خاک غیر اشباع در نتیجه افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک یا همان کاهش تخلخل ایجاد می‌شود. تراکم خاک سبب به هم خوردن حالت تعادل فاز جامد، مایع و گاز خاک می‌شود، و با افزایش فاز جامد مقاومت مکانیکی خاک افزایش یافته و رشد ریشه در خاک را با مشکل روبه‌رو می‌کند. تراکم خاک سبب کاهش نفوذ آب در خاک، افزایش فرسایش خاک، تخریب ساختمان خاک و کاهش هوا دهی

خاک می‌شود، و در نهایت سبب کاهش بازده محصول و زمین‌های زارعی و به خطر افتادن پایداری خاک می‌شود (کالی^۱، ۲۰۰۳). تراکم یکی از مهمترین عوامل تخریب ساختمان فیزیکی خاک می‌باشد، و تخلخل خاک را کاهش می‌دهد، و سبب تغییر شکل و اندازه منافذ خاک می‌شود (پالیئی^۲ و همکاران، ۲۰۰۳). تراکم خاک ممکن است برای مدت زمان طولانی باقی بماند، و در نتیجه یک تهدید مهم برای بهره‌وری مناسب خاک بشمار آید (سوئن و اورگرک^۳، ۱۹۹۴).

تراکم، ناشی از اعمال تنش بر خاک و تغییر وزن مخصوص ظاهری خاک است، و میزان تنش در ماشین‌های نقلیه کشاورزی تحت تاثیر دو عامل تغییر می‌کند؛ با تغییر بار یا سطح تماس. تحقیقات گذشته نشان داده است که از جمله موارد تاثیر گذار بر میزان تنش نوع تایر و فشار باد تایر می‌باشد. فشار باد تایر، سفتی تایر و در نتیجه سطح تماس تایر با زمین را تعیین می‌کند. تنظیم فشار باد تایر به عنوان یک عامل مهم در کاهش تراکم مورد استفاده قرار گرفته است. نوع و اندازه تایر سطح تماس تایر با خاک را مشخص می‌کند. پس با انتخاب فشار باد مناسب و تایر مناسب می‌توان تراکم خاک را کاهش داد. هدف از تحقیق بررسی نوع تایر و فشار باد تایر بر تراکم خاک می‌باشد.

محققان در سال‌های اخیر در صدد اتخاذ روش‌های کشاورزی دقیق هستند، که با استفاده از آن تردد وسایل در زمین‌های کشاورزی را کاهش دهند. اما همین ماشین‌ها که با ترکیب اعمال کشاورزی تردد در مزرعه را کاهش می‌دهند، سنگین‌تر بوده و دارای توان و ظرفیت کششی بیش‌تر می‌باشند، و در نتیجه خاک را بیشتر متراکم می‌کنند. راه‌حل دیگر برای کاهش تراکم خاک دانستن فرایند ونحوه‌ی عملکرد تراکم و عوامل تاثیر گذار بر میزان تراکم است، تا محققان با استفاده از این دانسته‌ها بتوانند بهترین نوع وسایل و ماشین‌آلات با بهترین تنظیمات و بهترین روش‌های تردد را بدست آورند و کشاورزان در انتخاب و عملکرد موثر، در محدوده وسیعی از ماشین‌ها یاری کنند.

2 - Kulli
3 - Pagliai
2 – Soane & Owerkerk

۱-۲- عوامل موثر بر فشردگی خاک:

خاک داری ساختار پیچیده‌ای است، و از دیدگاه فیزیکی از یک سیستم سه قسمتی از فازهای جامد، مایع و گاز تشکیل شده است، و فاز جامد خاک مجموعه‌ای از مواد عالی و معدنی می باشد. این ساختار پیچیده خاک و از سوی دیگر استفاده از ماشین‌های گوناگون باعث شده است، که فشردگی خاک توسط ماشین‌های کشاورزی، یک فرایند پیچیده با عوامل تاثیر گذار متعدد باشد. نوع ماشین و وزن آن، مقدار رطوبت، بافت خاک، فشار باد، لغزش چرخ‌ها، میزان تردد، سرعت پیشروی و غیره از عوامل موثر در فشردگی خاک می‌باشند. با توجه به اهمیت مساله فشردگی در کشاورزی اطلاع از عوامل تاثیرگذار در جهت شناخت راهکارهای مدیریتی به منظور کنترل و مدیریت تراکم خاک لازم می باشد. در ادامه به برخی از این عوامل اشاره می شود.

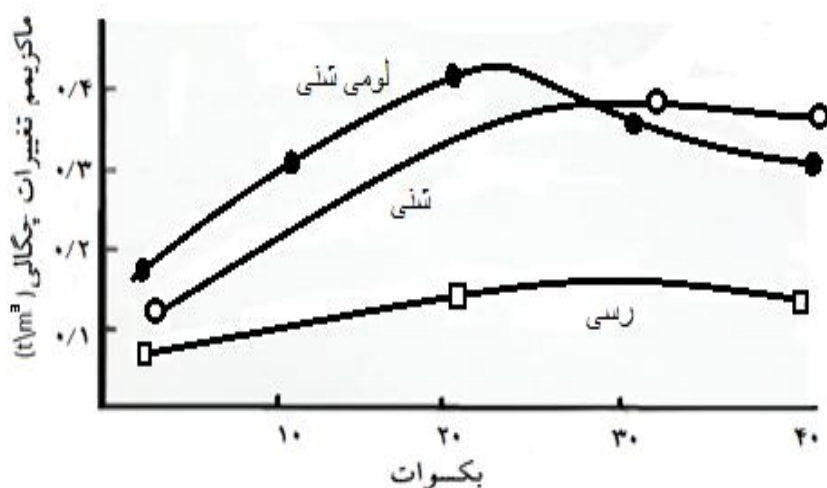
۱-۲-۱- بافت خاک

اولین عامل موثر در فشردگی خاک بافت آن است. خاک از مواد آلی، معدنی و فضای خالی بین این مواد تشکیل شده است. مواد معدنی خاک را ذرات رس، شن و لای در بر گرفته است. این ذرات به طور کامل به هم فشرده نمی‌شوند، بلکه فضای خالی بین آن‌ها وجود دارد. که این فضای باز نقش مهمی در رشد گیاهان دارد، زیرا اجازه می‌دهد، که حفره‌هایی از هوا و آب در خاک تشکیل شود. فشردگی خاک هنگامی اتفاق می افتد، که ذرات خاک در هم فشرده شده و فضای خالی برای آب و هوا کاهش می‌یابد. در خاک‌های رسی به علت این که ذرات کوچک‌تر می‌باشد، ذرات به هم نزدیک‌تر شده و فضای خالی کمتری بین آن‌ها باقی می ماند، و به همین دلیل این خاک‌ها نسبت به خاک‌های شنی که اندازه درشت‌تری دارند، تراکم پذیرتر هستند. شاخص تراکم پذیری با افزایش رس تا ۵۰٪ افزایش می یابد.

۱-۲-۲- لغزش چرخ

آزمایشات نشان داده است، با افزایش لغزش چرخ تراکتور، تراکم خاک افزایش می‌یابد. همان‌طور که در شکل ۱-۱ مشاهده می‌شود، در خاک‌های شنی و رسی با افزایش لغزش چرخ تا ۳۰٪ شاهد افزایش وزن

مخصوص ظاهری خاک هستیم. ماکزیمم تغییرات در خاک لومی شنی، در لغزش چرخ ۲۵٪ رخ می‌دهد (شهیدی، ۱۳۸۴).

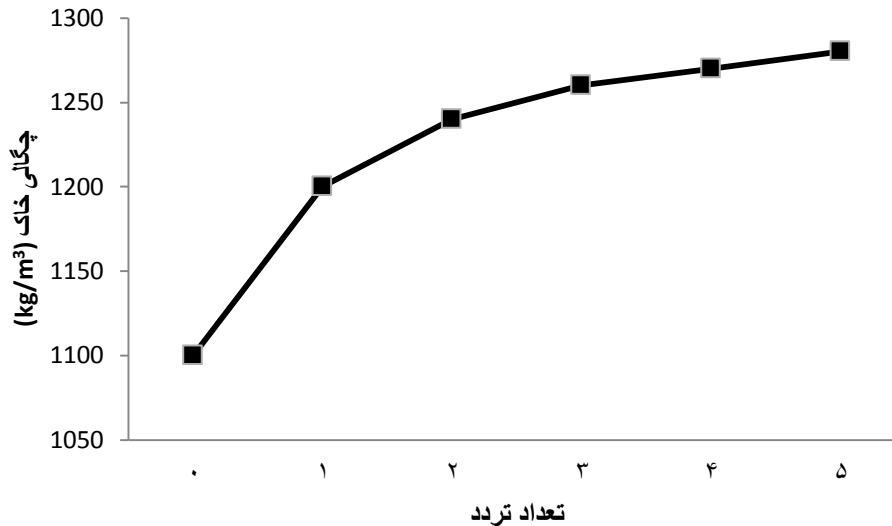


شکل ۱-۱: تغییرات وزن مخصوص ظاهری خاک در اثر تغییرات درصد بکوات

۱-۲-۳- تردد و تکرار بارگذاری

با افزایش تعداد تردد ماشین‌ها، دفعات بارگذاری افزایش یافته و در نتیجه تراکم خاک افزایش می‌یابد. اوگانجیرین^۱ و همکاران یک سری آزمایشات مزرعه‌ای را در فشارهای مختلف چرخ عقب تراکتور ۴۸، ۶۹، ۹۷ و ۱۳۸ کیلو پاسکال در عبورهای متعدد ۲، ۴ و ۶ بار انجام داده و مقیاس آن‌ها در اندازه‌گیری تراکم، دانسیته، مقاومت نفوذسنج و مقاومت برشی خاک بوده است. آن‌ها نتیجه گرفتند، با افزایش تعداد عبورها، دانسته، مقاومت نفوذسنج و مقاومت برشی خاک افزایش یافت، که نشان دهنده‌ی افزایش تراکم، با تردد تراکتور می‌باشد. در حالت کلی پذیرفته شده است، تراکم در عبور اول ماشین‌ها بیشتر از بار دوم می‌باشد. ولی این نظریه برای خاک‌های تازه شخم خورده و سست صادق است، و در خاک‌ها با مقاومت بالا تفاوت بین تراکم خاک پس از عبور اول و سایر دفعات عبور ناچیز است. شکل ۱-۲ اثر تردد بر تراکم خاک را نشان می‌دهد (سربازوطن، ۱۳۹۲).

(نمودار نشان می‌دهد، با افزایش تردد تراکم نیز افزایش می‌یابد. چون این آزمایش در خاک نرم و شکنم خورده انجام شده است، عبور اول تراکتور بیشترین تراکم را ایجاد کرده است.



شکل ۱-۲: اثر تعداد تردد بر وزن مخصوص ظاهری خاک

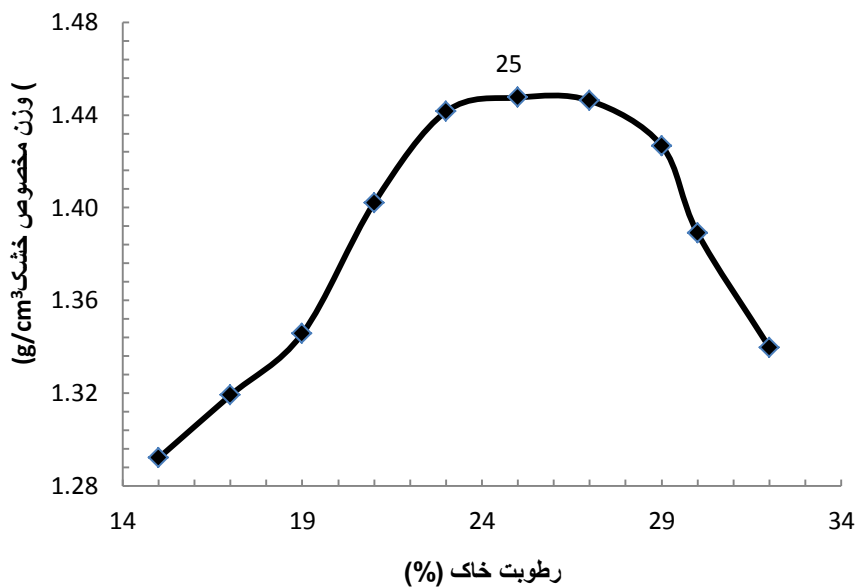
۱-۲-۴- مواد آلی و کانی‌های خاک

افزایش مقاومت نفوذ خاک ممکن است ناشی از کاهش رطوبت یا افزایش چگالی ظاهری خاک باشد. چگالی ذرات با توجه به مقدار رس و نوع کانی‌های خاک به ویژه با مقدار کانی‌های آهن تغییر می‌کند، و ممکن است، تراکم پذیری خاک را تحت تاثیر قرار دهد. مواد آلی خاک از بقایان گیاهی و جانوری در مراحل مختلف خاک توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه و به وجود می‌آیند. این مواد نقش موثری در خواص فیزیکی خاک دارند. وجود مواد آلی به علت ساختار ترد و اسفنجی تر نسبت به ساختار خاک، قابلیت تحمل بیشتری در مقابل فشارهای وارده دارند، و وجود آن‌ها در خاک سبب کاهش در تراکم خاک می‌شود (شهیدی، ۱۳۸۴).

۱-۲-۵- درصد رطوبت خاک

نسبت وزن آب به وزن شبکه‌ی جامد را درصد رطوبت خاک می‌گویند. درصد رطوبت ممکن است، نسبت به خاک مرطوب یا خشک سنجیده شود. مقدار آب موجود در خاک یک عامل بحرانی بالقوه در فشردگی خاک است. در یک خاک خشک که اصطکاک بین ذرات وجود دارد، فشردگی به راحتی صورت نمی‌گیرد. آب به

صورت یک روغن بین ذرات خاک عمل می‌کند، و به ذرات خاک کمک می‌کند، به راحتی درهم فشرده شوند. در شرایط یکسان باگذاری، تا حد رطوبت بحرانی خاک، با افزایش رطوبت، تراکم افزایش می‌یابد. اما بعد از این حد رطوبت، ظرفیت آب خاک افزایش می‌یابد، و به نقطه‌ای می‌رسد که بیشتر فضای خالی با آب پر می‌شود نه با هوا. آب نمی‌تواند، در اثر نیروهای وارده فشرده شود، همچنین مقداری از نیروی وارد به خاک را نیز تحمل می‌کند، و به همین دلیل بعد از رطوبت بحرانی، با افزایش رطوبت، تراکم کاهش می‌یابد.



شکل ۱-۳: تعیین رطوبت حد بحرانی

همان طور که در شکل ۱-۳ نشان می‌دهد، رطوبت ۲۵ درصد یک رطوبت بحرانی از نظر ماشین‌های کشاورزی می‌باشد، زیرا که بیشترین تراکم در شرایط یکسان باگذاری در این رطوبت اتفاق می‌افتد. برای خاک‌های مختلف بایستی رطوبت بحرانی مشخص شود، تا از ورود ادوات و ماشین‌های کشاورزی در این رطوبت خودداری گردد؛ چرا که خاک بیشترین حساسیت نسبت به بارگذاری را در این زمان دارد.

۱-۲-۶- بار وارده بر خاک

تراکم ناشی از اعمال تنش بر خاک است، و میزان تنش در ماشین‌های نقلیه‌ی کشاورزی تحت تاثیر دو عامل تغییر می‌کند. با کاهش بار و افزایش سطح تماس تایر با خاک، تنش کاهش پیدا می‌کند، و با افزایش بار