اثر تردد ماشین‌های برداشت بر فشردگی خاک‌های مزارع نیشکر خوزستان (٤٢٦)

علیرضا مهردادیان[1] ، محمد امین آسودار[2] ، خلیل عالمی سعید[3] ، محمدرضا انصاری[4]

چکیده

به منظور تعیین اثر تردد ماشین‌های برداشت نیشکر در رطوبت‌های مختلف بر تغییرات جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی خاک در شرایط آب و هوایی مزارع خوزستان، این آزمایش به صورت پیمایشی در ۱۰ مزرعه در کشت و صنعت دعبل خزائی اهواز در سال زراعی ۸۵-۸۴ اجرا گردید. در این آزمایش دو نوع دروگر نیشکر چرخ لاستیکی و نیم زنجیری با وزن ۱۴ تن و همچنین دو نوع تراکتور و سبد حمل کششی آن به وزن‌های ۱۰ تن و ۱۸ تنی هر دو با دو محور استفاده گردید. قبل و بعد از انجام آزمایش جرم مخصوص ظاهری در سه عمق ۵-۰ ، ۳۵-۳۰ و ۶۵-۶۰ سانتی‌متر و شاخص مخروطی خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که ۴ تیمارهای به کار رفته، باعث افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در هر سه عمق گردید ($P\leq$٪۵). بیشترین مقدار افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۵-۰ سانتی‌متر با ۶/۶۹ درصد دیده شد. در عمق ۵-۰ سانتی متر دروگرهای نیم زنجیری با مقدار ۷/۷ درصد افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک با احتمال ۹۵ درصد تاثیر بیشتری در مقایسه با دروگر چرخ لاستیکی داشت که افزایش آن ۴/۸۷ درصد بود. اما در عمق ۶۵-۶۰ سانتی متر دروگر چرخ لاستیکی با افزایش ۵/۸۹ درصد در جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح ۵ درصد افزایش بیشتری را در جرم مخصوص ظاهری خاک نسبت به دروگر نیم زنجیری با ۲/۹۳ درصد نشان داد. تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک در هر دو سبد حمل مشابه بود. نتایج نشان از حساسیت شدید شاخص مخروطی خاک به رطوبت داشت به گونه‌ای که تنها در تیمارها دروگرهای نیم‌زنجیری که رطوبت مزارع نزدیک به ظرفیت مزرعه‌ای بود، تغییر شاخص مخروطی خاک معنی‌دار بود. به طور مشخص در سطح، تیمار دروگر نیم‌زنجیری و سبد ۱۸ تنی و در عمق ۸۰-۶۰ سانتی‌متر تیمار دروگر نیم‌زنجیری و سبد ۱۰ تنی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بودند اما در بقیه تیمارها و اعماق تفاوت ها معنی‌دار نبود. نتایج کلی نشان داد استفاده بیشتر از دروگرها و سبدهای نیم‌زنجیری و برداشت در رطوبت کمتر مزارع در رفع مشکل فشردگی مزارع نیشکر موثر می‌باشد.

کلیدواژه: برداشت، نیشکر، جرم مخصوص ظاهری، شاخص مخروطی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، کارمند طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی
پست الکترونیک: arm57ir@yahoo.com
۲- استادیار گروه مکانیزاسیون دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۴- مربی گروه خاک‌شناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

مقدمه

با پیشرفت و توسعه تکنولوژی در سال‌های اخیر، کشاورزان به استفاده مفیدتر از نیروی کارگری، کاهش هزینه‌های تولید در هکتار و افزایش ظرفیت کاری ادوات ترغیب شده‌اند در پی این تغییرات، تراکتورها، دروگرها و سایر ماشین‌ها، بزرگ‌تر و قوی‌تر گردیده‌اند. افزایش ظرفیت ماشین‌های کشاورزی، اگرچه مزیت‌هایی را به دنبال داشته‌است اما باعث فشردگی و افزایش گسترده تراکم خاک شده و اثرات منفی بر تولید محصولات کشاورزی گذاشته است. مخرب‌ترین اثر تردد ماشین‌های کشاورزی در مزارع، فشردگی خاک است. فشردگی خاک می‌تواند اثرات منفی شدیدی را در تولید محصولات کشاورزی ایجاد کند که دلیل آن خروج مواد غذایی از دسترس گیاه است [۱۵]. افزایش تراکم باعث کاهش خلل و فرج خاک شده، تهویه خاک و اکسیژن آن را کاهش و دی اکسید کربن را افزایش می‌دهد، این تغییرات باعث تأثیر منفی روی رشد گیاه می‌گ دد. همچنین تراکم باعث افزایش مقاومت به نفوذ خاک شده و رشد ریشه را با مشکل مواجه می‌کند که اگر این مقاومت از نیروی رشد ریشه بیشتر باشد رشد آن متوقف می‌شود [۴]. از آنجا که فشردگی به خصوص در لایه‌های عمقی به راحتی قابل رفع نیست بهترین راه مقابله با مشکل فشردگی خاک پیشگیری از آن است [۳]. گیاه نیشکر به دلیل دوام بیش از یک سال در زمین و عملیات خاک‌ورزی و برداشت سالیانه در شرایط مرطوب و عملکرد بالای محصول آن (حدود ۱۰۰ تن در هکتار)، جهت برداشت و حمل و نقل، نیاز به ادوات بسیار سنگین و تراکتورهای قوی دارد که نیروی وزن اعمال شده توسط این دستگاه‌ها باعث ایجاد تراکم شدید در خاک می‌شود. از طرف دیگر عملیات سنگین تهیه زمین، آب شویی و تسطیح در کشت نیشکر، باعث تخریب ساختمان خاک شده و خاک را در هنگام عملیات برداشت مستعد فشردگی می‌کند. حد بحرانی جرم مخصوص ظاهری خاک برای ریشه نیشکر Mg/m^3 ۱/۹ – ۱/۸ است که با این حد از فشردگی خاک ریشه‌ها به صورت سطحی و محدود رشد می‌کنند [۱۳]. حرکت ماشین‌ها روی سطح خاک باعث می‌شود که ساقه‌های زیرزمینی مستقیما تحت تنش قرار گرفته و آسیبی ببینند که نتیجه آن کاهش شدید محصول خواهد بود. نیروی که در اثر تردد ماشین‌ها در مزرعه به خاک وارد می‌شود تابع ۳ عامل وزن، سرعت و تعداد تردد ماشین‌ها است. هر قدر نیروی وارده ماشین‌ها در سطح کمتری باشد تراکم خاک هم بیشتر است. با افزایش سطح تماس چرخ‌ها، میزان تراکم کاهش می یابد زیرا تنش کمتری به سطح خاک وارد می‌شود. سرعت بیشتر ماشین‌های کشاورزی میزان و عمق تراکم را کاهش می‌دهد. به طوری که آزمایش‌ها نشان داده است طی عملیات برداشت که وزن دروگرها تا ۱۴ و حمل کننده‌ها تا ۲۵ تن می‌رسد، بیشترین فشردگی خاک در چرخه تولید نیشکر ایجاد می‌گردد [۲]. مقدار آب موجود در خاک یک عامل بحرانی بالقوه در فشردگی خاک است. در یک خاک خشک که اصطکاک بین ذرات خاک وجود دارد فشردگی به راحتی صورت نمی‌گیرد. آب به صورت یک روغن بین ذرات خاک عمل کرده و به ذرات خاک کمک می‌کند به راحتی در هم فشرده شود. همچنان که ظرفیت آب خاک افزایش می‌یابد به نقطه‌ای می‌رسیم که بیشتر فضاهای خالی در خاک با آب پر می‌شود نه هوا. آب نمی‌تواند در اثر نیروهای وارده فشرده شود همچنین مقداری از نیروی وارد به خاک را نیز تحمل می‌کند و به همین دلیل است که یک خاک بسیار مرطوب به شدت یک خاک با رطوبت متوسط فشرده نمی‌شود.

د و روش‌ها

این مطالعه در ۱۰ مزرعه به صورت پیمایشی[1] با ۲ تکرار انجام شد. مزارع مذکور شامل مزارعی با برداشت سال اول، برداشت سال دوم (راتون) و برداشت سال سوم (راتون ۲) بودند. این مزارع از نظر رشد نیشکر تقریباً یکنواخت بوده و برداشت در آنها انجام می‌گرفت. قبل از عبور ماشین‌ها نمونه‌برداری در ۲ تکرار در خاک انجام گرفت و مجدداً پس از عبور ماشین‌ها نمونه‌برداری‌ها تکرار گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل ۴ تیمار: ۱) دروگر چرخ لاستیکی و سبد ۱۸ تنی با تراکتور، ۲) دروگر چرخ لاستیکی و سبد ۱۰ تنی و تراکتور، ۳) دروگر نیم زنجیری[2] و سبد ۱۸ تنی و تراکتور و ۴) دروگر نیم زنجیری و سبد ۱۰ تنی بود. نمونه‌برداری پس از دو بار عبور دروگر از یک جوی (یک چرخ در زمان رفت و یک چرخ در زمان برگشت) و ۲ بار عبور تراکتور وسبد پر از نیشکر حمل شده به کارخانه بود. بارگیری سبدهای حمل به صورت همزمان انجام گردید.

برای برداشت نیشکر از دروگرهای آستافت ساخت کشور استرالیا استفاده می‌شود. مشخصات این دروگرها در جدول (۱) آمده است. سطح تماس چرخ سبدهای حمل و دروگرها درجهت حرکت با استفاده از تسمه‌های در دو طرف محل تماس چرخ و زمین

1- Surway
2-Half truck

اندازه گیری شد. عرض چرخ به عنوان قطر کوچک بیضی و فاصله ندازه‌گیری شده به عنوان قطر بزرگ بیضی، برای ندازه‌گیری سطح تماس چرخ با زمین استفاده شد. بارگیری نیشکر همزمان توسط تراکتورهای فرگوسن ۳۹۹ و سبدهای حمل با ظرفیت ۱۰ و ۱۸ تن انجام می‌گیرد که مشخصات آنها در جدول ۱ آمده است.

نمونه‌برداری خاک

در هر جوی پیش از عبور ماشین‌ها ۳ نمونه خاک در ۳ عمق ۵-۰، ۳۵-۳۰، ۶۵-۶۰ با دو تکرار گرفته شد. برای نمونه‌برداری از وسایل مخصوص نمونه‌برداری خاک استفاده شد. از آنجا که فشردگی خاک در کف جوی بسیار بیشتر از روی پشته، صورت می‌گیرد، نمونه اری‌ها در کف جوی انجام شد. حجم سیلندرها ۱۰۰ سی‌سی بود. برای هر بار نمونه‌برداری و جهت رسیدن به عمق مورد نظر، خاک توسط آگر حفر شده و نمونه گیری انجام شد. نمونه رداری‌ها پس از عبور ماشین‌های برداشت مجدداً تکرار گردید. میزان نفوذ توسط دستگاه نفوذسنج الکترونیکی ساخت شرکت ایجکمپ[1] اندازه‌گیری گردید. بعد از عبور ماشین‌ها نفوذ سنجی مجدداً انجام شد. از آنجا که به دست آوردن منطقه‌ای یکنواخت از نظر رطوبت، غیر ممکن است و از سوی دیگر نمی‌توان با استفاده از روش بلوک‌بندی، غیریکنواختی رطوبت را در خاک توجیه کرد، از روش تجزیه کواریانس، با در نظر گرفتن رطوبت به عنوان متغیر کمکی برای تحلیل داده‌ها هم در جرم مخصوص ظاهری هم در شاخص مخروطی خاک، استفاده گردید. به دلیل اینکه تردد همه ماشین‌ها در مزارع در شرایط یکسان صورت نمی‌گرفت برای تحلیل بهتر نتایج از یک متغیر جدید استفاده گردید: درصد افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک با رابطه:

$$Bd = \frac{Bd_{traffic} - Bd_{notrafafic}}{Bd_{notraffic}}$$

کلیه تجزیه‌های آماری و محاسبات رگرسیونی با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت، برای تحلیل داده‌ها از روش تجزیه کوواریانس استفاده شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مقایسه گردید.

جدول ۱: مشخصات ماشین‌های برداشت و حمل نیشکر [۱و۲]

نوع ماشین	تراکتور ۳۹۹	سبد ۱۸ تنی	سبد ۱۰ تنی	دروگر لاستیکی	دروگر هاف تراک
فشار باد چرخ عقب KPa	۱۷	۶۰-۷۰	۶۰-۷۰	۳۸	-
فشار باد چرخ جلو KPa	۲۱	-	-	۶۰	۶۰
اندازه چرخ عقب (اینچ)	۱۸,۴ - ۳۴	۱۷,۵ - ۲۵	۱۷,۵ - ۲۵	۲۳/۱ - ۲۶	
اندازه چرخ جلو	۱۴,۹ - ۲۴	۱۷,۵ - ۲۵	۱۷,۵ - ۲۵	۱۴/۵ - ۱۸	۱۴/۵ - ۱۸
سطح تماس چرخ (m^2)	-	۰/۲۶۴	۰/۱۹	۰/۱۸۳.	۰/۴۲۹

ایج و بحث

اثر تردد ماشین‌های برداشت بر شاخص مخروطی خاک

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد در سطح تا عمق ۱۵ سانتی‌متر تیمار دروگر چرخ لاستیکی و سبد حمل ۱۸ تنی بیشترین افزایش مقاومت به نفوذ در شاخص مخروطی خاک را دارا بوده است همچنین در تیمار دروگر نیم‌زنجیری و سبد حمل ۱۸ تنی نیز افزایش مشاهده می‌شود اما دو تیمار دروگر زنجیری و سبد حمل ۱۰ تنی و دروگر چرخ لاستیکی و سبد حمل ۱۰ تنی افزایش کمتری را در شاخص مخروطی خاک داشته است. نتایج همچنین حاکی از اثر متقابل بین دو نوع سبد حمل در افزایش شاخص مخروطی خاک دارد. به‌طوریکه در تیمار دروگر نیم‌زنجیری سبد ۱۰ تنی باعث افزایش شاخص گردیده است اما در تیمار دروگر چرخ لاستیکی تاثیر چندانی ندارد (شکل۱).

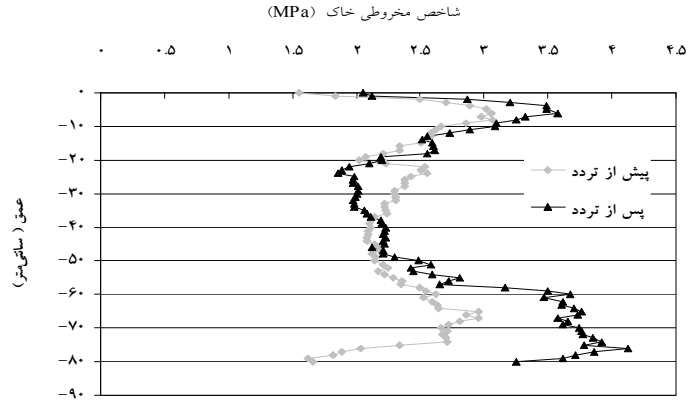
قابلیت کارکرد دستگاه‌های ۱۰ تنی در شرایط رطوبتی دشوار و همچنین فشار باد بالای لاستیک این سبدها از عوامل افزایش این شاخص در دروگرهای نیم زنجیری می‌گردد اما در دروگرهای چرخ لاستیکی این تغییرات به دلیل فشردگی سطحی بالاتر در این نوع سبدها عکس می‌باشد. در تیمار دروگر نیم‌زنجیری و سبد حمل ۱۰ تنی بی‌نظمی در تغییرات شاخص مخروطی خاک دیده می‌شود. رطوبت‌های بالا در این عمق در اغلب خاک‌ها مشهود است. به طور کلی کمترین مقدار در تغییر فشردگی در عمق ۱۵-۶۰

1- Eijkekamp

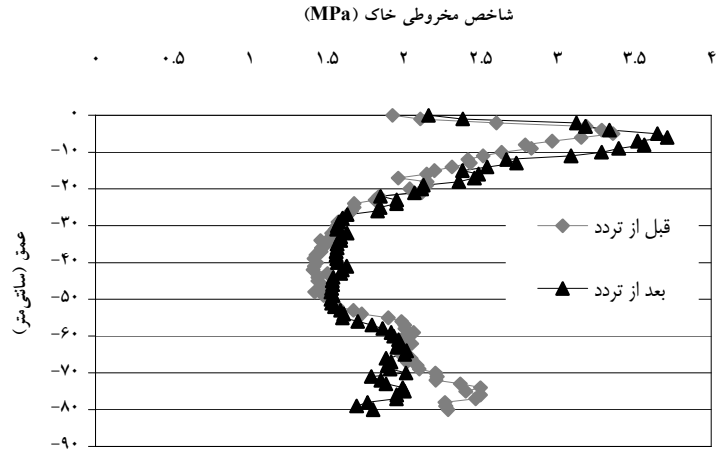
سانتی‌متر صورت گرفته است. در عمق تیمار دروگر نیم زنجیری و سبد حمل ۱۰ تنی بیشترین تاثیر را بر شاخص مخروطی خاک نسبت به سه تیمار دیگر داشته است به گونه‌ای که این افزایش تنها در این تیمار بین عمقهای ۵۲ تا ۸۰ سانتی‌متر معنی‌دار ست.

از سوی دیگر شاخص مخروطی خاک به شدت از تغییر رطوبت تاثیر می‌پذیرد به همین دلیل مشاهده می‌گردد که افزایش شاخص مخروطی خاک در اثر کاهش رطوبت آنقدر زیاد است که مانع از تفکیک آن از اثر تردد ماشین‌ها می‌گ دد. اما این تفکیک در رطوبت‌های نزدیک به ظرفیت مزرعه‌ای به‌خصوص در تیمارهای دروگرهای نیم‌زنجیری قابل مشاهده می‌باشد.

به طور مشخص در تیمار دروگر چرخ لاستیکی و سبد ۱۰ تنی که تغییر در جرم مخصوص ظاهری خاک تنها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است، تغییر در شاخص مخروطی خاک نیز بسیار کم است. رطوبت‌های بالا و همچنین وجود لایه فشرده خاک در این عمق در اغلب خاک‌ها مشهود است. به طور کلی کمترین مقدار در تغییر فشردگی در عمق ۶۰-۱۵ سانتی‌متر صورت گرفته است و این در حالی است که فشردگی اولیه خاک در این عمق نسبت به بقیه اعماق بیشتر است. ضمن اینکه در این عمق در تیمار تراکتور ۱۰ تنی و دروگر زنجیری بیشترین تغییر در شاخص مخروطی خاک علی‌رغم معنی‌دار نبودن صورت می‌گیرد که ناشی از بار زیاد اعمال شده روی محور چرخ و همچنین سرعت کم دروگر نیم زنجیری می‌باشد. تغییرات کلی شاخص مخروطی خاک در عمق ۸۰-۶۰ سانتی‌متر محسوس اما معنی‌دار نیست (شکل ۲).



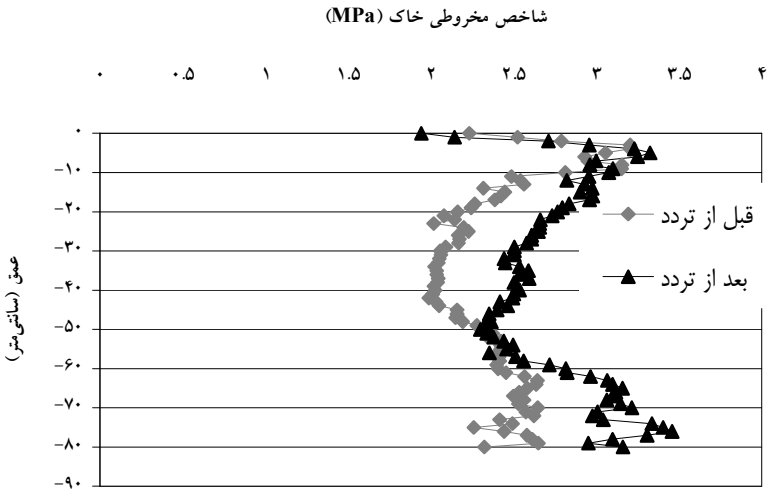
شکل (۱) تغییرات شاخص مخروطی خاک در اثر تردد سبدهای حمل ۱۰ تنی و دروگر نیم زنجیری



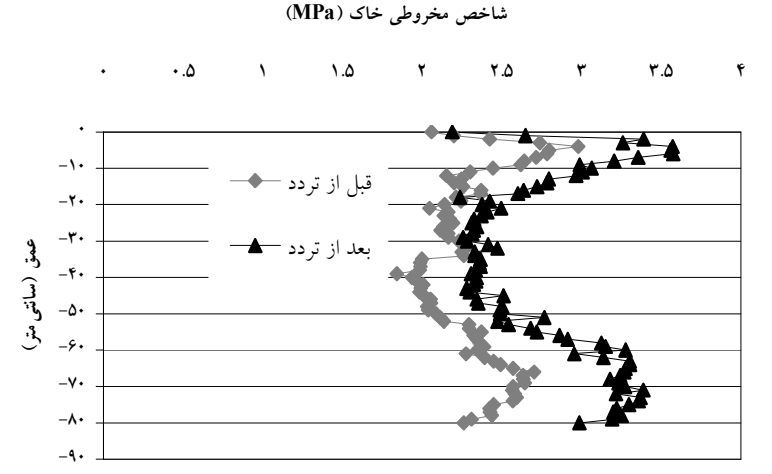
شکل (۲) تغییرات شاخص مخروطی خاک در اثر تردد سبدهای حمل ۱۰ تنی و دروگر چرخ لاستیکی

به طور مشخص تنها در تیمار دروگر نیم زنجیری و تراکتور ۱۰ تنی این تغییرات در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است. همان‌گونه که انتظار می‌رود به دلیل رطوبت بسیار بالای خاک در زمین‌های مرطوبی که تردد دروگر زنجیری در آنها صورت

می‌گیرد تغییرات در شاخص مخروطی خاک در این تیمارها را می‌توان مشاهده کرد. تغییرات در شاخص مخروطی خاک در خاک‌های خشک نیز به دلیل تغییرات شدید شاخص مخروطی خاک با رطوبت چندان محسوس نیست. اگرچه تغییرات در جرم مخصوص ظاهری خاک در دروگر چرخ لاستیکی بیشتر است اما نتایج فوق نشان از حساسیت بیشتر شاخص مخروطی خاک به تردد در شرایط مرطوب نسبت به جرم مخصوص ظاهری می‌باشد. به همین دلیل اگرچه تردد در خاک‌های مرطوب با دستگاه های زنجیری امکان‌پذیر است اما افزایش در شاخص مخروطی خاک باعث اثرات منفی در رشد گیاه می‌گردد.



شکل (۳) تغییرات شاخص مخروطی خاک در اثر تردد سبدهای حمل ۱۸ تنی و دروگر نیم زنجیری



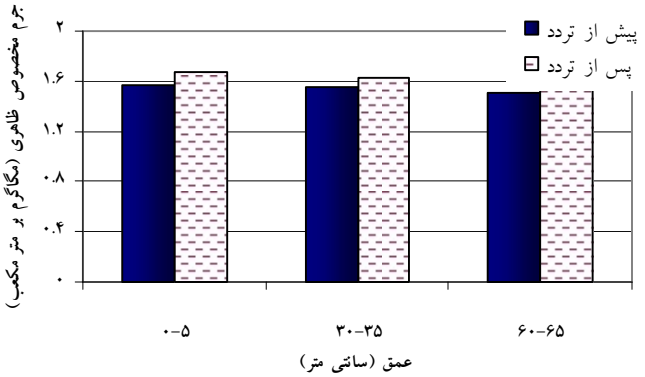
شکل (۴) تغییرات شاخص مخروطی خاک در اثر تردد سبدهای حمل ۱۸ تنی و دروگر چرخ لاستیکی

اثر تردد ماشین‌ها بر جرم مخصوص ظاهری خاک

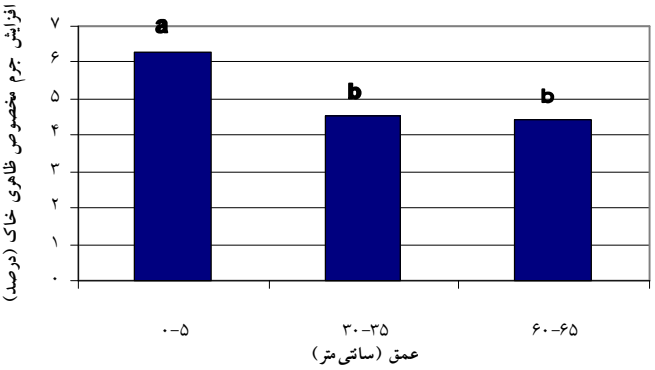
مشاهده نمودار جرم مخصوص ظاهری خاک (شکل ۵) نشان می‌دهد در کلیه اعماق، جرم مخصوص ظاهری خاک پس از عبور ماشین‌های برداشت افزایش معنی‌داری یافته است. بیشترین این افزایش در سطح خاک از میانگین ۱/۵۷ به ۱/۶۷ و کمترین آن در عمق ۳۵-۳۰ نتی از ۱/۵۵ به ۱/۶۲ تن در متر مکب خاک رسیده است. در هر سه عمق تغییر فشردگی خاک در سطح

۰/۰۱ معنی‌دار است. در سطح خاک عملیات‌های خاک‌ورزی باعث تغییر در جرم مخصوص ظاهری خاک شده و تراکم خاک را به‌طور موقت بعد از عملیات برداشت کاهش می‌دهد، اگرچه این تغییر راه حلی موقت است. اما در عمق فشردگی حاصل از تردد ماشین‌ها بتدریج ایجاد شده و تقریبا دائمی است. عملیات زیر شکنی عمو ا در لایه‌های عمقی کمتر نفوذ کرده و فشردگی را طی سال‌های بع ی به‌صورت تجمعی افزایش می‌دهد. افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۵-۳۰ و ۶۵-۶۰ به دلیل بار محوری زیاد روی چرخ‌ها مخصوصاً در دروگرها اجتناب ناپذیر است. سطح تماس کم لاستیک‌ها با زمین باعث وارد شدن نیروی فشاری زیاد به زمین شده و خاک مرطوب را در اثر تنش‌های وارده تغییر شکل می‌دهد.

بررسی نتایج مقایسه میانگین‌های افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک نیز نشان می‌دهد، تردد ماشین‌ها در کلیه اعماق مورد مطالعه موجب افزایش فشردگی خاک گردیده است. عمق ۵-۰ انتی‌متر با درصد افزایش فشردگی ۶/۲۹ بیشترین افزایش و عمق‌های ۳۵-۳۰ و ۶۵-۶۰ با افزایش فشردگی‌های ۴/۵۵ و۴/۴۱ درصد به ترتیب در مراحل بعدی قرار دارند. در هر سه عمق تغییر فشردگی خاک در اثر عبور ماشین‌ها محسوس است. ارتعاشات حاصل از تردد مخصوصاً در سطح خاک در رطوبت‌های نزدیک به ظرفیت مزرعه‌ای باعث فشردگی خاک فاقد ساختمان مشخص شده و جرم مخصوص ظاهری خاک را بسیار افزایش می‌دهد.



شکل (۵) تغییر جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر تردد ماشین‌ها

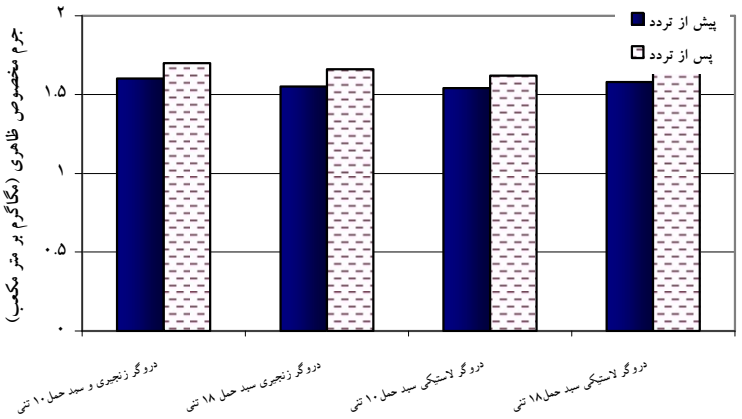


شکل (۶) درصد افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر تردد ماشین‌ها

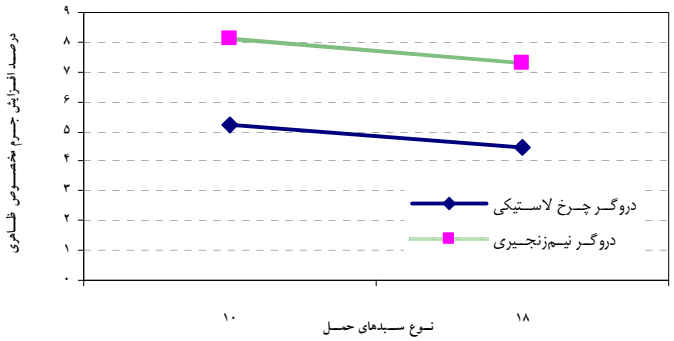
نتایج تجزیه واریانس در عمق ۵-۰ نتی‌متر بیانگر افزایش شدید در جرم مخصوص ظاهری خاک مخصوصاً در تیمارهای دروگرهای نیم‌زنجیری است. شکل (۷) اثر تردد ماشین‌ها را بر جرم مخصوص ظاهری خاک را در این عمق نشان می‌دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، در سطح خاک تیمار دروگر چرخ زنجیری و سبدهای ۱۰ و ۱۸ تنی با افزایش درصد فشردگی خاک ۸/۱ و۷/۳ بسیار بیش از تیمارهای دروگر چرخ لاستیکی با ۵/۲ و۴/۵ درصد در افزایش فشردگی خاک موثر است.

نمودار افزایش فشردگی خاک نشان می‌دهد جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها در دو نوع دروگر فاقد اثر متقابل نسبت به هم هستند (شکل ۸).

از آنجا که به دلیل هزینه زیاد و مشکلات فراوان، از دروگرهای نیم زنجیری تنها در مزارع بسیار مرطوب که امکان کار کردن دروگرهای چرخ لاستیکی وجود ندارد استفاده می‌شود و عموما این مزارع در سطح رطوبتی نزدیک به ظرفیت مزرعه‌ای خاک قرار دارند و همچنین به دلیل سرعت کم حرکت این نوع دروگرها شدیدترین نوع فشردگی در تیمارهای که در آن این نوع دروگرها بکار رفته است صورت می‌گیرد. کاهش فشردگی در سطح خاک می‌تواند به دلیل سرعت حرکت بیشتر دروگرهای چرخ لاستیکی و همچنین شناوری لاستیک از وارد نمودن یک‌باره بار به سطح خاک و ارتعاش شدید خاک در اثر ضربات قوچی جلوگیری می‌کند. اما در عمق به دلیل سطح تماس بسیار کم خاک و لاستیک بار محوری وارد شده به خاک بسیار بیشتر از دروگر تسمه زنجیری است که به این دلیل فشردگی در عمق بسیار مشهود می‌باشد. در هر دو تیمار سبد حمل ۱۸ تنی علیرغم وزن زیادتر نسبت به سبدهای ۱۰ تنی به دلیل فشار باد لاستیک کمتر و همچنین سطح تماس بیشتر لاستیک با خاک باعث اعمال فشار کمتری به سطح خاک در این نوع سبدها شده و فشردگی کمتری را ایجاد می‌کند.



شکل (۷) جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۵-۰ سانتی‌متر

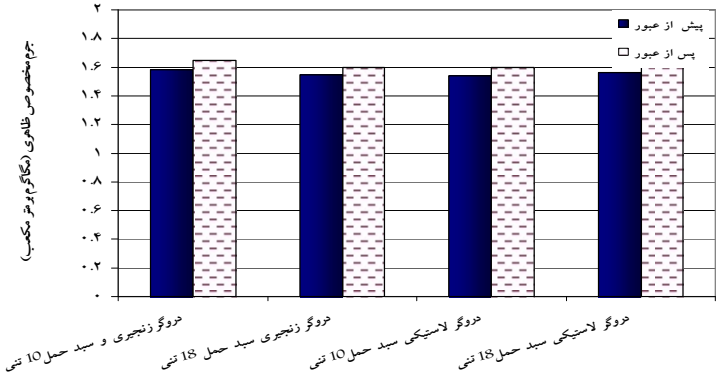


شکل (۸) درصد افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق (۵-۰) سانتی تر

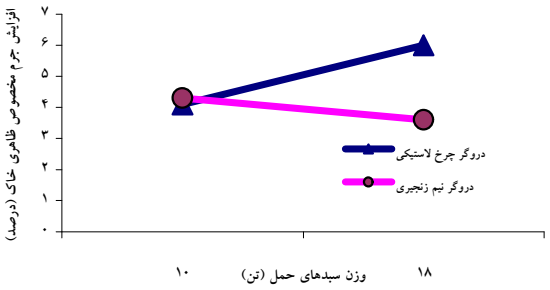
نتایج تجزیه واریانس بیانگر کمینه افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۵-۳۰ سانتی‌متر است (شکل ۹). این افزایش به دلیل وجود لایه فشرده خاک در این عمق زیاد مشهود نیست. اگرچه جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح بیش از عمق ۳۵- ۳۰ انتی‌متر می باشد اما باید توجه کرد که به دلیل تخریب شدید ساختمان خاک در سطح این خاک بسیار مستعدتر از خاک در عمق ۳۵- ۳۰ سانتی برای فشردگی می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها در عمق ۳۵-۳۰ سانتیمتر بیانگر کمتر شدن

افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک در این عمق نسبت به سطح خاک است (شکل ۱۰). در این عمق تیمار دروگر چرخ لاستیکی و سبد حمل ۱۸ تنی با افزایش فشردگی ۶ درصد با اختلاف نسبتا زیادی بیش از سایر تیمارها در افزایش فشردگی خاک موثر است. به نظر می‌رسد با توجه به وزن و فشار بسیار زیاد وارده، افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک در این عمق نیز معنی‌دار باشد، اما باید توجه کرد که به دلیل تخریب شدید ساختمان خاک در سطح این سطحی بسیار مستعدتر از خاک در عمق ۳۵- ۳۰ انتی‌متر برای فشردگی می‌باشد. نتایج همچنین نشان می‌دهد هر دو سبدهای حمل در عملکرد دروگرها دارای اثر متقابل می‌باشند به‌طوریکه تغییر سبد حمل ۱۰ به ۱۸ تنی در تیمار دروگر نیم‌زنجیری تاثیر بر افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک شته است اما در تیمارهای دروگر چرخ لاستیکی باعث افزایش این صفت گردیده است اگرچه تاثیر آن معنی‌دار نیست.

همان‌گونه که انتظار می‌رود بار محوری بسیار زیاد روی محور چرخ‌های عقب دستگاه‌های چرخ لاستیکی باعث افزایش شدید در جرم مخصوص ظاهری خاک عمقی می‌گردد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بر خلاف دروگر تسمه زنجیری در دروگر چرخ لاستیکی شدت فشردگی خاک در عمق ۶۵ -۶۰ سانتی‌متر بیشتر از سطح خاک است. سطح تماس بسیار کم خاک و لاستیک و بار محوری بسیار زیاد وارد شده به خاک در مقایسه با دروگر نیم زنجیری دلیل این دلیل فشردگی در عمق می‌باشد. در واقعیت هم استفاده از دروگرهای چرخ زنجیری باعث کاهش فشردگی در عمق که رفع آن بسیار مشکل می‌باشد، می‌گردد. در بررسی نتایج نیز می‌توان مشاهده کرد که افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک بیشتر متاثر از بار روی محور است تا فشار وارده به سطح خاک، از این رو افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای که دروگرهای چرخ لاستیکی بکار رفته است نسبت به دروگرهای زنجیری بیشتر است.



شکل (۹) جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۵ -۳۰ سانتی‌متر

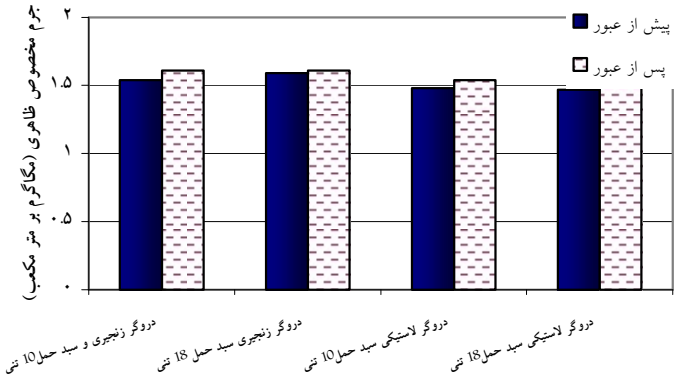


شکل (۱۰) درصد افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۵- ۳۰ سانتی‌متر

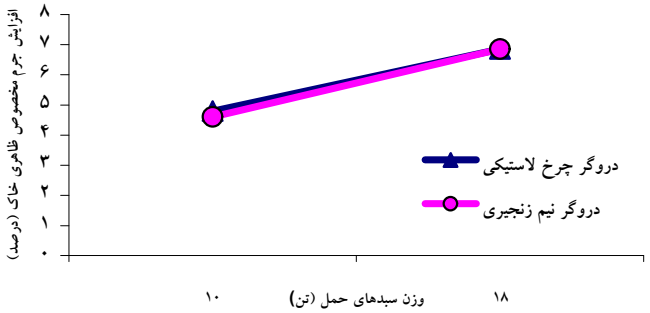
نتایج مقایسه میانگین‌ها در این عمق نشان از تاثیر تردد ماشین‌ها در افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک مخصوصا در تیمارهای دروگرهای چرخ لاستیکی دارد. تیمارهای دروگرهای چرخ لاستیکی با فشردگی‌های ۶/۸۶ درصد در سبد ۱۸ تنی و ۴/۸ درصد در سبد ۱۰ تنی افزایش شدیدتری را نسبت به دو تیمار دروگر زنجیری و سبد حمل ۱۰ تنی با ۴/۶ درصد افزایش و ۱/۴۳ درصد در تیمار دروگر زنجیری و سبد حمل ۱۸ تنی دارد (شکل ۱۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در این عمق نشان تاثیر تـردد ماشـین‌هـا در افـزایش جـرم مخـصوص ظـاهری خـاک مخـصوصا در تیمارهای دروگرهای چرخ لاستیکی دارد. تیمارهای دروگرهای چرخ لاستیکی با فشردگی‌های ۶/۸۶ درصد در سبد ۱۸ تنـی و ۴/۸ درصد در سبد ۱۰ تنی افزایش شدیدتری را نسبت به دو تیمار دروگر زنجیری و سبد حمل ۱۰ تنی بـا ۴/۶ درصـد افـزایش و ۱/۴۳ درصد در تیمار دروگر زنجیری و سبد حمل ۱۸ تنی دارد (شکل ۱۲).

مطالعه اثرات تردد تراکتورها بعد از دو نوع دروگر اثرات متفاوتی را نشان می دهد. در کل در تیمار دروگرهای چـرخ لاسـتیکی اثرات تردد در تراکتورهای ۱۸ تنی و در دروگرهای چرخ زنجیری اثر تردد تراکتورهای ۱۰ تنی تاثیر گـذارتر اسـت. تـنش محـوری بیشتر در تراکتورهای ۱۰تنی در مقایسه با تراکتور ۱۸ تنی در تیمارهای که ابتدا تردد دروگرهای نیم زنجیری صورت می‌گیرد باعث تاثیر گذاری در افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در این تیمارها می‌گردد.



شکل (۱۱) جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۶۵-۶۰ سانتی‌متر



شکل (۱۲) درصد افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۶۵- ۶۰ انتی‌متر

نتیجه‌گیري و پیشنهادات

نتایج شاخص مخروطی خاک نشان می‌دهد که در اغلب مزارع به دلیل برداشت در شرایط مرطوب و همچنین وزن بالای ماشین‌های برداشت نیشکر، فشردگی خاک در اعماق ۶۳ تا ۷۰ سانتی‌متری خاک مشاهده می‌شود.

اگرچه تردد دروگرهای نیم‌زنجیری در شرایط رطوبتی بالا ممکن است اما اثرات مخربی را در افزایش فشردگی خاک هم در عمق ۶۵-۶۰ سانتی‌متر و هم در سطح خاک دارد.

افزایش سطح تماس لاستیک محورهای سبدهای حمل ۱۸تنی با زمین باعث کاهش بار وارده توسط این سبدها به مزارع می‌گردد بگونه‌ای که فشردگی حاصل از این نوع سبد حمل تقریبا مشابه سبدهای ۱۰ تنی است.

تقریبا در تمامی تیمارهای بکار رفته مشکلات فشردگی وجود دارد اما نظر به مشکلات فراوان ناشی از فشردگی عمقی تیمار دروگر نیم‌زنجیری و سبد حمل ۱۸ تنی کمترین تاثیر را در ایجاد فشردگی عمقی ارد.

سطح خاک بیشترین تاثیر را از تردد دروگرهای نیم زنجیری و عمق بیش از ۵۰ سانتی‌متر بیشترین تاثیر را از تردد دروگرهای چرخ لاستیکی می‌پذیرد.

به نظر می‌رسد با توجه به فشردگی‌های اولیه در مزارع نیشکر عملیات زیر شکنی بعد از برداشت[1] تاثیر چندانی در رفع مشکلات مزارع نیشکر ندارد لذا پیشنهاد می‌گردد مطالعاتی جهت بررسی و اصلاح عملیات زیر شکنی بعد از برداشت صورت گیرد.

پیشنهاد می‌گردد در زمان بارگیری از سبدهای حمل مزرعه‌ای با شرایط خاص، همچون بار کمتر و یا چرخ زنجیری استفاده شود و سبدهای حمل موجود در انتقال نیشکر از خارج مزرعه به کارخانه بکار رود.

ماشین‌های حمل و برداشت نیشکر فعلی خاص مناطقی مشابه اقلیم کشورهای سازنده این دستگاه‌ها موجود بوده و لازم است در آینده خرید و طراحی ماشین‌ها با توجه به خصوصیات آب و هوایی خوزستان انجام گیرد.

نظر به ابداع روشهای جدید خاک‌ورزی و از آنجاکه خاک‌ورزی سنگین مزارع نیشکر از عوامل افزایش شدید جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی، مخصوصا در سطح خاک است پیشنهاد می‌گردد آزمایشاتی جهت بررسی روش‌های جدید خاک‌ورزی و تاثیر آن با فشردگی خاک درمزارع نیشکر انجام گیرد.

با توجه به اینکه بیشترین درصد قند در نیشکر در ماههای زمستان وجود دارد ولی عملیات برداشت نیشکر به روش فعلی، به دلیل رطوبت شدید حاصل از بارندگی‌های زمستانی، با مشکل مواجه می‌شود، لازم است در دراز مدت روشهای جایگزینی همچون برداشت با ماشین‌های زنجیری جایگزین روشهای موجود برداشت گردد.

منابع:

۱) حاج عباسی، م. ۱۳۷۸. فیزیک خاک و ریشه گیاه. اصفهان: انتشارات غزال. صص۳۶۲.

۲) لرزاده، ش. نادیان، ح. بخشنده، ع. نورمحمدی، ق. و درویش، ف. ۱۳۸۱. اثر سطوح مختلف تراکم بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان قند نیشکر واریته CP48-103 در استان خوزستان. مجله علوم زراعی ایران، جلد چهارم، شماره یک، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، صص ۳۶-۴۷.

3) Bachmann, J., Contreras, K., Hartage, K. H. and MacDonald, R. 2005. Comparsion of soil strength data obtained in situ with penetrometer and with vane shear test. soil and Tillage Research.

4) Chen, Y., Cavers, C., Tessier, S., Monero, F. and Lobb, D. 2005. Short-term tillage effects on soil cone index and plant development in a poorly drained, heavy clay soil. Soil & Tillage Research. 82; 161-171.

5) Chi, L. and Tessier, S. 1994. Soil compaction and rup depth reduction with high rotation tires on heavy trucks. ASAE Paper; 94(1559): 1–18.

6) Coates, W. 1996. Harvesting systems for cotton plant residue. Trans ASAE; 12(6): 639–44.

7) Gameda, S., Raghavan, G., McKyes, E., Watson, A. K. and Mehuys, G. 1994. Response of grain corn to sub soiling and chemical wetting of a compacted clay subsoil. Soil Till Res; 29(2–3): 179–87.

8) Lowery, B. and Schuler, R. T. 1994. Duration and effects of compaction on soil and plant growth in Wisconsin. Soil Till Res; 29(2–3):205–10.

9) Ngunjiri, G. and Siemens, J. 1995. Wheel traffic effects on corn growth. Trans ASAE; 38(3): 691–9.

1- Ratoning

10) Pearman, B. K., Way, T. R., Johnson, C. E., Burt, E. C., Bailey, A. C. and Raper, R. L. 1996. Soil stresses and rut depths from tires of a mechanical front wheel drive tractor. Trans ASAE; 39(4):1249–57.
11) Radford, B. J., Yule, D. F., McGarry, D. and Playford, C. 2006. Amelioration of soil compaction can take 5 years on a Vertisol under no till in the semi-arid subtropics. Soil & Tillage Research.
12) Raghavan, G., McKyes, E., Baxter, R. and Gendron, G. 1997. Traffic–soil–plant (maize) relations. J Terramech; 16(4): 181–9.
13) Raper, R. L. 2005. Agricultural traffic impacts on soil. Journal of Terramechanics 42; 259–280.
14) Sojka, R. E., Busscher, W. J. and Lehrsch, G. A. 2001. In Situ strength, bulk density, and water content relationships of a Durinodic xeric Haplocalcid soil. Soil Science. 166(8):520-529.
15) Vaz, C. 2003. Use of a combined penetrometer-TDR moisture probe for soil compaction studies. Empbra agri instrument. Lecture given at the College on Soil Physics Trieste, 3-21. www.cnpdia.embrapa.br.

Abstract

In order to study the effects of sugar cane harvest machinery traffic on bulk density and cone index variation, a survey was conducted in 10 farms of Deabel Khozaiee agro-industrial, Ahwaz, in 2006. In this experiment two type of harvesters included wheel half track and tire wheels with 14 tones weight, versus two type tractors and basket transporters, with 10 and 18 tones weight, both with two axles were used. Soil bulk density was measured in 3 depths (0-5, 30-35, 60-65 cm) and cone index was measured to 80 cm depth. Results revealed that increased soil bulk density at all depths. Highest sever increased of soil bulk density with 6.69% was measured in 0-5 cm depth. Half track harvester increased bulk density more than wheel harvester, but at 60- 65 cm depth wheel harvester with 5.89% increased was higher than half truck harvester. Variation of soil bulk density in both transporters wasn't significant at any depth. Result was shown that cone index measurement was only greater for half truck harvester treatment where soil moisture was near filed capacity. Cone index for half truck and 18 tone transporter at 60-80 cm depth was significantly greater ($p<0.5\%$), but for other treatments and depth variations, it was not shown any significant difference. Generally speaking results were shown more using of harvesters and wheel half tracks and harvested at low soil moisture could reduce sugar cane fields compaction problem.