

## اثر تراکم خاک ناشی از تردد تراکتور بر شاخص مخروطی و رشد ریشه گیاه ذرت

عباس معلمی اوره<sup>153</sup> - سید حسین کارپرور فرد<sup>154</sup> - یحیی امام<sup>155</sup>

### چکیده

به منظور بررسی تراکم خاک در اثر تردد ماشین های کشاورزی آزمایش های مزرعه ای در سال زراعی (83-84) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه، روی گیاه ذرت انجام گرفت. در این تحقیق زمین مورد نظر به دو بلوک اصلی (سطوح رطوبت) تقسیم شد. ترکیب دو سطح وزن تراکتور و چهار سطح الگوی تردد ( بدون تردد اضافی، تردد روی خطوط کشت، تردد بین خطوط کشت و تردد در کل سطح زمین ) در سه تکرار در هر یک از دو بلوک اصلی بکار گرفته شد. قبل و بعد از اعمال تیمارهای تردد جرم مخصوص، رطوبت و شاخص مخروطی خاک اندازه گیری شد. اثر وزن بر جرم حجمی ریشه و عملکرد محصول معنی دار نبود، اما اثر تیمار تردد جرم حجمی ریشه و عملکرد معنی دار بود. تیمار تردد در کل زمین به طور متوسط 3/97 تن در هکتار و تیمار بدون تردد اضافی با 6/65 تن در هکتار به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد را نشان دادند.

**واژه های کلیدی:** فشردگی خاک، الگوی تردد، رشد و عملکرد ذرت، جرم حجمی ریشه

### مقدمه

فشردگی خاک یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد گیاه و عملکرد محصول است. به عبارت دیگر فشردگی خاک باعث کاهش نسبت تخلخل، مواد غذایی قابل دسترس، آب و اکسیژن مورد نیاز گیاه می شود. در اثر تراکم خاک، درصد خلل و فرج خصوصا "خلل و فرج های بزرگ خاک کاهش می یابد. بنابراین رشد ریشه گیاه محدود شده و برای رشد طولی و عرضی خود نیاز به صرف انرژی بیشتری نسبت به حالت عادی دارد. در صورتیکه خاک خیلی متراکم شده باشد، رشد ریشه متوقف شده و قادر به عبور از لایه متراکم شده نمی باشد. از طرفی تولیدات کشاورزی وابسته به تردد ماشینهای کشاورزی است به نحوی که در کشاورزی مدرن کاشت و برداشت بدون تراکتور و کمباین غیر ممکن است. آسیب ناشی از تردد ممکن است به صورت قابل مشاهده در سطح زمین و یا غیر قابل مشاهده در لایه های زیرین خاک صورت گرفته باشد که در هر دو صورت اثرات منفی بر تولید محصول می گذارد(3). تردد ماشین های کشاورزی باعث کاهش فضای بین ذرات خاک شده و چگالی خاک را افزایش می دهد. گیاه برای رشد ریشه در خاک متراکم ناچار به تحمل نیرو می شود، زیرا با مقاومت مکانیکی و کمبود اکسیژن

<sup>1</sup> دانشجوی دکتری مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

<sup>2</sup> استادیار مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز

<sup>3</sup> استاد زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شیراز

قابل دسترس برای گیاه مواجه است (7). اولین مطالعه ها در مورد کاهش رشد ریشه در مقابل خاک متراکم توسط تیلور و گاردنر (6) صورت گرفت. آنها گزارش کردند که در خاکی با مقاومت به نفوذ 2/96 مگا پاسکال، به علت افزایش جرم مخصوص و کمبود رطوبت در خاک، ریشه قادر به نفوذ نبوده و مواد مغذی به آن نمی رسد. برای مطالعه توسعه ریشه در بعضی تحقیقات تردد تراکتور در کل زمین یکنواخت انجام می شود. راگاو و همکاران (2) به کاهش عمق ریشه از 90 سانتیمتر در پلات بدون تردد، به 37 سانتیمتر در پلات با 15 بار تردد، در فشار تماسی 62 کیلو پاسکال دست یافتند. اما در بعضی تحقیقات هم تردد تراکتور در کل زمین یکنواخت انجام نشده است، به نحوی که کاهش رشد ریشه در سمت تردد شده باعث افزایش رشد در سمت دیگر گردیده اما عملکرد در کل پایین آمده است (4).

هامل (1) با اعمال بار محوری 5، 10 و 20 تن بر روی خاک سیلتی لومی در آیداهو، گزارش نمود که با افزایش بار، جرم مخصوص خاک و شاخص مخروطی در عمق 75 سانتیمتری افزایش پیدا کرده و بار 10 و 5 تن در کاهش محصول اثر معنی داری نداشته ولی در بار 20 تن کاهش رشد ریشه و محصول نشان داده شده است. ورهیس (8) در تحقیقی 5 ساله، اثر تردد تراکتور بر جرم مخصوص خاک و شاخص مخروطی و عملکرد سویا را در خاک لومی شنی مینسوتا بررسی کرد و گزارش نمود که در ردیف هایی که دو طرف آن ها تردد صورت گرفته باشد، جرم مخصوص خاک و شاخص مخروطی افزایش پیدا کرده ولی کاهش عملکرد نسبت به ردیف هایی که دو طرف آن ها تردد نشده بود، تنها در سال دوم و پنجم رخ داد.

تاکنون تحقیقات زیادی روی تراکم خاک بر اثر تردد ماشین های کشاورزی انجام شده که اکثر این تحقیقات تردد در کل زمین می باشد. در تحقیق حاضر، تردد در سطح زمین به صورت یکنواخت انجام نگرفته و اثر تراکم خاک با سه تیمار:

1- رطوبت در دو سطح: 1- خاک خشک ( $W_1$ ) 2- خاک مرطوب ( $W_2$ )

1- وزن تراکتور در دو سطح: 1- سبک، تراکتور مسی فرگوسن مدل 285 ( $P_1$ ),

2- سنگین، تراکتور مسی فرگوسن مدل 285 سنگین شده ( $P_2$ ).

2- الگوی تردد در چهار سطح: 1- بدون تردد اضافی ( $T_1$ ), 2- تردد بین خطوط کشت ( $T_2$ ), 3- تردد روی ردیف کشت ( $T_3$ ),

4- تردد در کل زمین ( $T_4$ ).

روی خصوصیات خاک و جرم حجمی ریشه گیاه ذرت بررسی شده است. هدف از این تحقیق، مطالعه و بررسی اثر تراکم ایجاد شده در لایه های زیرین خاک ناشی از تردد تراکتور بر خصوصیات خاک و رشد ریشه گیاه ذرت می باشد. لازم به ذکر است فشردگی ایجاد شده در لایه های زیرین خاک ناشی از تردهای انجام شده، شبیه سازی تراکم به وجود آمده ناشی از تردهای انجام شده در عملیات خاکورزی به خصوص عملیات خاکورزی ثانویه می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در قطعه زمینی از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در 15 کیلومتری شمال غربی شیراز در منطقه باجگاه اجرا گردید.

### مراحل انجام آزمایش:

پس از انتخاب زمین، اواخر فروردین ماه خاک ورزی اولیه توسط گاواهن برگردان دار و در اواسط اردیبهشت ماه خاک ورزی ثانویه به وسیله دیسک و تسطیح کن در هر دو سال (83-84) انجام شد. در این مراحل از تراکتور جانادیر 4230 دو چرخ محرک به وزن 5/2 تن استفاده شد. عمق شخم تقریباً 23 سانتیمتر بود. پس از مراحل فوق الذکر عملیات کرت بندی و تعیین خطوط ردیف های کشت توسط متر، طناب، ژالن و چوب های علامت گذار به منظور اعمال تیمار الگوهای تردد، انجام گرفت. در اواخر اردیبهشت با خیساندن نیمی از زمین ( $W_2$ ) مورد تحقیق رطوبت بالا برده شد و پس از گذشت 4 روز از آبیاری رطوبت تمامی پلات ها اندازه گیری و سپس تیمارهای تردد روی زمین اعمال شد. برای انجام تیمار وزن در دو سطح سبک از تراکتور مسی فرگوسن مدل 285 ( $P_1$ ) و سنگین از تراکتور مسی فرگوسن مدل 285 سنگین شده ( $P_2$ ) استفاده گردید. مشخصات وزن و فشار باد لاستیک تراکتور در هر دو تیمار، در جدول 1 مشخص شده است. هنگام استفاده از این تراکتور فاصله مرکز به مرکز دو چرخ عقب و جلو، 150 سانتیمتر تنظیم شد. سرعت تراکتور در حین اعمال تیمار 2/42 کیلومتر بر ساعت بود.

تیمار الگوی تردد، با توجه به آن که محل تمامی کرت ها و مکان ردیف ها در هر کرت (4 ردیف در هر کرت)، قبل از کاشت مشخص شده بودند، روی زمین اعمال شد. از آنجائیکه فاصله دو چرخ تراکتور 150 سانتیمتر و فاصله دو ردیف ذرت 75 سانتیمتر بود، با هر گذر تراکتور دو خط را متراکم می کرد که یا هر دو خط روی ردیف و یا بین ردیف قرار داشتند. برای اعمال تیمار الگوی تردد بین ردیف، از ابتدای کرت، تراکتور به طول 30 متر حرکت می کرد و روی همان مسیر پس از دور زدن در خارج از کرت برمی گشت تا تعداد تردد به 5 بار برسد زیرا در لایه های زیرین خاک، فشردگی نسبتاً قابل ملاحظه ای ایجاد شود، سپس بین آن دو خط نیز 5 بار تردد تکرار می شد. برای اعمال الگوی تردد روی ردیف نیز با توجه به خطوط علامت گذاری شده روی ردیف، قبل از مرحله کاشت به ترتیب بالا عمل می شد. برای اعمال الگوی تردد در کل زمین، تمام مراحل که در دو الگوی تردد فوق انجام می شد، صورت گرفت. اما برای الگوی بدون تردد، هیچ ترددی اضافی صورت نگرفت. بین هر کرت، که شامل 4 ردیف بود، فاصله ای 1/5 متری در نظر گرفته شده بود که هر گونه تردد در مراحل داشت از آن فاصله صورت گرفته تا بدین صورت حرکت تراکتور روی تیمارهای تردد تأثیری نداشته باشد. تمامی تیمارها در سه تکرار انجام گرفت. در شکل 1، تیمار الگوهای تردد نشان داده شده است. دقیقاً بعد از اعمال تیمارها شاخص مخروطی و جرم مخصوص ظاهری خاک اندازه گیری شد. 10 روز بعد پس از پایین آمدن رطوبت سطحی خاک دو بار دیسک عمود بر هم در سطح زمین زده شد که با توجه به رطوبت پایین در این زمان تردد انجام شده روی تراکم لایه زیری خاک تأثیری نداشت. نهایتاً در اواسط خرداد ماه کاشت توسط کارنده پنوماتیکی چهار ردیفه در طول 30 متر صورت گرفت. در جدول 2 درصد رطوبت زمین در حین اعمال تیمار مشخص شده است.

## متغیرهای اندازه گیری شده:

در هر کرت تمام اندازه گیری ها از ردیف های 2 و 3 انجام گرفت، تا اثرات حرکت تراکتور در بین کرت ها در مراحل داشت، حذف شود. 1- شاخص مخروطی: برای بدست آوردن شاخص مخروطی خاک، تا عمق 45 سانتیمتری قبل و بعد از اعمال تیمارها، به صورت تصادفی از 6 نقطه از ردیف های 2 و 3 در هر پلات نمونه گیری انجام شد. شاخص مخروطی خاک مزرعه توسط نفوذسنج مخروطی ثبات مدل *SP-1000* اندازه گیری گردید. 2- جرم حجمی ریشه: زمان به دست آوردن جرم حجمی ریشه درست بعد از مرحله بلال دهی بود. برای به دست آوردن جرم حجمی ریشه از روش تاردیو و مانیچون (5) استفاده شد. در این روش در هر پلات گودالی به عمق 80 سانتیمتر و به عرض 76 سانتیمتر در طول ردیف گیاه زده شد. این گودال ها در ردیف های 2 یا 3 در هر پلات طوری زده می شد که دو ساقه ذرت در دو طرف طولی آنها قرار گیرد. در هر پلات جرم حجمی ریشه این دو گیاه اندازه گیری می شد. در این گودال، در مقابل سطح ریشه هر گیاه شبکه ای که سلول های آن  $2 \times 2$  سانتیمتر بود، قرار می گرفت. شاخص ریشه برای هر مربع از شبکه به این صورت تعریف می شود که اگر در یک سلول ریشه ای دیده نشود شاخص ریشه برابر با صفر و اگر بیشترین مقدار ریشه را دارا باشد شاخص ریشه آن برابر 8 می باشد. شاخص ریشه به صورتی که در شکل 2 مشاهده می شود، تعریف شده است. پس از به دست آوردن شاخص ریشه، جرم حجمی ریشه با استفاده از رابطه [1] تخمین زده شد.

$$D_r = \frac{0.029 + 0.047N + 0.0119N^2}{V} \left( \frac{g}{cm^3} \right) \quad [1]$$

که در آن:

$D_r$ : دانسیته ریشه هر سلول

$N$ : شاخص ریشه هر سلول

$V$ : حجم هر سلول ( $V = 2 * 2 * 2 = 8 \text{ cm}^3$ )

طرح مورد استفاده در تحقیق:

این آزمایش بر اساس طرح اسپلیت فاکتوریل مورد تجزیه آماری قرار گرفت. نتایج بدست آمده در جداول مربوط ثبت گردید. برای تجزیه و تحلیل داده های آزمایش از نرم افزار *MSTATC* استفاده شد. مقایسه میانگین ها از طریق آزمون دانکن در سطح 0/05 انجام شد. نمودارهای مورد نیاز با استفاده از نرم افزار *EXCEL* رسم گردید.

## نتایج و بحث

### شاخص مخروطی خاک

برای اندازه گیری شاخص مخروطی خاک در تیمارهای مختلف، نمونه برداری از روی ردیف کشت از خط های 2 و 3، در هر کرت برداشته شده است. در جدول (4-6) شاخص مخروطی در تیمارهای مختلف، قبل از تردد تا عمق 45 سانتیمتری و در جدول (4-7) شاخص مخروطی در تیمارهای مختلف، بعد از تردد تا عمق 45 سانتیمتری آورده شده است. در شکل های (4-1) تا (4-5) نمودارهای شاخص مخروطی در تیمارهای مختلف

در قبل و بعد از تردد تراکتور رسم گردیده است. در تیمار رطوبت  $W_1$ ، با توجه به شکل های (2-4) و (3-4) در تیمارهای مختلف الگوی تردد تا عمق حدود 15 سانتیمتری اثر معنی داری گذاشته است. در تیمار رطوبت  $W_2$ ، با توجه به شکل (4-4) و (5-4) شاخص مخروطی خاک در تیمارهای تردد در کل زمین و تردد روی ردیف تا عمق حدود 30 سانتیمتری و در تیمار تردد در بین ردیف تا عمق حدود 20 سانتیمتری اثر معنی داری گذاشته است. اما تیمار وزن در این قسمت نیز اثر معنی داری نشان نداد. با توجه به این شکل ها بیشترین اثر در عمق 8 سانتیمتری در الگوی تردد در تمام زمین رخ داده است. با توجه به نتایج بدست آمده اثر تردد روی شاخص مخروطی، در خاک خشک به صورت سطحی می باشد و حداکثر با تراکتور موجود تا عمق 15 سانتیمتری تأثیر می گذارد. اما اثر تردد روی شاخص مخروطی، در خاک مرطوب تا عمق 30 سانتیمتری می تواند تأثیر گذار باشد. در تیمار تردد، در شرایط مختلف، به ترتیب تردد در کل زمین، تردد روی ردیف و تردد بین ردیف بیشترین اثر را روی شاخص مخروطی داشته است.

### جرم حجمی ریشه

جرم حجمی ریشه درست بعد از مرحله بلال دهی ذرت اندازه گیری شد. با توجه به جدول (2-4) اثر تیمار وزن روی جرم حجمی ریشه معنی دار نبوده است. اثر تیمار رطوبت بر جرم حجمی ریشه معنی دار می باشد. اثر تیمار الگوی تردد نیز روی جرم حجمی ریشه اثر معنی دار داشته است. در جدول (4-14) مقدار جرم حجمی ریشه درست بعد از مرحله بلال دهی آمده است. جدول (4-15) مقایسه میانگین های جرم حجمی ریشه گیاه ذرت در مرحله بلال دهی را در تیمارهای رطوبت و الگوی تردد و تیمارهای وزن و الگوی تردد نشان می دهد. با توجه به این جدول در رطوبت  $W_2$  الگوی تردد در تمام زمین کمترین جرم حجمی ریشه را دارد. در این جدول نیز تیمار وزن روی جرم حجمی ریشه بی معنی می باشد.

در شکل های (4-26) تا (4-30) توزیع کلی ریشه مشخص شده است که در مکان های تیره تر شاخص ریشه، بیشتر می باشد. با توجه به این شکل ها در رطوبت  $W_2$  در تیمارهای تردد روی ردیف و بین ردیف توزیع ریشه به اطراف متمایل تر و به صورت غیر یکنواخت تر توزیع شده است. در تیمار الگوی تردد در کل زمین و بدون تردد به صورت یکنواخت تری ریشه گسترش یافته است اما در رطوبت  $W_1$  تفاوت چندانی در توزیع ریشه بین الگوهای مختلف تردد یافت نمی شود. بر اساس این موضوع با توجه به یکنواخت بودن یا نبودن فشردگی خاک توزیع ریشه نیز به همان صورت می باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده رطوبت زمین، در به وجود آوردن لایه های زیرین متراکم در هنگام خاک ورزی و عملیات های زراعی، عامل مهمی می باشد که همچنین بر رشد و عملکرد محصول اثر معنی داری نخواهد داشت. از لحاظ الگوی تردد نیز تردد روی ردیف و تردد بین ردیف با هم اختلاف معنی داری روی عملکرد نخواهند داشت. در صورتی که تردد در تمام زمین سبب کاهش چشمگیر عملکرد می شود. به عبارت دیگر با توجه به اجتناب ناپذیر بودن تردد تراکتور در زمین و با توجه به تراکتورها و ادوات موجود، بهتر است تراکم خاک بین خطوط کشت و یا روی ردیف های کشت در طی عملیات خاک ورزی بوجود آید. به نحوی که در سال های

متمادی تراکم در لایه های زیرین خاک در کل سطح زمین، به طور یکنواخت به وقوع نپیوندد و موجب کاهش عملکرد بیشتر محصول نشود.

#### منابع مورد استفاده

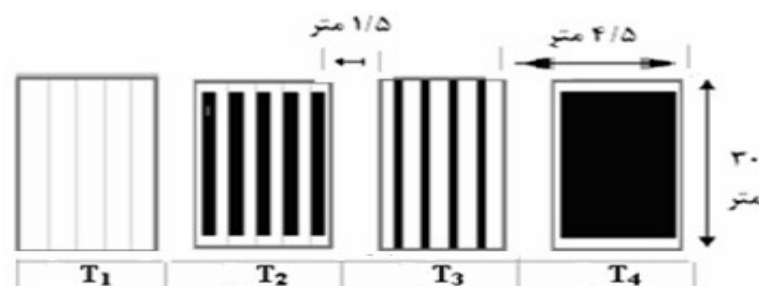
1. Hammel, J. E. 1994. Effect of high-axle load traffic on subsoil physical properties and crop yields in the Pacific Northwest USA. *Soil Till. Res.* 29: 195–203.
2. Raghavan, G. S. V., E. McKyes, R. Baxter and G. Gendron. 1979. Traffic–soil–plant (maize) relations. *J. Terramech.* 16: 181–189.
3. Raper, R. L. 2005. Agricultural traffic impacts on soil. *J. Terramech.* 42: 259-280.
4. Reeves, D. W., H. H. Rogers, J. A. Droppers, S. A. Prior and J. B. Powell. 1992. Wheel-traffic effects on corn as influenced by tillage system. *Soil Till. Res.* 23: 177–192.
5. Tardieu, F. and H. Manichon. 1986. Characterization as a water sink of the maize root system in cultivated fields, II. A method for studying vertical and horizontal distribution of roots. *Agronomy* 6: 415-425.
6. Taylor, H. M. and H. R. Gardner. 1963. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content, and strength of soil. *Soil Sci.* 96: 153–156.
7. Unger, P. W. and T. C. Kaspar. 1994. Soil compaction and root growth: a review. *Agron. J.* 86: 759–766.
8. Voorhees, W. B. 1991. Compaction effects on yield – are they significant. *Trans. ASAE.* 34: 1667–1672.

جدول 1. مشخصات تراکتور در حین اعمال تیمار

فشار باد لاستیک تراکتور ( <i>psi</i> )		وزن تراکتور ( <i>Mg</i> )	
		تراکتور مسی	تراکتور مسی
چرخ عقب	چرخ جلو	فرگوسن 285 سنگین شده ( $P_2$ )	فرگوسن $(P_1)285$
12	26	3/6	2/8

جدول 2. درصد رطوبت زمین در حین اعمال تیمار

$W_2$			$W_1$		
عمق (cm)					
31 - 45	16 - 30	0 - 15	31 - 45	16 - 30	- 15
0					
25/8	24/9	22/4	16/7	15/8	13/3



شکل 1. محل های تردد تراکتور برای اعمال تیمارهای تراکم خاک

$T_1$  - بدون تردد اضافی ،  $T_2$  - تردد بین خطوط کشت ،  $T_3$  - تردد روی ردیف کشت ،  $T_4$  - تردد در کل

زمین

1	2	3	4
1. بدون ریشه ( $N=0$ )			
2. یک ریشه با قطر بیشتر از 0/5 میلیمتر ( $N=2$ )			
3. یک ریشه با قطر برابر با 0/5 تا 1 میلیمتر به همراه ریشه های کوچک			
یا چند ریشه با قطر کمتر از 0/5 میلیمتر ( $N=4$ )			
4. دو ریشه با قطر بیشتر از 0/5 میلیمتر به همراه ریشه های کوچک ( $N=8$ )			

شکل 2. تعیین شاخص ریشه به وسیله شمارش و اندازه ریشه (14)

W <sub>2</sub>				W <sub>1</sub>				تیمار رطوبت <sup>2</sup>
الگوهای تردد				الگوهای تردد <sup>3</sup>				
T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	
جرم حجمی ریشه g/cm <sup>3</sup>								
4/378 <sup>e</sup>	4/455 <sup>d</sup>	4/925 <sup>c</sup>	5/165 <sup>ab</sup>	5/095 <sup>b</sup>	5/178 <sup>a</sup>	5/147 <sup>ab</sup>	5/155 <sup>ab</sup>	
P <sub>2</sub>				P <sub>1</sub>				تیمار وزن <sup>4</sup>
4/745 <sup>c</sup>	4/807 <sup>c</sup>	5/027 <sup>bc</sup>	5/163 <sup>a</sup>	4/728 <sup>c</sup>	4/827 <sup>c</sup>	5/045 <sup>bc</sup>	5/157 <sup>a</sup>	

جدول (4-15). مقایسه میانگین های<sup>1</sup> جرم حجمی ریشه گیاه ذرت در مرحله بلال دهی

1. در هر سطر تفاوت بین هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری معنی دار نیست (دانکن 5٪).

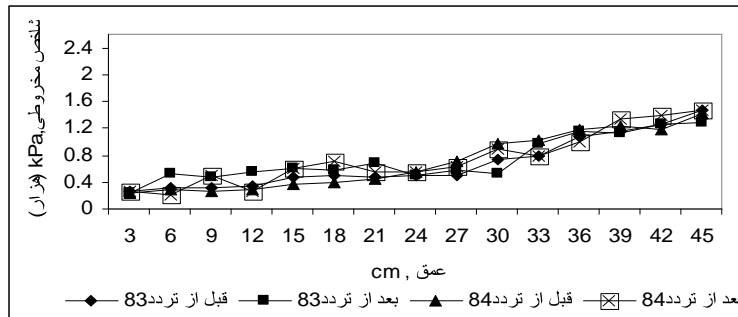
2. W<sub>1</sub> - خشک، W<sub>2</sub> - مرطوب

3. T<sub>1</sub> - بدون تردد اضافی، T<sub>2</sub> - تردد بین خطوط کشت، T<sub>3</sub> - تردد روی ردیف کشت، T<sub>4</sub> - تردد

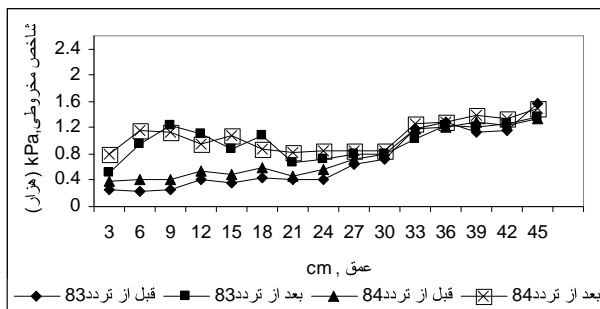
در کل زمین

4. P<sub>1</sub> - سبک ، تراکتور مسی فرگوسن 285 P<sub>2</sub> - سنگین ، تراکتور مسی فرگوسن 285 سنگین

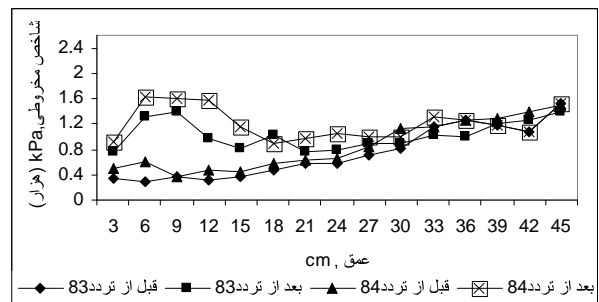
شده



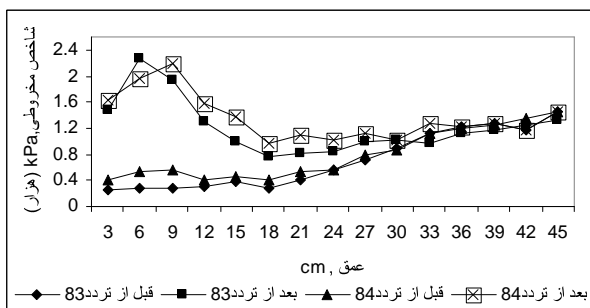
(T<sub>1</sub>)



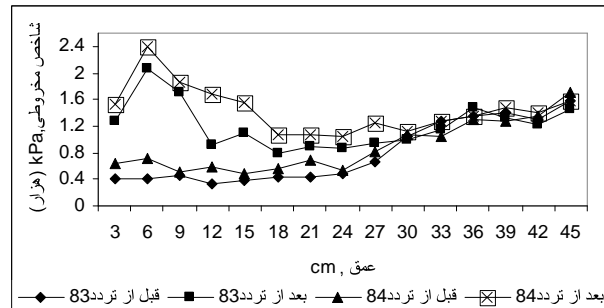
(P<sub>1</sub>T<sub>2</sub>)



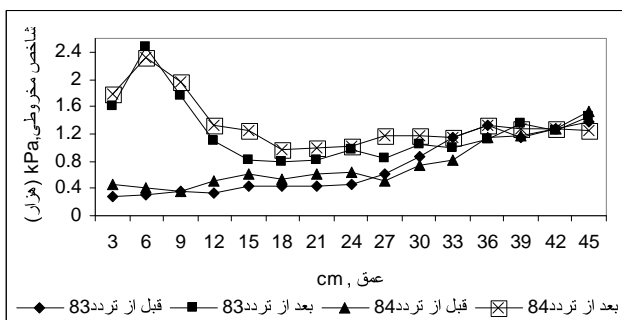
(P<sub>2</sub>T<sub>2</sub>)



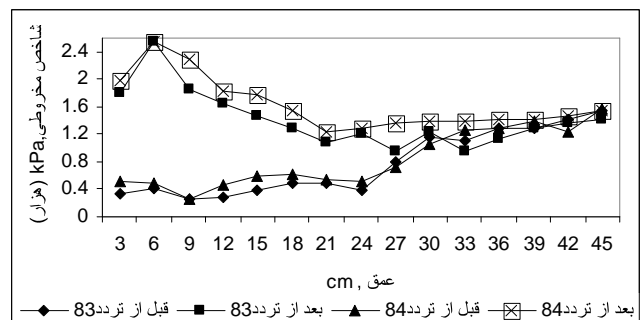
(P<sub>1</sub>T<sub>3</sub>)



(P<sub>2</sub>T<sub>3</sub>)



(P<sub>1</sub>T<sub>4</sub>)



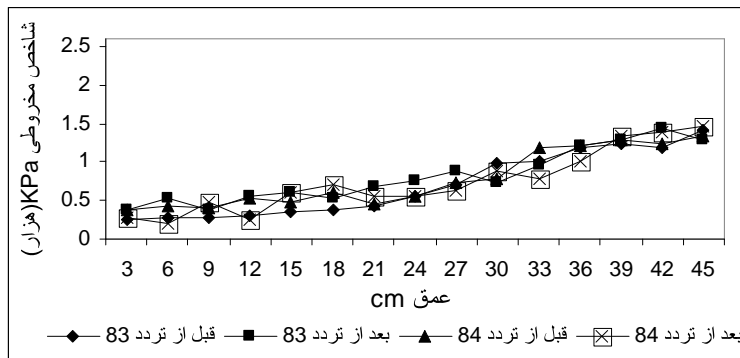
(P<sub>2</sub>T<sub>4</sub>)

شکل 4. شاخص مخروطی در قبل و بعد از تردد

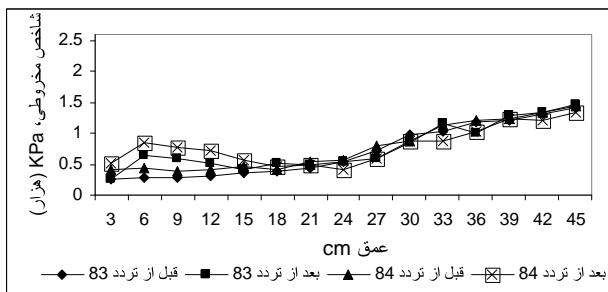
P<sub>1</sub>- سبک ، تراکتور مسی فرگوسن 285 ، P<sub>2</sub>- سنگین ، تراکتور مسی فرگوسن 285 سنگین شده

$T_1$  - بدون تردد اضافی،  $T_2$  - تردد بین خطوط کشت،  $T_3$  - تردد روی ردیف کشت،  $T_4$  - تردد در کل

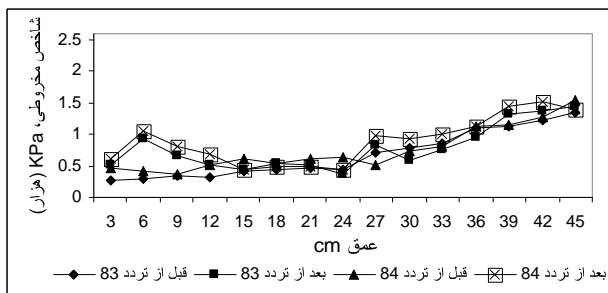
زمین



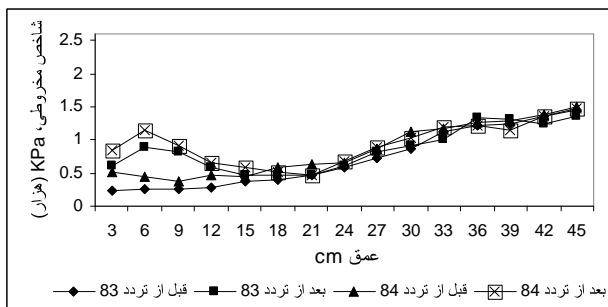
( $T_1$ )



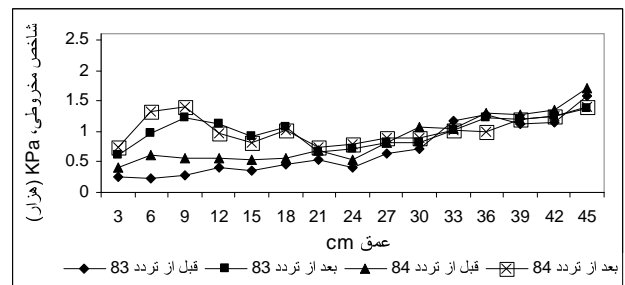
( $W_1T_2$ )



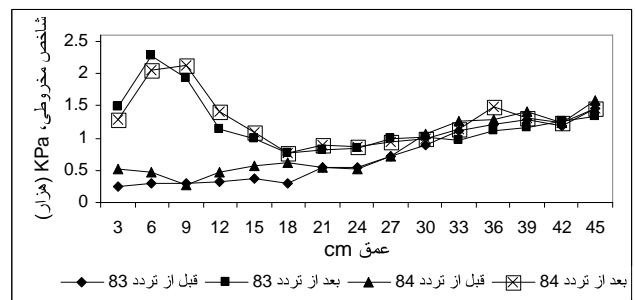
( $W_1T_3$ )



( $W_1T_4$ )

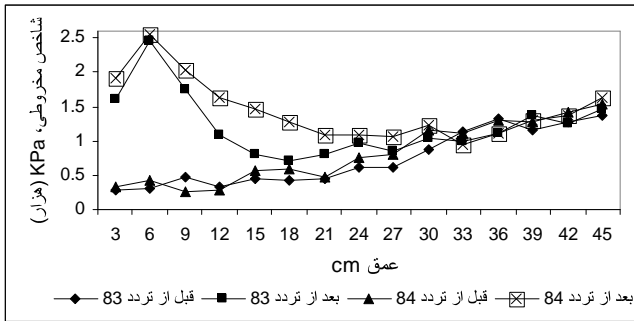


( $W_2T_2$ )



( $W_2T_3$ )

(W<sub>2</sub>T<sub>4</sub>)

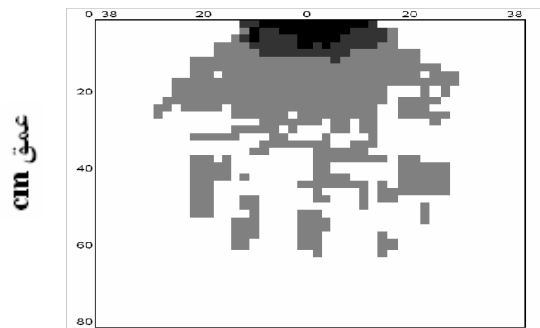


شکل 4. شاخص مخروطی در قبل و بعد از تردد

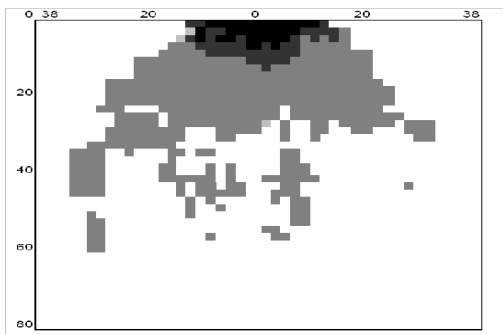
W<sub>1</sub> - خشک، W<sub>2</sub> - مرطوب

T<sub>1</sub> - بدون تردد اضافی، T<sub>2</sub> - تردد بین خطوط کشت، T<sub>3</sub> - تردد روی ردیف کشت، T<sub>4</sub> - تردد در کل زمین

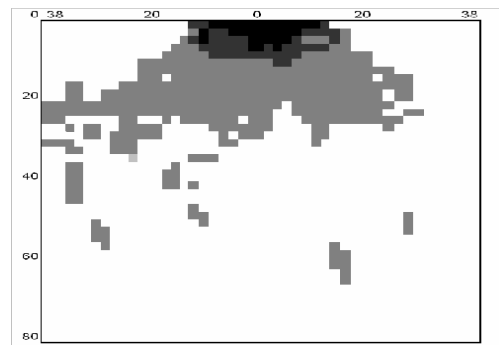
فاصله از ردیف cm



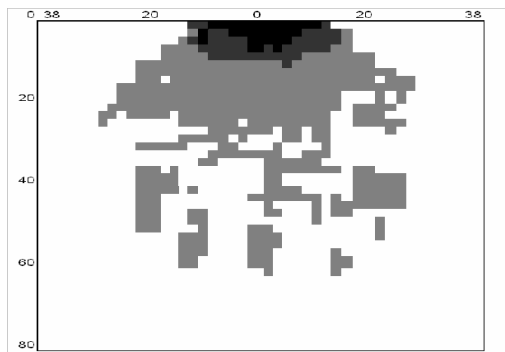
(T<sub>1</sub>)



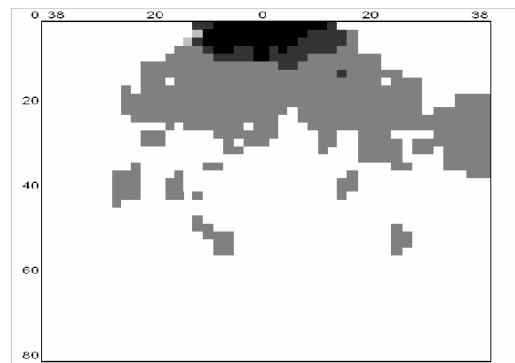
(P<sub>1</sub>T<sub>2</sub>)



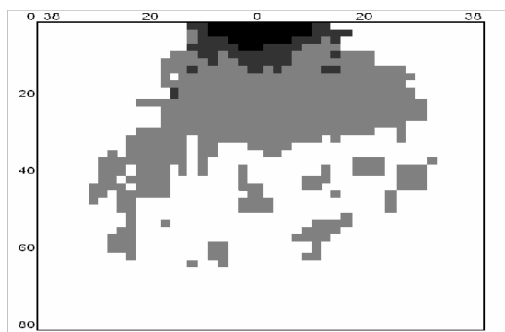
(P<sub>1</sub>T<sub>3</sub>)



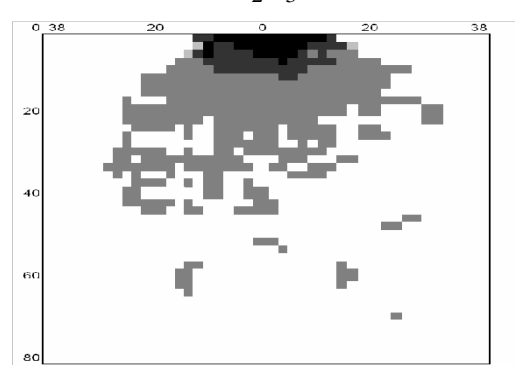
(P<sub>1</sub>T<sub>4</sub>)



(P<sub>2</sub>T<sub>3</sub>)



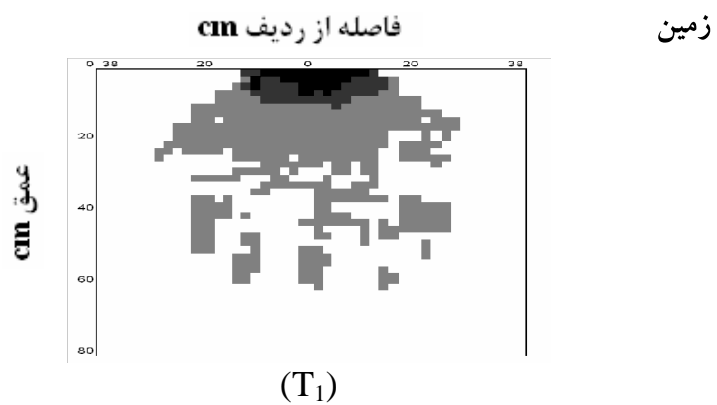
(P<sub>2</sub>T<sub>2</sub>)

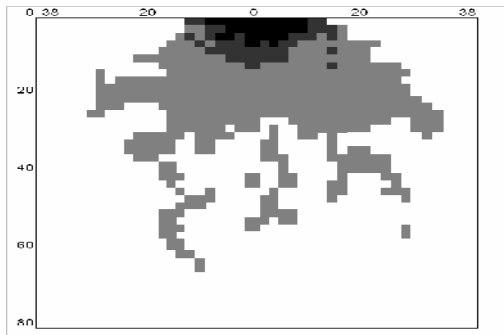


(P<sub>2</sub>T<sub>4</sub>)

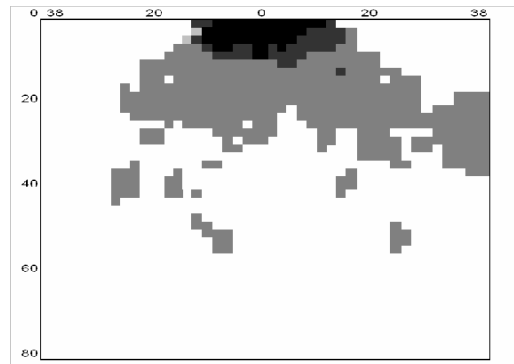
شکل 7. توزیع جرم حجمی ریشه (محور افقی: فاصله از گیاه، عمود بر ردیف کشت و محور عمودی: عمق از سطح زمین)

P<sub>1</sub> - سبک ، تراکتور مسی فرگوسن 285 ، P<sub>2</sub> - سنگین ، تراکتور مسی فرگوسن 285 سنگین شده  
 T<sub>1</sub> - بدون تردد اضافی ، T<sub>2</sub> - تردد بین خطوط کشت ، T<sub>3</sub> - تردد روی ردیف کشت ، T<sub>4</sub> - تردد در کل

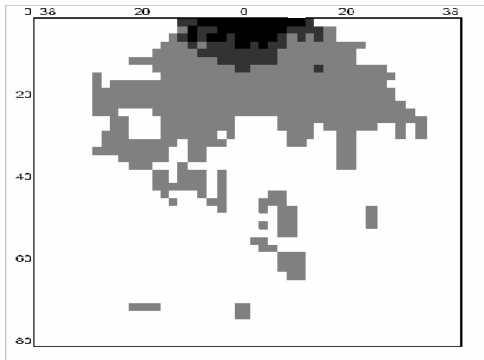




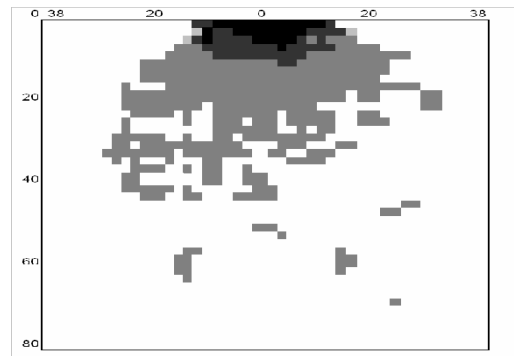
(W<sub>1</sub>T<sub>2</sub>)



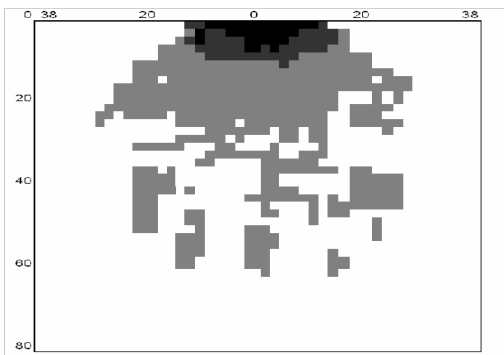
(W<sub>2</sub>T<sub>3</sub>)



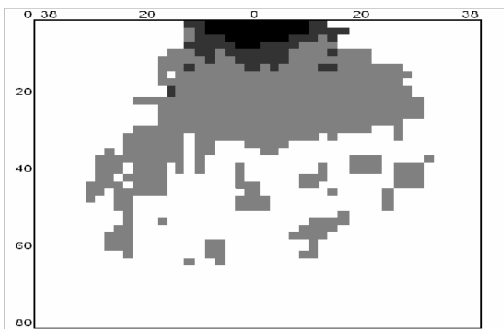
(W<sub>1</sub>T<sub>3</sub>)



(W<sub>2</sub>T<sub>4</sub>)



(W<sub>1</sub>T<sub>4</sub>)



(W<sub>2</sub>T<sub>2</sub>)

شکل 7. توزیع جرم حجمی ریشه (محور  
افقی: فاصله از گیاه، عمود بر ردیف کشت و  
محور عمودی: عمق از سطح زمین)  
 $W_1$  - خشک،  $W_2$  - مرطوب

$T_1$  - بدون تردد اضافی،  $T_2$  - تردد بین  
خطوط کشت،  $T_3$  - تردد روی ردیف  
کشت،  $T_4$  - تردد در کل زمین



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.