تأثیر خاک‌ورزی کاهش یافته و رطوبت خاک بر توزیع اندازه خاکدانه ها و پایداری ساختمان خاک

الهه حبیبی، محمدامین آسودار، بیژن خلیل مقدم
به ترتیب دانش آموخته رشته مکانیزاسیون کشاورزی، دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون و استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
Habibi.3724@gmail.com

چکیده

روش‌های مدیریتی صحیح از جمله کاهش عملیات خاک ورزی و انجام آن در شرایط مطلوب باعث افزایش کیفیت ساختمان خاک می گردد. بدین منظور جهت بررسی ت أثیر ماشین های خاک ورزی، رطوبت و سرعت پیشروی پژوهشی در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در سال 1390 در یک خاک لوم انجام شد . تیمارهای خاک‌ورزی شامل خاک‌ورز مرکب، چیزل پکر و دیسک، سطوح رطوبتی شامل 0/5، 0/7 و 0/9 حد خمیری و سرعت پیشروی در سه سطح 6، 8 و 10 کیلومتر بر ساعت بودند. میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه ها با استفاده از روش الک تر اندازه گیری شد. نتایج نشان داد رطوبت در زمان خاک ورزی بر میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه ها در سطح 5 درصد معنی دار بود. همچنین اثر خاک‌ورزی بر میانگین وزنی قطر خاک دانه‌ها در سطح 1 درصد و بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها در سطح 5 درصد معنی‌دار شد. اثر سرعت پیشروی بر هیچ یک از فاکتورهای مورد بررسی معنی دار نبود. پایدارترین خاکدانه‌ها در خاک ورز مرکب و چیزل پکر در رطوبت 0/9 حد خمیری با میانگین وزنی قطر خاکدانه 0/705 و 0/748 میلی‌متر و در تیمار دیسک در رطوبت 0/7 حد خمیری با میانگین وزنی قطر خاکدانه 0/605 میلی‌متر اندازه گیری شد. میانگین هندسی در تیمار خاک‌ورز مرکب و چیزل پکر با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت اما دیسک باعث افت شدید پایداری خاک‌دانه‌ها گردید.

کلمات کلیدی: خاک‌ورزی کاهش یافته، رطوبت حد خمیری، شاخص‌های خاکدانه‌ای شدن، الک تر

مقدمه

خاک از جمله منابع طبیعی دیر تجدیدشونده به شمار می رود. تخریب و فرسایش ساختمان خاک سطحی، باعث کاهش توانایی آن برای ذخیره آب و مواد غذایی و رشد ریشه گیاهان می شود. ساختمان خاک یک ویژگی متغیر و بسیار تأثیرپذیر است که فرآیندهای مختلف بر آن مؤثرند . ارزیابی وضعیت ساختمان خاک اغلب متکی بر سنجش پایداری واحدهای ساختمانی یعنی خاکدانه ها است [نیشابوری و همکاران، 1387]. طبق یافته های محققان پیشنهاد می‌شود برای داشتن بستر بذر ایده‌آل، اندازه خاکدانه‌ها از 0/5 میلی‌متر کم‌تر و از 6 میلی‌متر بیشتر نباشد [Braunack et al., 1989]. خاکدانه‌ها به مدیریت خاک ورزی واکنش سریع نشان می دهند و می توانند به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی اثرات کوتاه مدت خاک ورزی بر حاصلخیزی و کیفیت خاک باشند . اثر خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک به طور قابل ملاحظه ای با رطوبت خاک در زمان عملیات، نوع خاک، وجود بقایا و ژئومتری تیغه خاک‌ورزهای مورد استفاده تغییر می کند [Hughes et al., 1977]. خاک‌ورزی در رطوبت بالاتر از حد بهینه، خاک را وادار به تغییر شکل و برش می کند که برای ساختمان خا ک نامطلوب است. رطوبت بهینه برای

خاک‌ورزی می‌تواند این‌گونه تعریف شود: میزان رطوبتی که در آن بیشترین نسبت خاکدانه های کوچک یا کمترین نسبت کلوخه ایجاد شود که اغلب حدود 0/9 حد خمیری به‌دست می‌آید [Arvidsson et al., 2006].
در 20 سال اخیر، سیستم های خاک‌ورزی حفاظتی گسترش چشم گیری داشته است و در برخی مناطق جهان، به طور کامل جایگزین سیستم‌های سنتی شده است. مزایای خاک‌ورزی حفاظتی به‌طور گسترده‌ای بررسی شده است، اما با وجود مزایای شناخته شده آن، در همه مناطق اجرا نمی شود. ناآگاهی از این تکنیک، محدودیت بافت، عمق خاک‌ورزی و حمله علف های هرز فاکتورهایی هستند که استفاده از این روش را محدود می کند. بنابراین، در مناطقی که خاک ورزی به‌صورت فشرده استفاده می شود لازم است که این عملیات به شکل حفاظتی به وسیله گاوآهن چیزل یا کولتیواتور به منظور بهبود کیفیت خاک و اجتناب از خطرات محیطی مرتبط با سیستم های خاک‌ورزی فشرده تغییر کند. اهداف این پژوهش بررسی تأثیر ادوات خاک ورزی حفاظتی، سرعت پیشروی آن ها و میزان رطوبت خاک در حین خاک‌ورزی بر پایداری ساختمان خاک و توزیع اندازه خاکدانه‌ها می‌باشد.

مواد و روشها

آزمایشات در مزرعه‌ای به مساحت 4500 مترمربع از مزارع دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در 35 کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی 31 درجه و 36 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 48 درجه و 53 دقیقه شرقی با ارتفاع 20 متر از سطح دریا در سال 1390 به اجرا درآمد. جدول (1) مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول (1): مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	مواد آلی (درصد)	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی‌متر)	حد خمیری (درصد)
0-5	53	10	37	0/9	1/01	22
5-10	52	13	35	0/9	0/89	22
10-20	53	12	35	0/8	0/8	22
20-30	52	13	35	0/7	0/68	21

طرح آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد . فاکتور اصلی شامل رطوبت خاک در زمان خاک ورزی با سه سطح 0/5، 0/7 و 0/9 حد خمیری، فاکتور فرعی ادوات خاک‌ورزی با سه سطح خاک ورز مرکب، چیزل پکر و دیسک و فاکتور فرعی فرعی سرعت پیشروی با سه سطح 6، 8 و 10 کیلومتر بر ساعت بود. با در نظر گرفتن عرض کار و مسافت مؤثر برای حرکت ماشین آلات، هر کرت 18×3 متر مربع در نظر گرفته شد . سپس کرت‌ها به‌صورت غرقابی آبیاری شدند. چهار روز پس از آبیاری، رطوبت خاک توسط دستگاه رطوبت سنج خاک مدل PMS-714 (تصویر 1) دوبار در روز اندازه‌گیری شد و پس از رسیدن خاک

به رطوبت مورد نظر تیمارهای خاک ورزی اعمال گردید. پس از آن نمونه برداری‌ها انجام و در کیسه های پلاستیکی به آزمایشگاه خاک منتقل شدند.

اندازه‌گیری‌ها و آنالیز خاک:

نمونه‌های برداشت شده از اعماق مختلف پس از اجرای عملیات خاک ورزی، بعد از هوا خشک شدن، از الک 3/35 میلی‌متر عبور داده شد و سپس 4 گرم از هر نمونه روی یک سری الک با اندازه های 0/045، 0/053، 0/063، 0/125، 0/25، 0/5، 1 و 2 میلی‌متر ریخته شد. دستگاه الک تر -Wet sieving- (تصویر 2) به مدت 3 دقیقه در آب حرکت عمودی داشت و سپس خاکدانه های باقی مانده بر روی هر الک به داخل ظرف منتقل و در آون در دمای 105 درجه سانتی گراد به مدت 24 ساعت خشک شد و پس از آن توزین گردید . میانگین وزنی و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌هااز رابطه (1) و (2) محاسبه شد [Hu *et al.*, 2006]:

رابطه (1)

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} X\,i\,W\,i$$

W_i: وزن خاکدانه‌های پایدار هر الک به صورت نسبتی از وزن کل نمونه

X_i: قطر متوسط خاکدانه‌های پایدار باقی مانده بر روی هر الک

رابطه (2)

$$GMD = Exp\frac{\sum_{i=1}^{n} \log Xi}{\sum_{i=1}^{n} Wi}$$

W_i: وزن خاکدانه‌های پایدار هر الک

$\sum Wi$: کل خاک مورد استفاده (4 گرم)

تصویر 1: دستگاه رطوبت سنج مدل PMS- 714.

تصویر 2: دستگاه الک تر مدل 8/13.

نتایج و بحث

1. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

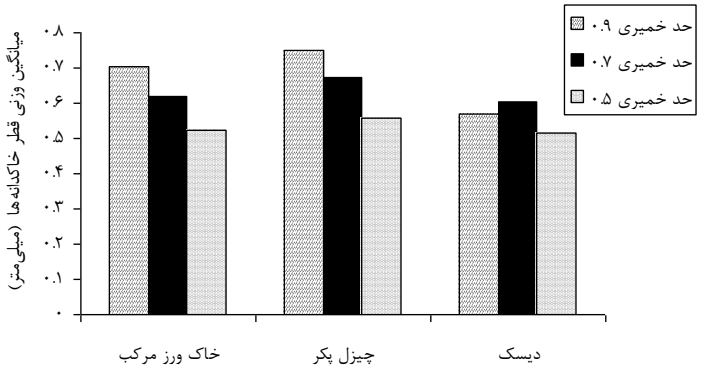
نتایج تجزیه واریانس اثر رطوبت، خاک ورزی و سرعت پیشروی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها نشان داد اثر رطوبت در سطح 0/05، اثر خاک‌ورزی در سطح 0/01 اما سرعت پیشروی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین اثر متقابل رطوبت و خاک‌ورزی در سطح 0/05 معنی‌دار شد (جدول 2).

با بررسی اثر متقابل رطوبت و خاک‌ورزی (شکل 1) مشاهده شد، خاک‌ورزی با چیزل پکر در رطوبت 0/9 خمیری با میانگین 0/75 میلی‌متر بزرگ‌ترین میانگین وزنی و خاک ورزی با دیسک در رطوبت 0/5 خمیری با میانگین 0/52 کوچک‌ترین میانگین وزنی قطر خاکدانه ها را داشت. بزرگ‌ترین میانگین وزنی قطر خاکدانه برای خاک ورز مرکب و چیزل پکر در رطوبت 0/9 حد خمیری و برای دیسک در رطوبت 0/7 حد خمیری اتفاق افتاد . کوچک‌ترین اندازه خاکدانه و کمترین پایداری ساختمان خاک برای کلیه تیمارهای خاک ورزی در رطوبت 0/5 حد خمیری مشاهده شد. در همه سطوح رطوبتی، چیزل پکر با میانگین 0/66 میلی‌متر بالاترین و دیسک با میانگین 0/56 میلی‌متر کوچک‌ترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را داشتند. علت آن بالاتر بودن شدت خاک‌ورزی دیسک نسبت به دو تیمار خاک ورزی دیگر می‌باشد. خاک‌ورزی کاهش یافته با حفظ بقایا بر روی خاک، افزایش م اده آلی خاک و بهبود مشخصات فیزیکی خاک، نگهداری آب خاک و افزایش سرعت نفوذ، پایداری خاکدانه ها را افزایش می‌دهد. هرچند در مطالعه حاضر اثرات کوتاه مدت خاک ورزی بر پایداری خاکدانه ها بررسی شد اما در بلند مدت اثر مواد آلی بر خاکدانه سازی که ناشی از باقی ماندن ب‌قایا بر سطح خاک توسط این ادوات می باشد نیز خود را نشان می‌دهد. در حالی که در روش خاک‌ورزی مرسوم بر پایه گاوآهن برگردان‌دار بقایای گیاهی در زیر خاک دفن شده و مواد آلی ناچیز در این خاک‌ها توانایی خاکدانه‌سازی را ندارند [Dexter et al., 2009].

جدول (2) : جدول تجزیه واریانس تأثیر رطوبت، خاک‌ورزی و سرعت پیشروی بر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری

منابع تغییرات	df	MS	
		MWD	GMD
تکرار	2	$0/026^{n.s.}$	$0/008^{n.s.}$
رطوبت (M)	2	$0/14^{*}$	$0/02^{*}$
اشتباه فاکتور اصلی	4	$0/01^{n.s.}$	$0/002^{n.s.}$
خاک‌ورزی (T)	2	$0/06^{**}$	$0/005^{*}$
اثر متقابل (M*T)	4	$0/01^{*}$	$0/002^{n.s.}$
اشتباه فاکتور فرعی	12	$0/008^{n.s.}$	$0/001^{n.s.}$
سرعت پیشروی (V)	2	$0/001^{n.s.}$	$0/001^{n.s.}$
اثر متقابل (M*V)	4	$0/002^{n.s.}$	$0/001^{n.s.}$
اثر متقابل (T*V)	4	$0/008^{n.s.}$	$0/0009^{n.s.}$
اثرمتقابل (M*T*V)	8	$0/002^{n.s.}$	$0/002^{n.s.}$

*، **، ns به‌ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح 5٪، 1٪ و عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

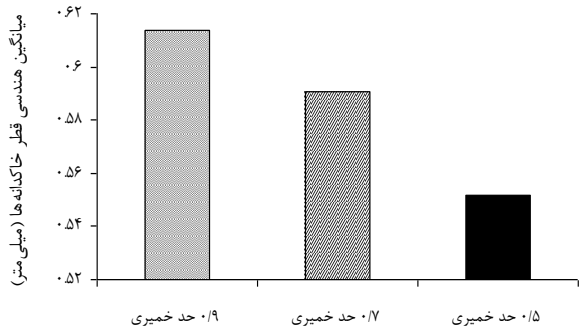


شکل 1: اثر رطوبت و خاک‌ورزی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

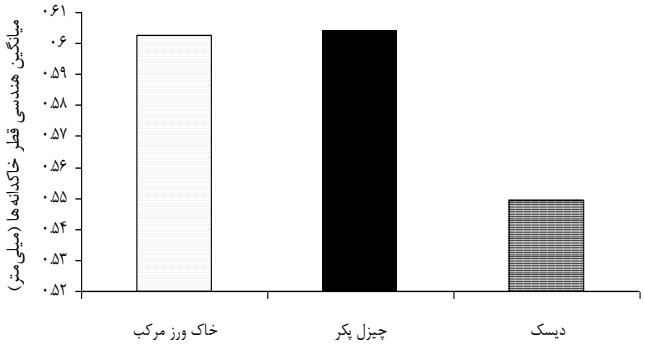
2. میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها

نتایج تجزیه واریانس اثر رطوبت، خاک ورزی و سرعت پیشروی بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها در جدول (2) نشان می دهد که تیمارهای رطوبت و خاک ورزی، هر دو، بر میانگین هندسی قطر خاکدانه ها در سطح 5 درصد معنی‌دار بودند ولی سایر فاکتورها تأثیر معنی داری نداشتند. این نتایج با یافته های Zhang et al. [2007] و Chen et al. [2009] مطابقت دارد.

تیمارهای خاک‌ورز مرکب و چیزل پکر در رطوبت 0/9 حد خمیری بالاترین میانگین هندسی قطر خاکدانه ها را داشتند، اما این مقدار در تیمار دیسک در رطوبت 0/7 حد خمیری بیشینه بود . همان‌طور که در شکل (2) می‌بینید میانگین هندسی قطر خاکدانه ها، در رطوبت 0/9، 0/7 و 0/5 حد خمیری، به ترتیب 0/6، 0/57 و 0/55 میلی‌متر و در تیمارهای خاک‌ورزی (شکل 3) خاک‌ورز مرکب، چیزل پکر و دیسک به ترتیب 0/58، 0/58 و 0/56 میلی‌متر بود. این نتایج با یافته‌های Daraghmeh et al. [2009] و Abid et al. [2007] مطابقت دارد.



شکل 2: اثر خاک‌ورزی بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها



شکل 3: اثر رطوبت در زمان خاک‌ورزی بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها

نتیجه‌گیری:

با بررسی دو پارامتر میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه ها همبستگی مثبت این دو شاخص مشخص شد. با بررسی نتایج حاصل از مطالعه اثر تیمارهای مختلف بر این دو شاخص و طبق یافته های بسیاری از محققان، میانگین هندسی، تغییرات توزیع خاکدانه ها را خیلی دقیق تر از میانگین وزنی قطر خاکدانه ها نشان می‌دهد و بسیاری از جنبه های توزیع خاکدانه‌ها را پوشش می‌دهد. رطوبت بهینه جهت خاک‌ورزی با چیزل پکر و خاک ورز مرکب رطوبت 0/9 حد خمیری و در دیسک رطوبت 0/7 حد خمیری شناخته شد. با توجه به عدم معنی داری شاخص میانگین هندسی در دو تیمار خاک ورز مرکب و چیزل پکر، هر دو خاک‌ورز به عنوان دستگاه مناسب جهت انجام عملیات خاک ورزی در این منطقه شناخته شدند اما دیسک به دلیل کاهش بیش از حد اندازه و پایداری خاکدانه ها برای خ اک‌ورزی در خاک این مناطق توصیه نمی‌شود.

قدردانی

در پایان از زحمات بی‌دریغ دکتر علیرضا ابدالی، دکتر خلیل عالمی‌سعید و مهندس علی فروغی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1. نیشابوری، م. ر.، صفر علیزاده، ن.، اوستان، ش . و تورچی، م . (1387). مقایسه شاخص پایداری و تأثیر پذیری آن‌ها از خصوصیات خاک. مجله دانش کشاورزی. جلد 18. شماره 3. ص 112-99.

2. Abid, M. and Lal, R. (2008). Tillage and drainage impact on soil quality, I.Aggregate stability, carbon and nitrogen pools. Soil & Tillage Research. 100. Pp: 89–98.

3. Arvidsson, J. and Bolenius, E. (2006). Effects of soil water content during primary tillage - laser measurements of soil surface changes. Soil and Tillage Research. 90. pp: 222-229.

4. Braunack, M. V. and Dexter, A .R. (1989). Soil aggregation in the seedbed: a review, effect of aggregate sizes on plant growth. Soil & Tillage Research. 14. pp:281-298.

5. Chen, H., Hou, R., Gong, Y., Li, H., Fan, M. and Kuzyakov, Y. (2009). Effects of 11 years of conservation tillage on soil organic matter fractions in wheat monoculture in Loess Plateau of China. Soil & Tillage Research. 106. Pp: 85–94.

6. Daraghmeh, O. A., Jensen, J. R. and Petersen, C. T. (2009). Soil structure stability under conventional and reduced tillage in a sandy loam. Geoderma.150. Pp: 64-71.

7. Dexter, A. R. and Richard, G. (2009). Tillage of soils in relation to their bi-modal pore size distributions. Soil & Tillage Research. 103. Pp: 113–118.

8. Hu, Z., Yi-zhong, L., Zhi-chen, Y. and Bao-guo, L. (2007). Influence of Conservation Tillage on Soil Aggregates Features in North China Plain. Agricultural Sciences in China. 6(9). pp:1099-1106.

9. Zhang, G. S., Chan, K. Y., Oates, A., Heenan, D. P. and Huang, G. B. (2007). Relationship between soil structure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage. Soil & Tillage Research. 92. Pp: 122–128.

10.Hughes, K. A. and C. J. Baker. 1977. The effects of tillage and zero-tillage systems on soil aggregates in a silt loam. Agriculture Engineering Research. 22: 291-301.