

اثر کوتاه مدت بی خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک لوم رسی سیلت در پتانسیل‌های مختلف آب

آزاده رئیسی زاده^۱، غلامعباس صیاد^۲، محمد خرمیان^۳ و عطاله خادم‌الرسول^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(gsayyad@suc.ac.ir)

۳- عضو هیئت علمی بخش فنی مهندسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول

۴- مربی گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۵

چکیده

تأثیر عملیات خاک‌ورزی بر خاک را می‌توان بر اساس تغییرات خواص هیدرولیکی خاک سطحی بررسی نمود؛ بنابراین مطالعه مزرعه‌ای ارزیابی اثر کوتاه مدت دو روش خاک‌ورزی بر خواص هیدرولیکی خاک در مزرعه ذرت در مرکز تحقیقات صفی آباد دزفول صورت گرفت. بافت خاک لوم رسی سیلت و تیمارها شامل خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی بود. میزان نفوذ آب در خاک با نفوذ سنج صفحه‌ای، در چهار پتانسیل (۰، -۳، -۵ و -۱۵ سانتی متر) در انتهای دوره رشد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که خصوصیات هیدرولیکی خاک در روش بی‌خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری با روش خاک‌ورزی مرسوم نداشت؛ حال آن که مقادیر پتانسیل آب اثر معنی‌داری را نشان داد؛ به طوری که هدایت هیدرولیکی در پتانسیل صفر نسبت به پتانسیل نزدیک اشباع (-۳ سانتی متر آب) در بی‌خاک‌ورزی ۲۷/۰۶ و ۸/۵۵ و در خاک‌ورزی مرسوم ۲۹/۴۲ و ۱۰/۵۴ سانتی متر در روزبه ترتیب افزایش یافت، که این امر نشان دهنده وجود منافذ درشت خاک در هر دو روش خاک‌ورزی می‌باشد. درصد جریان عبوری آب از منافذ درشت در بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب ۷۰ و ۶۴٪ شد. بنابراین جریان ترجیحی در بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم ۶٪ افزایش یافت.

کلید واژه‌ها: خاک‌ورزی، هدایت هیدرولیکی، جریان ترجیحی، نفوذ سنج صفحه‌ای.

مقدمه

شرایط اقلیمی، تناوب گیاهی و نوع خاک بستگی دارد (میسینگ و جارویس^۱، ۱۹۹۳). در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم به هم خوردگی شدید خاک، باعث فرسایش خاک سطحی، اتلاف عناصر غذایی، کاهش

کاربرد ادوات کشاورزی باعث تراکم خاک می‌شود؛ به صورتی که امروزه که یکی از علل عمده کاهش محصول، تراکم خاک می‌باشد (یاووزکان^۱، ۲۰۰۰). تأثیر خاک‌ورزی و آبیاری بر ساختمان خاک به

صیاد و همکاران... اثر کوتاه مدت بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر

اشباع شده است (مورت و آروو^۵، ۲۰۰۷). مطالعات اندکی در مورد میزان نفوذ آب و هدایت هیدرولیکی در پتانسیل‌های بالا (نزدیک به اشباع) در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی با استفاده از نفوذسنج صفحه‌ای صورت گرفته است (آنکنی و همکاران، ۱۹۹۰؛ دون و فیلیپ^۶، ۱۹۹۱؛ لگس دون و کسپر^۷، ۱۹۹۵). از جمله مطالعات صورت گرفته با این دستگاه، مطالعه منافذ درشت و متوسط خاک توسط واتسون و لوکس مور^۸ (۱۹۸۶) و ویلسون و لوکس مور^۹ (۱۹۸۸) می‌باشد. تأثیر کوتاه مدت خاک‌ورزی بر خواص هیدرولیکی خاک توسط میسنگ و جارویس (۱۹۹۳) و تأثیر شیب زمین بر هدایت هیدرولیکی به وسیله کازانووا و همکاران^{۱۰} (۲۰۰۰) بررسی شد. از طرفی آزوز و همکاران^{۱۱} (۱۹۹۶) گزارش کردند که میزان هدایت هیدرولیکی در سه روش خاک‌ورزی مرسوم، بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی در پتانسیل‌های ۲- و ۶۰- کیلو پاسکال تفاوت معنی‌دار داشت. اخیراً در شمال خوزستان به دلیل اثرات مثبت خاک‌ورزی حفاظتی بر کیفیت خاک، استفاده از روش بی‌خاک‌ورزی رایج شده است. تاکنون مطالعه منتشر شده‌ای در مورد مقایسه این دو روش بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در شرایط استان خوزستان وجود نداشته است و به همین منظور این مطالعه جهت مقایسه مزرعه‌ای اثر کوتاه مدت دو روش خاک‌ورزی (بی‌خاک‌ورزی و مرسوم) بر برخی خواص هیدرولیکی خاک طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول (شمال استان خوزستان) اجرا شد. موقعیت جغرافیایی منطقه ۲۶° ۴۸' طول شرقی و ۱۶°

آب قابل دسترس و در نتیجه کاهش حاصل‌خیزی و عملکرد محصول می‌شود. برای رفع این مشکلات چندین روش مدیریتی در نظر گرفته شده است. یکی از این روش‌ها که در سال‌های اخیر به صورت گسترده در دنیا استفاده می‌شود، روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد. در این روش‌ها به هم خوردگی خاک به شدت کاهش می‌یابد و بخش زیادی از بقایای گیاهی بر سطح خاک باقی می‌ماند (لارنی و همکاران^۱، ۱۹۹۴). آگاهی از تغییرات ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به خصوص میزان نفوذ و حرکت آب در خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی جهت اصلاح روش‌های مدیریتی خاک و نیز کاربردهای دیگر نظیر مدیریت کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی حائز اهمیت است (آنکنی و همکاران^۲، ۱۹۹۱). یکی از ویژگی‌های فیزیکی خاک که بر جریان آب و انتقال املاح تأثیر دارد، هدایت هیدرولیکی می‌باشد (رئوف و همکاران^۳، ۲۰۰۹). روش‌های آزمایشگاهی و صحرایی متعددی جهت اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی وجود دارد؛ اما یکی از مشکلات عمده در تعیین هدایت هیدرولیکی، اندازه‌گیری آن بدون به هم خوردگی خاک می‌باشد؛ زیرا هدایت هیدرولیکی تحت تأثیر تغییرات ساختمان خاک است. هم‌چنین اندازه‌گیری این پارامتر در پتانسیل‌های بالا (نزدیک به اشباع) دارای اهمیت می‌باشد (میلر^۴، ۱۹۹۸). دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای یکی از روش‌های ساده و سریع برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی در مزرعه می‌باشد که در سال‌های اخیر مورد توجه و استفاده زیاد قرار گرفته است (میسینگ و جارویس، ۱۹۹۳). کاربرد و توسعه نفوذسنج‌های صفحه‌ای باعث سهولت تحقیق در زمینه اندازه‌گیری میزان هدایت هیدرولیکی در ناحیه رطوبتی نزدیک به

5- Moret and Arrue
6- Dunn and Philips
7- Logsdon and Kaspar
8- Watson and Luxmoore
9- Wilson and Luxmoore
10- Casanova et al.
11- Azooz et al.

1- Larney et al.
2- Ankeny et al.
3- Raoof et al.
4- Miller

پتانسیل آب (۰، ۳، ۵- و ۱۵-سانتی متر آب) و بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در شش تکرار انجام شد. ذرت پس از ۱۳۵ روز و در مرحله رسیدن کامل برداشت شد. در این زمان اندازه‌گیری‌های نفوذ آب در خاک با استفاده از دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای با قطر ۲۰ سانتی متر در هر دو تیمار انجام شد (شکل ۱). اندازه‌گیری‌ها در ۶ تکرار و بر روی پشته‌ها صورت گرفت. در هر تیمار نمونه‌های خاک دست نخورده از محل استقرار دستگاه جهت تعیین جرم مخصوص ظاهری و در انتهای اندازه‌گیری، نمونه‌های خاک از زیر دستگاه برای تعیین رطوبت خاک برداشت شد. با استفاده از داده‌های به دست آمده از دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای برخی پارامترهای هیدرولیکی خاک شامل هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع (با استفاده از روش تحلیلی آنکنی و همکاران (۱۹۹۱) و تعداد منافذ متوسط و درشت، تخلخل موثر، درصد جریان عبوری از هر کلاس منفذ (با استفاده از روش واتسون و لوکس مور (۱۹۸۶) برای تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. درصد وزنی ذرات تشکیل دهنده خاک و بافت خاک نیز تعیین شد (جدول ۱). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار MSTATC صورت گرفت.

۳۲ عرض شمالی و ۸۲/۹ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه حدود ۳۴۵ میلی متر، متوسط تبخیر و تعرق سالیانه از تشتک کلاس A، ۲۴۰۰ میلی متر می‌باشد. خاک منطقه از نوع رسوبی و دارای حداقل ۳۰ درصد آهک است. تناوب رایج منطقه گندم-ذرت می‌باشد، پس از برداشت گندم زمستانه، دو روش خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی برای کاشت ذرت در کرت‌هایی با ابعاد ۱۲۰ × ۲۰ متر اجرا شد. در خاک‌ورزی مرسوم آبیاری اولیه (ماخار) به میزان ۱۰۰ میلی متر، دو دیسک سنگین عمود بر هم با عمق کار ۱۰ سانتی متر، ماله کشی، کود پاشی توسط کود پاش سانتریفوژ، دیسک سبک برای مخلوط نمودن کود با خاک و ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر و کاشت توسط دستگاه ردیف کار پنوماتیک اجرا گردید، که رطوبت در هنگام خاک‌ورزی در حد ظرفیت مزرعه و در زمان کاشت ذرت حدود ۵٪ بود. در روش بی‌خاک‌ورزی، با به کارگیری دستگاه خطی کار بی‌خاک‌ورزی، بذرها روی پشته‌های باقی‌مانده از گندم کاشته شدند. در بی‌خاک‌ورزی رطوبت در زمان کار در حدود ۵٪ بود. آزمایش در قالب طرح آماری فاکتوریل با دو فاکتور خاک‌ورزی (خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی) و



شکل ۱- نمایی از دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای مورد استفاده

صیاد و همکاران... اثر کوتاه مدت بی خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم بر

جدول ۱- توزیع وزنی ذرات و بافت خاک زمین مورد آزمایش.

اندازه ذرات (میلی متر)	درصد وزنی ذرات
رس (>0.02)	۳۷/۳۰
سیلت (0.002-0.02)	۴۷/۰۲
شن (2-0.02)	۱۵/۶۸
بافت	لوم رسی سیلینی

که $\phi_{\infty} (m^3 s^{-1})$ در اینجا شدت نفوذ نهایی از دستگاه و $r_0 (m)$ شعاع دیسک می باشد. در اینجا تحلیلی که از دو بار آبی استفاده شده است، شرح داده می شود. در این روش فرض شده است که خاک یک تابع هدایت نمایی (رابطه ۲) دارد، در نتیجه از رابطه ۲ نتیجه می شود:

$$K_1 = K_s \exp(\alpha h_1) \quad (5)$$

$$K_2 = K_s \exp(\alpha h_2) \quad (6)$$

بنابراین از رابطه های ۵ و ۶ روابط زیر به دست می آید:

$$\phi_1 = K_1 \left(\pi r_0^2 + \frac{4r_0}{\alpha} \right) \quad (7)$$

$$\phi_2 = K_2 \left(\pi r_0^2 + \frac{4r_0}{\alpha} \right) \quad (8)$$

و ترکیب آن ها نتیجه می دهد که:

$$\frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{K_1}{K_2} = \exp[\alpha(h_1 - h_2)] \quad (9)$$

بنابراین با توجه به رابطه ۹ می توان اندازه موئینگی خاک را به دست آورد.

$$\alpha = \frac{\ln\left(\frac{\phi_1}{\phi_2}\right)}{h_1 - h_2} \quad (10)$$

محاسبه هدایت هیدرولیکی و توزیع اندازه

منافذ

آنکنی و همکاران (۱۹۹۱) یک سلسله تحلیل ریاضی برای جریان پایدار از یک حوضچه کم عمق سطحی مدور آب آزاد ارائه نمود. پتانسیل جریان ماتریک عبارت است از:

$$\phi_s = \int_{h_i}^{h_0} D(\theta) d\theta = \int_{h_i}^{h_0} K(h) dh \quad (1)$$

$K(h_0)$: هدایت هیدرولیکی غیراشباع (ms^{-1}), h_i : پتانسیل اولیه خاک غیر مرطوب (m) می باشد. از رابطه ۱، رابطه ۲ به دست می آید.

$$K(h_0) = K_s \exp(\alpha h_0) \quad (2)$$

$K(h_0)$: هدایت هیدرولیکی غیراشباع (ms^{-1}) در پتانسیل آب وارد شده $h_0 (m)$, $K(s)$: هدایت هیدرولیکی اشباع و $\alpha (s^{-1})$ عدد جذب می باشد و می توان گفت که:

$$\phi_s = \frac{Ks}{\alpha} \quad (3)$$

این رابطه به رابطه ۱ این امکان را می دهد که برای نفوذ حجم پایدار از حوضچه مدور استفاده شود، $\phi_{\infty} = \pi V_{\infty} (m^3 s^{-1}) r_0^2$ ، که به صورت رابطه ۴ نوشته می شود:

$$\phi_{\infty} = K(h_0) \left(\pi r_0^2 + \frac{4r_0}{\alpha} \right) \quad (4)$$

جدول ۲- متوسط جرم مخصوص ظاهری (ρ_b) و رطوبت حجمی (θ_v) خاک سطحی در هر دو تیمار خاکورزی.

θ_v (سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب)	ρ_b (گرم بر سانتی متر مکعب)	
۲۶/۱ ^{NS}	۱/۵۹ ^{NS}	خاک ورزی مرسوم
۲۳/۸ ^{NS}	۱/۶۳ ^{NS}	بی خاک ورزی

NS عدم تفاوت معنی داری در سطح ۰/۰۵ آزمون LSD.

در رابطه ۱۳ فرض شده که جریان ورقه‌ای و منافذ درشت کاملاً پر از آب هستند و این منافذ پیوستگی و اعوجاج ندارند

نتایج و بحث

جرم مخصوص ظاهری و رطوبت خاک در محل استقرار دستگاه نفوذ سنج صفحه‌ای اندازه‌گیری شد که نتایج حاصل نشان داد جرم مخصوص ظاهری و رطوبت خاک در هر دو تیمار خاک‌ورزی تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل آماری نتایج (جدول ۳) نشان داد که شیوه خاک‌ورزی کوتاه مدت (یک ساله) تأثیر معنی‌داری بر هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع خاک نداشت ($P < 0.05$). چانگ و لیندوال (۱۹۸۹)، (۱۹۹۰، ۱۹۹۲) طی مطالعه کوتاه مدت بر روی خاک لومی به نتایج مشابه دست یافتند. هورن^۱ و همکاران (۱۹۹۲) نیز نشان دادند که بی‌خاک‌ورزی بر هدایت هیدرولیکی تأثیر معنی‌دار نداشت. بر خلاف عامل خاک‌ورزی، تأثیر پتانسیل آب بر هدایت هیدرولیکی در دو روش خاک‌ورزی معنی‌دار شد (جدول ۳).

در دو روش خاک‌ورزی با افزایش پتانسیل آب از ۱۵- به صفر سانتی متر آب میزان هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع در هر دو تیمار چندین برابر افزایش یافت. شکل‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهند که با افزایش پتانسیل آب هدایت هیدرولیکی به صورت نمایی افزایش پیدا کرد.

بر اساس تئوری کاپیلاری، نفوذ آب در مکش‌های ۳-، ۵- و ۱۵- سانتی متر آب نشان دهنده این است که شعاع این منافذ به ترتیب بزرگ‌تر از ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۱ میلی‌متر می‌باشد. درصد جریان آب عبوری از هر کلاس منافذ با استفاده از منافذ زیر به دست می‌آید (واتسن و لوکسمور):

$$\varphi_i(\%) = \frac{K(\phi_i - \phi_{i-1})}{K(\phi_0)} \times 100 \quad (11)$$

$$i=1, 2, \dots, n$$

که در این رابطه n تعداد اندازه‌گیری‌های پی در پی، ϕ مکش، $K(\phi_i)$ و $K(\phi_{i-1})$ هدایت هیدرولیکی در دو مکش پی در پی و $K(\phi_0)$ هدایت هیدرولیکی اشباع می‌باشد. تعداد منافذ در واحد سطح (N) در هر کلاس با روش واتسن و لوکسمور (۱۹۸۶) یعنی کاربرد کوچک‌ترین شعاع منافذ در هر کلاس $R(L)$ و کاربرد معادله کاپیلاری پوازی محاسبه شد:

$$N = \frac{8\mu K_d}{\rho_w g \pi R^4} \quad (12)$$

که μ و یسکوزیته آب ($\text{Kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$)، چگالی آب (Kg m^{-3}) و $K_d(\text{ms}^{-1})$ تفاوت K در دو مکش متوالی می‌باشد. تخلخل موثر $\theta_c(\text{m}^3 \text{m}^{-3})$ به عنوان بخشی از منافذ درشت خاک که هدایت کننده آب هستند، تعریف می‌شود و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\theta_c = N\pi R^2 \quad (13)$$

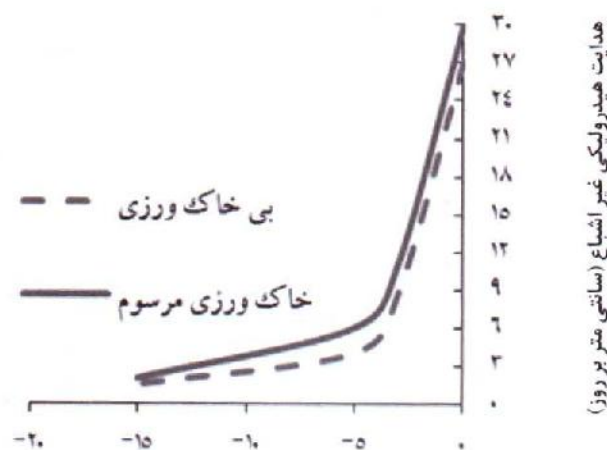
1-Chang and Lindwall

2- Horne

جدول ۳- نتایج آماری هدایت هیدرولیکی اشباع، غیر اشباع در دو تیمار خاک‌ورزی و پتانسیل مختلف.

F-Value	درجه آزادی		منابع تغییرات
	K(s)	K(h)	
۴/۵۴ ^{ns}	۲/۳۴ ^{ns}	۱	خاک‌ورزی
۳۶/۹۶ ^{**}	۱۵۳/۱۸ ^{**}	۳	پتانسیل آب
۰/۰۷۸ ^{ns}	۰/۲۴۱ ^{ns}	۳	خاک‌ورزی × پتانسیل

* اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۰/۰۰۱ ns عدم معنی‌داری آزمون LSD.



پتانسیل آب (سانتی متر)

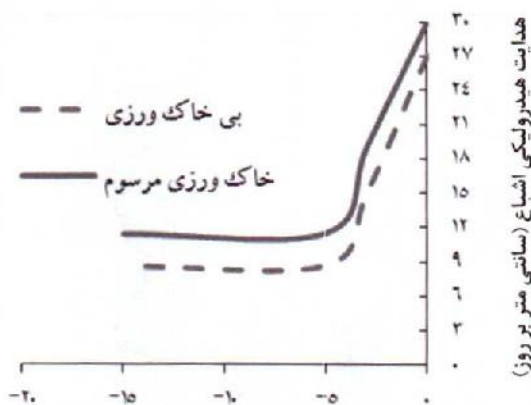
شکل ۲- نمودار هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در پتانسیل‌های مختلف آب در دو تیمار خاک‌ورزی.

محاسبه شده بر واحد سطح (N) با استفاده از رابطه ۱۲ برای سه کلاس اندازه منافذ شامل منافذ متوسط دسته یک (>۰/۱ شعاع منافذ >۰/۳ میلی متر)، منافذ متوسط دسته دو (>۰/۳ شعاع منافذ >۰/۵ میلی متر) و منافذ درشت (شعاع منافذ <۰/۵ میلی متر) در هر دو تیمار خاک‌ورزی در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت تعداد منافذ در هر دو تیمار معنی‌دار نمی‌باشد. همان طور که در جدول ۲ نیز مشاهده می‌شود، جرم مخصوص ظاهری و در نتیجه تراکم خاک در هر دو تیمار، تفاوت معنی‌دار نداشت.

با توجه به جدول ۴ در هر روش خاک‌ورزی مقدار هدایت هیدرولیکی در پتانسیل صفر نسبت به پتانسیل نزدیک اشباع (۳- سانتی متر) حدوداً دو برابر شده است. رینولد و همکاران^۱ (۱۹۹۵) و سوئر و همکاران^۲ (۱۹۹۰) نیز بیان نمودند با افزایش پتانسیل آب، هدایت هیدرولیکی نیز افزایش می‌یابد، که نشان‌دهنده وجود شبکه وسیعی از منافذ درشت در ناحیه نزدیک به اشباع در هر دو روش خاک‌ورزی می‌باشد تعداد منافذ

1- Reynolds *et al.*

2- Sauer *et al.*



پتانسیل آب (سانتی متر)

شکل ۳- نمودار هدایت هیدرولیکی اشباع در پتانسیل‌های مختلف آب در دو تیمار خاک ورزی

جدول ۴- مقادیر هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع در دو روش خاک ورزی و سطوح مختلف پتانسیل آب.

بی خاک ورزی		خاک ورزی مرسوم		بار آبی (سانتی متر)
K(s)	K(h)	K(s)	K(h)	
۲۷/۰۶ a A	۲۷/۰۶ a A	۲۹/۴۲ a A	۲۹/۴۲ a A	۰
۱۵/۰۲ a B	۸/۵۵ a B	۱۹/۱۸ a B	۱۰/۵۴ a B	-۳
۰/۸۷۰ a C	۰/۴/۷۹ a C	۱۱/۵۰ a C	۶/۰۴ a C	-۵
۰/۸/۶۴ a C	۱/۴۷ a D	۱۱/۳۶ a C	۱/۷۱ a D	-۱۵

حروف کوچک متفاوت در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهای خاک ورزی و حروف بزرگ متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار بین بارهای آبی مختلف بر اساس آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ هستند.

جدول ۵- تعداد منافذ بر متر مربع در هر دو تیمار خاک ورزی.

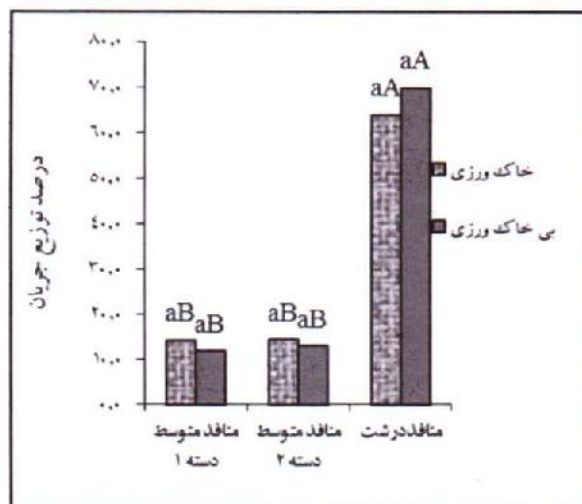
تیمار	$R > 0.5$	$0.5 > R > 0.3$	$0.3 > R > 0.1$
خاک ورزی مرسوم	۱۲ a B	۱۹ a B	۱۶۱۸ a A
بی خاک ورزی	۱۱ a B	۱۶ a B	۱۲۴۲ a A

در هر ردیف حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت معنی دار بین تعداد منافذ در هر دسته و در هر ستون حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت معنی دار بین تعداد منافذ در هر تیمار خاک ورزی طبق آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ هستند.

است که این تفاوت به دلیل کاهش تعداد منافذ به خصوص منافذ متوسط دسته یک ($R > 0.1$) است. همان طور که مشاهده می شود در هر دو تیمار تعداد منافذ در هر کلاس توزیع اندازه منافذ با شعاع منافذ نسبت عکس دارد (کامیرا و همکاران، ۲۰۰۳). شکل ۴ درصد تداخل موثر را برای تیمارهای مختلف نشان می دهد.

با محاسبه تعداد منافذ، می توان معنی دار نبودن اثر کوتاه مدت خاک ورزی بر هدایت هیدرولیکی خاک را توجیه نمود. در خاک با بافت نسبتاً سنگین روش کوتاه مدت بی خاک ورزی در مقایسه با روش خاک ورزی مرسوم تأثیر معنی داری بر تراکم خاک نداشت. اما این روش باعث افزایش اندک تراکم خاک و کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع نسبت به روش خاک ورزی مرسوم شده

صیاد و همکاران.... اثر کوتاه مدت بی خاک وورزی و خاک وورزی مرسوم بر



شکل ۴- تخلخل موثر برای هر دسته از منافذ در هر تیمار خاک وورزی

حروف کوچک نشان دهنده تفاوت در اثر عامل خاک وورزی و حروف بزرگ تفاوت بین میزان منافذ ($P < 0.05$ آزمون LSD).

عبوری از هر دسته از منافذ (رابطه ۱۱) در شکل ۵ نشان داده شده است. در هر دو تیمار بیشترین جریان عبوری از طریق منافذ درشت صورت می‌گیرد و با جریان عبوری از منافذ متوسط تفاوت معنی دار داشت. اما هیچ گونه تفاوت معنی داری بین منافذ متوسط دسته یک و دو وجود نداشت. در روش خاک وورزی مرسوم ۶۴ درصد و در بی خاک وورزی ۷۰ درصد جریان از طریق منافذ درشت صورت می‌گیرد. بنابراین منافذ درشت در عبور آب در خاک نقش اساسی دارند. با محاسبه جریان عبوری از هر دسته از منافذ خاک علت افزایش هدایت هیدرولیکی در پتانسیل صفر در هر دو روش خاک وورزی نسبت به پتانسیل ۳- سانتی متر مشخص می‌شود. زیرا صرف نظر از روش خاک وورزی منافذ درشت بیشترین نقش را در عبور جریان آب دارند. این نتایج با نتایج دیگر محققان سازگاری دارد (رینولد و همکاران، ۱۹۹۵؛ کامیرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ مورت و آروو، ۲۰۰۷).

بنابراین کاهش در هدایت هیدرولیکی به دلیل افزایش تراکم و در نتیجه کاهش تعداد منافذ می‌باشد. در هر تیمار خاک وورزی هدایت هیدرولیکی با افزایش پتانسیل آب افزایش یافت که نشان دهنده وجود منافذ درشت در خاک

با توجه به شکل مشاهده می‌شود، که در هر دو تیمار حداکثر تخلخل موثر مربوط به منافذ متوسط دسته یک (۰/۳-۰/۱ میلی متر) می‌باشد و تخلخل موثر در دو کلاس دیگر تفاوت معنی دار نداشت. تشکیل منافذ با شعاع بین ۰/۳-۰/۱ میلی متر مربوط به فرایندهای تشکیل و تثبیت خاک می‌باشد، بنابراین نسبت به منافذ درشت که در اثر فعالیت‌های بیولوژیکی تشکیل می‌شوند، کم‌تر دست خوش تغییرات محیطی قرار می‌گیرند (کامیرا و همکاران، ۲۰۰۳).

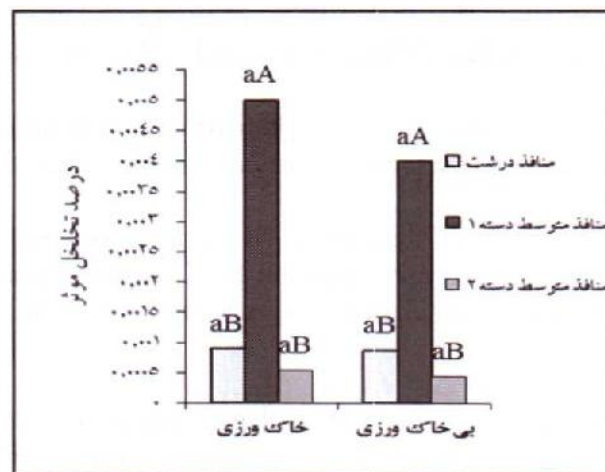
در روش خاک وورزی مرسوم منافذ ناپایدار که در اثر شخم ایجاد می‌شوند با گذشت زمان و آبیاری از بین می‌رود. هنگام برداشت محصول تردد ادوات نیز باعث افزایش تراکم و از بین رفتن این منافذ می‌شود. به همین جهت است که بر خلاف این که خاک در روش خاک وورزی مرسوم در اثر شخم به هم خورده شده است اما بعد از برداشت محصول کشت، تراکم خاک افزایش می‌یابد. همان طور که در جدول ۲ آورده شده جرم مخصوص ظاهری که نشان دهنده تخلخل کل و تراکم می‌باشد در هر دو تیمار تفاوت معنی دار نداشت.

نتایج آماری ارزیابی تأثیر خاک وورزی بر جریان

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که اجرای کوتاه مدت بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم در یک خاک با بافت لوم رسی سیلتی در شمال خوزستان بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک تأثیر معنی‌دار نداشت؛ اما اجرای این روش در کوتاه مدت نسبت به خاک‌ورزی مرسوم باعث کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع گردید.

می‌باشد. زیرا نفوذ آب در خاک در هر پتانسیل متناظر با شعاع منافذ است. در هر تیمار تعداد منافذ درشت نسبت به منافذ متوسط کم‌تر می‌باشد؛ اما درصد جریان آبی که از این منافذ عبور می‌کند چندین برابر است. بنابراین صرف نظر از عامل خاک‌ورزی منافذ درشت منافذ اصلی در عبور جریان آب در خاک می‌باشند. اگرچه تعداد منافذ درشت در روش بی‌خاک‌ورزی نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم کم‌تر بود، اما جریان عبوری آب از آن‌ها بیش‌تر شد. بنابراین جریان ترجیحی در روش بی‌خاک‌ورزی نسبت به روش مرسوم، ۶٪ بیشتر بود.



شکل ۵- درصد جریان عبوری از هر کلاس منافذ در هر تیمار خاک‌ورزی

حروف کوچک نشان‌دهنده تفاوت در اثر عامل خاک‌ورزی و حروف بزرگ تفاوت بین هر دسته از منافذ ($P < 0.05$ آزمون LSD).

منابع

- 1- Ankeny, M.D., Kaspar, T.C., and Horton, R. 1990. Characterization of tillage and traffic effects on unconfined infiltration measurements. Soil Science Society of America Journal, 54: 837-840.
- 2- Ankeny, M.D., Ahmed M., Kasper, T.C., and Horton, R. 1991. Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal, 55:476-470.

- 3- Azooz, R.H., Arshad, M.A., and Franzluebbers, A.J. 1996. Pore size distribution and hydraulic conductivity affected by tillage in Northwestern Canada. *Soil Science Society of America Journal*, 60: 1197-1201.
- 4- Cameraia, M.R., Fernando, R.M., and Pereira, L.S. 2003. Soil macropore dynamics affected by tillage and irrigation for a silty loam alluvial soil in southern Portugal. *Soil and Tillage Research*, 70: 131-140.
- 5- Casanova, M., Messing, I., and Joel, A. 2000. Influence of aspect and slope gradient on hydraulic conductivity measured by tension infiltrometer. *Hydrological Processes*, 14:155-164.
- 6- Chang, C., and Lindwall, C.W. 1989. Effect of long-term minimum tillage practice on some physical properties of a Chernozemic clay loam. *Canadian Journal of Soil Science*, 69: 443-449.
- 7- Chang, C., and Lindwall, C.W. 1992. Effects of tillage and crop rotation on physical properties of a loam soil. *Soil Tillage & Research*. 22 (3-4): 383-389.
- 8- Dunn, G.H., and Phillips, R.E. 1991. Macroporosity of well drained soil under no-till and conventional tillage. *Soil Science Society of America Journal*, 55: 817-823.
- 9- Larney, F.J., Lindwall, C.W., Izaurralde, R.C., and Moulin, A.P. 1994. Tillage systems for soil and water conservation on the Canadian Prairie. In Carter, M. R. (ed), *Conservation tillage in temperate agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, FL. Pages 305-328
- 10- Logsdon, S. D., and Kaspar, T. C. 1995. Tillage influences as measured by ponded and tension infiltration. *Soil and Water Conservation Journal*, 50: 571-575.
- 11- Messing, I., and Jarvis, N. 1993. Temporal variation in the hydraulic conductivity of a tilled clay soil as measured by tension infiltrometer. *Soil Science*, 44: 11-24.
- 12- Miller, J., Sweetland, N.J., Larney, F.J., and Volkmar, K.M. 1998. Unsaturated hydraulic conductivity of conventional and conservation tillage soils in southern Alberta. *Canadian Journal of Soil Science*, 78: 643-648.
- 13- Moret, D., and Arrúe, J.L. 2007. Characterizing soil water-conducting macro and mesoporosity as influenced by tillage using tension infiltrometry. *Soil Science Society of America Journal*, 71: 500-506.
- 14- Raouf, M.A., Sadraddini, A., Nazemi, A.H., and Marofi, S. 2009. Estimating saturated and unsaturated hydraulic conductivity and sorptivity coefficient in transient state in sloping lands. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(3-4): 861-864.

- 15- Reynolds, W.D., Gregorich, E.G., and Curnoe, W.E. 1995. Characterisation of water transmission properties in tilled and untilled soils using tension infiltrometers. *Soil and Tillage Research*, 33: 117-131.
- 16- Sauer, T.J., Clothier, B.E., and Daniel, T.C. 1990. Surface measurements of the hydraulic properties of a tilled and untilled soil. *Soil and Tillage Research*, 15: 359-369.
- 17- Watson, K.W., and Luxmoore, R.J. 1986. Estimating macroporosity in a forest watershed by use of a tension infiltrometer. *Soil Science Society of America Journal*, 50: 578-582.
- 18- Wilson, G.V., and Luxmore, R.J. 1988. Infiltration macroporosity, and mesoporosity distributions on two forested watersheds. *Soil Science Society of America Journal*, 52: 329-335.
- 19- Yavuzcan, H.G. 2000. Wheel traffic impact on soil conditions as influenced by tillage system in Central Anatolia. *Soil and Tillage Research*, 54:129-138.

The Effect of Short-Term No-Tillage and Conventional Tillage on Hydraulic Properties of a Silty Clay Loam Soil in Various Water Potentials

A. Raisizadeh¹, G. A. Sayyad^{*2}, M. Khorramian³ and A. Khademolrasoul⁴

1. Former M.Sc. Student of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
2. ***Corresponding Author:** Assistant Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran (gsayyad@scu.ac.ir)
3. Academic Staff of Engineering Department, Safi Abad Agricultural Research Station, Dezful, Iran
4. Instructor in Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Received: 26 December 2010

Accepted: 19 September 2012

Abstract

Tillage effect may be characterized on the basis of changes in soil surface hydraulic properties. The present field study was performed for evaluating short-term effect of two tillage systems on the hydraulic properties in a maize field of Dezful Safiabad Research Center. The soil texture was silty clay loam, and tillage treatments included conventional tillage and no-tillage. Disk infiltrometer was used to measure water infiltration rate at four water potentials (0, -3, -5 and -15 cm) in the final of growth cycle. Results indicated that tillage effect was not significant on hydraulic properties. But the effect of water potential was significant, so hydraulic conductivity increased at zero water potential, compared with its corresponding values at near saturation water potential (-3 cm water), in no-tillage 27.06 and 8.55 and for conventional tillage 29.42 and 10.54 cm day⁻¹ respectively, indicating existence of macro pores in both methods of tillage. The water flow passing percent through the macro pores was in no-tillage and conventional tillage 70 and 64% respectively. Therefore, preferential water flow increased by about 6% in the no-tillage compared to conventional tillage.

Keywords: Soil tillage, Hydraulic conductivity, Preferential flow, tension disk infiltrometer.