بررسی اثر تراکم خاک بر توزیع منافذ درشت و متوسط هدایت‌کننده آب با استفاده از نفوذسنج صفحه‌ای

زهرا درویش پسند[1]،غلامعباس صیاد[2]، مهرداد شریعتی [3]، لادن سبحانیان نژاد[4]

1- کارشناسی ارشد خاک شناسی

2-استادیار گروه خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

3- کارشناسی ارشد خاک شناسی

4- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: z.darvishpasand@yahoo.com

چکیده

تراکم ناشی از تردد ماشین‌آلات‌کشاورزی در مزرعه می‌تواند اثر زیادی بروی تخلخل خاک و نفوذ پذیری آب در خاک داشته باشد. آگاهی از تخلخل هدایت‌کننده آب در خاک از اهمیت بالایی برای تشخیص حرکت آب و املاح در خاک برخوردار می باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر تراکم خاک بر برخی ویژگی های هیدرولیکی خاک شامل تعداد و تخلخل موثر منافذ درشت و متوسط بود. برای این منظور هدایت‌هیدرولیکی غیراشباع و دیگر پارامترهای هیدرولیکی خاک با بافت سیلتی‌لوم در یک آزمایش مزرعه‌ای تحت مکش‌های 1،4،14و 0سانتی‌متر آب توسط دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای اندازه‌گیری شدند. تیمارها شامل شاهد (بدون عبور تراکتور)، دوبار و چهار بار عبور تراکتور بودند. نتایج نشان داد که در تیمار شاهد، منافذ درشت و متوسط در لایه بالایی ایجاد شده است در حالی‌که در دو تیمار دیگر در اثر تراکم ناشی از تردد تراکتور این دسته از منافذ تخریب و کاهش پیدا کرده است.

کلمات کلیدی: تراکم خاک، منافذ درشت، منافذ متوسط، نفوذسنج صفحه ایی

مقدمه

گسترش استفاده از تراکتور و ماشین‌آلات‌کشاورزی موجب تراکم خاک شده، که یکی از دلایل عمده تخریب خاک برای تولیدات کشاورزی می‌باشد. تراکم ناشی از خاک‌ورزی و تردد ماشین آلات، ساختمان منافذ و خصوصیات هیدرولیکی خاک‌های کشاورزی را تغییر می دهد که این تغییرات رشد ریشه، حرکت آب و املاح را تحت تاثیر قرار می‌دهند. اندازه‌گیری ویژگی های هیدرولیکی خاک که شامل کمی‌سازی منافذ خاک و جریان ترجیحی می‌باشد، از اهمیت بالایی برای اغلب مطالعات وابسته به خاک شامل کشاورزی، جنگل‌داری و هیدرولوژی برخوردار می‌باشد. نقش منافذ درشت و متوسط برای جریان آب در خاک‌ها، به ویژه برای نفوذپذیری و حرکت سریع آب، املاح و آلاینده‌ها به خوبی شناخته شده است (کامریا و همکاران،2003). مطالعات جهت کمی‌سازی جریان منافذ درشت تحت شرایط بارندگی نشان داده است که بیش از 70% جریان آب می‌تواند در بین این دسته از منافذ حرکت کند (واتسن و لوکس مور،1986). از این رو آگاهی بهتر و نیز کمی‌سازی نفوذپذیری و حرکت آب و املاح در منافذ درشت موجود در خاک، مهم می‌باشد.

در دهه‌های اخیر، نفوذسنج صفحه‌ای یا دیسک پرامتر یک وسیله عمومی و با ارزش برای مطالعات خصوصیات هیدرولیکی خاک‌های اشباع و نزدیک‌به‌اشباع می‌باشد(شریعتی،1388)، این وسیله یک تکنیک نسبتاً سریع، با حداقل دستخوردگی خاک که به طور موثر در دامنه مکشی آب منفذی نزدیک به صفر، جایی که منافذ درشت دارای بیشترین فعالیت هیدرولیکی هستند و جهت انتقال آب و املاح فعالیت می‌کنند، عمل می‌نماید (شریعتی،1388 و آنکنی و همکاران،1991).

مواد و روشها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. خاک منطقه مورد آزمایش دارای بافت سیلتی لوم می باشد. تیمار های مورد آزمایش شامل شاهد (بدون عبور تراکتور)، 2بار عبور و 4 بار عبور تراکتور بودند. در هر تیمار در سه مکان مجزا با استفاده از دستگاه نفوذسنج صفحه ای با قطر دیسکت 20 سانتی متر در مکش های 1،4،14و 0 سانتی متر آب، برداشت داده جهت تعیین پارامترهای هیدرولیکی و معرف وضعیت تخلخل و منافذ فعال هیدرولیکی خاک انجام گردید. یکی از قدیمی‌ترین روش‌ها برای تحلیل داده‌های حاصل از نفوذسنج صفحه ایی، روش آنکنی و همکاران (1991) براساس تحلیل‌های وودینگ (1968) می باشد، که یک روش قوی و دقیق برای بدست آوردن خصوصیات هیدرولیکی خاک می‌باشد. در شرایط پایدار تحت یک بار آبی ثابت در سطح خاک و با استفاده از معادله نمایی گاردنر، شدت نفوذ از یک حوضچه مدور با شعاع $r_0(cm)$را می‌توان طبق معادله زیر محاسبه نمود:

$$Q(h_0) = \pi r^2 k(h_0) + \frac{4r}{\alpha} k(h_0) \qquad [1]$$

که در آن $Q(h_0)$ شدت جریان پایدار $(cm.s^{-1})$ در مکش ایجاد شده h_0 (cm)، a عدد جذب (cm^{-1})، $K(h_0)$ هدایت هیدرولیکی غیراشباع و r شعاع سطح خاک تحت نفوذ می باشد.

مدل واتسن و لوکس مور (1986) برای برآورد منافذ درشت و متوسط خاک بر اساس چندین فرضیه بنا شده است که شامل: 1) جریان خطی برای آب منفذی، 2) منافذ استوانه ای صاف و 3) تعیین شعاع منفذ بر اساس تئوری صعود کاپیلاری، می‌باشند. در این روش C_0 معادل حداکثر شعاع منفذ که تحت مکش آبی اعمال شده، پر از آب باقی مانده-اند، بر اساس تئوری صعود کاپیلاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_0 = -\frac{2\sigma}{\rho g \psi} \qquad \psi < 0 \qquad [2]$$

σ کشش سطحی آب$(g.s^{-2})$، ρ دانسیته آب $(g.cm^{-3})$ و g شتاب ثقل $(cm.s^{-2})$ می باشد. در این مطالعه تقسیم بندی منافذ بدین صورت انجام شد که منافذ درشت، منافذی هستند که در مکش بیشتر از 4 سانتی متر آب $(C_0>0.375mm،\psi>4cm)$ و منافذ متوسط، منافذی که در مکش بین 4 و14 سانتی متر آب $(0.375>C_0>0.107mm،14<\psi<4cm)$ زهکشی می‌شوند.

با استفاده از قانون پوازی برای جریان در یک لوله کاپیلاری، واتسن و لوکس مور() حداکثر تعداد ماکروپور و مزوپورهای فعال در واحد سطح، N_{c_0} را تعریف نمودند:

$$N_{c_0} = \frac{8\mu(k_i - k_{i-1})}{\rho g \pi (C_0^4)} \qquad i = 1,2,\dots,n \qquad [3]$$

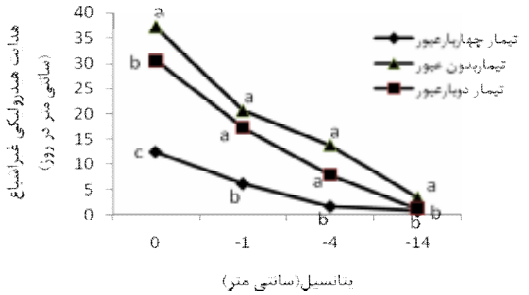
C_0 حداکثر شعاع منافذ برای دامنه مکشی خاک (cm)، و μ$(g.s^{-1}.cm^{-1})$ ویسکوزیته آب می‌باشد.آن‌ها همچنین تخلخل‌موثرهدایت‌کننده آب ،θ_{c_0} را به صورت زیر بیان نمودند:

$$\theta_{c_n} = N_{C_n} \pi (C_0^2) \qquad [4]$$

در معادله 3 فرض می‌شود جریان خطی و منافذ درشت کاملاً پر از آب و به هم پیوسته نیستند و نیز اثراعوجاج و گردنه‌های منفذ بر جریان آب معنی‌دار نمی‌باشند. بنابر چنین فرضیاتی نتیجه می‌شود که N_{c_0} در واقع یک برآورد نسبی از منافذ فعال هیدرولیکی در عمق‌های کم در خاک می‌باشد و یک عدد مطلق از تعداد منافذ درشت و متوسط نیست(واتسن و لوکس مور،1986)

نتیجه‌گیری

با افزایش مکش از 0 تا 14 سانتی‌متر آب، متوسط هدایت‌هیدرولیکی‌غیراشباع برای هرسه تیمار کاهش پیدا کرد. افزایش هدایت‌هیدرولیکی‌غیراشباع در مکش‌های کم (0 و 1 سانتی مترآب) یعنی در شرایط رطوبتی نزدیک‌به‌اشباع نشان‌دهنده وجود شبکه منافذ درشت وسیع در هر سه تیمار تراکمی بود. در تیمار چهاربار عبور (تیمار با بیشترین سطح تراکم) کمترین مقدار هدایت‌هیدرولیکی‌غیراشباع در هر چهار مکش اندازه‌گیری گردید. بنابراین تراکم خاک به طور معنی‌داری بر خصوصیات هیدرولیکی، نفوذپذیری، میزان نگهداری و جریان آب در خاک اثر می‌گذارد که این یافته با نتایج بدست آمده توسط مورت و همکاران(2007) مطابقت دارد.



شکل 1- مقایسه متوسط هدایت هیدرولیکی غیراشباع در پتانسیل های مختلف سه تیمار
(حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی داری بین تیمارها در سطح0/05 می باشند)

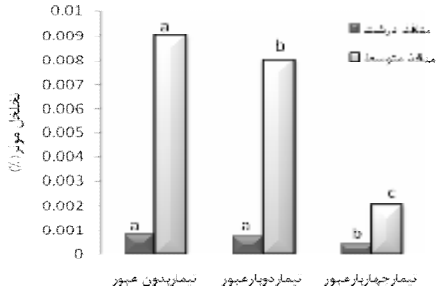
حداکثر تعداد منافذ موثر هیدرولیکی در واحد سطح در دو کلاس اندازه منفذ(منافذ درشت و متوسط) برای هر سه تیمار بر طبق مدل‌واتسن و لوکس مور(1986) در جدول 1 ارائه شده است. حداکثر تعداد منافذ موثر هیدرولیکی رابطه معکوسی با شعاع منفذ دارد. برای همه تیمارها تعداد منافذموثرهیدرولیکی در واحد سطح، با کاهش شعاع منفذ از 0/375تا 0/107 میلی‌متر افزایش یافت. تعداد منافذ درشت در تیمار دوبار و چهاربارعبور نسبت به تیمار شاهد به ترتیب 15 و 52 درصد کاهش یافتند، در حالیکه تعداد منافذ متوسط به ترتیب 1 و 79 درصد نسبت به تیمار بدون عبور تراکتور کاهش داشتند. در تیمار شاهد، منافذ درشت و متوسط در لایه سطحی ایجاد شده بود، در صورتی‌که در دو تیمار دیگر در اثر تراکم ناشی از تردد تراکتور، منافذ درشت و متوسط خاک سطحی تخریب و کاهش پیدا کرده بودند که امر باعث کاهش هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک گردید(جدول 1). می‌توان بیان نمود که منافذ درشت به نوع مدیریت خاک بسیار حساس می‌باشند.

جدول1- تعداد منافذ موثر هیدرولیکی در واحد سطح در دو کلاس اندازه ماکرو ومزوپور(متوسط از سه تکرار)

حداکثر شعاع منفذ(mm)	منافذ درشت*	منافذ متوسط
تیمار شاهد	20	2464
تیمار دو بار عبور	16	2421
تیمار چهار بار عبور	9	499

*منافذ درشت(منافذی با شعاع بزرگتر از0/375 میلی متر) و منافذ متوسط(منافذی باشعاع بین 0/375 و 0/107 میلی متر)

در شکل 2 تخلخل موثر (θ) در دو کلاس اندازه منفذ برای هر سه تیمار بر طبق مدل واتسن و لوکس مور (1986) نشان داده شده است. در همه تیمارها منافذ درشت درصد خیلی کمی از کل تخلخل را به خود اختصاص داده است. همچنین تیمار چهار بار عبور به دلیل تراکم بیشتر ناشی از تردد تراکتور، کمترین تخلخل موثر در بخش منافذ درشت و متوسط را نشان داد. با توجه به درصد تخلخل کم منافذ درشت از کل تخلخل موثر هیدرولیکی خاک، اما تحقیقات نشان داده است که بخش زیادی از حجم منافذ درشت و اتصال آنها به هم اثر عمده‌ای روی جریان آب و املاح، تهویه، خصوصیات مکانیکی خاک و توسعه ریشه دارد. در مشاهدات ما از طریق کمی‌سازی منافذ و خصوصیات‌هیدرولیکی خاک به رابطه منافذ درشت در جریان آب دست پیدا نمودیم.



شکل2- مقایسه تخلخل محاسبه شده به عنوان درصدی از تخلخل کل برای هر کلاس منفذ در سه تیمار
(حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی داری بین تیمارها در سطح0/05 می باشند)

در این مطالعه با بررسی تراکم خاک، در تیمارهای تحت تراکم کاهش در شدت نفوذپذیری آب در خاک و هدایت هیدرولیکی غیراشباع و اشباع بدست آمد، که با کمی سازی خصوصیات مربوط به منافذ درشت و متوسط فعال هیدرولیکی ارتباط بین کاهش نفوذ آب در خاک در اثر افزایش تراکم خاک روشن گردید. همچنین روش استفاده از نفوذسنج صفحه‌ای با کمترین دستخوردگی خاک قادر به برآورد خوبی از پارامترهای هیدرولیکی مهم در توصیف و کمی‌سازی شرایط تخلخل و جریان آب در خاک تحت شرایط تراکم می‌باشد.

منابع

1- شریعتی م،1388. ساخت و ارزیابی دستگاه نفوذ سنج(دیسک پرمامتر). پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز.

2.Ankeny MD, Kaspar TC, Horton R. 1991. Simple field method for determiningunsaturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal 55: 467-470.

3.Cameira MR, Fernando RM, Pereira LS. 2003. Soil macropore dynamics affected by tillage and irrigation for a silty loam alluvial soil in southern Portugal. Soil & Tillage Research 70:131–140.
4.Logsdon SD, Allmaras RR, Wu L, Swan JB, Randall GW. 1990. Macroporosity and its relation to saturated hydraulic conductivity under different tillage practices. Soil Science Society of America Journal 54:1096-1101.
5.Moret D, Arrue JL. 2007. Characterizing soil water-conducting Macro and Mesoporosity as influenced by tillage using tension infiltrometry. Soil Science Society of America Journal 71:500-506.
6. Watson KW, Luxmoore RJ. 1986. Estimating macroporosity in a forest watershed by the use of a tension infiltrometer. Soil Science Society of America Journal 50: 578-582.