بررسی هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاکهای متراکم با استفاده از مدل معلم-وان گنوختن

حسن عباسپور [1*]، مهدی شرفاء[2]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

2 - استادیار گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

* آدرس پستی مکاتبه کننده: abbaspour_hassan@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه اثرات سطوح مختلف تراکم روی خصوصیات هیدرولیکی در خاکهای لوم شنی بررسی شده است. نمونه‌های خاک از عمق (0- 5 Cm) لایه روئی خاک جمع آوری شده و چهار سطح تراکم C_0، C_1، C_2 و C_3 به ترتیب شاهد ، 5%، 10%، 15% با افزایش جرم مخصوص ظاهری بوسیله دستگاه پروکتور در آزمایشگاه ایجاد گردید. هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) بوسیله تراکم کاهش یافت و هدایت هیدرولیکی غیر اشباع (K_h) برای این تیمارها با استفاده از مدل معلم-وان گنوختن (1980) توسط برنامه RETC ارزیابی شدند. نتایج نشان می‌دهد که بالاترین میزان تراکم خاک یعنی تیمار با 15% افزایش جرم مخصوص ظاهری بیشترین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع را دارد.

کلمات کلیدی: **تراکم خاک، مدل معلم-وان گنوختن، هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک.**

مقدمه

از آنجا که رشد گیاه به طور وسیعی به توانایی رشد ریشه و بهره وری خاک از آب و عناصر غذایی بستگی دارد، تراکم می تواند با تخریب ویژگی های فیزیکی، بیولوژیکی و احتمالا وضعیت غذایی نامناسب خاک و محدود کردن دسترسی سیستم ریشه ای به آب و عناصر غذایی عملکرد محصول را کاهش دهد. تراکم خاک باعث افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل و تغییر در شکل منافذ و توزیع اندازه ای آنها می شود (فلوور ولال،1998؛ رادفورد و همکاران، 2000؛ ریچارد و همکاران،2001). تغییر در خصوصیات اساسی خاک ها مثل نگهداری آب خاک، هدایت هیدرولیکی، نفوذ پذیری خاک و ظرفیت ذخیره آب قابل دسترس گیاه، از نتایج تراکم است، که اثرات آن وابسته به میزان تراکم، نوع خاک، وضعیت آب، وضعیت زمین نمای منطقه و سیستم کشت می باشد. اثرات عبور و مرور روی خصوصیات هیدرولیکی خاک توسط محققین متعددی مطالعه شده است. هیل و سامنر (1967) نگهداری آب خاک را برای خاکهای مختلف تحت تراکم مصنوعی برای جرم مخصوص ظاهری مختلف نشان دادند میلر و همکاران (2002) گزارش کردند که شکل منحنی مشخصه آب خاک (SMC) به تغییرات تراکم خاک حساس است و تراکم باعث تغییر در میزان آب در خاک می شود. این محققین نشان دادند که با افزایش تراکم، درصد خلل و فرج درشت خاک کاهش می یابد و به میزان خلل و فرج متوسط خاک افزوده می شود در نتیجه رطوبت اشباع (θ_s) در خاک متراکم کاهش می یابد ولی در مکش های بالا میزان رطوبت حجمی به علت افزایش در میزان خلل و فرج متوسط در خاکهای متراکم، افزایش می یابد. آسولاین (1997) نشان داد که نمودار (SMC) در حالت متراکم شیب ملایم تری می یابد.

مواد و روشها

نمونه بهم خورده از یک خاک لوم شنی به صورت تصادفی از سطح خاک یعنی عمق 5-0 سانتی متر برداشته شد و بعد از گذراندن از الک دو میلیمتر، خاک‌ها در داخل استوانه های فلزی استاندارد ریخته شدند. توزیع اندازه ای ذرات خاک بوسیله روش هیدرومتری مشخص گردید (گی و بادر، 1986) و کربن آلی خاک به روش والکلی- بلک اندازه گیری شد. تراکم خاک در چهار سطح C_0 (شاهد)، C_1، C_2 و C_3 با افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک شاهد به نسبت 5، 10 و 15% بوسیله پروکتور ایجاد گردید و هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت برای نمونه های موجود در سیلندر اندازه گیری شد. منحنی رطوبتی برای تیمارهای مختلف تراکم در آزمایشگاه بوسیله دستگاه صفحه فشاری (Pressure Plate) برای تراکم های مختلف بدست آمد. با استفاده از نقاط بدست آمده، هدایت هیدرولیکی غیر اشباع بوسیله مدل معلم-وان گنوختن در تیمارهای مختلف تراکم بوسیله نرم افزار RETC برآورد شدند و هدایت هیدرولیکی غیر اشباع برای تیمارهای مختلف اندازه گیری شد. در مدل معلم-وان گنوختن(1980)داریم:

$$K(S_e)=K_s S_e^{l}[1-(1-S_e^{1/m})^{m}]^2 \qquad m=1-1/n \qquad n>1 \qquad [1]$$

که در این رابطه:

$$S_e=\theta-\theta_r/\theta_s-\theta_r \qquad [2]$$

S_e اشباع نسبی یا درجه اشباع موثر، K_s هدایت هیدرولیکی اشباع(LT^{-1})، l پارامتر تجربی مربوط به پیوستگی خلل و فرج خاک و θ_r رطوبت باقی مانده (L^3L^{-3})، θ_s رطوبت اشباع، m و n پارامترهای شکل می‌باشند.
رطوبت باقی مانده (θ_r)، α، n، m و مکش نقطه ورود هوا به خاک (h_d) در تیمارهای شاهد، 5%، 10% و 15% تراکم بدست آمد. مکش نقطه ورود هوا به خاک از رابطه 3 حاصل می‌شود:

$$h_d=1/\alpha \qquad [3]$$

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز داده‌های دستگاه صفحه فشاری با استفاده از نرم افزار RETC در تراکم های مختلف در جدول شماره 1 ارائه شده است.

جدول 1- پارامترهای اندازه گیری شده برای تیمارهای مختلف

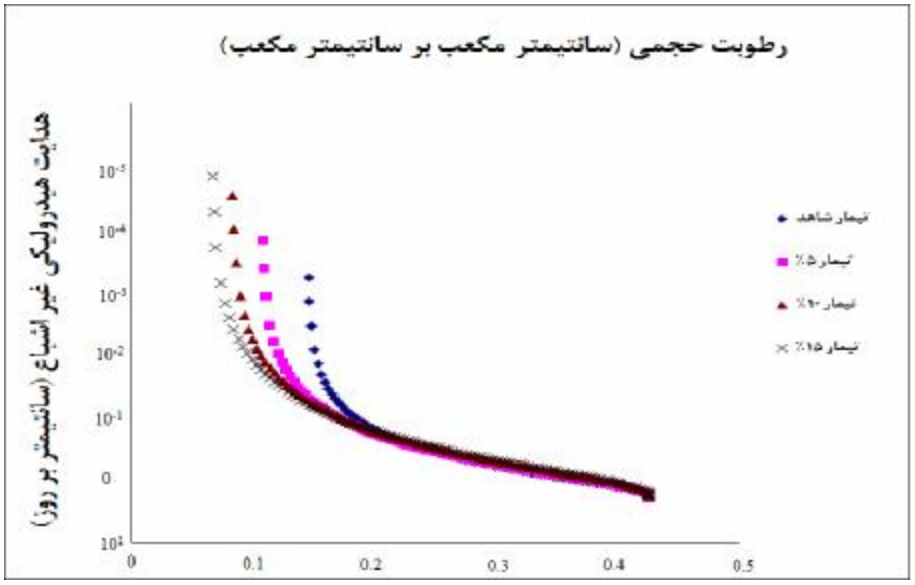
متغییر ها	تیمار شاهد	تیمار 5%	تیمار 10%	تیمار 15%
θ_r	0/0666	0/0828	0/1078	0/1460
α	0/0493	0/0393	0/0215	0/0162
n	1/2908	1/3176	1/3986	1/5130
m	0/2252	0/2410	0/2850	0/3390
h_d	20/2757	25/3936	46/3606	61/6522

نتایج جدول فوق از نظر آماری در سطح 5% معنی دار بودند

در جدول شماره یک، m، n و α پارامترهای شکل هستند و اثرات زیادی بر شکل منحنی هدایت هیدرولیکی غیر اشباع دارند. این پارامترها اغلب موجب جابجائی منحنی مشخصه رطوبتی در جهت عمودی (بالا و پایین) می‌شوند در حالی که رطوبت باقیمانده سبب جابجایی این منحنی در جهت افقی (چپ و راست) می‌شود.

نتایج موجود در جدول 1 نشان می‌دهد میزان m و n با افزایش تراکم افزایش یافته و در تیمار 15% به بیشترین مقدار خود می‌رسند. میزان رطوبت باقیمانده (θ_r) با افزایش میزان تراکم افزایش یافته و در تیمار 15% مقداری برابر 0/14608 و در تیمار شاهد برابر با 0/0666 می‌باشد. مکش نقطه ورود هوا به خاک (h_d) با افزایش میزان تراکم افزایش یافته و بیشترین مقدار آن در تیمار تراکم 15% و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده گردید.

شکل 1 رابطه بین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع با رطوبت حجمی خاک در تیمارهای مختلف تراکم را نشان می‌دهد.



شکل 1- نمودار هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک در تیمارهای مختلف تراکم آن

همان طور که مشاهده می‌شود، تقریبا تا رطوبت حجمی 0/3سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع بین هیچ کدام یک از تیمارهای تراکم تفاوت معنی‌داری ندارد، ولی با کاهش میزان رطوبت حجمی کمتر از 0/3 سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب، هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در تیمارهای مختلف تراکم معنی‌دار می‌شود. بدین صورت که در رطوبت یکسان، تیمار 15% بیشترین میزان هدایت هیدرولیکی و تیمار شاهد کمترین میزان هدایت هیدرولیکی را خواهد داشت.

ضریب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع یا ضریب هدایت موئینگی (K_h) تابعی از مقدار رطوبت خاک یا مکش خاک است، به عبارت دیگر با افزایش رطوبت خاک ضریب هدایت موئینگی افزایش می یابد و یا با افزایش مکش خاک ضریب

هدایت موئینگی کاهش می یابد. زانگ (2006) اظهار داشت که با افزایش میزان تراکم خلل و فرج متوسط خاک افزایش یافته و در نتیجه ضریب آبگذری غیر اشباع بیشتر می شود.

سیلون و همکاران (2003) گزارش نمودند که هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در تیمارهای مختلف تراکم در یک خاک در رطوبت حجمی کمتر از 0/3 سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب تفاوت معنی داری را نشان می دهد.
استن ایتزر و مورر (2003) تغییرات مشابهی در هدایت هیدرولیکی بین خاکهای متراکم و غیر متراکم در مکش کمتر از 10 کیلوپاسکال را در خاک سیلت لومی مشاهده کردند.

منابع

Assouline, S., Tavares-Filho, J., Tessier, D., 1997. Effect of compaction on soil physical and hydraulic properties: experimental results and modelling. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 390–398.

Flowers, M.D., Lal, R., 1998. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualfin northwest Ohio. Soil Till. Res. 48, 21–35.

Hill, J.N.S., Sumner, M.E., 1967. Effect of bulk density on moisture characteristics of soils. Soil Sci. 103, 234–238.

Miller, C.J., Asce, M., Yesiller, N., Asce, A.M., Yaldo, K., Merayyan, S., 2002. Impact of soil type and compaction conditions on soil water characteristic. J. Geotech. Geoenviron. Eng. 128, 733–742.

Radford, B.J., Bridge, B.J., Davis, R.J., McGarry, D., Pillai, U.P., Rickman, J.F., Walsh, P.A., Yule, D.F., 2000. Changes in the properties of a vertisol and responses of wheat after compaction with harvester traffic. Soil Till. Res. 54, 155–170.

Richard, G., Cousin, I., Sillon, J.F., Bruand, A., Gue´rif, J., 2001. Effect of compaction on the porosity of a silty soil: influence on unsaturated hydraulic properties. Eur. J. Soil Sci. 52, 49–58.

Sillon, J.F., Richard, G., Cousin, I., 2003. Tillage and traffic effects on soil hydraulic properties and evaporation. Geoderma 116, 29–46.

Stenitzer, E., Murer, E., 2003. Impact of soil compaction upon soil water balance and maize yield estimated by the SIMWASER model. Soil Till. Res. 73, 43–56.

Van Genuchten MTh, 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892--898.

Zhang. Sh., Grip. H., Lovdahl. L. 2006. Effect of soil compaction on hydraulic properties of two loess soils in China. Soil & Tillage Research, 90: 117-125.