تعیین حداقل طول ستون خاک برای تعیین تابع ضریب پخشیدگی هیدرولیکی به روشی ساده

علی شعبانی و علیرضا سپاسخواه

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد بخش آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

یکی از خصوصیات هیدرولیکی آب خاک ضریب پخشیدگی آب در خاک است. روشهای آزمایشگاهی و مزرعه‌ای زیادی برای تعیین ضریب پخشیدگی آب در خاک ارائه شده که از جمله روش ارائه شده توسط وانگ و همکاران (۲۰۰۴) می‌باشد. در این روش با معادلات ارائه شده تنها ازطریق اندازه‌گیری جبهه نفوذ نسبت به زمان، مقدار نفوذ تجمعی نسبت به فاصله جبهه نفوذ از ابتدا و مقدار نفوذ لحظه ای نسبت به عکس فاصله جبهه نفوذ از ابتدا می‌توان ضریب پخشیدگی آب را در مقادیر مختلف رطوبت حجمی خاک بدست آورد. اما در روش ارائه شده توسط وانگ و همکاران (۲۰۰۴) طول ستون خاک که برای تعیین تابع ضریب پخشیدگی آب بکار می‌رود بر صحت نتایج مؤثر می‌باشد که این محققین این مساله را فقط برای یک بافت خاک مورد بررسی قرار دادند و حداقل طول ستون خاک را برای این روش ۸ سانتی متر گزارش نمودند. بنابراین در این پژوهش بجای یک بافت، سه بافت خاک مختلف سبک، متوسط و سنگین مورد آزمایش قرار گرفته است و حداقل طول ستون خاک لازم جهت استفاده از روش وانگ و همکاران (۲۰۰۴) برای تعیین معادلات ضریب پخشیدگی آب نسبت به رطوبت حجمی برای بافت های مختلف تعیین شده است.

مواد و روشها

اصول نظری این آزمایش بر گرفته از روش ارائه شده توسط وانگ و همکاران (۲۰۰۴) می‌باشد. پخشیدگی آب در خاک را می‌توان به فرم تابع توانی از رطوبت شبیه معادله بروکس و کوری (۱۹۶۴) بصورت زیر بیان کرد:

$$D = D_s\left(\frac{\theta-\theta_r}{\theta_s-\theta_r}\right)^L \qquad [۱]$$

که در آن D: ضریب پخشیدگی آب در خاک (cm^2/min)، D_s: ضریب پخشیدگی آب در خاک در حالت اشباع (cm^2/min)، θ: رطوبت حجمی (cm^3cm^{-3})، θ_r: رطوبت باقیمانده(cm^3cm^{-3})، θ_s: رطوبت حالت اشباع (cm^3cm^{-3}) و L: پارامتر معادله است

بر اساس تحلیل های وانگ و همکاران (۲۰۰۴) D_s و L به صورت زیر بیان می‌شود:

$$D_s = \frac{\frac{a}{(\theta_s-\theta_i)}}{\left(\frac{\theta_s-\theta_i}{b}-1\right)} \qquad [۲] \qquad L = \left(\frac{1}{\left(\frac{\theta_s-\theta_r}{b}-1\right)}\right)-1 \qquad [۳]$$

که در آنها a و b از معادله های زیر بدست می‌آید:

$$i = \frac{a}{x_f} \qquad [۴] \qquad I = bx_f \qquad [۵]$$

که در آنها: i: شدت نفوذ لحظه‌ای(cm/min)، I: مقدار نفوذ تجمعی (cm)، x_f: فاصله جبهه نفوذ از ابتدا (cm) می‌باشد.

روش آزمایش

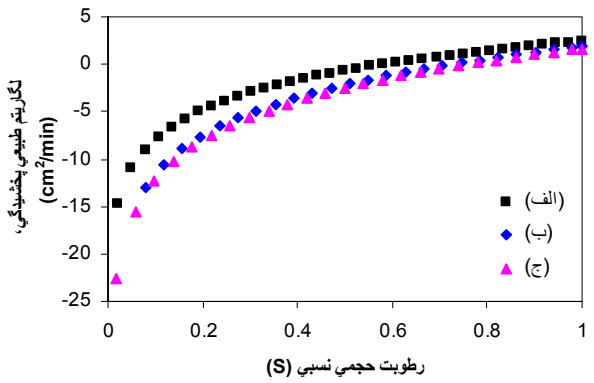
برای انجام این آزمایش از یک لوله شفاف از جنس فایبرگلاس استفاده شده که دارای قطر ۷/۵ سانتی متر، بطول

۶۰ سانتی متر و ضخامت دیواره ۴ میلی متر می‌باشد. آزمایش در بافتهای لوم شنی، لوم و لوم رسی انجام شد. رطوبت اولیه و اشباع خاکها بترتیب ۰/۰۱۲، ۰/۰۱و ۰/۰۴۱ cm^3/cm^3 و ۰/۳۷، ۰/۵۲ و ۰/۵۴ cm^3/cm^3 می‌باشد. جهت فراهم کردن شرایط نزدیک به شرایط طبیعی خاک، لوله بوسیله خاک عبور داده شده از الک شماره دو پر شد. آب نفوذ کرده در ستون خاک مورد نیاز توسط بطری ماریوت تامین شد. محل ورود آب به خاک ۲ سانتی متر بالا تر از انتهای لوله ورود هوا به ظرف ماریوت بوده تا آب با مکش ۲ سانتی متر وارد خاک شود. در حین آزمایش طول جبهه نفوذ آب در ستون خاک و مقدار نفوذ تجمعی آب و مقدار سرعت نفوذ لحظه‌ای، اندازه گیری شد.

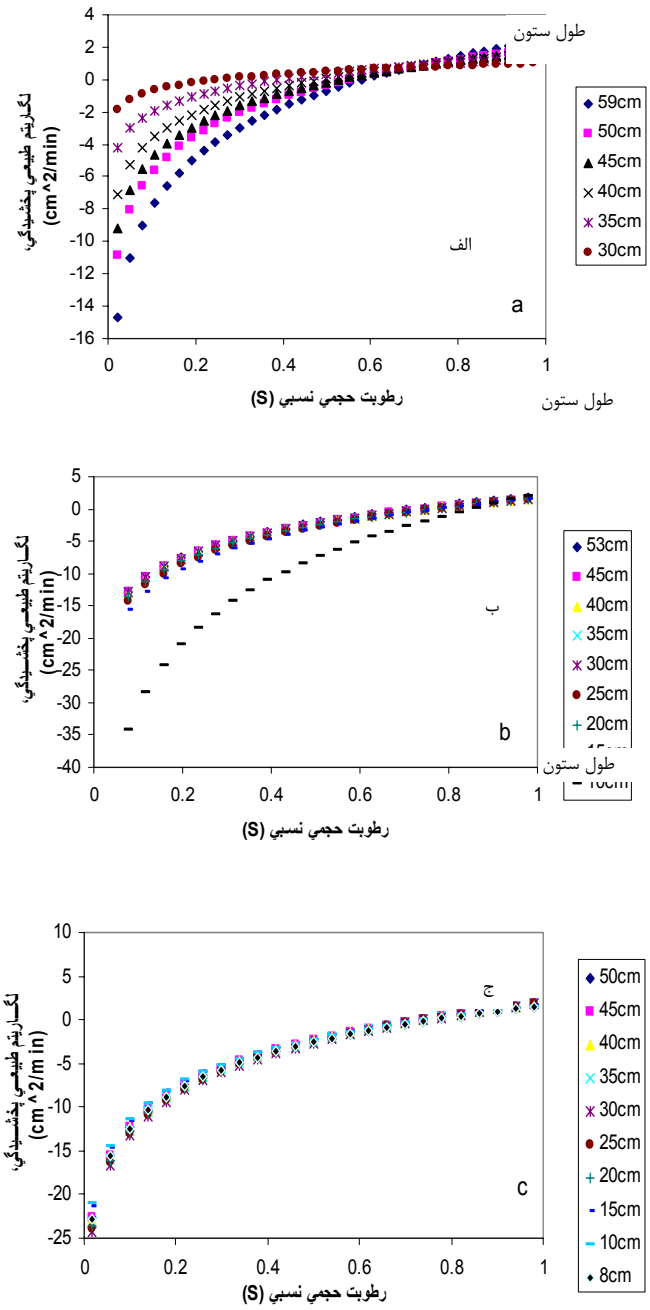
نتایج و بحث

با استفاده از مقادیر a و b بدست آمده از روابط ۴ و ۵ مقادیر ضریب پخشیدگی هیدرولیکی اشباع D_s و نمای معادله پخشیدگی هیدرولیکی L مورد نیاز در معادله ۱ جهت تعیین تابع ضریب پخشیدگی با استفاده از معادلات ۲ و ۳ محاسبه شده و مقادیر D_s برای خاکهای لوم شنی، لوم و لوم رسی بترتیب ۱۱/۵۲، ۶/۴۲ و ۵/۲۳ cm^2/min و مقادیر L برای این خاکها ۴/۵، ۵/۸۲ و ۶/۵ می‌باشد که با یافته های وانگ و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. با استفاده از معادله ۱ تابع ضریب پخشیدگی هیدرولیکی خاک نسبت به رطوبت حجمی نسبی $s = \left(\frac{\theta - \theta_i}{\theta_s - \theta_i}\right)$ محاسبه شده و در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱ مقدار ضریب پخشیدگی آب خاک در سه نوع خاک به ترتیب از خاک سبک به خاک سنگین کاهش می‌یابد که این روند با یافته‌های وانگ و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. همچنین ضریب پخشیدگی آب خاک اندازه گیری شده در سه نوع بافت خاک با ضریب پخشیدگی آب خاک گزارش شده توسط کاکس و همکاران (۱۹۹۴) برای خاک های لوم رسی و لوم شنی و کول و همکاران (۱۹۸۵) برای خاک لوم نیز مطابقت دارد.

وانگ و همکاران (۲۰۰۴) ضریب پخشیدگی را بازای طول های مختلف فقط برای یک بافت خاک (شنی) محاسبه نمودند و حداقل طول ستون خاک لازم برای این روش را ۸ سانتی متر بیان کردند. در این پژوهش مقدار ضریب پخشیدگی با استفاده از این روش برای طول های مختلف در سه نوع بافت خاک محاسبه شد تا حداقل طول لازم برای سه نوع بافت خاک متفاوت سبک، متوسط و سنگین تعیین گردد. برای این منظور مقادیر a و b روابط ۴ و ۵ در طول های مختلف ستون خاک تعیین گردید. نتایج محاسبات در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در خاک با بافت سنگین سری دانشکده برای همه طولها تا ۸ سانتی متر تابع ضریب پخشیدگی یکسان بدست می‌آید و در خاک با بافت متوسط سری کوی اساتید تا طول ۱۵ سانتی متر تابع ضریب پخشیدگی یکسان هستند ولی در طول کمتر از ۱۵ سانتی متر تفاوت چشمگیر خواهد شد. بر این اساس مقدار ضریب پخشیدگی حاصل در طول‌های مختلف خاک سبک با هم متفاوت می‌باشند. بنابراین هرچه بافت خاک سبک تر باشد باید طول ستون خاک بیشتر در نظر گرفته شود تا جواب حاصل از این روش دقیق تر باشد.



شکل ۱- رابطه بین لگاریتم ضریب پخشیدگی آب خاک نسبت به رطوبت حجمی نسبی. (الف): بافت سبک، (ب): متوسط، (ج): سنگین



شکل ۲- تغییرات لگاریتم ضریب پخشیدگی نسبت به رطوبت حجمی نسبی به ازای طولهای مختلف (الف): بافت سبک، (ب): متوسط، (ج): سنگین

منابع

[1] Brooks, R.H., & A.J. Corey, 1964, Hydraulic properties of porous media, Hydrol. Paper 3, Colo. State Univ. Fort Collis, Colo.

[2] Cox, C. L., W. F. Jones, V. L. Quisenberry, & F. Yo, 1994, One-dimensional infiltration with moving finite elements and improved soil water diffusivity, Water Resource Research, Vol.30 (5): 1431-1438.

[3] Kool, J. B., J. C. Parker, & Th. Van Genuchten, 1985, Determining soil hydraulic properties from one-step outflow experiments by parameter estimation: I. theory and numerical studies, Soil Sci. Soc. Am. J., Vol.49: 1348-1354.

[4] Wang, Q., M. Shao, & R. Horton, 2004, A simple method for estimating water diffusivity of unsaturated soils, Soil Sci. Soc. Am. J., Vol.68: 713-718.