

مقایسه مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده هدایت هیدرولیکی خاک توسط مدل‌های ROSETTA

و UNSATK در برخی از خاک‌های موجود در بانک اطلاعاتی UNSODA

عبداله رادسر و شاهرخ زندپارسا

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شیراز. radsar2005@yahoo.com و استادیار بخش آبیاری دانشگاه شیراز

zandparsa@yahoo.com

مقدمه

تعیین منحنی‌های هدایت هیدرولیکی - رطوبت خاک در صحرا و آزمایشگاه علاوه بر وقت‌گیر بودن، بسیار هزینه بر هستند، از این رو به روش‌های بسیار زیادی برای برآورد این دو منحنی، ارائه شده است (۱، ۳، ۴، ۵ و ۷). ون‌گنوختن (van Genuchten، ۱۹۸۰) معادلات زیر را برای تعیین منحنی مشخصه رطوبتی خاک ارائه کرد:

$$S_e = \left[\frac{1}{1 + (\alpha h)^n} \right]^m \quad (1)$$

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (2)$$

$$\frac{1}{n} - 1 = m \quad (3)$$

که در آنها α برحسب cm^{-1} ، n ، m ، ضرایب ثابت، θ_s ، θ_r و θ به ترتیب رطوبت اشباع، رطوبت باقی‌مانده و رطوبت خاک برحسب $(\text{cm}^3 \text{cm}^{-3})$ ، h مکش آب خاک برحسب (cm) و S_e نسبت اشباع موثر خاک هستند.

همچنین ون‌گنوختن برای هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک، معادله زیر را بر اساس معادله معلم (۱۹۷۶) ارائه کرد. این معادله به نام معادله

معلم- ون‌گنوختن معروف است Mualem - van Genuchten (MVG):

$$K(S_e) = K_s S_e^l \left[1 - (1 - S_e^{\frac{1}{m}})^m \right]^2 \quad (4)$$

که در آن K_s هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (cm d^{-1}) می‌باشد و مقدار l برابر ۰/۵ توصیه شده است (۵ و ۳). اسچپ (Schaap و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که روش MVG برای تخمین منحنی $K - \theta$ خطای زیادی دارد و مدل معلم- ون‌گنوختن (۱۹۸۰) را اصلاح کردند. این محققین بیان کردند که در مدل معلم- ون‌گنوختن (MVG) مقدار l همیشه برابر ۰/۵ نیست و بسته به نوع بافت خاک، l مقادیر مختلفی به خود می‌گیرد و حتی در بعضی موارد مقدار l می‌تواند منفی باشد. مقدار K_s در معادله معلم- ون‌گنوختن (۱۹۸۰) همیشه برابر مقدار K_s نیست و با K_0 نمایش داده می‌شود (۴). با تخمین K_0 و l در برنامه کامپیوتری ROSETTA بر اساس شبکه عصبی Neural Network می‌توان با وارد کردن عوامل θ_s ، θ_r ، n ، α به دست آمده از منحنی مشخصه آب خاک تابع هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک را توسط معادله به دست آورد [۴].

هدایت هیدرولیکی (مثلاً هدایت هیدرولیکی اشباع) می‌توان تابع هدایت هیدرولیکی خاک را پیش‌بینی نمود [۷]. هدف از این پژوهش ارزیابی مدل‌های ROSETTA و UNSATK در پیش‌بینی توابع $K-\theta$ برای ۳۵ خاک بانک اطلاعاتی UNSODA می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از داده‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری شده ۳۵ نمونه خاک با بافت‌های مختلف از بانک اطلاعاتی UNSODA شامل اطلاعات اندازه‌گیری شده $\theta-h$ و $K-\theta$ استفاده گردید [۶]. جهت تعیین عوامل هیدرولیکی خاک از رابطه ارائه شده توسط ون‌گونوختن (۱۹۸۰) استفاده گردید. برای این خاکها با استفاده از منوی Solver در نرم افزار Excel، مقادیر n ، α و θ_r به نحوی تعیین گردیدند که مجموع مربعات خطا (SSQ) بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده رطوبت با منحنی مشخصه آب خاک حداقل گردند. مقدار θ_s توسط معادله ون‌گونوختن (۱۹۸۰) به صورت زیر محاسبه گردید:

$$\theta_s = (\theta_m - \theta_r)(1 + (\alpha h_m)^n)^m + \theta_r \quad (۷)$$

که در آن: θ_m ، h_m به ترتیب حداکثر رطوبت حجمی ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) و مکش (cm) نظیر آن برای خاک مورد نظر هستند.

نتایج و بحث

در تمامی خاکهای مورد استفاده توابع پیش‌بینی شده $K-\theta$ با مدل UNSATK در مقایسه با مدل ROSETTA، نزدیکی خیلی بیشتری با مقادیر اندازه‌گیری شده دارند. نسبت مجموع مربع خطاهای حاصله در مدل UNSATK به مدل ROSETTA برابر ۰/۵۵ می‌باشد. در شکل‌های (۱ و ۲) مقایسه بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده هدایت هیدرولیکی در رطوبتهای مختلف نشان داده شده است. همان‌طور که از این شکلها پیداست مدل UNSATK با دقت خیلی بیشتری نسبت به مدل ROSETTA هدایت هیدرولیکی خاک را پیش‌بینی می‌کند.

زندپارسا و سپاسخواه (۲۰۰۴) روش جدیدی را برای تعیین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک ارائه کردند. در این روش بر اساس سطح ویژه مایع-بخار در اطراف ذرات خاک، تابع هدایت هیدرولیکی خاک به شرح زیر حاصل شده است:

$$K(\theta) = \frac{\rho_w g}{3\mu} \left[\frac{v_s(\theta) t(\theta)^3 A_{ws}(\theta)}{\xi(A_{ws})} \right] \quad (۵)$$

$$\int_{A_{ws}(\theta)}^{A_{wsm}} \frac{v_s(\theta) t(\theta)^3}{\xi(A_{ws})} dA_{ws}$$

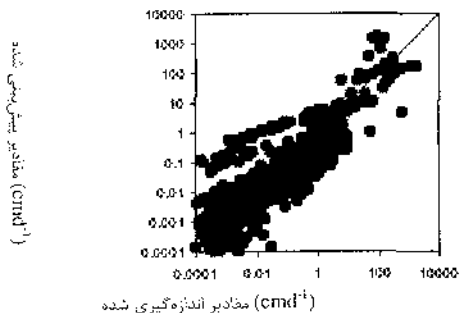
که در آن چگالی آب، ρ_w (kg m^{-3})، g شتاب ثقل (m/s^2)، $t(\theta)$ ، ($9/181$) حداکثر ضخامت لایه آب در اطراف ذرات خاک به عنوان تابعی از θ ، μ لزوجت دینامیکی آب ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$)، A_{ws} سطح ویژه مایع-بخار در اطراف ذرات خاک (سطح مایع-بخار در اطراف ذرات خاک بر واحد حجم خاک، m^{-1})، $A_{ws}(\theta)$ مقدار A_{ws} در رطوبت θ ، A_{wsm} حداکثر مقدار A_{ws} ، $\xi(A_{ws})$ عامل اعوجاج (نسبت طول واقعی مسیر جریان به طول مستقیم مسیر جریان)، $\xi(A_{ws})$ عامل اعوجاج بعنوان تابعی از A_{ws} ، $v_s(\theta)$ عامل کاهنده $K(\theta)$ برای در نظر گرفتن اثر تغییرات لزوجت آب در اطراف ذرات خاک بعنوان تابعی از θ می‌باشند [۶].

حل تحلیلی معادله [۵] پیچیده و بسیار وقت‌گیر است. برای حل معادله (۵) با استفاده از روش حل عددی، معادله (۶) جهت پیش‌بینی تابع هدایت هیدرولیکی خاک ارائه شد [۷].

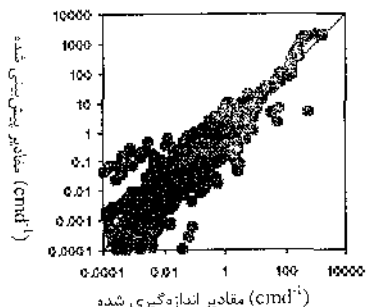
$$K(\theta) = \frac{\rho_w g}{3\mu} \left(\frac{\bar{v}_s(\theta)}{\xi(\theta)} \right) [t^3(\theta) - t^3(\theta - \Delta\theta)] \bar{A}_{ws}(\theta)$$

$$K(\theta - \Delta\theta)$$

که در آن $\Delta\theta$ المان رطوبت خاک (مثلاً ۰/۰۰۰۱) و $\bar{v}_s(\theta)$ ، $\xi(\theta)$ ، $\bar{A}_{ws}(\theta)$ به ترتیب مقادیر متوسط عامل کاهنده $K(\theta)$ برای در نظر گرفتن اثر تغییرات لزوجت آب در اطراف ذرات خاک، عامل اعوجاج و سطح ویژه مایع-بخار اطراف ذرات خاک در محدوده المان $\Delta\theta$ می‌باشند. معادله (۶) را می‌توان به راحتی با برنامه کامپیوتری UNSATK حل نموده و با استفاده از عوامل هیدرولیکی خاک (θ_s ، θ_r ، n ، α) و یک مقدار اندازه‌گیری شده



شکل (۲) مقایسه بین مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده هدایت در رطوبت‌های مختلف توسط مدل ROSETTA هیدرولیکی



شکل (۱) مقایسه بین مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده هدایت در رطوبت‌های مختلف توسط مدل UNSATK هیدرولیکی

منابع مورد استفاده

- with the Mualem-van Genuchten model. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:843- 851.
- 5- van Genuchten, M. Th. 1980. A closed -form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892-898.
- 6- Zand-Parsa, Sh., and A.R. Sepaskhah. 2004. Soil hydraulic conductivity function based on specific liquid-vapor interfacial area around the soil particles. Geoderma. 119:143-157.
- 7- Zand-Parsa, Sh. 2005. Improved soil hydraulic conductivity function based on specific liquid-vapor interfacial area around the soil particles. Geoderma, Accepted.

- 1-Hillel, D. 1998. Environmental Soil Physics. Academic Press, Inc. New York, 771P.
- 2-Leij, F.J., W.J. Alves, M. Th. van Genuchten, and J.R. Williams. 1996. The UNSODA unsaturated soil hydraulic database, version 1.0, EPA report EPA/600/R-96/095, EPA National Risk Management Laboratory, G-72, Cincinnati, OH. Available at: <http://www.ussl.ars.usda.gov/MODELS/unsoda.htm>; verified January 31, 2000.
- 3-Mualem, Y. 1976. A new method for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resour. Res. 12:513-522.
- 4- Schaap, M.G., and F.J. leij. 2000. Improved prediction of unsaturated hydraulic conductivity