تخمین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع از روی گذردهی خاک برای هوا

سیدعلیرضا رفیعی‌علوی[۱]، محمدرضا نیشابوری[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی و [۲]استاد گروه خاکشناسی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تبریز

مقدمه

خصوصیات هیدرولیکی جریان غیراشباع که وابسته به مقدار آب خاک، بافت و ساختمان خاک است. برای پیش‌بینی نفوذ، رواناب سطحی، آبشویی آفت‌کشها و مواد مغذی از زمین‌های کشاورزی و مهاجرت آنها به آبهای زیرزمینی، مدل کردن انتقال املاح، طراحی واجرای سیستم‌های اصلاحی برای زدودن آلاینده‌ها و ارزیابی احتمال موفقیت این فرایند الزامی است. اندازه‌گیری $K(\psi)$ به‌ویژه در شرایط صحرائی مشکل، زمان‌بر و گاهی پر هزینه است. استفاده از مدل‌ها برای تعیین $K(\psi)$ نیز معمولا نیاز به داده‌های مشاهداتی جهت کالیبره کردن مدل برای خاک‌های هر منطقه دارد. از این رو به نظر می‌رسد که اگر بتوان رابطه‌ای بین گذردهی خاک برای هوا (K_a) در مکش‌های مختلف و $K(\psi)$ بدست آورد، می‌توان آسانتر، کم هزینه‌تر و در زمانی بسیار کوتاه مقادیر $K(\psi)$ را حتی با دقت بیشتر در مقایسه با مدل‌های ارائه شده بدست آورد. در این شیوه عملاً نیازی به اندازه‌گیری و تعیین برخی از خصوصیات خاک همانند منحنی رطوبتی خاک یا مقدار رطوبت در مکش معین نمی‌باشد و زمان تخمین برای $K(\psi)$ کوتاه‌تر است.

مواد و روش‌ها

از مکان‌های دشت کرج، ورامین و دشت ارومیه ۲۲ نوع خاک به صورت نمونه‌هایی دست نخورده شامل هفت کلاس بافت خاک، در سه تکرار تهیه گردید. در ابتدا مقادیر $K(\psi)$ به روش گاردنر [۱۹۵۶] و در محدودهٔ مکش ۰ تا ۱۰۰ کیلوپاسکال محاسبه شد. در حین اندازه‌گیری آب خروجی از نمونه‌ها مقادیر گذردهی خاک برای هوا (K_a) به روش بار افتان و طبق روش کریکهام [۱۹۴۹] اندازه‌گیری شد. با رسم نمودار مقادیر لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب در مقابل مقادیر لگاریتم گذردهی خاک برای هوا در هر یک از نمونه‌های خاک، یک معادلهٔ رگرسیونی بدست آمد. یک معادلهٔ رگرسیونی نیز برای تمامی خاک‌ها بدست آمد و نتایج تجزیه و تحلیل شد. همچنین مقادیر هدایت هیدرولیکی $K(\psi)$ با معادلهٔ وان‌گنوختن [۱۹۸۰] و بروکس-کوری [۱۹۶۶] و توسط نرم‌افزار RETC برآورد شد. برای ارزیابی و مقایسهٔ دقت تخمین بین مدل‌ها از معیارهای کی‌دو[۱] (χ^2)، آزمون آمارهٔ جذر میانگین مربع انحراف ($RMSD^2$)، میانگین هندسی نسبت خطا ($GMER^3$) و انحراف استاندارد هندسی نسبت خطا ($GSDER^4$) استفاده شد[واگنر و همکاران،۲۰۰۱].

نتایج و بحث

نکته قابل توجه در مورد مقدار شیب در ۲۲ معادله بدست آمده آن است که دامنه تغییرات مقادیر شیب در بین معادلات کم است و اگر مقدار شیب در تمامی این معادلات یکسان باشد حالت ایده‌ال است. نکته قابل توجه دیگر آن است که در اکثر این معادلات مقدار R^2 بیشتر از ۰/۹ است و تماماً در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است که این موضوع بیانگر آن است که تخمین $K(\psi)$ از روی K_a از دقت بالایی برخوردار است همچنین دامنه تغییرات مقادیر عرض از مبدا محدود

---

۱ - Chi-square
۲ - Root mean square deviation
۳ - Geometric mean error ratio
۴ - Geometric standard deviation error ratio

است. اینها نقاط قوتی هستند که می‌توان بر اساس آنها به یافتن رابطه عمومی برای تمامی خاک‌ها بین K_a و $K(\psi)$ امیدوار باشیم تا بتوانیم از این طریق با سهولت مقدار $K(\psi)$ را از روی K_a با دقت بالا تخمین بزنیم.

جدول ۱- مقایسهٔ دقت تخمین $K(\psi)$ از مدل‌های وان‌گنوختن-معلم ، بروکس-کوری- معلم و معادلهٔ رگرسیونی (K_a-$K(\theta)$)بر مبنای میانگین‌های RMSD و GSDER و بر مبنای

مدل	Average of RMSD	$1-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} GMERi$	Average of GSDER
وان‌گنوختن-معلم	۱/۰۵۳	-۰/۰۲۲	۱/۲۰۷
بروکس-کوری-معلم	۰/۹۹۶	۰/۲۰۰	۱/۲۵۹
معادلهٔ رگرسیونی	۰/۶۵۱	۰/۰۱۲	۱/۰۶۰

مطابق جدول ۱ بر مبنای میانگین RMSD ، در مجموع معادلات رگرسیونی بدست آمده از اندازه‌گیری K_a دقت بیشتری را در برآورد $K(\psi)$ نسبت به دو مدل وان‌گنوختن-معلم و بروکس-کوری-معلم دارد. کمترین مقدارانحراف عبارت ($1-1/n\Sigma GMER_i$) مربوط به مدل معادلات رگرسیونی است و بنابراین بیشترین دقت را در بین سه روش استفاده شده جهت تعیین $K(\psi)$ دارد. در این تحقیق روش معادلهٔ رگرسیونی از کمترین مقدار میانگین GSDER نیز برخوردار بوده ولذا از بیشترین دقت در تخمین $K(\psi)$ برخوردار است. تحلیل نتایج وجود رابطهٔ رگرسیونی قوی بین $K(\psi)$ و K_a را در محدودهٔ مکش ۰ تا ۱۰۰ کیلوپاسکال نشان داد. اگر هم رابطه‌ای در دامنهٔ وسیعی از انواع خاک‌ها تعمیم داده شود این انتظار می‌رود که مشکل اندازه‌گیری $K(\psi)$ حداقل از نظر دقت به‌طور قابل توجه تقلیل یابد.

ارزیابی دقت تخمین مدل‌های وان‌گنوختن و بروکس-کوری و نیز مقایسهٔ دقت تخمین این دو مدل با روش معادلهٔ رگرسیونی محاسبه شده از K_a نشان داد که تخمین $K(\psi)$ بر مبنای K_a دارای دقت بالاتری نسبت به تخمین $K(\psi)$ از دو مدل دیگر داشت و میزان دقت مدل وان‌گنوختن بالاتر از بروکس-کوری در تخمین $K(\psi)$ از منحنی رطوبتی بود.

منابع

[1] Brooks, R.H., and A.T. Corey, 1966. Properties of porous media affecting fluid flow. J. Irrig. Drain. Dir. Am. Soc. Civ. Eng., 92(IR2), 61-88.

[2] Gardner, W.R. 1956. Calculation of capillary conductivity from pressure plate outflow data. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20: 317-320.

[3] Kirkham, D., D.D. Evans. 1949. Measurement of the air permeability of soil in situ. Soil Sci. Proc. 28: 65-73.

[4] Van Genuchten, M.T., 1980. A Closed – form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated Soils. Soil Sci. Am. J., 44(5): 892-898.

[5] Wagner, B., V.R. Tarnawski., V. Hennings., U. Muller., G. Wessolek,. R. Plagge. 2001. Evaluation of pedo-transfer function for unsaturated soil conducyivity using an independent data set. Geoderma. 102: 275-297.