مقایسه دو مدل فرکتالی و تجربی در پیش بینی هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک

بهزاد قنبریان و عبدالمجید لیاقت

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی و دانشیار گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران.

Ghanbarian@ut.ac.ir

مقدمه

امروزه حفاظت محیط زیست یکی از اهداف اصلی جوامع بشری می باشد. مواد آلاینده تولید شده توسط کارخانجات صنعتی و انتقال این آلاینده ها به خاک، رودخانه ها، آبهای زیرزمینی مشکلات عظیم زیست محیطی را فراهم نموده است. در این راستا استفاده از مدلهایی به منظور بررسی حرکت و انتقال املاح در خاک، محاسبه مدت زمان رسیدن مواد آلاینده به منابع آب زیرزمینی و میزان آلایندگی و ... ضروری به نظر می رسد. یکی از مهمترین معادلات حاکم بر جریان در حالت غیرهمگام، رابطه ارائه شده توسط ریچارد بوده که به منظور حل این معادله تخمین پارامترهای هیدرولیکی خاک مانند هدایت هیدرولیکی غیراشباع، میزان رطوبت خاک و ... ضروری می باشد.اندازه گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک امری وقت گیر و پرهزینه بوده و نیاز به مدلی جامع و دقیق برای پیش بینی این پارامتر در محدوده وسیعی از تغییرات بافت، ساختمان و دیگر ویژگی های خاک ضرورت دارد. تاکنون مدلهای تجربی متعددی به منظور پیش بینی هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک ارائه شده اند که از جمله این مدلها می توان به مدل گاردنر [۱] ، بروکز و کوری[۲]، کمپل[۳] و ون گنوختن-معلم[۴] اشاره نمود. اساس پیدایش این قبیل مدلها شکل سیگموئیدی و توانی این ویژگی خاک است. مدل دیگری که برای پیش بینی این پارامتر ارائه شده، رابطه کازنی-کارمن[۱] می باشد. رابطه هیگن-پوازی[۱] نیز برای پیش بینی هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک بر مبنای لوله های کاپیلاری ارائه شده که مبنای فیزیکی داشته ولیکن در دو رابطه فوق هرچند برای محاسبه ضریب اعوجاج روابط تجربی وجود دارد، محاسبه این پارامتر کار چندان ساده ای نبوده و نیازمند پیش فرضیاتی می باشد.

در سالهای اخیر استفاده از هندسه فرکتالی به منظور مدل نمودن محیط های متخلخل و غیرهمگنی مانند خاک رشد چشمگیری داشته است.

مواد و روشها

داده های مورد استفاده در این مطالعه از بانک اطلاعاتی *UNSODA* جمع آوری گردید. به منظور انجام مقایسه بهتر پیش بینی های دو مدل فرکتالی و تجربی، ۱۵ نمونه دست نخورده با ۷ بافت مختلف خاک انتخاب گردید. با استفاده از رابطه ارائه شده توسط زو[۵] در ابتدا با برازش داده های منحنی مشخصه رطوبتی خاک به رابطه زیر توسط نرم افزار *Matlab 7.1*، بعد فرکتالی منحنی مشخصه رطوبتی خاک و پتانسیل مکش در نقطه ورود هوا ($hmin$) و رطوبت جدانشدنی(θ_r) برای هر نمونه تخمین زده شدند.

$$\frac{\theta-\theta_r}{\theta_s-\theta_r}=\left(\frac{h}{h_{\min}}\right)^{(D-3)} \qquad (۱)$$

همچنین با استفاده از رابطه تجربی ون گنوختن با برازش داده های مربوطه به منحنی مشخصه رطوبتی خاک، پارامترهای m و n بصورت مستقل، α و θ_r توسط نرم افزار *RETC* برآورد شدند.

بعد از برآورد پارامترهای ابتدائی مورد نیاز جهت پیش بینی هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک با استفاده از رابطه ارائه شده توسط *Xu(2004)* ضریب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک در مکشهای مختلف تخمین زده شدند.

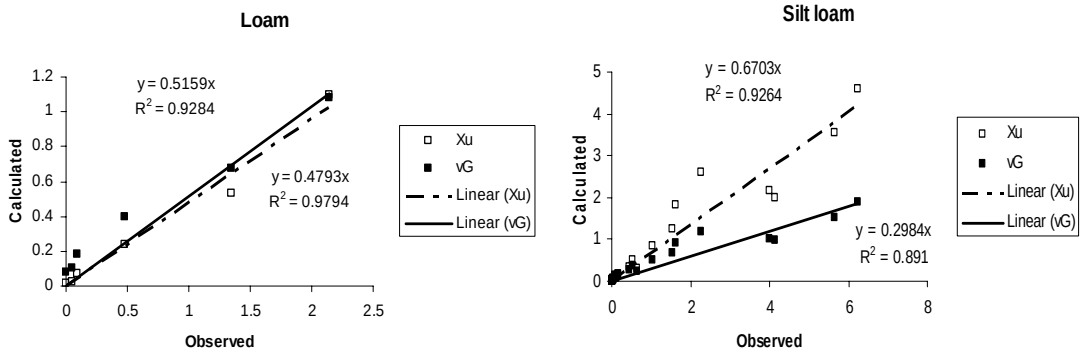
$$\frac{k(\theta)}{k_s}=\left(\frac{h}{h_{\min}}\right)^{3D-11}=S_e^{\frac{3D-11}{D-3}} \qquad (۲)$$

سپس با استفاده از رابطه تجربی ون گنوختن- معلم نیز ضریب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک بدست آورده شد.

$$\frac{k(\theta)}{k_s} = S_e^{1/2}\left[1-\left(1-S_e^{1/m}\right)^m\right]^2 \qquad (۳)$$

جدول ۱- شیب خط یک به یک و ضریب همبستگی مقادیر هدایت هیدرولیکی غیراشباع پیش بینی شده نسبت به مقادیر اندازه گیری شده برای ۱۵ نمونه بافت خاک مختلف

بافت خاک	نوع مدل برازش	شیب خط یک به یک	R^2	بافت خاک	نوع مدل برازش	شیب خط یک به یک	R^2
لوم سیلتی	زو	۰/۶۷	۰/۹۳	شنی	زو	۰/۴۹	۰/۹۴
	ون گنوختن	۰./۳	۰/۸۹		ون گنوختن	۰/۲۲	۰/۹۶
لوم شنی	زو	۰/۹۴	۰/۹۸	لوم	زو	۲/۳۳	۰/۹۳
	ون گنوختن	۰/۱	۰/۹۷		ون گنوختن	۱/۶۵	۰/۹۸
شنی	زو	۰/۶۴	۰/۹۹	لوم شنی	زو	۱۷/۲۵	۰/۹۹
	ون گنوختن	۰/۰۰۶	۰/۹۹		ون گنوختن	۵/۸۴	۰/۹۶
لوم سیلتی	زو	۰/۸۷	۰/۹۵	رسی	زو	۴۹/۷۴	۰/۹۳
	ون گنوختن	۰/۹۶	۰/۱۷		ون گنوختن	۵/۱۸	۰/۹۳
لوم	زو	۰/۴۸	۰/۹۸	رسی	زو	۲/۰۴	۰/۹۱
	ون گنوختن	۰/۵۲	۰/۹۳		ون گنوختن	۰/۰۷	۰/۸۸
شنی	زو	۰/۱۴	۰/۸۲	شنی	زو	۰/۲	۰/۹۶
	ون گنوختن	۰/۰۰۶	۰/۶۷		ون گنوختن	۰/۰۸	۰/۹۱
لوم رسی شنی	زو	۱/۴۳	۰/۹۹	لوم رسی شنی	زو	۰/۵۱	۰/۸۱
	ون گنوختن	۰/۵۶	۰/۱۳		ون گنوختن	۰/۴۱	۰/۵۳
رسی سیلتی	زو	۰/۲۵	۰/۹۹				
	ون گنوختن	۰/۰۸۳	۰/۹۸				



شکل ۱- مقادیر پیش بینی شده هدایت هیدرولیکی غیراشباع توسط دو مدل زو و ون گنوختن نسبت به مقادیر اندازه گیری شده یرای دو بافت لوم و لوم سیلتی

نتایج و بحث

هدایت هیدرولیکی خاک پارامتری است که تابعی از زمان و مکان بوده بطوریکه مقدار آن با نمونه برداری از نقطه ای به نقطه دیگر و از زمانی به زمان دیگر تغییر می نماید. مدلهای شبیه سازی هدایت هیدرولیکی خاک با در نظر گرفتن پارامترهای هدایت هیدرولیکی اشباع و بعد فرکتالی یا پارامترهای شکل m و n به عنوان فاکتورهای متغیری که با زمان و مکان تغییر می نماید سعی در شبیه سازی این ویژگی خاک دارند. در حقیقت بعد فرکتالی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک تابعی از درز و شکاف ها و به عبارت دیگر خلل و فرج بزرگ بوده که حتی در خاکهای با بافت یکسان مقادیر متفاوتی به خود می گیرد. نتایج حاکی از وجود ضریب همبستگی نسبتا خوبی در تمامی نمونه خاکهای مورد مطالعه می باشد. هر چند مدل فرکتالی زو در تمامی نمونه ها هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک را به خوبی پیش بینی نمی نماید اما نتایج نشان می دهند که پیش بینی های انجام شده توسط این مدل به مراتب بهتر و دقیق تر از مدل تجربی ون گنوختن می باشد. از سوی دیگر نمی توان اظهار داشت که مدل زو برای تمامی بافت های خاک

پیش بینی یکسانی انجام می دهد زیرا پیش بینی های این مدل برای بافت های مشابه هم یکسان نبوده، بطوریکه در مواردی مقدار هدایت هیدرولیکی غیراشباع را بیشتر و در مواردی هم کمتر از مقدار واقعی پیش بینی می نماید (بافت خاک لوم شنی).

منابع

[1] Hillel, D. 1998. Enviromental Soil Physics. Academic Press. pp 771.
[2] Brooks, R. H. and Corey, A.T. 1964. Hydraulic properties of porous media. Colorado State University. Hydrology Paper No. 3, 27 pp.
[3] Campbell, G. S. 1974. A simple method for determining unsaturated hydraulic conductivity from moisture retention data. Soil Sci. 117, 311–314.
[4] van Genuchten, M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Am. J.44:892-898.
[5] Xu, Y. 2004. Calculation of unsaturated hydraulic conductivity using a fractal model for the pore-size distribution. Computers and Geotechnics 31. pp 549-557.