مقایسه روش بهینه‌سازی و مدل Rosetta در پیش بینی منحنی مشخصه رطوبتی خاک

مینا شکیبا[۱]، بهزاد قنبریان علویجه[۲] و عبدالمجید لیاقت[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، [۲] دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، [۳] دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

مقدمه

استفاده از روشهای مستقیم به منظور برآورد منحنی مشخصه رطوبتی خاک به دلیل هزینه زیاد، وقت گیر بودن و نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی بسیار دشوار بوده بطوریکه تلاش های فراوانی در جهت اندازه‌گیری غیرمستقیم این مشخصه از خاک صورت گرفته است. از جمله این روش‌های غیرمستقیم می‌توان به مدلهای توزیع اندازه خلل و فرج [۱] و توابع انتقالی [۲] و شبکه‌های عصب مصنوعی [۳] اشاره نمود. مدل Rosetta که توسط شاپ و همکاران [۴] با استفاده از داده‌های بانک اطلاعاتی UNSODA توسعه یافته به طور وسیعی به منظور تخمین پارامترهای مدل منحنی مشخصه ون‌گنوختن [۵]، یکی از پرکاربردترین مدل‌ها در مدل نمودن منحنی مشخصه رطوبتی، و مدل هدایت هیدرولیکی غیراشباع ون‌گنوختن-معلم [۵ و ۶] از پارامترهای زودیافتی همچون درصد رس، سیلت و شن، وزن مخصوص ظاهری و درصد رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم به کار می‌رود.

مواد و روشها

در این مطالعه از ۶۸ نمونه خاک شور-سدیمی، جمع‌آوری شده از منطقه جنوب و جنوب شرقی تهران، و همچنین ۴۰ نمونه خاک جمع‌آوری شده از منطقه کرج-آبیک استفاده گردید. تمامی نمونه‌ها دست خورده بوده و برای اندازه گیری منحنی مشخصه رطوبتی در مکش‌های ماتریک ۱۰، ۳۳، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال از دستگاه صفحات فشاری استفاده شد.

در این مطالعه از روش بهینه‌سازی با استفاده از مقادیر رطوبت در سه نقطه اندازه‌گیری شده اشباع (θ_s)، ظرفیت زراعی (θ_{FC}) و پژمردگی دائم (θ_{PWP}) به منظور تخمین پارامترهای مدل ون‌گنوختن به شکل زیر استفاده گردید (روش اول):

$$\frac{\theta_{FC}}{\theta_s} = \left[1 + (\alpha h)^n\right]^{1/n-1} \qquad (۱)$$

$$\frac{\theta_{PWP}}{\theta_s} = \left[1 + (\alpha h)^n\right]^{1/n-1} \qquad (۲)$$

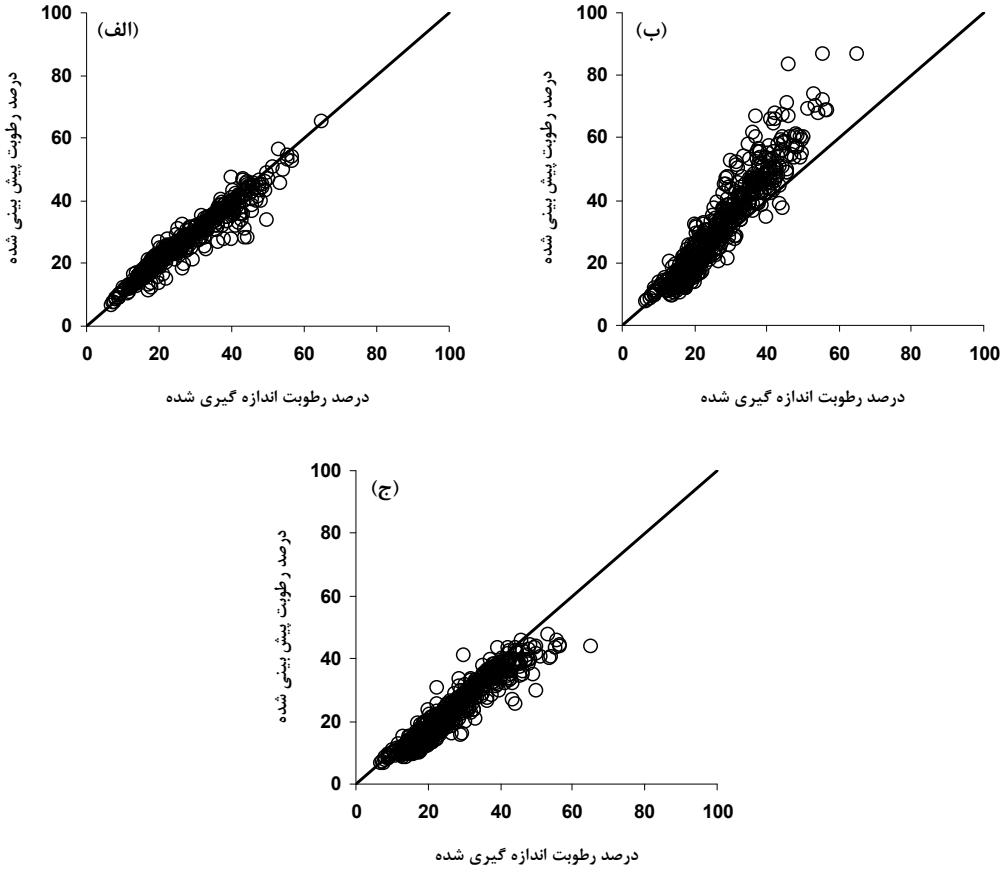
معادلات (۱) و (۲) به صورت کوپل، با تابع هدف مینیمم‌سازی مجموع مربعات خطا حل شده تا پارامترهای مجهول α و n محاسبه شوند. در این روش فرض شد که مقدار رطوبت باقیمانده (θ_r) برابر صفر می‌باشد.

علاوه بر روش بهینه‌سازی، با استفاده از مدل رزتا پارامترهای مجهول مدل ون‌گنوختن [۵] مشتمل بر θ_r، α و n با استفاده از درصد رس، سیلت و شن، وزن مخصوص ظاهری و درصد رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم تخمین زده شدند (روش دوم). در این روش در حالت اول از داده‌های اندازه‌گیری شده درصد رطوبت اشباع و در حالت دوم از داده‌های پیش‌بینی شده درصد رطوبت اشباع توسط مدل رزتا به منظور تخمین منحنی مشخصه رطوبتی استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه منحنی مشخصه رطوبتی پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده با روش‌های مختلف در شکل (۱) ارائه شده است (n=۷۵۶). مقادیر RMSE برای روش اول (الف) برابر ۲/۴۲، برای حالت اول روش دوم (ب) برابر ۶/۷۷ و برای حالت دوم روش دوم (ج) برابر ۴/۸۶ بدست آورده شد (جدول ۱). با توجه به مقدار MR (متوسط باقیمانده‌ها) در حالت کلی، روش اول مقدار رطوبت را اندکی کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده پیش‌بینی می نماید. همچنین در حالت دوم روش دوم نیز مقدار رطوبت کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده تخمین زده می‌شود. نتایج بدست آمده با نتایج شاپ و همکاران [۴] مبنی بر اینکه مدل رزتا مقدار رطوبت را کمتر از مقدار واقعی پیش‌بینی می‌نماید مطابقت دارد. این در حالیست که در حالت اول روش دوم مقدار رطوبت بیشتر از مقدار اندازه‌گیری شده تخمین زده می‌شود.

مقادیر AIC و RMSE محاسبه شده در جدول (۱) نشان می دهد که روش اول (روش بهینه‌سازی) با دقت بالاتری نسبت به هر دو حالت مدل رزتا منحنی مشخصه رطوبتی خاک را پیش‌بینی می‌نماید. بنابراین پیشنهاد می‌شود در صورتیکه درصد رطوبت اشباع، ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم اندازه‌گیری شده باشد از روش بهینه سازی پارامترهای مدل ون‌گنوختن تخمین زده شوند.



شکل ۱: درصد رطوبت پیش‌بینی شده در مقابل درصد رطوبت اندازه‌گیری شده برای روش اول (الف)، روش دوم حالت اول (ب) و روش دوم حالت دوم (ج)

جدول ۱- پارامترهای آماری محاسبه شده در پیش‌بینی منحنی مشخصه رطوبتی خاک

روش	MR	RMSE	AIC
روش (۱)	-۰/۲۵	۲/۴۲	۱۳۴۱/۵
روش (۲) حالت اول	۲/۹۴	۶/۷۷	۲۹۰۲/۹
روش (۲) حالت دوم	-۳/۸۷	۴/۸۶	۲۳۹۶/۰

تشکر و قدردانی

در این مطالعه از داده‌های پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای ناصر خالق‌پناه و خانم سحر بهبهانی استفاده گردید که بدین وسیله از ایشان صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

[1] Arya, L.M. and J.F. Paris. 1981. A physicoempirical model to predict soil moisture characteristics from particle-size distribution and bulk density data. Soil Sci. Soc. Am. J., 45: 1023-1030.
[2] Vereecken, H., J. Maes, J. Feyen and P. Darius. 1989. Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density, and carbon content. Soil Sci., 148: 389-403.
[3] Schaap, M.G., F.J. Leij, and M.Th. van Genuchten. 1998. Neural network analysis for hierarchical prediction of soil water retention and saturated hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc. Am. J., 62: 847-855.
[4] Schaap, M.G., F.J. Leij, and M.Th. van Genuchten. 2001. Rosetta: A computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. J. Hydrol., 251: 163-176.
[5] van Genuchten, M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Am. J., 44: 892-898.
[6] Mualem, Y. 1976. A new model predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resour. Res., 12: 513-522.