ارزیابی توابع انتقالی مختلف جهت برآورد منحنی رطوبتی در منطقه آراللوی اردبیل

علی رسولزاده[۱] ، ندا نصیری[۲]، مینا عزیزی[۲]، زهره بقائی[۲] و صدیقه رسولی[۲]

[۱] استادیار و [۲] دانشجویان کارشناسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

مقدمه

منحنی رطوبتی خاک مبین نبض رطوبتی خاک است و برای مدل سازی حرکت آب و انتقال املاح، در ناحیه غیر اشباع خاک ضروری می باشد. اندازه گیری مستقیم آن هزینه بر و وقتگیر بوده و نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی ویژه و گران قیمت دارد. لذا در سالهای اخیر تلاشهایی فراوان صورت گرفته تا با استفاده از ویژگیهای زود یافت خاک وبدون نیاز به اندازه گیری مستقیم بتوان منحنی رطوبتی را با دقتی قابل قبول تخمین زد.یکی از روش های غیر مستقیم برآورد منحنی رطوبتی،استفاده از توابع انتقالی خاک است.

وان گنوختن (van Genuchten) ، کمپل (Campbell) و بروکزوکوری(Brooks & Corey) برای بیان منحنی رطوبتی خاک به ترتیب معادلات ۱، ۲ و ۳ را ارائه کردند(۱،۲،۴و۷):

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

$$h = h_e\left(\frac{\theta}{\theta_s}\right)^{-b} \qquad (۲)$$

$$h = h_e\left(\frac{\theta-\theta_r}{\theta_s-\theta_r}\right)^{-1/\lambda} \qquad (۳)$$

در این معادلات θ رطوبت خاک در مکش آب خاک h، θ_s رطوبت اشباع، θ_r رطوبت باقیمانده، h_e مکش ورود هوا و n ، α، b و λ ضرایب ثابت معادلات هستند.

رالز و براکنسیک (Rawls and Brakensiek) (۱۹۸۲) توابع انتقالی ارائه نمودند که با استفاده از تخلخل، درصد رس و درصد ماسه (sand) پارامترهای معادلات فوق (h_e ، n ، α، b و λ) را برآورد می کرد(۲). همچنین کمپل توابع انتقالی جهت برآورد پارامترهای معادله کمپل (معادله ۲) بر حسب میانگین هندسی و انحراف معیار قطر ذرات ارائه نمود(۶). اسکپ (Schaap) و همکاران (۲۰۰۱) برنامه کامپیوتری Rosetta را برای بدست آوردن ضرایب معادله وان گنوختن ارائه کردند. این برنامه براساس شبکه عصبی با وارد کردن فقط بافت خاک یا با اطلاعات بیشتری مانند درصد ذرات خاک، چگالی ظاهری ویک یا دو نقطه از منحنی رطوبتی می تواند ضرایب معادله وان گنوختن را برآورد کند(۵).

هدف از این تحقیق پیدا کردن بهترین توابع انتقالی جهت برآورد منحنی رطوبتی برای منطقه آراللو در جنوب اردبیل می باشد.

مواد و روشها

منطقه ی مورد مطالعه در جنوب استان اردبیل منطقه آراللو واقع شده است. شش نمونه خاک به طور تصادفی از عمق ۱۵ سانتیمتری از منطقه مورد مطالعه نمونه برداری شد. مکش آب خاک با استفاده از ستون آب آویزان و دستگاه صفحه فشاری اندازه گیری و منحنی رطوبتی برای هرشش خاک رسم گردید.فراوانی نسبی ذرات خاک به روش هیدرومتری، چگالی ظاهری به روش سیلندر نمونه برداری دست نخورده و چگالی حقیقی به روش پیکنومتر بدست آمد. رطوبت باقیمانده در خاک، از اندازه گیری رطوبت هوا خشک بدست آمد.

ضرایب معادلات وان گنوختن ، کمپل و بروکزوکوری با استفاده از توابع انتقالی ارائه شده توسط رالز و براکنسیک و همچنین ضرایب معادله وان گنوختن با استفاده از Rosetta و ضرایب معادله کمپل با استفاده از توابع انتقالی کمپل برای هر شش نمونه خاک برآورد گردید. با استفاده از Spss رگرسیون غیر خطی زده شده و تابع انتقالی که شیب معادله

کمپل را محاسبه می کند برای منطقه آراللوی اردبیل تعدیل گردید.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از این تحقیق به شرح ذیل به چند دسته تقسیم شدند:

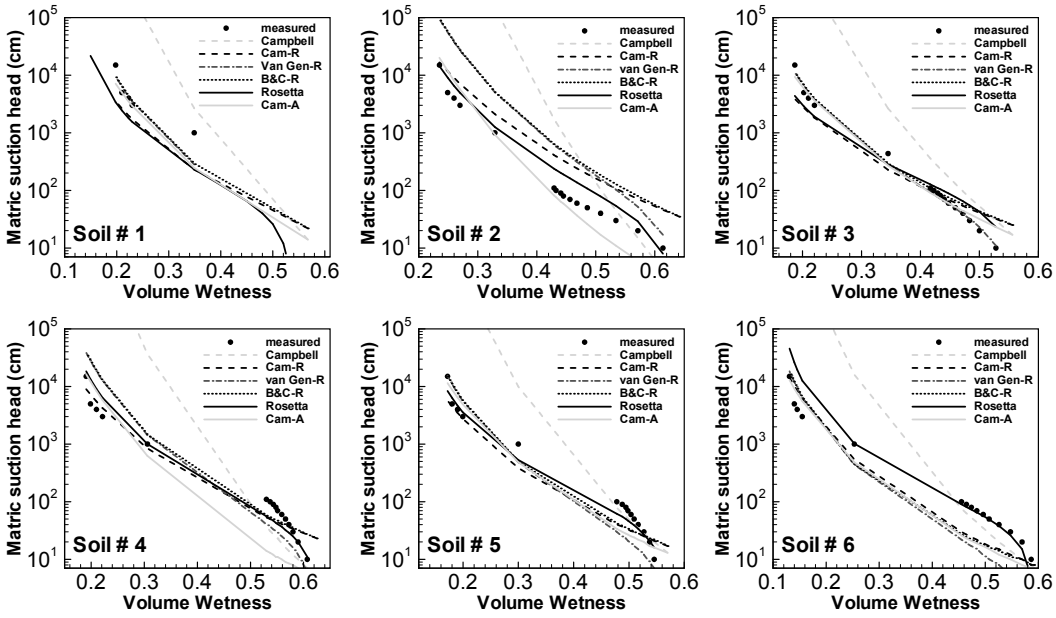
۱- منحنی های رطوبتی برآورد شده توسط معادلات وان گنوختن، کمپل و برکروکوری که ضرایب آنها بوسیله ی توابع انتقالی رالز و براکنسیک و کمپل و همچنین برنامه کامپیوتری Rosetta همرا با مقادیر اندازه گیری شده در شکل ۱ نشان داده شده است. باتوجه به شکل ۱ ملاحظه می گرددکه نامناسبترین تطبیق بین مقادیر اندازه گیری و برآورد شده منحنی رطوبتی، مربوط به توابع انتقالی کمپل است. توابع انتقالی کمپل مقدار مکش را در رطوبت های کم، خیلی زیاد برآورد (overestimate) کرده است.

۲- برای منطقه مورد مطالعه، تابع انتقالی کمپل که شیب معادله کمپل را بدست می آورد خطای زیادی داشت. لذا با استفاده از Spss، تابع انتقالی تعدیل شده با رگرسیون غیر خطی برای منطقه آراللو به شرح ذیل بدست آمد.

$$b = -1.094h_{es} + 0.1094\delta_g \qquad R^2 = 0.8687 \qquad (۴)$$

در معادله فوق δ_g انحراف معیار قطر ذرات، h_{es} مکش ورود هوا در چگالی ظاهری استاندارد (۱/۳ گرم بر سانتیمتر مکعب) و b شیب معادله کمپل می باشد.

در این تحقیق پارامترهای معادلات وان گنوختن، کمپل و برکزوکوری (معادلات ۱، ۲و ۳) که با توابع انتقالی ارائه شده توسط رالز و براکنسیک بدست آمده به ترتیب با علائم van Gen-R ، Cam-R و B&C-R وهمچنین پارامترهای معادله کمپل با توابع انتقالی کمپل و کمپل تعدیل شده برای منطقه آراللو (معادله ۴) به ترتیب با علائم Campbell وCam-A وپارامترهای معادله وان گنوختن با برنامه کامپیوتریRosetta با Rosetta نشان داده شده است.



شکل ۱ - منحنی های رطوبتی تخمین زده شده توسط معادلات وان گنوختن، کمپل و برکروکوری که ضرایب آنها بوسیله ی توابع انتقالی رالز و براکنسیک، کمپل، کمپل تعدیل شده برای آراللو و همچنین برنامه کامپیوتری Rosetta بدست آمده همرا با مقادیر اندازه گیری.

۳- برای مقایسه منحنی های رطوبتی برآورد شده از ۳ مدل آماری استفاده گردید. MAE میانگین خطای مطلق(Mean Absolute Error) است که مقدار آن از صفر تا بینهایت می باشد. مقدار صفر نشانگر تطبیق کامل مقادیر برآوردی و اندازه گیری می باشد.E' راندمان ضریب تعدیل(modified coefficient efficiency) است و محدوده ی آن از یک تا منفی بی نهایت می باشد. E' برابر با یک نشاندهنده برابری مقادیر برآورد شده با اندازه گیری بوده و هر چه مقدر آن از یک کمتر باشد دقت مقادیر برآورد شده کمتر می باشد.d' شاخص سازگاری تعدیل (modified index of agreement) است که محدوده ی آن از صفر تا یک است. مقدارd' هر چه بیشتر باشد یعنی مقادیر برآورد شده به مقادیر اندازه گیری نزدیکتر می باشد(۳). مقادیر MAE،E' وd' برای خاکهای منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آنالیز آماری با سه مدلMAE ،E' وd' (جدول ۱) نشان می دهد منحنی های رطوبتی Cam-A ، Cam-R، Rosetta، van Gen-R و B&C-R به ترتیب کمترین خطا را دارند.

۴- نکته قابل توجه این است که Cam-A ، Cam-R در مکش های بالا و Rosetta در مکش های پایین منحنی رطوبتی راخوب تخمین زده است. با توجه به اینکه اعداد مکش های بالا، بزرگتر بوده لذا تاثیر بیشتری روی مدلهای آماری ذکر شده گذاشته و خطای Rosetta بیشتر از Cam-A و Cam-R بدست آمده است.

جدول ۱- نتایج آنالیز آماری مدلهایMAE ،E' وd' برای خاکهای منطقه مورد مطالعه

توابع	MAE	E'	d'
Campbell	۱۲۷۴۴۹۹/۵۲۲	-۵۱۹/۰۶۷	۰/۰۰۹
Rosetta	۱۸۸۰/۵۹۵	۰/۲۹۸	۰/۷۲۵
Cam-R	۱۲۴۵/۱۲۱	۰/۵۵۱	۰/۷۶۸
B&C-R	۳۲۶۶/۶۹۵	-۰/۳۳۳	۰/۶۹۱
Van Gen-R	۳۲۶۴/۰۹۰	-۰/۳۳۱	۰/۶۹۱
Cam-A	۹۵۸/۳۴۲	۰/۶۰۶	۰/۸۳۰

منابع مورد استفاده

[1] Campbell , G. S. 1985 . Soil physics with BASIC: Transport models for soil-plant systems.Elsevier ,Amsterdam , p .150 .

[2] Rawls, W. J. and D. L. Brakensiek.1985. Prediction of soil water properties for hydrologic modeling. In: E. Jones and T. J. Ward (eds.) Watershed Management in the Eighties, Proceedings of a symposium ASCE. 30 Apr.- 2 May. 293-299.

[3] Salazar . O., Wesstrom . I ., Joel. A.2008. Evaluation of DRAINMOD using saturated hydraulic conductivity estimated by a pedotransfer function model.Agricultural water management .95:1135-1143.

[4] Santra.P.,Sankar.D.B.2008. Pedotransfer function for soil hydraulic properties developed from a hilly watershed of Eastern India. J.Geoderma.146:439-448.

[5] Schaap.M.G,leij.F.J,Van genuchten.M.T.2001.ROSETTA:a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer function.J.Hydrol.251(3-4):136-176.

[6] Shirazi, M. A., and L. Boerma. 1984. A unifying quantitative analysis of soil texture. Soil Sci. Soc. Am. J., 48:142-147.

[7] van Genuchten, M. Th.1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 892-898.