ارائه مدل‌های ساده برای تخمین منحنی مشخصه آب خاک(وان گنوختن) و هدایت هیدرولیکی(وان گنوختن- معلم)

علیرضا ضیایی و علیرضا سپاسخواه
به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

مقدمه

یک خاک زراعی باید این قابلیت را داشته باشد که آب را در خود نگهداری و ذخیره نماید. یکی از راههای بیان این مطلب، استفاده از منحنی مشخصه آب خاک است. منحنی مشخصه آب خاک عبارت از رابطه بین مقدار آب خاک و مکش آب در خاک است. لازم به ذکر است که آب موجود در خاک باید بتواند در خاک جابجا شده و از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل شود. پدیده انتقال آب در خاک تحت تأثیر عامل مهمی به نام هدایت هیدرولیکی قرار می‌گیرد. همچنین هدایت هیدرولیکی نیز تابعی از مقدار آب موجود در خاک بوده و با کاهش میزان رطوبت خاک، این پارامتر به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. تعیین منحنی مشخصه رطوبتی و رابطه هدایت هیدرولیکی- رطوبت خاک از طریق اندازه‌گیری، کاری مشکل، پرهزینه و وقت‌گیر است. بنابراین ارائه مدل‌های ریاضی برای پیش‌بینی رابطه بین رطوبت، هدایت هیدرولیکی و مکش آب خاک ضرورت پیدا می‌کند.

معلم معادله‌های زیر را برای تعیین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک ارائه کرد (۵):

$$K_r(\theta) = s_e^p \left[\left(\int_0^{\theta} \frac{d\theta}{\psi} \right) \Big/ \left(\int_0^{\theta_{sat}} \frac{d\theta}{\psi} \right) \right]^2 \qquad (۱)$$

$$s_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \qquad (۲)$$

$$K_r(\theta) = \frac{K(\theta)}{K_s} \qquad (۳)$$

در این معادله‌ها K_r, S_e, θ_r, θ_s, $K(\theta)$ و K_s بترتیب عبارتند از هدایت هیدرولیکی نسبی، درجه اشباع مؤثر، رطوبت اشباع، رطوبت باقیمانده در خاک، هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در رطوبت θ و هدایت هیدرولیکی اشباع. لازم به ذکر است که معلم p را برای اکثر خاکها، عددی ثابت و برابر ۰/۵ فرض کرد.

وان گنوختن برای تعیین منحنی رطوبتی خاک رابطه زیر را ارائه کرد (۹):

$$s_e = \left[\frac{1}{1 + (\alpha h)^n} \right]^m \qquad (۴)$$

که در این معادله h عبارت از مکش آب خاک و α, n و m ضرایب ثابت معادله‌اند. پارامتر S_e در معادله‌های قبلی تعریف شده است. همچنین برای استفاده از معادله وان گنوختن در معادله معلم، بین ضرایب m و n باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$m = 1 - \frac{1}{n} \qquad (۵)$$

بنابراین معادله وان گنوختن- معلم بصورت زیر حاصل شد:

$$K_r(s_e) = s_e^{0.5} \left[1 - \left(1 - s_e^{\frac{1}{m}} \right)^m \right]^2 \qquad (۶)$$

کاوه و وان گنوختن پارامتر p در معادله وان گنوختن- معلم را اصلاح کردند (۲). آنها با استفاده از پژوهش های خود و سایر محققین نتیجه گرفتند که نمای p در معادله معلم همواره عدد ثابتی نیست و این پارامتر برای خاکهای با بافت مختلف متغیر است.

هدف از این پژوهش ارائه مدل‌های ساده برای تخمین منحنی مشخصه آب خاک(وان گنوختن) و هدایت هیدرولیکی(وان گنوختن- معلم) است.

مواد و روشها

در این تحقیق از داده‌های اندازه‌گیری شده رطوبت حجمی و مکش آب خاک مربوط به خاکهای سری ملاثانی، دزفول، جهرم(۴) ، دانشکده کشاورزی (۱ و ۷) و خاک سری کوشکک (۶ و ۸) و همچنین داده‌های اندازه‌گیری شده رطوبت و مکش آب درخاکهای آونجان رامجرد(۱)، آونجان رامجرد(۲)، کربال مرودشت، برازجان و خاک سروستان استفاده گردید (۳). در این تحقیق برای تخمین منحنی مشخصه آب خاک و رابطه هدایت هیدرولیکی- رطوبت بترتیب از معادله‌های وان گنوختن و وان گنوختن- معلم که در قسمت قبل آورده شد، استفاده گردید و پارامترهای این معادله‌ها به کمک نرم‌افزار RETC و SPSS بدست آمد. سپس روابطی ساده بین این پارامترها و بعضی خواص فیزیکی خاک تهیه شد. سرانجام این روابط برای تخمین منحنی مشخصه آب خاک سه سری خاک دیگر آزمون گردید.

نتایج و بحث

نتایج بدست‌آمده از این تحقیق با استفاده از داده‌های ارائه شده به چند دسته تقسیم شدند:

۱- تعیین پارامترهای معادله منحنی مشخصه آب خاک وان گنوختن (m , n و): مقادیر این پارامترها در معادله منحنی مشخصه آب خاک وان گنوختن قرار داده شد و منحنی مشخصه رطوبتی ۱۰ سری خاک مختلف تخمین زده شده و با منحنی‌های اندازه‌گیری شده مقایسه شدند و نتایج حاصله رضایت بخش بود.

۲- تعیین پارامترهای معادله هدایت هیدرولیکی وان گنوختن- معلم (m و p): با استفاده از مقادیر m بدست آمده و p=0.5 و معادله وان گنوختن- معلم مقادیر هدایت هیدرولیکی ۵ سری از این خاکها تخمین زده شد که نتایج بدست آمده به هیچ وجه رضایت بخش نبود. بنابراین طبق توصیه محققین، پارامتر p در معادله وان گنوختن- معلم اصلاح شد. اما باز هم مقادیر هدایت هیدرولیکی محاسبه شده با مقادیر اندازه‌گیری شده اختلاف داشت. سپس هر دو پارامتر m و p در معادله مذکور با استفاده از نرم‌افزار spss تخمین زده شدند که نتایج بدست آمده به مقادیر اندازه‌گیری شده بسیار نزدیک شد.

۳- ارائه مدل‌های ساده برای تعیین پارامترهای معادله منحنی مشخصه آب خاک وان گنوختن (m و): در این مرحله بین پارامترهای m و در معادله منحنی مشخصه آب خاک وان گنوختن و مقدار سیلت خاک روابط زیر بدست آمد:

$$m = -0.01285(\%silt) + 0.7213 \qquad R^2 = 0.7699 \qquad (۷)$$

$$\alpha = -0.022 + (1.09 \times e^{x}) + (0.002 \times x^{0.5} \times \ln x) \qquad R^2 = 0.86 \qquad (۸)$$

۴- آزمون مدلهای بدست آمده: نتایج حاصل از آزمون معادله‌های ۷ و ۸ برای تخمین منحنی مشخصه آب خاک سه خاک دیگر نیز حاکی از صحت این معادله‌ها در تخمین این دو ضریب(m و) در معادله منحنی مشخصه آب خاک وان گنوختن می‌باشد.

طبق توصیه محققین استفاده از معادله هدایت هیدرولیکی وان گنوختن- معلم با پارامتر p ثابت برای تمام خاکها نتایج غیر قابل قبولی را به همراه می‌آورد. همچنین طبق آزمونهای انجام شده، مدلهای بدست آمده برای تخمین پارامترهای معادله منحنی مشخصه آب خاک وان گنوختن (m و) از روی مقدار سیلت خاک بخوبی عمل می‌کند.

منابع مورد استفاده

۱- آریـن، ا. ۱۳۷۱. بـرازش مـدل کامپـیوتری مدیریـت و بـرنامه‌بندی آبیاری و تخمین محصول گندم آبی (CRPSM) . (*Triticum aestivum* L. Adle. Cv.) پایـان‌نامـه کارشناسـی ارشد بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. ۳۷۷ صفحه

۲- کـاوه، ف و م . ت. وان گنوختن . ۱۳۷۱.بررسی یک معادله جدید تخمین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۳. شماره ۳و۴. صفحات ۱۱ تا ۲۴.

۳- کشمیری‌پور، ب. و ج. نیازی. ۱۳۷۹.ارزیابی و مقایسه سه روش تعیین منحنی مکش رطوبتی و رابطه آبگذری- رطوبت در پـنج بافـت خـاک استانهای فارس و بوشهر.مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، بخش تحقیقات خاک و آب و فنی و مهندسی. ۲۰ص

4- Kashefipour, S.M., and A.R. Sepaskhah. 1995. Determination of unsaturated hydraulic conductivity by internal drainage assuming a uniform soil water profile. Iran Agric. Res. 14:203-216.

5- Mualem, Y. 1976. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resou. Res. 12(3):513-522

6- Pirmoradian, N ., A.R. Sepaskhah, and M. Maftoon. 2003. Deficit irrigation and nitrogen effects on yield components of rice. Agric. Water Manag. (submitted)

7- Sepaskhah, A .R . and S . Ilampour. 1995 . Effects of soil moisture stress on evapotranspiration partitioning. Agric. Water Manag. 28: 311-323

8- Sepaskhah, A. R., A. Kanooni, and M. M. Ghasemi. 2003. Estimating water table contributions to corn and sorghum water use. Agric. Water Manag. 58(1): 67-79

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