تعیین توابع‌انتقالی‌پارامتریک برای تخمین نفوذپذیری خاک

شجاع قربانی دشتکی و مهدی همایی

به ترتیب دانشجوی دکتری خاکشناسی و دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران.
shoja2002@yahoo.com

مقدمه

اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی خاک از جمله نفوذپذیری هزینه‌بر و زمان‌بر بوده و به دلیل تغییرپذیری مکانی و زمانی فراوان آن، دشوار است[۳]. به همین جهت، تلاش‌هایی فراوان برای تخمین برخی از این ویژگی‌های هیدرولیکی به صورت غیرمستقیم انجام گرفته است. تخمین ویژگی‌های هیدرولیکی دیریافت با استفاده از اطلاعات موجود خاک که معمولاً بوسیله‌ی معادلات رگرسیونی صورت می‌گیرد، توابع انتقالی خاک[1] نامیده می‌شود[۱]. تاکنون این روش برای برآورد پارامتریک نفوذپذیری خاک بکار نرفته است. نظر به اینکه نفوذ آب به خاک همچون دیگر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک متاثر از خصوصیات سرشتی آن از جمله فراوانی نسبی ذرات، جرم‌ویژه‌ی ظاهری و آرایش فضایی ذرات خاک است، به نظر می‌رسد بتوان از توابع انتقالی برای برآورد پارامترهای نفوذ استفاده نمود. هدف از این پژوهش، تعیین توابعی برای برآورد پارامتریک نفوذ آب به خاک بود. مهمترین ویژگی غیرذاتیِ موثر بر نفوذپذیری خاک، نوع استفاده از اراضی است. در این پژوهش با گروه‌بندی داده‌ها براساس نوع کاربری، نفوذ آب به خاک با استفاده از متغیرهای ذاتی خاک مدل سازی شد. گروه‌بندی داده‌ها براساس نوع کاربری موجب می‌گردد تا تفاوت در نوع تخلخل درشت خاک که متاثر از نوع کاربری است، حذف گردیده و مدل‌سازی نفوذ آب به خاک به کمک متغیرهای متعارف و متداول امکان‌پذیر گردد. بنابراین برای کاربری‌های مرتع، گندم و آیش توابعی جداگانه اشتقاق یافت.

مواد و روشها

نفوذپذیری خاک به روش استوانه‌های مضاعف تعیین و پارامترهای مدل‌ها به روش حداقل مجموع مربعات خطا تعیین گردید. با حفر پروفیل در نزدیکی نقاط اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک، لایه‌های پدوژنیک خاک مشخص و از دو افق بالایی نمونه‌برداری و ویژگی‌هایِ رطوبت اولیه به روش وزنی، جرم‌ویژه‌ی‌ظاهری خاک به روش سیلندر، فراوانی نسبی ذرات به روش هیدرومتر، ماده‌ی آلی به روش والکلی- بلک، درصد سنگریزه به روش حجمی، مقدار آهک خاک به روش کلسیمتری، ظرفیت زراعی و رطوبت پژمردگی دایم با استفاده از دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری شد. سپس به کمک این ویژگی‌ها و به روش رگرسیون چندگانه گام به گام توابعی برای برآورد پارامترهای مدل‌های فیلیپ، کوستیاکوف، کوستیاکوف-لوییز و هورتون در سه کاربری آیش، مرتع و گندم‌زار اشتقاق یافت. صحت توابع ایجاد شده با استفاده از آماره های MAMD، MRMSD، MPearson و SDRMSD ارزیابی شد[۲].

نتایج و بحث

تجزیه‌ی رگرسیونی داده‌ها نشان داد، ترکیب داده‌های بدست آمده در هر سه کاربری بصورت یک‌جا سبب کاهش معنی‌دار سهم متغیرهای مستقل موجود در توجیه واریانس متغیرهای وابسته می‌گردد. این کاهش به دلیل تغییرپذیری ذاتی نفوذ آب به خاک، توضیح واریانس پارامترهای آن را با استفاده از رگرسیون چند متغیره ناممکن ساخت. در مدل‌سازی این ویژگی باید حتی‌الامکان اثر عواملی که جزء ویژگی‌های ذاتی خاک نیستند را ثابت نگه داشت. در این صورت، تغییرات این ویژگی کاهش یافته و متغیرهای برآورد کننده می‌توانند تا حدی قابل قبول واریانس تغییرات آن را پوشانده و در نهایت مدلی مناسب ارایه گردد. لذا، توابعی جداگانه برای هر یک از کاربری‌های یادشده ایجاد گردید.

بررسی عملکرد توابع اشتقاق یافته با استفاده از آماره‌های محاسبه شده نشان می‌دهد این توابع در اراضی آیش و

---

[1] Pedotransfer Function

مرتع به ترتیب بهترین و بدترین عملکرد را داشتند. از آنجا که مخروطی شکل بودن ریشه و ساقه گیاهان نقشی بسیار مهم در نفوذ آب به خاک ایفا می‌کند. به منظور وارد کردن اثر این عامل در توابعِ مراتع و گندمزارها شاخصی کمّی مورد نیاز است. اما، در داده‌های استفاده شده چنین شاخصی وجود نداشت. لذا در اراضی آیش که تاثیر ریشه و ساقه‌ی گیاهان کمتر است، بیان تغییرات پارامترهای نفوذ به وسیله‌ی سایر ویژگی‌ها از دقتی بالاتر برخوردار بود. بنابراین، توابع ایجاد شده در اراضی آیش (جدول ۱) حایز بهترین رتبه گردیدند. به منظور بهبود کارآیی توابع انتقالی برآوردکننده‌ی نفوذ، وجود شاخص هایی برای بیان کمّی اثر ساختمان خاک و ریشه های موجود در آن ضروری است.

جدول ۱- توابع انتقالی ایجاد شده در کاربری آیش

پارامتر	تابع	R^2_{adj}
k(K)	-1.188+0.089*gravel1+1.391*BD1-0.148*gravel2-0.007* $CaCO_3$1	64
b(K)	0.781-0.029*PWP2+0.007*clay2	20
$k^{0.5}$	0.33+0.061*σ_g2+0.88*OC2-0.05*FC1-0.071*gravel2+0.018*Por1	82
$A^{0.5}$	0.3+0.018*σ_g1-0.013*FC2	42
b'	0.825-4.799*d_g1-0.013*FM2+0.032*gravel2	45
$c(H)^{0.5}$	0.252+0.016*σ_g1-0.008*FC1	32
$m(H)^{0.5}$	2.172+0.078*gravel1+0.047*σ_g2-0.075*FC1+0.081*PWP1	54
$a(H)^{0.1}$	0.615-0.029*gravel2+0.006*FM2+1.789*d_g1	52
$S(Ph)^{0.5}$	0.572+0.038*σ_g2-0.065*FC1+0.491*OC2+0.064*PWP1+0.02*Por1-0.031*PWP2	75
k(Ph)	no variable	

منابع

[1] Bouma, J. 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. Adv. Soil Sci. Soc. Am. J. 9: 177-213.Kao, C.S. and J.R. Hunt. 1996. Prediction of wetting front movement during one-dimentional infiltration into soils. Water Resources Research, 9(2): 384-395.

[2] Ghorbani Dashtaki, Sh. and M. Homaee. 2004. Using geometric mean particle diameter to derive point and continuous pedotransfer functions. In: EuroSoil . 10:30(1-10). Whrle N. and M. Scheurer (eds.). International Conference, September, 4th to 12th, Freiburg, Germany.

[3] Wosten, J.H.M., Ya.A. Pachepsky and W.J. Rawls. 2001. Pedotransfer functions: bridging the gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. J. Hydrol. 251:123-150.