برآورد هدایت آبی اشباع با استفاده از اندازه قطر ذرات و جرم مخصوص ظاهری خاک

مریم نوابیان، عبدالمجید لیاقت و مهدی همایی
به ترتیب دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

بیان کمّی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در بسیاری از مطالعات مربوط به جریان آب در خاک که از مدل‌های عددی برای شبیه سازی حرکت آب و املاح استفاده می‌کنند، ضروری است. لیکن، استفاده از این مدل‌های عددی به دلیل نبود اطلاعات کافی از ویژگی‌های هیدرولیکی دقیق محدود شده است. هدایت آبی اشباع یکی از مهمترین ویژگی‌های فیزیکی خاک است که در توجیه فنی و اقتصادی بسیاری از پروژه‌های آبیاری و زهکشی نقش عمده‌ای به عهده دارد. اندازه‌گیری مستقیم این ویژگی چه به صورت صحرایی و چه آزمایشگاهی بسیار وقت‌گیر، هزینه بر و دشوار است. به همین دلیل، روش‌های غیر مستقیم به عنوان راهکاری که این مشکلات را به طور نسبی رفع می‌کنند ارائه شده‌اند. ایجاد توابع انتقالی روشی غیر مستقیم برای برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک است که با استفاده از اطلاعات موجود خاک به وسیلهٔ معادلات رگرسیونی یا شبکهٔ عصبی مصنوعی بین پارامترهای زودیافت و دیر یافت خاک ارتباط برقرار می‌کند. همچنین در بسیاری از کاربردها نیاز به داده‌های خیلی دقیق ویژگی‌های هیدرولیکی نیست. از دیگر سو، به دلیل تفاوت در اندازه‌گیری‌های با روشهای مختلف و نیز تغییرات مکانی – زمانی آنها، دقت اندازه‌گیری‌های مستقیم مورد تردید بوده و از این رو برآوردهای حاصل از روشهای غیرمستقیم کافی به نظر می‌رسند.

از سال ۱۹۸۹، تحول جدیدی در برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک صورت گرفت. دان و پاکت (and Don Pucket, 1990)، از پارامترهای فراوانی نسبی ذرات برای برآورد هدایت آبی اشباع بهره گرفتند. وستن و همکاران (۱۹۹۷) هدایت آبی اشباع را با پارامترهای جرم مخصوص ظاهری، ماده آلی و فراوانی رس برآورد نمودند. یارویس و همکاران (۲۰۰۲) توابعی بر حسب فراوانی نسبی ذرات و میانگین هندسی قطر ذرات ارائه کردند. نوابیان و همکاران (۱۳۸۳) از جرم مخصوص ظاهری، تخلخل موثر، میانگین هندسی قطر ذرات و انحراف معیار قطر ذرات برای برآورد هدایت ۰آبی اشباع استفاده نمودند. مطابق با نتایج بدست آمده پارامترهای جرم مخصوص ظاهری، میانگین هندسی قطر ذرات و انحراف معیار قطر ذرات به عنوان پارامترهای بیان کننده ساختمان خاک تاثیر بیشتری بر هدایت آبی اشباع دارند. در تحقیق حاضر از منحنی دانه بندی به عنوان یک ویژگی مشخصه ساختمان خاک برای برآورد هدایت آبی اشباع استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش‌ها ۴۵ نقطه به طور تصادفی در ۹ کلاس بافت خاک متوسط و سنگین با استفاده از نقشه‌های خاکشناسی ۷ منطقه کرج انتخاب گردید. با انتخاب دامنهٔ مشخصی از آهک و محدود کردن نمونه‌ها در آن دامنه، تاثیر آهک بر هدایت آبی را حداقل و یا تاثیر خواص شیمیایی خاک بر هدایت آبی در تمام نمونه‌ها یکسان در نظر گرفته شد. هدایت آبی اشباع به روش صحرایی نفوذسنج گلف اندازه‌گیری شد. دلیل انتخاب این روش را می‌توان نیاز کم آن به آب مصرفی و مدت زمان لازم برای آزمایش دانست. پارامترهای زودیافت شامل جرم مخصوص ظاهری، قطر ذرات به دست آمده از منحنی دانه‌بندی، میانگین هندسی قطر ذرات و انحراف معیار هندسی قطر ذرات خاک بود. این پارامترها به ترتیب به روش‌های کلوخه، الک خشک و معادلات شیزاوا و کمپل (Shiozawa and Campbell, 1991)بدست آمدند. برای ایجاد توابع انتقالی از روش رگرسیون خطی چندگانه، از نرم افزار MiniTab استفاده گردید. پارامترهای آماری R^2 و RMSE به منظور ارزیابی مدل‌های ارائه شده تعیین شدند.

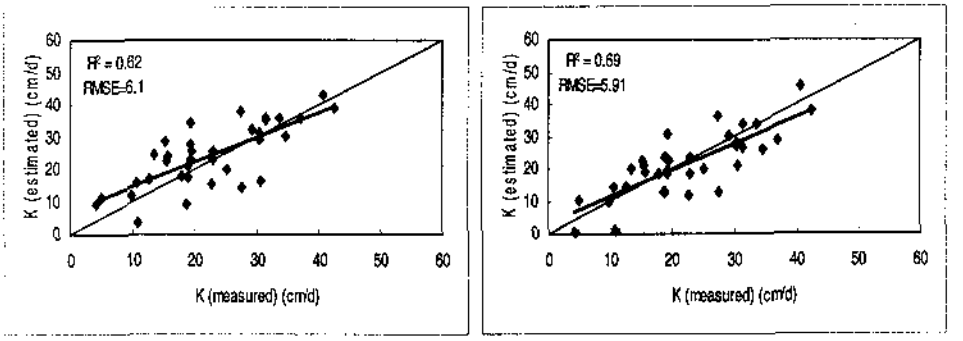
نتایج و بحث

از نظر فیزیکی، رابطهٔ ذاتی بین هدایت آبی اشباع و قطر ذرات به دست آمده از منحنی دانه‌بندی، میانگین هندسی انحراف معیار قطر ذرات خاک و جرم مخصوص ظاهری وجود دارد. بدین ترتیب که برای یک خاک معین با افزایش قطر ذرات و با کاهش انحراف معیار هندسی قطر ذرات و جرم مخصوص ظاهری باید هدایت آبی اشباع افزایش یابد. معادلات بدست آمده در این پژوهش نه تنها دربرگیرندهٔ این بنیان فیزیکی می‌باشند، بلکه هدایت آبی اشباع را با دقتی نسبتاً مناسب نیز برآورد می‌نمایند (شکل ۱).

$$K_s = (115.85 - 27.6\log\delta_g - 66839d_{10} + 253610d_{30} - 186762d_{60} - 33.2Bd)/0.694 \qquad R_{adj}^2=0.69$$

$$K_s = (-1971.4 - 17.8\log\delta_g + 1048d_{50} - 33.4Bd)/0.62 \qquad R_{adj}^2=0.62$$

در روابط فوق K_s هدایت آبی اشباع (cm/day)، σ_g انحراف معیار هندسی قطر ذرات(μm) ، $d_{i=10,30,60}$ قطرهای بدست آمده از منحنی دانه بندی(μm) و BD جرم ویژهٔ ظاهری (g/cm^3) می‌باشند.



شکل(۱) بررسی میزان تطابق میان داده‌های اندازه‌گیری شده و تخمین زده شده توسط مدل‌های ۱ و ۲

منابع مورد استفاده

۱- نوابیان، م. ع. ا. لیاقت و م. همایی.۱۳۸۲. تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع بااستفاده ازتوابع انتقالی. جلد ۴. شماره ۱۶. صفحه ۱۱- ۱.

2- Jarvis, N.J. , L. Zavattaro, K. Rajkai, W.D. Reynolds, P.A. Olsen, M.Mc Gechan, M. Mecke, B. Mohanty, P.B. Leeds-Harison and D. Jacques. 2002. Indirect estimation of near-saturated hydraulic conductivity from readily available soil information. Geoderma, 108:1-17.

3- Puckett, W. E., J. H. Dane and B. F. Hajck. 1990. Physical and mineralogical data to determine soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 831-836.

4- Shiozawa S. and G. S. Campbell. 1991. On the calculation of mean particle diameter and standard deviation from sand, silt and clay fractions. Soil Sci. 152 (6): 427-431.

5- Wosten, J. H. M. 1997. Pedotransfer functions to evaluation soil quality. in:Gregorich,E.G. and M.R.carter (Eds). Soil quality for crop production and ecosystem health. Elsevier. 464 Pages.