دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فیزیک و رابطه آب، خاک و گیاه)

عملکرد توابع انتقالی پارامتریک و روش‌های زمین‌آماری در تخمین پارامترهای نمون معلم-وان‌گنوختن

ابراهیم بابائیان[1]، وحید رضا جلالی[1] و مهدی همایی[2]
دانشجوی دکتری[1] و استاد[2] گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
E_babaeian@yahoo.com

چکیده

در پژوهش حاضر عملکرد 3 تابع انتقالی پارامتریک در تخمین پارامترهای نمون معلم-وان‌گنوختن مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، پارامترهای ورودی هر یک از توابع به‌همراه برخی پارامترهای خروجی اندازه‌گیری گردید. نتایج اعتبارسنجی توابع نشان داد تمامی توابع مقادیر q_s، q_r و n را کم و مقدار a را زیاد برآورد نموده‌اند. تابع پارامتریک قربانی-همائی در برآورد پارامترهای q_s، q_r و n و تابع ROSETTA در برآورد a بهترین عملکرد را نشان داد. مقدار آماره میانگین انحراف خطا برای ضریب آبگذری اشباع در تمامی توابع مقداری منفی بدست آمد. تابع ROSETTA عملکرد مناسبتری نسبت به سایرین در تخمین ضریب آبگذری اشباع خاک نشان داد.

واژه‌های کلیدی: توابع انتقالی پارامتریک، ضریب آبگذری اشباع، نمون معلم -وان‌گنوختن

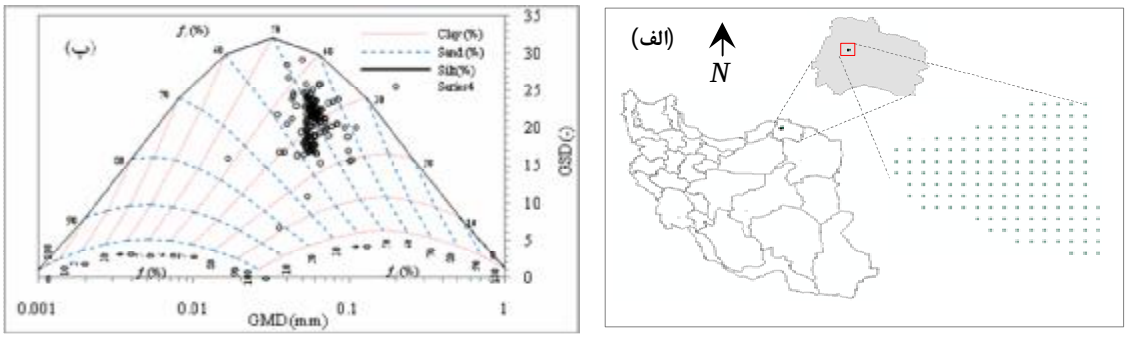
مقدمه

بیشتر پژوهش‌هایی که در منطقه غیر اشباع[1] خاک انجام می‌شود، از مدل‌های عددی برای شبیه‌سازی جریان آب و املاح استفاده می‌کنند. اطلاع از ویژگی‌های هیدرولیکی خاک (منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی) در استفاده از این مدل‌ها ضروری است. روش‌های صحرایی علی‌رغم مزیت اندازه‌گیری مستقیم و درجا، دارای محدودیت در انتخاب حجم معرف مناسب[2] هستند. از طرفی، در روش‌های آزمایشگاهی نیز تعداد اندازه‌گیری‌ها زیاد و کنترل شرایط آزمایشگاهی مشکل خواهد بود. با افزایش وسعت منطقه مطالعاتی، بدلیل ناهمگنی خاک منطقه، تغییرپذیری زمانی و مکانی زیادی در ویژگی‌ها هیدرولیکی خاک بوقوع خواهد پیوست. در چنین شرایطی اندازه‌گیری دقیق این ویژگی‌ها عملاً غیر ممکن است. استفاده از توابع انتقالی خاک[3] به عنوان یکی از روش‌های غیرمستقیم که ویژگی‌های دیریافت را از روی ویژگی‌های زودیافت خاک بدست می‌آورد، بسیار مفید است (قربانی دشتکی و همایی، 1386). هدف از این مطالعه ارزیابی کارآیی برخی توابع انتقالی پارامتریک به‌منظور تخمین پارامترهای نمون معلم-وان‌گنوختن (1980) و آزمودن روش‌های زمین‌آماری در برآورد این پارامترها در نقاطی که ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری نشده است، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

[1] Vadose zone [2] Representative Elementary Volume (REV) [3] Pedo Transfer Functions

تعداد 150 نمونه خاک متعلق به 6 کلاس بافتی (شکل 1، ب) از عمق صفر تا 50 سانتی‌متری اراضی کشاورزی شهرستان بجنورد واقع در استان خراسان شمالی جمع‌آوری گردید (شکل1، الف و ب). با استفاده از روش‌های استاندارد، توزیع اندازه ذرات، جرم ویژه ظاهری، منحنی مشخصه رطوبتی و ضریب آبگذری اشباع (روش هدایت سنج گلف) خاک اندازه‌گیری شد. با استفاده از توابع انتقالی ROSETTA (Schaap et al., 2001)، قربانی دشتکی-همائی (1381) و فرخیان فیروزی-همائی (1382) پارامترهای نمون‌های وان‌گنوختن (q_s، q_r، a و n) و معلم- وان‌گنوختن (1984) (K_s و l) محاسبه و به عنوان مقادیر تخمینی درنظر گرفته شد. برای تعیین مقادیر واقعی پارامترها از منحنی مشخصه رطوبتی و برنامه RETC استفاده شد. دلیل انتخاب توابع انتقالی پارامتریک مذکور آن بود که در حال حاضر تنها این توابع در کشور ارائه و دارای دقت قابل قبولی برای خاک‌های مورد بررسی‌شان داشته‌اند. تابع ROSETTA نیز به عنوان یک تابع انتقالی معروف و پرکاربرد در بیشتر خاک‌های دنیا درنظر گرفته شد.



شکل 1- موقعیت منطقه مطالعاتی و نقاط نمونه‌برداری (الف) و توزیع اندازه ذرات نمونه‌های خاک (ب)

با استفاده از آماره‌های میانگین انحراف خطا (1) و میانگین قدر مطلق خطا (2)، دقت توابع ارزیابی گردید.

$$MBE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(P_i - O_i) \qquad [1]$$

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|P_i - O_i| \qquad [2]$$

که در آن‌ها، P_i و O_i به ترتیب مقادیر تخمینی و مشاهده‌ای است. مقدار MAE همواره مثبت بوده و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، دقت تخمین بیشتر است. مقادیر مثبت MBE بیانگر بیش‌برآورد و مقادیر منفی آن بیانگر کم‌برآورد نسبت به مقادیر واقعی است. به‌منظور بررسی عملکرد روش‌های زمین‌آماری در برآورد ضریب آبگذری اشباع خاک، روش‌های مختلف درون‌یابی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از تجزیه و تحلیل واریوگرافی و بهینه‌سازی پارامترهای نیم‌تغییرنما و انتخاب سازگارترین مدل برازشی به نیم‌تغییرنما، با استفاده از روش اعتبارسنجی متقابل[3]، مناسب‌ترین روش درون‌یابی انتخاب گردید. تهیه نقشه‌ها و بهینه‌سازی نیم‌تغییرنماها با برنامه *VESPER 1.6* و *GS + 5.1.1* انجام شد (جدول 1).

[3] Cross Validation

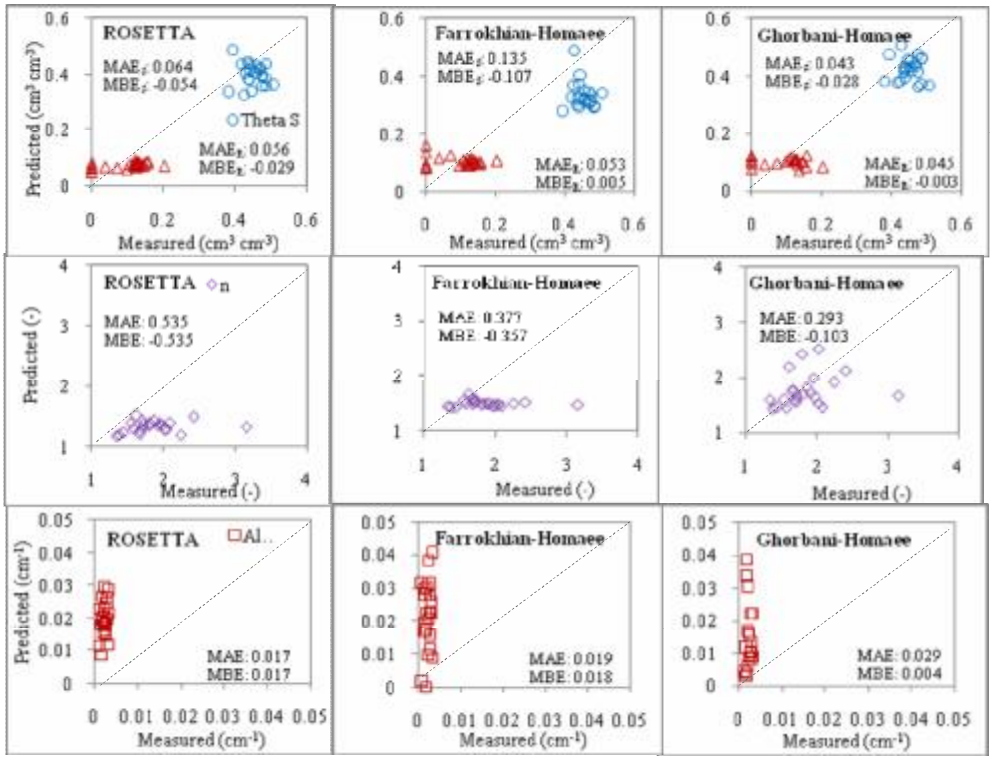
جدول 1- توابع انتقالی پارامتریک مورد استفاده به همراه نوع پارامترهای ورودی و خروجی

پارامترهای ورودی	پارامترهای برآوردی	تابع پارامتریک
d_g, s_g, r_b	q_s, q_r, a, n, l, Ks	قربانی دشتکی و همایی
Cl, Si, S, r_b, G	q_s, q_r, a, n, l, Ks	فرخیان فیروزی و همائی
Cl, Si, S, r_b	q_s, q_r, a, n, l, Ks	ROSETTA

Cl رس، Si سیلت، S شن، r_b جرم مخصوص ظاهری، d_g میانگین هندسی قطر ذرات خاک، s_g انحراف معیار هندسی قطر ذرات خاک، G درصد گچ خاک

نتایج و بحث

در ارزیابی عملکرد توابع انتقالی پارامتریک در تخمین پارامترهای نمون وان‌گنوختن، تمامی توابع مقادیر پارامترهای q_S، q_r و n را کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده تخمین زده‌اند (شکل 2). تابع قربانی-همائی بیشترین دقت را در برآورد q_S و q_r با MAE برابر 0/043 و 0/045 و تابع فرخیان-همائی با MAE برابر 0/135 و 0/064 کمترین دقت را در برآورد این دو پارامتر نشان داد. در تخمین پارامتر a تمامی توابع انتقالی رفتار بیش‌برآورد نشان دادند، به‌طوریکه تابع انتقالی ROSETTA با MAE برابر 0/017 خطای کمتری نسبت به سایرین در برآورد این پارامتر نشان داد. تابع انتقالی پارامتریک فرخیان-همائی اساساً بر اساس ویژگی‌های خاک‌های گچی پی‌ریزی شده است، لذا نسبت به سایر توابع دقت کمتری دارد. پژوهش‌ها نشان داده دقت توابع انتقالی پارامتریک در تخمین پارامترهای نمون معلم- وان‌گنوختن متفاوت و بستگی به تعداد پارامترهای برآوردی دارد. به عبارتی اگر برخی پارامترها نظیر q_S به‌صورت مستقیم اندازه‌گیری شود و عمل برآورد برای سایر پارامترها صورت گیرد، دقت تخمین توابع بهبود خواهد یافت. پژوهش‌ها نشان داده تابع Vereecken و همکاران (1989) کمترین دقت را در تخمین n و a و تابع Wosten و همکاران (1999) بیشترین دقت را در برآورد n داشته است (Kaingo et al., 2010). جدول (3) پارامترهای مدل‌های زمین‌آماری برازشی به نیم-تغییرنماهای تجربی (حاصل از اندازه‌گیری مستقیم) و تخمینی (حاصل از توابع انتقالی) را نشان می‌دهد. نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه بیان کننده وجود یا عدم وجود ساختار مکانی برای ضریب آبگذری اشباع است. این نسبت هر چه کمتر از 0/5 باشد، بیانگر وجود ساختار مکانی قوی‌تر برای متغیر است. در روش اندازه‌گیری مستقیم و تخمین توسط تابع ROSETTA ساختار مکانی برای ضریب آبگذری اشباع متوسط است (جدول 2). برخی پژوهش‌ها وجود ساختار مکانی قوی برای ضریب جذبی و ضریب آبگذری اشباع خاک در معادله فیلیپ را نشان داده است (قربانی دشتکی و همائی، 1386).

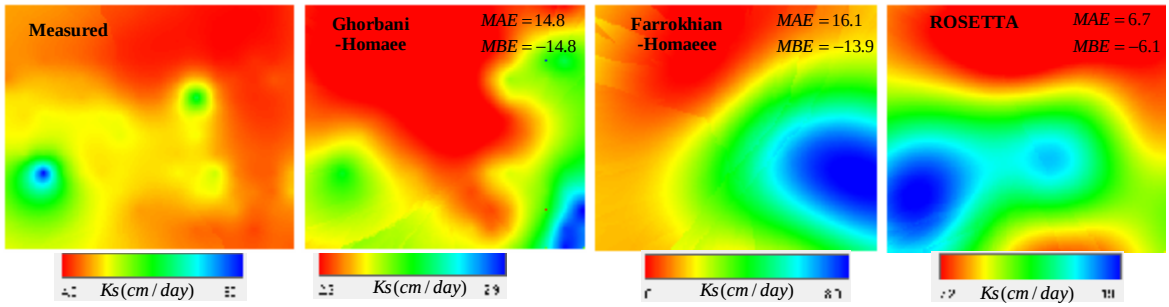


شکل 2- نتایج اعتبارسنجی متقابل توابع انتقالی پارامتریک در تخمین پارامترهای نمون وان‌گنوختن

جدول(3) پارامترهای مدل برازشی به نیم تغیرنمای ضریب آبگذری اشباع حاصل از توابع انتقالی پارامتریک

روش	مدل نیم تغیرنما	اثر قطعه‌ای	آستانه	دامنه تأثیر(متر)	اثر قطعه‌ای/آستانه	RMSE
مستقیم (صحرایی)	گوسی	212	432	520	0/49	1/31
ROSETTA	گوسی	15/5	22	683	0/7	1/50
قربانی- همائی	نمائی	0/12	0/05	163	2/4	0/093
فرخیان- همائی	گوسی	52	11/4	169	4/56	6/37

در شکل (3) تمامی توابع مقدار K_S را کمتر از مقدار واقعی برآورد نموده‌اند. در این میان تابع ROSETTA کمترین و تابع فرخیان-همائی بیشترین خطا را در برآورد K_S به‌همراه داشت.



شکل 3- نقشه‌های کریجینگ معمولی مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی ضریب آبگذی اشباع خاک با توابع انتقالی مختلف

نتیجه‌گیری

توابع انتقالی پارامتریک قربانی دشتکی- همائی در تخمین q_s، q_r و n و تابع ROSETTA در برآورد a و K_S بهترین عملکرد را نشان داد. استفاده از PTF ها در مناطق مختلف باید با حساسیت بیشتری انجام و عدم قطعیت آن‌ها نیز در نظر گرفته شود. از طرفی استفاده از این توابع در سایر نقاط منوط به واسنجی این توابع در منطقه موردنظر است.

منابع

فرخیان فیروزی ا، همائی م، 1382. برآورد پارامتریک ویژگی‌های هیدرولیکی خاک‌های گچی با استفاده از توابع انتقالی خاک. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد 4، شماره 15.

قربانی دشتکی ش، همائی م، 1386. برآورد پارامتریک نفوذ آب به خاک با استفاده از توابع انتقالی خاک، شبکه عصبی مصنوعی و زمین آمار. رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

Ghorbani Dashtaki Sh and Homaee M, 2004. Using geometric mean particle diameter to derive point and continues pedotransfer functions. Conference of EuroSoil, September 4th to 12th, Freiburg 10:30(1-10).

Kaingo J, Mtakwa PWand Mahoo H, 2010. Parametric pedotransfer functions for predicting soil water retention in Ngerengere Subcatchment. 2nd RUFORUM Meeting 20-24 September, Entebble, Uganda.

Schaap MG, Leij FJ and Van Genuchten MTh, 2001. Rosetta: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. Journal of Hydrology 251:163-176.

Van Genuchten MTh, 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of American Journal. 44:892-898.