ارزیابی آنالیزهای تک عمقی پرامترگلف‌جهت تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع در بالای سطح ایستابی در خاکی با بافت متوسط

حیدر علی کشکولی، رضا ابن جلال و روح‌اله مختاران

به ترتیب استاد دانشکده مهندسی علوم آب - دانشگاه شهید چمران اهواز ، استادیار دانشکده مهندسی علوم آب - دانشگاه شهید چمران اهواز و کارشناس ارشد شرکت مهندسین مشاور آبیاری و زهکشی شاراب

مقدمه

معروفترین و متداول‌ترین روش اندازه‌گیری K روش چاهک می‌باشد که سالها است به طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹]. در مناطق خشک و نیمه خشک علی‌الخصوص در فصل تابستان سطح ایستابی معمولاً بسیار پائین بوده و استفاده از روش چاهک امکان‌پذیر نخواهد بود. به همین منظور تعدادی روش‌ها برای اندازه‌گیری K در بالای سطح ایستابی تا کنون معرفی گردیده‌اند که همیشه با ضعف در مبانی تئوریک یا مشکلات عملی و بالا بودن زمان و هزینه انجام کار مواجه بوده‌اند [۳]. با معرفی روش گلف توسط رینولدز و الریک (۱۹۸۵) تحول بسیار مهمی در این زمینه صورت گرفت و روش گلف به دلیل برخورداری از مبانی تئوریک قوی، سرعت عمل در انجام آزمایش و هزینه بسیار کم مورد توجه واقع گردید [۵ و۶]. به کمک روش گلف یک نفر قادر است به تنهایی هدایت هیدرولیکی را در بالای سطح ایستابی در مدت کمتر از یک ساعت برای اغلب خاک‌ها به انجام برساند [۱و۲و۵]. در روش گلف دو عامل هدایت هیدرولیکی اشباع صحرایی (K_{fs}) و پتانسیل فلوی ماتریکس (ϕ_m) از حل همزمان دو معادله دو مجهولی مربوط به دو عمق استغراق بدست می‌آیند. با دو عمق استغراق متوالی در یک چاهک معادله عمومی پرامتر گلف به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$K_{fs} = \frac{CQ}{\left[2\pi H^2 + C\pi a^2 + 2\pi H/\alpha^*\right]} \quad (۱)$$

$$\phi_m = \frac{CQ}{\left[\left(2\pi H^2 + C\pi a^2\right)\alpha^* + 2\pi H\right]} \quad (۲)$$

$$\alpha^* = \frac{K_{fs}}{\phi_m} \quad (۳)$$

که در آن H(m) ارتفاع آب در چاهک، $Q_s(m^3/s)$ دبی ثابت خروجی از چاهک، a شعاع چاهک و C عامل شکل چاهک که بدون بعد می‌باشد.کاربرد روش آنالیز دو عمقی فوق در مواردی که خاک‌ها غیریکنواخت و لایه لایه، حاوی درز و شکاف باشند، درصد زیادی نتایج منفی و غیرمنطقی برای K_{fs} و ϕ_m تولید می‌کند (رینولدز و همکاران، ۱۹۹۲). برای جلوگیری از بروز جواب های منفی الریک و همکاران(۱۹۸۹) روش استغراق تک عمقی را پیشنهاد نمودند[۴] . در این روش مقادیر K_{fs} و ϕ_m با جایگزین کردن α^* از جدول (۱) تعیین می‌شود.

جدول ۱- تخمینی از مقادیر α^* برای انواع خاک‌ها با بافت وساختمان متفاوت

α^*	نوع خاک
۱	رس‌های فشرده (رسوبات دریایی و دریچه‌ای)
۴	رس‌های با بافت سنگین و فاقد ساختمان
۱۲	بیشتر خاک‌های دارای ساختمان از رس‌ها تا لوم‌رسی و همچنین خاک‌های متوسط بدون ساختمان و شن نرم و لوم شنی (اولین تخمین مناسب برای بیشتر خاک‌ها)
۳۶	شن‌های درشت و گراولی، خاک‌های دارای ساختمان قوی با شکاف‌ها و خلل و فرج درشت

در این مقوله کاربرد آنالیز های تک عمقی لاپلاس، ریچاردز و رگرسیون پایه‌ای ریچاردز بر اساس توصیه و پیشنهاد منبع [۷] برای رفع جواب های منفی آنالیز دو عمقی گلف بررسی شده است .

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق قسمتی از مزرعه آزمایشی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انتخاب شد. در این مطالعه، آزمایش‌های پرامتر گلف در ۴۰ چاهک آزمایشی که به عمق ۶۰ سانتی‌متر و در فواصل ۵ متری از هم حفر گردیده بود، با دو بار ثابت ۵ و ۱۰ سانتی‌متری انجام شد. همچنین مشخص گردید منطقه مورد آزمایش دارای خاک متوسط و همگن با بافت لوم شنی (Sandy loam) می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج محاسبات K_{fs} ، ϕ_m و α^* بر اساس آنالیز دو عمقی پرامترگلف از حل دستگاه معادلات دو مجهولی در ۴۰ چاهک آزمایشی نشان داد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و پتانسیل فلوی ماتریکس برای ۱۹ چاهک منفی و برای۲۱ چاهک مثبت بود . در ۲۰

درصد از چاهک‌ها با افزایش عمق، کاهش دبی یا توقف نفوذ آب بوجود آمد که باعث بی‌معنی‌دار شدن مقادیر K_{fs} گردید. همچنین در ۲۷/۵ درصد از چاهک‌ها، با افزایش عمق، افزایش ناگهانی دبی وجود داشت که باعث منفی شدن مقادیر ϕ_m گردید.

برای رفع جواب‌های غیر منطقی مقادیر K_{fs} و ϕ_m، حاصل از آنالیز دو عمقی پرمامترگلف، از آنالیزهای تک عمقی لاپلاس (K_L) با فرض $\alpha^* = \infty$ ،آنالیز رگرسیون پایه‌ای ریچاردز (K_R) و آنالیز تک عمقی ریچاردز (K_S) با فرض اولیه $\alpha^* = 12$ به ازای بار ثابت ۱۰ سانتی متری به کمک روابط مربوطه استفاده گردید. به منظور بررسی و تعیین پارامترهای آماری بر روی داده‌های ضریب آبگذری از دو توزیع فراوانی نرمال و لوگ نرمال استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مشخص شد که داده‌ها از توزیع نرمال بهتری نسبت به توزیع لوگ نرمال برخوردار هستند به همین دلیل نتایج آماری حاصل از توزیع فراوانی نرمال داده ها در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲) مقادیر توزیع نرمال بر روی داده‌های ضرایب آبگذری آنالیزهای تک عمقی و آنالیز دو عمقی گلف

پارامترهای ضرایب آبگذری	میانگین حسابی $*10^{-5}$	میانگین هندسی $*10^{-5}$	انحراف معیار $*10^{-5}$	خطای استاندارد $*10^{-5}$	ضریب تغییرات	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی
K_{GP} (m/sec)	1.77	1.038	2.106	0.46	1.183	2.28	4.89
K_L (m/sec)	3.556	2.264	3.216	0.72	0.9	1.83	3.447
K_R (m/sec)	1.48	1.064	1.36	0.3	0.92	2	4.356
K_S (m/sec)	2	1.462	1.76	0.38	0.88	1.88	3.812

همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، آنالیز تک عمقی لاپلاس دارای مقادیر متوسط بسیار بیشتری نسبت به سایر آنالیزها، بخصوص آنالیز دو عمقی گلف دارد. این، به علت فرض کاپیلاریته صفر در آنالیز تک عمقی لاپلاس می‌باشد. فرض H_0 که برابر بودن میانگین‌ها می‌باشد، در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد، بین مقادیر متوسط هر سه آنالیز تک عمقی ریچاردز، رگرسیون پایه‌ای ریچاردز و آنالیز دو عمقی گلف برقرار می‌باشد. با این وجود آنالیز رگرسیون پایه‌ای ریچاردز، میانگین هندسی تقریباً برابری با آنالیز دو عمقی گلف دارد. هم چنین این آنالیز انحراف معیار و خطای استاندارد بسیار کمتری نسبت به سایر آنالیزها دارا می‌باشد. همچنین نتایج آماری مقادیر α^* بدست آمده از روش دو عمقی پرمامترگلف در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، این مقادیر دارای انحراف معیار و خطای استاندارد زیادی می‌باشند. میانگین α^* بدست آمده معادل ۱۵/۳۷ (m^{-1}) می‌باشد که در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد با فرض اولیه، یعنی $\alpha^* = 12$ برابر شد. همانطور که در جدول ۱ آمده است بر اساس مطالعاتی که توسط رینولدز و الریک (۱۹۹۲) صورت گرفت، اولین و بهترین فرض برای اکثر خاک‌ها، فرض $\alpha^* = 12$ بود.

جدول۳- تجزیه و تحلیل مقادیر α^* (1/m)

میانگین حسابی	می‌نیمم	ماکزیمم	واریانس	انحراف معیار	خطای استاندارد	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی	ضریب تغییرات
15.37	0.5	84.7	396.414	19.9	4.35	2.465	6.9	13

نتیجه‌گیری

این مطالعه بر مبنای نتایج بدست آمده از آنالیزهای تک عمقی پرمامترگلف، برای رفع جواب های غیر منطقی روش دو عمقی گلف برای مشخص کردن بهترین آنالیز برای تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در بالای سطح ایستابی در خاکی با بافت متوسط، انجام شد. در این تحقیق مشخص شدکه آنالیز تک عمقی لاپلاس، به علت فرض کاپیلاریته صفر و نادیده گرفتن محیط غیر اشباع دراطراف چاهک ، مقادیر بسیار بیشتری از ضریب آبگذری اشباع خاک نسبت به سایر آنالیزها ، بخصوص آنالیز دو عمقی گلف می‌دهد . با توجه به یکسان بودن ضریب آبگذری اشباع خاک در دو آنالیز رگرسیون پایه ای ریچاردز و دو عمقی گلف و هم چنین با توجه به این که آنالیز رگرسیون پایه‌ای ریچاردز دارای انحراف معیار و خطای استاندارد بسیار کمتری نسبت به سایر آنالیزها، به خصوص آنالیز دو عمقی گلف است ، این آنالیز به عنوان روش برتر برای تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در بالای سطح ایستابی با دستگاه پرمامترگلف پیشنهاد می‌گردد . بنابراین با استفاده از آنالیز رگرسیون پایه‌ای ریچاردز، می‌توان با داشتن جواب‌های مثبت برای همه مقایر K_{fs} ، میانگین ضریب آبگذری اشباع صحرایی منطقه مورد نظر را تعیین کرد. همچنین با توجه به حساسیت بالای پارامتر α^* نسبت به تغییرات افت سطح آب در چاهک ، باید مقدار آن را ثابت در نظر گرفت و بهتر آن است که مقدار α^* معادل ۱۲ در نظر گرفته شود .

منابع مورد استفاده

۱-کشکولی، حیدر علی. ۱۳۷۱. اندازه‌گیری همزمان خصوصیات هیدرولیکی خاک در بالای سفره آب زیرزمینی به روش گلف، مجله انجمن خاکشناسی ایران، گزیده مقالات ارائه شده در سومین کنگره علوم خاک ایران، ۳-۶۰.

۲-مختاران، روح‌الله. ۱۳۸۳. ارزیابی آنالیزهای تک عمقی پرمامتر گلف جهت تعیین سریع هدایت هیدرولیکی اشباع در بالای ایستابی در یک خاک با بافت متوسط، پایان نامه فوق‌لیسانس، دانشگاه شهید چمران (جندی شاپور)، گروه آبیاری و آبادانی.

۳- کشکولی. حیدرعلی و محمود مشعل. ۱۳۷۴. مقایسه روش‌های اندازه‌گیری صحرایی هدایت هیدرولیکی در بالای سطح ایستابی با روش گلف در دو نوع خاک مختلف در استان خوزستان، مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد هیجدهم، شماره‌های ۱ و ۲ بهمن‌ماه، ۱-۲۴.

4-Elrick. D.E., W.D. Reynolds and K. A. Tan. 1989. Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analyses Ground water moint, Fev. 9:184-193.

5-Reynolds W.D. and D.E. Elrick and B.E.Clothier. 1985. The Constant Head Well Permeameter Effect on Unsaturated Flow. Soil sci. V. 139, 2:172-180.

6-Reynolds. W.D. and D.E.Elrick. 1985. In Situ Measurement of Field Saturated Hydraulic Conductivity Sorpitivity Parameter Using Guelph Permeameter, Soil Sci. V. 140. 4:292-302.

7-Reynolds W.D. and W.D. Zebehuk. 1996. Hydraulic conductivity in a clay soil Two measurement techni ques and spatial characterization, Soil. Sci. Soc. Am. J., 60:1679-1685.

8-Reynolds. W.D., S.R.Vieira and G.C.Topp. 1992. An assessment of the single-head analysis for the constant head well permeameter, Can. J.Soil sci., 72:489-501.

9-Zanger, C.N. 1953. Theory and problems of water percolations, Eng. Monograph No. 8, Bur. Of Reclamation. U.S. Dep. Int, 76P.