استفاده از آنالیزهای تک عمقی وچندعمقی گلف برای تعیین هدایت هیدرولیکی وضریب α و مقایسه آن باروش چاهک

حیدرعلی کشکولی ،سید حمیدرضا میربهرسی و محمدرضا نوری‌امامزاده‌ئی
به ترتیب دانشیارگروه آبیاری و آبادانی - دانشگاه‌شهیدچمران‌اهواز ، کارشناس‌ارشد شرکت‌خدمات‌مهندسی آب و خاک‌کشور
واحد مطالعات‌کرخه خوزستان ، دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی - دانشگاه‌شهیدچمران‌اهواز

مقدمه

ضریب آبگذری یا هدایت هیدرولیکی یکی از خصوصیات فیزیکی مهم خاک است که کاربرد وسیعی در علوم آب وخاک دارد . تاکنون روشهای متعددی برای‌تعیین این پارامتر در بالا و زیر سطح ایستابی پیشنهاد گردیده است ، که از آن جمله می‌توان به روش چاهک ، دوچاهک ، چهارچاهک و پیزومتر برای اندازه‌گیری این پارامتر در زیر سطح ایستابی و روش استوانه مضاعف ، حوضچه‌ای یا قطره‌ای، پورشه یا چاهک وارونه و روش نفوذ به چاهک کم عمق برای اندازه‌گیری بالای سطح ایستابی اشاره کرد (۱) . از میان روشهای تعیین ضریب آبگذری در بالای سطح ایستابی ، نتایج روش نفوذ به چاهک کم عمق با داشتن نقاط ضعف زیاد همواره مورد استفاده قرار می‌گیرد (۷). در سالهای اخیر روش جدیدی با هدف رفع این نواقص ابداع و به کار گرفته شده است. این روش که به روش گلف معروف است علاوه بر سریع ، ساده و اقتصادی بودن به نیروی انسانی کمتری برای اجرا نیاز دارد .
در طی سالهای اخیر با انجام تحقیقات متعددی نتایج این روش با دیگر روشهای متداول مقایسه شده است (۲،۵و۸). همچنین با این روش می‌توان مقدار ضریب α که ارتباط دهنده هدایت هیدرولیکی اشباع وغیر اشباع خاک است را بدست آورد(۲). معادله گاردنر (Gardner) یکی از روابطی است که این دو پارامتر رابه‌هم ارتباط می‌دهدوبه شکل زیر تعریف می‌شود(۶).

$$K(\Psi)=K_{fs}e^{\alpha\Psi} \qquad [۱]$$

که در آن:
K_{fs} : هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ، Ψ : میزان مکش خاک و $K(\Psi)$: هدایت هیدرولیکی درمکش Ψ می‌باشد. ضریب آبگذری اشباع خاک با استفاده از روش گلف را می‌توان از رابطه ارائه شده توسط الریک و همکاران بدست آورد (۶).

$$K_{Gp}= CQ/[2\pi H^2+ C\pi a^2+(2\pi H/\alpha^*)] \qquad [۲]$$

که در آن:
Q : شدت جریان نفوذ آب به داخل چاهک(m^3/sec) ، α^* : پارامتر بافت - ساختمان خاک(۱/m) ، H : بار ثابت آب در داخل چاهک (m) ، C : فاکتور بدون بعدی که بستگی به نسبت H/a دارد ، a : شعاع چاهک (m) و K_{Gp} : هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (m/sec) می‌باشد. پارامترهای مجهول معادله ۲ ، α^* و K_{Gp} می‌باشند که با انجام آزمایش در دو عمق مختلف می‌توان به راحتی آنها را بدست آورد. در پاره‌ای موارد مقادیر محاسبه شده K_{Gp}غیر واقعی و منفی برآورد می شود برای رفع این نقیصه کاربرد راه‌حلهای آنالیز لاپلاس ، آنالیز تک عمقی ریچاردز و آنالیز رگرسیون ریچاردز توصیه و پیشنهاد گردیده است (۹) .

مواد و روشها

محل انجام آزمایش استگاه تحقیقات کشاورزی اهواز انتخاب شد . این منطقه بدون پوشش گیاهی با سیستم زهکشی ضعیف ودارای خاکی سنگین و همگن با بافت رس سیلتی (Silty Clay) می‌باشد. آب و هوای منطقه نیمه خشک با تابستانهای معتدل بوده و در طبقه بندی آمبرژه جزء اقلیم‌های بیابانی گرم میانه محسوب

می‌شود. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۴۳ میلی متر و متوسط درجه حرارت حدا قل و حداکثر سالیانه به ترتیب ۶/۵ و ۴۶/۳ درجه سانتیگراد گزارش شده است. سطح آب زیر زمینی در فصل بهار نسبتا بالا بوده ۱/۵ -۱ متر و در فصل تابستان سطح آن تا حدود ۲/۵ - ۲ متری سطح زمین نزول می‌کند. کلیه آزمایش ها در ۴۰ چاهک با فاصله ۵ متر ازیکدیگردر قطعه زمینی به ابعاد ۲۰×۳۵ متربا رعایت توصیه‌های منبع شماره (۳) انجام شد.

نتایج و بحث

پس از انجام آزمایش و برداشتهای صحرایی مقادیر K_h (هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش چاهک)،K_L (تخمین لاپلاس از مقدار K_{Gp}) ، K_R (تخمین رگرسیون‌ریچاردز از مقدار K_{Gp}) ، K_S (تخمین تک‌عمقی ریچاردز از مقدار K_{Gp}). K_{Gp} و α^* در هر آزمایش به کمک روابط مربوطه محاسبه شده است. نتایج خلاصه شده این محاسبات در جدول ۱ آورده شده است. پس از بررسی‌های آماری دیده شدکه بر تمام مقادیر پارامترهای یاد شده توزیع لوگ‌نرمال حاکم می باشد چرا که ضرایب چولگی و کشیدگی نزدیک به صفر دارند (۴). مقادیر میانگین حسابی ، میانگین هندسی ، و نیز مقادیر حداقل و حداکثر هر پارامتر به همراه ضرایب چولگی و کشیدگی و تغییرات این پارامتر ها به طور جداگانه در جدول ۱ آمده است. با توجه به نتایج این جدول دیده می شود که آنالیز رگرسیون ریچاردز (K_R) دارای میانگین هندسی برابر با مقدار حاصل از روش دو عمقی گلف می‌باشد. همچنین مقادیر K_S و K_L از مقادیر روش دو عمقی گلف (K_{Gp}) بیشتر برآورد شده‌اند. در محاسبه مقادیر K_S وK_L پارامتر α^* به ترتیب برابر ۱۲و بی نهایت فرض شده است اما مقدار حقیقی α^* برابر ۱۰/۶۳ بدست آمده است و این دلیل اصلی برآورد بیشتر دو پارامتر K_S وK_L در مقایسه با K_{Gp} می‌باشد.

جدول ۱ - نتایج تجزیه و تحلیل آماری مقادیر هدایت هیدرولیکی و ضریب α

پارامترها / ضریب آبگذری	میانگین ×۱۰^۷	میانگین هندسی ×۱۰^۷	مینیمم ×۱۰^۷	ماکزیمم ×۱۰^۷	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی	ضریب تغییرات
K_h(m/s)	۶۴/۲	۵۸/۸۹	۲۶/۶۶	۱۳۱/۶۷	-۰/۲۱	-۰/۵۶	۰/۴۲
K_{Gp}(m/s)	۳/۲۵	۲/۷۹	۰/۸۴	۶/۹۱	-۰/۴۹	-۰/۴۹	۰/۵۳
K_L(m/s)	۶/۳	۵/۴۱	۱/۷۱	۱۶/۲	۰/۰۵	-۰/۱۷	۰/۵۹
K_R(m/s)	۳/۱۷	۲/۷۹	۰/۹۸	۷/۶۱	۰/۰۵	-۰/۱۷	۰/۵۳
K_S(m/s)	۳/۹۵	۳/۳۹	۱/۰۸	۱۰/۱۴	۰/۰۵	-۰/۱۷	۰/۵۹
پارامتر α (1/m)	۱۰/۶۳	۸/۴۴	۲/۸۶	۳۲/۷۳	۱/۶۱	۲/۳۴	۰/۷۵

در مقایسه نتایج روش گلف با روش چاهک دیده می شود که میانگین ضرایب آبگذری روش چاهک (K_h) به مراتب از روش پرمامتر گلف (K_{Gp}) بیشتر است .شاید دلیل این اختلاف را بتوان به موارد چند گانه زیر ارتباط داد .

- در روش چاهک آزمایش ۲۴ ساعت پس از حفر چاهک انجام می شود و در طی این مدت زمان ، به خاک فرصت داده می شود در حین به تعادل رسیدن سطح ایستابی ، به هم خوردگی سطح دیواره چاهک را نیز ترمیم کند در حالیکه در روش گلف به لحاظ اینکه آب از چاهک به خاک نفوذ می کند هیچ فرصت ترمیم به هم خوردگی پیش نخواهد آمد .

- در محاسبات مربوط به روش گلف فرض بر این بوده است که آب از سطح جانبی و نیز از کف چاهک نفوذ می یابد اما در عمل دیده می‌شود که در خاک های سنگین رسی بدلیل شکل صفحه‌ای ذرات رس سهم این بخش بسیار ناچیز بوده و از آنجاییکه این بخش از نفوذ عملاً در محاسبات تاثیر نمی گذارد لذا مقدار ضریب آبگذری در مقایسه با روش چاهک کاهش می‌یابد.

با وجود اختلاف بین مقادیر K_h وK_{Gp} ولی بدلیل هم راستا بودن این تغییرات دیده می شودکه این دو مقدار دارای همبستگی خطی خوبی با ضریب همبستگی R = ۰/۹۸۸ می باشند .لازم به یادآوری است که تعداد نقاط این رگرسیون ۳۰ بوده که اساساً این تعدادنقاط از لحاظ پشتوانه آماری تعدادخوبی‌می‌باشد (۴). معادله ۳ رابطه خطی بین این دو را نشان می‌دهد.

$$K_h = 15.60\, K_{Gp} + 1.35*10^{-6}$$

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده و با در نظر گرفتن اینکه روش پرمامتر گلف یک روش ساده ، آسان و اقتصادی بوده وبرای انجام آن به نیروی ماهر انسانی کمتری نیاز است لذا می‌توان این روش را روشی مناسب برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع وغیراشباع در بالای سطح ایستابی دانسته وبرای اکثر مناطق بخصوص مناطق خشک ایران توصیه نمود. در انجام روش این موضوع را باید مد نظر داشت که گاهی با نتایج منفی و غیر منطقی مواجه خواهیم شد . لذا طبق نتایج این تحقیق توصیه می‌شود که :

- اگر هدف از انجام آزمایش صرفاً"بدست آوردن هدایت هیدرولیکی در بالای سطح ایستابی باشد ،استفاده از آنالیز رگرسیون ریچاردز که در عین راحتی از بوجود آوردن جوابهای منفی جلوگیری می‌کند،توصیه می‌شود .
- اگر هدف بدست آوردن هدایت هیدرولیکی و همچنین پارامتر آلفا (α) باشد، بایستی از روش دو عمقی گلف با ملاحظات لازم و با دقت کافی استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

۱- بای‌بوردی، م. ۱۳۷۲. اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک . انتشارات دانشگاه تهران ،چاپ هفتم ،۶۴۱ صفحه.

۲- کشکولی، ح. ع. ۱۳۷۱. اندازه‌گیری همزمان خصوصیات هیدرولیکی خاک در بالای سفره آب زیرزمینی به روش گلف. *مجله انجمن خاکشناسی ایران، خلاصه مقالات سومین کنگره علوم خاک ایران*، ص. ۱۹۰-۱۷۹.

۳ - معاونت امور فنی سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. ۱۳۷۵. *دستورالعمل تعیین هدایت هیدرولیکی خاک*. نشریه شماره ۱۵۵، ردیف ۷۵/۰۰/۸۱ ، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، ۵۵ صفحه.

۴- نصفت، م. ۱۳۵۵. اصول و روشهای آماری . انتشارات دانشگاه تهران،جلداول، چاپ دوم، ۳۹۵ صفحه.

5- Dorsey, J.D., A.D. Ward, N.R. Fausey and E.S. Bair. 1990. A comparison of four field methods for measuring saturated hydraulic conductivity. Trans. ASAE. 33: 1925 - 1931.

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

7- Reynolds, W.D., D.E. Elrick and G.C. Toop. 1983. A reexamination of the constant head well permeameter method for measuring saturated hydraulic conductivity above the water table. J. Soil Sci. 136: 250 - 268.

8- Reynolds, W.D., S.R. Vieira and G.C. Toop. 1992. An assessment of the single-head analysis for the constant head well permeameter. Can. Journal of Soil Sci. (in press).

9- Reynolds, W.D. and W.D. Zebchuk. 1996. Hydraulic conductivity in a clay soil: Two measurements techniques and spatial characterization. Soil Sic. Soc. Am. J. 60: 1679 - 1685.