Archive of SID

ارزیابی آنالیزهای تک عمقی پرامترگلف برای تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع در بالای سطح ایستابی در یک خاک با بافت متوسط

حیدر علی کشکولی[۱]، رضا ابن جلال[۲] و روح‌الله مختاران[۳]

چکیده

هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، یکی از خصوصیات بسیار مهم فیزیکی خاک است که کاربردهای وسیعی در علوم خاک و آب دارد. در اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک مشکل زمانی پیش می‌آیدکه سطح ایستابی در اعماق زیاد باشد؛ در این صورت یکی از روش‌های مناسب برای تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در بالای سطح ایستابی، روش پرامترگلف است. این روش یک روش ساده بوده و با استفاده از آن می‌توان آزمایش را در مدت زمان کوتاهی، توسط یک نفر، انجام داد. با انجام آزمایش گلف با استفاده از آنالیز دو عمقی می‌توان ضرایبی نظیر هدایت هیدرولیکی اشباع (K_{fs}) و پارامتر مربوط به خصوصیات خاک غیر اشباع (α^*) را، بر اساس مبنای تئوریک آن، از حل دستگاه معادلات دو مجهولی بدست آورد. از آنجا که تعدادی از جوابهای آنالیز دو عمقی گلف به علت ناهمگن بودن دستگاه معادلات توأم، غیر منطقی می‌باشند، در این تحقیق از آنالیزهای تک عمقی لاپلاس (K_L) با فرض کاپیلاریته صفر، تک عمقی ریچاردز با فرض $\alpha^* = 12$ و تک عمقی رگرسیون پایه‌ای ریچاردز (K_R) برای رفع جوابهای غیر منطقی دستگاه پرامترگلف استفاده شد. در این تحقیق مشخص گردید که برای بدست آوردن جوابهای صحیح می‌توان از آنالیز رگرسیون پایه‌ای ریچاردز، استفاده نمود. همچنین معین شد که به علت بالا بودن انحراف معیار مقادیر α^* در آزمایشهای گلف، بهتر است که مقدار آن را ثابت در نظر گرفت.

کلید واژه‌ها: هدایت هیدرولیکی اشباع، پرامترگلف، پتانسیل ماتریک خاک، آنالیزهای تک عمقی

مقدمه

معروفترین و متداول‌ترین روش اندازه‌گیری K روش چاهک می‌باشد که سالهاست به طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۶). استفاده از این روش در جاهایی امکان‌پذیر است که سطح ایستابی بالا و در محدوده یک متری سطح زمین باشد. 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[۴] (۱۰ و ۱۱) 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. به کمک روش گلف یک نفر قادر است به تنهایی هدایت هیدرولیکی را در بالای سطح ایستابی در مدت کمتر از یک ساعت

۱- به ترتیب استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز (hakashkuli1@yahoo.com).

۲- استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۸۳/۱۰/۶

تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۱/۳

4- Reynolds & Elrick

www.SID.ir

Archive of SID

برای غلب خاک‌ها به انجام برساند (۱، ۲ و۱۰). در روش گلف دو فاکتور 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 بر اساس قانون دارسی معادله جریان خروجی از چاهک به صورت معادله (۱) نوشته می‌شود.

$$Q_S = \left[\left(\frac{2\pi H^2}{C} \right) + \pi a^2 \right] K_{fs} + \frac{(2\pi H/C)}{\phi_m} \qquad (۱)$$

که در آن $H(m)$ ارتفاع آب در چاهک، $Q_s(m^3/s)$ دبی ثابت خروجی از چاهک با عمق استغراق H، a شعاع چاهک و C فاکتور شکل چاهک که بدون بعد می‌باشد.

کاربرد روش آنالیز دو عمقی فوق که به روش «ریچاردز» معروف است (۱۲)، در خاکهای یکنواخت و بدون ساختمان رضایت‌بخش بوده ولی در مواردی که خاک‌ها غیریکنواخت و لایه لایه که حاوی درز و شکاف، کرم راهه و ریشه راهه باشد، درصد زیادی نتایج منفی و غیرمنطقی برای K_{fs} و ϕ_m تولید می‌کند (۱۳). در یک خاک لومی با ساختمان کامل، ویرا و همکاران[1] (۱۵) در بدست آوردن جوابهای مثبت و منطقی فقط ۲۷ درصد موفقیت داشتند. اطلاعات کنونی حاکی است که در حدود ۲۰ تا ۷۰ درصد جوابها در اغلب خاکهائی که ساختمان کاملی دارند با موفقیت همراه است (۱۵).

ناهمگن بودن دستگاه معادلات دو مجهولی و ضرایب ماتریس حداقل مجذورات باعث تشدید این مشکل و تولید جوابهای منفی می‌گردد (۶ و۹). برای جلوگیری از بروز جواب‌های منفی الریک و همکاران(۶) روش استغراق تک عمقی را پیشنهاد نمودند. در این روش معادله (۱) به صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$K_{fs} = \frac{CQ}{\left(2\pi H^2 + C\pi a^2 + 2\pi H/\alpha^*\right)} \qquad (۲)$$

$$\phi_m = \frac{CQ}{\left[\left(2\pi H^2 + C\pi a^2\right)\alpha^* + 2\pi H\right]} \qquad (۳)$$

$$\alpha^* = \frac{K_{fs}}{\phi_m} \qquad (۴)$$

مقادیر K_{fs} و ϕ_m با جایگزین کردن α^* از جدول (۱) تعیین می‌شود.

بنابراین می‌توان معادلات (۲) و (۳) را با داشتن Q_s از یک عمق استغراق بدست آورد و در نتیجه امکان بروز مقادیر منفی K_{fs} و ϕ_m منتفی می‌باشد. مبنای فیزیکی روش تک عمقی ارتباط بین مقدار α^*، کاپیلاریته خاک و نوع محیط متخلخل می‌باشد. مقدار α^* اهمیت نسبی مؤلفه‌های اشباع و غیر اشباع خاک اطراف را نشان می‌دهد (۱۱). هر چه α^* کوچکتر باشد سهم دبی خروجی ثابت از پرمامتر و در نتیجه تأثیر کاپیلاریته خاک بیشتر می‌شود. نظر به این که خاکهای ریزبافت و بدون ساختمان کاپیلاریته بالایی دارند، مقدار α^* در آنها کمتر است و به همین ترتیب خاکهای درشت بافت یا خاک‌های با ساختمان خوب مقادیر α^* بیشتری دارند (۱۰). آزمون روش تک عمقی بر مبنای تکنیک پیشنهادی ویرا و همکاران (۱۰) برای روش چندعمقی مورد استفاده قرار گرفته است. از ترکیب رابطه لاپلاس؛

$$K_L = \frac{CQ}{(2\pi H^2 + C\pi a^2)} \qquad (۵)$$

1- Vieira *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- تخمینی از مقادیر α^* برای انواع خاک ها با بافت و ساختمان متفاوت ×

α^*	نوع خاک
۱	رس‌های فشرده (رسوبات دریایی)
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

× برگرفته از: منبع شماره ۱۰.

با رابطهٔ (۲) خواهیم داشت :

$$K_{fs} = \left[\frac{2\pi H_m^2 + Ca^2}{2H_m^2 + Ca^2 + \frac{2H_m}{a}} \right] K_L \qquad (۶)$$

که در معادله (۶)، $H_m(m)$ بیشترین عمق استغراق در چاهک است. مقایسه معادلات (۱ ،۲ و ۵) نشان می‌دهد که $K_L(m^3/s)$ تخمینی از هدایت هیدرولیکی اشباع در زمانی است که مؤلفه کاپیلاریته حذف شده باشد. در نتیجه $K_L \geq K_{fs}$ (برای $\psi_m \geq 0$).

در ضمن مشاهده شده که رابطه بین K_{fs} و K_L یک رابطه مستقیم است در صورتی که رابطه K_{fs} و کاپیلاریته معکوس می‌باشد. به عبارتی با افزایش ϕ_m مقدار K_{fs} کاهش می‌یابد. ویرا و همکاران (۱۰) معادله (۶) را به صورت کلی زیر بیان کردند:

$$K_{fs} = \beta K_L^{\omega} \qquad (۷)$$

که در آن β و ω پارامترهای بدون بعد هستند. آنها معادله (۶) را با تغییراتی به صورت زیر در آوردند:

$$\frac{1}{\alpha^*} = \frac{\left(2H_m^2 + Ca^2\right)}{2H_m} \left[\frac{K_L}{K_{fs}} - 1 \right] \qquad (۸)$$

که پارامترهای β و ω از طریق برازش به روش حداقل مجذورات با داده‌های $L_N K_{fs}$ و $L_N K_L$ بدست می‌آیند. جفت داده‌های (K_{fs} و K_L) برای این منظور از چاهک‌هایی انتخاب می‌شوند که باصطلاح «موفق» نامیده شده‌اند و در آنها K_{fs} و ϕ_m هر دو مثبت هستند. سپس معادلات (۵)، (۷) و (۸) در مورد همه چاهک‌ها بدون استثناء به کار رفته و تخمینی از K_{fs}، α^* و ϕ_m بدست می‌آید. در این روش فرض می‌شود که پراکندگی آزمایشات دو عمقی موفق، به خاطر غیرهمگنی خاک در مقیاس کوچک بوده است. مقادیر اندازه‌گیری شده هدایت هیدرولیکی اشباع به روش گلف در خاک‌های لومی و رسی توسط محققین بسیاری از جمله لی و همکاران[1] (۷)، رینولدز و الریک (۱۰ و ۱۱)، استفان و همکاران[2] (۱۴)، دارسی و همکاران[3] (۵)، موهانتی و همکاران[4] (۸)،

1 - Lee *et al.*
2 - Stephens *et al.*
3 - Darcy *et al*.
4 - Mohanty *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

رینولـدز و زبچـوک[1] (۱۲)، کـشکولی و مـشعل (۳)، کشکولی و میربهرسـی (۴) گـزارش گردیـده اسـت. رینولدز و همکاران (۱۳) ارزیابی مفیدی از آنالیز تک عمقی پایه‌ای ریچاردز برای پرامامتر گلف در ۴ نـوع خاک انجام دادند که مقدار پارامتر α^* برای ایـن ۴ نوع خاک برابر (m^{-1})۱۱ بـرآورد گردیـد. همچنـین رینولدز و زبچوک (۱۲) در یک خاک رسـی سـیلتی برای مقایسه دو روش چاهـک و گلـف، بـرای رفـع جوابهای غیرمنطقی در روش دو عمقی گلف از سـه آنالیز تک عمقی لاپلاس، رگرسیون پایه‌ای ریچاردز و آنالیز تک عمقی ریچاردز استفاده کردنـد. در ایـن مطالعه آنالیز رگرسـیون پایـه‌ای ریچـاردز میـانگین هندسی تقریباً نزدیکی نسبت بـه سـایر روش‌هـا بـا روش چاهک داشت.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق قسمتی از مزرعه آزمایشی گـروه زراعت دانشکده کشـاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انتخاب شد. در این مطالعه، ۴۰ چاهک به عمق ۶۰ سانتی‌متر در فواصلی ۵ متری از هم حفر گردید که حدوداً مساحتی معادل ۱۰۰۰ متر مربع از مزرعه آزمایشی را در برگرفت. همچنین برای تعیین بافت خاک منطقه، در ۹ قسمت از محدودهٔ مورد آزمایش چاهکهایی به عمق ۱ متری حفر گردید و نمونه‌های خاک از اعماق (۷۰-۴۰) سانتی‌متری و (۱۰۰-۷۰) سانتی‌متری برداشت شد. که بعد از کوبیدن و الک کردن، با روش هیدرومتری، درصد مواد تشکیل دهندهٔ آنها مشخص گردید. سپس با استفاده از مثلث خاک، بافت خاک منطقه معلوم گردید. نتایج بافت خاک در جدول شمارهٔ (۲) آورده شده است. از آن جا که بافت خاک در دو عمق برداشت شدهٔ (۷۰-۴۰) و (۱۰۰-۷۰) سانتی‌متری در هر چاهک یکسان می‌باشند، از آوردن نتایج بافت خاک نمونه دوم خودداری شده است.

نتایج و بحث

آزمایش های پرامامترگلف در ۴۰ چاهک آزمایشی با دو بار ثابت ۵ و ۱۰ سانتی‌متری برای هر چاهک انجام شد. در هر چاهک به ازای دو بار ثابت مقدار $\overline{R}$(افت ثابت سطح آب درون مخزن در واحد زمان) محاسبه شد. معادلات هدایت هیدرولیکی، پتانسیل ماتریک خاک و پارامتر α بر اساس دستگاه معادلات دو مجهولی برای هر چاهک آزمایشی به صورت روابط (۹) ، (۱۰) و (۱۱) خلاصه می‌شوند.

نتایج محاسبات K_{fs}, ϕ_m و α^* بر اساس آنالیز دو عمقی پرامامترگلف از حل دستگاه معادلات دو مجهولی در ۴۰ چاهک آزمایشی نشان داد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و پتانسیل ماتریک برای ۱۹ چاهک منفی (غیر منطقی) و برای۲۱ چاهک مثبت (منطقی) بود. در ۲۰ درصد از چاهکها با افزایش عمق، کاهش دبی یا توقف نفوذ آب بوجود آمد که باعث منفی شدن مقادیر K_{fs} گردید. همچنین در ۲۷/۵ درصد از چاهک ها، با افزایش عمق، افزایش ناگهانی دبی وجود داشت که باعث منفی شدن مقادیر ϕ_m گردید.

برای رفع جواب های غیر منطقی مقادیر K_{fs} و ϕ_m، حاصل از آنالیز دو عمقی پرامامترگلف، 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 استفاده گردید (جدول شماره ۳). لازم به ذکر می‌باشد که برای تعیین K_R، به روش حداقل مجذورات با استفاده از نرم‌افزار *SPSS* مقادیر β و ω بدست آمد ($\omega = 1.048$ و $\beta = 0.657$). شکل (۱)، نمودار حاصل از رگرسیون خطی بین داده‌های $L_n K_L$

1 - Reynolds & Zcbehok

www.SID.ir

Archive of SID

و L_nK_{fs} در چاهک‌های موفق (مثبت)، برای تعیین پارامترهای β و ω را نشان می‌دهد.

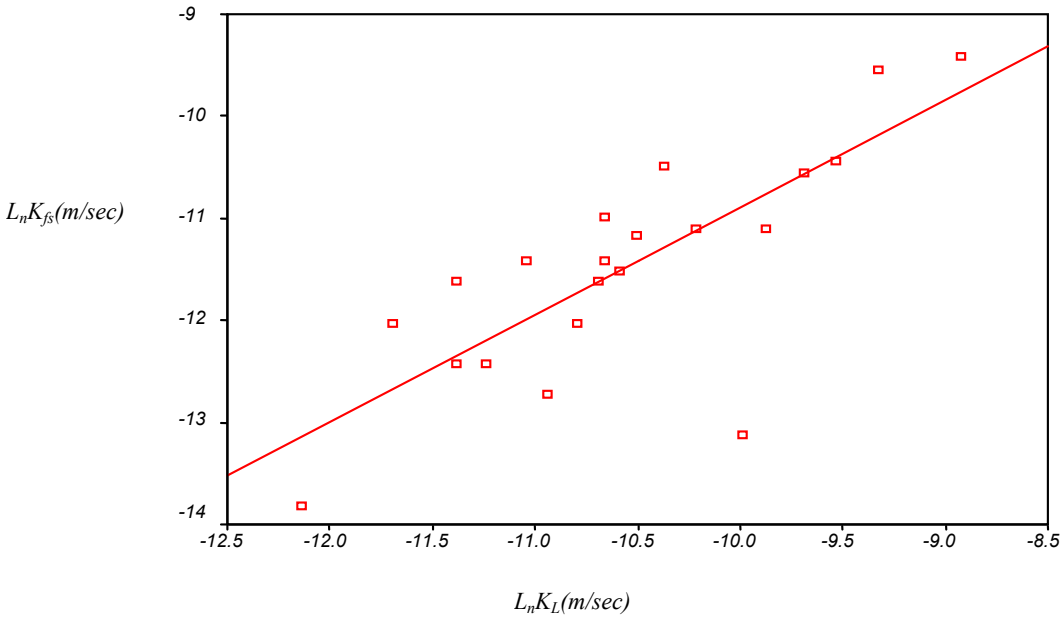
$$K_{fs\,(cm/sec)} = (0.00425)(35.39)_{cm^2}(\overline{R}2)_{cm/sec} - (0.00554)(35.39)_{cm^2}(\overline{R}1)_{cm/sec} \quad (۹)$$

$$\phi_{m\,(cm/sec)} = (0.0588)(35.39)_{cm^2}(\overline{R}1)_{cm/sec} - (0.9245)(35.39)_{cm^2}(\overline{R}2)_{cm/sec} \quad (۱۰)$$

$$\alpha^* = \frac{K_{fs}}{\phi_m} \quad (۱۱)$$

جدول۲- نتایج تجزیه بافت خاک در منطقه مورد آزمایش

نام چاهک	عمق چاهک (cm)	%Sand	%Loam	%clay	نوع بافت خاک
A_{11}	۴۰-۷۰	۵۵	۲۲	۲۳	Sandy Loam
A_{51}	۴۰-۷۰	۴۷	۲۷	۲۵	Loam
A_3B_3	۴۰-۷۰	۴۶	۲۷	۲۵	Loam
B_2C_2	۴۰-۷۰	۵۳	۳۲	۱۵	Sandy Loam
B_4C_4	۴۰-۷۰	۴۱	۳۶	۲۳	Loam
D_3F_3	۴۰-۷۰	۵۸	۲۰	۲۴	Sandy Loam
G_2F_4	۴۰-۷۰	۵۹	۱۸	۲۳	Sandy Loam
G_4F_4	۴۰-۷۰	۵۳	۲۶	۲۱	Sandy clay Loam
G_3H_3	۴۰-۷۰	۵۲	۲۲	۳۹	Sandy clay Loam



شکل۱- نمودار حاصل از رگرسیون خطی بین داده‌های L_nK_L و L_nK_{fs} برای تعیین پارامترهای β و ω

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج نهایی ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع خاک بر اساس آنالیز دو عمقی و آنالیزهای تک عمقی پرمامترگلف در چاهک‌های موفق

نام چاهک	A2	A3	A4	A5	B5	B1	B4	B5	C1	C2	C5	D1	D3	F3	F3	G2	G3	G4	G5	H1	H3
$K_{fs} \times 10^{-5}$ (m/sec)	۱/۵	۰/۹	۰/٤	۱	۰/۲	۱،۱	۸/۱	۱/٤	۱/۱	۰/٦	۲/۹	۱/۷	۰/۱	۰/٦	۷/۱	۰/٤	۲/۸	۱/٥	۰/۳	۲/٦	۰/۹
$K_{L} \times 10^{-5}$ (m/sec)	۳/٦٦	۲/۲۸	۱/۳۱	۲/٥۲	٤/٥۸	۱/٦	۱۳/۳	۲/۷٤	۲/۳٥	۰/۸۳۸	۷/۲۱	۲/۳٥	۰/٥۳٦	۲/۰٦	۸/۹۳	۱/۱٤	۳/۱۳	٥/۱٥	۱/۷۷	٦/۱۸	۱/۱٤
$K_{R} \times 10^{-5}$ (m/sec)	۱/٤۹٥	۰/۹۱	۰/٥۱	۱/۰۱	۱/۸۹۲	۰/٦۲۸	٥/۸۲	۱/۱۰۷	۰/۹۳۹	۰/۳۱۸	۳/۰٤٤	۰/۳۹۳	۰/۱۹۹	۰/۸۰۷	۳/۷٥	۰/٦٦٦	۱/۲٥	۲/۱۰۷	۰/٦۸۸	۲/٥٥	۰/٤۳٦
$K_{S} \times 10^{-5}$ (m/sec)	۲/۰٤۹	۱/۲۸	۰/۷۳۸	۱/٤۱	۲/٥٦	۰/۸۹٦	۷/٤۹٥	۱/٥۳۷	۱/۳۱٤	۰/٤٦۹	٤/۰۳٦	۱/۳۱۷	۰/۳	۱/۱٥۳	٤/۹۹۷	۰/٦٤۲	۱/۷٥۳	۲/۸۸۳	۰/۹۹۲	۳/٤٥۹	۰/٦٤۲

www.SID.ir

Archive of SID

از آنجا که دو توزیع فراوانی نرمال و لوگ نرمال برای خواص خاک مناسب تشخیص داده شده‌اند (۱۰)، بنابراین از این دو توزیع جهت بررسی و تعیین پارامترهای آماری بر روی داده‌های هدایت هیدرولیکی استفاده شد. در بررسی توزیع فراوانی آماری، داده‌ها، با دو معیار تمرکز (میانگین حسابی و هندسی) و پراکندگی (واریانس، انحراف معیار) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از دو توزیع فراوانی نرمال و لوگ نرمال در جداول شماره‌های (۴) و (۵) آورده شده است.

با استفاده از نرم‌افزار آماری *SPSS* آزمون کلوموگروف- سیمرونوف برای تمامی مقادیر K_{fs} و K_L و K_R و K_S گرفته شد که با احتمال ۹۵ درصد ($P>۰/۰۵$) فرض نرمال بودن داده‌ها قابل قبول می‌باشد. هم چنین مشخص شد که داده‌ها از توزیع نرمال بهتری نسبت به توزیع لوگ نرمال برخوردار هستند.

همانطور که در جداول شماره‌های (۴) و (۵) 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 α^* بی‌نهایت (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 (K_S)، رگرسیون پایه‌ای ریچاردز (K_R) 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 (SD) و خطای استاندارد (SEM) بسیار کمتری نسبت به سایر آنالیزها دارا می‌باشد.

.

جدول ٤- مقادیر توزیع نرمال بر روی داده‌های هدایت هیدرولیکی آنالیزهای تک عمقی و آنالیز دو عمقی گلف

پارامترهای هدایت هیدرولیکی	میانگین حسابی $\times ۱۰^{-۵}$	میانگین هندسی $\times ۱۰^{-۵}$	انحراف معیار $\times ۱۰^{-۵}$	خطای استاندارد $\times ۱۰^{-۵}$	ضریب تغییرات	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی
K_{GP}	۱/۷۷	۱/۰۳۸	۲/۱۰٦	۰/٤٦	۱/۱۸۳	۲/۲۸	۴/۸۹
K_L	۳/٥٥٦	۲/۲٦٤	۳/۲۱٦	۰/۷۲	۰/۹	۱/۸۳	۳/٤٤۷
K_R	۱/٤۸	۱/۰٦٤	۱/۳٦	۰/۳	۰/۹۲	۲	٤/۳٥٦
K_S	۲	۱/٤٦۲	۱/۷٦	۰/۳۸	۰/۸۸	۱/۸۸	۳/۸۱۲

K_{GP} : هدایت هیدرولیکی محاسبه شده از دستگاه پرامتر گلف با روش دوعمقی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- مقادیر توزیع لوگ نرمال هدایت هیدرولیکی آنالیزهای تک عمقی و آنالیز دو عمقی گلف

پارامترهای هدایت هیدرولیکی	میانگین $\times 10^{-5}$	انحراف معیار $\times 10^{-5}$	خطای استاندارد $\times 10^{-5}$	ضریب تغییرات	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی
K_{GP}	۱/۸۵	۲/۸۱	۰/٦۱	۱/۵۲	۷/۸۸	۲۰٦/۸۷
K_L	۳/۵۹	۳/۵۳۵	۰/۷۷	۰/۹۸	۳/۹۰۹	۳۵/۹۹
K_R	۱/۵۹	۱/٤۸۳	۰/۳۲	۰/۹۳	۳/۹۵	۳۷/۰۳۹
K_S	۲/۰۲	۱/۹۳۳	۰/٤۲	۰/۹٦	۳/۷٤	۳۲/۵۲

K_{GP} : هدایت هیدرولیکی محاسبه شده از دستگاه پرامتر گلف با روش دوعمقی

مقادیر α^* بدست آمده از روش دو عمقی پرامترگلف در جدول شماره (۶) آورده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، این مقادیر دارای انحراف معیار و خطای استاندارد زیادی می‌باشند. هم چنین ضریب تغییرات زیادی دارند. این بالا بودن تغییرات و انحراف معیار داده‌ها، به علت حساسیت زیاد مقادیر α^* نسبت به تغییرات افت سطح آب در پرامترگلف می‌باشند. میانگین α^* بدست آمده معادل (m^{-1}) ۱۵/۳۷می‌باشد که در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد با فرض اولیه، یعنی $\alpha^* = 12$ برابر شد. در مطالعاتی که توسط رینولدز و الریک (۱۳) صورت گرفت، اولین و بهترین فرض برای اکثر خاکها، فرض $\alpha^* = 12$ بود. همچنین مقادیر ϕ_m (پتانسیل فلوی ماتریکس) بدست آمده از روش دو عمقی پرامترگلف در جدول شماره (۷) آورده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، مقادیر ϕ_m دارای انحراف معیار و خطای استاندارد بسیار پایینی نسبت به مقادیر K_{fs} می‌باشد. همچنین ضریب تغییرات مقادیر ϕ_m نسبت به مقادیر α^* و حتی K_{fs} بسیار کمتر می باشد، این مسئله نشان دهندهٔ حساسیت کم مقادیر ϕ_m نسبت به تغییرات افت سطح آب در پرامترگلف می‌باشد.

جدول ۶- تجزیه و تحلیل مقادیر α^*

میانگین	۱۵/۳۷
حداقل	۰/۵
حداکثر	۸۴/۷
واریانس	۳۹٦/٤۱٤
انحراف معیار	۱۹/۹
خطای استاندارد	٤/۳۵
ضریب چولگی	۲/٤٦۵
ضریب کشیدگی	٦/۹
ضریب تغییرات	۱۳

جدول ۷- تجزیه و تحلیل مقدار ϕ_m

میانگین	$۱/۹\times10^{-٦}$
حداقل	$۰/۲۱\times10^{-٦}$
حداکثر	$۵/٦\times10^{-٦}$
واریانس	$۲/٦٤۲\times10^{-۱۲}$
انحراف معیار	$۱/٦۲۵\times10^{-٦}$
خطای استاندارد	$۰/۳۵\times10^{-٦}$
ضریب چولگی	۱/۰٦٤
ضریب کشیدگی	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات	۰/۸۵۵

www.SID.ir

Archive of SID

خلاصه و نتیجه نهایی

این مطالعه بر مبنای نتایج بدست آمده از آنالیزهای تک عمقی پرامترگلف، برای رفع جواب های غیر منطقی روش دو عمقی گلف در جهت 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 هدایت هیدرولیکی اشباع خاک نسبت به سایر آنالیزها، بخصوص آنالیز دو عمقی گلف می‌دهد. با توجه به یکسان بودن هدایت هیدرولیکی 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، بخصوص آنالیز دو عمقی گلف است، این آنالیز به عنوان روش برتر جهت تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در بالای سطح ایستابی با دستگاه پرامترگلف پیشنهاد می‌گردد. بنابراین با استفاده از آنالیز رگرسیون پایه‌ای ریچاردز، می‌توان با داشتن جواب های مثبت برای همه مقایر K_{fs}، میانگین هدایت هیدرولیکی 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

۱. کشکولی. ح. ع. (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، صص ۳-۶۰ و ۳-۴۴.

۲. مختاران، ر. ا. (۱۳۸۳). ارزیابی آنالیزهای تک عمقی پرامترگلف جهت تعیین سریع هدایت هیدرولیکی اشباع در بالای سطح ایستابی در یک خاک با بافت متوسط. پایان نامه فوق‌لیسانس، گروه آبیاری و آبادانی، دانشگاه شهید چمران، ۱۰۵ ص.

۳. کشکولی. ح. ع. و مشعل. م. (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، جلد ۱۸، شماره‌های ۱ و ۲ بهمن‌ماه، صص ۱-۲۴.

۴. کشکولی. ح. ع.، میربهرسی، ح. ر و نوری امامزاده‌ای. م. ر. (۱۳۸۰). استفاده از آنالیزهای تک عمقی و چند عمقی گلف برای تعیین هدایت هیدرولیکی و ضریب α و مقایسه آن با روش چاهک. مجله انجمن خاکشناسی ایران. گزیده مقالات ارائه شده در هفتمین کنگره علوم خاک ایران، صص ۸۲-۸۴.

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

7. Lee D, M., Reynolds, W. D., Elrick D. E., and Clothier B. E. 1985. A comparison of three field methods for measuring saturated hydraulic Conductivity. Soil Science, 65:563-573.

8. Mohanty, B. P., kanwer, R. S., and Everts, C. J. 1994. Comparison of saturated hydraulic conductivity measurement methods for a glacial-till. Soil Science Society American Journal, 58: 672-677.

9. Philip, J. R. 1987. The quasilineer anaylysis. The Scattering analoge. and other aspcts of infiltration and seepage, pp: 1-27. In Y. S. For (ed.) Infiltration. Development and application. Water Resources Reaserch Center. Honolulu.

10. Reynolds, W. D., Elrick, D. E., and Clothier, B. E. 1985. The constant head well permeameter Effect on unsaturated flow. Soil science, 139(2):172-180.

11. Reynolds, W. D., and Elrick, D. E. 1985. In situ measurement of field saturated hydraulic conductivity sorpitivity parameter using Guelph permeameter. Soil Science, 140(4): 292-302.

12. Reynolds, W. D., and Zcbehuk, W. D. 1996. Hydraulic conductivity in a clay soil Two measurement techniques and spatial characterization. Soil Science Society American Journal, 60:1679-1685.

13. Reynolds, W. D., Vieira, S. R., and Topp, G. C. 1992. An assessment of the single-head analysis for the constant head well permeameter. Candian Journal of Soil Science, 72:489-501.

14. Stephens, D. B., Lamert K., and Watson, D. 1987. Regression models for hydraulic conductivity and field test of the borehole permeameter. Water Resource Research, 23. 2207-2214.

15. Vieira, S. R., Reynolds, W. D., and Topp, G. C. 1988. Spatial Variability of hydraulic properties in a highly structured clay soil. Proceeding Symprian Validation of flow and transport models for unsaturated zone 1988. Ruidoso, NM, 20p.

16. Zanger, C. N. 1953. Theory and problems of water percolations. Engenearing Monograph No. 8, Bureau of Reclamation United Stale Department of Interior, 76 p.

17. Zhunnfang, Z. F., Groenevelt P. H., and Grayw, P. 1988. The well shape factor for the measurement of soil hydraulic properties using the Guelph permeameter. Soil & Tillage Research, 49: 219 – 221.

www.SID.ir