نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 4، مهر – آبان 1393، ص. 716-708

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 4, Sept.-Oct. 2014, p. 708-716

بررسی دقت تخمین هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی در چاهکهای پوشش دار توسط آنالیز رینولدز (منطقه مورد مطالعه شهرستان پاکدشت)

توحید اسداله زاده[1*]- محمود مشعل[2]- سجاد کریم زادگان[3]

تاریخ دریافت:1392/7/29
تاریخ پذیرش:1393/4/2

چکیده

از مهمترین مشخصات هیدرولیکی موثر بر روی فرآیندهای خاک، هدایت هیدرولیکی اشباع (K_{fs}) و عدد جذبی (α^*) می باشند. یکی از روشهای اندازه گیری هدایت هیدرلیکی به روش چاهک، پرامتر بار افتان چاهک پوشش دار (روش فیلیپ) می باشد. آنالیز بار افتان چاهک پوشش‌دار در ناحیه غیراشباع، توسعه و مورد ارزیابی قرارگرفت. این روش توسط شبیه ساز هایدروس دو بعدی مورد ارزیابی قرار گرفت اما در این تحقیق از داده های واقعی استفاده نکرد. هدف این مقاله بررسی دقت و تعیین صحت روش رینولدز توسط داده های صحرایی و شرایط واقعی می باشد. در این تحقیق تعداد کل چاهک های حفر شده 30 چاهک که 12 چاهک با چهار طول متفاوت و قطر 4 سانتی متر، 9 چاهک با سه طول متفاوت برای هر یک از قطر های 6 و 8 سانتی متر می باشد (برای هر طول سه تکرار انجام شد). در این تحقیق برای حل معادلات ارائه شده توسط رینولدز برنامه ای به زبان فرترن نوشته شد. شقاقی و همکاران آزمایش های اندازه گیری هدایت هیدرولیکی به روش گلف را جهت اندازه گیری هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی در منطقه مورد آزمایش این تحقیق انجام دادند. نتایج خروجی از فرترن با نتایج بدست آمده توسط شقاقی و همکاران مقایسه شد. نتایج نشان داد که بهترین محدوده فروکش داده ها برای تعیین Kfs و α^* مربوط به دامنه پایین داده ها است. با توجه به بررسی های انجام شده بر روی تاثیر شرایط چاهک مشخص شد که قطر و طول چاهک در تخمین ها تاثیری چندانی نداشته و می توان از هر طول و قطری در حل معادله رینولدز استفاده کرد. همچنین با بررسی تعیین بهترین نسبت فاکتور گرانش برای دقت تخمین ها نتایج نشان داد که بهترین فاکتور گرانش مربوط به صفر می باشد.

واژه‌های کلیدی: هدایت هیدرولیکی اشباع، عدد جذبی، رینولدز، چاهک پوشش دار، فروکش

مقدمه

از مهمترین مشخصات هیدرولیکی موثر بر روی فرآیندهای خاک شامل هدایت هیدرولیکی اشباع (K_{fs}) و عدد جذبی (α^*) می‌باشند (3 و 9). این دو پارامتر K_{fs}و α^* با هم فرآیندهای هیدرولوژیکی بنیادی نفوذ در خاک، جریان زیرزمینی، و تبخیر را کنترل می کنند (10). یکی از روشهای اندازه گیری هدایت هیدرولیکی به روش چاهک، پرامتر بار افتان چاهک پوشش دار می باشد، که از چاهک کاملا پوشش دار استفاده می نماید. در این روش دیواره های چاهک پوشش داده شده و نفوذ فقط از کف و بصورت عمودی است (8). مانوز – کارپنا و همکاران (5، 6 و 11) با انجام آزمایشاتی بر روی چاهک پوشش دار فیلیپ، به این نتیجه رسیدند که هرچند این روش ساده، آسان، با حداقل خطا و سریع می باشد، اما کاربرد آن محدود است. زیرا این روش فقط از جریانهای عمودی آب در کف چاهک کاربرد دارد و همچنین این روش نیازمند نموگراف مخصوص به خود و اندازه گیری دو بار افتان در t_{avg} و t_{max}و استفاده در این نموگراف می باشد. که نتایج آن به صورت دقیقی ارزیابی نشده است. علاوه بر آن، می توان ثابت کرد که این روش به صورت سیستماتیکی K_{fs}را به صورت دست بالا تخمین می زند. گومز و همکاران (2) با انجام آزمایشهایی به این نتیجه دست یافتند که این روش منجر به تخمین های ناپایدار با دقت کم از α^* می گردد (7). رینولدز (8) آنالیز بار افتان چاهک پوشش‌دار فیلیپ را به منظور تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع زمین و عدد جذبی در ناحیه غیراشباع با استفاده از هایدروس دو بعدی توسعه و مورد ارزیابی قرارداد. رینولدز این روش را بر روی داده های صحرایی تست نکرده است. هدف این مقاله بررسی دقت و تعیین صحت روش رینولدز توسط داده های صحرایی و شرایط واقعی می باشد.

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشجوی کارشناسی گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان
(*- نویسنده مسئول: (Email: t.asadolahzadeh@ut.ac.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

بخشی از مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران، واقع در شهرستان پاکدشت استان تهران جهت انجام طرح انتخاب شد. این منطقه دارای اقلیم خشک و نیمه خشک بوده و میانگین بارندگی سالانه آن در حدود 180 میلیمتر می باشد. ارتفاع متوسط این منطقه از سطح دریا 1021 متر و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب 35 درجه و 28 دقیقه شمالی و 51 درجه و 41 دقیقه شرقی است. بر اساس آزمایشات انجام شده بافت خاک مزرعه همگن از نوع لومی (شن 37، لای 46 و رس 17درصد)، وزن مخصوص خاک 1/4 گرم بر سانتی متر مکعب و تخلخل کل خاک مورد نظر 50 درصد می‌باشد. شقاقی و همکاران (1) در سال 1384 اندازه گیری هدایت هیدرولیکی به روش گلف را بر روی 18 چاهک در خاک منطقه ای که آزمایشهای این تحقیق نیز در همان محدوده انجام شد آزمایش کردند. نتایج این آزمایشات نشان داد که میانگین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و عدد جذبی خاک به ترتیب $4/3 \times 10^{-6}$ متر بر ثانیه و (m^{-1}) 11 می باشد.

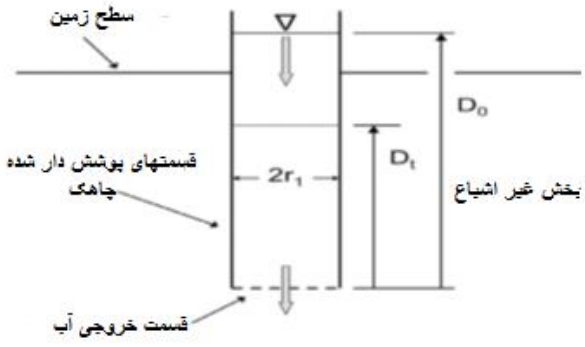
آنالیز رینولدز

حل تحلیلی تقریبی فیلیپ (7) خاک را همگن فرض می کند. همچنین این راه حل سطح جریان دایره ای معادل و یک مدل نفوذ سه بعدی گرین-آمپت را در نظر می گیرد. سطح جریان دایره ای معادل به وسیله معادل سازی مساحت سطح یک دایره، A_{sphere}، به مساحت سطح دیواره مدور خروجی جریان در کف چاهک پوششی، A_{base}، مورد استفاده قرار می گیرد. راه حل رینولدز (8) با به کار بردن مشتق فرآیندهای فیلیپ (7) و متغییر بدون بعد اضافی $Y = r_0 / r_1$ به دست می آید (3):

$$A_{sphere} = 4\pi r_0^2 = A_{base} = \pi r_1^2 \qquad (1\text{ الف})$$

$$r_0 = \frac{r_1}{2} \qquad (1\text{ ب})$$

در شکل 1 یک پوشش غیرقابل نفوذ با شعاع داخلی r_1 به صورت مماس در درون چاهک در ناحیه غیراشباع جاسازی شده است. آب به سرعت داخل چاهک پوشش دار وارد می شود تا به عمق اولیه H_0 برسد و عمق آب H_t با زمان t به عنوان جریان آب از صفحه خروجی و به داخل خاک غیراشباع اندازه گیری می شود. با تعریف چندین متغییر بدون بعد، رینولدز (8) راه حل تقریبی زیر را به دست آورد:



شکل1- شکلی از پرامتر چاهک پوشش دار با بار افتان فیلیپ(1993)

$$t = \frac{C_E r_2^2}{4 r_0 K_{fs}} \tau_E \qquad (\text{الف}2)$$

$$\tau_E = \qquad (\text{ب } 2)$$

$$\tau_p = \left(1+\frac{1}{2A_E}\right)\ln\left(\frac{A_E^3-1}{A_E^3-\rho_E^3}\right) - \frac{3}{2A_E}\ln\left(\frac{A_E-1}{A_E-\rho_E}\right) + \frac{\sqrt{3}}{A_E}\left[\tan^{-1}\left(\frac{A_E+2\rho_E}{\sqrt{3}A_E}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{A_E+2}{\sqrt{3}A_E}\right)\right]$$

$$C_E = \text{const} = 1 \qquad (\text{ج } 2)$$

$$A_p^3 = \frac{3r_2^2\left(H_0 + \alpha^{*-1} + C_E G_E\right)}{4r_0^3 \Delta\theta} + 1 G_E = \text{const} \qquad (\text{د } 2)$$

$$\rho_P^3 = \frac{3\left(H_0 - H_t\right)}{4r_0^3 \Delta\theta} + 1 \qquad (\text{ه } 2)$$

$$\Delta\theta = \theta_{fs} - \theta_i \qquad (\text{و } 2)$$

H_0: عمق اولیه آب در چاهک، H_t: بار فشاری موثر در دیواره چاهک در زمان t ($H_t=H_0$ در $t=0$)، r_2 : شعاع مخزن آب شعاع داخل چاهک پوشش دار، C_E: پارامتر اصلاح بهره وری جریان می باشد تا این حقیقت را که جریان خروجی واقعی از کف چاهک ممکن است دارای نفوذ مفید و راندمان، کمتر از جریان خروجی از سطح دایره ای معادل فرضی باشد را به حساب آورد (بدون بعد)، $\Delta\theta$: اختلاف رطوبت حجمی خاک با رطوبت حجمی اشباع خاک (متر مکعب بر متر مکعب)، θ_{fs}: رطوبت اشباع خاک، θ_i:رطوبت اولیه خاک و G_E : پارامتر فاکتور گرانش در چاهک می باشد (8).

محاسبه هدایت هیدرولیکی اشباع و عدد جذبی با استفاده از راه حل تحلیلی

در این تحقیق معادلات توسط زبان فرترن برای طولها، قطرها و ضرایب اصلاحی برنامه نویسی و به کار گرفته شد. که می تواند برای دو جفت داده (H_t و t) یا بیشتر در محدوده فرو نشست صفر و

ماکزیمم فرو نشست مورد استفاده قرار گیرد. این راه حل در طول ارزیابی تکراری K_{fs} و α^*توسط تابع هدف زیر به دست می آید.

$$\min\left[\sum_{i=1}^{n}(t_i^{Data}-t_i^{Analy})^2\right] \quad (3)$$

که در آن n تعداد مقادیر (t و H_t) $(n \geq 2)$ ، t_i^{Data}زمانهای اندازه گیری شده و t_i^{Analys} زمانهای پیش بینی شده مربوطه توسط راه حل تحلیلی می باشد. حدس ومحدودیت اولیه برای α^*به صورت زیر قرار داده شد (8):

$$\alpha^*_{\min} \leq \alpha^* = 0.001cm^{-1} \quad (4)$$

و حدس و محدودیت اولیه برای K_{fs}به صورت زیر می باشد:

$$K_{fs} \leq \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}K_i \quad (5)$$

$$K_i = \frac{C_E r_2^2}{4r_0 t_i}\ln\left(\frac{H_0 + C_E G_E}{H_i + C_E G_E}\right) \quad (6)$$

دقت تخمین K_{fs} وα^* با استفاده از روابط زیر تعیین می شود:

$$\frac{K_{est}}{K} \quad (7)$$

$$\frac{\alpha^* est}{\alpha^*} \quad (8)$$

که در آن Kest وα^*_{est} به ترتیب تخمین های مقادیر تخمینی توسط روش تحلیلی و K_{fs} وα^* تخمین های واقعی می باشد. دقت نسبی «دقت هدف» $1/2 \leq \frac{Kest}{Kfs}, \frac{\alpha^* est}{\alpha^*} \leq 0/8$ برای این مطالعه در نظر گرفته شده است (8).

آزمایشات انجام شده

در این تحقیق برای انجام آزمایش تعداد 30 چاهک با سه قطر 4، 6 و 8 سانتی متر در طولهای که در جدول شماره 1 آورده شده است و با فواصل 1 متری بصورت شبکه منظم حفر گردید. برای پوشش دیواره چاهک از لوله های پلاستیکی (پلیکا) استفاده شده است. قابل ذکر است برای هر حالت چاهک، سه تکرار انجام شده است. حجم خاک مرطوب تخلیه شده از 30 چاهک 18/51 متر مکعب بود. همچنین رطوبت حجمی خاک در هنگام آزمایش 5 درصد اندازه گیری شد.

نسبت عمق بر قطر

در معادله 2 دو پارامتر اساسی در حل این معادله، عمق اولیه (D_0) و شعاع دایره معادل (r_0) می باشد. طول چاهک حفر شده در واقع عمق اولیه وقطر چاهک، شعاع دایره معادل ($r_0 = \frac{r_1}{2}$) را تعیین می‌کند. طولها و قطرهای حفر شده در محل آزمایش در جدول شماره 1 ذکر شده است. با توجه به جدول 1 نسبت عمق بر قطر ($\frac{D_0}{r_0}$) انتخاب شده برای هر سه قطر (4، 6 و 8 سانتی متر) به ترتیب 6، 8 و 10 می باشد. در قطر 4 سانتی متر به خاطر اینکه طول چاهک 48 سانتی متر در قطر های 6 و 8 سانتی متر حفر شد و برای بررسی تاثیر قطر جاهک های حفر شده در طول ثابت (48 سانتی متر) بر روی تخمین های هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی، این قطر در چهار طول متفاوت اندازه گیری شد. این قطر چاهک دارای یک نسبت عمق بر قطر 12 نیز می باشد. در جدول شماره 1 این نسبت ها آورده شده است،

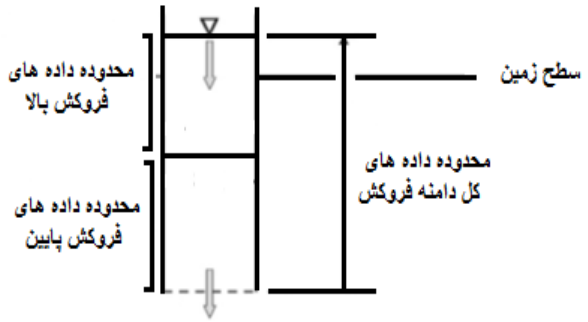
جدول 1 - نسبتهای عمق بر قطر استفاده شده در آزمایشات صحرایی

	قطر 8 سانتی متر			قطر 6 سانتی متر				قطر 4 سانتی متر			
عمق چاهک	80	64	48	60	48	36	48	40	32	24
نسبت عمق بر قطر	10	8	6	10	8	6	12	10	8	6

نتایج و بحث

دقت روش بهینه سازی عددی بر اساس سالور اکسل برای تعیین K_{fs} وα^* (معادله 2) بصورت خلاصه با رویکرد نموگراف فیلیپ (6) از داده های صحرایی اندازه گیری شده D_t در مقابل t استفاده می نماید. برای تخمین K_{fs} و α^*از طریق روش های فیلیپ (8) و دهارو و همکاران (1998) برای هر یک از منحنی های فرو کش با استفاده از جفت داده های (D_t, t) استفاده شد. فروکش ها به سه حالت کل دامنه فروکش (کل افت بار از زمان اولیه آزمایش تا زمانی که عمق آب در چاهک صفر می شود)، فروکش پایین (داده های افت بار از نصف چاهک تا زمانی که عمق آب در چاهک صفر شود) و فروکش بالا (داده‌ای افت بار از زمان اولیه آزمایش تا نصف چاهک) می باشد (شکل 2).

رطوبت حجمی خاک در هنگام اندازه گیری 5 درصد بود (θ_i). با انجام آزمایشات رطوبت حجمی اشباع خاک 50 درصد به دست آمد (θ_{fs}). با توجه به نتایج آزمایشات $\Delta\theta = \%45$ بدست می آید ($\Delta\theta = \theta_{fs} - \theta_i$). با توجه به موارد ذکر شده و حل معادلات رینولدز توسط زبان فرترن نتایج در سه نسبت فاکتور گرانش صفر، 0/4 (میانگین) و 0/8 (حداکثر) در جدول 2 آورده شده است.



شکل 2- محدوده داده ها در فروکش های مختلف

جدول2- نتایج خروجی از فرترن مربوط به $\frac{G}{r_0}$ که میانگین سه تکرار هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی

قطر چاهک (cm)	عمق چاهک ها (cm)	$\frac{G}{r_0}=0$		$\frac{G}{r_0}=0/4$		$\frac{G}{r_0}=0/8$	
		α (m^{-1})	$K_{fs}\times10^{-6}$ (m/s)	α (m^{-1})	$K_{fs}\times10^{-3}$ (m/s)	α (m^{-1})	$K_{fs}\times10^{-3}$ (m/s)
4	24	4/6	2/3	39	5/7	34	2
	32	3/8	5/4	39	9/8	34	4/6
	40	3/6	0/25	39	0/85	38	0/21
	48	2/6	2/7	39	6	39	2
6	36	2/13	3/4	39	13/8	33	6/45
	48	1/2	12/6	38	35	35	15
	60	2/2	0/49	39	0/5	38	0/48
8	48	2	3/8	39	7/6	36	5/8
	64	1/6	0/43	38	0/3	37	1/5
	80	1/46	0/59	39	0/41	39	0/46

تابع هدف

برای ارزیابی (صحت) دقت یک روش می بایست یک معیار سنجشی وجود داشته باشد. در این مقاله برای بررسی دقت روش حالت عمودی رینولدز تخمینهای این روش را با روش گلف (به عنوان روشی که نتایج قابل اعتمادی را نتیجه می دهد) که شقاقی و همکاران (1) در همان مکانی که روش رینولدز آزمایش شد انجام دادند مقایسه شد. این مقایسه در نسبت فاکتورهای گرانش صفر، 0/4 و 0/8 نسبت عمق به قطرهای مختلف انجام شد و بصورت نمودارهای ستونی رسم گردید. تعیین دقت تخمین های هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی توسط روش رینولدز توسط معادلات 7 و 8 می باشد. در این معادله K_{est} مربوط به تخمینهای روش رینولدز و K نتایج شقاقی و همکاران (1) به عنوان روش مورد قبول می باشد. محدوده هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی تخمین زده شده توسط شقاقی به روش گلف به ترتیب $4/35\times10^{-6}$ متر بر ثانیه و $11(m^{-1})$ می باشد. محدوده مورد قبول هدایت هیدرولیکی برای روش رینولدز با توجه به معادله 7 و 8 بین 0/8 تا 1/2 می باشد.

نسبت فاکتور گرانش ($\frac{G}{r_0}$)

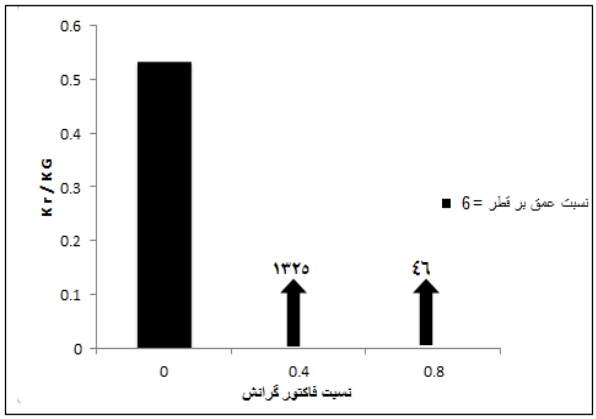
با توجه به بررسی های رینولدز (8) چهار حالت عمده برای پارامتر G، $G=0$، $G_E=G_P=r_0$، $G_E=G_{max}$ و $G_E=G_{opt}$ می باشد. با توجه به این نتایج مشخص می شود که هر چه این نسبت بزرگتر می شود (G_E به سمت r_0 نزدیکتر می شود) هدایت هیدرولیکی به دست آمده از دقت لازم برخوردار نیست و به این نتیجه رسید که فاکتور گرانش صفر بهترین نتیجه را نشان می دهد. و همچنین به این نتیجه رسید که $G = r_0$ نتایج مورد قبولی را نشان نمی دهد. در این تحقیق سه نسبت فاکتور گرانش صفر، 0/4 (میانگین) و 0/8 (حداکثر) مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه نسبت فاکتور گرانش در تخمین هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی بر اساس جدول شماره 2 و معادلات 7 و 8، شکلهای 3 تا 8 در نسبت عمق بر طول 6 برای هر سه قطر رسم گردید. اگر به شکلهای 3 تا 5 که مقایسه هدایت هیدرولیکی روش رینولدز با روش گلف در سه نسبت فاکتور گرانش می باشد توجه شود مشخص است که نتایج در هر سه قطر مشابه بوده و هر چه فاکتور گرانش (G) به r_0 نزدیکتر می شود (فاکتور گرانش بزرگتر

می شود) تخمین های روش رینولدز بزرگتر شده و از محدوده 20 درصد خطای مجاز فاصله میگیرد اما تخمین های روش رینولدز در نسبت فاکتور گرانش صفر نزدیک به این محدوده است. اگر به شکل 5 به عنوان نمونه توجه شود نتیجه نسبت تخمین روش رینولدز به گلف در فاکتور گرانش 0/9 که در محدوده بین 0/8 تا 1/2 قرار گرفته است، اما نتیجه این نسبت در فاکتور گرانش 0/4 و 0/8 به ترتیب 1767 و 1348 می باشد؛ که نشانگر فاصله بسیار زیاد از محدوده مورد نظر می باشد. نتایج در دیگر قطر ها نیز مشابه است. با توجه به نتایج هر چه فاکتور گرانش بزرگتر می شود تخمین های هدایت هیدرولیکی بزرگتر و دارای دقت کافی نیست که این نتایج با نتایج رینولدز همخوانی دارد. اگر به شکل های 6 تا 8 که مقایسه عدد جذبی روش رینولدز با روش گلف در سه نسبت فاکتور گرانش می باشد توجه شود مشخص است که نتایج در هر سه قطر مشابه بوده و در هر سه قطر در نسبت فاکتور های گرانش 0/4 و 0/8 عدد جذبی تخمینی توسط روش رینولدز فاصله 3 تا 3/5 برابری از تخمین روش گلف داشته اما نسبت فاکتور گرانش صفر فاصله کمتری به محدوده مورد نظر دارد. و در تخمین عدد جذبی نیز فاکتور گرانش صفر مناسبترین انتخاب برای ضریب G در حل معادله رینولدز می باشد.

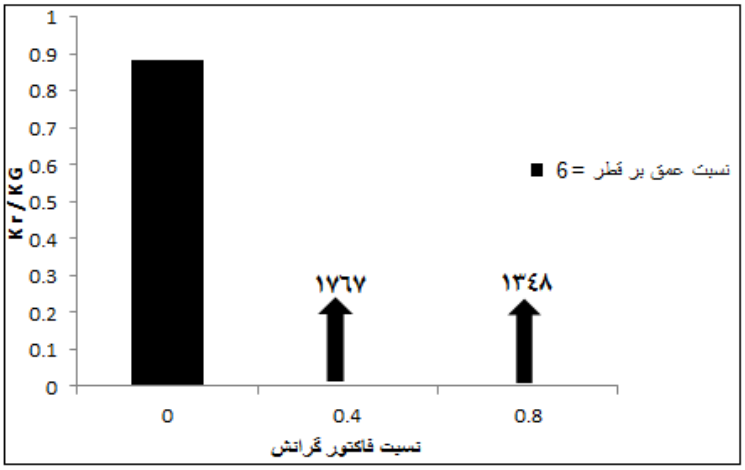
انتخاب بهترین محدوده فروکش

رینولدز (8) در بررسی هایی که با شبیه ساز هایدروس دو بعدی انجام داد بهترین فروکش را فروکش نصف پایین که تخمینهای دقیق‌تری نتیجه می دهد تشخیص داد با بررسی نتایج می توان نتایج مشابه را مشاهده کرد. با توجه به معادله 7 محدوده دقت مورد قبول برای هدایت هیدرولیکی $1/2 \leq \frac{K_{est}}{K_{fs}} \leq 0/8$ می باشد یعنی تا 20 درصد خطا در تخمین مورد قبول می باشد.

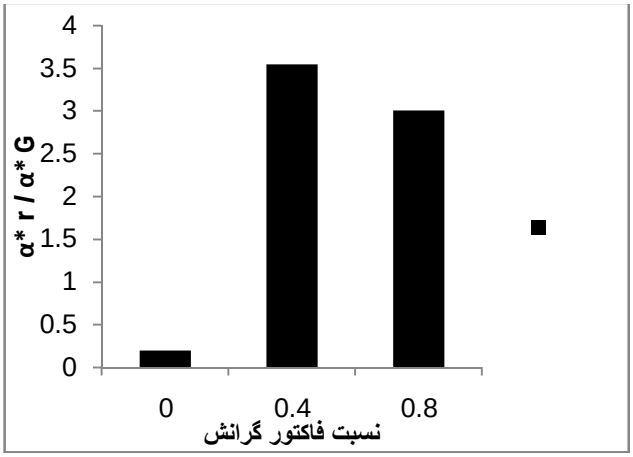
شکل 4- نمودار مقایسه نسبت فاکتور گرانش در تخمین هدایت هیدرولیکی در قطر 6 سانتی متر



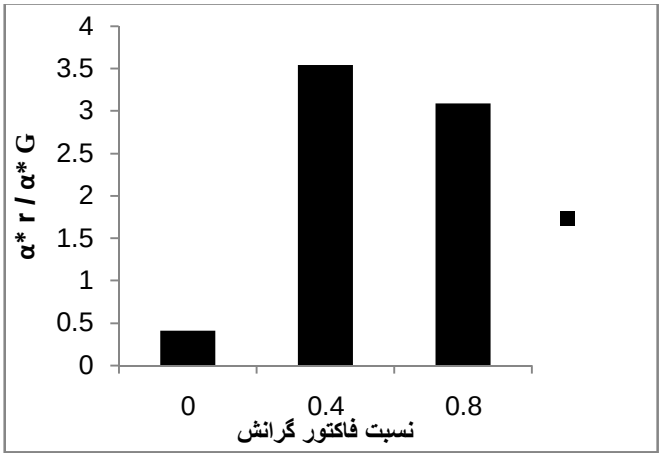
شکل 3- نمودار مقایسه نسبت فاکتور گرانش در تخمین هدایت در قطر 4 سانتی متر



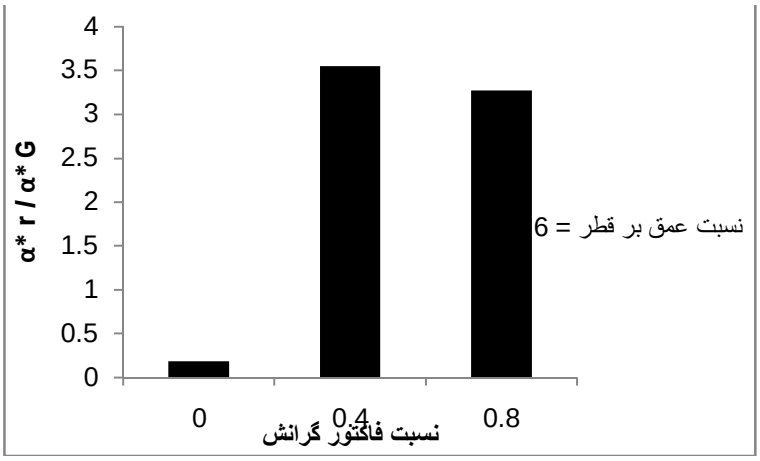
شکل 5- نمودار مقایسه نسبت فاکتور گرانش در تخمین هدایت هیدرولیکی در قطر 8 سانتی متر



شکل 7- نمودار مقایسه نسبت فاکتور گرانش در تخمین عدد جذبی در قطر 6 سانتی متر



شکل 6- نمودار مقایسه نسبت فاکتور گرانش در تخمین عدد جذبی در قطر 4 سانتی متر



شکل 8- نمودار مقایسه نسبت فاکتور گرانش در تخمین عدد جذبی در قطر 8 سانتی متر

نتایج نسبت هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی روش رینولدز به گلف بصورت جدول 3 آورده شده است. اگر در جدول 3 به نتایج فروکش بالا توجه شود در هیچ کدام از نسبتها در محدوده مورد نظر که 20 درصد اختلاف می باشد قرار ندارد که نشانگر عدم دقت تخمینها در فروکش بالا می باشد. در نسبت هدایت هیدرولیکی در فروکش بالا فقط در دو مورد نزدیک به محدوده مورد نظر می باشد، در قطر 4 سانتی متر با نسبت عمق بر قطر 6 تخمین 50 درصد بزرگتر و در قطر 8 سانتی متر نسبت عمق بر قطر 6 تخمین 40 درصد بزرگتر می باشد که این دو مورد نیز از محدوده 20 درصد خطا بزرگتر می باشد. به طور کلی طبق مطالعات رینولدز (8) و نتایج جدول 3 فروکش بالا نتایج مناسبی نداشته و قابل قبول نمی باشد. با توجه به نتایج جدول 3 در نسبت هدایت هیدرولیکی برای فروکش پایین و کل دامنه فروکش تعداد مواردی که نتایج در محدوده مورد نظر می باشد یکسان بوده و هر دو فروکش در سه مورد در محدوده 20 درصد خطای مورد نظر قرار دارد. در کل دامنه فروکش، قطر 4 سانتی متر و نسبت عمق بر قطر 6 تخمین هدایت هیدرولیکی 10 درصد خطا داشته در حالی که در فروکش پایین 50 درصد خطا داشته و مورد قبول نمی باشد. در قطر 4 سانتی متر و نسبت عمق بر قطر 8 تخمینهای هر دو فروکش پایین و کل دامنه فروکش مورد قبول می باشد. و دیگر نسبتهای مورد قبول که در محدوده 20 درصد خطا قرار دارد مربوط به قطر 6 سانتی متر و نسبت عمق بر قطر 6 و فروکش پایین که نسبت 0/8 و در قطر 8 سانتی متر نسبت عمق بر قطر 6 در هر دو فروکش پایین و کل دامنه فروکش تخمینهای مورد قبولی داشته و خطا های به ترتیب 10 و 20 درصد را دارند. رینولدز (8) در مقاله خود فروکش پایین را بهترین فروکش برای تخمین و نتایج کل دامنه فروکش را مابین فروکش بالا و پایین گزارش کرد اما بر اساس نتایج جدول 3 فروکش بالا نتایج دقیقی نشان نمی دهد که با نتایج رینولدز همخوانی دارد اما تخمینهای فروکش پایین و کل دامنه

فروکش از نظر دقت تخمین با توجه به بررسی های انجام شده تقریبا مشابه بوده و نمی توان صراحتا گفت کدام فروکش دارای دقت بیشتری هستند. با توجه به جدول شماره 6 می توان گفت که نتایج فروکش پایین به محدوده 20 درصد خطا نسبت به فروکشهای دیگر (فروکش بالا و کل دامنه فروکش) نزدیکتر می باشد. اما با این حال تخمینهای عدد جذبی در فروکش پایین در محدوده 20 درصد خطا قرار ندارد و نزدیکترین نسبت به محدوده مورد قبول نسبت عدد جذبی، 0/4 (قطر 4 سانتی متر و نسبت عمق بر قطر 6) میباشد که تخمین 40 درصد کوچکتری داشته و در 20 درصد خطای مورد قبول قرار نمی گیرد. به هر حال تخمینهای عدد جذبی در این روش قابل قبول نمی باشد.

شرایط چاهک

دو پارامتر عمق و قطر چاهک در تاثیر شرایط چاهک در تخمین‌های هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی موثر می باشد. اگر به جدول 3 توجه شود مشخص می شود که شرایط چاهک در تخمین ها تاثیر چندانی ندارد اگر در قسمت هدایت هیدرولیکی به فروکش پایین و قطر 4 سانتی متر توجه کنیم نتیجه نسبتهدایت هیدرولیکی با افزایش عمق چاهک روند خاصی ندارد (0/5، 1/2 و 0/06) که مشخص می شود عمق چاهک تاثیری در تخمین ها ندارد و از هر عمق چاهکی می توان در آزمایشات استفاده کرد. در مورد قطر نیز نتایج یکسان بوده و اگر در قسمت هدایت هیدرولیکی فروکش بالا توجه شود در نسبت عمق به طول 6 در هر سه قطر روند خاصی ندارد و این نتایج در دیگر فروکشها و حالتها مشابه می باشد. نتایج هدایت هیدرولیکی در عدد جذبی نیز صدق کرده و به طور کلی عمق و قطر چاهک در تخمین عدد جذبی تاثیری ندارد.

نتیجه گیری

در این تحقیق به منظور بررسی و شناخت عوامل موثر بر دقت تخمین هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی در چاهک پوشش دار در حالت جریان عمودی رینولدز، تاثیر محدوده فروکش، و انتخاب بهترین نسبت فاکتور گرانش، حاصله از آزمایشهای صحرایی مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحقیق سه فروکش بالا، پایین و کل دامنه فروکش توسط معادله 2 حل گردید. فروکش بالا تخمین های بزرگتری از دیگر فروکشها نشان داد. فروکش پایین نتایج کوچکتری را نشان می دهد و استفاده از کل دامنه فروکش در حل معادله 2 جوابهای مابینی بین فروکش بالا و فروکش پایین را می دهد. همچنین جهت بررسی شرایط چاهک، در یک قطر ثابت طول چاهک افزایش داده شد و در یک آزمایش دیگر در طول ثابت قطر افزایش داده شد تا تاثیر طول و قطر بر تخمینها مشخص گردد. و نتایج نشان داد که تخمینها با تغییر طول و قطر روند خاصی را دنبال نکرده و از نگاه دیگر طول و قطر چاهک در تخمین های عدد جذبی و هدایت هیدرولیکی بی تاثیر بوده و میتوان از هر قطر و طول چاهکی برای آزمایش استفاده کرد. با توجه به نتایج بهترین نسبت فاکتور گرانش در تخمین هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی فاکتور گرانش صفر بوده و هر چه این فاکتور افزایش یابد تخمین ها نتایج قابل قبولی را نشان نمی دهد.

جدول 3- نتایج نسبت هدایت هیدرولیکی و عدد جذبی روش رینولدز و گلف در نسبت فاکتور گرانش صفر

قطر	نسبت عمق بر قطر	کل دامنه فروکش	فروکش بالا	فروکش پایین	کل دامنه فروکش	فروکش بالا	فروکش پایین
4	6	0/4	0/5	0/4	0/9	1/5	0/5
	8	0/25	0/08	0/3	1/1	2/5	1/2
	10	0/2	0/03	0/3	0/06	0/06	0/06
6	6	0/2	0/2	0/2	1/4	5/1	0/8
	8	0/16	0/01	0/2	5/6	6/7	2/9
	10	0/04	0/01	0/2	0/09	0/1	0/06
8	6	0/17	0/05	0/18	1/2	1/4	0/9
	8	0/05	0/01	0/14	0/09	0/1	0/1
	10	0/07	0/01	0/13	0/12	0/14	0/13

منابع

1- شقاقی م. و مشعل م. 1386. بهبود اندازه گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با استفاده از آنالیز های تک عمقی نفوذ سنج گلف. مجله علمی

کشاورزی دانشگاه شهید چمران: ISSN 0254-3648

2- Gómez J.A., GiráldezJ.V., and FereresE. 2001. Analysis of infiltration and runoff in an olive orchard under no-till. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:291–299. doi:10.2136/sssaj2001.652291x
3- Koorevaar P., MenelikG. and DirksenC. 1983. Elements of soil physics. Elsevier,New York
4- Lancaster J.W. 2000. Multi -scale estimation of effective permeability within the Greenholes Beck catchment. Ph.D. diss. Lancaster University, Lancaster, Lancashire, UK.
5- Muñoz-Carpena R., RegaladoC.M., Álvarez-BenedíJ. and BartoliF. 2002. Field evaluation of the new Philip–Dunne permeameter for measuring saturated hydraulic conductivity. Soil Sci. 167:9–24. doi:10.1097/00010694-200201000-00002.
6- Muñoz-Carpena R., RegaladoC.M. and Álvarez-BenedíJ. 2001. The Philip– Dunne permeameter: A low-tech/low-cost field saturated hydraulic conductivity device. ASAE Pap. 01-2146. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
7- Philip J.R. 1993. Approximate analysis of falling-head lined borehole permeameter. Water Resour. Res. 29:3763–3768. doi:10.1029/93WR01688
8- Reynolds W.D. 2011. Measuring soil hydraulic properties using cased borehole permeameter: Falling-head analysis. Vadose Zone. J. 10:999–1015. doi:10.2136/vzj2010.0145.
9- Reynolds W.D. and ToppG.C. 2008. Soil water analyses: Principles and parameters.p. 913–939. In M.R. Carter and E.G. Gregorich (ed.) Soil sampling and methods of analysis. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
10- Reynolds W.D. and ElrickD.E. 2005. Measurement and characterization ofsoil hydraulic properties. p. 197–252. In J. Álvarez-Benedí and R. Muñoz-Carpena (ed.) Soil-water-solute process characterization: An integratedapproach. CRC Press, Boca Raton, FL.
11- Regalado C.M. and Muñoz-CarpenaR. 2004. Estimating the saturated hydraulicconductivity in a spatially variable soil with different permeameters:A stochastic Kozeny–Carman relation. Soil Tillage Res. 77:189–202.doi:10.1016/j.sti ll.2003.12.008
12- Šimůnek J., SejnaM. and Van GenuchtenM.Th. 1999. The HYDRUS-2D software package for simulating two-dimensional movement of water, heat and multiple solutes in variably saturated media. Version 2.0. IGWMCTPS-53. Int. Ground Water Model. Ctr., Colorado School of Mines, GOLDEN.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 4, Sept.-Oct. 2014, p. 708-716

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 4، مهر – آبان 1393، ص. 716-708

Investigating the Precision of Hydraulic Conductivity and Sorptive Number Estimation in Cased Boreholes by Reynolds Analysis: The Cased of Pakdasht Region

T. Asadollahzadeh[1*] - M. Mashal - S. Karimzadgan
Received: 13-10-2013
Accepted: 23-06-2014

Abstract

Saturated hydraulic conductivity (K_{fs}) and sorptive number are the most important hydraulic characteristics effective on soil process. Cased boreholes falling-head permeameter (Philip method) is the one of hydraulic conductivity measurement borehole method. The analysis borehole cased falling-head in unsaturated area promoted and investigated .This method has been investigated by HYDRUS- 2D simulator but in this study is not use experimental data. The purpose of this study precision investigation and determine Reynolds method accuracy by experimental data. Thirty boreholes has been prepared, 12 boreholes with 4 different length and 4 centimeters diameter, 9 boreholes with 3 different length and diameters of 6 and 8 centimeters (3 replications done for each length). A program was written by FORTRAN language for solving the equations presented by Reynolds. Shaghaghi et al determine soil hydraulic conductivity by Guelph method in mentioned area. The results gained by FORTRAN program compared by Shaghaghi et al results. Results showed that the best data drawdown zone for determining Kfs and α^* is lower range of data. Considering studies is shown that diameter and length of cased boreholes are not effective on investigation and every length and diameter can be used for solving Reynolds equation. Also the results show that the best gravity factor for precision of estimation is obtained in zero value.

Keywords: Saturated hydraulic conductivity, Sorpitve numbers, Cased borehole, Drawdown

1,2,3- MSc Student, Assistant Professor and BSc Student, Department of Irrigation and Drainage, Institution Aborayhan, University of Tehran, Pakdasht, Iran, Respectively
(* Corresponding Author: Email: t.asadolahzadeh@ut.ac.ir)