مقایسه ضریب هدایت هیدرولیکی بدست آمده از روش چاهک معکوس با روش پمپاژ به داخل چاهک در خاک سنگین

مهدی دهقان[1]، منصور سرخه نژاد[2]، سیروس جعفری[3]
1- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی - دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات خوزستان
2- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی- دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات خوزستان
3- عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی
mehdi.dehghann@gmail.com

چکیده
هدایت هیدرولیکی خاک یکی از پارامترهای مهم فیزیک خاک است که همواره اندازه‌گیری و برآورد آن مورد توجه محققین و پژوهشگران بوده است. در این تحقیق دقت عمل دو روش چاهک معکوس بعنوان رایج ترین روش و پمپاژ به داخل چاهک بعنوان یک روش نسبتاً دقیق، در تعیین هدایت هیدرولیکی در بالای سطح ایستابی مورد ارزیابی قرار گرفته است. به این منظور قسمتی از اراضی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات خوزستان با بافت رس سیلتی به مساحت 500 مترمربع انتخاب شد. در 30 نقطه چاهک‌هایی جهت تعیین ضریب هدایت هیدرولیکی به روش چاهک معکوس و 5 نقطه برای روش پمپاژ به داخل چاهک حفر گردید. مقایسه نتایج به دست آمده از دو روش فوق نشان داد که روش چاهک معکوس به طور متوسط ضریب هدایت هیدرولیکی را 28/8 درصد بیشتر از روش پمپاژ به داخل چاهک برآورد می‌کند. علاوه بر این بهترین رابطه بین ضریب هدایت هیدرولیکی بدست آمده از هر دو روش ، یک رابطه لگاریتمی با ضریب همبستگی 0/50 می باشد.

کلمات کلیدی: هدایت هیدرولیکی، چاهک معکوس، پمپاژ به داخل چاهک.

مقدمه

هدایت هیدرولیکی که نشان دهندهٔ سرعت وضعیت حرکت آب در خاک می‌باشد، از مهمترین مشخصه‌های هیدرودینامیک خاک است که در محاسبه فواصل زهکش‌های زیرزمینی و ارزیابی جریان آب زیرزمینی مورد توجه قرار می‌گیرد. در اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک روش‌های مختلفی بیان شده است، که اساس کلیه آنها بر اندازه‌گیری سرعت جریان افقی آب در خاک استوار است. هرچند مبانی علمی و روش‌های فنی اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی در حدود متعارف خود شناخته شده و در منابع مختلف توضیحات کلی در مورد آن داده شده است، اما همواره این روش‌ها دارای نقاط ضعف و قوت می‌باشند. تجربه نشان داده است که افراد مختلف متناسب با برداشت‌ها و استنباط‌هایی که از این منابع به دست می‌آورند روش‌هایی را بکار می‌برند که بالقوه ممکن است به نتایج متفاوتی برسند (وزارت نیرو 1375). در کلیه پروژه‌های آبیاری و زهکشی ضریب آبگذری در زیر سطح اشباع بایستی تعیین گردد ولی ممکن است در موارد خاص ضریب آبگذری در بخش فوقانی سطح ایستابی و یا در زیر سطح ایستابی ولی در عمق زیاد مطالعه و بررسی شود، که معروف‌ترین روش‌های صحرایی اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی در بالای سطح ایستایی عبارتند از: روش پمپاژ به داخل چاهک، روش پرمامترگلف و روش چاهک معکوس(پورشه).

گلوور توسط زانگر(1953) روش پمپاژ به‌چاهک را ارائه داد. در این روش نیاز به حفر یک چاهک بزرگ است و سطح آب داخل چاهک توسط دبی پمپ شده ثابت نگهداشته می‌شود که از روابط زیر ضریب آبگذری محاسبه می‌گردد. اساس این روش عبارت است از اندازه‌گیری حجم آبی که بصورت افقی از چاه وارد خاک می‌شود. این روش نتایج بسیار

خوبی برای تعیین ضریب آبگذری در بالای سفره آب زیرزمینی می‌دهد، اما مشکلات عملی زیادی دارد که به عنوان مثال می‌توان به مدت زیاد آزمایش (24 تا 48 ساعت) و حجم آب زیاد اشاره کرد.

$$K = 1440Q\frac{Ln\left[\frac{h}{r}+\sqrt{(\frac{h}{r})^2+1}\right]-1}{2ph^2} \quad \Leftarrow \quad t_u \geq 3h \qquad [1]$$

$$K = 1440Q\left[\frac{3Ln\frac{h}{r}}{ph(h+2T_{u)}}\right] \quad \Leftarrow \quad h \leq t_u \leq 3h \qquad [2]$$

که در آن $k(m/day)$ ضریب آبگذری خاک، $Q(m^3/min)$ دبی پمپ شده، $h(m)$ عمق آب در چاهک، $r(m)$ شعاع چاهک و $tu(m)$ فاصله سطح آب تا لایه غیر قابل نفوذ است.

روش چاهک معکوس یکی از روش‌های تعیین هدایت هیدرولیکی در بالای سطح ایستابی می‌باشد. این روش در ایران، متداول‌ترین شیوه اندازه‌گیری هدایت هیدرولیک اشباع خاک به شمار می‌رود. در حقیقت، این روش عکس روش چاهک عمل می‌کند. به اینصورت که پس از تجهیز چاهک، آن را به مدت طولانی از آب پر کرده تا به حالت اشباع درآید و تغییرات سطح آب نسبت به زمان ثبت می‌شود. از رابطه زیر بین دو حد ($h=h_0$ و $t=0$) و ($h=h_t$ و $t=t$) مقدار ضریب آبگذری بدست می‌آید:

$$K = 1.15r\frac{\log\left[h(t_1)+\frac{r}{2}\right]-\log\left[h(t_2)+\frac{r}{2}\right]}{t_2-t_1} \qquad [3]$$

کشکولی و مشعل(1369) در دو نوع خاک ماسه لومی و رسی سیلتی، روش گلف را با دو روش چاهک وارونه و *SWPT* مقایسه کردند. حیدرپور و محمدزاده(1385) ضریب هدایت هیدرولیکی بدست آمده از روش چاهک معکوس و روش پمپاژ به داخل چاهک را مقایسه کردند که نتایج بدست آمده از دو روش فوق نشان داد، روش چاهک معکوس به طور متوسط مقادیر ضریب هدایت هیدرولیکی را 56 درصد بیشتر از روش پمپاژ به داخل چاهک برآورد می‌نماید. موسوی و همکاران(1372) روش‌های صحرایی پمپاژ به داخل چاهک، چاهک وارونه، نفوذ در حوضچه و پرمامترگلف را برای تعیین ضریب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک در منطقه رودشت اصفهان با یکدیگر مقایسه کردند. کاشفی‌پور و همکاران(1375) روش‌های مختلف تعیین ضریب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک را مورد ارزیابی قرار دادند. کاوه(1368) ضریب آبـگذری اندازه‌گیری شده با استفاده از روش چاهک وارونه را با ضریب آبگذری تخمینی از روی بافت خاک مقایسه کرد.

در تحقیق حاضر، ضریب هدایت هیدرولیکی بدست آمده از روش چاهک معکوس با مقادیر حاصل از روش پمپاژ به داخل چاهک، در اراضی کشاورزی دانشگاه علوم تحقیقات خوزستان مورد مقایسه قرار گرفت و بین دو روش فوق رابطه‌ای برقرار شد.

مواد و روشها

برای انجام این تحقیق قسمتی از مزرعه آزمایشی دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان (واقع در منطقه ویس) به وسعت 500 مترمربع که در 30 کیلومتری شمال شرق اهواز می‌باشد، انتخاب گردید. مزرعه مورد نظر سالانه زیر کشت می‌رود و تحقیق حاضر بعد از برداشت محصول صورت گرفت.

برای تعیین بافت خاک، در 5 نقطه از محدوده مورد آزمایش توسط آگر نمونه خاک از اعماق 30-0، 60-30، 100-60 سانتی‌متر برداشت شد که پس از تجزیه بافت خاک به روش هیدرومتری، بافت خاک منطقه رس‌سیلتی تعیین گردید.
برای انجام آزمایش چاهک معکوس، با آگر قطر 8 سانتی‌متر تعداد 30 چاهک به عمق 45 سانتی‌متر در منطقه حفر گردید؛ سپس برس جهت از بین بردن تراکم دیواره به کار برده شد. قبل از آغاز آزمایش، به کمک قیف و لوله بلندی که به کف چاهک می‌رسید (به علت جلوگیری از فرسایش دیواره چاهک هنگام ریختن آب به درون آن) چاهک را پر از آب کرده و به مدت حداقل یک ساعت سطح آب را در چاهک ثابت نگهداشته تا دیواره و کف چاهک اشباع شود و برای انجام آزمایش آماده باشد. برای اینکه مشخص شود خاک اطراف چاهک تقریباً اشباع شده است، سطح آب درون چاهک را در فاصله زمانی 10 دقیقه اندازه‌گیری کرده، بطوریکه مقدار آب نفوذ یافته بـه حد نسبتاً ثابتی برسد، می‌توان خاک را اشباع شده تلقی کرد پس از اشباع شدن خاک مجاور چاهک، اندازه‌گیری صورت می‌گیرد؛ برای این کار، به کمک قیف و لوله، چاهک را پر از آب کرده و سریعاً متر موردنظر را که به یک شناور متصل است، درون چاهک قرار داده و از یک نگهدارنده برای نگه داشتن متر در مرکز چاهک استفاده شد. در این لحظه عدد روی متر را با توجه به لبه‌ی بالایی نگهدارندهٔ متر قرائت کرده و زمان سنج فعال می‌شود. در زمان‌های مشخص پایین رفتن سطح آب درون چاهک قرائت و یادداشت می‌شود که زمان محاسبه شده در این طرح 60 ثانیه می‌باشد. بدین ترتیب، مجموعه‌ای از تغییرات h و t به دست می‌آید که برای محاسبه‌ی ضریب هدایت هیدرولیکی به کار برده خواهد شد. برای اطمینان از آزمایش صورت گرفته بلافاصله یکبار دیگر این آزمایش را تکرار کرده و نتایج آن نیز ثبت می‌شود که در این صورت می‌توان هدایت هیدرولیکی هر چاهک را از متوسط دو تکرار بدست آورد.
برای انجام آزمایش پمپاژ به داخل چاهک، با آگر 10سانتی‌متری 5 چاهک در منطقه حفر شد و با اسکراچر دیوار چاهک خراش داده شد. سپس از طریق یک شیلنگ که از یک طرف به مخزن آب و از طرف دیگر به شیر خودکار متصل است، چاهک را پر از آب نموده و شیر خودکار در عمق مورد نظر قرار داده می‌شود تا سطح آب درون چاهک توسط شناور شیرخودکار ثابت نگهداشته شود. برای تعیین ضریب هدایت هیدرولیکی، حجم آب مصرفی از مخزن را در فاصله‌های زمانی مشخص (که بسته به نوع خاک از 15 دقیقه تا 2 ساعت می‌تواند باشد) یادداشت کرده تا جریان یکنواختی عاید شود. سپس با داشتن عمق آب درون چاهک، شعاع چاهک و مقدار ثابت جریان نفوذی (Q) می‌توان مقدار هدایت هیدرولیکی را محاسبه کرد؛ که نتایج آن در بخش بعد ذکر شده است.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ضریب هدایت هیدرولیکی (K) به روش چاهک معکوس در جدول(1) آمده است. همچنین در جدول(2) نتایج روش پمپاژ به داخل چاهک در 5 ایستگاه خلاصه شده است. از نتایج دو روش آزمون t گرفته شد و معلوم شد که در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌دار بین این دو روش وجود ندارد.

جدول 1- نتایج نهایی ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش چاهک معکوس

نام چاهک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
K_{ih} (m/day)	0/61	0/16	0/15	0/22	0/55	0/31	0/13	0/24	0/40	0/46	0/26	0/29	0/18	0/10	0/05
نام چاهک	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
K_{ih} (m/day)	0/15	0/05	0/18	0/28	0/44	0/25	0/34	0/21	0/35	0/15	0/50	0/17	0/21	0/23	0/23

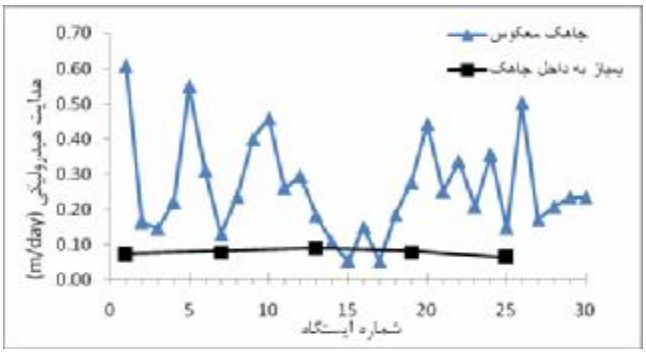
جدول 2- نتایج حاصل از اندازه گیری ضریب هدایت هیدرولیکی به روش پمپاژ به داخل چاهک

شماره ایستگاه	1	2	3	4	5
K_{SWPT} (m/day)	0/070	0/077	0/091	0/077	0/063

همانطور که در جدول (3) ملاحظه می‌شود، روش پمپاژ به داخل چاهک دارای انحراف معیار و ضریب تغییرات کمتری نسبت به روش چاهک معکوس دارد، همچنین خطای استاندارد آن خیلی کم است.

جدول 3- مقادیر توزیع نرمال ضرایب هدایت هیدرولیکی

ضریب هدایت هیدرولیکی	میانگین حسابی	انحراف معیار	خطای استاندارد	ضریب تغییرات	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی
K_{ih} (m/day)	0/26	0/14	0/025	0/53	0/83	0/21
K_{SWPT} (m/day)	0/07	0/01	0/004	0/14	0/56	0/89



شکل 1- تغییرات هدایت هیدرولیکی در دو روش چاهک معکوس و روش پمپاژ به داخل چاهک

در نمودار(1)، مقادیر ضریب هدایت هیدرولیکی برای هر دو روش چاهک معکوس و روش پمپاژ به داخل چاهک در ایستگاه‌های مختلف نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد روش چاهک معکوس همواره مقادیر بزرگتری از ضریب هدایت هیدرولیکی را نسبت به روش پمپاژ به داخل چاهک نشان می‌دهد، به طوری که ضریب آبگذری بدست آمده از روش چاهک معکوس حدود 28/8 درصد بیشتر از روش پمپاژ به داخل چاهک می‌باشد.

به منظور بررسی رابطه بین ضریب هدایت هیدرولیکی بدست آمده از روش چاهک معکوس (k_{ih}) با روش پمپاژ به داخل چاهک (k_{SWPT})، در یک دستگاه مختصات k_{SWPT} برحسب k_{ih} ترسیم شد که نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون نشان داد بهترین رابطه برای برازش بین داده‌های بدست آمده از هر دو روش، یک رابطه لگاریتمی با ضریب همبستگی R^2=0/50 می‌باشد. رابطه بدست آمده به صورت زیر می‌باشد:

$$K_{SWPT} = -2.04ln(k_{ih}) + 15.58 \qquad [4]$$

منابع

1. حبیب زاده آذر، ب.، بابازاده، ح.، زینال‌زاده، ک. مقایسه دو روش نفوذ سنج گلف و چاهک معکوس در اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (مطالعه موردی اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه). دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری وزهکشی 1387.

2. حیدرپور، م.، محمدزاده، ج. 1385. مقایسه ضریب هدایت هیدرولیکی بدست آمده از روش چاهک معکوس با روش پمپاژ به داخل چاهک. همایش ملی مدیریت شبکه آبیاری و زهکشی.
3. وزارت نیرو. 1384. دستورالعمل تعیین هدایت هیدرولیکی خاک به‌روش‌های مختلف. نشریه 322.
4. Visser, W. C. 1954. Tile drainage in the Netherlands. Neth. J. Agric. Sci. 2: 69-87.