

انواع روش های مستقیم اندازه گیری هدایت هیدرولیکی :

- روش های آزمایشگاهی
- بار ثابت
- با افتان
- روش های صحرایی
- اندازه گیری هدایت هیدرولیکی خاک در زیر سطح ایستابی
- اندازه گیری هدایت هیدرولیکی خاک در بالای سطح ایستابی
- روشهای مختلف تعیین ضریب هدایت هیدرولیکی خاک

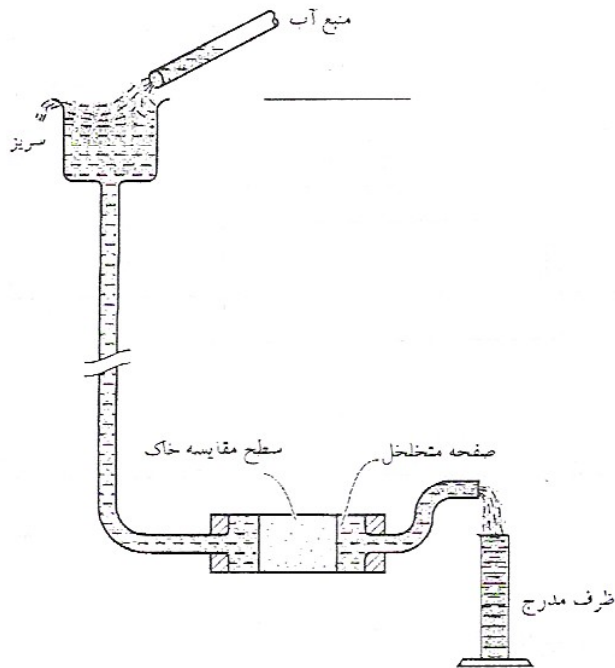
- روشهای آزمایشگاهی
- تهیه نمونه های دست نخورده با سیلندر
- صحت نتایج بستگی به کیفیت نمونه ها دارد
- تهیه تعداد زیادی نمونه (تغییر زیاد خاک در سطح مزرعه)
- آزمایش ۲ یا ۳ نمونه در هر نقطه
- قطر داخلی و ارتفاع این سیلندرها حدود ۵ سانتیمتر (به حجم دقیق ۱۰۰ سانتیمتر مکعب)



شکل (۶ ب الف) برداشت نمونه دست نخورده از یک چاهک

- نمونه ها را عمودی یا افقی برداشت می کنیم

- اساس اندازه گیری: جریانی از آب از داخل نمونه عبور داده می شود و به طور مرتب میزان جریان وافت بار ناشی از آن ثبت می گردد.
- در طی اندازه گیری مقدار بار ممکن است ثابت (روش بارثابت) و یا به تدریج تقلیل پیدا کند (روش بار متغیر یا افتان). در روش اخیر، مقدار جریانی که از داخل نمونه می گذرد نیز در طی آزمایش تقلیل می یابد.
- با ثبت ارتفاع (بار) و مقدار جریان و با استفاده از فرمول دارسی می توان ضریب k را بدست آورد.
- البته در هنگام آزمایش باید نمونه کاملاً از آب اشباع شود و سعی گردد که هیچ گونه هوایی در داخل آن باقی نماند.
- ارزیابی (ضعفها و قوتها)
- **الف-** کوچک بودن حجم نمونه. برای رفع این نقص باید تعداد زیادی نمونه برداشت شود.
- **ب-** مشکل نمونه برداری در خاکهای رسی (وجود درز و ترک) و اشباع کردن آنها در آزمایشگاه (تورم بیشتر در شرایط غیر محصور آزمایشگاه)
- **ج-** به طور کلی، اندازه گیری k در صحرا ارجح تر از روش آزمایشگاهی است.
- روش آزمایشگاهی بهتر مکمل روش صحرایی باشد، آنهم در موارد زیر:
- تعیین ضریب k در بالای سطح ایستایی
- جدا کردن K_h و K_v
- پیش بینی تاثیر نمک و دیگر خصوصیات فیزیکی بر K



$$K = \frac{VL}{hAt}$$

دستگاه اندازه گیری هدایت هیدرولیکی به روش بار ثابت.

● مثال

نمونه‌ای استوانه شکل از خاک به طول ۱۴ سانتی متر و قطر ۷/۳ سانتی متر در یک دستگاه نفوذسنج با بار ثابت قرار داده شده و بین دوسر نمونه اختلاف سطح آب ۲۴ سانتی متر بوده است. اگر در مدت ۳ ساعت و ۲۲ دقیقه ۳۲۰ سانتی متر مکعب آب از نمونه خارج شده باشد، ضریب هدایت هیدرولیکی خاک چقدر است؟

حل

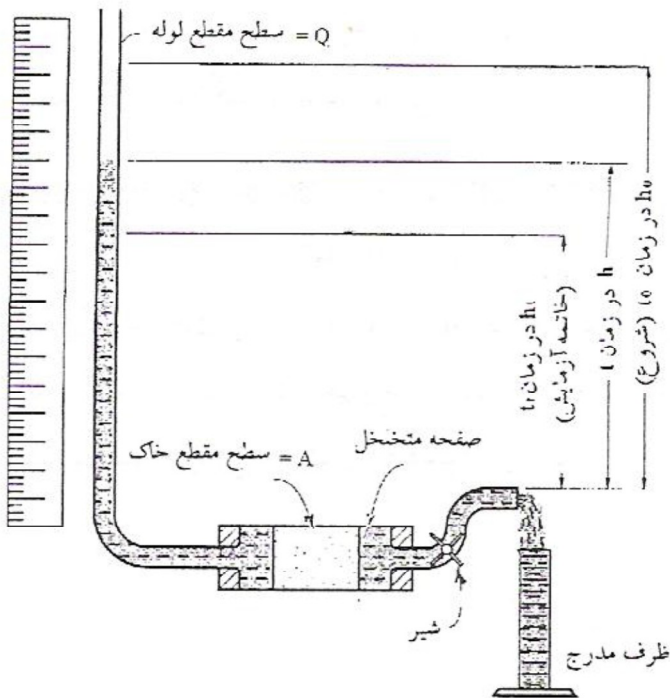
$$K = \frac{VL}{hAt}$$

$$K = \frac{(320)(14)}{(24)[\pi(7.3)^2/4](180 + 22)}$$

$$K = 2.21 \times 10^{-2} \text{ cm/min}$$

$$K = 3.68 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$$

• روش بار افتان



$$Q = -k \frac{h}{L} \times A = \frac{dh}{dt} \times a$$

$$t = 0 \quad h = h_0$$

$$t = t \quad h = h$$

$$k = \frac{L \cdot a}{A(t - 0)} \times \ln\left(\frac{h_0}{h}\right)$$

$$K = 2.3 \frac{aL}{At} \log \frac{h_0}{h}$$

دستگاه اندازه گیری هدایت هیدرولیکی به روش بار افتان .

نمونه ای از خاک بطول ۱۴ سانتی متر و قطر ۷/۳ سانتی متر با روش بار افتان مورد آزمایش قرار گرفته است، در مدت یک ساعت و ۱۸ دقیقه سطح آب در لوله ورودی که قطر آن یک سانتی متر است نسبت به سطح آب در محل خروج از نمونه از ۱۳۰ سانتی متر به ۷۲ سانتی رسید. ضریب هدایت هیدرولیکی خاک را به دست آورید

$$A = \frac{\pi}{4} (7.3)^2 = 41.85 \text{ cm}^2 \quad a = \frac{\pi}{4} (1)^2 = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$h_0 = 130 \text{ cm}$$

$$t = 60 + 18 = 78 \text{ min}$$

$$h = 72 \text{ cm}$$

$$K = 2.3 \frac{aL}{At} \log \frac{h_0}{h}$$

$$\log\left(\frac{h_0}{h}\right) = \log \frac{130}{72} = 0.2566$$

$$K = 2.3 \frac{(0.785)(14)}{(41.85)(78)} (0.2566)$$

$$K = 1.99 \times 10^{-3} \text{ cm/min} = 3.32 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$$

• روشهای صحرایی

- روشهای اندازه گیری ضریب k در زیر سطح ایستایی و بالای سطح ایستایی کاملاً متمایز از یکدیگر می باشند.
- برای اندازه گیری ضریب k در زیر سطح ایستایی روشهای دقیق تری پیشنهاد شده است.

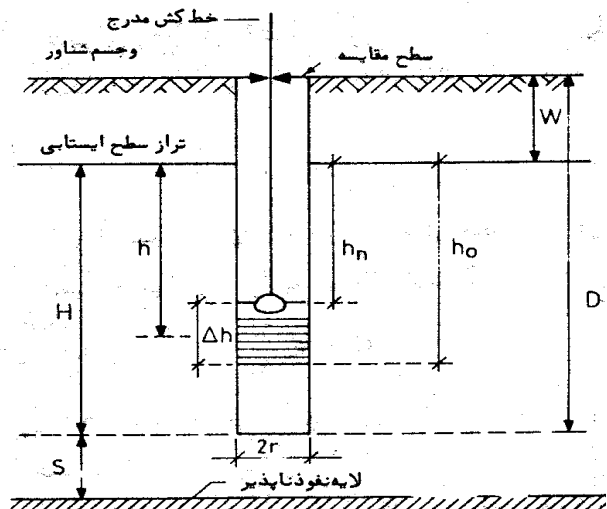
• اندازه گیری صحرایی k در زیر سطح ایستایی

• روش چاهک

- معادله هاگوت در سال ۱۹۳۶ و تکمیل آن توسط کرکهام (۱۹۴۸) و ارنست (۱۹۵۰)

• مراحل اندازه گیری K :

- سوراخ با مته که تا عمق نسبتاً زیادی در داخل آب زیرزمینی فرو رود.



- اجازه برقراری تعادل با سطح ایستایی
- در خاکهای شنی این حالت پس از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه و در خاکهای رسی پس از یک روز
- بعد از حالت تعادل، مقداری از آب چاهک به بیرون پمپ می شود.
- آنگاه بالا آمدن سطح آب در زمان های مختلف ثبت می گردد.
- H عمق چاهک در زیر سطح ایستایی
- S فاصله بین کف چاهک تا لایه غیر قابل نفوذ
- r شعاع چاهک
- W فاصله سطح ایستایی تا زمین (عمق سطح ایستایی)

- h_0 فاصله سطح ایستابی تا سطح آب داخل چاهک در شروع آزمایش یا زمانی که اولین قرائت صورت می گیرد

- h فاصله بین سطح ایستابی تا سطح آب داخل چاهک پس از زمان t از شروع آزمایش
- h_n فاصله بین سطح ایستابی و سطح آب داخل چاهک در انتهای آزمایش
- Δh مقدار صعود سطح آب داخل چاهک در مدت اندازه گیری
- نکته: مقدار h_0 بستگی به پایداری خاک و نفوذپذیری آن دارد. در خاکهای نفوذپذیر مقدار h_0 را به اندازه تقریبی ۴۰ و در خاکهای رسی که نفوذپذیری کمی دارند حدود ۸۰ سانتی متر انتخاب کنید تا برای جریان آب به داخل چاهک اختلاف بار کافی وجود داشته باشد.

• فرضیات معادله در روش چاهک

- سطح ایستابی همواره افقی باقی بماند.
 - آب از تمام سطح چاهک، که زیر سفره آب قرار گرفته است، وارد آن گردد.
 - فرضیات فوق تا زمانی که بیش از ۲۵٪ آب خارج شده از چاهک به داخل آن برگشت نکرده است صادق است.
 - برای این منظور باید آزمایش قبل از آنکه h کوچکتر از $\frac{3}{4}h_0$ گردد خاتمه پیدا نماید
- ### • محاسبات
- کرکهام (۱۹۴۸) و ارنست (۱۹۵۰) هریک به طور جداگانه جریان آب به طرف چاهکها را مورد بررسی قرار دادند و فرمول زیر را بدست آوردند:

$$K = c \Delta h / \Delta t$$

- در این فرمول k ، ضریب هدایت هیدرولیکی $m.day^{-1}$
- $\Delta h / \Delta t$ = سرعت بالا آمدن آب در چاهک $cm.sec^{-1}$
- C = ضریب (بدون بعد) مربوط به شکل و ابعاد چاهک، فاصله کف چاهک تا لایه نفوذناپذیر و ارتفاع آب در چاهک
- نکته: در روش چاهک لایه ای را به عنوان لایه غیر قابل نفوذ در نظر می گیریم که اولاً حداقل ضخامت آن ۱ تا ۲ متر باشد و دوماً هدایت هیدرولیکی آن حداقل ۱/۰ هدایت هیدرولیکی در لایه بالایی باشد.

مقادیر C برای استفاده از روش چاهک

S/H برای لایه نفوذناپذیر										
H/r	\hat{h}/H	0	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	∞
1	1	447	423	404	375	323	286	264	255	254
	0.75	469	450	434	408	360	324	303	292	291
	0.5	555	537	522	497	449	411	386	380	379
10	1	18.1	16.9	16.1	15.1	14.1	13.6	13.4		13.4
	0.75	19.1	18.1	17.4	16.5	15.5	15.0	14.8		14.8
	0.5	23.3	22.3	21.5	20.6	19.5	19.0	18.8		18.7
20	1	5.91	5.53	5.30	5.06	4.81	4.70	4.66		4.64
	0.75	6.27	5.94	5.73	5.50	5.25	5.15	5.10		5.08
	0.5	7.67	7.34	7.12	6.88	6.60	6.48	6.43		6.41

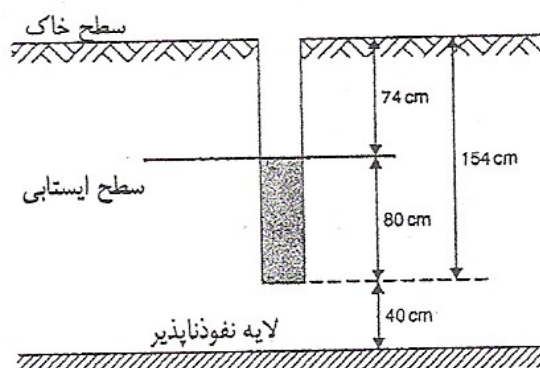
مثال

$$W + H = 154 \text{ cm}$$

$$W = 74 \text{ cm}$$

$$S = 40 \text{ cm}$$

$$r = 4 \text{ cm}$$



مقادیر ثبت شده

زمان t (sec)	تراز آب W + h (cm)	ارتفاع h (cm)	تغییر ارتفاع Δh (cm)	دوره زمانی Δt (sec)
0	116.8	42.8	-	-
20	115.6	41.6	1.2	20
40	114.4	40.4	1.2	20
60	113.3	39.3	1.1	20
80	112.2	38.2	1.1	20
100	111.2	37.2	1.0	20

$$\Delta h = 42.8 - 37.2 = 5.6 \text{ cm}$$

$$\Delta t = 100 - 0 = 100 \text{ sec}$$

$$h = \frac{42.8 + 37.2}{2} = 40 \text{ cm (متوسط ارتفاع)}$$

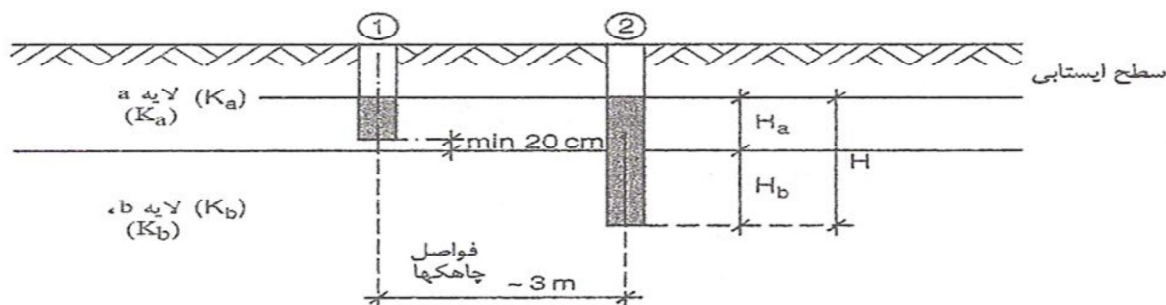
$$H = 154 - 74 = 80 \text{ cm}$$

$$H/r = 80/4 = 20 ; S/H = 40/80 = 0.5$$

$$\bar{h}/H = 40/80 = 0.5, \text{ بنابراین } C = 6.60 \text{ (جدول)}$$

$$K = C \frac{\Delta h}{\Delta t} = 6.60 \frac{5.6}{100} = 0.37 \text{ m.day}^{-1}$$

استفاده از روش چاهک در خاکهای لایه ای



طرز قرار گرفتن چاهکها در مورد خاکهایی که از دو لایه تشکیل می شوند.

- در ابتدا آزمایش در چاهک عمیق صورت گرفته و هدایت هیدرولیکی K_{ab} بدست می آید. سپس در چاهک کم عمق نیز اندازه گیری به عمل آمده که در نتیجه k_a بدست می آید. مقدار k_b را می توان با داشتن k_a ، k_{ab} و H_a و H_b از روی فرمول زیر بدست آورد.

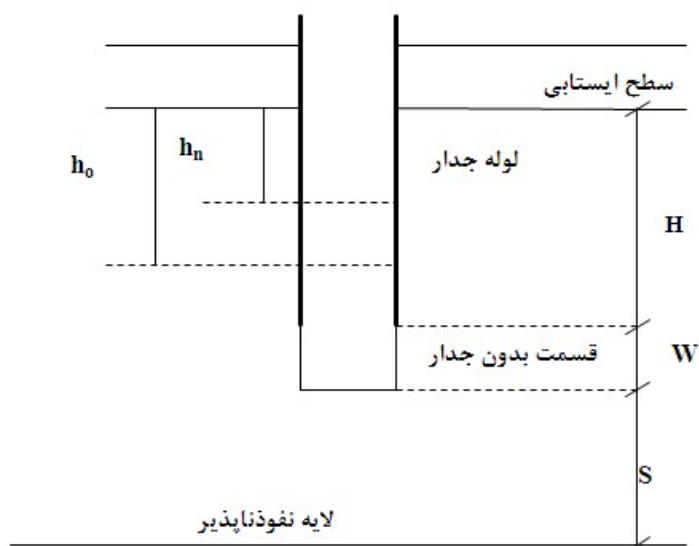
$$K_b = \frac{K_{ab} (H_a + H_b) - K_a H_a}{H_b}$$

نکته: البته اگر $k_a \gg k_b$ باشد مقدار k_b محاسبه شده از دقت زیادی برخوردار نمی باشد

- ارزیابی روش چاهک
- الف- مقدار K محاسبه شده در واقع تخمینی از K_h خاک است. چرا؟
- ب- در مقایسه با نمونه های دست نخورده (آزمایشگاهی) نتایج به واقعیت نزدیکتر است. چرا؟
- در این روش نیز اشتباهاتی در تعیین K پدید می آید که از منابع زیر نشأت می گیرد.
 - اشتباه در اندازه گیری (حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد)
 - متغیر بودن خاک (حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد در خاکهای شنی و بیشتر از آن در خاکهای رسی) بطوری که ۱۰ تا ۳۰ درصد نوسان بین نتایج بدست آمده از ۵ تکرار امری عادی است.

- ۲- روش پیزومتر
- روش پیزومتر از بسیاری جهات مشابه روش چاهک است.

- لوله ای به قطر داخلی ۳ تا ۸ سانتی متر که دو سر آن باز است طوری در خاک قرار داده می شود که در انتهای آن حفره ای خالی وجود داشته باشد.



$$K = \frac{\pi r^2}{C} \frac{\ln(h_0/h_n)}{(t_n - t_0)}$$

r = شعاع حفره خالی زیر چاهک (cm)

h_0, h_n = ارتفاع آب در زمانهای t_0 و t_n (cm)

t_0, t_n = فاصله زمانی (ثانیه، دقیقه و غیره)

C = ضریب مربوط به شکل و ابعاد پیزومتر (واحد طول، cm)

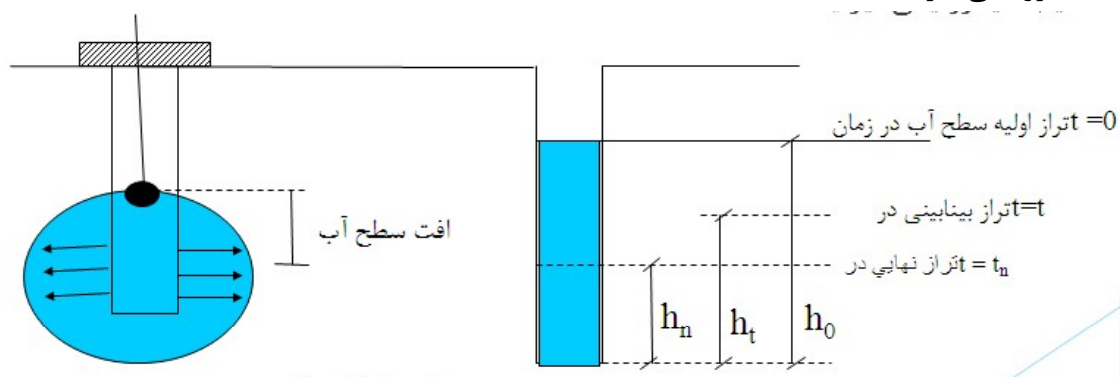
تصویر C از روش پیزومتر

ضریب شکل C/r برای استفاده در روش پیزومتر

W/r	H/r	s/r (برای لایه نفوذناپذیر)						
		∞	8	4	2	1	0.5	0
0	20	5.6	5.5	5.3	5.0	4.4	3.6	0
	16	5.6	5.5	5.3	5.0	4.4	3.6	0
	12	5.6	5.5	5.4	5.1	4.5	3.7	0
	8	5.7	5.6	5.5	5.2	4.6	3.8	0
	4	5.8	5.7	5.6	5.4	4.8	3.9	0
0.5	20	8.7	8.6	8.3	7.7	7.0	6.2	4.8
	16	8.8	8.7	8.4	7.8	7.0	6.2	4.8
	12	8.9	8.8	8.5	8.0	7.1	6.3	4.8
	8	9.0	9.0	8.7	8.2	7.2	6.4	4.9
	4	9.5	9.4	9.0	8.6	7.5	6.5	5.0
1.0								

ارزیابی روش پیزومتریک

- الف- این روش مخصوص جاهایی است که خاک از لایه های نازک و مشخص تشکیل شده و عمق آن به قدری زیاد است که انجام روش چاهک در آن عملی نمی باشد.
- ب- اشتباهاتی که معمولاً در روش چاهک بروز می کند در این روش نیز محتمل است.
- ج- در شرایطی که حفره ته پیزومتر طویل ($W/r \geq 8$) باشد، شکل حفره منعکس کننده هدایت هیدرولیکی K_h است.
- چاهک معکوس
- ۲- روش چاهک معکوس (پورشه)
- ابتدا چاهک و خاک اطراف چاهک را اشباع می نماییم.
- سپس چاهک را تا سطح مشخصی از آب پرمی کنیم و بتدریج که آب در دیواره چاهک نفوذ می کند افت سطح آب را در زمانهای مختلف یادداشت می کنیم.
- در اینجا نیز فرض می شود که میزان آبی که در جدار چاهک نفوذ می کند برابر $ksat$ است. و شیب هیدرولیکی نیز یک است.



$$Q = k(2\pi rh + \pi r^2) = 2k\pi r(h + \frac{r}{2}) \quad \text{جریان خارج شده از چاهک}$$

$$Q = -\pi r^2 \cdot \frac{dh}{dt} \quad \text{همچنین از نزول سطح آب داخل چاهک نتیجه می شود که :}$$

$$-\frac{2k}{r} dt = \frac{dh}{h + \frac{r}{2}} \quad \text{کاهش می یابد. } h \text{ مقدار } t \text{ علامت منفی به این دلیل است که با افزایش}$$

با انتگرال گیری بین دو حد :

$$t = 0, h = h_o$$

$$t = t, h = h_t$$

خواهیم داشت :

$$\frac{2k}{r} t = \ln(h_o + \frac{r}{2}) - \ln(h_t + \frac{r}{2})$$

$$k = \frac{1.15 r \log(h_o + \frac{r}{2}) - \log(h_t + \frac{r}{2})}{t}$$

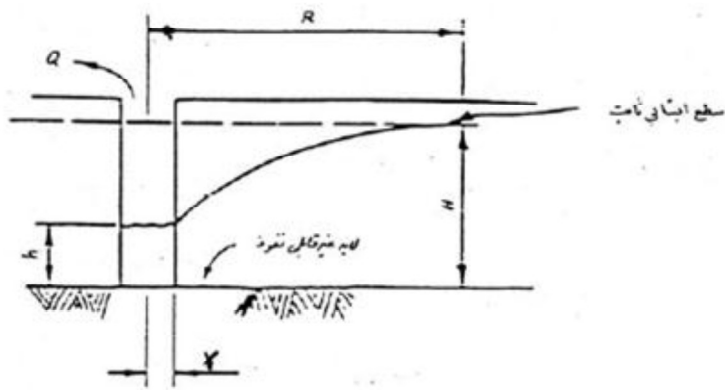
مقادیر قرائت شده h_t و t را روی یک کاغذ لگاریتمی معمولی رسم می کنیم تا خط مستقیمی بدست آید. شیب این خط ضریب هدایت هیدرولیکی k است.

موارد خطا و تقریب در آزمایش چاهک معکوس :

- متغیر بودن سطح آب در هنگام آزمایش در خاکهای لایه ای و مطابق
- فرض یکسان بودن هدایت آبی در جهت های عمودی و افقی
- نفوذ آب در توده خاک
- تغییر دمای آب
- وضعیت لایه محدود کننده و آب زیرزمینی
- کیفیت آب مورد استفاده
- روش پمپاژ
- انجام آزمایشات به روش چاهک و روش پیزومتری در شن های درشت و سنگریزه مشکل است.
- تحت چنین شرایطی گزینه دیگر پمپاژ آب را می توان استفاده نمود

- مانند روش چاهک، در داخل سطح ایستابی چاهکی حفر می نمایند. در این چاهک سطح ایستابی را اندازه گیری می کنند. سپس آب در چاهک را به میزان ثابتی پمپاژ می شود.
- بعد از مدتی سطح آب در چاهک به سطحی با جریان پایدار خواهد رسید
- فرض می گردد وقتی افت سطح ایستابی در چاهک کمتر از ۳ سانتی متر در مدت ۲ ساعت باشد جریان پایدار وجود دارد.
- در این زمان مقدار جریان و عمق آب در چاهک یادداشت می گردد.
- از این روش تنها در شرایطی که روش چاهک و پیزومتری نتایج رضایت بخشی نمی دهد استفاده می گردد

الف) پمپاژ از یک طبقه یکنواخت، سطح ایستابی در طبقه پمپاژ



$$K = \frac{a \log_e \left(\frac{R}{r} \right)}{\pi (H^2 - h^2)}$$

در اکثر موارد $R = 500r$ فرض می شود.

K : هدایت هیدرولیکی برحسب فوت مکعب در فوت مربع در روز

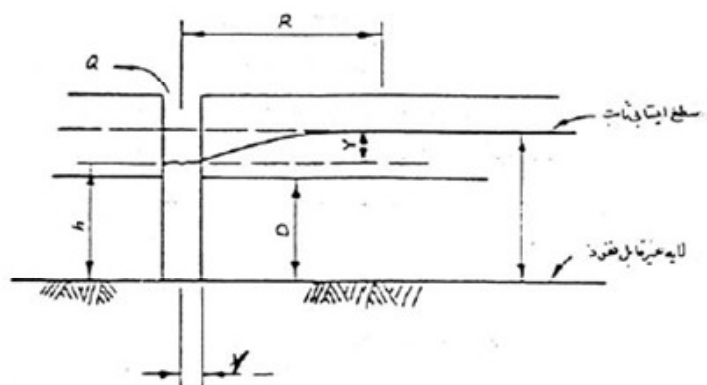
Q : مقدار جریان در شرایط پایدار برحسب فوت مکعب در روز

H : عمق آب در چاهک در شرایط پمپاژ در حالت پایدار برحسب فوت

R : فاصله از خط مرکزی چاه تا نقطه افت صفر برحسب فوت

r : شعاع مؤثر چاه برحسب فوت

ب) پمپاژ از یک طبقه محصور، سطح ایستابی بالای طبقه پمپاژ می‌شود.



$$K = \frac{Q \log_e \left(\frac{R}{r} \right)}{2\pi YD}$$

در اکثر موارد $R=50 \cdot r$ فرض می‌شود.

K: هدایت هیدرولیکی برحسب فوت مکعب در فوت مربع در روز

Q: مقدار جریان در شرایط پایدار برحسب فوت مکعب در روز

Y=H-h افت سطح ایستابی بر حسب فوت

D: ضخامت بین کف چاهک و لایه محصور شده روی آن برحسب فوت

R: فاصله از خط مرکزی چاه تا نقطه افت صفر برحسب فوت

T: شعاع مؤثر چاه برحسب فوت

• اندازه گیری K در بالای سطح ایستابی

روش زه آب خروجی

• هدایت هیدرولیکی خاک از طریق تجزیه و تحلیل آمار بدست آمده از اندازه گیری دبی زهکش و سطح

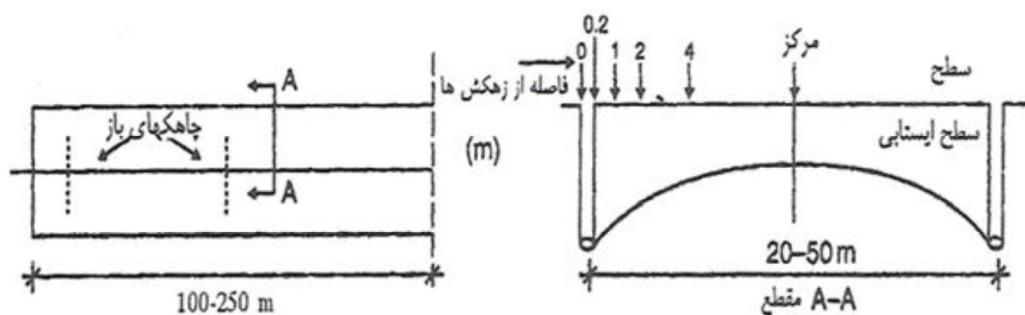
ایستابی در یک قطعه زمین آزمایشی تعیین می‌گردد.

• سطح آب در چاهک‌هایی که به این منظور حفر می‌شوند اندازه گیری می‌شود.

• این روش بر اساس این فرض استوار است که معادله فاصله بین زهکشها در شرایط مورد آزمایش صادق باشد.

• در شرایط ماندگار از معادله هوخهات استفاده می‌شود.

$$q = \frac{8Kdh}{L^2} + \frac{4kh^2}{L^2}$$



$$q = \frac{8kdh}{L^2} + \frac{4kh^2}{L^2}$$

$$q = Ah + Bh^2$$

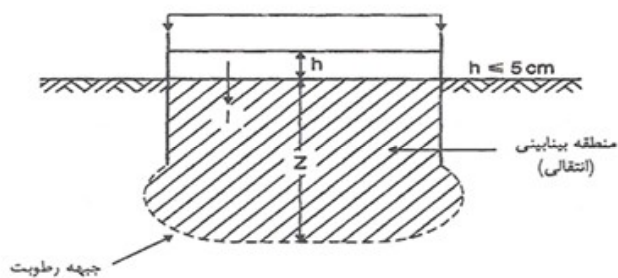
or

$$\frac{q}{h} = A + Bh$$

$$A = \frac{8Kd}{L^2}$$

$$B = \frac{4K}{L^2}$$

روش نفوذ سنجی



... به وسیله دستگاه نفوذسنج یک حلقه ای

$I =$ سرعت نفوذ (m.day^{-1})

$K_\theta =$ هدایت هیدرولیکی خاک در رطوبت (m.day^{-1}) θ

$h =$ ارتفاع آب که روی سطح خاک قرار گرفته است (m)

$z =$ عمق جبهه رطوبتی خاک (m) یا عمقی که آب نفوذ کرده است.

$P =$ فشار آب خاک در جبهه رطوبت (m)

$$I = K_\theta \frac{h + z - P}{z}$$

$$\theta \rightarrow \theta_{\text{sat}}$$

$$K_\theta \rightarrow K_{\text{sat}}$$



$$I_{\text{final}} = K_\theta = \frac{h + z - P}{z} \approx K_{\text{sat}}$$

$$\left(\frac{h + z - P}{z} \rightarrow \frac{z}{z} \rightarrow 1 \right)$$

• ارزیابی روش نفوذسنجی

(الف) در این روش فقط مؤلفه عمودی هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری می‌شود.

(ب) روش بسیار آسان و ساده است ولی از دقت زیادی برخوردار نمی‌باشد.

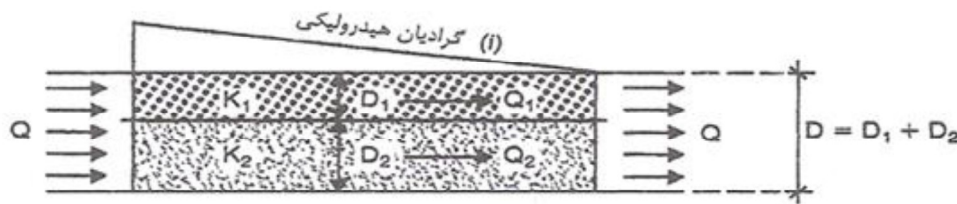
- به دلیل تغییرات موضعی خاک در هر نقطه آزمایش حداقل سه بار تکرار شود.
- در موقع نصب نفوذسنج، خاک تا اندازه‌ای به هم می‌خورد که از دقت آزمایش کاسته می‌شود.

(ج) در خاکهای شنی صحت عمل بسیار کم است.

(د) به دلیل تورم در خاکهای رسی، به خصوص اگر آب شیرین مصرف شود، از دقت عمل کاسته می‌شود. در این شرایط سعی شود از آب شور برای آزمایش استفاده گردد.

مقادیر مرکب K

جریان افقی از لایه خاک



جریان افقی آب از لایه‌های خاک

$$Q_1 = K_1 D_1 i$$

$$Q_2 = K_2 D_2 i$$

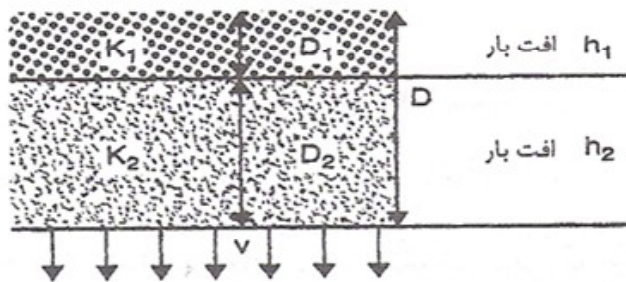
$$Q = Q_1 + Q_2 = K_1 D_1 i + K_2 D_2 i$$

$$Q = K(D_1 + D_2) i$$

$$\bar{K} = \frac{K_1 D_1 + K_2 D_2}{D_1 + D_2}$$

$$\bar{K} D = K_1 D_1 + K_2 D_2$$

جریان عمودی آب از لایه‌های خاک



$$v = K_1 \frac{h_1}{D_1}, h_1 = \frac{v D_1}{K_1}$$

$$v = K_2 \frac{h_2}{D_2}, h_2 = \frac{v D_2}{K_2}$$

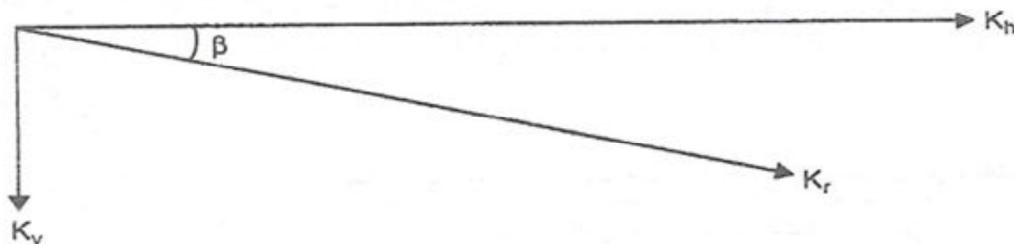
جریان عمودی آب از لایه‌های خاک

$$h = h_1 + h_2 = v \left(\frac{D_1}{K_1} + \frac{D_2}{K_2} \right)$$

$$v = \bar{K} \frac{h}{D_1 + D_2}, h = v \frac{D_1 + D_2}{\bar{K}}$$

$$\bar{K} = \frac{D_1 + D_2}{\frac{D_1}{K_1} + \frac{D_2}{K_2}} = \frac{K_1 K_2 D}{D_1 K_2 + D_2 K_1}$$

جریان شعاعی و جریان آب از خاکهای غیر همروند



مقدار K در خاکهای غیر همروند برای جریان شعاعی

$$K = (K_h K_v)^{1/2}$$

$$\beta = \frac{K_v}{K_h}$$

از روش تبدیل مقیاس (transformation of scale) که در آن خاک را به صورت همروند در نظر می‌گیرد نیز می‌توان استفاده نمود.

انتخاب محل آزمایش و تعداد آزمایشها

باید بافت خاک را از نظر ظاهری مشاهده نموده و حدودی را برای K تخمین زد.

جدول ۱۹-۴ تیپ دامنه تغییرات هدایت هیدرولیکی

تیپ دامنه تغییرات K (m.day^{-1})	بافت خاک
۵-۱۰	خیلی درشت
۲-۶	درشت
۰/۵-۲	متوسط درشت
۰/۲۵-۰/۸	متوسط
۰/۱۰-۰/۴	متوسط ریز
۰/۰۵-۰/۱	ریز

تعداد آزمایشها

می توان بر اساس پیشنهاد FAO به شرح جدول عمل نمود.

جدول ۱۹-۵ تراکم اندازه گیریهای هدایت هیدرولیکی K در خاکهای مختلف

سطح زمین به ازاء هر نقطه آزمایش		شرایط خاک
فاصله زهکش حدود ۷۵ متر	فاصله زهکش حدود ۳۰ متر	غیر همگن
10-15 ha	< 5 ha	
40-75 ha	10-25 ha	همگن

تعداد آزمایشها

تعداد آزمایشهای مورد نیاز در هر یکصد هکتار از اراضی

فاصله محتمل زهکشها			خاک
بیش از ۷۵ متر	←	کمتر از ۳۰ متر	ناهمگون ↓ همگون
۷ تا ۱۰	۱۰ تا ۲۰	بیش از ۲۰ آزمایش	
۲/۵ تا ۴	۴ تا ۱۰	۱۰ تا ۲۰	
۱/۳ تا ۲/۵	۲ تا ۴	۴ تا ۱۰	

تعداد اندازه‌گیری پیشنهاد شده هدایت هیدرولیک خاک در مراحل مختلف مطالعاتی

مراحل مطالعاتی	فاصله اندازه‌گیری در شبکه منظم (کیلومتر × کیلومتر)	تعداد اندازه‌گیری در ۱۰۰ هکتار
مرحله شناسایی	۲×۲	۰/۲۵
مرحله اول	۱×۱	۱
مرحله دوم	۰/۵×۰/۵	۴

عمق مناسب اندازه‌گیری هدایت هیدرولیک خاک

شرایط خاک	در کلیه نقاط	در ۲۰ درصد نقاط	در ۱۰ درصد نقاط
خاک عمیق با نفوذپذیری خوب	L / ۱۰	L / ۶	
خاک با لایه‌های زیرین مطبق			
$K_v < K_h$	L / ۲۰	L / ۱۰	
$K_v \ll K_h$	L / ۲۰		L / ۱۰
خاک با لایه زیرین کم نفوذ	L / ۲۰		L / ۱۰

عمق مناسب اندازه‌گیری هدایت هیدرولیک خاک (متر زیر عمق نصب زهکش)

شرایط خاک	در کلیه نقاط (متر)	در ۲۰ درصد نقاط (متر)
خاک یکنواخت	۱	۳
خاک عمیق	۳	

- تفسیر نتایج هدایت هیدرولیکی خاک

برای هر تیپ خاک نتایج حاصله به ترتیب نزولی ردیف می‌شوند

سپس بین داده‌های حاصله تجزیه و تحلیل آماری صورت می‌گیرد

ارقامی که بدور از انتظار به نظر می‌رسند حذف شوند.

تهیه نقشه K یا مقیاس ۱:۵۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ است

جداسازی و تعیین نواحی با خصوصیات فیزیوگرافی یکسان

تعیین فاصله زهکش‌ها در نواحی با خصوصیات فیزیوگرافی یکسان با فواصل ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ متری

انتخاب موقعیت نقاط :

- اندازه‌گیری در مجاورت نقاطی که در آن از قبل چاهک مشاهده‌ای حفر شده اند.
- مکان از نظر ویژگی‌های فیزیوگرافی و توپوگرافی مشابه اراضی پیرامون باشد.
- در خاکهای ناهمگن تراکم اندازه‌گیریها متناسب با افزایش می‌یابد.
- تا حد امکان آزمایش در خاک با لایه‌های ضخیم

- شناسایی لایه‌های خاک :

- حفر چاهک تا عمق مناسب (۵ الی ۶ متر)

- شناسایی لایه‌های مختلف

- شناسایی عمق لایه محدود کننده

- تعیین نیمرخ و وضعیت آب زیرزمینی

- امکان اندازه‌گیری هدایت آبی با دو روش و مقایسه و تحلیل نتایج دو روش