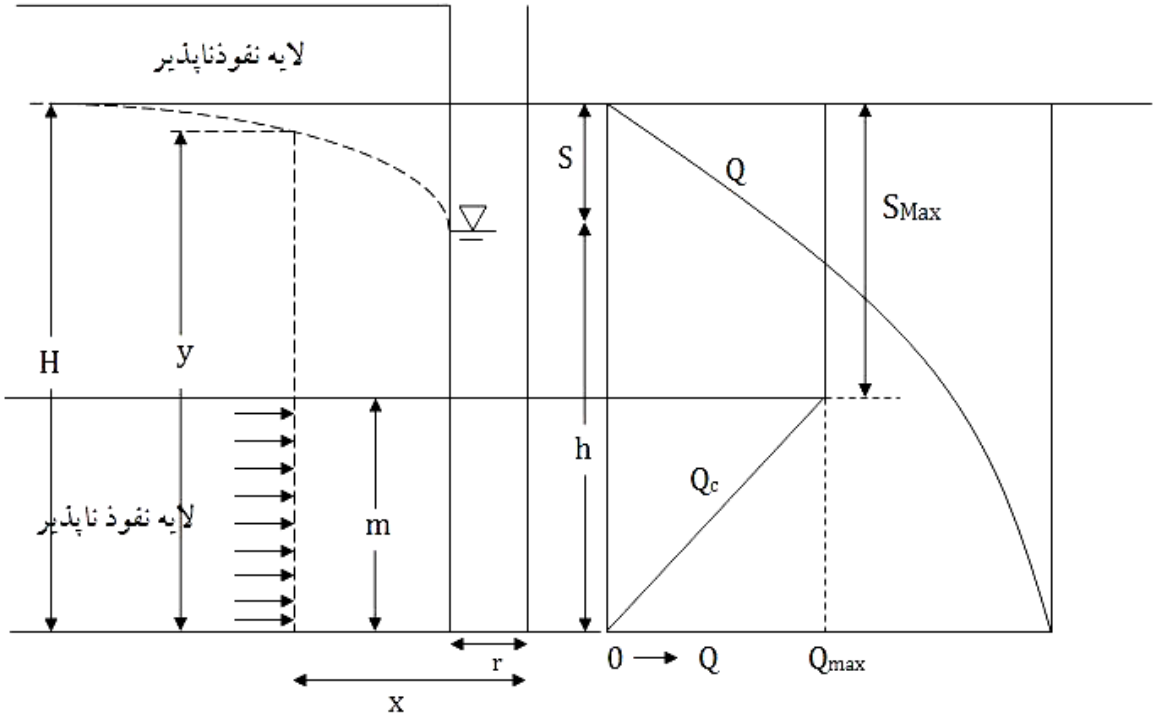
آبدهی چاه های آرتزین



سطح آبده بفاصله x عبارتست از استوانه ای به شعاع x و ارتفاع m (لایه نفوذ پذیر چاه). بنابراین طبق قانون دارسی خواهیم داشت :

$$Q = A.K_f \frac{dy}{dx} = \underbrace{(2\pi x.m)}_{\text{سطح آبده}} \times K_f \frac{dy}{dx}$$

$$\frac{Q}{m.K_f.2\pi} \int_r^R \frac{dx}{x} = \int_h^H dy$$

$$\Longrightarrow \boxed{Q = (H-h)\frac{2\pi m}{\ln\frac{R}{r}} K_f} \qquad \text{if} \quad m > h$$

شرط شیب خط فشار استاتیکی مثل حالت کلی باید برقرار باشد. پس :

$$Q_C = \frac{2\pi . r . m . \sqrt{K_f}}{15}$$

.

محاسبه چاهها با فرض واقعی جریان متغیر و شعاعی

" روش های تایس و ژاکوب "

مشخص است که هنگام پمپاژ شعاع تاثیر چاه R با گذشت زمان زیاد می شود و تغییرات سطح آب زیرزمینی نیز با گذشت زمان کاهش یافته و در حد تعادل ثابت می شود.

معادله دیفرانسیل جریان غیر دایمی چاهها بصورت زیر می باشد:

$$\nabla^2 h = \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{S}{T} . \frac{\partial h}{\partial t}$$

h : ارتفاع سطح آب زیرزمینی نسبت به مبدأ مقایسه (کف چاه)

t : زمان جریان

S : ضریب انباشتگی یا ذخیره (مقدار آبی که از واحد سطح سفره میتواند برداشت شود و افت فشار واحد ایجاد کند)

T : ضریب قابلیت انتقال (مقدار آبی که در واحد زمان از مقطع واحد عمود بر جهت جریان عبور کند)

اگر ضخامت لایه آبده زمین H بوده و در طول سفره یکسان و ثابت باشد مطابق قانون دارسی داریم :

$$Q = A . V = (H . L)(K_f . i) = T . L . i \quad \text{یا} \quad T = H . K_f$$

یعنی ضریب انتقال برابر است با ضخامت لایه ضربدر نفوذپذیری.

در سفره های آزاد ضخامت لایه به H و در سفره های تحت فشار به m نشان داده میشود.

تایس برای حل معادله دیفرانسیل چاهها روشی پیدا کرده است ، بصورت زیر :

معادله تایس : $$H - h = S = \frac{Q}{4\pi T}\int_u^\infty \frac{e^{-u}\,du}{u}$$

S : افت سطح آب در چاه مشاهده ای

Q : دبی برداشت آب از چاه اصلی

U : تابع و متغیر بدون بعد.

بسط انتگرال تایس $$S = \frac{Q}{4\pi T}\left[-0.5772 - \ln u + u - \frac{1}{2}\frac{u^2}{2!} + \frac{1}{3}\frac{u^3}{3!} + \cdots\right]$$

راههای تقریبی و گوناگونی برای حل این سری داده شده که دو روش تایس و ژاکوب کاربرد بیشتری داشته و بیان می شوند :

روش تایس : " Theis "

با فرض : زمین هموژن و نفوذپذیری یکسان در همه سو و سفره آب نامحدود و ناچیز بودن قطر چاه

$$S = \frac{14.6\,Q}{T}.W(u)$$

S : افت سطح آب در چاه مشاهده ای " m "

Q : دبی برداشتی از چاه اصلی $\frac{m^3}{\min}$ متر مکعب در دقیقه

$u = \frac{x^2.S}{4T.t}$ T : ضریب قابلیت انتقال " متر مکعب در روز در یک متر طول از سفره زیرزمینی "

$W(u)$: تابع چاه (بدون بعد)

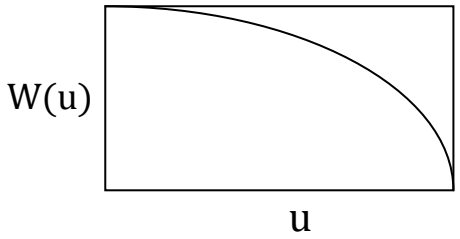
x : فاصله چاه مشاهده ای تا چاه اصلی (m)

S : ضریب انباشتگی (بدون بعد)

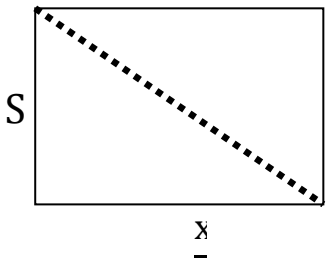
t : زمان " از شروع پمپاژ به روز"

روش محاسبه

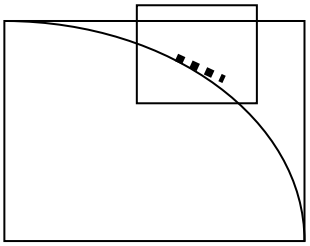
گام اول : به ازاء مقادیر مختلف u ، مقدار W(u) از جدول 3-3 بدست می آید و منحنی لگاریتمی آن که بنام منحنی تیپ معروف است رسم میشود.



گام دوم : به ازاء مقادیر مختلف $\frac{x^2}{t}$ منحنی لگاریتمی افت سطح چاه را رسم می کنیم.



گام سوم : انطباق دو منحنی در حد ممکن بطوریکه محورهای آنها موازی باشد



گام چهارم : با انتخاب هر نقطه اختیاری می توان مقادیر u ، W(u) ، S ، $\frac{x^2}{t}$ را بدست آورید.

گام پنجم : محاسبه S و T از روابط مقابل

$$T = \frac{114.6\,Q}{s}(W(u))$$

$$S = \frac{u.4T.t}{x^2}$$

گام ششم : با داشتن S و T به ازاء هر مقدار Q میتوان s افت را حساب کرده یا بلعکس با داشتن مقدار افت در چاه مجاور میتوان دبی چاه را پیش بینی نمود.

با داشتن T میتوان مقدار جریان آب سفره را معین کرد ،همچنین اگر ضخامت لایه (H) معلوم باشد می توان ضریب نفوذپذیری K_f را هم بدست آورد.

اگر چاه مشاهده وجود نداشته باشد می توان اندازه گیری افت سطح آب را در چاه اصلی و با فرض $x=1$ انجام داد (قدری خطا دارد)

مثال : در یک چاه که در منطقه تحت فشار (آرتزین) می باشد. دبی 31 لیتر در ثانیه پمپاژ میشود، افت سطح چاه بلافاصله پس از شروع پمپاژ در چاه مشاهده ای بفاصله 61 متری مطابق جدول 3-4 داده شده است. مطلوبست محاسبه ضرایب انباشتگی و انتقال.

منحنی لگاریتمی $(u - W(u))$ و $(S - \frac{x^2}{t})$ را رسم و منطبق می کنیم. مقادیر زیر بدست خواهد آمد (برای A مشخص)

$$A\begin{cases}\begin{cases}S = H - h = 0.454\\ \frac{x^2}{t} = 1.069 \times 10^6\end{cases}\\ \begin{cases}u = 0.046\\ W(u) = 2.6\end{cases}\end{cases}$$

$$T = \frac{114.6\, Q\, W(u)}{H - h} = \frac{114.6 \times \frac{31}{1000} \times 2.6}{0.454} = 1220.7\left(\frac{m^2}{d}\right)$$

$$S = \frac{4u.T.t}{x^2} = \frac{4 \times 0.046 \times 1220.7 \times 3.48}{3721} = 2.1 \times 10^{-4}$$

حل همین مسئله به روش ژاکوب $T = \frac{0.183 \times \frac{31}{1000}}{0.4} = 0.014\frac{m^2}{S} = 1210\frac{m^2}{d}$

$$S = \frac{2.25.T.t_0}{x^2} = \frac{2.25 \times 1210 \times 3.2 \times 10^{-4}}{3721} = 2.34 \times 10^{-4}$$

روش ژاکوب

با توجه به اینکه جمله سوم به بعد در رابطه زیر کوچک و قابل صرفنظر هستند، ژاکوب رابطه زیر را پیشنهاد کرده است :

$$S = \frac{Q}{4\pi T}\left[-0.5772 - \ln u + u - \frac{1}{2}\frac{u^2}{2!} + \frac{u^3}{3 \times 3!} - \cdots\right]$$

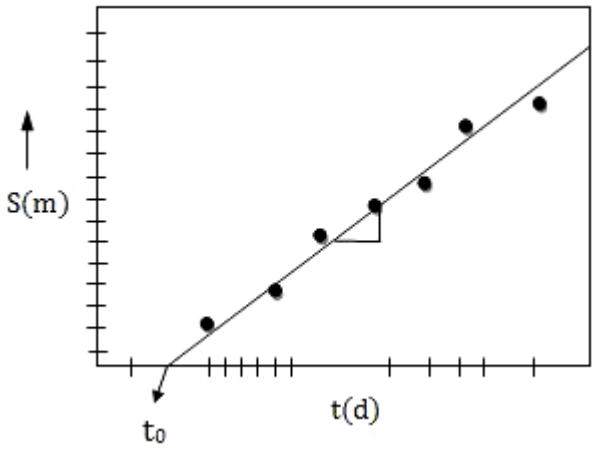
$$S = \frac{Q}{4\pi T}(-0.5772 - \ln u) \quad \text{یا} \quad S = \frac{Q}{4\pi T}\left(\ln\frac{4T.t}{x^2 S} - 0.5772\right)$$

اگر به لگاریتم طبیعی تبدیل شود :

$$S = \frac{2.3Q}{4\pi.T}\log\frac{2.25T}{x^2 S} + \frac{2.3Q}{4\pi.T}\log t$$

روش :

با آزمایش پمپاژ مقادیر مختلف S و $\log t$ را بدست می آوریم. S را با مختصات خطی و t را لگاریتمی رسم می نمائیم. خطی که بدست می آید دارای شیب $\frac{2.3\,Q}{4\pi.T}$ است. پس با داشتن این شیب T بدست می آید



.

برای یک سیکل لگاریتمی زمان خواهیم داشت :

$$S_2 - S_1 = \Delta S = \frac{0.183Q}{T}$$

ΔS : تغییرات افت سطح آب زیرزمینی "m"

Q : دبی پمپاژ به " $\frac{m^3}{Sec}$ "

T : قابلیت انتقال " $\frac{m^2}{S}$ "

$\frac{2.25.T.t_0}{x^2} = S$ نقطه برخورد خط با محور لگاریتمی یا t_0

روش ژاکوب برای $u \leq 0.01$ کاربرد دارد که باید در پایان محاسبات این شرط را کنترل کرد.

مدت آزمایش پمپاژ

1 -کوتاه مدت : 8 ساعت، برای افت آب در چاه اصلی، هزینه کم و T غیر دقیق

2- متوسط : 48 تا 72 ساعت، اندازه گیری درچاه اصلی و مشاهده، محاسبه دقیق S و T

3 - دراز مدت : بیش از 200 ساعت، جهت بررسی مسائل دقیق هیدرولوژیکی