جریان آبهای زیرزمینی : آبهای زیرزمینی دارای حرکت سه بعدی هستند با سرعت کم و آرام

توسط زدن چاه های گمانه ای با فواصل 50 تا 60 متر و بصورت مثلث متساوی الاضلاعی خطوط همتراز را پیدا کرده و جهت جریان عمود بر این خطوط می باشد.

فرار آب زیرزمینی از یک منطقه به منطقه دیگر باعث شوری منطقه می شود، بخصوص اگر به سطح زمین راه پیدا کند در اثر تبخیر باعث بر جای ماندن نمک و پیشرفت زمینهای نمکی (کویر) می شوند.

(آب زیرزمینی دشت قزوین که حدود $350000000\ m^3$ است در کویر مرکزی به سطح رسیده تبخیر شده و گسترش کویر می دهد)

چاه ها

1 - چاه نشتی یا معمولی : سطح آب چاه و سطح آب زیرزمینی یکسان (آب زیرزمینی بالاتر)

2 - چاه نیمه آرتزین : سطح برداشت از سطح آب زیرزمینی بالاتر (آب زیرزمینی پائین تر)

3 - چاه آرتزین : سطح برداشت از سطح زمین هم بالاتر (زمین از آب چاه پایین تر)

انواع چاه ها

1 - آبرفتی : در زمین های شن و ماسه ای و آبرفتی

2 - غیر آبرفتی : در زمین های غیر آبرفتی و شکاف سنگ ها

انواع چاه ها

1 - کم عمق و دستی : تا 20 متر به قطر 80 سانتیمتر تا چند متر با دست حفر می شوند.

2 - عمیق : بیشتر از 20 متر با قطر 20 سانتیمتر تا 1200 سانتیمتر با دستگاه حفر می شوند.

هیدرولیک چاه ها

با توجه به آرام بودن جریان آب در چاهها از قانون دارسی و رابطه پیوستگی داریم :

$$Q = V_f . A \qquad \text{که :} \quad V_f = K_f \frac{h}{L} = K_f . J$$

Q : دبی جریان

A : سطح مقطع ماسه در امتداد عمود بر جریان

V_f : سرعت فیلتری (Super Ficial Velocity) که کمتر از سرعت جریان آب در خلل فرج خاک است = سرعت حقیقی

h : اختلاف فشار تراز آب

L : طول مسیر جریان

$$P = \frac{\text{نسبت سطح خلل و فرج}}{\text{سطح کل ماسه}} \begin{cases} = \text{زمینهای شن و ماسه ای با دانه بندی ناهماهنگ } 30\,\% \text{ تا } 15 \\ = \text{زمینها ی با دانه بندی یکنواخت } 50\,\% \text{ تا } 25 \end{cases}$$

K_F : ضریب نفوذ پذیری (تراوائی) Permeability

J : افت فشار واحد طول مسیر.

دارسی ثابت کرد که در زمین هایی که ضریب نفوذپذیری $0.01\ \frac{m}{s}$ تا $K = 0.0001$ و $\frac{1}{3000}$ تا $\frac{1}{100}$ جریان آرام برقرار بوده و رابطه مقابل $J = \frac{h}{L} = \frac{1}{100}$ $V_f = K_f . J$ صدق می کند.

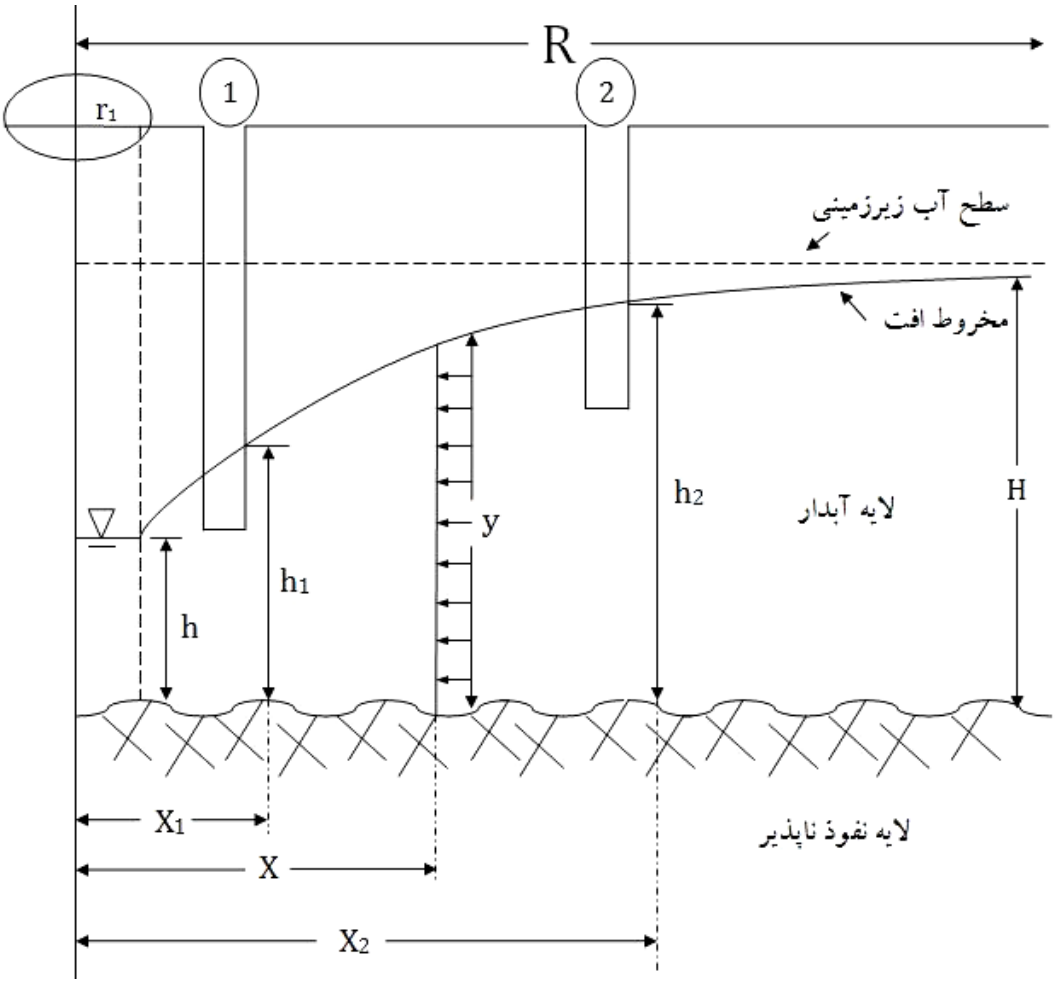
آبدهی چاه ها

دبی مجاز چاه

1 – مقدار برداشتی که معادل تامین در حین برداشت از طرف زمین باشد.

2 – مقدار برداشت که چاه را کور نکند.

رابطه دوپوئی : "با فرض جریان دائمی و شعائی " و فرض همگن گرفتن زمین در تمامی جهات.



$$Q = A \cdot V_f = A \cdot K_f \cdot J = 2\pi xy\, K_f \frac{dy}{dx} \longrightarrow y\,dy = \frac{Q\,dx}{2\pi\, K_f .x}$$

$$\oint_h^H y\,dy = \oint_r^R \frac{Q\,dx}{2\pi. K_f . x}$$

$$\left(\frac{(H^2 - h^2)}{2}\right) = \frac{Q}{K_f .\ 2\pi}\left(\ln\frac{R}{r}\right)$$

$$Q = (H^2 - h^2)\frac{\pi \cdot K_f}{\ln\frac{R}{r}}$$

r : شعاع چاه

R : شعاع تاثیر چاه

h : ارتفاع آبده

H : ارتفاع آبدار (فاصله کف چاه تا تراز آب زیرزمینی)

محاسبه شعاع تاثیر چاه (رابطه زیشارد) : $R = 3000 \cdot S \cdot \sqrt{K_f}$

S: افت چاه (به متر) m ؛ K_f: ضریب تراوائی $\frac{m}{s}$

به جای محاسبه شعاع تاثیر R میتوان از طریق چاه های گمانه ای 1 و 2 و رابطه زیر استفاده کرد :

$$\oint_{h_1}^{h_2} y\,dy = \frac{Q}{K_f .2\pi}\oint_{x_1}^{x_2}\frac{dx}{x}$$

$$Q = \frac{\pi K_f(h_2^2 - h_1^2)}{\ln\frac{x_2}{x_1}}$$

در عمل هم با زدن دو چاه گمانه ای مشاهده ای دبی چاه اصلی را اندازه میگیرند.

محدودیت های افت چاه

1 - محدودیت های قانونی
- عدم دسترسی ریشه گیاهان به آب در اثر افت سطح سفره
- نشست ساختمان های مجاور در اثر پائین افتادگی سطح سفره
- کاهش آبدهی چاههای مجاور در اثر برداشت از چاه جدید.

2 - محدودیت علمی :شیب سطح آب زیرزمینی نباید از حد بحرانی تجاوز کند
- جریان آرام
- قانون دارسی

افزایش سرعت آب در خاک ← شستگی ذرات ریز
- در ابتدا مناسب برای آبدهی
- نامناسب از نظر ریزش چاه و پر شدن کف

رابطه تجربی برای محدوده شیب سطح آب زیرزمینی :

شیب بحرانی $J_C = \frac{dy}{dx} = \frac{1}{15\sqrt{K_f}}$

سرعت بحرانی $V_C = \frac{\sqrt{K_f}}{15} \quad \left(\frac{m}{s}\right)$

$\Longrightarrow$ حداکثر دبی مجاز : $Q_C = \frac{2\pi r(H-S)\sqrt{K_f}}{15}$

مطلوب است محاسبه دبی مجاز چاهی به شعاع $30\ cm$ و ارتفاع 10 متر در صورتیکه 4/7 متر از چاه در داخل سفره آب باشد و ضریب تراوایی 0/0008 متر بر ثانیه مشخص شده. مطابق آزمایشات افت مجاز 1 متر محدود شده است.

شعاع تاثیر $R = 3000 \times 1 \times \sqrt{0.0008} = 84.85\ \ m$

$$h = H - S = 4.7 - 1 = 3.7\ m$$

$$Q = (H^2 - h^2)\frac{\pi K_f}{\ln\frac{R}{r}} = (4.7^2 - 3.7^2)\frac{3.14 \times 0.0008}{\ln\frac{84.85}{0.3}}$$

$$Q = 3.7\ \frac{Lit}{Sec}$$

مثال :

مطلوبست محاسبه دبی مجاز چاهی با شعاع 0.5 متر که در زمینی با ضریب نفوذپذیری 0.0004 و به ارتفاع 20 متر زده شده و افت مجاز منطقه ای نیز 3 متر است . سطح آب زیرزمینی در عمق 5 متری از سطح زمین است.

شعاع تاثیر $R = 3000 \times 3 \times \sqrt{0.0004} = 180\ m$

$$h = (H - S) = ([20 - 5] - 3) = 12$$

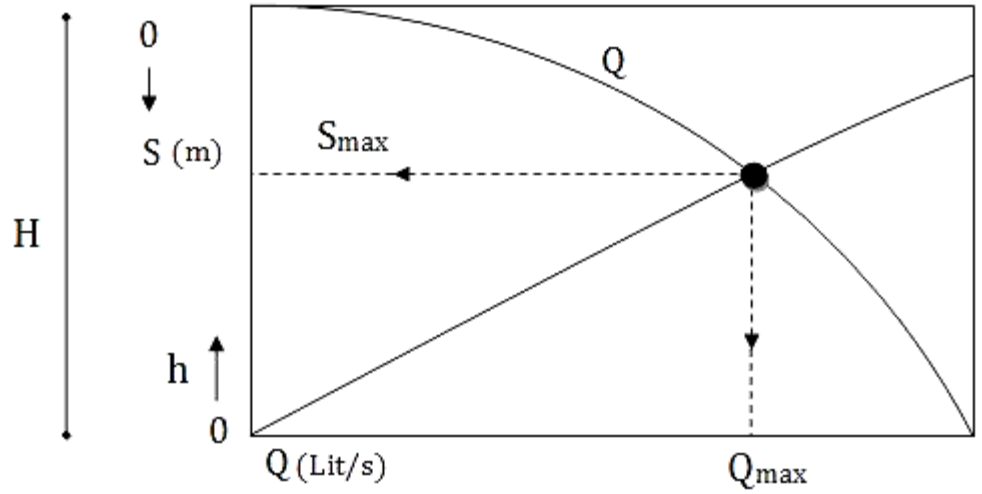
$$Q = \frac{\pi . K_f (H^2 - h^2)}{\ln\frac{R}{r}} = \frac{3.14 \times 0.0004 \times (15^2 - 12^2)}{\ln\frac{180}{0.5}} = 0.017\ \frac{m^3}{s}$$

$$= 17\ \frac{Lit}{s}$$

بدون در نظر گرفتن محدودیت قانونی منطقه ای حداکثر مجاز برداشت آب را حساب کنید.

$$Q_C = \frac{2\pi r(H - S)\sqrt{K_f}}{15} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.5(15 - 3)\sqrt{0.0004}}{15 \times 10^{-3}\ \frac{Lit}{m^3}} = 50\ \frac{Lit}{s}$$

برای تعیین حداکثر آبدهی چاه می توان با ترسیم منحنی های Q و Q_C نسبت به H (سعی و خطا) دبی ماکزیمم را بدست آورید.



از این طریق برای مناطقی که منع قانونی دیگری وجود ندارد می توان افت حداکثر را نیز بدست آورید.

بحث :

1 - بعلت داشتن رابطه لگاریتمی r با Q افزایش شعاع موثر مقدار کمی بر دبی چاه می افزاید اما بدلیل رابطه مجذوری H افزایش ارتفاع چاه تاثیر زیادی در افزایش دبی چاه دارد.

2 - چون در رابطه Q_C (دبی بحرانی) شعاع موثر r رابطه خطی دارد، افزایش آن مستقیما روی Q_C اثر می گذارد.