تلفات چاه و محاسبهٔ پارامترهای هیدرولیکی لایهٔ آبدار

دکتر ابوالفضل شمسائی
استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

برای تعیین تلفات چاه و محاسبه پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار (ضریب انتقال پذیری و ضریب ذخیره) آزمایش افت پله‌ای در چاه عمیقی که به منظور تأمین آب مشروب شهر در یک لایه آبدار تحت فشار با آبدهی و نفوذپذیری زیاد حفر شده بود انجام شد. با آزمایش مذکور عدد ثابت تلفات چاه، عدد ثابت تلفات لایه آبدار و عدد مربوط به تلاطم جریان در نزدیکی چاه تعیین و سپس تلفات چاه و تلفات لایه آبدار در مراحل مختلف آزمایش محاسبه و نتایج مورد بررسی قرار گرفت.

در هنگامی که چاه بادبی ماکزیمم مجاز پمپاژ می‌گردید افت در داخل چاه در زمانهای مختلف اندازه‌گیری و به‌کمک فرمول ژاکوب و با استفاده از ارقام تلفات لایه آبدار در این مرحله آزمایش، مقدار پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار محاسبه گردید. با این روش بدون نصب پیزومتر در اطراف چاه می‌توان مقدار پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار را تعیین نمود.

۱. مقدمه

پارامترهای هیدرولیکی یک لایه آبدار؛ ضریب انتقال‌پذیری (T)[1]، ضریب ذخیره (S)[2] و ضریب آبگذاری (K)[3] آن می‌باشند. با داشتن ضریب انتقال‌پذیری و ضخامت لایه آبدار (b) می‌توان از فرمول $T = kb$ ضریب آبگذری لایه را محاسبه نمود.

برای پیدا کردن T و S یک لایه آبدار تحت فشار می‌توان یک و یا چند پیزومتر در فاصله r از چاه ایجاد نموده و تغییرات سطح آبرا در آنها با زمان (t) اندازه‌گیری نمود[5]. افت باری که در داخل پیزومترها در اثر پمپاژ چاه رخ می‌دهد فقط مربوط به افت بار لایه‌آبدار (s_f)[4] می‌باشد درصورتی که افت باری که در داخل چاه در حال پمپاژ اندازه‌گیری می‌گردد تنها مربوط بـه افـت بار لایه آبدار نبوده بلکه به تلفات چاه (s_w)[5] نیز بستگی دارد.

تلفات چاه افت باری است که در اثر تلاطم جریان در کنار چاه، عبور آب از پوشش شنی[6] و پوشش مشبک[7] چاه، هم چنین حرکت آب در داخل چاه از جدار تا محل پمپ و نیز در داخل پمپ بوجود میآید. شکل شماره ۱ تلفات چاه (s_w) و تلفات لایه آبدار (s_f) را در یک چاه در حال پمپاژ از لایه تحت فشار نشان می‌دهد.

برای تعیین تلفات چاه و استفاده از آن در محاسبه پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار آزمایشات لازم در چاهی که توسط سازمان آب آذربایجان غربی به منظور تامین آب مشروب شهر ارومیه در محوطه اداره آب مشروب ارومیه در یک لایه آبدار تحت فشار حفر شده بود صورت پذیرفت.

۲. مشخصات چاه مورد آزمایش

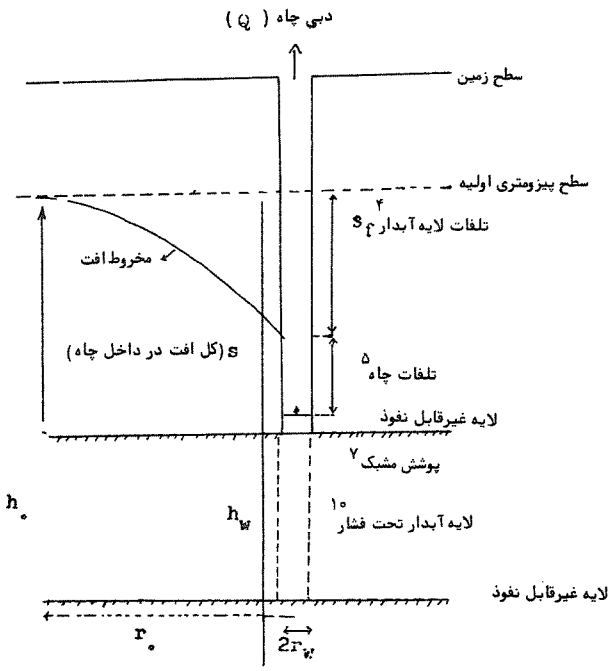
آزمایشات لازم در چاهی با مشخصات زیر که توسط سازمان آب آذربایجان غربی حفر شده بود صورت پذیرفت. شکل شماره ۲ پروفیل طولی چاه را نشان می‌دهد.

محل چاه	: محوطه اداره آب مشروب ارومیه
عمق چاه	: ۹۸ متر
طریقه حفر چاه	: دورانی هیدرولیکی[8]
تاریخ اتمام حفاری	: ۶۵/۱/۲۱
قطر حفاری چاه	: ۲۲ اینچ
قطر لوله پوشش مشبک	: ۱۴ اینچ
مساحت شکافهای لوله پوشش	: ۱۴ تا ۱۸٪ در متر مربع لوله
جنس لایه ها	: آبرفتهای رودخانه شهر چای از نوع

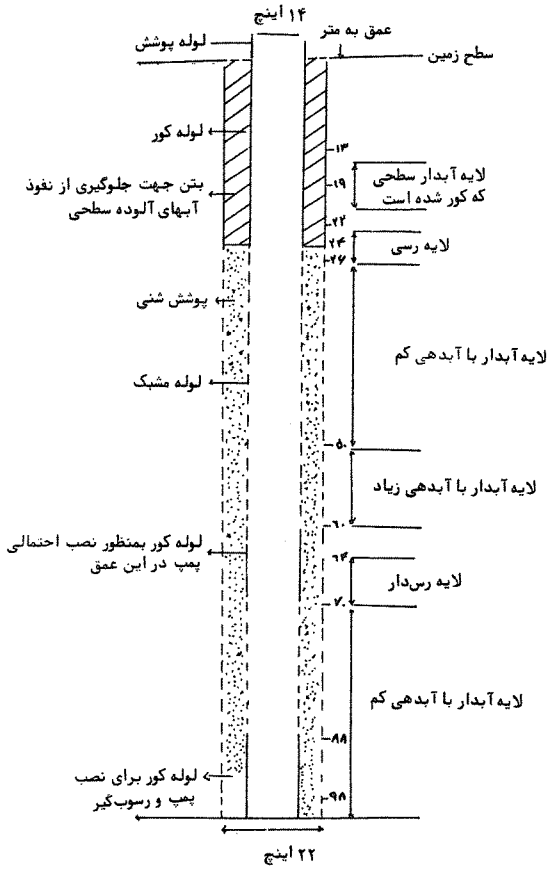
بافت دانه‌ای شامل قلوه سنگ، شن، ماسه، سیلت، رس و مارن

مقاومت و نفوذپذیری لایه‌ها : لایه‌ها مقاوم و با نفوذپذیری خوب بوده‌اند.

برای پمپاژ چاه نیز از یک پمپ توربینی (۱۲ طبقه) با لوله آبده ۶ اینچ استفاده به عمل آمد و پمپ در عمق ۹۰ متری چاه نصب گردید.



شکل شماره ۱ ــ تلفات چاه (s_w) و تلفات لایه آبدار (s_f) در یک چاه در حال پمپاژ



شکل شماره ۲ــ پروفیل طولی چاه مورد آزمایش

۳ــ فرمول تلفات چاه و تلفات لایه آبدار:

ژاکوب (۲) برای تلفات چاه فرمول زیر را پیشنهاد نموده است:

$$s_w = C_w Q^2 \qquad 1$$

Q عبارت است از دبی چاه در حال پمپاژ

C_w عبارت است از ضریبی که به آن عدد ثابت تلفات چاه گویند.

مقدار C_w به عوامل مختلف از جمله به شعاع چاه (r_w)، نحوه حفرچاه کیفیت تکمیل چاه[11]، چگونگی توسعه چاه[12]، نوع صافی یا توری چاه[13] و چگونگی پوشش شنی اطراف چاه[6] بستگی دارد.

روربا[14] پیشنهاد نمود که در فرمول ۱ به جای توان ۲ برای دبی، لازم است توان n را در نظر گرفت (۴).

$$s_w = C_w Q^n \qquad 2$$

n عددی است که مربوط به تلاطم جریان در نزدیکی چاهها می‌باشد.

تلفات لایه آبدار[15] را نیز می‌توان از فرمول زیر محاسبه نمود.

$$s_f = C_f Q \qquad 3$$

C_f عبارت است از ضریبی که به آن عدد ثابت لایه آبدار[16] گویند.

مجموع تلفات لایه آبدار و تلفات چاه در داخل یک چاه در حال پمپاژ را به s نشان می‌دهیم.

$$s = s_f + s_w \qquad 4$$

در حالت جریان همگام[17] و در لایه‌های آبدار تحت فشار داریم (۳)

$$s_f = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r_0}{r_w} \qquad 5$$

r_w شعاع چاه و r_0 عبارت است از فاصله‌ای از محور چاه که مخروط افت دیگر تغییر نمی‌نماید (شکل شماره ۱).

از مقایسه فرمولهای ۳ و ۵ می‌توان مقدار C_f را در لایه‌های

آبدار تحت فشار در حالت جریان همگام به دست آورد.

$$C_f = \frac{1}{2\pi T} \text{Ln} \frac{r_0}{r_w} \qquad (۶)$$

در حالت جریان غیر همگام[18] نیز می‌توان به کمک روش تایس و غیره مقدار s_f و C_f را تعیین نمود.

۴ـ۵ چگونگی آزمایشات و مشاهدات:

برای تعیین تلفات چاه (s_w) و تلفات لایه آبدار (s_f)، در چاه مورد نظر، از روش آزمایش افت پله‌ای[19] استفاده به عمل آمد. با طریقه مذکور خصوصیاتی از چاه منجمله C_w و C_f و n تعیین گردید. در اولین مرحله این آزمایش، پمپاژ چاه با دبی کم $Q = 11.1$ lit/sec شروع و عمل پمپاژ تا مدت زمان $t' = 20$ دقیقه ادامه یافت. زمان فوق‌الذکر با توجه به کاهش موثر تغییرات افت در داخل چاه در مرحله اول آزمایش مشخص گردید. در دومین مرحله آزمایش دبی چاه با توجه به میزان آبدهی لایه آبدار زیاد شده و مقدار کل افت در داخل چاه (s) در مدت زمانی برابر با مدت زمان قبل ($t' = ۲۰$ دقیقه) اندازه‌گیری گردید. مرحله سوم و چهارم آزمایش نیز به ترتیبی که در بالا ذکر شد صورت پذیرفت.

جدول شماره ۱ نتایج حاصل از آزمایش افت پله‌ای را مشخص می‌نماید.

مقدار کل تلفات در داخل چاه (s) مربوط به دبی های تغییر داده شده در مراحل مختلف آزمایش از فرمول زیر محاسبه گردید (۱).

$$s(t')_j = \delta s_1(t')_j + s_2(t') + \ldots + s_j(t')$$

در این فرمول

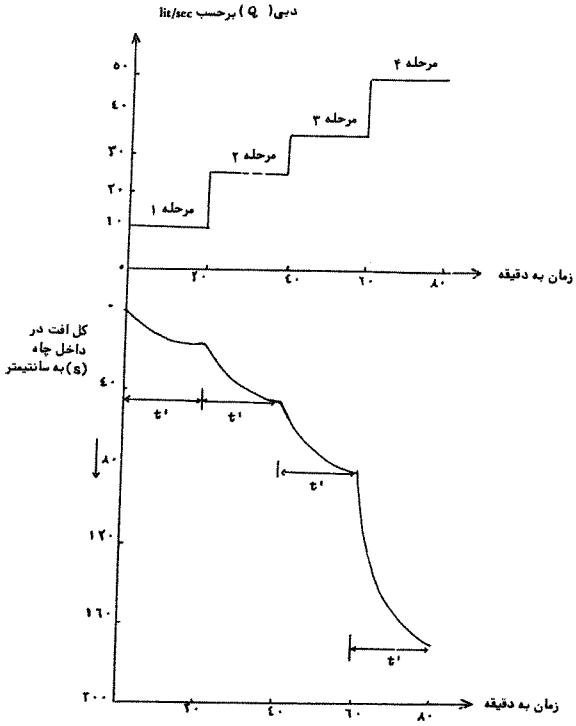
$s(t')_j$ عبارت است از کل تلفات در داخل چاه که در مدت زمان j امین t' ($t' = ۲۰$ دقیقه) به وقوع پیوسته است (در آزمایش ما j از ۱ تا ۴ تغییر می‌نماید).

$\delta s_1(t')_j$ عبارت است از تغییرات افت در مرحله اول و مرحله ماقبل آن در مدت زمان j امین t'

مراحل آزمایش	دبی به lit / sec	زمان از شروع آزمایش	فاصله سطح آب تا سر چاه به متر	کل افت در داخل چاه به متر
۱	۱۱/۱	شروع آزمایش ساعت ۸ و ده دقیقه ۸/۲۰	۳۴/۵ ۳۴/۶۶	۰/۱۶
۲	۲۴/۷	۸/۵۰	۳۴/۹۷	۰/۴۷
۳	۳۴	۹/۱۰	۳۵/۳۲	۰/۸۲
۴	۴۸/۸	۹/۳۰	۳۶/۲۰	۱/۷۰

جدول شماره ۱ـ دبی (Q) و کل افت در داخل چاه (s) در مراحل مختلف آزمایش افت پله‌ای

شکل شماره ۳ فرم تغییرات افت در داخل چاه را با زمان در مراحل مختلف آزمایش نشان می‌دهد. تغییرات دبی در زمان نیز در شکل مشخص شده است.



شکل شماره ۳ـ فرم تغییرات دبی و افت در داخل چاه (s) با زمان در آزمایش افت پله‌ای (منحنی‌ها با مقیاس ترسیم نشده است)

۵ـ۵ محاسبات و نتیجه گیری:

۵ـ۱ـ محاسبه تلفات چاه و تلفات لایه آبدار در چاه مورد آزمایش:

برای محاسبه تلفات چاه و تلفات لایه آبدار لازم است که ابتدا عدد ثابت تلفات چاه (C_w)، عدد ثابت تلفات لایه آبدار (C_f) هم چنین عدد مربوط به تلاطم جریان (n) را پیدا نمود. چنانچه طرفین فرمول (۴) را به Q تقسیم نمائیم، داریم:

$$\frac{s}{Q} = \frac{s_f}{Q} + \frac{s_w}{Q}$$

$$\frac{s}{Q} = \frac{C_f Q}{Q} + \frac{C_w Q^n}{Q}$$

$$\frac{s}{Q} = C_f + C_w Q^{n-1}$$

از طرفین فرمول ۵ لگاریتم می‌گیریم

$$\frac{s}{Q} - C_f = C_W Q^{n-1}$$

$$\log\left(\frac{s}{Q} - C_f\right) = \log C_W + (n-1)\log Q \quad (۷)$$

فرمول (۶) نشان می‌دهد که چنانچه رابطه $\frac{s}{Q} - C_f$ و Q را در کاغذ لگاریتمی کامل ترسیم نمائیم، شیب خط حاصله برابر $(n-1)$ می‌گردد. برای ترسیم خط مورد نظر به C_f رقم‌های متفاوت داده و منحنی مربوط به $\log(\frac{s}{Q} - C_f)$ و $\log Q$ را ترسیم نمودیم تا آنجا که رابطه مذکور بصورت خط مستقیم تبدیل گشت (شکل شماره ۴). رقم مناسب برای C_f برابر ۱۳ مشخص گردید (جدول شماره ۲). با توجه به شیب خط مستقیم در شکل شماره ۴ عدد مربوط به تلاطم جریان (n) محاسبه گردید.

$$n-1 = ۱/۸۵۰۲$$

$$n = ۱ + ۱/۸۵۰۲ = ۲/۸۵۰۲$$

برای محاسبه عدد ثابت تلفات چاه (C_W)، ارقام مربوط به مرحله ۴ آزمایش در فرمول شماره ۵ قرار داده شد.

$$۲۱/۸۴ = C_W\,(۰/۰۴۸۸)^{۱/۸۵۰۲}$$

$$C_W = ۵۸۳۳/۶۲$$

تلفات چاه در مراحل مختلف آزمایش با توجه به فرمول ۲ محاسبه و نتایج در جدول شماره ۲ وارد گردید. همان طوری که مشاهده می‌شود در این آزمایش مقدار کل افت در داخل چاه کم ولی درصد تلفات چاه نسبت به کل افت در مراحل انتهائی آزمایش زیاد می‌باشد. دلائل کم بودن مقدار کل افت در داخل چاه عبارت است از:

- جنس لایه‌ها، که از نوع آبرفتهای رودخانه شهرچای با آبدهی نسبتا" زیاد است.
- زمان حفر چاه، که جدیدا" انجام شده و هنوز بهره برداری از آن آغاز نشده است.
- وضع پوشش شنی اطراف چاه، که خوب بوده و میزان خلل و فرج محیط متخلخل پیرامون چاه مناسب می‌باشد.
- تکمیل و توسعه چاه، که بنحو رضایت‌بخشی صورت گرفته و ضریب آبگذری لایه در اثر تعبیه پوشش شنی و / یا توسعه چاه ازدیاد یافته است.

در چاههائی که تلفات چاه زیاد می‌باشد می‌بایست مساحت سوراخهای ورود آب به داخل چاه زیاد شود زیرا هرچه مساحت شکافها بیشتر باشد سرعت ورودی آب کمتر و تلفات چاه نیز کمتر میگردد. شعاع چاه نیز باید به اندازه کافی زیاد باشد زیرا ازدیاد شعاع چاه باعث کاهش سرعت ورودی آب بداخل‌چاه و نیز کم شدن سرعت حرکت آب در داخل چاه می‌گردد. ازآن جائی که تلفات چاه با توان n ام سرعت ورودی بستگی دارد، اضافه کردن شعاع چاه کاهش قابل‌توجهی در مقدار تلفات چاه بوجود می‌آورد.

با توجه به ارقام ارائه شده در جدول شماره ۲ منحنی تغییرات تلفات چاه و تلفات لایه آبدار با دبی در مراحل مختلف پمپاژ چاه ترسیم شده است (شکل شماره ۵).

از محاسبات ارائه شده در این قسمت نتیجه می‌گیریم که:

۱ــ توان مربوط به تلاطم جریان (n) در چاهها برابر ۲ نبوده و در چاه مورد آزمایش مساوی ۲/۸۵ می‌باشد.

۲ــ در مواقعی که دبی پمپاژ کم می‌باشد $(Q = ۰/۰۱۱۱\ m^3/sec)$ قسمت اعظم افت در داخل چاه مربوط به تلفات لایه آبدار $(s_f = ۰/۰۹۰s)$ و قسمت کمی از آن مربوط به تلفات چاه $(s_W = \%۱۰s)$ می‌گردد. از این رو در مواقعی که دبی زیاد نمی‌باشد می‌توان از تلفات چاه صرفنظر نمود.

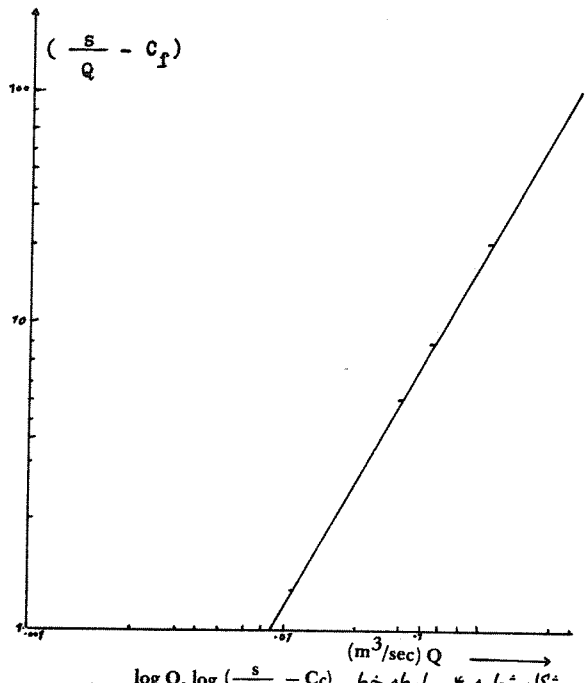
۳ــ در هنگامی که دبی چاه زیاد می‌گردد $(Q = ۰/۰۴۸۸\ m^3/sec)$ تلفات چاه سهم عمده‌ای از کل تلفات را بخود اختصاص می‌دهد $(s_W = \%۶۲/۷\ s$ و $s_f = \%۳۷/۳\ s)$. علت این امر این است که s_W با دبی بتوان $n = ۲/۸۵$ بستگی دارد و لذا با اضافه شدن Q

جدول شماره ۲ــ مقدار تلفات چاه و تلفات لایه آبدار در مراحل مختلف آزمایش افت پله‌ای

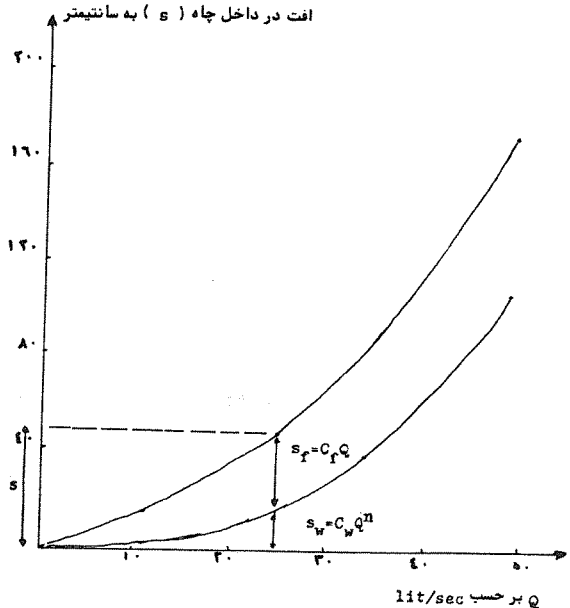
مراحل آزمایش	Q m^3/sec	s به متر	s/Q	$(\frac{s}{Q} - C_f)$ $C_f=13$	$s_f=C_f^Q$ به متر	$s_W=C_W Q^n$ به متر	s_f/s	s_W/s
۱	۰/۰۱۱۱	۰/۱۶	۱۴/۴۱	۱/۴۱	۰/۱۴۴	۰/۰۱۶	۰/۹۰	۰/۱۰
۲	۰/۰۲۴۷	۰/۴۷	۹۱/۰۳	۶/۰۳	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۶۸	۰/۳۲
۳	۰/۰۳۴	۰/۸۲	۲۴/۱۲	۱۱/۱۲	۰/۴۴	۰/۳۸	۰/۵۴	۰/۴۶
۴	۰/۰۴۸۸	۱/۷۰	۳۴/۸۴	۲۱/۸۴	۰/۶۳۴	۱/۰۶۶	۰/۳۷۳	۰/۶۲۷

مقدار تلفات چاه به طور سریع زیاد می‌گردد.

۴ـ در مرحله انتهائی آزمایش اگر چه دبی چاه زیاد می‌باشد ($Q=\%۴۸۸\ m^3/sec$) ولی مقدار کل تلفات در داخل چاه کم و در نتیجه مقدار تلفات چاه نیز کم می‌گردد. این امر نشان دهنده آبدهی و نفوذپذیر زیاد و توسعه، و وضع پوشش شنی آن می‌باشد.



شکل شماره ۴ـ رابطه خطی $\log Q, \log (\frac{s}{Q} - C_f)$ در آزمایش افت پله‌ای



شکل شماره ۵ـ منحنی تغییرات تلفات چاه (s_w) و تلفات لایه آبدار (s_f) با دبی در چاه مورد آزمایش

۲ـ۵ـ۵ تعیین پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار (T و S) به کمک ارقام حاصله از آزمایش افت پله‌ای:

در لایه‌های آبدار تحت فشار و آزاد در حالت جریان غیرهمگام (Unsteady state flow) می‌توان به‌کمک معادله و روش ژاکوب(۳) مقدار T و s را محاسبه نمود. این روش در مواقعی قابل استفاده می‌باشد که مقدار $U < ۰/۰۱$ باشد.

$$U = \frac{r_w'^2 S}{4 T t} \qquad ۸$$

$$s_f = \frac{2.3\,Q}{4\pi T} \log \frac{2.25\,Tt}{r_w'^2 S} \qquad ۹$$

$$s = s_f + s_w = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \frac{2.25\,Tt}{r_w'^2 S} + C_w Q^n \qquad ۱۰$$

در فرمولهای بالا t عبارت است از زمانی که طول می‌کشد تا تلفات لایه آبدار در اثر پمپاژ چاه با دبی Q به s_f برسد.

r_w' عبارت است از شعاع موءثر چاه.

غالبا" در چاههای بدون پوشش و یا در چاههائی که پوشش سوراخدار دارند ولی پوشش شنی در اطراف آن‌ها تعبیه نشده است شعاع لوله پوشش جدار بعنوان شعاع چاه (r_w) بکار میرود. در چاه‌هائی که توسعه یافته‌اند[۲۰] و یا در چاه‌هائی که در اطراف لوله مشبک جدار، پوشش شنی نیز تعبیه می‌گردد به جای شعاع لوله پوشش، شعاع موثر چاه (r_w') در محاسبات وارد می‌گردد. شعاع موءثر چاه برابر است با فاصله بین محور چاه تا محلی در خارج صافی چاه[۱۳] که افت محاسبه شده[۲۱] در حالت جریان همگام با افت واقعی[۲۲] برابر می‌باشند (۱). منحنی نقطه چین در شکل شماره ۶ مخروط افت را در حالتی که لایه آبدار دست نخورده با آبگذری یکنواخت می‌باشد نشان می‌دهد. از آنجائی که غالبا" منحنی افت در حالت همگام در نزدیکی چاه‌ها در دست رس نمی باشد، تعیین شعاع موثر چاه (r_w') در عمل مشکل می‌باشد.

در چاه مورد آزمایش $r_w' = 10'' = 25.4\ cm$ در نظر گرفته شده است. چون مقدار r_w' کوچک است پس می‌توان گفت که U نیز کوچک بوده و لذا می‌توان با استفاده از معادله ۹ مقدار T و S لایه آبدار را محاسبه نمود.

برای تعیین T و S لایه آبدار در آزمایش افت پله‌ای در مرحله ۴ که چاه با ماکزیمم دبی مجاز پمپاژ می‌گردید فاصله سطح آب از بالای چاه توسط عمق یاب الکتریکی در زمانهای مختلف اندازه‌گیری شد (جدول شماره ۳). در این مرحله از آزمایش نیز مقدار کل افت و مقدار تلفات لایه آبدار در زمانهای مختلف با توجه به این امر که براساس محاسبات ارائه شده در جدول شماره ۲ در مرحله چهارم آزمایش، تلفات لایه آبدار ۳۷/۳٪ از کل تلفات داخل چاه را به خود اختصاص داده است، محاسبه گردید. شکل شماره ۷ رابطه خطی بین s_f و $\log t$ را در مرحله ۴ آزمایش افت پله‌ای نشان می‌دهد. شیب خط حاصله در شکل

شماره ۷ برابر است با:

$$\frac{\Delta s_f}{\Delta \log t} = \frac{۰/۰۷۶}{۱} = ۰/۰۷۶$$

از طرفی می‌دانیم که در روش Jacob

$$\text{شیب خط بالا} = \frac{2.3\,Q}{\pi T}$$

$$T = \frac{۲/۳ \times ۰/۰۴۸۸}{۴\,\pi \times ۰/۰۷۶} = ۰/۱۱۷۵ \quad m^2/sec$$

در شکل شماره ۷ وقتی که $s_f = 0$ است زمان را به t_0 نشان می‌دهیم.

$t_0 = ۰/۰۰۰۱۸$ دقیقه

در معادله (۹) s_f وقتی برابر صفر است که

$$\log 10 \frac{2.25\,Tt}{r'_w{}^2 S} = 0$$

و یا

$$\frac{2.25\,Tt}{r'_w{}^2 S} = 1$$

$$S = \frac{2.25\,Tt}{r'_w{}^2} = \frac{۲/۲۵ \times ۰/۱۱۷۵ \times ۰/۰۰۰۱۸ \times ۶۰}{۰/۰۶۴۵} = ۰/۰۴۴۳$$

علت بالا بودن ضریب ذخیره لایه آبدار، آبدهی زیاد و نفوذ‌پذیری خوب لایه می‌باشد. در ضمن از آنجائیکه لوله پوشش در قسمت اعظم طول خود مشبک می‌باشد (شکل شماره ۲) این امر باعث شده است که در طول $s=۱/۷$ متری که در حین آزمایش قادر به پائین انداختن سطح آب در چاه شده‌ایم لایه آبدار به صورت آزاد عمل نماید.

لازم به تذکر است که در چاههائی که زمان آزمایش افت پله‌ای زیاد می‌باشد (ساعت ۲ تا ۱ = t) میزان درستی T و S محاسبه شده بیشتر می‌گردد.

گفتیم که از فرمول (۹) وقتی می‌توان استفاده نمود که $U < ۰/۰۱$ باشد. در اینجا مقدار U عبارت است از:

$$U = \frac{r'_w{}^2 S}{4\,T\,t}$$

اگر ۱۲۰۰ = t ثانیه باشد

$$U = ۵/۱ \times ۱۰^{-۶} < ۰/۰۱$$

در مواقعی که برای پیدا کردن پارامترهای هیدرولیکی لایه‌آبدار از روش پمپاژ با استفاده از پیزومتر استفاده می‌گردد لازم است که مقدار h در فاصله r از چاه مشخص گردد (شکل شماره ۶). در این حالت می‌بایست جزء مربوط به s_w را در فاصله r محاسبه نموده و با h' جمع نمود تا h محاسبه گردد. این امر در مواقعی که دبی چاه زیاد می‌باشد الزامی است زیرا قسمت اعظم تلفات در داخل چاه مربوط به تلفات چاه می‌گردد.

از محاسبات ارائه شده در این قسمت نتایج زیر حاصل می‌گردد:

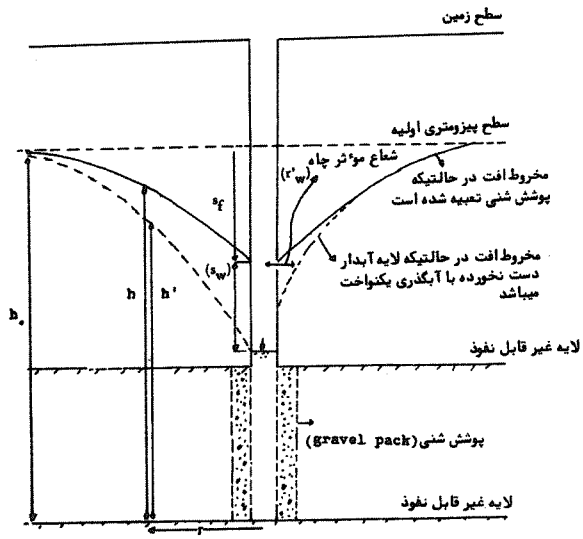
۱ــ میدانیم که پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار را می‌توان با آزمایش پمپاژ از طریقه تایس و غیره با تحمل هزینه نصب یک و یا چند پیزومتر در اطراف چاه محاسبه نمود. از آنجائی که برای تکمیل و توسعه چاه و نیز تعیین نوع پمپ مورد نیاز انجام آزمایش افت پله‌ای ضروریست لذا با روشی که ذکر شد می‌توان بدون هیچ گونه هزینه اضافی T و S لایه آبدار را نیز تعیین نمود.

۲ــ با توجه به مقدار ضریب ذخیره محاسبه شده در لایه مشخص می‌گردد که چاه فوق برای تامین آب مناسب می‌باشد.

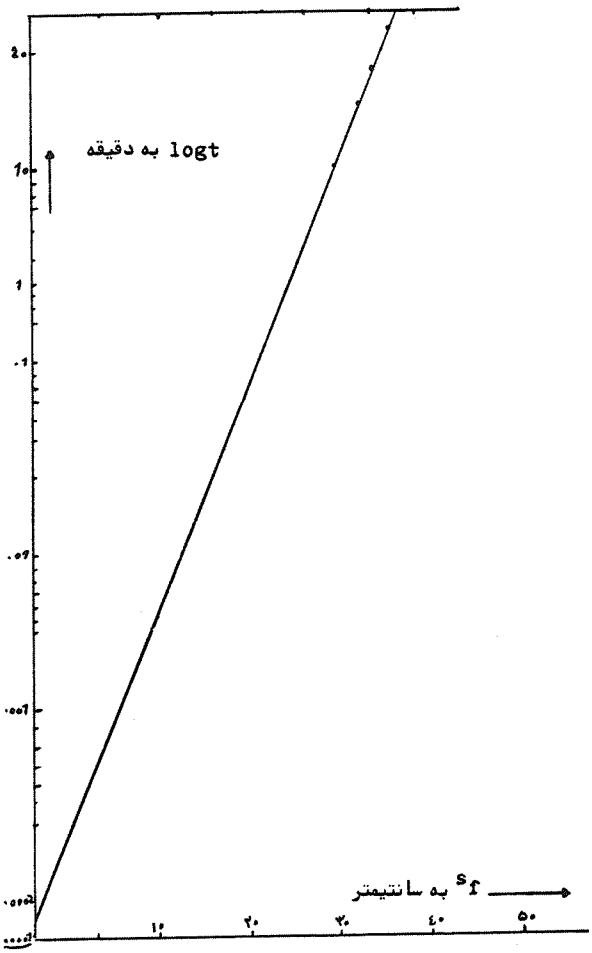
جدول شماره ۳ــ تلفات لایه آبدار در مرحله ۴ آزمایش افت پله‌ای

زمان به دقیقه	فاصله سطح آب تا سر چاه به متر	کل افت در داخل چاه در مرحله ۴ به متر	s_f=.373 s
۰	۳۵/۱۷		
۵/۵	۳۶/۰۸	۰/۹۱	۰/۳۳۹
۱۰/۵	۳۶/۱۴	۰/۹۷	۰/۳۶۲
۱۵/۵	۳۶/۱۷	۱/۰	۰/۳۷۳
۲۱/۵	۳۶/۲۰	۱/۰۳	۰/۳۸۴

۳ـ در مواقعی که دبی چاه زیاد است برای محاسبه پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار با استفاده از پیزومتر لازم است که تلفات چاه محاسبه و تصحیحات لازم در ارتفاع پیزومتریک محاسبه شده (مخصوصا" در نزدیکی چاه) به عمل آید ، تا ارقام T و S محاسبه شده از دقت بیشتری برخوردار گردند .



شکل شماره ۶ـ شعاع موثر چاه (r'_w) در حالتی که چاه دارای پوشش شنی می‌باشد .



شکل شماره ۷ـ رابطه خطی تلفات لایه‌آبدار و log t در مرحله انتهائی آزمایش افت پله‌ای

۳ـ۵ افت ویژه چاه[۲۳]

(Spc (Specific drawdwn)

افت ویژه چاه (s_s) عبارت است از افت در واحد دبی

$$s_s = \frac{s}{Q} = \frac{s_f + s_w}{Q} = \frac{C_f Q + C_w Q^n}{Q}$$

$$s_s = C_f + C_w Q^{n-1} \qquad ۱۱$$

معادله بالا نشان می‌دهد که افت ویژه چاه ثابت نبوده و با افزایش دبی و زمان (t) افزایش می‌یابد . شکل شماره (۸) تغییرات خطی s_s با Q را در چاه مورد آزمایش در حال حاضر نشان می‌دهد . مقدار C_f را در لایه آبدار در حالت جریان غیر همگام[۱۸] می‌توان از مقایسه فرمول‌های ۳ و ۹ به دست آورد .

$$C_f = \frac{2.3}{4\pi T} \log \frac{2.25\,Tt}{r_w^2 S} \qquad ۱۲$$

معادله شماره (۱۲) نشان می‌دهد که با اضافه شدن زمان (t) مقدار C_f اضافه شده و در نتیجه افت ویژه چاه نیز افزایش می‌یابد .

با توجه به فرمولهای ۱۱ و ۱۲ مشخص می‌شود که می‌توان رابطه بین s_s و T را در یک لایه آبدار مشخص نمود . چنان چه این امر برای چند چاه که در یک لایه آبدار و یا در لایه‌های آبدار مشابه حفر شده‌اند صورت پذیرد با اندازه‌گیری s_s در یک لایه می‌توان مقدار T آن لایه را تخمین زد . در چاه مورد آزمایش $T = ۰/۱۱۷۵ m^2/sec$ و در مرحله انتهائی آزمایش $s_s = ۳۴/۸۴ sec/m^2$ می‌باشد . با پائین رفتن سطح آب و یا سطح پیزومتری در چاه مقدار T و S لایه تغییر نموده و در نتیجه s_s تغییر خواهد نمود . افزایش s_s در زمان به معنی کاهش درجه مفید بودن چاه می‌باشد .

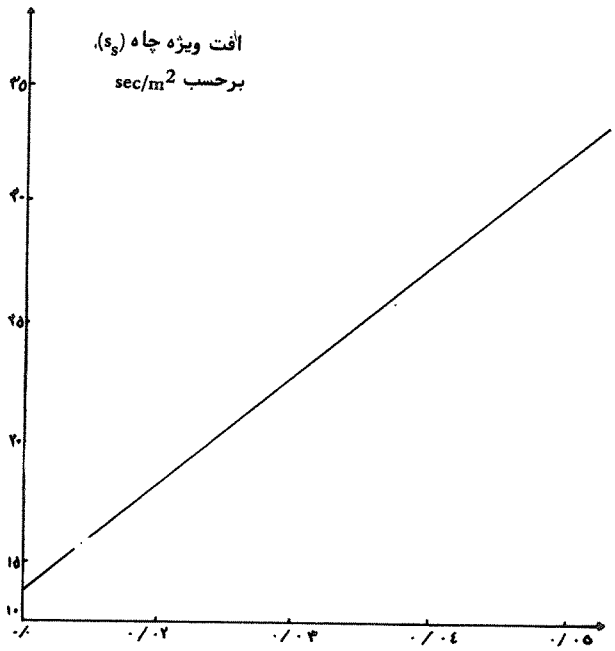
۲ـ۶ـ در مواقعیکه دبی چاه زیاد نمی‌باشد ($Q = ۰/۰۱۱۱ m^3/sec$) قسمت اعظم تلفات در داخل چاه مربوط به تلفات لایه آبدار ($s_f =$ ۹۰% s) بوده و در هنگامیکه دبی چاه زیاد می‌شود ($Q = ۰/۰۴۸۸ m^3/sec$) تلفات چاه سهم عمده‌ای از کل تلفات را به خود اختصاص میدهد ($s_w = ۶۲/۷\% s$). علت این امر این است که تلفات چاه با دبی بتوان n ($n = ۲/۸۵$) بستگی دارد.

ـ در مرحله انتهائی آزمایش اگرچه دبی چاه زیاد گردید ولی این ازدیاد به علت آبدهی و نفوذپذیری زیاد لایه آبدار، جدید بودن چاه و مناسب بودن چاه از نظر طراحی، نحوه حفر، تکمیل و توسعه و وضع پوشش شنی اطراف چاه، اثر چندانی در اضافه کردن مقدار کل تلفات در داخل چاه و در نتیجه تلفات چاه ننمود.

۳ـ۶ـ با آزمایش افت پله‌ای می‌توان در ضمن توسعه چاه اطلاعاتی درمورد آبدهی مجاز چاه و عمق پمپاژ به دست آورد. بدین ترتیب می‌توان علاوه بر تعیین پمپ مناسب برای چاه، تلفات لایه آبدار را نیز محاسبه نموده و با استفاده از ارقام حاصله بدون تحمل هیچگونه مخارج اضافی مقدار پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار (T و S) را نیز محاسبه نمود.

ـ در چاههائی که زمان (t') در مراحل مختلف آزمایش افت پله‌ای زیاد می‌باشد. (ساعت ۲ تا ۱ = t') مقدار T و S محاسبه شده از دقت بیشتری برخوردار می‌گردد.

ـ در مواقعیکه دبی چاه زیاد و برای تعیین پارامترهای هیدرولیکی لایه آبدار از پیزومتر استفاده می‌گردد، برای تصحیح ارتفاع پیزومتر یک محاسبه شده در نزدیکی چاه، تعیین تلفات چاه ضروری است.



شکل شماره ۸ـ رابطه خطی S_s با دبی در چاه مورد آزمایش در آزمایش افت پله‌ای

۶ـ نتایج:

این تحقیق به نتایج زیر رسیده است:

۱ـ۶ـ توان مربوط به تلاطم جریان در نزدیکی چاهها ثابت نبوده و مقدار آن با توجه به وضع جریان در هر چاه از طریق آزمایش افت پله‌ای مشخص میگردد چنانکه در چاه مورد آزمایش $n = ۲/۸۵$ مشخص گردید.

پاورقی

* *این تحقیق در دانشگاه ارومیه به انجام رسیده است.*

1. Transmissivity
2. Storativity.
3. Hydraulic Conductivity.
4. sf, Formation :
5. Well loss.
6. Gravel pack.
7. Perforated casing
8. Hydraulic rotary.
9. Aquifer loss.
10. Confined aquifer
11. Well completion
12. Well development
13. Screen.
14. Rorabaugh
15. Aquifer loss or Formation loss
16. Formation constant..
17. Steady State Flow
18. Unsteady State Flow
19. Step drawdown test.
20. Developed Well
21. Theoretical drawdown
22. Actual drawdown
23. Specific drawdown

منابع

1. Bear, J. ***Hydraulics of Groundwater.*** New York: Mc Graw- Hill Book company, 1979
2. Jacob, C. E. ***Flow of Groundwater in Engineering Hydraulics*** (H. Rouse, Ed). New York: John wiley & sons, 1950.
3. Todd, D. ***Ground water Hydrology.*** New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959.
4. Marino, M. A. and J. N. Luthin, ***Seepage and Groundwater.*** New York: Elsevier Scientific publishing Company, 1982.
5. Wesseling, J. and G. P. Kruseman, ***Deriving Aquifer characteristics from pumping Tests.*** Publication 16. Vol. III Wageningen: International Institute for land Reclamation and Inprovement, 1974.