



دانشگاه صنعتی شاهرود

چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران

۱۴ و ۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۰، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک، تهران)

تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان با همگن سازی داده‌های پمپاژ مطالعه موردی: چاه اکتشافی مومن آباد سمنان

مهدي رحيميان، كارشناس ارشد مهندسي اكتشاف معدن، شركت آب منطقه‌اي سمنان*
غلامحسين كرمي، دكتري هيدروديناميكي، عضو هيئت علمي دانشگاه صنعتي شاهروند
محمد ابراهيم ذاكري، كارشناس زمين شناسى، شركت آب منطقه‌اي سمنان
داود ديواندرى، كارشناس زمين شناسى، شركت آب منطقه‌اي سمنان
*تلفن نويسته اصلی: ۰۹۱۲۱۳۱۹۷۹۵، پست الکترونيکي: mrahimian7@gmail.com

چكيده

در ييشتر موارد، داده‌های آزمایش پمپاژ بدون در نظر گرفتن تغييرات دبی پمپاژ و اصلاح افت چاه و با استفاده از روش‌های مرسوم تجزيه و تحليل می‌شوند. اين مسئله در بسياري از آزمایش‌های پمپاژ موجب بروز خطاهاي نسبتاً فاحشي در تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان می‌شود. به دليل اهميت بالاي ضرائب هيدروديناميكي آبخوان و استفاده گسترده از آنها در ديجير تجزيه و تحليل‌ها و به ويزه مدلهاي آبهای زيرزماني، تعیین دقيق آنها از اهميت بالايي برخوردار است. هدف از اين مطالعه، تعیین و تدقیق ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان توسط اصلاح مقادیر افت و همگن‌سازی داده‌های حاصل از آزمایش پمپاژ می‌باشد. برای دستيابي به اين هدف آزمایش پمپاژ بر روی چاه اکتشافی حفر شده در غرب سمنان به مدت ۲۴ ساعت انجام شد. مقادير افت و دبی پمپاژ به طور همزمان به دقت اندازه‌گيري گردید. برای اندازه‌گيري مقادير دبی با دقت بالا، از سرريز استفاده شد. پس از انجام آزمایش پمپاژ، داده‌ها در دو حالت، همگن نشده و همگن شده، در نرم-افزار 32 Aquifer Win تحليل شد و ضرایب آبخوان محاسبه و با يكديگر مقایسه گردید. نتایج حاکي از آن است که همگن‌سازی داده‌های پمپاژ به طور قابل توجهی در تدقیق پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان تاثير گذار است.

كلید واژه‌ها: آزمایش پمپاژ، ضرایب هیدروریئنامیکی آبخوان، همگن‌سازی داده‌ها، سمنان

۱- مقدمه

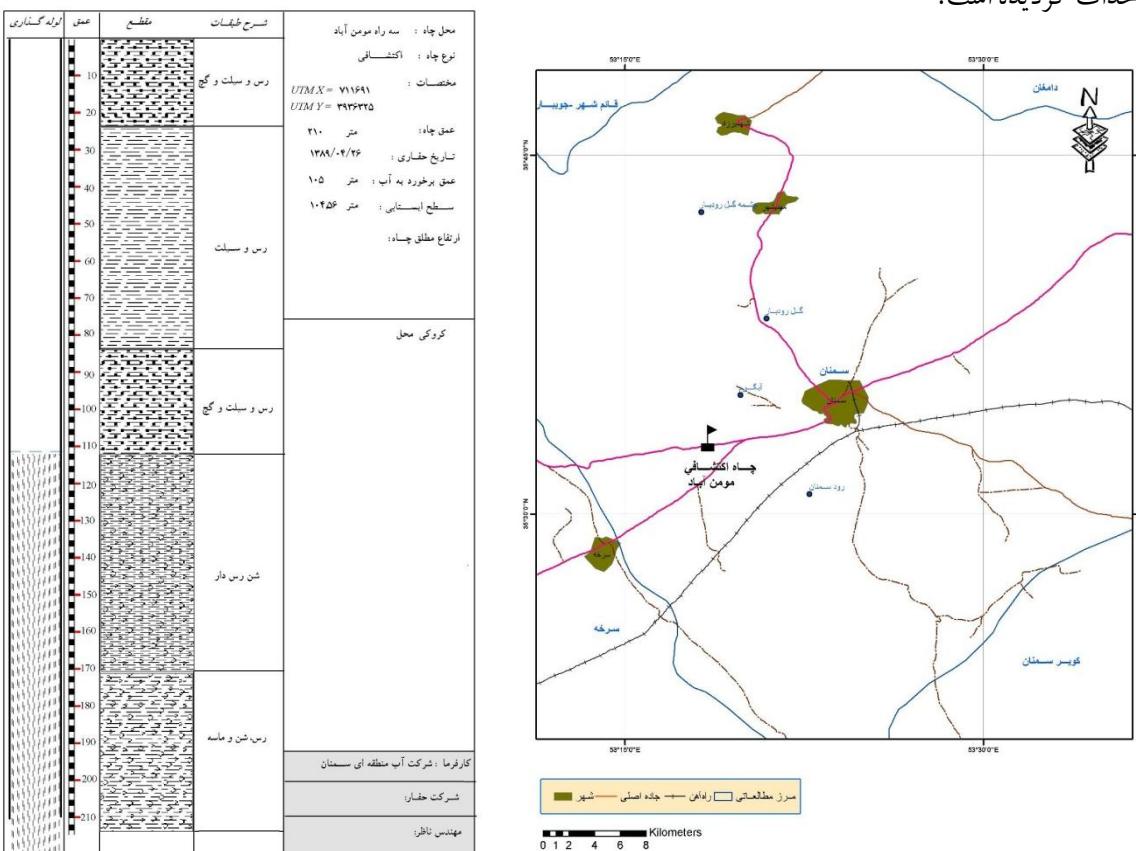
همانطور که قبلًا ذکر شد، آزمایش پمپاژ يکی از مطمئن‌ترین و رایج‌ترین روش‌های صحرایی برای تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوانها می‌باشد و دليل اين مطلب از اين قرار است که در چنین آزمایشی پاسخ يك بخش نسبتاً بزرگی از آبخوان مورد نظر منعکس می‌شود (Todd 1980, Walton, 1987). مهمترین داده‌هایی که در يك

آزمایش پمپاژ بدهست می‌آیند داده‌های افت-زمان و دبی پمپاژ می‌باشند. علیرغم این که در اغلب آزمایش‌های پمپاژ دبی پمپاژ با زمان کم و بیش متغیر است ولی به اندازه‌گیری دقیق دبی پمپاژ توجهی نمی‌شود. از آنجایی که در روش‌های مختلف آنالیز داده‌های پمپاژ تغییرات دبی مورد توجه قرار نمی‌گیرند، مقادیر بدهست آمده برای خصوصیات هیدرولیکی آبخوانها با خطأ همراه است. نظر به این که افت ایجاد شده در چاه پمپاژ و چاههای پیزومتری رابطه مستقیم و خطی با دبی پمپاژ دارد، بنابراین بایستی دبی پمپاژ با دقت بالایی همزمان با افت اندازه‌گیری شود و اثرات تغییر دبی به طرقی اصلاح شود.

بعضی از محققین (مانند: Sternberg 1968, Eden and Hazel 1973) روش‌هایی را برای حذف اثر دبی متغیر ارائه کرده‌اند ولیکن این روش‌ها تنها برای آبخوانهای همگن کاربرد دارند. به این ترتیب که تمام انحرافهای نسبت به خط راست سیستم نیمه لگاریتمی داده‌های افت-زمان (زمان بر روی محور لگاریتمی) را فقط به تغییرات دبی نسبت داده‌اند و بر این اساس تغییرات دبی پمپاژ را تصحیح نموده‌اند. مهمنترین ضعف این روش‌ها نادیده گرفتن اثرات ناهمگنی آبخوان می‌باشد. در بسیاری از آبخوانها به دلیل وجود ناهمگنی، استفاده از این روش‌ها با خطای نسبتاً زیادی همراه است. در این مقاله یک روش ساده بر اساس همگن سازی داده‌های آزمایش پمپاژ ارائه می‌شود که بر اساس آن می‌توان ضمن در نظر گرفتن ناهمگنی آبخوان، اثرات مربوط به تغییرات دبی پمپاژ را تصحیح نمود.

۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی

آزمایش پمپاژ بر روی چاه اکتشافی حفر شده واقع در غرب سمنان با مختصات ۷۱۱۶۹۱ طول شرقی و ۳۹۳۶۳۲۵ عرض شمالی انجام شد. فاصله چاه از جاده اصلی سمنان-تهران ۴۰ متر و در محل ورودی غرب شهر سمنان می‌باشد (شکل ۱). همچنین یک چاه پیزومتری در فاصله ۷۶ متری شرق چاه اکتشافی جهت اندازه‌گیری ضریب ذخیره آبخوان احداث گردیده است.



شکل ۲-لاگ حفاری چاه اکتشافی مومن آباد

شکل ۱-موقعیت چاه اکتشافی مومن آباد



امان علمی و اندیشکنی آب ایران

دشت سمنان از نظر زمین‌شناسی عمومی در مرز بین البرز و ایران مرکزی واقع شده است. دامنه ارتفاعات شمالی این دشت توسط گسل معکوس سمنان که یک گسل ساختاری است تحت تاثیر قرار گرفته است. ارتفاعات شمالی منطقه مورد مطالعه غالباً از سازندهای تبخیری متعلق به اتوسن می‌باشند. منطقه مورد مطالعه بر روی نهشته‌های مخروط افکنه‌ای رودخانه آبگرم واقع شده است. این نهشته‌ها، با توجه به جنس سازندهای زمین‌شناسی حوضه آبگرم، عمدتاً از سازندهای تبخیری، ماسه‌سنگ، سیلتستون و مادستون تشکیل شده‌اند. رسوبات آبرفتی این منطقه از نظر اندازه از شن ریزدانه تا رس و از نظر جنس از ذرات آهکی، مارنی و گچی تشکیل شده است. وجود ذرات ریز گچی از مشخصات بارز رسوبات این منطقه می‌باشد. لاغ حفاری چاه اکتشافی در شکل (۲) نشان داده شده است.

۳- داده‌ها و روش‌های مورد استفاده

به منظور انجام آزمایش پمپاژ، یک حلقه چاه به قطر ۱۶ اینچ و عمق ۲۱۰ متر حفاری و لوله جدار به قطر ۱۲ اینچ در آن نصب گردید که از عمق ۱۱۰ متری تا انتهای شبک شده است. عمق سطح اولیه آب در چاه پمپاژ برابر با $104/56$ متر اندازه‌گیری شده است. آزمایش پمپاژ در چاه مذکور به مدت ۲۴ ساعت انجام شد و مقادیر افت سطح آب و دبی پمپاژ در چاه اکتشافی به طور همزمان و مقادیر افت سطح آب در چاه پیزومتری در فواصل معین اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری دبی به طور همزمان و با دقت بالا از سریز مستطیلی با حوضچه آرامش استفاده گردید. شکل (۳) روش اندازه‌گیری دبی پمپاژ را با استفاده از سریز مستطیلی نشان می‌دهد.



شکل ۳- روش اندازه‌گیری دبی پمپاژ با استفاده از سریز مستطیلی

در روش‌های معمول، بدون در نظر گرفتن تغییرات دبی پمپاژ در طول آزمایش پمپاژ با استفاده از داده‌های افت-زمان و با بکارگیری روش کوپر-ژاکوب، پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان محاسبه می‌گردد. نادیده گرفتن تغییرات دبی پمپاژ در طول آزمایش پمپاژ می‌تواند باعث ایجاد خطاهای قابل ملاحظه‌ای در برآورد مقادیر پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان گردد. به منظور جلوگیری از این قبیل خطاهای روش ساده‌ای برای تصحیح داده‌ها به صورت زیر ارائه می‌شود.

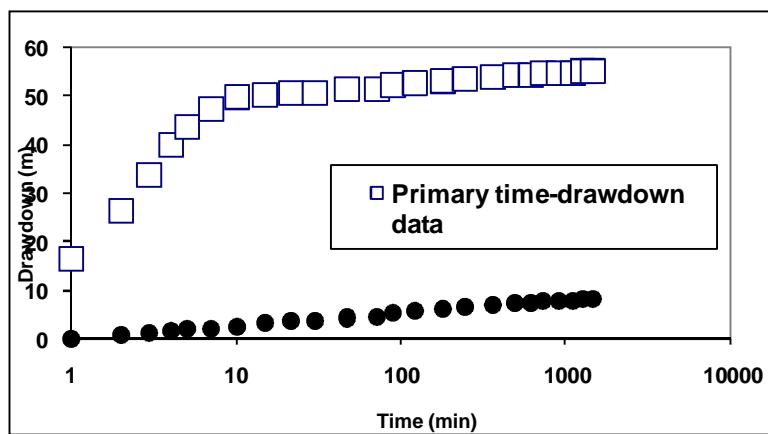
۴- همگن‌سازی داده‌های آزمایش پمپاژ

با توجه به رابطه مستقیم افت با دبی پمپاژ، قبل از آنالیز داده‌ها می‌توان داده‌های اولیه را با استفاده از معادله زیر همگن‌سازی نمود.

$$S_{a(t)} = \frac{[S_{obs}(t) - S_{obs}(t_{ref})]}{Q_{obs}/Q_{ref}} + S_{a(t_{ref})}$$

t_{ref}	= افت مشاهده‌ای در زمان	t	= افت تصحیح شده در زمان
S_{obs}	= دبی پمپاژ مشاهده‌ای	t_{ref}	= افت مشاهده‌ای در زمان
Q_{ref}	= دبی پمپاژ مبنای	t_{ref}	= ابتدای زمان پایداری در هر گام

علاوه بر دبی متغیر پمپاژ، مقدار افت چاه نیز با روش ارائه شده توسط کرمی (۱۳۸۲) محاسبه شده و سهم آن از داده‌ها حذف شده است. شکل (۴) داده‌های افت-زمان اولیه و همچنین داده‌های اصلاح شده برای دبی متغیر پمپاژ و افت چاه را نشان می‌دهد.

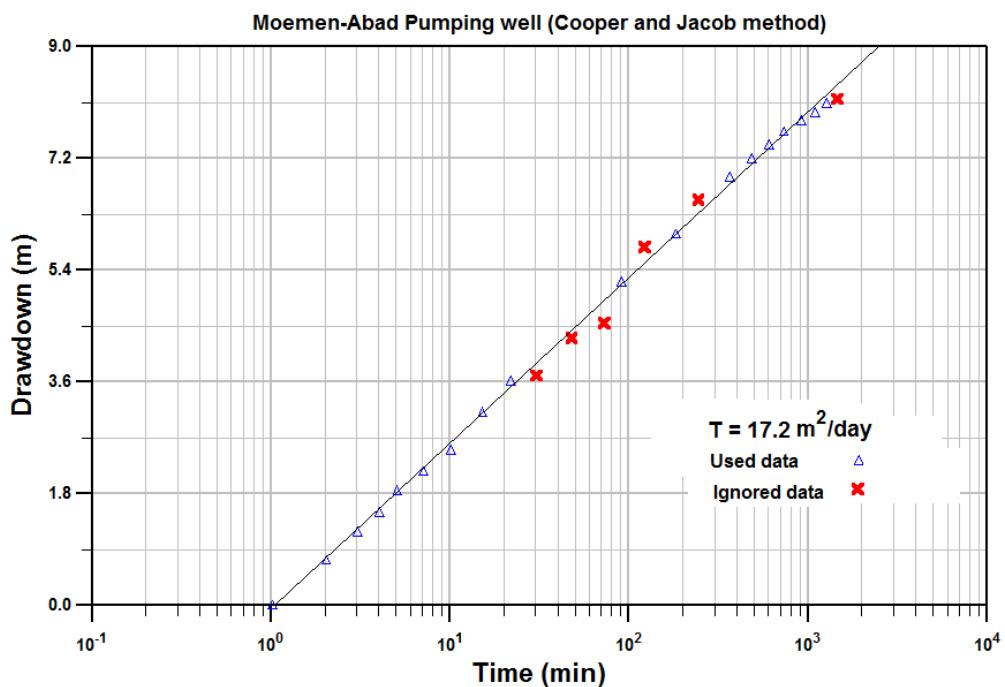


شکل ۴- داده‌های افت-زمان اولیه و تصحیح شده

۵- بحث و بررسی

پس از تصحیح اثرات دبی متغیر پمپاژ و همچنین افت چاه، با استفاده از روش‌های کوپر-ژاکوب (Cooper- Jacob 1946) و تایس (Theis 1935) مقادیر قابلیت انتقال و ضربیب ذخیره برای آبخوان مورد نظر محاسبه گردید.

شکل (۵) بکارگیری روش روشن کوب-ژاکوب برای داده‌های آزمایش پمپاز را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌های افت-زمان قبل از تصحیحات و بعد از تصحیحات در جدول (۱) مقایسه شده‌اند. همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود مقادیر قابلیت انتقال و ضریب ذخیره بدست آمده از آنالیز داده‌های افت-زمان قبل از تصحیحات در مقایسه با نتایج بدست آمده از داده‌های تصحیح شده خطاهای قابل توجهی را شامل می‌شوند.



شکل ۵- بکارگیری روش کوب-ژاکوب برای آنالیز داده‌های آزمایش پمپاز

جدول ۱- نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌های افت-زمان قبل از تصحیحات و بعد از تصحیحات

S		T (m ² /day)		نوع چاه
بعد از تصحیح	قبل از تصحیح	بعد از تصحیح	قبل از تصحیح	
---	---	17.2	5.6	چاه پمپاز
0.0012	0.0008	51.4	61.7	چاه پیزومتر



دانشگاه صنعتی شهرکرد
(پلی تکنیک) ایران



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک) تهران

۶- نتیجه‌گیری

در بسیاری از آزمایش‌های پمپاژ که مقصود آزمایش با دبی ثابت می‌باشد، دبی پمپاژ با زمان تغییراتی را شامل می‌شود. نظر به این که در روش‌های مختلف آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ به این تغییرات توجهی نمی‌شود، مقادیر بدست آمده برای خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوانها خطاهای نسبتاً بزرگی را شامل می‌شوند. بنابراین، برای جلوگیری از بروز این خطاهای می‌بایست به طریقی اثرات مربوط به دبی متغیر حذف شود. نه تنها روش‌های موجود برای حذف اثر دبی متغیر بسیار محدود هستند بلکه تمامی آنها تنها برای آبخوانهای همگن کاربرد دارند. به این ترتیب که تمام تغییرات حاصله در شب منحنی افت-زمان را به تغییرات دبی نسبت داده‌اند و بر این اساس تغییرات دبی پمپاژ را تصحیح نموده‌اند. در این مقاله یک روش ساده ولی کاربردی بر اساس همگن‌سازی داده‌های آزمایش پمپاژ ارائه شده است که با کمک آن می‌توان برای تمامی آبخوانها (همگن و ناهمگن) اثرات مربوط به تغییرات دبی پمپاژ را تصحیح نمود.

۷- مراجع

[۱] کرمی، غ. (۱۳۸۵). برآورد مؤلفه‌های افت با استفاده از آزمایش پمپاژ با دبی ثابت، مجله علوم و فنون دانشگاه صنعتی شهرور، ص ۱-۶.

[2] Cooper, H.H., Jacob, C.E. 1946. A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history, American Geophysical Union Transactions, 27:526-534.

[3] Eden, R.N. and C.P. Hazel 1973. Computer and graphical analysis of variable discharge pumping test of wells. Inst. Engrs. Australia,Civil Engng. Trans.,pp. 5-10.

[4] Sternberg, Y.M. and Asce, A.M., 1968. Simplified solution for variable rate pumping test. J. Hydr. Div., Proc. Of the Amer. Soc. Civil Engrs., 94(HY1): 177-180.

[5] Theis, C. V. 1935. The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Transactions of American Geophysical Union 16:519-524

[6] Todd, D. K. 1980. Groundwater hydrology, 2 edition. John Wiley & sons, New York.

[7] Walton, W. C. 1987. Groundwater pumping tests. Lewis Publishers, Inc., U.S.A.