



دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی

صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی حاصل از آزمایش پمپاژ،

مطالعه موردی دشت تبریز

نگارنده:

زهرة اشجاری

استاد راهنما

دکتر غلامحسین کرمی

تیر ماه ۱۳۹۷

تقدیرم به

فرشتگانی که لفظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت فواستن،
عظمت رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا و زیبایی زندگی‌ام مدیون حضور سبز آن -
هاست...

تقدیرم به خانواده

عزیزم

تقدیر و تشکر

در این هنگام که با لطف و عنایت الهی، کار نگارش و تدوین این تحقیق به اتمام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم در ابتدا از زحمات بی‌شائبه استاد راهنمای بزرگوارم، جناب آقای دکتر غلاممسین کرمی که در تهیه و تکمیل این پژوهش همواره از مساعدت‌ها و راهنمایی‌های سودمندشان بهره‌برده‌ام کمال تقدیر و تشکر را داشته باشم.

همچنین از زحمات اساتید دلسوز و موقر گروه آب‌شناسی دانشکده علوم زمین، جناب آقایان دکتر جعفری و دکتر باقری که در طول مدت انجام این پایان‌نامه از راهنمایی‌ها و همکاری‌های بی‌دریغشان بهره‌برده‌ام، نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از زحمات و محبت‌های بی‌دریغ خانواده‌ام به ویژه برادر بزرگوارم جناب آقای دکتر یواد اشباری که در نهایت صبر و بردباری، همواره محیطی مساعد و آرام را جهت رشد و تمصیلاتم فراهم نمودند، سپاس‌گزاری نمایم.

در پایان نیز از همکلاسی‌های گرامی‌ام خانم‌ها نبی‌زاده، کعبه، فاطمه‌زاده و جعفری که در دوران تمصیلاتم، نهایت کمک و همیاری را در حق اینجانب نموده‌اند، کمال تشکر و سپاس‌گزاری را دارم.

زهره اشباری

تیرماه ۱۳۹۷

تعهد نامه

اینجانب زهره اشجاری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته آشناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی حاصل از آزمایش پمپاژ، مطالعه موردی دشت تبریز تحت‌دراهنمائی دکتر غلامحسین کرمی متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « **Shahrood University** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها از مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها به شمار می‌روند. برای برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود. مهم‌ترین، رایج‌ترین و معتبرترین روش برای برآورد این پارامترها استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ است. در هر حال، به دلیل عدم دقت در انجام آزمایش پمپاژ به ویژه عدم وجود کارشناسان با تجربه برای آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ، در بسیاری از موارد نتایج حاصله از آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ دارای عدم قطعیت می‌باشند. در این تحقیق، برای صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان آبرفتی دشت تبریز از ۱۱ آزمایش پمپاژ استفاده شده است. برای دستیابی به این هدف، نتایج مرحله رفت با نتایج آزمون برگشت مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. از آنجایی که در مرحله برگشت فقط مقدار قابلیت انتقال آبخوان برآورد می‌شود، برای صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان دشت تبریز از مقادیر قابلیت انتقال استفاده شده است.

به این ترتیب که مقادیر قابلیت انتقال برآورد شده در دو مرحله قبلی (اطلاعات گزارش شده توسط آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی) و جدید (اطلاعات به دست آمده توسط نرم‌افزار Aquiferwin32) با مقادیر قابلیت انتقال برآورد شده از آزمون برگشت مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. برای مقادیر قابلیت انتقال برآورد شده قبلی خطای نسبی بین ۱۱ تا ۱۱۰ درصد متغیر بوده است. حال آن که برای مقادیر قابلیت انتقال برآورد شده جدید خطای نسبی بین ۲ تا ۹ درصد متغیر بوده است. مقایسه مقادیر خطای نسبی برای دو مرحله مذکور بیانگر این است که در مرحله قبلی عدم قطعیت به‌طور نسبی بسیار بیشتر بوده است.

کلمات کلیدی: آزمون پمپاژ، قابلیت انتقال، Aquiferwin32، عدم قطعیت، صحت‌سنجی، خطای

نسبی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق ۲

۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های ارتباطی ۳

۳-۱- آب و هوای منطقه ۳

۴-۱- زمین‌شناسی منطقه ۷

۱-۴-۱- چین‌شناسی منطقه ۸

۲-۴-۱- زمین‌شناسی ساختمانی ۱۲

۵-۱- ژئومورفولوژی منطقه ۱۳

۶-۱- هیدرولوژی منطقه ۱۴

۷-۱- هیدروژئولوژی منطقه ۱۵

فصل دوم: مروری بر تحقیقات پیشین درباره آزمایش پمپاژ

و صحت‌سنجی نتایج آن ۱۹

۱-۲- مختصری درباره آزمایش پمپاژ و اهمیت آن ۲۰

۲-۲- روش‌های رایج آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ ۲۱

۳-۲- عوامل مؤثر بر دقت نتایج حاصله از آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ ۲۵

۲۷ ۴-۲- عدم قطعیت در نتایج آزمایش پمپاژ

۳۱ فصل سوم: روش انجام کار

۳۲ ۱-۳- جمع‌آوری آمار و اطلاعات

۳۲ ۱-۱-۳- اطلاعات مربوط به چاه‌های پمپاژ

۳۳ ۲-۱-۳- داده‌های آزمایش پمپاژ

۳۳ ۲-۳- ترسیم نقشه پایه زمین‌شناسی

۳۳ ۳-۳- تصحیحات مورد نیاز داده‌های آزمایش پمپاژ

۳۴ ۱-۳-۳- حذف مقادیر افت چاه

۳۴ ۲-۳-۳- تصحیح اثر تغییرات دبی

۳۵ ۳-۳-۳- حذف داده‌های پرت

۳۵ ۴-۳- محاسبه درصد خطای آزمایش پمپاژ

فصل چهارم: صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی حاصل از

۳۷ آزمایش پمپاژ در دشت تبریز

۳۹ ۱-۴- چاه پمپاژ سعیدآباد ۲

۴۰ ۱-۱-۴- تصحیحات انجام شده

- الف- حذف مقدار افت چاه ۴۰
- ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۴۱
- ج- حذف داده‌های پرت ۴۱
- ۴-۱-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ ۴۳
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۴۳
- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۴۴
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۴۵
- ۴-۲- چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ ۴۶
- ۴-۲-۱- تصحیحات انجام شده ۴۶
- الف- حذف مقدار افت چاه ۴۶
- ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۴۸
- ۴-۲-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ ۴۸
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۴۹
- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۵۰
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۵۱
- ۴-۳- چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ ۵۲
- ۴-۳-۱- تصحیحات انجام شده ۵۲

۴-۳-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ ۵۳

الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۵۳

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۵۵

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۵۶

۴-۴- چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ ۵۶

۴-۴-۱- تصحیحات انجام شده ۵۶

الف- حذف مقدار افت چاه ۵۶

۴-۴-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ ۵۸

الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۵۸

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۵۹

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۶۰

۴-۵- چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ ۶۱

۴-۵-۱- تصحیحات انجام شده ۶۱

الف- حذف مقدار افت چاه ۶۱

ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۶۳

۴-۵-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ سعیدآباد ۷ ۶۳

الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۶۴

- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۶۵
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۶۶
- ۴-۶-۶- چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ ۶۷
- ۴-۶-۱- تصحیحات انجام شده ۶۷
- ۴-۶-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ ۶۹
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۶۹
- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۷۰
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۷۱
- ۴-۷-۷- چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ ۷۲
- ۴-۷-۱- تصحیحات انجام شده ۷۲
- ۴-۷-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ سعیدآباد ۱۱ ۷۴
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۷۴
- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۷۵
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۷۶
- ۴-۸-۸- چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ ۷۷
- ۴-۸-۱- تصحیحات انجام شده ۷۷
- الف- حذف مقدار افت چاه ۷۷

- ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۷۹
- ۴-۸-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ ۷۹
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۸۰
- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۸۱
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۸۲
- ۴-۹-۹- چاه پمپاژ ملل متحد ۸۳
- ۴-۹-۱- تصحیحات انجام شده ۸۳
- الف- حذف مقدار افت چاه ۸۳
- ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۸۵
- ۴-۹-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ ملل متحد ۲ ۸۵
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۸۶
- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۸۷
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۸۸
- ۴-۱۰-۱- چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ ۸۹
- ۴-۱۰-۱- تصحیحات انجام شده ۸۹
- ۴-۱۰-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ ۹۱
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۹۱

- ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت ۹۲
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۹۳
- ۴-۱۱- چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ ۹۴
- ۴-۱۱-۱- تصحيحات انجام شده ۹۴
- ۴-۱۱-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ ۹۶
- الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت ۹۶
- ب- تجزیه و تحلیل داده‌ای مرحله برگشت ۹۷
- ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت ۹۸
- ۴-۱۲- مقایسه مقادیر قابلیت انتقال جدید با مقادیر گزارش شده قبلی ۹۸

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۱۰۱

- ۵-۱- نتیجه‌گیری ۱۰۲
- الف- یکسان نبودن رفتار آبخوان در بخش‌های مختلف ۱۰۲
- ب- عدم قطعیت در نتایج به دست آمده از آزمایش پمپاژ ۱۰۳
- ج- دقت بالای داده‌های افت-زمان ۱۰۳
- ۵-۲- پیشنهادها ۱۰۴

منابع ۱۰۵

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه ۴
- شکل ۱-۲- نمودار امپرومتریک منطقه مورد مطالعه براساس سال آبی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ ۶
- شکل ۱-۳- نقشه زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی تبریز ۱۰
- شکل ۱-۴- نقشه خطوط جریان آبخوان بخش شرقی دشت تبریز ۱۶
- شکل ۱-۵- هیدروگراف بخش شرقی دشت تبریز ۱۷
- شکل ۱-۴- موقعیت چاه‌های آزمون پمپاژ در محدوده آبخوان بخش شرقی دشت تبریز ۳۹
- شکل ۲-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۴۰
- شکل ۳-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ بعد از افت چاه ۴۱
- شکل ۴-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۴۲
- شکل ۵-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ بعد از حذف داده پرت ۴۲
- شکل ۶-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ روش کوپر-ژاکوب ۴۳
- شکل ۷-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ روش هانتوش-ژاکوب ۴۴
- شکل ۸-۴- داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ ۴۵
- شکل ۹-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۴۷
- شکل ۱۰-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ بعد از حذف افت چاه ۴۷

- شکل ۴-۱۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۴۸
- شکل ۴-۱۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ روش کوپر-ژاکوب ۴۹
- شکل ۴-۱۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ روش هانتوش-ژاکوب ۵۰
- شکل ۴-۱۴- داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ ۵۱
- شکل ۴-۱۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۵۲
- شکل ۴-۱۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ بعد از حذف افت چاه ۵۳
- شکل ۴-۱۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ روش کوپر-ژاکوب ۵۴
- شکل ۴-۱۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ روش هانتوش-ژاکوب ۵۴
- شکل ۴-۱۹- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ ۵۵
- شکل ۴-۲۰- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۵۷
- شکل ۴-۲۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ بعد از حذف افت چاه ۵۷
- شکل ۴-۲۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ روش کوپر-ژاکوب ۵۸
- شکل ۴-۲۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ روش تاپس ۵۹
- شکل ۴-۲۴- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ ۶۰
- شکل ۴-۲۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۶۲
- شکل ۴-۲۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ بعد از حذف افت چاه ۶۲
- شکل ۴-۲۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۶۳

- شکل ۴-۲۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ روش کوپر-ژاکوب ۶۴
- شکل ۴-۲۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ روش تاپس ۶۵
- شکل ۴-۳۰- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ ۶۶
- شکل ۴-۳۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۶۸
- شکل ۴-۳۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ بعد از حذف افت چاه ۶۸
- شکل ۴-۳۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ روش کوپر-ژاکوب ۶۹
- شکل ۴-۳۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ روش هانتوش-ژاکوب ۷۰
- شکل ۴-۳۵- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ ۷۱
- شکل ۴-۳۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۷۳
- شکل ۴-۳۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ بعد از حذف افت چاه ۷۳
- شکل ۴-۳۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ روش کوپر-ژاکوب ۷۴
- شکل ۴-۳۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ روش هانتوش-ژاکوب ۷۵
- شکل ۴-۴۰- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ ۷۶
- شکل ۴-۴۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۷۸
- شکل ۴-۴۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ بعد از حذف افت چاه ۷۸
- شکل ۴-۴۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۷۹
- شکل ۴-۴۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ روش کوپر-ژاکوب ۸۰

- شکل ۴-۴۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ روش هانتوش-ژاکوب ۸۱
- شکل ۴-۴۶- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ ۸۲
- شکل ۴-۴۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۸۴
- شکل ۴-۴۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ بعد از حذف افت چاه ۸۴
- شکل ۴-۴۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ ۸۵
- شکل ۴-۵۰- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ روش کوپر-ژاکوب ۸۶
- شکل ۴-۵۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ روش هانتوش-ژاکوب ۸۷
- شکل ۴-۵۲- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ ملل متحد ۲ ۸۸
- شکل ۴-۵۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۹۰
- شکل ۴-۵۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ بعد از حذف افت چاه ۹۰
- شکل ۴-۵۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ روش کوپر-ژاکوب ۹۱
- شکل ۴-۵۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ روش تایس ۹۲
- شکل ۴-۵۷- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ ۹۳
- شکل ۴-۵۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ قبل از اعمال تصحیحات لازمه ۹۵
- شکل ۴-۵۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ بعد از حذف افت چاه ۹۵
- شکل ۴-۶۰- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ روش کوپر-ژاکوب ۹۶
- شکل ۴-۶۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ روش تایس ۹۷

شکل ۴-۶۲- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ دره لیتوان ۶ ۹۸

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- متوسط بارندگی و دمای ماهانه دراز مدت محدوده مطالعاتی تبریز ۵

جدول ۱-۲- طبقه‌بندی اقلیم براساس ضریب دمارتن ۷

جدول ۴-۱- مقادیر قابلیت انتقال گزارش شده قبلی و جدید و درصد خطای نسبی آنها در مقایسه با

مقادیر قابلیت انتقال مربوط به آزمون برگشت..... ۹۹

فصل اول:

مقدمه

در این فصل، ابتدا بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق ارائه خواهد شد و سپس به معرفی منطقه مورد مطالعه، آب و هوای منطقه، زمین‌شناسی منطقه، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه پرداخته می‌شود.

۱-۱- بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق

تخمین پارامترهای هیدرودینامیکی یک آبخوان، اساسی‌ترین هدف آزمون پمپاژ می‌باشد. مقادیر این پارامترها جهت تعیین رفتار هیدروژئولوژیکی، مدل‌سازی، انتقال آلودگی، بیلان و پیش‌بینی‌های مدیریتی بکار می‌روند. سامانه آب زیرزمینی یک سامانه پیچیده است و برآورد متغیرهای هیدرودینامیکی که معمولاً با روش‌های کلاسیک مانند روش‌های آزمایشگاهی، اسلاگ تست، آزمایش ردیابی و آزمون‌های پمپاژ انجام می‌گیرد؛ با عدم قطعیت ذاتی همراه بوده و پرهزینه و وقت‌گیر است.

روش رایج برای تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی استفاده از داده‌های افت-زمان مربوط به چاه‌های پمپاژ اکتشافی و چاه‌های مشاهده‌ای می‌باشد که با استفاده از منحنی‌های تیپ، که عمدتاً بر مبنای روش تاپس استوار هستند، ضریب ذخیره و قابلیت انتقال آبخوان برآورد می‌شوند (Lu et al., 2015). از این روش نه تنها می‌توان برای آبخوان‌های همگن استفاده نمود بلکه برای آبخوان‌های ناهمگن نیز کارایی دارد.

در بیشتر موارد، داده‌های آزمون پمپاژ بدون در نظر گرفتن تغییرات دبی پمپاژ و اصلاح افت چاه و با استفاده از روش‌های مرسوم تجزیه و تحلیل می‌شوند. این مسئله در بسیاری از آزمایش‌های پمپاژ موجب بروز خطاهای نسبتاً فاحشی در تعیین قابلیت انتقال آبخوان می‌شود.

با توجه به موارد ذکر شده ناهمگنی و صحت مقادیر هیدرودینامیکی آبخوان‌ها یک مسئله مهم در تفسیر نتایج می‌باشد که از دیدها پنهان بوده و کمتر توجه شده است. در ایران

مشاهده شده است که در یک منطقه و یک آبخوان، در فاصله بسیار کم مقادیر بسیار متفاوتی از پارامترهای هیدرودینامیکی گزارش شده که به نظر می‌رسد علاوه بر عوامل زمین‌شناسی، باید عوامل دیگر را در آن‌ها دخیل دانست. هدف از تحقیق حاضر از این قرار است که در دشت تبریز نتایج حاصله از آزمایش پمپاژ صحت‌سنجی شوند در مرحله اول بررسی صحت نتایج حاصل از آزمون پمپاژ بوده تا بتوان در مرحله دوم اصلاح مقادیر ضرایب هیدرودینامیکی از طریق داده‌های افت و همگن‌سازی داده‌های حاصل از آزمایش پمپاژ می‌باشد.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های ارتباطی

منطقه مورد مطالعه، در مرکز استان آذربایجان شرقی با مختصات جغرافیایی $20^{\circ} 48' 45''$ تا $25^{\circ} 51' 46''$ طول شرقی و $32^{\circ} 45' 37''$ تا $25^{\circ} 28' 38''$ عرض شمالی در زون ۳۸ قرار گرفته است. وسعت کل محدوده مطالعاتی حدود ۵۲۷۱ کیلومترمربع می‌باشد. پست‌ترین و مرتفع‌ترین نقاط محدوده مطالعاتی به ترتیب ۱۲۸۰ متر در خروجی محدوده از غرب و ۳۶۷۷ متر در قله سهند، در جنوب محدوده هستند که از سطح آزاد دریاها بالاتر می‌باشند. وسعت ارتفاعات منطقه ۴۴۱۲ کیلومترمربع و دشت آن ۸۵۹ کیلومترمربع می‌باشد. در شکل (۱-۱) موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های ارتباطی به منطقه ارائه شده است.

۱-۳- آب و هوای منطقه

تبریز از نظر موقعیت جغرافیایی در استان آذربایجان شرقی قرار دارد، دارای آب و هوا، و خصوصیات ویژه اقلیمی است. قسمت بیشتر دشت معتدل و نیمه مربوط می‌باشد. همچنین شهر تبریز از تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب برخوردار است. به

منظور بررسی آب و هوا و اقلیم منطقه مورد مطالعه از آمار هواشناسی سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ استفاده شده است.



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه

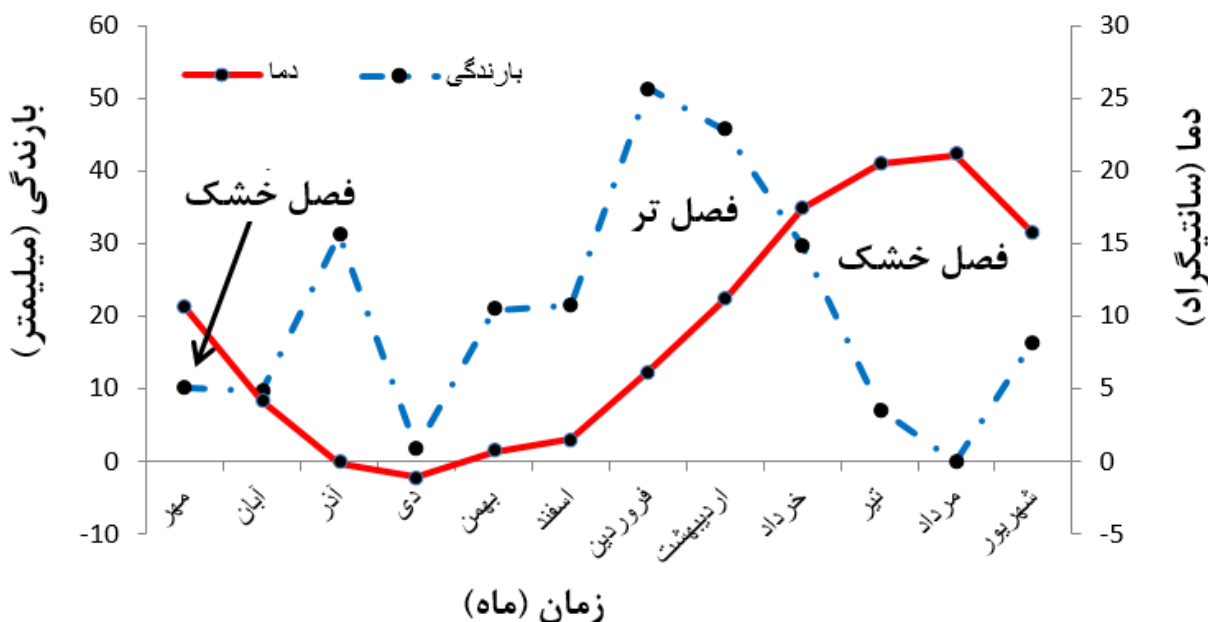
با توجه به آمار ارائه شده مربوط به بارش، بیشترین میزان بارش در منطقه مورد مطالعه در مهر ماه با میانگین بارش ۱۰۸ میلی‌متر و کم‌ترین میزان بارش در مرداد ماه با میانگین صفر میلی‌متر اتفاق افتاده است.

با توجه به آمار ارائه شده مربوط به دما، بیشینه دما در منطقه مورد مطالعه در مرداد ماه با میانگین ۲۱/۱ درجه سانتی‌گراد و کمینه دما در دی ماه با میانگین ۱/۱- درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاده است. با توجه به اطاعات ارائه شده مربوط به بارش، بیشترین میزان بارش منطقه در اردیبهشت ماه به‌طور میانگین ۵۷ میلی‌متر و کمترین میزان بارش در مرداد ماه به‌طور میانگین ۷ میلی‌متر است. در نهایت میانگین بارش سالانه دشت تبریز، ۳۴۴ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در جدول (۱-۱) اطلاعات میانگین دمای ماهانه برای منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول ۱-۱- متوسط بارندگی و دمای ماهانه درازمدت محدوده مطالعاتی تبریز

زمان (ماه)	دما	بارندگی
مهر	۱۰/۶	۱۰/۰۷
آبان	۴/۲	۹/۷
آذر	-۰/۱	۳۱/۳
دی	-۱/۱	۱/۷
بهمن	۰/۷	۲۰/۹
اسفند	۱/۵	۲۱/۵
فروردین	۶/۲	۵۱/۳
اردیبهشت	۱۱/۲	۴۵/۶
خرداد	۱۷/۴	۲۹/۷
تیر	۲۰/۵	۷/۱
مرداد	۲۱/۱	۰
شهریور	۱۵/۷	۱۶/۵

بر اساس اطلاعات دما و بارندگی مربوط به منطقه مورد مطالعه، نمودار امبروترمیک (Embrotthermic) ترسیم شده است که این نمودار در شکل (۱-۲) نشان داده شده است. در این نمودار در زمان‌هایی که میانگین بارندگی بالاتر از میانگین دما است، فصل تر و در غیر اینصورت فصل خشک اتفاق می‌افتد. لذا نقطه تلاقی منحنی میانگین بارندگی با منحنی میانگین دما، جدا کننده فصل خشک و تر از یکدیگر می‌باشد. طبق این نمودار، از ابتدای آبان ماه تا پایان خرداد ماه، جز فصل تر بوده و از ابتدای تیر ماه تا پایان مهر ماه جز فصل خشک می‌باشد.



شکل ۱-۲- نمودار امبروترمیک منطقه مورد مطالعه بر اساس سال آبی ۱۳۹۴-۱۳۹۳

به منظور تعیین اقلیم منطقه از روش دمارتن (De Martonne) استفاده شده است. دمارتن با توجه به میانگین دما و بارش سالیانه، ضریبی به نام ضریب خشکی ارائه نموده است که بر اساس آن اقلیم منطقه مشخص می‌شود (جدول ۱-۱). ضریب خشکی دمارتن با استفاده از معادله (۱-۱) محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{p}{T+1} \quad \text{معادله ۱-۱}$$

در این معادله p میانگین بارندگی سالیانه بر حسب میلی‌متر، T میانگین دمای سالیانه بر حسب درجه سانتی‌گراد است و مقدار I محاسبه شده از معادله بالا حدود $24/5$ می‌باشد که با توجه به طبقه‌بندی ارائه شده در جدول (۱-۲)، نشان‌دهنده اقلیم نیمه مرطوب منطقه می‌باشد.

جدول ۱-۲- طبقه‌بندی اقلیم بر اساس ضریب دمارتن

نام اقلیم	محدود ضریب خشکی دمارتن (I)
خشک	مقادیر کم‌تر از ۱۰
نیمه خشک	مقادیر ۱۰ الی ۱۹/۹
مدیترانه‌ای	مقادیر ۲۰ الی ۲۳/۹
نیمه مرطوب	مقادیر ۲۴ الی ۲۷/۹
مرطوب	مقادیر ۲۸ الی ۳۴/۹
بسیار مرطوب	مقادیر بیشتر از ۳۵

۱-۴- زمین‌شناسی منطقه

پوسته ایران بر اساس رخدادهای ماگمایی، دگرگونی، رسوبی و تکتونیکی و تنوعات آن‌ها در بخش‌های مختلف آن به چندین زون اصلی و زیر زون تقسیم شده است. آذربایجان به دلیل تنوعات رخدادهای یاد شده و پیچیدگی‌های زمین‌شناسی حاکم بر آن جایگاه ویژه‌ای در زمین‌شناسی ایران داشته و به همین دلیل و به واسطه پیچیده بودن زمین‌شناسی آن اغلب نظریات و ضد و نقیضی در مورد آن ارائه شده است. گستره آذربایجان در رده‌بندی ساختمانی-رسوبی نبوی (۱۳۵۵) در زون‌های البرز-آذربایجان، گرگان-رشت، زون آمیزه رنگین (Coloured Melange) خوی-مهاباد (سویوق بولاغ) قرار می‌گیرد. در رده‌بندی ارائه شده توسط افتخارنژاد (۱۳۵۹) که در آن واحدهای ساختمانی و حوضه-های رسوبی ایران تفکیک شده‌اند آذربایجان شامل زون‌های گودال خزر جنوبی، البرز غربی،

مواد آمیزه رنگین و افیولیت ملانژ شمال غرب رورانندی اصلی زاگرس، زون همدان-ارومیه زون سلطانیه-میشو می باشد.

در تقسیمات ایران که توسط اشتوکلین (۱۹۷۷) ارائه شده، آذربایجان شامل زون های پوسته اقیانوس خزر جنوبی با پوششی از رسوبات مزوزوئیک تا کواترنری، زون آتشفشانی ترسیر-کواترنر، حوضه های بین کوهستانی نئوژن-کواترنر، رسوبات پلاتفرمی و حوضه های بین کوهستانی، کراتونی مزوزوئیک و زون افیولیت ملانژ قرار می گیرند. در ادامه چینه شناسی و زمین شناسی ساختمانی منطقه به طور مختصر ارائه می شوند.

۱-۴-۱- چینه شناسی

شکل (۳-۱) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. همانطور که شکل (۳-۱) نشان می دهد مهم ترین واحدهای سنگی رخنمون یافته در منطقه از قدیم به جدید شامل کرتاسه، پلیوسن و نهشته های کواترنری می باشند.

مزوزوئیک

واحد سنگی K11: ماسه سنگ آهک دار به سن کرتاسه می باشد.

واحد سنگی Kb: بازالت به سن کرتاسه است و از نظر هیدرولوژی دارای تراوایی بالایی می باشد.

واحد سنگی K1sh: ماسه سنگ مارنی و شیل می باشد و از نظر تراوایی هیدرولوژی ناتراوا است و به سن کرتاسه می باشد.

واحد سنگی Kv: دارای ولکانیک های کرتاسه است و از دیدگاه هیدرولوژی تراوایی بالایی را شامل می شود.

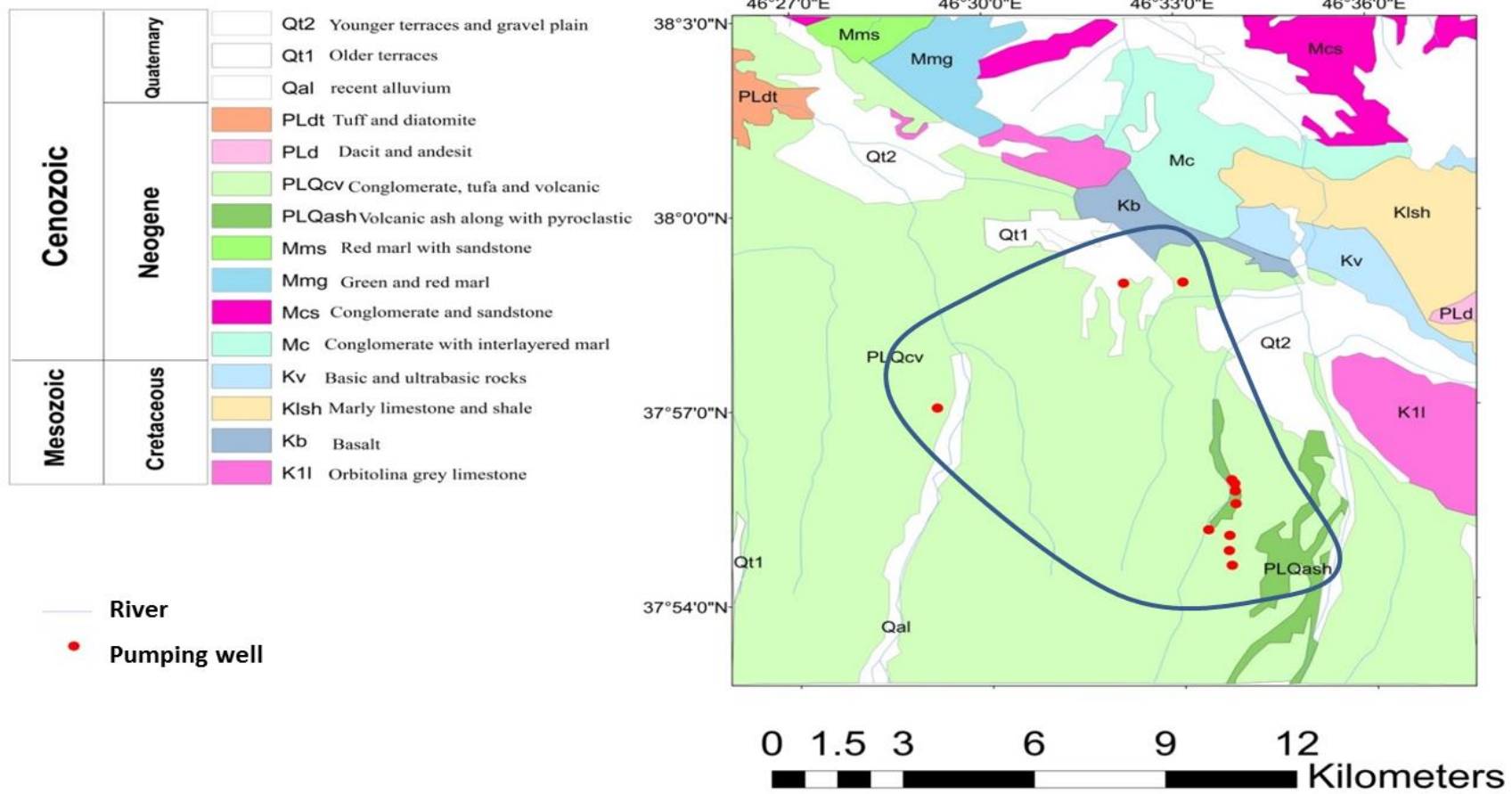
سنوزوئیک

واحد سنگی Mc: کنگلومرا با میان لایه‌های مارنی به سن میوسن است و از نظر هیدرولوژی متخلخل می‌باشد.

واحد سنگی Mcs: این واحد سنگی به سن میوسن و دارای کنگلومرا و ماسه سنگ است و از نظر هیدرولوژی تراوایی بالایی دارد.

واحد سنگی Mmg: دارای مارن گچی، ماسه سنگ‌های آهکی و آهک به سن میوسن می‌باشد و از نظر هیدروژئولوژی ناتراوا و مخرب کیفی است.

واحد سنگی Mms: شامل مارن قرمز، کنگلومرا و ماسه سنگ به همراه گچ و نمک می‌باشد. این واحد سنگی به سن میوسن می‌باشد و از نظر هیدروژئولوژی ناتراوا و مخرب کیفی است.



شکل ۱-۳- نقشه زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی تبریز

واحد سنگی PLd: دارای داسیت و آندزیت داسیتی به سن پلیوسن است و به دلیل درز و شکافدار بودن از نظر هیدروژئولوژی تراوایی نسبی آن بالا می‌باشد.

سازند PLdt: این واحد شامل یک سری رسوبات با تناوبی از فرش سنگ، گل‌سنگ (مادستون)، توف، توف ماسه‌ای و لایه‌های کوارتز دیاتومیت‌دار می‌باشد. آثار فسیل‌های ماهی و حشرات و دو کفه، در میان این رسوبات به فراوانی یافت می‌شود، در رسوبات این واحد آثار دیاتومیت در منطقه آق یوقوش که در جنوب خاوری تبریز جای دارد، برای نخستین بار توسط افتخاری نژاد گزارش گردیده است. این واحد سنگی به سن پلیوسن است و به دلیل درز و شکافدار بودن دارای تراوایی نسبی بالایی می‌باشد.

واحد سنگی PLQash: خاکستر آتش‌فشانی به همراه لاهار، توف و آذرآواری است. به سن پلیو-کواترنر می‌باشد. از نظر هیدروژئولوژی به دلیل درز و شکافدار بودن تراوایی نسبی بالایی دارد.

واحد سنگی PLQcv: این واحد سنگی دارای کنگلومرا، توف، پومیس و خاکستر آتش‌فشانی است و سن پلیوکواترنر را دارد. به دلیل درز و شکافدار بودن از نظر هیدروژئولوژی تراوایی نسبی آن بالا می‌باشد.

کواترنر

نهبشته‌های کواترنر در دشت تبریز به شکل اراضی تپه‌ماهور با رسوبات تراسی و مخروط افکنه به ویژه در دامنه کوه مووو و دره‌امند، رسوبات تراسی جوان‌تر که پهنه اصلی دشت تبریز را می‌پوشاند (Qt2) و بالاخره پهنه‌های کاملاً مسطح دانه‌ریز میانه دشت که شامل اراضی شور و آبراهه‌دار می‌باشد که در انتها به پهنه‌های مسطح تبخیری و شوره‌زارهای حاشیه دریاچه ارومیه می‌رسد. بستر رودخانه‌ها به ویژه در ابتدای ورود به دشت پوشیده از عناصر آبرفتی دانه‌درشت می‌باشد.

واحد سنگی Qal: آبرفت عهد حاضر کواترنری است و از نظر هیدروژئولوژی متخلخل می‌باشد.

واحد سنگی Qt1: نهشته‌های کواترنر، به شکل پادگان‌های افقی بر روی رسوب‌های پلیوسن که تا حدودی کج شده‌اند و یا روی رسوبات چین‌خورده کهن آرمیده است، اجزای این نهشته‌ها بیشتر سنگریزه و رس می‌باشد و از لحاظ موقعیت در ارتفاع نسبتاً بالاتری جای دارد. از نظر هیدروژئولوژی متخلخل می‌باشند.

واحد سنگی Qt2: نهشته‌های کواترنر، به شکل پادگان‌های آبرفتی جوان بر روی رسوبات پلیوسن قرار دارند و از نظر هیدروژئولوژی متخلخل هم می‌باشند.

۱-۴-۲- زمین‌شناسی ساختمانی

مهم‌ترین عاملی که بر زمین‌شناسی ساختمانی و تشکیل ساخت‌های منطقه و به ویژه ریخت‌شناسی منطقه مؤثر است گسل‌های منطقه هستند و در این بخش به معرفی و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر واحدهای زمین-شناسی منطقه پرداخته می‌شود. نشانه‌های زمین‌ساخت‌مانی این ناحیه شامل برونزدهای قدیمی کوه مورو، گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها می‌باشد.

کوه مورو تقریباً در راستای غرب-شمال غرب، شرق-جنوب شرق برونزد دارد. هسته اصلی این کوه را سازند کهر متعلق به پرکامبرین تشکیل داده و سایر سازندها با پدیده گسل خوردگی، چین خوردگی و دگرگونی همراه هستند.

گسل معروف تبریز با راستای شمال باختری-جنوب‌خاوری از حاشیه ارتفاعات کوه عون‌علی و شمال-خاوری تبریز می‌گذرد و خطواره آن با نشانه‌های بارزی بر روی عکس‌های هوایی کاملاً مشخص است. طی حرکات چند باره گسل تبریز در گذشته بخش جنوبی آن فروافتاده و بخش شمالی آن بالا آمده است. سایر گسله‌های منطقه کم و بیش موازی و هم‌راستا با گسل تبریز بوده و متأثر از نیروهای زمین‌ساختی حاکم بر ناحیه می‌باشد. همچنین محور چین‌خوردگی‌های ایجاد شده در سازندهای شمال شرق تبریز نیز بیشتر به موازات گسل تبریز بوده و متأثر از همین نیروهای زمین‌ساختی است.

۱-۵- ژئومورفولوژی منطقه

در منطقه مورد مطالعه چهار تیپ اصلی ژئومورفولوژیکی (کوهستان، تپه و ماهور، دشت و رودخانه) قابل مشاهده هستند که به طور مختصر معرفی می‌شوند:

کوهستان

کوه مورو در شمال شرق دشت که مخلوطی از سازندهای آهکی و آهک مارنی، شیل، شیست، ماسه‌سنگ، دولومیت و برونزدهای گرانیتی و گابروبی‌اند از نظر رنگ و نحوه فرسایش با سازندهای میوسن تفاوت فاحشی دارد.

گسترش بسیار وسیعی از عناصر پیروکلاستیک از جنس پومیس و خاکسترهای آتشفشانی به همراه لایه‌هایی از کنگلومرای نیمه سیمانته که سرتاسر نواحی جنوبی شهر تبریز را تا ارتفاعات سه‌ه‌ند در بر می‌گیرد و بخش قابل توجهی از این مجموعه در حال حاضر به محدوده شهری تعلق دارد.

تپه و ماهور

در دامنه ارتفاعات گسترش زمین‌های تراسی و تپه‌ماهورها در سطح وسیعی به ویژه در مسیر سرآمد، مسیر سینخ چای و دامنه‌ای کوه مورو دیده می‌شود.

تپه‌های ماسه‌ای (Sand Dune) بیشتر در نقاط مختلف دشت دیده می‌شود. این تپه‌های ماسه‌ای از عناصر ماسه‌ای بسیار نرم بوده و تحت شرایط ویژه زمین‌شناسی و اقلیمی ایجاد شده است. از این ماسه‌های نرم برای پخش در زمین‌های کشاورزی برای سبک کردن بافت خاک بهره‌برداری می‌گردد.

دشت

دشت تبریز با شیب ملایمی به سمت غرب و جنوب‌غرب امتداد دارد. این زمین‌ها بیشتر شامل زمین‌های کشاورزی‌اند که به سمت غرب به تدریج دانه‌ریزتر شده و از شیب آن‌ها کاسته می‌شود. در میانه دشت، تقریباً در محل پخش سنیخ چای، شیب زمین‌ها بسیار کم و بافت خاک بسیار دانه‌ریز (رسی) می‌شود و زمین‌ها

به صورت زمین‌های شور و زهدار نمایان گردیده که شبکه‌ای از خندق‌های فرسایشی در آن‌ها ایجاد شده است و محل عبور جریان‌هایی‌اند که توانسته‌اند خود را به این زمین‌های برسانند. دشت تبریز از سمت غرب و جنوب غرب به زمین‌های شور و پهنه‌های تبخیری حاشیه دریاچه ارومیه منتهی می‌گردد.

رودخانه

بستر رودخانه آجی چای دارای عناصر دانه‌درشت آبرفتی است که هرچه از محل ورود به دشت به سمت غرب پیش برویم، عناصر موجود در بستر به مرور دانه‌ریزتر شده و در آخر به سیلت و رس تبدیل می‌گردد. در بالا دست‌ها از رسوبات آبرفتی رودخانه آجی چای و شاخه دگر آن (کومور چای) که از شمال قبل از ورود به محدوده شهری به آجی چای می‌پیوندند در سطحی وسیع به عنوان مصالح ساختمانی بهره‌برداری می‌گردد. بستر این رودخانه‌ها هرکدام شامل چندین تراس پلکانی‌اند که بیانگر سیلاب‌های پرنرژی رودخانه در دوره‌های گذشته است.

۱-۶- هیدرولوژی منطقه

مهم‌ترین رودخانه موجود در منطقه مورد مطالعه رودخانه آجی چای یا تلخه‌رود می‌باشد که از سرشاخه‌های مهم نهندچای، گمناب‌چای، سنیخ‌چای، مهرانه‌رود، سررود و عنصررود (اسکوچای) تشکیل شده است. سرشاخه اصلی آجی چای از دامنه جنوبی کوه سبلان بوده که پس از عبور از شهرستان سراب و بستان‌آباد در محل ایستگاه هیدرومتری مرکید وارد محدوده مطالعاتی تبریز می‌شود. بنابراین، این ایستگاه به عنوان معرف جریان ورودی از محدوده بستان‌آباد به تبریز محسوب می‌شود. در داخل محدوده مطالعاتی تبریز نیز تعدادی سرشاخه آب وارد جریان آجی چای شده و باعث افزایش آبدهی می‌شوند اما از طرفی در داخل محدوده، آب رودخانه برای مصرف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در انتهای دشت نیز ایستگاه آخولا قرار دارد که در واقع جریان‌های خروجی از دشت به دریاچه ارومیه را اندازه‌گیری می‌نماید.

در محدوده مطالعاتی سدهای شهید مدنی (ونیار)، نهند، ملک‌کیان و تعدادی سدهای کوچک توسط سازمان جهاد کشاورزی احداث شده‌اند. سد ونیار بر روی رودخانه آجی‌چای به منظور تأمین آب کشاورزی و سد نهند برای تأمین بخشی از آب شرب شهر تبریز احداث شده است. گنجایش سد ونیار ۲۵۰ میلیون مترمکعب، سد نهند ۳۰ میلیون مترمکعب و سد ملک‌کیان حدود ۶ میلیون مترمکعب می‌باشد.

از نظر رژیم جریان رودخانه‌ها و آبراهه‌های اصلی ورودی به دشت تبریز، دارای رژیم برفی-بارانی می‌باشند و بخشی از حجم جریان‌های بهاره را ذوب برف تشکیل می‌دهد. بر اساس دبی میانگین سالانه در طول دوره آماری، آبدهی متوسط رودخانه آجی‌چای در طول دوره آماری در ایستگاه هیدرومتری مرکید به عنوان ورودی آجی‌چای برابر با ۶/۸ مترمکعب در ثانیه و در ایستگاه آخولا به عنوان خروجی از دشت برابر با ۱۰/۰۶ مترمکعب در ثانیه می‌باشد.

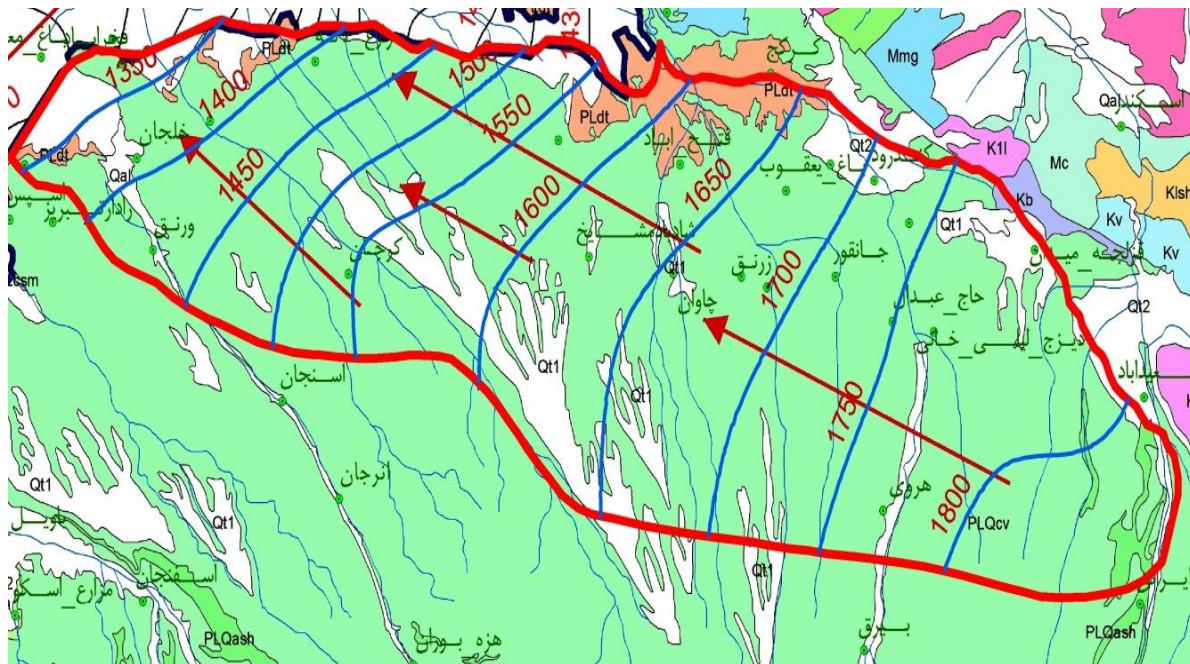
۱-۷- هیدروژئولوژی منطقه

آبخوان منطقه مورد مطالعه از نوع آزاد بوده و مساحت آن حدود ۴۰۴ کیلومتر مربع می‌باشد. در آبخوان سه‌سند عمق آب زیرزمینی از حدود ۲۰ تا ۱۶۰ متر تغییر می‌نماید. کم عمق‌ترین نقاط در شمال آبخوان، نزدیک روستای نعمت‌آباد دیده می‌شود و عمیق‌ترین مکان‌ها در جنوب-شرق در محدوده روستاهای هروی و ایرانق می‌باشد.

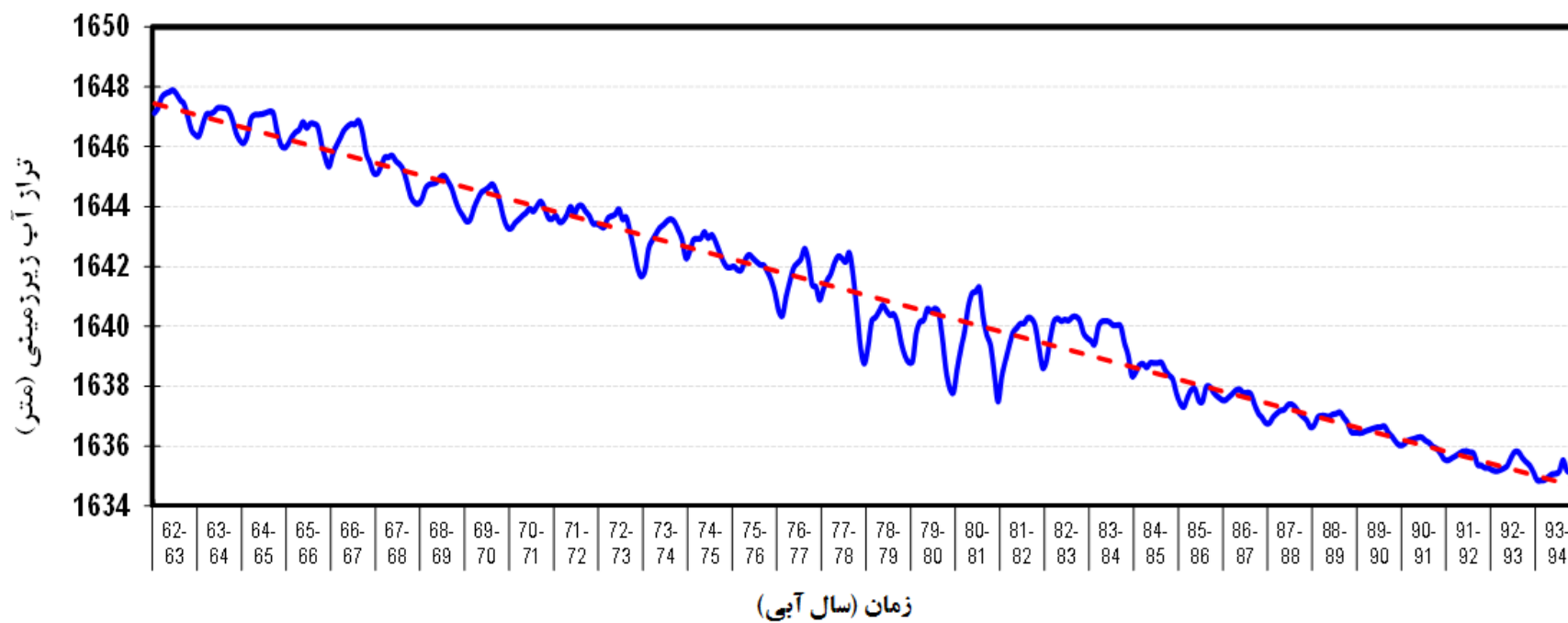
در این آبخوان تراز آب زیرزمینی از ۱۸۰۰ تا ۱۳۵۰ از شرق به سمت غرب کاهش پیدا می‌کند. افت تراز آب زیرزمینی در این آبخوان شدید می‌باشد که در مجموع حدود ۱۲/۳ متر افت داشته

که به طور سالانه حدود ۳۸/۴ سانتیمتر می‌باشد. با وجود آنکه آهنگ عمومی افت یکسان می‌باشد اما در بعضی از سال‌ها کاهش سرعت افت دیده می‌شود. بررسی تغییرات تراز آب زیرزمینی در سال آبی ۹۳-۹۴ نشان می‌دهد که روند افت تراز آب زیرزمینی ادامه داشته و در انتهای سال نسبت به شهریورماه سال گذشته، ۳۱ سانتیمتر افت تراز آب دیده می‌شود که با در نظر گرفتن مساحت ۴۰۴ کیلومتر مربع و متوسط ضریب ذخیره حدود ۰/۰۳، تغییر در ذخیره آبخوان حدود ۳/۷۵۶ میلیون مترمکعب می‌باشد.

در محدوده مورد مطالعه جهت جریان از جنوب شرق به سمت شمال غرب می‌باشد که در زیر نقشه هم‌پتانسیل و جهت جریان ترسیم شده است (شکل ۱-۴). همچنین، هیدروگراف منطقه هم در شکل (۱-۵) ارائه شده است.



شکل ۱-۴- نقشه هم‌پتانسیل آبخوان بخش شرقی دشت تبریز



شکل ۱-۵- هیدروگراف بخش شرقی دشت تبریز

فصل دوم:

مروری بر تحقیقات پیشین درباره آزمایش پمپاژ و صحت نتایج آن

در این فصل مختصری درباره آزمایش پمپاژ و اهمیت آن، روش‌های متداول برای آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ، تحقیقات انجام شده که در زمینه آزمایش پمپاژ در نقاط مختلف و در آبخوان‌های متفاوت و در نهایت عوامل مؤثر بر دقت نتایج حاصله از آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ ارائه می‌شود:

۲-۱- مختصری درباره آزمایش پمپاژ و اهمیت آن

آزمایش پمپاژ یکی از رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده در هیدروژئولوژیکی می‌باشد، زیرا منعکس کننده واکنش بخش قابل ملاحظه‌ای از آبخوان است (Todd 1980, Walton 1987). اگرچه این روش پاسخگویی تمام سؤالات مربوط به هیدروژئولوژی نیست، چنانچه آزمایش پمپاژ با دقت خوبی انجام شود اطلاعات قابل قبولی ارائه می‌دهد. مهم‌ترین کاربرد داده‌های آنالیز پمپاژ تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان (ضریب ذخیره و قابلیت انتقال) می‌باشد. همچنین اگر تفسیر نتایج آزمایش پمپاژ با توجه به شرایط زمین‌شناسی و هیدروژئولوژیکی انجام شود می‌تواند اطلاعات گران‌بهایی را در مورد مرزهای هیدرولوژیکی، منشاء آب زیرزمینی و ناهمگنی آبخوان ارائه دهد (Karami 2002). باردنهاگن (Bardenhagen 2001) اظهار نموده است که آزمایش پمپاژ یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای بررسی منابع آب زیرزمینی، مطالعات محیطی و کنترل آلودگی آب زیرزمینی می‌باشد. در سفره‌های آب زیرزمینی ناهمگن، بررسی میانگین ویژگی‌های هیدرولیکی بر اساس اطلاعات به دست آمده از مغزه‌های حفاری از تعداد محدودی ناهمگن چاهک آزمایشی، دقت مناسبی ندارد، در این سفره‌ها آزمایش پمپاژ ارزیابی مفیدی از ویژگی‌های هیدرولیکی آبخوان را ارائه دهند (Karami 2002).

با توجه به مطالب فوق‌الذکر، می‌توان این چنین اظهار نمود که بهترین و رایج‌ترین روش برای برآورد ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان‌ها، استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ می‌باشد. استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ در مقایسه با سایر روش‌ها، به ویژه در آبخوان‌های ناهمگن، از اهمیت مضاعفی برخوردار است.

۲-۲- روش‌های رایج آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ

محققین مختلف برای آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ در آبخوان‌های مختلف از روش‌های گوناگون استفاده کرده‌اند. در این قسمت به تعدادی از کارهای انجام شده در این خصوص اشاره می‌شود:

تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی در آبخوان‌های ناهمگن معمولاً متکی بر روش‌ها و مطالعاتی صحرایی مانند آزمون‌های پمپاژ، اسلاگ تست‌ها، توموگرافی زمین و دیگر فعالیت‌های ژئوفیزیکی صورت می‌گیرد (Lu et al., 2015). اما معمولاً مقادیر به دست آمده از روش‌های قبل تطابق مناسبی با یکدیگر ندارند و از این رو به نتایج آزمون پمپاژ بیش از روش‌های دیگر اعتماد می‌شود. اما مسئله اصلی تفاوت مقادیر آن‌ها در محدوده یک آبخوان است. به عنوان مثال ما و همکاران (Ma et al. 2016) با مطالعه آبخوان آبرفتی در یک دشت در کشور چین، مقدار هدایت هیدرولیکی در گستره آبخوان را مورد ارزیابی قرار دادند که مشخص نمود میزان ناهمگنی آبخوان نه تنها در جهت عمودی وجود دارد بلکه در جهت افقی نیز مشاهده می‌شود. میزان هدایت هیدرولیکی از $3/2$ الی $73/2$ متر در روز تغییر نموده است. آن‌ها نتیجه گرفتند که علت تفاوت هدایت هیدرولیکی مابین لایه‌ها به خاطر تفاوت محیط رسوب‌گذاری است اما در یک لایه، عمق دفن شدن و بار رسوبی که بر آن محل وارد می‌شود مهم می‌باشد. تغییرات مقادیر هدایت هیدرولیکی در نواحی که نفوذپذیری کم یا متوسط دارند متأثر از هر دو فاکتور است اما در مقادیر بالا، تغییرات هدایت هیدرولیکی متأثر از عمق قرارگیری می‌باشد. ساکاتا و ایکیا (Sakata and Ikead 2013) عامل ناهمگنی در مقادیر پمپاژ را به محتوای رس، تغییرات مکان و زمان، جهت جریان و ترکیبات ژئوشیمیایی منطقه ارتباط داده‌اند و حتی نقش ساختارهای زمین‌شناسی همانند گسل را نیز دخیل می‌دانند. به عبارتی هر دو گروه عامل ناهمگنی به خصوصیات زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه خود ارتباط داده‌اند.

حسینی سبزواری (۱۳۸۵) اطلاعات چاه‌های پمپاژ و پیزومترهای محدوده اطراف و داخل آنومالی شماره ۳ معدن گل‌گهر سیرجان را مورد بررسی قرار داده است. وی داده‌های افت-زمان مربوطه در دو بخش آبرفتی و سنگی را توسط نرم‌افزار Aquifer win32، با روش‌های تایس (Theis 1935) و کوپر-ژاکوب (Cooper and Jacob 1946) مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. نتایج آزمایش پمپاژ در بخش آبرفتی نشان داد، مقادیر قابلیت انتقال از ۱۲۵ تا ۱۸۷۵ مترمربع بر روز و ضریب ذخیره از ۵-۱۰×۶/۹ تا ۰/۰۳۸ متغیر می‌باشند. با توجه به نتایج به دست آمده ملاحظه شده است که میزان ناهمگنی بخش سنگی بیشتر از بخش آبرفتی است.

با توجه به مطالعات انجام شده توسط روح‌الهی (۱۳۹۰) در دشت‌های استان خراسان جنوبی و با استفاده از نرم‌افزار Aquifer test و روش‌های نیومن، تایس اصلاح شده و آزمایش برگشت برای تفسیر داده‌های حاصل از آزمایش پمپاژ استفاده شده است. با بررسی تفسیر داده‌های پمپاژ دریافت که در تعیین مقدار قابلیت انتقال آزمایش برگشت و در تخمین ضریب ذخیره روش نیومن که مخصوص سفره آزاد است از کارایی بیشتر و دقیق‌تری برخوردار است.

کرمی (۱۳۸۳) برای برآورد مؤلفه‌های افت با استفاده از اطلاعات آزمایش‌های پمپاژ با دبی ثابت، هم برای سفره‌های همگن و هم ناهمگن از اصل انطباق (Superposition) استفاده کرده است. در این روش داده‌های آزمایش پمپاژ در یک سیستم مختصات نیمه لگاریتمی ترسیم شده و سهم مؤلفه‌های افت سفره و افت چاه از یکدیگر جدا می‌شوند. به این ترتیب که قبل از تثبیت نرخ افت، شیب منحنی افت-زمان شامل هر دو مؤلفه (افت سفره و افت چاه) می‌شود. اما بعد از تثبیت نرخ افت (یعنی جایی که داده‌ها در سیستم مختصات نیمه لگاریتمی بر روی یک خط راست واقع می‌شوند)، شیب منحنی افت-زمان تنها انعکاس‌دهنده مؤلفه افت سفره می‌باشد.

مختاری و اسپهبد (۱۳۸۸) با مطالعه‌ی آبخوان آبرفتی دشت ورامین به ارزیابی قابلیت انتقال و ضریب ذخیره پرداخته‌اند. در این راستا آن‌ها از نتایج مرتبط با آزمون برگشت آزمایش‌های پمپاژ و معادله‌های تجربی رازک و هانتلی (Razack and Huntley 1991) استفاده کرده‌اند.

سامانی و پسندی (۱۳۷۸) بیان کردند که تجزیه و تحلیل آزمون پمپاژ با استفاده از مشتق افت-زمان به‌طور مؤثری تحلیل کیفی و کمی نتایج آزمون هیدرولیکی را بهبود می‌بخشد. این روش به دلیل حساسیت مشتق نسبت به تغییرات اندک افت است، که این تغییرات ممکن است با استفاده مستقیم از نتایج افت-زمان به خوبی آشکار نشود.

رگوان (Raghavan 2004) داده‌های آزمایش پمپاژ را با استفاده از منحنی افت و مشتقات لگاریتمی در برابر زمان مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. وی اظهار نموده است که روش مذکور از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.

محمدی (۱۳۹۰) با بررسی اختلاف روش‌های مختلف تحلیل آزمون پمپاژ در برآورد مقادیر پارامترهای هیدرودینامیکی سفره آزاد دریافت که تنها در حالتی محاسبه هدایت هیدرولیکی مربوط به سفره آزاد با استفاده از مدل‌های تحلیلی مربوط به سفره محبوس خطای کمتری دارد که ضریب نیومن کمتر از ۰/۰۰۱ باشد.

کرمی (۱۳۸۳) با استفاده از روش‌های استاندارد تاپس (Theis 1935)، کوپر-ژاکوب (Cooper-Jacob) (1946) و منچ (Moench 1984) به بررسی قابلیت انتقال و ضریب ذخیره مربوط به داده‌های آزمایش پمپاژ در آبخوان‌های آهکی پرداخته است. وی اظهار نموده است که ضریب تغییرات مربوط به ضریب ذخیره به‌طور قابل توجهی از ضریب تغییرات مربوط به مقدار قابلیت انتقال بزرگ‌تر است.

دریسل (Driscoll 1986) برای تعیین پارامترهای آبخوان کربونیفر سنگ آهک در انگلیس به مدت پنج روز آزمون پمپاژ را به همراه دو چاه مشاهده‌ای انجام داد و جهت آنالیز داده‌ها از روش کوپر-ژاکوب (۱۹۴۶) استفاده نموده است.

در آبخوان کارستی آهکی جنوب آلمان آزمایش پمپاژ انجام شده است و با تفسیر پاسخ خطی نمودار نیمه لگاریتمی داده افت-زمان دریافتند که آبخوان کارستی دارای رفتار همگن می‌باشد (Teutsch and Sauter 1991).

میچالسکی و بریتون (Michalski and Britton 1997) با استفاده از نمودار لگاریتمی روش تاپس پارامترهای هیدرودینامیکی سنگ بستر رسوبی در نیوجرسی را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که با توجه به فرضیات تاپس داده‌های افت-زمان انطباق خوبی با منحنی تپ تاپس دارند.

میر و همکاران (Meier et al. 1998) اشاره دارند بر اینکه در گذشته در محیط‌های همگن برای برآورد قابلیت انتقال و ضریب ذخیره بیشتر روش تاپس (۱۹۳۵) و کوپر-ژاکوب (۱۹۴۶) کاربرد داشته است و با استفاده از روش حل عددی در یک محیط ناهمگن دریافتند که داده‌های انتهایی رفتاری همگن از خود نشان می‌دهند در صورتی که ضریب ذخیره به شدت رفتار ناهمگنی دارد.

جانز (Jones 1999) به منظور برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها در منطقه ویرجینای غربی آمریکا یک مجموعه‌ای از آزمایش‌ها پمپاژ انجام داده است. وی برای تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان از روش‌های افت-زمان و افت-فاصله، کوپر-ژاکوب (۱۹۴۶) استفاده نموده است.

دایلون و همکاران (Dillon et al. 2001) برای برآورد خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان‌های کربناته در منطقه بولیوار، ۲۵ کیلومتری شمال آدلاید در جنوب استرالیا از روش نیمه لگاریتمی کوپر-ژاکوب استفاده نموده است.

با توجه مثال‌هایی که در بالا ذکر شده است، روش‌های تایس (۱۹۳۵) و کوپر-ژاکوب (۱۹۴۶) متداول‌ترین روش‌های مورد استفاده برای آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ در آبخوان‌های آبرفتی می‌باشند. همچنین ملاحظه می‌شود که روش‌های مذکور حتی در آبخوان‌های کارستی (که در مقایسه با آبخوان‌های آبرفتی بسیار ناهمگن‌تر هستند) کاربرد وسیعی دارند. دلیل این مطلب از این قرار است که رفتار عمومی آبخوان‌های کارستی کم و بیش شبیه به رفتار آبخوان‌های آبرفتی می‌باشد.

۲-۳- عوامل مؤثر بر دقت نتایج حاصله از آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ

در نرخ بالای پمپاژ، اثرات ذخیره‌سازی چاه باعث کاهش افت می‌شود زیرا میزان قابل‌توجهی از داده‌ها در زمان اولیه جمع‌آوری شده، این آزمایش‌ها با مقادیر ضریب ذخیره با کیفیت بالا انجام می‌گیرد.

رگوان (Raghavan 2004) داده‌های آزمایش پمپاژ مربوط به چاه‌های پیزومتری را در پمپاژهای کوتاه مدت و بلند مدت با هم مقایسه نموده است. وی نتیجه گرفته است که در پمپاژهای کوتاه مدت نتایج به دست آمده از چاه پیزومتری عمدتاً تحت تأثیر نفوذپذیری محدوده پیزومتر می‌باشند در حالی که در آزمایش‌های پمپاژ طولانی مدت این نتایج تابعی از حجم ذخیره آبخوان هستند.

الیور و ایندلمن (Oliver and Indelman 2003) نشان دادند که برای شرایط غیریکنواخت جزئی می‌توان از روش تایس (Theis 1935) استفاده کرد. آن‌ها ذکر کرده‌اند که در چنین شرایطی تفسیر نتایج حاصله با نظریه‌های قبلی متفاوت می‌باشد. به این ترتیب که نفوذپذیری مؤثر به‌طور قابل‌توجهی با فاصله کاهش می‌یابد و این مطلب برخلاف نظریه‌های ارائه شده در آب زیرزمینی است.

توت (Toth 1967) منحنی افت حاصل از آزمون پمپاژ را بر منحنی تایس منطبق کرد و دریافت که بخش ابتدایی آزمون پمپاژ قابلیت انتقال واقعی‌تر را بیان می‌کند و با گسترش آزمون به دلیل گسترش عوامل دیگر، قابلیت انتقال معادل، افزایش و نفوذپذیری کاهش می‌یابد. شویدلر (Shvidler 1966) اولین کسی بود

که واکنش آزمون پمپاژ در سازند غیریکنواخت را ارزیابی کرد و دریافت که میزان نفوذپذیری با دقت معینی وابسته به مکان است و با زمان تغییر نمی‌کند.

رووی و چیرکائوئر (Rovey and Cherkauer 1995) نشان دادند که هدایت هیدرولیکی به‌طور خطی با شعاع آزمون بین ۲۰ و ۲۲۰ متر در یک مقیاس log-log افزایش می‌یابد. می‌توان دریافت که همیشه مقدار نفوذپذیری K از قابلیت انتقال T که یک مقدار متوسطی است به دست می‌آید و باید مقدار تقریبی ضخامت h موجود باشد (Raghavan 2004).

بررسی ضریب ذخیره توسط محدوده‌ی گسترده قابلیت انتقال تغییرات زیادی دارد (Raghavan 2004). مشاهدات انجام شده توسط هرویجر و یانگ (Herweijer and Young 1991) مانند اسپچاد و تیوتچ (Schad and Teutsch 1994) نشان می‌دهند که ارزیابی قابلیت انتقال ابتدا به فاصله بین چاه‌های مشاهده‌ای و پمپاژی وابسته است و اگر همه شرایط یکسان باشد به‌طور قطع می‌توانند پایدار باشند؛ اما تغییر در ارزیابی ضریب ذخیره بسیار قابل توجه است. مایر و همکارانش (Meier et al 1998) مانند وندنبرگ (Vandenberg 1977) در خیلی از چاه‌های مشاهده‌ای، به‌طور جداگانه منحنی افت را توسط روش ژاکوب تفسیر کردند که نتایج حاصله، یافته‌های قبلی را تأیید کردند. تغییرات قابل ملاحظه ضریب ذخیره در محیط‌های نسبتاً یکنواخت اما ناهمسو قابل توجه است و اگر این عامل در نظر گرفته نشود تخمین ضریب ذخیره معرف محیط متخلخل نخواهد بود (Raghavan 2004).

تحقیقات نشان داده‌اند که قسمت زمان اولیه داده آزمون پمپاژ نسبتاً کم هزینه‌تر است و می‌تواند برای پیش‌بینی انتقال محلول استفاده شوند (Herweijer 1996).

بر اساس مطالعات انجام شده توسط سبزواری و کرمی (۱۳۹۱) میزان ناهمگنی بر روی مدت زمان آزمون پمپاژ مؤثر است و هرچه درجه ناهمگنی بیشتر باشد آزمایش پمپاژ در مدت زمان بیشتری انجام می‌شود.

به‌طور مثال در معدن سنگ‌آهن گل‌گهر حداقل مدت زمان آزمایش پمپاژ در سفره آب زیرزمینی ناهمگن دو روز و در سفره‌هایی با ناهمگنی بسیار بالا، چهار روز یا بیشتر می‌باشد.

با توجه به مطالب فوق‌الذکر می‌توان این چنین اظهار نمود که عواملی از قبیل وسعت آبخوان، درجه ناهمگنی آبخوان، ناهمسوئی آبخوان و نوع جریان و شرایط آن در تعیین مقادیر پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان مؤثر می‌باشند. هرچه وسعت آبخوان بیشتر باشد و هم‌چنین درجه ناهمگنی و ناهمسوئی آبخوان بالاتر باشد، مدت زمان مورد نیاز برای آزمایش پمپاژ طولانی‌تر خواهد بود. نوع جریان و شرایط آن هم بر روی انتخاب روش‌های مناسب برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ مؤثر می‌باشد.

۲-۴- عدم قطعیت در نتایج آزمایش پمپاژ

علاوه بر تمام مزیت‌های ذکر شده برای آزمایش پمپاژ، زمان‌بر و هزینه‌بر بودن از معایب آن است. در بعضی از آبخوان‌ها، داده‌های حاصل از آزمایش پمپاژ به دلیل شرایط پیچیده زمین‌شناسی به راحتی قابل تفسیر نیست. معادلات مربوط به تخمین پارامترهای هیدرودینامیکی بر اساس آزمون پمپاژ تنها زمانی صحت دارد که فرضیات مربوط به ماهیت جریان سیال، نوع سفره آب زیرزمینی، نرخ پمپاژ و ذخیره چاه، با فرضیات معادله مذکور یکسان باشد. همچنین، استفاده از داده‌های آزمون پمپاژ و تجزیه و تحلیل آن‌ها نیاز به افراد مجرب دارد، در غیر این صورت خطای کار زیاد می‌باشد و داده‌های آزمایش پمپاژ غیر قابل استفاده می‌باشند. دیگر مشکل اصلی در ارزیابی پاسخ آزمون پمپاژ در چاه‌های مشاهده‌ای این است که ویژگی‌های تشخیصی در منحنی افت بسیار کم است و برای انعکاس اساسی زمین‌شناسی پیچیده و روش‌های یکنواخت نباید استفاده شود (Raghavan 2004).

به صورت معمول برای برآورد هدایت هیدرولیکی آبخوان آزاد با استفاده از آزمون پمپاژ از روش تاپس که مربوط به آبخوان محبوس است، استفاده می‌شود که ممکن است با خطای زیادی همراه باشد (نسیمی و

محمدی (۱۳۹۱). بنابراین، نسیمی و محمدی (۱۳۹۱) به بررسی مرحله برگشت آزمون پمپاژ به کمک روش‌های تاپس (فرض آبخوان محبوس ۱۹۳۵)، نیومن (فرض افت آبی سطح آب در آبخوان آزاد ۱۹۷۲)، منچ (فرض آزاد شدن تدریجی آب از منطقه‌ی غیراشباع آبخوان آزاد ۱۹۹۷) و تارتاکوفسکی-نیومن (فرض زهکشی تأخیری و جریان سه بعدی در محیط اشباع و غیراشباع آبخوان آزاد ۲۰۰۷) پرداختند. نسیمی و محمدی (۱۳۹۱) آزمون‌های پمپاژ با دبی ثابت در دشت بوشکان که یک آبخوان آزاد آبرفتی است، در ۴ حلقه چاه پمپاژ انجام دادند و اطلاعات افت-زمان در چاه‌های مشاهده‌ای مربوطه، جهت ارزیابی دقت روش-های مختلف محاسبه هدایت هیدرولیکی آبخوان آزاد بر اساس مرحله برگشت آزمون پمپاژ، مورد استفاده قرار دادند. محاسبه هدایت هیدرولیکی آبخوان آزاد با استفاده از معادلات مربوط به آبخوان محبوس، در منطقه مورد مطالعه از ۶ تا ۲۶۸ درصد خطا دارد، یعنی اگر مقدار هدایت هیدرولیکی افقی آبخوان آزاد تقریباً برابر هدایت هیدرولیکی افقی همان آبخوان در حالت محبوس در نظر گرفته شود و از رابطه تاپس به دست آید می‌تواند تا مقدار ۲۶۸ درصد خطا ایجاد کند که در نتیجه محاسبات منابع آب که هدایت هیدرولیکی در آن‌ها نقش مهمی دارد، مثل بیلان و مدل آب‌های زیرزمینی تأثیر زیادی دارد.

نسیمی و محمدی (۱۳۹۱) برای تحلیل و ارزیابی آزمون پمپاژ چاه‌ها جهت برآورد هدایت هیدرولیکی آبخوان از مرحله رفت و برگشت آزمون پمپاژ استفاده کردند و دریافتند که اطلاعات مرحله برگشت آزمون پمپاژ از اطلاعات مرحله رفت آزمون پمپاژ قابل‌اعتمادتر است، زیرا ثابت نگه‌داشتن دبی در طی پمپاژ در شرایط صحرائی معمولاً به سختی به دست می‌آید (Kruseman and Ridder 2000). ثابت بودن دبی در مرحله برگشت یک فرض است و در عمل هیچ‌گاه دبی مرحله برگشت ثابت نمی‌باشد. بنابراین، نتایج به دست آمده از روش برگشت تنها به عنوان یک روش کنترلی برای داده‌های مرحله رفت قابلیت کاربرد دارد که در انتها در قسمت جمع‌بندی ارائه می‌شود (Karami 2002).

مهم‌ترین داده‌هایی که در یک آزمایش پمپاژ به دست می‌آیند داده‌های افت-زمان و دبی پمپاژ می‌باشند. علیرغم اینکه 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 به دست آمده برای خصوصیات هیدرولیکی آبخوان‌ها با خطا همراه است. نظر به اینکه افت ایجاد شده در چاه پمپاژ و چاه‌های پی‌زومتری رابطه مستقیم و خطی با دبی پمپاژ دارند، بنابراین بایستی دبی پمپاژ با دقت بالایی هم‌زمان با افت اندازه‌گیری شود و اثرات تغییر دبی به طریقی اصلاح شود (Karami 2002).

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. مهم‌ترین 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 (رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۰).

در بسیاری از آزمایش‌های پمپاژ که مقصود آزمایش با دبی ثابت می‌باشد، دبی پمپاژ با زمان، تغییراتی را نشان می‌دهد. نظر به اینکه در روش‌های مختلف آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ به این تغییرات توجهی نمی‌شود، مقادیر به دست آمده برای خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان‌ها خطاهای نسبتاً بزرگی را شامل می‌شوند. بنابراین، برای جلوگیری از بروز خطاها 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 برای آبخوان‌های همگن کاربرد دارند. به این ترتیب که تمام تغییرات حاصله در شیب منحنی افت-زمان را به تغییرات دبی نسبت داده‌اند و بر این اساس تغییرات دبی پمپاژ را تصحیح نموده‌اند (Karami 2002).

در نتیجه عواملی چون شرایط پیچیده زمین‌شناسی و خطای انسانی باعث خطا در آزمون پمپاژ می‌شوند. با توجه به مطالعات صورت گرفته می‌توان گفت که داده‌های زمان اولیه و داده‌های مرحله برگشت آزمایش پمپاژ قابل‌اعتماد نیستند و دارای خطا می‌باشند. همچنین ناهمگن بودن آبخوان بر نتایج آزمایش پمپاژ اثر گذاشته و باعث ایجاد خطا می‌شود. جهت بالا بردن دقت روش آزمون پمپاژ می‌توان اثر دبی متغیر را حذف کرد ولی این روش فقط برای آبخوان‌های محبوس کاربرد دارد و این نکته را باید در نظر داشت که آبخوان‌های محبوس روش تاپس همراه با خطا می‌باشد.

فصل سوم:

روش انجام کار

در این فصل فعالیت‌ها و کارهای انجام شده در این تحقیق به منظور صحت‌سنجی پارامتر هیدرودینامیکی (قابلیت انتقال) سفره آب زیرزمینی در دشت تبریز به‌طور مختصر بیان شده است. به دلیل نبودن چاه‌های پیژومتری در دشت تبریز، امکان محاسبه ضریب ذخیره وجود ندارد. علاوه بر این صحت‌سنجی با استفاده از داده‌های آزمون برگشت انجام شده است که در این آزمون فقط قابلیت انتقال برآورد می‌شود. با توجه به مطالب ذکر شده در این تحقیق صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی تنها شامل قابلیت انتقال می‌شود. مهم‌ترین کارهایی که در این تحقیق انجام شده شامل موارد زیر می‌باشند:

- جمع‌آوری آمار و اطلاعات مرتبط به موضوع تحقیق (تهیه اطلاعات مربوط به چاه پمپاژی و اطلاعات مربوط به سطح آب زیرزمینی)
- ترسیم نقشه پایه زمین‌شناسی
- تصحیحات مورد نیاز داده‌های آزمایش پمپاژ
- روش محاسبه خطا و صحت‌سنجی نتایج

۳-۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات

به منظور انجام کارهای موجود در این تحقیق و بررسی عوامل مختلف داده‌ها و اطلاعات موجود جمع‌آوری شد. این اطلاعات شامل اطلاعات افت-زمان چاه‌های پمپاژ در مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان در مرحله برگشت می‌باشند.

۳-۱-۱- اطلاعات مربوط به چاه‌های پمپاژ

به منظور صحت‌سنجی نتایج آزمون پمپاژ در آبخوان دشت تبریز از اطلاعات افت-زمان ۱۱ حلقه چاه استفاده شده است. این اطلاعات از گزارش‌های موجود در مطالعات آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی استخراج شده است.

اطلاعات مربوط به چاه‌های پمپاژی در دو مرحله رفت و برگشت مورد بررسی قرار گرفته‌اند که در مرحله رفت چاه در حال پمپاژ می‌باشد و سطح آب در حال افت می‌باشد تا جایی که نرخ افت بسیار اندک شود و در مرحله برگشت سطح آب در حال بالا آمدن است تا جایی که به حدود سطح اولیه برسد.

۳-۱-۲- داده‌های آزمایش پمپاژ

جهت صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال در دشت تبریز از داده‌های ۱۱ چاه پمپاژی که دارای کامل‌ترین و بهترین پراکندگی می‌باشند (شکل ۱-۳)، در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. تمام این آزمایش‌های پمپاژ، داده‌های آزمون برگشت را نیز شامل می‌شوند.

۳-۲- ترسیم نقشه پایه زمین‌شناسی

برای تهیه نقشه پایه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ تبریز (تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور) استفاده گردید. تطبیق نقشه زمین‌شناسی منطقه با تصاویر موجود در نرم‌افزار Google Earth به منظور دقت بیشتر در بررسی واحدهای سنگی مختلف انجام شد. لایه‌های اطلاعاتی موجود در نقشه، واحدهای لیتولوژی و ساختاری موجود در نقشه در محیط Arc GIS ترسیم شد.

۳-۳- تصحیحات مورد نیاز داده‌های آزمایش پمپاژ

داده‌های به دست آمده از آزمون پمپاژ در مرحله رفت، به دلیل افت چاه، تغییرات دبی و وجود داده‌های پرت باید تصحیح شوند تا از ایجاد خطا جلوگیری گردد. تصحیحات مورد نیاز به ترتیب عبارتند از: حذف مقادیر افت چاه، تصحیح اثر تغییرات دبی و حذف داده‌های پرت می‌باشد که در زیر توضیح داده شده است:

۳-۳-۱- حذف مقادیر افت چاه

بخش قابل توجهی از تمام افت‌های مشاهده‌ای به پارامترهای مختلفی مانند نرخ پمپاژ، توسعه چاه و افت چاه وابسته‌اند که سهم افت چاه خیلی بیشتر است. ابتدا نمودار افت-زمان مربوط به هر چاه پمپاژی را رسم کرده سپس افت چاه را از داده‌های افت سطح آب زیرزمینی کم کرده و با توجه به افت اصلاح شده مجدد نمودار افت-زمان رسم می‌شود (کرمی ۱۳۸۳).

۳-۳-۲- تصحیح اثر تغییرات دبی

در حین عملیات پمپاژ به دلیل خطای انسانی و شرایط چاه، دبی در طی پمپاژ تغییر می‌کند به منظور از بین بردن ابتدا توصیه می‌شود که دبی افزایش یافته است یا کاهش، سپس از روش‌های زیر برای اصلاح دبی استفاده می‌شود.

به منظور تصحیح اثرات مربوط به افزایش دبی پمپاژ از معادله (۱-۳) استفاده می‌شود. این معادله داده‌ها را بر اساس یک دبی پمپاژ مبناء تصحیح می‌کند و بعد از تصحیحات اگر شیب منحنی افت-زمان در دستگاه مختصات نیمه لگاریتمی انحرافی از خط مستقیم نشان دهد بیانگر ناهمگنی سفره است.

$$S_a(t) = \frac{[S_{obs}(t) - S_{obs}(t_{ref})]}{(Q_{obs}/Q_{ref})} + S_a(t_{ref}) \quad \text{معادله (۱-۳)}$$

باید به این نکته توجه نمود که تصحیحات فقط برای داده‌های بعد از t_{ref} (زمان شروع تثبیت نرخ پمپاژ در هر پله) انجام می‌شود.

به منظور تصحیح اثرات مربوط به کاهش دبی پمپاژ از معادله (۲-۳) استفاده می‌شود. در حقیقت این معادله، شکل اصلاح شده معادله (۱-۳) می‌باشد که برای کاهش دبی قابل تکرار است (Karami 2010).

$$S_a(t) = \frac{[S_{obs}(t) - S_{obs}(t_{ref})]}{(Q_{obs}/Q_{ref})} + S_{preceding\ step}(t_{ref}) \quad \text{معادله (۲-۳)}$$

۳-۳-۳- حذف داده‌های پرت

داده‌های پرت داده‌هایی می‌باشند که از روند عمومی نمودار افت-زمان پیروی نکرده و به‌طور ناگهانی مقدار افت بالاتر یا پایین از روند نمودار می‌باشد. در نقاط پرت معمولاً توسط پمپاژ، خطای انسانی و دستگاهی، آشفته‌گی ایجاد می‌شود. وجود داده‌های پرت باعث ایجاد خطا در محاسبه قابلیت انتقال می‌شود، به همین دلیل برای جلوگیری از بروز خطا اثر این نقاط را از بین برده و از داده‌ها حذف می‌گردد، سپس نمودار افت-زمان مربوطه مجدداً ترسیم می‌شود.

۳-۴- محاسبه درصد خطای آزمایش پمپاژ

با توجه به داده‌های افت-زمان تصحیح شده مربوط به هر چاه و با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win32 مقدار قابلیت انتقال در دو مرحله رفت و برگشت محاسبه می‌شود. در مرحله رفت با استفاده از نمودار کوپر-ژاکوب نوع سفره را تعیین کرده و سپس بر اساس آن اگر سفره محبوس بود از روش تاپس (۱۹۳۵) و چنانچه سفره نشتی باشد از روش هانتوش-ژاکوب (۱۹۵۵) و برای سفره آزاد از روش نیومن (۱۹۷۲) استفاده می‌شود و میزان قابلیت انتقال به دست می‌آید. جهت به دست آوردن قابلیت انتقال در مرحله برگشت از روش آزمون برگشت تاپس (۱۹۴۶) استفاده می‌شود. با استناد به مقادیر قابلیت انتقال در مرحله رفت و برگشت و معادله محاسباتی (۳-۳) درصد خطا برای هر چاه پمپاژی در محدوده مورد نظر به دست می‌آید (کریمی ۱۳۸۳).

$$\text{معادله (۳-۳)} \times 100 = \frac{\left| \text{مقدار قابلیت انتقال برگشت} - \text{مقدار قابلیت انتقال رفت} \right|}{\frac{\text{مجموع قابلیت انتقال‌های رفت و برگشت}}{2}} \text{ درصد خطا}$$

(

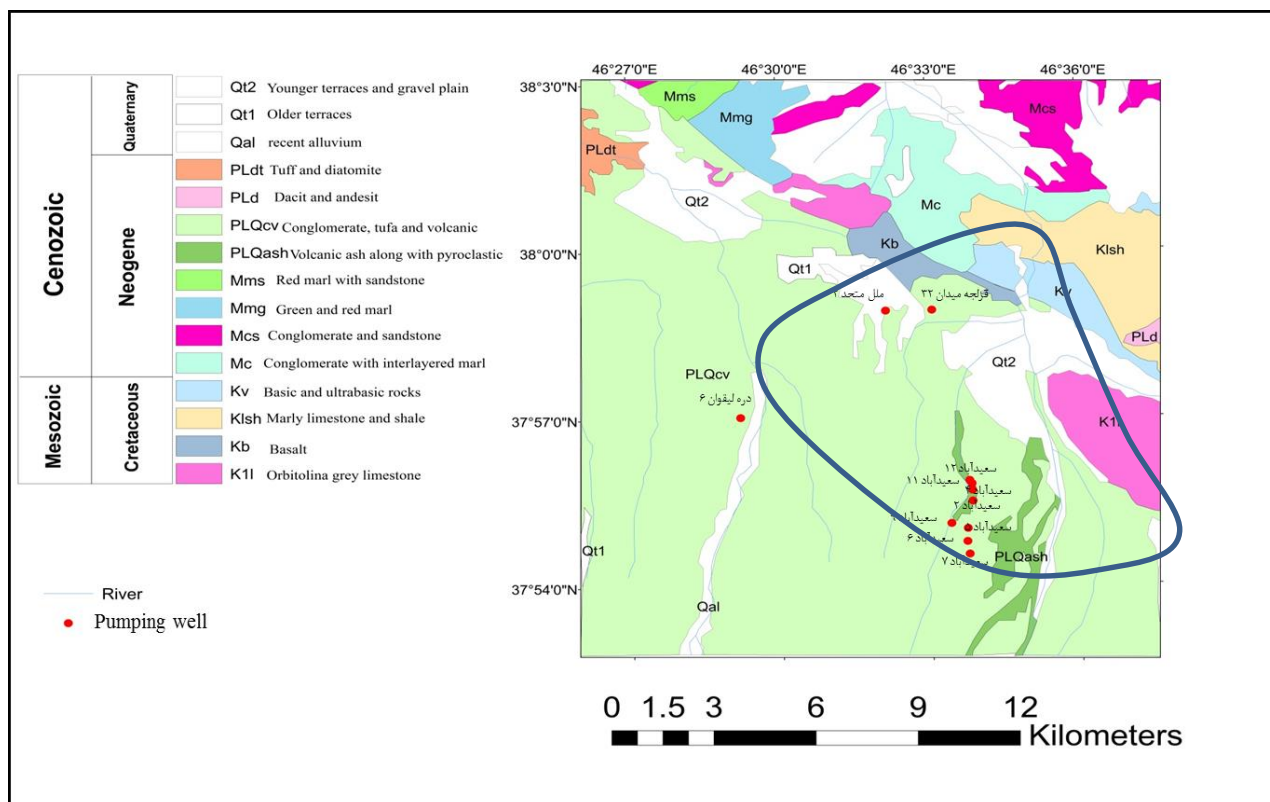
فصل چهارم:

صحت نسبی پارامترهای میدرو دینامیکی حاصل از آزمایش پمپاژ دشت تبریز

نتایج آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ به دلایل متعددی دارای عدم قطعیت می‌باشند و مهم‌ترین دلایل عدم قطعیت وجود خطای انسانی، شرایط پیچیده زمین‌شناسی، تغییرات دبی پمپاژی، ناهمگنی آبخوان و عدم وجود افراد مجرب برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ می‌باشند. همان‌طور که در فصل سوم اشاره شد، تعداد ۱۱ مورد داده آزمایش پمپاژ به نام‌های سعیدآباد ۲، سعیدآباد ۴، سعیدآباد ۵، سعیدآباد ۶، سعیدآباد ۷، سعیدآباد ۹، سعیدآباد ۱۱، سعیدآباد ۱۲، ملل متحد ۲، قزله میدان ۳۲ و دره ليقوان ۶ از دشت تبریز انتخاب شده است که در شکل ۴-۱ چاه‌های پمپاژی مشخص شده است. به منظور صحت‌سنجی نتایج حاصله از آنالیز داده‌های پمپاژ فوق‌الذکر، ابتدا تصحیحات مورد نیاز بر روی آن‌ها انجام شده است. سپس با توجه به نوع آبخوان‌ها داده‌های آزمایش پمپاژ با روش‌های مناسب مجدداً مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. در نهایت، مقادیر قابلیت انتقال محاسبه شده با نتایجی که قبلاً توسط کارشناسان آب منطقه‌ای ارائه شده، مورد مقایسه قرار گرفته است. در ادامه تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ ارائه خواهد شد.

آبخوان بخش شرقی دشت تبریز که در آن آزمایش پمپاژ صورت گرفته است بر روی پرتابه‌های آتشفشانی شامل توف‌ها و اجزای آذرآواری کواترنری مشاهده می‌شود. خاکسترهای آتشفشانی با گستره وسیع مربوط به فعالیت‌های اخیر آتشفشانی سه‌ه‌ند هستند که با دانه‌بندی نسبتاً مناسب شرایط مناسبی را برای ذخیره آب‌زیرزمینی در خود فراهم نموده‌اند. آبخوان مورد نظر بصورت کلی از نوع آزاد می‌باشد ولی در بخش‌های هم رفتار محبوس دارند. عمق آب‌زیرزمینی در این آبخوان آبرفتی از ۲۰ تا ۱۶۰ متر متغیر می‌باشد. تراز آب‌زیرزمینی آبخوان بخش شرقی

دشت تبریز از شرق به غرب کاهش یافته و جهت جریان هم از جنوب شرق به سمت شمال غرب می‌باشد.



شکل ۴-۱- موقعیت چاه‌های آزمون پمپاژ در محدوده آبخوان بخش شرقی دشت تبریز

۴-۱- چاه پمپاژ سعیدآباد ۲

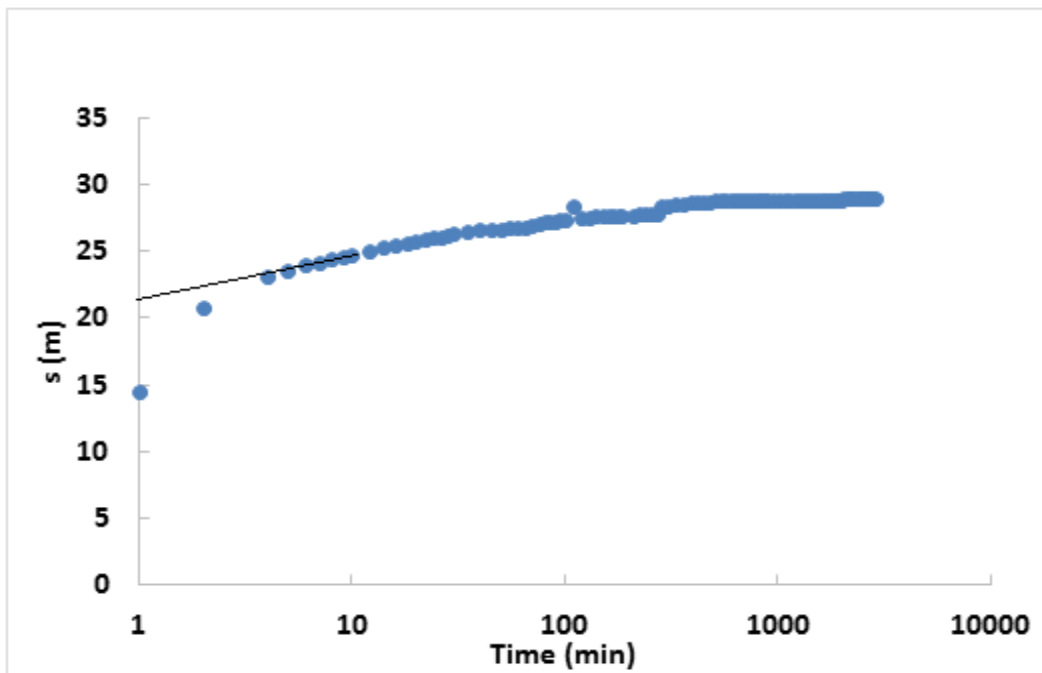
چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ دارای مختصات جغرافیایی ۶۳۷۴۵۱ و ۴۱۹۸۶۳۹ می‌باشد. چاه مورد نظر با دبی ۹۰ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. برای این چاه داده‌های افت-زمان برای مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان برای مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

۴-۱-۱- تصحیحات انجام شده

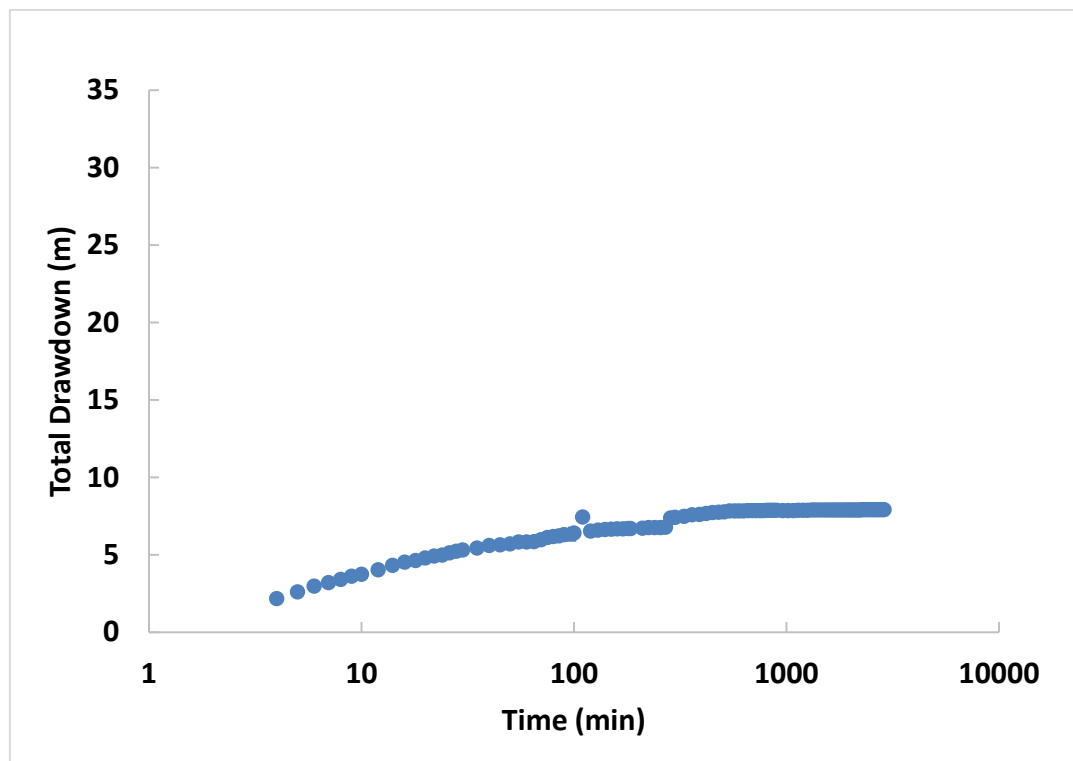
تصحیحات انجام شده بر روی داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ شامل حذف مقدار افت چاه، تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ و حذف داده‌های پرت می‌باشد.

الف- حذف مقدار افت چاه

به منظور برآورد مقدار افت چاه در چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۲). بر اساس نمودار ترسیم شده مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ محاسبه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این چاه پمپاژی مقدار افت چاه برابر با ۲۱ متر است. بنابراین، برای حذف اثر افت چاه از تمام مقادیر افت، مقدار افت چاه کسر شده است. شکل (۴-۳) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



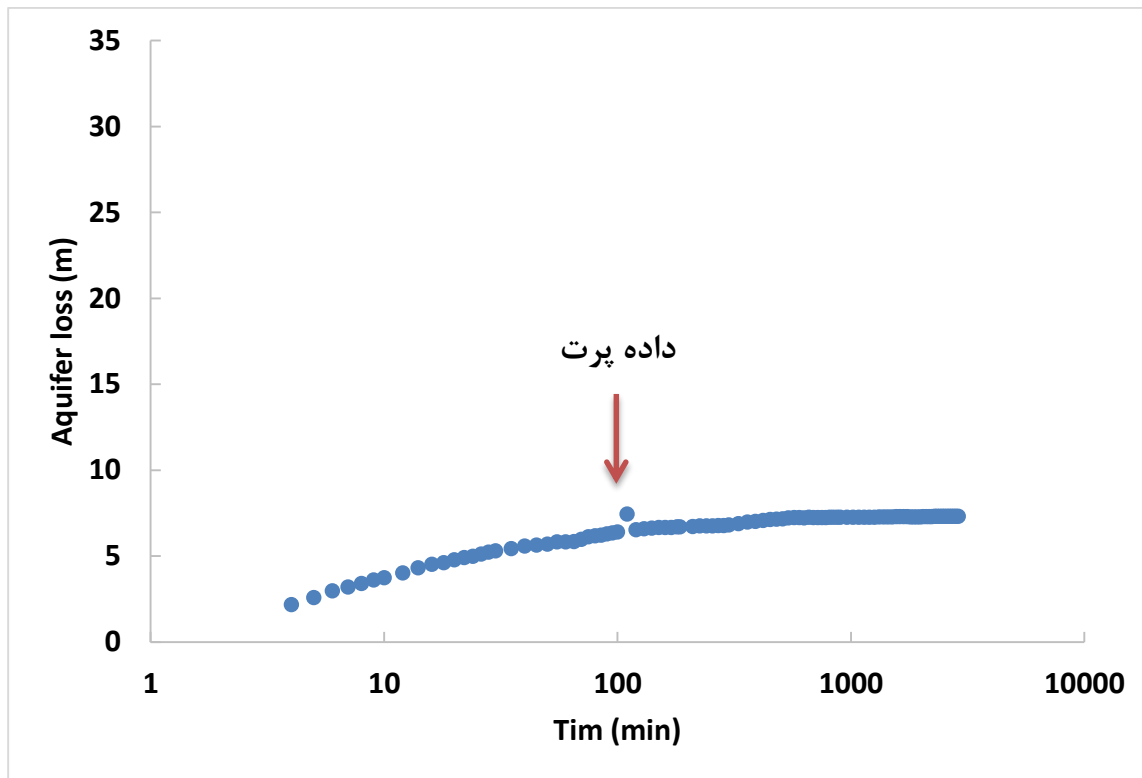
شکل ۴-۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ بعد از حذف افت چاه

ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

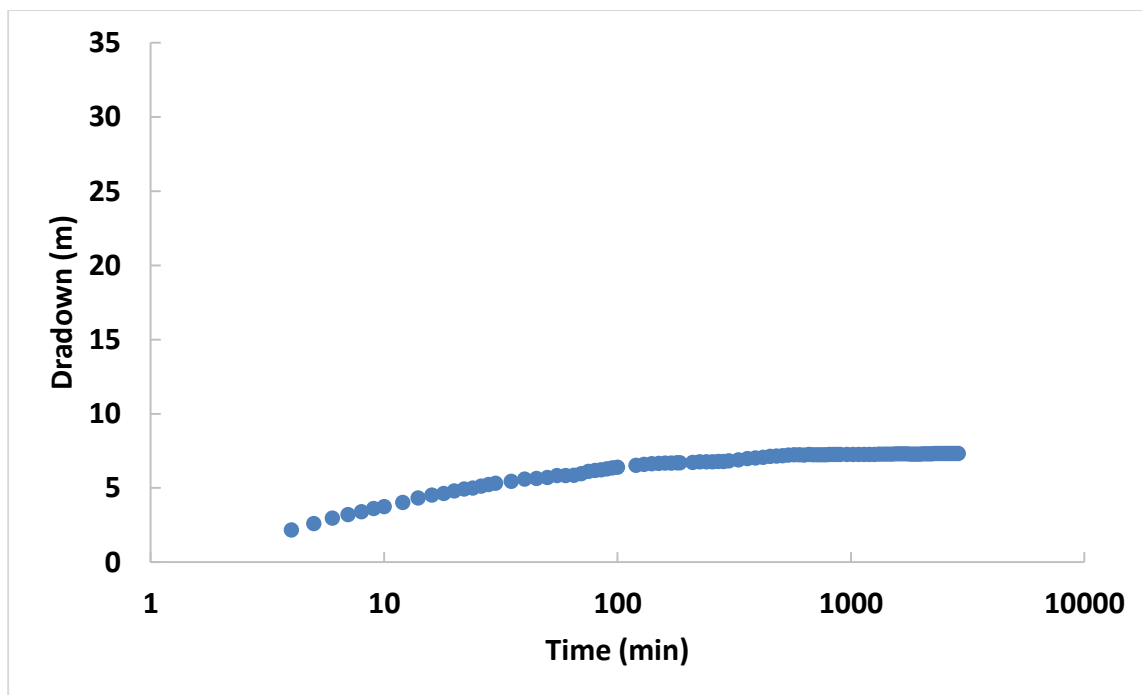
بعد از تصحیح مقدار افت چاه، لازم است دبی متغیر پمپاژ نیز تصحیح شود، به این ترتیب که در زمان‌هایی که افت به‌طور ناگهانی افزایش یافته است اثر دبی متغیر اصلاح شده است (شکل ۴-۴).

ج- حذف داده‌های پرت

بعضی از داده‌های افت-زمان به دلیل وجود خطاهای موجود در آزمایش پمپاژ (خطاهای انسانی، طبیعی و دستگاهی) به صورت داده‌های پرت ظاهر می‌شوند (بالتر یا پائین‌تر از داده‌های مجاور) در این صورت برای جلوگیری از ایجاد خطا، باید این داده‌های پرت حذف شوند. شکل‌های (۴-۴) و (۴-۵) به ترتیب وجود یک داده پرت در داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ و حذف آن را نشان می‌دهند.



شکل ۴-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ



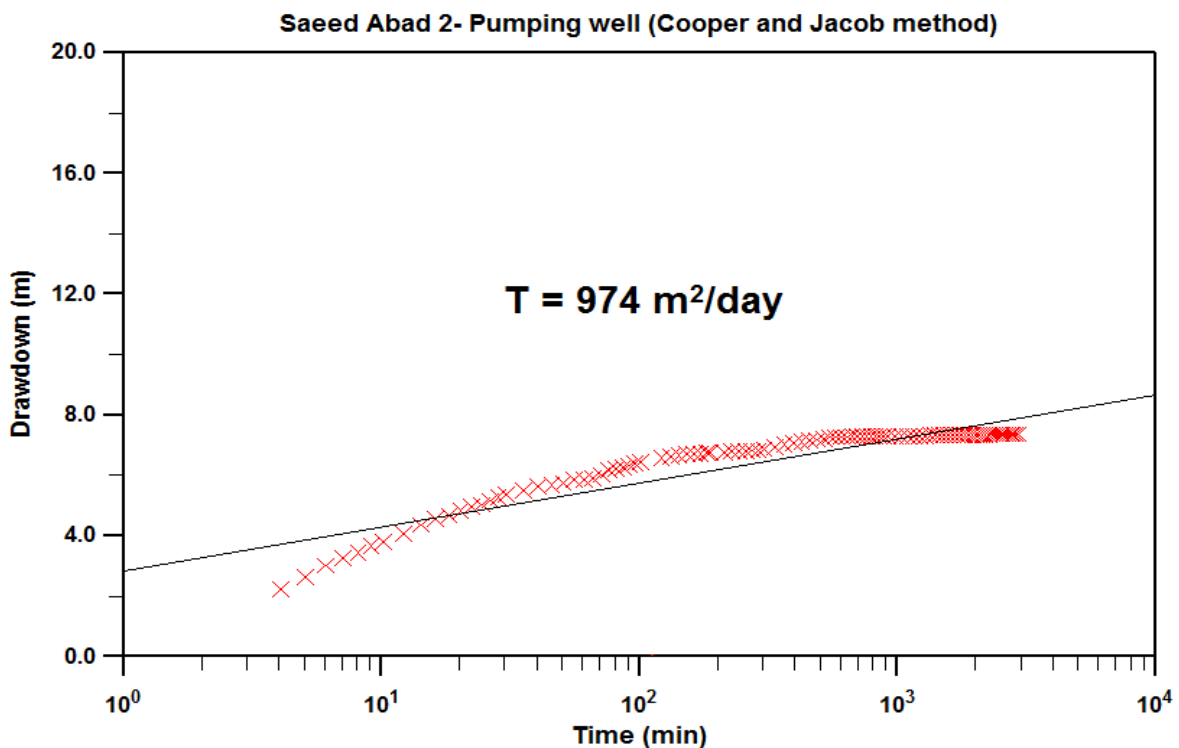
شکل ۴-۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ بعد از حذف داده پرت

۴-۱-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۲

بعد از انجام دادن تمام اصلاحات ذکر شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های آزمون برگشت چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

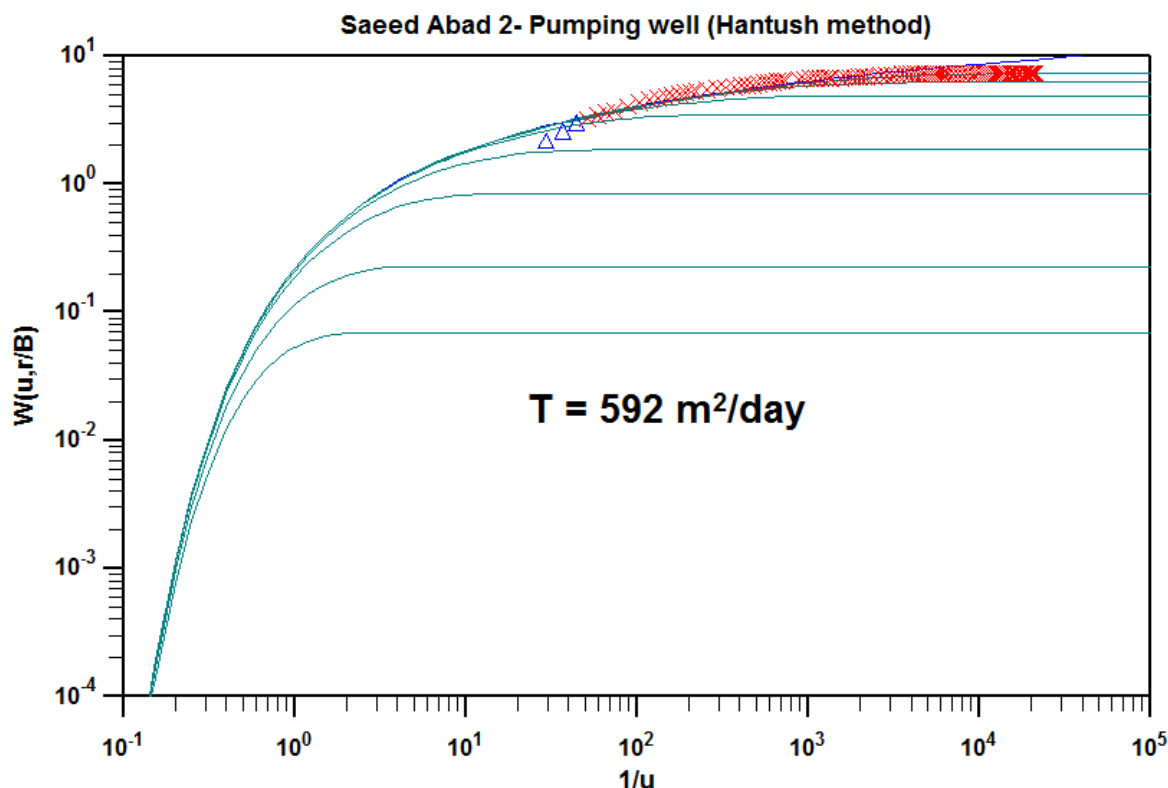
الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

جهت رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۶). همان‌طور که شکل (۴-۶) نشان می‌دهد که قسمت انتهایی داده‌ها شیب منحنی افت-زمان نسبتاً ثابت شده است که حاکی از رفتار نشتی آبخوان است. بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش هانتوش-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ روش کوپر-ژاکوب

همان طور که از شکل (۷-۴) ملاحظه می‌شود داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ بر روی منحنی با ضریب نشت برابر با 0.3 منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده این چاه پمپاژی برابر با 592 مترمربع بر روز به دست آمده است.



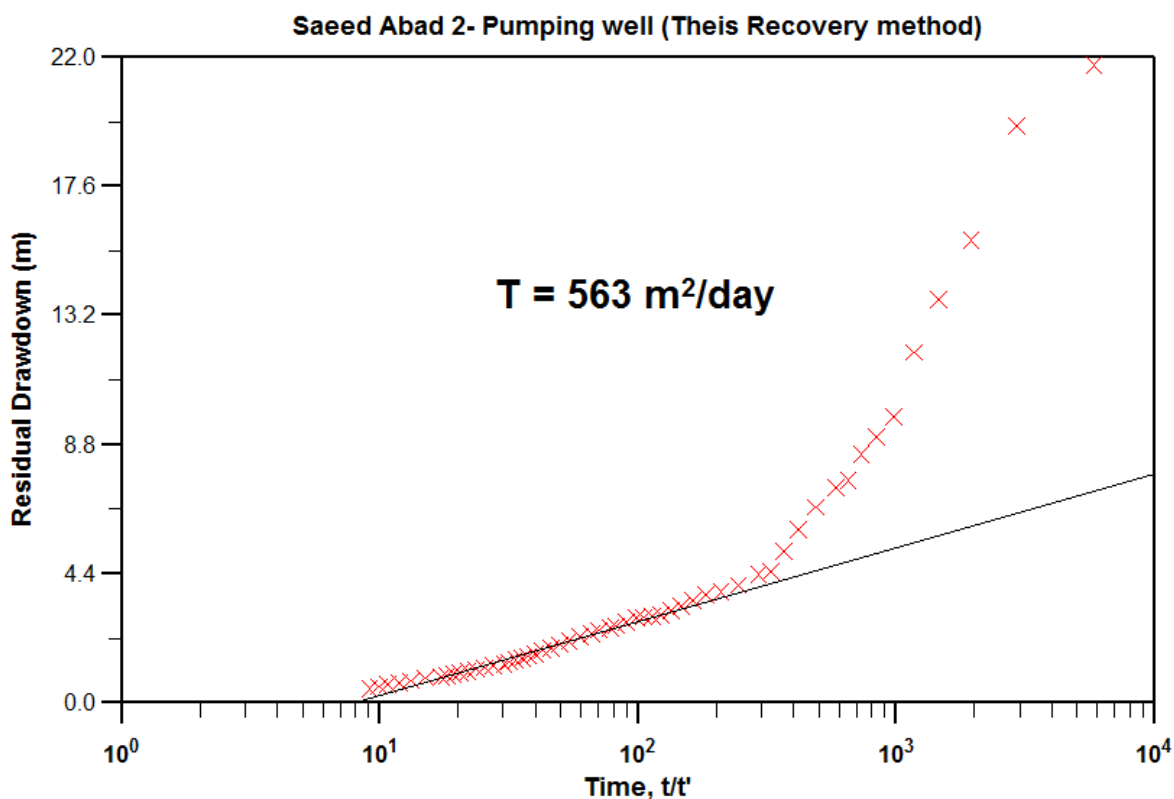
شکل ۷-۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ روش هانتوش-ژاکوب

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

برای بررسی صحت قابلیت انتقال به دست آمده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه استفاده شده است.

شکل (۸-۴) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. همان طور که شکل (۸-۴) نشان می‌دهد داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند به دلیل اینکه ابتدا

افت زیادی وجود دارد سپس کاهش یافته است و این رفتار بخاطر رفتار نشتی سفره است؛ بنابراین، از این بخش از داده‌ها صرف نظر می‌شود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۲ برابر با ۵۶۳ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۸- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۲

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۲ ملاحظه می‌شود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین اظهار نمود که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. به منظور محاسبه خطای نسبی داده‌های افت-زمان در چاه پمپاژ

سعیدآباد ۲ از معادله (۳-۳) استفاده شده است. به این ترتیب که مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در این چاه پمپاژ برابر با ۵ درصد برآورد شده است.

۴-۲- چاه پمپاژ سعیدآباد ۴

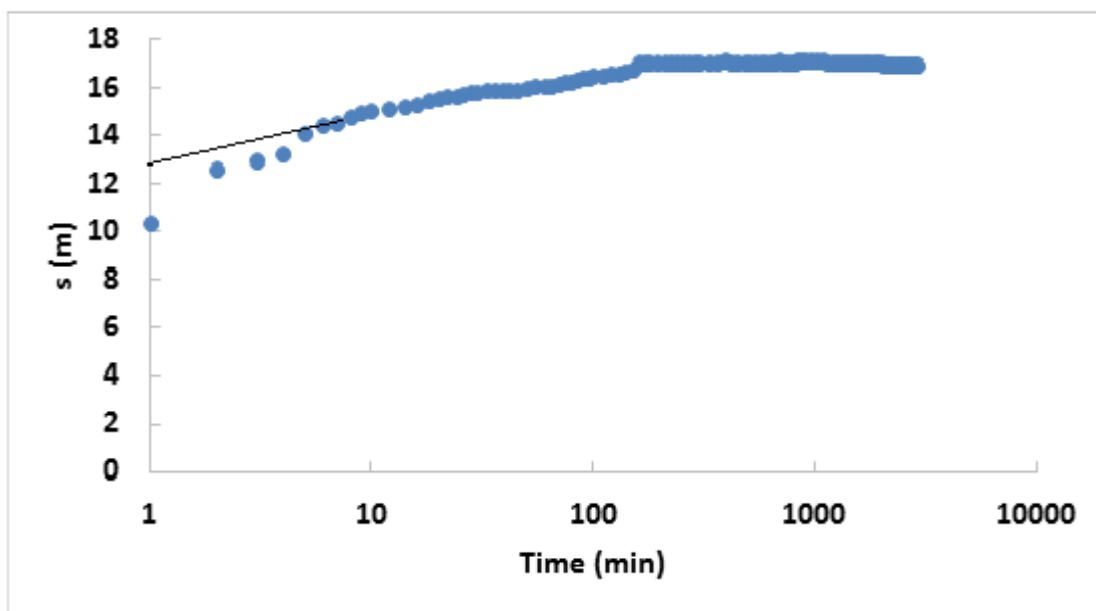
چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ به مختصات جغرافیایی ۶۳۷۴۳۸ و ۴۱۹۸۹۹۹ با دبی ۵۹ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ برای مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان برای مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

۴-۲-۱- تصحیحات انجام شده

در خصوص این چاه پمپاژ، تصحیحات انجام شده شامل حذف مقدار افت چاه و تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ می‌باشند که به‌طور مختصر ذکر می‌شوند.

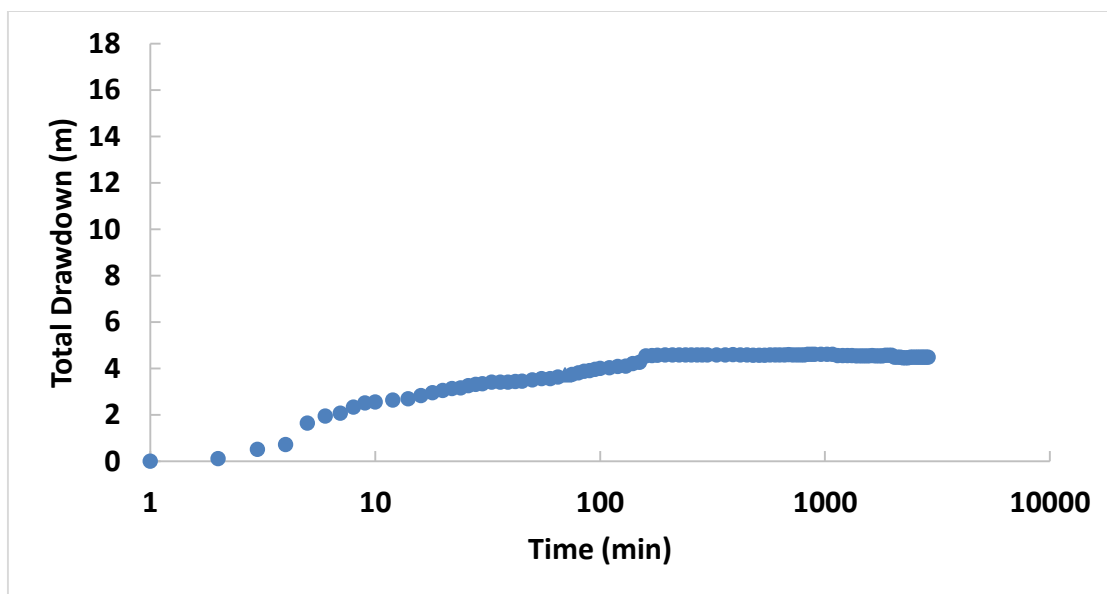
الف- حذف مقدار افت چاه

جهت ارزیابی مقدار افت چاه در چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ قبل از اعمال تصحیحات لازمه

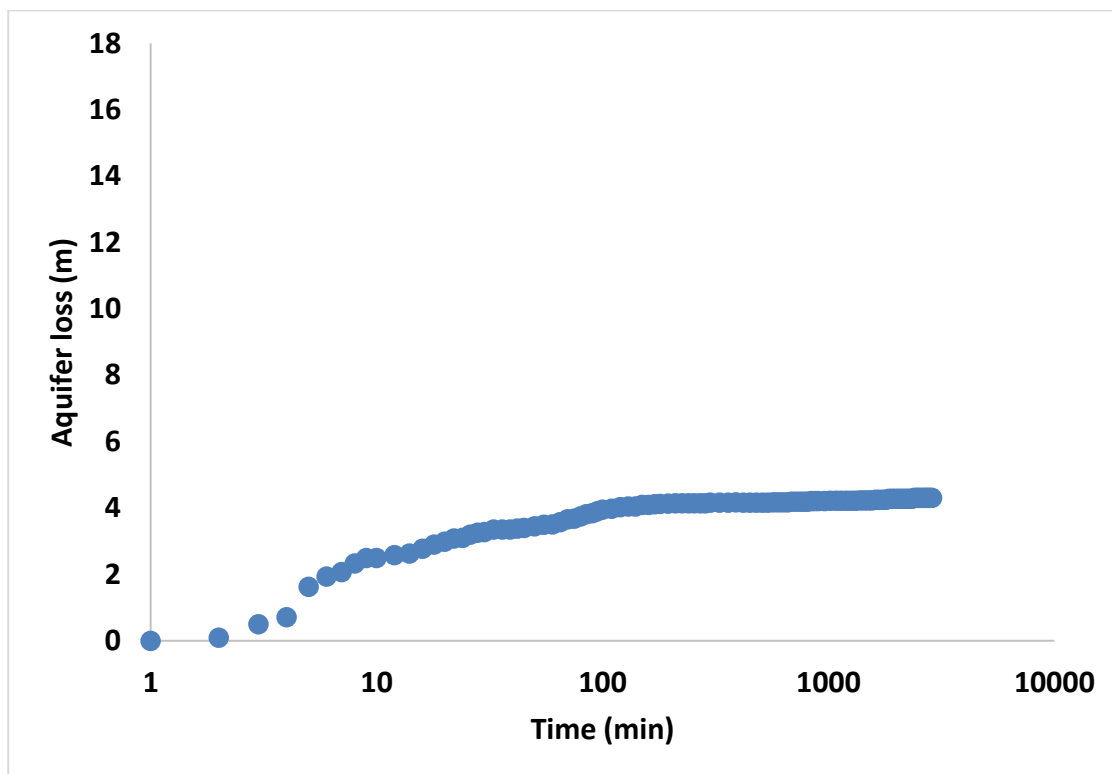
با توجه به نمودار ترسیم شده می‌توان مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ محاسبه نمود. چنانچه که ملاحظه می‌شود در چاه پمپاژی سعیدآباد ۴ مقدار افت چاه برابر با $12/5$ متر است. در راستای حذف اثر افت چاه، از تمام داده‌های افت، عدد $12/5$ کسر می‌شود. شکل (۴-۱۰) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۰- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ بعد از حذف افت چاه

ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

بعد از تصحیح مقدار افت چاه، به دلیل وجود دبی متغیر پمپاژ لازم است تغییرات دبی پمپاژ تصحیح شود، به این ترتیب که در مکان‌هایی که افت به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد اثر دبی متغیر اصلاح شده می‌شود (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۱۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

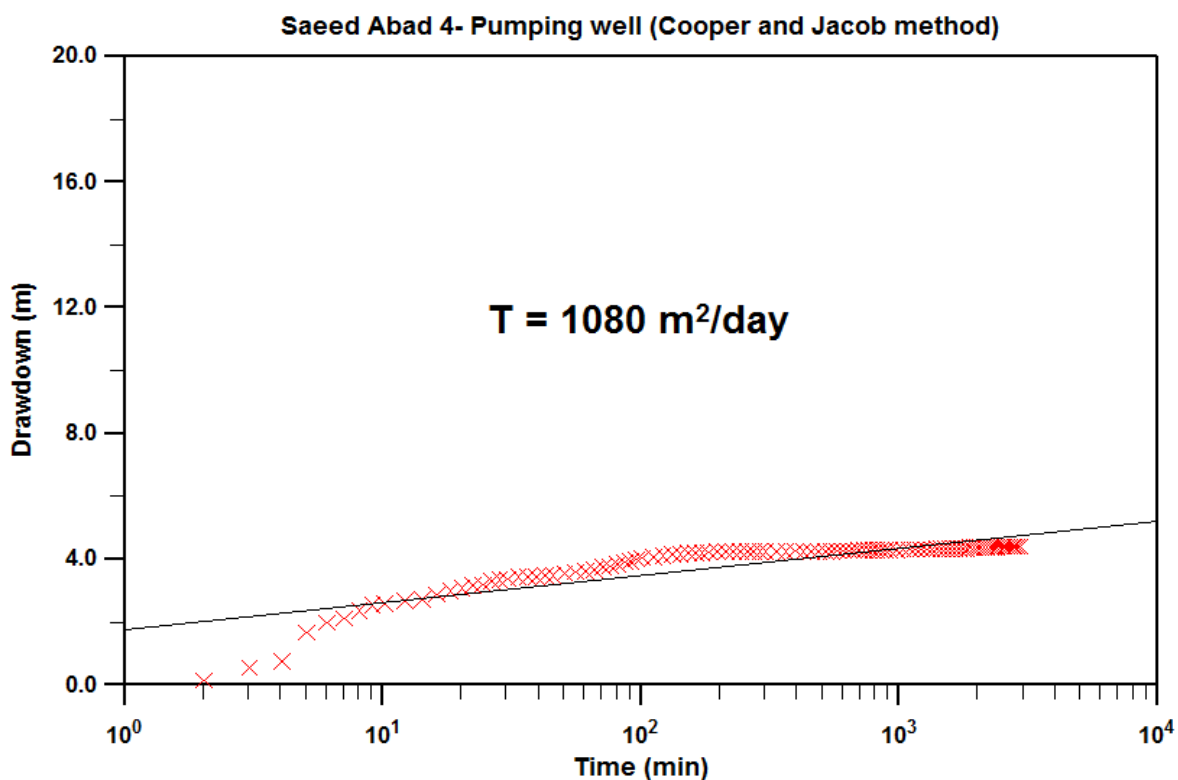
۴-۲-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۴

بعد از انجام دادن تمام اصلاحات بیان شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های مرحله برگشت چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

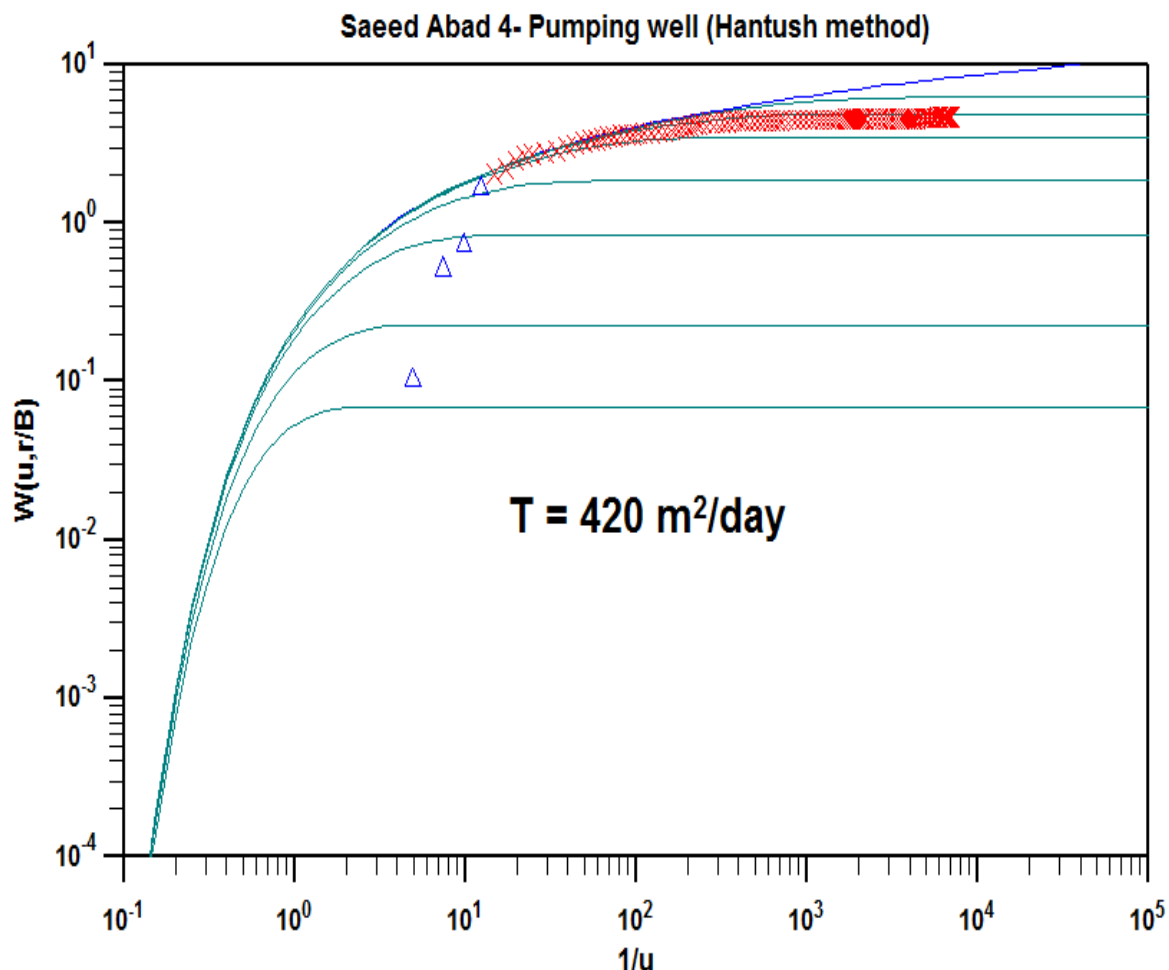
الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

به منظور رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا می‌توان از روش کوپر-ژاکوب استفاده نمود (شکل ۴-۱۲). چنانچه که شکل (۴-۱۲) بیان می‌کند که قسمت انتهایی داده‌های شیب منحنی افت-زمان نسبتاً ثابت شده است که این نشان‌دهنده رفتار نشتی آبخوان است. بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش هانتوش-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۱۳).

چنانچه که از شکل (۴-۱۳) استنباط می‌شود داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ بر روی منحنی با ضریب نشت برابر با ۰/۱ منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژی سعیدآباد ۴ برابر با ۴۲۰ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۱۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ روش کوپر-ژاکوب

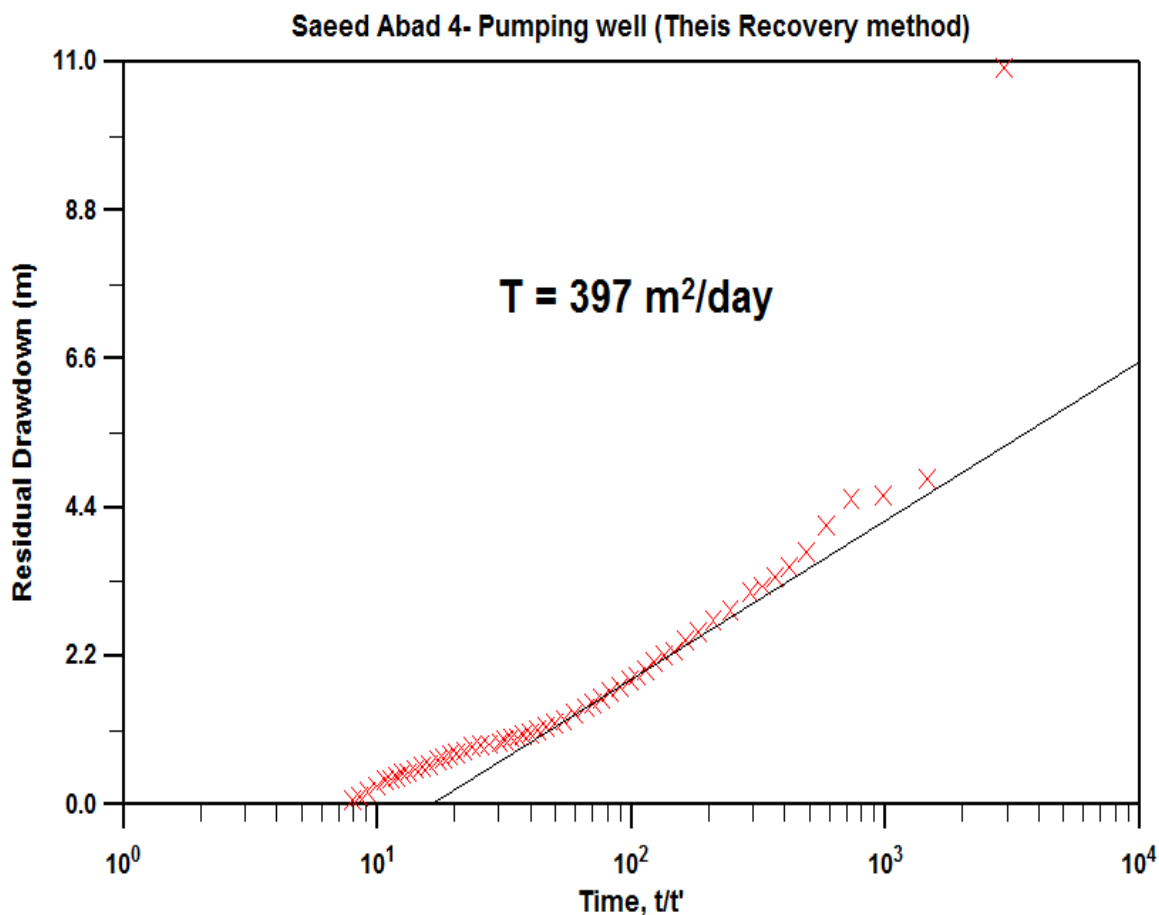


شکل ۴-۱۳ نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ روش هانتوش-ژاکوب

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

به منظور بررسی صحت قابلیت انتقال محاسبه شده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه استفاده می‌شود.

شکل (۴-۱۴) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. بر اساس شکل (۴-۱۴) ملاحظه می‌شود که داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت قابل قبولی برخوردار نیستند. بنابراین، می‌توان از این بخش از داده‌ها صرف‌نظر کرد. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ برابر با ۳۹۷ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۱۴- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۴

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۴ ملاحظه می‌شود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین نتیجه گرفت که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. بدین منظور خطای نسبی داده‌های افت-زمان در چاه پمپاژ سعیدآباد ۴ محاسبه می‌شود. بدین گونه که مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در این چاه پمپاژ برابر با ۵ درصد برآورد شده است.

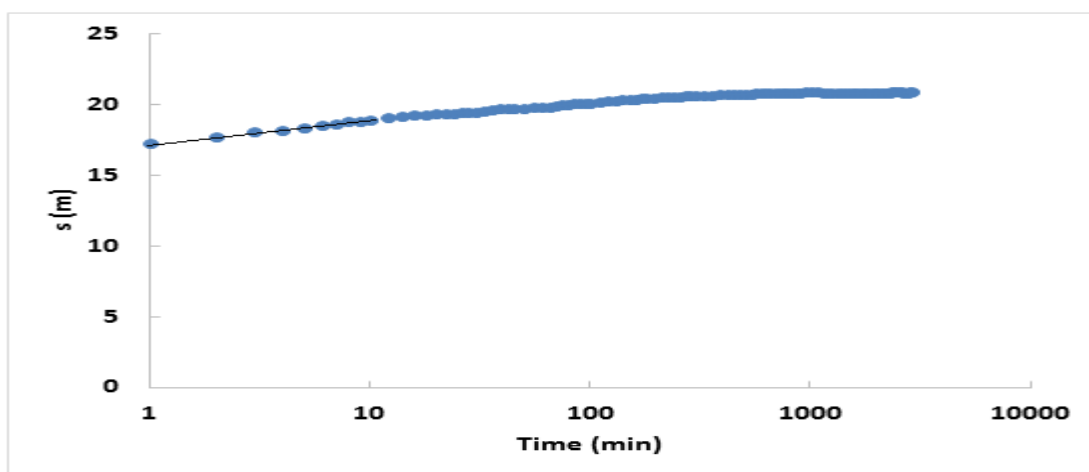
۴-۳- چاه پمپاژ سعیدآباد ۵

چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ با توجه به مختصات جغرافیایی ۶۳۷۳۰۸ و ۴۱۹۷۷۳۲ و دبی ۶۲ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت مورد پمپاژ قرار گرفته است. داده‌های افت-زمان مربوط به چاه مورد نظر در مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان در مرحله برگشت ۵ اندازه‌گیری شده است.

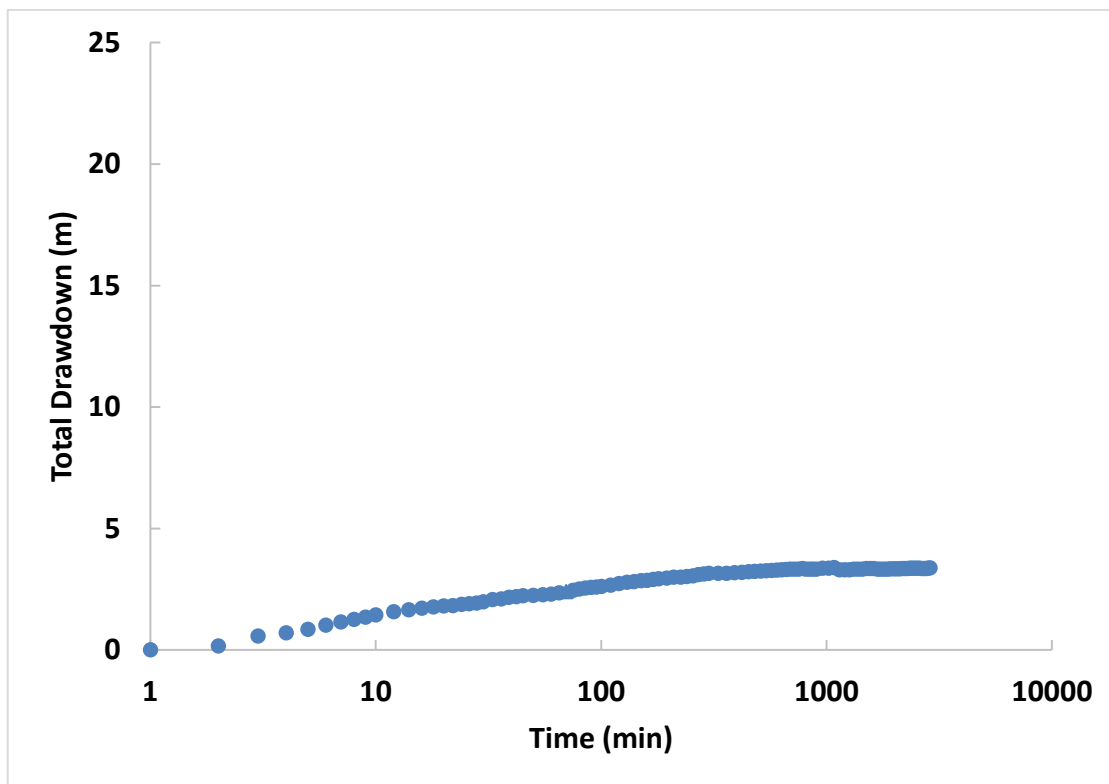
۴-۳-۱- تصحیحات انجام شده

در این چاه پمپاژ، تغییرات دبی پمپاژ و همچنین داده پرت وجود ندارد. بنابراین، تنها تصحیح مورد نیاز در خصوص این چاه پمپاژ، حذف اثر افت چاه می‌باشد.

به منظور برآورد مقدار افت چاه در چاه پمپاژ مذکور و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۱۵). با توجه به نمودار ترسیم شده می‌توان مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ محاسبه نمود. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در چاه پمپاژی سعیدآباد ۵ مقدار افت چاه برابر با ۱۷/۵ متر است. به منظور حذف اثر افت چاه از تمام داده‌های افت، عدد ۱۷/۵ کسر می‌شود. شکل (۴-۱۶) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



شکل ۴-۱۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ بعد از حذف افت

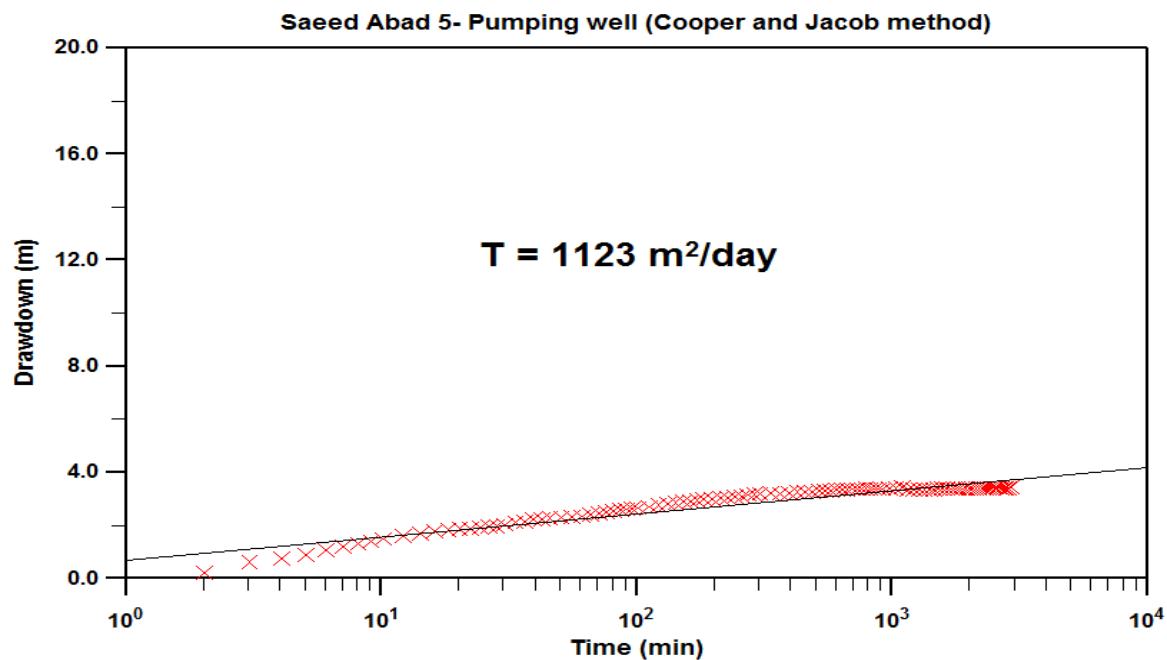
۴-۳-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۵

با در نظر گرفتن تمام اصلاحات ذکر شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های مرحله برگشت چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

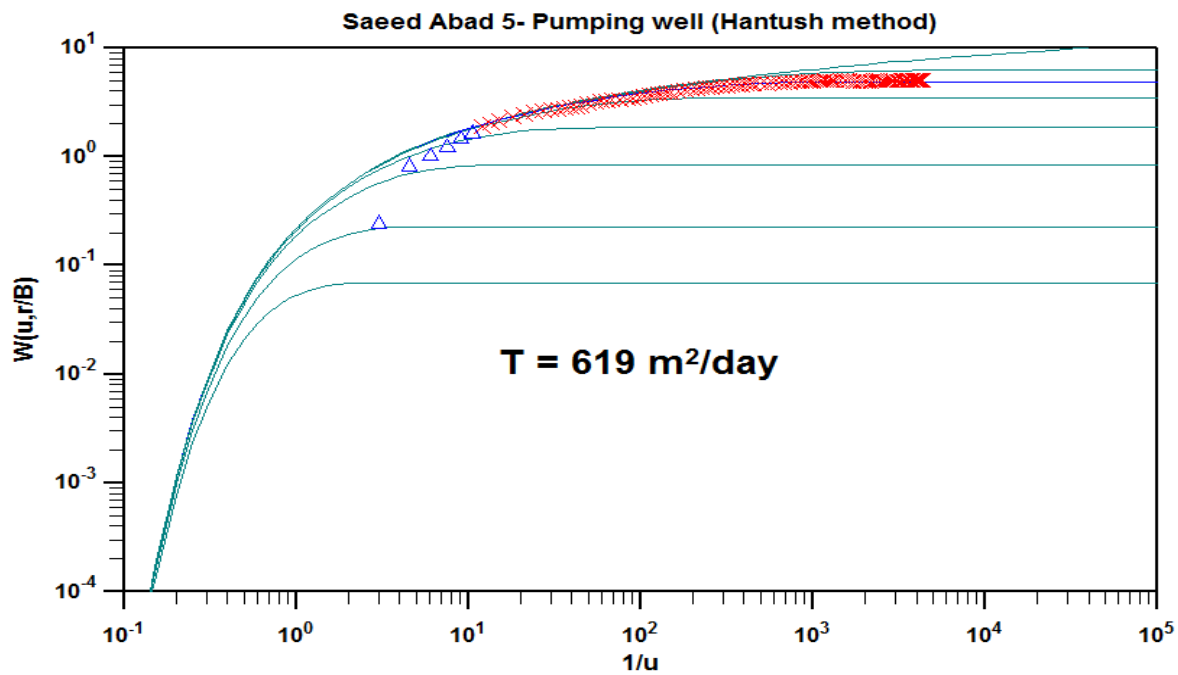
الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

برای رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ بهتر است ابتدا از روش کوپر-ژاکوب استفاده نمود (شکل ۴-۱۷). همان‌طور که شکل (۴-۱۷) نشان می‌دهد قسمت انتهایی داده‌ها شیب منحنی افت-زمان نسبتاً ثابت شده است که بیانگر رفتار نشستی آبخوان است. بدین منظور برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش هانتوش-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۱۸).

بر اساس شکل (۴-۱۸) ملاحظه می‌شود که داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ بر روی منحنی با ضریب نشت برابر با ۰/۱ منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده این چاه پمپاژی برابر با ۶۱۹ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۱۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ روش کوپر-ژاکوب

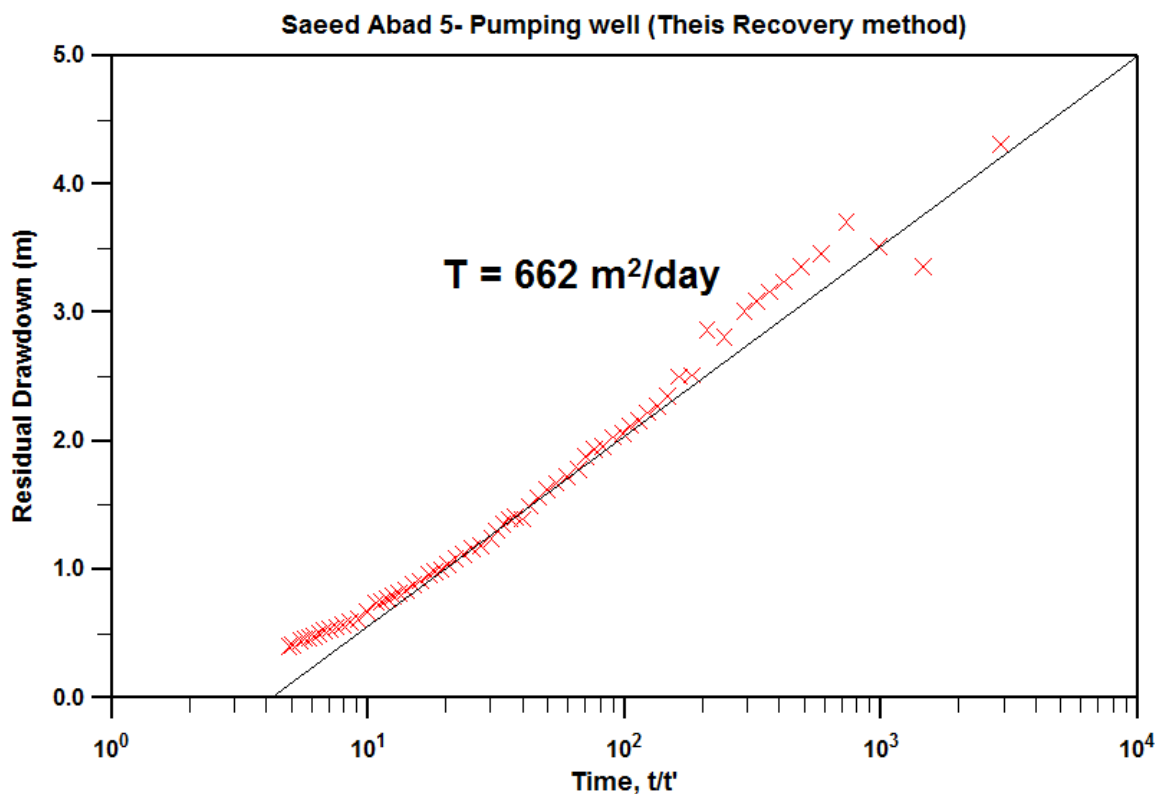


شکل ۴-۱۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ روش هانتوش-ژاکوب

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

جهت بررسی صحت قابلیت انتقال به دست آمده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه می‌توان استفاده کرد.

شکل (۴-۱۹) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی بیان می‌کند. بر طبق نمودار نیمه لگاریتمی شکل (۴-۱۹) می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها می‌توان چشم‌پوشی نمود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ برابر با ۶۶۲ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۱۹- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۵

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با در نظر گرفتن مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۵ می‌توان بیان نمود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. مقدار خطای نسبی قابلیت انتقال داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۵ برابر با ۶ درصد به دست آمده است.

۴-۴- چاه پمپاژ سعیدآباد ۶

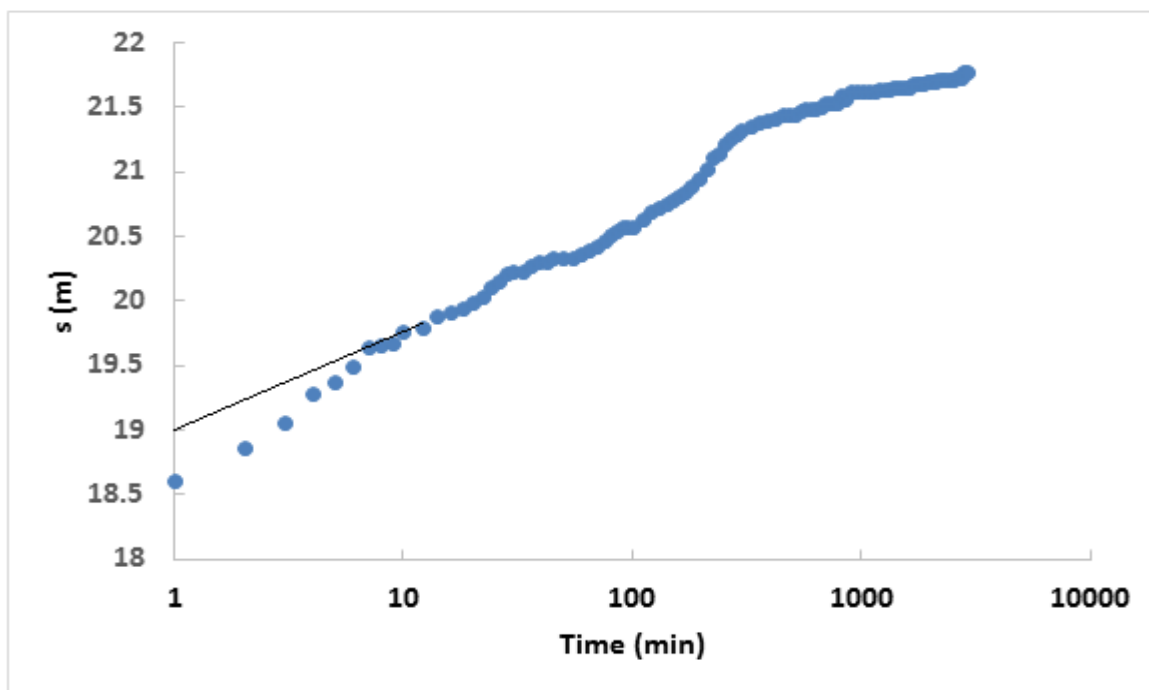
چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ دارای مختصات جغرافیایی ۶۳۷۲۹۷ و ۴۱۹۷۳۰۱ می‌باشد. چاه مورد نظر با دبی ۵۱ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. برای این چاه داده‌های افت-زمان برای مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان برای مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

۴-۴-۱- تصحیحات انجام شده

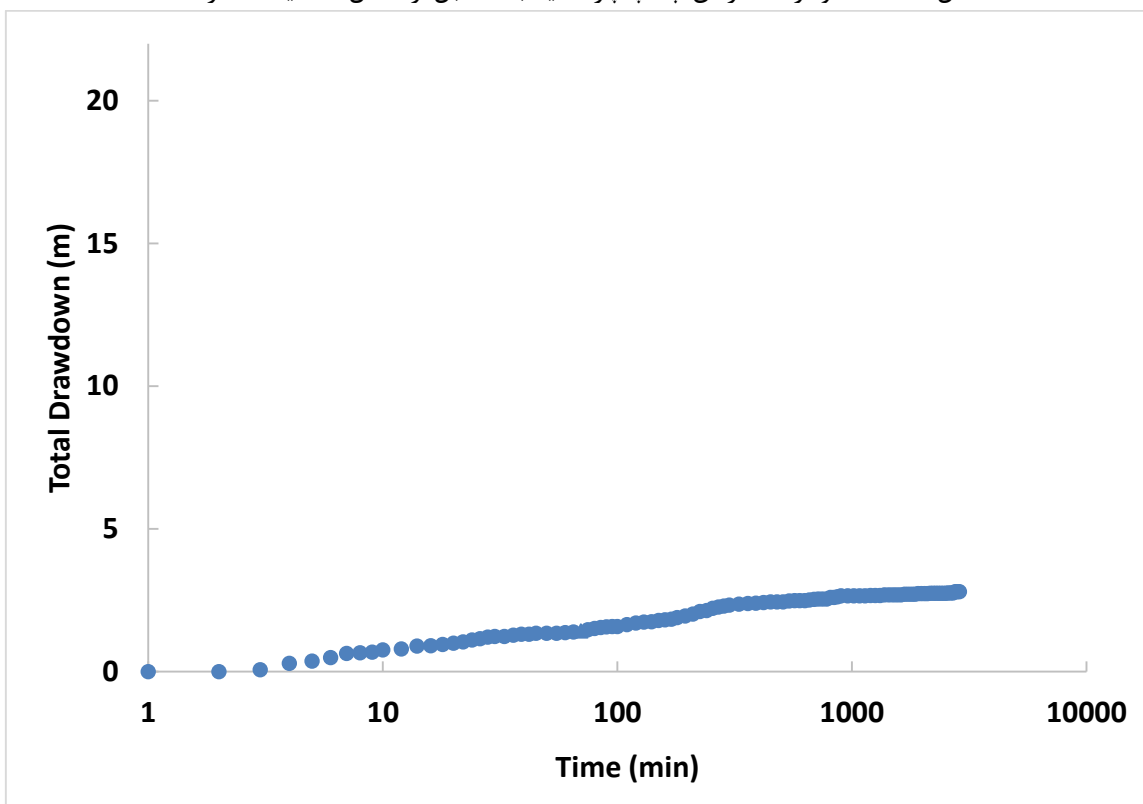
تصحیحات مورد نیاز چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ شامل حذف مقدار افت چاه و تصحیح اثر دبی متغیر می‌باشد. این تصحیحات به شرح زیر انجام شده‌اند.

الف- حذف مقدار افت چاه

جهت برآورد مقدار افت چاه در چاه پمپاژ مذکور و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۲۰). بر اساس نمودار ترسیم شده مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ محاسبه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این چاه پمپاژی مقدار افت چاه برابر با ۱۹ متر است. بنابراین، برای حذف اثر افت چاه از تمام داده‌های افت، عدد ۱۹ کسر شده است. شکل (۴-۲۱) بیانگر نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ بعد از حذف افت چاه می‌باشد.



شکل ۴-۲۰- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



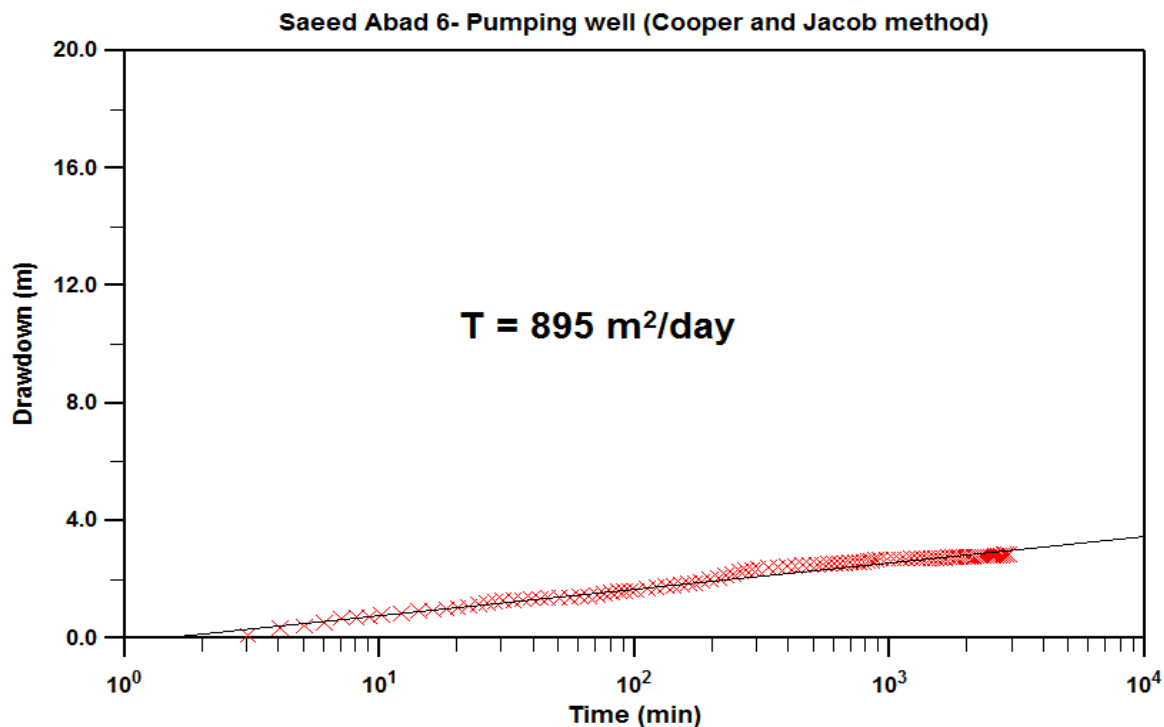
شکل ۴-۲۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ بعد از حذف افت چاه

۴-۴-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۶

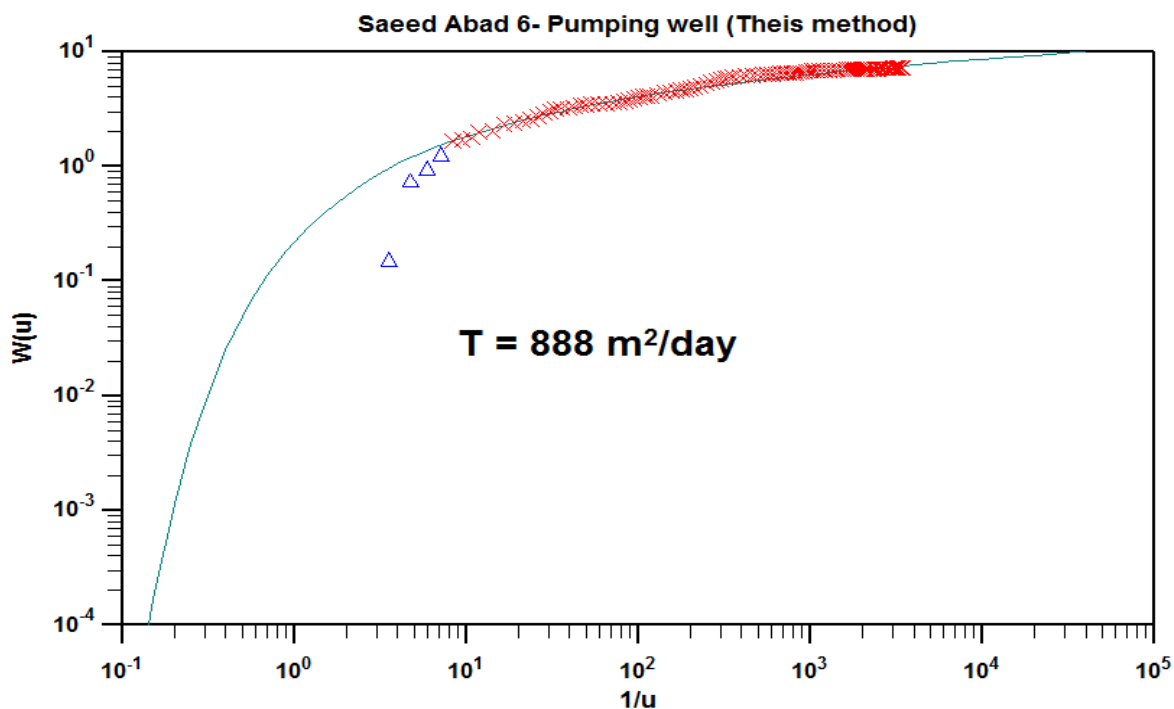
با در نظر گرفتن تمام اصلاحات ذکر شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های آزمون برگشت چاه پمپاژ مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

به منظور رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۲۲). چنانچه که شکل (۴-۲۲) نشان می‌دهد داده‌های چاه مورد نظر از روند عمومی مربوط به روش کوپر پیروی کرده در این صورت جهت تجزیه و تحلیل چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ دیگر روش هانتوش-کوپر کاربرد ندارد پس با توجه به رفتار محبوس چاه پمپاژی از روش تایس (۱۹۳۵) استفاده (شکل ۴-۲۳).



شکل ۴-۲۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ روش کوپر-ژاکوب



شکل ۴-۲۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ روش تاپس

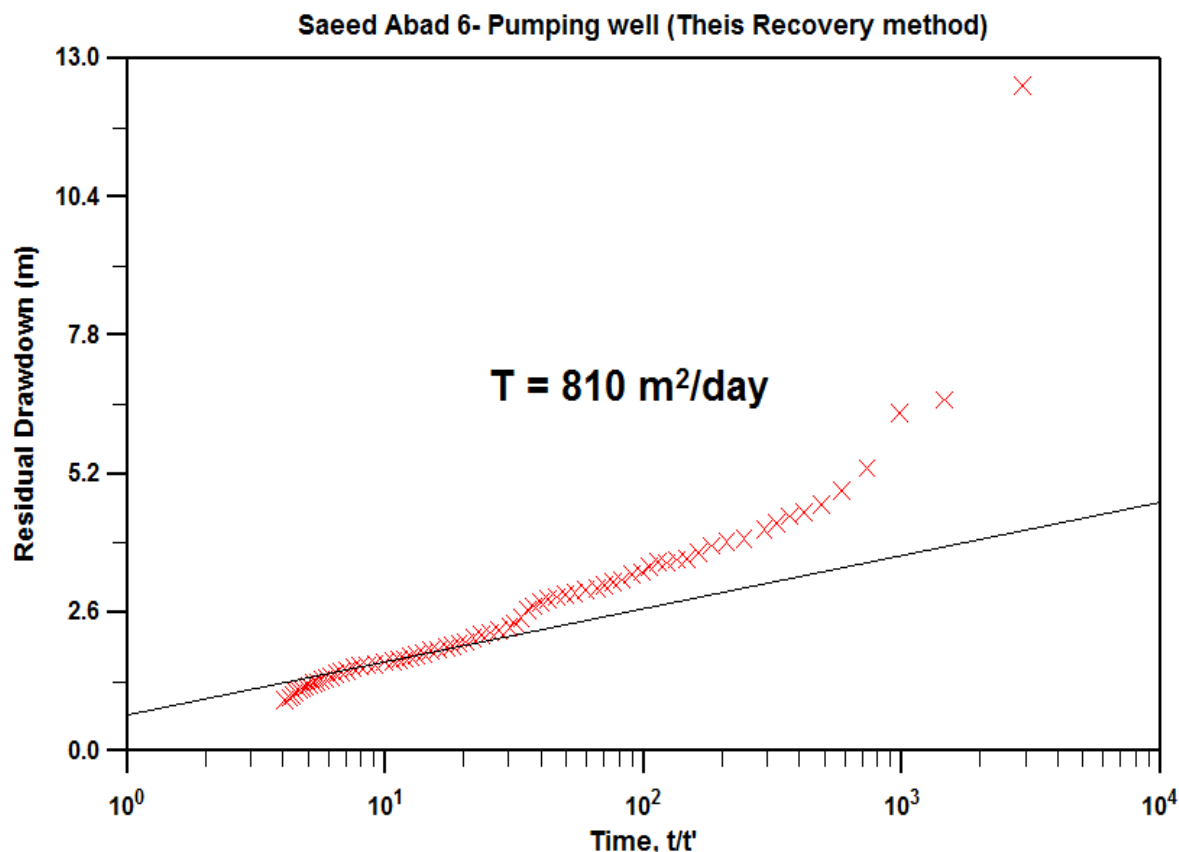
همان طور که از شکل (۴-۲۲) ملاحظه می شود داده های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ بر روی محور کوپر-ژاکوپ منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده این چاه پمپاژی برابر با ۸۹۵ مترمربع بر روز به دست آمده است.

ب- تجزیه و تحلیل داده های مرحله برگشت

برای بررسی صحت قابلیت انتقال به دست آمده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ از داده های افت باقی مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه استفاده شده است.

شکل (۴-۲۴) داده های افت باقی مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می دهد. همان طور که شکل (۴-۲۴) نشان می دهد داده های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این

بخش از داده‌ها صرف‌نظر می‌شود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۶ برابر با ۴۶۶ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۲۴ نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۶

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۶ می‌توان بیان نمود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین اظهار نمود که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در این چاه پمپاژ برابر با ۹ درصد برآورد شده است.

۴-۵- چاه پمپاژ سعیدآباد ۷

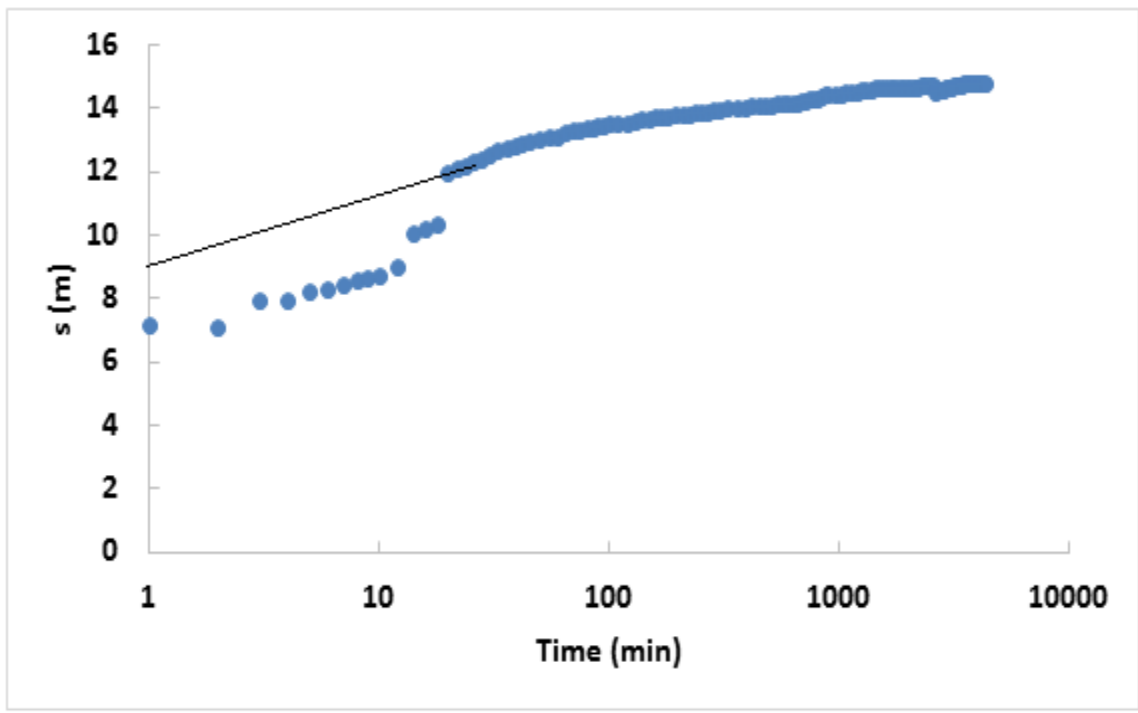
چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ دارای مختصات جغرافیایی ۶۳۷۳۶۴ و ۴۱۹۶۸۸۲ و با دبی ۴۰ لیتر بر ثانیه به مدت ۴۳۲۰ دقیقه با دور ثابت مورد پمپاژ قرار گرفته است. برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ داده‌های افت-زمان برای مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان برای مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

۴-۵-۱- تصحیحات انجام شده

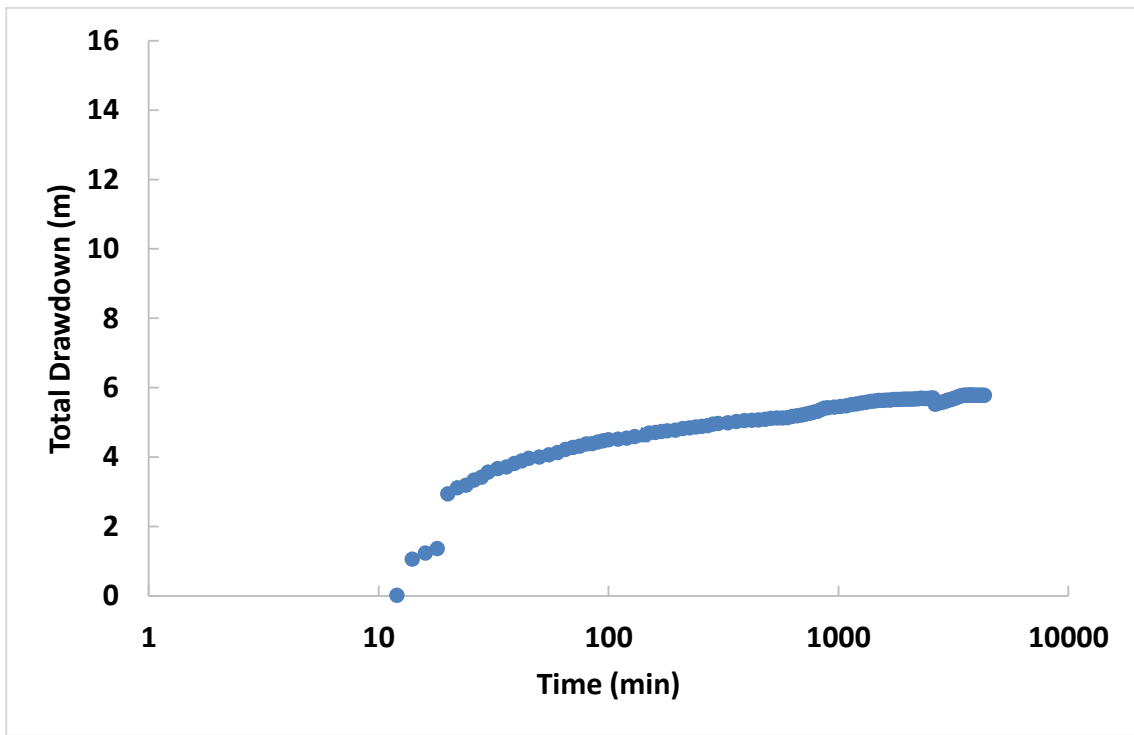
تصحیحات مورد نیاز داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ شامل حذف مقدار افت چاه و تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ می‌باشد.

الف- حذف مقدار افت چاه

به منظور ارزیابی مقدار افت چاه در چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۲۵). بر اساس نمودار ترسیم شده مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ محاسبه شده است. چنانچه که مشاهده می‌شود در چاه پمپاژی مورد نظر مقدار افت چاه برابر با ۹ متر است. بنابراین، برای حذف اثر افت چاه از تمام داده‌های افت، عدد ۹ کسر شده است. شکل (۴-۲۶) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



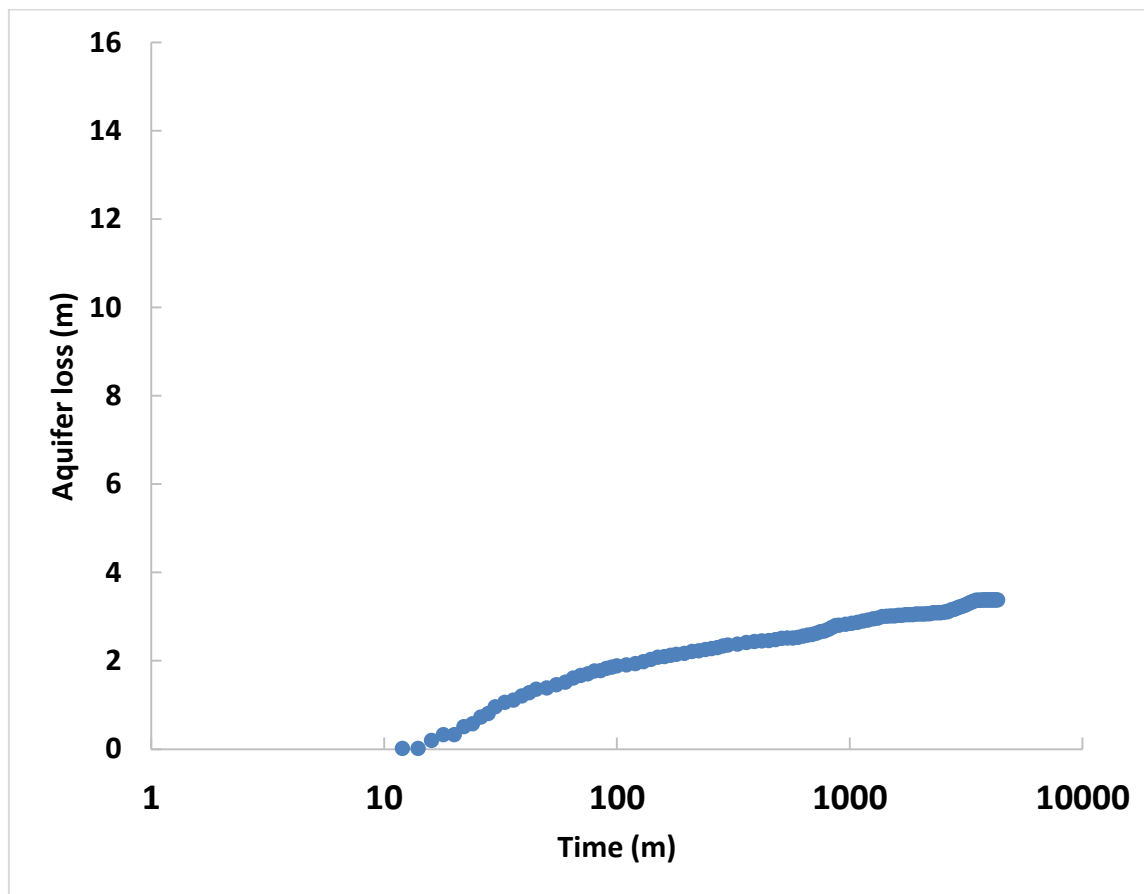
شکل ۴-۲۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



شکل ۴-۲۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ بعد از حذف افت چاه

ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

بعد از تصحیح مقدار افت چاه، لازم است دبی متغیر پمپاژ نیز تصحیح شود، به این ترتیب که در مکان‌هایی که افت به‌طور ناگهانی افزایش یافته است اثر دبی متغیر اصلاح می‌شود (شکل ۴-۲۷).



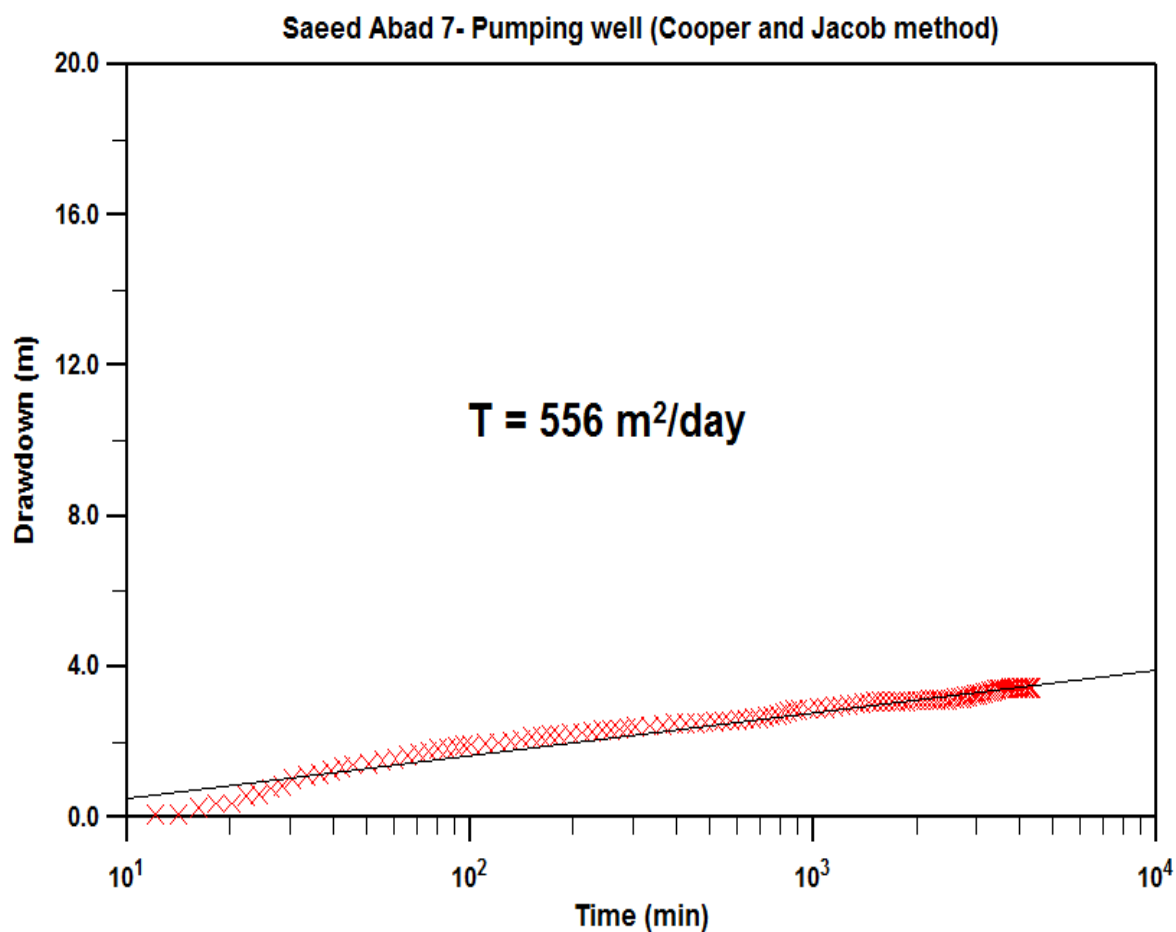
شکل ۴-۲۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

۴-۵-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۷

بعد از انجام دادن تمام اصلاحات بیان شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های آزمون برگشت چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند، که در ادامه بطور مفصل مورد بحث قرار می‌گیرد.

الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

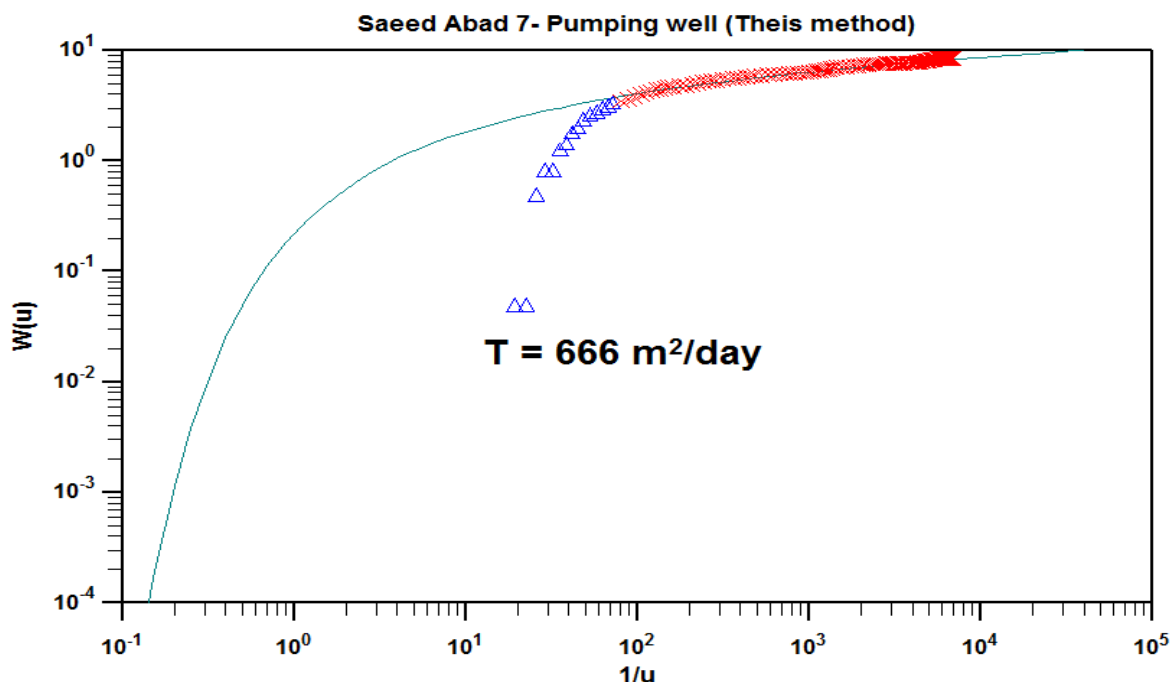
جهت رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب استفاده شده است که در شکل ۴-۲۸ نشان داده شده است.



شکل ۴-۲۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ روش کوپر-ژاکوب

همان‌طور که شکل (۴-۲۸) نشان می‌دهد داده‌ها رو خط برازش نمودار کوپر-ژاکوب قرار گرفته است، در این صورت جهت تجزیه و تحلیل چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ روش هانتوش-کوپر کاربرد ندارد و با توجه به رفتار محبوس چاه پمپاژی از روش تاپس استفاده می‌شود (شکل ۴-۲۹).

همانطور که از شکل (۴-۲۸) ملاحظه می‌شود داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ بر روی محور کوپر-ژاکوب منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده این چاه پمپاژی برابر با ۵۵۶ متر مربع بر روز به دست آمده است.

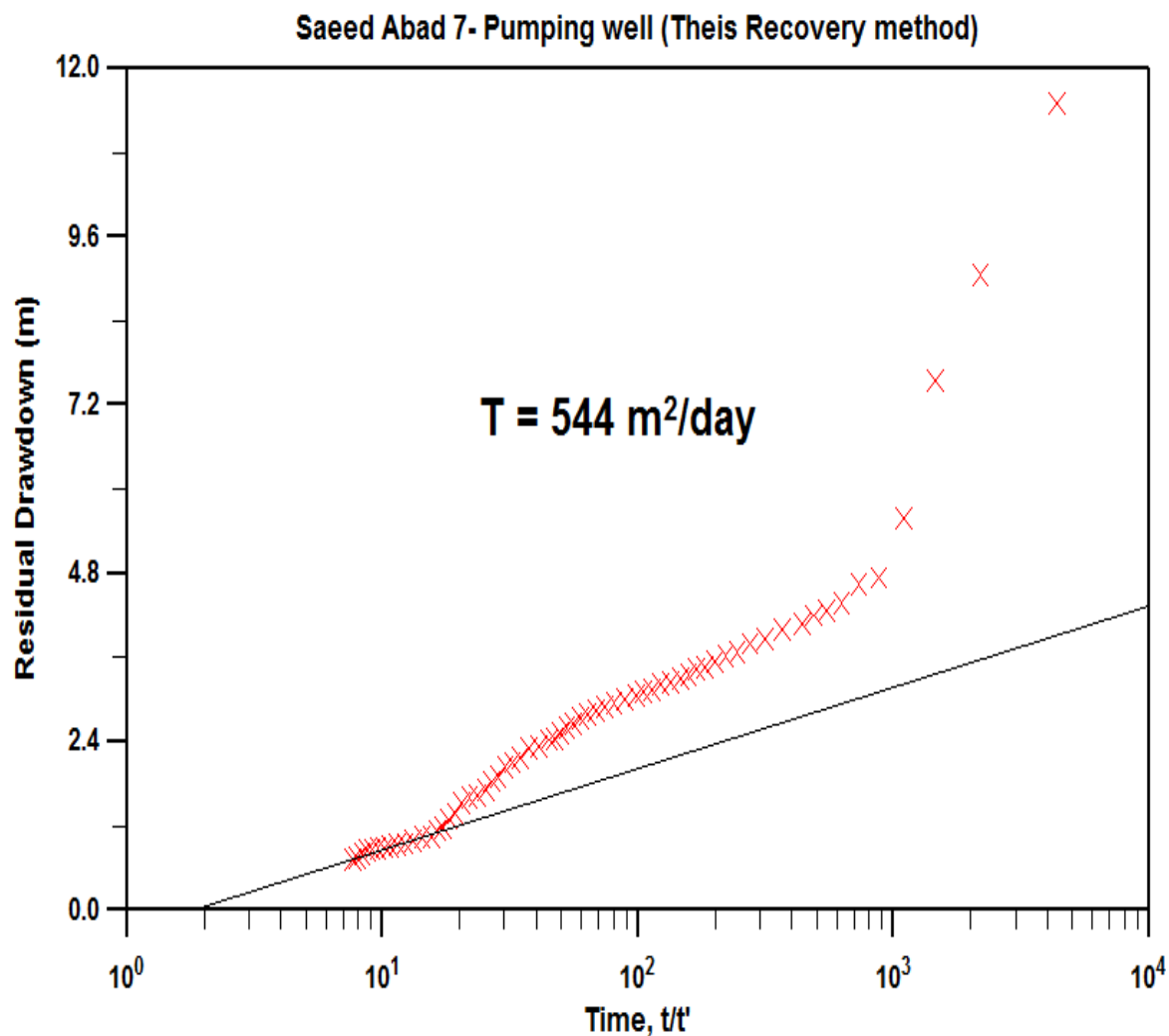


شکل ۴-۲۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ روش تاپس

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

برای بررسی صحت قابلیت انتقال به دست آمده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه استفاده شده است.

شکل (۴-۳۰) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل (۴-۳۰) نشان می‌دهد داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها صرف‌نظر می‌شود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۷ برابر با ۵۴۴ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۳۰- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۷

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۷ ملاحظه می‌شود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین اظهار نمود که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در این چاه پمپاژ برابر با ۲ درصد برآورد شده است.

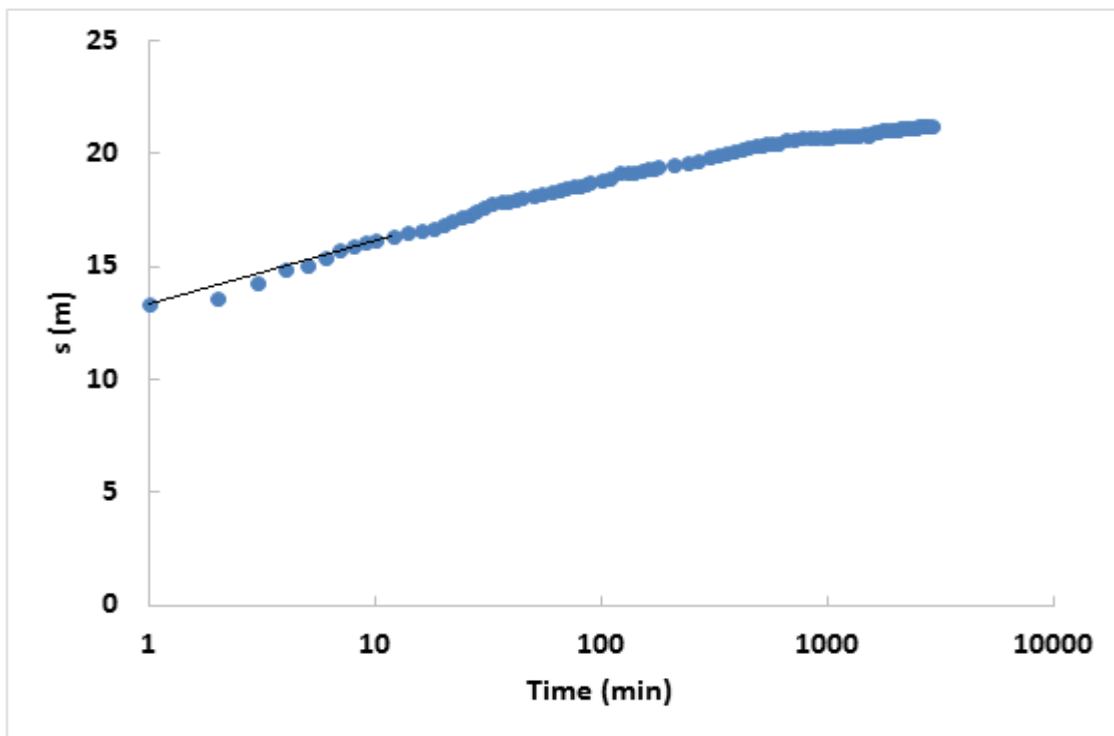
۴-۶- چاه پمپاژ سعیدآباد ۹

چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ دارای مختصات جغرافیایی ۶۳۶۸۲۶ و ۴۱۹۷۸۹۶ می‌باشد. چاه مورد نظر با دبی ۶۹ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. برای این چاه داده‌های افت-زمان برای مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان برای مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

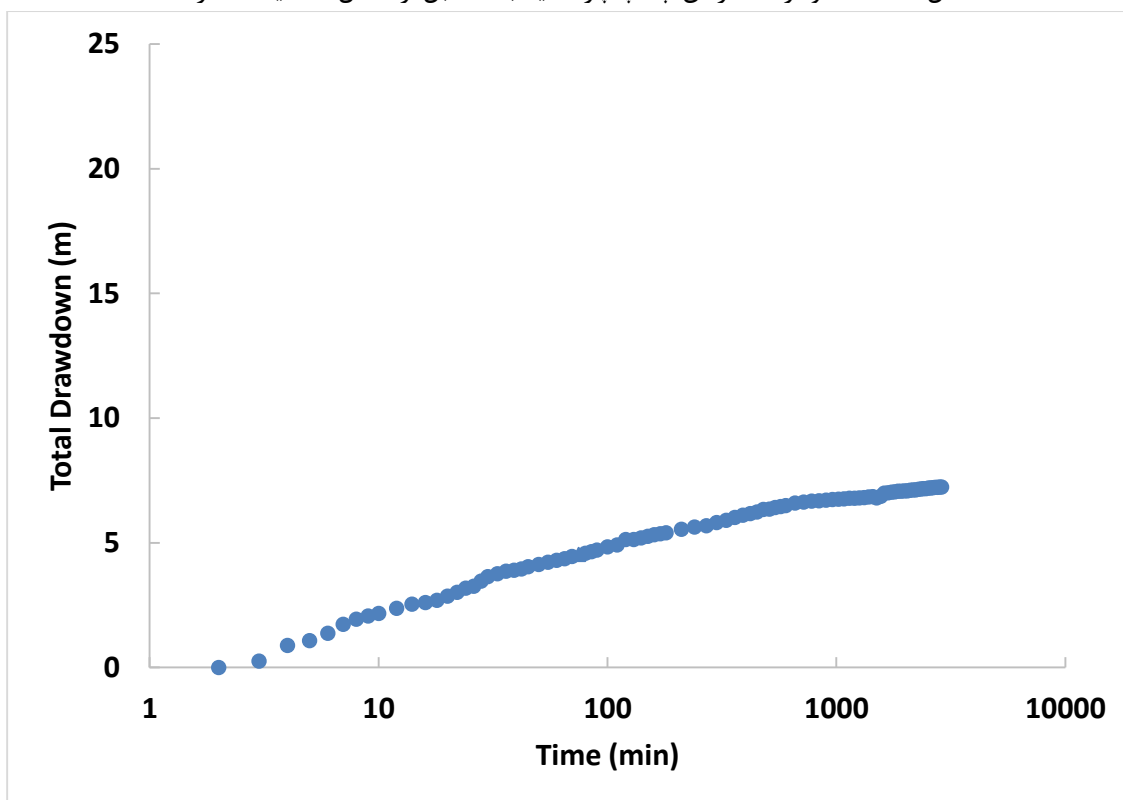
۴-۶-۱- تصحیحات انجام شده

تصحیحات انجام شده بر روی داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ به دلیل نداشتن تغییر دبی و داده‌های پرت دیگر نیازی به تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ و حذف داده‌های پرت نمی‌باشد و تنها حذف مقدار افت چاه را شامل می‌شود.

جهت ارزیابی مقدار افت چاه در چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۳۱). با توجه به نمودار ترسیم شده مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ محاسبه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این چاه پمپاژی مقدار افت چاه برابر با ۱۴ متر است. بنابراین، در راستای حذف اثر افت چاه از تمام داده‌های افت، عدد ۱۴ کسر می‌شود. شکل (۴-۳۲) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



شکل ۴-۳۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ بعد از حذف افت چاه

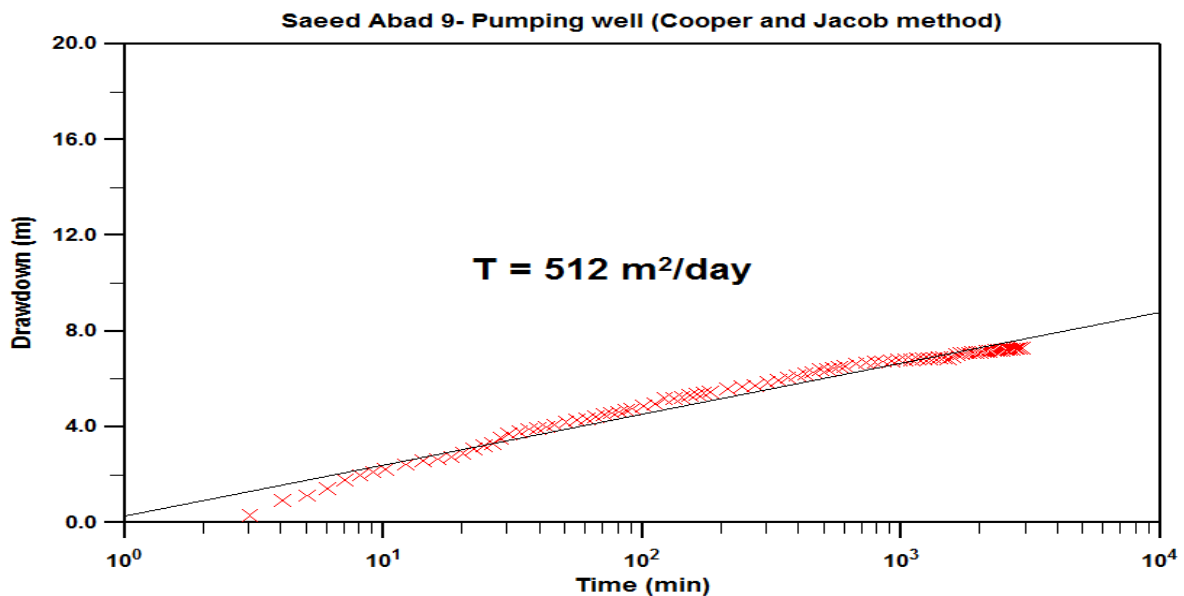
۴-۶-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۹

بعد از انجام دادن تمام اصلاحات بیان شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های آزمون برگشت چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

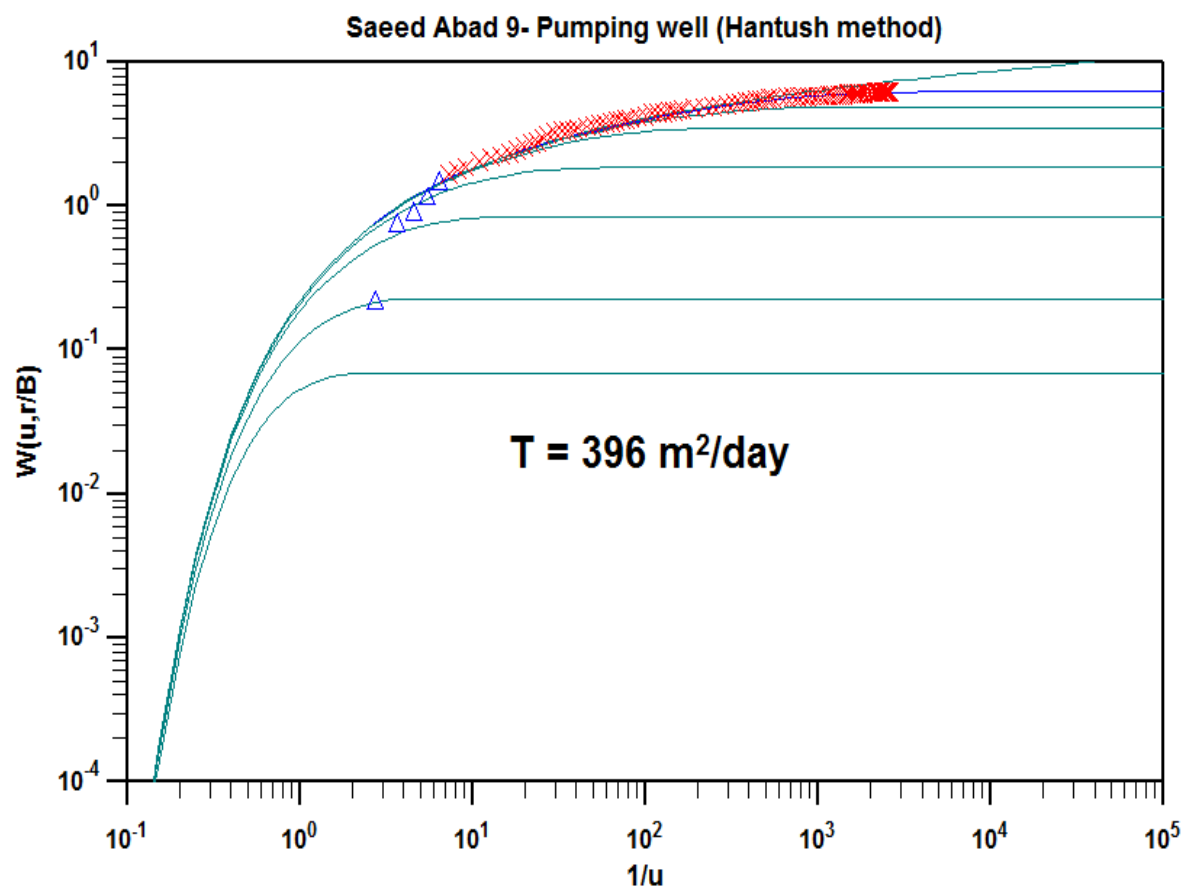
الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

به منظور رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۳۳). همان‌طور که شکل (۴-۳۳) نشان می‌دهد قسمت انتهایی داده‌ها شیب منحنی افت-زمان نسبتاً ثابت شده است که این نشان‌دهنده رفتار نشتی آبخوان است. بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش هانتوش-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۳۴).

چنانچه که از شکل (۴-۳۴) استنباط می‌شود داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ بر روی منحنی با ضریب نشت برابر با ۰/۰۵ منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده این چاه پمپاژی برابر با ۳۹۶ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۳۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ روش کوپر-ژاکوب

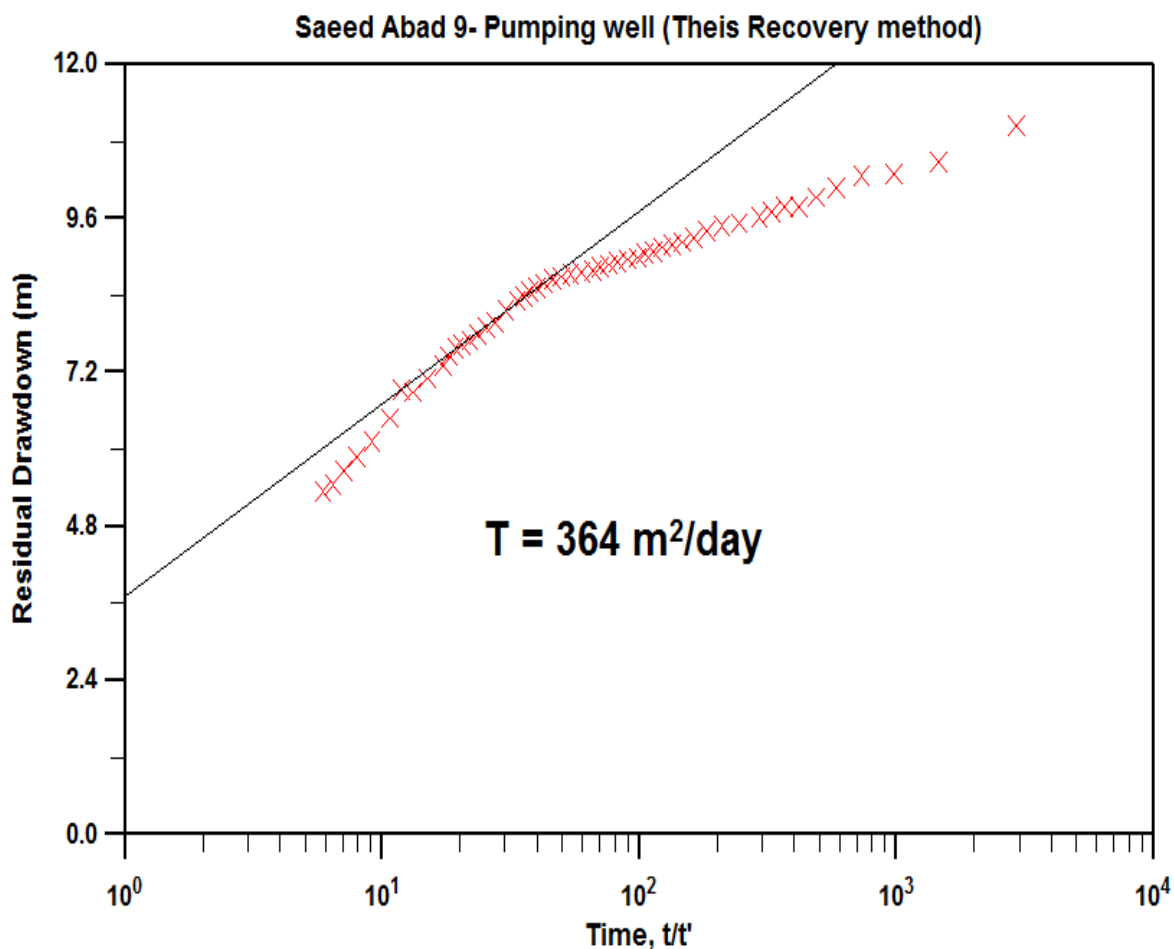


شکل ۴-۳۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ روش هانتوش-ژاکوب

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

به منظور بررسی صحت قابلیت انتقال محاسبه شده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه استفاده شده است.

شکل (۴-۳۵) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. طبق نمودار نیمه لگاریتمی شکل (۴-۳۵) می‌توان چنین استنباط نمود که داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها چشم‌پوشی می‌شود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۹ برابر با ۳۶۴ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۳۵- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۹

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با در نظر گرفتن مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۹ می‌توان بیان نمود که مقادیر قابلیت انتقال، دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین، می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در چاه پمپاژی سعیدآباد ۹ برابر با ۸ درصد برآورد شده است.

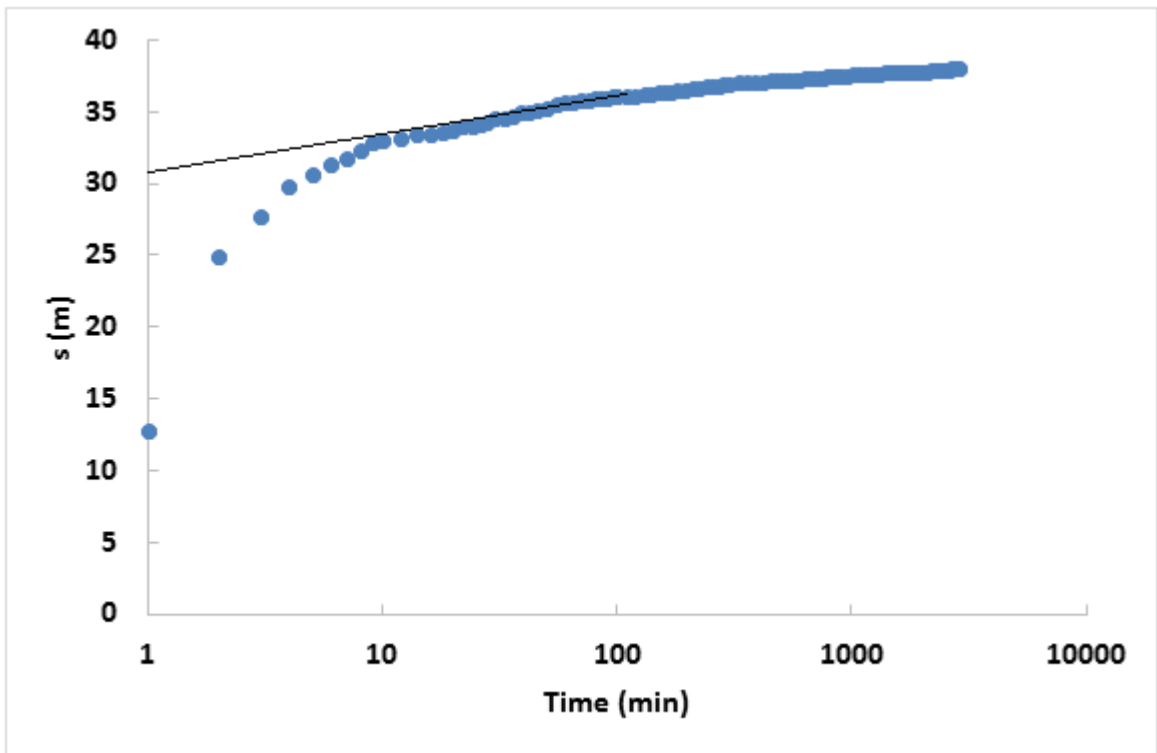
۴-۷- چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱

چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ با مختصات جغرافیایی ۶۳۷۴۲۲ و ۴۱۹۹۲۱۳، و با دبی ۱۰۵ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. داده‌های افت-زمان مربوط به چاه مورد نظر در مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده در مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

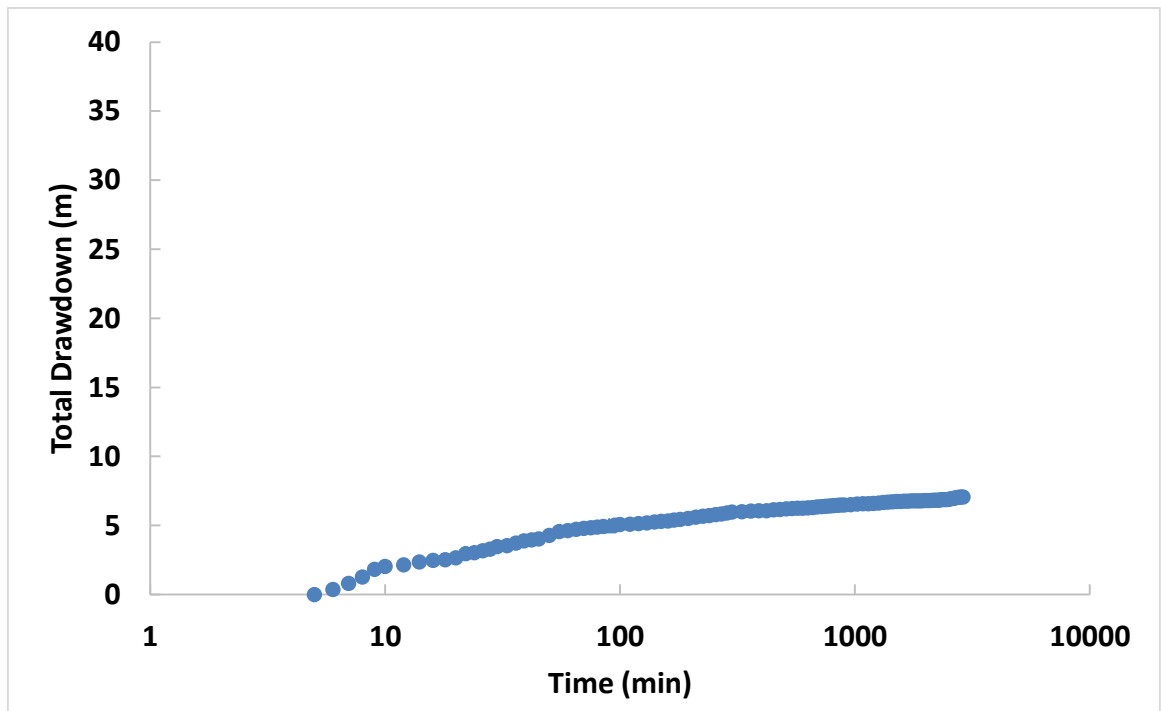
۴-۷-۱- تصحیحات انجام شده

در این چاه پمپاژ، تغییرات دبی پمپاژ و هم‌چنین داده پرت وجود ندارد. بنابراین، تنها تصحیح مورد نیاز در خصوص این چاه پمپاژ، فقط حذف اثر افت چاه می‌باشد.

جهت برآورد مقدار افت چاه در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۳۶). بر اساس نمودار ترسیم شده مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ محاسبه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این چاه پمپاژی مقدار افت چاه برابر با ۳۱ متر است. بنابراین، برای حذف اثر افت چاه از تمام داده‌های افت، عدد ۳۱ کسر شده است. شکل (۴-۳۷) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



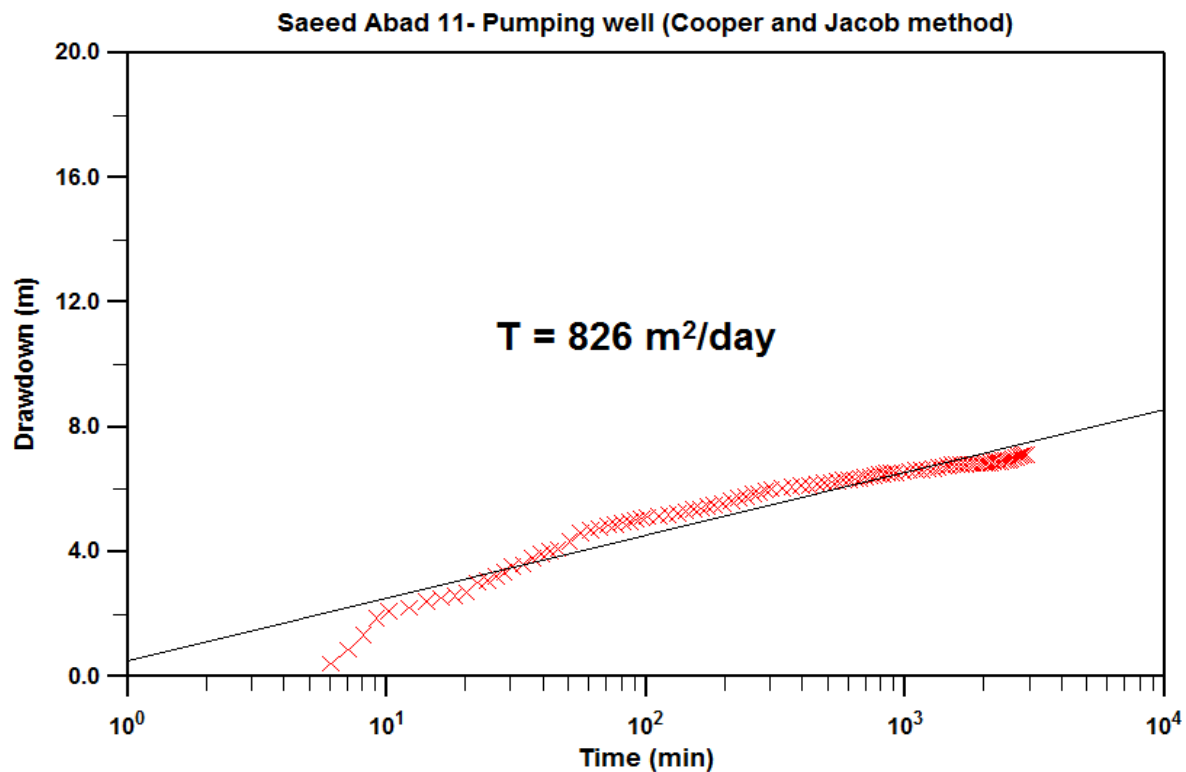
شکل ۴-۳۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ بعد از حذف افت چاه

۴-۷-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱

با در نظر گرفتن تمام اصلاحات ذکر شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های مرحله برگشت چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

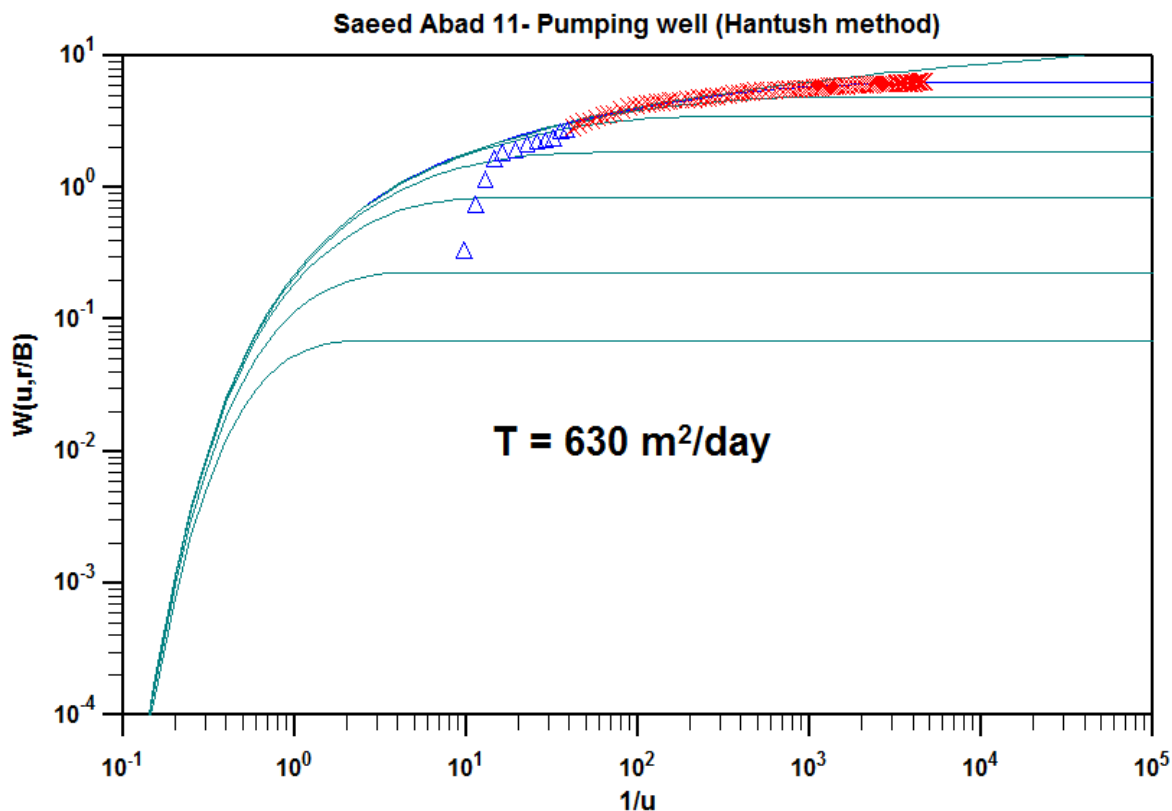
الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

برای رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا باید از روش کوپر-ژاکوب استفاده نمود (شکل ۴-۳۸). همان‌طور که شکل (۴-۳۸) نشان می‌دهد قسمت انتهایی داده‌ها شیب منحنی افت-زمان نسبتاً ثابت شده است که بیانگر رفتار نشتی آبخوان است. بدین منظور برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش هانتوش-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۳۹).



شکل ۴-۳۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ روش کوپر-ژاکوب

بر اساس شکل (۴-۳۹) ملاحظه می‌شود که داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ بر روی منحنی با ضریب نشت برابر با ۰/۰۵ منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال به دست آمده در محدوده این چاه پمپاژی برابر با ۶۳۰ مترمربع بر روز است.



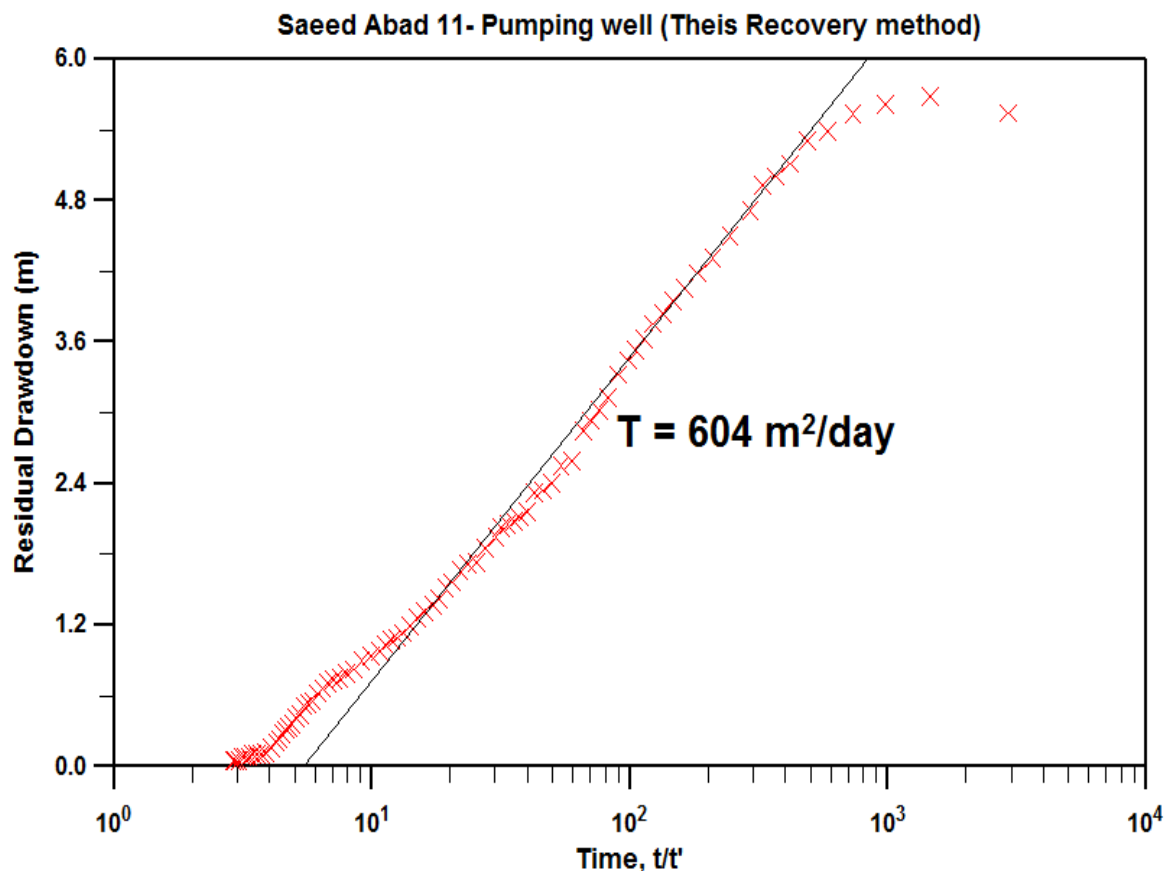
شکل ۴-۳۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ روش هانتوش-ژاکوب

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

جهت بررسی صحت قابلیت انتقال محاسبه شده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه می‌توان استفاده کرد.

شکل (۴-۴۰) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. بر طبق نمودار نیمه لگاریتمی شکل (۴-۴۰) می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت

مناسی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها صرف‌نظر می‌شود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ برابر با ۶۰۴ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۴- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با در نظر گرفتن مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۱۱ می‌توان بیان نمود که مقادیر قابلیت انتقال، دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. با

توجه به معادله درصد خطا که در فصل سوم ذکر شده است، مقدار خطای نسبی قابلیت انتقال داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۱ برابر با ۴ درصد ارزیابی شده است.

۴-۸- چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲

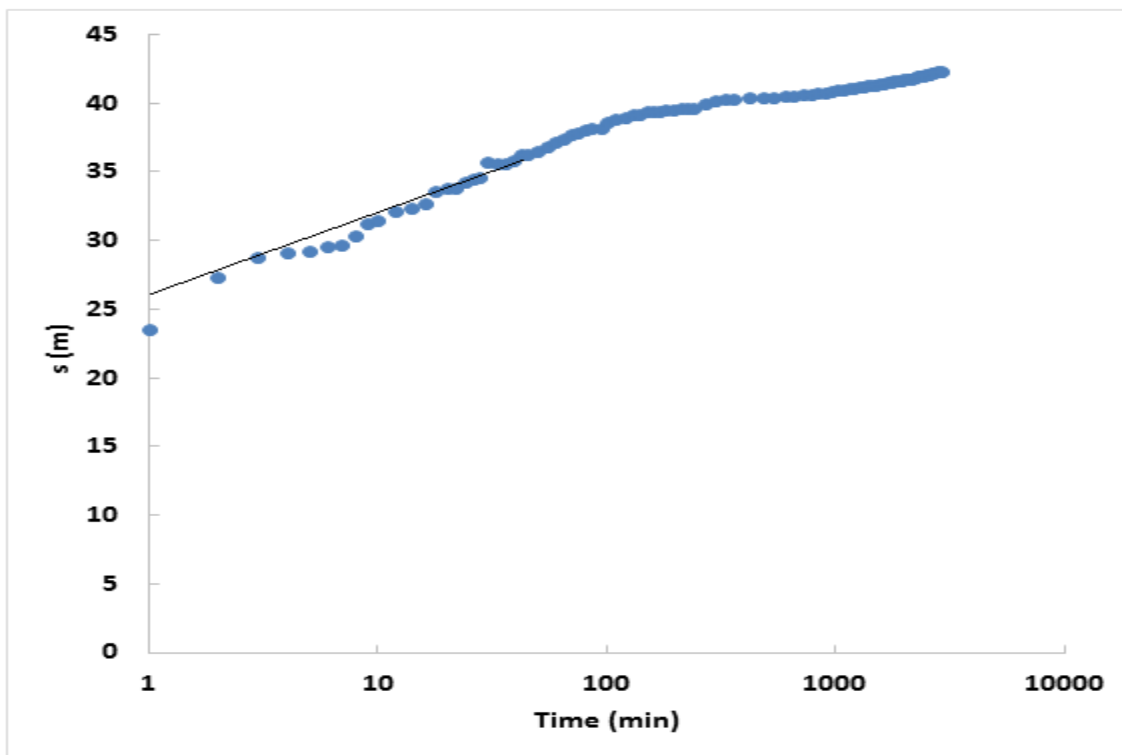
چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ دارای مختصات جغرافیایی ۶۳۷۳۵۳ و ۴۱۹۹۳۲۰، و با دبی ۱۰۱ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ برای مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان برای مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

۴-۸-۱- تصحیحات انجام شده

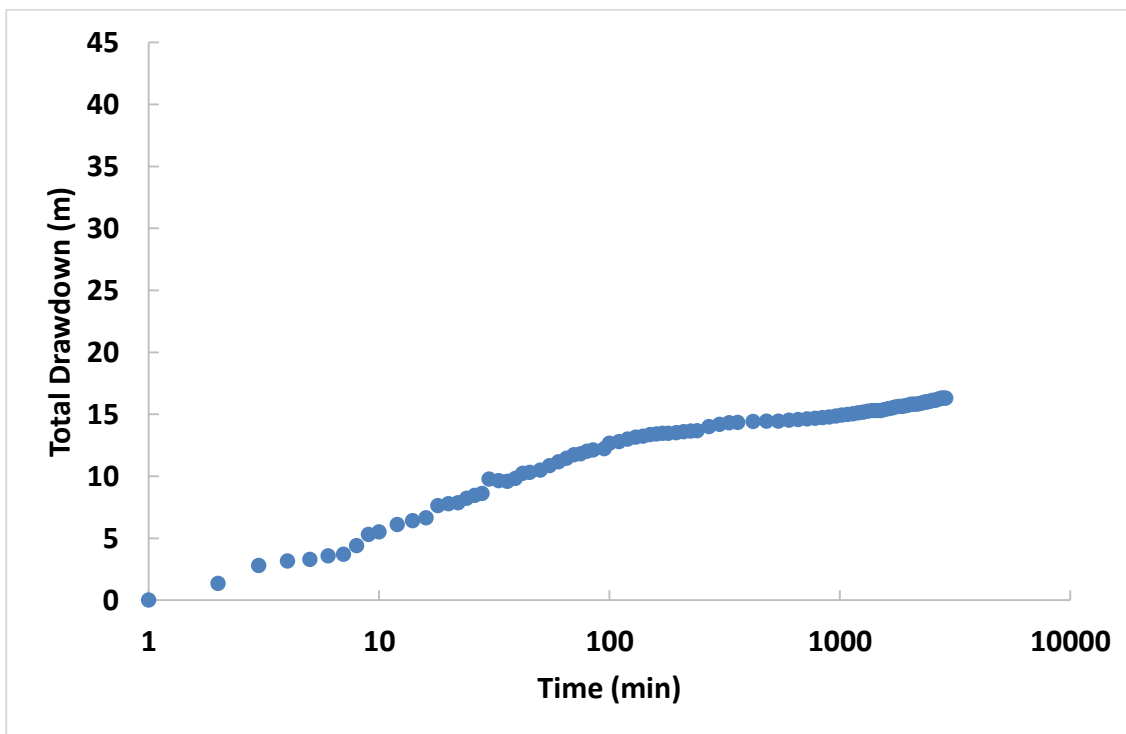
با حذف مقدار افت چاه و تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ مربوط به داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ می‌توان اصلاحات لازمه را اعمال کرد.

الف- حذف مقدار افت چاه

جهت ارزیابی مقدار افت چاه در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۴۱). با توجه به نمودار ترسیم شده می‌توان مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ محاسبه نمود. چنانچه که ملاحظه می‌شود در چاه پمپاژی سعیدآباد ۱۲ مقدار افت چاه برابر با ۲۶ متر است. در راستای حذف اثر افت چاه، از تمام داده‌های افت، عدد ۲۶ کسر شده است. شکل (۴-۴۲) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



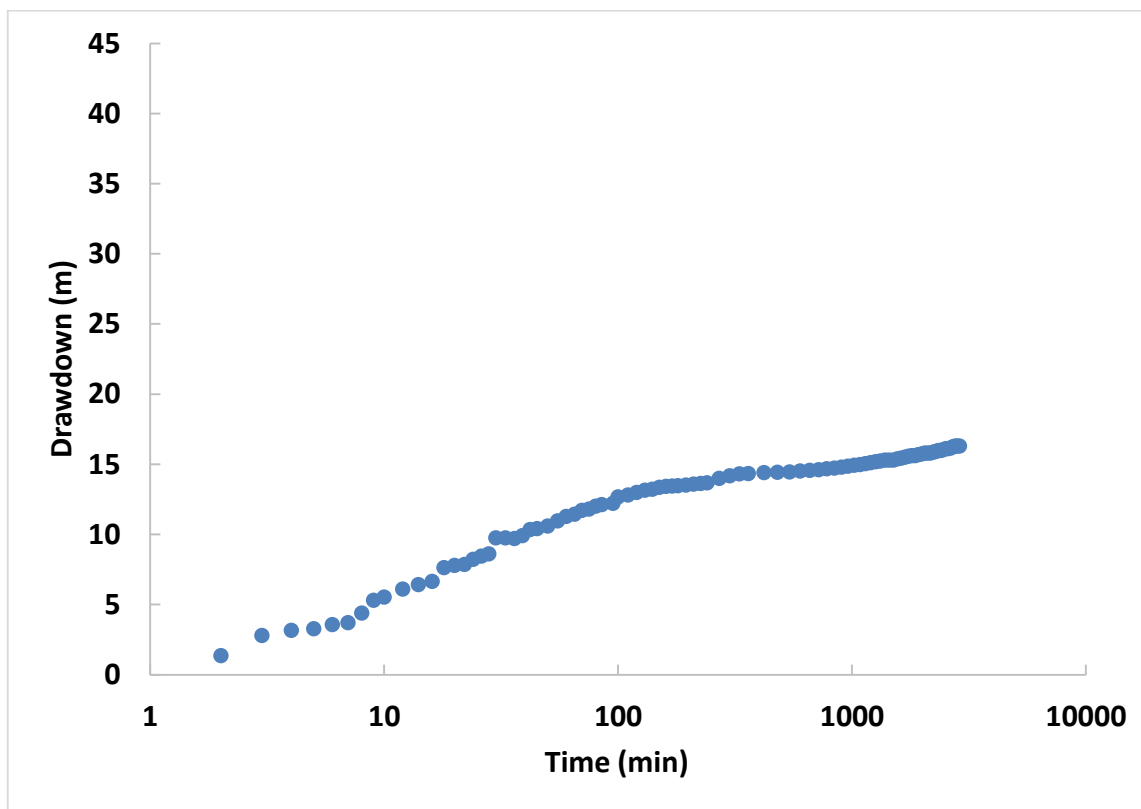
شکل ۴-۴۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



شکل ۴-۴۲- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ بعد از حذف افت چاه

ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

بعد از تصحیح مقدار افت چاه، به دلیل وجود دبی متغیر پمپاژ لازم است تغییرات دبی تصحیح شود، به این ترتیب که در مکان‌هایی که افت به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد یا بطور ناگهانی دبی کاهش پیدا می‌کند باید اثر دبی متغیر اصلاح می‌شود، همانطور که در شکل ۴-۴۳ دیده می‌شود بعد از اصلاح تغییرات دبی نمودار افت-زمان از یک روند عمومی پیروی می‌کند.



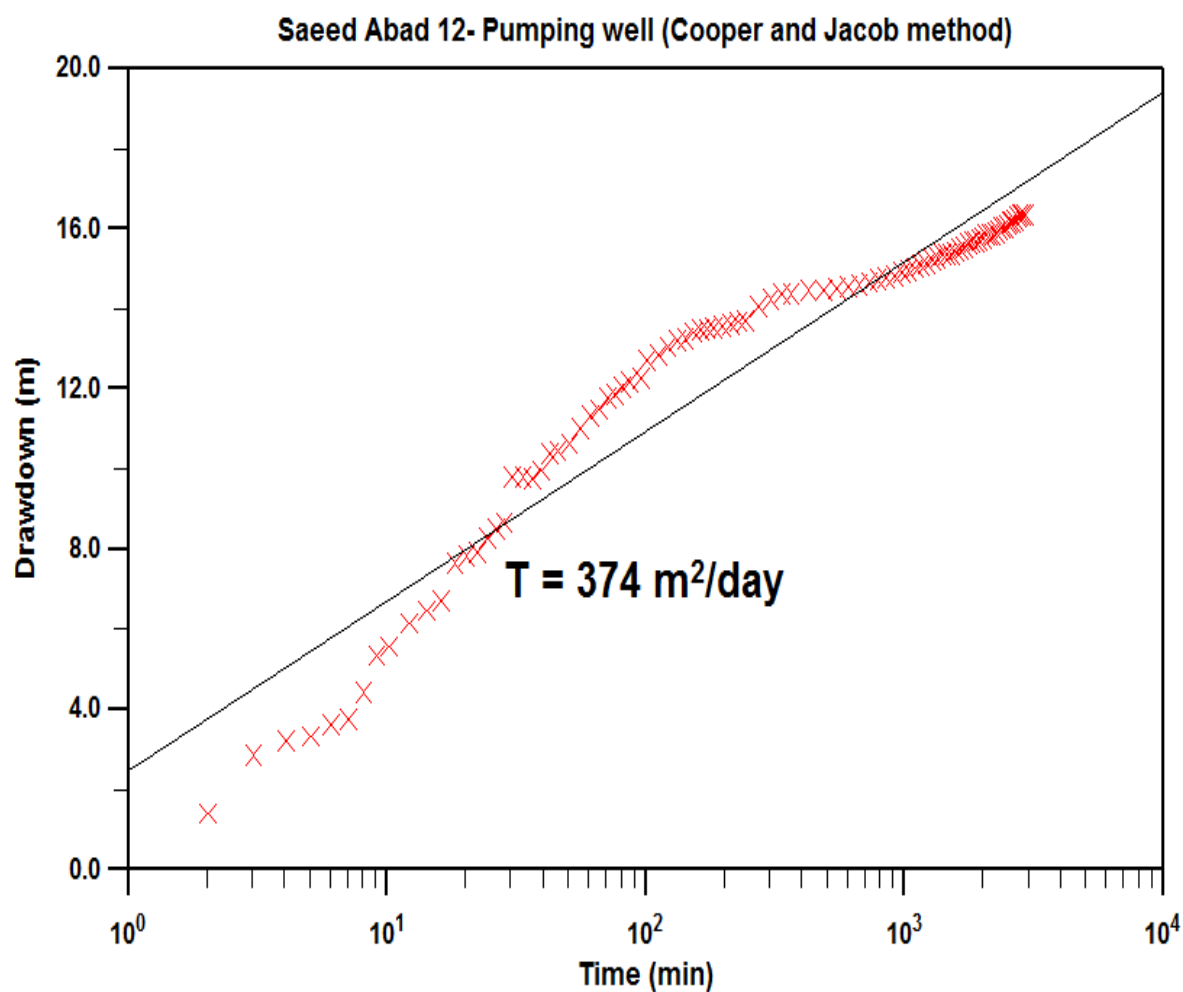
شکل ۴-۴۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ بعد تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

۴-۸-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲

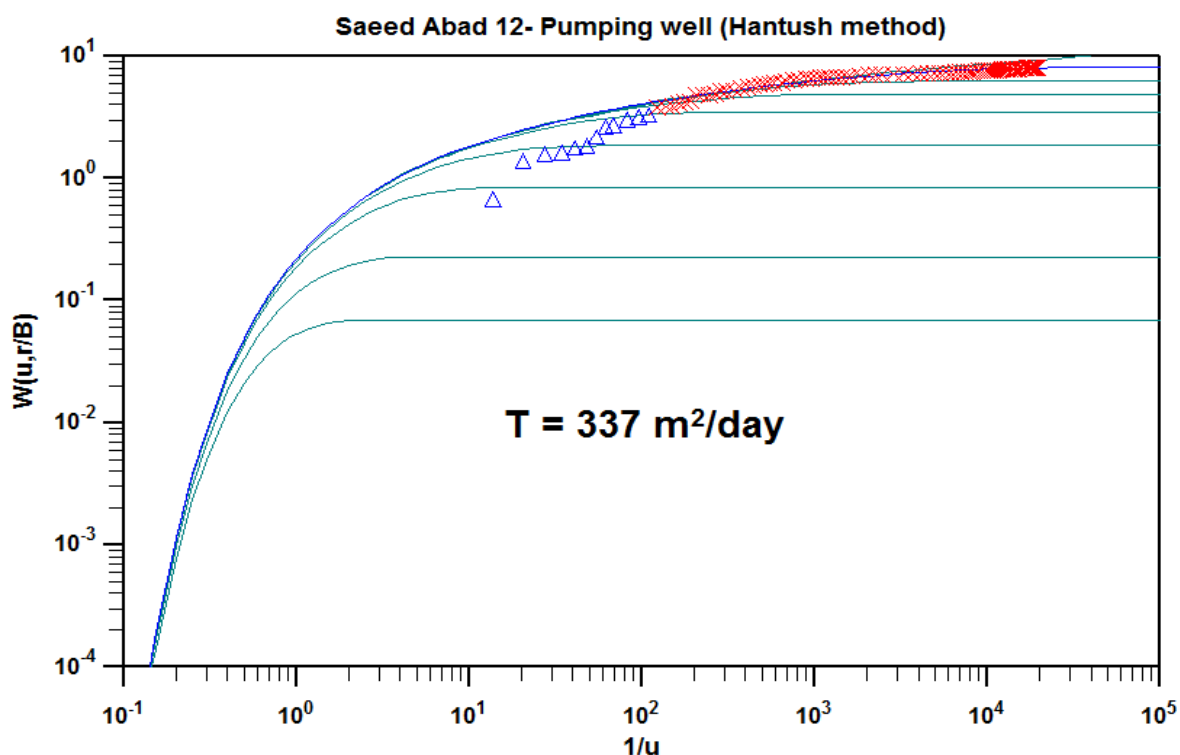
بعد از انجام دادن تمام اصلاحات بیان شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های مرحله برگشت چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

به منظور رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب می‌توان استفاده کرد (شکل ۴-۴۴). چنانچه که شکل (۴-۴۴) بیان می‌کند که قسمت انتهایی داده‌های شیب منحنی افت-زمان نسبتاً ثابت شده است که این نشان‌دهنده رفتار نشستی آبخوان است. بدین منظور برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش هانتوش-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۴۵).



شکل ۴-۴۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ روش کوپر-ژاکوب



شکل ۴-۴۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ روش هانتوش-ژاکوب

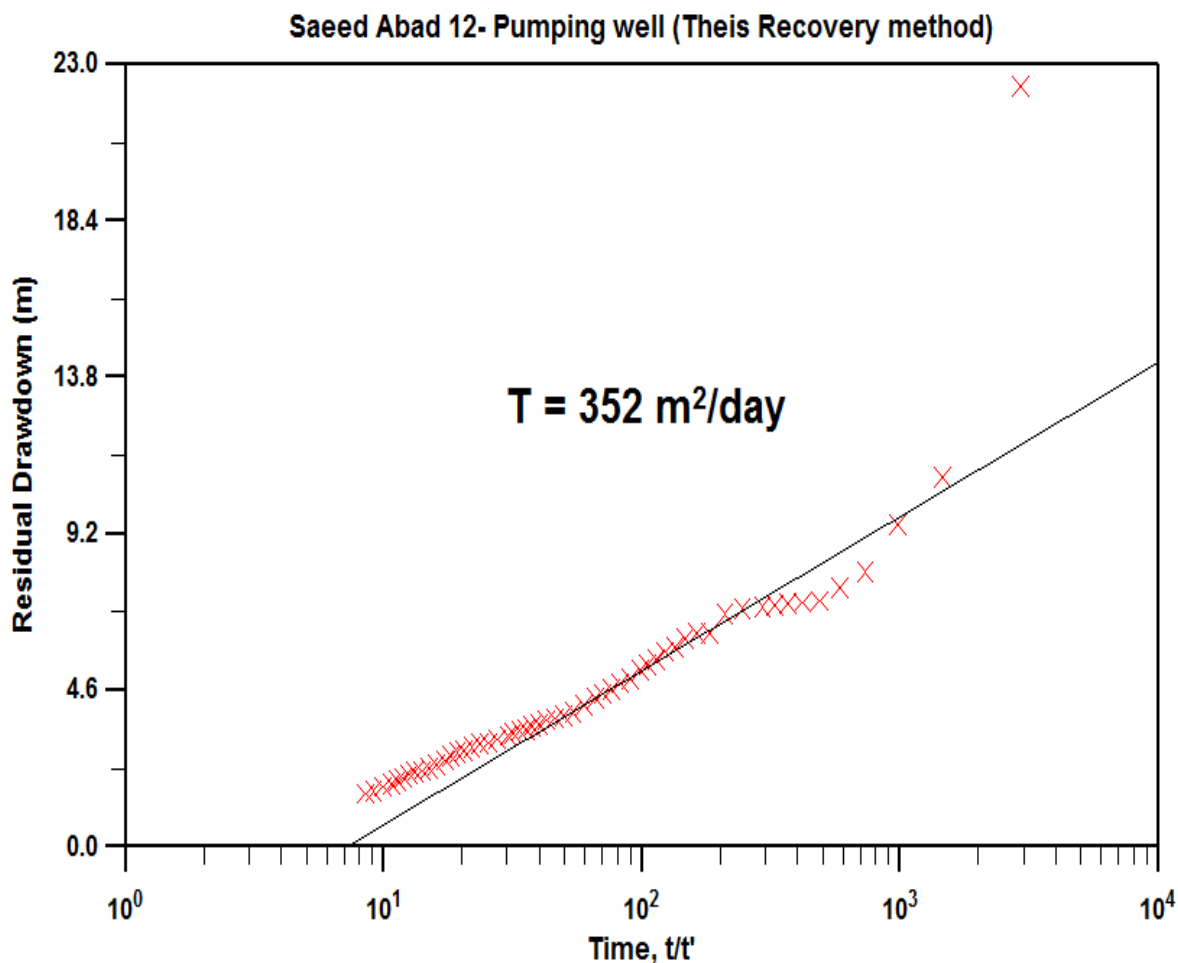
چنانچه که از شکل (۴-۴۵) استنباط می‌شود داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ بر روی منحنی با ضریب نشت برابر با ۰/۰۲ منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژی سعیدآباد ۱۲ برابر با ۳۳۷ مترمربع بر روز است.

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

به منظور بررسی صحت قابلیت انتقال به دست آمده از مرحله رفت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه می‌توان استفاده کرد.

شکل (۴-۴۶) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. همان‌گونه که شکل (۴-۴۶) نشان می‌دهد داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی ندارند. بنابراین، از این بخش از

داده‌ها می‌توان صرف‌نظر نمود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲ برابر با ۳۵۲ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۴- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ سعیدآباد ۱۲

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه سعیدآباد ۱۲ می‌توان این چنین اظهار نمود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند.

بنابراین می‌توان این چنین نتیجه گرفت که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی دارند. مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در چاه پمپاژی مورد نظر برابر با ۴ درصد برآورد شده است.

۹-۴- چاه پمپاژ ملل متحد ۲

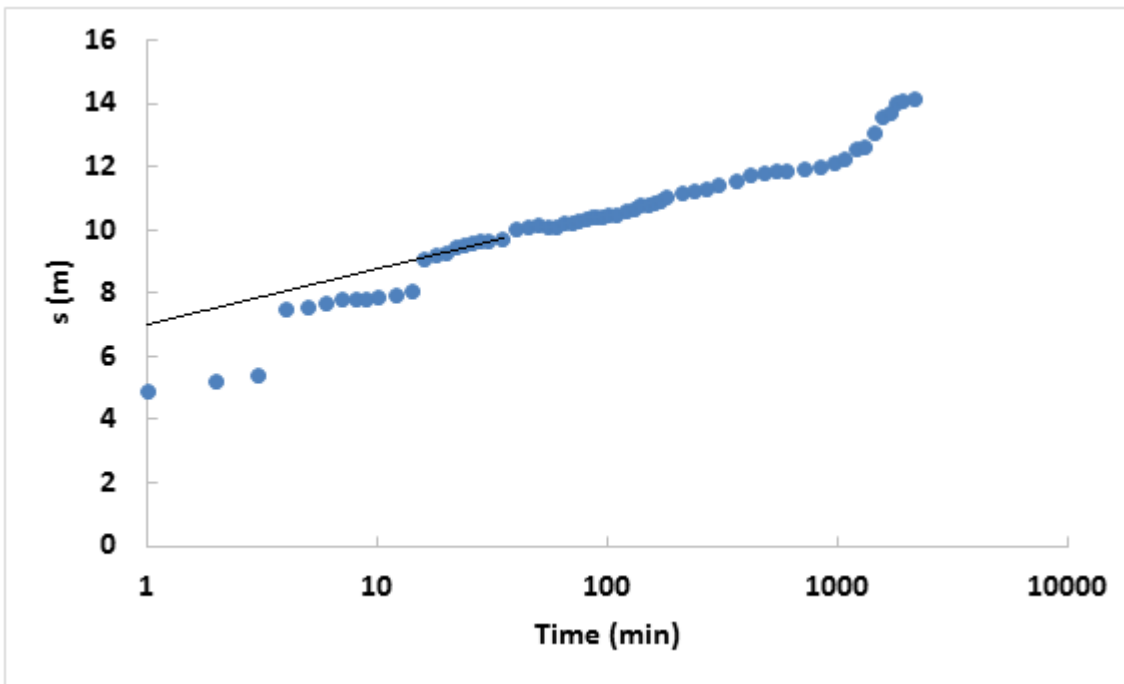
چاه پمپاژ ملل متحد ۲ دارای مختصات جغرافیایی ۶۳۴۸۷۶ و ۴۲۰۴۹۲۵ می‌باشد. چاه مورد نظر با دبی ۱۰۰ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۱۶۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. برای این چاه داده‌های افت-زمان برای مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان برای مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است. مرحله برگشت آزمون پمپاژ به مدت ۲۷۰ دقیقه به طول انجامید.

۹-۴-۱- تصحیحات انجام شده

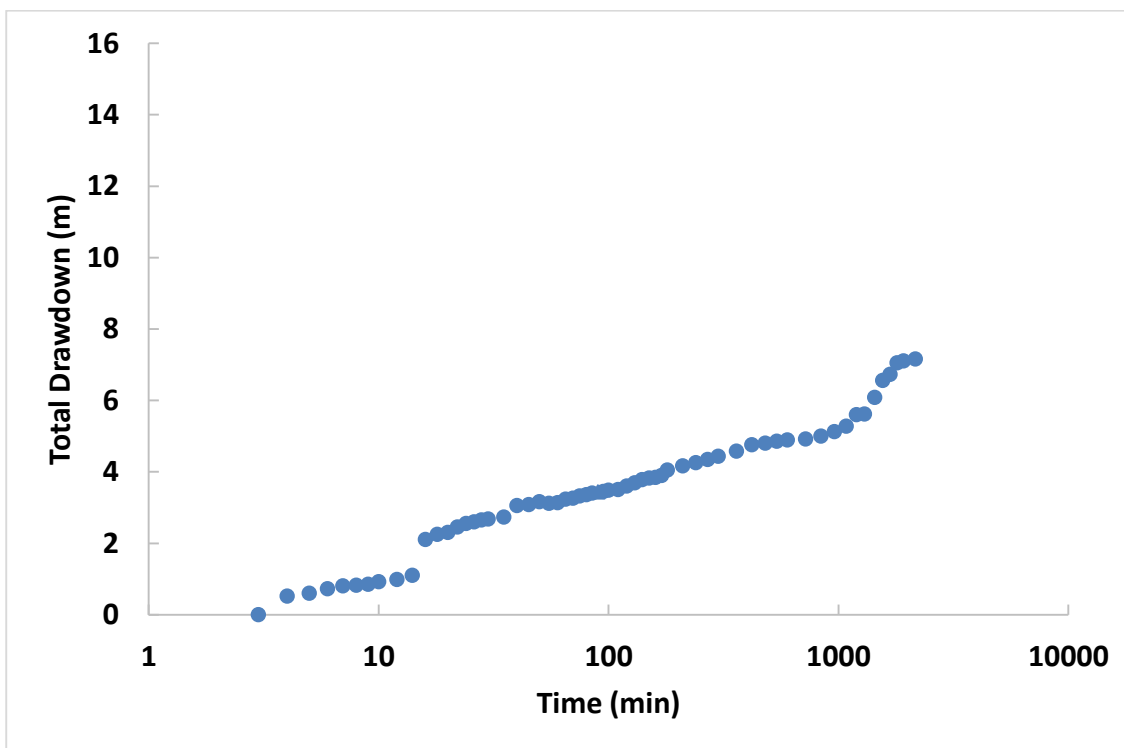
تصحیحات انجام شده بر روی داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ به دلیل نداشتن نقاط پرت تنها شامل حذف مقدار افت چاه و تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ می‌شود.

الف- حذف مقدار افت چاه

به منظور برآورد مقدار افت چاه در چاه پمپاژ ملل متحد ۲ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۴۷). بر اساس نمودار ترسیم شده مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ ملل متحد ۲ محاسبه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این چاه پمپاژی مقدار افت چاه برابر با ۷ متر است. بنابراین، برای حذف اثر افت چاه از تمام داده‌های افت، عدد ۷ کسر شده است. شکل (۴-۴۸) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



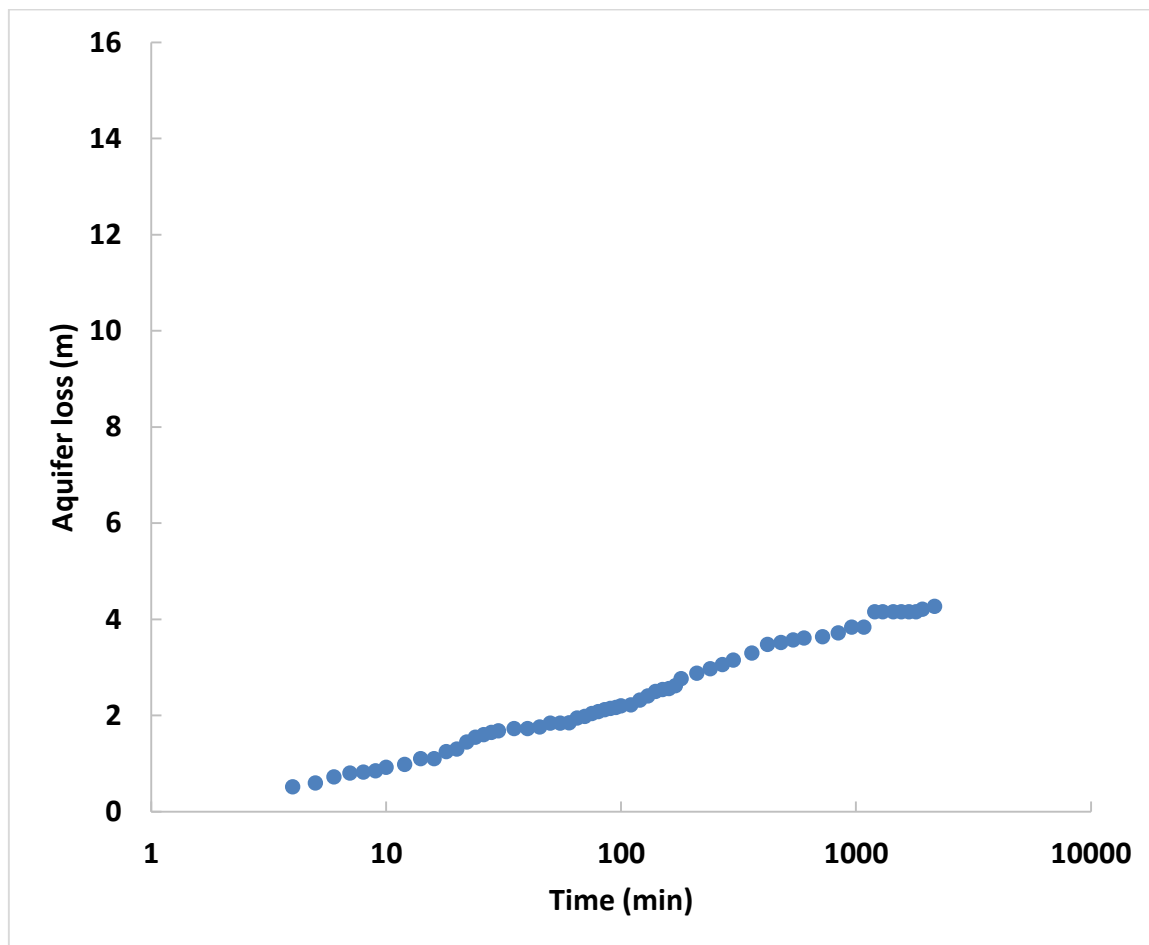
شکل ۴-۴۷- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



شکل ۴-۴۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ بعد از حذف افت چاه

ب- تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

بعد از تصحیح مقدار افت چاه، لازم است دبی متغیر پمپاژ نیز تصحیح شود، به این ترتیب که در مکان‌هایی که افت به‌طور ناگهانی افزایش یافته است طبق معادله ۳-۱ اثر دبی متغیر اصلاح شده است (شکل ۴-۴۹).



شکل ۴-۴۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ بعد از تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ

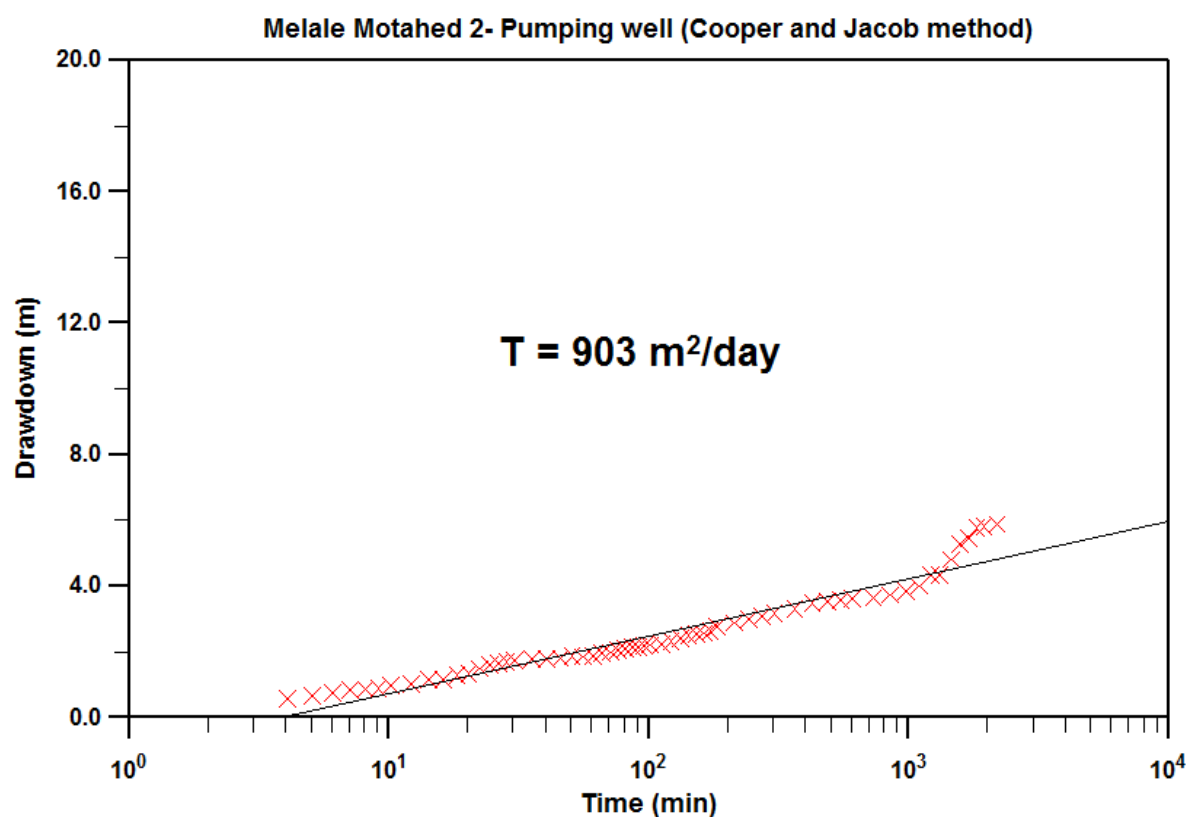
۴-۹-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ ملل متحد ۲

بعد از انجام دادن تمام اصلاحات ذکر شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های آزمون برگشت چاه پمپاژ ملل متحد ۲ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

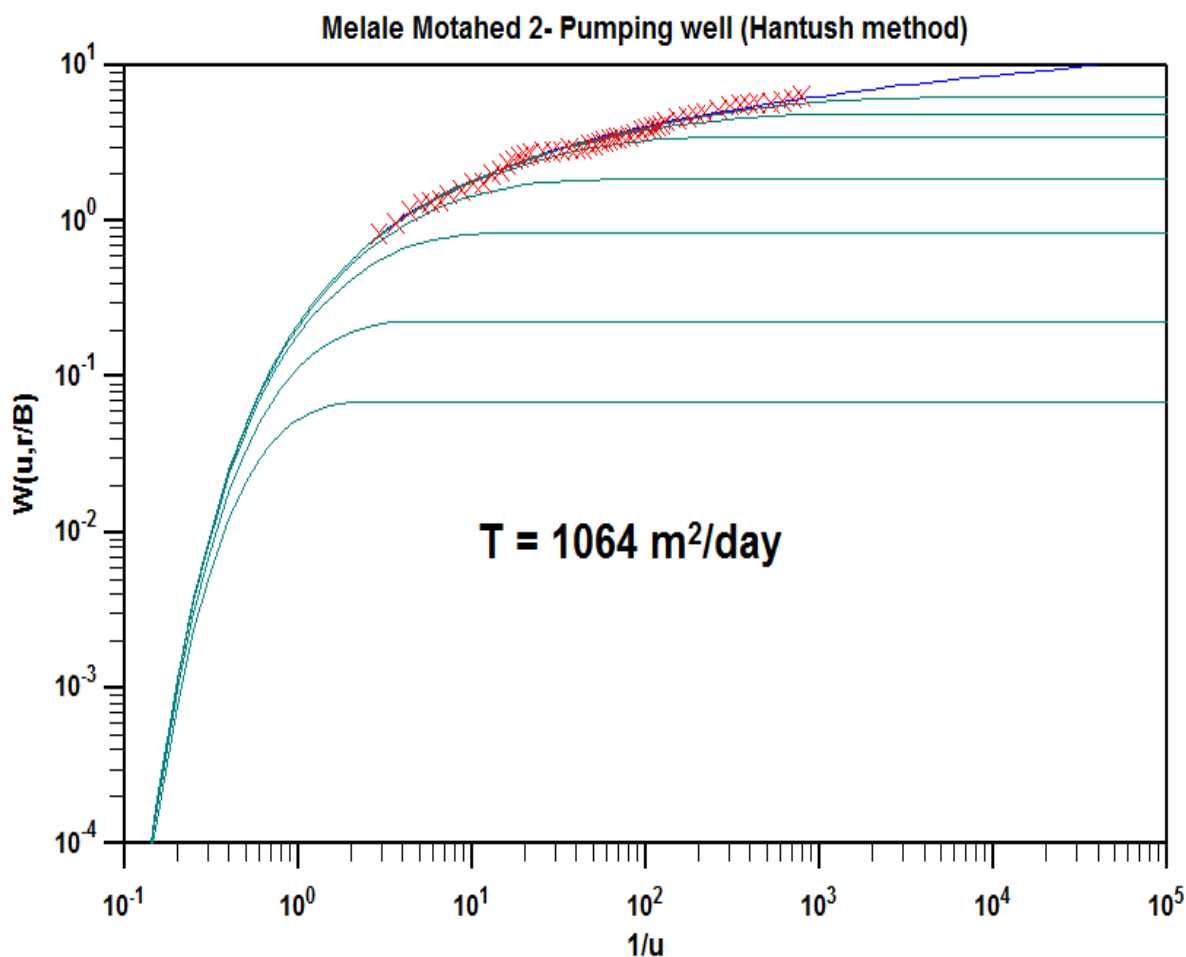
الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

جهت رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۵۰). همان‌طور که شکل (۴-۵۰) نشان می‌دهد قسمت انتهایی داده‌ها شیب منحنی افت-زمان نسبتاً ثابت شده است که حاکی از رفتار نشتی آبخوان است. بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش هانتوش-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۵۱).

همان‌طور که از شکل (۴-۵۱) ملاحظه می‌شود داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ بر روی منحنی با ضریب نشت برابر با ۰ منطبق شده است و مقدار قابلیت انتقال در محدوده این چاه پمپاژی برابر با ۱۰۶۴ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۵۰- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ روش کوپر-ژاکوب

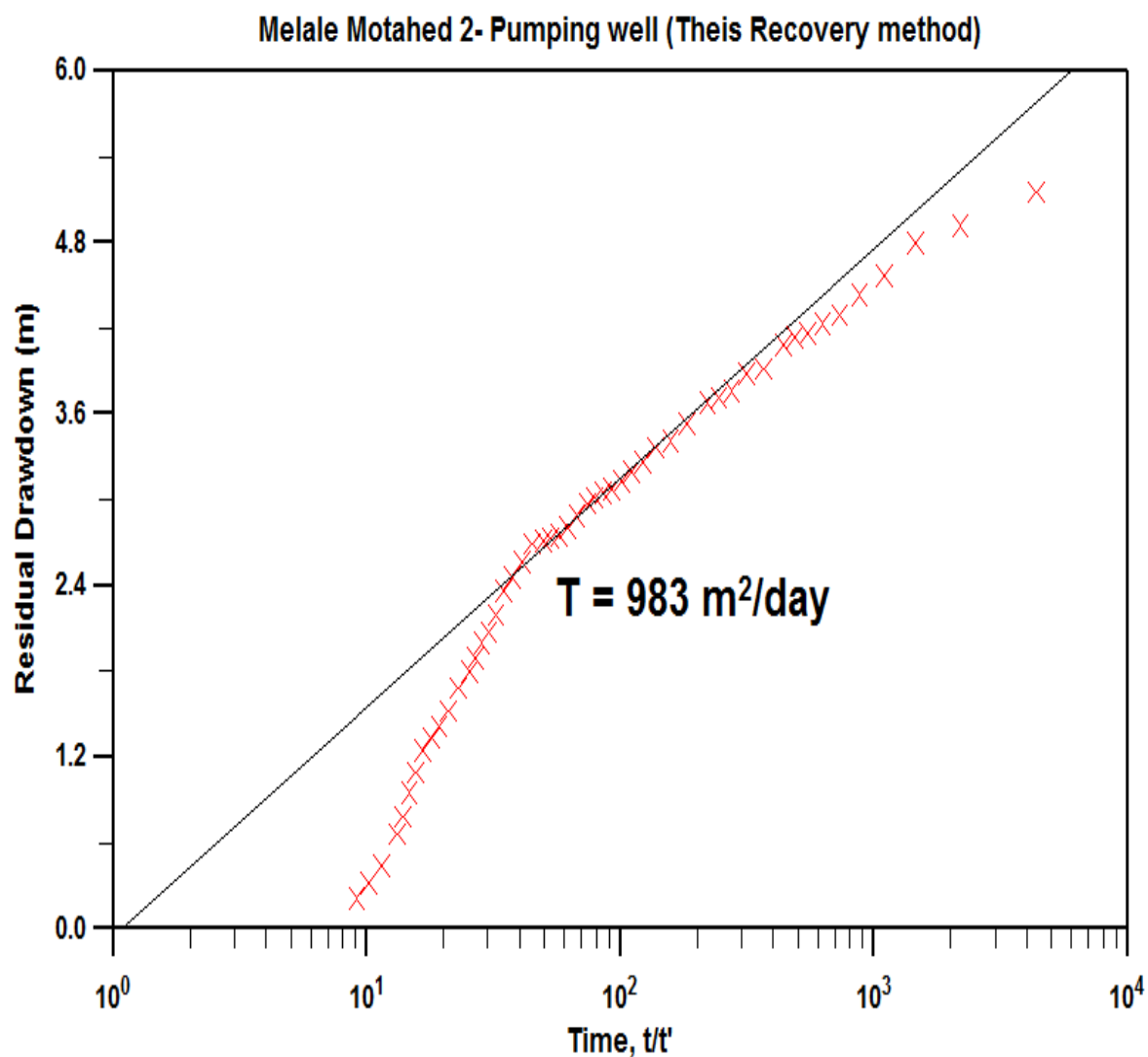


شکل ۴-۵۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ ملل متحد ۲ روش هانتوش-ژاکوب

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

برای بررسی صحت قابلیت انتقال به دست آمده از مرحله رفت در چاه پمپاژ ملل متحد ۲ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه استفاده شده است.

شکل (۴-۵۲) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل (۴-۵۲) نشان می‌دهد داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها صرف‌نظر می‌شود. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ ملل متحد ۲ برابر با ۹۸۳ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۵۲- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ ملل متحد ۲

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه ملل متحد ۲ ملاحظه می‌شود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین، می‌توان این چنین اظهار نمود که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در این چاه پمپاژ برابر با ۶ درصد برآورد شده است.

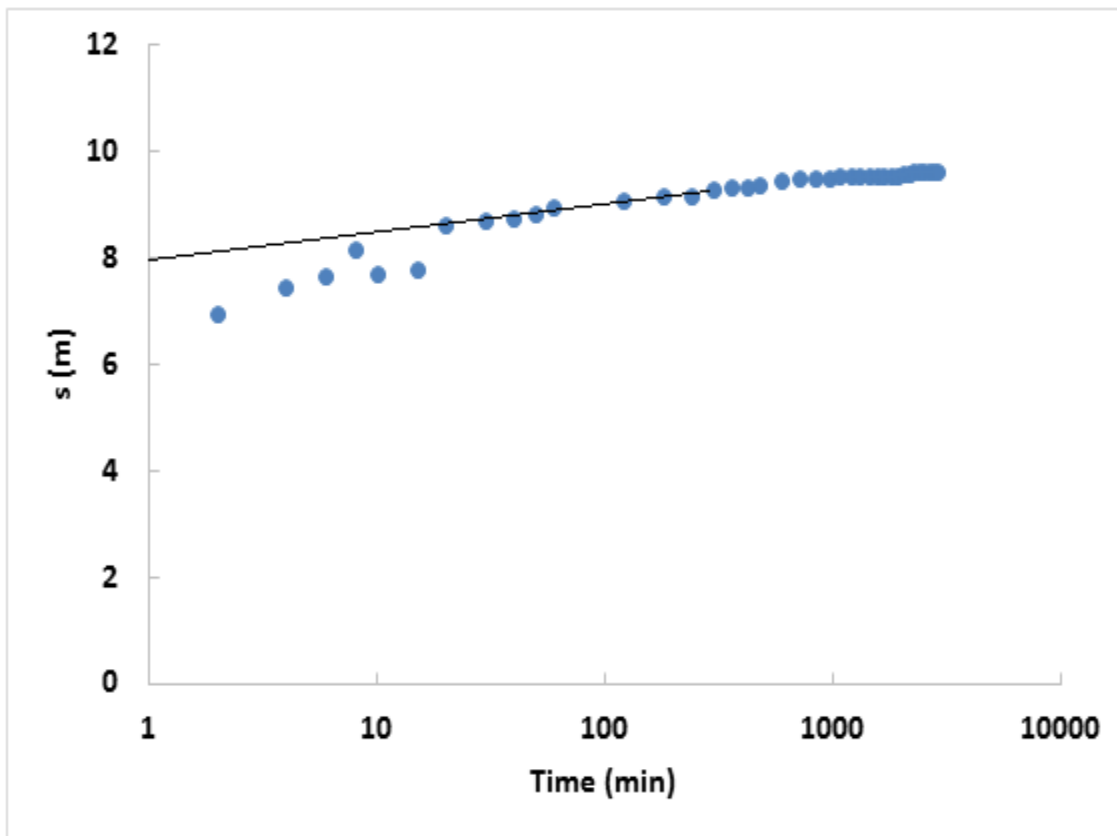
۴-۱۰- چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲

چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ با مختصات جغرافیایی ۶۳۶۲۳۴ و ۴۲۰۴۹۵۸، و با دبی ۳۵ لیتر بر ثانیه به مدت ۲۸۸۰ دقیقه با دور ثابت پمپاژ شده است. داده‌های افت-زمان مربوط به چاه مورد نظر در مرحله رفت و داده‌های افت باقی‌مانده-زمان در مرحله برگشت اندازه‌گیری شده است.

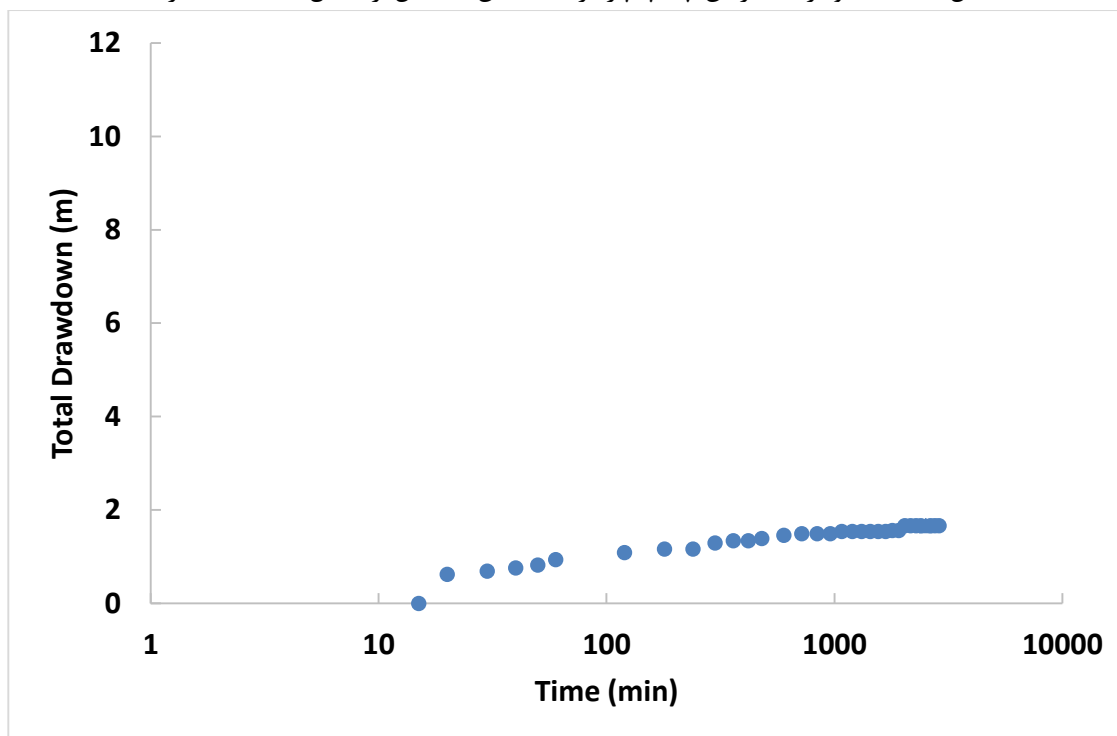
۴-۱۰-۱- تصحیحات انجام شده

در این چاه پمپاژ، تغییرات دبی پمپاژ و همچنین داده پرت وجود ندارد. بنابراین، تنها تصحیح مورد نیاز در خصوص این چاه پمپاژ، حذف اثر افت چاه می‌باشد.

جهت ارزیابی مقدار افت چاه در چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ و حذف آن بر اساس داده‌های موجود، نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان ترسیم شده است (شکل ۴-۵۳). با توجه به نمودار ترسیم شده مقدار افت چاه برای چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ محاسبه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این چاه پمپاژی مقدار افت چاه برابر با ۸ متر است. بنابراین، برای حذف اثر افت چاه از تمام داده‌های افت، عدد ۸ کسر شده است. شکل (۴-۵۴) نمودار نیمه لگاریتمی افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ را بعد از حذف افت چاه نشان می‌دهد.



شکل ۴-۵۳- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ قبل از اعمال تصحیحات لازمه



شکل ۴-۵۴- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ بعد از حذف افت چاه

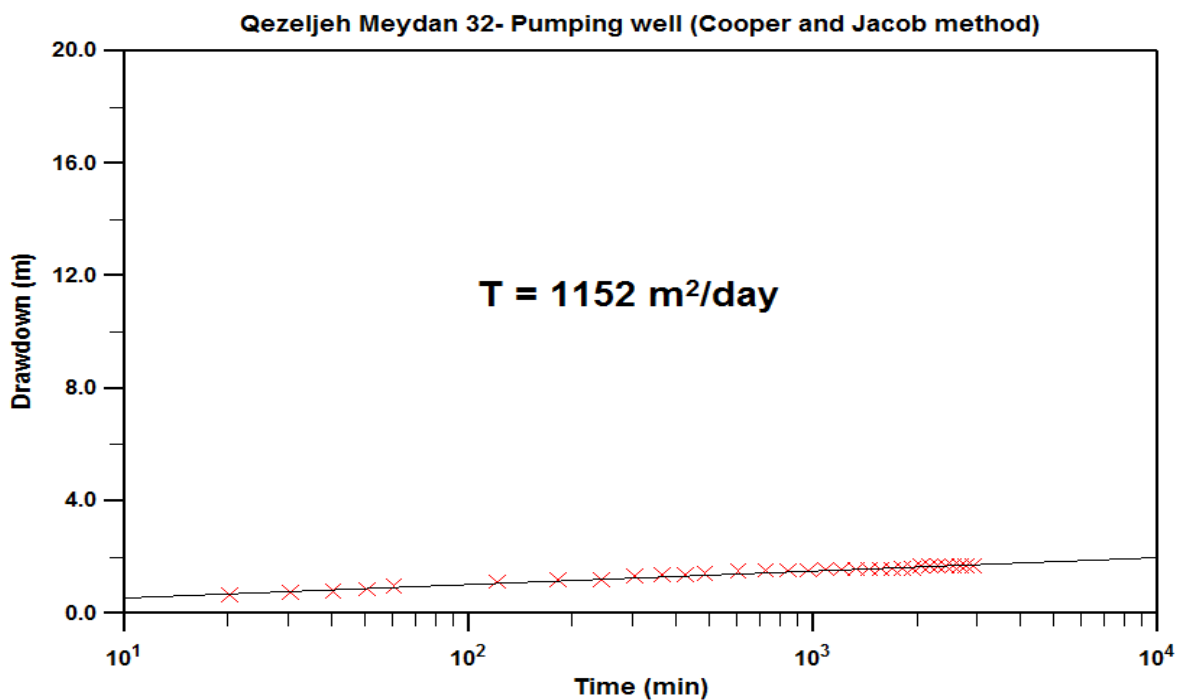
۴-۱۰-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲

با در نظر گرفتن تمام اصلاحات ذکر شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های مرحله برگشت چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

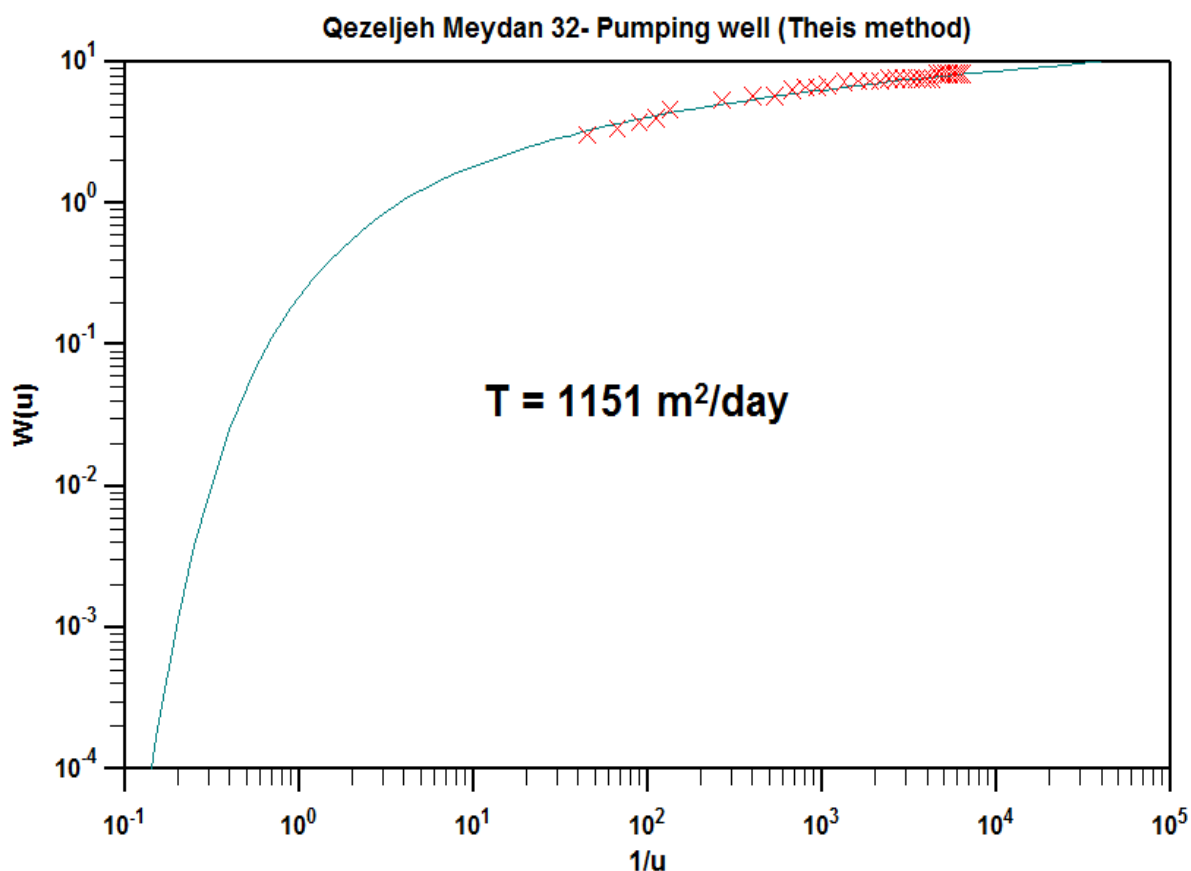
الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

برای رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب استفاده شده است (شکل ۴-۵۵). همان‌طور که شکل (۴-۵۵) بیان می‌کند داده‌ها با خط برازش مربوط به نمودار کوپر-ژاکوب تطابق دارد. بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش تایس استفاده شده است و رفتار محبوس دارد (شکل ۴-۵۶).

همان‌طور که از شکل (۴-۵۶) ملاحظه می‌شود داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ با توجه به نمودار کوپر-ژاکوب دارای مقدار قابلیت انتقال در محدوده این چاه پمپاژی برابر با ۱۱۵۲ مترمربع بر روز می‌باشد.



شکل ۴-۵۵- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ روش کوپر-ژاکوب

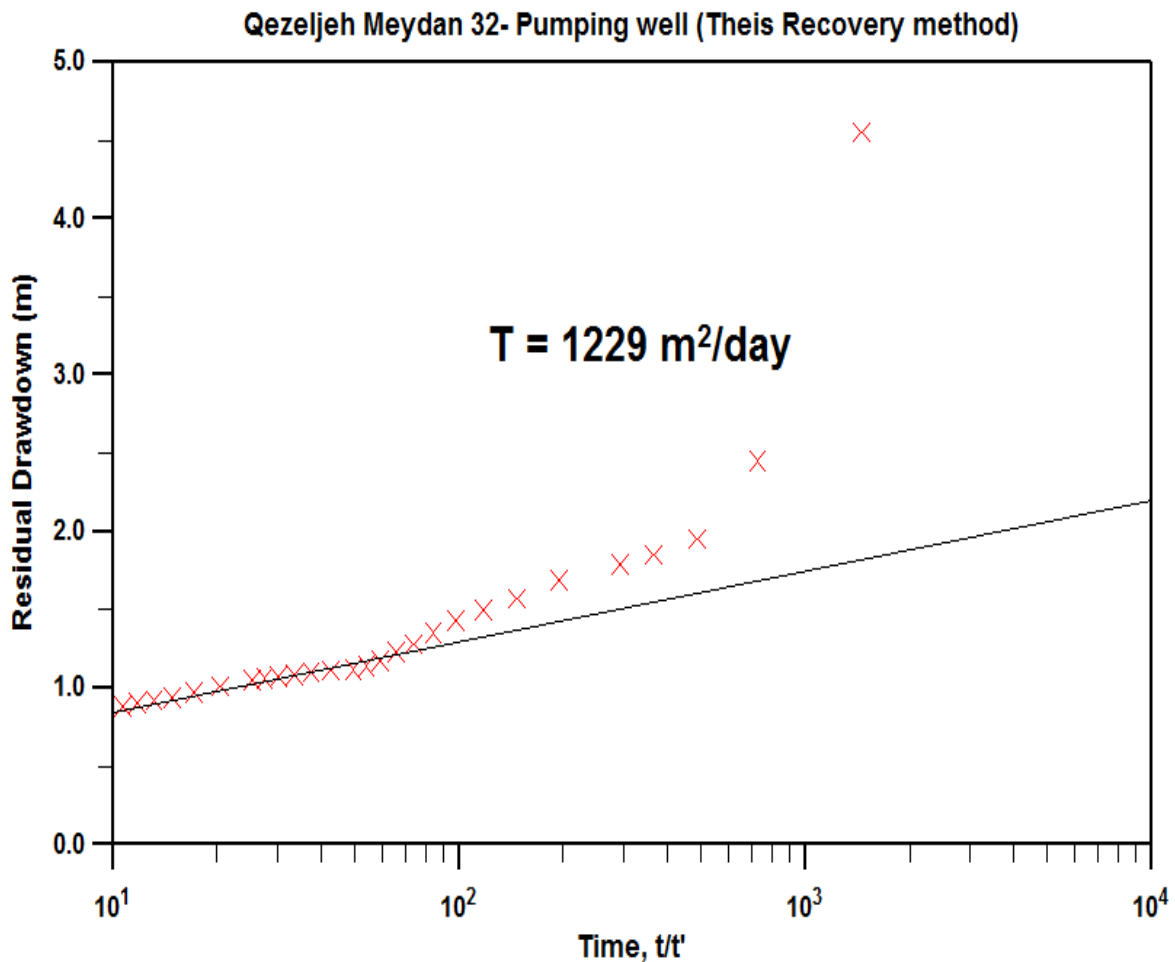


شکل ۴-۵۶- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ روش تایس

ب- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله برگشت

به منظور بررسی صحت قابلیت انتقال محاسبه شده مرحله رفت در چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ از داده‌های افت باقی‌مانده-زمان (آزمون برگشت) این چاه می‌توان استفاده نمود.

شکل (۴-۵۷) داده‌های افت باقی‌مانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی بیان می‌کند. همان‌طور که شکل (۴-۵۷) نشان می‌دهد داده‌های ابتدایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها می‌توان صرف‌نظر کرد. بر اساس داده‌های آزمون برگشت مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ برابر با ۱۲۲۹ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۵۷- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه قزلجه میدان ۳۲ مشاهده می‌شود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین نتیجه گرفت که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. مقدار خطای نسبی قابلیت انتقال داده‌های افت-زمان چاه پمپاژ قزلجه میدان ۳۲ برابر با ۶ درصد برآورد شده است.

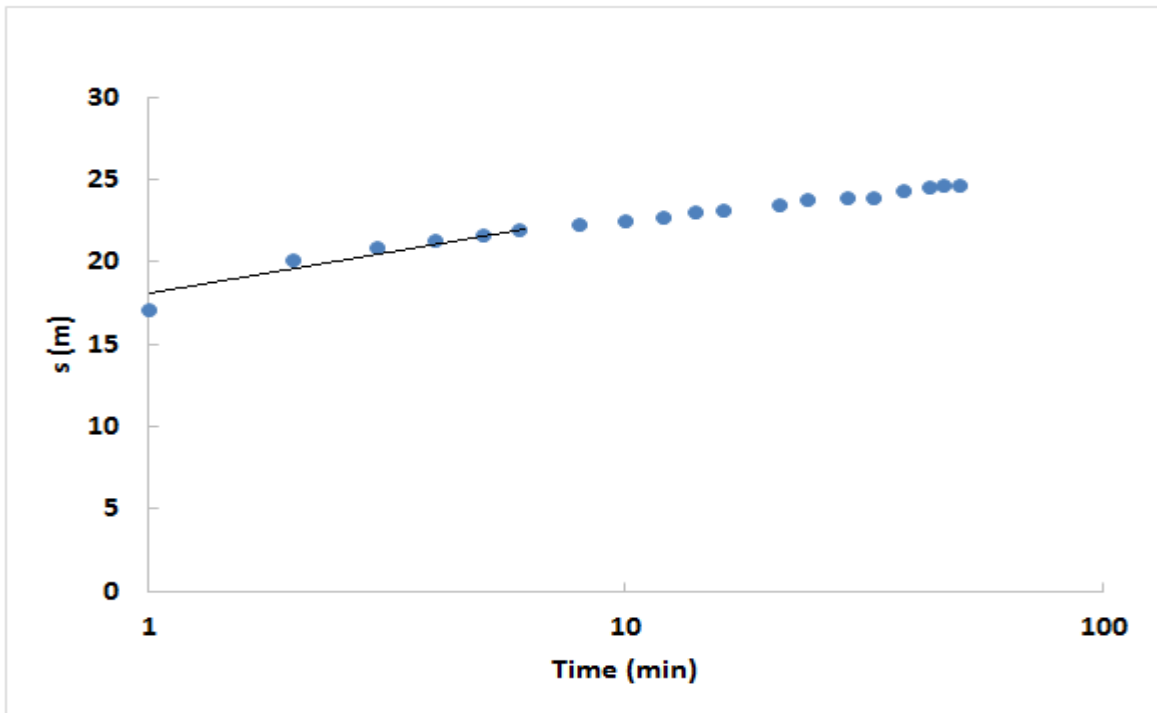
۴-۱۱- چاه پمپاژ دره ليقوان ۶

چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ داراي مختصات جغرافيايي ۶۳۰۶۲۰ و ۴۲۰۱۳۶۳ می باشد. چاه مورد نظر با دبي ۹۰ ليتر بر ثانيه به مدت ۵۰ دقيقه با دور ثابت پمپاژ شده است. براي اين چاه داده-هاي افت-زمان براي مرحله رفت و داده-هاي افت باقي مانده-زمان براي مرحله برگشت اندازه-گيري شده است.

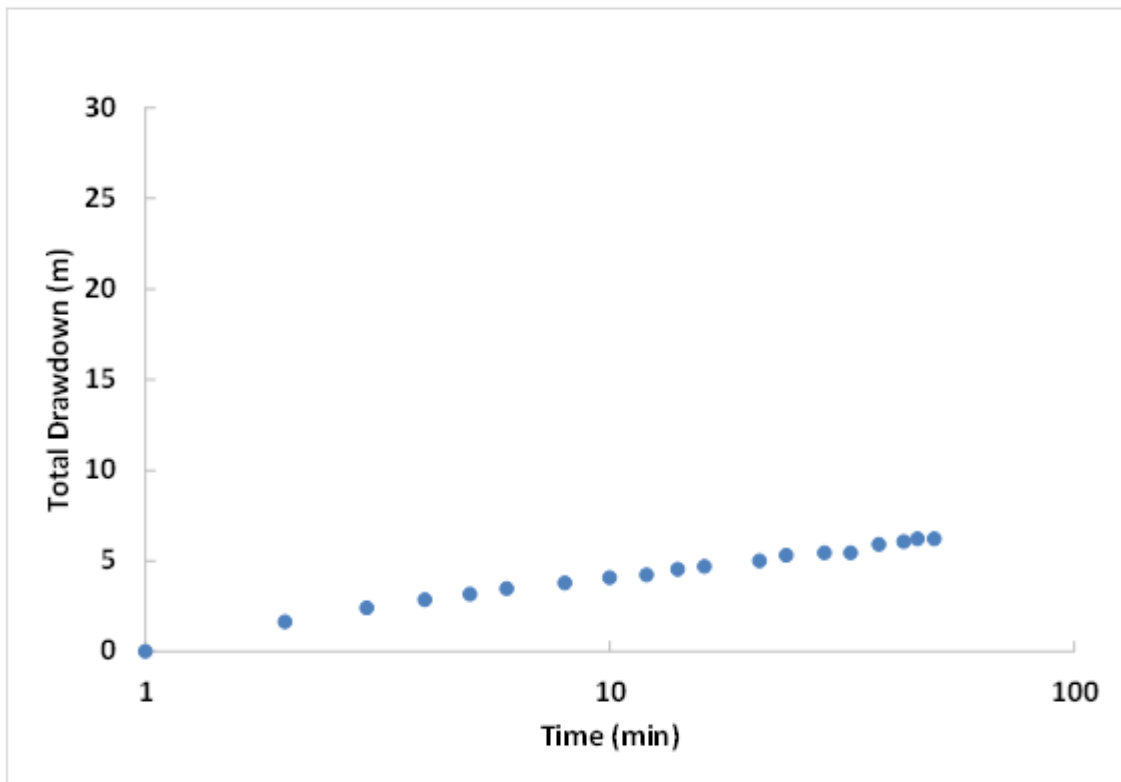
۴-۱۱-۱- تصحيحات انجام شده

با حذف مقدار افت چاه مربوط به داده-هاي افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ می توان اصلاحات مورد نیاز را اعمال کرد.

جهت برآورد مقدار افت چاه در چاه پمپاژ مورد نظر و حذف آن بر اساس داده-هاي موجود، نمودار نيمه لگاريتمي افت-زمان ترسيم شده است (شکل ۴-۵۸). با توجه به نمودار ترسيم شده مقدار افت چاه براي چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ محاسبه شده است. همان گونه که ملاحظه می شود در اين چاه پمپاژي مقدار افت چاه برابر با ۱۸/۵ متر است. در راستای حذف اثر افت چاه، از تمام داده-هاي افت، عدد ۱۸/۵ کسر می شود. شکل (۴-۵۹) نمودار نيمه لگاريتمي افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ را بعد از حذف افت چاه نشان می دهد.



شکل ۴-۵۸- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ قبل از اعمال تصحيحات لازمه



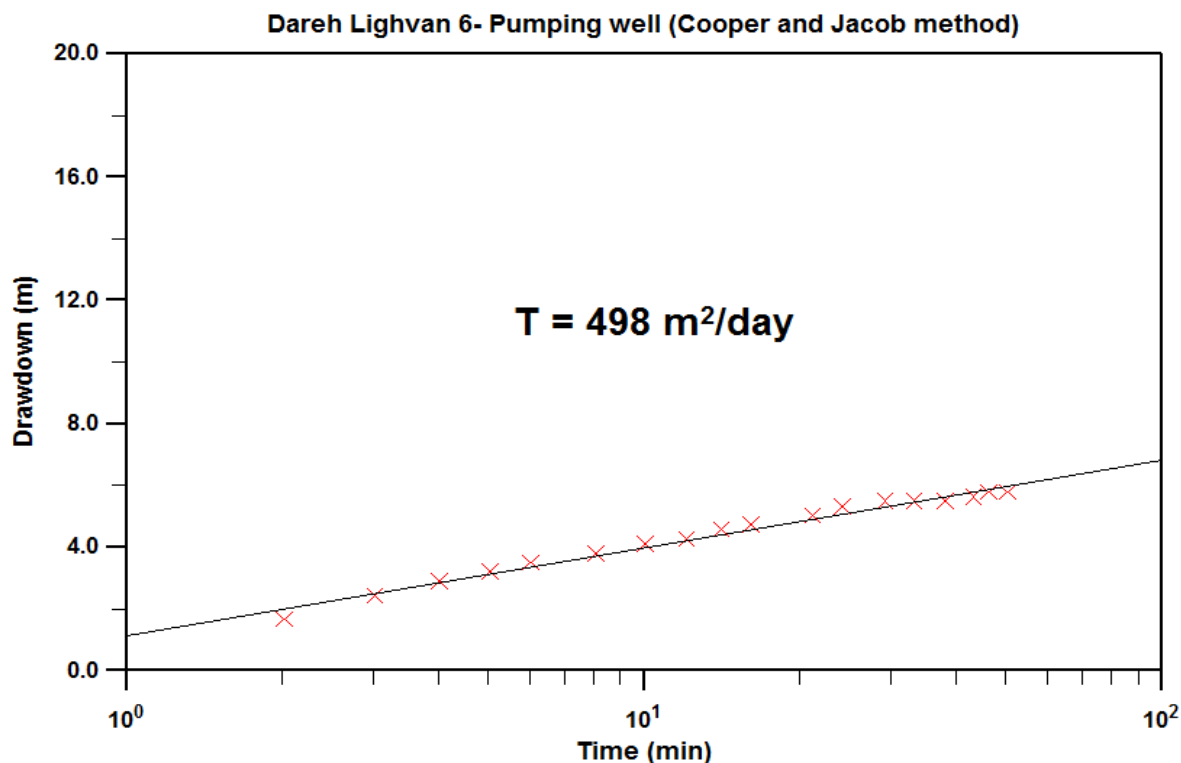
شکل ۴-۵۹- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ بعد از حذف افت چاه

۴-۱۱-۲- تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ چاه پمپاژ دره لیقوان ۶

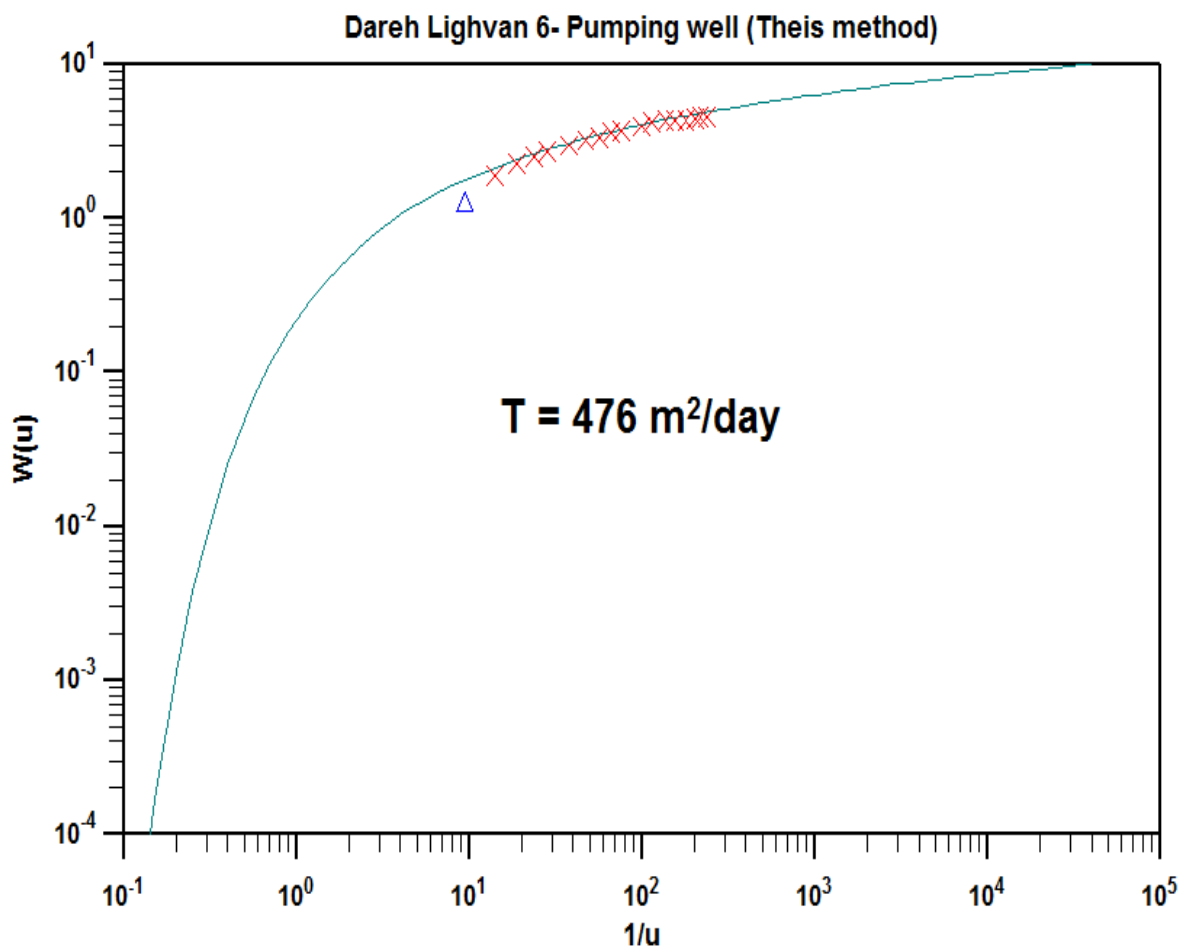
بعد از انجام دادن تمام اصلاحات بیان شده در بخش قبل نمودارهای افت-زمان و داده‌های آزمون برگشت چاه پمپاژ دره لیقوان ۶ با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win 32 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

الف- تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله رفت

به منظور رسم نمودار در حالت رفت آزمون پمپاژ ابتدا از روش کوپر-ژاکوب می‌توان استفاده کرد (شکل ۴-۶۰). چنانچه که شکل (۴-۶۰) بیان می‌کند داده‌ها منطبق بر نمودار برازش می‌باشند و رفتاری محبوس از خود نشان می‌دهند. بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده‌های افت-زمان این چاه پمپاژ از روش تائیس استفاده شده است (شکل ۴-۶۱). همان‌طور که از شکل (۴-۶۱) استنباط می‌شود قابلیت انتقال محدوده چاه مورد نظر با توجه به نمودار کوپر-ژاکوب برابر با ۴۹۸ مترمربع بر روز است.



شکل ۴-۶۰- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره لیقوان ۶ روش کوپر-ژاکوب

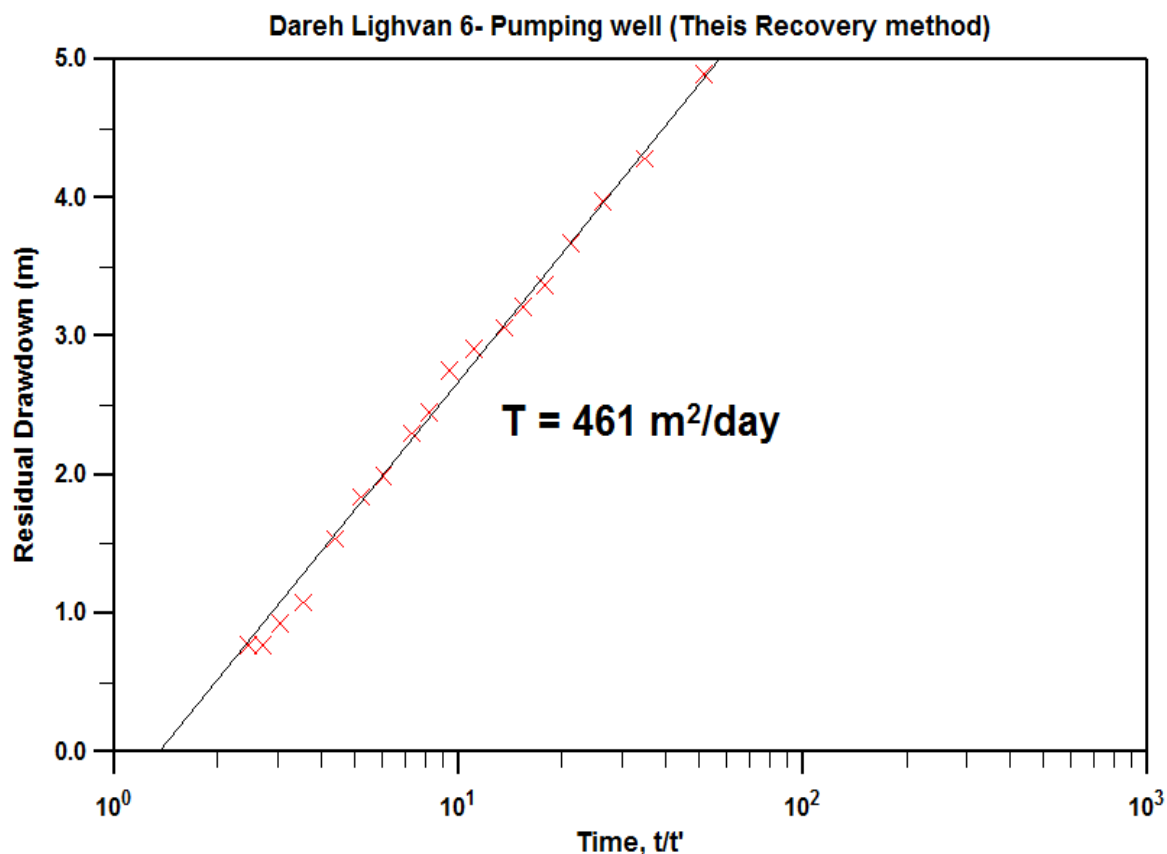


شکل ۴-۶۱- نمودار افت-زمان چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ روش تاييس

ب- تجزيه و تحليل داده‌هاي مرحله برگشت

به منظور بررسي صحت قابليت انتقال محاسبه شده از مرحله رفت در چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ از داده‌هاي افت باقي‌مانده-زمان (آزمون برگشت) اين چاه استفاده شده است.

شکل (۴-۶۲) داده‌هاي افت باقي‌مانده-زمان را در مقياس نيمه لگاريتمي بيان مي‌کند. طبق نمودار نيمه لگاريتمي شکل (۴-۶۲) مي‌توان اين چنين استنباط نمود که داده‌هاي ابتدائي آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نيستند. بنابراین، از اين بخش از داده‌ها مي‌توان چشم‌پوشي نمود. بر اساس داده‌هاي آزمون برگشت مقدار قابليت انتقال در محدوده چاه پمپاژ دره ليقوان ۶ برابر با ۴۶۱ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۶۲- نمودار داده‌های آزمون برگشت در چاه پمپاژ دره لیقوان ۶

ج- مقایسه نتایج مرحله رفت و برگشت

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت-زمان و آزمون برگشت چاه دره لیقوان ۶ ملاحظه می‌شود که مقادیر قابلیت انتقال دو روش مورد استفاده کم و بیش با هم برابرند. بنابراین می‌توان این چنین نتیجه گرفت که داده‌های افت-زمان مرحله رفت از دقت خوبی برخوردار هستند. مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال در چاه پمپاژ دره لیقوان ۶ برابر با ۷ درصد برآورد شده است.

۴-۱۲- مقایسه مقادیر قابلیت انتقال جدید با مقادیر گزارش شده قبلی

به منظور مقایسه مقادیر قابلیت انتقال جدید با مقادیر گزارش شده قبلی، مقدار خطای نسبی قابلیت‌های انتقال به دست آمده با قابلیت انتقال به دست آمده از مرحله برگشت به‌طور جداگانه مقایسه شده و درصد خطای نسبی آن‌ها محاسبه شده است. جدول (۴-۱) مقادیر قابلیت انتقال گزارش شده قبلی و جدید و

درصد خطای نسبی آن‌ها در مقایسه با مقادیر قابلیت انتقال مربوط به آزمون برگشت را نشان می‌دهد. بر اساس محاسبات انجام شده، درصد خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال گزارش شده قبلی از ۱۸ تا ۷۸ درصد متغیر است و مقدار خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال جدید از ۲ تا ۹ درصد تغییر می‌کند. بنابراین، چنین استنباط می‌شود که نتایج ارائه شده قبلی به دلیل درصد خطای بالا قابل اعتماد نمی‌باشند.

جدول ۱-۴- مقادیر قابلیت انتقال گزارش شده قبلی و جدید و درصد خطای نسبی آن‌ها در مقایسه با مقادیر قابلیت انتقال مربوط به آزمون برگشت

آنالیز داده‌های افت-زمان جدید		آنالیز کلی داده‌های افت-زمان قبلی		قابلیت انتقال آزمون برگشت (مترمربع بر روز)	نام چاه
خطای نسبی (درصد)	قابلیت انتقال (مترمربع بر روز)	خطای نسبی (درصد)	قابلیت انتقال (مترمربع بر روز)		
۵	۵۹۲	۷۶	۱۲۶۲	۵۶۳	سعیدآباد ۲
۵	۴۲۰	۲۴	۵۰۷	۳۹۷	سعیدآباد ۴
۶	۶۱۹	۲۹	۸۹۲	۶۶۲	سعیدآباد ۵
۹	۸۹۵	۳۴	۵۷۱	۸۱۰	سعیدآباد ۶
۲	۵۵۶	۴۱	۳۶۰	۵۴۴	سعیدآباد ۷
۸	۳۹۶	۳۱	۵۰۱	۳۶۴	سعیدآباد ۹
۴	۶۳۰	۱۶	۷۱۰	۶۰۴	سعیدآباد ۱۱
۴	۳۳۷	۷۸	۸۰۵	۳۵۲	سعیدآباد ۱۲
۸	۱۰۶۴	۱۱	۸۸۰	۹۸۳	ملل متحد ۲
۶	۱۱۵۲	۳۳	۸۸۰	۱۲۲۹	قزلجه میدان ۳۲
۸	۴۹۸	۱۱۰	۱۳۳	۴۶۱	دره ليقوان ۶

فصل پنجم:

نتیجہ گیری و پیشہا دا

در این فصل ابتدا به‌طور مختصر نتایج به دست آمده از صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال مربوط به آزمایش‌های پمپاژ در دشت تبریز ارائه می‌شود. سپس پیشنهادهایی برای دستیابی به مقادیر دقیق‌تر قابلیت انتقال و ضریب ذخیره ذکر خواهند شد.

۵-۱- نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نتایج حاصله از این تحقیق شامل یکسان نبودن رفتار آبخوان‌ها در بخش‌های مختلف، عدم قطعیت در نتایج آزمایش پمپاژ و دقیق‌تر بودن نتایج به دست آمده از داده‌های افت-زمان (مرحله رفت) نسبت به داده‌های افت باقی مانده-زمان (مرحله برگشت) به‌طور مختصر ارائه می‌شوند.

الف- یکسان نبودن رفتار آبخوان در بخش‌های مختلف

در اکثریت موارد برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ از روش کوپر-ژاکوب و تائیس استفاده می‌شود. بر اساس داده‌های آزمایش پمپاژ مورد استفاده در این تحقیق، ملاحظه می‌شود که آبخوان‌ها در بخش‌های مختلف رفتار یکسانی را نشان نمی‌دهند. به این ترتیب که رفتار آبخوان آبرفتی دشت تبریز در محدوده تعداد محدودی چاه‌های پمپاژی رفتار آبخوان محبوس را ارائه می‌دهد (مانند محدوده چاه‌های پمپاژی سعیدآباد ۶، سعیدآباد ۷، قزلجه میدان ۳۲ و دره ليقوان ۶) و در اکثریت موارد، آبخوان آبرفتی دشت تبریز رفتار نشستی از خود نشان می‌دهد (مانند محدوده چاه‌های سعیدآباد ۲، سعیدآباد ۴، سعیدآباد ۵، سعیدآباد ۹، سعیدآباد ۱۱، سعیدآباد ۱۲ و ملل متحد ۲).

بنابراین، می‌توان این چنین اظهار نمود که رفتار یک آبخوان آبرفتی در بخش‌های مختلف به علت ناهمگنی‌های موجود یکسان نمی‌باشد و به همین دلیل در تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ، لازم است بر اساس رفتاری که این داده‌ها منعکس می‌کنند، عمل شود.

ب- عدم قطعیت در نتایج به دست آمده از آزمایش پمپاژ

برای دستیابی به نتایج دقیق در خصوص خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان‌ها لازم است که یک سری تصحیحات انجام شود که مهم‌ترین تصحیحات مورد نیاز شامل افت چاه، دبی متغیر پمپاژ و داده‌های پرت می‌باشند. علاوه بر این، با توجه به این که رفتار یک آبخوان آبرفتی در بخش‌های مختلف یکسان نیست، ضروری است که بر اساس رفتاری که داده‌های آزمایش پمپاژ نشان می‌دهند، از روش‌های مناسب برای داده‌های آزمایش پمپاژ استفاده شود.

از آنجایی که اکثریت افرادی که داده‌های آزمایش پمپاژ را تجزیه و تحلیل می‌کنند به علت بی‌دقتی به موارد فوق توجه نمی‌کنند، نتایج به دست آمده برای مقادیر خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان از عدم قطعیت بالایی برخوردار هستند. برای مثال، در دشت تبریز خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال گزارش شده قبلی از ۱۱ تا ۱۱۰ درصد متغیر است. ملاحظه می‌شود که چنین خطای بالایی بیانگر وجود عدم قطعیت در نتایج به دست آمده از داده‌های آزمایش پمپاژ است. دلیل اصلی وجود چنین خطاهای فاحش عدم توجه به یکسان نبودن رفتار آبخوان در بخش‌های مختلف می‌باشد.

ج- دقت بالای داده‌های افت-زمان

بسیاری از محققین ذکر کرده‌اند که داده‌های آزمون برگشت در مقایسه با داده‌های افت-زمان (مرحله رفت آزمایش پمپاژ) از دقت بالاتری برخوردار هستند (مانند Ashjari 2013، Kurusman and Ridder 2000، نسیمی و محمدی ۱۳۹۱). دلیل اصلی که توسط این افراد ذکر شده است، ثابت بودن دبی پمپاژ در مرحله

برگشت می‌باشد. با توجه به تغییرات شدید گرادیان هیدرولیکی در مرحله برگشت آزمایش پمپاژ، می‌توان به صورت قطعی بیان نمود که ثابت بودن دبی پمپاژ در مرحله برگشت فقط و فقط یک فرض است و بدون شک دبی در مرحله برگشت به شدت متغیر می‌باشد. به این ترتیب که دبی در مراحل اولیه برگشت حداکثر و در مراحل انتهایی برگشت حداقل می‌باشد. با توجه به موارد فوق‌الذکر، می‌توان این چنین اظهار نمود که داده‌های مرحله برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند و تنها باید به عنوان یک روش کنترلی برای بررسی صحت نتایج مرحله رفت مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین، خصوصیات هیدرودینامیکی به دست آمده از داده‌های افت-زمان (مرحله رفت) از دقت بسیار بالاتر برخوردار هستند.

۵-۲- پیشنهادها

به منظور افزایش صحت پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها که با استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ محاسبه می‌شوند موارد زیر پیشنهاد می‌شوند:

- با توجه به این که مقدار دبی از اهمیت بالایی در برآورد مقادیر پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان برخوردار می‌باشد، اندازه‌گیری دقیق دبی در زمان‌های مختلف آزمایش پمپاژ توصیه می‌شود.

- پیشنهاد می‌شود که قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ، تصحیحات لازم بر روی این داده‌ها انجام شود. این تصحیحات شامل افت چاه، دبی متغیر پمپاژ و داده‌های پرت می‌باشند.

- پیشنهاد می‌شود در آزمایش پمپاژ از تجزیه و تحلیل هم‌زمان داده‌های مرحله رفت آزمایش پمپاژ با داده‌های آزمون برگشت استفاده شود و در صورت عدم اختلاف فاحش، داده‌های مرحله رفت به عنوان نتایج آزمایش پمپاژ گزارش شوند.

- به منظور صحت‌سنجی نتایج آزمایش پمپاژ، لازم است که لاگ حفاری چاه‌های پمپاژی تهیه شود و نتایج به دست آمده با توجه به نوع رسوبات مورد ارزیابی قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

- تکابی، ا. ۱۳۹۴. "تعیین پارامترهای هیدروژئولوژیکی آبخوان شیروان"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- تکابی، ا. جعفری، ه. ۱۳۹۳. "تخمین قابلیت انتقال آبخوان شیروان با استفاده از داده‌های ظرفیت ویژه"، سی و سومین گردهمایی ملی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی ایران، تهران.
- حسینی سبزواری، م. ۱۳۸۶. "بررسی خصوصیات هیدروژئولوژیکی سفره آب زیرزمینی در معدن گل‌گهر، سیرجان"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- حسینی سبزواری، م. کرمی، غ. زارع، م. کریمی نسب، س. ۱۳۸۵. "برآورد قابلیت انتقال با استفاده از داده‌های پمپاژ و لاگ چاه‌ها"، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- حسینی سبزواری، م. کرمی، غ. زارع، م. کریمی نسب، س. مکنونی، س. "بررسی خواص هیدرودینامیکی سفره‌های آب زیرزمینی در آنومالی شماره ۱ معدن گل‌گهر"، پنجمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن.
- رحیمیان، م. کرمی، غ. ذاکری، م. دیواندری، د. ۱۳۹۰. "تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان با همگن‌سازی داده‌های پمپاژ مطالعه موردی: چاه اکتشافی مؤمن آباد سمنان"، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- روح‌الهی، ع. شهیدی، ع. اکبرپور، ا. اعتباری، ب. ۱۳۹۰. "تخمین ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان در آکیفرهای آزاد (مطالعه موردی دشت سریشه استان خراسان جنوبی)"، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران. صداقت م. (۱۳۸۸)، "زمین و منابع آب (آب‌های زیرزمینی)"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ۲۸۷ ص.
- علیزاده الف. (۱۳۹۰)، "اصول هیدروژئولوژی کاربردی"، چاپ سی و یکم، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۹۱۱ ص.
- کرمی غ. (۱۳۸۹)، "بررسی آزمون‌های پمپاژ چاه‌های گروه ۲ استان قم"، شرکت آب منطقه‌ای قم.
- کرمی، غ. ۱۳۸۲. "محاسبه ناهمگنی در سفره‌های کارستی با استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ"، مجموعه مقالات هفتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه اصفهان.
- کرمی، غ. ۱۳۸۳. "تغییرپذیری ضرایب انتقال و ذخیره در لایه‌های آبدار ناهمگن"، مجموعه مقالات هشتمین انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود.

- کریمی، غ. ۱۳۸۹. "بررسی آزمون‌های پمپاژ چاه‌های گروه ۲ استان قم"، شرکت آب منطقه‌ای قم.
- مختاری، ح. اسپهبد، م. ۱۳۸۶. "بررسی پارامترهای هیدرودینامیکی پتانسیل‌های آبی دشت ورامین با توجه به تغییرات گرادیان شوری".
- نسیمی ع. ر. محمدی ض. (۱۳۹۱)، "ارزیابی دقت روش‌های مختلف محاسبه هدایت هیدرولیکی آبخوان آزاد بر اساس مرحله برگشت آزمون پمپاژ"، نهمین کنگره‌ی بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Ashjari J. (2013) Determination of Storage Coefficients During Pumping and Recovery. Ground Water.
- Boschan A. and Nøtinger B. (2012) Scale Dependence of Effective Hydraulic Conductivity Distributions in 3D Heterogeneous Media: A Numerical Study.
- Cooper H. H. and Jacob C. E. (1946) A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history, American Geophysical Union Transactions, 27:526-534.
- Dillon P. P, Pavelic M, Wright P, Peter and Nefiodovas. (2001) Small-scale heterogeneity and anisotropy of a confined carbonate aquifer from triaxial tests on core sample.
- Driscoll F. G. (1986) Groundwater and Wells. Second Edition. Wheelabrator Engineered Systems-Johnson screens. St. Paul, Minnesota.
- 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.
- Herweijer J. E. and S. C. Young (1991) Use of detailed sedimentological information for the assessment of aquifer tests and tracer tests in a shallow fluvial aquifer, in Proceedings of the Canadian/American Conference on Hydrogeology: Parameter Identification and Estimation for Aquifer and Reservoir Characterization, edited by S. Bachu, pp. 101-115, Natl. Water Well Assoc., Dublin, Ohio.
- Herweijer J. c. (1996) Constraining uncertainty of groundwater flow and transport models using pumping tests, g (Proceedings of the ModdCARE 96 Conference held at Golden, Colorado.
- Jones W. K. (1999) Pump tests of wells at the national training centre near Shepherdstown. Pages 259-261 in A.N. Palmer, M.v. Palmer, and I.D. Sasowsky, editors. Karst Modelling, West Virginia.
- Karami G. H. (2002) Assessment of heterogeneity and flow systems in karstic aquifers using pumping test data, PhD. thesis Univ. of Newcastle, Newcastle upon Tyne.
- Kruseman G. P. and de Ridder N. A. (1990) Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. Second Edition. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI) Publication 47. Wageningen, The Netherlands
- McArthur S. A. Q., Allen D. M. and Luzitano R. D. (2010) Resolving Scales of Aquifer Heterogeneity Using Ground Penetrating Radar and Borehole Geophysical Logging.
- Meier P. M., J. Carrera and X. Sanchez-Vila. (1998) An evaluation of Jacob's method for the interpretation of pumping tests in heterogeneous formation.:1011-1025.

- Michalski A. and R. Britton (1997) The role of bedding fractures in the hydrogeology of sedimentary bedrock- Evidence from the Newark Basin, New Jersey. *Ground Water*.
- Min L. L. Yu J. J. Liu C. M. (2012) The Spatial Variability of Streambed Vertical Hydraulic Conductivity in an Intermittent River, Northwestern China, 2012.
- Moench A. F. (2003) "Estimation of hectare-scale soil-moisture characteristics from aquifer-test data". *J. Hydrol.* 281, 82-95.
- Moench A. F. (1997) Flow to a well of finite diameter in a homogeneous, anisotropic water-table aquifer, *Water Resources Research*, vol. 33, no. 6, pp. 1397-1407.
- Neuman S. P. (1972) Theory of flow in unconfined aquifers considering delayed gravity response of the water table, *Water Resources Research*, vol. 8, no. 4, pp. 1031-1045.
- Ouellon T. Lefebvre R. Marcotte D. (2008) Hydraulic Conductivity Heterogeneity of a Local Deltaic Aquifer System from the Kriged 3D Distribution of Hydrofacies from Borehole Logs, Valcartier, Canada.
- Raghavan R. (2004) A review of applications to constrain pumping test responses to improve on geological description and uncertainty.
- Razach M. M. and Hontley D. (1991) "Assessing transmissivity from Specific Capacity in Larg Heterogeneous Alluvial aquifer". *Ground water*, 29.
- Ronayne M. J. Houghton T. B. and Stednick, J. D. (2012) Field Characterization of Hydraulic Conductivity in a Heterogeneous Alpine Glacial Till.
- Rovey C. W. and D. S. Cherkauer (1995) Scale dependency of hydraulic conductivity measurements, *Ground Water*, 33(5), 769–780.
- Sakata Y. and Ikeda R. (2013) Depth Dependence and Exponential Models of Permeability in Alluvial Fan Gravel Deposits.
- Schad H. and G. Teutsch (1994) Effects of the investigation scale on pumping test results in heterogeneous porous aquifers, *J. Hydrol.*, 159, 61–77.
- Shvidler M. I. (1966) The source-type solution in the problem of unsteady filtration in a medium with random nonuniformity (in Russian), *Izv. Akad. Nauk. SSSR. Mekh. Zhidk. Gaza*, 4, 137– 141.
- Sternberg Y. M. (1969) Flow to wells in the presence of radial discontinuities, *Ground Water*.
- Straface S. Chidichimo F. and Rizzo E. (2011) Joint Inversion of Steady-State Hydrologic and Self-Potential Data for 3D Hydraulic Conductivity Distribution at the Boise Hydrogeophysical Research Site.
- Tartakovsky G. D. and Neuman S. P. (2007) Threedimensional aturatedunsaturated flow with axial symmetry to a partially penetrating well in a compressible unconfined aquifer, *Water Resources Research*.
- Teusch G. and M. Sauter. (1991) Groundwater modeling in karst terranes: scale effects, data acquisition and field validation. Third Conference on Hydrogeology, Ecology, Monitoring, and Management of Ground Water in Karst Terranes. National Ground Water Association, Dublin, Ohio.
- 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.

- Todd D. K. (1980) Groundwater hydrology, 2 edition. John Wiley & sons, New York.
- Tong J. Hu B. and Yang J. (2012) Assimilating Transient Groundwater Flow Data via a Localized Ensemble Kalman Filter to Calibrate a Heterogeneous Conductivity Field.
- Vandenberg A. (1977) Pump testing in heterogeneous aquifers, J. Hydrol., 34, 45–62.
- Walton W. C. (1987) Groundwater pumping tests. Lewis Publishers, Inc., USA.

Abstract

Most paramount characteristics on an aquifer is its hydrodynamic parameters and various methods are used to determine these values. The most credited, common and reliable method is pumping test of the wells. However, since of lack enough experience of the test performers, low accuracy in measuring, and shortage of knowledge causes uncertainty of the results of pumping tests. This study is focused on verification of hydrodynamic parameters of alluvial aquifer of Tabriz Plain, with considering 11 pumping tests' results. To achieve this goal, the pumping period and recovery state of pumping test are compared. The recovery state is merely reliable in estimation of transmissivity parameter (T), not storage coefficient (S), and is used as a verification parameter.

The data of transmissivity of in steps of pumping test and recovery state which are gathered from Regional Water Company of East Azarbayjan, compared with the new acquired data from software of Aquifer win 32. The results show that the transmissivity values have errors from 11% to 110% which show a broad range of 2% to 9% variations. Finally, it is concluded that the relative errors of estimations using new approach by software shows lower level of uncertainty relative to the former method.

Key words: Pumping test, transmissivity, Aquifer win 32, uncertainty, errors, East Azarbayj



Shahrood University of Technology

Faculty of Earth Sciences

MSc. Thesis of Hydrogeology

Verification of the hydrodynamic parameters obtained from the pumping test,

Case study of Tabriz Plain

By:

Zohreh Ashjari

Supervisor:

Dr. Gholamhosein Karami

July 2018