

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده علوم زمین
پایان نامه کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی

صحت سنجی داده های آزمایش های پمپاژ با استفاده از لاگ های حفاری در دشت گالیکش

نگارنده:

امیر بطیاری

استاد راهنما

دکتر غلامحسین کرمی

تیر ۱۳۹۸

تقدیرم به

فرشتگانی که لفظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا و زیبایی زندگی‌ام مدیون حضور سبز آن‌هاست...

تقدیرم به خانواده عزیزم

تقدیر و تشکر

در این هنگام که با لطف و عنایت الهی، کار نگارش و تدوین این تحقیق به سرانجام رسیده است، بر خود واجب 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.

از رئیس دانشکده معترم علوم زمین جناب آقای دکتر امیدی به خاطر حمایت‌ها بی‌دریغشان و همچنین از زحمات اساتید معترم 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 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 عزیزم کمال تشکر و قدردانی را دارم دلیل یاریها و راهنماییهای بی‌پشمداشت ایشان که بسیاری از سختیها را برایم آسانتر نمودند، تشکر می‌نمایم.

امیر بطیاری

تیر ۱۳۹۸

تعهد نامه

اینجانب **امیر بطیاری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته آشناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه **صحت‌سنجی نتایج آزمایش پمپاژ با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت گالیکش** تحت راهنمایی **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 مختلفی استفاده می‌شود. 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 و همچنین عدم وجود کارشناسان با تجربه برای آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ، در بسیاری از موارد نتایج حاصله از آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ دارای عدم قطعیت قابل توجهی می‌باشند. در این تحقیق برای صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی در منطقه گالیکش استان گلستان از اطلاعات ۱۴ آزمایش پمپاژ استفاده شده است. لازم به ذکر است که این آزمایشات پمپاژ به صورت پله‌ای معکوس انجام شده است که به دلیل تداخل مولفه‌های افت چاه (Well loss) و افت سفره (Aquifer loss) خطاهای قابل توجهی را شامل می‌شوند. به این ترتیب که در روش پله‌ای معکوس با کم کردن دبی پمپاژ و ادامه آزمایش با دبی جدید، به تدریج مولفه افت چاه کمتر و مولفه افت سفره بیشتر می‌شود و این مسئله موجب ایجاد خطاهای فاحشی می‌شود. به منظور صحت‌سنجی نتایج حاصل از این آزمایشات پمپاژ معادله برای هر چاه برآورد شده است. سپس با استفاده از معادله چاه مقدار افت کل در چاه‌های پمپاژ برای دبی‌های مختلف محاسبه شده‌اند. مقادیر افت‌های کل محاسبه شده با مقادیر مشاهده شده در آزمایشات انجام شده مورد مقایسه قرار گرفته‌اند با محاسبه خطای نسبی (Relative error) برای هر آزمایش پمپاژ ملاحظه می‌شود که مقدار این خطاها بین ۶۳ تا ۱۹۹ درصد متغیر است. چنین خطاهای نسبی بسیار زیاد بیانگر این است که روش به کار گرفته شده، روش نادرستی می‌باشد. علاوه بر این، با استفاده از لاگ‌های لیتولوژیکی لاگ‌های ژئوالکتریکی (کاراتاژ) چاه‌های مورد نظر اصلاح شده و مقادیر قابلیت انتقال و آبدهی ویژه برای نقاط مختلف دشت گالیکش برآورد شده است. ملاحظه می‌شود که تغییرات مکانی مقادیر برآورد شده قابلیت انتقال و آبدهی ویژه در دشت گالیکش به طور نسبی بالا است. دلیل این مسئله به علت وجود رودخانه‌های مهم در محدوده این دشت و جابجایی جانبی آنها می‌باشد.

کلمات کلیدی: پمپاژ، افت پله‌ای معکوس، پارامترهای هیدرودینامیکی، صحت‌سنجی، خطای نسبی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱- بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق	۱
۱-۳- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه	۲
۱-۴- آب و هوای منطقه	۴
۱-۵- طبقه‌بندی اقلیمی	۵
۱-۸- ژئومورفولوژی منطقه	۱۰
فصل دوم: مروری بر تحقیقات پیشین درباره آزمایش پمپاژ	۱۱
۲-۱- آزمایش پمپاژ	۱۱
الف- روش تایس	۱۲
ب- روش کوپر- ژاکوب	۱۲
پ- آزمون برگشت	۱۳
ت- آزمایش پمپاژ پله‌ای	۱۴
۲-۲- سایر روش‌های برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها	۱۵
الف- استفاده از لاگ حفاری	۱۵
پ- استفاده از آزمون تک چاهی	۱۵
ت- استفاده از روش ظرفیت ویژه	۱۶
۲-۳- مروری بر مطالعات گذشته	۱۷
فصل سوم: روش انجام کار	۲۵
۳-۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات	۲۶

الف - اطلاعات مربوط به چاههای پمپاژ.....	۲۶
ب - لاگ های چاه پیمایی (کاروتاژ).....	۲۶
ج - لاگ های لیتولوژی.....	۲۷
۲-۳ - ترسیم نقشه زمینشناسی پایه.....	۲۷
۳-۳ - تصحیحات مورد نیاز داده های آزمایش پمپاژ.....	۲۷
۳-۴ - اصلاح لاگ لیتولوژی با استفاده از داده های کاروتاژ.....	۲۸
۳-۵ - برآورد قابلیت انتقال و آبدهی ویژه با استفاده از لاگ های لیتولوژی اصلاح شده.....	۲۸
۳-۶ - برآورد قابلیت انتقال با استفاده از برگشت آزمون پمپاژ.....	۲۹
۳-۷ - روش محاسبه خطا و صحتسنجی نتایج.....	۳۰
الف - صحتسنجی با استفاده از ضرایب چاه.....	۳۰
ب - صحتسنجی مقادیر قابلیت انتقال.....	۳۰
فصل چهارم: صحتسنجی پارامترهای هیدرودینامیکی.....	۳۱
۴-۱ - آزمایشات پمپاژ انجام شده در منطقه گالیکش.....	۳۱
۴-۲ - حذف داده های پرت از آزمایشات پمپاژ.....	۳۴
۴-۳ - تعیین معادله چاه برای چاه های پمپاژ.....	۳۵
۴-۴ - مقایسه مقادیر افت کل محاسبه شده و مشاهده شده و صحتسنجی داده ها.....	۳۸
۴-۵ - اصلاح لاگ های لیتولوژیکی با استفاده از داده های کاروتاژ.....	۴۰
چاه عرب بوران ۲.....	۴۶
.....	۴۸
چاه عرب بوران ۳.....	۵۰
چاه عرب بوران ۸.....	۵۲

چاه عرب بوران ۵.....	۵۴
چاه قنات ۲.....	۵۶
چاه قلی تپه.....	۵۸
چاه باینال ۲.....	۶۰
چاه باینال ۵.....	۶۲
چاه باینال ۱.....	۶۴
چاه طوقه.....	۶۶
چاه ۷ گالیکش.....	۶۸
چاه عرب بوران ۹.....	۷۰
۴-۶- تعیین مقدار هدایت هیدرلیکی به روش آزمون برگشت پمپاژ.....	۷۱
چاه املاک ۳.....	۷۱
چاه عرب بوران ۲.....	۷۲
چاه عرب بوران ۷.....	۷۲
چاه عرب بوران ۳.....	۷۳
چاه عرب بوران ۸.....	۷۴
چاه عرب بوران ۵.....	۷۵
چاه عرب بوران ۹.....	۷۶
چاه قنات ۲.....	۷۷
چاه قلی تپه.....	۷۸
چاه باینال ۲.....	۷۹
چاه باینال ۵.....	۸۰
چاه باینال ۱.....	۸۱

چاه طوقه.....	۸۲
چاه گالیکش ۷.....	۸۳
۴-۷- توصیف لاگ‌های لیتولوژیکی و برآورد قابلیت انتقال.....	۸۴
۴-۸- صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از آزمایش پمپاژ پله‌ای معکوس.....	۹۰
۴-۹- برآورد مقادیر آبدهی ویژه با استفاده از لاگ‌های لیتولوژی.....	۹۱
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۹۹
۵-۱- نتیجه‌گیری.....	۹۹
۵-۱-۱- صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ.....	۹۹
۵-۱-۲- صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال در دشت گالیکش.....	۱۰۰
۵-۱-۳- برآورد قابلیت انتقال و آبدهی ویژه در آبخوان گالیکش.....	۱۰۱
۵-۲- پیشنهادها.....	۱۰۱
منابع.....	۱۰۲

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی راه‌های دسترسی به دشت گالیکش ۳
- شکل ۱-۲- نمودار امپروترمیک دشت گالیکش ۵
- شکل ۴-۱- نمودار افت باقیمانده-زمان چاه پمپاژ عرب بوران ۹ قبل از حذف افت چاه ۳۴
- شکل ۴-۲: نمودار افت باقیمانده-زمان چاه پمپاژ عرب بوران ۹ بعد از حذف افت چاه ۳۴
- شکل ۴-۳- نمونه‌ای از نمودار گامای طبیعی قبل و بعد از همگن سازی ۴۲
- شکل ۴-۴- نمونه‌ای از نمودار مقاومت ویژه قبل و بعد از همگن سازی ۴۳
- شکل ۴-۵- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه املاک ۳ ۴۴
- شکل ۴-۶- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه عرب بوران ۲ ۴۶
- شکل ۴-۷- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه عرب بوران ۷ ۴۸
- شکل ۴-۸- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه عرب بوران ۳ ۵۰
- شکل ۴-۹- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه عرب بوران ۸ ۵۲
- شکل ۴-۱۰- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه عرب بوران ۵ ۵۴
- شکل ۴-۱۱- لاگ لیتولوژی چاه قنات ۲ ۵۶
- شکل ۴-۱۲- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه قلی تپه ۵۸
- شکل ۴-۱۳- منحنی گاما طبیعی و مقاومت ویژه چاه باینال ۲ ۶۰
- شکل ۴-۱۴- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه باینال ۵ ۶۲
- شکل ۴-۱۵- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه باینال ۱ ۶۴
- شکل ۴-۱۶- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه طوقه ۶۶
- شکل ۴-۱۷- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه گالیکش ۷ ۶۸
- شکل ۴-۱۸- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ املاک ۳ ۷۱
- شکل ۴-۱۹- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۷۲

شکل ۴-۲۰- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران

۷۳ ۷

شکل ۴-۲۱- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقالی استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۳ ۷۴

شکل ۴-۲۲- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب

۷۵ بوران ۸

شکل ۴-۲۳- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب

۷۶ بوران ۵

شکل ۴-۲۴- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۹ ۷۷

شکل ۴-۲۵- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ قنات ۲

۷۸

شکل ۴-۲۶- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ قلی تپه

۷۹

شکل ۴-۲۷- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ باینال ۲

۸۰

شکل ۴-۲۸- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ باینال ۵

۸۱

شکل ۴-۲۹- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ باینال ۸۲۱

شکل ۴-۳۰- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ طوقه ۱۱۱

شکل ۴-۳۱- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ گالیکش ۷

۸۴

شکل ۴-۳۲- مقادیر قابلیت انتقال (برحسب متر مربع بر روز) با استفاده از لاگ‌های حفاری در

۸۸ دشت گالیکش

شکل ۴-۳۳- مقادیر آبدهی ویژه محاسبه شده با استفاده از لاگ لیتولوژیکی دشت گالیکش ۹۷

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- میانگین ماهانه بارندگی و درجه حرارت در ایستگاه هواشناسی گالیکش.....	۴
جدول ۱-۲- طبقه‌بندی دوما رتن	۶
جدول ۳-۱- مقادیر تقریبی هدایت هیدرولیکی بر اساس میزان مقاومت الکتریکی لایه	۲۸
جدول ۴-۱- مقایسه میزان افت چاه محاسبه شده با افت مشاهده شده.....	۳۱
جدول ۴-۲- برآورد افت محاسبه شده با استفاده از ضرایب چاه.....	۳۵
جدول ۴-۳- مقایسه میزان افت محاسبه شده با افت مشاهده شده.....	۳۸
جدول ۴-۴- لاگ لیتولوژی چاه املاک ۳.....	۴۵
جدول ۴-۵- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۲.....	۴۷
جدول ۴-۶- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۷.....	۴۹
جدول ۴-۷- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۳.....	۵۱
جدول ۴-۸- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۸.....	۵۳
جدول ۴-۹- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۵.....	۵۵
جدول ۴-۱۰- لاگ لیتولوژی چاه قنات ۲.....	۵۷
جدول ۴-۱۱- لاگ لیتولوژی چاه قلی تپه.....	۵۹
جدول ۴-۱۲- لاگ لیتولوژی چاه باینال ۲.....	۶۱
جدول ۴-۱۳- لاگ لیتولوژی چاه باینال ۵.....	۶۳
جدول ۴-۱۴- لاگ لیتولوژی چاه باینال ۱.....	۶۵
جدول ۴-۱۵- لاگ لیتولوژی چاه طوقه.....	۶۷
جدول ۴-۱۶- لاگ لیتولوژی چاه ۷ گالیکش.....	۶۹
جدول ۴-۱۷- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۹.....	۷۰
جدول ۴-۱۷- مقدار قابلیت انتقال چاه های مورد مطالعه بر حسب متر مربع بر روز.....	۸۴
جدول ۴-۱۸- مقادیر قابلیت انتقال با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت گالیکش.....	۸۴
جدول ۴-۱۹- محاسبه درصد خطای نسبی قابلیت انتقال و لاگ لیتولوژی.....	۹۰
جدول ۴-۲۰- مقادیر آبدهی ویژه با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت گالیکش.....	۹۲

فصل اول: مقدمه

آزمایش پمپاژ یکی از روش‌های بسیار متداول در تعیین خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان می‌باشد که این خصوصیات برای مطالعه هیدروژئولوژیکی یک منطقه و مدیریت آبخوان کاربرد وسیعی را شامل می‌شود. تحلیل جریان آب زیرزمینی، تهیه بیلان منابع آب زیرزمینی، مدل‌سازی آبخوان به منظور مدیریت آن و همچنین علاج‌بخشی آبخوان و موارد بسیاری در حوزه مطالعات منابع آب زیرزمینی مستلزم شناخت دقیق پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان می‌باشد.

۱-۱- بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق

همانطور که اشاره شد، آزمایش پمپاژ به عنوان رایج‌ترین و معتبرترین روش تعیین خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان می‌باشد. علیرغم اهمیت آزمایش پمپاژ برای تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان و همچنین کاربرد این قبیل داده‌ها برای تکمیل و تجهیز چاه، در بسیاری از موارد داده‌های آزمایش پمپاژ از صحت کافی برخوردار نیستند. بنابراین، لازم است قبل از استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ، به طریقی دقت و صحت داده‌های آزمایش پمپاژ مورد ارزیابی قرار گیرد. دشت گالیکش با وسعت ۲۰۰ کیلومتر مربع در شمال غربی شهر گالیکش واقع شده است، در سال‌های اخیر دشت گالیکش افت قابل توجهی داشته که این افت سطح آب

علاوه بر کاهش آبدهی و یا خشک شدن چاه‌ها در برخی از مناطق دچار نشست زمین نیز شده است. در این دشت تعداد قابل توجهی آزمایش پمپاژ وجود دارد و تاکنون صحت اطلاعات آنها مورد ارزیابی قرار نگرفته است. بنابراین، هدف اصلی این تحقیق صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ در دشت گالیکش با استفاده از لاگ‌های حفاری می‌باشد.

۲-۱- ضرورت انجام تحقیق

پارامترهای هیدرودینامیکی به لحاظ هیدروژئولوژیکی بسیار مهم و حائز اهمیت می‌باشد و کاربرد علمی فراوان دارند. یکی از معتبرترین و متداول‌ترین روش‌های برآورد خصوصیات هیدرودینامیکی انجام آزمایش پمپاژ می‌باشد، به این دلیل که خصوصیات هیدرودینامیکی یک بخش نسبتاً بزرگ از سفره آبدار را مشخص می‌کند (Todd 1980, Wolton 1987). داشتن اطلاعات دقیق و صحیح از پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان (S,T,K) کاربرد وسیعی در مطالعات هیدروژئولوژی دارند که از جمله می‌توان به بیلان آبخوان‌ها، توان آبدهی آبخوان‌ها، تهیه نقشه‌های هم‌پتانسیل و مدیریت آبخوان‌ها اشاره نمود. داده‌های آزمایش پمپاژ اگر چه دقت بالایی دارند ولی در بسیاری از موارد به دلیل انتخاب روش‌های نامناسب تحلیل مقادیر پارامترهای هیدرودینامیکی بدست آمده از نتایج پمپاژ از دقت کافی برخوردار نمی‌باشند و از طرفی تعداد آزمایشات پمپاژ در دشت‌ها بسیار ناچیز است (کریمی ۱۳۹۱). بنابراین انجام تحقیق در خصوص صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ در دشت‌های مختلف امری ضروری است.

۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

دشت گالیکش در شهرستان گالیکش در استان گلستان در مختصات جغرافیایی $16^{\circ} - 55^{\circ}$ تا $7' - 57^{\circ}$ طول شرقی و $5' - 38^{\circ}$ تا $8' - 38^{\circ}$ عرض شمالی قرار گرفته است. از نظر موقعیت مکانی از شمال به شهرستان‌های گنبد کاووس و کلالة، جنوب به شهرستان میامی در استان سمنان، از شرق به شهرستان گرمه در استان خراسان شمالی و در غرب به شهرستان مینودشت منتهی می‌شود. فاصله این دشت از مرکز استان حدود ۱۳۰ کیلومتر

می‌باشد. ارتفاع متوسط این دشت حدود ۲۱۰ متر بالاتر از سطح آب‌های آزاد است و وسعت آن در حدود ۲۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. جهت حرکت عمومی جریان آب زیرزمینی در دشت گالیکش از جنوب شرقی به سمت شمال غربی بوده و از نظر نفوذپذیری بخش جنوبی دشت تراوایی بیشتری را نشان می‌دهد شکل (۱-۱) موقعیت جغرافیایی راه‌های دسترسی منطقه را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود مهم‌ترین راه دسترسی به منطقه جاده گرگان-مشهد می‌باشد.



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی راه‌های دسترسی به دشت گالیکش

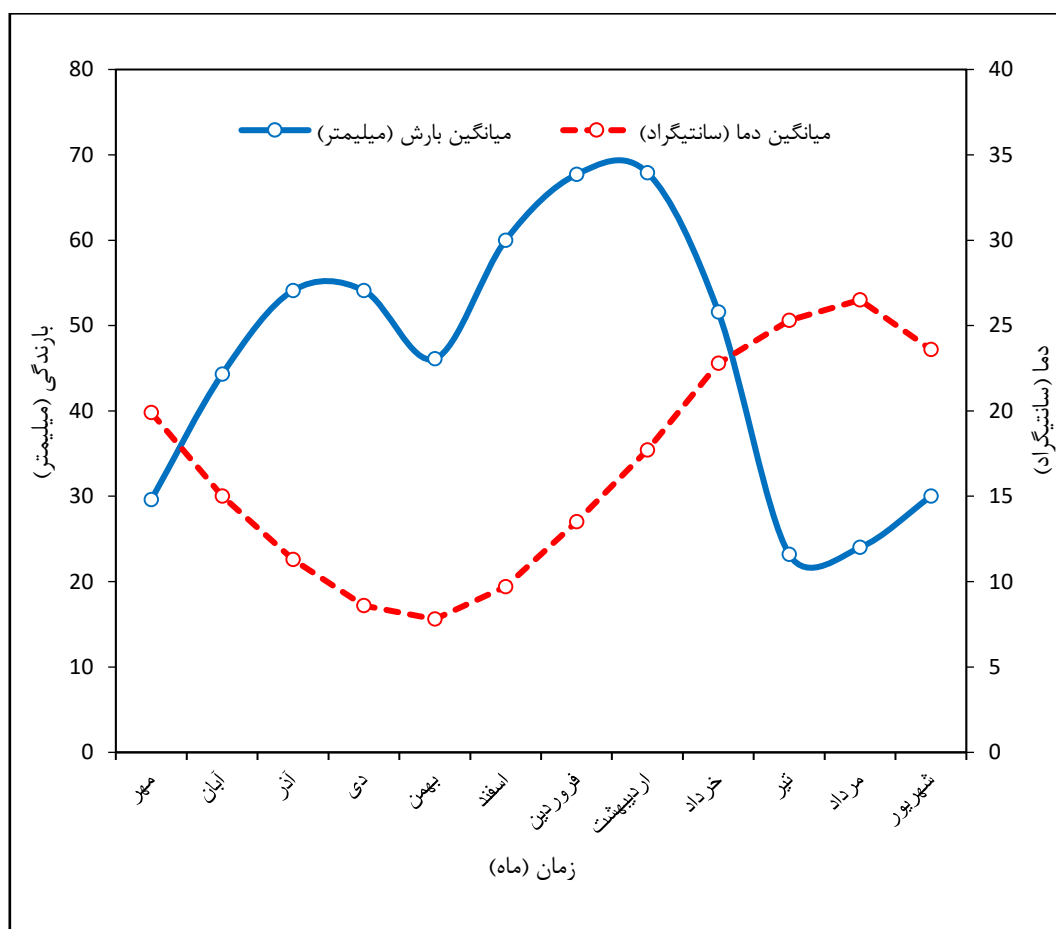
۴-۱- آب و هوای منطقه

به منظور ارزیابی آب و هوا و شرایط اقلیمی مورد نظر از اطلاعات ایستگاه هواشناسی گالیکش استفاده شده است. جدول (۱-۱) مقادیر بارندگی ماهانه و درجه حرارت ماهانه را در ایستگاه هواشناسی گالیکش نشان می‌دهد. همانطور که از جدول (۱-۱) ملاحظه می‌شود در تمام ماه‌های سال در این دشت بارندگی وجود دارد و حداکثر میزان بارش در ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت می‌باشد و حداقل بارندگی مربوط به ماه‌های تیر، مرداد و شهریور بوده است.

جدول ۱-۱- میانگین ماهانه بارندگی و درجه حرارت در ایستگاه هواشناسی گالیکش

زمان	بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)
مهر	۲۹/۶	۱۹/۹
آبان	۴۴/۳	۱۵/۰
آذر	۵۴/۱	۱۱/۳
دی	۵۴/۱	۸/۶
بهمن	۴۶/۱	۷/۸
اسفند	۶۰/۰	۹/۷
فروردین	۶۷/۷	۱۳/۵
اردیبهشت	۶۷/۹	۱۷/۷
خرداد	۵۱/۶	۲۲/۸
تیر	۲۳/۲	۲۵/۳
مرداد	۲۴/۰	۲۶/۵
شهریور	۳۰/۰	۲۳/۶
سالانه	۵۵۲/۵	۱۶/۸

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول (۱-۱) نمودار امپروترمیک منطقه ترسیم شده شکل (۲-۱). همانطور که شکل (۲-۱) نشان می‌دهد، در منطقه مورد نظر دو دوره تر و خشک مشاهده می‌شود که دوره تر از تیر تا بهمن و بقیه سال دوره خشک می‌باشد.



شکل ۱-۲- نمودار امپروترمیک دشت گالیکش

۵-۱- طبقه‌بندی اقلیمی

برای تعیین آب و هوای سالانه منطقه مطالعاتی از رابطه دومارتن استفاده گردید (علیزاده، ۱۳۸۵). دومارتن برای تعیین اقلیم منطقه معادله زیر را ارائه نموده است.

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

که I ضریب دومارتن، P متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی متر و T متوسط دمای سالانه بر حسب درجه سانتی گراد است.

جدول ۱-۲ طبقه بندی دومارتن

اقلیم	ضریب دومارتن
خشک	کوچکتر از ۱۰
نیمه خشک	۱۰ تا ۱۹/۹
مدیترانه ای	۲۰ تا ۲۳/۹
نیمه مرطوب	۲۴ تا ۲۷/۹
مرطوب	۲۸ تا ۳۴/۹
بسیار مرطوب	بزرگتر از ۳۵

با استفاده از داده های بارش سالانه ضریب دومارتن برابر با ۲۰/۶ محاسبه می گردد، بنابراین اقلیم منطقه در گروه مدیترانه ای قرار می گیرد.

۱-۶- زمین شناسی عمومی

سرزمین ایران دلیل زمین شناسی پیچیده ای که پشت سر گذاشته، از گوناگونی فراوانی برخوردار است. پهنه البرز نیز به عنوان یکی از ایالات های ساختاری ایران، درگیر این پیچیدگی هاست. تاکنون پژوهشگران زمین شناسی و زمین لرزه شناسان بسیاری، در راه گشودن این پیچیدگی ها تلاش کرده اند و در این گذار، جنبه های بسیاری از ویژگی های زمین شناختی و زمین ساختی البرز آشکار شده است. با وجود تلاش هایی که درباره

ویژگی‌های هندسی و جنبشی ساختارهای اصلی البرز، به ویژه گسل‌ها و نیز دستیابی به الگوی دگرشکلی‌های امروزی، ساختار و ویژگی‌های پی سنگ آن شده است، هنوز کسی به درستی نتوانسته است شناسه و الگوی نزدیک به واقعی در این باره ارائه دهد. با توجه به تاریخچه تکوین بلوک البرز، به عنوان بخشی از پهنه همگرایی تتیس، ساختارهای ناشی از رخدادهای مرتبط با مراحل چندگانه گسترش و بسته شدن حوضه‌های گوناگون در طی تاریخ زمین‌شناختی شناخته می‌شوند. بر اساس پژوهش‌های ژئودتیک کوتاه‌شدگی در البرز نزدیک به ۵ تا ۲ میلی‌متر بر سال است که همراه با مولفه چپ‌گری برابر ۲ تا ۴ میلی‌متر بر سال محاسبه شده است (Venant et al. 2004).

سلسله کوه‌های البرز در حدود ۲۰۰۰ کیلومتر می‌باشد از نظر کوه‌نگاری بخشی از رشته‌های آلپ - هیمالیا در آسیای باختری است، که از خراسان تا آذربایجان در شمال ایران گسترش می‌یابد. این کوه‌ها که در منتهی‌الیه کشورمان گسترده رسوبی ساختاری البرز را تشکیل می‌دهند با پیچ و خم قابل توجه و شکل سینوسی از کوهستان‌های قفقاز کوچک در جمهوری‌های ارمنستان و آذربایجان در شمال باختری تا کوهستان‌های پاراپامیسوس در شمال افغانستان در خاور ایران امتداد دارند (Alavi 1996).

۷-۱- چینه‌شناسی منطقه

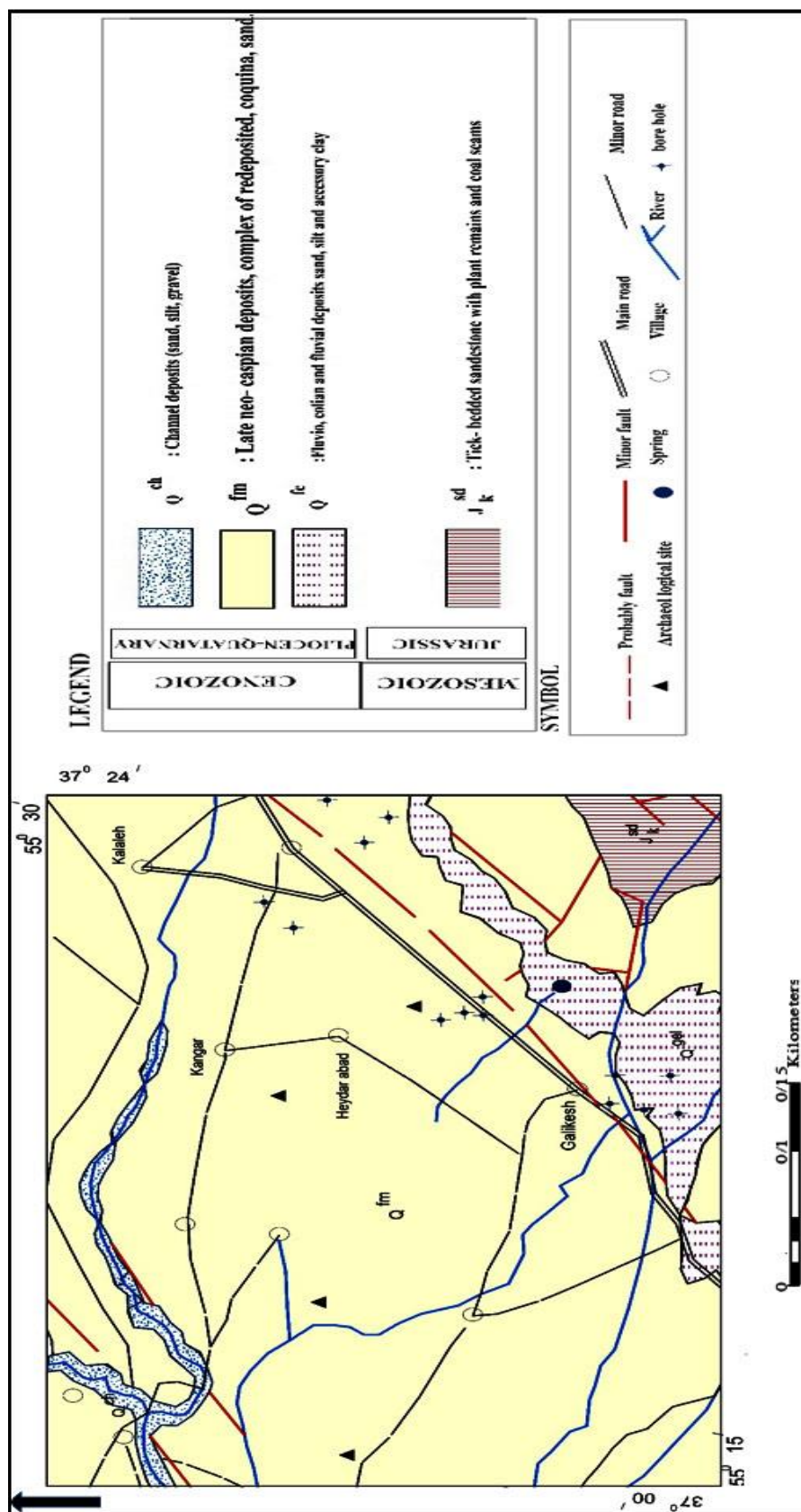
در این محدوده رسوبات کواترنری به سن سنوزوئیک و ژوراسیک رخنمون دارد. این رسوبات در اکثر سطح از این محدوده به جای گذاشته شده‌اند که حاصل فعالیت رسوب‌گذاری رودخانه می‌باشند. بخش سطحی این رسوبات از خاک زراعی (رس، سیلت و ماسه بادی) تشکیل شده و در اعماق شامل قلوه سنگ، شن، ماسه، سیلت و رس می‌باشد. شکل (۱-۳) نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه را ارائه می‌دهد. چهار واحد زمین‌شناسی که رخنمون دارند به شرح زیر می‌باشد:

Q^{ch} : این واحد از رسوب‌گذاری مواد در بستر رودخانه‌ها به وجود آمده و غالب مواد تشکیل دهنده آن شن، ماسه، سیلت و رس می‌باشد. به این صورت که در مناطق با انرژی کم سیلت و رس و در مناطق پر انرژی غالباً شن و ماسه تشکیل شده است.

Q^{fm} : این واحد از رسوب‌گذاری سیلت و رس و ماسه همراه با باقیمانده صدف جانوران دریایی مانند نرم-تنان تشکیل شده است.

Q^{fc} : این واحد از رسوبات رودخانه‌ای و رسوبات حاصل از یخچال محلی که شامل ماسه، سیلت و مقدار کمی رس تشکیل شده است.

J_k^{sd} : سازند کشف‌رود از ماسه سنگ‌هایی ضخیم با بقایای گیاهی و رگه‌های ذغالی تشکیل شده است. سن سازند به ژوراسیک میانی تعلق دارد و ضخامت آن به حدود ۱۸۰۰ متر می‌رسد.



شکل ۳-۱ - نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه (برگرفته شده از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ گنبد کاووس)

۸-۱- ژئومورفولوژی منطقه

منطقه مورد مطالعه به لحاظ ژئومورفولوژیکی واحد های کوهستان و تپه ماهور را شامل نمی شود و تنها شامل واحدهای ژئومورفولوژیکی دشت و رودخانه می باشد. شکل ۱-۳ نقشه ژئومورفولوژیکی منطقه را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود دشت گالیکش با شیب حدود ۱ درصد و با وسعت ۲۰۰ کیلومتر مربع بخش اعظم منطقه را شامل می شود. علاوه بر این رودخانه های متعددی در منطقه وجود دارد که مهم ترین آنها رودخانه دوغ و اوغان می باشد. همچنین ملاحظه شود که دشت گالیکش دشتی هموار می باشد و شیب آن در اکثریت بخش های دشت نسبتاً یکنواخت است. شکل (۴-۱) وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه را نمایش می دهد.



شکل ۱-۴- وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه

فصل دوم: مروری بر تحقیقات پیشین درباره آزمایش پمپاژ

در این فصل، ابتدا مختصری درباره آزمایش پمپاژ و روش‌های رایج برای برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها ارائه خواهد شد. سپس تحقیقات پیشین در ارتباط به صحت و دقت نتایج آزمایش پمپاژ مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱-۲- آزمایش پمپاژ

آزمایش تعیین آبدهی چاه یا آزمایش پمپاژ برای تعیین خصوصیات هیدرولیکی سفره آبدار برای مطالعه وضعیت آب‌های زیرزمینی یک منطقه و یا برای تعیین مقدار آبدهی و افت سطح آب در یک چاه انجام می‌شود. هدف اصلی آزمایش پمپاژ تعیین ظرفیت مخصوص چاه یا نسبت آبدهی (Q) به مقدار افت سطح آب (s) جهت انتخاب پمپ و متعلقات مربوطه برای برآورد میزان هزینه‌های لازم برای تجهیز چاه می‌باشد. ضمناً در نتیجه عمل پمپاژ مواد ریزدانه باقیمانده در مراحل حفاری و توسعه، از چاه خارج شده و توسعه طبیعی و برقراری ارتباط آبی سفره با چاه فراهم می‌شود. ظرفیت مخصوص معرف قدرت آبدهی چاه می‌باشد که بدون نیاز به وجود چاه‌های مشاهده‌ای صورت می‌گیرد. در حالی که در آزمایش سفره آب وجود چاه‌های مشاهده‌ای یا چاه‌های پیرومتر با فواصل معین نسبت به چاه اصلی در حال آزمایش الزامی است. در ادامه به معرفی رایج‌ترین روش‌های برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها اشاره می‌شود.

الف- روش تایس

در سال ۱۹۳۵، تایس به عنوان اولین بار روشی برای راه حل تحلیلی جریان ناپایدار، از تشابه میان جریان آب زیرزمینی و هدایت گرمایی استفاده نمود و معادله زیر را ارائه داد (Theis 1935).

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad \text{و} \quad u = \frac{r^2 S}{4Tt} \quad \text{معادله (۱-۲)}$$

که در معادله بالا r : فاصله نقطه مورد نظر تا چاه پمپاژ، S : ضریب ذخیره‌ی آبخوان، T : قابلیت انتقال آبخوان و t : زمان از شروع پمپاژ، Q : دبی پمپاژ و s : مقدار افت می‌باشد.

تایس یک راه حل ترسیمی برای تخمین مقادیر قابلیت انتقال و ضریب ذخیره بر طبق معادله (۱-۲) را ارائه نمود. در این روش، مقادیر W_u در برابر u بر روی کاغذ تمام لگاریتمی و مقادیر صحرایی افت در برابر r^2/t نیز بر روی کاغذ تمام لگاریتمی شفاف با مقیاس منحنی مرجع تایس (Theis Type Curve) ترسیم می‌شود. منحنی داده‌های صحرایی بر روی منحنی مرجع تایس انطباق و در حالتی که محورهای مختصات دو نمودار مذکور موازی باقی باشند، بهترین نقطه انطباق پیدا می‌شود. سپس به کمک مختصات نقطه انطباق قابلیت انتقال و ضریب ذخیره آبخوان با استفاده از معادله (۱-۲) محاسبه می‌شوند.

ب- روش کوپر- ژاکوب

کوپر و ژاکوب نشان دادند که اگر در معادله تایس اگر مقدار پارامتر u کوچک باشد ($u < 0.01$) می‌توان پارامتر تابع چاه ($W(u)$) را به صورت زیر خلاصه نمود.

$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \dots \quad \text{معادله (۲-۲)}$$

$$u < 0.01 \rightarrow W(u) \cong -0.5772 - \ln u$$

همانطور که ملاحظه می‌شود در صورتی که مقدار تقریبی $u < 0.01$ باشد می‌توان به غیر دو عبارت نخست تابع چاه از بقیه عبارت‌های صرف نظر کرد بدون آنکه خطای محسوسی ایجاد شود. با حل معادله فوق برای تعیین S ، معادله زیر به دست می‌آید:

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

معادله (۳-۲)

روش کوپر - ژاکوب به دو روش افت-زمان و افت-فاصله، امکان محاسبه مقادیر قابلیت انتقال و ضریب ذخیره را فراهم می‌کند. روش افت-فاصله نسبت به روش دیگر، به دلیل مشکلاتی از قبیل نیاز به حداقل سه پیزومتر، هزینه بالا و همچنین مشکلات اجرایی آن، به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش افت-زمان کوپر-ژاکوب، با ترسیم مقادیر افت در برابر زمان بر روی کاغذ نیمه‌لگاریتمی (زمان بر روی محور لگاریتمی) یک خط مستقیم ارائه می‌دهد. با ادامه دادن خط مستقیم تا محور زمان، مقدار t_0 (جایی که مقدار افت برابر صفر باشد) به دست می‌آید. با استفاده از معادله (۳-۲) مقدار افت بین سیکل لگاریتمی به صورت معادله (۲-۲) محاسبه می‌شود و در نهایت مقدار قابلیت انتقال برآورد می‌شود. در نهایت، مقدار ضریب ذخیره از معادله (۲-۵) به دست می‌آید.

$$\Delta S = \frac{Q}{4\pi T} \rightarrow T = \frac{Q}{4\pi \Delta S} \quad \text{معادله (۴-۲)}$$

$$S = \frac{2.25t_0}{r^2 S} \quad \text{معادله (۵-۲)}$$

پ- آزمون برگشت

در آزمون برگشت، بعد از اتمام پمپاژ و خاموش شدن پمپ، سطح آب در چاه و در پیزومترها شروع به بالا آمدن می‌کند. اختلاف بین سطح آب در چاه پمپاژ و پیزومتر با سطح آب قبل از شروع پمپاژ به عنوان افت باقیمانده S' شناخته می‌شود. برای محاسبه مقدار قابلیت انتقال در آزمون برگشت پمپاژ از معادله (۶-۲)

استفاده می‌گردد که در این معادله S' مقدار افت باقیمانده (متر)، r فاصله پیزومتر از چاه (متر)، T (قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)، S ضریب ذخیره آزمون پمپاژ (بدون واحد)، t زمان (بر حسب روز از شروع آزمایش پمپاژ)، t' زمان (بر حسب روز از شروع توقف پمپاژ) و Q دبی پمپاژ (متر معکب بر روز) می‌باشد (Kruselman and Ridder 2000).

$$S' = \frac{Q}{4\pi T} \{w(u) - w(u')\}$$

معادله (۶-۲)

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \quad \text{و} \quad u' = \frac{r^2 S'}{4Tt'}$$

ت- آزمایش پمپاژ پله‌ای

آزمایش پمپاژ پله‌ای یک آزمایش چند منظوره است که برای تعیین مقدار قابلیت انتقال و همچنین تعیین معادله چاه به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در آزمایش پله‌ای تغییرات سطح آب در مقابل دبی‌های مختلف اندازه‌گیری می‌گردد. و با استفاده از تغییرات سطح آب مقادیر دبی ویژه، افت چاه، افت سفره و راندمان چاه محاسبه می‌گردد. با ترسیم نمودار افت ویژه- دبی ملاحظه می‌گردد با افزایش دبی، افت ویژه کاهش می‌یابد بسیاری از صاحب نظران در این زمینه معتقدند که در چاه دو نوع افت (افت چاه و افت سفره) وجود دارد. ژاکوب (Jacob 1967) و (Rorabangh 1953) برای محاسبه مقدار افت چاه به ترتیب معادله‌های (۶-۲) و (۷-۲) را ارائه نمودند.

$$S_w = BQ + CQ^2 \quad \text{معادله (۶-۲)}$$

$$S_w = BQ + CQ^n \quad \text{معادله (۷-۲)}$$

که در این معادله پارامتر نخست سمت راست مولفه افت سفره و پارامتر دوم مولفه افت چاه را بیان می‌کنند.

۲-۲- سایر روش‌های برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها

محققین مختلف برای برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌های مختلف از روش‌های متنوعی استفاده نمودند. در این بخش مختصری درباره این روش‌ها ارائه می‌شود:

الف- استفاده از لاگ حفاری

با توجه به اینکه روش آزمون پمپاژ به عنوان معتبرترین، پرکاربردترین و دقیق‌ترین روش شناخته شده است ولی به دلیل محدودیت‌هایی از قبیل موجود نبودن تعداد کافی چاه‌های اکتشافی در دشت و پرهزینه بودن آزمون پمپاژ از روش‌های لاگ حفاری استفاده می‌شود. با توجه به فراوانی اطلاعات لاگ حفاری چاه‌های حفر شده در اکثر دشت‌ها می‌توان با بهره‌گیری از این اطلاعات پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها با دقت مناسبی در سفره‌های آب زیرزمینی برآورد گردد.

ب- استفاده از روش ژئوالکتریک

تعیین ضرایب هیدرودینامیکی با دقت کافی شاید به زمانی باز می‌گردد که دانشمندان و پژوهشگرانی همچون تایس برای تحلیل جریان آب زیرزمینی از معادلات به دست آمده از تشابه جریان آب زیر زمینی و انتقال حرارت استفاده می‌کردند. پس از آن روش‌های مختلفی در این زمینه ارائه شد. در بین آن‌ها روش‌های ژئوالکتریک که یکی از متنوع‌ترین روش‌های ژئوالکتریک اکتشافی محسوب می‌شود، اطلاعات بسیار مفیدی در مورد توزیع جانبی یا عمقی خواص الکتریکی مواد زیر سطح زمین فراهم می‌نماید؛ که این اطلاعات به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند برای مطالعه آب زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پ- استفاده از آزمون تک چاهی

در روش آزمون تک چاهی افت اندازه‌گیری شده در چاه، بیانگر افت سفر آب زیرزمینی نبوده از این رو منحنی‌های افت نمی‌تواند برآورد دقیقی از سطح آب زیرزمینی را ارائه دهد. اما در صورت نیاز به تخمین ارزان

و سریع از قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از پمپاژ تک چاهی گزینه‌های کاربردی به شمار می‌آید. با توجه به اینکه افت اندازه‌گیری شده در آزمون‌های تک چاهی و در چاه پمپاژ، منعکس‌کننده افت آبخوان نبوده و در برگیرنده مجموعه عوامل خطی و غیرخطی ایجاد کننده افت می‌باشد، محاسبات مبتنی برافت مشاهده شده در چاه پمپاژ نمی‌تواند برآورد دقیقی از پارامترهای هیدرودینامیک آبخوان ارائه کند. ولی وقتی که یک تخمین ارزان و سریع از قابلیت انتقال آبخوان مورد نیاز باشد، استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از پمپاژ تک چاهی جزو گزینه‌های جذاب به شمار می‌آیند.

ت - استفاده از روش ظرفیت ویژه

یکی دیگر از روش‌های تخمین پارامترهای آبخوان استفاده از داده‌های ظرفیت ویژه است. ظرفیت ویژه میزان آبدی چاه به ازای افت بار واحد در نظر گرفته می‌شود و به طور معمول داده‌های ظرفیت ویژه در مقایسه با داده‌های افت-زمان با سهولت در دسترس قرار می‌گیرند، بنابراین، به کمک داده‌های ظرفیت ویژه می‌توان تعداد تخمین‌های ضریب انتقال در یک آبخوان را افزایش داد. با استفاده از چاه‌های بهره‌برداری در دشت‌ها می‌توان میزان افت را به دست آورد که ظرفیت ویژه در چاه‌ها از حاصل دبی به افت استنتاج می‌گردد. به منظور مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی و ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب، کسب دانش در رابطه با امری حیاتی است. رایج‌ترین و مفیدترین روش در تعیین پارامترهای هیدرولیکی آبخوان انجام آزمایش پمپاژ بر روی چاه‌های آب است. ارزیابی پارامترهای فوق با روش آزمایش پمپاژ نه تنها نیازمند شرایط لازم است بلکه دارای محدودیت‌هایی نظیر صرف وقت و هزینه‌های نسبتاً بالا می‌باشد. تلفیق نتایج حاصل از داده‌های ژئوفیزیکی با نتایج حاصل از تفسیر داده‌های هیدروژئولوژی اندازه‌گیری شده، تا حدودی هزینه‌ها را کاهش می‌دهد. در این روش از طریق برقراری همبستگی بین داده‌های حاصل از مقاومت عرضی اصلاح‌شده لایه آبدار و نتایج آزمایش‌های پمپاژ می‌توان رابطه بین آن‌ها را در سطح دشت برقرار و در نتیجه پارامترهای هیدرولیکی آبخوان را برآورد نمود (الطافی دادگر ۱۳۹۱).

۳-۲- مروری بر مطالعات گذشته

قابلیت انتقال و آبدهی ویژه دو پارامتر مهم هیدرودینامیکی در سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشند و برآورد این پارامترها یکی از مهم‌ترین وظایف هیدروژئولیست‌ها می‌باشد. قابلیت انتقال میزان آبی که از واحد عرض آبخوان تحت گرادیان هیدرولیکی واحد عبور می‌کند، و به عبارت دیگر قابلیت انتقال، حاصل ضرب متوسط ضخامت اشباع و متوسط هدایت هیدرولیکی لایه آبدار می‌باشد و آبدهی ویژه یک محیط متخلخل عبارت است از نسبت حجم آب قابل زهکشی از آن محیط (پس از اشباع شدگی) به حجم کل محیط می‌باشد (Todd 1980).

(مطیعی لنگرودی، ولایتی. ۱۳۸۷et al. (ولایتی ۱۳۸۷)

معتبرترین و مناسب‌ترین روش محاسبه پارامترهای هیدرودینامیکی استفاده از نتایج آزمون پمپاژ می‌باشد، چون پاسخ بخش نسبتاً وسیعی را ارائه می‌کند (Todd 1980, Walton 1987). برای محاسبه پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان به دلیل وجود محدودیت‌هایی از قبیل فقدان اطلاعات مناسب و مطمئن از آزمایش پمپاژ در منطقه و هزینه‌ی بالای آزمایش پمپاژ می‌توان از روش‌های جایگزین مانند آزمون تک چاهی، لاگ حفاری، ظرفیت ویژه و از لاگ ژئوالکتریک استفاده نمود. علاوه بر این به دلیل فرضیاتی که برای آبخوان در نظر گرفته می‌شود و همچنین عدم دقت در تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ، نتایج به دست‌آمده از آزمایش پمپاژ هم با خطاهای کوچک و بزرگی همراه هستند.

با وجود تمام مزیت‌های ذکر شده در مورد آزمون پمپاژ به دلیل هزینه‌های بالا، عدم توجه متولیان آب‌های زیرزمینی و عدم دسترسی به افراد متخصص و مجرب در زمینه تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ، اغلب دشت‌های کشور فاقد تعداد کافی داده‌های آزمایش می‌باشند. آزمایش پمپاژ می‌تواند اطلاعات اساسی و مفیدی بر اجرای چاه (توسعه و نصب چاه)، پارامترهای سفره (قابلیت انتقال، آبدهی ویژه و مرزهای هیدرولوژیکی) را در اختیار قرار دهد. بنابراین بهترین روش برای بررسی در منابع آب زیرزمینی و مطالعه محیط می‌باشد (Bardenhagen 2001). از طرفی در سفره‌های درز و شکافدار به دلیل ناهمگنی و انیزوتروپی آن‌ها

پارامترهای هیدرولیکی به طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند از یک مکان به مکان دیگر حتی در طی مدت‌زمان‌های مختلف هر آزمایش پمپاژ متغیر باشد (حسینی و همکاران ۱۳۸۸).

کرمی (۱۳۸۳) با استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ در سفره‌های آهکی مختلف جهت برآورد مقادیر هیدرولیکی انجام داده از ضرایب تغییرات مربوط قابلیت انتقال و ضریب ذخیره نتیجه گرفت که ضرایب تغییرات مربوط به ضریب ذخیره به طور قابل توجهی از ضریب تغییرات مربوط به مقدار قابلیت انتقال بزرگ‌تر است. کرمی و همکاران (۱۳۸۵) به منظور برآورد قابلیت انتقال در چاه‌های موجود در معدن گل گهر از داده‌های لاگ حفاری و آزمایش پمپاژ استفاده گردید. برای برآورد قابلیت انتقال در این چاه‌ها از روابط موجود بین حنس و ضخامت لایه تشکیل دهنده سفره استفاده گردید. و برای چاه‌های مشاهده ای که داده‌های آزمایش پمپاژ وجود ندارد از لاگ حفاری استفاده نمودند.

کرمی (۱۳۸۵) ساده ترین و پرکاربردترین تصحیح اثر دبی متغیر پمپاژ، بر طبق منحنی‌های افت-زمان محتمل‌ترین روش تحلیل داده‌های آزمون پمپاژ را در آبخوان‌های کارستی ارائه نمود بر این اساس داده‌های آزمایش پمپاژ مربوط به سفره‌های کارستی بیشتر با استفاده از روش‌های متداول تایس و ژاکوب که برای سفره‌های آبرفتی معرفی گردید مورد تحلیل قرار گرفتند.

رگاو (Raghavan 2004) داده‌های آزمون پمپاژ را با استفاده از منحنی افت و مشتقات لگاریتمی در برابر زمان مورد بررسی و مورد ارزیابی قرار داده است. وی به این مهم دست یافته که روش مذکور از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.

مختاری و اسپهبد (۱۳۸۸) با استفاده از داده‌های آزمایش پمپاژ در دشت ورامین شرق تهران به بررسی پارامترهای هیدرودینامیکی پرداختند، جهت بررسی پارامترهای هیدرودینامیکی سفره از نتایج آزمون برگشت، از روش‌هایی مانند لاگ حفاری استفاده شد. با توجه به فراوانی اطلاعات لاگ‌های حفاری چاه‌های اکتشافی و مشاهده‌ای در اکثر دشت‌ها و سفره‌های زیرزمینی کشور و با کمک این اطلاعات، پارامترهای هیدرودینامیکی سفره آب زیرزمینی می‌تواند با دقت مناسبی در سرتا سر سفره برآورد شود.

به منظور برآورد پارامترهای آبخوان به روش مقاومت ویژه در دشت اراک به با به کارگیری از اطلاعات چاه‌های اکتشافی، مشخص گردید که قابلیت انتقال $4/21$ متر بر روز و میزان ضریب ذخیره $10^{-7} \times 93/1$ درصد تخمین زده شد (غلامی مهرآبادی ۱۳۸۸).

کرمی و همکاران (۱۳۹۰) پارامتر هدایت هیدرولیکی بر روی تعداد محدود آزمایش پمپاژ توسط شبیه سازی در حالت پایدار اصلاح گردید، سپس با در نظر گرفتن پارامترهای بهینه شده در مرحله پایدار، مدل در حالت ناپایدار واسنجی گردید و با استفاده از نتایج شرایط پایدار پارامتر آبدی ویژه را در شرایط ناپایدار بهینه گردید.

بر اساس مطالعات تجربی انجام شده توسط کرمی (۱۳۹۱) با استفاده از لاگ حفاری در دشت سمنان-ایوانکی برای برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی، مشخص گردید که مقادیر هدایت هیدرولیکی برای بافت‌های اصلی رسوبات در دشت‌های آبرفتی بین مقادیر $0/2$ تا 12 متر بر روز و همچنین مقادیر آبدی ویژه برای رسوبات مختلف بین 2 تا 8 برآورد نموده است.

در دشت بوشکان با استفاده از اطلاعات لاگ‌های منطقه اقدام به برآورد هدایت هیدرولیکی نموده‌اند مقادیر هدایت هیدرولیکی با استفاده از روش آنالیز فازی و همپوشانی مقادیر هدایت هیدرولیکی برآورد شده است، همچنین خطاهای اعلام شده در مقایسه نتایج حاصل از روش آنالیز فازی با نتایج حاصل از تحلیل آزمون چاه‌های پمپاژ در دشت بوشکان نشان می‌دهد که با استفاده از روش آنالیز فازی می‌توان توزیع مکانی هدایت هیدرولیکی در سفره آب زیرزمینی را مورد ارزیابی قرارداد (متوسل ۱۳۹۱).

قشقایی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶) به برآورد مقدار بهینه آبدی ویژه و تخمین تغذیه آب زیرزمینی آبخوان آزاددشت گلگیر، استان خوزستان پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد تخمین تغذیه آب زیرزمینی با استفاده از مقدار آبدی ویژه کمک شایانی به محققان علوم آب می‌کند.

عجم و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی آبخوان سملقان بر اساس تغییرات تحت الارضی رخساره‌های آبرفتی و سنگی پرداختند و در این مقاله ضمن بررسی تحت‌الارضی رخساره‌های آبرفتی دشت سملقان، تأثیر آن بر کیفیت منابع آب زیرزمینی مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور لاگ حفاری ۱۵ حلقه چاه و نتایج آنالیز کیفی نمونه‌های آب ۱۵ حلقه چاه بهره‌برداری مربوط به مناطق مختلف دشت در دو

فصل تر و خشک سال ۱۳۹۲ مورد ارزیابی قرار گرفته است. به کارگیری تکنیک‌های مختلف هیدروژئوشیمیایی (نمودارهای ترکیبی، شاخص‌های اشباع یونی، نمودار گیبس و ...) نشان می‌دهد که فراوانی غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در نمونه‌های آب به ترتیب $K^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+$ و $Cl^- > HCO_3^- > SO_4^{2-}$ بوده و الگوی آب از بی‌کربناته در جنوب به کلروره در شمال دشت تغییر می‌کند. نمودارهای ترکیبی یک و دو متغییره نیز تأثیر انحلال کانی‌های تبخیری بر کاهش کیفیت آب زیرزمینی را تأیید می‌کنند. به طور کلی، در دشت سملقان عوامل زمین‌شناسی و انسانی بر شیمی آب زیرزمینی تأثیرگذارند، اما عوامل زمین‌شناسی نقش مؤثرتری را دارا می‌باشند. قرارگرفتن نمونه‌های آب در منطقه واکنش آب سنگ بر روی نمودار گیبس، تأییدی بر اهمیت سازندهای منطقه (رخساره‌های آبرفتی و سنگی) در تعیین شیمی آب است. شاخص اشباع کانی‌های ژپس، هالیت، کلسیت و دولومیت، حاکی از انحلال این کانی‌ها در منطقه است. نهشته‌های نئوژن از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده کیفیت آب زیرزمینی این آبخوان هستند. منابع آب از نظر مصارف شرب در وضعیت خوب تا نامطبوع، از نظر کشاورزی مناسب تا نامناسب و از نظر صنعتی خورنده و رسوب‌گذار است.

عابدی و همکاران (۱۳۹۵) به تخمین قابلیت انتقال با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت مشهد پرداختند. آنان در مقاله خود ضرایب قابلیت انتقال و آبدهی ویژه، پارامترهای مهم هیدرودینامیکی در آبخوان می‌باشند. این دو ضریب از روشهای مختلفی قابل محاسبه هستند که مهمترین و معتبرترین روش در تعیین ضرایب هیدرودینامیکی، استفاده از نتایج آزمون پمپاژ می‌باشد. اما به دلیل محدودیت‌هایی که در استفاده از نتایج آزمون پمپاژ وجود دارد، استفاده از روشهای جایگزین روش‌های جایگزین مانند لاگ‌های حفاری، ظرفیت ویژه چاه، آزمون تک چاهی، روشهای ژئوالکتریک و ... ضروری می‌باشد. با عنایت به عدم وجود تعداد کافی آزمایش پمپاژ در دشت مشهد، با استفاده از لاگ‌های حفاری موجود مقادیر قابلیت انتقال محاسبه شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، مقادیر قابلیت انتقال در این دشت از ۵۰ متر مربع بر روز تا ۲۵۵ متر مربع بر روز تغییر می‌کند. براساس نتایج بدست آمده از لاگ‌های حفاری و مقایسه آنها با نتایج مربوط به آزمایش پمپاژ، میتوان این چنین اظهار نظر نمود که در صورت عدم وجود تعداد کافی آزمایش پمپاژ، استفاده از لاگ‌های حفاری می‌تواند به عنوان روشی مناسب برای برآورد مقادیر قابلیت انتقال در نظر گرفته شود.

سوگندی و همکاران (۱۳۹۵) به مدل سازی یک بعدی داده های مقاومت ویژه برای تعیین عمق آب و جنس لایه های زمین و مقایسه نتایج با اطلاعات چاه اطراف پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد روش سونداژزنی الکتریکی روشی مطمئن برای تحلیل ژئوفیزیکی می باشد.

در دشت قم با استفاده از داده های چاه ها به روش تک چاهی اقدام به برآورد پارامترهای آبخوان گردید. که ضمن تجزیه و تحلیل داده های پمپاژ به روش های معمول (نیومن و مونچ و ...) اظهار داشتند که برآوردهایی که از تک چاه ها به دست می آید تا حدودی نزدیک به واقعیت بوده احتمالاً تفاوت بین برآورد پارامترها را می توان به انیزوتروپی سفره آب زیرزمینی نسبت داد (نخعی ۱۳۷۴) ولی از این رو جهت کاهش هزینه های پمپاژ می توان از روش تک چاهی استفاده کرد.

امنی (۱۳۹۲) با استفاده از اطلاعات آزمایش پمپاژ در دشت تهران-کرج پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان مورد اریابی قرار گرفت و به ارتباط آن با سطح آب زیرزمینی پرداخته شد که نتایج حاصله نشان از این دارد که با کاهش سطح آب و نفوذ پذیری پارامترهای هیدرودینامیکی نیز کاهش می یابد.

ظرفیت مخصوص چاه که دبی در واحد افت است، باگذشت زمان کاهش می یابد (حیدری ۱۳۸۸). اگر دبی در طول آزمایش پمپاژ ثابت باشد، پس ظرفیت چاه باید باگذشت زمان کاهش یابد.

تغییر میزان مقاومت تنها در برابر نوع و جنس سنگ ها نمی باشد بلکه درصدی از رس در رسوبات می تواند

میزان مقاومت را تا حد زیادی کاهش دهد و یا شوری آب مقاومت را به شدت تحت تأثیر قرار می دهد

(Archie 1942).

در دشت بجنورد از اطلاعات پمپاژ ۵ حلقه چاه و اطلاعات ژئوالکتریک ۲۶ حلقه چاه جهت تخمین پارامترهای هیدرولیکی آبخوان استفاده شده که پس از تصحیح مقاومت عرضی به دست آمده از سونداژ الکتریکی (متأثر از مقاومت آب در مناطق مختلف آبخوان) میزان قابلیت انتقال به دست آمده از آزمایش پمپاژ بین ۳۵۸ تا ۱۱۱۸ مترمربع بر روز استخراج گردید که این پارامتر با استفاده از سونداژ الکتریکی ۴۲۷ تا ۱۲۳۱ مترمربع بر روز در چاه های مختلف تخمین زده شد (الطافی دادگر ۱۳۹۱).

کرمی و همکاران (Karami et al. 2002) روشی را برای تعیین درجه ناهمگنی آبخوان‌های کارستی ارائه نمودند. آن‌ها مدلی ارائه کردند که قادر است با استفاده از نتایج آزمون پمپاژ نوع جریان را برآورد نمایند. تایس و همکاران (Theis et al. 1967) روشی برای تعیین ضریب انتقال سفره با استفاده از ظرفیت ویژه چاه ارائه کردند که شامل یک روش گرافیکی می‌شود. از دیگر مزیت‌های این روش می‌توان به عدم حساسیت به ضریب ذخیره اشاره کرد و همچنین تخمین ضریب انتقال با هریک از پله‌های آزمایش (افت پله‌ای) ممکن است، و از طرفی با دردست داشتن مقدار صحیح ضریب انتقال آبخوان، تخمین صحیح مقدار ضریب ذخیره و هدایت هیدرولیکی آبخوان ممکن است.

بر طبق آزمایشات انجام شده توسط حسینی سبزواری و کرمی (۱۳۹۱) میزان ناهمگنی بر روی مدت زمان آزمایش پمپاژ مؤثر است و هرچه درجه ناهمگنی بیشتر باشد آزمایش پمپاژ در مدت زمان بیشتری انجام می‌شود. در معدن سنگ‌آهن گل‌گهر حداقل زمان آزمایش پمپاژ در سفره آب زیرزمینی ناهمگن دو روز و در سفره‌هایی با ناهمگنی بسیار بالا، چهار روز یا بیشتر می‌باشد.

حبیب‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) به ارزیابی هیدرودینامیکی و ژئومورفولوژیکی نهشته‌های کواترنری تحلیل بحران آب‌های زیرزمینی شمال دریاچه ارومیه (مطالعه موردی دشت تسوج) پرداختند. بررسی دانه‌بندی نمونه‌های لوگ چاه‌ها نشان داد که قسمت‌های میانی دشت از نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی بالا برخوردار است.

گرپس و همکاران (۲۰۰۵) هیدرودینامیک رسوبات در دشت سیلابی حوضه چاک رودخانه لامبورن انگلستان را بررسی نمودند در این طرح با استفاده از گمانه‌ها و چاه‌های پیزومتریک سطوح مختلف آب زیرزمینی در کانال‌های دشت سیلابی و کف دره‌ها بررسی شده است به طوری که سفره آبدار زیرزمینی آبرفتی گراولی در عمق دره توسط رودخانه دائمی تغذیه می‌گردد. مقدار شیب هیدرولیکی با استفاده از گمانه‌های موجود در سه سایت در دشت سیلابی اندازه‌گیری شده که شامل سایت‌های، گارستون شرقی، باک هامپتون و شیفورد غربی بودند.

نسیمی و محمدی (۱۳۹۱) برای ارزیابی آزمون پمپاژ چاه‌ها به منظور برآورد هدایت هیدرولیکی آبخوان از مرحله رفت و برگشت آزمون پمپاژ استفاده نمودند آنها اظهار داشتند که نتایج حاصله از داده‌های آزمایش برگشت به علت ثابت بودن دبی در مقایسه با داده‌های آزمایش پمپاژ مرحله رفت از دقت بیشتری برخوردار هستند (کرمی ۱۳۹۱). آنها با تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ در دشت قم اظهار نموده است که داده‌های مرحله برگشت به دلیل متغیر بودن دبی از افت پایین‌تری برخوردار هستند و تنها برای کنترل صحت داده‌های مرحله رفت می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به شرایط آزمایش پمپاژ در مرحله برگشت، می‌توان این‌چنین بیان کرد که آنها به اشتباه فرض ثابت بودن دبی در مرحله برگشت آزمایش پمپاژ را به عنوان ثابت بودن دبی قلمداد نموده‌اند.

محققین به این مهم دست یافته‌اند که زمان‌های اولیه داده آزمون پمپاژ نسبتاً مقرون به صرفه‌تر است و می‌توانند برای پیش‌بینی انتقال محلول استفاده شوند (Herweijer 1996).

در نتیجه عواملی چون شرایط پیچیده زمین‌شناسی و خطای انسانی باعث خطا در آزمون پمپاژ می‌شوند و همچنین ناهمگن بودن آبخوان بر نتایج آزمایش پمپاژ اثر گذاشته و باعث ایجاد خطا می‌شود.

فصل سوم: روش انجام کار

در این فصل، کلیه کارهایی که برای صحت‌سنجی نتایج آزمایش پمپاژ در آبخوان دشت گالیکش انجام شده است، به طور مختصر ارائه خواهند شد. فعالیت‌های انجام شده عبارتند از:

- جمع‌آوری اطلاعات و شناسنامه حفاری چاه‌های مورد مطالعه در دشت گالیکش
- ترسیم نقشه پایه زمین‌شناسی
- حذف داده‌های پرت از داده‌های آزمایش پمپاژ
- تعیین معادله چاه برای چاه‌های پمپاژ
- محاسبه مقدار افت کل در چاه‌های پمپاژ با استفاده از معادله چاه
- مقایسه مقادیر افت کل محاسبه شده و مشاهده شده و صحت‌سنجی برای داده‌های آزمایش پمپاژ
- اصلاح لاگ‌های لیتولوژی با استفاده از داده‌های کاروتاژ
- برآورد قابلیت انتقال و آبدهی ویژه با استفاده از لاگ‌های لیتولوژی اصلاح شده
- ترسیم نقشه‌های قابلیت انتقال و آبدهی ویژه دشت گالیکش

۱-۳- جمع‌آوری آمار و اطلاعات

به منظور صحت‌سنجی نتایج حاصل از آزمایش پمپاژ در دشت گالیکش داده‌ها و اطلاعات مرتبط با موضوع مورد تحقیق جمع‌آوری شد. این اطلاعات شامل داده‌های مربوط به آزمایشات پمپاژ، لاگ‌های چاه‌پیمایی (کاروتاژ) و لاگ‌های لیتولوژی می‌باشد.

الف- اطلاعات مربوط به چاه‌های پمپاژ

به منظور صحت‌سنجی نتایج آزمون پمپاژ در این تحقیق از اطلاعات افت باقیمانده-زمان ۱۴ حلقه چاه پمپاژ استفاده شده است. اطلاعات مذکور از گزارش‌های موجود در اداره آب و فاضلاب روستایی و شهری استان گلستان استخراج شده‌اند. این اطلاعات تنها مربوط به آزمون پله‌ای معکوس می‌باشند. نحوه انجام آزمایش پمپاژ در این دشت به این ترتیب است که پس از توسعه چاه ابتدا پمپاژ با حداکثر دبی (حداکثر توان تجهیزات) صورت می‌پذیرد و در این مرحله حداکثر افت مشاهده شده در چاه ایجاد می‌گردد و پس از ثبات افت در این پله دبی را کاهش داده و از زمان کاهش دبی نوسات سطح آب اندازه‌گیری می‌گردد و این عملیات تا پایدار شدن سطح آب ادامه داده می‌شود؛ مجدداً دبی پمپاژ کاهش داده می‌شود و همانند مرحله قبل تا پایدار شدن سطح آب آزمایش ادامه داده می‌شود و اندازه‌گیری صورت می‌پذیرد این شیوه تا حداقل آبدهی چاه مورد آزمایش ادامه داده می‌یابد و پمپاژ متوقف می‌شود. سپس در مرحله برگشت سطح آب، اقدام اندازه‌گیری می‌شود تا به حدود سطح اولیه خود (سطح قبل از پمپاژ) برسد.

ب- لاگ‌های چاه‌پیمایی (کاروتاژ)

برای ارزیابی و صحت‌سنجی نتایج حاصل از آزمون پمپاژ در منطقه مورد مطالعه نیاز به تهیه لاگ‌های چاه‌پیمایی می‌باشد. بنابراین، با توجه به موجود بودن لاگ‌های گامای طبیعی و مقاومت ویژه برای تمامی چاه‌های پمپاژ، این اطلاعات جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که لاگ‌های گامای طبیعی و مقاومت ویژه برای افق‌های مختلف به صورت میانگین مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

ج- لاگ‌های لیتولوژی

لاگ‌های لیتولوژیکی چاه‌های حفر شده در منطقه گالیکش از اداره آب و فاضلاب روستایی و شهری استان گلستان تهیه گردید. نمودار توصیفی لاگ‌های لیتولوژیکی طبق اندازه ذرات تشکیل‌دهنده برای تمام چاه‌های پمپاژ مورد نظر دسته‌بندی گردید. لازم به ذکر است که این لاگ‌های لیتولوژیکی به ازای هر سه متر حفاری برداشت شده‌اند.

۲-۳- ترسیم نقشه زمین‌شناسی پایه

برای تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱ به ۱۰۰.۰۰۰ گنبد (تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور) استفاده گردید. منطقه مورد مطالعه دشت گالیکش است و در محدوده آن واحدهای ژئومورفولوژیکی تپه ماهور و همچنین کوهستان وجود ندارد. بنابراین، تمام منطقه از واحدهای ژئومورفولوژیکی دشت و رودخانه تشکیل شده است و به همین دلیل کل منطقه را نهشته‌های آبرفتی عهد حاضر تشکیل می‌دهند.

۳-۳- تصحیحات مورد نیاز داده‌های آزمایش پمپاژ

داده‌های به دست آمده از آزمون پمپاژ در مرحله برگشت، به دلیل ثابت نبودن دبی ورودی به محدوده مخروط افت نقاط پرت و شیب‌های متفاوتی را شامل می‌شوند برای برآورد مقادیر قابلیت انتقال در چاه، ابتدا داده‌های پرت حذف می‌شوند و سپس با توجه به روند داده‌ها افت باقیمانده-زمان، معمولاً بخش‌های میانی داده‌های مورد استفاده قرار می‌گیرند و از بخش‌های ابتدایی و انتهایی صرف نظر می‌شود. دلیل این امر از این قرار است که در بخش‌های ابتدایی و انتهایی، به ترتیب دبی ورودی به محدوده مخروط افت خیلی زیاد و خیلی کم می‌باشد.

۴-۳- اصلاح لاگ لیتولوژی با استفاده از داده‌های کاروتاژ

لاگ‌های لیتولوژیکی ممکن است به دلیل خطاهای انسانی از دقت بالایی برخوردار نباشند. بنابراین برای اصلاح لاگ‌های لیتولوژیکی از اطلاعات لاگ‌های چاه پیمایی (شامل گامای طبیعی و مقاومت ویژه) استفاده شده است. لازم به ذکر است که لاگ‌های گامای طبیعی و مقاومت ویژه در بخش‌هایی که همدیگر را تایید می‌کنند از اعتبار بسیار خوبی برخوردار هستند و در نتیجه می‌توان بر این اساس لاگ‌های لیتولوژیکی ارائه شده را اصلاح نمود. و مطابق جدول (۳-۱) مقادیر هدایت هیدرولیکی بر اساس مقاومت لایه مورد نظر برآورد گردید.

جدول ۳-۱- مقادیر تقریبی هدایت هیدرولیکی بر اساس میزان مقاومت الکتریکی لایه

(با استفاده از بافت رسوبات و اطلاعات جدول ۳-۲)

مقاومت الکتریکی (Ohm.m)	بافت غالب	هدایت هیدرولیکی (m/d)
۲۵۰-۲۰۰	گراول درشت	۱۵-۱۲
۲۰۰-۱۵۰	گراول - ماسه	۱۲-۸
۱۵۰-۱۰۰	ماسه - سیلت	۵-۲
۱۰۰-۵۰	سیلت - رس	۲-۱
کمتر از ۳۰	رس	۱-۰

۵-۳- برآورد قابلیت انتقال و آبدهی ویژه با استفاده از لاگ‌های لیتولوژی اصلاح شده

جهت برآورد قابلیت انتقال با استفاده از لاگ‌های لیتولوژی اصلاح شده مطابق جدول (۳-۲) با توجه به نوع بافت لایه، مقدار هدایت هیدرولیکی برآورد می‌گردد. از حاصل ضرب هدایت هیدرولیکی در ضخامت لایه مقدار قابلیت انتقال لایه بدست می‌آید. در نهایت، از مجموع قابلیت انتقال مربوط به لایه‌های مختلف قابلیت انتقال

کل بخش اشباع آبخوان برآورد می‌گردد. و برای برآورد مقدار آبدهی ویژه با استفاده از میانگین وزنی مقادیر آبدهی ویژه مطابق جدول (۳-۳) استفاده گردید

جدول ۳-۲- مقادیر هدایت هیدرولیکی رسوبات مختلف در شرایط صحرائی (کرمی ۱۳۹۱)

هدایت هیدرولیکی (متر بر روز)	بافت غالب
۱۲	گراول
۸-۶	ماسه
۰/۵	سیلت
۰/۲	رس

جدول ۳-۳- مقادیر آبدهی ویژه بر اساس بافت رسوبات مختلف در شرایط صحرائی (کرمی ۱۳۹۱)

آبدهی ویژه (درصد)	بافت غالب
۸	ماسه
۶	ماسه و رس
۴	لوم (مخلوط رس و ماسه)
۲	رس

۳-۶- برآورد قابلیت انتقال با استفاده از برگشت آزمون پمپاژ

با توجه به داده های افت-زمان تصحیح شده مربوط به چاه های پمپاژ مورد مطالعه و با استفاده از نرم افزار Aquifer Win32 مقدار قابلیت انتقال در مرحله برگشت از روش آزمون برگشت تاپس (Theis 1946) استفاده

شده است همانطور که بخش قبل اشاره شد بخش‌های که غیرخطی ابتدایی و انتهای داده‌های افت باقیمانده- زمان به دلیل خیلی زیاد بودن و خیلی کم بودن دبی‌های ورودی به مخروط افت، حذف شده‌اند.

۷-۳- روش محاسبه خطا و صحت‌سنجی نتایج

به منظور صحت‌سنجی مقادیر پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان از دو روش استفاده شده است. این دو روش شامل صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ با ضرائب چاه و صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از لاگ‌های لیتولوژیکی اصلاح شده می‌شوند.

الف- صحت‌سنجی با استفاده از ضرائب چاه

با استفاده از آزمایشات پمپاژ در دشت گالیکش اقدام به تعیین ضرائب چاه (B,C) شد و با استفاده از معادله چاه ($Sw=BQ+CQ^2$) مقدار افت چاه برای تمامی چاه‌های پمپاژ موجود در دشت گالیکش محاسبه شده است. سپس مقدار افت محاسباتی با مقدار افت مشاهده شده مقایسه گردید و پس خطای نسبی محاسبات برآورد شد. و خطای نسبی بین این دو روش اندازه‌گیری با استفاده از معادله زیر برآورد شده است.

$$\text{معادله (۱-۳)} \quad \text{درصد خطای نسبی} = \frac{|\text{افت مشاهده شده} - \text{افت محاسبه شده}|}{\frac{\text{افت مشاهده شده} + \text{افت محاسبه شده}}{2}} \times 100$$

ب- صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال

با توجه به مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از لاگ‌های لیتولوژیکی اصلاح شده توسط کاروتاژ، مقادیر قابلیت انتقال حاصله از آزمایش پمپاژ مورد ارزیابی قرار گرفته است. خطای نسبی بین این دو روش اندازه‌گیری با استفاده از معادله زیر برآورد شده است.

$$\text{معادله (۳-۲)} \quad \text{درصد خطای نسبی} = \frac{|\text{قابلیت انتقال از برگشت پمپاژ} - \text{قابلیت انتقال از لاگ لیتولوژی}|}{\frac{\text{قابلیت انتقال از برگشت پمپاژ} + \text{قابلیت انتقال از لاگ لیتولوژی}}{2}} \times 100$$

فصل چهارم: صحت‌سنجی پارامترهای هیدرودینامیکی

به منظور صحت‌سنجی نتایج حاصل از آزمایش پمپاژ در دشت گالیکش مقدار هدایت هیدرولیکی استنتاج شده از آزمون برگشت پمپاژ توسط نرم افزار AquiferWin32 و تطبیق آن با لاگ‌های لاگ لیتولوژی و ژئوالکتریک صورت پذیرفت که نتایج به دست آمده به شرح زیر توصیف شده است.

۴-۱- آزمایشات پمپاژ انجام شده در منطقه گالیکش

در دشت گالیکش تعداد ۱۴ آزمایش پمپاژ به روش پله‌ای معکوس انجام شده است اسامی چاه‌های پمپاژ و جزئیات آنها در جدول (۴-۱) ارائه شده است.

جدول ۴-۱- مقایسه میزان افت محاسبه شده با افت مشاهده شده

ردیف	نام چاه	عمق چاه (متر)	سطح ایستابی (متر)	شماره پله	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	افت مشاهده شده (متر)
۱	املاک ۳	۱۶۰	۷۸/۰۰	۱	۳۲/۸۱	۹/۶۵
				۲	۲۸/۴۱	۹/۴۰
				۳	۲۴/۵۷	۵/۲۶
				۴	۱۹/۱۶	۵/۰۰
۲	عرب بوران ۲	۲۳۴	۷۷/۶۰	۱	۴۲/۵۶	۱۸/۱۲
				۲	۳۸/۴۳	۱۶/۵۸
				۳	۳۳/۲۸	۱۴/۶۲
				۴	۲۷/۷۸	۱۲/۴۸
				۵	۲۱/۶۸	۹/۵۲
				۶	۱۴/۱۸	۵/۹۲

جدول ۴-۱- ادامه

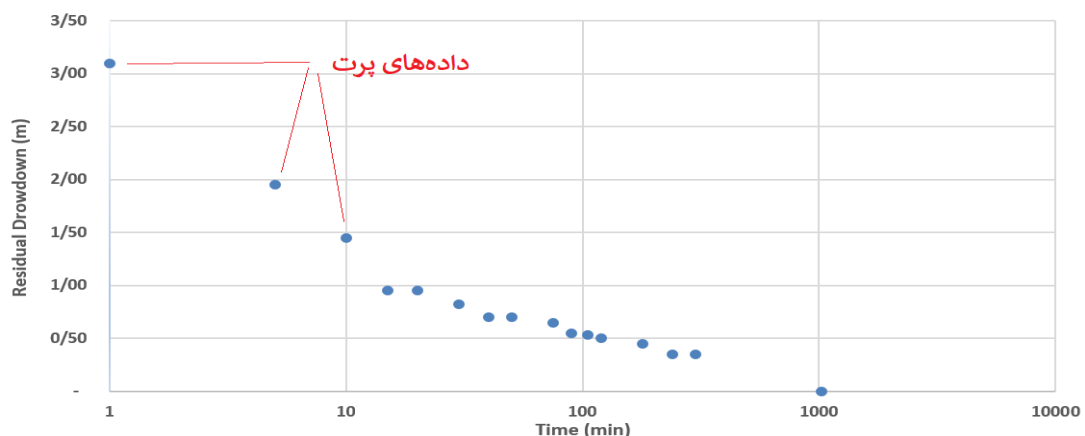
ردیف	نام چاه	عمق چاه (متر)	سطح ایستایی (متر)	شماره پله	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	افت مشاهده شده (متر)
۳	گالیکش ۷	۲۳۰	۶۸/۸۰	۱	۲۰/۱۵	۷۱/۱۵
				۲	۱۸/۲۱	۵۰/۴۷
				۳	۱۵/۷۶	۳۵/۴۹
				۴	۱۳/۴۹	۲۸/۰۰
۴	عربپوران ۷	۲۲۰	۴۹/۴۰	۱	۴۰/۱۸	۴۴/۸۵
				۲	۳۴/۸۰	۳۸/۸۵
				۳	۳۰/۱۲	۳۳/۱۰
				۴	۲۴/۵۷	۲۶/۸۰
				۵	۲۰/۰۹	۱۱/۵۰
۵	عربپوران ۳	۲۵۰	۴۳/۴۰	۱	۴۰/۹۷	۵۹/۹۵
				۲	۳۵/۲۴	۵۰/۹۲
				۳	۳۱/۷۳	۴۱/۷۷
				۴	۲۷/۱۷	۳۳/۹۸
				۵	۲۳/۱۷	۲۷/۰۰
۶	قلی تپه	۱۸۵	۳۵/۵۰	۱	۲۰/۸۹	۳۴/۶۰
				۲	۱۹/۲۱	۳۰/۰۴
				۳	۱۷/۳۸	۲۵/۱۱
				۴	۱۵/۳۳	۲۰/۶۲
				۵	۱۲/۵۰	۱۷/۱۵
۷	عربپوران ۸	۱۹۱	۶۵/۵۰	۱	۴۶/۳۵	۴۵/۷۵
				۲	۳۹/۲۹	۳۹/۴۰
				۳	۳۳/۳۰	۳۲/۴۰
				۴	۲۴/۵۷	۲۳/۸۵
				۵	۱۴/۰۰	۱۳/۶۰
۸	عربپوران ۹	۲۱۲	۱۸/۵۰	۱	۴۵/۹۸	۱۵/۰۰
				۲	۴۲/۶۴	۱۳/۸۰
				۳	۳۹/۷۲	۱۲/۷۸
				۴	۳۶/۱۸	۱۱/۴۵
				۵	۳۴/۲۷	۱۰/۷۵

جدول ۴-۱- ادامه

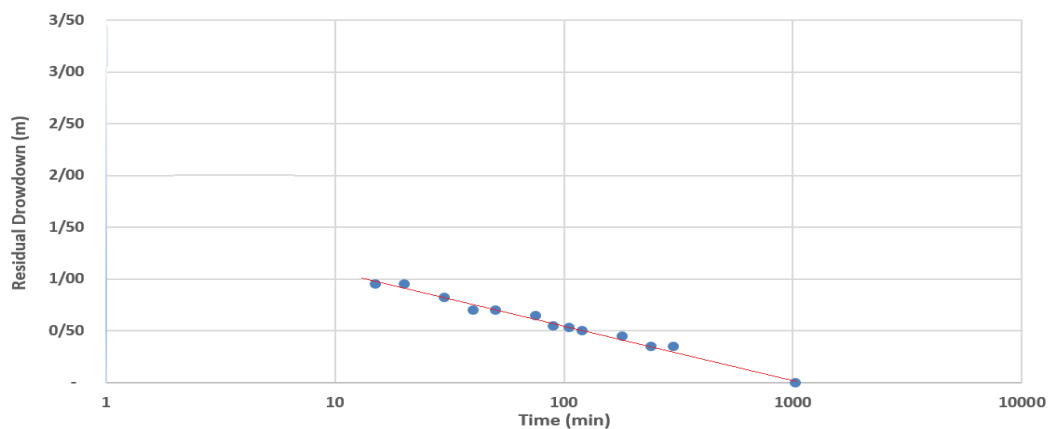
ردیف	نام چاه	عمق چاه (متر)	سطح ایستابی (متر)	شماره پله	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	افت مشاهده شده (متر)
۹	باینال ۵	۱۸۰	۳۴/۹۰	۱	۴۶/۴۰	۱۳/۵۷
				۲	۴۲/۶۱	۱۱/۴۵
				۳	۳۸/۰۲	۹/۵۸
				۴	۳۶/۲۱	۷/۸۷
۱۰	عربپوران ۵	۲۵۰	۴۲/۳۰	۱	۴۵/۲۵	۲۲/۰۰
				۲	۴۰/۱۴	۱۹/۱۲
				۳	۳۵/۷۱	۱۵/۴۵
				۴	۳۰/۶۶	۱۲/۵۶
				۵	۲۵/۹۱	۹/۳۵
				۶	۲۲/۴۴	۶/۰۰
۱۱	باینال ۱	۱۵۰	۵۳/۵۰	۱	۴۸/۸۶	۶/۰۸
				۲	۴۴/۱۶	۵/۱۵
				۳	۳۷/۵۲	۴/۲۷
				۴	۳۰/۱۲	۲/۹۸
۱۲	طوقه	۱۴۱	۵۵/۳۰	۱	۴۴/۵۴	۱۳/۲
				۲	۳۸/۸۰	۹/۷۰
				۳	۳۳/۳۰	۷/۱۶
				۴	۲۶/۵۰	۴/۸۵
۱۳	قنات ۲	۱۸۳	۳۰/۸۰	۱	۵/۳۳	۴۵/۷۲
				۲	۴/۶۰	۴۰/۵۴
				۳	۴/۱۹	۳۳/۷۴
				۴	۳/۸۸	۳۰/۲
				۵	۳/۰۷	۲۶/۷۰
۱۴	باینال ۲	۱۶۸	۵۵/۴۰	۱	۴۴/۰۰	۱۳/۱۰
				۲	۴۰/۵۹	۸/۸۵
				۳	۳۳/۸۰	۷/۷۵
				۴	۲۸/۹۷	۵/۶۰

۴-۲- حذف داده‌های پرت از آزمایشات پمپاژ

قبل از آنالیز داده‌های آزمایش پمپاژ لازم است که داده‌های آزمایش پمپاژ به لحاظ داده‌های پرت اصلاح گردد. داده‌های پرت داده‌هایی هستند که از روند کلی نمودار افت باقیمانده-زمان تبعیت نمی‌کنند و به‌طور ناگهانی مقدار افت بالاتر یا پایین از روند نمودار نشان می‌دهند. نقاط پرت معمولاً توسط پمپاژ، خطای انسانی و دستگاهی، آشفته‌گی ایجاد می‌شود. وجود داده‌های پرت باعث بوجود آمدن خطا در محاسبه قابلیت انتقال می‌شود، به همین دلیل برای جلوگیری از بروز این چنین خطاها اثر این نقاط را از بین برده و از داده‌ها حذف می‌گردد، سپس نمودار افت باقیمانده-زمان مربوطه مجدداً ترسیم می‌شود. شکل‌های (۴-۱) و (۴-۲) حذف داده‌های پرت را نشان می‌دهند.



شکل ۴-۱- نمودار افت باقیمانده-زمان چاه پمپاژ عرب بوران ۹ قبل از حذف افت چاه



شکل ۴-۲: نمودار افت باقیمانده-زمان چاه پمپاژ عرب بوران ۹ بعد از حذف افت چاه

۳-۴- تعیین معادله چاه برای چاه‌های پمپاژ

با توجه به داده‌های آزمایش‌های پمپاژ انجام شده در دشت گالیکش مقادیر B, C (ضرایب چاه) برای تمام چاه‌های پمپاژ برآورد شده‌اند که با استفاده از معادله $(S_w = BQ + CQ^2)$ و قرار دادن ضرایب چاه و دبی مورد نظر افت محاسبه شده بدست می‌آید جدول (۴-۲) این ضرایب را ارائه می‌دهد.

جدول ۴-۲- برآورد افت محاسبه شده با استفاده از ضرایب چاه

نام چاه	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	ضرایب چاه		شماره پله	مقدار افت (متر)	
		B	C		مشاهده شده	محاسبه شده
املاک ۳	۳۲/۸۱	$1/005 \times 10^{-1}$	$3/6 \times 10^{-5}$	۱	۹/۶۵	۳/۳۴
	۲۸/۴۱			۲	۹/۴۰	۲/۸۹
	۲۴/۵۷			۳	۵/۲۶	۲/۴۹
	۱۹/۱۶			۴	۵/۰۰	۱/۹۴
عرب بوران ۲	۴۲/۵۶	$1/196 \times 10^{-1}$	$9/0 \times 10^{-6}$	۱	۱۸/۱۲	۵/۱۱
	۳۸/۴۳			۲	۱۶/۵۸	۴/۶۱
	۳۳/۲۸			۳	۱۴/۶۲	۳/۹۹
	۲۷/۷۸			۴	۱۲/۴۸	۳/۳۳
	۲۱/۶۸			۵	۹/۵۲	۲/۶۰
	۱۴/۱۸			۶	۵/۹۲	۱/۷۰
گالیکش ۷	۲۰/۱۵	$2/144 \times 10^{-1}$	$1/3 \times 10^{-2}$	۱	۷۱/۱۵	۹/۴۱
	۱۸/۲۱			۲	۵۰/۴۷	۸/۰۷
	۱۵/۷۶			۳	۳۵/۴۹	۶/۵۰
	۱۳/۴۹			۴	۲۸/۰۰	۵/۱۸
عرب بوران ۷	۴۰/۱۸	$2/281 \times 10^{-1}$	$8/0 \times 10^{-4}$	۱	۴۴/۸۵	۱۲/۶۳
	۳۴/۸۰			۲	۳۸/۸۵	۱۰/۷۹
	۳۰/۱۲			۳	۳۳/۱۰	۹/۲۲
	۲۴/۵۷			۴	۲۶/۸۰	۷/۴۱
	۲۰/۰۹			۵	۱۱/۵۰	۵/۹۹

جدول ۴-۲- ادامه

مقدار افت (متر)		شماره پله	ضرایب چاه		دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	نام چاه
محاسبه شده	مشاهده شده		C	B		
۱۱/۱۰	۵۹/۹۵	۱	$1/4 \times 10^{-3}$	$2/136 \times 10^{-1}$	۴۰/۹۷	عرب بوران ۳
۹/۲۷	۵۰/۹۲	۲			۳۵/۲۴	
۸/۱۹	۴۱/۷۷	۳			۳۱/۷۳	
۶/۸۴	۳۳/۹۸	۴			۲۷/۱۷	
۵/۷۰	۲۷/۰۰	۵			۲۳/۱۷	
۳/۷۴	۱۵/۰۰	۱	$1/0 \times 10^{-5}$	$7/770 \times 10^{-2}$	۴۵/۹۸	عرب بوران ۹
۳/۴۶	۱۳/۸۰	۲			۴۲/۶۴	
۳/۲۱	۱۲/۷۸	۳			۳۹/۷۲	
۲/۹۱	۱۱/۴۵	۴			۳۶/۱۸	
۲/۷۶	۱۰/۷۵	۵			۳۴/۲۷	
۴/۲۰	۱۳/۲	۱	$1/9 \times 10^{-5}$	$1/599 \times 10^{-2}$	۴۴/۵۴	طوقه
۳/۶۱	۹/۷۰	۲			۳۸/۸۰	
۳/۰۷	۷/۱۶	۳			۳۳/۳۰	
۲/۴۱	۴/۸۵	۴			۲۶/۵۰	
۱۲/۴۵	۴۵/۷۵	۱	$6/0 \times 10^{-5}$	$2/658 \times 10^{-1}$	۴۶/۳۵	عرب بوران ۸
۱۰/۵۴	۳۹/۴۰	۲			۳۹/۲۹	
۸/۹۲	۳۲/۴۰	۳			۳۳/۳۰	
۶/۵۷	۲۳/۸۵	۴			۲۴/۵۷	
۳/۷۳	۱۳/۶۰	۵			۱۴/۰۰	
۱۲/۰۸	۲۶/۷۰	۱	$6/4 \times 10^{-3}$	$2/232 \times 10^{-1}$	۳/۰۷	قنات ۲
۱۰/۴۰	۴۵/۷۲	۲			۵/۳۳	
۹/۴۶	۴۰/۵۴	۳			۴/۶۰	
۸/۷۶	۳۳/۷۴	۴			۴/۱۹	
۶/۹۱	۳۰/۲	۵			۳/۸۸	

جدول ۴-۲- ادامه

نام چاه	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	ضرایب چاه		شماره پله	مقدار افت (متر)	
		C	B		مشاهده شده	محاسبه شده
باینال ۵	۴۶/۴۰	$2/8 \times 10^{-4}$	$3/365 \times 10^{-2}$	۱	۱۳/۵۷	۳/۵۶
	۴۲/۶۱			۲	۱۱/۴۵	۳/۲۳
	۳۸/۰۲			۳	۹/۵۸	۲/۸۳
	۳۶/۲۱			۴	۷/۸۷	۲/۶۷۶
عرب بوران ۵	۴۵/۲۵	$7/0 \times 10^{-4}$	$2/990 \times 10^{-2}$	۱	۲۲/۰۰	۲/۷۹
	۴۰/۱۴			۲	۱۹/۱۲	۲/۳۳
	۳۵/۷۱			۳	۱۵/۴۵	۱/۹۶
	۳۰/۶۶			۴	۱۲/۵۶	۱/۵۷
	۲۵/۹۱			۵	۹/۳۵	۱/۲۴
	۲۲/۴۴			۶	۶/۰۰	۱/۰۲
باینال ۱	۴۸/۸۶	$5/6 \times 10^{-5}$	$2/914 \times 10^{-2}$	۱	۶/۰۸	۱/۵۶
	۴۴/۱۶			۲	۵/۱۵	۱/۴۰
	۳۷/۵۲			۳	۴/۲۷	۱/۱۷
	۳۰/۱۲			۴	۲/۹۸	۰/۹۳
قلی تپه	۲۰/۸۹	$2/8 \times 10^{-3}$	$2/377 \times 10^{-1}$	۱	۳۴/۶۰	۶/۱۹
	۱۹/۲۱			۲	۳۰/۰۴	۵/۵۶
	۱۷/۳۸			۳	۲۵/۱۱	۴/۹۸
	۱۵/۳۳			۴	۲۰/۶۲	۴/۳۰
	۱۲/۵۰			۵	۱۷/۱۵	۳/۴۰
باینال ۲	۴۴/۰۰	$9/1 \times 10^{-5}$	$4/754 \times 10^{-2}$	۱	۱۳/۱۰	۲/۲۷
	۴۰/۵۹			۲	۸/۸۵	۲/۰۸
	۳۳/۸۰			۳	۷/۷۵	۱/۷۱
	۲۸/۹۷			۴	۵/۶۰	۱/۴۵

۴-۴- مقایسه مقادیر افت کل محاسبه شده و مشاهده شده و صحت‌سنجی داده‌ها

به منظور مقایسه مقادیر افت محاسبه شده با مقادیر افت مشاهده شده، مقدار خطای نسبی حاصل از افت مشاهده شده با مقدار افت محاسبه شده با استفاده از معادله چاه برآورد، و درصد خطای نسبی آن‌ها محاسبه شده است. جدول (۳-۴) مقادیر افت محاسبه شده و مشاهده شده در مرحله برگشت آزمایش پمپاژ را نشان می‌دهد و درصد خطای نسبی آن‌ها از ۶۳ تا ۱۶۳ درصد متغیر است. بنابراین، چنین استنباط می‌شود که نتایج ارائه شده به دلیل درصد خطای بالا قابل اعتماد نمی‌باشند.

جدول ۴-۳- مقایسه میزان افت محاسبه شده با افت مشاهده شده

نام چاه	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	شماره پله	مقدار افت (متر)		خطای نسبی (درصد)
			مشاهده شده	محاسبه شده	
املاک ۳	۳۲/۸۱	۱	۹/۶۵	۳/۳۴	۹۷
	۲۸/۴۱	۲	۹/۴۰	۲/۸۹	۱۰۶
	۲۴/۵۷	۳	۵/۲۶	۲/۴۹	۷۱
	۱۹/۱۶	۴	۵/۰۰	۱/۹۴	۸۸
عرب بوران ۲	۴۲/۵۶	۱	۱۸/۱۲	۵/۱۱	۱۱۲
	۳۸/۴۳	۲	۱۶/۵۸	۴/۶۱	۱۱۳
	۳۳/۲۸	۳	۱۴/۶۲	۳/۹۹	۱۱۴
	۲۷/۷۸	۴	۱۲/۴۸	۳/۳۳	۱۱۶
	۲۱/۶۸	۵	۹/۵۲	۲/۶۰	۱۱۴
	۱۴/۱۸	۶	۵/۹۲	۱/۷۰	۱۱۱
طوقه	۴۴/۵۴	۱	۱۳/۲	۴/۲۰	۱۰۳
	۳۸/۸۰	۲	۹/۷۰	۳/۶۱	۹۲
	۳۳/۳۰	۳	۷/۱۶	۳/۰۷	۶۴
	۲۶/۵۰	۴	۴/۸۵	۲/۴۱	۶۷
	۴۶/۴۰	۱	۱۳/۵۷	۳/۵۶	۱۱۷
باینال ۵	۴۲/۶۱	۲	۱۱/۴۵	۳/۲۳	۱۱۲
	۳۸/۰۲	۳	۹/۵۸	۲/۸۳	۱۱۱
	۳۶/۲۱	۴	۷/۸۷	۲/۶۷۶	۹۹

جدول ادامه ۴-۳

خطای نسبی (درصد)	مقدار افت (متر)		شماره پله	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	نام چاه
	محاسبه شده	مشاهده شده			
۱۲۵	۱/۵۶	۶/۰۸	۱	۴۸/۸۶	باینال ۱
۱۱۵	۱/۴۰	۵/۱۵	۲	۴۴/۱۶	
۱۱۴	۱/۱۷	۴/۲۷	۳	۳۷/۵۲	
۱۰۵	۰/۹۳	۲/۹۸	۴	۳۰/۱۲	
۱۴۱	۲/۲۷	۱۳/۱۰	۱	۴۴/۰۰	باینال ۲
۱۲۴	۲/۰۸	۸/۸۵	۲	۴۰/۵۹	
۱۲۸	۱/۷۱	۷/۷۵	۳	۳۳/۸۰	
۱۱۸	۱/۴۵	۵/۶۰	۴	۲۸/۹۷	
۱۵۳	۹/۴۱	۷۱/۱۵	۱	۲۰/۱۵	گالیکش ۷
۱۴۵	۸/۰۷	۵۰/۴۷	۲	۱۸/۲۱	
۱۳۸	۶/۵۰	۳۵/۴۹	۳	۱۵/۷۶	
۱۳۸	۵/۱۸	۲۸/۰۰	۴	۱۳/۴۹	
۱۲۰	۳/۷۴	۱۵/۰۰	۱	۴۵/۹۸	عرب بوران ۹
۱۲۰	۳/۴۶	۱۳/۸۰	۲	۴۲/۶۴	
۱۲۰	۳/۲۱	۱۲/۷۸	۳	۳۹/۷۲	
۱۱۹	۲/۹۱	۱۱/۴۵	۴	۳۶/۱۸	
۱۱۹	۲/۷۶	۱۰/۷۵	۵	۳۴/۲۷	
۱۱۲	۱۲/۶۳	۴۴/۸۵	۱	۴۰/۱۸	عرب بوران ۷
۱۱۳	۱۰/۷۹	۳۸/۸۵	۲	۳۴/۸۰	
۱۱۳	۹/۲۲	۳۳/۱۰	۳	۳۰/۱۲	
۱۱۳	۷/۴۱	۲۶/۸۰	۴	۲۴/۵۷	
۶۳	۵/۹۹	۱۱/۵۰	۵	۲۰/۰۹	
۱۳۸	۱۱/۱۰	۵۹/۹۵	۱	۴۰/۹۷	عرب بوران ۳
۱۳۸	۹/۲۷	۵۰/۹۲	۲	۳۵/۲۴	
۱۳۴	۸/۱۹	۴۱/۷۷	۳	۳۱/۷۳	
۱۳۳	۶/۸۴	۳۳/۹۸	۴	۲۷/۱۷	
۱۳۰	۵/۷۰	۲۷/۰۰	۵	۲۳/۱۷	

جدول ادامه ۴-۳

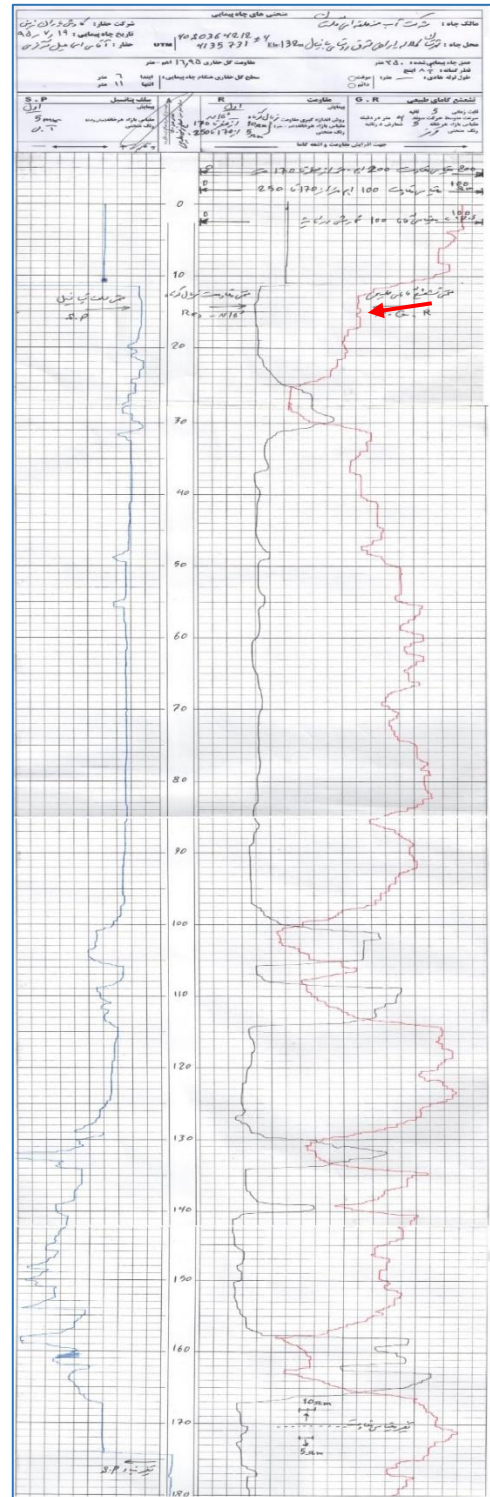
نام چاه	دبی پمپاژ (لیتر بر ثانیه)	شماره پله	مقدار افت (متر)		خطای نسبی (درصد)
			مشاهده شده	محاسبه شده	
قلی تپه	۲۰/۸۹	۱	۳۴/۶۰	۶/۱۹	۱۶۳
	۱۹/۲۱	۲	۳۰/۰۴	۵/۵۶	۱۳۸
	۱۷/۳۸	۳	۲۵/۱۱	۴/۹۸	۱۳۴
	۱۵/۳۳	۴	۲۰/۶۲	۴/۳۰	۱۳۱
	۱۲/۵۰	۵	۱۷/۱۵	۳/۴۰	۱۳۴
عرب بوران ۸	۴۶/۳۵	۱	۴۵/۷۵	۱۲/۴۵	۱۱۴
	۳۹/۲۹	۲	۳۹/۴۰	۱۰/۵۴	۱۱۶
	۳۳/۳۰	۳	۳۲/۴۰	۸/۹۲	۱۱۴
	۲۴/۵۷	۴	۲۳/۸۵	۶/۵۷	۱۱۴
	۱۴/۰۰	۵	۱۳/۶۰	۳/۷۳	۱۱۴
قنات ۲	۵/۳۳	۱	۴۵/۷۲	۱۱۸۹۶/۷۴	۱۱۶
	۴/۶۰	۲	۴۰/۵۴	۱۰۲۶۷/۳۳	۱۱۸
	۴/۱۹	۳	۳۳/۷۴	۹۳۵۲/۱۹	۱۱۲
	۳/۸۸	۴	۳۰/۲	۸۶۶۰/۲۶	۱۱۰
	۳/۰۷	۵	۲۶/۷۰	۶۸۵۲/۳۰	۱۱۸
عرب بوران ۵	۴۵/۲۵	۱	۲۲/۰۰	۲/۷۹	۱۵۵
	۴۰/۱۴	۲	۱۹/۱۲	۲/۳۳	۱۵۷
	۳۵/۷۱	۳	۱۵/۴۵	۱/۹۶	۱۵۵
	۳۰/۶۶	۴	۱۲/۵۶	۱/۵۷	۱۵۶
	۲۵/۹۱	۵	۹/۳۵	۱/۲۴	۱۵۳

۵- اصلاح لاگ‌های لیتولوژیکی با استفاده از داده‌های کاروتاژ

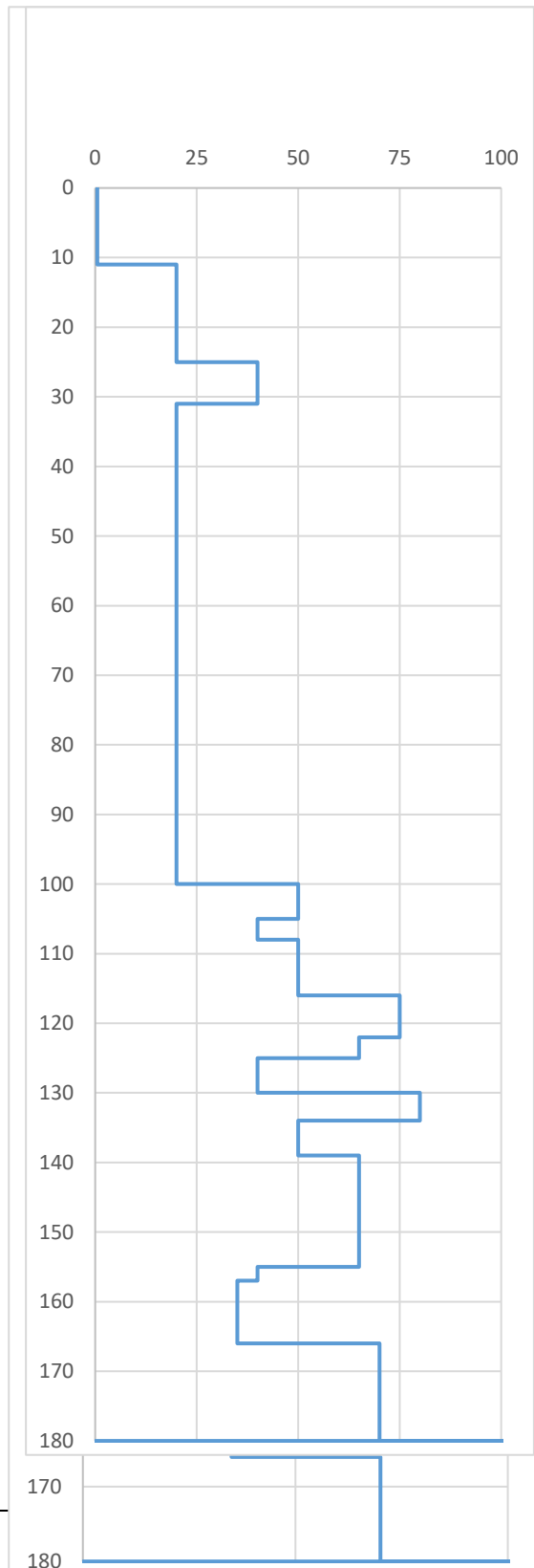
در این بخش سعی بر آن است که بتوان با استفاده از لاگ ژئوالکتریک صحت و اعتبار لاگ‌های لیتولوژیکی چاه را مورد ارزیابی قرار داد. بدلیل روش نمونه برداری و نوع حفاری (روتاری) و احتمال مخلوط شدن کاتینگ‌های حفاری شده در عمق مورد نظر با واریزه‌های طبقات فوقانی و

نیز وجود خطای انسانی در حین نمونه برداری و تنظیم نبودن غلظت سیال حفاری می تواند نتایج استنتاج شده از لاگ لیتولوژیکی را دچار نقص کند برای این منظور اقدام به اصلاح لاگ های لیتولوژیکی با استفاده از لاگ های ژئوالکتریک (کاروتاژ) می گردد. به دلیل حساسیت بالای دستگاه کاروتاژ و ناهمگنی های جزئی سفره، نوساناتی در لاگ ها به صورت موضعی مشاهده می شوند که تفسیر آن را به مراتب مشکل می نماید. برای این مهم و کاربردی تر شدن این لاگ ها همگن سازی آنها انجام گردید به این ترتیب که در شکل (۳-۴) مشاهده می گردد نمودار گامای طبیعی اصلاح شده را در مقابل نمودار گامای طبیعی کاروتاژ (قبل از اصلاح) را نشان می دهد و در شکل (۴-۴) نمودار مقاومت ویژه اصلاح شده را در برابر نمودار مقاومت ویژه کاروتاژ (قبل از اصلاح) نشان می دهد که بیانگر حذف جزئیات و حساسیت ها گردیده است. شکل های (۴-۵) تا (۴-۱۷) نمودار گامای طبیعی و مقاومت ویژه چاه های مورد تحقیق را نمایش می دهد و جدول های (۴-۴) تا (۴-۱۸) لاگ های لیتولوژیکی اصلاح شده با نمودارهای کاروتاژ را ارائه می دهد.

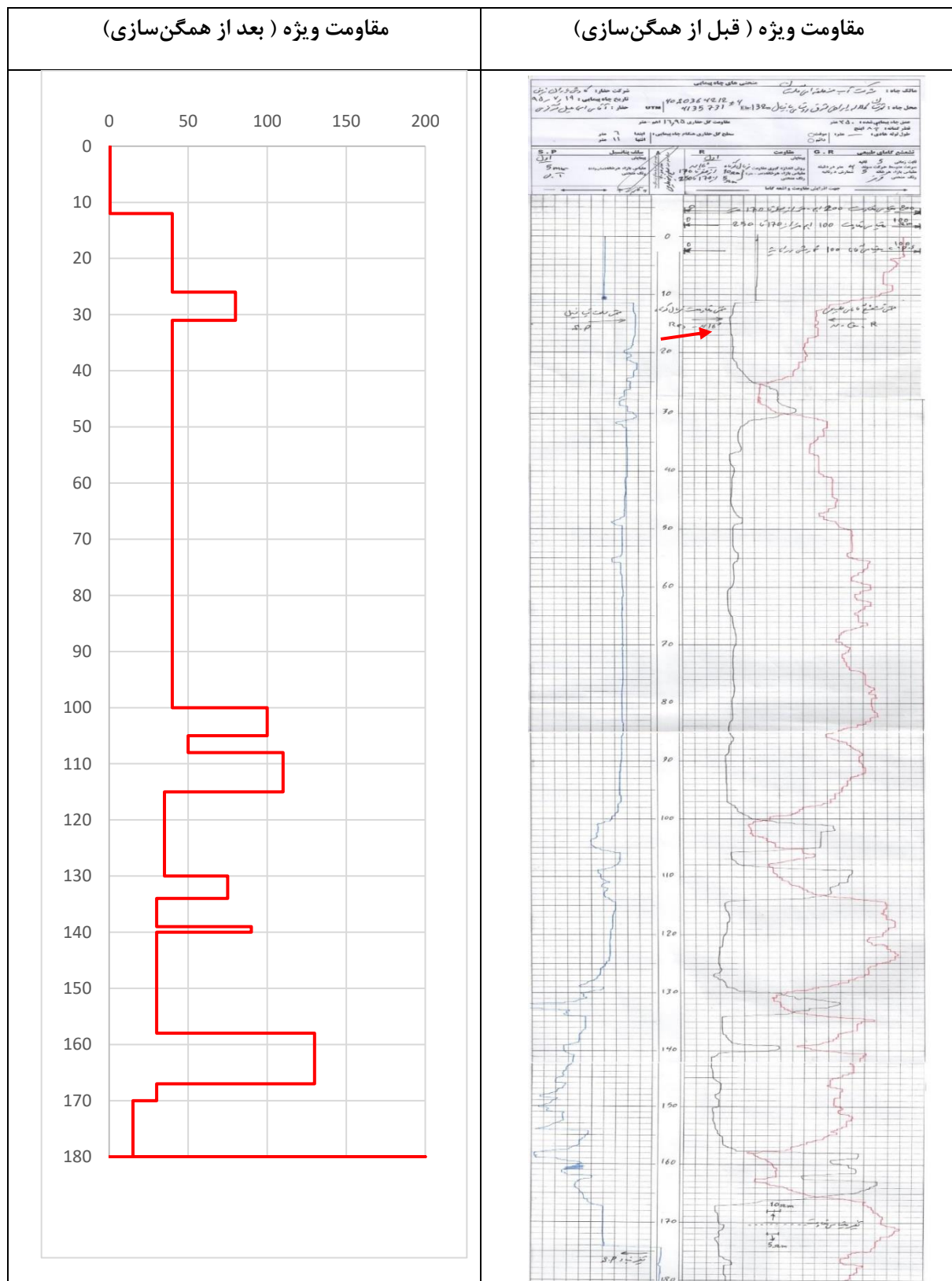
گامای طبیعی (قبل از همگن سازی)



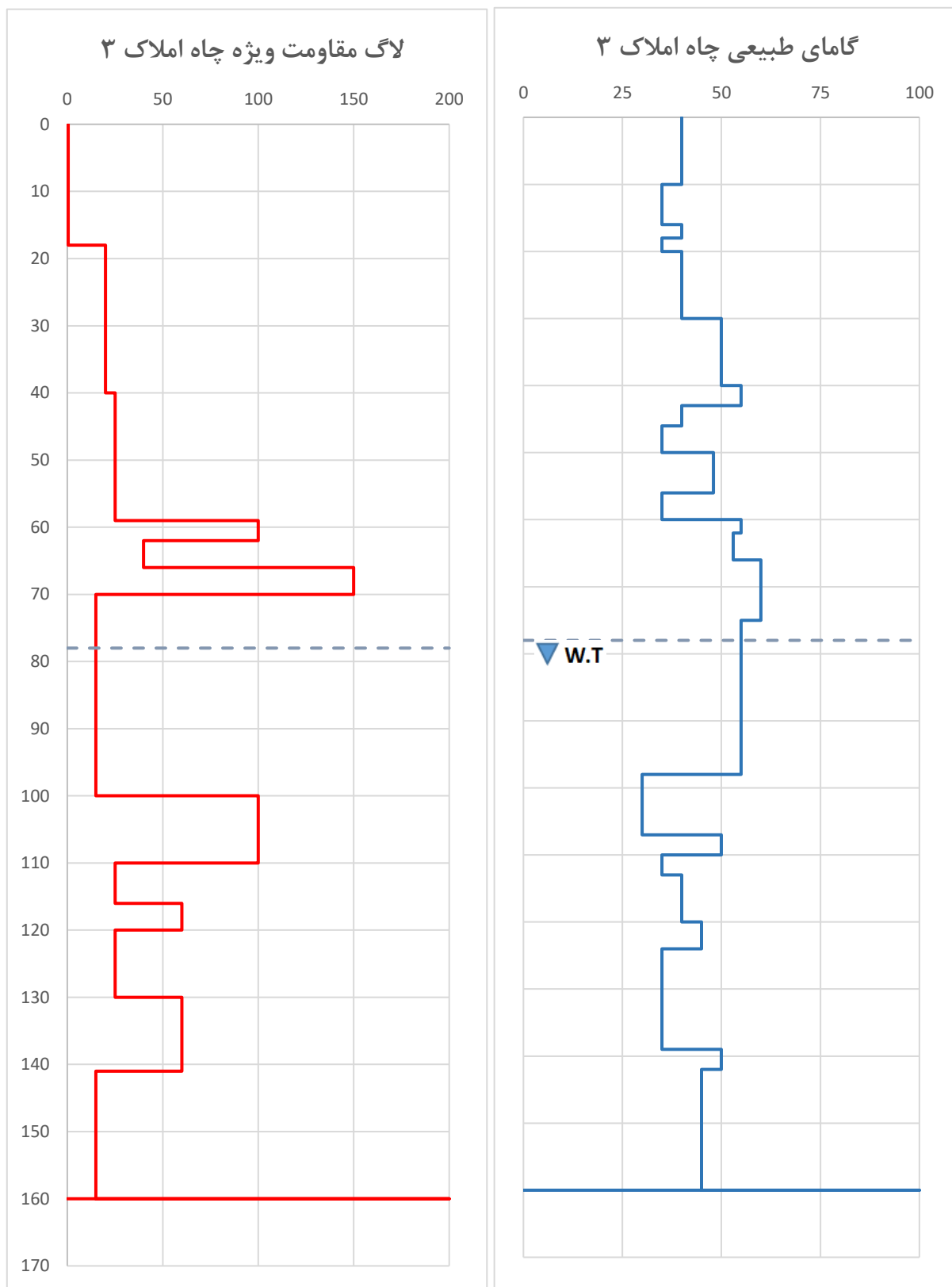
گامای طبیعی (بعد از همگن سازی)



شکل ۴-۳- نمونه‌ای از نمودار گامای



شکل ۴-۴- نمونه‌ای از نمودار مقاومت ویژه قبل و بعد از همگن سازی

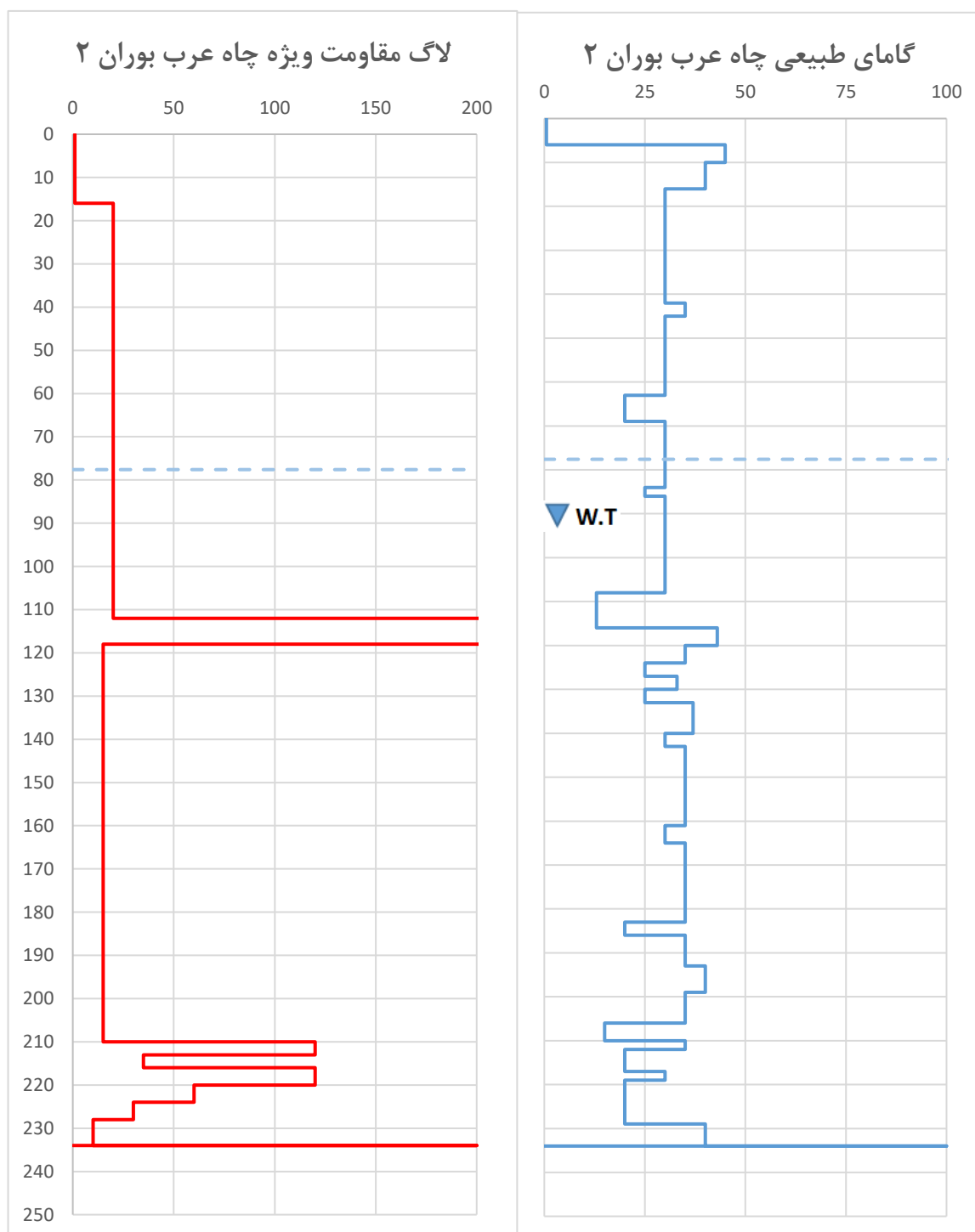


شکل ۴-۵- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه املاک ۳

جدول ۴-۴- لاگ لیتولوژیکی چاه املاک ۳

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
رس سیلتی + ماسه دانه ریز	۳۰	۰
ماسه ریز + رس دانه ریز	۵۱	۳۰
رس ماسه دار + رس	۵۷	۵۱
ماسه رس دار + ماسه دانه ریز	۶۳	۵۷
شن + ماسه دانه ریز تا دانه درشت	۶۶	۶۳
شن + ماسه + خرده سنگ	۷۲	۶۶
مخلوط رس + سیلت + ماسه دانه ریز	۷۵	۷۲
رس + رس سیلتی + ماسه دانه ریز	۷۸	۷۵
رس + رس سیلتی + ماسه دانه ریز	۱۰۲	۷۸
مخلوط شن + ماسه درشت + اندکی سیلت	۱۱۱	۱۰۲
رس	۱۱۷	۱۱۱
سیلت + رس + ماسه خیلی ریز	۱۲۳	۱۱۷
رس + سیلت جزئی	۱۲۹	۱۲۳
شن + ماسه دانه ریز	۱۴۱	۱۲۹
رس + سیلت رس دار	۱۶۰	۱۴۱

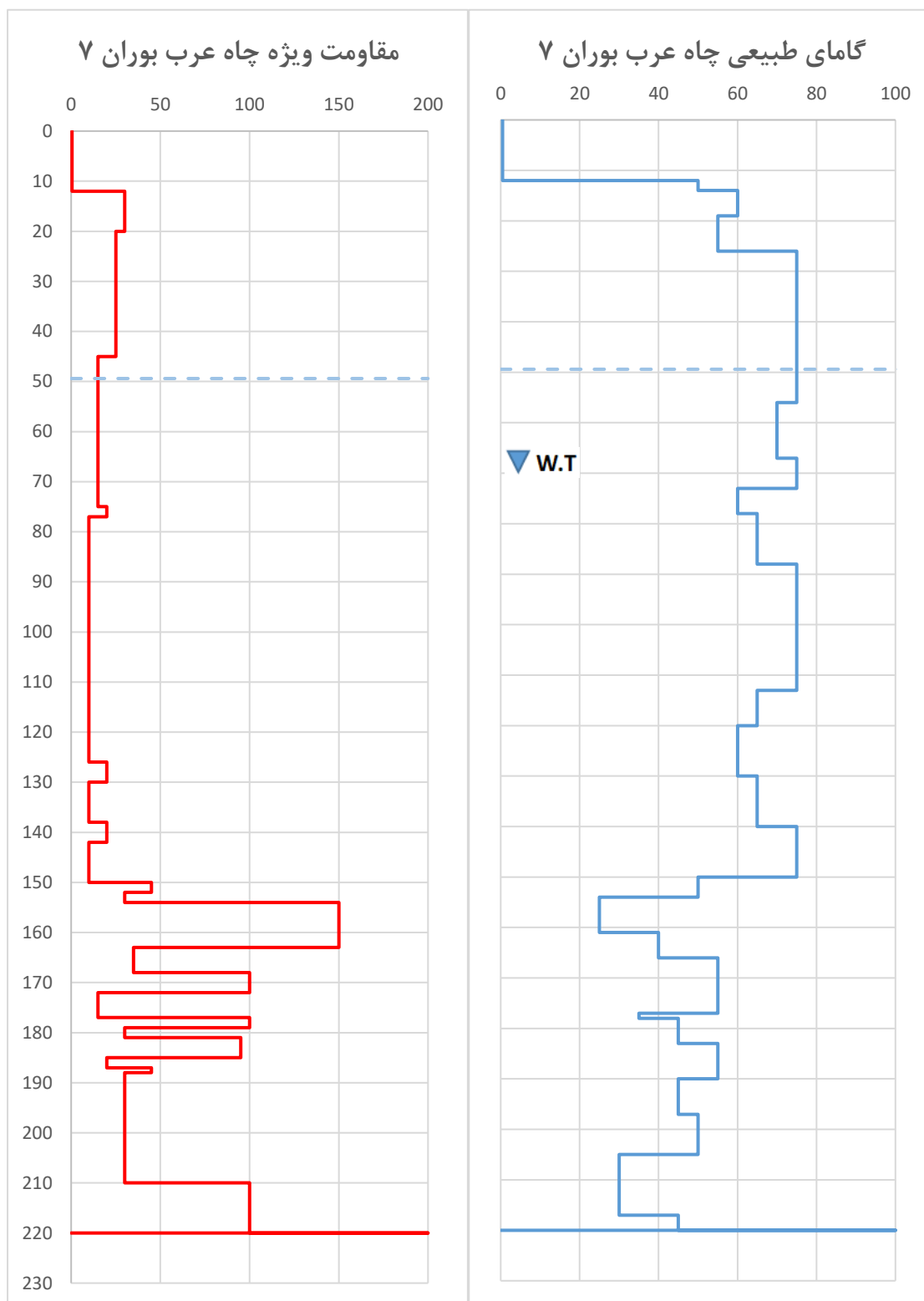
چاه عرب بوران ۲



شکل ۴-۶- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه عرب بوران ۲

جدول ۴-۵- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۲

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
رس + سیلت	۱۵	۰
سیلت + رس + ماسه بسیار دانه ریز	۷۸	۱۵
سیلت + رس + ماسه بسیار دانه ریز	۱۱۱	۷۸
شن + خرده سنگ + قلوه سنگ	۱۱۷	۱۱۱
رس + سیلت جزئی	۲۱۰	۱۱۷
شن + ماسه دانه متوسط	۲۱۳	۲۱۰
رس + سیلت	۲۱۶	۲۱۳
شن + ماسه + قلوه سنگ	۲۱۹	۲۱۶
ماسه رس دار + سیلت + شن ریز	۲۲۸	۲۱۹
رس با چسبندگی زیاد	۲۳۴	۲۲۸

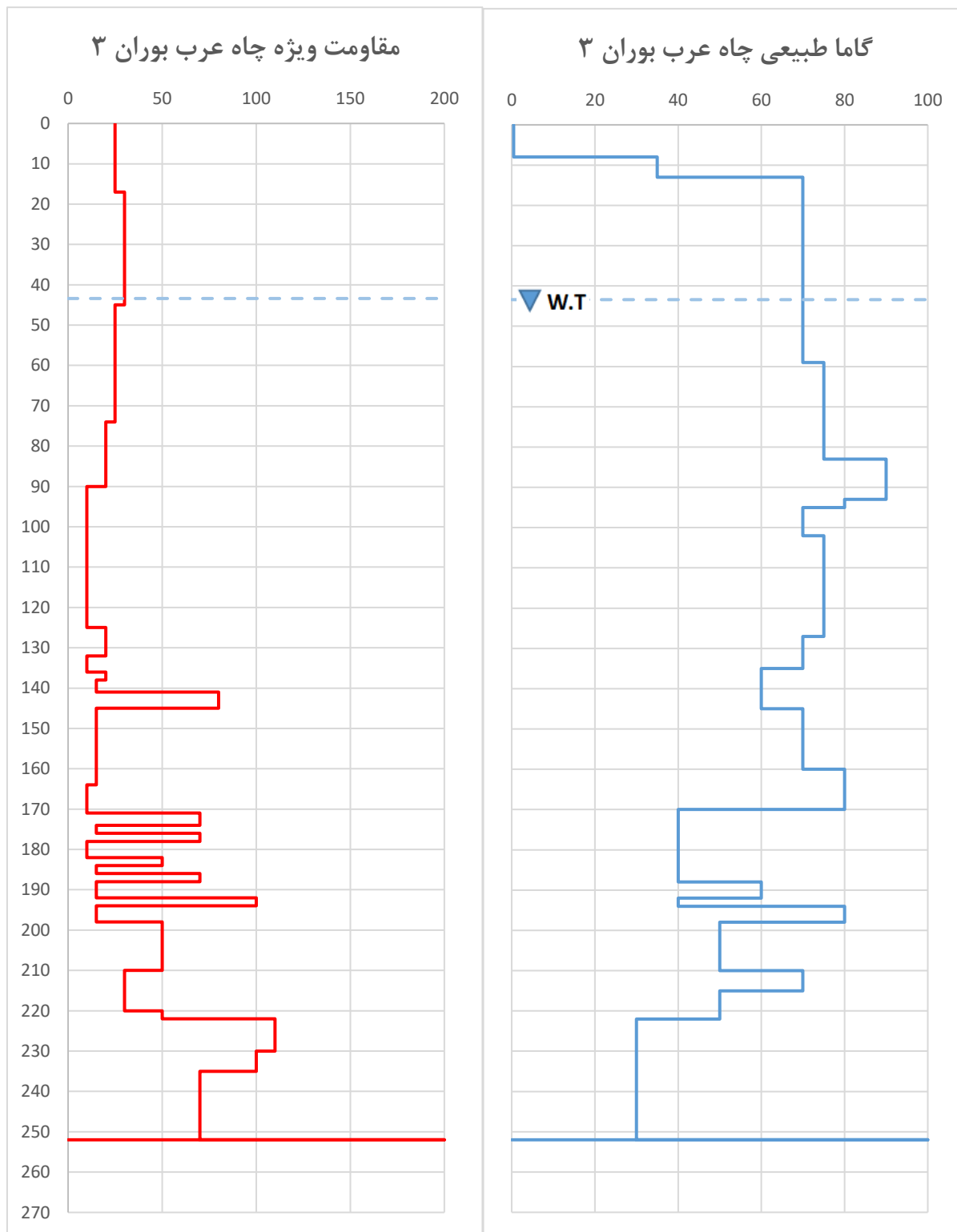


شکل ۴-۷- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه عرب بوران ۷

جدول ۴-۶- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۷

از عمق (متر)	تا عمق (متر)	شرح رسوبات
۰	۲۶	ماسه ریز+ رس
۲۶	۴۸	رس + ماسه خیلی دانه ریز+سیلت
۴۸	۵۱	عمدتاً سیلت + رس
۵۱	۷۵	عمدتاً سیلت + رس
۷۵	۷۸	ماسه ریز + سیلت + رس
۷۸	۱۳۲	رس+ ماسه خیلی دانه ریز
۱۳۲	۱۳۵	مخلوطی ماسه ریز تا متوسط
۱۳۵	۱۳۸	مخلوطی ماسه متوسط + رس جزئی
۱۳۸	۱۴۱	ماسه درشت + شن درشت + خرده سنگ
۱۴۱	۱۵۰	مخلوطی ماسه ریز تا متوسط
۱۵۰	۱۶۲	مخلوطی ماسه ریز تا متوسط
۱۶۲	۱۶۵	ماسه درشت + شن درشت + اندکی رس
۱۶۵	۱۶۸	عمدتاً سیلت + رس
۱۶۸	۱۷۱	ماسه ریز + ماسه نسبی درشت
۱۷۱	۱۷۴	عمدتاً سیلت + رس
۱۷۴	۱۸۴	مخلوط ماسه و شن درشت + قلوه سنگ
۱۸۴	۱۹۸	رس + ماسه خیلی دانه ریز
۱۹۸	۲۰۱	سیلت + اندکی رس
۲۰۱	۲۰۴	سیلت + رس
۲۰۴	۲۱۰	ماسه ریز + ماسه نسبی درشت
۲۱۰	۲۲۰	رس + ماسه خیلی دانه ریز

چاه عرب بوران ۳

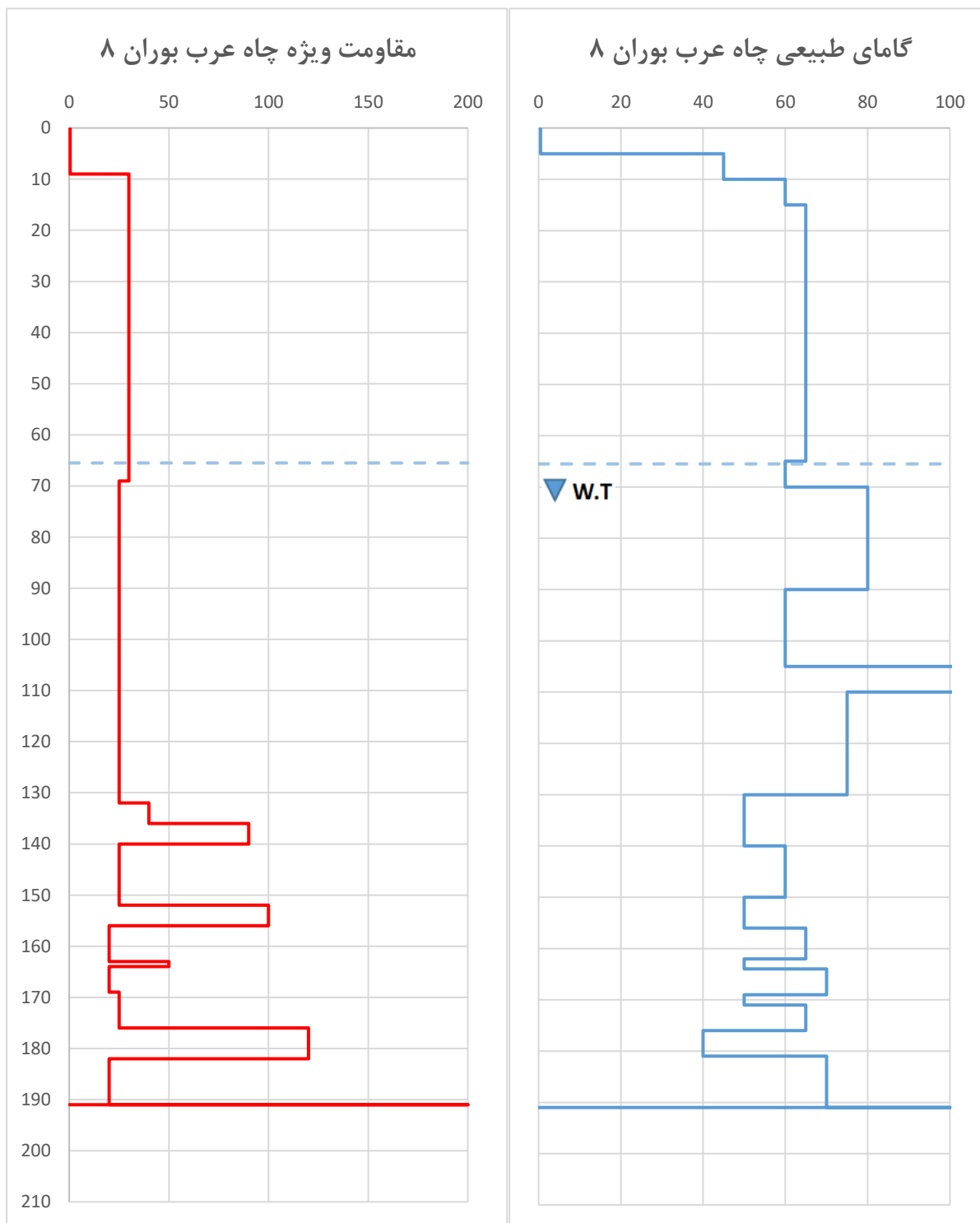


شکل ۴-۸- منحنی مقاومت ویژه و گامای طبیعی چاه عرب بوران ۳

جدول ۴-۷- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۳

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
ماسه ریز سیلتی + رس ماسه دار	۴۴	۰
ماسه ریز سیلتی + رس ماسه دار	۸۴	۴۴
سیلت + رس	۱۲۶	۸۴
ماسه دانه ریز + رس	۱۳۰	۱۲۶
سیلت + رس	۱۴۱	۱۳۰
قلوه سنگ + شن درشت + ماسه درشت	۱۴۵	۱۴۱
ماسه ریز سیلتی + سیلت + رس	۱۶۸	۱۴۵
شن درشت + ماسه درشت	۱۷۴	۱۶۸
قلوه سنگ + شن درشت	۱۷۸	۱۷۴
ماسه دانه ریز + رس	۱۸۶	۱۷۸
قلوه سنگ + شن درشت	۱۸۹	۱۸۶
ماسه دانه ریز + رس	۱۹۲	۱۸۹
قلوه سنگ + شن درشت	۱۹۴	۱۹۲
سیلت + رس	۱۹۸	۱۹۴
ماسه درشت + شن ریز	۲۰۰	۱۹۸
سیلت + رس	۲۰۱	۲۰۰
ماسه دانه درشت + شن	۲۱۰	۲۰۱
رس + ماسه خیلی دانه ریز پایین	۲۲۲	۲۱۰
قلوه سنگ + خرده سنگ + شن درشت	۲۵۲	۲۲۲

چاه عرب بوران ۸

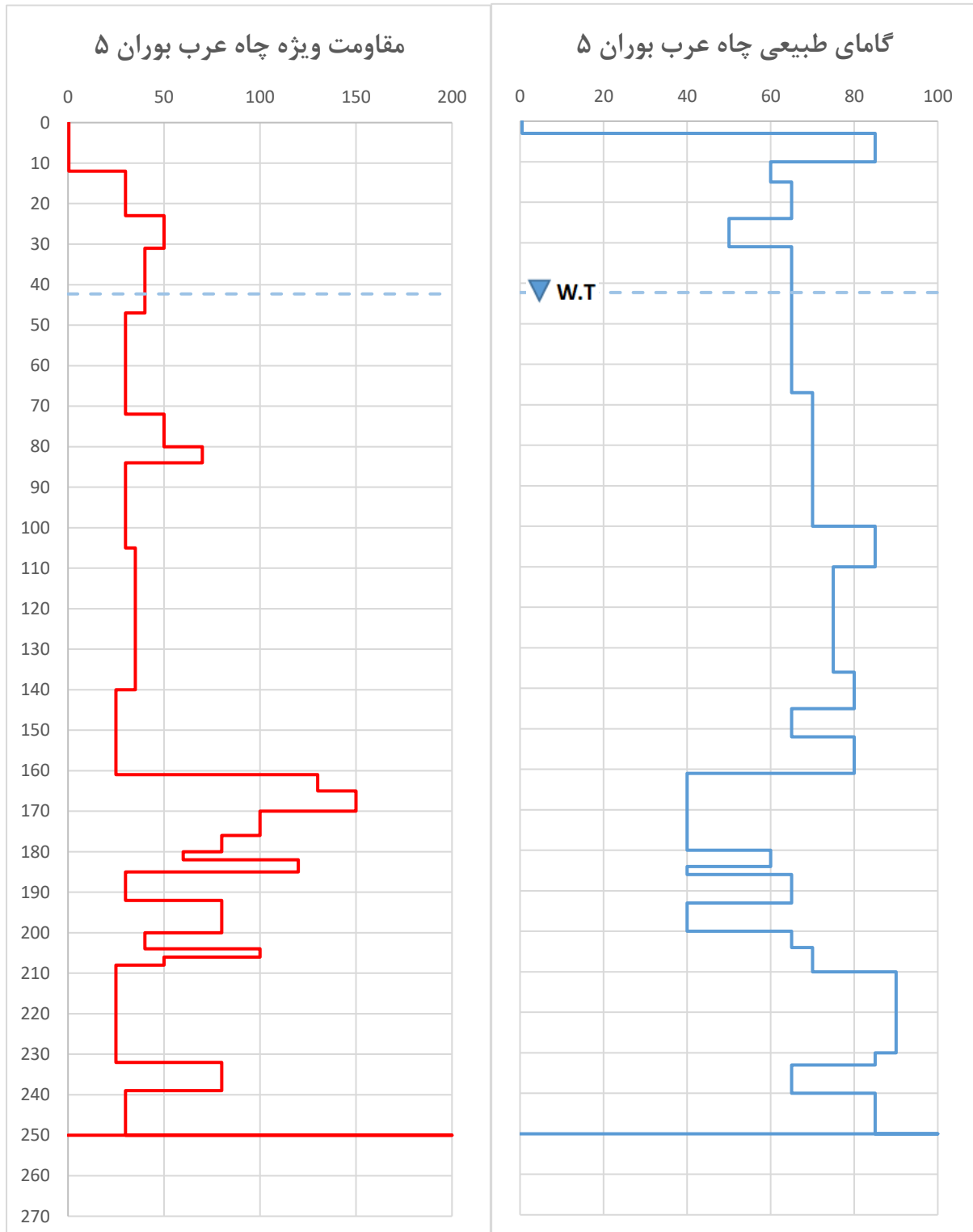


شکل ۴-۹- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه عرب بوران ۸

جدول ۴-۸- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۸

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
سیلت + رس	۶۶	۰
ماسه درشت + رس ناچیز	۶۹	۶۶
رس + سیلت	۱۰۵	۶۹
رس	۱۱۱	۱۰۵
سیلت + رس	۱۳۲	۱۱۱
ماسه نسبتاً درشت + ماسه درشت	۱۳۸	۱۳۲
ماسه ریز + سیلت	۱۵۱	۱۳
ماسه درشت + قلوه سنگ	۱۵۶	۱۵۱
ماسه ریز + رس	۱۶۱	۱۵۶
ماسه نسبتاً درشت + رس	۱۶۴	۱۶۱
رس + سیلت	۱۶۸	۱۶۴
عمدتاً سیلت + رس	۱۷۷	۱۶۸
قلوه سنگ + ماسه درشت	۱۸۳	۱۷۷
سیلت + رس	۱۹۷	۱۸۳
ماسه دانه ریز + رس	۱۹۱	۱۹۷

چاه عرب بوران ۵

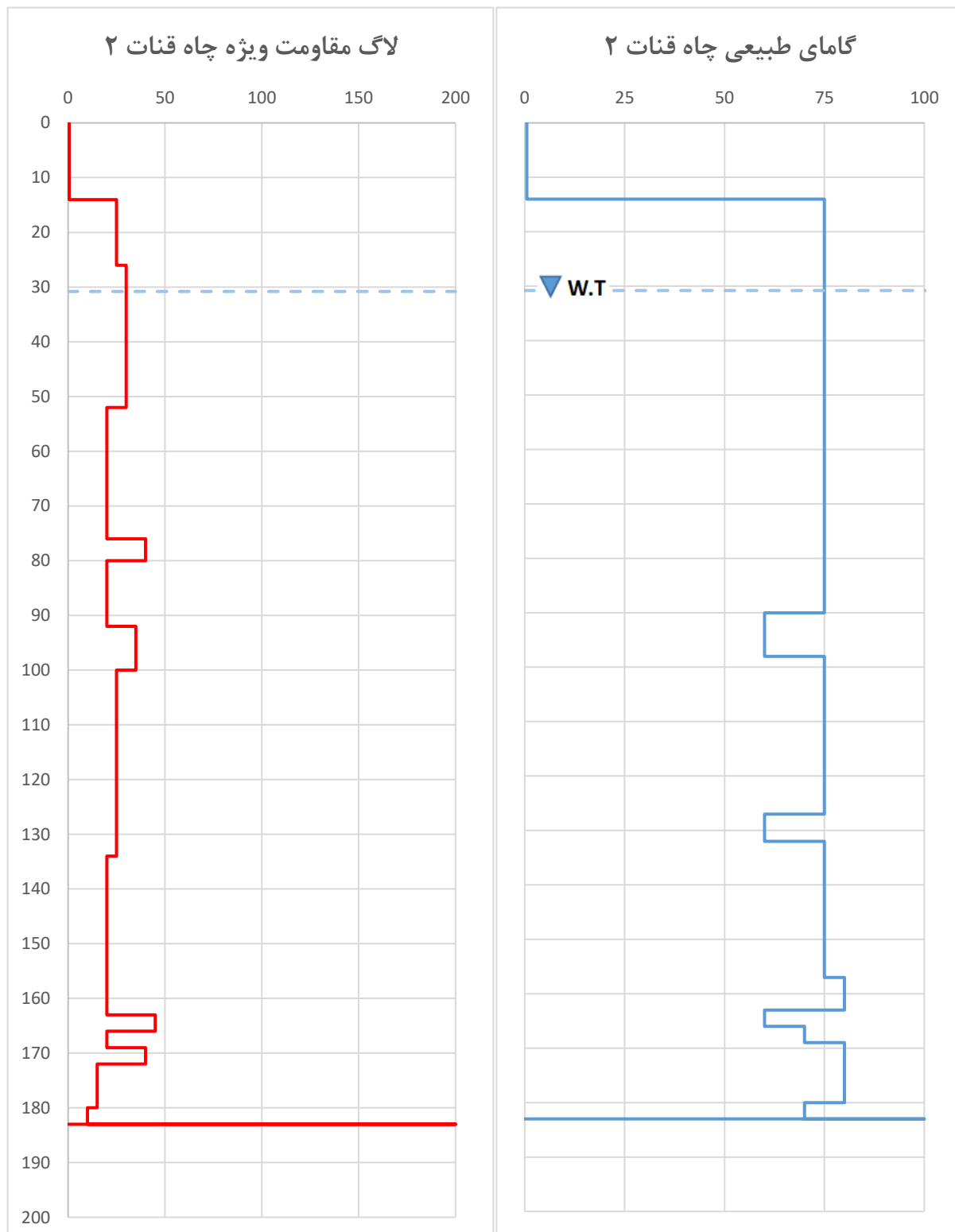


شکل ۴-۱۰- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه عرب بوران ۵

جدول ۴-۹- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۵

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۲۴	۰
ماسه درشت + شن ریز	۳۳	۲۴
سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۶۶	۳۳
سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۷۸	۶۶
ماسه دانه درشت + شن ریز	۸۴	۷۸
سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۱۶۲	۸۴
مخلوط ماسه و شن درشت + قلوه سنگ	۱۷۹	۱۶۲
ماسه نسبتاً درشت	۱۸۲	۱۷۹
ماسه درشت	۱۸۵	۱۸۲
سیلت + رس	۱۹۳	۱۸۵
ماسه درشت + شن درشت	۱۹۹	۱۹۳
سیلت + رس	۲۰۳	۱۹۹
ماسه + شن درشت	۲۰۸	۲۰۳
سیلت + رس	۲۳۷	۲۰۸
ماسه درشت + شن درشت	۲۳۹	۲۳۷
سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۲۵۰	۲۳۹

چاه قنات ۲

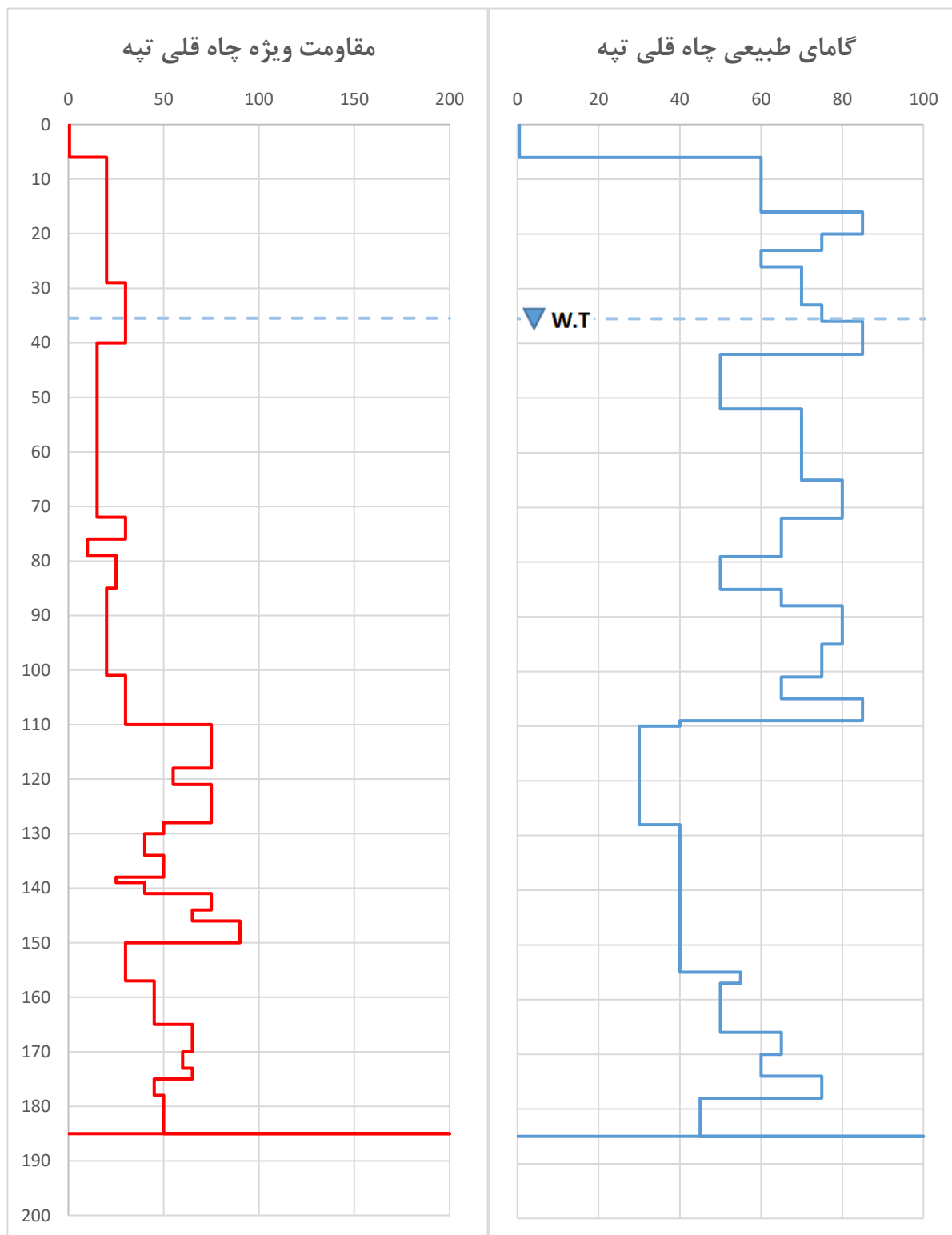


شکل ۴-۱۱- لاگ لیتولوژی چاه قنات ۲

جدول ۴- ۱۰- لاگ لیتولوژی چاه قنات ۲

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
رس + سیلت	۳۶	۰
ماسه ریز سیلتی + سیلت + رس	۴۵	۳۶
ماسه دانه ریز	۵۴	۴۵
سیلت + رس	۷۸	۵۴
سیلت + ماسه دانه ریز	۸۱	۷۸
ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۱۶۲	۸۱
ماسه درشت + خرده سنگ	۱۶۵	۱۶۲
ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۱۶۸	۱۶۵
ماسه درشت + خرده سنگ	۱۷۱	۱۶۸
ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۱۸۳	۱۷۱

چاه قلی تپه

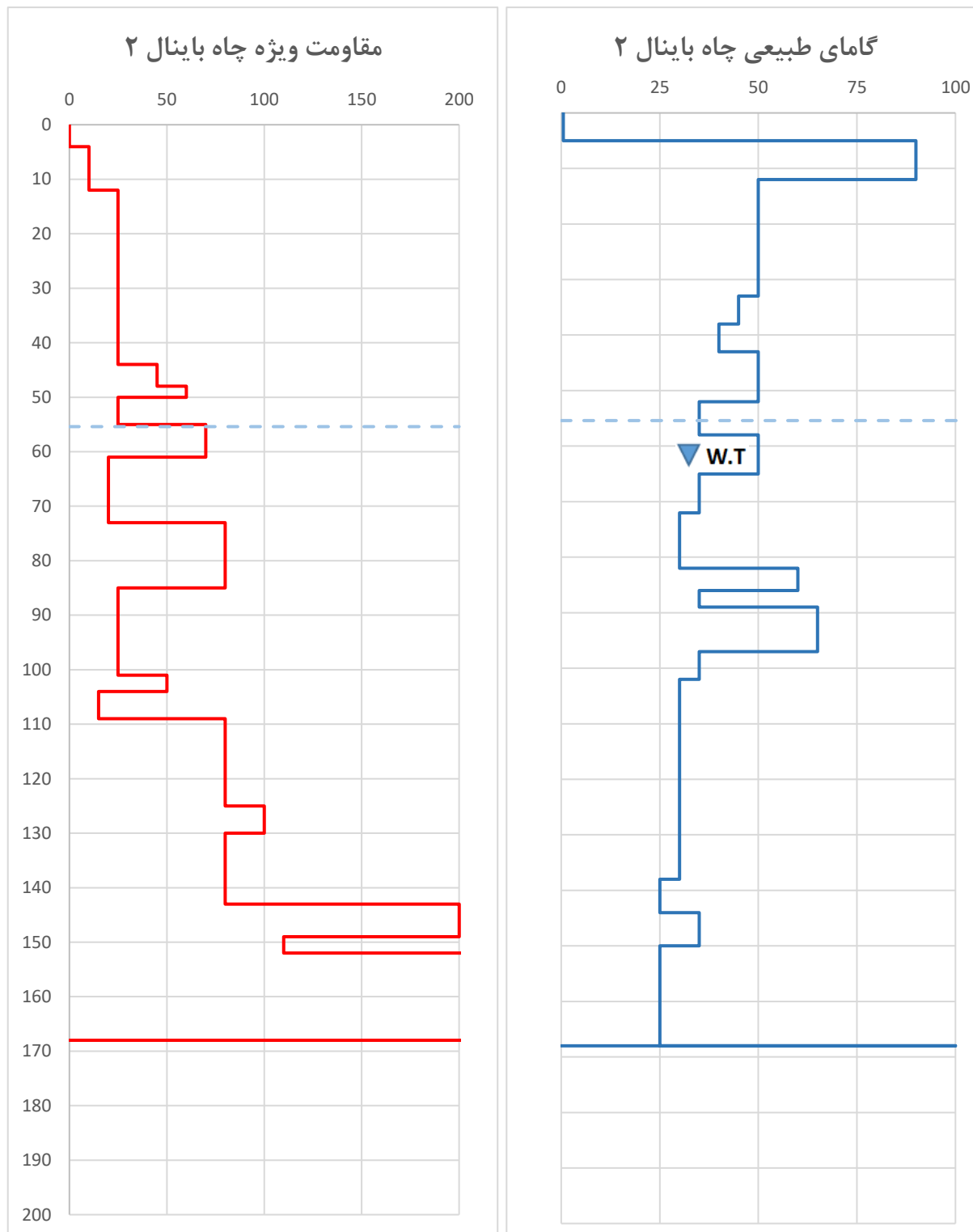


شکل ۴-۱۲- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه قلی تپه

جدول ۴-۱۱- لاگ لیتولوژی چاه قلی تپه

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
ماسه خیلی ریز + سیلت	۳۶	۰
ماسه خیلی ریز + سیلت	۴۵	۳۶
ماسه خیلی ریز	۷۲	۴۵
سیلت + رس	۷۵	۷۲
ماسه ریز سیلتی + رس جزئی	۷۸	۷۵
رس + سیلت	۱۰۲	۷۸
ماسه درشت + خرده سنگ + شن درشت	۱۳۲	۱۰۲
ماسه درشت + شن	۱۳۵	۱۳۲
ماسه درشت + شن + اندکی رس	۱۴۴	۱۳۵
سیلت + رس + ماسه + شن	۱۵۰	۱۴۴
سیلت + ماسه بسیار دانه ریز	۱۵۶	۱۵۰
ماسه ریز + ماسه درشت	۱۶۸	۱۵۶
سیلت + رس	۱۷۷	۱۶۸
ماسه ریز + اندکی شن + خرده سنگ	۱۸۰	۱۷۷

چاه باینال ۲

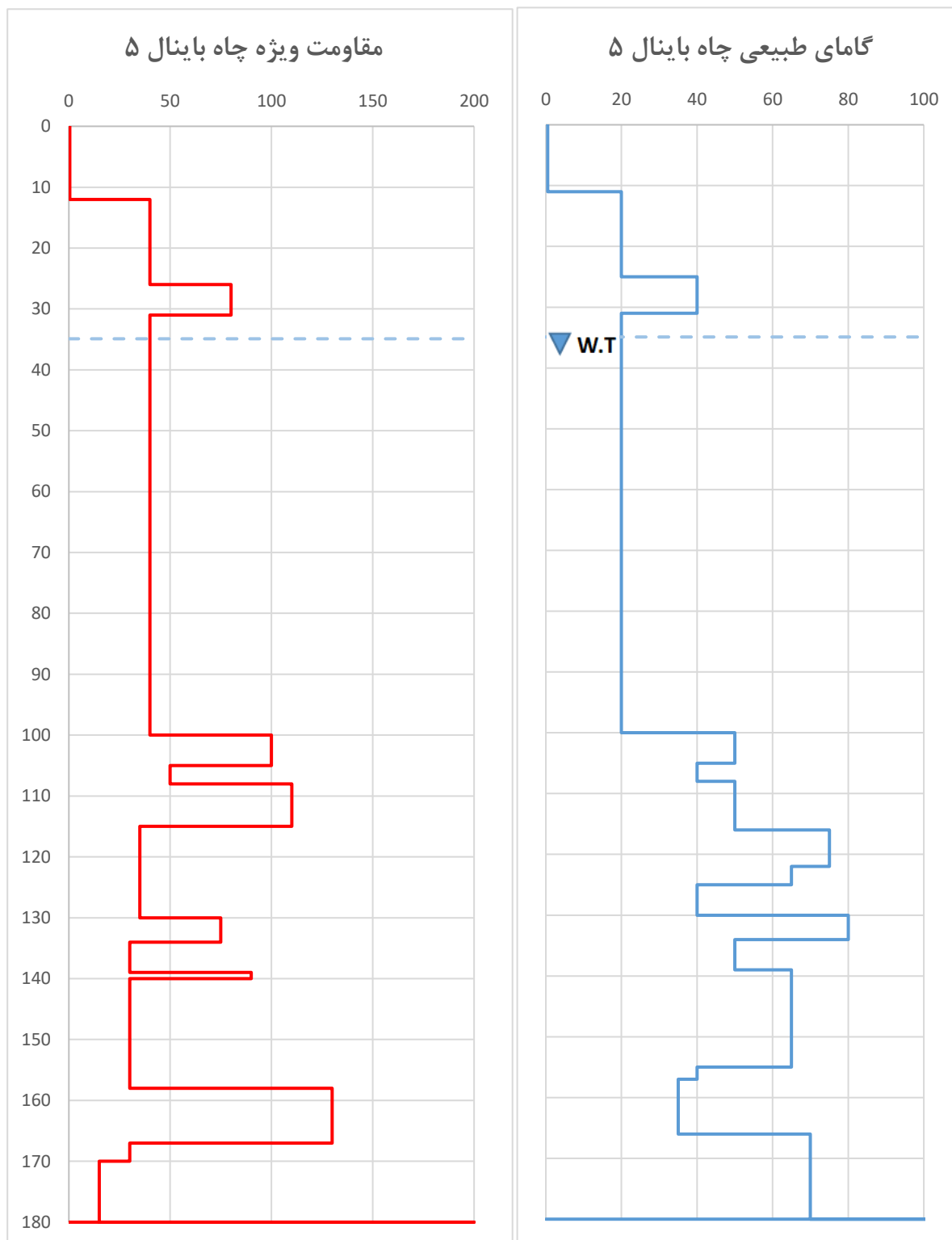


شکل ۴-۱۳- منحنی گاما طبیعی و مقاومت ویژه چاه باینال ۲

جدول ۴-۱۲- لاگ لیتولوژی چاه باینال ۲

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
سیلت + رس	۴۵	۰
رس سیلت دار + ماسه دانه ریز	۵۱	۴۵
شن + ماسه درشت + نفوذ پذیری خوب	۵۵	۵۱
شن + ماسه درشت	۶۱	۵۵
سیلت + رس	۷۵	۶۱
شن + ماسه درشت + خرده سنگ	۸۴	۷۵
رس	۹۳	۸۴
سیلت + رس	۱۰۲	۹۳
ماسه رس دار + رس	۱۰۸	۱۰۲
قطعات خرده سنگ + سنگ کف لار + رس	۱۴۴	۱۰۸
قطعات خرده سنگ + سنگ کف	۱۶۸	۱۴۴

چاه باینال ۵

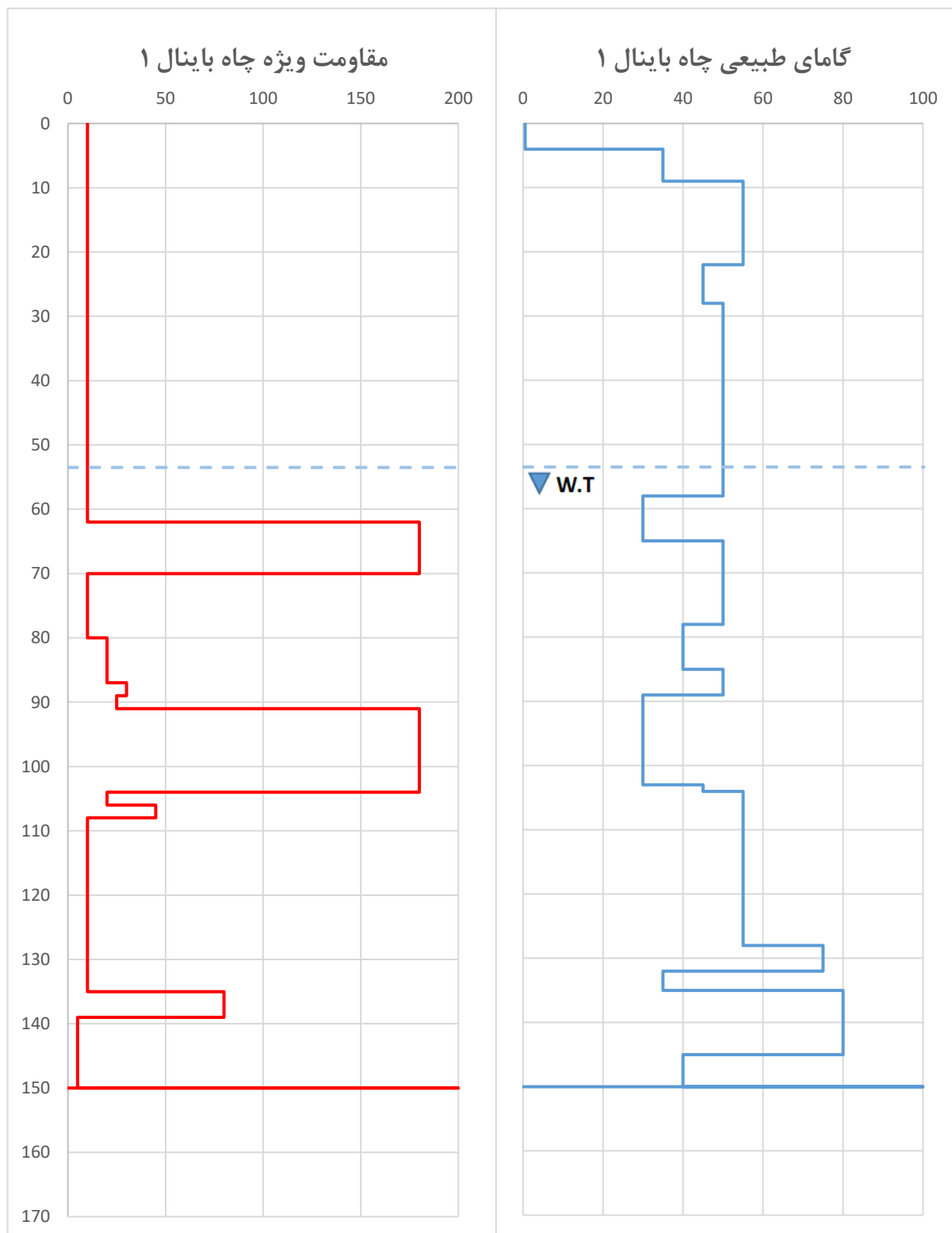


شکل ۴-۱۴- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه باینال ۵

جدول ۴-۱۳- لاگ لیتولوژی چاه باینال ۵

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
سیلت + رس	۳۵	۰
سیلت + رس	۱۰۲	۳۵
شن + ماسه درشت + خرده سنگ	۱۰۵	۱۰۲
رس + سیلت	۱۰۸	۱۰۵
شن + ماسه درشت + خرده سنگ	۱۱۴	۱۰۸
رس + سیلت	۱۳۰	۱۱۴
ماسه + شن	۱۳۴	۱۳۰
رس + سیلت	۱۳۸	۱۳۴
ماسه درشت + رس سیلت دار	۱۴۱	۱۳۸
رس سیلت دار	۱۵۶	۱۴۱
ماسه + شن + خرده سنگ تا قلوه سنگ	۱۶۵	۱۵۶
رس + سیلت	۱۸۰	۱۶۵

چاه باینال ۱

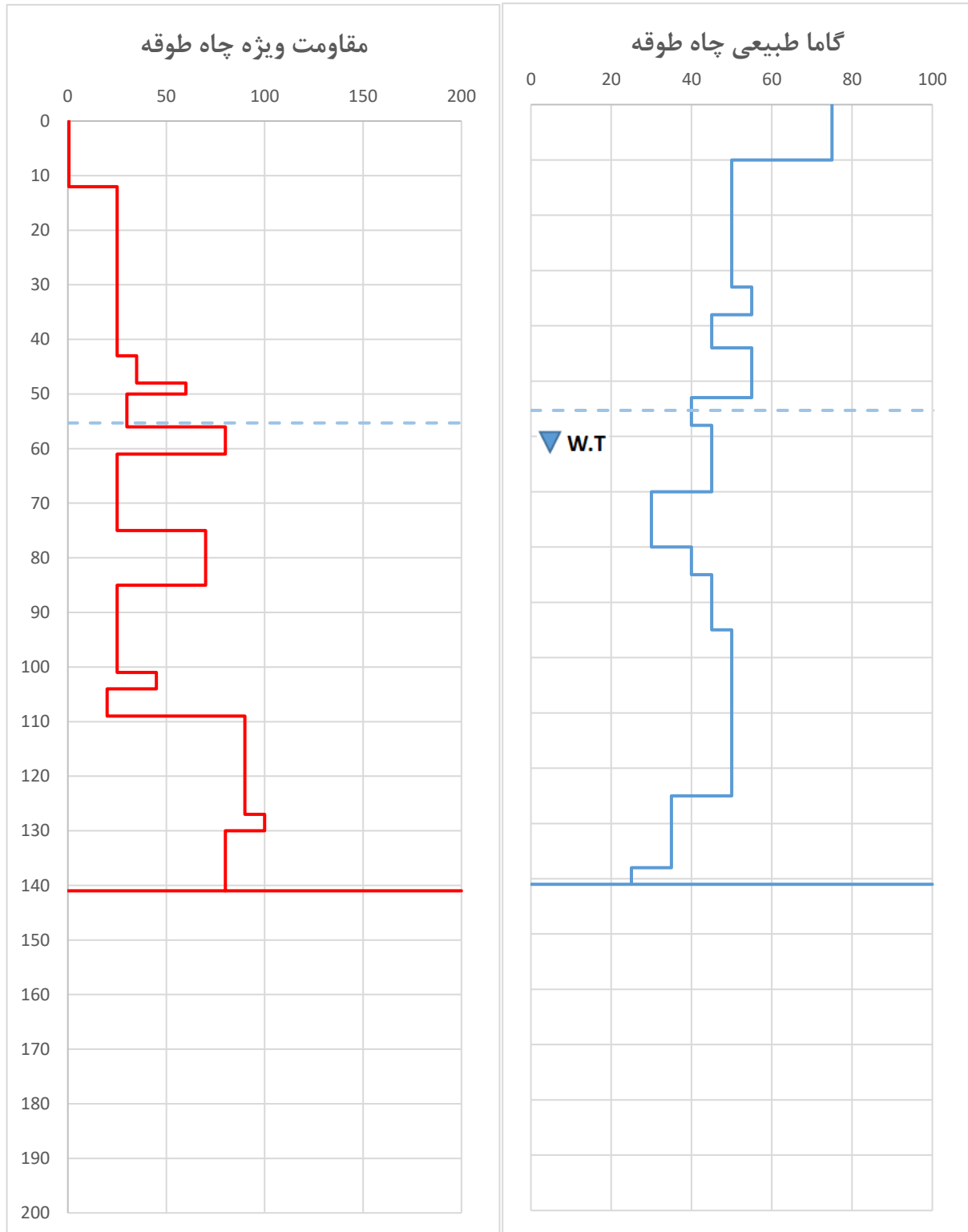


شکل ۴-۱۵- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه باینال ۱

جدول ۴-۱۴- لاگ لیتولوژی چاه باینال ۱

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
سیلت + رس	۵۴	۰
شن ریز + رس	۶۲	۵۴
خرده سنگ + شن دانه متوسط	۷۰	۶۲
رس	۸۰	۷۰
شن دانه ریز + سیلت + رس	۹۲	۸۰
شن + قلوه سنگ	۱۰۴	۹۲
رس	۱۰۶	۱۰۴
سیلت + رس	۱۳۶	۱۰۶
شن + سیلت + رس	۱۳۹	۱۳۶
سیلت + رس	۱۵۰	۱۳۹

چاه طوقه

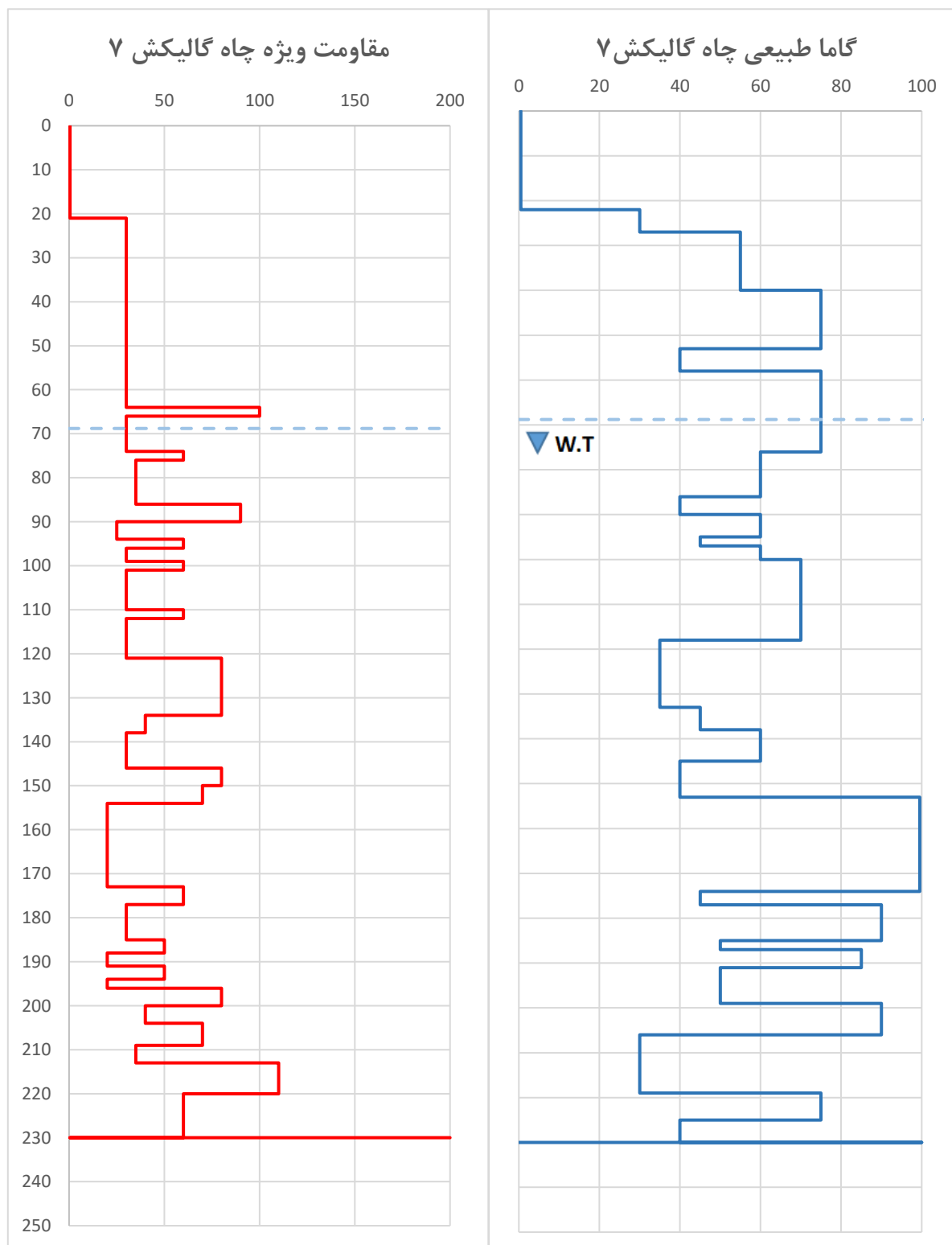


شکل ۴-۱۶- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه طوقه

جدول ۴- ۱۵- لاگ لیتولوژی چاه طوقه

شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
رس سیلتی + ماسه رس دار	۵۴	۰
شن + ماسه دانه ریز	۵۵	۵۴
شن + ماسه دانه ریز	۶۰	۵۵
رس + سیلت	۷۵	۶۰
شن + ماسه دانه ریز	۸۴	۷۵
رس + سیلت	۹۹	۸۴
شن ریز + ماسه دانه درشت	۱۰۲	۹۹
رس + اندکی سیلت	۱۰۸	۱۰۲
سنگ کف لار + خرده سنگ آهک + مارن	۱۴۱	۱۰۸

چاه ۷ گالیکش



شکل ۴-۱۷- منحنی گاما و مقاومت ویژه چاه گالیکش ۷

جدول ۴-۱۶- لاگ لیتولوژی چاه ۷ گالیکش

از عمق (متر)	تا عمق (متر)	شرح رسوبات
۰	۲۰	سیلت + رس
۲۰	۲۷	ماسه + شن درشت
۲۷	۴۰	ماسه ریز + سیلت + رس
۴۰	۵۴	عمدتاً سیلت + رس
۵۴	۵۷	ماسه ریز تا نسبتاً درشت
۵۷	۷۳	سیلت + رس
۷۳	۷۶	ماسه ریز تا دانه متوسط
۷۶	۸۶	عمدتاً سیلت + رس
۸۶	۹۰	ماسه + شن درشت
۹۰	۱۲۱	سیلت + رس ماسه دار
۱۲۱	۱۳۳	مخلوط شن و ماسه نسبتاً درشت
۱۳۳	۱۴۵	سیلت + رس ماسه دار
۱۴۵	۱۵۴	مخلوط ماسه + شن نسبتاً درشت
۱۵۴	۱۷۳	عمدتاً سیلت + رس
۱۷۳	۱۷۸	ماسه درشت + شن نرم
۱۷۸	۱۸۴	عمدتاً سیلت + رس
۱۸۴	۱۸۷	ماسه ریز تا دانه درشت
۱۸۷	۱۹۰	عمدتاً سیلت + رس
۱۹۰	۱۹۶	مخلوط ماسه درشت + سیلت رس دار
۱۹۶	۱۹۹	ماسه نسبتاً درشت
۱۹۹	۲۰۴	عمدتاً سیلت + رس
۲۰۴	۲۰۸	ماسه نسبتاً درشت + شن درشت
۲۰۸	۲۱۲	سیلت + رس
۲۱۲	۲۲۰	ماسه درشت + شن درشت
۲۲۰	۲۲۴	عمدتاً سیلت + رس ماسه دار
۲۲۴	۲۳۰	ماسه نسبتاً درشت

چاه عرب بوران ۹

جدول ۴- ۱۷- لاگ لیتولوژی چاه عرب بوران ۹

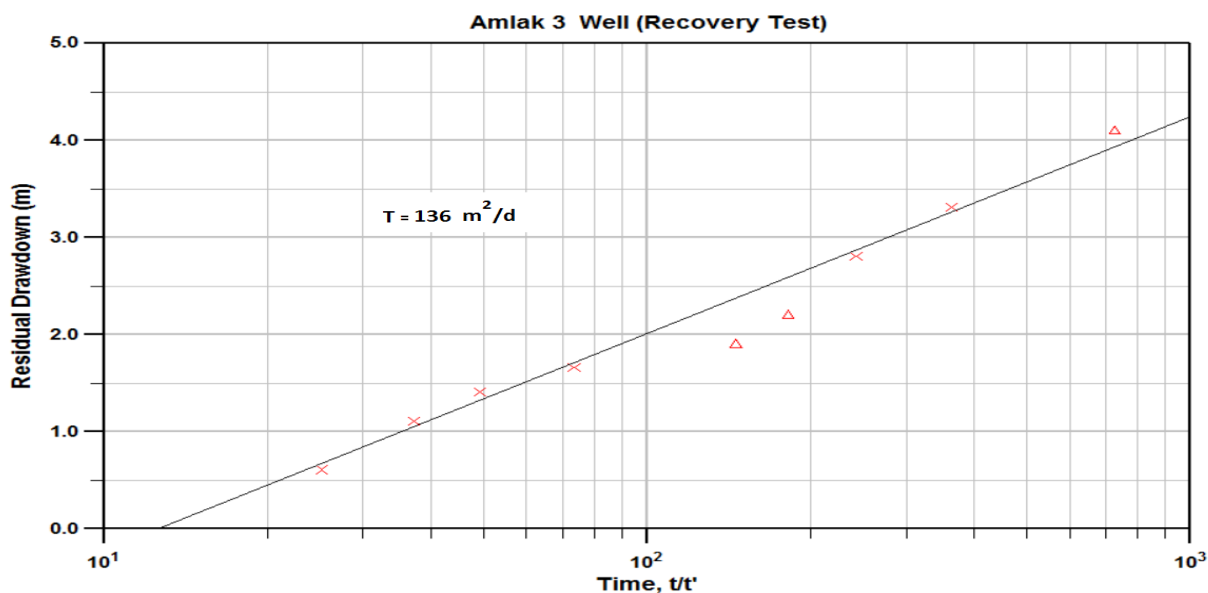
شرح رسوبات	تا عمق (متر)	از عمق (متر)
ماسه ریز + رس	۱۲	۰
سیلت + رس + اندکی ماسه	۱۸	۱۲
سیلت + رس + اندکی ماسه	۲۴	۱۸
ماسه درشت + شن درشت + خرده سنگ	۳۶	۲۴
سیلت + رس + تناوبی از رس + رس ماسه دار	۱۴۱	۳۶
ماسه ریز + رس جزئی	۱۴۷	۱۴۱
تناوب سیلت + رس و ماسه ریز سیلتی	۱۵۳	۱۴۷
مخلوط ماسه درشت + خرده سنگ سنگ	۱۵۹	۱۵۳
عمدتاً سیلت + رس	۱۶۵	۱۵۹
ماسه ریز سیلتی	۱۷۱	۱۶۵
ماسه و شن درشت + خرده سنگ	۱۷۷	۱۷۱
عمدتاً سیلت + رس	۱۸۰	۱۷۷
ماسه + شن درشت + خرده سنگ	۱۸۳	۱۸۰
عمدتاً سیلت + رس	۱۸۷	۱۸۳
ماسه ریز سیلتی + رس جزئی	۱۹۲	۱۸۷
عمدتاً سیلت + رس	۱۹۸	۱۹۲
ماسه درشت + شن و شن درشت و خرده سنگ	۲۱۲	۱۹۸
ماسه درشت + خرده سنگ	۲۱۲	۲۰۱

۴-۶- تعیین مقدار هدایت هیدرلیکی به روش آزمون برگشت پمپاژ

در این قدم نسبت به برآورد مقدار هدایت هیدرولیکی با استفاده از نرم افزار Aquifer Win 32 در قالب شکل های (۴-۱۸) تا (۴-۳۱) ارائه گردیده است. و پس از حذف داده های پرت از لحظات ابتدایی و انتهای نمودار افت باقیمانده-زمان مقدار قابلیت انتقال هر یک از چاه ها مفصل شرح داده شده است.

چاه املاک ۳

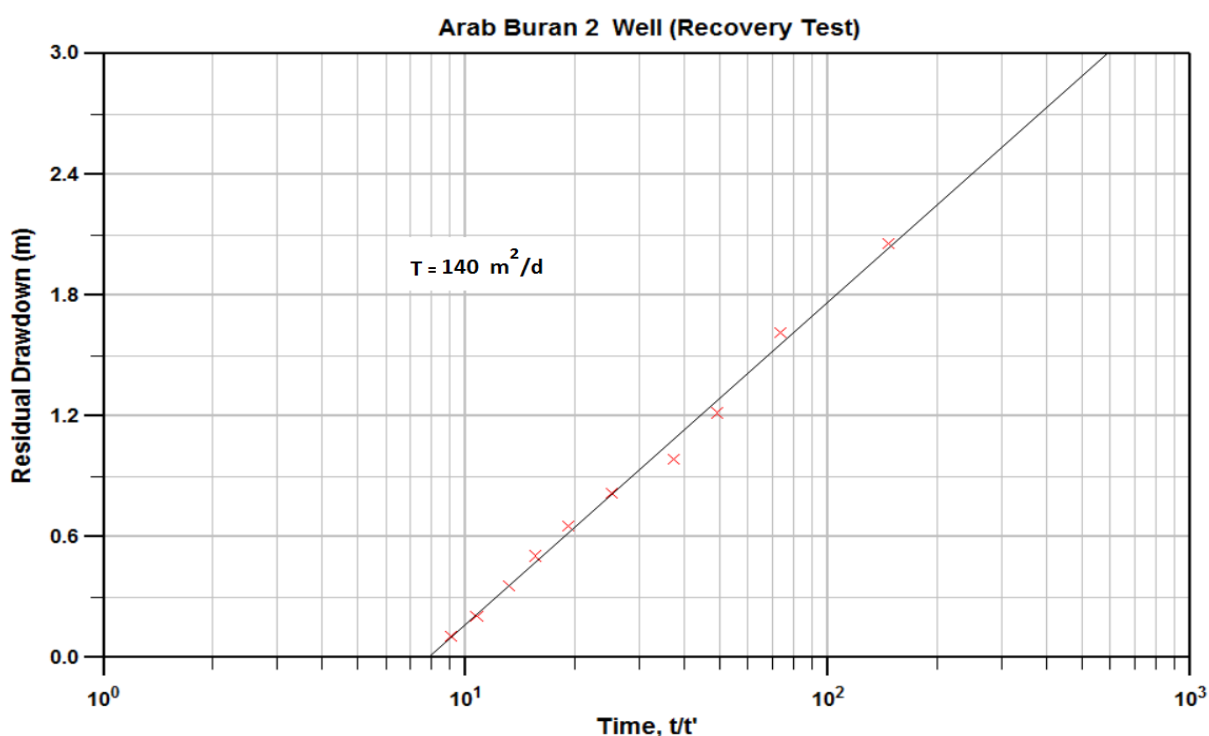
شکل (۴-۱۸) داده های افت باقیمانده-زمان را با مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می دهد. بر طبق نمودار نیمه لگاریتمی شکل (۴-۱۸) می توان این چنین استنباط نمود که داده های انتهای آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده ها صرف نظر می شود. با استفاده از روش برگشت تایس (Theis recovery method)، مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ املاک ۳ برابر با ۱۳۶ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۱۸- نمودار داده های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ املاک ۳

چاه عرب بوران ۲

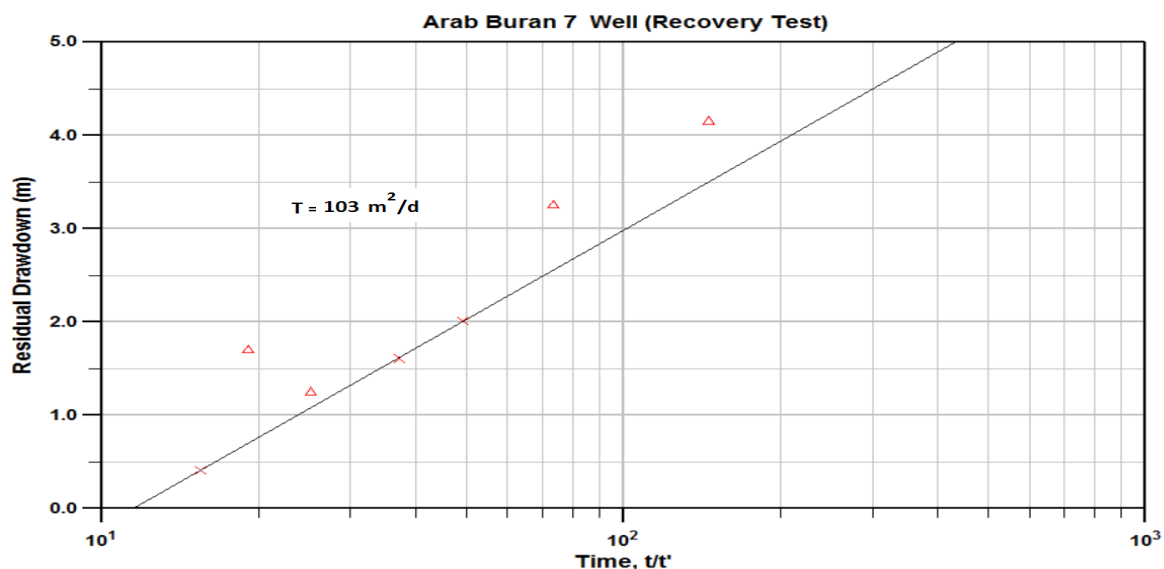
به منظور محاسبه مقدار قابلیت انتقال در چاه عرب بوران ۲ داده‌های افت باقیمانده-زمان در مقیاس نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۱۹) رسم گردید. با استفاده از روش برگشت تائیس مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ عرب بوران ۲ برابر با ۱۴۰ متر مربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۱۹- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۲

چاه عرب بوران ۷

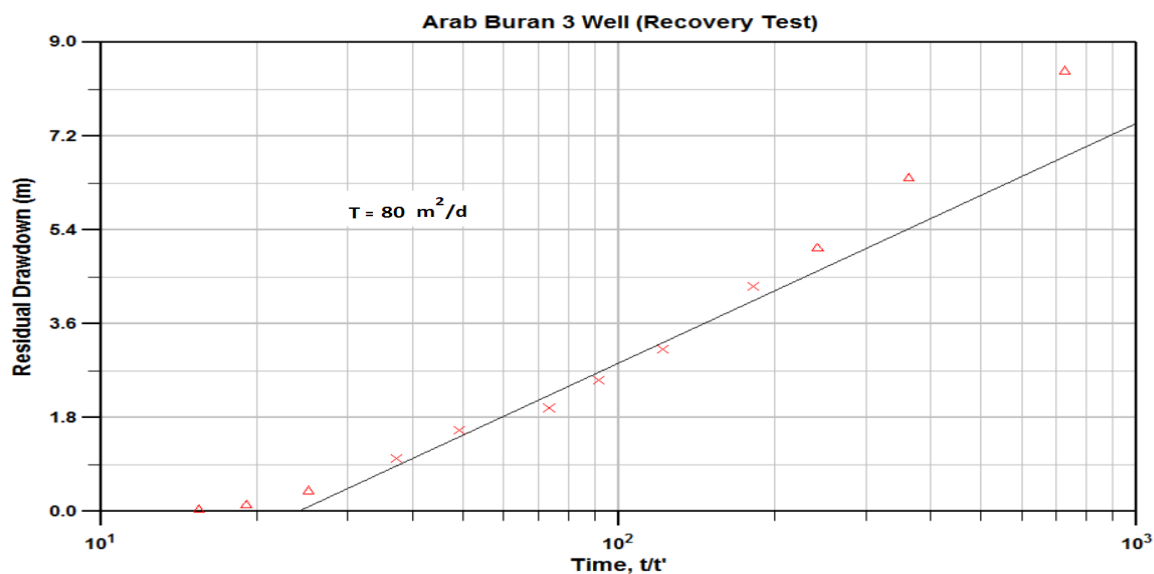
داده‌های افت باقیمانده-زمان برای چاه عرب بوران ۷ در قالب نمودار نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۰) رسم گردید. و به منظور برآورد قابلیت انتقال در چاه فوق با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win32 استفاده گردید که میزان قابلیت انتقال به دست آمده برابر ۱۰۳ متر مربع بر روز محاسبه گردید. به منظور صحت در محاسبات، داده‌های ابتدایی و انتهایی حذف گردید.



شکل ۴-۲۰- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۷

چاه عرب بوران ۳

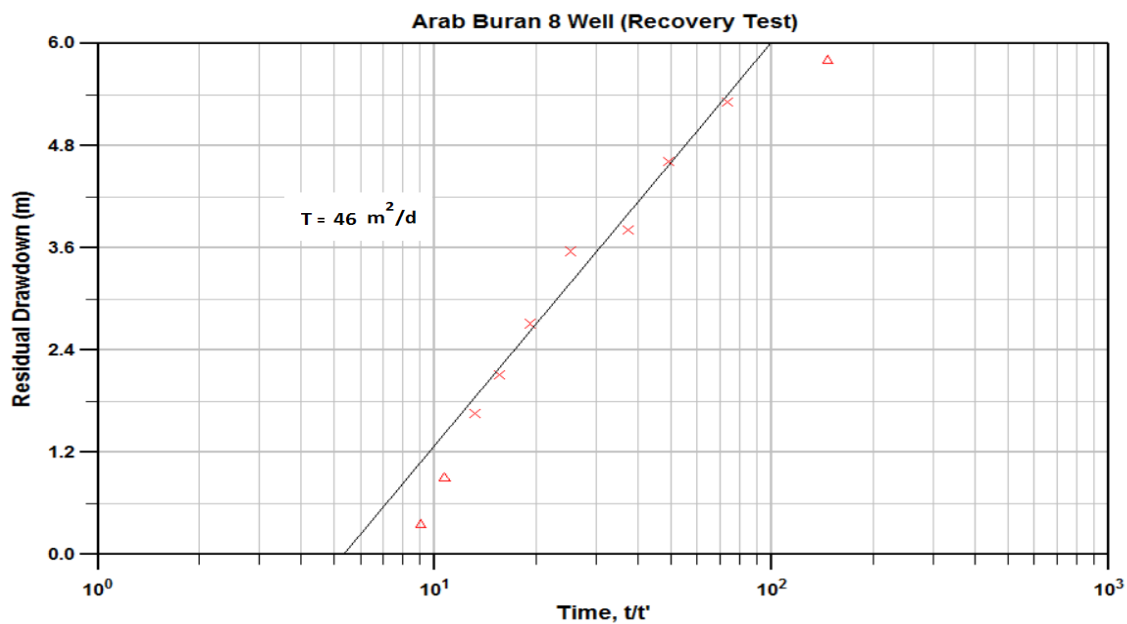
شکل (۴-۲۱) داده‌های افت باقیمانده-زمان را با مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. بر طبق نمودار نیمه لگاریتمی شکل (۴-۲۱) می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های ابتدایی و انتهایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها صرف نظر می‌شود. با استفاده از روش برگشت تائیس مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه پمپاژ عرب بوران ۳ برابر با ۸۰ مترمربع بر روز به دست آمد.



شکل ۴-۲۱- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقالی استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۳

چاه عرب بوران ۸

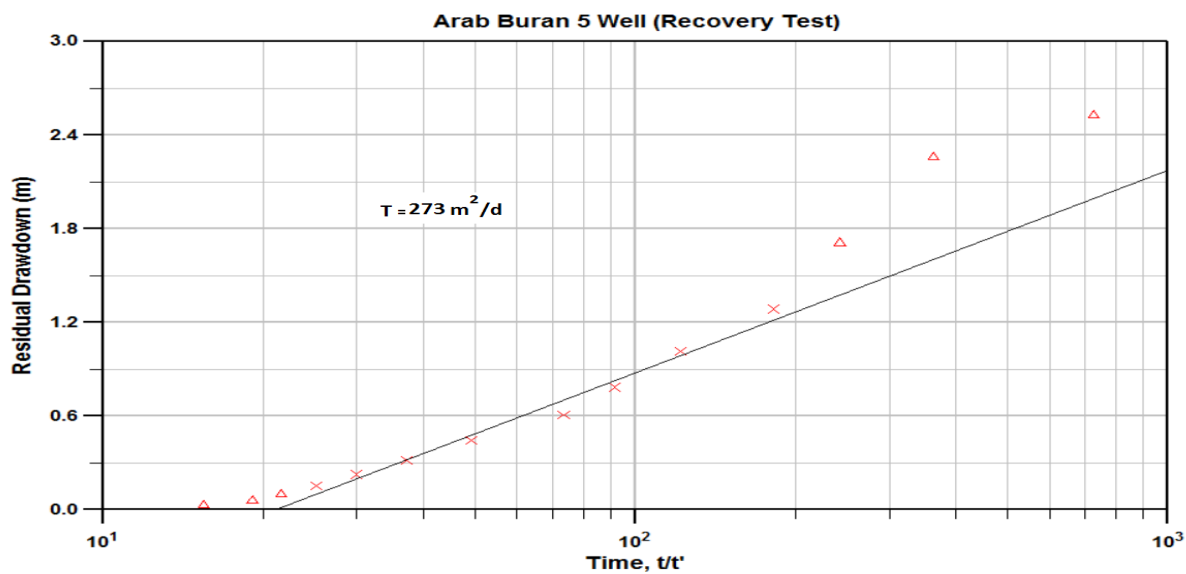
به منظور محاسبه میزان قابلیت انتقال در چاه عرب بوران ۸ داده‌های افت باقیمانده-زمان را در قالب نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۲) رسم گردید و میزان قابلیت انتقال با استفاده از روش برگشت تایس برابر ۴۶ متر مربع بر روز برآورد شده است. به منظور صحت محاسبات از داده‌ها و با توجه به اینکه داده‌های برگشت از دقت خوبی برخوردار نیستند داده‌های ابتدایی و انتهایی را از محاسبات حذف گردید.



شکل ۴-۲۲- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۸

چاه عرب‌بوران ۵

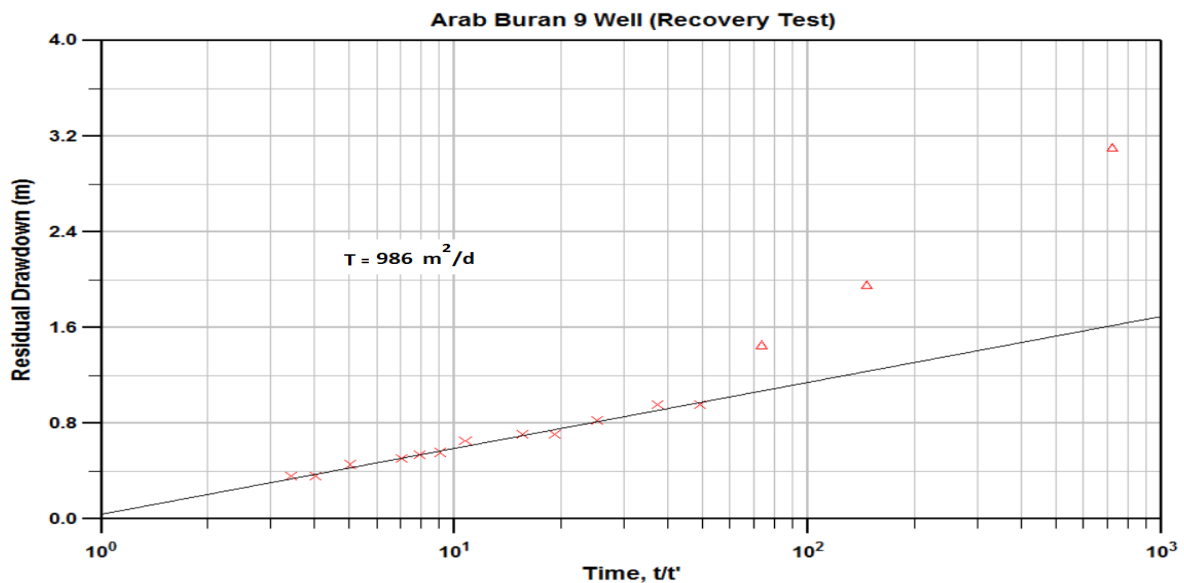
داده‌های افت باقیمانده-زمان برای چاه عرب‌بوران ۵ در قالب نمودار نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۳) رسم گردید. و به‌منظور برآورد قابلیت انتقال در چاه فوق با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win32 استفاده گردید که میزان قابلیت انتقال به دست آمده برابر ۲۷۳ متر مربع بر روز برآورد شده است. به منظور صحت در محاسبات، داده‌های ابتدایی و انتهایی حذف گردید.



شکل ۴-۲۳- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۵

چاه عرب بوران ۹

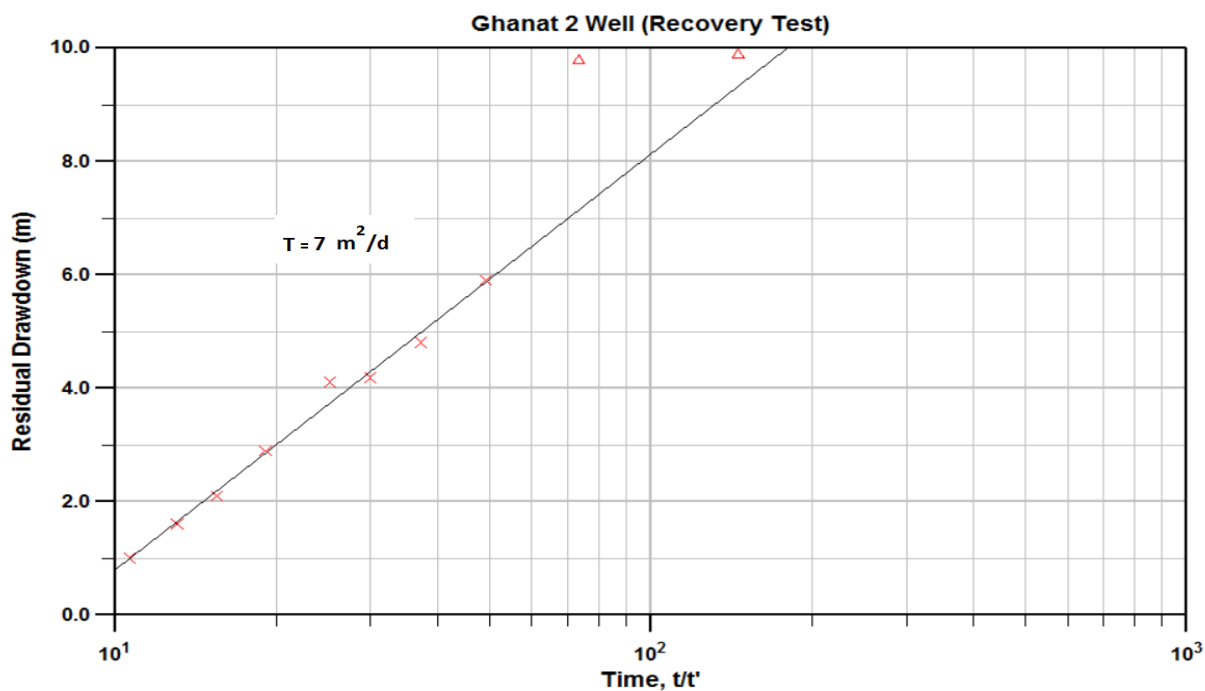
داده‌های افت باقیمانده-زمان برای چاه عرب بوران ۹ در قالب نمودار نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۴) رسم گردید. و میزان قابلیت انتقال به دست آمده برابر ۹۸۶ متر مربع بر روز برآورد شده است. به منظور صحت در محاسبات، داده‌های ابتدایی و انتهایی حذف گردید.



شکل ۴-۲۴- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ عرب بوران ۹

چاه قنات ۲

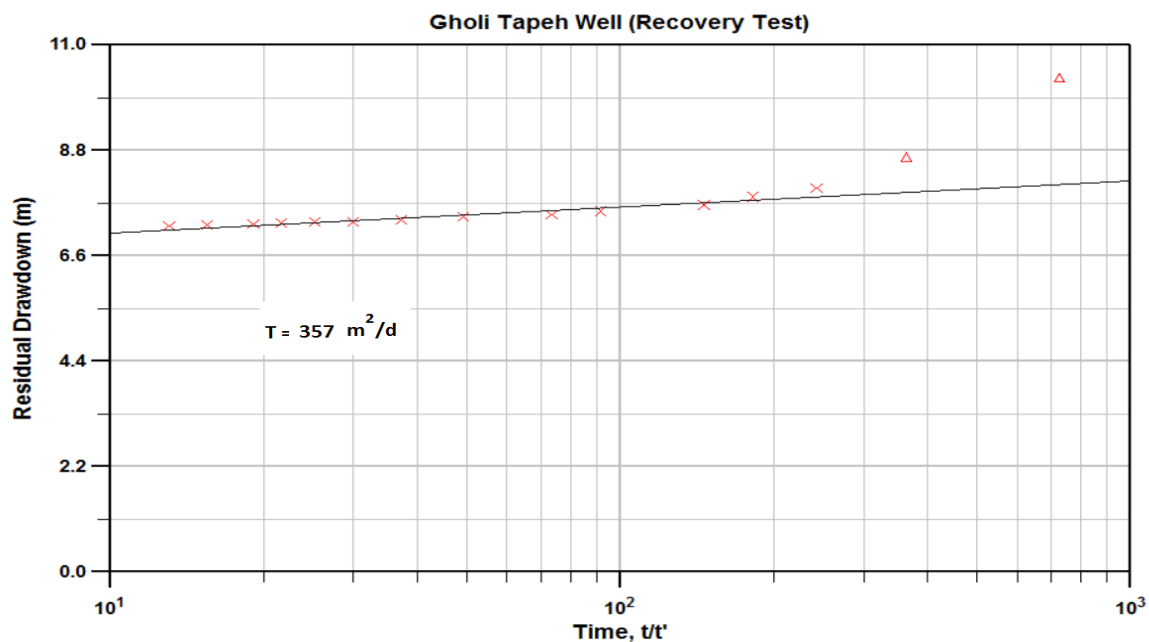
داده‌های افت باقیمانده-زمان برای چاه قنات ۲ در قالب نمودار نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۵) رسم گردید. همانطور که از شکل (۴-۲۵) ملاحظه می‌شود مقدار قابلیت انتقال به دست آمده برابر ۷ متر مربع بر روز برآورد شده است. لازم به ذکر است که به منظور کاهش مقدار خطا در محاسبات، داده‌های ابتدایی و انتهایی آزمون برگشت حذف گردید.



شکل ۴-۲۵- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ قنات ۲

چاه قلی تپه

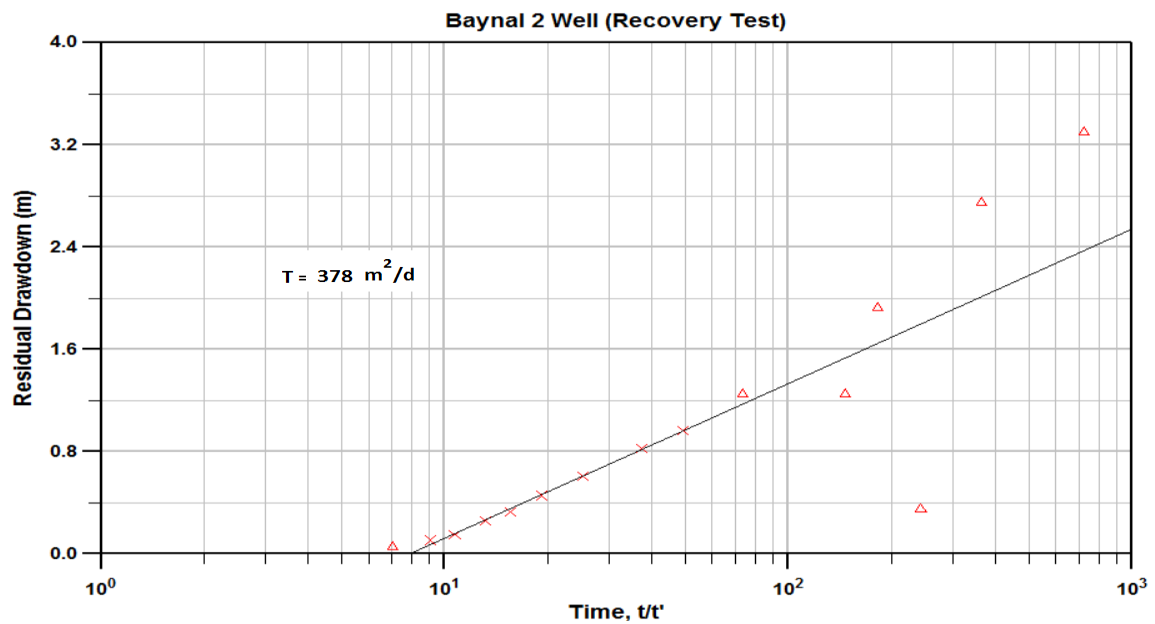
شکل (۴-۲۶) داده‌های افت باقیمانده-زمان را با مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. بر طبق نمودار نیمه لگاریتمی شکل (۴-۲۶) می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های ابتدایی و انتهایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها صرف نظر می‌شود. با استفاده از روش برگشت تائیس مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه قلی تپه برابر با ۳۵۷ متر مربع بر روز به دست آمد.



شکل ۴-۲۶- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ قلی تپه

چاه باینال ۲

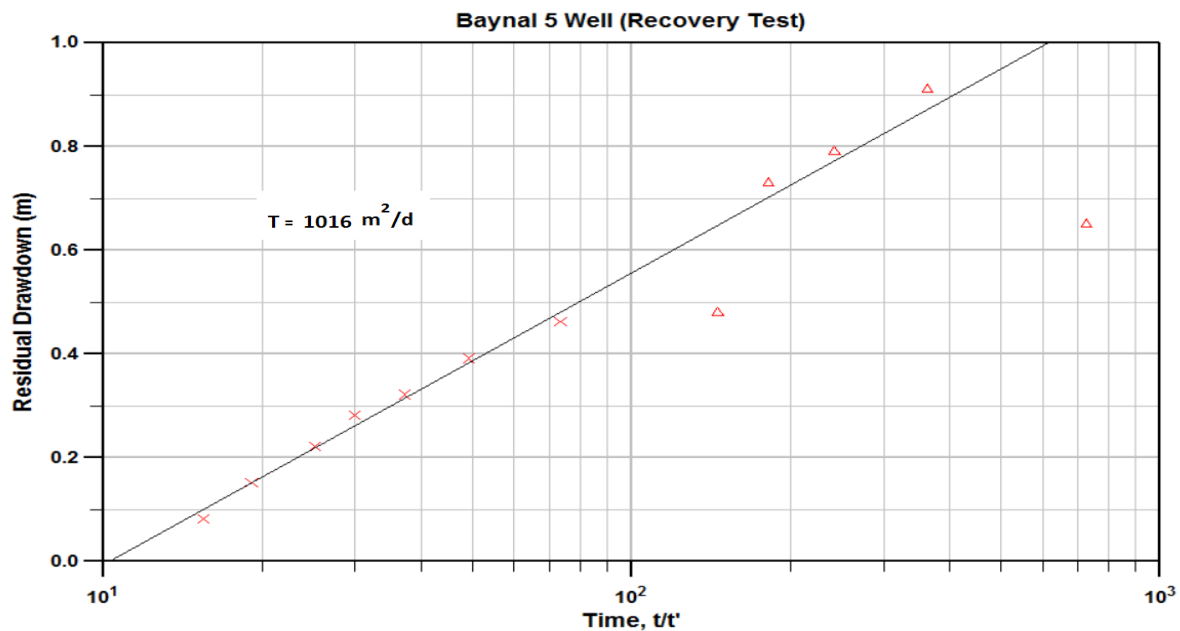
داده‌های افت باقیمانده-زمان برای چاه باینال ۲ در قالب نمودار نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۷) رسم گردید. و میزان قابلیت انتقال به دست آمده برابر ۳۷۸ متر مربع بر روز برآورد شده است. به منظور صحت در محاسبات، داده‌های ابتدایی و انتهایی حذف گردید.



شکل ۴-۲۷- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ باینال ۲

چاه باینال ۵

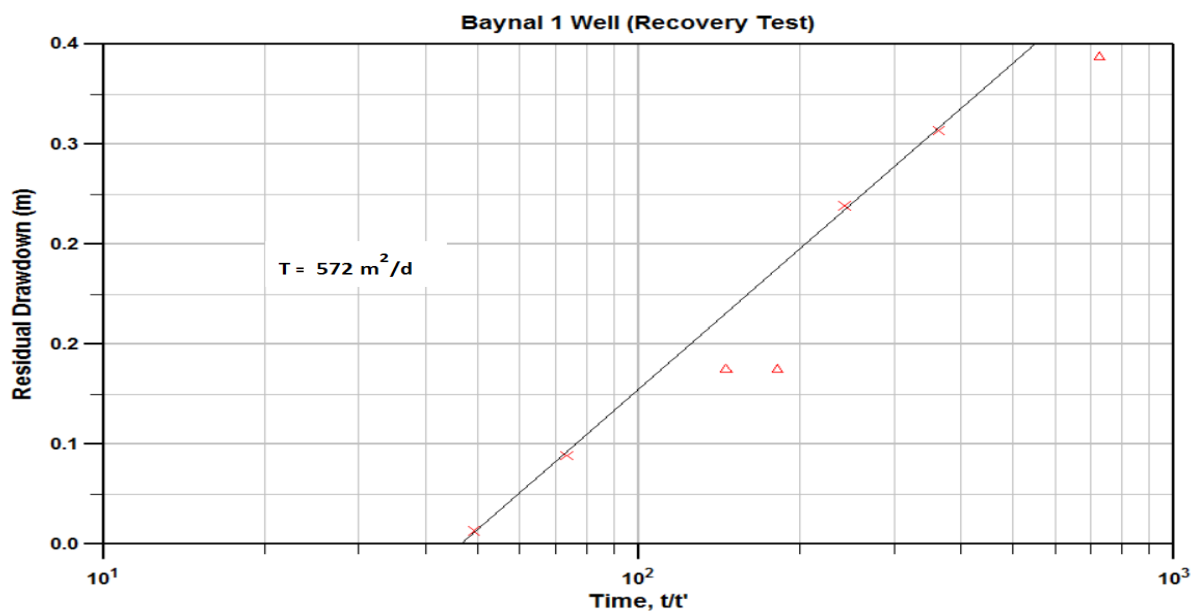
داده‌های افت باقیمانده-زمان برای چاه باینال ۵ در قالب نمودار نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۸) رسم گردید. و میزان قابلیت انتقال به دست آمده برابر 1016 متر مربع بر روز برآورد شده است. به منظور صحت در محاسبات، داده‌های ابتدایی و انتهایی حذف گردید.



شکل ۴-۲۸- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ باینال ۵

چاه باینال ۱

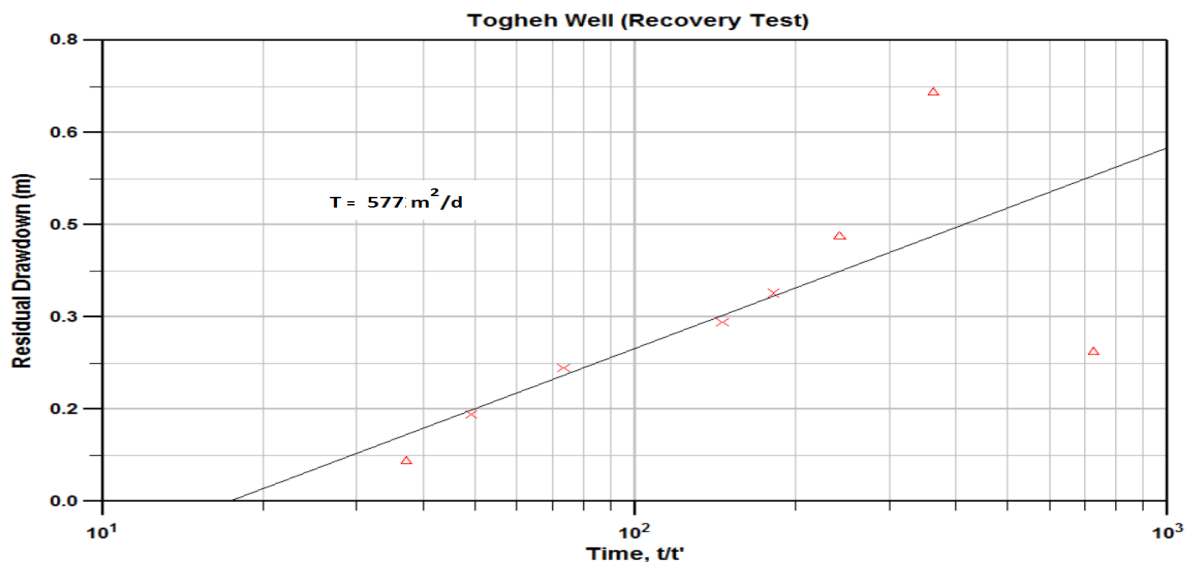
به منظور محاسبه میزان قابلیت انتقال در چاه باینال ۱ داده‌های افت باقیمانده-زمان را در قالب نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۲۹) رسم گردید و میزان قابلیت انتقال با استفاده از روش برگشت تایس برابر ۵۷۲ متر مربع بر روز برآورد شده است. به منظور صحت محاسبات از داده‌های و با توجه به اینکه داده‌های برگشت از دقت خوبی برخوردار نیستند داده‌های ابتدایی و انتهایی را از محاسبات حذف گردید.



شکل ۴-۲۹- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ باینال ۱

چاه طوقه

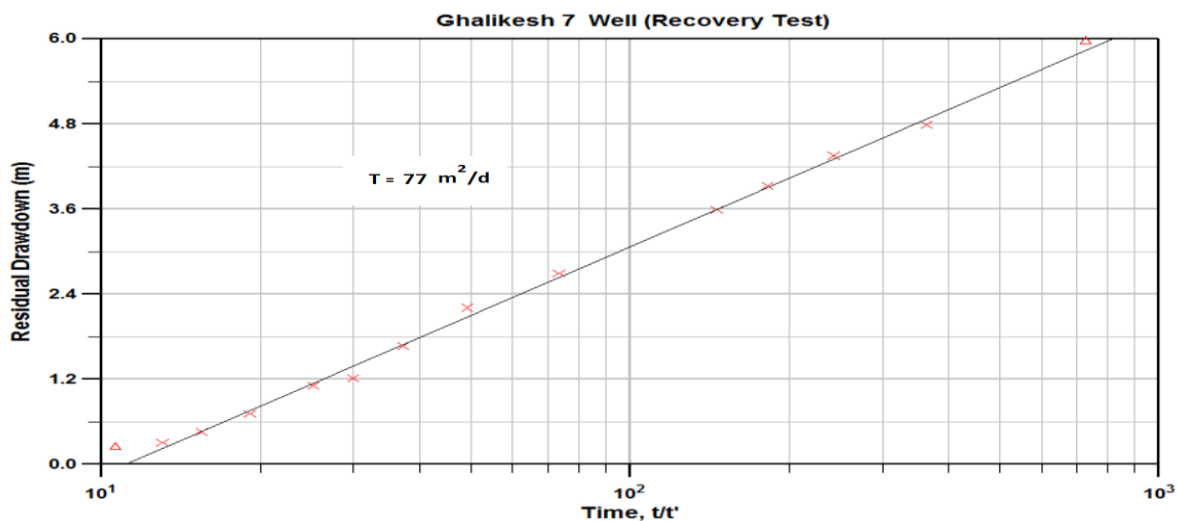
به منظور محاسبه مقدار قابلیت انتقال در چاه طوقه داده‌های افت باقیمانده-زمان را در مقیاس نیمه لگاریتمی مطابق شکل (۴-۳۰) رسم کردیم و به منظور برآورد قابلیت انتقال در چاه فوق با استفاده از نرم‌افزار Aquifer Win32 استفاده گردید که میزان قابلیت انتقال به دست آمده بر اساس داده‌های آزمون برگشت پمپاژ برابر با ۵۷۷ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۳۰- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ طوقه

چاه گالیکش ۷

شکل (۴-۳۱) داده‌های افت باقیمانده-زمان را با مقیاس نیمه لگاریتمی نشان می‌دهد. بر طبق نمودار نیمه لگاریتمی شکل (۴-۳۱) می‌توان این چنین استنباط نمود که داده‌های ابتدایی و انتهایی آزمون برگشت از دقت مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین، از این بخش از داده‌ها صرف نظر می‌شود. با استفاده از روش برگشت تائیس مقدار قابلیت انتقال در محدوده چاه گالیکش ۷ برابر با ۷۷ مترمربع بر روز به دست آمده است.



شکل ۴-۳۱- نمودار داده‌های آزمون برگشت و قابلیت انتقال استحصالی در چاه پمپاژ گالیکش ۷

در انتها جدول (۴-۱۸) مقادیر قابلیت انتقال را در چاه‌های آزمایش پمپاژ با استفاده از نرم افزار AquiferWin32 ارائه می‌دهد.

جدول ۴-۱۷- مقدار قابلیت انتقال چاه های مورد مطالعه بر حسب متر مربع بر روز

نام چاه	قابلیت انتقال (m^2/d)	نام چاه	قابلیت انتقال (m^2/d)
املاک ۳	۱۳۶	عرب‌بوران ۲	۱۴۰
عرب‌بوران ۷	۱۰۳	عرب‌بوران ۳	۸۰
عرب‌بوران ۸	۴۶	عرب‌بوران ۵	۲۷۳
قنات ۲	۷	قلی تپه	۳۵۷
باینال ۲	۳۷۸	باینال ۵	۱۰۱۶
باینال ۱	۵۷۲	طوقه	۵۷۷
گالیکش ۷	۷۷	عرب‌بوران ۹	۹۸۶

۷-۴- توصیف لاگ‌های لیتولوژیکی و برآورد قابلیت انتقال

در این بخش سعی بر آن است که بتوان با استفاده از لاگ لیتولوژی مقدار تقریبی قابلیت انتقال سفره مورد مطالعه را تخمین زد و با استفاده از لاگ‌های کاروتاژ (نمودارهای گاما طبیعی و مقاومت ویژه) صحت و درستی لاگ لیتولوژی را تأیید کرد. برای این منظور هدایت هیدرولیکی

هر لایه را بر اساس جدول (۲-۳) برآورد کرده و با توجه به ضخامت لایه مورد نظر با استفاده از معادله شماره (۱-۴) مقدار قابلیت انتقال هر لایه به صورت مجزا به دست می‌آید و از جمع لایه‌های متعدد مقدار قابلیت انتقال تک تک لایه‌ها با هم جمع می‌شوند.

$$T = b_1K_1 + b_1k_2 + \dots + b_nK_n \quad \text{معادله (۱-۴)}$$

$$T = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

بنابراین، با استفاده از معادله (۱-۴) مقادیر قابلیت انتقال برای آبخوان آبرفتی در محدوده ۱۴ چاه مورد نظر برآورد شده است. جدول (۱۸-۴) جزئیات لاگ‌های لیتولوژیکی چاه‌های پمپاژ مورد نظر و مقادیر قابلیت انتقال آن‌ها را نشان می‌دهد. در انتها شکل (۳۲-۴) مقادیر قابلیت انتقال چاه‌های مورد تحقیق را در دشت گالیش نشان می‌دهد

جدول (۱۸-۴) - مقادیر قابلیت انتقال با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت گالیش

ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	هدایت هیدرولیکی (متر بر روز)	قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)	قابلیت انتقال کل (متر مربع بر روز)
۱	املاک ۳	رس + رس سیلتی + ماسه دانه ریز	۲۴	۰/۵	۱۲	۹۹/۲
		مخلوط شن + ماسه درشت	۹	۶	۵۴	
		رس	۶	۰/۲	۱/۲	
		سیلت + رس + ماسه ریز	۶	۰/۵	۳	
		رس + سیلت جزئی	۶	۰/۲	۱/۲	
		شن + ماسه دانه ریز	۱۲	۲	۲۴	
		رس + سیلت رس دار	۱۹	۰/۲	۳/۸	
۲	عرب‌بوران ۲	سیلت + رس	۳۳	۰/۵	۱۶/۵	۱۳۲/۹
		شن + خرده سنگ + قلوه سنگ	۶	۵	۳۰	
		رس + سیلت جزئی	۹۳	۰/۲	۱۸/۶	
		شن + ماسه دانه متوسط	۳	۵	۱۵	
		رس + سیلت	۳	۰/۲	۰/۶	
		شن + ماسه + قلوه سنگ	۳	۵	۱۵	

جدول (۴-۱۸) - ادامه

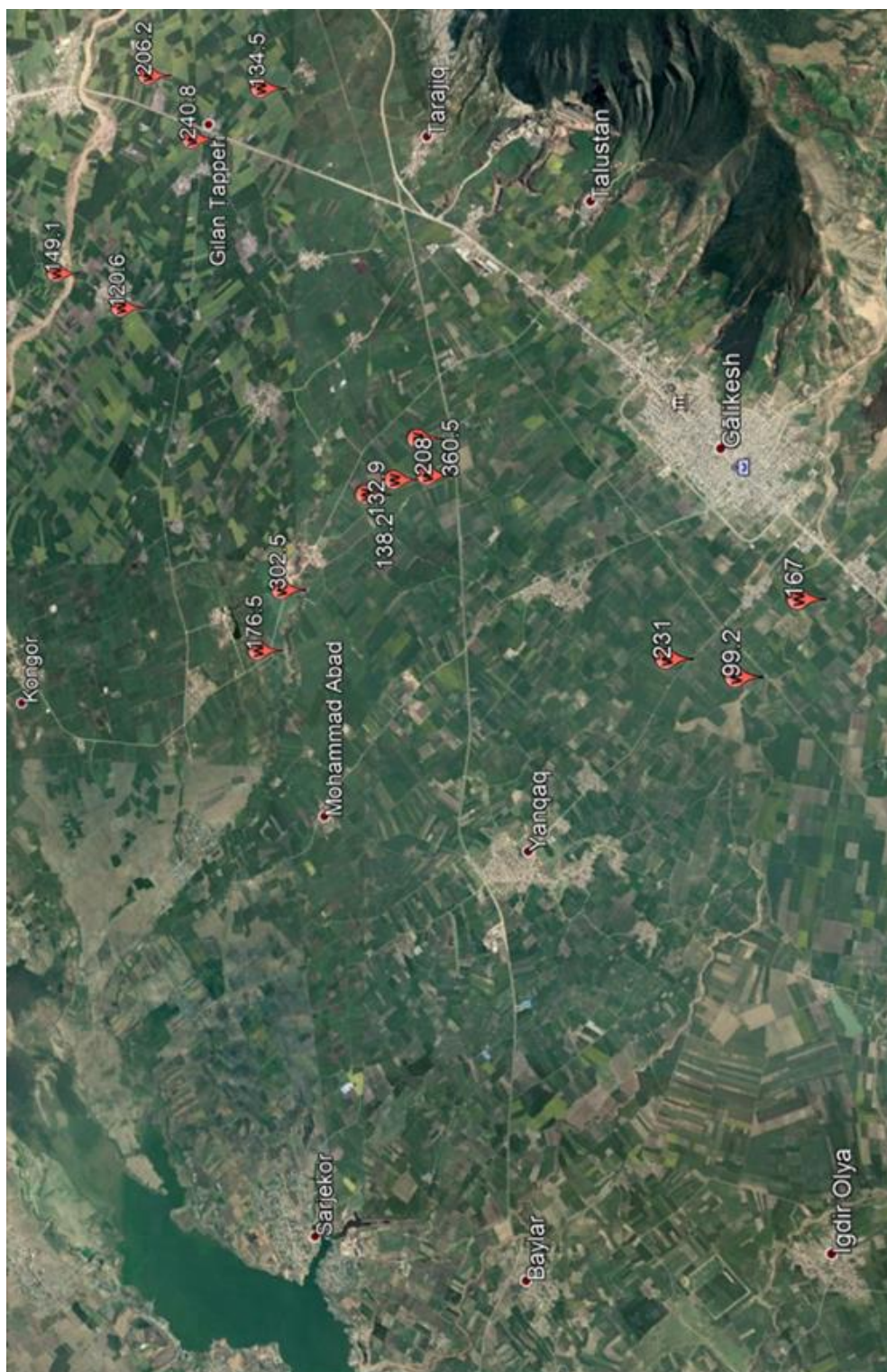
ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	هدایت هیدرولیکی (متر بر روز)	قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)	قابلیت انتقال کل (متر مربع بر روز)
۵	عرب‌بوران ۸	ماسه درشت + رس ناچیز	۳	۲	۶	۱۳۸/۲
		رس + سیلت	۳۶	۰/۲	۷/۲	
		رس	۶	۰/۲	۱/۲	
		سیلت + رس	۲۱	۰/۵	۱۰/۵	
		ماسه درشت + ماسه درشت	۶	۲	۱۲	
		ماسه ریز + سیلت	۱۳	۱	۱۳	
		ماسه درشت + قلوه سنگ	۵	۴	۲۰	
		ماسه ریز + رس	۵	۱	۵	
		ماسه نسبتاً درشت + رس	۳	۲	۶	
		رس + سیلت	۴	۰/۲	۰/۸	
		عمدتاً سیلت + رس	۹	۰/۵	۴/۵	
		قلوه سنگ + ماسه درشت	۶	۸	۴۸	
		سیلت + رس	۸	۰/۵	۴	
۶	عرب‌بوران ۵	سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۳۵	۰/۵	۱۷/۵	۳۰۲/۵
		ماسه دانه درشت + شن ریز	۶	۲	۱۲	
		سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۷۸	۰/۵	۳۹	
		مخلوط ماسه + شن درشت	۱۷	۱۰	۱۷۰	
		ماسه نسبتاً درشت	۳	۲	۶	
		ماسه درشت	۳	۲	۶	
		سیلت + رس	۸	۰/۵	۴	
		ماسه درشت + شن درشت	۶	۲	۱۲	
		سیلت + رس	۴	۰/۵	۲	
		ماسه + شن درشت	۵	۲	۱۰	
		سیلت + رس	۲۹	۰/۵	۱۴/۵	
		ماسه درشت + شن درشت	۲	۲	۴	
		سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۱۱	۰/۵	۵/۵	
۷	قنات ۲	ماسه ریز + سیلت + رس	۱۴	۰/۲	۲/۸	۱۳۴/۸
		ماسه دانه ریز	۹	۱	۹	
		سیلت + رس	۲۴	۰/۵	۱۲	
		سیلت + ماسه دانه ریز	۳	۱	۳	
		ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۸۱	۱	۸۱	
		ماسه درشت + خرده سنگ	۳	۲	۶	
		ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۳	۱	۳	
		ماسه درشت + خرده سنگ	۳	۲	۶	
		ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۱۲	۱	۱۲	

جدول (۴-۱۸) - ادامه

ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	هدایت هیدرولیکی (متر بر روز)	قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)	قابلیت انتقال کل (متر مربع بر روز)
۸	قلی تپه	ماسه خیلی ریز + سیلت	۳۶	۱	۳۶	۱۶۷/۰
		ماسه خیلی ریز	۲۷	۱	۱۷	
		سیلت + رس	۳	۰/۵	۱/۵	
		ماسه ریز سیلتی + رس جزئی	۳	۱	۳	
		رس + سیلت	۲۴	۰/۵	۱۲	
		ماسه درشت + شن درشت	۳۳	۲	۶۶	
		ماسه درشت + شن + اندکی رس	۹	۱	۹	
		سیلت + رس + ماسه + شن	۶	۰/۵	۳	
		سیلت + ماسه بسیار دانه ریز	۶	۰/۵	۳	
		ماسه ریز + ماسه درشت	۱۲	۱	۱۲	
		سیلت + رس	۹	۰/۵	۴/۵	
۹	باینال ۲	شن + ماسه درشت	۶	۲	۱۲	۲۴۰/۸
		سیلت + رس	۱۳	۰/۵	۶/۵	
		شن + ماسه درشت	۹	۲	۱۸	
		رس	۹	۰/۲	۱/۸	
		سیلت + رس	۹	۰/۵	۴/۵	
		ماسه رس دار + رس	۶	۱	۶	
		خرده سنگ + سنگ کف	۳۶	۲	۷۲	
		سنگ کف لار	۲۴	۵	۱۲۰	
۱۰	باینال ۵	سیلت + رس	۶۷	۰/۵	۳۳/۵	۱۴۹/۱
		شن + ماسه درشت	۳	۵	۱۵	
		رس + سیلت	۳	۲	۰/۶	
		شن + ماسه درشت	۸	۵	۴۰	
		رس + سیلت	۱۶	۰/۲	۳/۲	
		ماسه + شن	۴	۵	۲۰	
		رس + سیلت	۴	۰/۲	۰/۸	
		ماسه درشت + رس سیلت دار	۳	۱	۳	
		رس سیلت دار	۱۵	۰/۲	۳	
		ماسه + شن + قلوه سنگ	۹	۳	۲۷	
		رس + سیلت	۱۵	۰/۲	۳	
۱۱	باینال ۱	رس + شن ریز	۸	۰/۵	۴	۱۲۰/۶
		خرده سنگ و شن دانه متوسط	۸	۵	۴۰	
		رس	۱۰	۰/۲	۲	
		شن دانه ریز + سیلت + رس	۱۲	۲	۲۴	
		شن + قلوه سنگ	۱۲	۳	۳۶	
		سیلت + رس	۳۲	۰/۲	۶/۴	
		شن + سیلت + رس	۳	۲	۶	
		سیلت + رس	۱۱	۰/۲	۲/۲	

جدول (۴-۱۸) - ادامه

ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	هدایت هیدرولیکی (متر بر روز)	قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)	قابلیت انتقال کل (متر مربع بر روز)
۱۲	طوقه	شن + ماسه دانه ریز	۵	۲	۱۰	۲۰۶/۲
		رس + سیلت	۱۵	۰/۲	۳	
		شن + ماسه دانه ریز	۹	۲	۱۸	
		رس + سیلت	۱۵	۰/۲	۳	
		شن ریز + ماسه دانه درشت	۳	۲	۶	
		رس + اندکی سیلت	۶	۰/۲	۱/۲	
		سنگ کف + آهک + مارن	۳۳	۵	۱۶۵	
۱۳	گالیکش ۷	سیلت + رس	۱۹	۰/۵	۹/۵	۲۳۱/۰
		شن + ماسه درشت	۳	۳	۹	
		سیلت + رس	۳۱	۰/۵	۱۵/۵	
		شن + ماسه درشت	۱۳	۳	۳۹	
		ماسه + رس	۱۳	۲	۲۶	
		شن + ماسه + رس	۶	۳	۱۸	
		سیلت + رس	۱۹	۰/۵	۱۹/۵	
		عمدتاً سیلت + رس + ماسه	۲۳	۰/۵	۱۱/۵	
		ماسه درشت + رس جزئی	۵	۳	۱۵	
		ماسه دانه متوسط	۳	۲	۶	
		شن دانه ریز + رس	۶	۳	۱۸	
		ماسه دانه ریز + رس جزئی	۳	۱	۳	
		شن درشت + ماسه درشت	۹	۴	۳۶	
		رس + سیلت	۱۰	۰/۵	۵	
۱۴	عرب بوران ۹	سیلت + رس	۶	۰/۵	۳	۱۷۶/۵
		ماسه درشت + شن درشت	۱۲	۳	۳۶	
		سیلت + رس + رس	۱۰۵	۰/۵	۵۲/۵	
		ماسه ریز + رس جزئی	۶	۱	۶	
		تناوب سیلت + رس و ماسه	۶	۰/۵	۳	
		ماسه درشت	۶	۳	۱۸	
		عمدتاً سیلت + رس	۶	۰/۲	۱/۲	
		ماسه ریز سیلتی	۶	۱	۶	
		ماسه و شن درشت	۶	۲	۱۲	
		عمدتاً سیلت + رس	۳	۰/۲	۰/۶	
		ماسه + شن درشت	۳	۱	۳	
		عمدتاً سیلت + رس	۴	۰/۲	۰/۸	
		ماسه ریز سیلتی + رس جزئی	۵	۱	۵	
		عمدتاً سیلت + رس	۶	۰/۲	۱/۲	
		ماسه درشت + شن درشت	۳	۲	۶	
		ماسه درشت	۱۱	۳	۳۳	



شکل ۴-۳۲- مقادیر قابلیت انتقال (برحسب متر مربع بر روز) با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت گالیکش

۸-۴- صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از آزمایش پمپاژ پله‌ای معکوس

صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از آزمایش پمپاژ پله‌ای معکوس با نتایج به دست آمده از لاگ‌های لیتولوژیکی انجام شده است. به این ترتیب درصد خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از دو روش فوق محاسبه گردید (جدول ۴-۱۹). همانطور که از اطلاعات مندرج در جدول (۴-۱۹) ملاحظه می‌شود درصد خطا بین ۵ درصد تا ۱۸۰ درصد متغیر است که این مقدار خطای حاصله نشان از عدم دقت و در هر دور روش به کار گرفته شده می‌باشد. در روش آزمایش پمپاژ پله‌ای معکوس به دلیل تداخل مولفه‌های افت سفره و افت چاه، مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده دارای خطاهای نسبتاً زیادی هستند. هم‌چنین در روش استفاده از لاگ‌های لیتولوژیکی به علت عدم دقت در تعیین لاگ‌های لیتولوژیکی و هم‌چنین تقریبی بودن این روش، مقادیر قابلیت انتقال دارای خطا هستند. لازم به ذکر است که مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از لاگ‌های لیتولوژیکی به دلیل اصلاح آن‌ها با لاگ‌های کاروتاژ از دقت بیشتری برخوردار هستند.

جدول ۴-۱۹- محاسبه درصد خطای نسبی قابلیت انتقال و لاگ لیتولوژی

خطای نسبی (درصد)	قابلیت انتقال		نام چاه
	لاگ لیتولوژی (متر مربع بر روز)	آزمون پمپاژ (متر مربع بر روز)	
۳۱/۳	۹۹/۲	۱۳۶	املاک ۳
۵/۲	۱۳۲/۹	۱۴۰	عرب بوران ۲
۷۶/۶	۲۰۸/۰	۱۰۳	عرب بوران ۷
۱۲۷/۴	۳۶۰/۵	۸۰	عرب بوران ۳
۱۰۰/۱	۱۳۸/۲	۴۶	عرب بوران ۸

جدول (۴-۱۹) - ادامه

خطای نسبی (درصد)	قابلیت انتقال		نام چاه
	لاگ لیتولوژی (متر مربع بر روز)	آزمون پمپاژ (متر مربع بر روز)	
۱۰/۳	۳۰۲/۵	۲۷۳	عرب بوران ۵
۱۸۰/۳	۱۳۴/۸	۷	قنات ۲
۷۲/۵	۲۴۰/۸	۳۷۸	باینال ۲
۴۴/۳	۱۶۷/۰	۳۵۷	قلی تپه
۱۴۸/۸	۱۴۹/۱	۱۰۱۶	باینال ۵
۱۳۰/۳	۱۲۰/۶	۵۷۲	باینال ۱
۹۴/۷	۲۰۶/۲	۵۷۷	طوقه
۱۰۰/۰	۲۳۱/۰	۷۷	گالیکش ۷
۱۳۹/۳	۱۷۶/۵	۹۸۶	عرب بوران ۹

۹-۴ - برآورد مقادیر آبدهی ویژه با استفاده از لاگ‌های لیتولوژی

به منظور محاسبه مقادیر آبدهی ویژه به روش لاگ‌های حفاری چاه‌های مورد مطالعه، جنس غالب رسوبات در هر چاه تعیین شده و سپس مقادیر آبدهی ویژه مربوط به هر لایه محاسبه گردید (کرمی ۱۳۹۱-۱۳۹۰). با تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ در دشت گالیکش و هم چنین مطابقت نتایج بدست آمده با لاگ‌های حفاری، مقادیر آبدهی ویژه برای رسوبات مختلف را محاسبه گردید. جدول (۴-۲۰) این اطلاعات را ارائه می نماید. با استفاده از لاگ‌های حفاری و مقادیر پیشنهادی در جدول (۲-۳)، آبدهی ویژه در دشت گالیکش محاسبه شد. جدول (۴-۲۰) مقادیر آبدهی ویژه محاسبه شده را با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت گالیکش نشان می‌دهد. با توجه به نتایج مندرج در جدول (۴-۲۰) ملاحظه می‌شود که مقادیر آبدهی ویژه در

دشت گالیکش از ۲/۶۷ تا ۶/۱۹ متغیر است. در انتها شکل (۴-۳۳) مقادیر آبدهی ویژه را در دشت گالیکش

ارائه می‌دهد

جدول (۴-۲۰) - مقادیر آبدهی ویژه با استفاده از لاگ‌های حفاری در دشت گالیکش

ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	آبدهی ویژه مواد (درصد)	آبدهی ویژه کل (درصد)
۱	املاک ۳	رس + رس سیلتی + ماسه دانه ریز	۲۴	۳	۳/۷۶
		مخلوط شن + ماسه درشت	۹	۶	
		رس	۶	۳	
		سیلت + رس + ماسه ریز	۶	۴	
		رس + سیلت جزئی	۶	۲	
		شن + ماسه دانه ریز	۱۲	۶	
		رس + سیلت رس دار	۱۹	۲	
۲	عرب‌بوران ۲	سیلت + رس	۳۳	۴	۲/۶۷
		شن + خرده سنگ + قلوه سنگ	۶	۸	
		رس + سیلت جزئی	۹۳	۲	
		شن + ماسه دانه متوسط	۳	۶	
		رس + سیلت	۳	۲	
		شن + ماسه + قلوه سنگ	۳	۶	
		ماسه رس دار + سیلت + شن ریز	۹	۲	
		رس با چسبندگی زیاد	۶	۶	
۳	عرب‌بوران ۷	عمدتاً سیلت + رس	۲۵	۲	۳/۱۲
		ماسه ریز + سیلت + رس	۳	۳	
		رس + ماسه خیلی دانه ریز	۵۴	۳	
		مخلوطی ماسه ریز تا متوسط	۳	۳	
		مخلوطی ماسه متوسط + رس	۳	۴	
		ماسه درشت + شن درشت	۳	۷	
		مخلوطی ماسه ریز تا متوسط	۲۱	۴	
		ماسه درشت + شن درشت	۳	۷	
		عمدتاً سیلت + رس	۳	۲	
		ماسه ریز	۳	۳	
		عمدتاً سیلت + رس	۳	۲	
		مخلوط ماسه و شن درشت	۱۰	۴	
		رس + ماسه خیلی دانه ریز	۱۴	۳	
		سیلت + اندکی رس	۶	۲	
		ماسه ریز + ماسه نسبی درشت	۶	۳	
		رس + ماسه دانه ریز	۱۰	۳	

جدول (۴-۲۰) - ادامه

ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	آبدهی ویژه مواد (درصد)	آبدهی ویژه کل (درصد)
۴	عرب بوران ۳	ماسه ریز سیلتی + رس ماسه دار	۴۰	۴	۲/۸۴
		سیلت + رس	۴۲	۳	
		ماسه دانه ریز + رس	۴	۳	
		سیلت + رس	۱۱	۳	
		قلوه سنگ + شن درشت + ماسه	۴	۸	
		ماسه ریز سیلتی + سیلت + رس	۲۳	۳	
		شن درشت + ماسه درشت	۶	۵	
		قلوه سنگ + شن درشت	۴	۸	
		ماسه دانه ریز + رس	۸	۳	
		قلوه سنگ + شن درشت	۳	۸	
		ماسه دانه ریز + رس	۳	۳	
		قلوه سنگ + شن درشت	۲	۸	
		سیلت + رس	۴	۳	
		ماسه درشت + شن ریز	۲	۴	
		سیلت + رس	۱	۳	
		ماسه دانه درشت + شن	۹	۶	
		رس + ماسه	۱۲	۲	
		قلوه سنگ + خرده سنگ + شن	۳۰	۸	
۵	عرب بوران ۸	ماسه درشت + رس ناچیز	۳	۶	۳/۵۲
		رس + سیلت	۳۶	۲	
		رس	۶	۲	
		سیلت + رس	۲۱	۳	
		ماسه درشت + ماسه درشت	۶	۷	
		ماسه ریز + سیلت	۱۳	۴	
		ماسه درشت + قلوه سنگ	۵	۸	
		ماسه ریز + رس	۵	۴	
		ماسه نسبتاً درشت + رس	۳	۵	
		رس + سیلت	۴	۲	
		عمدتاً سیلت + رس	۹	۳	
		قلوه سنگ + ماسه درشت	۶	۸	
		سیلت + رس	۸	۳	
۶	عرب بوران ۵	سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۳۵	۳	۳/۷۷
		ماسه دانه درشت + شن ریز	۶	۵	
		سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۷۸	۳	
		مخلوط ماسه + شن درشت	۱۷	۷	
		ماسه نسبتاً درشت	۳	۶	

جدول (۴-۲۰) - ادامه

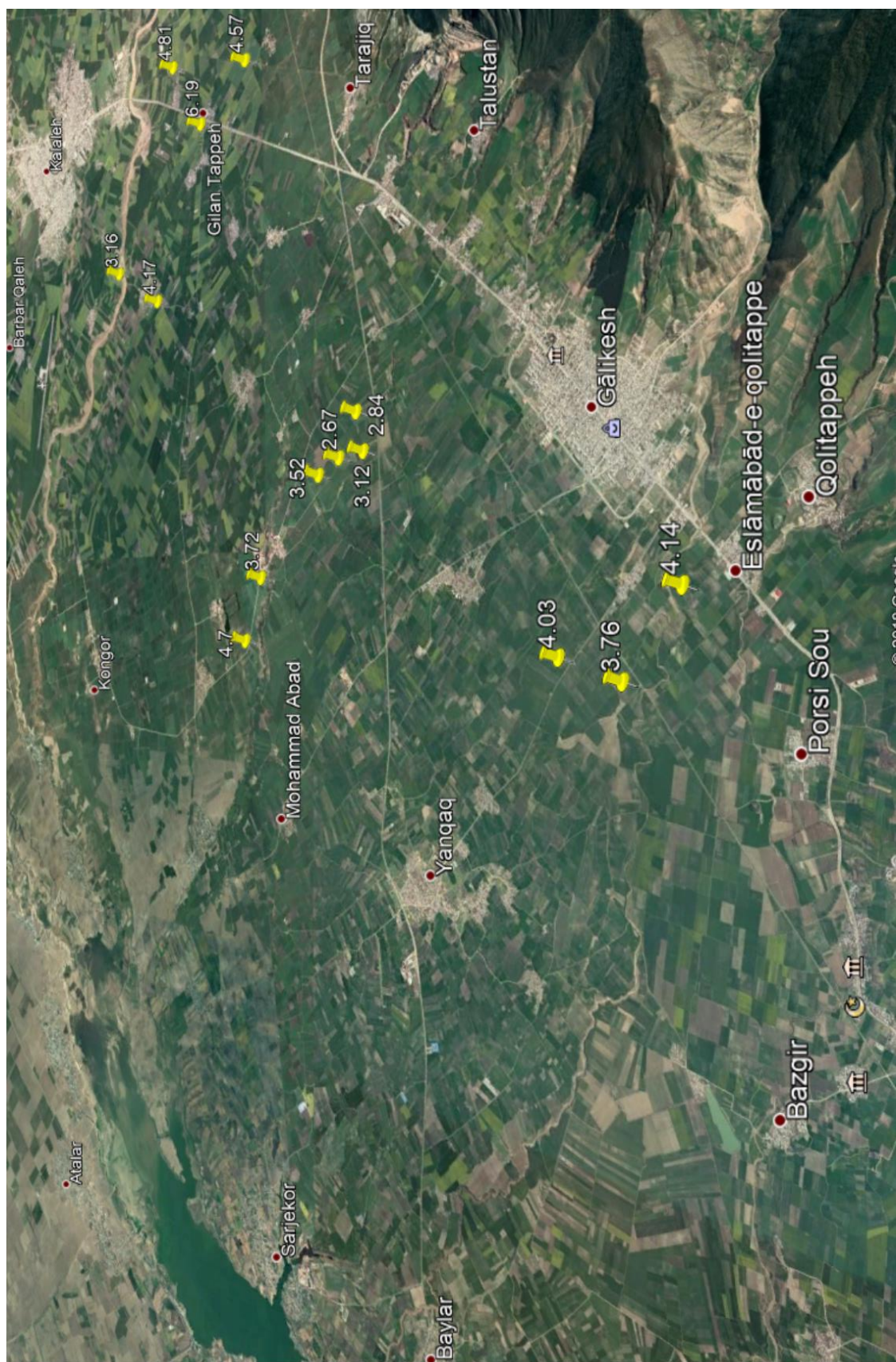
ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	آبدهی ویژه مواد (درصد)	آبدهی ویژه کل (درصد)
۶	عرب بوران ۵	ماسه درشت	۳	۶	۳/۷۲
		سیلت + رس	۸	۳	
		ماسه درشت + شن درشت	۶	۶	
		سیلت + رس	۴	۳	
		ماسه + شن درشت	۵	۶	
		سیلت + رس	۲۹	۳	
		ماسه درشت + شن درشت	۲	۶	
		سیلت + رس + ماسه دانه ریز	۱۱	۳	
		ماسه درشت + قلوه سنگ	۳	۸	
		سیلت + رس	۸	۳	
		ماسه درشت + شن درشت	۶	۵	
		سیلت + رس	۴	۳	
۷	قنات ۲	ماسه ریز + سیلت + رس	۱۴	۴	۴/۵۷
		ماسه دانه ریز	۹	۴	
		سیلت + رس	۲۴	۳	
		سیلت + ماسه دانه ریز	۳	۳	
		ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۸۱	۵	
		ماسه درشت + خرده سنگ	۳	۷	
		ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۳	۵	
		ماسه درشت + خرده سنگ	۳	۷	
		ماسه ریز + ماسه نسبتاً درشت	۱۲	۵	
۸	قلی تپه	ماسه خیلی ریز + سیلت	۳۶	۴	۴/۱۴
		ماسه خیلی ریز	۲۷	۴	
		سیلت + رس	۳	۳	
		ماسه ریز سیلتی + رس جزئی	۳	۳	
		رس + سیلت	۲۴	۲	
		ماسه درشت + شن درشت	۳۳	۶	
		ماسه درشت + شن + اندکی رس	۹	۶	
		سیلت + رس + ماسه + شن	۶	۶	
		سیلت + ماسه بسیار دانه ریز	۶	۳	
		ماسه ریز + ماسه درشت	۱۲	۳	
		سیلت + رس	۹	۴	
۹	باینال ۲	شن + ماسه درشت	۶	۸	۶/۱۹
		سیلت + رس	۱۳	۳	
		شن + ماسه درشت	۹	۷	
		رس	۹	۲	

جدول (۴-۲۰) - ادامه

ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	آبدهی ویژه مواد (درصد)	آبدهی ویژه کل (درصد)
۹	باینال ۲	سیلت + رس	۹	۳	۶/۱۹
		ماسه رس دار + رس	۶	۳	
		خرده سنگ + سنگ کف	۳۶	۸	
		سنگ کف لار	۲۴	۸	
۱۰	باینال ۵	سیلت + رس	۶۷	۳	۳/۱۶
		شن + ماسه درشت	۳	۸	
		رس + سیلت	۳	۲	
		شن + ماسه درشت	۸	۶	
		رس + سیلت	۱۶	۲	
		ماسه + شن	۴	۵	
		رس + سیلت	۴	۲	
		ماسه درشت + رس سیلت دار	۳	۴	
		رس سیلت دار	۱۵	۲	
		ماسه + شن + قلوه سنگ	۹	۶	
		رس + سیلت	۱۵	۲	
۱۱	باینال ۱	رس + شن ریز	۸	۲	۴/۱۷
		خرده سنگ و شن دانه متوسط	۸	۸	
		رس	۱۰	۲	
		شن دانه ریز + سیلت + رس	۱۲	۶	
		شن + قلوه سنگ	۱۲	۷	
		سیلت + رس	۳۲	۳	
		شن + سیلت + رس	۳	۵	
		سیلت + رس	۱۱	۳	
۱۲	گالیکش ۷	سیلت + رس	۱۹	۳	۴/۰۳
		شن + ماسه درشت	۳	۷	
		سیلت + رس	۳۱	۳	
		شن + ماسه درشت	۱۳	۶	
		ماسه + رس	۱۳	۵	
		شن + ماسه + رس	۶	۶	
		سیلت + رس	۱۹	۳	
		عمدتاً سیلت + رس + ماسه	۲۳	۳	
		ماسه درشت + رس جزئی	۵	۵	
		ماسه دانه متوسط	۳	۴	
		شن دانه ریز + رس	۶	۵	
		ماسه دانه ریز + رس جزئی	۳	۴	
		شن درشت + ماسه درشت	۹	۸	
		رس + سیلت	۱۰	۳	

جدول (۴-۲۰) - ادامه

ردیف	نام چاه	بافت غالب رسوبات	ضخامت (متر)	آبدهی ویژه مواد (درصد)	آبدهی ویژه کل (درصد)
۱۳	طلوقه	شن + ماسه دانه ریز	۵	۶	۴/۸۱
		رس + سیلت	۱۵	۲	
		شن + ماسه دانه ریز	۹	۴	
		رس + سیلت	۱۵	۲	
		شن ریز + ماسه دانه درشت	۳	۴	
		رس + اندکی سیلت	۶	۲	
		سنگ کف + سنگ آهک + مارن	۳۳	۸	
۱۴	عرب بوران ۹	سیلت + رس	۶	۳	۴/۷۰
		ماسه درشت + شن درشت	۱۲	۶	
		سیلت + رس + رس	۱۰۵	۳	
		ماسه ریز + رس جزئی	۶	۴	
		تناوب سیلت + رس و ماسه	۶	۳	
		ماسه درشت	۶	۶	
		عمدتاً سیلت + رس	۶	۳	
		ماسه ریز سیلتی	۶	۴	
		ماسه و شن درشت	۶	۶	
		عمدتاً سیلت + رس	۳	۳	
		ماسه + شن درشت	۳	۶	
		عمدتاً سیلت + رس	۴	۳	
		ماسه ریز سیلتی + رس جزئی	۵	۴	
		عمدتاً سیلت + رس	۶	۳	
		ماسه درشت + شن درشت	۳	۶	
		ماسه درشت + خرده سنگ	۱۱	۶	



شکل ۴-۳۳- مقادیر آبدهی ویژه محاسبه شده با استفاده از لاگ لیتولوژیکی دشت گالیکش

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

در این فصل ابتدا نتایج به دست آمده از صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ و مقادیر قابلیت انتقال در دشت گالیکش به طور مختصری ارائه می‌شود. سپس پیشنهادهایی برای انجام دقیق‌تر آزمایش پمپاژ و هم چنین تعیین پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان‌ها آبرفتی ارائه خواهد شد.

۱-۵- نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نتایج به دست آمده از این تحقیق شامل صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ با مقایسه مقادیر افت محاسبه شده و افت مشاهده شده و هم چنین صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال در دشت گالیکش با مقایسه نتایج به دست آمده از آزمایش افت پله‌ای معکوس با لاگ‌های لیتولوژیکی اصلاح شده می‌باشد. علاوه بر این مقادیر قابلیت انتقال و آبدی ویژه برای آبخوان‌های آبرفتی دشت گالیکش با کمک لاگ‌های لیتولوژیکی اصلاح شده برآورد شده است. در نهایت، نقشه‌های قابلیت انتقال و آبدی ویژه آبخوان مذکور تهیه شده‌اند.

۱-۱-۵- صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ

به منظور صحت‌سنجی داده‌های آزمایش پمپاژ در دشت گالیکش، ابتدا برای کلیه چاه‌های موجود با استفاده از اطلاعات آزمایش پمپاژ پله‌ای معکوس معادله چاه تعیین شده است سپس

مقادیر افت کل برای چاه‌های پمپاژ با استفاده از معادله هر چاه محاسبه شده است، مقایسه مقادیر افت کل مشاهده شده در پله‌های مختلف بیانگر این است که مقدار خطای نسبی بین ۶۳ تا ۱۶۳ متغیر است. با توجه به چنین خطاهایی نسبی فاحشی می‌توان این چنین اظهار نظر نمود که اطلاعات این آزمایش پمپاژهای پله‌ای انجام شده خطای بسیار بالایی را شامل می‌شوند و دلیل این مطلب از این قرار است که این آزمایش‌ها به روش نادرستی انجام شده‌اند. به این ترتیب که آزمایش افت پله‌ای به صورت معکوس از دبی زیاد به دبی کم انجام شده است. در چنین روشی در هر پله ضمن ادامه پمپاژ و افزایش مقدار مولفه افت سفره، به دلیل کاهش دبی مقدار مولفه افت چاه به تدریج کم می‌شود. افزایش تدریجی مقدار مولفه افت سفره و کاهش تدریجی مولفه افت چاه و تداخل آن‌ها با یکدیگر باعث ایجاد خطای زیاد در نتایج آزمایش پمپاژ شده است.

۲-۱-۵- صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال در دشت گالیکش

به منظور صحت‌سنجی مقادیر قابلیت انتقال در دشت گالیکش، ابتدا مقادیر قابلیت انتقال با استفاده از داده‌های افت پله‌ای معکوس با کمک نرم افزار Aquifer Win32 محاسبه گردید. سپس لاگ‌های لیتولوژیکی کلیه چاه‌های پمپاژ با استفاده از اطلاعات لاگ‌های چاه پیمایی (لاگ‌های مقاومت ویژه و گامای طبیعی) اصلاح شده‌اند. با استفاده از اطلاعات لاگ‌های لیتولوژیکی اصلاح شده، مقادیر قابلیت انتقال آبخوان آبرفتی دشت گالیکش برآورد شد. مقایسه مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از داده‌های افت پله‌ای معکوس و مقادیر قابلیت انتقال برآورد شده با کمک لاگ‌های لیتولوژیکی اصلاح شده نشان می‌دهد که خطای نسبی این داده‌ها از ۵ تا ۱۸۰ درصد متغیر است. همانطور که ملاحظه می‌شود خطای نسبی مقادیر قابلیت انتقال به دست آمده از روش فوق الذکر به طور قابل توجهی زیاد است. دلیل این مطلب به احتمال زیاد به دلیل نادرست بودن روش انجام آزمایش افت پله‌ای معکوس است. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده از لاگ‌های لیتولوژیکی علیرغم خطاهای موجود در این روش به دلیل اصلاحات انجام شده به کمک لاگ‌های چاه‌پیمایی، از دقت نسبی بالاتری برخوردار هستند.

۳-۱-۵- برآورد قابلیت انتقال و آبدهی ویژه در آبخوان گالیکش

اشاره شد که اطلاعات آزمایش پمپاژ پله‌ای معکوس انجام شده در منطقه مورد مطالعه خطاهای بسیار زیادی را شامل می‌شود. بنابراین، برای برآورد مقادیر قابلیت انتقال و آبدهی ویژه در دشت گالیکش از اطلاعات لاگ‌های لیتولوژیکی اصلاح شده استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که قابلیت انتقال در دشت گالیکش از ۹۲ تا ۳۵۲ متر مربع بر روز متغیر است و همانطور که دیده می‌شود مقادیر آبدهی ویژه در منطقه مورد مطالعه از ۲/۶۷ تا ۶/۱۹ درصد متغیر است. دلیل این تغییرات محلی قابلیت انتقال و آبدهی ویژه در دشت گالیکش به خاطر جابجایی رودخانه‌ها و ناهمگنی نسبتاً زیاد آبخوان آبرفتی منطقه است.

۲-۵- پیشنهادها

به منظور انجام آزمایشات پمپاژ دقیق‌تر در منطقه مورد مطالعه و در نتیجه دستیابی به نتایج معتبرتر پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- انجام آزمایش افت پله‌ای به روش معکوس به دلیل تداخل مولفه‌های افت سفره افت چاه خطاهای بسیار بالایی را شامل می‌شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که برای انجام آزمایش پله‌ای از روش درست استفاده شود. به این ترتیب که هر پله نسبت به پله قبل با دبی بالاتری پمپاژ انجام شود و همزمان مقادیر افت متناظر اندازه‌گیری شود.

- پیشنهاد می‌شود که برای تعیین مقادیر پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان از روش پمپاژ با دبی ثابت (Constant Pumping Rate) استفاده گردد.

- پیشنهاد می‌شود که برای تهیه لاگ‌های لیتولوژیکی دقیق، تعدادی از نمونه‌ها به عنوان نماینده به روش الک دانه‌بندی بررسی گردد.

منابع

- نخعی، م. لشکریپور، غ. (۱۳۷۴). "تخمین تخلخل و آبدهی ویژه در آبخوان دشت شورو با استفاده از داده‌های مقاومت ویژه و روابط تجربی". نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم. جلد ۵، ش ۵، ص ۵۳۵.
- کرمی، غ. (۱۳۸۳). "تغییرپذیری ضرایب انتقال و ذخیره در لایه‌های آبدار ناهمگن"، مجموعه مقالات هشتمین انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- کرمی، غ. (۱۳۸۵). "انتخاب روش مناسب برای تحلیل داده‌های آزمایش پمپاژ در سفرهای کارسنی"، نشریه علوم زمین سال پانزدهم.
- مختاری، ح. اسپهبد، م. (۱۳۸۶). "بررسی پارامترهای هیدرودینامیکی پتانسیل‌های آبی دشت ورامین با توجه به تغییرات گرادیان شوری".
- ولایتی، س. مطیعی لنگرودی. (1387). et al. "بررسی وضعیت منابع آب منطقه کلات با تاکید بر مشکلات تامین آب روستایی". پژوهشهای جغرافیایی
- حسینی سبزواری، م. (۱۳۸۸). "بررسی خصوصیات هیدروژئولوژیکی سفره آب زیرزمینی در معدن گل گهر، سیرجان"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- حیدری، م. م. (۱۳۸۸). "روش ساده به منظور برآورد ضریب انتقال و ذخیره آبخوان با استفاده از ظرفیت چاه"، اولین مقالات کنفرانسی آب‌های زیر زمینی.
- حسینی سبزواری، م. کرمی، غ. زارع، م. کریمی نسب، س. مکنونی، س. (۱۳۸۸). "بررسی خواص هیدرودینامیکی سفره‌های آب زیرزمینی در آنومالی شماره ۱ معدن گل گهر"، پنجمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن.
- کرمی، غ. (۱۳۹۰). "بررسی آزمون‌های پمپاژ چاه‌های گروه ۲ استان قم"، شرکت آب منطقه‌ای قم.
- کرمی، غ. (1391). "مطالعات برآورد ضرایب هیدرودینامیکی در دشت سمنان - ایوانکی"، شرکت آب منطقه‌ای استان سمنان.
- الطافی دادگر، م. محمدزاده، ح. بهرامی، ر. (۱۳۹۱). "تخمین متغیرهای هیدرولیکی آبخوان دشت بجنورد با استفاده از داده‌های سونداژ الکتریکی"، فصلنامه علمی-پژوهشی زمین‌شناسی محیط زیست، سال ششم، شماره ۵۵، ص ۰.
- نسیمی ع. ر. محمدی ض. (۱۳۹۱)، "ارزیابی دقت روش‌های مختلف محاسبه هدایت هیدرولیکی آبخوان آزاد بر اساس مرحله برگشت آزمون پمپاژ"، نهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

امنی و همکاران (۱۳۹۲). " بررسی تغییرات هیدرولیکی (T,S) آبخوان دشت تهران در اثر افت سطح آب زمین شناسی و فرونشست زمین " پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعت آب و معدن.

حبیبزاده، ا. روستایی، ش. نیکجو، م. (۱۳۹۲). ارزیابی هیدرودینامیکی و ژئومورفولوژیکی نهشته‌های کواترنری تحلیل بحران آب‌های زیرزمینی شمال دریاچه ارومیه (مطالعه موردی دشت تسوج). مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی کمی، سال سوم. شماره ۲.

عابدی، م. کرمی، غ. مقدس، ن. (۱۳۹۵). تخمین قابلیت انتقال با استفاده از لاگ های حفاری در دشت مشهد. چهارمین کنگره بین المللی عمران ، معماری و توسعه شهری.

عجم، ح. محمدزاده، ح. کرمی، غ. گیان، ر. بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی آبخوان سملقان بر اساس تغییرات تحت الارضی رخساره‌های آبرفتی و سنگی. ۱۳۹۵. مجله رخساره‌های رسوبی. دوره ۹.

سوگندی، ر. عل امیری، ع. حافظی مقدس، ن. روحانی. ک. (۱۳۹۶). مدل سازی یک بعدی داده‌های مقاومت ویژه برای تعیین عمق آب و جنس لایه‌های زمین و مقایسه نتایج با اطلاعات چاه اطراف بیستمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تهران.

قشقایی نژاد، س. چیت سازان، م. (۱۳۹۶). برآورد مقدار بهینه آبدهی ویژه و تخمین تغذیه آب زیرزمینی آبخوان آزاددشت گلگیر، استان خوزستان. ۱۳۹۶. مجله اکوهیدرولوژی. شماره ۴.

Theis, C. V. (1935). "The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage." Eos, Transactions American Geophysical Union 16(2): 519-524.

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.

ARCHIE, G. (۱۹۴۲) "The Electrical Resistivity Log as an Aid in Determining Some Reservoir Characteristics."

Rorabaugh, M. I. (1953). Graphical and theoretical analysis of step-drawdown test of artesian well. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, ASCE.

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.

Alavi, M., 1996. Tectonostratigraphic synthesis and structural style of Alborz mountain system in Northern Iran: J. Geodynamics, v. 21, p. 1 -33

Todd D. K. (1980) Groundwater hydrology, 2 edition. John Wiley & sons, New York.

- Walton W. C. (1987) Groundwater pumping tests. Lewis Publishers, Inc., USA.
- 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 Netherland.
- 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.
- Huntley, D (1996), "Relations between hydrolic conductivity and electrical resistivity in granular aquifer". Ground water, 24 pp. 466-474.
- 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.
- Rorabaugh, M. E., et al. (2001). Refractory fibrous ceramic insulation and process of making same, Google Patents.
- Raghavan R. (2004) A review of applications to constrain pumping test responses to improve on geological description and uncertainty.
- Vernant, P., et al. (2004). "Deciphering oblique shortening of central Alborz in Iran using geodetic data." Earth and Planetary Science Letters **223**(1-2): 177-185.
- Elgano, L., & Kannan, R., 2007. Rock–water interaction and its control on chemical composition of groundwater. In: Sarkar, D., Datta, R., Hannigan, R., (eds.), Developments in environmental science, 5 (Chapter 11): 229–243.
- Hosono, T., Ikawa, R., Shimada, J., Nakano, T., Saito, M., Onodera, S., Lee, K., & Taniguchi, M., 2009. Human impacts on groundwater flow and contamination.
- Kumar, S.K., Chandrasekar, N., Seralathan, P., Godson, P.S., & Magesh, N.S., 2012. Hydrogeochemical study of shallow carbonate aquifers, Rameswaram Island, India. Environmental Monitoring and Assessment, 184: 4127-4138.
- Boschan A. and Nøtinger B. (2012) Scale Dependence of Effective Hydraulic Conductivity Distributions in 3D Heterogeneous Media: A Numerical Study.
- Ashjari J. (2013) Determination of Storage Coefficients During Pumping and Recovery. Ground Water.
- Choi, B.Y., Yun, S.T., Kim, K.H., & Choh, S.J., 2013. Geologically controlled agricultural contamination and water–rock interaction in an alluvial aquifer: results from a hydrochemical study. Environmental Earth Sciences, 68: 203-217.
- Clark, I. 2015. Groundwater Geochemistry and Isotopes. CRC Press, Florida, 456

Raghavan, M. L. 2016. Effect of water-rock interaction on the hydro geochemistry of groundwater. Arab J.

Abstract

Hydrodynamic parameters of aquifers are among their most important properties. So far, different methods have been used to estimate hydrodynamic parameters of aquifers, among which pumping test data is regarded as the most common and reliable method for estimating these parameters. However, the results obtained from the analysis of pumping test data have significant uncertainty in many cases, due to the low accuracy in conducting pumping test and the lack of experienced experts to analyze the its data. In this study, the data of 14 pumping tests were used to validate hydrodynamic parameters in the Galikesh region of Golestan province. It is worth noting that these pumping tests were conducted in a reversed step, which included significant errors due to the interference of well loss and aquifer loss components. In the reverse step method, reducing the pumping discharge rate and continuing the test with the new discharge gradually decrease the well loss component and increase the aquifer loss component, causing significant errors. Then, an equation was estimated for each well to validate the results of the pumping tests. Using the well equation, the total loss in pumping wells was calculated for different discharge rates. The calculated total loss values were compared with the values observed in the tests. By calculating the relative error for each pumping test, it was found that the values of these errors vary from 63 to 199%, which such large errors indicate the inaccuracy of the proposed method. In addition, the geoelectric logs (well logging) of the wells were modified by using lithological logs and the values of transmissivity and specific discharge were estimated for different parts of the Galikesh plain. It is observed that the spatial variability of the estimated values of transmissivity and specific discharge is relatively high in the Galikesh plain, due to the existence of important rivers in the margins of this plain and their lateral displacement.

Keywords: Pumping, Reverse step loss, Hydrodynamic parameters, Validation, Relative error



Shahrood University of Technology

Faculty of Earth Sciences

MSc. Thesis of Hydrogeology

**Verification the results of pumping tests using well logs in
Galikesh region Golestan**

By:

Amir Botyari

Supervisor:

Dr. Gholamhosein Karami

September 2019