

بررسی علل تخریب و ناپایداری چاههای عمیق بهره برداری آب در کهگیلویه

خسرو شفیعی مطلق^۱، امیر رضا سالمیان^۲، علی اکبر افشین^۳

۱ و ۲- مربی دانشکده عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهدشت، kh_shafieimotlagh@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۲/۲۵ تاریخ تصویب: ۹۲/۱۰/۱۸

چکیده

امروزه مهمترین روش برداشت آب از زیرزمین، چه در دنیا و چه در ایران حفر چاههای آب است. چاههای پمپاژ علاوه بر دارا بودن مزایای بهره برداری، همواره دارای مشکلات متعددی نظیر تخریب و ناپایداری ساختار، کاهش آبدهی، ماسه دهی و جرم گرفتگی و از بین رفتن تجهیزات می باشند. طبق آمارهای موجود ۶۰ درصد از چاههای عمیق حفر شده در منطقه کهگیلویه دارای عمر مفید کمتر از ۴ سال می باشند. هزینه زیاد حفر چاه های عمیق و نیز حساسیت زمین شناسی منطقه و تخریب و از کارافتادگی پی در پی چاههای منطقه، ضرورت تحقیق و بررسی پیرامون عمر مفید چاه های عمیق و نیز عوامل موثر در تخریب چاهها و روشهای پیشگیری و بهره برداری مناسب از این چاهها را امری اجتناب ناپذیر می نماید. تعداد ۱۸ حلقه از چاههای منطقه جهت آنالیز شیمیایی و دانه بندی تهیه و مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج آنالیزها و مطالعات صحرایی و اطلاعات موجود علل اصلی تخریب و ناپایداری چاهها در منطقه مطالعاتی طراحی نامناسب چاه و وجود لایه های نازک دانه ریز در لایه اشباع و استفاده از اسکرین با اندازه و منافذ نامناسب و افت ناشی از برداشت بی رویه آب و جرم گرفتگی تشخیص داده شد.

واژگان کلیدی: مشکلات چاههای آب، تخریب و ناپایداری، جرم گرفتگی، کهگیلویه

مقدمه

خلال قرن اخیر و پیشرفت فن آوری، با حفر چاههای عمیق و نیمه عمیق سالانه میلیاردها مترمکعب آب زیرزمینی به کمک چاههای پمپاژ استخراج می شود. همواره و تا به امروز مشکلاتی در بهره برداری از چاهها وجود داشته که خود موجب تخریب ساختار، ناکار آمدی سیستم، عدم اطمینان خاطر در استفاده از آن و تحمیل زیانهای مالی زیاد بویژه در بخش کشاورزی شده است [۷]. در بیشتر دشتهای کشور به خصوص در دشت های گرگان و ترکمن صحرا و دشت خاش [۳].

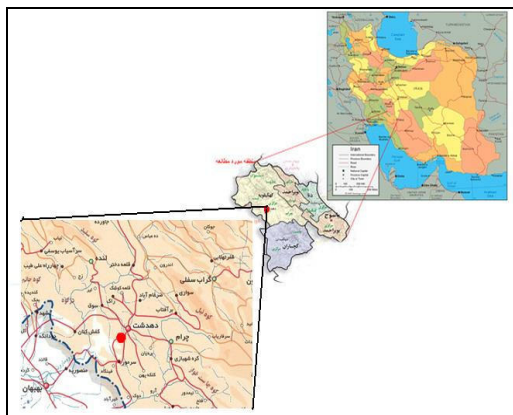
بشر به علت احتیاج به آب که یک مایع حیاتی پرارزش است، در هر شرایطی به جستجوی آن اقدام نموده و به آن دسترسی پیدا کرده است. که در این میان آب زیر زمینی بعنوان بزرگترین و بهترین منبع آب شیرین در دنیا مورد توجه انسان بوده است. آب زیر زمینی در کشور ایران که در اقلیم خشک جهان واقع شده، اهمیت فوق العاده ای دارد. چاههای عمیق بعنوان مدرن ترین سازه های آبی، ابزار مناسبی جهت استخراج و بهره برداری بهینه از منابع آبی لایه های آبدار عمیق دور از دسترس چشمه ها و قناتهاست. در

سفره های آب زیر زمینی و از طریق حفر چاه تامین می شود.

وجود شش دشت مهم (دشت کلاچو - دشت دهدشت - دشت باشت - دشت امامزاده جعفر - دشت بردیان - دشت چرام و دشت لیشر) فرصت استثنایی جهت استفاده از آبهای زیر زمینی و رسیدن به توسعه پایدار در آن استان می باشد.

حفر و تجهیز چاهای عمیق در این منطقه از هزینه بالایی برخوردار بوده و تخریب سریع آنها خسارات سنگینی را برمالکین وارد می کند.

به همین دلیل در این پژوهش، شناسایی عوامل موثر در تخریب سریع و ناپایداری چاه های آب دشت کلاچو و ارائه مناسب ترین راهکارهای پیشگیری یا کاهش این مشکلات با توجه به آمارها و اطلاعات موجود مدنظر بوده است. (شکل ۱) موقعیت منطقه مورد نظر را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه [15]

از حوضه تفتان و دشت سراب و تبریز، تخریب زودرس و ناپایداری چاههای آب زیرزمینی، از مشکلات و عوامل بروز خسارات فراوان به کشاورزان می باشد [۱].

در مطالعه علت تخریب و ماسه دهی چاههای آب حوضه تلخه رود علت اصلی را عدم استفاده از اسکرینها و فیلتریک مناسب، خوردگی شیمیایی و الکتروشیمیایی تجهیزات و لوله ها، پمپاژ بیش از حد نفوذ آب شور و تشدید خوردگی و بویژه حضور سازندهای ریزدانه رسی دانستند.

مهمترین عوامل موثر در بهره برداری طولانی مدت از چاه ها را با سرویس و نگهداری آنها مرتبط است و بهترین روش نگهداری از چاهها را کنترل پوسیدگی و جرم گرفتگی آنهاست.

ولی اعمال تمهیداتی از قبیل استفاده از لوله های جدار مناسب، تزریق مواد شیمیایی (جهت رفع عیوب فلزی)، توسعه و تجهیز چاه را برای به حداقل رساندن فرسودگی شیمیایی، جلوگیری از ورود هوا، کاهش سرعت پمپاژ و ترمیم ناحیه های پوسته بندی شده را برای کاهش جرم گرفتگی اسکرینها الزامی است [۲].

طبق آمارهای موجود حدود ۶۰٪ از چاههای عمیق حفر شده در این مناطق دارای عمر مفید کمتر از ۴ سال می باشند در حالیکه در صورت حفر این چاهها در شرایط استاندارد، عمر مفید آنها به ۲۰ سال افزایش پیدا می کند بنابراین طرح تحقیقاتی جهت بررسی علت تخریب سریع چاههای آب در دشتهای شش گانه آن استان ضروری و منطقی به نظر می رسد [۲].

در حال حاضر حدود ۸۵٪ آب مورد نیاز بخش کشاورزی و شرب استان کهگیلویه و بویر احمد از

عوامل کلی موثر بر پایداری و راندمان چاههای

عمیق بهره برداری آب

با مطالعه سوابق و منابع معتبر موجود در جهان [11,10,9,12,13,14] و در ایران کلیه عوامل موثر در از بین رفتن سریع ساختمان چاهها و روشهای شناسایی و ارزیابی نقش آنها مورد بررسی و کنکاش قرار گرفت. برای این اساس عمده عوامل عبارتند از:

- نفوذ آب شور به سفره آب شیرین
- افت شبکه بیش از حد، کاهش فشار و آزاد شدن دی اکسیدکربن محلول در آب و تشدید رسوبگذاری
- خوردگی شیمیایی و الکتروشیمیایی لوله های جداری مشبک و غیرمشبک و تشدید ماسه دهی
- رسوبگذاری مواد محلول در آبهای زیرزمینی و بسته شدن منافذ لوله های مشبک
- استفاده از لوله های جدار نامناسب و غیر استاندارد که مساحت منافذ آنها کم است.
- مقدار کل املاح محلول در آب به دلیل تزاید کلوررها و سولفاتها که موجب افزایش سرعت خوردگی می شوند.
- عدم استفاده از فیلترپک و یا طراحی غیر مهندسی آن و عدم هماهنگی با ذرات سفره
- عدم هماهنگی منافذ اسکرین ها با فیلترپک
- شستشو و توسعه نامناسب چاه پس از خاتمه

حفاری

- عدم انجام عملیات ترمیمی و بازسازی چاهها در دوره های بهره برداری
- اسیدی بودن آب زیرزمینی و خوردگی سریع تجهیزات
- سرعت جریان زیاد آب و افزایش نقش کاتالیزوری آن در محیط الکترولیتی
- رشد میکروبیهای آهن خواره در چاه

- افت سطح ایستابی و افزایش سرعت جریان و افت انرژی

- ریزش آبخاری آب در هنگام افت سطح ایستابی از قسمتهای فوقانی اسکرین به درون چاه و افزایش اکسیژن محلول و تشدید فرآیند اکسیداسیون

- ایجاد خوردگی و آسیب رساندن به پمپ و پوشش داخل چاه ها بوسیله کاویتاسیون توسط گازهای محلول در آب

- نوع الکتروموتور مورد استفاده در چاه ها و تاثیر آن بر میزان ارتعاشات

- دانه ریزی و یکنواختی رسوبات سفره و ماسه دهی

عوامل فوق هر کدام به سهم خود موجبات کاهش راندمان و بازدهی چاه شده و همچنین به نحو موثری در ناپایداری ساختمان چاه ها، ماسه دهی و آبدهی آنها دخیل می باشند. عوامل مذکور از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آب زیرزمینی، رسوبات سفره و از نحوه تکمیل چاه ناشی می شود. لذا در این پژوهش به عوامل موثر بر ناپایداری چاه های آب در کهگیلویه در سه دسته کلی شامل عوامل فیزیکی - شیمیایی آبهای زیرزمینی، خواص سازندهای تشکیل دهنده سفره و رعایت اصول مهندسی طراحی و تجهیز چاه پرداخته شده است.

عوامل موثر بر ناپایداری و تخریب چاه های

عمیق کهگیلویه

الف - عوامل فیزیکی - شیمیایی

عوامل فیزیکی و شیمیایی موثر در تخریب چاه بستگی به نحوه تکمیل آن دارد اطلاعات لازم برای تکمیل دقیق ساختمان چاه شامل داده های هیدروژئولوژیکی از قبیل استراتیگرافی رسوبات سفره، خواص هیدرولیکی آن آنالیز دانه بندی رسوبات سخت نشده

یکی از مهمترین راهکارهای پیشنهادی برای جلوگیری از تخریب کیفیت آب، کاهش برداشت غیر مجاز و بی رویه از چاه است.

بنابراین با کاهش نرخ پمپاژ و به حداقل رساندن سرعت ورود آب به درون چاه تا حد زیادی از افت شبکه و ریزش آبشاری آب به درون چاه و افزایش اکسیژن محلول و تشدید فرآیند اکسیداسیون کاسته می گردد.

ب- بررسی خصوصیات و سازندهای تغذیه کننده سفره:

یکی از مهمترین عواملی که در پایداری چاه ها و میزان آبدهی آنها نقش بسیار موثری را ایفا می نماید خصوصیات زمین شناسی سفره می باشد.

با توجه به گزارشهای حفاری چاه های پیزومتری در منطقه جهت تعیین وضعیت دانه بندی و جنس مواد تشکیل دهنده سفره آب زیرزمینی مشخص گردید که مواد تشکیل دهنده سفره بسیار ریزدانه و ریزشی می باشند.

ستون چینه شناسی حاصل از تفسیر لاگهای مقاومت و پتانسیل خود زای لایه ها، خرده های حفاری و همچنین نمودارهای پیشرفت سرعت عملیات حفاری پنج چاه پیزومتری در نقاط مختلف دشت در شکل ۳ نشان داده شده است.

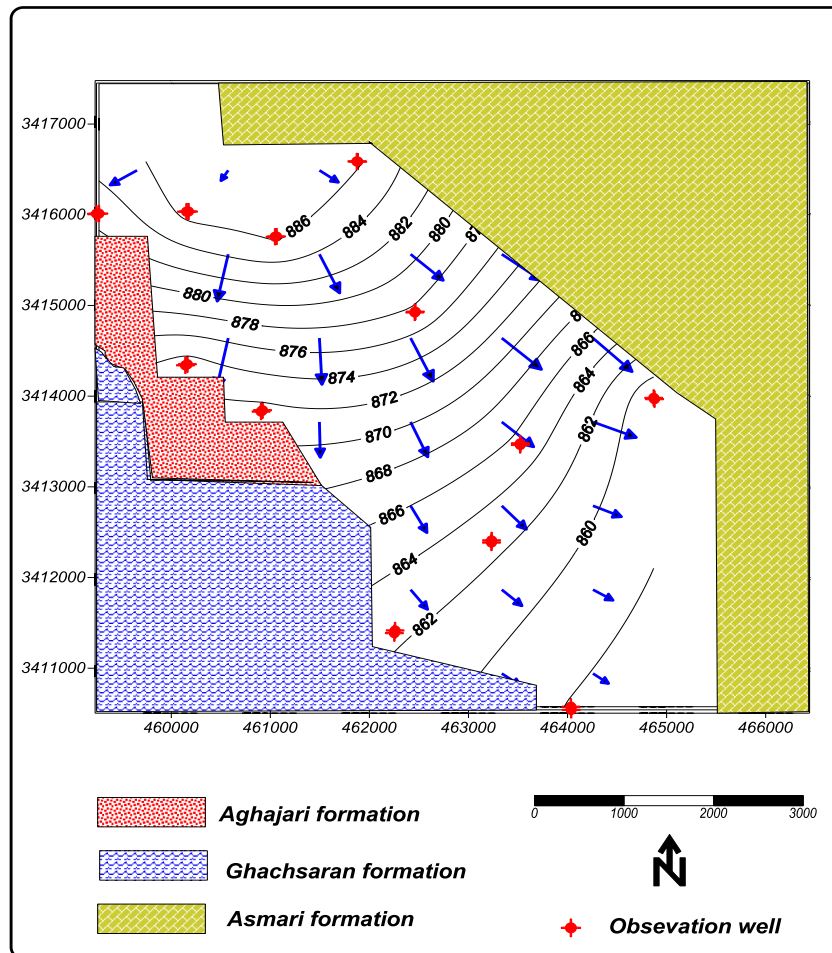
وجود میان لایه های نازک رسی و سیلتی بخصوص در قسمت میانی دشت به شدت بر ناپایداری چاه ها، ماسه دهی و آبدهی آنها تاثیر گذار می باشند.

در این وضعیت احتمال آبدهی کم لایه ها، ریزش، ناپایداری آنها و همچنین ورود ذرات ریزدانه به درون چاه بسیار زیاد می باشد. به طوری که d_{10} نمونه ها، کمتر از ۲۵۰/ میلیمتر می باشد و استفاده از فیلترپک مناسب در این چاه ها ضروری است.

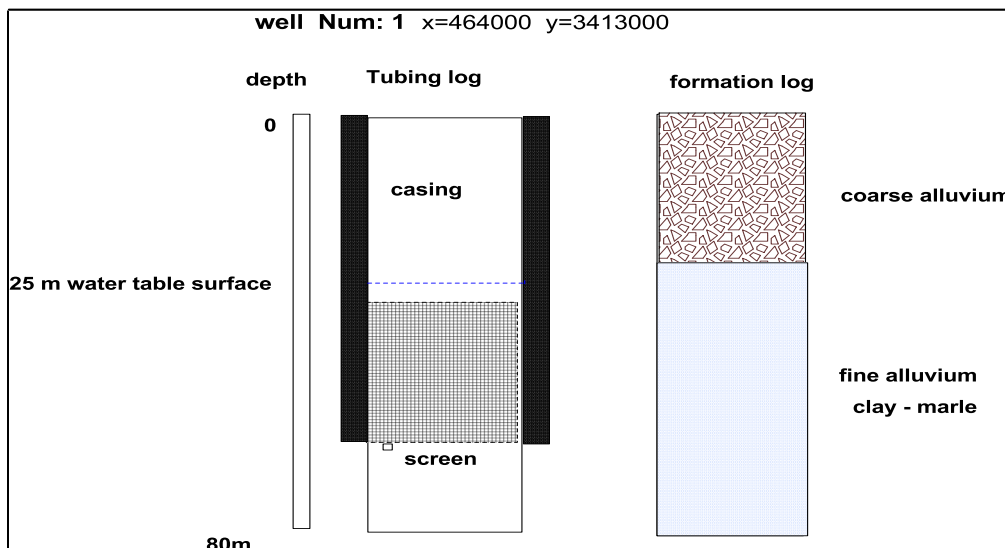
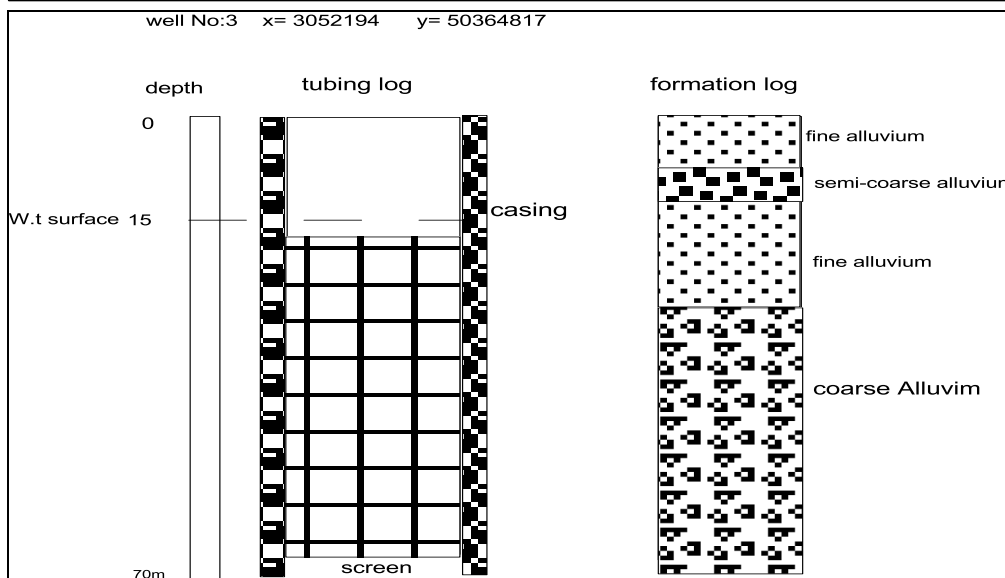
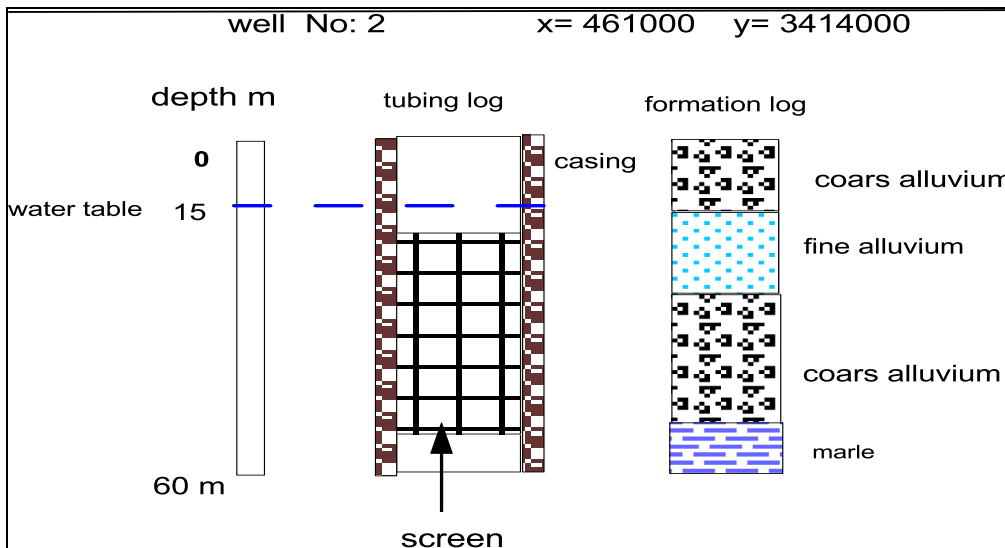
و کیفیت آب زیرزمینی است و همچنین شرایط زمین شناسی و سازند های تغذیه کننده دشت در کیفیت آب زیرزمین نقش بسزایی داشته که در دشت کلاچو با توجه به نقشه زمین شناسی منطقه و نقشه جهت جریان آب زیرزمینی می توان دشت را از نظر کیفیت آب به دو بخش شمال شرق و جنوب غرب تقسیم بندی نمود که بخش شمال شرق دشت از سازند های کربناته آسماری تغذیه می شود و بخش جنوب غرب تحت تاثیر سازند سولفاته گچساران می باشد (شکل ۲) و نمونه گیری صورت گرفته در جدول (۱) گویای این واقعیت است. لذا جرم گرفتگی سوراخ اسکرین ها در در چاه های حاشیه شمال شرق و سولفاته شدن اسکرین در چاه های حاشیه جنوب غرب دشت مشهود است. از مهمترین عوامل فیزیکی شیمیایی موثر بر پایداری ساختار چاهها وضعیت خوردگی و پوسته گذاری آنها می باشد. نمونه گیریهای صورت گرفته نشان می دهد که میزان میانگین هدایت الکتریکی اندازه گیری شده برای ۱۸ نمونه در مهرماه ۱۳۹۱ $1935 \mu\text{sim} / \text{cm}$ است که مقدار نسبتاً زیادی محسوب گردیده و می تواند خوردگی لوله های جداری شود. البته چنین چاه هایی در قسمت در جدول ۱ میانگین غلظت یونهای اصلی و پارامترهای فیزیکی ۱۸ نمونه آب زیرزمینی چاه های کشاورزی که توزیع مناسبی در دشت دارند آورده شده است وجود کلر بیش از ۳۰۰ میلی گرم در لیتر و سولفات بیش از ۲۵۰ میلی گرم، باعث خوردگی کیسینگ و اسکرین شده و پس از افزایش منافذ اسکرین ها، ذرات دانه ریز وارد چاه شده و پمپاژ آنها موجب خالی شدن پشت اسکرین، ریزش دیواره چاه و در نهایت باعث خم و یا شکسته شدن اسکرینها گشته و به پمپ نیز آسیب می رساند.

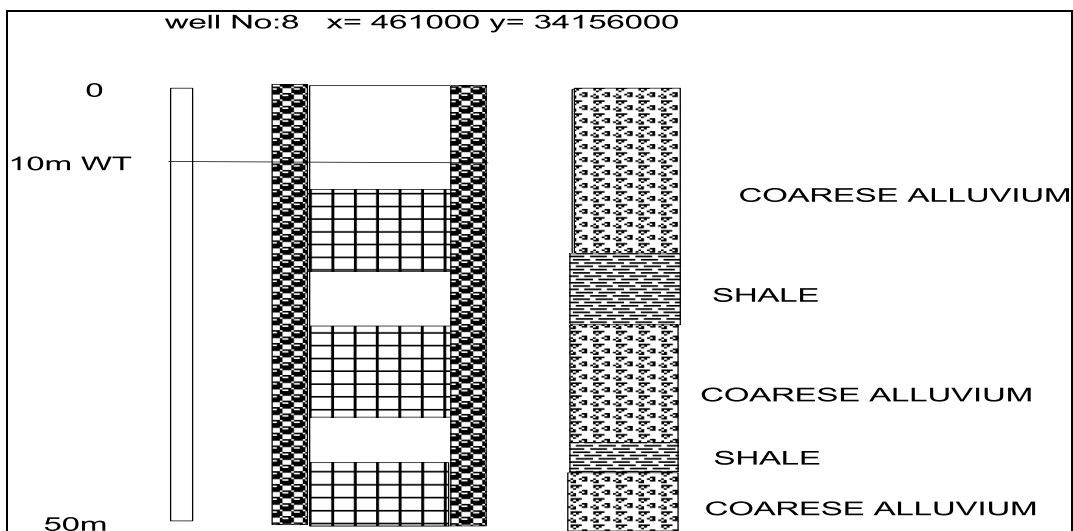
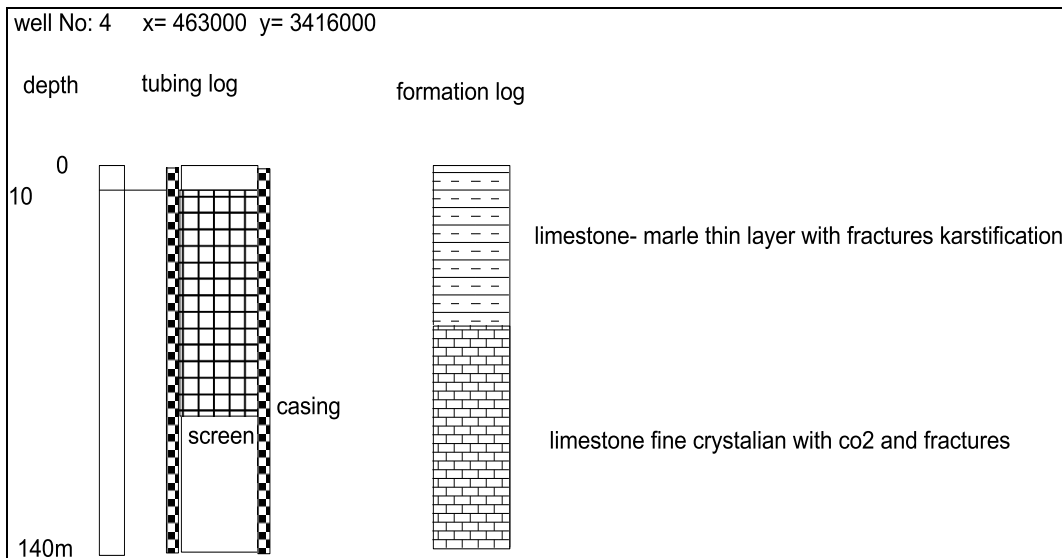
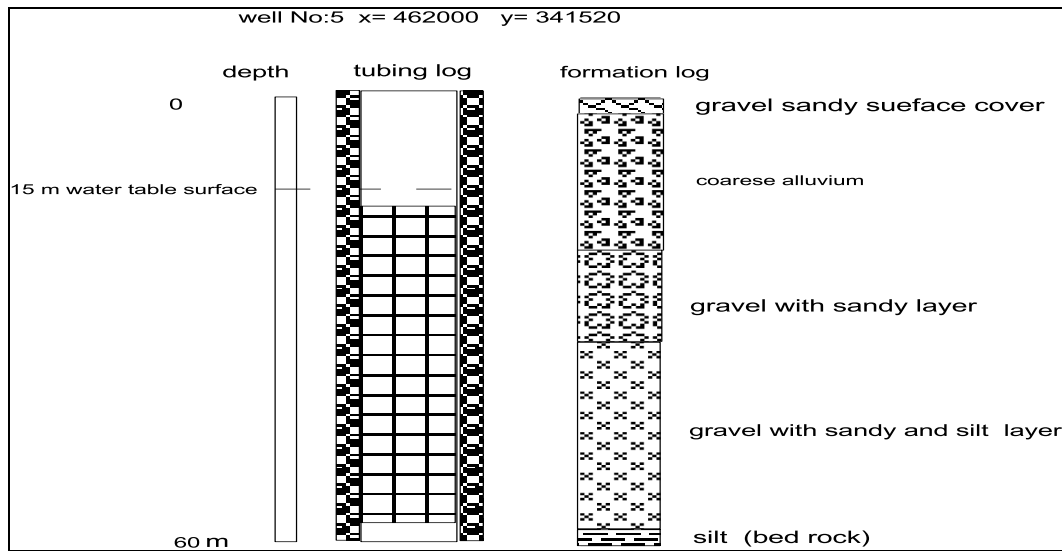
جدول ۱- میانگین غلظت یونها (میلیگرم بر لیتر) و پارامترهای اندازه گیری شده نمونه ها

Parameters	Average Value
pH	7.17
$\mu\text{sim / cm EC}$	1935
TDS mgr/lit	1354
SO4 mgr/lit	256
HCO3 mgr/lit	352.1
CO3 mgr/lit	5.8
Cl mgr/lit	462
K mgr/lit	2.8
Mg mgr/lit	67.7
Ca mgr/lit	105.2
Na mgr/lit	235.4



شکل ۲- نقشه زمین شناسی و جهت جریان آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه [۶].





شکل ۳ - ستون چینه شناسی تعدادی پیزومتر حفر شده در منطقه

نمونه‌های از لوله های آماده شده برای نصب در چاههای منطقه در شکل ۴ نمایش داده شده است. نخستین عیبی که در این لوله ها مشاهده می گردد. فضای باز (Open Area) بسیار کم آنها نسبت اسکرینهای کارخانه های سیمی با منافذ پیوسته است.



شکل ۴- لوله های جدار که به کمک شعله گاز استیلن در محل حفاری شکاف دار می گردند. و بعنوان لوله اسکرین استفاده می شوند.

ج)- نحوه طراحی ساختار چاه و تجهیزات مورد استفاده و عملیاتهای نگهداری در منطقه کهگیلویه بدلیل کم عمق بودن سفره های ، تقریباً ۱۰۰ درصد حفاریها به روش ضربه ای انجام می گیرد و چاههایی که به روش ضربه ای حفر گردیده اند.

به دلیل ریزشی بودن تشکیلات همزمان با حفاری، لوله گذاری دائم در آنها صورت می گیرد و بنابراین هیچ گونه فیلترپیک و یا صافی شنی در ساختار آنها استفاده نمی گردد.

برای کل چاههای منطقه از یک نوع ذرات گراولی اصطلاحاً تحت عنوان نخودی بادامی استفاده می گردد.

یعنی نه تنها در برابر لایه های مختلف یک چاه از گراول با دانه بندی متناسب با آن استفاده نمی گردد بلکه حتی برای کل چاه های حفاری شده در منطقه نیز دانه بندی آن یکسان بوده و از یک محل گراولها به عنوان فیلترپیک برداشت می گردد.

متأسفانه در منطقه کهگیلویه پس از خاتمه حفاری جهت بهبود آبدهی چاه و همچنین جلوگیری از ماسه دهی، عملیات های توسعه و تکمیل چاه به کمک پیستونزنی، پمپاژ مازاد، بیلر یا گلکش، اسیدشویی و استریلیزه کردن صورت نمی گیرد.

نکته حائز اهمیت دیگری که در طراحی ساختار چاه معمولاً در کشور ما و همچنین در ساخت چاههای آب منطقه کهگیلویه مورد توجه قرار نگرفته است عدم استفاده از لوله های مشبک یا اسکرینهای مناسب در بخش های آبدار چاه می باشد.

در منطقه مورد مطالعه لوله هایی که در برابر لایه های آبدار مورد استفاده قرار می گیرند همان لوله های جدار فولادی می باشند که به کمک شعله گاز استیلن در محل حفاری شکاف دار می گردند.

چنین لوله های اسکرینی در چاه های منطقه بدلیل کیفیت خاص آب زیرزمینی در حاشیه شمال شرق دشت با پوسته گذاری و در حاشیه جنوب غرب دشت با خوردگی روبروست که در هر دو حالت لوله تخریب می شود و ساختمان چاه ناپایدار است.

به طور کلی در چاه هایی که لوله گذاری مناسبی صورت نگرفته باشد و لایه آبدار نیز از مواد دانه ریز و تقریباً یکنواخت تشکیل شده باشد، منطقه توسعه یافته در اطراف چاه تقریباً هرگز پایدار نمی شود و ممکن است سالها پس از شروع پمپاژ همچنان ماسه و مواد ریزدانه وارد چاه گردند. آخرین نکته مهم که جهت جلوگیری از کاهش راندمان سیستم و آبدهی مناسب بایستی مورد توجه قرار گیرد انجام عملیتهای مدون اصلاحی، سرویس و نگهداری چاه ها در طی بازه های زمانی منظم می باشد.

متأسفانه این مهم نیز در کشور ما از جایگاهی برخوردار نمی باشد و اغلب صاحبان چاه ها به محض مشاهده تغییراتی در آبدهی و کارایی چاه سریعاً اقدام به حفاری چاه جدید و هدر رفت سرمایه خود می نمایند که در اغلب موارد غیر ضروری است.

نتیجه گیری

به لحاظ سنگین بودن هزینه های حفر و تجهیز چاه های آب، راهکارهای مختلفی به منظور افزایش عمر مفید و جلوگیری از خوردگی و جرم گرفتگی چاه های آب به کار برده می شود.

هیچ راه حل منحصر به فردی برای بازیابی تام چاه ها وجود ندارد.

کاربرد روش های بازیابی باید متناسب با وضعیت چاه، جزئیات کامل آن (نوع اسکرین و شبکه ها، شرایط

فیلتر شنی Gravel pack پشت لوله جدار، نوع و بافت آبخوان) علت انسداد باشد.

امروزه در کشورهای پیشرفته نگهداری و حفظ چاه آب از مهمترین مسائل فنی صنعت آب است که از شروع عملیات حفاری آغاز می شود و پس از تکمیل عملیات مقدماتی با انجام تکنیک های توسعه و شستشو و در طول مدت بهره برداری طی یک برنامه صحیح و دقیق و بالاخره سرویس به موقع چاه انجام می شود.

در مرحله حفر و تجهیز چاه بایستی تمهیداتی به منظور افزایش عمر مفید چاه ها به کار گرفته شود که می تواند موارد زیر را شامل شود.

- دقت در لوله گذاری: در هنگام لوله گذاری چاه بایستی دقت شود لوله به راحتی در چاه نصب شود تا خراش، فرورفتگی و یا شکستگی در آن ایجاد نشود.

- استفاده از لوله های ضخیم با آلیاژهای ضد زنگ (اگر ضخامت لوله جدار دو برابر شود، عمر آن در برابر پوسیدگی چهار برابر می شود).

- تزریق مواد شیمیایی به منظور جلوگیری از پوسیدگی و خوردگی.

- استفاده از لوله های جدار متناسب با کیفیت شیمیایی آب و عمق چاه.

- در صورت استفاده از لوله های فلزی، ایجاد پوشش حفاظتی بر روی لوله (این پوشش می تواند از نوع روی، کادمیوم و یا نیکل باشد).

- استفاده از لوله هایی با پوشش حفاظتی مواد آلی مثل موم، قیر و یا مواد پلاستیکی.

- ضد عفونی کردن آب داخل چاه (روش معمول آن کلرزنی است).

- تجهیز چاه به نحوی که ورود جریان آب به چاه با حداقل مقاومت انجام شود.

- بهره برداری از چاه بایستی آنقدر تعدیل گردد تا آنکه افت سطح آب به منظور ایجاد کمترین

نخستین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران- اردیبهشت، ۱۶ص.
 ۸- صداقت، م. (۱۳۸۲). «آبهای زیرزمینی». انتشارات دانشگاه پیام نور. ۲۰۴ص.
 ۹- محمدی، ک. (۱۳۸۷). «مطالعات آبهای زیرزمینی دشت شبستر». سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی، بخش مطالعات پایه آبهای زیرزمینی، شماره نشریه ۱۶۲۱

10- Anderson, K. (1993), "Ground Water Handbook", Dublin Ohio: National Groundwater Assoc. 42P.

11- Brandon, W.T, ed. 1986 "groundwater occurrence development and protection" institute of water engineering and scientists. 124P.

12- California Groundwater Association, 1994. "Sand Discharge in Wells", CGA Standard 88-117pp.

13- Campbell, M.D, Lehr, J.H., 1974, "Water Well Technology", McGraw-Hill Book Company 49-58pp.

14- Handa, O. P. 1989, "Water Well Technology", Balkema/Rotterdam. 86-100pp.

15-www.Earth.Google.com

تغییرات شرایط فیزیکی داخل چاه به حداقل ممکن تقلیل یابد.

- حتی الامکان سعی شود استحصال آب به طور مستمر و بدون وقفه انجام شود تا تغییر شرایط فیزیکی محیط چاه به حداقل کاهش یابد.

- به منظور جلوگیری از نفوذ هوا و نتیجتاً افزایش اکسیژن محلول که سبب فعالیت باکتریها می شود درب چاه حتی الامکان توسط تویی مسدود گردد.

در کنار رعایت دقیق نکات و معیارهای مهندسی در طراحی چاه به کمک تکنولوژی جدید و تکنیکهای مختلف شستشو و توسعه چاه، سرویس و بازسازی به موقع آنها، تا حد ممکن اثرات نامطلوب را تأخیر انداخته و باعث افزایش طول عمر چاهها می شود.

منابع

۱- اصغری مقدم، ا، افزون، م. (۱۳۷۴). مطالعه علل تخریب ساختمان چاه های آب در حوضه آبریز تلخه رود، استان آذربایجان شرقی - مجموعه مقالات دومین همایش زمین شناسی ایران، ۱۳۰ص.

۲- خیابانی م. (۱۳۶۷). مجله رشد آموزش زمین شناسی، بهره برداری موثر و طولانی از چاههای آب با سرویس و نگهداری از آنها»، سال چهارم، شماره ۱۴-۱۵، ۱۱۷ص.

۳- دانشور، د. (۱۳۵۱). مشکل پمپاژ ماسه در رسوبات دانه ریز وزارت آب و برق، واحد آب.

۴- دفتر مطالعات آبهای زیرزمینی شرکت آب منطقه ای کهگیلویه و بویراحمد - گزارش حفاری ۸ حلقه چاه مشاهده ای محدوده مطالعاتی شرق کهگیلویه. شماره ۱۵۱۸. سال ۱۳۸۷

۵- ریگی، م. (۱۳۷۱) «خورندگی در چاههای آب خاش». شرکت سهامی آب منطقه ای سیستان و بلوچستان.

۶- شفیعی مطلق، خ. (۱۳۹۱)، «بررسی پتلسیل تاقدیس کوه سیاه دهدشت در فراوانی منابع آب با استفاده از GIS»، فصلنامه زمین شناسی محیط زیست واحد اسلامشهر، سال ششم، شماره ۱۹، ص ۸۱.

۷- غفوری. م (۱۳۸۹). «بررسی علل تخریب و ناپایداری چاههای آب دشت شبستر، آذربایجان شرقی»- مجموعه مقالات