بررسی عوامل کاهش ظرفیت چاه‌های آب خاتون آباد مجتمع مس سرچشمه و ارائه راه حل

ناصر ثقه الاسلامی* نصرت ایزدی **

(دریافت ۸۲/۳/۲۰ پذیرش ۸۲/۷/۱۵)

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی عوامل کاهش ظرفیت چاه‌های آب خاتون‌آباد مجتمع مس سرچشمه و ارائه راه حل مناسب برای بازیابی آن‌ها، به منظور افزایش میزان آبدهی می‌باشد. بدین منظور با استفاده از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مطالعات زمین شناسی منطقه، کاهش میزان آبدهی، کاهش افت سطح استاتیک آب و کاهش ظرفیت ویژه و آزمایش‌های افت پله‌ای و تعیین ضرایب افت سفره و افت چاه، شیمیایی آب، فعالیت‌های بیولوژیکی شامل تشخیص و شمارش باکتری‌های احیاکننده سولفات (SRB)، باکتری‌های هوازی (HAB) و باکتری‌های کل کلیفرم (TCOLI) و عملیات ویدئومتری، روی چاه‌های شماره ۱۰ و ۱۵ انجام شده است. در این تحقیق، آزمایش افت پله‌ای برای تفسیر داده‌ها و تعیین ضرایب افت سفره و افت چاه، از معادله ژاکوب استفاده گردیده است. در آزمایش‌های فعالیت بیولوژیکی از چاه در حال پمپاژ طی سه مرحله نمونه‌برداری انجام شد وبرای تشخیص و شمارش باکتری‌های SRB و TCOLI از روش MPN با استفاده از سه لوله تخمیری و برای تشخیص و شمارش باکتری‌های HAB از روش شمارش صفحه هتروتروف استفاده شد. با استفاده از این نتایج، کاهش میزان آبدهی چاه‌ها ناشی از افت سطح آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی، تاثیر خشکسالی‌های اخیر و هم‌چنین پوششی از رسوبات ناپیوسته کربنات کلسیم بر روی لوله‌های مشبک (مخصوصاً چاه شماره ۱۵) تشخیص داده شد. هم‌چنین با استفاده از آنالیز شیمیایی آب و با توجه به محدوده‌های دمایی و بدون استفاده از عملیات ویدئومتری، وضعیت چاه‌های دیگر دشت خاتون‌آباد از لحاظ تمایل به رسوب‌گذاری و خورندگی بررسی شد و در نهایت این پژوهش با توجه به امکانات موجود در کشور ایران، راه حل مناسبی برای بازیابی چاه‌های شماره ۱۰ و ۱۵ ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی : چاه‌های آب خاتون آباد، مجتمع مس سرچشمه، ویدئومتری، آزمایشات بیولوژیکی.

Investigation of Parameters Affecting the Declining Rates of Khatoonabad's Water Wells, yield in Sarcheshmeh Copper Plant

N. Saghatoleslami (Ph.D.) and H. R. Bahktiari (M.Sc.)
University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran 98165

Abstract

In this work, the parameters affecting the declining rate of Khatoonabad's water wells' production have been examined and some methods for their rehabilitation have been proposed. To fulfill this objective, different kinds of physico-chemical and microbial tests have been conducted on the number 10 and 15 water wells:

To interpret the results for step–drawdown test and to estimate of water level and well losses, Jacob's equation have been utilized.

In order to examine the extent of the deposition and corrosion; some samples have been taken from the wells. In addition, to determine the anions and cations concentrations of the water wells quality, temperature and pH have been taken at the sight for tests.

In the biological experiments of the well, three samples were taken from the well during the operation. For SRB and coliform tests, MPN methods were adopted and HAB test was estimated from heterotrophic plate method.

In the step–drawdown test on the number 15 well, a negative value for the gradient have been obtained, which can be justified from the videometry tests. In addition the results obtained from the chemical water analysis for number 10 well, have a good agreement with the videometry tests. Moreover, the results obtained from the biological experiment for number 15 well have a good agreement with the videometry tests, but the Langelier index does not agree with it.

This investigation also revealed that the decline of the capacity of the wells can be resulted from following criteria:

- Decline rate of the water level in aquifer
- The effect of the recent droughts
- Sedimentation of calcium carbonate on the screens

In addition, each well was studies for sedimentation and corrosion using the chemical analysis of the water. Finally, some methods have been proposed for the number 10 and 15 Khatoonabad's water wells.

* مربی گروه مهندسی شیمی
** استادیار گروه مهندسی شیمی دانشگاه سیستان و بلوچستان

مقدمه

دشت آبرفتی خاتون آباد در ۵۰ کیلومتری مجتمع مس سرچشمه کرمان واقع است . اولین مطالعه روی دشت خاتون آباد، در سال ۱۳۴۸ توسط شرکت Binnie&Partners آغاز گردید . سپس، در فاصله بین سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۵٤، توسط این شرکت در این دشت ۱۵ حلقه چاه پمپاژ و ۲۸ حلقه چاه مشاهده‌ای حفر گردید. براساس مطالعات ژئوفیزیک و حفاری‌های اکتشافی لایه آبدار، عمدتاً از ماسه سنگ که توسط گراول پوشیده شده است، می‌باشد. البته در قسمت جنوب لایه ماسه سنگی به آهک تبدیل می‌شود. آبخوان موجود در دشت خاتون‌آباد از نوع آزاد بوده که سنگ کف آن از لایه‌های رسی تشکیل شده است. حداکثر ضخامت لایه آبدار در حوالی پیزومتر شماره ۱۵ به ٤۵۰ متر نیز می‌رسد. در واقع آبخوان مانند یک ناودیس بوده که محور آن شرقی- غربی می‌باشد. ضخامت لایه آبدار به طرف شرق نیز افزایش می‌یابد [۱]. براساس آزمایشات شرکت مشاور B&P، ضریب قابلیت انتقال در دشت بین ۱۳۰۰ تا ۲٤۰۰ مترمربع بر روز متغیر می‌باشد [۲]. طی سال‌های بهره‌برداری، میزان آبدهی کلیه چاه‌ها به مقدار قابل توجهی کاهش یافته است. این کاهش آبدهی می‌تواند در اثر عوامل زیر بوجود آید:

۱- پایین رفتن سطح سفره آب زیرزمینی به علت برداشت بیش از حد معمول.

۲- خوردگی لوله‌های مشبک و لوله‌های جدار که خود شامل خوردگی میکروبی و شیمیایی می‌باشد.

۳- انسداد لوله‌های مشبک که شامل انسداد مکانیکی یا فیزیکی[1]، انسداد در اثر رسوب مواد معدنی[2] و انسداد بیولوژیکی[3] می‌باشد[۳].

در انسداد مکانیکی که در اثر حرکت ذرات ریز شن، ماسه و سیلت[4] به طرف لوله مشبک و در پشت شن دانه‌بندی شده به وجود می آید، با اعمال روش‌های فیزیکی و توسعه مجدد چاه از قبیل پیستون زنی، فوران شدید آب و روش‌های معمول دیگر می‌توان میزان آبدهی چاه را افزایش داد. انسداد رسوب مواد معدنی در اثر آزاد شدن دی اکسید کربن محلول در آب، به صورت گاز و حل شدن اکسیژن در آب بوجود می‌آید و این رسوبات شامل کربنات کلسیم و منیزیم، رسوبات آهن و منگنز شامل هیدروکسید آهن (II)، هیدروکسید آهن (III)، هیدروکسید منگنز (IV) و اکسیدآهن (III)، رسوبات سولفات کلسیم، سیلیکات‌های کلسیم و منیزیم و فسفات‌های کلسیم و منیزیم می‌باشند [٤،۵]. انسداد بیولوژیکی نیز در اثر فعالیت باکتری‌های آهن (IR)[5]، باکتری‌های تولیدکننده ماده لزج (SLYM)[6] و باکتری‌های احیا کننده سولفات‌ها (SRB)[7] به وجود می‌آید [٦]. برای برطرف کردن انسداد رسوب مواد معدنی و بیولوژیکی و افزایش میزان آبدهی از مراحل بازیابی که شامل بازیابی

[1] Physical Clogging
[2] Incrustation Chemical
[3] Biological Clogging
[4] Silt
[5] Iron Related Bacteria
[6] Slime Bacteria
[7] Sulfate Reducing Bacteria

اولیه، روش‌های مختلف بازیابی و توسعه مجدد چاه می‌باشد، استفاده می‌گردد. بازیابی اولیه به معنای تمیز کردن داخل چاه است. با استفاده از روش‌های معمولی توسعه و تکمیل چاه نظیر برس‌زنی، فوران شدید آب و روش‌های متداول دیگر [۷] مواد رسوب کرده روی دیواره داخل چاه جدا گردیده و در مراحل بعدی عمل اغتشاش کامل و یا کاربرد مواد شیمیایی بسیار مؤثرتر خواهد بود. پس از بازیابی اولیه، یکی از روش‌های مختلف بازیابی که به کار می‌رود معمولاً شامل استفاده از مواد شیمیایی یا دی‌اکسید کربن می‌شود. در مرحله توسعه مجدد که اساس کار است، می‌بایستی مواد رسوب کرده روی سطح ذرات وسطح لولهٔ مشبک جدا گردد. این مرحله شامل خارج کردن رسوب و مواد لزج جدا شده از اطراف لولهٔ مشبک و آبخوان می‌شود. که با استفاده از روش‌هایی نظیر فوران شدید آب، پیستون‌زنی و روش‌های متداول دیگر انجام می‌گیرد. در صورتی که کاهش میزان آبدهی به واسطه پایین رفتن سطح سفره آب زیرزمینی و یا خوردگی لوله‌های مشبک باشد، بازدهی مفهومی ندارد.

به همین منظور و برای بررسی عوامل کاهش ظرفیت چاه‌ها، ابتدا با انجام آزمایش افت پله‌ای و تعیین ضرایب افت سفره و افت چاه می‌توان از عملکرد سفره و شرایط لوله‌های مشبک اطلاعاتی را به دست آورد. هم‌چنین با استفاده از این آزمایش (قبل از انجام روش بازیابی) و بعد از آن و با مقایسه با یکدیگر، می‌توان به مؤثر بودن روش بازیابی آگاهی پیدا نمود. برای بررسی پتانسیل ایجاد رسوب و نوع آن و خورندگی و فعالیت باکتری‌های موجود در سیستم از آزمایش شیمیایی آب و فعالیت‌های بیولوژیکی استفاده می‌گردد.

امروزه برای مشاهده درون چاه و پی بردن به وضعیت لوله‌های مشبک و جداره، از عملیات ویدئومتری استفاده می‌شود. که می‌توان این عملیات را تأییدی بر نتایج مربوط به آزمایش‌های شیمیایی و بیولوژیکی آب دانست.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای تعیین ضرایب افت سفره و افت چاه، آزمایش افت پله‌ای بر روی چاه شماره ۱۵ انجام و برای تفسیر داده‌ها از معادله ژاکوب استفاده گردید. نحوه انجام آزمایش به این صورت بود که چاه به مدت ۲٤ ساعت قبل خاموش شد. سپس در هر مرحله، چاه با یک دبی ثابت به مدت یک ساعت پمپاژ و ارتفاع سطح آب در زمان‌های مختلف ثبت گردید. بدین منظور و برای اندازه‌گیری دبی و ارتفاع به ترتیب از ونتوریمتر موجود در سیستم و عمق یاب الکتریکی استفاده شد [۸].

پتانسیل ایجاد رسوب و خوردگی توسط آب را می‌توان از روی نتایج آنالیز شیمیایی تعیین نمود. در این روش، شیر خروجی چاه در حال پمپاژ را باز نموده به مدت ده دقیقه ظرف از نمونه آب پر گردد. در این آزمایش از ظروف نمونه‌برداری یک لیتری پلی‌اتیلنی قهوه‌ای رنگ استفاده گردید. دما و pH در محل اندازه‌گیری شد و نمونه‌ها برای اندازه‌گیری سایر آنیون‌ها و کاتیون‌ها به آزمایشگاه انتقال یافت [۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲].

در این مرحله از تحقیق، آزمایش فعالیت‌های بیولوژیکی، تشخیص و شمارش باکتری‌های SRB روی چاه شماره ۱۰ و تشخیص و شمارش باکتری‌های HAB و TCOLI روی چاه شماره ۱۵ صورت گرفت [۱۳و۱٤].

برای تشخیص و شمارش باکتری‌های SRB از روش MPN با استفاده از ۳ لوله تخمیری با نسبت‌های تلقیح ۱۰، ۱ و ۰/۱ میلی‌متر از نمونه[۱۵] و محیط کشت احیا کننده سولفات‌ها استفاده شد [۱۳]. این محیط کشت از ماده اولیه ساخته شد محیط‌های کشت ساخته شده به غیر از سولفات آمونیوم فرو و اسکوربات سدیم رادر لوله‌های تخمیری ریخته و به وسیله اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه استریل شدند. pH محیط بعد از استریل شدن روی ۷/۵±۰/۳ تنظیم شد. سولفات آمونیوم فرو و اسکوربات سدیم نیز به اندازه مورد نیاز، جداگانه در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شده و به وسیله فیلتر غشایی استریل و به لوله‌های تخمیری اضافه شدند. از سه ارلن استریل شده برای جمع‌آوری نمونه‌ها در سه فواصل زمانی استفاده شد. چاه مورد نظر را که به مدت ۲٤ ساعت خاموش بوده دو مرتبه روشن نموده و در دقایق ۱۵، ۳۰ و ۵۰ نمونه‌برداری در شرایط استریل صورت پذیرفت. نمونه‌ها بلافاصله بعد از برداشت در محل، به لوله‌های تخمیری تلقیح شده و سپس از محیط کشت استریل شده به لوله‌ها اضافه شد تا لوله‌ها کاملاً پر شده و شرایط بی‌هوازی در آن‌ها ایجاد شود. نمونه‌ها به مدت ۲۱ روز در انکوباتور با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در صورت رشد باکتری‌های احیاء کننده سولفات‌ها، رنگ محیط سیاه می‌شود.

برای تشخیص و شمارش باکتری‌های هتروتروف از روش پورپلیت و محیط کشت نوترین آگار (Nutrient Agar) استفاده شد [۱۳]. نمونه‌برداری در شرایط استریل در فواصل زمانی ۱۵، ۳۰ و ۵۰ دقیقه بعد از روشن کردن چاه انجام شد. برای هر نمونه از ٤ پلیت استفاده شد. دو پلیت برای تلقیح ۱ میلی‌لیتر نمونه و ۲ پلیت (plate) برای تلقیح ۰/۱ میلی‌لیتر نمونه استفاده گردید. نمونه‌ها به پلیت‌های حاوی محیط کشت استریل شده، تلقیح شده و در انکوباتور با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بعد از یک هفته شمارش کلنی‌ها روی هر پلیت انجام شد.

برای تشخیص و شمارش باکتری‌های کلی کلیفرم از روش MPN، با استفاده از سه لوله تخمیری، با نسبت‌های تلقیح ۱۰، ۱ و ۰/۱ میلی‌لیتر و محیط کشت Lactose broth برای تست احتمالی استفاده شد[۱۳]. نمونه‌برداری در شرایط استریل در فواصل زمانی ۱۵، ۳۰ و ۵۰ دقیقه بعد از روشن کردن چاه انجام و نمونه‌ها به لوله‌های حاوی محیط کشت و لوله دورهام تلقیح شدند. لوله‌ها به مدت ٤۸ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری که وجود گاز در لوله‌ها در عرض ۳ ± ٤۸ ساعت، نشان دهنده مثبت بودن ا حتمالی تست می‌باشد. البته حباب هوا را نباید با گاز تولید شده اشتباه گرفت (با توجه به این که لوله‌ای که گاز تولید کرده در اثر رشد میکروارگانیسم‌ها کدر و تیره خواهد گردید). گاهی با تکان دادن لوله آزمایش، گازهای کوچکی را در لوله دورهام می‌توان مشاهده نمود که از آن می‌توان نتیجه گرفت که تست احتمالی مثبت خواهد بود.

نتایج و بحث

به منظور بررسی عوامل کاهش ظرفیت چاه‌های آب خاتون‌آباد مجتمع مس سرچشمه و ارائه راه حل مناسب جهت بازیابی آن‌ها، به طور انتخابی مطالعات و آزمایشاتی روی چاه‌های شماره ۱۰ و ۱۵ انجام گرفت. مشخصات کلی این چاه‌ها و کاهش میزان آبدهی، افت سطح استاتیک آب و ظرفیت ویژه در جدول‌های ۱ تا۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات کلی چاه های ۱۰ و ۱۵

شماره چاه	محل چاه نسبت به پمپ استیشن	قطر جداره چاه (mm)	طول موتور + طول پمپ (mm)	عمق حفاری شده (m)	ارتفاع آب از سطح زمین بعد از یک ساعت پمپاژ (m)	ارتفاع آب از سطح زمین قبل از پمپاژ (m)	ارتفاع از سطح دریا (m)
۱۰	۱۰ کیلومتری غرب	٦٦۰-٤۳۰	۲۹۵۵	۱٦۹/۹	٤٤/۷۸	۲۹/۸۰	۱۷۰٦/۱
۱۵	٤/۵ کیلومتری غرب	٦٦۰-٤۳۰	۳۲۳۵	۱۵۷	–	–	–

جدول ۲- تغییرات افت سطح استاتیک،میزان آبدهی و ظرفیت ویژه چاه شماره ۱۰

سال	۱۳۵٤	۱۳۵۷	۱۳٦۷	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱
افت سطح استاتیک آب(متر)	۰	–	–	٤/۹	٤/۹	۵/۰۵	۵/٦	۵/۸۵
درصد افزایش افت سطح استاتیک آب	۰	–	–	۱٦/۵	۱٦/۵	۱۷	۱۸/۸۵	۱۹/۷
میزان آبدهی(m^3/h)	۱۸۷/۵	–	–	۱٦۰	–	–	۱٤۰	۱۲۰
درصد کاهش آبدهی	۰	–	–	۱٤/۷	–	–	۲۵/۳	۳٦
ظرفیت ویژه($m^3/h/m$)	۹/۲	۸/۸۹	–	۸/۲	–	۷/۲٤	–	–
درصد کاهش ظرفیت ویژه	۰	۱/٤٤	–	۹/۱	–	۱۹/۷۳	–	–

جدول ۳- تغییرات افت سطح استاتیک،میزان آبدهی و ظرفیت ویژه چاه شماره ۱۵

سال	۱۳۵٤	۱۳۵۷	۱۳٦۷	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱
افت سطح استاتیک آب(متر)	۰	–	–	۸/۹	۹/۱۵	۹/۱	۹/٦۸	۹/٤۲
درصد افزایش افت سطح استاتیک آب	۰	–	–	۲۵/۱٤	۲۵/۸۵	۲۵/۷۱	۲۷/۳٤	۲٦/٦۱
میزان آبدهی(m^3/h)	۲۵۰	–	–	۲۱۰	–	–	۱٦۰	۱۳۰
درصد کاهش آبدهی	۰	–	–	۱٦	–	–	۳٦	٤۸
ظرفیت ویژه($m^3/h/m$)	۱۸/۲۵	۱۸/۱	۱٤/٤۲	۱٤/۱۳	–	–	–	۱۲/۵۵
درصد کاهش ظرفیت ویژه	۰	۰/۸۲	۲۰/۹۸	۲۲/۵۷	–	–	–	۳۱/۲۳

جدول ٤- آزمایش افت پله ای

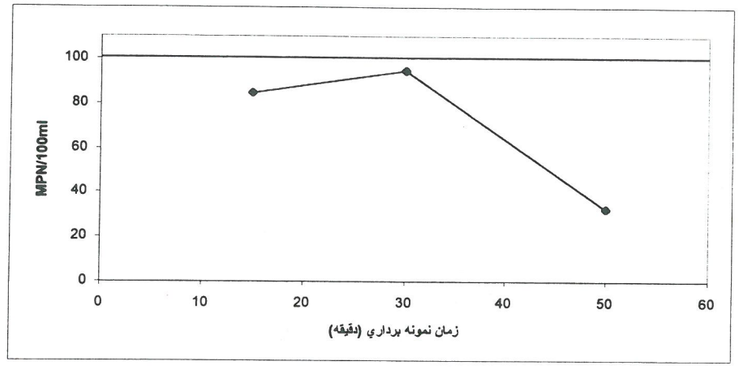
دبی (lit/sec)	افت سطح آب (m)	افت ویژه (m/lit/sec)
۲۵/۸٤	۱۰/۳۷	۰/٤۰۱۳
۳۸/۳۸	۱۲/۲۵	۰/۳۱۹
٤٦/۸۰	۱٤/۳۲	۰/۳۰۵
٦۵/۵۵	۱۸/۷۲	۰/۲۸۵

جدول ۵ الف- آنالیز شیمی آب

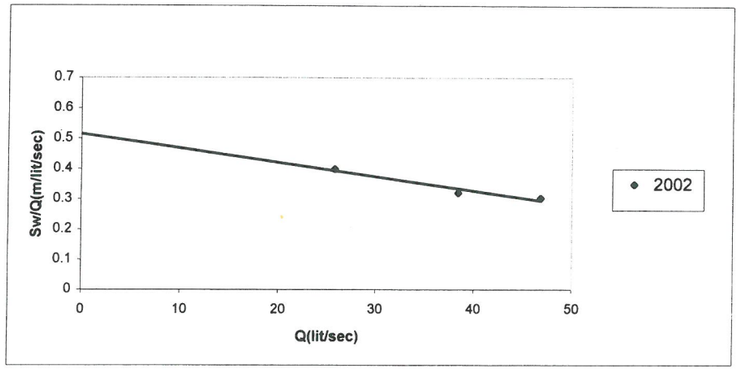
شماره چاه	Temp(°C)	pH	EC(µs/cm)	P.Alk(ppm)	M.Alk(ppm)	T.H(ppm)	Ca^{2+}(ppm)	SiO_2(ppm)	Cl^-(ppm)	SO_4^{2-}(ppm)	HCO_3^-(ppm)	NO_3^-(ppm)	PO_4^{3-}(ppm)	NH_3(ppm)
۱۰	۲٤/۸	۷/۳٦	٤٤۰	TR	۱۰۲	۵۳	۲۰	۹٦	۳۳	۲۰	۱۲٤	۸.۰	TR	TR
۱۵	۲۷/۲	٦/۷۹	۷۰۰	TR	۹۸	۱۱۲	۳۸	۱۱۲	۷۸	٦۵	۱۱۹	۸.۰	TR	TR

جدول ۵ ب- آنالیز شیمی آب.

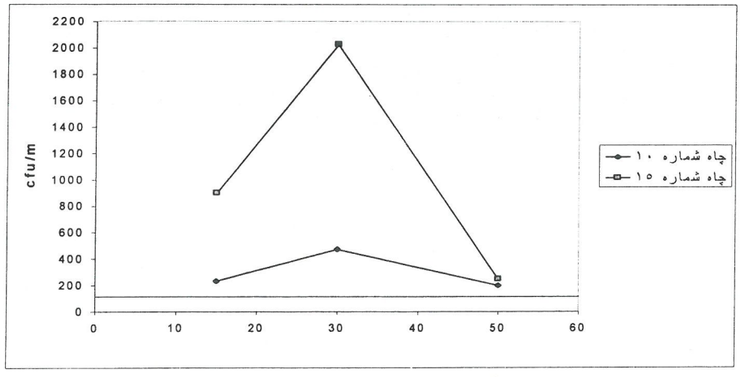
شماره چاه	Fe^{2+}(ppm)	Fe^{3+}(ppm)	TDS(ppm)	TSS(ppm)	Na^+(ppm)	K^+(ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Mg^{2+}(ppm)	AL^{3+}(ppm)	CO_2(ppm)	O_2 (ppm)	H_2S (ppm)	SAR
۱۰	TR	TR	۱۸۳	<۱	٤۹	۸/۲	TR	TR	۰/۹	TR	۸/۷	٦/۱	TR	۱/۷
۱۵	TR	TR	۲۹۱	<۱	۷۲	۱۵	TR	TR	۳۰	TR	۱۳/۵	۵/۸	TR	۱/۹



شکل ۱- آزمایش افت پله‌ای



شکل ۲- فعالیت باکتری‌های SBR



شکل ۳- فعالیت باکتری‌های هتروتروف

جدول ٦- قابلیت شرب و تیپ آب

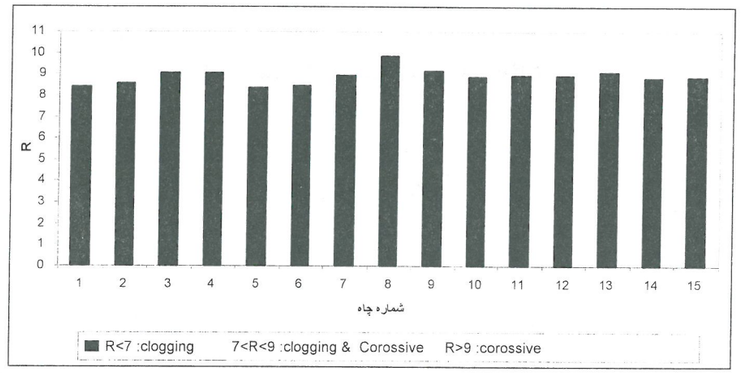
	چاه شماره ۱۰	چاه شماره ۱۵
قابلیت شرب	خوب	خوب
تیپ آب	بی کربناته	بی کربناته

جدول۷- فعالیت بیولوژیکی باکتری ها

فعالیت باکتری ها		نوع باکتری
چاه شماره ۱۰	چاه شماره ۱۵	
کم	-	SRB
منفی	منفی	TCOLI
متوسط	متوسط	HAB

جدول ۸- باکترهای هتروتروف

	نمونه		
	۱	۲	۳
چاه شماره ۱۰	۲۳۲/۵	٤٧٤/۲۵	۲۰۰
چاه شماره ۱۵	۸۹۹/۷۵	۲۰۲٦/۵	۲٤٦/۲۵



شکل٤- وضعیت رسوب‌گذاری یا خورندگی چاه‌های دشت خاتون‌آباد

آزمایش افت پله‌ای یکی از آزمایش‌های رایج برای بررسی عملکرد چاه‌های پمپاژ به شمار می‌رود. آزمایشات بر روی چاه شماره ۱۵ در چهار مرحله انجام (جدول ٤) و در هر مرحله افت ویژه به دست آمده بر حسب دبی در یک دستگاه مختصات رسم گردید (شکل ۱). شکل ۱ نشانگر آن است که شیب منحنی منفی بوده که دلایل آن را می‌توان در روش اندازه‌گیری نادرست ارتفاع توسط

عمق‌یاب و خطای حاصله در اندازه‌گیری دبی پمپاژ با ونتوری دانست.

شیمی آب‌های زیرزمینی، مهم‌ترین تست پتانسیل ایجاد رسوب و خورندگی بوده که نتایج آن برای چاه‌های ۱۰ و ۱۵ در جدول‌های ۵ الف و ب و آنالیز آن با توجه به دیاگرام‌های شولر از نظر شرب در جدول ٦ نشان داده شده است.

به منظور بررسی باکترهای عامل انسداد و خوردگی در روی چاه‌های ۱۰ و ۱۵، آزمایش‌های فعالیت‌های بیولوژیکی بر روی این چاه‌ها صورت پذیرفت که نتایج فعالیت این باکتری‌ها در جدول ۷ و فعالیت باکتری SRB از روش MPN برای چاه شماره ۱۰ در شکل ۲ نشان داده شده است.

برای تشخیص و شمارش باکتری‌های هتروتروف از روش پورپلیت استفاده گردید که نتایج آن در شکل ۳ و جدول ۸ نشان داده شده است.

در این قسمت از تحقیق و به منظور اثبات نتایج حاصل از آنالیزهای شیمیایی و میکروبیولوژیکی آب برای چاه‌های ۱۰ و ۱۵ عملیات ویدئومتری بر روی آن‌ها صورت پذیرفت.

نتیجه‌گیری

الف) چاه شماره ۱۰

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی آب و عملیات ویدئومتری، آب چاه شماره ۱۰ از نوع خورنده بوده و در بعضی نقاط منافذ لوله مشبک، توسط رسوبات ناپیوسته از نوع کربنات کلسیم پوشیده شده و خوردگی لوله مشبک در برخی اعماق به صورت لکه‌های تیره در سطح لوله مشبک دیده می‌شود. اندیس لانژلیه[1] و ریزنار[2] آب به ترتیب برابر ۰/۷۸- و ۸/۹۲ می باشد که حاکی از خورنده و رسوب‌گذار بودن آب بوده و نوع آب نیز بی‌کربناته می باشد[۳]. هم‌چنین آنالیز شیمیایی و فعالیت‌های بیولوژیکی نشان می‌دهد که با نتایج حاصل از عملیات ویدئومتری مطابقت داشته و کاهش میزان آبدهی بیشتر ناشی از افت سطح آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی، تاثیر خشکسالی‌های اخیر و هم‌چنین پوششی از رسوبات ناپیوسته بر روی اسکرین‌ها می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده و به منظور بهره‌برداری بهینه از آبخوان، توسعه و شستشوی چاه به وسیله فوران شدید آب با محلول ۱٪ تری‌پلی‌فسفات سدیم پیشنهاد می‌گردد.

ب) چاه شماره ۱۵

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی آب و عملیات ویدئومتری، حدود ۵۰ تا ٦۰ درصد منافذ لوله مشبک چاه شماره ۱۵ به وسیله رسوبات ناپیوسته سفید متمایل به زرد، گرفته شده است. بنابراین رسوبات از نوع کربنات کلسیم تشخیص داده شده و با توجه به عمق اولیه چاه (۱۵۷ متر) و عدم امکان عملیات ویدئومتری از عمق ۱۵۱/۸۳ متری، می‌توان نتیجه گرفت که حدود ۵ متر از ستون انتهایی چاه پر شده است. همچنین میزان خوردگی لوله‌های مشبک در این چاه به مراتب بیشتر از خوردگی لوله‌های مشبک در چاه شماره ۱۰ است. اندیس لانژلیه و ریزنار آب به ترتیب برابر ۱/۰۷- و ۸/۹۳ بوده که حاکی از خورنده و رسوبگذار بودن آب داشته و نوع آب نیز بی کربناته می باشد. با توجه به منفی بودن اندیس لانژلیه آب در محده دمایی ۲۷ درجه سانتی گراد رسوبات زیادی بر روی لوله های مشبک مشاهده شد.

منفی بودن شیب منحنی حاصل از آزمایش افت پله ای را در صورت اندازه گیری دقیق دبی و ارتفاع سطح آب میتوان به گرفتگی منافذ لوله های مشبک در اثر رسوبات ناپیوسته و ذرات شن، ماسه و سیلت نسبت داد. لذا با افزایش دبی این رسوبات جدا گردیده و حالت شناور پیدا نموده که در نتیجه مقاومت در مقابل ورود آب کاهش یافته و افت ویژه کاهش می یابد. همچنین با استفاده از آنالیز شیمیایی آب و با توجه به محدوده های دمایی و بدون استفاده از عملیات ویدئومتری وضعیت چاه های دیگر دشت از لحاظ تمایل به رسوبگذاری و خورندگی در شکل٤ نشان داده شده است.

لذا کاهش میزان آبدهی بیشتر ناشی از افت سطح آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی ، تاثیر خشکسالی های اخیر و همچنین لایه ضخیمی از رسوبات بر روی اسکرینها تشخیص داده شد. با توجه به امکانات موجود در کشور برای بازیابی روش اسید شویی با اسید سولفامیک و توسعه و شستشوی چاه به وسیله فوران شدید آب پیشنهاد می‌گردد.

[1] Langelier index
[2] Ryznar number

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات آقای مهندس رضا آتش دهقان ریاست محترم تحقیقات آب و محیط زیست، خانم دکتر گیتی امتیازی استاد مشاور پروژه، آقای مهندس محمود علیپورکارشناس طرح جامع آب، خانم گنجی مسئول محترم آزمایشگاه آب و بهداشت مجتمع مس سرچشمه، خانم سلاجقه مسئول محترم آزمایشگاه آب و تمامی مسئولین محترم واحد آبرسانی خاتون آباد که در انجام بررسی ها و آزمایش‌های این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

مراجع

۱- علیپور شمس آباد، م. (۱۳۸۰)، *" مدل ریاضی آبهای دشت خاتون آباد"*.

۲- پیشنمازی، س. ا. (بهار ۱۳۷۷) ، *" نقش آب و کنترل خوردگی در صنایع با تحلیلی از نمونه های خوردگی"* ،انجمن خوردگی ایران.

۳- موسوی، س. ح. (۱۳۸۰) ، *" بازیابی چاه های آب"*.

٤- البرزی، م. (۱۳۷۲) ، *"طرح و برنامه اصولی توسعه چاه های آب"* ، گروه آموزش ویرث ایران.

٥- امتیازی، م. و اعتمادی فر، ز. (۱۳۷٥) ، *" آزمایشهای میکروبی آب و پساب"*، فدراسیون کنترل آلودگی آب .

6- Binnie & Partners Consulting Engineers, (1992). "*National Iranian Copper Industries Co. Sarcheshmeh Water Development Project*".

7- Vukovic and Soro, (1992). "*Hydraulic of Water Wells*".

8- Driscol and Fletcher, G., (1986). "Groundwater and Wells".

9- Donald, H.L., (1966). *"Analysis and Application of Step – Drawdown Test"*, Journal of The Hydraulics Division.

10- ISO 5667-1,(1990). *"Guidance on The Design of Sampling Programmes"* , Water Quality, Part 1.

11- ISO 5667-2, (1990). *"Guidance Sampling Techniques"* , Water Quality, Part 2.

12- ISO 5667-3, (1990). "Guidance on The Preservation and Handling of Samples" , Water Quality, Part 3.

13- ISO 5667-11, (1990). "*Guidance on Sampling of Ground Water*" , Water Quality, Part 11.

14- Water Pollution Control Federation, (1997). "*Standard Methods for Examination of Water and West Water*".

15- Mara, D.D. and Williams, D.J.A, (1970). "*The Evaluation of Media Used to Enumerate Sulphate Reducing Bacteria*", J. Appl. Bacteriol.33:543.