

## بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب شرب چاه ها و قنات روستاهای مجاور گسل رفسنجان در آبان و آذر سال ۱۳۹۲

محمد ملکوتیان<sup>۱</sup>، محمد مبینی<sup>۲</sup>، ایمان شریفی<sup>۳</sup>، علی حقیقی پور<sup>۳</sup>

دریافت مقاله: ۹۲/۱۱/۱۹ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۲/۱۲/۲۵ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۳/۰۲/۳۰ پذیرش مقاله: ۹۳/۰۳/۱۷

### چکیده

زمینه و هدف: خوردگی آب منجر به افزایش غلظت فلزات سمی آب همچون آرسنیک، مس، سرب، کادمیوم، روی، نیکل، آهن و منگنز می شود. فلزات سمی در مصرف کنندگان آب ایجاد خطرات حاد بهداشتی می نمایند. از طرفی رسوب گذاری آب منجر به مشکلات اقتصادی و تکنیکی می شود. بنابراین هدف از این مطالعه تعیین پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب چاه ها و قنات روستاهای مجاور گسل رفسنجان که مورد استفاده شرب قرار می گیرد، است.

مواد و روش ها: این مطالعه مقطعی در فاصله زمانی آبان ماه تا آذر ماه سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. در مجموع تعداد ۱۲۰ نمونه آب از ۲۲ چاه و ۳۸ قنات روستاهای مجاور گسل رفسنجان در دو مرحله به صورت نمونه برداری لحظه ای تهیه گردید. درجه حرارت، سختی کلسیم، خصلت قلیایی، کل جامدات محلول و pH اندازه گیری شد. وضعیت پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب ها با استفاده از شاخص خوردگی تعیین شد و داده ها به صورت آمار توصیفی گزارش گردید.

یافته ها: شاخص Langelier برای ۹۰٪ چاه ها و ۹۲٪ قنات، مثبت بود و شاخص Rayznar برای ۸۶٪ چاه ها و ۸۴٪ قنات کمتر از ۷ بدست آمد. شاخص Aggressiveness، برای ۸۶٪ چاه ها و ۸۱٪ قنات بالاتر از ۱۲ بود و شاخص Pockurius، برای ۶۴٪ چاه ها و قنات کمتر از ۶ بدست آمد.

نتیجه گیری: بررسی شاخص های خوردگی نشان داد، آب شرب چاه ها و قنات روستاهای مجاور گسل رفسنجان، تمایل به رسوب گذاری دارد، بنابراین، برنامه ریزی مناسب جهت جلوگیری از آسیب های اقتصادی و مضرات بهداشتی ضروری به نظر می رسد.

واژه های کلیدی: رسوب گذاری، خوردگی، چاه و قنات، آب شرب

۱- استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۲- (نویسنده مسئول) کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط کار، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران

تلفن: ۰۳۹۱-۵۲۳۴۰۰۳، دورنگار: ۰۳۹۱-۵۲۲۵۹۱۳، پست الکترونیکی: mmobini83@yahoo.com

۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

## مقدمه

خورندگی یکی از پیچیده‌ترین و پرهزینه‌ترین مشکلات مربوط به تولید آب آشامیدنی می‌باشد. خورندگی قدرت حلالیت آب را بالا برده و منجر به افزایش غلظت فلزات سمی آب همچون آرسنیک، مس، سرب، کادمیوم، روی، نیکل، آهن و منگنز می‌شود. این فلزات سنگین در گروه مواد سمی بوده که موجب بیماری‌های متعددی از جمله آلزایمر، آسیب کبدی، کلیوی و غیره در انسان می‌شوند [۱-۲].

کلرنی اولیه شبکه آبرسانی منجر به آزادسازی یون‌های آهن و مس می‌شود، که خطر بهداشتی برای افراد مصرف‌کننده آب در پی خواهد داشت. واکنش‌های خورندگی به طور مستقیم بر مصرف‌کننده‌های آب اثر گذاشته و موجب به حداقل رساندن باقی‌مانده گندزدا در آب شده و فعالیت زیستی میکروارگانیسم‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین، واکنش گندزداهای کلردار با برآمدگی‌های (tubercles) داخل لوله‌های آهنی خورده شده، منجر به تولید فرآورده‌های جانبی خطرناک گندزدا همانند کلروفرم می‌شود [۳-۴].

کاربرد آب خورنده در تجهیزات تولید آنتی‌بیوتیک منجر به ایجاد مشکلات جدی می‌شود. این مشکلات شامل ایجاد واکنش‌های سم شناختی مضر در بدن انسان به علت حضور محصولات خورندگی در بدن است. مشکل دیگر، ورود این مواد سمی به محیط زیست از طریق فاضلاب است [۵].

خورندگی طبیعی آب بستگی به تغییرات در غلظت دی‌اکسید کربن آزاد و دیگر خصوصیات آب شامل سختی، اکسیژن محلول، قلیائیت (Alkalinity)، pH، جامدات محلول، بقایای فرآیند گندزدایی، اسیدیته، حضور اکثر یون‌ها و به همان اندازه حضور یون نیترا دارد [۶].

خورندگی بر استخراج، توزیع و ذخیره آب آشامیدنی از راه‌های مهمی همچون ترکیب شیمیایی، ساختار و مورفولوژی مواد لوله‌ها (آهن، فولاد، آزبست، PVC شیرها، پمپ‌ها و تانک‌های ذخیره اثرگذار است. مطالعات Arko در منطقه ارگن ترکیه [۱]، Bastida و همکاران در مکزیک [۷] و مطالعه Ebrahimi و همکاران در کوه‌دشت [۸]، تأکید دارند که خورندگی منجر به نابودی کیفیت آب می‌شود و به همان اندازه زیرساخت‌های هیدرولیکی سیستم‌های استخراج و توزیع را نابود می‌کند. خورندگی منجر به ایجاد لایه‌هایی از زنگار می‌شود که مقدار انرژی مورد نیاز برای توزیع آب را افزایش می‌دهد و همچنین عملکرد هیدرولیکی را کاهش داده و منجر به افزایش هزینه‌های سیستم توزیع و نگهداری آب آشامیدنی می‌گردد [۷،۹].

در مناطقی که با کمبود باران، فقدان آب‌های سطحی و میزان بالای تبخیر مواجهند، منابع آب زیرزمینی به عنوان منبع اولیه تأمین آب مطرح هستند. آب‌های زیرزمینی با توجه به لایه‌های مختلف خاک، غلظت بالای از مواد معدنی از جمله یون‌های کلسیم، منیزیم، کربنات و قلیائیت و سیلیکا دارا هستند. وقتی غلظت این یون‌ها افزایش می‌یابد، حلالیت مواد معدنی محدود شده و ته نشینی شروع می‌شود. هر چند که مواد معدنی (کانی‌ها) معمول از آب زیرزمینی غنی از یون کربنات (کلسیت، کربنات کلسیم، دولومیت) تشکیل شده است، دیگر رسوبات از جمله سولفات کلسیم و منیزیم، سیلیکات فلزی و سیلیکا غیر متبلور نیز مشکل‌ساز هستند [۱۰-۱۲].

انباشتگی و تجمع رسوب ناشی از کاربرد آب زیرزمینی با جامدات محلول (Total Dissolve Solid) بالا، بر روی بسیاری از لوازم خانگی ایجاد می‌شود که به شیرآلات

محدود نشده و وسایل تهویه هوا و سیستم گرم‌کننده آب را نیز در بر می‌گیرد. تجمع رسوب بر روی وسایل الکتریکی همانند دستگاه‌های گرم‌کننده آب، منجر به تبدیل ناکارآمد گرما و جرم می‌شود که از طرفی موجب افزایش خرابی دستگاه‌ها و افزایش انرژی مورد نیاز می‌شود. مطالعات Kinsela و همکاران در استرالیا [۱۰]، Gauthier و همکاران در فرانسه [۱۳]، Malakootian و همکاران در کرمان [۱۴]، اشاره دارند که رسوب‌گذاری نامطلوب، اغلب موجب مشکلات تکنیکی و اقتصادی همچون گرفتگی کلی و جزئی لوله‌ها می‌شود، که خود منجر به کاهش میزان جریان آب، کاهش انتقال گرما، گرفتگی شیرها و فیلترها می‌گردد. هزینه‌های غیر مولد (غیر تولیدی) مربوط به رسوب‌گذاری در سال در فرانسه ۱/۵ میلیارد یورو، در انگلیس ۰/۸ میلیارد دلار، در ژاپن ۳ میلیارد دلار و در آمریکا ۹ میلیارد دلار تخمین زده شده است. از اینرو رسوب‌گذاری آب در صورتی که مورد توجه قرار نگیرد و برطرف نشود، خسارات غیر قابل جبرانی بر جا می‌گذارد [۱۳، ۱۵].

بنابراین بررسی کیفیت شیمیایی آب از نظر خوردگی و رسوب‌گذاری جهت پیشگیری از پدیده خوردگی و رسوب‌گذاری که باعث آسیب‌های بهداشتی و اقتصادی می‌شود، ضرورت دارد. با توجه به نقش و اهمیت پایش کیفی آب در تأمین آب شرب سالم و بهداشتی، این مطالعه با هدف بررسی میزان خوردگی و رسوب‌گذاری آب شرب چاه‌ها و قنات‌های روستاهای مجاور گسل رفسنجان با استفاده از شاخص‌های خوردگی انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری این مطالعه مقطعی در طی فواصل زمانی آبان ماه تا آذر ماه سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. نمونه‌های آب از چاه‌ها و قنات‌های روستاهایی که در شعاع ۱۰

کیلومتری گسل رفسنجان قرار داشتند، تهیه شد. از نمونه‌برداری برخی قنات که راه دسترسی به آن‌ها سخت و دشوار بود، یا استفاده شرب نداشت، صرف‌نظر شد. گسل رفسنجان، یک گسل کواترنری با روند شمال غربی - جنوب شرقی است و در ۲۰ کیلومتری جنوب رفسنجان قرار دارد و طول آن بیش از ۱۴۰ کیلومتر است. این گسل از منطقه زندیه در رفسنجان آغاز و تا منطقه باغیزم بردسیر ادامه دارد. حرکات بسیار جوان این گسل در اطراف روستاهای دهوئیه و خان سبز نیز دیده می‌شود و جابجاشدگی عمودی این گسل در خان سبز به حدود ۴۰ متر می‌رسد. نابهنجاری در سطح آب‌های زیر زمینی در دوسوی گسل از دلایل فعال بودن آن است و در شرق جاده سرچشمه - رفسنجان از کیلومتر ۷ به بعد گسل باعث رسوبات گچ‌دار «پلیتوس» در شمال و سنگ‌های آتشفشانی در جنوب شده است [۱۶]. جدول ۱، کد محل، منبع آب و نام روستا و موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. در مجموع ۱۲۰ نمونه از ۶۰ منبع آب (۲۲ چاه و ۳۸ قنات) روستاها در دو زمان متفاوت به صورت نمونه‌برداری لحظه‌ای تهیه گردید. ۴۴ نمونه از آب چاه و ۷۶ نمونه از آب قنات بود. نمونه‌ها در ظروف پلی‌اتیلنی ۱ لیتری جمع‌آوری شد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای انتقال به آزمایشگاه نگهداری شد. به نمونه‌هایی که جهت اندازه‌گیری سختی در نظر گرفته شده بود، اسید نیتریک ( $\text{HNO}_3$ ) اضافه شد تا pH نمونه به زیر ۲ برسد [۱۷]. در هر نمونه، پارامترهای کیفی آب شامل، pH، درجه حرارت ( $T^\circ\text{C}$ )، کل جامدات محلول [Total Dissolve Solid (TDS)]، سختی کل، سختی کلسیم ( $\text{Ca}^{+2}$ ) و قلیائیت (ALK) اندازه‌گیری شد. pH در محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه pH متر قابل حمل مدل METTLER، ساخت Sevengo سوئیس

[۱۷]. ارزیابی دقت شاخص‌ها بر اساس توانایی‌هایشان در مشخص کردن حالت زیر اشباع، اشباع یا فوق اشباع بر حسب کربنات کلسیم است. این شاخص‌ها شامل: شاخص (LI) Langelier، شاخص (RI) Rayznar، شاخص تهاجمی (AI) Aggressiveness و شاخص Pockurius (PI) می‌باشد. برای تعیین پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری آب چاه‌ها و قنوت روستاهای مجاور گسل از شاخص‌های خوردگی استفاده شد. نحوه محاسبه شاخص‌های خوردگی با استفاده از پارامترهای اندازه‌گیری شده، در جدول ۲ آورده شده است.

اندازه‌گیری شد. درجه حرارت، کل جامدات محلول، هدایت الکتریکی (EC) با استفاده از دستگاه EC متر قابل حمل مدل METTLER TOLEDO، ساخت Sevengo، سوییچ اندازه‌گیری شد. سختی کل و سختی کلسیم به روش کمپلکسومتری با استفاده از محلول استاندارد EDTA در حضور معرف اریوکروم بلک تی و معرف موراکسید (Murexide) اندازه‌گیری شد. قلیائیت به روش تیتراسیون و با استفاده از اسید کلریدریک اندازه‌گیری گردید. روش آزمایش و نمونه‌برداری بر اساس کتاب استاندارد روش‌های آزمایش آب و فاضلاب انجام شد

جدول ۲- نحوه محاسبه شاخص‌های خوردگی با استفاده از پارامترهای اندازه‌گیری شده

$LI = pH - pHs$ $pHs = 9.3 + A + B - C - D$ $A = (\log_{10} TDS - 1) / 10$ $B = -13.12 \log_{10} (T^{\circ}C + 273) + 34.55$ $C = \log_{10} [Ca^{2+} \text{ as } CaCO_3 \text{ mg/L}]$ $D = \log_{10} [\text{Alkalinity as } CaCO_3 \text{ mg/L}]$	شاخص (LI) Langelier [۱۳]
$RI = 2 (pHs) - pH$	شاخص (RI) Rayznar [۱۳]
$AI = pH - \text{Log} (A.H)$	شاخص (AI) Aggressiveness [۸]
$PI = 2 pHs - pHeq$ $54.465 \text{Log} (T - AIK) + 4.pHeq = 1$	شاخص (PI) Pockurius [۸]

داده‌های جمع‌آوری شده به صورت آمار توصیفی گزارش گردید و با استفاده از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ تحلیل گردید.

## نتایج

رسوب‌گذاری است. شاخص Rayznar برای ۸۶٪ چاه‌ها (۱۹ حلقه چاه) و ۸۴٪ قنوت (۳۴ قنات) کمتر از ۷ می‌باشد و نشان‌دهنده خاصیت رسوب‌گذاری است. ۸۶٪ چاه‌ها (۱۹ حلقه چاه) و ۸۱/۵۸٪ قنوت (۳۱ قنات) دارای شاخص Aggressiveness بالاتر از ۱۲ می‌باشند که نشان‌دهنده خاصیت رسوب‌گذاری آب آن‌ها است. شاخص Pockurius برای ۶۴/۳۹٪ چاه‌ها (۱۴ حلقه چاه) و ۶۳/۱۳٪ قنوت (۲۴ قنات) کمتر از ۶ بود که نشانگر خاصیت رسوب‌گذاری برای بیشتر چاه‌ها و قنوت است.

به طور کلی میانگین و انحراف معیار، شاخص‌های خوردگی و پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل، pH، درجه حرارت ( $T^{\circ}C$ )، کل جامدات محلول (TDS)، سختی کلسیم ( $Ca^{+2}$ ) و قلیائیت (ALK) در آب چاه‌ها و قنوت روستاهای مجاور گسل رفسنجان در جدول ۳، ارائه شده است. با توجه به جدول ۳، شاخص Langelier برای ۹۰/۰۱٪ چاه‌ها (۲۰ حلقه چاه) و ۹۲/۲۱٪ قنوت (۳۵ قنات)، مثبت است. بنابراین آب اکثریت چاه‌ها و قنوت دارای خاصیت



جدول ۱- کد محل، منبع آب، نام روستا و موقعیت جغرافیایی محل های نمونه برداری آب

کد محل	منبع آب	نام روستا	موقعیت جغرافیایی		کد محل	منبع آب	نام روستا	موقعیت جغرافیایی	
			عرض	طول				عرض	طول
۱	چاه	خاندانی	۳۰.۲۲۴۳	۵۵۵۱.۰۰	۳۱	چاه	احمد آباد	۵۵۳۹۵۳	۳۰.۲۸۱۴
۲	چاه	نور آباد	۳۰.۲۵۴۲	۵۵۴۲۴۱	۳۲	قنات	اوراف	۵۵۵۹۲۳	۳۰.۱۳۲۸
۳	چاه	رحمت آباد	۳۰.۲۸۱۲	۵۵۳۹۰.۸	۳۳	چاه	ماجد	۵۵۵۸۴۳	۳۰.۱۳۰۷
۴	قنات	احمد آباد دتفه	۳۰.۲۷۵۰	۵۵۳۹۳۰	۳۴	قنات	سر سبز	۵۵۵۸۳۱	۳۰.۱۱۲۷
۵	چاه	احمد آباد دتفه	۳۰.۲۶۰۰	۵۵۴۰۱۸	۳۵	قنات	دهوئیه	۵۵۵۸۵۵	۳۰.۱۱۴۲
۶	چاه	عباس آباد امین	۳۰.۲۶۱۵	۵۵۴۱۵۰	۳۶	چاه	الاغ چین	۵۵۵۸۲۳	۳۰.۱۰۵۷
۷	چاه	شریف آباد	۳۰.۳۱۳۲	۵۵۳۵۲۸	۳۷	قنات	الاغ چین	۵۵۵۸۱۶	۳۰.۱۰۳۰
۸	چاه	حسین آباد	۳۰.۲۲۲۴	۵۵۳۴۵۴	۳۸	قنات	دره گرم	۵۶۰۱۳۳	۳۰.۱۰۳۹
۹	چاه	علی آباد سادات	۳۰.۳۰۴۵	۵۵۳۶۴۳	۳۹	قنات	گروئیه	۵۶۰۱۲۵	۳۰.۱۰۱۲
۱۰	چاه	راه آهن	۳۰.۲۹۳۰	۵۵۳۶۲۴	۴۰	قنات	گروئیه سفلی	۵۶۰۱۴۵	۳۰.۱۰۴۳
۱۱	قنات	مزرع	۳۰.۲۶۳۳	۵۵۳۵۱۸	۴۱	قنات	عباس آباد	۵۶۰۰۵۲	۳۰.۱۴۰۹
۱۲	چاه	هرمز آباد	۳۰.۲۴۴۲	۵۵۴۳۴۶	۴۲	قنات	عبدل آباد	۵۶۳۲۱۲	۲۹۵۳۲۹
۱۳	چاه شماره ۲	کوثرریز، همت آباد، حسن آباد نوش آباد، دولت آباد، یوسف آباد	۳۰.۲۴۲۸	۵۵۴۳۳۴	۴۳	قنات	غفار آباد	۵۶۳۰۴۲	۲۹۵۲۰۳
۱۴	چاه شماره ۳	کوثرریز، همت آباد، حسن آباد نوش آباد، دولت آباد، یوسف آباد	۳۰.۲۴۳۴	۵۵۴۳۴۲	۴۴	قنات	کمال آباد	۵۶۲۶۰۷	۳۰.۰۲۴۱
۱۵	چاه شماره ۴	کوثرریز، همت آباد، حسن آباد نوش آباد، دولت آباد، یوسف آباد	۳۰.۲۴۲۸	۵۵۴۳۳۴	۴۵	قنات سر مهر	باغبزم	۵۵۲۸۰۹	۲۹۴۷۵۳
۱۶	چاه شماره ۵	کوثرریز، همت آباد، حسن آباد نوش آباد، دولت آباد، یوسف آباد	۳۰.۲۴۲۸	۵۵۴۳۳۴	۴۶	قنات درکن پائین	باغبزم	۵۶۲۷۳۶	۲۹۴۶۵۸
۱۷	مخزن آب حومه غربی	کوثرریز، همت آباد، حسن آباد نوش آباد، دولت آباد، یوسف آباد	۳۰.۲۴۲۸	۵۵۴۳۳۵	۴۷	قنات درکن بالا	باغبزم	۵۶۲۷۴۰	۲۹۴۷۰۲
۱۸	چاه مرعشی	شهابیه	۳۰.۲۶۲۲	۵۵۳۲۳۸	۴۸	قنات	پیرنھا	۵۶۲۶۱۸	۲۹۴۷۵۳
۱۹	چاه	سیراب	۳۰.۲۲۵۵	۵۵۳۰۱۹	۴۹	قنات	کریکی	۵۶۲۵۴۹	۲۹۴۷۳۸
۲۰	قنات	شادی آباد	۳۰.۲۲۳۰	۵۵۲۸۴۲	۵۰	قنات	سندول	۵۶۲۵۳۳	۲۹۴۷۱۵
۲۱	قنات	منصور آباد	۳۰.۲۲۳۸	۵۵۲۸۱۷	۵۱	قنات	تقرکویه	۵۶۲۵۳۵	۲۹۴۷۱۳
۲۲	قنات	دهوئیه راویز	۳۰.۲۲۰۰	۵۵۲۷۲۳	۵۲	قنات	مقصودک	۵۶۲۴۵۷	۲۹۴۸۴۳
۲۳	قنات	فدیج	۳۰.۲۲۱۱	۵۵۲۶۵۸	۵۳	قنات	کهنه بید	۵۶۲۴۲۸	۲۹۵۰۵۳
۲۴	قنات	رشجان	۳۰.۲۲۰۳	۵۵۲۶۲۳	۵۴	قنات	رهاوی	۵۶۲۴۴۸	۲۹۵۱۰۹
۲۵	قنات	راویز	۳۰.۲۲۰۷	۵۵۲۴۳۳	۵۵	قنات	مومن آباد	۵۶۳۰۴۳	۲۹۵۲۰۲
۲۶	قنات	رودین پائین	۳۰.۲۱۴۷	۵۵۲۳۲۶	۵۶	قنات	ماهونک	۵۶۲۳۳۶	۲۹۵۷۴۶
۲۷	قنات	رودین بالا	۳۰.۲۱۴۱	۵۵۲۳۰۹	۵۷	چاه	هجنین	۵۶۲۶۰۷	۳۰.۰۲۴۱
۲۸	قنات	حوم الدین	۳۰.۲۲۰۸	۵۵۲۵۲۱	۵۸	قنات	ده لرز	۵۶۱۷۵۸	۲۹۴۹۵۵
۲۹	قنات	ده ولی	۳۰.۲۷۲۶	۵۵۳۴۵۰	۵۹	قنات	سفته	۵۶۱۷۲۶	۲۹۵۳۳۳
۳۰	قنات	زندیه	۳۰.۲۷۴۸	۵۵۳۴۳۵	۶۰	چاه	ده کوسه	۵۶۲۴۲۵	۲۹۵۶۳۵

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار شاخص‌های خوردگی و پارامترهای اندازه‌گیری شده آب چاه‌ها و قنوت‌های روستاهای مجاور گسل رفسنجان در سال ۱۳۹۳

pH	ALK mg/l CaCO <sub>3</sub>	Ca <sup>2+</sup> mg/l CaCO <sub>3</sub>	TDS mg/l	T <sub>c</sub>	PI	AI	RI	LI	کد محل
۷/۲۸±۰/۳۸	۱۶۰±۱۲/۹۳	۲۸۰±۲۱/۲۵	۵۹۷۰±۴۶۹	۲۸/۵±۲/۸۰	۵/۲۵±۰/۷۷	۱۲/۳۳±۰/۹۴	۶/۰۱±۱/۴۸	۰/۶۳±۰/۲۱	۱
۷/۷۸±۰/۴۲	۲۰۰±۱۸/۴۲	۱۰۸±۱۴/۳۲	۹۳۴±۳۲۸	۲۰±۴/۴۲	۶/۷۸±۰/۵۴	۱۲/۱۱±۰/۴۲	۶/۹۱±۲/۵۱	۰/۴۳±۰/۱۱	۲
۷/۲۷±۰/۱۸	۲۵۶±۲۶/۱۴	۷۲±۲۲/۶۳	۱۷۱۷±۱۴۱	۲۳±۲/۹۱	۶/۷۰±۰/۶۹	۱۱/۹۸±۱/۵۵	۷/۰۴±۱/۴۱	۰/۳۳±۰/۱۴	۳
۷/۹۵±۰/۲۹	۲۴۸±۳۱/۸۰	۱۸۰±۳۲/۱۱	۱۱۶۹±۲۱۲	۲۱/۹۰±۱/۲۳	۵/۹۶±۰/۸۱	۱۲/۹۴±۳/۰۸	۶/۰۵±۱/۷۴	۰/۹۴±۰/۶۰	۴
۷/۴۶±۰/۱۲	۲۴۰±۲۷/۸۸	۲۸۰±۲۸/۲۵	۲۷۳۰±۲۸۹	۲۰/۶۲±۱/۴۰	۵/۷۳±۱/۰۱	۱۲/۲۸±۰/۶۹	۶/۳۱±۰/۷۲	۰/۵۷±۰/۱۷	۵
۸/۰۳±۰/۶۴	۲۰۸±۲۱/۳۸	۹۶±۱۶/۹۶	۷۴۸±۸۴	۱۹/۸۴±۱/۵۲	۶/۸۱±۰/۸۵	۱۲/۳۳±۲/۸۲	۶/۷۲±۱/۹۵	۰/۶۵±۰/۲۶	۶
۷/۷۳±۰/۲۱	۱۴۰±۹/۷۱	۲۰۰±۲۸/۸۷	۸۸۱±۱۰۲	۲۸/۹۶±۳/۱۴	۶/۴۳±۰/۹۱	۱۲/۱۷±۲/۲۴	۶/۳۹±۱/۰۸	۰/۶۶±۰/۴۱	۷
۷/۴۲±۰/۱۱	۱۹۲±۱۸/۸۱	۹۶±۲۷/۹۶	۱۱۱۹±۱۵۴	۲۷/۹۰±۱/۸۱	۶/۶۵±۰/۹۸	۱۱/۶۸±۱/۸۹	۷/۱۲±۱/۲۱	۰/۱۴±۰/۰۶	۸
۷/۵۳±۰/۲۸	۳۶۰±۵۴/۰۰	۱۰۰±۱۷/۶۳	۲۰۰۰±۲۱۰	۲۷/۳۳±۳/۰۲	۵/۰۹±۰/۹۲	۱۲/۰۷±۱/۵۲	۵/۸۴±۰/۹۶	۰/۸۴±۰/۱۹	۹
۸/۰۲±۰/۱۶	۲۰۰±۳۵/۴۶	۱۴۰±۲۳/۲۸	۱۷۹۵±۱۴۸	۲۵±۳/۵۲	۶/۴۲±۱/۱۰	۱۲/۴۶±۲/۴۱	۶/۳۱±۱/۸۱	۰/۸۵±۰/۳۷	۱۰
۷/۹۲±۰/۱۰	۲۲۰±۲۵/۷۹	۲۲۰±۴۲/۱۴	۱۱۸۳±۱۳۰	۲۱/۳۸±۲/۳۸	۵/۹۹±۱/۲۴	۱۲/۶۰±۱/۸۵	۶/۰۴±۱/۱۱	۰/۹۳±۰/۴۳	۱۱
۷/۷۶±۰/۳۱	۳۲۰±۲۹/۹۸	۲۶۰±۳۵/۸۶	۴۷۰۰±۲۱۲	۲۱/۵۳±۱/۸۲	۵/۸۶±۰/۸۳	۱۲/۳۸±۱/۳۸	۶/۱۷±۰/۵۵	۰/۷۸±۰/۱۹	۱۲
۶/۷۷±۰/۰۹	۴۴۰±۵۶/۳۰	۲۰۰±۲۶/۲۲	۳۶۴۰±۱۶۱	۲۲/۷۱±۳/۱۴	۶/۱۹±۰/۸۹	۱۲/۴۱±۰/۹۸	۶/۴۷±۰/۹۱	۰/۶۶±۰/۲۷	۱۳
۷/۷۴±۰/۵۴	۲۴۸±۳۴/۳۶	۱۸۰±۱۰/۱۴	۱۱۶۰±۷۷	۲۴/۲۵±۱/۱۷	۵/۲۳±۰/۷۰	۱۲/۶۶±۲/۰۶	۵/۷۸±۱/۳۸	۰/۹۴±۰/۱۷	۱۴
۷/۸۰±۰/۱۵	۲۶۰±۲۱/۷۹	۱۶۰±۱۴/۰۰	۱۳۶۵±۱۶۱	۱۷/۱۲±۲/۹۱	۶/۲۸±۰/۹۱	۱۲/۲۵±۱/۵۵	۶/۵۶±۰/۵۱	۰/۵۵±۰/۳۱	۱۵
۷/۷۶±۰/۲۵	۴۲۰±۴۴/۵۷	۱۹۲±۴۹/۹۲	۱۳۲۰±۱۸۹	۱۹/۲۵±۱/۴۲	۸/۱۵±۱/۵۶	۱۲/۳۴±۱/۹۳	۸/۵۱±۲/۴۰	-۰/۳۳±۰/۱۱	۱۶
۷/۶۷±۰/۲۹	۲۱۲±۱۶/۲۹	۱۸۰±۲۰/۷۱	۱۳۹۴±۱۶۲	۲۰±۱/۶۴	۶/۶۸±۰/۸۳	۱۲/۱۹±۱/۷۳	۶/۸۵±۰/۶۷	۰/۴۵±۰/۲۴	۱۷
۷/۸۵±۰/۱۳	۳۲۰±۵۷/۴۸	۹۸±۹/۳۶	۱۳۹۴±۱۲۷	۲۰±۲/۵۲	۵/۷۵±۰/۵۹	۱۲/۸۱±۲/۱۵	۵/۹۸±۱/۰۹	۱/۰۳±۰/۱۴	۱۸
۷/۷۵±۰/۴۰	۲۰۰±۱۴/۹۷	۱۴۰±۱۸/۱۵	۱۳۹۴±۸۴	۱۷/۵۲±۱/۱۴	۵/۰۵±۱/۱۴	۱۲/۱۲±۲/۷۵	۵/۲۸±۰/۸۷	۱/۴۱±۰/۲۲	۱۹
۸/۲۹±۰/۲۳	۳۲۰±۲۲/۳۵	۱۲۸±۲۵/۴۲	۱۰۶۰±۱۰۳	۱۶/۶۰±۱/۳۴	۶/۰۷±۱/۳۸	۱۲/۹۰±۱/۸۲	۵/۹۹±۲/۰۰	۱/۱۰±۰/۳۱	۲۰
۸/۰۱±۰/۱۸	۲۸۰±۱۹/۶۳	۲۴۸±۶/۶۳	۱۲۹۲±۱۹۹	۱۸/۵۳±۴/۱۲	۵/۶۳±۱/۰۵	۱۲/۸۵±۱/۵۷	۵/۷۵±۱/۱۳	۱/۱۱±۰/۱۸	۲۱
۷/۸۲±۰/۲۳	۴۸۰±۲۹/۳۱	۲۸۰±۲۲/۵۰	۱۲۸۳±۱۴۸	۱۸/۷۱±۱/۷۴	۴/۶۹±۱/۸۸	۱۲/۹۴±۱/۹۶	۵/۳۳±۱/۸۴	۱/۲±۰/۱۱	۲۲
۷/۷۲±۰/۳۴	۳۲۰±۲۰/۸۱	۳۴۰±۱۹/۲۳	۱۰۸۴±۱۱۵	۱۵/۳۰±۱/۱۷	۵/۲۷±۱/۱۶	۱۲/۷۵±۲/۱۸	۵/۷۶±۱/۳۷	۰/۹۷±۰/۲۹	۲۳
۷/۷۲±۰/۱۱	۳۲۰±۴۴/۱۲	۱۸۰±۱۵/۷۸	۸۱۱±۷۰	۱۷/۹۲±۳/۱۰	۵/۷۰±۱/۰۱	۱۲/۴۸±۱/۵۴	۶/۱۹±۱/۵۲	۰/۷۶±۰/۳۱	۲۴
۷/۸۶±۰/۲۷	۳۲۰±۲۵/۵۱	۲۰۰±۱۸/۳۶	۵۰۴±۳۳	۱۵±۲/۹۳	۵/۶۸±۰/۸۶	۱۲/۶۶±۱/۲۶	۶/۰۳±۰/۵۹	۰/۹۱±۰/۴۷	۲۵
۷/۲۸±۰/۲۰	۲۶۰±۱۶/۴۵	۲۰۰±۱۳/۶۰	۵۴۹±۹۸	۱۴±۱/۸۷	۶/۰۴±۰/۸۶	۱۱/۹۹±۱/۴۸	۶/۸۳±۲/۱۷	۰/۲۲±۰/۱۰	۲۶
۸/۱۵±۰/۳۱	۲۲۴±۲۰/۰۰	۱۳۶±۱۳/۴۶	۳۸۶±۵۹	۱۴/۳۵±۳/۴۱	۶/۵۵±۰/۷۴	۱۲/۶۳±۲/۲۴	۶/۳۹±۱/۶۶	۰/۸۷±۰/۱۵	۲۷
۷/۸۹±۰/۲۴	۱۲۵±۱۹/۶۳	۶۸±۱۱/۳۲	۷۵۰۰±۳۵۴	۱۵/۱۲±۲/۹۶	۸/۰۶±۲/۱۲	۱۱/۸۱±۰/۸۶	۷/۷۸±۰/۷۱	۰±۰/۰۸	۲۸
۸/۰۵±۰/۳۱	۲۵۰±۱۸/۸۵	۱۸۸±۱۲/۷۵	۱۹۹۲±۲۲۶	۱۹/۱۴±۱/۵۲	۵/۸۳±۰/۹۴	۱۲/۷۲±۱/۵۷	۵/۸۱±۱/۰۰	۱/۱۲±۰/۳۴	۲۹
۸/۲۹±۰/۱۴	۲۸۰±۲۲/۷۴	۱۲۰±۸/۸۰	۳۸۷۰±۲۶۸	۲۱/۳۶±۱/۱۸	۶/۲۵±۰/۶۰	۱۲/۸۱±۲/۵۶	۶/۰۹±۲/۴۰	۱/۰۹±۰/۸۱	۳۰

ادامه جدول ۳- میانگین و انحراف معیار شاخص‌های خوردگی و پارامترهای اندازه‌گیری شده آب چاه‌ها و فنوآت روستاهای مجاور گسل رفسنجان در آبان و آذر سال ۱۳۹۲

کد محل	LI	RI	AI	PI	T <sub>c</sub>	TDS mg/l	Ca <sup>+2</sup> mg/l CaCO <sub>3</sub>	ALK mg/l CaCO <sub>3</sub>	pH
۳۱	۰/۸۶±۰/۲۷	۵/۹۳±۱/۲۸	۱۲/۵۹±۰/۷۹	۵/۳۹±۰/۸۷	۱۵/۶۶±۲/۵۰	۱۲۱۵±۱۱۳	۱۶۰±۱۲/۱۸	۳۶۰±۳۳/۳۵	۸/۰۵±۰/۱۱
۳۲	۰/۶۱±۰/۲۰	۶/۵۳±۱/۰۱	۱۲/۴۵±۱/۰۶	۶/۲۴±۰/۵۴	۱۴/۸۳±۲/۱۱	۳۷۴۰±۲۰۰	۲۰۰±۲۱/۴۲	۲۴۸±۱۲/۸۱	۷/۷۶±۰/۲۸
۳۳	۰±۰/۱۹	۶/۷۷±۱/۴۲	۱۱/۷۱±۰/۸۸	۵/۱۳±۰/۷۰	۲۱±۳/۰۰	۲۰۰±۱۵۲	۲۴۰±۱۶/۷۴	۴۰۰±۳۶/۶۷	۸/۱۴±۰/۲۳
۳۴	۰/۹۶±۰/۵۳	۶/۰۴±۱/۱۴	۱۲/۵۲±۲/۰۴	۶/۱۱±۱/۰۵	۱۹/۸۴±۱/۵۳	۲۶۶۰±۱۸۱	۲۸۰±۲۱/۹۲	۱۹۲±۱۸/۵۸	۷/۹۶±۰/۳۷
۳۵	۰/۸۹±۰/۳۹	۶/۰۹±۰/۹۱	۱۲/۵۲±۲/۳۱	۵/۷۲±۰/۹۸	۲۲/۳۱±۲/۹۰	۲۱۴۰±۱۳۵	۱۴۰±۲۹/۲۸	۳۴۴±۲۵/۵۲	۷/۸۹±۰/۱۹
۳۶	۰/۶۰±۰/۲۸	۶/۱۷±۱/۵۷	۱۲/۳۱±۱/۵۳	۵/۲۶±۰/۶۶	۲۰/۱۱±۱/۱۳	۱۹۵۸±۱۰۱	۲۴۰±۱۴/۸۰	۳۶۰±۳۴/۶۱	۷/۳۸±۰/۲۵
۳۷	۰/۶۱±۰/۱۵	۶/۲۵±۲/۱	۱۲/۳۳±۱/۹۵	۵/۵۳±۰/۶۱	۱۹/۵±۳/۶۲	۱۸۲۲±۱۴۹	۲۲۰±۱۷/۵۳	۳۲۰±۲۷/۱۱	۷/۴۹±۰/۴۱
۳۸	۰/۶۴±۰/۳۱	۶/۷۹±۱/۸۲	۱۲/۲۷±۰/۹۲	۷/۶۵±۰/۵۴	۲۰/۹±۱/۵۷	۱۵۶۷۰±۱۰۱۱	۳۶۸±۳۰/۱۷	۸۰±۷/۱۷	۸/۰۸±۰/۲۸
۳۹	۰/۸۱±۰/۱۱	۶/۸۴±۰/۸۷	۱۲/۴۶±۱/۵۵	۷/۲۶±۰/۴۹	۲۵/۵۷±۳/۲۳	۴۸۶۰±۱۹۰	۲۸۰±۱۷/۳۴	۸۰±۴/۵۷	۸/۱۱±۰/۳۳
۴۰	۰/۹۱±۰/۲۹	۵/۹۲±۱/۲۴	۱۲/۶۶±۱/۴۷	۶/۰۹±۱/۰۷	۲۱/۱۸±۱/۲۰	۷۳۲۰±۴۵۲	۶۸۰±۵۶/۸۰	۱۲۰±۲۰/۶۳	۷/۷۵±۰/۱۸
۴۱	۱/۰۷±۰/۷۰	۵/۵۹±۰/۳۹	۱۲/۸۶±۱/۱۷	۵/۳۵±۱/۲۸	۲۰/۶۱±۱/۸۱	۱۰۳۳۰±۴۹۸	۶۸۰±۳۱/۴۲	۱۸۰±۲۸/۵۲	۷/۷۸±۰/۱۲
۴۲	۰/۷۴±۰/۴۲	۵/۳۱±۱/۰۷	۱۲/۳۳±۲/۱۰	۳/۵۱±۰/۸۸	۱۹/۸۴±۰/۹۴	۴۹۷۰±۲۴۳	۴۰۰±۲۷/۱۴	۵۸۰±۵۲/۸۹	۶/۷۹±۰/۲۷
۴۳	۰/۵۹±۰/۰۹	۵/۸۱±۱/۱۴	۱۲/۳۳±۱/۵۹	۴/۱۲±۰/۱۹	۱۸/۳۸±۱/۶۰	۲۴۱۰±۱۲۵	۳۲۰±۱۹/۰۰	۶۸۰±۴۶/۷۳	۷/۰۰±۰/۴۱
۴۴	۰/۳۵±۰/۱۱	۶/۶۱±۱/۵۷	۱۲/۱۰±۰/۷۳	۵/۶۰±۰/۸۳	۱۶/۹۲±۳/۲۶	۱۵۹۲±۶۵	۲۲۰±۲۴/۴۱	۳۶۰±۳۱/۰۰	۷/۷۳±۰/۲۹
۴۵	۰/۳۸±۰/۱۸	۶/۵۸±۱/۵۱	۱۲/۲۳±۱/۳۶	۵/۵۷±۰/۴۸	۱۶±۲/۸۸	۳۳۷۰±۴۳۱	۱۶۰±۱۷/۶۳	۴۰۸±۲۴/۲۱	۷/۳۵±۰/۴۳
۴۶	-۰/۲۰±۰/۱۴	۷/۲۵±۲/۴۵	۱۰/۵۵±۱/۵۷	۶/۰۲±۰/۹۵	۱۵/۹۴±۱/۲۰	۹۶۶±۷۹	۲۰۰±۲۷/۸۴	۲۶۰±۲۹/۱۳	۶/۸۴±۰/۳۵
۴۷	۰/۱۳±۰/۰۷	۷/۲۷±۱/۱۳	۱۱/۶۵±۰/۹۸	۶/۱۴±۰/۶۵	۱۴/۶۳±۰/۸۰	۹۴۴±۶۱	۱۶۰±۱۱/۸۳	۲۸۰±۱۶/۵۴	۷/۰۰±۰/۲۶
۴۸	۰/۲۸±۰/۱۵	۶/۸۰±۱/۸۱	۱۲/۰۶±۱/۰۹	۶/۱۶±۰/۶۹	۱۵/۹۱±۲/۶۱	۱۲۶۱±۱۴۹	۲۰۰±۱۵/۹۲	۲۴۰±۱۴/۷۶	۷/۳۸±۰/۱۸
۴۹	۰/۰۱±۰/۰۵	۶/۹۶±۱/۳۸	۱۱/۸۲±۱/۶۴	۵/۷۱±۰/۲۲	۱۴/۲۰±۱/۶۶	۱۳۶۲±۱۰۸	۲۰۰±۲۵/۳۳	۳۴۰±۶۱/۴۵	۶/۹۹±۰/۲۷
۵۰	-۰/۲۷±۰/۱۹	۷/۰۶±۰/۶۷	۱۱/۵۶±۱/۲۰	۵/۲۳±۰/۵۷	۱۳/۴۷±۰/۹۴	۲۷۶۰±۲۲۴	۲۸۰±۳۲/۲۸	۴۰۰±۴۴/۷۹	۶/۵۲±۰/۳۱



۷/۶۲±۰/۱۷	۲۴۰±۱۸/۲۴	۱۴۸±۱۵/۶۰	۱۱۹۴±۱۱۹	۱۴±۱/۴۲	۶/۴۹±۰/۸۴	۱۱/۸۱±۱/۱۵	۶/۸۹±۰/۴۹	۰/۳۶±۰/۲۱	۵۱
۷/۳۸±۰/۴۱	۳۵۲±۳۰/۳۷	۱۶۰±۳۰/۹۷	۲۰۹۰±۱۸۶	۱۶/۶۴±۳/۱۲	۵/۷۸±۱/۲۵	۱۲/۰۹±۱/۸۴	۶/۷۶±۱/۷۸	۰/۳۰±۰/۱۶	۵۲
۷/۲۴±۰/۰۷	۴۶۰±۳۹/۸۱	۳۳۲±۵۲/۳۹	۲۳۸۰±۲۴۷	۱۵/۷۲±۱/۹۴	۴/۸۰±۰/۴۳	۱۲/۴۲±۱/۵۶	۶/۰۰±۱/۴۱	۰/۶۱±۰/۲۸	۵۳
۷/۵۲±۰/۲۵	۴۸۰±۲۸/۳۳	۳۱۲±۴۰/۷۱	۲۹۱۰±۲۶۷	۱۶/۱۴±۱/۰۰	۴/۷۹±۰/۹۱	۱۲/۶۷±۱۲/۱۸	۵/۷۶±۰/۹۹	۰/۸۷±۰/۴۴	۵۴
۷/۲۴±۰/۳۰	۲۶۰±۹/۴۷	۳۰۰±۳۳/۱۲	۳۷۹۰±۲۹۸	۱۸/۴۷±۱/۵۱	۵/۵۴±۰/۶۹	۱۲/۰۹±۱/۷۲	۵/۶۸±۰/۵۳	۰/۳۱±۰/۱۰	۵۵
۷/۸۲±۰/۱۴	۳۲۰±۳۰/۲۸	۲۴۰±۲۵/۳۸	۱۰۷۲۰±۴۹۴	۲۱±۱/۴۳	۵/۵۵±۰/۸۰	۱۲/۷۰±۱/۱۱	۵/۹۴±۱/۲۷	۰/۹۳±۰/۳۲	۵۶
۶/۶۲±۰/۱۷	۸۰۰±۹۷/۸۵	۵۶۰±۳۲/۶۲	۱۲۱۱۰±۳۲۵	۱۸/۳۵±۱/۸۱	۳/۳۵±۰/۸۹	۱۲/۲۵±۰/۶۴	۵/۷۲±۱/۵۴	۰/۴۳±۰/۲۰	۵۷
۷/۵۰±۰/۵۹	۷۰۰±۷۳/۲۰	۲۸۰±۹/۴۸	۲۳۲۰±۱۵۶	۱۲/۵۶±۰/۷۵	۴/۴۴±۰/۵۱	۱۲/۷۹±۱/۷۷	۵/۶۵±۰/۸۲	۰/۹۲±۰/۵۷	۵۸
۷/۷۷±۰/۲۵	۳۲۰±۱۷/۴۲	۱۸۰±۲۳/۱۱	۱۹۴۶±۸۲	۱۴/۱۶±۲/۶۸	۵/۸۴±۰/۳۷	۱۲/۵۳±۱/۸۶	۶/۲۸±۰/۳۹	۰/۷۴±۰/۱۷	۵۹
۷/۳۶±۰/۱۸	۳۴۸±۳۶/۰۰	۱۶۰±۱۰/۸۶	۴۱۰۰±۲۱۹	۱۸/۱۴±۱/۱۲	۵/۸۱±۰/۸۶	۱۲/۱۰±۱/۲۳	۶/۷۱±۱/۳۴	۰/۳۲±۰/۱۳	۶۰

LI= Langelier Index RI= Rayznar Index AI= Aggressiveness Index PI= Pockurius Index  
T= Temperature TDS= Total Dissolve Solid Ca= Calcium ALK= Alkalinity

## بحث

خوردگی و رسوب گذاری آب از مسایل مهمی است که در پایش سیستم های توزیع آب باید با دقت بیشتری مورد توجه قرار گیرد، زیرا عدم توجه به کیفیت شیمیایی آب از نظر تعادل شیمیایی و پیدایش هر کدام از پدیده های فوق می تواند باعث آسیب های بهداشتی و اقتصادی فراوانی گردد. میانگین محاسبه شده شاخص های *Pockurius*، *Aggressiveness*، *Rayznar*، *Langelier* نشان می دهد که آب اکثریت چاه ها و قنوات روستاهای مجاور غسل رفسنجان دارای خاصیت رسوب گذاری هستند.

در مطالعه *Zareabyaneh* و همکاران [۱۸]، در بررسی خوردگی و رسوب گذاری آب های زیر زمینی دشت همدان، نتایج نشان داد که آب چاه ها، قنوات و چشمه های دشت همدان تمایل به رسوب گذاری دارد. مطالعه *Malakootian* و همکاران [۱۴]، در بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب شرب شبکه توزیع کرمان، وضعیت رسوب گذاری را نشان داد.

در مطالعه *Mazloomi* و همکاران [۱۹] در بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری ۷۲ چاه تأمین کننده آب شهر شیراز، خاصیت رسوب گذاری نشان داده شد. در مطالعه *Ghaneian* و همکاران [۲۰] در خصوص کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی بخش خرائق یزد، نتایج نشان داد که آب دارای خاصیت رسوب گذاری است. در مطالعه *Kinsela* و همکاران [۱۰]، در خصوص پتانسیل رسوب گذاری آب شرب چاه های مناطق شمالی و مرکزی کشور استرالیا، نتایج نشان داد که ۶۳٪ از چاه های منطقه شمال دارای پتانسیل تشکیل کربنات کلسیم بوده و این پتانسیل تا ۹۱٪ در مناطق مرکزی افزایش یافت.

در مطالعه *Gauthier* و همکاران [۱۳] در خصوص کاربرد روش کنترل سریع رسوب جهت ارزیابی توانایی تشکیل رسوب آب رودخانه سن در فرانسه، مشخص شد آب رودخانه دارای خاصیت رسوب گذاری است و این خصوصیت به کیفیت آب و فصل سال بستگی دارد.

نتایج تمامی مطالعات فوق با مطالعه حاضر مطابقت دارد و همگی بر استفاده از راه کارهایی همچون تعدیل دمای آب گرم، تعدیل pH، استفاده از ترکیبات بازدارنده رسوب، وسایل مغناطیسی و ابزارهای تصفیه ای با هزینه و تکنولوژی پایین، جهت پیشگیری از بروز رسوب گذاری تأکید دارند، تا از بروز آسیب های اقتصادی به شبکه آبرسانی و سایر لوازم صنعتی و خانگی جلوگیری شود.

مطالعه *Arko* در خصوص بررسی خصوصیات رسوب گذاری آب زیرزمینی منطقه ارگن ترکیه که بر روی آب ۱۲ چاه انجام شد، نتایج خوردگی آب را نشان داد که علت اصلی را غلظت بالای سولفات ذکر نمود [۱].

مطالعه *Bastida* و همکاران در خصوص خوردگی طبیعی منگنز در آب آشامیدنی یکی از شهرهای مکزیک، نتایج نشان داد سطح بالای منگنز و نیترات در آب موجب افزایش اسیدیته آب شده و منجر به خوردگی عمده ای در سیستم توزیع آب می شود [۷].

در مطالعه *Ebrahimi* و همکاران در بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب شرب شهر کوهدشت با استفاده از اندیس های خوردگی، نتایج نشان داد که آب دارای خصوصیت خوردگی است و باید اقدامات کنترلی در زمینه تعادل pH و تثبیت آب انجام گیرد [۸]. مطالعه *Teimouri* و همکاران، در بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب شهر کیان با استفاده از شاخص

سیستم‌های انتقال آب جلوگیری نمود. از روش‌هایی همچون تعدیل pH استفاده از ترکیبات بازدارنده رسوب، وسایل مغناطیسی و ابزارهای تصفیه‌ای با هزینه و تکنولوژی پایین می‌توان جهت پیشگیری از بروز رسوب‌گذاری استفاده نمود.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان و با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری این دانشگاه به انجام رسیده است. نویسندگان از همکاری خانم مهندس خاشی و خانم مهندس نجفی و سایر دست‌اندرکاران سپاسگزاری می‌نمایند.

Rayznar و Langelier، نتایج نشان داد که آب دارای خصوصیت خوردگی است [۲۱].

تفاوت نتایج این مطالعه با مطالعات فوق، به علت TDS بالا و مقدار بالای سختی آب چاه‌ها و قنوت روستاهای گسل رفسنجان و همچنین مقدار بارندگی و تغییرات دمایی در فصول سال و ساختار زمین شناختی منطقه نسبت به سایر مناطق است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به این که آب چاه‌ها و قنوت روستاهای مجاور گسل رفسنجان دارای وضعیت رسوب‌گذاری می‌باشد و مشکلات عمده رسوب‌گذاری به علت وجود بی‌کربنات کلسیم می‌باشد، لذا با توجه به زیان‌های اقتصادی ناشی از رسوب‌گذاری، تا حد ممکن باید از تشکیل رسوب در

## References

- [1] Arkoç O. Assessment of scaling properties of groundwater with elevated sulfate concentration: a case study from Ergene Basin, Turkey. *Arab J Geosci* 2013; 6: 4377-85.
- [2] WHO, Guidelines for Drinking Water Quality, World Health Organization, Geneva. 2004, 1: 57.
- [3] Mcnille LS, Edwards M. The importance of temperature in assessing iron pipe corrosion in water distribution systems. *Environ Monito Assessm* 2002; 77(3): 229-42.
- [4] Okereke A, Stevens J. Kinetics of iron oxidation by thiobacillus ferrooxidans. *Appl Environ Microbiol* 1991; 57(4): 1052-56.
- [5] Tarantseva KR, Firsova VN. The Effect of Corrosion Products on the Toxicity of Industrial Sewage. *Protect Metals* 2006; 42(2): 188-93.
- [6] Peng CY, Korshin GV, Valentine R, Hill A, Friedman M, Reiber S. Characterization of elemental and structural composition of corrosion scales and deposits formed in drinking water distribution systems. *Water Res* 2010; 44(15): 4570-80.
- [7] Bastida CA, Martínez-Miranda V, Vázquez-Mejía G, Solache-Ríos M, Fonseca-Montes G, Trujillo-Flores E. The corrosive nature of manganese in drinking water. *Sci Total Environ* 2013; 447: 10-6.

- [8] Ebrahimi A, Kamarehie B, Asgari G, Mohammadi AS, Roshanaei G. Drinking Water Corrosivity and Sediment in the Distribution Network of Kuhdasht, Iran. *Resae Health Syst* 2012; 8(3): 479-86. [Farsi]
- [9] Peng CY, Korshin GV. Speciation of trace inorganic contaminants in corrosion scales and deposits formed in drinking water distribution systems. *Water Res* 2011; 45(17): 5553-63.
- [10] Kinsela AS, Jones AM, Collins RN, Waite TD. The impacts of low-cost treatment options upon scale formation potential in remote communities reliant on hard groundwaters. A case study: Northern Territory, Australia. *Sci Total Environ* 2012; 416: 22-31.
- [11] Fathi A, Mohamed T, Claude G, Maurin G, Mohamed BA. Effect of a magnetic water treatment on homogeneous and heterogeneous precipitation of calcium carbonate. *Water Res* 2006; 40(10): 1941-50.
- [12] Schausberger P, Mustafa GM, Leslie G, Friedl A. Scaling prediction based on thermodynamic equilibrium calculation scopes and limitations. *Desalination* 2009; 244: 31-47.
- [13] Gauthier G, Chao Y, Horner O, Ramos OA, Hui F, Lédion J, et al. Application of the Fast Controlled Precipitation method to assess the scale-forming ability of raw river waters. *Desalination* 2012; 299: 89-95.
- [14] Malakootian M, Fatehizadeh A, Meydani E. Investigation of Corrosion Potential and Precipitation Tendency of Drinking Water in Kerman Distribution System. *JTB Yazd* 2012; 11(3): 1-10. [Farsi]
- [15] Mac AJ, Parsons SA. Calcium carbonate scale control, effect of material and inhibitors. *Water Sci. Technol* 2004; 49: 153-9.
- [16] Introduction Seismicity and seismotectonics of the central Iran. Available at: URL: [www.ngdir.ir/GeoportalInfo/PSubjectInfoDetail.asp?PID=780&index=24](http://www.ngdir.ir/GeoportalInfo/PSubjectInfoDetail.asp?PID=780&index=24). Accessed December 26, 2013.
- [17] APHA-AWWA-WPCF. Standard methods for examination of water and wastewater. 17th edition. Washington D. C., U.S.A.: American Public Health Association and Water Pollution Control Federation. 2005.
- [18] Zareabyaneh H, Abdolsalhi A, Kazemi A. Survey of Corrosion or Scaling Potential groundwater in the plain of Hamadan - Spring. *Environment. Sci. Technol* 2010; 12(2): 89-101. [Farsi]
- [19] Mazloomi S, Babaie AA, Davil MF, Abouee E, nejad AB, Sough KH. Corrosion and Scaling Potentiality of Shiraz Drinking Water. *JTB Yazd* 2008; 23-24(1-2): 64-72. [Farsi]
- [20] Ghaneian M, Ehrampoush M, Ghanizadeh G. Survey of Corrosion and Precipitation Potential in Dual Water Distribution System in Kharanagh District of Yazd Province. *JTB Yazd* 2008; 7(3-4): 65-73. [Farsi]
- [21] Teimouri F, Sadeghi M, Drees F, Hashemi H, Shakeri K, Rezaei S. Survey of Corrosion or Scaling Potential of Resources, Storage and Distribution of Water Supply System in Kian by using Langelier and Rayznar Indexes. *Res.Health Syst* 2012; 8(1): 78-84. [Farsi]

## Evaluation of Corrosion and Scaling Potential of Wells Drinking Water and Aqueducts in Rural Areas Adjacent to Rafsanjan Fault in During October to December 2013

M. Malakootian<sup>1</sup>, M. Mobini<sup>2</sup>, I. Sharifi<sup>3</sup>, A. Haghghi Pour

Received:08/02/2014 Sent for Revision:16/03/2014 Received Revised Manuscript:20/05/2014 Accepted:07/06/2014/

**Background and Objective:** Water corrosion leads to increase in toxic metals concentration, such as arsenic, copper, lead, cadmium, zinc, nickel, iron and manganese in water. Toxic metals in water consumers cause acute health risks. Scaling water leads to economic and technical problems. Thus, The aim of this study was to investigate the corrosion and scaling potential of wells drinking water and aqueducts in rural areas adjacent to Rafsanjan fault.

**Materials and Methods:** This cross-sectional study was performed during October to December in 2013. 120 water samples were totally taken through grab sampling in two stages from 22 wells and 38 aqueducts in rural areas adjacent to Rafsanjan fault. The temperature, calcium hardness, alkalinity, total dissolved solids, and pH were measured. The potential of corrosion and scaling of waters were analyzed using corrosion Indexes. Data were analyzed by descriptive statistics.

**Results:** Langelier indexes for 90 percent of wells and 92 percent of aqueducts, were positive and 86 percent of wells and 84 percent of aqueducts of Rayznar index obtained less than 7. Aggressiveness index for 86 percent of wells and 81 percent of aqueducts was more than 12 and 64 percent of wells and aqueducts of Pockurius index was less than 6.

**Conclusion:** It was realized that wells and aqueducts drinking water in rural areas adjacent to Rafsanjan fault has scaling tendency by survey of corrosion indexes. Thus, it is necessary to stop economical loss and hygienic harms in order to maintain water quality stabilization.

**Keywords:** Scaling, Corrosion, Well and aqueduct, Drinking water

**Funding:** This research was funded by Kerman University of Medical Sciences.

**Conflict of interest:** None declared.

**Ethical approval:** The Ethics Committee of Kerman University of Medical Sciences approved the study.

**How to cite this article:** Malakootian M, Mobini M, Sharifi I, Haghghi Pour A. Evaluation of Corrosion and Scaling Potential Drinking Water Wells and Aqueducts Drinking Water in Rural Areas Adjacent to Rafsanjan Fault in 2013. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2014; 13(3): 293-304. Farsi

1- Prof. of Environmental Health Engineering Research Center and Dept. of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

2- MSc of Environmental Health Engineering, Occupational Environment Research Center, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

(Corresponding Author):(0391) 5234003, Fax: (0391) 5225913, E-mail: mmobini83@yahoo.com

3- BSc Student of Environmental Health Engineering, Dept. of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran