Archive of SID

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره بیست و هفتم، بهار ۱۴۰۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۱۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۲۳
صفحات: ۶۶ - ۴۷

مقاله (علمی پژوهشی)

# ارزیابی مخاطرات ناشی از آلودگی میکروبی و شیمیایی آب شرب روستاهای پیرامون شهر زاهدان در سال ۱۳۹۸

**ساناز بلارک[۱]، ابوذر پایدار*[۲]، عبدالواحد صفرزائی[۳]**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان
۲*. استادیار دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان
۳. کارشناس ارشد زیست‌فناوری مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بم

## چکیده

**تامین آب آشامیدنی با کیفیت، سالم و بهداشتی یکی از اهداف مهم جوامع بشری است و مصرف آب ناسالم و غیربهداشتی مخاطرات جبران ناپذیری را برای انسان در کوتاه‌مدت و درازمدت به همراه دارد. از اینرو سلامتی آحاد جامعه در گرو تامین آب شرب مطلوب است. هدف از تحقیق حاضر، تعیین کیفیت شیمیایی و میکروبی منابع آب زیرزمینی روستاهای پیرامون شهر زاهدان و ارزیابی مخاطرات ناشی از مصرف آب‌های ناسالم از نظر کیفیت شیمیایی و میکروبی در فصل پاییز ۱۳۹۸ می‌باشد. نوع مطالعه توصیفی- تحلیلی بوده، روش گردآوری داده‌ها، روش حضور میدانی محقق با ظروف و ابزار لازم بوده، و در این برداشت؛ کیفیت ۱۶ منبع آب زیرزمینی روستاهای پیرامون شهر زاهدان از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی مورد ارزیابی قرار گرفت. روش تحلیل داده‌ها روش آزمایشگاهی و سپس تحلیل داده ها با استفاده از آزمونهای همبستگی و رگرسیون در محیط SPSS بوده است. نتایج نشان داد میزان pH، TDS، هدایت الکتریکی، نمک، فلزات کادمیوم، سرب و آرسنیک آب‌های شرب در فصل پاییز به ترتیب ۷/۵۱±۰/۴۷، ۲۸۵۷± میلی‌گرم بر لیتر، ۴۳۲۴±۳۶۱۴ میکروزیمنس بر سانتیمتر، ۲/۲۵±۲/۱۸ قسمت در هزار، ۰/۲۱۹۴±۰/۵۳۳۷، ۰/۳۵±۰/۱۶، ۱/۶۱ ±۱/۲۲ میکروگرم بر لیتر بوده است و در ۸۷/۵ درصد از نمونه‌های آب آلودگی به کلیفرم، ۵۶/۲۵ درصد آلودگی به اشریشیاکلی، ۶۲/۵ درصد آلودگی به سودوموناس آئروژینوزا و ۱۴/۵۸ درصد آلودگی به انتروکوک‌های روده‌ای مشاهده گردید. از این رو می‌توان نتیجه گرفت کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی روستاهای پیرامون شهر زاهدان از نظر میزان pH و فلزات کادمیوم، سرب و آرسنیک مطلوب بوده اما از نظر سایر پارامترهای شیمیایی مورد بررسی در تعدادی از روستاها نامطلوب می‌باشد. کیفیت میکروبی منابع آب زیرزمینی مورد مطالعه نیز با توجه به عدم کلرزنی مناسب در سطح مطلوبی قرار ندارد و نیازمند نظارت بیشتر شرکت آب و فاضلاب روستایی و مراکز بهداشتی روستایی و مدیریت آبداران در این زمینه می‌باشد.**

**واژگان کلیدی: مخاطرات محیطی، آلودگی آب، کیفیت شیمیایی آب، کیفیت میکروبی آب، روستاهای پیرامون شهر زاهدان.**

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم ساناز بلارک با موضوع " تحلیل تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی در روستاهای پیرامون شهر زاهدان" به راهنمایی ابوذر پایدار و مشاوره عبدالواحد صفرزایی می‌باشد.

*- ابوذر پایدار (نویسنده مسئول) Email: aboozarpaidar@gep.usb.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

مخاطرات محیطی در یک دسته بندی به دو گروه طبیعی و انسان¬ساخت تقسیم می شوند البته ترسیم تمایزی مشخص بین مخاطرات طبیعی و مصنوعی (انسان¬ساخت یا فناورانه یا شیمیایی) مشکل است (امینی ورکی و همکاران، ۱۳۹۳). اصطلاح مخاطرات محیطی به معنای وقوع یک پدیده یا شرایط طبیعی است که در زمان و مکان معین تهدید ایجاد کند و برای جامعه مخاطره‌آمیز شود (الیوریا[1]، ۲۰۰۸). بریتون مخاطرات طبیعی را یک اختلال غیرمنتظره، نسبتاً ناگهانی و جدی در ساختار عادی یک نظام اجتماعی می‌داند که ممکن است به عنوان یک انحراف جدی از وضعیت عادی در یک زمان و مکان خاص در نظر گرفته شود (بریتون[2]، ۱۹۸۶). مخاطرات طبیعی که انواع مختلفی دارد در واقع، رخدادهای تهدیدکننده‌ای هستند که می‌توانند فضای طبیعی و اجتماعی را تخریب کنند. این تخریب نه تنها در هنگام وقوع حادثه بلکه در بلندمدت، پیامدهای اجتماعی نیز به وجود خواهد آورد. مخاطرات طبیعی همواره در طول تاریخ همراه جوامع انسانی بوده و بشر همواره متحمل آسیب¬های ناشی از آن¬ بوده است (نقدی و همکاران، ۲۰۰۸). امروزه نیز بحران¬های محیط طبیعی، با وجود پیشرفت فناوری؛ سبب ایجاد خسارات جانی و مالی می‌گردد و بخشی از دلایل خسارت¬ها مرتبط با امور مدیریت بحران و به ویژه عدم شناخت کافی اولویت¬ها در جهت روش برخورد با بحران¬های محیط طبیعی می¬باشد. از جمله مسائل مهم در زمینه سکونتگاه‌های روستایی که برنامه‌ریزی و پیش‌بینی دقیق‌تر را می‌طلبد مدیریت پایدار مخاطرات و بحران‌های محیطی است (لوئیس[3]، ۲۰۰۳). زیرا پیوند توسعه جامعه و مدیریت سوانح برای ایجاد جامعه تاب¬آور در برابر مخاطرات ضروری است (ویکستروم[4]، ۲۰۱۳). پژوهش‌های آکادمیک در مورد مخاطرات محیطی از دهه پایانی قرن بیستم آغاز شد و در ایران مطالعات در این زمینه مربوط به دهه ۴۰ بعد از وقوع زلزله بوئین زهرا- قزوین می‌باشد. طبق گزارش جهانی مخاطرات، روزانه به طور متوسط ۱۳۰۰ نفر بر اثر مخاطرات طبیعی کشته می‌شوند که ۹۸ درصد این رقم مربوط به کشورهای در حال توسعه و به ویژه عرصه روستایی است (رد کراس[5]، ۲۰۰۱). از جمله مسائل مهم در زمینه سکونتگاه‌های روستایی که برنامه‌ریزی و پیش‌بینی دقیق‌تر را می‌طلبد مدیریت پایدار مخاطرات و بحران‌های محیطی است. زیرا پیوند توسعه جامعه و مدیریت سوانح برای ایجاد جامعه تاب¬آور در برابر مخاطرات ضروری است ویکستروم، ۲۰۱۳). مخاطرات محیطی را برحسب منشاء به پنج دسته شیمیایی، طبیعی، مکانیکی، زیست‌شناسی و روانی-اجتماعی تقسیم¬بندی می¬کنند (کاویانی¬راد، ۱۳۸۹). آلودگی آب‌های آشامیدنی و زیرزمینی از جمله مخاطرات محیطی است (لنتچ[6]، ۲۰۱۰). که ممکن است هم منشاء شیمیایی و فناورانه و هم منشا طبیعی (زیست¬محیطی) داشته باشد. از نظر گستره رخداد زمانی نیز مخاطرات محیطی متفاوت هستند. گاه دامنه یا شدت مخاطرات به نحوی است که منجر به فقر مزمن و نابودی جوامع می¬شود (دایک[7]، ۲۰۱۱). بعضی مخاطرات به آهستگی و به تدریج گسترش‌می¬یابند و لذا خطرات ناشی از آن مانند مخاطرات زودگذر (از جمله سیل و زلزله) نیست که به یکباره آشکار شود بلکه آثار و تبعات مخرب آن به تدریج ظاهر شده و ابعاد مختلفی را در بر می¬گیرد

[1] - oliviera
[2] - Britton
[3] - Lewis
[4] - Wikstrom
[5] - red cross
[6] - Lenntech
[7] - dyke

www.SID.ir

Archive of SID



(براسگیردل[1]، ۱۹۹۳). در دسته¬بندی دیگر؛ مخاطرات به دو دسته گسترده[2] و شدید[3] تقسیم می‌شوند. مخاطرات گسترده، آن‌هایی هستند که فراوانی زیاد داشته ولی آسیب کم به دنبال دارند. مخاطرات شدید، آن‌هایی است که فراوانی کم داشته اما آسیب زیاد به دنبال دارند. مخاطرات ناشی از آلودگی آبهای زیرزمینی بواسطه ویژگی¬هایی که دارد از نوع تدریجی، بی سر و صدا و پنهان، مزمن، و با دامنه اثرگذاری وسیع می¬باشد. اگر به اهمیت حیاتی آب زیرزمینی بنگریم دامنه و شدت مسئله آلودگی آبهای زیرزمینی بیشتر مشخص می¬شود، بدین صورت که از مجموع آب‌های آب کره فقط یک درصد قابل مصرف است که ۹۹ درصد از این میزان به آب‌های زیرزمینی اختصاص می‌یابد. ذخایر آب زیرزمینی با حجمی معادل ۳۷ میلیارد کیلومتر مکعب حدود ۹۷ درصد از آب شیرین مصرفی جهان را فراهم می‌سازند (ملکیان و میردشتوان، ۱۳۹۴). آب شرب به آبی اطلاق می‌شود که میزان عوامل فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیولوژیکی آن در سطحی باشد که مصرف آن باعث ایجاد عوارض سوء در انسان نگردد (حسنی و همکاران، ۱۳۸۹). تامین آب سالم و بهداشتی به عنوان یکی از چالش‌های عمده جوامع در حال توسعه به دلیل ازدیاد جمعیت، گسترش شهرنشینی، صنعتی‌شدن، کاربرد بی‌رویه و نامناسب از زمین و ایجاد مسائل زیست محیطی متعدد مطرح می‌باشد. عدم وجود سیستم جمع‌آوری، تصفیه و دفع مناسب فاضلاب در فضاهای روستایی و شهری و استفاده از روش‌های سنتی نظیر حفر چاه‌های جاذب جهت دفع فاضلاب و یا هدایت فاضلاب از طریق کانال به خارج از شهرها، آلودگی منابع آب به ویژه آب‌های زیرزمینی را تشدید کرده است. علاوه بر این، بارش باران باعث جاری شدن فاضلاب در سطح خاک و نفوذ آن به درون سفره‌های آب زیرزمینی و آلودگی چاه‌های آب شرب می‌گردد (عاطفه و همکاران، ۱۳۹۵).

تاکنون مطالعات متعددی در کشور پیرامون ارزیابی کیفیت شیمیایی و میکروبی آب چاه شرب روستاهای مناطق مختلف کشور انجام گردیده است. منابع مطالعاتی داخلی چون حسنی و همکاران (۱۳۸۹)، کرابی و همکاران (۱۳۹۰)، مختاری و همکاران (۱۳۹۰)، رایگان شیرازی و همکاران (۱۳۹۱)، رباط سرپوشی و همکاران (۱۳۹۱) و عاطفه و همکاران (۱۳۹۵) به وجود مقادیر متفاوتی از آلودگی شیمیایی و میکروبی در منابع آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه اشاره نموده¬اند. همچنین منابع مطالعات خارجی چون سلیمانی (۲۰۱۸)، یوسفی (۲۰۱۸) و جی.کا.مکونن (۲۰۱۹) نیز به نتایجی چون عدم کیفیت آب از لحاظ سختی، آلودگی کلیفرمی و ارتباط آن با میزان کلر آزاد باقیمانده دست یافتند.

در محدوده استان، مطالعه‌ای توسط ملکوتیان و همکاران در شهرستان ایرانشهر (۱۳۹۴) و مطالعه‌ای دیگر توسط رخش خورشید و همکاران در شهر زاهدان (۱۳۸۱) روی کیفیت میکروبی آب‌های شرب انجام شد که نتایج آن عمدتا حکایت از وجود آلودگی میکروبی و انتقال بیماری‌های ناشی از آن داشته است. مطالعه حاضر نیز با توجه به اهمیت تامین، توزیع و پایش مستمر کیفیت آب در محیط‌های روستایی به دلیل مشکلاتی از قبیل پراکندگی روستاها، فرسوده بودن تاسیسات و شبکه‌های توزیع آب و عدم مراقبت صحیح آنها و پراکندگی فضولات حیوانی در محیط، پایین بودن سطح بهداشت عمومی روستا و از همه مهمتر نبود سیستم بهداشتی دفع فاضلاب روستایی با

[1] - Bracegirdle
[2] - Extensive
[3] - Intensive

www.SID.ir

Archive of SID



هدف ارزیابی کیفیت شیمیایی و میکروبی آب شرب مناطق روستایی پیرامون شهر زاهدان در طی یک دوره سه ماهه فصل پاییز در سال ۱۳۹۸ صورت گرفته است. از نظر نوآوری در تحقیق؛ در این مطالعه علاوه بر بررسی دو شاخص میکروبی جستجو کلیفرم و اشریشیاکلی به جستجو سودوموناس آئروژینوزا و انتروکوک¬های روده¬ای و مخاطرات ناشی از مصرف آب¬های شرب آلوده به آنها پرداخته شده است که در مطالعات گذشته مورد بررسی قرار نگرفته¬اند. تکنیک مورد استفاده در آنالیز میکروبی نمونه¬های آب شرب برخلاف روش MPN در مطالعات گذشته به روش فیلتراسیون غشایی بوده و همچنین به بررسی میزان دو فلز سنگین کادمیوم و آرسنیک در آب شرب چاه¬های پیرامون شهر زاهدان پرداخته شده است که تاکنون در مطالعات قبلی انجام شده بر روی آب¬های شرب شهر زاهدان این دو فلز مورد آنالیز قرار نگرفته¬اند.

## داده‌ها و روش‌ها

### الف-روش تحقیق

نوع تحقیق به لحاظ ماهیت توصیفی- تحلیلی و به لحاظ روش تحقیق، کتابخانه‌ای، میدانی و آزمایشگاهی بوده است. جزئیات نمونه‌گیری، شاخص‌ها و روش‌های گردآوری و تحلیل داده‌ها به تفکیک در سه زیربخش ارائه شده است:

**الف ۱- روش نمونه‌گیری، موقعیت و ویژگی‌های جامعه نمونه**

در این تحقیق با توجه به گستردگی روستاهای پیرامون شهر زاهدان، اقدام به نمونه‌گیری از روستاهای منطقه به روش "خوشه‌ای"شد که روشی جغرافیایی است. طبق این روش؛ منطقه مورد مطالعه برحسب ویژگی‌های حوضه آبریز مرتبط با آبخوان دشت زاهدان به ۴ زیرحوضه (خوشه جغرافیایی) تقسیم شد و بسته به تعداد روستاهای واقع در هر خوشه، ۳ الی ۵ روستا از هر زیرحوضه انتخاب شد. توزیع نمونه مورد مطالعه به صورت زیر است:

| ردیف | نام زیرحوزه | موقعیت | روستاهای نمونه |
|---|---|---|---|
| ۱ | پایین دست شهر زاهدان | شمال شهر | لار بالا، لار پایین، چاه رحمان، و موتور عبدالقادر |
| ۲ | جنوب زاهدان | بالادست میانی شهر | منزلاب، خیرآباد، خواجه مسک، سفیدسنگ، و قطارخنجک |
| ۳ | جنوب غرب زاهدان | بالادست غربی شهر | سیادک، سفیددک، گوربند اول، گوربند دوم |
| ۴ | جنوب شرق زاهدان | بالادست شرقی شهر | سیاه جک، گندجک و پیی |

در نتیجه؛ تعداد ۱۶ حلقه چاه (هر روستا یک حلقه چاه) انتخاب شد. اطلاعات جمعیتی بر مبنای سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵ و اطلاعات مکانی چاه‌ها (مختصات جغرافیایی و ارتفاع) با استفاده از GPS و نقشه‌های سازمان نقشه‌برداری کشور محاسبه شد. خلاصه اطلاعات مربوط به مشخصات چاه‌های انتخابی در جدول ۱ آمده است.

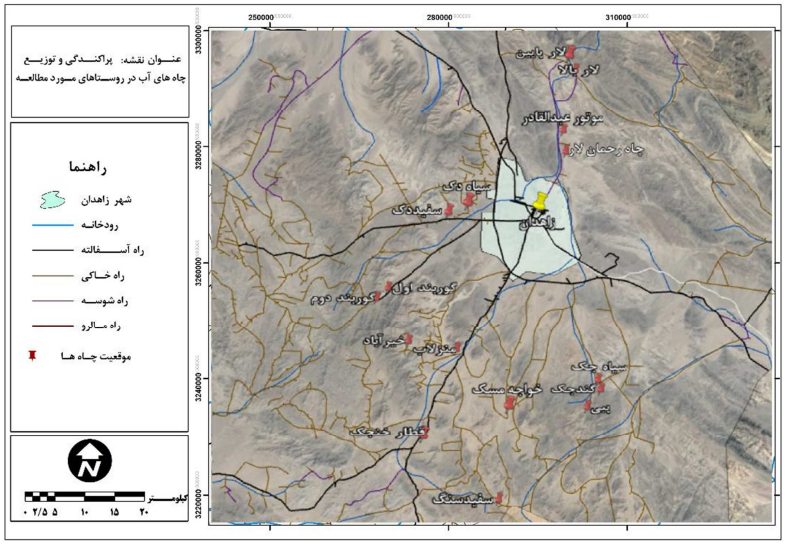
www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۱: مشخصات چاه‌های انتخابی موردمطالعه** (سرشماری نفوس و مسکن، ۱۳۹۵ و نقشه‌های سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۹۵)

| نام چاه | عمق چاه (متر) | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع از سطح دریا (متر) | تعداد خانوار روستا | جمعیت روستا |
|---|---|---|---|---|---|---|
| لار بالا | ۱۸ | ۲۹۷۵۰۲/۵۴ | ۳۲۸۱۴۶۷/۲۶ | ۱۲۱۶ | ۱۱۴ | ۴۲۷ |
| لار پایین | ۱۹ | ۲۹۶۶۹۶/۴۳ | ۳۲۸۳۰۸۷/۸۷ | ۱۱۹۵ | ۱۲۳ | ۵۱ |
| چاه رحمان | ۲۱ | ۲۹۶۴۲۷/۲۰ | ۳۲۷۱۲۲۶/۱۰ | ۱۳۰۹ | ۱۳۹ | ۶۱۴ |
| عبدالقادر | ۲۳ | ۲۹۵۷۶۶/۷۶ | ۳۲۷۳۸۸۵/۱۳ | ۱۲۹۹ | ۴ | ۱۷ |
| منزل آب | ۳۳ | ۲۸۴۰۵۹/۰۳ | ۳۲۴۷۳۴۰/۲۶ | ۱۵۸۳ | ۲۷۱ | ۹۵۹ |
| خیرآباد | ۹ | ۲۷۸۲۶۷/۲۰ | ۳۲۴۸۱۵۹/۹۵ | ۱۸۰۶ | ۱۱۲ | ۴۵۳ |
| خواجه مسک | ۳۵ | ۲۹۰۲۷۷/۴۴ | ۳۲۴۰۴۴۷/۸۲ | ۱۶۹۶ | ۱۲۰ | ۴۷۰ |
| قطارخنجک | ۲۸ | ۲۸۰۴۲۳/۱۲ | ۳۲۳۶۷۵۹/۸۴ | ۱۶۸۷ | ۳ | ۱۲ |
| سفید سنگ | ۲۶ | ۲۸۹۴۵۰/۱۰ | ۳۲۲۹۶۷۹/۶۵ | ۱۹۵۱ | ۱۵۳ | ۷۳۸ |
| گندجک | ۱۹ | ۳۰۱۰۷۳/۷۲ | ۳۲۴۲۷۹۶/۴۶ | ۱۶۴۹ | ۱۱ | ۶۷ |
| سیاه جک | ۲۲ | ۳۰۰۷۴۴/۸۹ | ۳۲۴۳۹۲۳/۴۳ | ۱۶۲۵ | ۵۲ | ۱۷۸ |
| پبی | ۱۴ | ۲۹۰۲۷۷/۴۴ | ۳۲۴۰۴۴۷/۸۲ | ۱۷۳۴ | ۶۷ | ۲۴۹ |
| سفید دک | ۲۰ | ۲۸۲۷۸۳/۱۸ | ۳۲۶۳۶۹۱/۲۷ | ۱۷۳۴ | ۴۳ | ۱۷۸ |
| سیاه دک | ۲۳ | ۲۸۵۰۱۸/۶۲ | ۳۲۶۴۷۵۹/۷۲ | ۱۵۲۵ | ۱۶ | ۸۹ |
| گوربند اول | ۶ | ۲۷۵۹۳۸/۶۸ | ۳۲۵۴۹۸۵/۴۱ | ۱۴۷۷ | ۳۶ | ۱۵۳ |
| گوربند دوم | ۸ | ۲۷۴۶۸۳/۰۷ | ۳۲۵۳۳۶۱/۵۰ | ۱۷۵۵ | ۱۱ | ۶۵ |




**شکل ۱: پراکندگی ۱۶ روستای مورد مطالعه در ۴ زیر حوضه آبریز در پیرامون شهر زاهدان**

**الف ۲- شاخص‌ها و استانداردها**

خصوصیات فیزیکی آب‌های زیرزمینی شامل رنگ، کدورت، دما، مزه و بو می‌باشند. بررسی خصوصیات شیمیایی آب‌های زیرزمینی از طریق تجزیه شیمیایی و تعیین فاکتورهای غلظت کلیه مواد معدنی موجود از جمله املاح و

www.SID.ir

Archive of SID



فلزات سنگین، اندازه‌گیری pH، هدایت الکتریکی آب (EC)، درجه شوری و کل مواد جامد محلول (TDS[1]) امکانپذیر می‌باشد که مقادیر هر فاکتور می‌بایست در محدوده پیش‌بینی شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۵۳ قرار داشته باشد. کیفیت میکروبی آب از جمله مسائلی است که با سلامتی، بهداشت فردی و عمومی جامعه نسبت مستقیم دارد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۷). به طوری که بیش از ۸۰ درصد بیماری‌های سطح دنیا را بیماری‌های با منشا آب تشکیل می‌دهند (رایگان شیرازی و همکاران، ۱۳۹۱). بیماری‌های ناشی از آب به طور تیپیک به وسیله پاتوژن‌های روده‌ای ایجاد می‌شوند که اساسا از مسیر مدفوعی-دهانی منتقل می‌گردند. حضور باکتری‌های مدفوعی در آب سندی بر آلودگی مدفوعی آب‌های آشامیدنی و نشانه معتبری از تماس جدید آب به فاضلاب است. یک گروه از باکتری‌های معرف آلودگی آب کلیفرم‌ها هستند که در سطح وسیعی به کار می‌روند و به عنوان مارکرهای مهم در سنجش سلامتی آب آشامیدنی تلقی می‌شوند. باکتری اشریشیاکلی نیز از خانواده کلیفرم‌ها بوده و به عنوان معرف اختصاصی آلودگی مدفوعی آب در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این اندیکاتورها می‌توان از انتروکوک‌های روده‌ای به منظور تعیین منشا آلودگی آب با مدفوع و ارزشیابی کارایی روش‌های گندزدایی آب و از سودوموناس آئروژینوزا و کلستریدیوم‌های احیاءکننده سولفیت به عنوان نشانگر اضافی استفاده کرد. جهت شناسایی و شمارش باکتری‌ها در آب آشامیدنی روش‌های کشت مختلفی به کار می‌روند که روش فیلتراسیون به دلیل صرفه جویی در زمان و هزینه آزمون، ارائه نتایج با دقت بیشتر بر سایر روش‌های کشت نظیر پورپلیت و MPN[2] ارجحیت داده می‌شود (سلطان دلال و همکاران، ۱۳۸۸). فاکتورهای تعیین کیفیت میکروبی آب بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۱ جستجو کلیفرم‌های گرماپای و اشریشیاکلی به روش تخمیر ۹ لوله‌ای (MPN) با میزان مجاز منفی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، شمارش میکروارگانیسم‌های هتروتروف (قابل کشت) با میزان مجاز حداکثر ۵۰۰ cfu/ml و شمارش اسپور کلستریدیوم‌های پرفرنژنس با میزان مجاز کمتر از ۱ در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و بر اساس ضوابط وزارت بهداشت جستجو کلیفرم‌ها، کلیفرم‌های مدفوعی (اشریشیاکلی‌ها)، سودوموناس آئروژینوزا، انتروکوک‌های روده‌ای و اسپور کلستریدیوم‌های احیاءکننده سولفیت با میزان مجاز منفی در ۲۵۰ میلی لیتر آب به روش فیلتراسیون می‌باشند.

فلزات سنگین نیز به عنوان آلاینده خاک از عوامل تهدید کننده سلامتی انسان بوده و دارای ویژگی طول عمر زیستی بالا و عدم قابلیت تجزیه توسط طبیعت می‌باشند. این فلزات ممکن است از طریق خاک به آب‌های زیرزمینی و سطحی وارد شوند. مهمترین فلزات سنگین که از نظر معضلات زیست محیطی در محیط‌های آبی دارای اهمیت می‌باشند عبارتند از (اتابکی و لطفی، ۱۳۹۶): کادمیوم (Cd)، سرب (Pb)، آرسنیک (As)، کبالت (Co)، وانادیم (V)، روی (Zn)، جیوه (Hg)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، نیکل (Ni)، کروم (Cr) و مس (Cu).

حدود مجاز فاکتورهای شیمیایی مورد مطالعه براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۵۳ در جدول ۲ آمده است.

[1] - Total Dissolved Solids
[2] - Most Probable Number

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۲: حدود مجاز فاکتورهای شیمیایی آب**

| ردیف | فاکتور | | مقدار مجاز | | واحد اندازه گیری |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | کمینه | بیشینه | |
| ۱ | pH | | ۶/۵ | ۹/۰ | - |
| ۲ | TDS | | - | ۲۰۰۰ | mg/l |
| ۳ | EC | | - | ۲۰۰۰ | µs/cm |
| ۴ | کلر آزاد باقیمانده | pHآب کمتر از ۸ | ۰/۵ | ۵ | mg/l |
| | | pHآب ۹-۸ | ۰/۶ | ۵ | |
| ۵ | کادمیوم (Cd) | | - | ۰/۰۰۳ | mg/l |
| ۶ | سرب (Pb) | | - | ۰/۰۱ | mg/l |
| ۷ | آرسنیک (As) | | - | ۰/۰۱ | mg/l |

محدوده شوری آب بر اساس نوع آب در جدول شماره ۳ آورده شده است.

**جدول ۳: بازده شوری آب**

| ردیف | نوع آب | میزان شوری بر حسب (PPT[1]) | |
|---|---|---|---|
| | | کمینه | بیشینه |
| ۱ | آب شیرین | کمتر از ۰/۵ | |
| ۲ | آب لب شور | ۰/۵ | ۳۰ |
| ۳ | آب شور | بیشتر از ۳۰ | ۵۰ |
| ۴ | آب شورگن | بیشتر از ۵۰ | |

**الف- ۲-۱- شاخص های ارزیابی آلودگی‌های میکروبی**

کیفیت میکروبی منابع آب معمولا بر اساس تعداد و تکرار انواع خاصی از باکتری‌ها تعیین می‌گردد. کلیفرم‌ها به عنوان عمده‌ترین شاخص کیفیت میکروبی منابع آب می‌باشند که به وفور در مدفوع انسان و سایر حیوانات خونگرم یافت می‌شوند. متداولترین باکتری در گروه کلیفرم، اشرشیاکلی بوده که دومین باکتری از لحاظ فراوانی در روده بوده و شاخص آلودگی آب شهری به فاضلاب به حساب می‌آید (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۳). گونه‌های اشریشیاکلی در خارج از روده مثلا در مجاری ادراری و ملتحمه بیماریزا بوده و به عنوان شایعترین عامل عفونت‌های ادراری محسوب می‌شوند. باکتری اشریشیاکلی حدود ۹۰ درصد عفونت‌های ادراری در زنان جوان را به خود اختصاص می‌دهد. علائم بالینی این عفونت به صورت تکرر ادرار، سوزش ادراری، خون و چرک در ادرار ظاهر می‌گردند. سویه‌های طغیانگری از باکتری اشریشیاکلی وجود دارند که می‌توانند موجب بیماری‌های تغییر یافته‌ای در انسان و حیوانات نظیر التهاب روده‌ای-معده‌ای (گاستروانتریت)، عفونت مجاری ادراری، مننژیت نوزادان، سندروم اورمیک همولیتیک، التهاب صفاق، ورم پستان، سپتی سمی و پنومونی (ذات‌الریه) شوند (ریلی[2]، ۱۹۸۳). سویه‌های بیماریزای روده‌ای باکتری اشریشیاکلی که باعث بیماری‌های گوارشی در انسان و حیوانات می‌شوند بر اساس تفاوت‌های آنتی‌ژنی و مکانیسم بیماری‌زایی به ۶ دسته مختلف تقسیم‌بندی شده‌اند (باقری و همکاران، ۱۳۸۷):

-Enteropathogenic Escherichia coli (EPEC): اشریشیاکلی انتروپاتوژنیک با آسیب مستقیم به بافت روده موجب اسهال نوزادان در کشورهای عقب مانده، اسهال آبکی، استفراغ و مدفوع غیرخونی می‌شود.

[1] - Part Per Trillion
[2] - Riley

www.SID.ir

Archive of SID



-Enterotoxigenic Escherichia coli (ETEC): اشریشیاکلی انتروتوکسیژنیک با تولید سم‌های LT[1] یا ST[2] موجب مسمومیت غذایی در مسافران یا اسهال مسافران، اسهال نوزادان در کشورهای در حال توسعه، اسهال آبکی، استفراغ، کرامپ، تهوع و تب با درجه پایین می‌گردد.

-Enteroinvasive Escherichia coli(EIEC): اشریشیاکلی انتروایینویزیو همانند شیگلا به طور مستقیم با تهاجم بافتی به سلول‌های روده آسیب می‌رساند و سبب ایجاد بیماری در کشورهای در حال توسعه، تب، کرامپ واسهال آبکی می‌شود. همچنین ممکن است به سمت دیسانتری با مدفوع خونی اندکی پیشرفت کند.

-Enteroaggregative Escherichia coli (EAggEC): اشریشیاکلی انترواگریگیتیو باعث اسهال پایدار در نوزادان (بیش از ۱۴ روز) در کشورهای عقب‌مانده، اسهال مسافران، اسهال آبکی همراه با استفراغ، دهیدراتاسیون و تب پایین می‌شود.

-Enteroadherent/Diffuse Adhering Escherichia coli (EAEC/DAEC): دیفیوزلی ادهرنت اشریشیاکلی عامل اسهال بویژه در کودکان بزرگتر از ۱۲ ماه می‌باشد.

-Enterohaemorrhagic/Shiga toxin-producing Escherichia coli (EHEC/STEC): اشریشیاکلی انتروهموراژیک با ترشح توکسین شیگا (stx toxin) موجب اسهال خونی می‌شود بدین ترتیب که اسهال آبکی اولیه متعاقبا با اسهال شدید خونی (کولیت هموراژیک) با کرامپ‌های شدید شکمی، تب مختصر یا بدون تب ممکن است به سمت سندروم اورمی همولیتیک پیشرفت کند. اشریشیاکلی‌های تولید کننده سم شیگا چهارمین عامل بیماریزای شایع آب و غذایی هستند که سالانه موجب بروز نزدیک به ۱۲۰۰ بیماری در بریتانیا می‌شوند (ترن و همکاران، ۲۰۱۴). شیگاتوکسین موجب ایجاد بیماری‌هایی نظیر اسهال خونی، کولیت هموراژیک، سندروم اورمیک همولیتیک (HUS[3]) در کودکان و پورپورای ترومبوسیتوپنیک ترومبوتیک (TTP[4]) در بزرگسالان می‌شود. در بیش از ۹۰ درصد موارد، این عفونت به اسهال خونی ختم شده و علائم بیماری پس از یک هفته غالبا قطع می‌گردد (ین و همکاران، ۲۰۱۱). بیش از ۱۰۰ گونه اشریشیاکلی شیگاتوکسین را تولید می‌کنند که اشریشیاکلی O157:H7 مهمترین سویه تولید کننده توکسین است (بانچمن[5]، ۱۹۹۷). اشریشیاکلی O157:H7 در حالی که در انسان به شدت بیماریزا است در گاو و حیوانات دیگر موجب بروز علائم بالینی جز اسهال نمی‌گردد (آتبا و امبیو[6]، ۲۰۱۴).

سودوموناس آئروژینوزا یک میکروب و پاتوژن بیماری‌زا و فرصت‌طلب است. این باکتری از سیستم ایمنی ضعیف افراد سوء استفاده و در بافت‌های بدن انسان عفونت و سموم مضر ایجاد می‌کند. سودوموناس آئروژینوزا می‌تواند عفونت‌های مجاری ادراری، سیستم تنفسی، التهاب و آماس پوست، عفونت‌های بافت‌های نرم، باکتریمی (وجود باکتری در خون)، عفونت‌های استخوان و مفاصل، عفونت‌های معده و روده‌ای و عفونت‌های سیستمیک متنوع به‌ویژه بیماران مبتلا به سرطان و ایدز و سوختگی‌های شدید، که سیستم ایمنی آنها سرکوب شده، ایجاد کند. عفونت‌های ناشی از این باکتری به علت مقاومت آنتی‌بیوتیکی ممکن است منجر به مرگ شود (تقی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵).

[1] - Heat-Labile Toxins
[2] - Heat-Stable Toxins
[3] - Hemolytic Uremic Syndrome
[4] - Thrombotic Thrombocytopenic Purpura
[5] - Buchanan
[6] - Ateba, and Mbewe

www.SID.ir

Archive of SID



انتروکوک‌ها، کوکسی‌های گرم مثبت بوده که به صورت جفت (دیپلوکوک) یا زنجیره‌های کوتاه دیده می‌شوند. دو گونه مهم همزیست از انتروکوک در روده انسان (مدفوع) عبارتند از: انتروکوک فکالیس (۹۰٪تا ۹۵٪) و انتروکوک فاسیوم (۵٪تا ۱۰٪). سایر گونه‌های انتروکوک که بندرت ایجاد بیماری می‌کنند عبارتند از: انتروکوک کاسلی فلاووس، انتروکوک گالیناروم و انتروکوک رافینوسوس (گیلمور، ۲۰۰۲). مهمترین عفونت‌های ایجاد شده توسط انتروکوک‌ها عبارتند از: عفونت‌های ادراری، باکتریمی، اندوکاردیتو مننژیت. سویه‌های حساس را می‌توان با استفاده از آمپی سیلینو وانکومایسین درمان کرد (فیشر و فیلیپ، ۲۰۰۹). برخی از انتروکوک‌ها به آنتی بیوتیک‌های بتالاکتام (پنی سیلین، سفالوسپورین‌ها و کارباپنم) و آمینوگلوکوزیدها مقاوم هستند. در دو دهه گذشته، سویه‌های انتروکوکی مقاوم به وانکومایسین در بیماران بستری در بیمارستان‌ها افزایش یافته‌اند. برای درمان سویه‌های مقاوم به وانکومایسین، از آنتی بیوتیک‌هایی مانند کوئینوپریستین/دالفوپریستین (سینرسید) یا تیگسیکلین استفاده می‌شود (تانگر[1] و همکاران، ۲۰۰۴).

**الف- ۲- ۲- شاخص های ارزیابی آلودگی‌های شیمیایی**

فلزات سنگین گروهی از ترکیبات معدنی هستند که از طریق منابع محیطی متعددی نظیر هوا، خاک، آب و غذا به بدن انسانها و حیوانات انتقال می‌یابند که تاثیر خاک، آب و غذا به مراتب از هوا بیشتر است (ایکدا، ۱۹۸۹). خطرات جبران ناپذیری می‌تواند در نتیجه تجمع بیش از حد فلزات سنگین نظیر کادمیوم و سرب در بدن انسان بوجود آید (دامک و ساویکا[2]، ۲۰۰۴). کادمیوم و سرب نقش‌های سمی در واکنش‌های بیوشیمیایی بدن ایفا می‌کنند (سعید و همکاران، ۲۰۰۷). این فلزات به عنوان آلوده‌کننده در کودهای فسفاته، لجن‌های فاضلاب و فعالیتهای استخراج معدن یافت می‌شوند (ماهیندرا، ۲۰۰۹). در مجموع کادمیوم، سرب و آرسنیک با ایجاد مسمومیت‌های شدید اما زودگذر، بیماری‌های مزمن، اختلالات عصبی، اثرات جهش‌زایی، ناقص الخلقه سازی و سرطانزایی شناخته می‌شوند که از جمله سرطان‌های شایع می‌توان به سرطان‌های معده‌ای-روده‌ای در منطقه وان ترکیه اشاره نمود (مونوز[3]، ۲۰۰۵). عوارض ناشی از مصرف آب شرب نامناسب با غلظت بیش از حد املاح براساس برخی از پارامترها در جدول ۴ آورده شده است.

**جدول ۴:شاخص‌ها و نماگرهای مخاطرات ناشی از آلودگی آب برای انسان (انتظاری و همکاران، ۱۳۹۲)**

| پارامتر | عوارض ناشی از غلظت بیشتر |
|---|---|
| **مواد جامد محلول** | مشکلات قلبی و عروقی، بیماری‌های کبدی، کلیوی، استخوانی و اسکلتی، امراض مخاطی و سرطان، بروز تیروئید |
| **سختی کل** | بیماری‌های کلیوی، قلبی و عروقی، سرطان‌های مری و معده، افزایش فشار خون، آرترواسکلروزیس، ایجاد سنگ کلیه و مثانه در افراد حساس |
| **کلر باقیمانده آزاد** | کلر باقیمانده در ترکیب با مواد آلی آب تشکیل ترکیباتی به نام تری‌هالومتان را می‌دهد که اثر سرطانزایی آن به اثبات رسیده است. همچنین این آنیون باعث سقط جنین، بیماری‌های چشمی، مغز و اعصاب می‌شود. |
| **سدیم** | مشکلات قلبی، آسیب نورگیلیایی و در پاره‌ای موارد مرگ لحظه‌ای در خردسالان، افزایش فشار خون، نازک شدن و پارگی دیواره سرخرگ‌های کوچک، آسیب به مغز و چشم |
| **سولفات‌های کلسیم و منیزیم** | بروز اسهال بویژه در کودکان |

[1] - Tunger
[2] - Damek-Poprawa and Sawicka-Kapusta
[3] - Muñoz

www.SID.ir

Archive of SID



**الف ۳- روش گردآوری و تحلیل داده‌ها**

پس از انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری، نمونه‌برداری از آب جهت آزمون‌های شیمیایی و میکروبی در طی ماه‌های مهر، آبان و آذر ماه سال ۱۳۹۸ به صورت یک نوبت در هر ماه مجموعا ۴۸ نمونه در سه ماه به صورت دستی و لحظه‌ای با استفاده از ظروف شیشه‌ای درپیچ دار شستشو شده با اسید سیتریک و آب مقطر و استریل شده با اتوکلاو انجام و پس از پر کردن ظروف با آب و بستن در پیچ، اطلاعاتی از جمله نام منطقه و تاریخ نمونه‌برداری بر روی آن درج گردید. سپس نمونه‌ها با حفظ زنجیره سرد جهت انجام آزمایشات شیمیایی و میکروبی به آزمایشگاه تخصصی کنترل مواد غذایی و بهداشتی معاونت غذا و دارو- دانشگاه علوم پزشکی زاهدان منتقل گردیدند. آزمون اندازه‌گیری pH توسط دستگاه pH متر پرتابل متروم مدل ۸۲۶ ساخت کشور سوییس از طریق قرار دادن الکترود دستگاه pHمتر در بشر حاوی نمونه آب و قرائت عدد درج شده بر روی صفحه نمایشگر دستگاه و سنجش میزان کلر باقیمانده از طریق اضافه نمودن آب به ظرف مدرج مخصوص اندازه‌گیری کلر و افزودن محلول معرف DPD و مشاهده درجه تغییر رنگ آب به صورتی پس از ۱۰ ثانیه اختلاط در مکان نمونه‌برداری و آزمون اندازه‌گیری فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و آرسنیک) بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۶۶ توسط تزریق مستقیم نمونه‌های آب به دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی Agilent مدل AA 240FS ساخت کشور امریکا و آنالیز میزان هر فلز بر اساس منحنی کالیبراسیون رسم شده، آزمون اندازه‌گیری TDS، EC و درجه شوری توسط هدایت سنج رومیزی WTW مدل Inolab 720 ساخت آلمان از طریق قرار دادن الکترود دستگاه در بشر حاوی نمونه آب و قرائت اعداد درج شده بر روی صفحه نمایشگر دستگاه در بخش شیمی آزمایشگاه انجام گردیدند. آزمون‌های جستجو کلیفرم‌ها، اشریشیاکلی‌ها، سودوموناس آئروژینوزا و انتروکوک‌های روده‌ای با استفاده از صافی‌های غشایی به روش فیلتراسیون براساس استانداردهای ملی ایران به شماره ۱-۷۷۲۵، ۲-۷۷۲۴ و ۸۸۶۹ در بخش میکروبی آزمایشگاه انجام گردید. جهت انجام آزمون میکروبی و شناسایی هر باکتری نخست میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر آب توسط دستگاه فیلتراسیون متصل به پمپ خلاء از روی صافی غشایی با قطر منافذ ۰/۴۵ میکرون عبور داده شده و صافی‌ها جهت شناسایی کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی در سطح پلیت حاوی محیط کشت لاکتوز TTC آگار حاوی ترجیتول ۷، جهت شناسایی سودوموناس آئروژینوزا در سطح پلیت حاوی محیط کشت سیتریماید آگار و جهت شناسایی انتروکوک‌های روده‌ای بر روی محیط کشت اسلنتز و بارتلی حاوی ۱ درصد محلول TTC قرار داده شدند. در ادامه پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری و پس از آن پلیت‌ها از نظر رشد و تشخیص باکتری مورد آزمون‌های تاییدی قرار گرفتند.

**ب- پیشینه مطالعاتی موضوع تحقیق**

سالک و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای، میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی شهر زاهدان به فلز سرب را در محدوده ۱/۶۸-۱/۴۷ میلی‌گرم بر لیتر و خارج از محدوده استاندارد گزارش کردند.

محمدیان و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای به بررسی غلظت فلزات کادمیوم، سرب و روی چاه‌های آب آشامیدنی مجاور کارخانه سرب و روی زنجان پرداختند و میزان فلزات سنگین آب را در محدوده مجاز استاندارد گزارش کردند.

حسنی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی، میزان آلودگی میکروبی منابع آب زیرزمینی روستاهای شهرستان اسلامشهر به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی را به ترتیب ۳۵/۷۱ و ۷/۱۴ درصد بیان نمودند.

www.SID.ir

Archive of SID



رفیعی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای میزان آلودگی میکروبی منابع آب شرب روستاهای تحت پوشش استان البرز به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی و میزان نمونه‌های فاقد کلر باقیمانده آزاد را به ترتیب ۲۷/۶۸، ۱۷/۳۴ و ۷۷/۵۱ درصد گزارش کردند.

مختاری و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای دیگر، ۹۶/۶۶ درصد از آب‌های شرب روستاهای پیرامون شهر اردبیل را فاقد آلودگی کلیفرمی و کلیفرم‌های مدفوعی در ماه آبان و ۱۰۰ درصد آب‌های شرب را فاقد آلودگی به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی در ماه آذر ارائه نمودند.

کرابی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای به بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب شرب روستاهای بخش داورزن شهرستان سبزوار در فصل پاییز پرداختند و در ۳۹ نمونه آب مورد آزمایش از ۱۳ منبع آب شرب روستایی میزان pH را در محدوده ۸/۲-۶/۸، ۳۰/۷۷ درصد آب شرب روستاها را دارای کلر باقیمانده آزاد کمتر از محدوده استاندارد و ۲۳/۰۸ درصد آب روستاها را دارای آلودگی کلیفرمی بیان کردند.

رباط سرپوشی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب شرب روستاهای تحت پوشش رباط سرپوش و دهستان شامکان سبزوار پرداختند و میزان pH آب شرب را در محدوده ۸/۶-۷/۶، ۱۱ درصد آب شرب روستاها را فاقد کلر باقیمانده آزاد و ۹/۶ درصد آب روستاها را دارای آلودگی کلیفرمی گزارش کردند.

رایگان شیرازی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به منظور بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی مناطق روستایی بویراحمد، میانگین pH و TDS آب‌های شرب را به ترتیب ۷/۴۸ و ۲۸۲/۸۱ میلی‌گرم بر لیتر و درصد آلودگی میکروبی آب‌های شرب به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی را به ترتیب ۲۴ و ۰ درصد بیان نمودند.

عزمی و دیگران (۱۳۹۴) در تحقیق خود نشان دادند تفاوت معناداری بین اثربخشی دانش بومی و نوین در کاهش آسیب‌های مخاطرات طبیعی وجود دارد و دانش بومی سهم بیشتری در مدیریت مخاطرات طبیعی در روستاها دارد.

عاطفه و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیق خود با عنوان "بررسی کیفیت آب شرب‌چاه‌های حوزه لواسانات کوچک" نشان دادند کلیه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب منطقه با استانداردهای ملی مطابقت داشته و تنها پارامترهای فسفات، فلوراید، سختی‌کل و منیزیم کمی بالاتر از حد استاندارد قرار دارند.

سلیمانی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود با عنوان ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی برای شرب و کشاورزی در روستاهای سر پل ذهاب استان کرمانشاه نشان دادند کیفیت آب کشاورزی در درجه خوب و عالی قرار دارد اما طبق شاخص "پیپر[1]" آب شرب زیرزمینی منطقه از تیپ Ca-HCO3 می‌باشد که نشان از سختی بالای آب دارد.

یوسفی و همکاران (2018) در تحقیق خود با عنوان "ارزیابی کیفیت میکروبیولوژیکی آب شرب روستاهای پلدشت" نشان دادند ۱۳/۶ درصد روستاها دارای آب آلوده می‌باشند و در ۱۰۰ درصد روستاها، میزان کدورت آب در حد مجاز قرار دارد. همچنین بین دو شاخص میزان "کلر آزاد باقیمانده " و وجود "کلیفرم" همبستگی معناداری وجود دارد.

جی.کا. مک‌کانن[2] (۲۰۱۹) در تحقیق خود با عنوان "تعیین کننده‌های کیفیت میکروبیولوژیکی آب شرب در روستاهای منطقه گیمبل اتیوپی" نشان دادند تفاوت معناداری بین میزان کلیفرم و میزان کلر آزاد باقیمانده در

[1] - Piper classification
[2] - G. K.Mekonnen et al

www.SID.ir

Archive of SID



روستاهای مورد مطالعه وجود دارد. مهمترین عوامل موثر بر میزان آلودگی میکروبیولوژیکی آب در روستاهای فوق شامل سطح آب در منبع آب، کمبود آب در ماه های قبل، عدم دسترسی به کلر آزاد باقیمانده و عدم آموزش رسمی مراقبین (آبدار، مراقب و یا بهورز) می باشند.

## یافته‌های تحقیق

داده‌های حاصل از آزمون pH بیاتگر این موضوع بودند که به طور کلی pH آب شرب روستاهای پیرامون شهر زاهدان با میزان ۷/۵۱±۰/۴۷ در محدوده استاندارد قرار دارد. در بین آب شرب روستاهای مورد مطالعه فقط روستای منزل آب دارای میزان کلر باقیمانده ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر در طی ماه‌های مهر، آبان و آذر و منطبق با استاندارد و فاقد آلودگی میکروبی بود و آب سایر روستاها فاقد کلر و خارج از محدوده استاندارد و به استثنای پبی دارای آلودگی میکروبی بودند. ارتباط مستقیمی بین میزان کلر آزاد باقیمانده و کیفیت میکروبی آب‌های شرب مشاهده گردید به طوری که ۸۷/۵ درصد روستاهای مورد مطالعه دارای آلودگی کلیفرمی و ۵۶/۲۵ درصد از آنها دارای باکتری اشریشیاکلی و نشان‌دهنده راه‌یابی فاضلاب به آب‌های زیرزمینی بودند. در این بین منابع آب زیرزمینی روستاهای زیر حوزه پایین‌دست شهر زاهدان شامل لار بالا، لار پایین، چاه رحمان و موتور عبدالقادر بیشترین سهم از آلودگی به باکتری اشریشیاکلی (۱۰۰ درصد) را به خود اختصاص داده بودند. همچنین به ترتیب ۱۸/۷۵، ۱۲/۵ و ۱۲/۵ درصد از منابع آب زیرزمینی آلودگی به انتروکوک‌های روده‌ای را طی ماه‌های مهر، آبان و آذر و ۶۲/۵ درصد آلودگی به سودوموناس آئروژینوزا را نشان دادند. داده‌های حاصل از آنالیز شیمیایی و میکروبی نمونه‌های آب شرب روستایی پیرامون شهر زاهدان در طی ماه‌های مهر، آبان و آذر به ترتیب در جداول شماره ۵، ۶ و ۷ آورده شده است.

**جدول ۵: آنالیز شیمیایی و میکروبی نمونه‌های آب شرب روستایی پیرامون شهر زاهدان در مهرماه**

| نام روستا | کلیفرم | اشریشیاکلی | سودوموناس آئروژینوزا | انتروکوک‌های روده‌ای | pH | TDS( mg/l) | EC (µS/cm) | نمک (PPT) | کلر باقیمانده (mg/l) | کادمیوم (µg/l) | سرب (µg/l) | آرسنیک (µg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لار بالا | + | + | + | - | ۷/۵۲ | ۳۵۵۹ | ۵۶۵۰ | ۳ | ۰ | ۰/۰۰۱۵ | ۰/۱۲ | ۰/۴۸ |
| لار پایین | + | + | + | - | ۷/۹۵ | ۲۹۰۴ | ۴۶۱۰ | ۲/۴ | ۰ | ۰/۰۰۱۴ | ۰/۳۸ | ۴/۴۱ |
| چاه رحمان | + | + | + | - | ۷/۸۰ | ۷۱۴۴ | ۱۱۳۴۰ | ۶/۵ | ۰ | ۰/۰۰۲۵ | ۰/۵۱ | ۰/۹۴ |
| موتور عبدالقادر | + | + | + | - | ۷/۷۶ | ۹۱۴۸ | ۱۴۵۲۰ | ۸/۴ | ۰ | ۰/۴۶۹ | ۰/۳۹ | ۱/۵۹ |
| منزلاب | - | - | - | - | ۷/۰۵ | ۱۳۴۳ | ۱۳۴۵ | ۰/۵ | ۰/۶ | ۰/۰۰۳۲ | ۰/۰۸ | ۱/۱۲ |
| خیرآباد | + | - | - | - | ۷/۷۰ | ۸۳۹ | ۸۳۷ | ۰/۲ | ۰ | ۰/۰۰۲۰ | ۰/۵۵ | ۱/۳۸ |
| خواجه مسک | + | + | + | - | ۷/۳۲ | ۳۰۶۸ | ۴۸۷۰ | ۲/۶ | ۰ | ۰/۰۰۴۲ | ۰/۴۸ | ۰/۵۵ |
| قطارخنجک | + | + | - | + | ۷/۱۰ | ۲۹۴۲ | ۴۶۷۰ | ۲/۴ | ۰ | ۰/۰۰۲۲ | ۰/۲۹ | ۰/۶۱ |
| سفید سنگ | + | + | - | - | ۶/۹۱ | ۲۸۱۶ | ۴۴۷۰ | ۲/۳ | ۰ | ۰/۰۰۱۴ | ۰/۲۸ | ۴/۲۰ |
| گندجک | + | - | - | - | ۸/۱۴ | ۱۶۷۵ | ۲۶۶۰ | ۱/۲ | ۰ | ۰/۰۰۳۹ | ۰/۱۱ | ۰/۷۷ |
| سیاه جک | + | + | + | - | ۷/۶۴ | ۲۵۸۹ | ۴۱۱۰ | ۲/۱ | ۰ | ۰/۰۰۲۰ | ۰/۴۷ | ۱/۹۱ |
| پبی | - | - | - | - | ۷/۴۰ | ۱۶۲۵ | ۱۶۲۵ | ۰/۷ | ۰ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۵۲ | ۱/۱۹ |
| سفید دک | + | - | + | - | ۷/۱۸ | ۲۳۰۶ | ۳۶۶۰ | ۱/۸ | ۰ | ۲/۰۱۰ | ۰/۱۹ | ۰/۶۳ |
| سیاه دک | + | - | + | - | ۷/۱۶ | ۲۰۱۶ | ۳۲۰۰ | ۱/۶ | ۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۳۱ | ۰/۴۹ |
| گوربند اول | + | - | + | + | ۷/۰۱ | ۹۵۶ | ۹۵۴ | ۰/۲ | ۰ | ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۷ | ۲/۶۱ |
| گوربند دوم | + | + | + | + | ۷/۰۸ | ۹۷۰ | ۹۶۴ | ۰/۲ | ۰ | ۰/۰۰۲۰ | ۰/۲۷ | ۱/۶۲ |

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۶: آنالیز شیمیایی و میکروبی نمونه‌های آب شرب روستایی پیرامون شهر زاهدان در آبان‌ماه**

| نام روستا | کلیفرم | اشریشیاکلی | سودوموناس آئروژینوزا | انتروکوک‌های روده‌ای | pH | TDS (mg/l) | EC (µS/cm) | نمک (PPT) | کلر باقیمانده (mg/l) | کادمیوم (µg/l) | سرب (µg/l) | آرسنیک (µg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لار بالا | + | + | + | - | ۷/۴۷ | ۳۴۹۶ | ۵۵۵۰ | ۲/۹ | ۰ | ۰/۰۰۲۲ | ۰/۱۷ | ۰/۵۸ |
| لار پایین | + | + | + | - | ۷/۸۸ | ۲۸۹۸ | ۴۶۰۰ | ۲/۴ | ۰ | ۰/۰۰۱۹ | ۰/۴۶ | ۴/۵۲ |
| چاه رحمان | + | + | + | - | ۷/۶۹ | ۷۳۳۹ | ۱۱۶۵۰ | ۶/۷ | ۰ | ۰/۰۰۳۴ | ۰/۵۶ | ۱/۰۲ |
| موتور عبدالقادر | + | + | + | - | ۷/۵۶ | ۸۵۵۵ | ۱۳۵۸۰ | ۷/۸ | ۰ | ۰/۳۳۴ | ۰/۴۱ | ۱/۶۳ |
| منزلاب | - | - | - | - | ۷/۱۲ | ۱۳۴۶ | ۱۳۴۷ | ۰/۵ | ۰/۶ | ۰/۰۰۵۷ | ۰/۴۶ | ۱/۱۹ |
| خیرآباد | + | - | - | - | ۷/۶۵ | ۸۴۰ | ۸۳۶ | ۰/۲ | ۰ | ۰/۰۰۳۶ | ۰/۱۹ | ۱/۴۸ |
| خواجه مسک | + | + | + | - | ۷/۰۲ | ۳۱۸۲ | ۵۰۵۰ | ۲/۷ | ۰ | ۰/۰۰۴۶ | ۰/۶۳ | ۰/۶۲ |
| قطارخنجک | + | + | - | + | ۸/۰۷ | ۲۸۰۳ | ۴۴۵۰ | ۲/۳ | ۰ | ۰/۰۰۲۵ | ۰/۵ | ۰/۶۸ |
| سفید سنگ | + | + | - | - | ۷/۱۲ | ۲۹۱۱ | ۴۶۲۰ | ۲/۴ | ۰ | ۰/۰۰۱۷ | ۰/۳۱ | ۴/۲۹ |
| گندجک | + | - | - | - | ۷/۸۴ | ۱۵۶۹ | ۲۴۹۰ | ۱/۱ | ۰ | ۰/۰۰۲۶ | ۰/۵۶ | ۰/۸۳ |
| سیاه جک | + | + | + | - | ۷/۱۳ | ۲۶۱۴ | ۴۱۵۰ | ۲/۱ | ۰ | ۰/۰۰۴۴ | ۰/۳۶ | ۱/۹۸ |
| پبی | - | - | - | - | ۸/۵۳ | ۱۵۹۶ | ۱۵۹۲ | ۰/۶ | ۰ | ۰/۰۰۳۵ | ۰/۶۳ | ۱/۲۱ |
| سفید دک | + | - | + | - | ۶/۸۰ | ۲۳۳۷ | ۳۷۱۰ | ۱/۹ | ۰ | ۲/۰۳۸ | ۰/۲۵ | ۰/۶۷ |
| سیاه دک | + | - | + | - | ۶/۷۹ | ۲۰۴۱ | ۳۲۴۰ | ۱/۶ | ۰ | ۰/۲۸۱ | ۰/۳۸ | ۰/۵۴ |
| گوربند اول | + | - | + | + | ۷/۷۸ | ۹۷۳ | ۹۷۵ | ۰/۲ | ۰ | ۰/۱۱۱ | ۰/۱۳ | ۲/۶۷ |
| گوربند دوم | + | + | + | - | ۷/۶۲ | ۹۴۲ | ۹۴۳ | ۰/۲ | ۰ | ۱/۱۱۲ | ۰/۳۲ | ۱/۶۸ |

**جدول ۷: آنالیز شیمیایی و میکروبی نمونه‌های آب شرب روستایی پیرامون شهر زاهدان در آذرماه**

| نام روستا | کلیفرم | اشریشیاکلی | سودوموناس آئروژینوزا | انتروکوک‌های روده‌ای | pH | TDS (mg/l) | EC (µS/cm) | نمک (PPT) | کلر باقیمانده (mg/l) | کادمیوم (µg/l) | سرب (µg/l) | آرسنیک (µg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لار بالا | + | + | + | - | ۷/۵۰ | ۳۴۲۱ | ۵۴۳۰ | ۲/۹ | ۰ | ۰/۱۵۱ | ۰/۳۸ | ۰/۶۳ |
| لار پایین | + | + | + | - | ۷/۹۹ | ۲۸۷۹ | ۴۵۷۰ | ۲/۴ | ۰ | ۰/۰۰۲۷ | ۰/۴۱ | ۴/۶۷ |
| چاه رحمان | + | + | + | - | ۶/۹۰ | ۷۴۹۱ | ۱۱۸۹۰ | ۶/۹ | ۰ | ۰/۷۵۰ | ۰/۵۵ | ۱/۱۴ |
| موتور عبدالقادر | + | + | + | - | ۷/۱۸ | ۸۷۶۳ | ۱۳۹۱۰ | ۸/۲ | ۰ | ۰/۹۴۴ | ۰/۵۷ | ۱/۷۷ |
| منزلاب | - | - | - | - | ۷/۲۲ | ۱۳۴۸ | ۱۳۴۸ | ۰/۵ | ۰/۶ | ۰/۰۰۲۱ | ۰/۱۲ | ۱/۲۷ |
| خیرآباد | + | - | - | - | ۷/۸۹ | ۸۵۷ | ۸۵۷ | ۰/۲ | ۰ | ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۳ | ۱/۶۴ |
| خواجه مسک | + | + | + | - | ۸/۳۱ | ۳۲۶۳ | ۵۱۸۰ | ۲/۸ | ۰ | ۰/۰۰۳۸ | ۰/۵ | ۰/۷۷ |
| قطارخنجک | + | + | - | + | ۸/۰۵ | ۲۸۴۱ | ۴۵۱۰ | ۲/۴ | ۰ | ۰/۰۰۲۲ | ۰/۳۵ | ۰/۷۵ |
| سفید سنگ | + | + | - | - | ۷/۹۰ | ۲۳۸۸ | ۳۷۹۰ | ۱/۹ | ۰ | ۰/۰۰۱۹ | ۰/۳۴ | ۴/۴۳ |
| گندجک | + | - | - | - | ۷/۶۲ | ۱۷۵۱ | ۲۷۸۰ | ۱/۳ | ۰ | ۰/۰۷۹ | ۰/۰۶ | ۰/۹۴ |
| سیاه جک | + | + | + | - | ۷/۳۱ | ۲۷۰۳ | ۴۲۹۰ | ۲/۲ | ۰ | ۰/۰۶۶ | ۰/۴۴ | ۲/۰۹ |
| پبی | - | - | - | - | ۸/۴۲ | ۱۶۸۰ | ۱۶۸۰ | ۰/۷ | ۰ | ۰/۰۰۲۲ | ۰/۲۷ | ۱/۲۷ |
| سفید دک | + | - | + | - | ۶/۹۰ | ۲۳۴۴ | ۳۷۲۰ | ۱/۹ | ۰ | ۲/۰۸۸ | ۰/۲۹ | ۰/۷۲ |
| سیاه دک | + | - | + | - | ۶/۵۷ | ۲۱۳۶ | ۳۳۹۰ | ۱/۷ | ۰ | ۰/۰۰۶ | ۰/۳۴ | ۰/۶۵ |
| گوربند اول | + | - | + | + | ۸/۰۸ | ۹۹۱ | ۹۹۱ | ۰/۳ | ۰ | ۰/۰۰۳۷ | ۰/۱۹ | ۲/۷۷ |
| گوربند دوم | + | + | + | - | ۸/۰۰ | ۹۵۱ | ۹۵۱ | ۰/۲ | ۰ | ۰/۰۰۲۳ | ۰/۴ | ۱/۸۰ |

www.SID.ir

Archive of SID



براساس جدول شماره ۸، میزان کل مواد جامد محلول یا TDS، هدایت الکتریکی و میزان نمک منابع آب زیرزمینی روستاهای زیرحوزه پایین‌دست شهر زاهدان در فصل پاییز به ترتیب با میانگین ۵۶۳۳ میلی‌گرم بر لیتر، ۸۹۴۲ میکروزیمنس بر سانتیمتر و ۵/۰۴ قسمت در هزار بیشتر از سایر زیرحوزه‌های مورد مطالعه بودند به طوری که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را با میزان میانگین TDS، هدایت الکتریکی و میزان نمک آب سایر زیرحوزه‌ها نشان دادند. میزان TDS، هدایت الکتریکی و نمک منابع آب زیرزمینی در فصل پاییز به ترتیب ۲۱۶۷±۲۸۵۷ میلی‌گرم بر لیتر، ۳۶۱۴±۴۳۲۴ میکروزیمنس بر سانتیمتر و ۲/۱۸±۲/۲۵ قسمت در هزار بدست آمد. در بین آب شرب روستاهای مورد مطالعه، منزلاب، خیرآباد، گندجک، پیی، گوربند اول و گوربند دوم دارای میزان مواد جامد محلول در محدوده استاندارد و میزان نمک و املاح کمتر نسبت به آب سایر روستاها بودند. طبق شاخص‌های جدول شماره ۳، آب شرب روستاهای گوربند اول، گوربند دوم و خیرآباد با میزان نمک کمتر از ۰/۵ قسمت در هزار، شیرین و آب سایر روستاها لب‌شور بودند. میزان کادمیوم، سرب و آرسنیک آب‌های شرب در فصل پاییز به ترتیب ۰/۲۱۹۴±۰/۵۳۳۷، ۰/۳۵±۰/۱۶، ۱/۲۲± ۱/۶۱ میکروگرم بر لیتر بدست آمد و بین میزان کادمیوم منابع آب زیرزمینی زیرحوزه جنوب غرب با منابع آب جنوب و جنوب شرق زاهدان اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد. میزان فلزات کادمیوم، سرب و آرسنیک کلیه آب‌های شرب روستاهای مورد مطالعه در محدوده مجاز استاندارد قرار داشتند. میزان شاخص‌های TDS، EC و نمک آب‌های چاه‌های شرب روستاهای زیر حوزه پایین دست شهر زاهدان که تابعی از شوری و غلظت بالای املاح در آب می‌باشند در سطح آماری ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار با سایر زیر حوزه‌های مورد بررسی بودند اما از نظر میزان فلزات سنگین در سطح قابل قبولی قرار داشتند. آب شرب روستاهای زیر حوزه پایین دست شهر زاهدان آلودگی ۱۰۰ درصدی را به باکتری‌های کلیفرم، اشریشیاکلی و سودوموناس آئروژینوزا نسبت به آب شرب سایر زیر حوزه‌های مورد بررسی نشان دادند که با مقادیر کلر مورد سنجش در نمونه‌های آب همخوانی کامل داشت و هیچگونه آلودگی به انتروکوک‌های روده‌ای مشاهده نگردید. داده‌های حاصل از آنالیز شیمیایی و میکروبی نمونه‌های آب شرب روستایی پیرامون شهر زاهدان طی فصل پاییز در جدول شماره ۸ آورده شده است.

**جدول ۸: میانگین فاکتورهای شیمیایی نمونه‌های آب شرب روستاهای مورد مطالعه در فصل پاییز**

| نام زیر حوزه | pH | TDS( mg/l) | EC (µS/cm) | نمک (PPT) | کادمیوم (µg/l) | سرب (µg/l) | آرسنیک (µg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زیر حوزه پایین دست شهر زاهدان | ۷/۶۰±۰/۳۲ | ۲۶۲۲±۵۶۳۳ | ۴۱۶۱±۸۹۴۲ | ۲/۵۵±۵/۰۴ | ۰/۳۳±۰/۲۲۲۰ | ۰/۱۴±۰/۴۱ | ۱/۶۱±۱/۹۵ |
| زیر حوزه جنوب شهر زاهدان | ۷/۴۹±۰/۴۶ | ۹۵۶±۲۱۸۵ | ۱۸۲۳±۳۲۱۲ | ۱/۰۷±۱/۵۹ | ۰/۰۰۱±۰/۰۰۲۸ | ۰/۱۸±۰/۳۴ | ۱/۴۱±۱/۶۶ |
| زیر حوزه جنوب شرق شهر زاهدان | ۷/۷۸±۰/۴۹ | ۴۹۷±۱۹۷۸ | ۱۱۱۶±۲۸۲۰ | ۰/۶۵±۱/۳۳ | ۰/۰۳±۰/۰۱۸۵ | ۰/۲۰±۰/۳۸ | ۰/۵۱±۱/۳۵ |
| زیر حوزه جنوب غرب شهر زاهدان | ۷/۲۴±۰/۵۰ | ۶۵۲±۱۵۸۰ | ۱۳۲۸±۲۲۲۵ | ۰/۸۱±۰/۹۸ | ۰/۹۰±۰/۶۳۸۲ | ۰/۱۰±۰/۲۶ | ۰/۹۰±۱/۴۰ |

www.SID.ir

Archive of SID



## نتایج و بحث

با توجه به یافته های تحقیق، از میان پارامترهای ارزیابی شده؛ پارامترهای تاثیرگذار زیر به تفکیک قابل بحث است:**TDS**: از تعداد ۴۸ نمونه آب مورد آزمایش، ۱۸ نمونه آب مربوط به ۶ منبع آب زیرزمینی دارای TDS کمتر از ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (با میانگین ۱۲۳۶ میلی‌گرم بر لیتر) بوده که با میزان مجاز استاندارد ملی ایران انطباق دارد. در این بین بیشترین میزان TDS در فصل پاییز مربوط به روستاهای زیرحوزه پایین‌دست شهر زاهدان با میانگین ۵۶۳۳ میلی‌گرم بر لیتر و بالاتر از حد مطلوب می‌باشد. این میزان بالای مواد جامد محلول در آب به دلیل شرایط توپوگرافی و بافت زمین، بارش کم باران در فصل پاییز و برداشت بی‌رویه آب از منابع آب زیرزمینی است.

**هدایت الکتریکی**: از تعداد ۴۸ نمونه آب مورد آزمایش، ۱۵ نمونه آب مربوط به ۵ منبع آب زیرزمینی دارای هدایت الکتریکی کمتر از ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (با میانگین ۱۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) بوده که با میزان مجاز استاندارد ملی ایران انطباق دارد و بیانگر ارتباط مستقیم بین میزان هدایت الکتریکی آب و میزان مواد جامد محلول در آن می‌باشد. در بین روستاهای مورد مطالعه، روستاهای زیرحوزه پایین‌دست شهر زاهدان دارای بیشترین میزان هدایت الکتریکی با میانگین ۸۹۴۲ میکروزیمنس بر سانتیمتر نسبت به سایر زیرحوزه‌های مورد مطالعه می‌باشند. این موضوع در مورد پارامتر درجه شوری آب‌های زیرزمینی که در واقع تابعی از دو پارامتر هدایت الکتریکی و **TDS** می‌باشد نیز صدق می‌کند.

**فلزات سنگین**: ۴۸ نمونه آب مورد آزمون به ترتیب دارای میانگین کادمیوم، سرب و آرسنیک ۰/۲۱۹۴، ۰/۳۴، ۱/۶۱ میکروگرم بر لیتر بودند که با میزان مجاز کادمیوم، سرب و آرسنیک قید شده در استاندارد ملی ایران به ترتیب کمتر از ۳، کمتر از ۱۰ و کمتر از ۱۰ میکروگرم بر لیتر انطباق داشتند. لذا کلیه منابع آب زیرزمینی مورد مطالعه دارای میزان کادمیوم، سرب و آرسنیک مطلوب و در محدوده استاندارد بوده‌اند. مطلوب بودن فلزات سنگین در آب به دلیل ساخت مناسب خاک روستاهای مورد مطالعه و عدم مجاورت چاه های مورد مطالعه با کارخانجات آلاینده زیست محیطی می‌باشد.

**کلر باقیمانده آزاد**: از تعداد ۴۸ نمونه آب مورد آزمایش فقط ۳ نمونه آب مربوط به روستای منزلاب در فصل پاییز دارای کلر باقیمانده آزاد (۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر) بوده و در محدوده مجاز استاندارد (۵-۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) قرار دارند. لذا میزان کلر باقیمانده آزاد سایر منابع آب زیرزمینی در حد مطلوب نبوده و این موضوع، امکان آلودگی ثانویه را افزایش می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که وضعیت کلرزنی منابع آب بسیار نامطلوب می‌باشد و بنابراین لازم است نسبت به گندزدایی منابع آب اقدام جدی صورت گیرد. اگرچه پودر پرکلرین توسط بهورزان مراکز بهداشتی روستایی در اختیار روستاییان قرار داده شده و آموزش‌های لازم جهت گندزدایی آب پس از برداشت از منابع آب زیرزمینی به آنها داده می‌شود.

**کیفیت میکروبی**: از تعداد ۴۸ نمونه آب مورد آزمایش در فصل پاییز، ۴۲ نمونه آب (۸۷/۵ درصد) آلودگی به کلیفرم‌ها، ۲۷ نمونه آب (۵۶/۲۵ درصد) آلودگی به کلیفرم‌های مدفوعی (اشریشیاکلی)، ۳۰ نمونه آب (۶۲/۵ درصد) آلودگی به سودوموناس آئروژینوزا و ۷ نمونه آب (۱۴/۵۸ درصد) آلودگی به انتروکوک‌های روده‌ای را نشان داده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



این موضوع با میزان کلر آزاد باقیمانده ارتباط مستقیمی دارد. در بین زیرحوزه‌های مورد مطالعه وضعیت آلودگی میکروبی منابع آب زیرزمینی روستاهای پایین دست شهر زاهدان بحرانی‌تر بوده و نیازمند رسیدگی و توجه بیشتری می‌باشد. علی‌رغم صرف هزینه‌های زیاد جهت تامین ذخایر آب روستاها لیکن به دلیل فقدان یا کمبود نیروی انسانی متخصص، نظارت کارآمدی بر منابع آب وجود ندارد و از طرفی دیگر با توجه به امکان شیوع بیماریهای منتقله از آب می‌بایست تمهیدات ویژه‌ای نظیر تشکیل کمیته تخصصی بهداشت آب روستایی، برنامه‌ریزی جهت توسعه ایستگاه‌های کلرزنی، آموزش نیروهای محلی جهت حفاظت از منابع آب آشامیدنی و شبکه توزیع، توانمندسازی و آموزش روستاییان جهت گندزدایی آب در روستاهای فاقد شبکه توزیع و پایش و کنترل مستمر شیمیایی و میکروبی منابع آب زیرزمینی روستاها توسط مراجع ذیصلاح صورت پذیرد.

مقایسه نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات دیگران نشان می‌دهد آلودگی شیمیایی و میکروبی منابع آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه نسبت به سایر مناطق جغرافیایی بیشتر بوده و کیفیت منابع آب نامطلوب‌تر می‌باشد. بدین صورت که رخش خورشید و همکاران (۱۳۸۱) میزان آلودگی آب چاه‌ها و قنوات پیرامون شهر زاهدان به کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی را ۳۰/۴ درصد و به لحاظ مصرف انسانی غیرقابل شرب بیان کرده‌اند که در مقایسه با مطالعه حاضر درصد آلودگی آبهای شرب به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی کمتر می‌باشد. این مغایرت در میزان آلودگی می‌تواند نشان‌دهنده اثر گذشت زمان و افزایش جمعیت و بالتبع افزایش رواناب‌ها و مدیریت ناصحیح منابع آب باشد. رباط سرپوشی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب شرب روستاهای تحت پوشش رباط سرپوش و دهستان شامکان از توابع شهرستان سبزوار میزان pH را در محدوده ۸/۶-۷/۶، ۱۱ درصد آب شرب روستاها را فاقد کلر باقیمانده آزاد و ۹/۶ درصد آب روستاها را دارای آلودگی کلیفرمی گزارش کردند که در مقایسه با مطالعه حاضر میزان pH در محدوده مجاز استاندارد قرار داشته اما درصد آب شرب روستاهای فاقد کلر آزاد باقیمانده و دارای آلودگی کلیفرمی به ترتیب ۹۳/۷۵ و ۸۷/۵ درصد به مراتب کمتر می‌باشد. کرابی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب شرب روستاهای بخش داورزن شهرستان سبزوار در فصل پاییز میزان pH را در محدوده ۸/۲-۶/۸، ۳۰/۷۷ درصد آب شرب روستاها را دارای کلر باقیمانده آزاد کمتر از محدوده استاندارد و ۲۳/۰۸ درصد آب روستاها را دارای آلودگی کلیفرمی گزارش کردند که در مقایسه با مطالعه حاضر میزان pH در محدوده مجاز استاندارد قرار داشته اما درصد آب شرب روستاهای دارای کلر باقیمانده آزاد کمتر از محدوده استاندارد و دارای آلودگی کلیفرمی به مراتب کمتر می‌باشد. رایگان شیرازی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی مناطق روستایی بخش مرکزی شهرستان بویراحمد، میانگین pH و TDS آب‌های شرب را به ترتیب ۷/۴۸ و ۲۸۲/۸۱ میلی‌گرم بر لیتر و درصد آلودگی میکروبی آب‌های شرب به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی را به ترتیب ۲۴ و ۰ درصد گزارش کردند که در مقایسه با مطالعه اخیر، میانگین pH و TDS آب‌های شرب به ترتیب ۷/۵۱ و ۲۸۵۷ میلی‌گرم بر لیتر و درصد آلودگی میکروبی آب‌های شرب به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی به ترتیب ۸۷/۵ و ۵۶/۲۵ درصد کمتر می‌باشد. حسنی و همکاران (۱۳۸۹) میزان آلودگی میکروبی منابع آب زیرزمینی روستاهای شهرستان اسلامشهر به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی را به ترتیب ۳۵/۷۱ و ۷/۱۴ درصد گزارش کردند که در مقایسه با مطالعه حاضر میزان کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی (به ترتیب ۸۷/۵ و ۵۶/۲۵ درصد) کمتر و کیفیت آب شرب مطلوبتر می‌باشد. رفیعی و همکاران (۱۳۹۷) میزان آلودگی میکروبی منابع

www.SID.ir

Archive of SID



آب شرب روستاهای تحت پوشش استان البرز به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی و میزان نمونه‌های فاقد کلر باقیمانده آزاد را به ترتیب ۲۷/۶۸، ۱۷/۳۴ و ۷۷/۵۱ درصد گزارش کردند که در مقایسه با مطالعه حاضر میزان کلیفرم‌ها، کلیفرم‌های مدفوعی و میزان نمونه‌های فاقد کلر باقیمانده آزاد کمتر می‌باشند. مختاری و همکاران (۱۳۹۰) ۹۶/۶۶ درصد از آب‌های شرب روستاهای پیرامون شهر اردبیل را فاقد آلودگی کلیفرمی و کلیفرم‌های مدفوعی در ماه آبان و ۱۰۰ درصد آب‌های شرب را فاقد آلودگی به کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی در ماه آذر گزارش کردند که در مقایسه با مطالعه حاضر کیفیت میکروبی آب شرب به مراتب مطلوبتر می‌باشد. سالک و همکاران (۱۳۸۵) میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی شهر زاهدان به فلز سرب را در محدوده ۱/۶۸-۱/۴۷ میلی‌گرم بر لیتر و خارج از محدوده استاندارد گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد. محمدیان و همکاران (۱۳۸۷) میزان فلزات سنگین چاه‌های آب آشامیدنی مجاور کارخانه سرب و روی زنجان را در محدوده مجاز استاندارد گزارش کردند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

## نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر به ۴ زیرحوضه تقسیم شد از نظر جغرافیایی نتایج تحقیق برای هر گروه از نمونه‌های مورد مطالعه به صورت مجزا قابل تفسیر است. نتایج نشان داد با حرکت از بالادست حوزه آبریز به پایین‌دست آبریز، کیفیت شیمیایی و میکروبی آب به طور چشمگیری کاهش می‌یابد؛ بدین صورت که در زیر حوزه پایین‌دست شهر زاهدان بحرانی‌ترین وضعیت زیست محیطی ناشی از هدایت فاضلاب شهری در بستر مسیل‌ها و انهار حاکم است و در این بین، روستای لار بالا و سپس لار پایین وخیم‌ترین وضعیت را به لحاظ آسیب‌پذیری از افزایش آلودگی شیمیایی و میکروبی منابع آب زیرزمینی دارند در حالیکه روستایی مانند منزلاب به دلیل واقع شدن در بالادست حوزه آبریز و مدیریت صحیح منابع آب از سوی مسئولین دولتی و محلی (از جمله تامین سیستم لوله‌کشی و کلریناتور استاندارد و پایش مستمر میزان کلر آب شرب) در بالاترین سطح مطلوبیت قرار دارد. همچنین بیشتر روستاهای بالادست حوزه آبریز (مانند گوربند اول، گوربند دوم، خیرآباد و پبی) به لحاظ میزان املاح و نمک، هدایت الکتریکی و میزان مواد جامد محلول وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر روستاهای حوزه آبریز دارند. به طور کلی، کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی روستاهای پیرامون شهر زاهدان از نظر میزان pH و فلزات کادمیوم، سرب و آرسنیک مطلوب بوده اما از نظر سایر پارامترهای شیمیایی مورد بررسی در تعدادی از مناطق روستایی نامطلوب می‌باشد. همچنین کیفیت میکروبی منابع آب زیرزمینی در سطح مطلوبی قرار ندارد و نیازمند نظارت بیشتر شرکت آب و فاضلاب روستایی و مراکز بهداشتی روستایی، مدیریت آبداران در امر کلرزنی و بهسازی منابع آب می‌باشد.

در پایان برمبنای نتایج تحقیق، اولویت‌های پژوهشی و اجرایی زیر جهت بهبود کیفیت شیمیایی و میکروبی منابع آب زیرزمینی در روستاهای پیرامون شهر زاهدان پیشنهاد می‌گردد:

- مدیریت صحیح دفع فاضلاب، پساب و روانابهای شهری با اجرای طرح کارآمد و فراگیر تصفیه و استفاده مجدد از آن برای کاربری‌های غیرشرب.
- تجهیز روستاها به سیستم لوله‌کشی استاندارد جهت آبرسانی

www.SID.ir

Archive of SID



- بهسازی مخازن و ذخایر آب در راستای ارتقای کیفیت شیمیایی و میکروبی آب شرب روستایی
- آموزش کارآمد به آبداران و نظارت بر آنها در امر کلرزنی و نگهداری مخازن آب
-پایش و کنترل مستمر سیستم‌های کلرزنی آب
- آموزش هرچه بیشتر روستاییان در امر گندزدایی آب‌های برداشتی از منابع زیرزمینی قبل از مصرف با پودر پرکلرین در روستاهای فاقد شبکه توزیع
-استفاده از سیستم‌های گندزدایی جدید نظیر ازن‌زنی جهت کنترل آلودگی میکروبی منابع آب.

## تقدیر و تشکر

از کلیه پرسنل و کارشناسان محترم آزمایشگاه کنترل مواد غذایی و بهداشتی معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی زاهدان بویژه خانم مهندس مریم اسلامی (مدیریت آزمایشگاه) و آقای مهندس علیرضا خلیقی مهر (کارشناس بخش آنالیز دستگاهی) کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع

اتابکی محمدرضا، لطفی علی (۱۳۹۶)، بررسی غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، روی و مس) در خاک مناطق مختلف اصفهان در سال ۱۳۹۶. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط، دوره ۴، شماره ۱، صص ۳۰-۱۵. doi: 10.22038/jreh.2018.31176.1211

امینی ورکی سعید، مدیری مهدی، شمسایی زفرقندی فتح اله، قنبری نسب علی (۱۳۹۳)، شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو، دوفصلنامه مدیریت بحران، ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل، صص ۱۹-۵ . http://www.joem.ir/article_11584.html

انتظاری علیرضا، اکبری، الهه و میوانه، فاطمه (۱۳۹۲)، بررسی کیفیت آب شرب زیرزمینی بر بیماری‌های انسانی دهه اخیر در دشت مشهد. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. سال ۱۳، شماره ۳۱، صص ۱۷۲-۱۵۷. https://jgs.khu.ac.ir/article-1682-1-fa.html

ایراسما، آیلا (۱۳۸۹)، ژئومورفولوژی و مخاطرات طبیعی. مجله رشد آموزش جغرافیا، سال ۸۹، شماره ۲، صص ۱۴-۲۳. http://ensani.ir/fa/article/216834/

باقری هانیه، قائمی عزت‌الله، اصلانی محمدمهدی، مظفری نورامیر، لیوانی صدیقه، دادگر تینا (۱۳۸۷)، توزیع فراوانی اشریشیاکلی انترواگریگیتیو در موارد اسهالی شهر گرگان. مجله علوم آزمایشگاهی. دوره ۲، شماره ۱، صص ۱۳-۸. http://mlj.goums.ac.ir/files/site1/user_files_c5015c/admin-A-53-1-10-a776cd4.pdf

تقی‌نژاد جاوید، حسین‌زاده مهدی، مولایی کهنه شهری شبنم، جوان جسور وحید (۱۳۹۵)، مروری به زیست‌شناسی باکتری سودوموناس آئروژینوزا. فصلنامه آزمایشگاه و تشخیص. شماره ۳۴، صص ۸۲-۶۷. http://labdiagnosis.ir/article-202-1-fa.pdf

حسنی امیر حسام، خانی محمدرضا، صیادی مجتبی، قدمی ولی الله، خستو حمیدرضا (۱۳۸۹)، بررسی وضعیت آلودگی میکروبی در منابع آب زیرزمینی روستاهای شهرستان اسلامشهر، دوره ۱۲، شماره ۱، صص ۲۰۰-۱۹۵. http://jest.srbiau.ac.ir/article_125.html

رایگان شیرازی علیرضا، رضایی سهیلا، جمشیدی ارسلان، فراورویی محمد، سادات سیدعبدالحمید، هاشمی حسن (۱۳۹۱)، بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی مناطق روستایی بخش مرکزی شهرستان بویراحمد. مجله تحقیقات نظام سلامت، دوره ۸، شماره ۳، صص ۴۳۷-۴۳۱. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=203935

رباط سرپوشی غلامرضا، چوپانی رضا، ترخاصی مصطفی، رحمانی‌ثانی ابوالفضل (۱۳۹۱)، بررسی کیفیت میکروبی وشیمیایی آب شرب روستاهای تحت پوشش دهستان رباط سرپوش و دهستان شامکان از توابع شهرستان سبزوار، مجله کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه

www.SID.ir

Archive of SID



علوم پزشکی و خدمات درمانی- بهداشتی سبزوار، سال ۱۷، ش ۱ و ۲، پیاپی ۲۵، صص ۱۷-۱۲. http://beyhagh.medsab.ac.ir/article_612.html

رخش خورشید عطاا...، جعفری مدرک محمد، قنبری محمدرضا، کرد مصطفی‌پور فردوس (۱۳۸۱)، بررسی میزان آلودگی میکروبی آب شرب در شهر زاهدان، مجله طبیب شرق، سال ۴، شماره ۱، صص ۱۵-۹. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=17959

رفیعی محمد، اسکندری اکبر و بگلو مهدی (۱۳۹۷)، ارزیابی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش استان البرز (مطالعه موردی بخش آسارای کرج). مجله ره‌آورد سلامت، دوره ۳، شماره ۳، صص ۳۵-۲۷. http://rsj.iums.ac.ir/browse.php?a_id=99&slc_lang=fa&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1

سلطان دلال محمدمهدی، حسینی مصطفی پیمانه، عابدی محتسب ترانه، طباطبایی بفرویه، اکرم (۱۳۸۸)، مقایسه سه روش پورپلیت، بیشترین شمارش احتمالی و فیلتر غشایی در شناسایی اشریشیاکلی از نمونه‌های آب چاه پارک‌های تهران طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۸. مجله علوم آزمایشگاهی، دوره ۳، شماره ۲، صص ۲۸-۲۳. https://www.magiran.com/paper/814456

عاطفه مهسا، تقوی لعبت، خانی محمدرضا، بیاتی آیدا و صیادی مجتبی (۱۳۹۵)، بررسی کیفیت آب شرب چاه‌های حوزه لواسانات کوچک. علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۸، شماره ۳، صص ۶۶-۵۴. https://www.magiran.com/paper/814456

عزمی آئیژ، میرزایی قلعه، درویشی صبا (۱۳۹۴)، جایگاه دانش بومی در مدیریت مخاطرات محیطی در روستاها (مطالعه موردی: دهستان شیزر، شهرستان هرسین)، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال۴، سال سیزدهم، صص ۲۳-۳۹. https://geoeh.um.ac.ir/index.php/geo/article/view/35128

عزیزی فاطمه، فلاحی صغری، اسدی سامانی مجید، گودرزیان مریم(۱۳۹۳)، گروه‌بندی سویه‌های مختلف باکتری اشریشیاکلی با استفاده از تعیین توالی ژن thrB و مقایسه آن با روش مولتی‌پلکس PCR. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره۲۴، شماره ۱۵، صص۱۱۲-۱۰۱. http://jmums.mazums.ac.ir/article-4115-1-fa.html

مختاری سیداحمد، فضل زاده دویل مهدی، دراجی بهنام (۱۳۹۰)، بررسی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای پیرامون شهر اردبیل. مجله سلامت و بهداشت اردبیل، دوره ۲، شماره ۱، صص ۷۳-۶۶. http://healthjournal.arums.ac.ir/browse.php?a_code=A-94-26-10&slc_lang=fa&sid=1

ملکوتیان محمد.، یغمائیان کامیار، جعفری منصوریان حسین، علیزاده مصطفی، جعفری مدرک، محمد (۱۳۹۴)، بررسی میزان شیوع و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های منتقله از آب آشامیدنی و غذا، مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دوره ۳، شماره ۱، صص ۲۴-۱۵. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=470234

ملکیان آرش، میردشتوان مهسا (۱۳۹۴)، بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی براساس تحلیل‌های زمین آماری (مطالعه موردی: دشت هشتگرد استان البرز). مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸، شماره ۴، صص۸۲۰-۸۰۹. 10.22059/jrwm.2015.56961

Ateba, N. C., & Mbewe, M. (2014). Genotypic Characterization of Escherichia coli O157:H7 Isolates from Different Sources in the North-West Province, South Africa, Using Enter bacterial Repetitive Intergenic Consensus PCR Analysis. International journal of molecular sciences, 15(6), 9735-9747. Doi: 10.3390/ijms15069735

Bracegirdle, A., Mair, R., Hand Talor. N., 1993, Sub surface settlement profiles above Tunnels in clay, Geo technique journal.

Britton,N,A.,1986,Development an understanding of disaster.journal of sociology,vol,22,no,2,pp254-274. https://www.icevirtuallibrary.com/doi/abs/10.1680/geot.1993.43.2.315.

Buchanan, A. (1997). Foodborne disease significance of Escherichia coli O157: H7 and other enter hemorrhagic E. coli. Food technology (USA). https://www.researchgate.net/publication/281981113_Foodborne_disease_significance_of_Escherichia_coli_O157H7_and_other_enterohemorrhagic_E_coli.

Damek-Poprawa, M., & Sawicka-Kapusta, K. (2004). Histopathological changes in the liver, kidneys, and testes of bank voles environmentally exposed to heavy metal emissions from the steelworks and zinc smelter in Poland. Environmental research, 96(1), 72-78. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15261786.

Dyke, G.S.Gill,R.Davies ,F.Betorz,Y.andalsvik.J,Cackler,...and E.Lamboglia.2011. Dream project: plications of earth observations to disaster risk management. Act astronautic 68(1):301-315. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576510002092.

www.SID.ir

Archive of SID



Fisher, K., & Phillips, C. (2009). The ecology, epidemiology and virulence of Enterococcus. Microbiology, 155(6), 1749-1757. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19383684.

Getachew Kabew Mekonnen, Bezatu, M, Geremew, S, Worku M, Helmut K (2019), Determinants of microbiological quality of drinking water in Gambella Region, Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, doi: 10.2166/washdev.2019.148.

Gilmore, M. S., ed. (2002). The Enterococci: Pathogenesis, Molecular Biology, and Antibiotic Resistance. Washington, D.C.: ASM Press. https://www.amazon.co.uk/Enterococci-Pathogenesis-Molecular-Antibiotic-Resistance/dp/1555812341.

Ikeda, M., Watanabe, T., Koizumi, A., Fujita, H., Nakatsuka, H., & Kasahara, M. (1989). Dietary intake of lead among Japanese farmers. Archives of Environmental Health: An International Journal, 44(1), 23-29. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039896.1989.9935868

Lewis,J.(2003)Housing construction in earthquake prone place: perspectives, priorities and projections for development, The australian journal emergency management,2.(18),pp.35-44. https://www.researchgate.net/publication/266477478_Housing_construction_in_earthquake-prone_places_Perspectives_priorities_and_projections_for_development.

Mahindru, S. N. (2009). Food Contaminants-Origin, propagation & analysis (Vol. 1). APH Publishing. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=-yg4P9TUoz4C&oi=fnd&pg=PR5&dq=Food+Contaminants-Origin,+propagation+%26+analysis&ots=NWr-oQPQ_1&sig=SCAvNzB6UKQGFb2BIeq-OjP5vDc#v=onepage&q=Food%20Contaminants-Origin%2C%20propagation%20%26%20analysis&f=false.

Muñoz, O., Bastias, J. M., Araya, M., Morales, A., Orellana, C., Rebelled, R., & Velez, D. (2005). Estimation of the dietary intake of cadmium, lead, mercury, and arsenic by the population of Santiago (Chile) using a Total Diet Study. Food and Chemical Toxicology, 43(11), 1647-1655. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15975702.

Naghdi,K.A.Mansourian,.M.J Valadanzoej,and.M.Saadatseresht.2008.Evacuation planning in erthquake disasters,using RS and GIS.international archives of the photogrammetry,remote sensing and spatial information sciences,24:1671-1676. https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/292.pdf

Oliveria,C,S,.Roca,A,.Goula,x,(2008), assessing and managing earthquake risk,geo-scientife and engineering knowledge for earthquake risk mitigation:development,tolls,techniques,published by springer. https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/292.pdf

-Red Cross,(2001):world disaster report,red crescent publication. Rose,Helen and R.W.(BILL)carter.2011.natural disasters and community resilience. Australasian journal of environmental managament, 18, Issue 1, march 2011, page1-5. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14486563.2011.568370

Riley, L. W., Remis, R. S., Helgerson, S. D., McGee, H. B., Wells, J. G., Davis, B. R., ... & Cohen, M. L. (1983). Hemorrhagic colitis associated with a rare Escherichia coli serotype. N Engl J Med, 308(12), 681-685. https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejm198303243081203

Saeed, M. M., Bajwa, S. Z., & Ansari, M. S. (2007). Investigation of the Removal of Lead by Adsorption onto 1-(2-Thiazolylazo)-2-Naphthol (TAN) Imbedded Polyurethane Foam from Aqueous Solution. Journal of the Chinese Chemical Society, 54(1), 173-183. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jccs.200700027

Soleimani, H., Abbasnia, A., Yousefi, M., Mohammadi, A. A., & Khorasgani, F. C. (2018). Data on assessment of groundwater quality for drinking and irrigation in rural area Sarpol-e Zahab city, Kermanshah province, Iran. Data in brief, 17, 148-156. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340917307564

Tran, S. L., Billoud, L., Lewis, S. B., Phillips, A. D., & Schüller, S. (2014). Shiga toxin production and translocation during microaerobic human colonic infection with S higa toxin-producing E. coli O157: H7 and O104: H4. Cellular microbiology, 16(8), 1255-1266. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cmi.12281.

Tunger, A., Aydemir, S., Uluer, S., & Cilli, F. (2004). In vitro activity of linezolid & quinupristin/dalfopristin against Gram-positive cocci. Indian J Med Res, 120(6), 546-52. https://www.researchgate.net/profile/Feriha_Cilli/publication/8077558_In_vitro_activity_of_linezolid_quinupristindalfopristin_against_Gram-positive_cocci/links/0fcfd50c96fba044ac000000/In-vitro-activity-of-linezolid-quinupristin-dalfopristin-against-Gram-positive-cocci.pdf.

Türkdoğan, M. K., Kilicel, F., Kara, K., Tuncer, I., & Uygan, I. (2003). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. Environmental toxicology and pharmacology, 13(3), 175-179. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668902001564

Wikstrom,A.(2013).The challenge of change: planning for social urban resilience: An analyses of contemporary planning aims and practices,1-60.URN:urn:se:su:diva-91920. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-16759-2_5.

Yin, X., Zhu, J., Feng, Y., Chambers, J. R., Gong, J., & Gyles, C. L. (2011). Differential gene expression and adherence of Escherichia coli O157: H7 in vitro and in ligated pig intestines. PLoS One, 6(2), e17424. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0017424.

Yousefi, M., Saleh, H. N., Yaseri, M., Mahvi, A. H., Soleimani, H., Saeedi, Z., ... & Mohammadi, A. A. (2018). Data on microbiological quality assessment of rural drinking water supplies in Poldasht County. Data in brief, 17, 763-769.

www.SID.ir

Archive of SID



**Research Article**

# Assessing the risks of microbial and chemical contamination of drinking water in villages around Zahedan in 2019

**Sanaz Belark[1], Abouzar Paidar[2*], Abdolvahed Safarzaei[3]**

1. PG Student of Geography and Rural Planning, Faculty of Geography and Environmental Planning, , University of Sistan and Baluchestan, Iran

2*. Assistant Professor- Faculty of Geography and Environmental Planning, University of Sistan and Baluchestan, Iran

3. Master of Food Biotechnology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Bam Branch, Iran

Received: 19-01-2020 Final Revised: 02-11-2020 Accepted: 13-11-2020

## Abstract

Providing quality, safe and hygienic drinking water is one of the most important goals of human societies, and insanitary and unhealthy water consumption brings irreparable risks to humans in the short and long term. Therefore, the health of the community depends on the provision of optimal drinking water. The aim of this study was to determine the chemical and microbial quality of groundwater resources in suburban villages of Zahedan city and to evaluate the hazards of unhealthy water use in terms of chemical and microbial quality in the autumn season of 2019. The type of study was descriptive-analytical, the method of data collection, the field presence of the researcher with the necessary utensils and tools, and in this understanding, the quality of 16 groundwater resources of villages around Zahedan was evaluated in terms of physicochemical and microbial characteristics. The results showed PH, TDS, electrical conductivity, salt, cadmium, lead, and arsenic metals in drinking water in autumn were 7.51 ± 0.47, 2857 ± 0.47 mg/l, 4324 ± 3614 µs / cm, 2.25 ± 2.18 parts per thousand, 0.2194 ± 0.5337, 0.35 ± 0.16, 1.61 ± 1.22 µg / l, respectively. In 87.5% of Coliforms, 56.25% of Escherichia coli, 62.5% of Pseudomonas aeruginosa and 14.58% of intestinal enterococci, respectively. Only one groundwater source had residual free chlorine content of 0.6 mg / l. Therefore, it can be concluded that the chemical quality of groundwater resources in the villages around Zahedan is desirable in terms of pH and cadmium, lead and arsenic metals, but in terms of other chemical parameters studied in a number of villages is undesirable. The microbial quality of the groundwater resources under study is not at the desired level due to the lack of proper chlorination and requires more supervision of the Rural Water and Sewerage Company and rural health centers and the management of water operators in this field.

**Keywords**: Environmental hazards, water pollution, chemical water quality, microbial water quality, villages around Zahedan city.

* Corresponding Author Email: aboozarpaidar@gep.usb.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



## References

## References (in Persian)

Amini Varki, Saeed. Modiri, Mehdi. Shamsaii Zafar Ghandi, Fathullah. Ghanbari Nasab, Ali (2014), Identifying Views on the Vulnerability of Cities to Environmental Risks and Extracting Influential Components Using the QQ Method, Crisis Management Bi-Quarterly, Passive Defense Week Special Issue, 19-5. http://www.joem.ir/article_11584.html. [In Persian].

Atabaki, Mohammad Reza and Lotfi, Ali (2017), Investigation of the concentration of heavy metals (lead, cadmium, zinc and copper) in the soil of different regions of Isfahan in 1396. Quarterly Journal of Environmental Health Research, Volume 4, Number 1, 30-22. doi: 10.22038/jreh.2018.31176.1211. [In Persian].

Atefeh, Mahsa, Taghavi, labat, Khani, Mohammad Reza Bayati, Aida and Sayadi, Mojtaba (2016), A study of the quality of drinking water in the wells of the small Lavasanat area. Environmental Science and Technology, Volume 18, Number 3, 66-54. https://www.magiran.com/paper/814456. [In Persian].

Azizi, Fatemeh. Fallahi, Soghra. Asadi Samani, Majid. And Goodarzian, Maryam (2014), grouping different strains of Escherichia coli using thrB gene sequence and comparing it with PCR multiplex method. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. Volume 24, Number 15, 112-101. http://jmums.mazums.ac.ir/article-4115-1-fa.html [In Persian].

Azmi, Aige; Mirzaei, Qaleh and Saba Darvishi (2015), The position of indigenous knowledge in environmental risk management in villages (Case study: Shizer village, Harsin city), Journal of Geography and Environmental Hazards, Year 4, Year 13, pp. 23-39. https://geoeh.um.ac.ir/index.php/geo/article/view/35128. [In Persian].

Bagheri, Haniyeh. Ghaemi, Ezzatullah. Aslani, Mohammad Mehdi. Mozaffari, Noramir. Glass, Sedighe. And Dadgar, Tina (2008), The abundant distribution of Escherichia coli in the case of diarrhea in Gorgan. Laboratory Science Journal. Volume 2, Number 1, 8-13. http://mlj.goums.ac.ir/files/site1/user_files_c5015c/admin-A-53-1-10-a776cd4.pdf. [In Persian].

Entezari, Alireza. Akbari, Elahe and Mivaneh, Fatemeh (2013), A study of the quality of drinking water extracted from underground sources on human diseases in the last decade in Mashhad plain. Journal of Applied Research in Geographical Sciences. 13, No. 31, 172-157. https://jgs.khu.ac.ir/article-1682-1-fa.html. [In Persian].

Hassani, Amir Hessam. Khani, Mohammad Reza Sayadi, Mojtaba. Ghadami, Valiullah and Khosto, Hamidreza (2010), Investigation of microbial contamination in groundwater resources of Islamshahr villages, Volume 12, Number 1, 200-195. http://jest.srbiau.ac.ir/article_125.html. [In Persian].

Irasma, Ayla (2010), Geomorphology and Natural Hazards. Journal of Geography Education Development, 1989, No. 2, 14-23. http://ensani.ir/fa/article/216834/. [In Persian].

Malakoutian, Mohammad. Yaghmaian, Kamyar. Jafari Mansoorian, Hossein. Alizadeh, Mostafa and Jafari Madarak, Mohammad (2015), Investigation of the prevalence and mortality of diseases transmitted by drinking water and food, Journal of Safety Promotion and Injury Prevention, Volume 3, Number 1, 15-24. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=470234. [In Persian].

Malekian, Arash and Mirdashtvan, Mahsa (2015), A survey of groundwater quality for agricultural use based on statistical land analysis (Case study: Hashtgerd plain of Alborz province). Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, Volume 68, Number 4, 820-809. 10.22059/jrwm.2015.56961. [In Persian].

Mokhtari, Seyed Ahmad. Fazlzadeh Doyle, Mehdi and Draji, Behnam. 2011. Study of microbial quality of drinking water in villages around Ardabil city. Ardabil Health and Journal of Health, Volume 2, Number 1, 73-66. http://healthjournal.arums.ac.ir/browse.php?a_code=A-94-26-10&slc_lang=fa&sid=1. [In Persian].

Rafiei, Mohammad. Eskandari, Akbar and Begloo, Mehdi (1397), Evaluation of microbial quality of drinking water in villages covered by Alborz province (Case study of Asarai section of Karaj). Journal of Health Guide, Volume 3, Number 3, 35-27. http://rsj.iums.ac.ir/browse.php?a_id=99&slc_lang=fa&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1. [In Persian].

Rakhsh Khorshid, Ata-allah, Jafari Madarak, Mohammad, Ghanbari, Mohammad Reza and Kurd Mostafapoor, Ferdows (2002), Microbial Contamination of Drinking Water in Zahedan, Tabib Shargh Magazine, Volume 4, Number 1, 15-9. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=17959. [In Persian].

Raygan Shirazi, Alireza. Rezaei, Soheila, Jamshidi, Arsalan. Fararuvi, Mohammad. Sadat, Seyed Abdolhamid and Hashemi, Hassan (2012), Investigation of microbial and chemical quality of drinking water in rural areas in the central part of Boyer-Ahmad city. Journal of Health System Research, Volume 8, Number 3, 437-431. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=203935. [In Persian].

Robat Sarpooshi, Gholamreza, Chupani, Reza, Tarkhasi, Mostafa and Rahmani Thani, Abolfazl (2012), Microbial and Chemical Quality Assessment of Drinking Water Sabzevar Health Treatment, Year 17, Vol. 1 and 2, consecutive 25, 17-12. http://beyhagh.medsab.ac.ir/article_612.html. [In Persian].

Sultan Dalal, Mohammad Mehdi. Hosseini, Mustafa. Peymaneh Abedi Mohtasb, Taraneh and Tabatabai Befrouyeh, Akram (2009), Comparison of three methods of purplite, maximum possible count and membrane filter in identifying Escherichia coli from water well samples in Tehran parks during 2009-2010. Journal of Laboratory Sciences, Volume 3, Number 2, 28-23. https://www.magiran.com/paper/814456. [In Persian].

Taghianjad, Javid. Hosseinzadeh, Mehdi. Molaei kohnehshahri, Shabnam and the brave young man, Vahid. (2016), Review of the Biology of Pseudomonas aeruginosa Bacteria. Laboratory Quarterly and Diagnosis. No. 34, 82-67. http://labdiagnosis.ir/article-202-1-fa.pdf. [In Persian].

### References (in English)

www.SID.ir

Archive of SID



Ateba, N. C., & Mbewe, M. (2014). Genotypic Characterization of Escherichia coli O157:H7 Isolates from Different Sources in the North-West Province, South Africa, Using Enter bacterial Repetitive Intergenic Consensus PCR Analysis. International journal of molecular sciences, 15(6), 9735-9747. Doi: 10.3390/ijms15069735

Bracegirdle, A., Mair, R., Hand Talor. N., 1993, Sub surface settlement profiles above Tunnels in clay, Geo technique journal.

Britton,N,A.,1986,Development an understanding of disaster.journal of sociology,vol,22,no,2,pp254-274. https://www.icevirtuallibrary.com/doi/abs/10.1680/geot.1993.43.2.315.

Buchanan, A. (1997). Foodborne disease significance of Escherichia coli O157: H7 and other enter hemorrhagic E. coli. Food technology (USA).
https://www.researchgate.net/publication/281981113_Foodborne_disease_significance_of_Escherichia_coli_O157H7_and_other_enterohemorrhagic_E_coli.

Damek-Poprawa, M., & Sawicka-Kapusta, K. (2004). Histopathological changes in the liver, kidneys, and testes of bank voles environmentally exposed to heavy metal emissions from the steelworks and zinc smelter in Poland. Environmental research, 96(1), 72-78. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15261786.

Dyke, G.S.Gill,R.Davies ,F.Betorz,Y.andalsvik.J,Cackler,...and E.Lamboglia.2011. Dream project: plications of earth observations to disaster risk management. Act astronautic 68(1):301-315.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576510002092.

Fisher, K., & Phillips, C. (2009). The ecology, epidemiology and virulence of Enterococcus. Microbiology, 155(6), 1749-1757. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19383684.

Getachew Kabew Mekonnen, Bezatu, M, Geremew, S, Worku M, Helmut K (2019), Determinants of microbiological quality of drinking water in Gambella Region, Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, doi: 10.2166/washdev.2019.148.

Gilmore, M. S., ed. (2002). The Enterococci: Pathogenesis, Molecular Biology, and Antibiotic Resistance. Washington, D.C.: ASM Press. https://www.amazon.co.uk/Enterococci-Pathogenesis-Molecular-Antibiotic-Resistance/dp/1555812341.

Ikeda, M., Watanabe, T., Koizumi, A., Fujita, H., Nakatsuka, H., & Kasahara, M. (1989). Dietary intake of lead among Japanese farmers. Archives of Environmental Health: An International Journal, 44(1), 23-29.
https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039896.1989.9935868

Lewis,J.(2003)Housing construction in earthquake prone place: perspectives, priorities and projections for development, The australian journal emergency management,2.(18),pp.35-44.
https://www.researchgate.net/publication/266477478_Housing_construction_in_earthquake-prone_places_Perspectives_priorities_and_projections_for_development.

Mahindru, S. N. (2009). Food Contaminants-Origin, propagation & analysis (Vol. 1). APH Publishing.
https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=-yg4P9TUoz4C&oi=fnd&pg=PR5&dq=Food+Contaminants-Origin,+propagation+%26+analysis&ots=NWr-oQPQ_1&sig=SCAvNzB6UKQGFb2BIeq-OjP5vDc#v=onepage&q=Food%20Contaminants-Origin%2C%20propagation%20%26%20analysis&f=false.

Muñoz, O., Bastias, J. M., Araya, M., Morales, A., Orellana, C., Rebelled, R., & Velez, D. (2005). Estimation of the dietary intake of cadmium, lead, mercury, and arsenic by the population of Santiago (Chile) using a Total Diet Study. Food and Chemical Toxicology, 43(11), 1647-1655. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15975702.

Naghdi,K.A.Mansourian,.M.J Valadanzoej,and.M.Saadatseresht.2008.Evacuation planning in erthquake disasters,using RS and GIS.international archives of the photogrammetry,remote sensing and spatial information sciences,24:1671-1676.
https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/292.pdf

Oliveria,C,S,.Roca,A,.Goula,x,(2008), assessing and managing earthquake risk,geo-scientife and engineering knowledge for earthquake risk mitigation:development,tolls,techniques,published by springer.
https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/292.pdf

-Red Cross,(2001):world disaster report,red crescent publication. Rose,Helen and R.W.(BILL)carter.2011.natural disasters and community resilience. Australasian journal of environmental managament, 18, Issue 1, march 2011, page1-5.
https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14486563.2011.568370

Riley, L. W., Remis, R. S., Helgerson, S. D., McGee, H. B., Wells, J. G., Davis, B. R., ... & Cohen, M. L. (1983). Hemorrhagic colitis associated with a rare Escherichia coli serotype. N Engl J Med, 308(12), 681-685.
https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejm198303243081203

Saeed, M. M., Bajwa, S. Z., & Ansari, M. S. (2007). Investigation of the Removal of Lead by Adsorption onto 1-(2-Thiazolylazo)-2-Naphthol (TAN) Imbedded Polyurethane Foam from Aqueous Solution. Journal of the Chinese Chemical Society, 54(1), 173-183. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jccs.200700027

Soleimani, H., Abbasnia, A., Yousefi, M., Mohammadi, A. A., & Khorasgani, F. C. (2018). Data on assessment of groundwater quality for drinking and irrigation in rural area Sarpol-e Zahab city, Kermanshah province, Iran. Data in brief, 17, 148-156. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340917307564

Tran, S. L., Billoud, L., Lewis, S. B., Phillips, A. D., & Schüller, S. (2014). Shiga toxin production and translocation during microaerobic human colonic infection with S higa toxin-producing E. coli O157: H7 and O104: H4. Cellular microbiology, 16(8), 1255-1266. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cmi.12281.

Tunger, A., Aydemir, S., Uluer, S., & Cilli, F. (2004). In vitro activity of linezolid & quinupristin/dalfopristin against Gram-positive cocci. Indian J Med Res, 120(6), 546-52.

www.SID.ir

Archive of SID



https://www.researchgate.net/profile/Feriha_Cilli/publication/8077558_In_vitro_activity_of_linezolid_quinupristindalfopristin_against_Gram-positive_cocci/links/0fcfd50c96fba044ac000000/In-vitro-activity-of-linezolid-quinupristin-dalfopristin-against-Gram-positive-cocci.pdf.

Türkdoğan, M. K., Kilicel, F., Kara, K., Tuncer, I., & Uygan, I. (2003). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. Environmental toxicology and pharmacology, 13(3), 175-179. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668902001564

Wikstrom,A.(2013).The challenge of change: planning for social urban resilience: An analyses of contemporary planning aims and practices,1-60.URN:urn:se:su:diva-91920. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-16759-2_5.

Yin, X., Zhu, J., Feng, Y., Chambers, J. R., Gong, J., & Gyles, C. L. (2011). Differential gene expression and adherence of Escherichia coli O157: H7 in vitro and in ligated pig intestines. PLoS One, 6(2), e17424. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0017424.

Yousefi, M., Saleh, H. N., Yaseri, M., Mahvi, A. H., Soleimani, H., Saeedi, Z., ... & Mohammadi, A. A. (2018). Data on microbiological quality assessment of rural drinking water supplies in Poldasht County. Data in brief, 17, 763-769.

www.SID.ir