Archive of SID

کومش- جلد ۱۸، شماره ۳ (پیاپی ۶۳)، پائیز ۱۳۹۵ ویژه نامه بهداشت محیط

بررسی روند تغییرات کیفیت منابع آب آشامیدنی زیرزمینی: یک مطالعه‌ی موردی در لردگان

خلیل‌الله معینیان (Ph.D)[1*]، سید ایمان موسوی‌فر (B.Sc)[2]، طیبه راستگو (M.Sc)[1]

۱- *گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران*

۲- *کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران*

چکیده

هدف: پایش مداوم روند تغییرات کیفیت آب‌های زیرزمینی ضروری است زیرا بهبود کیفیت منابع پس از آلودگی آن بسیار مشکل و پرهزینه است. هدف این مطالعه، تعیین روند تغییرات کیفی منابع آب شرب شهرستان لردگان طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ بوده است.

مواد و روش‌ها: داده‌های مورد نیاز از نتایج آزمایش‌های شیمیایی منابع آب شهرستان لردگان طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱ استخراج گردیده و با استفاده از آمار توصیفی و ضریب همبستگی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

یافته‌ها: هر چند غلظت اغلب شاخص‌ها با استانداردهای کشور مطابقت دارد اما غلظت شاخص‌های مورد بررسی روندی صعودی و کیفیت آب روندی نزولی داشته است. تعداد نمونه‌های مثبت کلیفرم مدفوعی در سال مبدا (۱۳۸۱) ۹ مورد (۶/۲۵٪) و در سال مقصد (۱۳۹۰) ۱۴ مورد (۹/۷۲٪) بوده است. میانگین و انحراف معیار نیترات در سال مبدا و سال مقصد به ترتیب برابر ۶/۵۶±۱۶/۶ و ۱۰/۷۶±۲۱/۷ میلی‌گرم در لیتر، سختی بر حسب کربنات کلسیم برابر ۴۷±۲۵۴ و ۳۴±۲۹۸ میلی‌گرم در لیتر و هدایت الکتریکی برابر ۹۲±۵۰۷ و ۹۸±۵۲۹ میکروموس بر سانتی‌متر بوده است. بر اساس ضریب همبستگی اسپیرمن، روند افزایشی برخی شاخص‌ها با زمان در سطح $\alpha \leq 0.05$ معنی‌دار بوده است.

نتیجه‌گیری: غلظت تمامی متغیرها در طی دهه‌ی مورد بررسی سیر صعودی داشته است که نشانه‌ی افت تدریجی کیفیت منابع آب آشامیدنی است. ادامه‌ی این روند و افت کیفیت منابع آب به کمتر از استانداردها می‌تواند مخاطرات بهداشتی مهمی ایجاد نماید، بنابراین پیگیری روند تغییرات، بررسی علل آن و اقدامات پیشگیرانه دارای اهمیت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب آشامیدنی، آب زیرزمینی، روند تغییرات کیفیت شیمیایی، لردگان، منابع آب

مقدمه

سازمان جهانی بهداشت، آب آشامیدنی سالم و بی‌خطر را نیاز اساسی توسعه، بهداشت و سلامتی انسان دانسته و حق دسترسی به آب سالم و بی‌خطر در سطح بین‌المللی به عنوان یکی از حقوق پایه و اصلی انسان (حقوق بشر) پذیرفته شده است [۱]. منابع آب زیرزمینی به عنوان بزرگ‌ترین منبع آب شیرین قابل دسترس، کیفیتی پویا و متغیر دارند. استفاده از این منابع نسبت به منابع آب سطحی عموماً در اولویت قرار دارد چرا که هزینه و کاربری استفاده از منابع آب سطحی بیش‌تر است [۳،۲]. افت سطح آب‌های زیرزمینی به دلیل برداشت

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۱۰۵۰۱۲

Email: khalilollah@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲۶

www.SID.ir

Archive of SID

بیش از حد می‌تواند باعث افت کیفیت آب شده و در مناطق کم آب حتی امنیت غذایی جامعه را تهدید نماید بنابراین اتخاذ استراتژی‌های مناسب برای مدیریت منابع آب زیرزمینی در چهارچوب توسعه‌ی پایدار ضرورت دارد [۵،۴]. کیفیت آب زیرزمینی نه تنها متأثر از عوامل طبیعی مانند، شرایط آب و هوایی به‌خصوص درجه حرارت و میزان بارش‌ها، بافت زمین‌شناسی سفره‌ی آب، کیفیت آب ورودی به سفره و فعل و انفعال بین آب و خاک می‌باشد بلکه تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی شامل دفع فاضلاب‌ها، شهرسازی، فعالیت‌های صنعتی و غیره نیز قرار می‌گیرد که می‌تواند هم از طریق ایجاد آلودگی و هم از طریق تغییر چرخه‌ی گردش آب باعث تغییر کیفیت آن شود [۶،۱–۸]. تغییر کیفیت منابع آب زیرزمینی و آلودگی آن می‌تواند انواع بیماری و مشکلات متعدد دیگر ایجاد نماید [۹،۷،۱]. از عوامل اصلی که حرکت آلاینده‌ها در زمین و انتقال آن‌ها به آب‌های زیرزمینی را تحت تاثیر قرار می‌دهند می‌توان از سطح ایستابی، مقدار آلاینده‌ها، نوع آن‌ها و بافت خاک نام برد [۱۰،۸،۶]. بر اساس قوانین و دستورالعمل‌های جدید اتحادیه‌ی اروپا در مورد منابع آب زیرزمینی، بررسی روند تغییرات آلودگی‌ها و ثاثیر عواملی مانند کاربری زمین، استفاده از کود، سابقه‌ی آلودگی و تغییرات اقلیمی بر منابع آب ضروری می‌باشد [۱۱].

چندین پارامتر میکروبی، فیزیکی و شیمیایی مهم تعیین شده‌اند که در تعیین قابل شرب بودن یا نبودن آب‌ها نقش اساسی ایفا می‌نمایند. پارامترهایی که در مورد تغییرات کیفیت آب‌های زیرزمینی مورد بررسی قرار میگیرند عموماً عبارتند از: کلیفرم، شمارش بشقابی باکتری‌ها، کدورت، هدایت الکتریکی، کلرید، نیترات، نیتریت، غلظت املاح محلول، سختی، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم، آهن، فلزات سنگین، سولفات، بیکربنات، اسیدیته و فلوراید [۱۵–۱۲،۱۰،۷،۶،۲،۱].

آلودگی آب‌های زیرزمینی بعد از تشخیص آلودگی چاه‌های آب شرب تشخیص داده می‌شود و این بدان معنی است که آلودگی آبخوان اتفاق افتاده و رفع آلودگی آن بسیار مشکل و یا تقریباً در کوتاه‌مدت غیر ممکن است بنابراین، اقدامات پیشگیرانه در جهت حفاظت منابع آب و بررسی آسیب‌پذیری سفره‌های آب زیرزمینی از اهمیت زیادی برخوردار است [۱۵]. در مناطقی که آب شامیدنی آن‌ها از منابع زیرزمینی تأمین می‌شود ارزیابی کیفیت و تعیین روند تغییرات این منابع در شناسایی میزان خطر آلودگی بسیار کمک‌کننده می‌باشد.

افزایش جمعیت و ارتقاء سطح زندگی باعث رشد مصرف سرانه‌ی آب شده و تقاضا برای برداشت بی‌رویه از منابع آب و از جمله آب‌های زیرزمینی را به شدت افزایش می‌دهد. از طرفی تغییرات آب و هوایی، تغییر میزان و زمان بارش‌ها، و خشک سالی‌های پی در پی باعث کاهش میزان تغذیه‌ی مجدد منابع آب می‌گردد. عوامل مذکور به همراه افزایش ورود آلاینده‌ها به منابع آب باعث می‌شود تا هم کمیت منابع آشامیدنی در دسترس روندی کاهشی داشته و هم کیفیت منابع موجود شاهد روندی نزولی باشد به گونه‌ای که تامین آب شرب بهداشتی به یکی از دغدغه‌های اساسی تبدیل شود. بی‌توجهی و حتی کم‌توجهی به موضوع و عدم توجه به اقدامات پیشگیرانه، منجر به بروز بحران آب خواهد شد [۱۷،۱۶].

نتایج مطالعه‌ی دانشور و همکاران (۱۳۹۱) بر روی تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت اردبیل نشان داده است که روند تغییرات غلظت تمام متغیرهای کیفی آب در همه ایستگاه‌ها افزایشی بوده است. بیش‌ترین روند مثبت معنی‌دار متعلق به کل مواد جامد محلول بوده است و در حالت کلی کیفیت آب زیرزمینی این دشت طی سال‌های اخیر، افت شدیدی کرده است [۱۴].

در مطالعه‌ی انتظاری و همکاران (۱۳۹۲) بر کیفیت آب زیرزمینی دشت مشهد، اطلاعات ۶۰ حلقه چاه از نظر مواد جامد محلول، سختی کل، کلر، سدیم و سولفات طی یک دهه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به دست آمده روند نزولی افت کیفیت و وضعیت نامطلوب به خصوص در قسمت‌های جنوبی دشت را نشان داده است. این مطالعه نتیجه گرفته است که باید

www.SID.ir

Archive of SID

از برداشت بی‌رویه و نشت فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به منابع آب زیرزمینی جلوگیری نمود [۱۸].

در مطالعه‌ی ملکوتیان و همکاران (۱۳۹۱) کیفیت میکروبی و شیمیایی آب شرب شهرستان بردسیر در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸ بررسی و با استانداردهای ایران و رهنمودهای WHOمقایسه گردید. پارامترهای خوردگی شامل اندیس‌های لانژلیه، رایزنر، تهاجمی، غلظت نیترات و نیتریت، تعداد کلیفرم مدفوعی و کلر باقی‌مانده مورد پایش قرار گرفت. پیشنهاد شده است که اگرچه کیفیت میکروبی و شیمیایی با استانداردها مطابقت دارد ولی با توجه به شرایط و پتانسیل‌های آلودگی در منطقه، پایش کیفیت آب ضرورت دارد [۱۹].

در پژوهشی که توسط موسوی و همکاران (۱۳۹۲) در مورد برخی از پارامترهای کیفی آب شرب آبدانان شامل نیترات ، کلرور ، سولفات و هدایت الکتریکی با استفاده از داده‌های موجود یک دوره‌ی ۵ ساله انجام گردید مقدار کلیه‌ی پارامترهای مورد بررسی روندی افزایشی را نشان داده است. بر اساس آن مطالعه، میزان سولفات و هدایت الکتریکی از حد مجاز بهداشتی کشور ایران تجاوز نموده و نقش آلاینده‌های کشاورزی، آلاینده‌های شهری و روستایی و آلاینده‌های صنعتی به ترتیب ۸۲، ۱۶/۵ و ۱/۵٪ تعیین شده و با توجه به یافته‌ها، تکمیل شبکه جمع‌آوری فاضلاب پیشنهاد شده است [۱۶].

در پژوهش احمدی و همکاران (۱۳۹۲)، کیفیت آب‌های زیرزمینی در ۱۶ چاه و ۲۴ چشمه در روستاهای تحت پوشش شهرستان ماکو از توابع استان آذربایجان غربی از نظر هجده پارامتر مورد بررسی قرار گرفته است که مقادیر فلوئور، منیزیم، سدیم، آهن و سختی در برخی از منابع، بالاتر از حد مجاز تعیین شده است. با توجه به چالش‌هایی که در مسیر تأمین آب شرب روستاها وجود دارد مدیریت منابع آبی، بایستی از طریق آموزش افراد روستایی در اولویت برنامه‌های شرکت‌های آب و فاضلاب روستایی قرار گیرد [۱۷].

کم شدن آبدهی برخی از منابع آب شرب شهرستان لردگان و نیز عدم رضایت مردم از کیفیت آب‌ها باعث شده است که برای تامین آب آشامیدنی مناسب برای بخش‌هایی از جمعیت شهرستان لردگان از تانکرهای انتقال آب استفاده گردد لذا در این مطالعه روند تغییرات کیفیت آب بخش‌هایی از شهرستان لردگان مورد بررسی قرار گرفته است تا از این طریق میزان و روند تغییرات ایجاد شده بر غلظت پارامترهای کیفیت آب مورد مطالعه قرار گیرد. منطقه‌ی مورد بررسی منطقه‌ی تحت پوشش یکی از مراکز بهداشتی- درمانی شهرستان لردگان (استان چهارمحال و بختیاری) واقع در محور اصلی اصفهان- خوزستان بوده است. این مرکز در مجموع دوازده روستا با جمعیتی بالغ بر ۹۰۰۰ نفر را تحت پوشش خود داشته و برای تامین آب ساکنین آن از ۷ منبع تامین آب (چاه و چشمه) و ۸ مخزن ذخیره‌سازی استفاده می‌شود. هدف این بررسی تعیین روند تغییرات کیفیت منابع تامین آب منطقه‌ی مورد نظر در طی دهه‌ی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

داده‌های لازم برای این پژوهش از نتایج آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی که بر روی نمونه‌های آب شبکه‌ی توزیع یا منابع آب در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱ در شبکه‌ی بهداشت و درمان و شرکت آب و فاضلاب منطقه‌ی مورد مطالعه انجام و ثبت شده استخراج گردیده است. شاخص‌های کیفیت میکروبی آب شامل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی بوده و نتایج مورد استفاده از آزمایشات ماهیانه‌ی انجام شده بر روی شبکه‌ی توزیع استخراج شده است. شاخص‌های کیفیت فیزیکی و شیمیایی شامل کدورت، هدایت الکتریکی، pH ، سختی دائم، سختی موقت، سختی کل، قلیایت کل، نیترات، نیتریت و فلوئور بوده است که از آزمایشات سالیانه‌ی انجام شده بر روی منابع آب در دهه‌ی مورد نظر به دست آمده است. آزمایشات متناسب با نوع نمونه و بر اساس روش‌های استاندارد مورد نظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (ابلاغ شده به دانشگاه‌های علوم پزشکی) و وزارت نیرو (ابلاغ شده به شرکت‌های آب و فاضلاب) انجام شده بوده است. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

۲۱ با استفاده از روش‌های توصیفی و آزمون‌های تحلیلی ناپارامتری، تجزیه و تحلیل شده‌اند.

نتایج

جدول ۱ برخی ویژگی‌های کیفیت آب در دهه‌ی مورد بررسی را ارائه نموده و با استانداردهای حال حاضر ایران مقایسه نموده است. به استثنای کلیفرم مدفوعی که در مواردی فراتر از استاندارد و فلوئور که در تمامی موارد کم‌تر از حداقل لازم بوده است در بقیه‌ی موارد مطابقت با استانداردها مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج مربوط به کیفیت میکروبی آب، از ۱۴۴۰ مورد کشت کلیفرم کل انجام شده در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱، در ۱۳۵۴ مورد آن (۹۴/۰٪ موارد) نتیجه‌ی کشت میکروبی منفی شده و محتمل‌ترین تعداد (MPN) کلیفرم کل، صفر گزارش شده است (که در واقع بر اساس جدول MPN، کوچک‌تر مساوی ۲ می‌باشد). در بین موارد کشت مثبت، بزرگ‌ترین MPN به دست آمده برابر ۲۶ و بیش‌ترین فراوانی (مُد) مربوط به MPN=۲/۱ بوده است. هم‌چنین در ۴۳ مورد (۳/۰٪ موارد) از کل کشت‌ها، کلیفرم مدفوعی مثبت شده و از استاندارد تجاوز کرده است که بزرگ‌ترین MPN به دست آمده برابر ۲۰ و بیش‌ترین فراوانی (مُد) مربوط به MPN=۳/۶ بوده است. بعلاوه بیش‌ترین موارد مثبت و بزرگ‌ترین MPN مشاهده شده چه در مورد کلیفرم کل و چه در مورد کلیفرم مدفوعی در فصل بهار و ماه اردیبهشت به دست آمده است.

جدول ۲ نیز میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های آب شرب به تفکیک منابع تامین آب در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱ را نشان می‌دهد. بدترین کیفیت میکروبی در دهه‌ی مورد بررسی به ترتیب مربوط به منابع "۸" و "۵" می‌باشد که نشان می‌دهد این منابع به بررسی میدانی و مراقبت بیش‌تری نیاز دارند. نکته‌ی جالب توجه این‌که بیش‌ترین میزان کدورت نیز در همین منابع مشاهده شده است. هم‌چنین بیش‌ترین میزان نیترات به ترتیب در منابع "۷" و "۴" مشاهده شده است و در کیفیت آب منابع از نظر فلوئور تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود.

جدول ۱: ویژگی های آب شرب تحت پوشش مرکز بهداشتی درمانی شهرستان لردگان در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۰

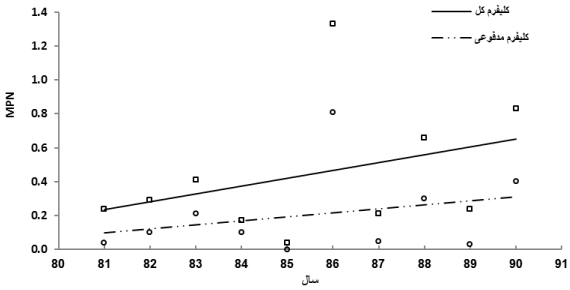
پارامتر	تعداد نمونه	کمینه	بیشینه	مُد	میانگین	انحراف معیار	استاندارد حال حاضر	
							حداکثر	حداکثر مجاز
کلیفرم کل، MPN	۱۴۴۰	≤۲	۲۶	≤۲	۰/۴۴	۲/۲۹	به شرایط بستگی دارد	
کلیفرم مدفوعی، MPN	۱۴۴۰	≤۲	۲۰	≤۲	۰/۲۰	۱/۳۶	۰	۰
کدورت ، NTU	۷۰	۰/۴	۲/۶۰	۰/۷۰	۰/۸۷	۰/۵۱	≤۱	۵
هدایت الکتریکی ، µs/cm	۷۰	۴۱۰	۷۶۱	۵۴۳	۵۴۵	۹۰	–	–
PH	۷۰	۷/۴۳	۷/۹۸	۷/۵۶	۷/۷۱	۰/۱۵	۷-۸/۵	۶/۵-۹
سختی کل ، mg/l $CaCO_3$	۷۰	۱۶۵	۳۹۲	۲۵۰	۲۷۲	۵۰	۲۰۰	۵۰۰
سختی دائم ، mg/l $CaCO_3$	۷۰	۳۲	۱۶۰	۱۰۰	۸۷	۳۰	–	–
سختی موقت ، mg/l $CaCO_3$	۷۰	۷۸	۳۰۵	۲۰۰	۱۸۵	۴۶	–	–
قلیایت کل ، mg/l $CaCO_3$	۷۰	۱۱۷	۳۵۵	۳۱۰	۲۰۸	۵۵	–	–
قلیایت فنل فتالئین ، mg/l	۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نیترات ، mg/l NO_3	۷۰	۴/۶۵	۴۶	۱۵	۱۸	۸/۷۰	۰	۵۰
نیتریت ، mg/l NO_3	۷۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۵۹۰	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۷۳	۰	۳
فلوئور ، mg/l	۷۰	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۱۴۹	۰/۰۲۵	۰/۵	۱/۵

www.SID.ir

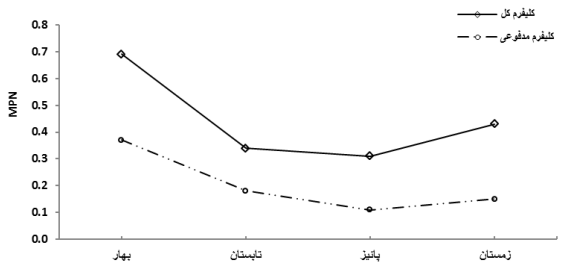
Archive of SID

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های آب شرب تحت پوشش مرکزبهداشتی درمانی شهرستان لردگان درسال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱ به تفکیک منبع آب

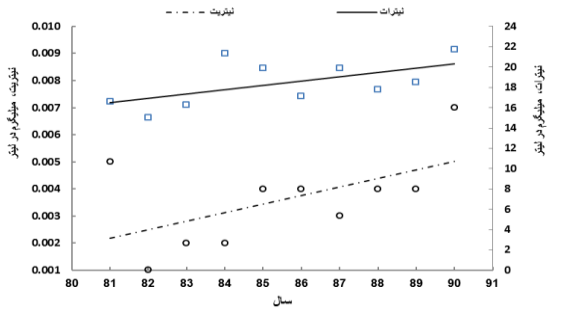
پارامتر	منبع آب							
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
کلیفرم کل، MPN	۰/۲۳±۱/۳۵	۰/۷۳±۳/۳۷	۰/۲۵±۱/۴۹	۰/۶۴±۲/۴۱	۰/۹۵±۴/۱۰	۰/۱۷±۱/۴۲	۰/۲۷±۱/۲۸	۱/۱۰±۳/۳۹
کلیفرم مدفوعی، MPN	۰/۱۷±۱/۲۵	۰/۲۳±۱/۷۵	۰/۱۲±۱/۰۷	۰/۳۰±۱/۶۷	۰/۴۸±۲/۱۷	۰/۱۳±۱/۳۷	۰/۲۰±۱/۰۷	۰/۳۳±۱/۱۷
کدورت ، NTU	۰/۶۳±۰/۱۰	۰/۶۱±۰/۱۴	–	۰/۷۱±۰/۰۳	۱/۵۴±۰/۷۳	۰/۶۸±۰/۰۳	۰/۵۶±۰/۰۶	۱/۳۳±۰/۶۱
هدایت الکتریکی، µmho/cm	۶۷۷±۴۸	۶۰۸±۱۰۳	–	۵۴۴±۱۵	۴۴۳±۴۷	۵۳۵±۱۲	۵۴۲±۳۰	۴۶۳±۵۰
PH	۷/۷۱±۰/۱۴	۷/۸۳±۰/۱۴	–	۷/۸۱±۰/۰۹	۷/۵۸±۰/۱۱	۷/۶۸±۰/۱۳	۷/۷۰±۰/۱۵	۷/۶۸±۰/۱۶
سختی کل ، mg/l $CaCO_3$	۳۱۸±۱۱	۳۱۹±۱۷	–	۲۳۵±۳۰	۲۷۰±۵۱	۲۹۲±۳۹	۲۷۳±۱۹	۱۹۸±۲۶
قلیایت کل ، mg/l$CaCO_3$	۲۲۱±۵۰	۲۷۷±۴۰	–	۱۷۸±۳۴	۲۱۲±۷۰	۲۲۴±۴۲	۲۰۰±۸	۱۴۶±۱۶
نیترات ، mg/l NO_3	۱۸/۰±۲/۲	۱۷/۰±۲/۳	–	۲۳/۷±۳/۶	۸/۳±۴/۲	۱۱/۹±۵/۸	۳۲/۲±۸/۵	۱۷/۹±۵/۳
نیتریت ، mg/l NO_3	۰/۰۰۵±۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۱±۰/۰۰۰۳	–	۰/۰۰۴±۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴±۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۹±۰/۰۱۷۸	۰/۰۰۵±۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۶±۰/۰۰۱۷
فلوئور ، mg/l	۰/۱۵±۰/۰۲	۰/۱۶±۰/۰۲	–	۰/۱۴±۰/۰۳	۰/۱۵±۰/۰۴	۰/۱۵±۰/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۱	۰/۱۵±۰/۰۲



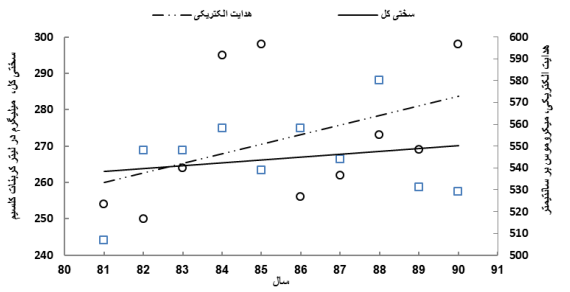
شکل ۱. روند تغییرات میانگین سالیانه ی شاخص کیفیت میکروبی آب آشامیدنی در دهه ی ۱۳۹۰



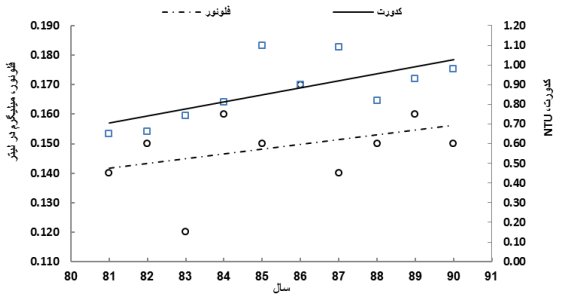
شکل ۲. تغییرات میانگین شاخص کیفیت میکروبی آب آشامیدنی با فصل در دهه ی ۱۳۹۰



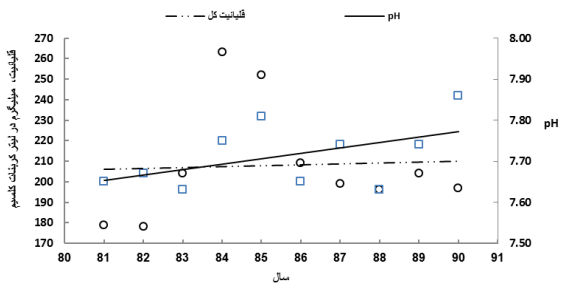
شکل ۳. روند تغییرات میانگین سالیانه ی نیتریت و نیترات آب آشامیدنی در دهه ی ۱۳۹۰



شکل ۴. روند تغییرات میانگین سالیانه ی سختی و هدایت الکتریکی آب آشامیدنی در دهه ی ۱۳۹۰



شکل ۵. روند تغییرات میانگین سالیانه ی فلوئور و کدورت آب آشامیدنی در دهه ی ۱۳۹۰



شکل ۶. روند تغییرات میانگین سالیانه ی قلیائیت و pH آب آشامیدنی در دهه ی ۱۳۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

شکل‌های ۱ تا ۶ نیز روند تغییرات برخی از پارامترها را در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱ نشان می‌دهند. در مورد کیفیت میکروبی و شاخص‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی، اگرچه تفاوت بین میانگین مقادیر در سال‌های مختلف از نظر عددی چندان زیاد نیست اما در هر حال روندی صعودی را نشان می‌دهد که می‌تواند به عنوان نشانه‌ی تشدید آلودگی میکروبی و افت کیفیت در نظر گرفته شود. همین روند در مورد سختی، هدایت الکتریکی، نیتریت و نیترات، کدورت، فلوئور، pH و قلیائیت نیز مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

منطقه‌ی مورد مطالعه تحت پوشش شهرستان لردگان در محور اصلی اصفهان به خوزستان واقع بوده و دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد. در این بررسی اطلاعات موجود یک دهه (۱۳۹۰-۱۳۸۱) مربوط به پایش کیفیت آب آشامیدنی استحصالی از ۷ منبع آب زیرزمینی (چاه و چشمه) که از طریق ۸ مخزن ذخیره بین ۱۲ روستا با جمعیت حدود ۹۰۰۰ نفر توزیع می‌شده استفاده شده است. نتایج ارائه شده در این مقاله حاصل جمع‌بندی ۱۴۴۰ نمونه‌ی میکروبی و ۷۰ نمونه برای هر کدام از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بوده است.

مهم‌ترین ویژگی آب‌های آشامیدنی که از نظر سلامتی و بهداشت مردم در اولویت اول قرار دارد کیفیت میکروبی آن است که از طریق شاخص‌های میکروبی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی مورد ارزیابی و پایش مستمر قرار می‌گیرد. به دلیل ماهیت منابع آب‌های زیرزمینی و آب شبکه‌ی توزیع، آلودگی کلیفرمی مشاهده شده در این منابع عموماً منشا فاضلابی خواهند داشت. بر اساس نتایج به دست آمده، ۶٪ نمونه‌ها آلودگی کلیفرم کل و ۳٪ نمونه‌ها آلودگی به کلیفرم مدفوعی داشته‌اند که نشان می‌دهد ۵۰٪ موارد آلودگی، ناشی از آلودگی به فاضلاب بوده است. روند تعداد کلیفرم موجود در منابع آب با زمان سیر صعودی داشته است (نمودار۱). افزایش غلظت و تعداد شاخص‌های مذکور با زمان را می‌توان به افت سطح آب و اثر آن بر افزایش غلظت و یا ورود فاضلاب انسانی و یا حیوانی ارتباط داد [۱]. در مطالعه‌ی رحیمی و همکاران علت تغییرات کیفیت آب رودخانه‌ی مورد بررسی، تغییر کاربری‌ها، گسترش بیش‌تر کارخانجات، تخلیه فاضلاب و کود به منابع آب عنوان شده است [۲۰]. هم‌چنین بیش‌ترین موارد آلودگی مربوط به فصل بهار و ماه اردیبهشت بوده است (نمودار۲) که علت آن را می‌توان افزایش میزان بارش‌ها و اثر آن بر انتقال آلودگی به منابع آب دانست.

به طور کلی آزمون آماری "من‌ویتنی" نشان داده است که تفاوت بین منابع آب از نظر کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، کدورت، هدایت الکتریکی، سختی کل، قلیائیت کل و نیترات در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار و تفاوت بین منابع آب از نظر PH و فلوئور در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که بین منابع آب مورد بررسی از نظر اکثر پارامترهای کیفی مورد بررسی تفاوت وجود دارد که در صورت وجود شرایط انتخاب منبع، می‌توان منبع آب مناسب را انتخاب نمود.

هر چند همبستگی بین غلظت نیترات با زمان بر اساس ضریب همبستگی پیرسون و در سطح $\alpha \leq ۰/۰۵$ معنی‌دار نبوده است اما با توجه به نمودار ۳ غلظت نیترات در منابع آب سیر صعودی داشته و از ۶/۶±۱۶/۶ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات در سال ۱۳۸۱ به ۱۰/۸±۲۱/۷ در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. همین روند صعودی در مورد نیتریت نیز صادق می‌باشد. نیترات یکی از شاخص‌های مهم شیمیایی منابع آب می‌باشد که ارتباط آن با بیماری سیانوزیس در کودکان به اثبات رسیده است [۱]. اهمیت روند افزایشی نیترات، حتی قبل از رسیدن به حد استاندارد، به این دلیل است که این یون یکی از شاخص‌های مهم آلودگی است که با بیماری‌هایی ناشی از نیتروزآمین‌ها از جمله سرطان ارتباط دارد. مقدار نیترات منابع آب زیرزمینی را به عواملی متعددی از جمله شرایط هیدروژئولوژیک، بافت خاک، میزان بارندگی، فعالیت‌های انسانی، موقعیت مکانی، نوع، عمق و سن چاه ارتباط داده‌اند [۲۱]. مطالعه‌ی An و همکاران در کره‌ی جنوبی

www.SID.ir

Archive of SID

در مورد روند تغییرات کیفیت منابع آب زیرزمینی نشان داده است که غلظت نیترات در اغلب چاه‌های مورد بررسی روندی صعودی داشته و در مورد عمق‌های مختلف می‌توان به روندهای متفاوتی دست یافت [۲۲]. هم‌چنین مطالعه‌ی Lim و همکاران نشان داده است که به رغم وجود فعالیت‌های کشاورزی و نیز دفن اجساد حیوانات بیمار در اطراف چاه‌های آب، غلظت نیترات به دلیل اقدامات مدیریتی اعمال شده روندی کاهش داشته است [۲۳].

در مورد سختی کل و هدایت الکتریکی که از شاخص‌های مهم گوارایی آب بوده و میزان رضایت مصرف‌کنندگان به شدت به آن‌ها وابسته است نیز در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱ روندی افزایشی طی شده است (نمودار۴). هر چند بر اساس آزمون ضریب همبستگی پیرسون، همبستگی بین هر کدام از ویژگی‌های سختی کل و هدایت الکتریکی با زمان در سطح $\alpha \leq ۰/۰۵$ معنی‌دار نبوده است اما ضریب همبستگی بین سختی کل و هدایت الکتریکی معادل ۰/۴۶۱ و در سطح $\alpha \leq ۰/۰۰۱$ معنی‌دار می‌باشد. میزان سختی در گستره‌ی ۱۶۵ تا ۳۹۲ با میانگین ۲۷۲ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم و میزان هدایت الکتریکی در گستره‌ی ۴۱۰ تا ۷۶۱ با میانگین ۵۴۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بوده است. میانگین هدایت الکتریکی و سختی منابع آب نشان می‌دهد که این منابع آب از نظر هدایت الکتریکی جزء منابع آب "خوب" و از نظر سختی جزء منابع آب "سخت" قرار می‌گیرند [۲]. تفاوت بین میزان سختی و هدایت الکتریکی منابع آب را می‌توان به ساختار و بافت خاک ارتباط داد. روند و سرعت افزایش هدایت الکتریکی بیش‌تر از سختی است (نمودار ۴) که نشان‌دهنده‌ی آن است که غیر از فلزات ایجادکننده‌ی سختی، فلزات دیگری نیز (مثلاً سدیم) به منابع آب اضافه می‌گردند. سختی آب علاوه بر تاثیر بر گوارایی آب، آثار اقتصادی مهمی از نظر مصرف انرژی و کارآیی و مصرف صابون نیز خواهد داشت [۱]. نتایج مطالعه‌ی کلاهدوزان و همکاران در منابع آب زیرزمینی دشت میاندوآب نشان داده است که میزان EC با افت سطح آب زیرزمینی روند صعودی را طی کرده و حتی در دوره‌ی پر آب، مقدار آن در هر سال حدود ۲۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر افزایش داشته است [۲۴]. مطالعه‌ی بختیان و همکاران بر روی منابع آب زیرزمینی (مطالعه‌ی موردی در منطقه‌ی راور کرمان) نشان داده است که میزان کل جامدات محلول منابع آب مورد بررسی که با سختی و هدایت الکتریکی ارتباط تنگاتنگی دارد طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲ از ۵۰۳۰ میلی‌گرم در لیتر به ۵۴۴۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافته و کیفیت آب را برای آشامیدن نامناسب نموده است [۳].

در مورد تغییرات غلظت فلوراید در طول سالیان مورد بررسی، روندی افزایشی مشاهده می‌شود (نمودار ۵). همان‌گونه که قبلاً و در مورد پارامترهای دیگر بیان شد علت آن می‌تواند افت سطح آب و اثر آن بر افزایش غلظت باشد. از آن‌جایی که میزان فلوئور منابع آب مورد بررسی بسیار کم‌تر از حد استاندارد آب آشامیدنی است این روند افزایش مطلوب می‌باشد.

pH منابع آب مورد بررسی در گستره‌ی ۷/۴۳ تا ۷/۹۸ بوده و میانگین ۷/۷۱ داشته است که نشان می‌دهد کمی قلیایی است اما با استانداردهای آب آشامیدنی کشور مطابقت دارد. میانگین آن به طور کلی روندی افزایشی داشته و از ۷/۶۵ در سال ۸۱ به ۷/۸۶ در سال ۹۰ افزایش یافته است. بر اساس ضریب همبستگی پیرسون (۰/۲۶۶)، همبستگی مثبت ضعیفی بین pH و زمان در سطح $\alpha \leq ۰/۰۵$ معنی‌دار بوده است. هم‌چنین میزان قلیائیت نیز در گستره‌ی ۱۱۷ تا ۳۵۵ بوده و میانگین ۲۰۸ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم داشته است. تفاوت زیاد بین میزان قلیائیت منابع آب را می‌توان به تشکیلات خاک‌شناسی منطقه ارتباط داد [۴]. هر چند بر اساس ضریب همبستگی پیرسون، همبستگی بین قلیائیت و زمان در سطح $\alpha \leq ۰/۰۵$ معنی‌دار نبوده است اما با توجه به روند تغییرات pH، میزان قلیائیت نیز روندی افزایشی و مورد انتظار داشته است [۲۶،۲۵] (نمودار ۶). تغییرات pH منابع آب به تعادل پویای غلظت کلسیم، بی‌کربنات، هیدروکسید و هیدروکسیل وابسته است [۱۲].

www.SID.ir

Archive of SID

به طور کلی یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که غلظت تمامی متغیرهای مورد بررسی در طی یک دهه (سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱) سیر صعودی داشته است که نشانه‌ی افت تدریجی کیفیت آب‌های آشامیدنی است. هر چند در حال حاضر غلظت اکثر متغیرهای مورد بررسی در محدوده‌ی استانداردهای کشور ایران قرار دارد اما ادامه‌ی این روند و افت کیفیت منابع آب به کم‌تر از استانداردها می‌تواند به تهدید سلامتی مردم منجر گردد بنابراین پیگیری روند تغییرات، بررسی دلایل آن و اقدامات پیشگیرانه دارای اهمیت می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با پشتیبانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان- دانشکده بهداشت دامغان، مرکز بهداشت و شرکت آب و فاضلاب شهرستان لردگان انجام شده است لذا نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از سازمان متبوع اعلام می‌نمایند.

منابع

[1] Thomas DR, Sunil B, Latha C. Assessment of seasonal variation on physicochemical and Microbiological quality of drinking water at mannuthy, Kerala. Int J Chem Environ Pharm Res 2011; 2: 135-140.

[2] Nag S, Ghosh P. Variation in groundwater levels and water quality in chhatna block, bankura district, West Bengal—a GIS approach. J Geolog Soc India 2013; 81: 261-280.

[3] Babakhani M, Zehtabian G, Keshtkar AR, Khosravi H. Trend of groundwater quality changes, using geo statistics (case study: ravar plain). Pollution 2016; 2: 115-129. (Persian).

[4] Rahman AS, Kamruzzama M, Jahan CS, Mazumder QH. Long-term trend analysis of water table using 'MAKESENS'model and sustainability of groundwater resources in drought prone Barind area, NW Bangladesh. J Geol Soc India 2016; 87: 179-193.

[5] An H, Jee SW, Lee SJ, Hyun Y, Yoon H, Kim RH. Suggestion of a Groundwater Quality Management Framework Using Threshold Values and Trend Analysis. Journal of Soil and Groundwater Environment. 2015;20: 112-20.

[6] Driss B, Radouane E, Abdelkader C. Variation of groundwater quality in the poultry farming using cluster and multivariate factor analysis: a case study from middle atlas area, Morocco. Int J Biosci (IJB) 2013; 3: 140-147.

[7] Tizro Taheri A, Voudouris K, Vahedi S. Spatial variation of groundwater quality parameters: a case study from a semiarid region of Iran. Int Bull Water Res Dev 2014; 1: 1-14.

[8] MacDonald A, Bonsor H, Ahmed K, Burgess W, Basharat M, Calow R, et al. Groundwater quality and depletion in the Indo-Gangetic Basin mapped from in situ observations. Nature Geoscience 2016; 9: 762-766.

[9] Li Q, Jia RL, Zhou JL. The groundwater quality evaluation and analysis of its changing trend in major cities of Xinjiang. Applied Mechanics and Materials 2013; 256: 2583-2588.

[10] Selvam S, Manimaran G, Sivasubramanian P. Hydrochemical characteristics and GIS-based assessment of groundwater quality in the coastal aquifers of Tuticorin corporation, Tamilnadu, India. Appl Water Sci 2013; 3: 145-159.

[11] Oliva F, Vegas E, Civit S, Garrido T, Fraile J, Munné A. Trend assessment for groundwater pollutants: a brief review and some remarks. experiences from ground, coastal and transitional water quality monitoring: Springer; 2015. p. 25-62.

[12] Joshua W, Thushyanthy M, Nanthagoban N. Seasonal variation of water table and groundwater quality of the karst aquifer of the Jaffna Peninsula-Sri Lanka. J Nat Sci Found Sri Lanka 2013; 41: 3-12.

[13] Humbarde SV, Panaskar D, Pawar R. Evaluation of the seasonal variation in the hydrogeochemical parameters and quality assessment of the groundwater in the proximity of Parli Thermal power plant, Beed, Maharashtra, India. Adv Appl Sci Res 2014; 5.

[14] Daneshvar Vosoughi F, Dinpajooh Y. Investigate changes in groundwater quality Ardabil using spearman. J Environ Stud 2013; 38: 17-28.

[15] Azizi F, Mohammad Zadeh H. Aquifer vulnerability and evaluation of groundwater quality spatial variations in gachsaran emamzadeh Jaafar plain using drastic model and gwqi index. J Water Res Eng 2012; 5: 1-16. (Persian).

[16] Moosavi SZ, Eslamian SS, Abedi Koopaee J. Identificatin of contaminat sources and survey on Abadan vilages drinking water quality changes (arvandkenar county). Sixteenth Nat Conf Environ Health Iran 2013. (Persian).

[17] Ahmadi M, Jafari Nejad H, Heydari B, Abbaszadeh J. Survey on quality of groundwater of Maku villages to determine its quality for drinking. Sixteenth Nat Conf Environ Health Iran 2013. (Persian).

[18] Entezari A, Akbari E, Myvanh F. Evaluation of the quality of drinking water extracted from Mashhad plain groundwater resources on human disease over the last decade. Appl Res Sci GIS (Geographical Sciences) 2013; 3: 157-172. (Persian).

[19] Malakootian M, Momeni J. Quality survey of drinking water in bardsir, Iran 2009-2010. J Rafsenjan Univ Med Sci 2012; 11: 403-410. (Persian).

[20] Rahimi L, Dehghani AA, Ghorbani K. Comparison of total flow, base flow and water-quality characteristics trend in Arazkuseh hydrometric station. J Water Manag Res 2016; 7: 83-91. (Persian).

[21] Moeinian K, Hosseinnejad H, Rastgoo T. Concentration of nitrate, nitrite and some other parameters in drinking water wells, Talesh (Northern IRAN), 2011. J Guilan Univ Med Sci 2014; 22: 26-33. (Persian).

[22] An H, Jeen SW, Hyun Y, Lee SJ, Yoon H, Kim RH, editors. Trend analysis for groundwater quality at different depths for national groundwater quality monitoring network of Korea. EGU General Assembly Conf Abs 2015; 17: 4265.

[23] Lim JW, Lee KK, editors. Trend in groundwater quality near FMD burials in agricultural region, South Korea. EGU General Assembly Conference Abstracts; 2015,Apr :Vol. 17, p. 4417.

www.SID.ir

Archive of SID

[24] Kolahdouzan A, Dinpashoh Y, Poor DA, Ghorbanian M. Study of groundwater qualitative changes trend in miandoab plain using the mann-kendall method. J Soil Water Sci 2015; 25: 221-235.

[25] Humbarde SV, Panaskar D, Pawar R. Evaluation of the seasonal variation in the hydrogeochemical parameters and quality assessment of the groundwater in the proximity of Parli Thermal power plant, Beed, Maharashtra, India. Adv Appl Sci Res 2014; 5: 24-34.

[26] Lamture S, Ghorade I, Patil S. Groundwater quality assessment of kunkalika dam command area, beed district (Maharashtra). Gold Res Thoughts 2014; 3: 1-5.

www.SID.ir

Archive of SID

Survey on trend changes of drinking groundwater resources quality: A case study in Lordegan

Khalilollah Moeinian (Ph.D)[1*], Seyed Iman Moosavifar (B.Sc)[2],Tayyabeh Rastgou (M.Sc)[1]
1- Dept. of Environmental Health Engineering, School of Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran
2 - Student Research Committee, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

(Received: 17 Sep 2016; Accepted: 16 Nov 2016)

Introduction: Groundwater is the main source of drinking water and the life of many human societies depend on it. Continuous monitoring and assessment of groundwater quality changes are necessary because improvement and decontamination of polluted groundwater is very difficult and costly. The aim of this study was to determine the groundwater quality trend changes in Lordegan city (Iran) during one decade (2002-2012).

Materials and Methods: The required data were collected from the results recorded in the years 2002-2012 and analyzed by descriptive and analytical statistics (correlation coefficients).

Results: changes of all of them were ascending. In the first and end year of the study period, the number of fecal coliform positive samples were 9(6.25%) and 14(9.75%) and the mean±SD of fecal coliform's MPN in positive samples were 0.24±0.04 and 0.83±0.40 respectively. Also the mean±SD of nitrate (as nitrate, mg/l), total hardness (as calcium carbonate, mg/l) and electrical conductivity (as micromhos/cm) in the first and end year of the study period were 16.6±6.56 and 21.7±10.76, 254±47 and 298±34 and 507±92 and 529±98 respectively. On the basis of spearman's correlation coefficient, the ascending trend of some parameters concentration with time was significant at the level of 95% of confidence limits ($\alpha \leq 0.05$).

Conclusion: The ascending trend of concentration of all the parameters shows gradual declining of drinking water resources quality. Continuing the ascending trend of the parameters concentration and declining the quality of water resources and incompatibility with Iranian drinking water standard can lead to significant health risks, therefore, tracking the trend changes, investigating the reasons and preventive measures are important.

Keywords: Drinking water, Groundwater, Lordegan, Trend changes, Water resources

* Corresponding author. Tel: +98 9133105012
khalilollah@yahoo.com

www.SID.ir