

آنالیز فیزیکی و شیمیایی منابع آب‌های زیرزمینی قابل شرب در مناطق روستایی بابل

علی‌اکبر محمدی^۱، عبدالایمان عمویی^۲، هاجر طبری‌نیا^۳، حسین فرجی^{۳*}

- ۱- مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران.
۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.
۳- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۷

چکیده

زمینه و هدف

یکی از مهم‌ترین نیازهای انسان دسترسی به آب سالم و ایمن است. اثر آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی بر سلامت عمومی از مهم‌ترین نگرانی‌های جامعه جهانی است. لذا هدف از این مطالعه بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی منابع آب‌های روستایی شهر بابل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در مطالعه توصیفی- مقطعی حاضر در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱ انجام گرفت. ۱۴ پارامتر فیزیکی و شیمیایی در ۷۸ نمونه تصادفی از ۳۹ منبع آبی مربوط به دو فصل پاییز و بهار، به روش آنالیز توصیفی مورد سنجش قرار گرفتند و این مقادیر با استانداردهای آب ایران و سازمان بهداشت جهانی همچنین با دیاگرام شولر مقایسه گردید.

یافته‌ها

یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که پارامترهای نیتريت، نیترات سولفات، کلرور، سدیم، هدایت الکتریکی و pH نواحی مورد نظر در محدوده استاندارد بوده‌اند، ولی میزان کدورت، سختی کل و آهن در ۷/۷، ۱۳/۵ و ۵/۵ درصد موارد به ترتیب بیشتر از حد استاندارد می‌باشند. همچنین غلظت فلوراید در محدوده ۰/۰۲ تا ۱/۱۳ میلی‌گرم در لیتر بوده که این مقدار در ۸۷/۲ درصد نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد و در ۱۲/۸ درصد در محدوده استاندارد بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شدند. همچنین بر اساس طبقه‌بندی شولر پارامترهای کیفی منابع آب مورد مطالعه از نظر قابلیت شرب در وضعیت متوسط تا خوب قرار داشتند.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت که بیشتر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی منابع آب روستاهای مورد مطالعه در محدوده استاندارد ۱۰۵۳ آب ایران می‌باشد، ولی میزان فلوراید در اکثر مناطق کمتر از حد استاندارد بود. بنابراین می‌توان با افزودن فلوئور به منابع آب روستایی بابل از عوارض ناشی از کمبود آن جلوگیری نمود.

کلیدواژه‌ها

آب زیرزمینی، بابل، کنترل کیفی، آب آشامیدنی

* نویسنده مسئول: دانشگاه علوم پزشکی بابل، گروه مهندسی بهداشت محیط.
پست الکترونیک: Faraj_hossein@yahoo.com

■ مقدمه

این مسأله از مشکلات اساسی در بیشتر بخش‌های کره زمین است، بطوریکه حدود ۲۰۰ میلیون نفر از ۲۵ کشور در معرض غلظت‌های بالای فلوراید در منابع آب‌های زیرزمینی قرار دارند (۹،۱۰).

آب آشامیدنی حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم سولفات و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم باعث سوءهاضمه و اسهال شدید در مصرف‌کنندگان می‌شود (۱۱). کیفیت آب به این دلیل یکی از نگرانی‌های مهم و حیاتی برای مردم است که بطور مستقیم با رفاه و آسایش انسان در ارتباط است. بنابراین پایش کیفی آب روستاها بسیار ضروری به نظر می‌رسد بطوریکه در این زمینه پژوهش‌های زیادی در ایران و سایر کشورها صورت گرفته است (۱۵-۱۲).

یافته‌های تحقیقی که دیندارلو و همکارانش جهت بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس انجام دادند نشان داد که میزان سولفات، کلرور، سدیم و سختی کل در منابع آب‌های زیرزمینی از حداکثر مجاز و میزان نیتريت، TDS^1 و کلسیم از حد مطلوب فراتر می‌باشد (۱۶).

نتایج مطالعه رجایی و همکارانش در بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب روستایی دشت بیرجند و قائن در سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹، بیانگر آن بود که باقیمانده جامدات خشک در ۳۷ درصد از نمونه‌ها، سختی در ۲۵ درصد، سولفات در ۳۳ درصد، سدیم در ۷۰ درصد، کلرید در ۲۵ درصد و هدایت الکتریکی در ۵۱ درصد موارد بیشتر از حداکثر مجاز استاندارد ملی و فلوئور در ۹۲ درصد از نمونه‌های آنالیز شده کمتر از حداقل میزان توصیه شده بدست آمد. همچنین بر اساس دیاگرام شولر پارامترهای کیفی آب در وضعیت خوب تا نامناسب قرار گرفتند (۱۷).

نتایج آنالیز کیفیت آب آشامیدنی در مناطق روستایی و حوالی شهر تیان‌آن در چین توسط Wu-yuan Jia و همکارانش در دو فصل پرباران و کم‌باران نشان داد که آب‌های موجود در این ناحیه به مقدار کمی آلوده شده‌اند و مقدار آهن، نیتروژن آمونیاکی و کل کلی‌فرم‌ها بیشتر از حد استاندارد تعیین شده است (۱۸).

نتایج مطالعه روی تفسیر پارامترهای کیفیت آب آشامیدنی برای روستاهای سانگانر هندوستان توسط Yashbir با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره در سال ۲۰۱۰ نشان داد که کیفیت

آب زندگی است. این مایع حیات‌بخش پایه و اساس بهداشت سلامت، پیشرفت و رفاه است. در ایران و کشورهای در حال توسعه در چند دهه گذشته با افزایش رشد جمعیت و فعالیت‌های صنعتی، از یک طرف میزان آلودگی منابع آبی افزایش یافته و از طرف دیگر نیاز به آب با کیفیت خوب روز به روز افزایش می‌یابد. در این میان منابع آب‌های زیرزمینی به لحاظ فیلتراسیون طبیعی منبعی ایمن برای آب آشامیدنی محسوب می‌شود لذا آب زیرزمینی نقش مهمی را در چرخه فعالیت‌های انسان ایفا می‌کند (۱).

آب‌های زیرزمینی از دو جنبه کمی و کیفی قابل بررسی می‌باشند. در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، بیشترین توجه به یافتن سفره‌های آب زیرزمینی مناسب جهت تأمین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت معطوف گردیده است. این در حالی است که کمتر به حفظ کیفیت منابع زیرزمینی توجه می‌شود (۲،۳).

نتایج مطالعات Fao نشان داده است که در ۹۳ کشور جهان آب از عدم پایداری برخوردار است بدان معنی که استفاده از آب بیش از مقدار جایگزین شده در منابع است و ایران که حدود ۹۵ درصد از خاکش در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد، در زمره این مناطق است (۴).

برای حفاظت از سلامت افراد و بهداشت جامعه، آبی که در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌گیرد بایستی مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی باشد. از جمله امراض ناشی از مصرف آب آلوده می‌توان به بیماری مت هموگلوبین اشاره نمود که در نتیجه آشامیدن آب حاوی نیترات بالا (با خاصیت سرطان‌زایی) در نوزادان زیر شش ماه ایجاد می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی به نیترات در بسیاری از مناطق دنیا بصورت مشکل جدی مطرح می‌باشد (۵،۶).

فلوراید از میکروالمنت‌های ضروری برای انسان است که مصرف آن به مقدار مناسب دندان‌ها را در مقابل حمله میکروبی به خصوص در دوران کودکی محافظت می‌کند، ولی قرار گرفتن در معرض بیش از حد فلوراید در دراز مدت عوارض سوء مزمن از جمله فلوروزیس دندان و استخوانی، مشکلات عصبی و آلزایمر را به دنبال دارد (۷،۸).

¹ Total Dissolved Solids

همچنین بررسی آنیون‌ها و کاتیون‌های فلئور، نیترات و سولفات با دستگاه اسپکتروفتومتر HACH مدل DR 2000 در آزمایشگاه معاونت بهداشتی بابل انجام گردید (۲۱).

■ یافته‌ها

میانگین کدورت NTU $1/72$ و هدایت الکتریکی $815/6 \mu mhos/cm$ ، کل جامدات $402 mg/l$ ، سختی کل $346/7 mg/l CaCO_3$ ، نیترات و نیتريت به ترتیب $1/86$ و $0/01$ میلی گرم در لیتر، سولفات 38 و کلرور $31/5$ ، فلوراید $0/32$ ، کلسیم $99/78$ ، منیزیم $9/6$ ، سدیم $8/1$ و آهن و منگنز نیز به ترتیب $0/01$ و $0/01$ میلی گرم در لیتر گزارش شد (جدول شماره ۱).

مقایسه مقادیر پارامترها در آب شرب مناطق روستایی شهر بابل با استانداردهای ملی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است و بیان می‌کند که اکثر پارامترهای روستاهای مورد مطالعه در ارتباط با پارامترهای نیتريت، نیترات سولفات، کلرور، سدیم، هدایت الکتریکی و pH در محدوده استاندارد بوده‌اند، ولی میزان کدورت، سختی کل و آهن در $7/7$ ، $5/13$ و $20/5$ درصد به ترتیب بیشتر از حد استاندارد می‌باشند، همچنین غلظت فلوراید در محدوده $0/02$ تا $1/13$ میلی گرم در لیتر بوده که میزان $87/2$ درصد نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد و $12/8$ درصد نمونه‌ها در محدوده استاندارد بین $0/5$ تا $5/1$ میلی گرم در لیتر بوده‌اند.

در دیاگرام شولر حدود فاکتورهای مختلفی از آب شرب طبقه‌بندی شده است (جدول شماره ۲) که بر این اساس می‌توان کیفیت آب‌های مناطق را مورد آزمایش قرار داد. جهت مشخص نمودن کیفیت آب علاوه بر استانداردهای ملی و بین‌المللی از استانداردهای دیگری هم استفاده می‌شود که دیاگرام شولر یکی از انواع آن می‌باشد. در مطالعه حاضر بر اساس طبقه‌بندی شولر پارامترهای کیفی آب منطقه از نظر قابلیت شرب در وضعیت متوسط تا خوب قرار گرفتند (جدول شماره ۳).

این آب‌ها به شرایط نامناسبی پیش می‌روند و اکثراً به مقدار بالاتر از حد مجاز فلوراید، نیترات و قلیائیت ناشی از منابع آلاینده‌های مصنوعی و آلی آلوده هستند (۱۹).

همچنین نتایج ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی در جنوب سند توسط Memon و همکارانش نشان داد که هر چهار نمونه برداشت شده از قسمت‌های مختلف بدنه آبی، دارای میزان کدورت بالا همراه با کلی فرم و نمک‌های محلول می‌باشند. علاوه بر این آب زیرزمینی این مناطق به شدت با سختی، جامدات محلول، قلیائیت و سدیم آلوده است. بنابراین شیوع بیماری‌های اسهال و استفراغ، کلیه، پوست و غیره ممکن است با کیفیت پایین آب موجود در منطقه ارتباط داشته باشد (۲۰). این پژوهش با هدف ارائه تصویری روشن از وضعیت کنترل کیفی آب آشامیدنی ۳۹ منبع آب زیرزمینی تحت پوشش آب و فاضلاب روستایی شهرستان بابل استان مازندران مورد مطالعه قرار گرفت.

■ مواد و روش‌ها

دشت بابل در مرکز استان مازندران در طول جغرافیایی 38 درجه و 52 دقیقه تا 25 درجه و 52 دقیقه و عرض 37 درجه و 36 دقیقه تا 54 درجه و 35 دقیقه واقع است. دشت بابل با وسعت 1578 کیلومتر مربع دارای بیش از 510 روستا با جمعیت روستایی بالغ بر 230973 نفر می‌باشد. مطالعه مورد نظر از نوع توصیفی-مقطعی بود و نمونه‌برداری در فاصله زمانی پائیز 1390 تا بهار 1391 به تعداد 78 نمونه (هر نمونه دو بار تکرار) از 39 منبع آبی انجام شد و 14 پارامتر مورد آنالیز قرار گرفت.

کلیه مراحل نمونه‌گیری و آنالیز نمونه‌ها بر اساس روش استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام شد. پارامترهای pH و EC در محل نمونه‌گیری اندازه‌گیری شدند و بقیه آزمایشات در دو دسته کلی دستگاهی و تیترومتری انجام شد. آزمایش‌های سختی موقت و دائم، کلسیم، منیزیم و کلرور به روش تیترومتری و آزمایش‌های pH (با دستگاه pH متر مدل WTW)، هدایت الکتریکی (EC) با دستگاه (Esi metr WBW)، کدورت (با دستگاه کدورت‌سنج مدل HACH 50161/co150 با نشان HACH P2100 ساخت کشور آمریکا با دقت $0/01$) به روش دستگاهی مورد آنالیز قرار گرفت.

جدول شماره ۱- آمار توصیفی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱

پارامتر	حداقل	حداکثر	میانگین	استاندارد ملی آب ایران ۱۳۵۳		استاندارد سازمان بهداشت جهانی	درصد روستاهای ایران در محدوده استاندارد		
				حداکثر مجاز	حداکثر مطلوب		مطلوب	مجاز	بیش از استاندارد
pH	۶/۳۵	۷/۴۷	۶/۹	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	۶/۵-۸/۵	۱۰۰	-	-
کدورت (NTU)	۰/۱۳	۱۰/۸	۱/۷۲	کمتر از یک	۵	۱	۵۶/۴	۳۵/۹	۷/۷
هدایت الکتریکی (μ mhos/cm)	۴۶۸	۱۳۱۳	۸۱۵/۶	۱۵۰۰	۲۰۰۰	-	۱۰۰	-	-
کل جامدات (mg/l)	۲۳۲	۴۶۲	۴۰۲	۱۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰	۸۷/۲	۱۲/۸	-
سختی کل (mg/lCaCO ₃)	۲۳۸	۵۷۵	۳۴۶/۷	۳۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۲۵/۷	۶۹/۲	۵/۱۳
نیتрат (mg/l)	۰/۶	۴/۸	۱/۸۶	-	۵۰	۱۰ (N)	۱۰۰	-	-
نیتريت (mg/l)	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱	-	۳	۰/۱<	۱۰۰	-	-
سولفات (mg/l)	۱/۲	۱۳۲	۳۸	۲۵۰	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰	-	-
کلرور (mg/l)	۳	۹۶/۴	۳۱/۵	۲۵۰	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰	-	-
فلوراید (mg/l)	۰/۰۲	۱/۱۳	۰/۳۲	۰/۵	۱/۵	۲	۱۲/۸	۸۷/۲ (کمتر از حد استاندارد)	-
کلسیم (mg/l)	۴۲	۱۷۰	۹۹/۷۸	۳۰۰	۴۰۰	۷۵	۱۰۰	-	-
منیزیم (mg/l)	۹/۶	۵۷/۶	۲۲/۶	۳۰	۱۵۰	۵۰	۸۹/۷۵	۱۰/۲۵	-
سدیم (mg/l)	۸/۱	۱۰۶	۳۴/۸	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	-	-
آهن (mg/l)	۰/۰۱	۱/۵۴	۰/۲۱	-	۰/۳	۰/۱	۷۹/۵	-	۲۰/۵
منگنز (mg/l)	۰/۰۰۱	۰/۴	۰/۱۱	۰/۱	۰/۵	۰/۳	۵۳/۸۴	۴۶/۱۵	-

جدول شماره ۲- محدوده پارامترهای مختلف بکار رفته برای آب شرب در دیاگرام Schoeller بر حسب میلی‌گرم در لیتر (۲۲)

پارامتر	خوب	قابل قبول	متوسط	نامناسب	قابل استفاده در شرایط اضطرار	غیر قابل شرب
pH	۷/۳	۷/۸	۹	۱۰	۱۱	>۱۱
کلسیم	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۱۰۰۰	>۱۰۰۰
منیزیم	۰-۷۰	۷۰-۱۲۰	۱۲۰-۲۰۰	۲۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۸۰۰	>۸۰۰
سدیم	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۲۰	۲۲۰-۴۷۰	۴۷۰-۹۲۰	۹۲۰-۱۹۰۰	>۱۹۰۰
کل جامدات محلول	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۴۰۰۰-۸۱۰۰	>۸۱۰۰
سختی کل	۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	>۴۰۰۰
کلراید	۰-۱۹۰	۱۹۰-۳۸۰	۳۸۰-۸۰۰	۸۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۳۰۰۰	>۳۰۰۰
سولفات	۰-۱۵۰	۱۵۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۱۲۰۰	۱۲۰۰-۲۲۰۰	>۲۲۰۰
بیکربنات	۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۶۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰

جدول شماره ۳- وضعیت پارامترهای مورد استفاده در دیاگرام Schoeller در منابع آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه

پارامتر	خوب (درصد)	قابل قبول (درصد)	متوسط (درصد)	نامناسب (درصد)	کاملاً نامطبوع (درصد)	غیرقابل شرب (درصد)
pH	۹۷/۴	۲/۵۶	.	.	.	.
کلسیم	۵۱/۳	۴۸/۷	.	.	.	.
منیزیم	۱۰۰	.	.	.	.	.
سدیم	۹۷/۴	۲/۵۶	.	.	.	.
کل جامدات محلول	۸۷/۲	۱۲/۸	.	.	.	.
سختی کل	۲/۵۶	۹۴/۸۸	۵/۱۳	.	.	.
کلراید	۱۰۰	.	.	.	.	.
سولفات	۱۰۰	.	.	.	.	.
بی‌کربنات	.	۲/۵۶	۹۷/۴	.	.	.

■ بحث

نیتريت و نیترات

استاندارد ملی بهداشت آب ایران میزان نیترات و نیتريت را در آب آشامیدنی به ترتیب ۵۰ و ۳ میلی‌گرم در لیتر توصیه کرده است (۲۳). بر اساس نتایج این تحقیق مشخص گردید که حداقل و حداکثر غلظت نیترات و نیتريت منابع آب شرب زیرزمینی به ترتیب ۰/۶ و ۴/۸ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۰۱ و ۰/۰۶ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (جدول شماره ۱).

در مطالعه عمومی و همکارانش که روی غلظت نیترات و نیتريت در نقاط مختلف تأسیسات آب آشامیدنی شهرستان بابل در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت نتایج نشان داد که غلظت این فاکتورها در آب مناطق روستایی، در خطوط انتقال $4/4 \pm 2/7$ و $0/2 \pm 0/4$ میلی‌گرم در لیتر و در نقاط مصرف $8/3 \pm 5/3$ و $0/3 \pm 0/35$ میلی‌گرم در لیتر و در مناطق شهری، در خطوط انتقال به ترتیب $8 \pm 1/5$ و $0/3 \pm 0/45$ میلی‌گرم در لیتر و در نقاط مصرف به ترتیب $8/8 \pm 3/7$ و $0/38 \pm 0/35$ میلی‌گرم در لیتر بود که این تفاوت‌ها تنها در مورد نیترات آب در خطوط انتقال و نقاط مصرف در مناطق روستایی معنی‌دار بود ($P = 0/03$). نتایج این پژوهش با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت دارد (۲۴).

در مطالعه موردی دشت سنقر در ارتباط با پراکنش نیترات در منابع آب‌های زیرزمینی، غلظت نیترات منابع آب دشت سنقر در محدوده ۸۸/۵ - ۳/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر در نوسان بود. در یک ایستگاه غلظت نیترات در فصل پرب آب و کم‌آب به ترتیب با ۵/۸۸ و ۷۱/۴ میلی‌گرم

بر لیتر، بیشتر از مقدار حداکثر مجاز بود. با توجه به نقشه‌ها، غلظت نسبتاً بالای نیترات در محدوده شرق و جنوب شرق منطقه مشاهده شد (۲۵).

فلوراید

بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان داده است که جذب فلوراید از طریق آب آشامیدنی در درازمدت منجر به اثرات سوء بر بافت اسکلتی انسان می‌گردد. بنابراین سازمان بهداشت جهانی مقدار راهنما ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر را برای این عنصر در نظر گرفته است و استاندارد ملی آب ایران مقدار ۰/۵ تا ۱/۵ را به عنوان استاندارد لحاظ کرده است (۲۳، ۲۶).

غلظت فلوراید در فصول کم‌باران و پرباران به ترتیب ۰/۱۶ تا ۰/۱۹ و ۰/۱۵ تا ۰/۶۳ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. نتایج بیانگر این است که فقط ۱۲/۸ درصد نمونه‌ها در محدوده استاندارد ملی آب ایران قرار دارند و ۸۷/۲ درصد پایین‌تر از این مقدار می‌باشند. در مطالعه رحیم‌زاده و همکاران در مورد میزان فلئوئور منابع آب شرب روستاهای شهر گرگان، میانگین میزان فلئوئور در همه فصول از حداقل استاندارد توصیه شده کمتر بود (۰/۲۷۵ میلی‌گرم در لیتر) که با مطالعه حاضر همخوانی دارد (۱۹). در تحقیقی که توسط عمومی و همکارانش در مناطق روستایی خواف انجام شد مقدار فلوراید در منابع مورد مطالعه در محدوده ۰/۱۱ تا ۳/۵۹ میلی‌گرم

این مقدار بودند. در مطالعه رجایی در دشت قاین و بیرجند این فاکتور در ۲۵ درصد نمونه‌ها بیشتر از حد استاندارد گزارش شد (۱۷). سولفات، کلراید، کلسیم و هدایت الکتریکی و pH در صد درصد نمونه‌ها در حد استاندارد بوده است.

در مطالعه رجایی نیز میزان سولفات، کلراید، کلسیم و هدایت الکتریکی به ترتیب در ۳۳، ۲۵ و ۵۰ درصد نمونه‌ها بیش از مقدار استاندارد بدست آمد (۱۷). همچنین در مطالعه آگراوال و همکارانش در منطقه Uttara Paradesh هندوستان نتایج نشان داد که میزان pH در محدوده استاندارد سازمان بهداشت جهانی و میزان سولفات در محدوده ۱۱۳ تا ۱۱۸ میلی گرم در لیتر می‌باشد (۲۹).

طبقه‌بندی پارامترها بر اساس دی‌گرام شولر

یافته مطالعه رجایی و همکاران که بر اساس طبقه‌بندی شولر پارامترهای کیفی آب منطقه دشت بیرجند و قاین را در وضعیت خوب تا متوسط قابل شرب قرار داد در تشابه با نتایج مطالعه حاضر بود (۱۷).

■ نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری نمود که نمونه آب روستاها در ارتباط با پارامترهای اندازه‌گیری شده فقط در مورد نیتريت، نیترات، سولفات، کلراید، کلسیم، سدیم، هدایت الکتریکی و pH صد درصد در حد مطلوب می‌باشند و در بقیه موارد پارامترهای اندازه‌گیری شده از جمله کدورت، فلوراید، آهن، سختی، در رنج صد درصد مطلوب قرار ندارند. به خصوص فلوراید که در غالب روستاها کمتر از حد استاندارد است و لازم است جهت تأمین غلظت فلوراید و جلوگیری از کاهش پوسیدگی و عوارض دندانی در برنامه سلامت کشوری مورد توجه قرار گیرد و یا با اضافه نمودن فلوئور به آب و یا از طریق رژیم غذایی یا مصرف فلوئور خوراکی، میزان مورد نیاز آن در حد استاندارد تأمین گردد. با توجه به اهمیت موضوع و اثر آن بر سلامتی جامعه ضروری است پایش‌های مستمر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه صورت گیرد.

■ تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات و مساعدت همکاران در سازمان آب و فاضلاب روستایی شهر بابل تقدیر و تشکر می‌گردد.

در لیتر بود که حدود ۳۱ درصد نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد، ۴ درصد بیشتر از حد استاندارد و ۶۴ درصد نمونه‌ها در محدوده استاندارد قرار داشتند (۱۲).

آهن و منگنز

میانگین آهن و منگنز در نمونه‌ها به ترتیب ۰/۰۱ تا ۱/۵۴ و ۰/۰۱ تا ۰/۴ میلی گرم در لیتر است که این میزان منگنز در منابع آب شرب مشکل ساز نمی‌باشد، ولی مقدار آهن در ۷۹/۵ درصد نمونه‌ها در حد استاندارد ملی و در ۲۰/۵ درصد بیشتر از این مقدار می‌باشد. از آنجا که حد استاندارد این دو عنصر بر مبنای سلامت مصرف‌کننده نمی‌باشد بنابراین از جانب این دو کاتیون خطری آب‌های منطقه را تهدید نمی‌کند. ولی ممکن است به لحاظ زیباشناختی در نمونه حایز اهمیت باشد. نتایج تحقیق عالی‌قدری و همکاران در بررسی غلظت فلزات سنگین آهن و منگنز در منابع آب آشامیدنی اردبیل نشان داد که در تمام نمونه‌ها غلظت فلزات آهن و منگنز کمتر از حد استاندارد بوده است (۲۷). در مطالعه رجایی در دشت قاین و بیرجند نیز در تمام ایستگاه‌ها غلظت فلزات آهن و منگنز زیر حد استاندارد بوده است (۱۷).

کدورت

حد مطلوب کدورت در استاندارد ایران کمتر یا مساوی یک و حداکثر مقدار مجاز آن در استاندارد ایران و جهان، ۵ NTU ذکر شده است (۲۳، ۲۶). مقدار کدورت اندازه‌گیری شده در محدوده ۰/۱۳-۱۰/۸ NTU بود که ۵۶/۴ درصد نمونه‌ها در محدوده مطلوب و ۳۵/۹ درصد در حد مجاز و ۷/۷ نمونه‌ها بیشتر از این مقدار می‌باشد. از آنجا که میزان کدورت بالا بر فرایند گندزدایی تأثیرگذار است و عوامل ایجادکننده آن می‌توانند به عنوان جایگاهی برای محافظت میکروارگانیسم‌ها باشند، این فاکتور باید مورد توجه قرار گیرد. در مطالعه فدایی و همکارانش روی منابع آب شهرکرد، میزان کدورت نمونه‌ها ۲/۵-۰/۴ NTU بوده که همگی در محدوده استاندارد قرار داشتند (۲۸).

سختی کل

مقدار سختی اندازه‌گیری شده در محدوده ۲۳۸ تا ۵۷۸ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم بود که ۲۵/۷ درصد نمونه‌ها در محدوده مطلوب و ۶۹/۲ درصد در حد مجاز و ۵/۱۳ درصد موارد بیشتر از

■ References

1. Faithful J, Finlayson W. Water quality assessment for sustainable agriculture in the Wet Tropics-A community assisted approach. *Mar Pollut Bull.* 2005;51(1-4):99-112.
2. Datta PS, Deb DL, Tyagi SK. Assessment of ground-water contamination from fertilizers in the Delhi area based on 180, N03- and K+ composition. *J Contam Hydrol.* 1997;27(3-4):249-62.
3. Robertson WD, Russel BM, Cherry JA. Attenuation of nitrate acquitted sediments of southern Ontario. *Hydro.* 1996;180(1-4):267-81.
4. Moradinezhad A, Agha Razi HA. Evaluation of drought in Markazi province by analysis of rainfall data. *J Water & Wastewater.* 2002;16(42):20-5. [Persian]
5. Wen Y, Chen Y, Zheng N, Yang D, Zhou Q. Effect of plant biomass on nitrate removal and transformation of carbon subsurface-flow constructed wetland. *Bioresour Technol.* 2010;101(19):7286-92.
6. Van Busse CGJ, Schroeder JP, Sven Wuertz S, Carsten S. The chronic effect of nitrate on production performance and health status of juvenile turbot (psetta maxima). *Aquaculture.* 2012;326-329:163-7
7. Mahvi AH, Zazoli MA, Younecian M, Nicpour B, Babapour A. Survey of fluoride concentration in drinking water sources and prevalence of DMFT in the 12 years old students in Behshahr city. *J Med Sci.* 2006; 6: 658-61.
8. Narbutaite J, Vehkalahti MM, Milciuviene S. Dental fluorosis and dental caries among 12-yr-old children from high-and low-fluoride areas in Lithuania. *Eur J Oral Sci.* 2007;115(2):137-42.
9. Majumdar KK. Health impact of supplying safe drinking water containing fluoride below permissible level on flourosis patients in a fluoride-endemic rural area of West Bengal. *Indian J Public Health.* 2011;55(4):303-8.
10. Ayoob S, Gupta, AK. Fluoride in drinking water: A review on the status and stress effects. *Crit Rev Environ Sci and Tech.* 2006;36(6):433-87.
11. Health and aesthetic aspects of drinking water quality. In: American Water Works Association, Edzwald J. *Water Quality & Treatment: A Handbook on Drinking Water.* New York: McGraw-Hill; 2011.
12. Amouei AI, Mahvi AH, Mohammadi AA, Asgharnia HA, Fallah SH, Khafajeh AA. Fluoride concentration in potable groundwater in rural areas of Khaf city, Razavi Khorasan Province, northeastern Iran. *Int J Occup Environ Med.* 2012;3(4):201-3.
13. Mohammadi AA, Mahvi AH, Rastgar A, Faraji H. Quality zoning of seasonal changes in nitrate and ammonia in drinking water wells of Babol city using GIS system. *J Sabzevar Univ Med Sci.* 2014;21(2):293-301. [Persian]
14. Jia WY, Li CR, Qin K, Liu L. Testing and Analysis of Drinking Water Quality in the Rural Areas of High-tech District in Tai'an City. *J Agr Sci.* 2010;2(3):155-7.
15. Agarwal S, Pal S, Gupta AK, Amardeep. A base line study physico-chemical parameters and some trace metals in chhooya nala of hapur district, uttar pradesh, India. *Int J Innov Res Adv Stud.* 2014;3(7):127-38.
16. Dindarlo K, Alipour V, Farshidfar Q. [Chemical quality of drinking water of Bandar Abbas]. *Hormozgan Med J.* 2006;10(1):57-62. [Persian]
17. Rajaei Q, Hadi Mehdinejad M, Hesari Motlagh S. A Survey of Chemical Quality of Rural Drinking Water of Birjand and Qaen Plains, Iran. *J Health Syst Res.* 2012;7(6):737-45. [Persian]
18. Gupta VK, Jain VK, Gupta GK, Shrivastava VS, Sonawane GH. Studies on drinking water quality of ground water of auraiya district (Uttarpradesh). *J Applied Chemical Research,* 2010;14(2):27-36.
19. Kumar M, Singh Y. Interpretation of Water Quality Parameters for Villages Sanganer Tehsil, by Using Multi-variate Statistical Analysis. *Water Resource and Protection,* 2010;2: 860-3.
20. Memon M, Soomro MS, Akhtar MS, Memon KS. Drinking water quality assessment in Southern Sindh (Pakistan). *Environ Monit Assess.* 2011;177(1-4):39-50.



21. DEaton A, HFranson MA. Standard methods for the examination of water and waste water. Washington DC: American Public Health Association; 2005.

22. Meftah Helghi M, Hezarjaribi A. Groundwater resources pollutant conditions. J Water and Soil Conservation, 2001;18(1):81-101. [Persian]

23. National Health and Medical Research Council. Physical and chemical quality of drinking water. In: Australian Drinking Water Guidelines 6 [Serial on the Internet]. [2015]; Available from: https://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/eh52_australian_drinking_water_guidelines_150527.pdf.

24. Amouei I, Tabarinia H, Khalilpour A, Faraji H, Mohammadi AA. Determine the Concentration of Nitrate and Nitrite in Drinking Water in Rural and Urban areas (2012). J Babol Univ Med Sic. 2014;16(11):70-7. [Persian]

25. Setare P, Rezaei M, Hassani AH, Zinatyzadeh AA. Distribution of groundwater nitrate contamination in GIS environment: A case study, Sonqor plain. J Kermanshah Univ Med Sci. 2014;18(3):157-164. [Persian]

26. World Health Organization. Nitrate and nitrite in drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2011. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf.

27. Alighadr M, Hazrati S, Qanbari M. [Measurement of Heavy metals concentration in drinking water sources in Ardebil City]. Proceedings of the 10th Environmental Health National Conference; 2007 Nov 8-10, Hamedan, Iran; 2007. [Persian]

28. Fadaei A, Sadeghi M. Evaluation and assessment of drinking water quality in Shahrekord, Iran. Resources and Environment, 2014;4(3):168-72.

29. Haloi N, Sarma HP. Ground water quality assessment of some parts of brahmaputra flood plain in barpeta district, assam with special focus on fluoride, nitrate, sulphate and iron analysis. Int J Chem Tech Res. 2011;3(3):1302-8.



Investigating the Physicochemical Analysis of Potable Ground Water Resources in Rural Area of Babol City

Aliakbar Mohammadi¹, Abdoliman Amouei², Hajar Tabarinia³, Hossein Faraji^{*3}

1- Instructor, Department of Environmental Health Engineering, Neyshabur University of Medical Sciences, Neyshabur, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Social Determinants of Health Research Center, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.

3- MSc of Environmental Health Engineering, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.

Received Date: 28/05/2015

Accepted Date: 05/07/2015

Abstract

Introduction and Aims

Safe and good quality drinking water is one of the most important human needs. The effect of ground water contamination is one of the most important concerns of public-health worldwide. The purpose of this was to investigate the chemical and physical quality of ground water resource in rural areas of Babol city.

Material and Methods

Sampling of this cross sectional- descriptive study carried out during 2011-2012. 14 physical and chemical parameters were measured in 78 random samples of 39 stations in Spring and Autumn. The results were analyzed by descriptive statistical method and were compared with the standards of ground water quality of Iran, WHO and Shuler's diagram.

Results

The findings of this study indicated that the concentration of Nitrate, Nitrite, Sulfate, Chloride, Calcium, Sodium, EC and pH were within the standard range, but the level of turbidity, total hardness and Fe at 7.7, 5.13 and 20.5 percent of samples are higher than the standard limits and fluoride concentration that ranged from 0.02 to 1.13 ppm, where lower than the standard limits in 87.2 percent samples and 12.8 percent water samples were within optimum limit i.e. 0.5-1.5 ppm. According to Shuler's diagram, the parameters of water quality ranged between good and medium situations.

Conclusion

Based on the results, the mean concentration of most physico -chemical parameters in Babol' village's drinking water is based on 1053 standard limit in Iran, but the fluoride level is lower than the maximum contaminant levels in many villages. Therefore, by addition of fluoride to water supplies of these regions, deficiency complications would be prevented.

Keywords

Ground Water, Babol, Drinking Water, Quality Control

* **Corresponding Author:** Babol University of Medical Sciences, Department of Environmental Health Engineering.

E-mail: Faraj_hossein@yahoo.com