

بررسی شاخص‌های کیفی میکروبیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی یگان‌های نظامی

*دکتر محمد درویشی^۱، مهندس ویدا پسرکلو^۲، دکتر کامیاب علیزاده^۳،
مهندس سید دانیال طاهری^۴، دکتر سعید زارعی^۵

چکیده

مقدمه: آب به عنوان حیاتی‌ترین ترکیب طبیعی، ۶۰٪ وزن بدن انسان را تشکیل می‌دهد. وجود مواد، باکتری‌ها، ویروس‌ها و دیگر عوامل بیماری‌زای بیش از حد مجاز تعیین شده، موجب افت کیفیت آب شده و بدن‌بال آن باعث ایجاد بیماری‌هایی برای انسان می‌شود. این تحقیق برای بررسی شاخص‌های کیفی میکروبیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی یگان‌های نظامی انجام شد تا با مقایسه کیفیت آن با استانداردهای آب آشامیدنی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بتوان به نقاط ضعف و قوت در فرآیند تصفیه آب فعلی یگان‌ها پی برد و راه حلی برای بهبود کیفیت آب آشامیدنی ارائه نمود.

روش بررسی: این مطالعه مقطعی-توصیفی در سال ۱۳۸۹ بر روی تعدادی از یگان‌های نظامی که بصورت تصادفی انتخاب شده بودند انجام گردید. پس از نمونه‌برداری از آب، نمونه‌ها به آزمایشگاه ارسال و نتایج آزمایش‌های میکروبی و فیزیکی-شیمیایی در آزمایشگاه کنترل کیفیت آب آشامیدنی دانشکده بهداشت دانشگاه تهران بدست آمد و بر اساس استاندارد ۱۵۰۳ و ۱۰۱۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ارزیابی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میزان سختی، منیزیم، سولفات، فسفات و کلی فرم‌ها بالاتر از حد استاندارد بود و بقیه پارامترها در حد استانداردهای ملی قرار داشتند. در یک یگان که از آب شیرین کن خورشیدی استفاده می‌گردید تمامی پارامترها بسیار پایین‌تر از حد مجاز بود.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه آب برخی یگان‌ها از حد مطلوب برخوردار نبودند، بررسی علت و رفع نواقص احتمالی و بهبود کیفیت آب آشامیدنی این یگان‌ها ضروری است.

کلمات کلیدی: آلودگی آب، آلاینده، شاخص فیزیکی و شیمیایی، شاخص میکروبی.

مقدمه

آب بی‌شک ترکیبی حیاتی برای تمامی جانداران زمین است و بطور متوسط $\frac{2}{3}$ وزن بدن موجودات زنده را تشکیل می‌دهد [۱]. برای استفاده آشامیدنی از آب باید از آلودگی آن پیشگیری نمود. آلودگی آب به وجود هرگونه مواد آلاینده (طبیعی و مصنوعی)، باکتری، ویروس و دیگر عوامل بیماری‌زا به آن غلظت یا به تعدادی که به کیفیت آب لطمه بزند و آنرا برای مصرف نامناسب سازد و یا از درجه مناسب بودن آن بکاهد و در نهایت سلامت انسان و محیط زیست را به خطر اندازد، اطلاق می‌شود [۱].

آلاینده‌های آب بطور کلی به ۸ دسته طبقه‌بندی می‌شوند: میکروارگانیزم‌ها؛ املاح معدنی؛ مواد مغذی (Nutrients) که به نوعی در زیر مجموعه املاح معدنی جای می‌گیرند؛ مواد روغنی؛ مواد سمی (سموم، مواد شیمیایی مصنوعی کمپلکس)؛ دمای بیش از حد معمول آب (Thermal Pollution)؛ مواد معلق و مواد رادیو اکتیو [۱].

هر کجا سخن از آلودگی آب پیش می‌آید، معمولاً به آلودگی‌هایی که بوسیله انسان وارد آب می‌شود تمرکز می‌شود در حالی که این دیدگاه بطور مطلق صحیح نمی‌باشد، زیرا ممکن است شرایط زیست محیطی محل مورد نظر به گونه‌ای باشد که بخاطر وجود یک یا چند عامل آلوده کننده ی آب بصورت طبیعی این آلودگی وارد آب شود [۲]. مهمترین عامل تشخیص پاک بودن آب عامل میکروبی و در درجه بعد عامل فیزیکی و شیمیایی آن می‌باشد. تعیین میزان آلودگی آب به هر کدام از این ۲ عامل از راه نمونه‌برداری مخصوص به خود مشخص می‌شود. در حین نمونه‌برداری باید مراقب خطاهای انسانی و عوامل محیطی نیز بود تا به هنگام انتقال نمونه‌ی آب به آزمایشگاه، این عوامل بر نمونه کمترین تأثیر را داشته باشند. با استفاده از نتایج حاصل از این دو نمونه‌برداری می‌توان میزان کمترین و بیشترین حد آلودگی آب به یک یا چند عامل را مشخص و بیماری‌های آب زاد حاصل از این عوامل را مشخص

کرد و همچنین آسیب‌هایی که آلودگی‌های مذکور بر سیستم تصفیه آب می‌گذارند را پیش‌بینی کرده تا بتوان بر اساس آن راهکارهایی برای یافتن مخازن جدید آب، انتقال آب به تصفیه خانه و روش مطمئن و با بازدهی بالای تصفیه را تعیین کرد [۳]. هدف از این پژوهش بررسی شاخص‌های کیفی میکروبیولوژیکی و فیزیکی و شیمیایی یگان‌های نظامی بر اساس استانداردهای سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی جمهوری اسلامی ایران بود.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی-مقطعی در سال ۱۳۸۹ بر روی تعدادی یگان نظامی انجام شد. اطلاعات مورد نیاز با ارسال متخصصان نمونه‌بردار آب به یگان‌ها و برداشت نمونه آب و ارسال نمونه‌ها در مدت زمان ۲۴ ساعت به آزمایشگاه کنترل کیفیت آب دانشگاه تهران با رعایت کامل شرایط استاندارد نمونه‌برداری و انتقال به آزمایشگاه بدست آمد. اطلاعات حاصل از انجام آزمایش‌ها در نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ وارد شد. اطلاعات هر عامل بر اساس مقیاس سنجش آن با استاندارد ۱۰۵۳ و ۱۰۱۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی مقایسه گردید و نتایج بیان شد [۴، ۵].

نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار و یا تعداد و درصد نشان داده شده است.

در کلیه گزارش‌ها، حد مطلوب استاندارد به معنای ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیست‌شناختی و رادیواکتیو آب آشامیدنی است بطوری که بیشتر از آن حد (تا مقدار حداکثر مجاز)، برای کیفیت آب آشامیدنی مطلوب نمی‌باشد اما هنوز قابل آشامیدن است. حد مطلوب با در نظر گرفتن قابل پذیرش بودن آب از نظر طعم و بوی آب و موارد زیبا شناختی آب تعیین شده است. حد مجاز استاندارد به معنای حد مجازی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیست‌شناختی، رادیواکتیو آب آشامیدنی است که مصرف آن در کوتاه‌مدت یا درازمدت سبب ایجاد عارضه سوء برای سلامت انسان نشود.

جدول ۱ - بررسی شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی
پایگاه‌های مورد مطالعه

شاخص	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
سختی	۲۶۲/۹	۱۳۹/۶	۹۱/۵	۶۱۸/۵
قلیابیت	۱۸۰/۸	۹۱/۷	۱۵/۰	۲۹۸/۰
کدورت	۰/۶	۰/۵	۰/۱	۱/۹
pH	۷/۶	۰/۴	۶/۸	۸/۱
هدایت الکتریکی	۷۴۶/۲	۳۰۰/۵	۴۰۴/۰	۱۱۸۹/۰
مواد جامد محلول	۴۵۵/۴	۱۹۸/۴	۲۲۲/۰	۷۷۲/۰
سدیم	۷۶/۹	۵۲/۲	۲۱/۹	۱۸۳/۰
پتاسیم	۱/۴	۰/۸	۰/۶	۲/۹
کلسیم	۶۰/۲	۲۸/۷	۱۸/۰	۱۳۵/۰
منیزیم	۲۳/۸	۱۳/۷	۶/۱	۶۲/۱
کلر	۷۲/۶	۳۶/۲	۱۹/۹	۱۳۶/۹
نیترات	۲۲/۷	۲۰/۰	۰/۸	۵۴/۲
فلوئور	۰/۵	۰/۳	۰/۲	۱/۱
کربنات	۱۹۹/۱	۱۱۷/۲	۱۸/۳	۳۶۳/۶
سولفات	۱۰۳/۸	۶۵/۳	۱۴/۱	۲۵۳/۰
فسفات	۰/۲	۰/۷	-	۲/۴
کلی فرم (MPN*)	۱/۵	۲/۶	-	۶/۰
کلی فرم مقاوم به گرما (MPN)	۰/۲	۰/۶	-	۲/۰

فیزیکی و شیمیایی

میکروبی

*MPN: بیشترین تعداد احتمالی

یافته‌ها

آب آشامیدنی تعدادی یگان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر حاصل شد.

میانگین سختی آب $۱۳۹/۶ \pm ۲۶۲/۹$ بر حسب میلی گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده بیشترین مقدار $۶۱۸/۵$ و کمترین مقدار $۹۱/۵$ بود. $۷۱/۴\%$ نمونه‌ها دارای سختی بیش از حد مطلوب استاندارد بودند. بر اساس استاندارد ۱۰۵۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران میزان بالاتر از ۵۰۰ بعنوان سختی آب بالاتر از حد مجاز برای آب آشامیدنی محسوب می‌شود میانگین قلیابیت آب $۱۸۰/۸ \pm ۹۱/۷$ بر حسب میلی گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۲۹۸ و کمترین مقدار ۱۵ بود.

میانگین کدورت آب $۰/۵ \pm ۰/۶$ بر حسب NTU

(Nephelometric Turbidity Unit) بوده با توجه به اینکه میزان کدورت کمتر از ۱ مطلوب محسوب می‌شود، ۸۵% نمونه‌ها در حد مطلوب بودند. با این حال حداکثر مجاز برای کدورت ۵ NTU تعیین شده است که هیچ کدام از نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز نبود. میزان کدورت آب کمتر یا مساوی یک NTU در خروجی تصفیه‌خانه‌های آب الزامی است. بیشترین مقدار $۱/۹$ NTU و کمترین مقدار $۰/۱$ NTU بود. میانگین pH آب $۷/۶ \pm ۰/۴$ بوده است. بیشترین مقدار $۸/۱$ و کمترین مقدار $۶/۸$ بود که همگی نمونه‌ها در حد مجاز بودند. نظر به اینکه کدورت، رنگ و pH علاوه بر قابل پذیرش بودن آب، در کیفیت بهداشتی آب بطور غیر مستقیم نقش دارد برای آنها حد مجاز تعریف شده است. میانگین هدایت الکتریکی آب $۳۰۰/۵ \pm ۷۴۶/۲$ بر حسب میکرو زیمنس بر سانتیمتر بوده است. بیشترین مقدار ۱۱۸۹ و کمترین مقدار ۴۰۴ بود. میانگین کل مواد جامد محلول (TDS: Total Dissolved Solids) آب $۴۵۵/۴ \pm ۱۹۸/۴$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۷۷۲ و کمترین مقدار ۲۲۲ بود که کلیه نمونه‌ها در حد استاندارد بودند (کمتر از ۱۰۰۰ حد مطلوب است). میانگین یون سدیم آب $۵۲/۲ \pm ۷۶/۹$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۱۸۳ و کمترین مقدار ۲۲ بود که کلیه نمونه‌ها در حد مطلوب استاندارد بود (کمتر از ۲۰۰). میانگین یون پتاسیم آب $۱/۵ \pm ۰/۸$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار $۲/۹$ و کمترین مقدار $۰/۶$ بود. میانگین یون کلسیم آب $۶۰/۲ \pm ۲۸/۷$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۱۳۵ و کمترین مقدار ۱۸ بود که همگی در حد مطلوب استاندارد بود (کمتر از ۳۰۰). میانگین یون منیزیم آب $۲۳/۸ \pm ۱۳/۷$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار $۶۲/۱$ و کمترین مقدار $۶/۱$ بود. که در $۸۵/۷\%$ نمونه‌ها در حد مطلوب استاندارد بود (کمتر از ۳۰). میانگین یون کلر آب $۷۲/۶ \pm ۳۶/۲$ بر حسب میلی‌گرم بر

فسفات در حد مطلوب استاندارد بود. با توجه به آزمایش میکروبی آب ۷۱/۴٪ نمونه‌ها عاری از کلیفرم بودند و در ۴ نمونه کلیفرم یافت شد که در یکی از آنها سوش مقاوم به گرما مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

بطور کلی تعداد کمی از یگان‌های مورد بررسی در کلیه آزمایش‌ها حد مطلوب استاندارد را داشتند که در گزارش آزمایشگاه آنها نیز ذکر شده است که بنظر می‌رسد آب مورد نظر، آب خروجی از تصفیه‌های خانگی، تصفیه خانه اسمزی یا آب شیرین کن باشد. به همین دلیل بعضی از پارامترهای شیمیایی مانند کلرور، سولفات، سدیم، کلسیم و منیزیم آنها از حداکثر مطلوب استاندارد ملی کمتر است و در مصارف طولانی مدت می‌بایستی ترتیبی اتخاذ گردد که مقادیر فوق اصلاح گردد.

مطالعه کرکانی و همکاران که به بررسی وضعیت آب آشامیدنی یگان‌های ارتش پرداخته بود نشان داد که منبع اکثر یگان‌ها مطمئن بود و شامل آب لوله‌کشی شهری، تانکر حمل آب شهری، چاه عمیق، چشمه و قنات با کیفیت بالا بود. آن مطالعه نشان داد حدود ۲۰٪ یگان‌ها هیچ نوع آزمایشی بخصوص آزمایش میکروبی که از اهمیت خاصی برخوردار است را انجام نمی‌دهند. در مطالعه ما حدود ۴۵٪ آنها از منابع غیر آب شهری استفاده می‌شود لذا آزمایش آب دوره‌ای و بصورت دائم الزامی می‌باشد [۸].

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش‌ها در مورد سختی آب می‌توان چنین نتیجه گرفت که غیر از یک یگان در بقیه یگان‌ها میزان سختی از حداکثر مجاز استانداردهای کمتر بود. با این حال سایر یگان‌ها نیز از میزان سختی بالاتر از حد مطلوب برخوردار بودند. در مورد قلیابیت آب استاندارد خاصی وجود ندارد ولی رابطه‌ای مستقیم بین میزان قلیابیت و میزان pH آب وجود دارد که به موجب آن با کاهش pH میزان خوردگی فلزات و تأسیسات آبرسان بالا می‌رود [۷] و

لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۱۳۶/۹ و کمترین مقدار ۱۹/۹ بوده که همگی در حد مطلوب استاندارد بودند. (حداکثر میزان مطلوب استاندارد ۲۵۰ می‌باشد). میانگین نترات آب $22/7 \pm 20/0$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۵۴/۲ و کمترین مقدار ۰/۸ بود. نیتريت کلیه نمونه‌ها صفر گزارش شده بود که با توجه به محاسبه زیر در ۸۵/۷٪ نمونه‌ها استاندارد بودند.

$$\frac{\text{غلظت نیتريت اندازه گیری شده}}{\text{غلظت نیتريت استاندارد}} + \frac{\text{غلظت نترات اندازه گیری شده}}{\text{غلظت نترات استاندارد}} \leq 1$$

میانگین یون فلوئور آب $0/5 \pm 0/3$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۱/۱ و کمترین مقدار ۰/۲ بود. بر اساس مطالعه هادی صادقی و مهدی روح‌اللهی در اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب شهر اردبیل حدکثر مقدار مجاز تعیین شده بین ۰/۶ - ۲/۴ میلی‌گرم بر لیتر بوده است [۶] که بر اساس آن تمامی نمونه‌ها در حد مجاز تعیین شده قرار داشتند. میانگین کربنات آب $117/2 \pm 199/1$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۳۶۳/۶ و کمترین مقدار ۱۸/۳ بود. در استاندارد ۱۰۵۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران حد معینی برای میزان کربنات در نظر گرفته نشده است. میانگین سولفات آب $103/8 \pm 65/3$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۲۵۳ و کمترین مقدار ۱۴/۱ بود. در ۹۲/۸٪ نمونه‌ها میزان سولفات در حد مطلوب استاندارد قرار داشت (کمتر از ۲۵۰). نظر به اینکه بین یون منیزیم و سولفات از نظر تغییر طعم و امکان اختلال گوارشی ارتباط وجود دارد از این رو در شرایطی که مقدار منیزیم از ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشتر باشد مقدار سولفات نباید از ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشتر باشد که در نمونه‌های مورد بررسی این مورد دیده نشد. میانگین فسفات آب $0/2 \pm 0/7$ بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقیاس کربنات کلسیم بوده است. بیشترین مقدار ۲/۴ و کمترین مقدار ۰ بود. در ۸۵/۷٪ از نمونه‌ها میزان

موجب حل شدن فلزات سنگینی مانند کادمیوم، روی، مس و سرب می‌شود که همگی در صورت وارد شدن به بدن انسان موجب بسیاری از بیماری‌های گوارشی و در نهایت سرطان می‌شود [۷]. میزان کدورت آب فقط در ۱۵٪ یگان‌ها از حداکثر مطلوب بیشتر بود و در سایر یگان‌ها در حد مطلوب قرار داشت. میزان کل جامدات محلول (TDS) در تمامی یگان‌ها در حد مطلوب بوده که نشان از بازدهی بالای دستگاه‌های تصفیه اولیه آب دارد. در مورد یون پتاسیم استاندارد خاصی برای آن در آب آشامیدنی وجود ندارد مگر هنگامی که آب آلوده به مواد رادیو اکتیو باشد [۲]. میزان یون کلسیم در آب در حد مطلوب بوده و از این لحاظ مشکلی بعنوان آشامیدن وجود ندارد. در مورد منیزیم که در ۲ یگان میزان آن بیش از حد مجاز بود تنها نکته منفی آشامیدن آب، اثر مسهل بودن آن است ولی بیشترین آسیب به تأسیسات حرارتی و لوله‌های انتقال آب وارد می‌شود و هزینه‌های مالی بسیار زیادی را هر ساله به تعداد زیادی از تأسیسات تصفیه و گرمایش آب وارد می‌کند، البته مطالعات تأیید نشده‌ای در مورد ایجاد سنگ کلیه، نارسایی سیستم اعصاب، آنانسفالی نوزاد و بعضی انواع سرطان‌های ناشی از وجود منیزیم زیاد در آب وجود دارد که در مورد صحت آنها هنوز جای تردید وجود دارد [۲]. میزان کلر در تمامی نمونه‌ها در حد مطلوب بوده و از این بابت هیچ گونه خطری استفاده کنندگان را تهدید نمی‌کند. میزان نیترات تنها در یک یگان بیش از حد مجاز بود که این میزان بصورت بالقوه باعث بیماری متهموگلوبینمی می‌شود که باعث کاهش میزان آهن در گلبول قرمز خون شده و در پی آن کاهش اکسیژن جذبی توسط گلبول قرمز را در پی دارد. این عارضه در صورتی که میزان انحلال نیترات در خون ۲۰٪ باشد موجب کبودی و سیاهی در لب و زبان می‌شود. تا ۴۰٪ علائمی مانند سردرد، اضطراب، تنگی نفس و افزایش ضربان قلب می‌دهد. میزان بین ۴۰ تا ۵۰٪ باعث کاهش تمرکز حواس، خواب آلودگی و بهم خوردن تعادل میزان اسید و باز در خون می‌شود. در مقادیر بالای ۷۰٪ حالت کما، افت فشار خون، تشنج، ضربان نامنظم قلب و در

نهایت مرگ مشاهده می‌شود [۲]. سمنانی و همکاران با مطالعه بر روی میزان نیتريت و نیترات منابع آب آشامیدنی مناطق شهری استان گلستان میزان بروز سرطان‌های مری و معده را بررسی کردند و نشان دادند با اینکه میزان نیتريت و نیترات در سطح مجاز استانداردهای ملی قرار داشت ولی افزایش سرطان مری نسبت به مناطق مشابه تفاوت معناداری داشته است. بر اساس اندازه‌گیری‌ها میزان فلئوئور آب در حد مطلوبی قرار دارد که خود موجب کاهش پوسیدگی دندان و تا حدی کاهش پوکی استخوان می‌گردد و افزایش میزان فلئوئور موجب فلئورزیس و عوارضی مانند کاهش بهره هوشی می‌شود [۲]. در مورد میزان کربنات استاندارد خاصی در نظر گرفته نشده و تنها مشکلی که ایجاد میکند در مورد رسوبات آهکی بر روی تأسیسات حرارتی و تصفیه آب است که قبلاً به آن اشاره شد [۲]. در مورد سولفات فقط در یک یگان غلظت آن بیش از حد مطلوب بود که بصورت بالقوه می‌تواند دارای اثر مسهل باشد ولی مشکل اصلی آن صدمه تأسیسات آب و فاضلاب و کاهش کارایی شوینده‌هاست. البته این نکته نیز شایان ذکر است که وجود سولفات در آب احتمال ایجاد خطر واکنش‌های بی‌هوازی در آب است که ممکن است در شبکه‌ی انتقال آب و منبع برداشت آب بوجود آید که این واکنش موجب ایجاد بوی نامطبوع بواسطه تولید گاز سولفید هیدروژن (گاز فاضلاب) می‌شود [۲]. در مورد میزان فسفات فقط در ۲ یگان دارای مقادیر بالاتر از حد مجاز بود که البته بالا بودن میزان فسفات در آب خطرناک و مسموم کننده نیست ولی باعث کاهش میزان یون کلسیم و منیزیم در خون می‌شود [۲]. در مورد کلیفرم در ۴ یگان این باکتری مشاهده شده که به احتمال بسیار زیاد منابع آب استفاده شده در این یگان‌ها آلوده به فاضلاب انسانی و دامی هستند که در حالت استاندارد نباید حتی ۱ عدد کلی فرم هم در آب آشامیدنی شبکه آبرسانی موجود باشد، در ضمن دوباره باید از یگان‌های مذکور نمونه‌برداری میکروبیولوژیکی بعمل آید چرا که ممکن است شرایط استاندارد برداشت نمونه رعایت نشده باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود که

برای اضافه کردن کلر به آب در یگان‌ها احتمال بروز انواع سرطان‌ها در کارکنان، این امر ضروریست. روش‌های پیشنهادی شامل گاز ازن و اشعه ماورای بنفش می‌باشد که دارای بازدهی بالای ۹۹٪ هستند و آلودگی میکروبی آب را نیز بطور کامل از بین می‌برند و عوارض جانبی کمتری نسبت به روش کلر زنی مخصوصاً به صورت دستی دارند [۲].

آزمایش‌های آب هر ساله با توالی بیشتر از منابع آبی مورد استفاده پایگاه‌ها بعمل آید. در مورد سیستم‌های تصفیه آب توصیه می‌شود که روش ایمن‌تر و دارای بازدهی بیشتری نسبت به کلر زنی سنتی و دستی که ممکن است بوسیله پرسنل نا آشنا با مسایل تصفیه آب انجام شود، اتخاذ گردد. زیرا با اثبات سرطان‌زا بودن ترکیبات تری‌هالومتان و نبود یک حد معین

References

۱. دولت آبادی حسن. فرهنگ محیط زیست انگلیسی - فارسی. تهران: انتشارات فرهنگ معاصر. ۱۳۸۷، صفحه ۲۷۱ - ۲۷۸.
۲. عرفان منش مجید، افیونی مجید. آلودگی محیط زیست آب، خاک و هوا. اصفهان: انتشارات ارکان دانش. چاپ ششم، پاییز ۸۸، صفحات ۶۱ - ۶۶.
۳. خانی محمد رضا و همکاران. محیط زیست و بهداشت محیط (۱) - آب و آلودگی‌های آن. تهران: انتشارات خانیان، چاپ هشتم، زمستان ۸۹، صفحات ۸۱ - ۸۶.
۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ویژگی‌های میکروبیولوژیکی آب، ویرایش ششم ۱۳۸۶.
۵. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، آب آشامیدنی - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، ویرایش پنجم ۱۳۸۸.
۶. صادقی هادی. روح الهی صالح. اندازه گیری شاخص های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل. ۱۳۸۶؛ دوره هفتم شماره اول: صفحه ۵۲ - ۵۶.
۷. سواری جاسم و همکاران. بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اهواز. مجله دانشکده بهداشت و انیستیتو تحقیقات بهداشتی. دوره ۵، شماره ۴، صفحات ۷۵ تا ۸۵.
۸. کرکائی ف، قنبری ن، دباغ مقدم آ. بررسی وضعیت آب آشامیدنی یگان‌های ارتش جمهوری اسلامی ایران. مجله علمی ابن سینا ۱۳۸۹؛ ۱۳ (۱-۲): ۲۷ - ۲۴.