



بررسی کارایی فیلترهای فاقد پمپ خلأ و دستگاه مامبران در شناسایی کیست و اووسیت و تخم انگلها

افشین ملکی^{۱*}، سید اشرف حسینی^۲، مظفر فیروزمنش^۱، ناصر رشادمنش^۱

چکیده

- مقدمه:** از آنجائیکه آب عمومی ترین ماده مصرفی انسان است. لذا کیفیت آن نقش مهمی در سلامت مصرف کننده دارد. از طرفی این ماده حیاتی به راحتی آلوده شده و می تواند انواع مختلف اجرام بیماریزا را با خود حمل می کند. لذا ضرورت کسب اطمینان از عدم وجود آلودگی (بوژه آلودگی بیولوژیکی) الزامی است. که جهت حصول به این مهم تعیین شاخص های بیولوژیکی از جمله گروه کلیفرم و آزمایش MPN طراحی و اجرا شده است. منتها در روش های روتین کنترل کیفیت بیولوژیکی آب، بررسی کیفیت آب از نظر انگلی، چون کار دشواری است و انجام آن به ابزار و لوازم پیچیده ای جهت فیلتراسیون حجم زیاد آب (حدود ۴۰۰ لیتر) نیازمند است، توجهی نشده است.
- مواد و روشها:** نوع مطالعه نیمه تجربی و هدف تعیین کارایی فیلترهای پمپ خلأ در حذف کیست- تک یاخته و تخم انگل در آب می باشد. روش گردآوری داده ها بصورت مشاهده و انجام بررسیهای آزمایشگاهی بود. بطوریکه ابتدا یک وسیله ساده و بدون نیاز به پمپ خلأ برای فیلتراسیون آب با امکانات موجود طراحی شد و سپس با افزودن دستی تعداد مشخصی کیست ژیا ردیا (شامل سه نمونه حاوی ۳ میلیون، سی هزار و سیصد عدد کیست در ۵۰ لیتر آب) به حجم معینی آب و فیلتراسیون آن و سپس شمارش کیست های باقی مانده روی فیلتر، کارآئی سیستم مشخص شد. سپس در مرحله بعد با کمک دستگاه طراحی شده در ۱۲ نقطه شهر (۷ مخزن و ۵ نقطه شبکه توزیع) و ۲ نقطه در تصفیه خانه (آب خام ورودی و آب تصفیه شده خروجی) برداشت نمونه به حجم ۴۰۰ لیتر انجام شد.
- یافته ها:** نتایج بررسی نشان داد که دستگاه طراحی شده در جدا سازی کیست های ژیا ردیا در نمونه های بکار رفته با تعداد سه میلیون، سی هزار و سیصد عدد کیست به ترتیب دارای راندمان ۷۵، ۶۶ و ۵۹ درصد بوده است. همچنین نتایج بررسی آب شهر در تمام نقاط داخل شهر منفی و فقط نمونه آب خام ورودی به تصفیه خانه مثبت و حاوی تعدادی تخم و لارو کرم های آزاد زی، ۴ مورد کیست ژیا ردیا و ۲ مورد کیست آنتامبا کلی بود.
- نتیجه گیری:** نتیجه حاصل گویای این واقعیت است که دستگاه طراحی شده با توجه به درصد های جداسازی انگل و کیست ها واجد کارآئی لازم می باشد و لذا به عنوان یک وسیله ساده و ارزان برای هدف فوق مناسب است. و در خصوص آب شرب شهر نتیجه گرفته می شود که اولاً سیستم شبکه توزیع آب شهر تقریباً سالم بوده و امکان ورود زه آب های آلوده در آن بسیار ضعیف است. و ثانیاً کارآئی سیستم تصفیه بالا بوده و مراحل تصفیه آب از جمله صاف سازی و گندزدائی بدرستی انجام می شود. و در مورد آب خام بدلیل ورود فاضلاب های انسانی و کشاورزی منطقه بالا دست سد، وجود عامل بیولوژیکی طبیعی است.
- واژه های کلیدی:** کیست ژیا ردیا، تخم انگل، پایش بیولوژیکی آب، فیلتراسیون

تاریخ وصول مقاله: ۸۳/۲/۲۰ - تاریخ پذیرش مقاله ۸۴/۵/۶

* (مؤلف مسؤول)

۱- عضو هیئت علمی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان

۲- کارشناس ارشد انگل شناسی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان

مقدمه

آب عمومی ترین ماده مصرفی انسان است. کیفیت آب آشامیدنی نقش مهمی در سلامت مردم دارد. بسیاری از عوامل بیماریزا ممکن است از طریق مدفوع وارد آب شده و منجر به بیماری انسان گردند. آلودگی آب به مدفوع می تواند سبب ورود انواع مختلفی از اجرام بیماریزا اعم از باکتری، ویروس و انگل ها از طریق ناقلین سالم یا بیماران به آب شود. در این میان ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم دو انگل عمده بوده که در سرتاسر جهان باعث عفونتهای رودهای حاد می شود. این دو انگل در محیطهای آبی شامل آب خام، تصفیه شده و فاضلابها یافت می شوند (۷، ۸، ۹). آلودگی انسان به این انگلها معمولاً توسط تماس مستقیم بین انسان با آب آلوده و مواد غذایی آلوده است، در واقع آب مهمترین منبع برای بروز اپیدمیهای بزرگ است (۷). بنابراین با توجه به نوع آلودگی منابع آب و مصارف مختلف آن، آب می تواند عامل انتقال و شیوع بیماریهای مختلفی باشد (۱). لذا ضرورت کسب اطمینان از عدم وجود آلودگی مدفوعی آب آشامیدنی سبب طراحی روشهایی جهت آزمایش آب شده است، که رایج ترین این روشها به دلیل سادگی انجام آن و نیز امکان آزمایش در شرایط مختلف، شمارش گروه کلیفرمها می باشد لکن نمی تواند وجود آلودگی انگلی آب را نشان دهد (۲). در حال حاضر شناسایی این دو انگل در آب نیاز به صرف هزینه بالا و زمان زیاد دارد لذا در نوشتجات علمی سایر روشهای تغلیظ و شناسایی مثل فیلترهای پلی پروپیلن نخی، فیلتر غشایی، سانتریفوژ مداوم و لخته سازی مورد بررسی قرار گرفته است. که در این بین روش صافی غشایی بطور مکرر بکار گرفته می شود (۱۰). روشهای جدیدتری مثل رنگ آمیزی با روش فلورسنس آنتی بادی منوکلونال و PCR نیز ابداع شده است ولی کاربرد آن در همه جا امکان پذیر نیست (۴، ۳، ۱۱). بنابراین شناسایی کیست تک یاخته ها و تخم انگلها به دلیل

دشوار بودن روش و نیاز به ابزار خاص معمولاً رایج نیست و این در حالی است که اغلب منابع آب کره زمین به احتمال زیاد واجد آلودگی انگلی هستند. زیرا علاوه بر مخازن انسانی، حیوانات اهلی و وحشی هم منابع مهمی جهت اغلب تک یاخته های انگلی می باشند (۱۰). شیوع وسیع و جهانی بیماریهای منتقله از طریق آب را فقط می توان حدس زد. شیوع ژیا ردیازیس توسط آب در خلال سالهای قبل در امریکا و اروپا گزارش شده است حتی این دو انگل در آب شرب نیز شناسایی شده اند هر چند که شیوعی در بر نداشته است (۱۲). بر اساس گزارشات در سال ۱۹۸۹ حدود ۱/۳۶۲ بیلیون مورد اسهال در بچه های زیر ۵ سال روی داده که حدود ۴/۹ میلیون مرگ و میر داشته است، که ۱/۵ میلیون از این تعداد تلفات به دلیل بیماریهای انگلی منتقله توسط آب بوده است زیرا اغلب کیستها در آب آشامیدنی با درجه حرارت ۴ تا ۱۰ درجه سانتیگراد تا ماهها زنده می ماند (۱۳ و ۱۴). آبهای سطحی احتمالاً با تصفیه متداول عاری از کیست و اووسیت انگلها نمی شوند و اغلب تک یاخته های بیماریزای انسانی که از طریق آب انتقال می یابند عمدتاً در برابر گندزدهای متداول مقاوم هستند (۵ و ۱۴). کیست و اووسیت این دو انگل به دلیل داشتن دیواره ضخیم در مقابل گندزدهای متداول مثل کلر مقاوم هستند (۱۳). لذا نیازی به استفاده از کلر به منظور کنترل این تک یاخته ها در آب نمی باشد به عنوان مثال می توان به سیستم تصفیه آب در کلورادوی امریکا اشاره کرد که به دلیل عدم کارآیی باعث ابتلاء ۱۱۰ نفر به ژیا ردیازیس شد (۱۵). اخیراً در مطالعه ای در ۶۶ منبع آب سطحی، کریپتوسپوریدیوم در ۲۷٪ نمونه های آب تصفیه شده نشان داده شده است زیرا کیستها و اووسیتها مقاومت بالایی در برابر تنشهای محیطی و فرآیندهای تصفیه آب دارند (۱۶). همچنین گزارشات نشان می دهد در ۳۸ درصد کشورهای جهان بیش از نصف مردم به منابع آب کافی و مطمئن دسترسی ندارند. و در سایر

مواد و روشها

جامعه آماری: نمونه‌های آبی است که عمداً با درجات مختلف آلوده به کیست ژیا ردیا شدند. و همچنین آب شبکه توزیع شهرسندج به انضمام تصفیه‌خانه آب و سد قشلاق.

حجم نمونه: سه نمونه آب با درجات مشخص از آلودگی به کیست ژیا ردیا می‌باشند. همچنین از هر یک از مخازن ذخیره آب دو نمونه (هفت مخزن)، مخزن پشت سد و خروجی تصفیه‌خانه هر کدام یک نمونه، شبکه توزیع آب شهر در پنج نقطه هر کدام یک نمونه که حجم هر نمونه بر اساس روشهای استاندارد توصیه شده ۴۰۰ لیتر می‌باشد گرفته شد (۱۱).

روش نمونه‌گیری: با استفاده از یک وسیله ساده طراحی شده و اتصال آن به شیر آب و عبور دادن حجم معین آب از فیلتر با کمک فشار مثبت شبکه توزیع آب انجام شد.

روش اجرا: روشی که در اغلب کتابهای رفرنس جهت بررسی آلودگی انگلی آب پیشنهاد شده استفاده از متد ممبران است که نیاز به فیلتر غشایی، دستگاه ممبران و پمپ خلأ دارد (۱۰). تهیه این وسایل در اغلب نقاط مشکل است لذا بررسی انگلی آب فقط در موارد بسیار محدود و در مواقع خاص و در مواقع ویژه صورت می‌گیرد. در این بررسی سعی شده روش ساده‌تر و عملی‌تر پیشنهاد گردد. بطوری که بتوان آنرا در سطوح شهری و یا روستائی به اجرا درآورد. بنابراین در این بررسی از پمپ خلأ استفاده نشد و سعی شد که از فشار موجود در شبکه توزیع آب جهت فیلتراسیون حجم مورد نظر استفاده شود. و جهت نگهداری صافی از یک وسیله ساده پلاستیکی به عنوان محفظه نگهدارنده فیلتر استفاده گردید که هزینه زیادی در بر نخواهد داشت. فیلتر مورد استفاده، فیلترهای غشایی از جنس استات سلولز می‌باشد که قطری در حدود ۵ سانتی‌متر دارند و دارای سوراخهایی با قطر ۵ میکرون می‌باشد که جهت

نقاط نیز کیفیت آب در حال تغییر و خراب شدن است. در ایالات متحده بین سالهای ۱۹۲۰ تا ۱۹۹۲ حدود ۱۷۶۸ مورد شیوع بیماریهای مرتبط با آب با ۴۷۲۲۲۸ مورد بیماری و ۱۰۹۱ مورد مرگ اتفاق افتاده است که از این تعداد اپیدمی حدود ۲۰ - ۱۵ درصد آن مربوط به ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم بوده است (۱۴). در سال ۱۹۹۳ بزرگترین اپیدمی بیماریهای ناشی از آب در شهر Milwaukee توسط کریپتوسپوریدیوم اتفاق افتاده که در این اپیدمی ۴۰۰۰۰۰ مورد بیماری گزارش شد و ۵۴ قربانی بر جا گذاشت (۱۷). بنابر این یک تمایل رو به رشدی در تعیین متدهایی برای شناسایی ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم در آب در اکثر کشورها وجود دارد چون سهم عمده‌ای از آب شرب از طریق منابع سطحی تأمین می‌شود (۱۰).

به هر حال با توجه به روند رو به رشد جمعیت و تولید زایدات مختلف از یکسو و محدودیت منابع آب و نیاز شدید جوامع به آب سالم از سوی دیگر و خطرات استفاده از آبهای آلوده و این نکته که ژیا ردیا یکی از تک یاخته‌های مهم و بیماریزا با تقدم بالای انتقال دهانی در آب شرب است و همه‌گیریهای فراوانی را باعث شده است، کنترل آن واجد اهمیت بسزایی است و قوانین متعددی نیز در این خصوص تدوین شده است، که از آن جمله می‌توان به قانون آب آشامیدنی سالم که تأکید بر غیر فعالسازی ژیا ردیا لامبلیا در حد ۹۹/۹٪ دارد و قانون تصفیه آبهای سطحی با هدف کنترل ژیا ردیا در حد مقدار مجاز صفر اشاره کرد (۱۸). بنابراین این مطالعه به منظور بررسی کارایی فیلترهای ساده در جداسازی عوامل بیولوژیکی و ارزیابی آب شرب شهر سندج از لحاظ آلودگی انگلی به ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم طراحی و اجرا شده است.

مشاهده نشد. که نشان دهنده عدم عبور کیست از فیلتر می‌باشد. اما در مواردی در نمونه‌های خروجی از فیلتر مخمرهایی در اندازه کریپتوسپوریدیوم و آنهم به میزان خیلی کم مشاهده شد. بطور کلی مراحل اصلی کار شامل فیلتراسیون حجم مشخص آب و بعد جداسازی فیلتر و شستشوی آن و در نهایت بررسی میکروسکوپی نمونه حاصل است. و جهت این کار از فیلترهای غشایی با قطر ۵ سانتی‌متر استفاده شد که دارای سوراخهایی به قطر ۵ میکرون بود. قبل از استفاده از فیلتر وسیله‌ای ساده و مناسب جهت نگهداری فیلتر در مسیر آب طراحی و تهیه گردید که شامل یک محفظه پلاستیکی دو تکه به عنوان قاب نگهدارنده فیلتر که یک طرف آن دارای ورودی و قسمت دوم قاب دارای خروجی بود و به ترتیب به شلنگهای ورودی و خروجی آب وصل می‌شد. به منظور جلوگیری از پارگی فیلتر بدلیل فشار سیستم آب به روی فیلتر از یک توری فلزی استفاده شد که در زیر فیلتر در محفظه نگهدارنده فیلتر نصب گردید. جهت این کار ابتدا محفظه نگهدارنده از هم جدا می‌گردید بعد روی توری فلزی یک عدد بالشتک مخصوص و بعد فیلتر قرار می‌گرفت. و قسمت دوم محفظه روی آن نصب می‌گردید تا در مسیر جریان آب قرار گیرد. در هنگام نمونه‌گیری شیر آب به آرامی باز شده تا جریان برقرار و آب از فیلتر عبور نماید. به منظور تعیین حجم آب صاف شده خروج آب از محفظه فیلتر به داخل ظرفی با حجم معین هدایت، و سپس ارزیابی گردید. جهت فیلتراسیون نمونه‌های آلوده تهیه شده در آزمایشگاه از بشکه‌ای با حجم ۱۰۰ لیتر استفاده شد که بعد از اضافه کردن نمونه مورد نظر (نمونه اول، دوم و سوم) به داخل بشکه و پر کردن آن با آب، وسیله نگهدارنده فیلتر را با کمک شلنگ به شیر خروجی بشکه وصل شد و به منظور ایجاد فشار کافی برای عبور آب بشکه مذکور در ارتفاع لازم قرار گرفت سپس شیر بشکه باز و جریان آب برقرار شد. به منظور تعیین

گرفتن کلیه تخم انگلها و همچنین اغلب تک یاخته‌ها مناسب است. فقط ممکن است تعداد کمی از برخی انگلها همچون کریپتوسپوریدیوم از آن عبور کند. اما مزیت آن در مقایسه با سایر فیلترهایی که دارای سوراخهای ریزتری هستند گرفتگی کمتر آن است که بسیار حائز اهمیت است و در میزان حجم آب صاف شده و زمان نمونه‌گیری نقش بسزایی ایفا می‌کند. در این بررسی، روش مورد نظر ابتدا با نمونه‌های آلوده مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس با کمک روش مذکور بعنوان یک هدف جنبی آب شهر مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور ارزیابی وسیله طراحی شده سه نمونه آلوده مورد بررسی قرار گرفت. نمونه اول با میزان آلودگی زیاد، نمونه دوم با میزان آلودگی متوسط و نمونه سوم با میزان آلودگی بسیار کم به کیست ژیا ردیا تهیه گردید. برای تهیه نمونه اول به این صورت اقدام شد که ابتدا مقداری نمونه تغلیظ شده مدفوع حاوی کیست ژیا ردیا تهیه شد و میزان کیست‌های موجود در آن شمارش گردید که در ۱ CC از آن حدود ۳ میلیون کیست ژیا ردیا وجود داشت. حال از این نمونه ۱ CC به ۱۰۰ لیتر آب اضافه شد که در مجموع به هر لیتر نمونه تهیه شده، حدود ۳۰۰۰۰ کیست ژیا ردیا اضافه شد. برای تهیه نمونه دوم، از نمونه اول استفاده و به نسبت ۱٪ رقیق شد و به ۱۰۰ لیتر آب اضافه گردید که در مجموع ۳۰۰ کیست به یک لیتر آب اضافه شد و برای تهیه نمونه سوم، از نمونه دوم استفاده و به نسبت ۱٪ رقیق شد و به ۱۰۰ لیتر آب اضافه گردید که در مجموع ۳ عدد کیست به هر لیتر آب اضافه شد. از آبهای صاف شده بوسیله فیلتر نیز نمونه‌برداری بعمل آمد و از نظر وجود احتمالی کیست ژیا ردیا بررسی شد. جهت این کار تقریباً از هر لیتر آبی که از فیلتر عبور داده می‌شد یک نمونه به حجم ۱۰۰ CC برداشت شده و بعد از سه مرحله سانتریفوژ زیر میکروسکوپ بررسی شد. جمعاً حدود ۳۰ نمونه برداشت شد و در هیچکدام از آنها کیست ژیا ردیا

یافته‌ها

با توجه به هدف مطالعه نتایج حاصل از این بررسی در دو بخش خلاصه می‌شود. بخش اول شامل نتایج حاصل از هدف اصلی یعنی شناسایی میزان کارایی فیلتر در حذف کیست‌ها و اووسیست‌ها و بخش دوم مربوط به نتایج حاصل از بررسی میزان آلودگی آب شرب شهر سنندج به زیاردیا می‌باشد.

در این قسمت به منظور تعیین میزان راندمان فیلتر طراحی شده در حذف کیست‌ها و اووسیست‌ها، سه نمونه با تعداد مشخصی اووسیست و کیست انگل تهیه و آزمایش انجام گردید که نتایج بشرح زیر می‌باشد:

الف) آزمایش اول: در این مرحله نمونه‌ای حدوداً حاوی سه میلیون در حجم ۵۰ لیتر تهیه شد که حجم حاصل از صافی مورد نظر عبور داده شد و بعد از اتمام فیلتراسیون و شستشوی صافی و سانتریفوژ محلول حاصل از شستشوی صافی، نهایتاً ۵ سی سی نمونه تهیه شد که بعد از مشاهده میکروسکوپی محلول حاصل تعداد ۲۲۵۰۰۰۰ کیست زیاردیا شمارش گردید که گویای حدوداً ۷۵ درصد راندمان در حذف عوامل مورد نظر می‌باشد.

ب) آزمایش دوم: در این مرحله نیز نمونه‌ای حاوی ۳۰۰۰۰ کیست در حجم ۵۰ لیتر آب تهیه و طبق روش آزمایش اول اقدام گردید و از ۵CC محلول حاصل از شستشوی فیلترها تعداد ۱۸/۸۰۰ کیست زیاردیا جدا شد و نهایتاً نتیجه حاصل گویای ۶۶ درصد کارایی در حذف کیست زیاردیا از آب بود.

ج) آزمایش سوم: در این مرحله نیز نمونه‌ای حاوی ۳۰۰ کیست در حجم ۵۰ لیتر آب تهیه شد و طبق روش آزمایش اول عمل شد. از ۵ CC محلول حاصل از شستشوی فیلترها در این مرحله تعداد ۱۷۷ کیست زیاردیا مشاهده شد و گویای ۵۹ درصد کارایی در حذف کیست زیاردیا از آب بود.

راندمان حذف صافی، آب خروجی از فیلتر جمع‌آوری و جهت بررسی وجود کیست مورد بررسی قرار گرفت. در تمام موارد فوق (آزمایشگاه و فیلد) در صورت گرفتگی و یا پارگی فیلتر، تعویض انجام شد و کلیه فیلترها اعم از پاره و سالم جمع‌آوری شده و در داخل ظروف شیشه‌ای درب سنباده‌ای حاوی فرمالین نگهداری شد. و در پایان کار تمامی فیلترها به کمک آب و دترژنت و با استفاده از برس شسته شد و در ادامه فیلترها خرد و تکه تکه شده و مجدداً شسته شد. آب حاصل از شستشو چندین بار سانتریفوژ شد و با روش مستقیم توسط میکروسکوپ بر اساس روشهای استاندارد بررسی شد (۱۱) و تعداد کیست‌های زیاردیا شمارش گردید.

به منظور بررسی وضعیت آلودگی انگلی آب شهر نیز نقاط مختلفی در سطح شهر تعیین گردید که جهت سهولت کار مراکز بهداشتی درمانی مناطق بهاران، عباس‌آباد، بانو بتول، شیخان و حاجی‌آباد انتخاب شد. لازم به توضیح است که نحوه انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری با توجه به اصول انتخاب ایستگاههای سنجش آلودگی میکروبی آب طوری در نظر گرفته شد که تقریباً تمام نقاط شهر را از جمله دورترین نقطه شبکه توزیع شهر را پوشش دهد. ضمناً به منظور تعیین راندمان تصفیه‌خانه آب شهر سنندج آب خام قبل از تصفیه‌خانه و آب تصفیه شده نیز مورد بررسی قرار گرفت همچنین از آنجائیکه مقداری از آب شهر سنندج از منابع زیر زمینی تأمین می‌شود از ایستگاه پمپاژ منطقه نایسر نیز نمونه گرفته شد. در هر کدام از مناطق در نظر گرفته شده نمونه‌هایی به حجم ۴۰۰ لیتر برداشت و صاف سازی شد و فیلترها به آزمایشگاه ارسال و طبق روش توضیح داده شده بررسی شد. در نهایت با استفاده از فرمولهای آمار توصیفی داده‌های بدست آمده تحلیل شدند.

موجود در تعیین آلودگی انگلی آب اهمیت ارائه روشی ساده و عملی جهت بررسی آلودگی انگلی مشخص تر می گردد. لذا روشی که در این مطالعه ارائه شده روشی کاملاً ساده بوده که با امکانات بسیار ابتدایی و اولیه قابل اجرا می باشد. که با صرف اندکی دقت و توجه به ویژه در هنگام نمونه گیری بخصوص در رابطه با فیلترهای مورد استفاده که همیشه در هنگام عمل در معرض پارگی و گرفتگی هستند، می توان نتایج مطلوبی بدست آورد. در همین راستا مطالعه مشابهی توسط فلاح و همکارانش در شهر همدان انجام شده است و آلودگی مخازن ذخیره آب شرب را اثبات نموده است (۴). و یا در بررسی دیگری در مبارکه به منظور شناسایی ژیا ردیا در آب با کمک فیلتر نخی وجود آلودگی در ۱۰٪ نمونه ها محرز گردید (۶).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که درصد کارایی روش بکار گرفته شده بالا و قابل قبول می باشد (در آلودگی شدید ۷۵٪، در آلودگی متوسط ۶۶٪ و در آلودگی کم ۵۹٪ راندمان در حذف عوامل انگلی مشاهده گردید) نتایج مشابهی قبلاً توسط سایر محققین اعلام شده است (۴ و ۱۰)، فلاح راندمان ۸۰٪ را برای سیستم خود بدست آورد (۴) و Falk در مطالعه خود راندمان فیلتر غشایی را در جداسازی کیست ژیا ردیا و اوویست کریپتوسپوریدیوم به ترتیب ۷۸٪، ۷۰٪ و ۴۲٪ بدست آورد (۱۰). البته باز یافت کیستهای ژیا ردیا صد درصد نیست اما این مشکل با نمونه برداری از حجم زیادی از آب قابل حل و تفسیر است و از طرف دیگر دوز بیماریزایی انگلها نیز واجد اهمیت بسزایی بوده که در تفسیر روش بکار گرفته شده ملحوظ می گردد. به عنوان مثال در رابطه با انگل ژیا ردیا دوز بیماریزایی حدود یک کیست می باشد (۱۷) که اگر در هر لیتر آب فقط یک کیست موجود باشد و از مجموع ۴۰۰ لیتر آب صاف شده حدود ۶۰-۵۰٪ کیستها جدا شوند باز هم آلودگی به تک یاخته به راحتی نشان داده خواهد شد و

نتایج بررسی آب شهر: در این مرحله با استفاده از فیلتر طراحی شده جهت جمع آوری نمونه، تعداد بیست نمونه از نقاط مختلف شهر و یک نمونه از آب خام تصفیه نشده قبل از تصفیه خانه آب برداشت گردید. که در بیست نمونه برداشتی (۷ مخزن، ۵ نقطه شهر و خروجی تصفیه خانه) از آب شهر نتیجه بررسی از لحاظ کیست ژیا ردیا و تخم کرمها منفی بود. و در مورد آب خام قبل از تصفیه نیز آنالیز انگلی وجود تعدادی تخم کرمهای آزاد زی، تعدادی لارو کرمهای آزاد زی و تک یاخته های آزاد زی، ۴ مورد کیست ژیا ردیا و ۲ مورد کیست آنتامباکولی را نشان داد.

بحث

روش روتین جهت بررسی آلودگی انگلی آب وجود ندارد و در آزمایشات پایش آلودگی بیولوژیکی آب فقط آلودگی های میکروبی بررسی و تعیین می شود و این در حالی است که ممکن است به دلیل انجام مراحل مختلف تصفیه آب و به ویژه گندزدایی آب باکتری های مورد نظر از بین رفته و آب قابل شرب گزارش شود، اما تک یاخته های انگلی و تخم کرم های بیماریزا حتی بعد از مراحل تصفیه متداول آب کاملاً حذف نشده و امکان انتقال عوامل مذکور به مصرف کنندگان کماکان باقی می ماند (۷، ۴، ۸، ۹، ۱۲ و ۱۶). در مطالعه ای که در سال ۱۹۹۸ در آلمان به منظور تخمین ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم در شبکه توزیع آب و تعیین راندمان تأسیسات تصفیه آب سطحی به روش متداول انجام شد وجود ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم در آب تایید شد و مشخص گردید که ۳/۳۳٪ نمونه ها بعد از مرحله انعقاد حاوی این دو انگل بودند و در آب شرب تصفیه شده ۹/۱۴٪ و ۸/۲۹٪ نمونه ها به ترتیب حاوی ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم بودند (۸). لذا با توجه به این موارد اهمیت بررسی و پایش انگلی آب مشخص می شود و از طرف دیگر با توجه به مشکلات روشهای

کارآیی روش اجرا شده با توجه به درصدهای حذف شده مورد اشاره در فوق حتی در آلودگی کم نیز قابل قبول می‌باشد.

نتایج بررسی آب آشامیدنی شهر با روش اشاره شده حاکی از آن بود که در تمامی ایستگاههای تعیین شده در سطح شهر هیچگونه آلودگی انگلی مشاهده نگردید. این نتایج نشان می‌دهد که اولاً شبکه توزیع آب شهر از لحاظ جنس لوله‌ها، نحوه اتصالات، پوشیدگی و شکستگی‌ها در وضع مناسبی بوده و بطور کلی امکان نشت آبهای هرز و آلوده به شبکه توزیع آب شهری وجود ندارد. ثانیاً سیستم تصفیه متداول آب و فرآیند گندزدایی آب به درستی انجام می‌گردد و آلاینده‌های مورد نظر تا حد استانداردهای توصیه شده تصحیح می‌گردد و کلاً کارآیی خوب سیستم تصفیه آب شهر سنج را بیان می‌کند. البته لازم به ذکر است که فصل نمونه‌برداری در این مطالعه اواخر زمستان و اوایل بهار بوده که طبیعتاً به دلایل مختلفی از جمله برودت هوا، میزان آلودگی بیولوژیکی آب کمتر است. و ظاهراً در این فاصله کیفیت آب خام نسبتاً بهتر می‌باشد و علی‌الاصول دارای آلودگی‌های بیولوژیکی کمتری است و لذا کارآیی سیستم‌های موجود تصفیه آب نیز در حذف عوامل مورد نظر، بالاتر می‌رود. لذا جهت تعیین وضعیت واقعی در طول سال لازم است که بررسی در فصول مختلف سال انجام شود. زیرا هر چند که تأسیسات تصفیه آب راندمان خوبی را برای حذف عوامل انگلی نشان می‌دهد، اما به دلیل تغییرات کیفیت آب ورودی به تصفیه‌خانه امکان ناتوانی سیستم در حذف کامل عوامل فوق وجود دارد. معمولاً دوز کم

منعقدکننده به دنبال یک تغییر ناگهانی در کیفیت آب خام باعث نفوذ ژیاوردیا و کریپتوسپوریوم به داخل آب تصفیه شده می‌شود (۸). در مطالعه‌ای که در افریقای جنوبی روی آب خام و تصفیه شده انجام شد نشان داد که هر چند سیستم تصفیه آب راندمان خوبی را داراست ولی با این حال ۱۳٪ نمونه‌های آب شرب حاوی ژیاوردیا و کریپتوسپوریوم بود (۱۶) بنابراین نیاز به پایش نهایی آب بسیار ضروری است. در مورد آب خام قبل از تصفیه همانطوری که در فصل نتایج اشاره شد، آلودگی انگلی مشاهده گردید که البته طبیعی بوده و این انتظار می‌رود که در آبهای سطحی به ویژه در مخازن پشت سدها و دریاچه‌ها که پذیرنده آب رودخانه و حوزه‌های آبرگیر آنها می‌باشند به دلایل متفاوتی از جمله فعالیت‌های کشاورزی و ورود فاضلابهای انسانی، آلوده باشند. در مطالعه‌ای که بر روی منابع آب در شهر سیلانگور مالزی انجام شد وجود ژیاوردیا در ۹۰٪ نمونه‌ها شناسایی شد (۹). در مطالعه دیگری در تایوان وجود ژیاوردیا و کریپتوسپوریوم بترتیب در ۸۷٪ و ۷۵٪ نمونه‌های آب خام و ۴٪ آب تصفیه شده مشخص گردید (۱۳). در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۰۲ بر روی منابع آب در ژاپن انجام شد ۱۰۰٪ نمونه‌های آب خام حاوی ژیاوردیا و ۹۲٪ حاوی کریپتوسپوریوم بود (۱۲). بهر حال نتایج مربوط به آلودگی آب خام در مجموع بالا نبوده و در حدی است که توسط فرآیندهای تصفیه موجود و گندزدایی آب حذف گردد منتها جهت برآورد وضعیت کلی سیستم تصفیه موجود و کیفیت آب همانطور که اشاره شد باید پایش در طول فصول مختلف سال انجام شود.

منابع

۱. همت خواه. فرهاد، انگل شناسی پزشکی، چاپ اول، ناشر شهر آب، سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۷۵، صفحه: ۴۲-۳۹ و ۵۵-۵۲.
۲. اورمزدی. هرمز، انگل شناسی پزشکی، جلد اول، تک یاخته شناسی، چاپ پنجم، انتشارات جهاد فرهنگی، ۱۳۷۸، صفحه: ۱۶۱-۱۳۳.
۳. غروی. محمد جواد، اصول تشخیص آزمایشگاهی انگل شناسی، چاپ اول، نشر طیب، مؤسسه فرهنگی انتشاراتی تیمورزاده، ۱۳۷۸، صفحه: ۹۷-۱۰۱.
۴. فلاح. محمد، موبدی. ایرج، ارزیابی یک روش ساده برای جستجوی کیست و اووسیست تک یاخته‌ها و تخم کرمها در آب آشامیدنی، نشریه آب و فاضلاب، ۱۳۷۸، شماره ۳۰.
۵. محوی. امیرحسین، شیمی و میکروبیولوژی آب و فاضلاب، جلد دوم، نشر مرنديز، چاپ کواکمبرگ، ۱۳۷۳، صفحه: ۷۳-۶۳.
۶. شاه منصوری. محمد رضا، یوسفی. حسنعلی، فرخزاده. حسین، بررسی راندمان حذف کیست ژیاوردیا توسط فیلترهای نخی، چهارمین سمینار سراسری بهداشت محیط یزد ۱۳۸۰.
7. Zuckerman, U., Gold, D., Shelef, G., and Armon, R. The presence of giardia and cryptosporidium in surface waters and effluents in Israel, *Wat Sci Tech* 1997, 35(11-12): 381-384.
8. Karanis, P., Schoenen, D., Seitz, H.M. Distribution and removal of giardia and cryptosporidium in water supplies in Germany. *Wat Sci Tech* 1999, 37(2): 9-18.
9. Ahmad, R.A., Lee, E., Tan, I.T.L Occurrence of giardia cysts and cryptosporidium oocysts in raw and treated water from two water treatment plants in Selengor, Malaysia. *Wat Res* 1997; 31(12): 3132-3136.
10. Falk, C.C., Karanis, P., Schoenen, D. Bench scale experiments for the evaluation of a membrane filtration method for the recovery efficiency of giardia and cryptosporidium from water. *Wat Res* 1980, 32 (3): 565-568.
11. APHA., AWWA., WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater, 15th Ed, Washington DC, 1980:13-33.
12. Hashimoto, A., Kunikance, S., Hirata, T. Prevalence of giardia cysts and cryptosporidium oocysts in the drinking water supply in Japan. *Wat Res* 2002; 36; 519-526.
13. Hsu, B.M., Huang, C., Hsu, C.L., Hsu, Y.H. Occurrence of giardia and cryptosporidium in the Kau-Ping river and its watershed in southern Taiwan. *Wat Res* 1999; 33(11); 2701-2707.
14. Hanter, P.R. Water borne disease. John Willey & Sons, Inc, 1997.
15. Bryant, E.A., Fulton, G.P., Budd, G.C. Disinfection alternative for safe drinking water VNR 1st ed, 1992: 15-40, 91-125.
16. Kfir, R., Hilner, M., du Preez, M., Bateman, B Studies on the prevalence of giardia cysts and cryptosporidium oocysts in South African water. *Wat Sci Tech* 1995, 31 (5-6): 435-438.
17. Crabtree, K.D. The detection of giardia cysts and cryptosporidium oocysts in cistern water in the U.S. virgin island. *Wat Res* 1996; 30 (1); 208-216.
18. Letterman, R.D. Water quality and treatment. 5th ed, McGraw-Hill, 1999: 1-72.