

بررسی کارآیی تأسیسات آبرسانی شهر سوسنگرد در حذف انگل‌های ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم

محمد جواد سعیدفر^۱، عبدالکاسم نیسی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اهواز، دانشکده کشاورزی، گروه محیط زیست، واحد آب و فاضلاب، Attar309@gmail.com

۲- استادیار گروه بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، Neisi-a@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۳۱

چکیده

هدف از این تحقیق تعیین راندمان تأسیسات تصفیه خانه آب و شبکه آبرسانی شهر سوسنگرد در حذف انگل‌های ژیا ردیا لامبلیا^۱ و کریپتوسپوریدیوم پارووم^۲ بود. تعداد کل نمونه‌های برداشت شده بر حسب جمعیت شهر ۱۶ نمونه بود. ۴۰۰ لیتر آب از فیلتر ۵ میکرون عبور داده شد. سپس گل و لای فیلترهای ۵ میکرون جمع آوری شده از مناطق مختلف نمونه برداری در آزمایشگاه توسط وسایل آزمایشگاهی شامل برس، قاشق استریل، بشر، ارلن و آب مقطر جدا شد. بعد از ته نشینی و سانتریفیوژ بوسیله لام سدویک رافترو توسط میکروسکوپ اینوریت انگل‌های مورد نظر مشاهده و شمارش شدند. آزمایش‌های پی اچ، کدورت، جامدات محلول، کلر باقیمانده و کلیفرم‌های مدفوعی مطابق روش‌های استاندارد ۱۰۱۱ انجام گردیدند. میانگین تعداد شمارش شده انگل ژیا ردیا لامبلیا در شبکه آبرسانی سوسنگرد ۹ عدد در لیتر و کریپتوسپوریدیوم پارووم ۳ عدد در لیتر بود. میانگین کدورت شبکه توزیع ۶،۶ NTU و کلر باقی مانده شبکه ۰/۸ mg/l و کلر باقی مانده خروجی تأسیسات ۱،۲ mg/l بود. این تحقیق نشان داد که تأسیسات تصفیه آب و شبکه آبرسانی شهر سوسنگرد در حذف ژیا ردیا لامبلیا و کریپتوسپوریدیوم پارووم بدلیل مشاهده این دو انگل در شبکه آبرسانی و شبکه توزیع کارایی لازم را نداشت.

واژه‌های کلیدی: انگل، ژیا ردیا لامبلیا، کریپتوسپوریدیوم پارووم

مقدمه

کریپتوسپوریدیوم پارووم (عامل کریپتوسپوریدیوزیس انسانی)، آنتامبا هیتولیتیکا (عامل اسهال خونی آمیبی) و بالانتیدیوم کلی (عامل بالانتیدیازیس) چهار تک یاخته‌ای مهم هستند که آب در پراکندگی آن‌ها نقش مهمی را داراست. این تک یاخته‌های روده‌ای بیماری‌زا می‌توانند از راه‌های مختلف از جمله آب آشامیدنی وارد بدن شده و ایجاد عفونت نماید (دبلیو اچ او، ۱۹۹۶). ژیا ردیا یک تک سلولی تاژکدار است که در جانوران کوچک بیماری اسهال را سبب می‌شود. طریقه انتقال

آب آشامیدنی اگر چه به عنوان مایه حیات مطرح بوده و بدون آن زندگی امکان پذیر نمی‌باشد اما چنانچه این آب از الزامات کیفی فیزیکی، شیمیایی و میکروبی ویژه‌ای برخوردار نباشد قادر خواهد بود حیات و سلامت معرف کنندگان را به خطر انداخته و حتی باعث بروز بیماری‌های منجر به مرگ در انسان‌ها گردد. از جمله آلودگی‌های میکروبی آب حضور انگل‌های یاخته‌ای در آن است. ژیا ردیا لامبلیا (عامل ژیا ردیازیس)،

1 - Giardilambliia

2 - Cryptosporidium parvum

3- WHO

اُسیست کریپتوسپوریدیوم و ۹۹/۹ درصد حذف ویروس‌های روده‌ای است.

یکی از روش‌های تشخیص و شناسایی ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم در آب، روش شماره ۱۶۲۳ EPA شامل فیلتراسیون، جداسازی ایمونومغناطیسی (IMS) و روش ایمونوفلوئورسانس میکروسکوپی IFA است. کریپتوسپوریدیوم برای اولین بار توسط تایزر^۱ در سال ۱۹۰۷ در مخاط معده موش آزمایشگاهی مشاهده شد. برای ۷۱ سال خصوصیات تک یاخته به طور کامل معلوم نبود. توجه به این انگل در دو دهه گذشته افزایش یافته است. این انگل از آنجا که در بیماران نقص سیستم ایمنی موجب اسهال مزمن می‌شود مورد توجه محققان قرار گرفته است و مکانیسم پاتوژنز و پاتو فیزیولوژی آن تحت بررسی می‌باشد.

کریپتوسپوریدیوم، زئونوتیک است و افرادی که با دام‌ها تماس دارند در خطر ابتلا به آن هستند. کودکان با سوءتغذیه نیز در معرض ابتلا به اسهال مزمن با این انگل هستند. عفونت، ماه‌ها و حتی سال‌ها در افراد با نقص اکتسابی سیستم ایمنی و یا نقص مادرزادی آن باقی می‌ماند و حتی می‌تواند به سمت کبد و صفرا و یا لوله‌های پانکراس گسترده شود. کریپتوسپوریدیوم در آب‌های سطحی گسترده است. در مطالعه‌ای که بر روی دو رودخانه در ایالت واشنگتن انجام گرفت، در ۳۴ نمونه از ۲۵ نمونه بررسی شده یعنی در ۹۷ درصد از نمونه‌ها کریپتوسپوریدیوم به غلظت ۲ تا ۶۵ اُسیست در هر ۱۰۰ لیتر آب گزارش شد (هانسنان دونگرس،^۲ ۱۹۹۹).

از مهمترین تلاش‌هایی که در تاسیسات آبرسانی شهر سوسنگرد می‌تواند صورت گیرد حفظ شبکه‌های توزیع آب از آلودگی‌های ثانویه است. ورود امکانات جدید به زندگی باعث می‌گردد که گاه شاهد حفاری‌هایی در محیط شهر باشیم. عدم دقت و توجه کافی در کارگزاری این تاسیسات می‌تواند در سایر تاسیساتی که

این تاژکدار راه مدفوعی- دهانی می‌باشد و یک انگل حیوانی محسوب می‌شود. مرحله بیماری‌زایی در این ارگانیزم اووسیست ژیا ردیا می‌باشد و وقتی که بلعیده شود در روده کوچک به شکل یک تروفوزوایت^۱ در خواهد آمد که به موکوز روده‌ای حمله کرده و با روده در جذب مواد غذایی، ویتامین‌ها و چربی به رقابت می‌پردازد که پی‌آمد این رقابت عدم جذب کامل و صحیح این مواد است. (بیتون،^۲ ۲۰۰۵) ژیا ردیا لامبلیا، تک یاخته نازک‌دار روده‌ای با انتشار جهانی به عنوان یکی از عوامل اصلی اسهال در جهان شناخته شده است و بیماری ناشی از این انگل را ژیا ردیازیس یا اسهال چرب می‌گویند. کریپتوسپوریدیوم کوکسیدیایی انگلی و کوچک با اندازه ۴-۶ میکرون بوده که گونه بیماری‌زای آن در انسان کریپتوسپوریدیوم پاروم نامیده شده و در افراد با سیستم ایمنی کامل سبب کریپتوسپوریدیوزیس با علائمی چون اسهال خود محدود شونده می‌شود که دو هفته به طول می‌انجامد.

یکی از راه‌های انتقال این دو انگل، آلودگی منابع آب با فاضلاب انسانی حاوی کیست و اُسیست این انگل‌ها و آشامیدن آب توسط افراد است. اُسیست کریپتوسپوریدیوم و کیست ژیا ردیا کاملاً مقاوم بوده و در مقابل کلر که جهت کشتن میکروب‌ها به آب زده می‌شود مقاومت نشان می‌دهد. در چند دهه اخیر گزارشات فراوانی از بروز اپیدمی‌های این بیماری در آمریکا، اروپا و سایر کشورهای جهان منتشر شده است. امروزه EPA (سازمان محافظت محیط زیست آمریکا) از ژیا ردیا، کریپتوسپوریدیوم و ویروس‌های روده‌ای به عنوان سه شاخص مهم جهت ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه‌ها نام می‌برد. طبق این استاندارد ملاک کار تصفیه‌خانه‌ها برای تصفیه آب‌های سطحی حذف عوامل ۹۹/۹۹ درصد کیست ژیا ردیا، حذف حداقل ۹۹ درصد

1- trophozoite
2- Bitton
3- Tyzzer
4- Hansenandongerth

اختیار زاده، در سال ۱۳۸۰ در تحقیق تحت عنوان شناسایی و حذف ژیاوریا و کریپتوسپوریدیوم در آب به این نتیجه رسیده اند که تک یاخته های روده ای بیماری زا که مطرح ترین آنها بر اساس شیوع در سال های اخیر شامل ژیاوریا و کریپتوسپوریدیوم می باشد، می تواند در اثر دفع مستقیم از طریق مدفوع انسان و حیوان یا در اثر تخلیه فاضلاب ها به آبهای پذیرنده به انسان و حیوانات اهلی سرایت کند و برای حذف این تک یاخته ها، می توان گفت در صورت راهبردی صحیح سیستم های تصفیه متداول و حذف مناسب ذرات و کدورت حذف این میکروارگانیسم ها در حداقل قابل قبول امکان پذیر می باشد.

شکر آبی، در سال ۱۳۸۰ در تحقیقی تحت عنوان مقایسه روش ایمونوفلورسنت مونوکلونال آنتی بادی مستقیم و رنگ آمیزی کاینیون اسید فاست در تشخیص آزمایشگاهی کریپتوریدیوزیس به این نتیجه رسیده اند که حساسیت، ویژگی، دقت و سهولت در کار با روش ایمونوفلورسانس در مقایسه با روش رنگ آمیزی کاینیون ۱۰۰ درصد می باشد و برتری حداقل قدرت تشخیص بوسیله کارشناس با روش ایمونوفلورسانس ۸ برابر روش رنگ آمیزی می باشد.

محمدفلاح. صیاد بسطامی نژاد امیرحسین مقصود، علیرضارحمانی، حجت اله کاکایی، اکبر اکبری: زیاردیا و کریپتوسپوریدیوم دوتک یاخته انگلی شایع هستند که در سراسر جهان باعث عفونتهای روده ای حاد در کودکان میشوند. این دو انگل در محیطهای آبی شامل آب خام، فاضلابها و حتی آب تصفیه شده یافت میشوند، با توجه به اینکه تاکنون در کشور ما مطالعه دقیقی بر روی منابع آب سطحی انجام نشده این مطالعه به روش ایمونوفلورسنت، بر روی منابع سطحی آب آشامیدنی شهر همدان انجام گرفت.

لهوالبیر در سال ۱۹۹۱، در بررسی ۶۶ تصفیه خانه آب سطحی در ۱۴ ایالت و یک ایالت در کانادا نیز کریپتو را در ۸۷ درصد از منابع آب خام نشان داد. غلظت های

از قبل در دل زمین مدفون بوده اند ایجاد خرابی نماید. از این قبیل مسایل می توان به شکست لوله های آب در حین حفاری جهت کارگزاری لوله های جدید آب، لوله های فاضلاب یا شبکه های تلفن و غیره اشاره نمود. اتمام عمر مفید لوله ها، انشعابات غیر قانونی، قطع و وصل زیاد آب از جمله مسایلی است که می تواند به سرعت آلودگی های مختلف را به صورت های گوناگون و به راحتی در مدت زمان کوتاهی در سطح شهر توزیع نماید و در نتیجه آن بیماری های متنوعی که عامل اصلی انتقال دهنده آن آب بوده شایع گردد. آب و فاضلابها برای استفاده و برای برگشت به محیط یا استفاده مجدد نیاز به تصفیه دارند. روش های مختلفی برای تصفیه آبها و فاضلابها وجود دارد که بسته به مصارف آب و نوع آلودگی از این روشها استفاده می شود. عمده ترین روش های تصفیه آب عبارتند از: تصفیه مکانیکی، تصفیه شیمیایی آب، تصفیه آب به روش اسمز معکوس، تصفیه بیوشیمیایی آب، فیلتراسیون آب.

برای میکروبی زدایی، در تصفیه خانه های شهری کلر به آب افزوده می شود. کلر و ترکیبات آن برای ضد عفونی آب آشامیدنی در تصفیه خانه ها به آب اضافه می گردد. در سال های اخیر تحقیقات بعمل آمده نشان داده اند که مواد آلی موجود در آب با کلر ترکیب شده و ایجاد تری هالومتانها، کلرات و سایر ترکیبات جانبی مضر و سمی می نماید که باعث بروز انواع بیماری های صعب العلاج در انسان می گردند.

دوانی، رحیم، پاییز ۱۳۸۸ در تحقیق تحت عنوان میکروبی شناسی آب به این نتیجه رسیده اند که زیاردیا نسبت به روش های معمول کلریناسیون مقاوم بوده و نسبت به کلیفرم ها مقاوم تر می باشد و کاربرد فرآیند صافی ماسه ای تند و کند بویژه نوع کند در تصفیه خانه ها راهی موثر در حذف زیاردیا است و آلودگی سیستم های آبرسانی قدیمی به علت شکستگی و نشت آب و فاضلاب در این سیستم بروز می کند.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری در مکان‌ها و زمان‌های متفاوت انجام گردید که در برگیرنده کل شبکه توزیع در یک بازه زمانی بیست روزه می‌باشد. محل‌های نمونه‌گیری از ورودی تصفیه‌خانه، شبکه مصرف و بعد از فیلترهای خانگی انجام گردید.

آزمایش PH، کدورت، E.C، TDS و کلر باقی مانده

به همراه نمونه برداری پارامترهای کلر باقی مانده، کدورت، PH، E.C، TDS، کل کلی فرم طبق استاندارد متد و استاندارد کشوری انجام گردید.

تست کدورت توسط دستگاه کدورت سنچ، E.C توسط PH متر، PH توسط PH متر و پارامتر کلر باقی مانده در محل توسط کیت کلر سنچ استاندارد انجام گردید.

تست کلی فرم نیز طبق استاندارد متد (استاندارد ۱۰۱۱) برای ورودی تصفیه‌خانه به عنوان آب خام به روش ۱۵ لوله ایبی و نمونه‌های شبکه نیز به روش ۱۰ لوله ایبی انجام گردید.

نمونه‌ها بعد از برداشت توسط جعبه یخ به آزمایشگاه منتقل شده و جهت آزمایشات تکمیلی آماده سازی می‌شوند.

حجم نمونه برداشت شده

جهت آزمایشات کدورت، PH و کل کلی فرم مقدار نمونه به اندازه ۲۵۰ میلی لیتر در ظرف‌های استاندارد مخصوص نمونه برداری میکروبی دارای در پوش و همچنین ورق آلومینیمی به عنوان پوشش و درون ظرف نمونه برداری ماده تیوسولفات به عنوان خنثی کننده کلر باقی مانده اضافه گردید.

به منظور انجام تست‌های E.C و TDS مقدار ۲۰۰ میلی لیتر نمونه برداشت گردید.

بالا تر در ارتباط با منابعی بود که به آن‌ها فاضلاب‌های شهری یا صنعتی تخلیه شده است. در تحقیق انجام گرفته بر روی رودخانه‌های ۱۴ ایالت کشور ایالات متحده آمریکا و یک منطقه از کانادا، اُسیست‌های کریپتو در ۹۷ درصد از ۶۶ نمونه از آب‌های سطحی ملاحظه شده است.

چالورتال^۱ در سال ۱۹۹۵، در تحقیق تکمیلی بر روی ۴۰ تصفیه‌خانه آب نیز انجام گرفت و در منبع آب ۸۵ درصد از این تصفیه‌خانه‌ها اُسیست‌های توپر در ۵۰ درصد اُسیست‌های دارای ساختار داخلی مشخص گردید.

کنل و همکاران^۲ در سال ۲۰۰۰ در آمریکا در تحقیقی تحت عنوان کریپتوسپوریدیوم مشخص شد که در یک درصد از نمونه‌های آب تصفیه شده تعداد اُسیست‌های کریپتو از ۳۰ عدد در لیتر و در سه درصد از نمونه‌ها از ۱۰ عدد در ۱۰۰ لیتر تجاوز کرده است. منابع کریپتوسپوریدیوم شامل آلودگی کشاورزی به ویژه از گاوها و فاضلاب خام می‌باشد.

در تحقیق انجام گرفته در سال ۱۹۹۵ در کانادا مشخص گردید که غلظت کریپتو در نمونه‌هایی که از پایین دست اوتارا برداشت شده بود ۷/۱ برابر بیشتر از نمونه‌های گرفته شده از بالادست همین منطقه بوده است. یکی از دلایل شیوع گسترده کریپتو در منابع آب مقاومت این ارگانیزم نسبت به انجماد می‌باشد.

با توجه به اهمیت بهداشت و سلامت آب در سلامت و شادابی جامعه و همچنین با توجه به هزینه‌های سنگین درمانی در خصوص بیماری‌های اپیدمی لذا توجه به کیفیت آب و کنترل فرآیند آن از اهمیت ویژه ایی برخوردار است. این تحقیق با پرداختن به موضوعات مرتبط با کیفیت آب نقشه راه روشنی پیش روی دست اندرکاران سلامت و کیفیت آب قرار داده تا با رسیدگی به این مهم قدم‌های چشمگیری در ارتقا سطح بهداشتی آب بردارند.

1- chauretetal
2- Connell etal
3- COOL BOX

دوم ۱ میلی لیتر نمونه و در سری سوم ۰/۱ میلی لیتر نمونه). مخلوط داخل لوله‌ها را باتکان دادن آرام لوله، مخلوط می‌نماییم. لوله‌ها یا بطری‌های حاوی نمونه و محیط کشت را در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار می‌دهیم. بعد از ۲۴ ساعت، هر لوله یا بطری را به آرامی و با حرکت چرخشی تکانه داده و آن را از نظر میزان رشد میکروبی، وجود یا عدم وجود گاز و واکنش‌های اسیدی (سایه‌های زرد رنگ) بررسی می‌کنیم. چنانچه در این مرحله تشکیل گاز یا اسید مشاهده نگردید، آنها را مجدداً به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور قرار می‌دهیم. پس از ۴۸ ساعت لوله‌ها را بررسی می‌کنیم، وجود یا عدم وجود رشد زیاد گاز و اسید را یادداشت می‌نماییم. تولید گاز در لوله‌ها طی ۴۸ ساعت بیانگر پاسخ مثبت به آزمایش احتمالی است. لوله‌های مثبت را برای آزمایش در مرحله تأییدی نگه می‌داریم. عدم تشکیل گاز در پایان ۴۸ ساعت بیانگر نتیجه منفی می‌باشد. اگر لوله‌های مرحله احتمالی در آب‌های خام در دو یا تعداد بیشتری از رقت‌های متوالی طی مدت ۲۴ ساعت مثبت باشد، در مرحله تأییدی فقط لوله‌های رقیق‌ترین گروه که همگی مثبت بوده به علاوه لوله‌های مثبت گروه‌های رقیق‌تر برای آزمایش انتخاب می‌شوند. مقدار MPN مرحله احتمالی را از روی تعداد لوله‌های مثبت این مرحله محاسبه می‌گردد.

نتایج و بحث

میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده در آب خام و خروجی تصفیه‌خانه آب و نقاط مختلف شبکه توزیع آب شهر سوسنگرد و خروجی RO در جدول شماره ۱ مشاهده می‌گردد.

همچنین مقدار حجم فیلتر شده جهت آزمون‌های تشخیص و شمارش انگل ۴۰۰ لیتر می‌باشد که طبق مقدار حجم آب عبوری از فیلترهای آب شیرین کن طی ۱۲ تا ۱۴ روز این میزان آب نیز فیلتر شده است.

مرحله احتمالی برای آب‌های کلرینه و خام

در مرحله تشخیص و احتمالی، روش تخمیر چند لوله‌ای، از لاکتوز برات به عنوان محیط کشت استفاده می‌شود. در صورتی که محیط کشت بعد از سترون شدن در یخچال نگهداری شده باشند، قبل از استفاده باید به مدت یک شب در انکوباتور ۳۰ درجه سانتیگراد قرار گیرد. پس از این مدت، لوله‌هایی که در آنها رشد میکروبی و یا حباب‌گازی مشاهده شد، کنار گذاشته می‌شوند.

روش انجام آزمایش^۱ MPN

ردیف‌های ۵ تایی از لوله‌های آزمایش را در محفظه نگهدارنده لوله قرار داده. تعداد این ردیف‌ها و حجم نمونه انتخابی بستگی به کیفیت و ویژگی‌های نمونه مورد آزمایش دارد. برای آب آشامیدنی ۵ لوله با حجم بیش از ۳۰ میلی لیتر آماده می‌کنیم. در هر لوله آزمایش ۱۰ میلی لیتر محیط کشت لاکتوز برات ۲ غلظتی وجود دارد. بعد از ۲۵ بار تکانه دادن بطری نمونه در هر لوله آزمایش ۱۰ میلی لیتر نمونه را با پیپت وارد می‌کنیم. برای آب‌های غیر آشامیدنی برای هر رقت ۱۰ ml، ۱، ۰/۱ (نمونه) ۵ لوله آماده می‌نماییم. در ۵ لوله اول ۱۰ میلی لیتر محیط کشت لاکتوز برات دو غلظتی و در ۱۰ لوله بعدی، ۱۰ میلی لیتر محیط کشت لاکتوز برات یک غلظتی وجود دارد. ظرف حاوی نمونه‌ها و محلول‌های رقیق شده را ۲۵ بار به شدت تکانه می‌دهیم. در هر گروه ۵ تایی از لوله‌ها، حجم مشخصی از نمونه را به ترتیب با افزایش رقت یا کاهش ضریب رقیق‌سازی اضافه می‌کنیم (در ۵ سری اول ۱۰ میلی لیتر نمونه، در ۵ سری

کریپتوسپوریوم

میانگین تعداد کریپتوسپوریوم در ورودی با میانگین تعداد کریپتوسپوریوم در همه مناطق شهری و خروجی تصفیه خانه و RO اختلاف معنا داری دارد. ($P=0,000$) میانگین تعداد کریپتوسپوریوم در زعفرانیه با میانگین تعداد کریپتوسپوریوم در RO نیز اختلاف معنا داری دارد. ($P=0,028$) که این اختلاف معنا دار بواسطه تعداد زیاد کریپتوسپوریوم در محدوده زعفرانیه می باشد که احتمالاً به دلیل شوک فاضلابی است که در هنگام شکستگی به شبکه آب وارد شده است.

آنالیز آماری

به منظور مقایسه میانگین های متغیرهای مختلف بین ورودی تصفیه خانه آب (آب خام) و خروجی تصفیه خانه آب و همچنین بین مناطق مختلف شهرستان سوسنگرد و همچنین میانگین های ذکر شده فوق با خروجی RO، آنالیز واریانس انجام شد.

جدول شماره ۱- میانگین متغیرهای اندازه گیری شده در آب خام و خروجی تصفیه خانه آب و نقاط مختلف شبکه توزیع آب شهر سوسنگرد و خروجی RO

ROW	Areas	PH	Turbidity	R.Ch	EC	TDS	Giardia	criptosporidium
			NTU	PPM	μ/cm		No/LIT	No/LIT
1	Farhangian	7.59	7.2	0.8	2270	1362	10	3
2	Abojalal	7.52	6.4	0.7	2360	1416	8	2
3	Mashroteh	7.52	6.2	0.8	2470	1482	10	2
4	Bavalesh	7.61	6.9	0.9	2450	1470	6	3
5	Zafaraniéh	7.58	7.3	0.8	2480	1489	10	5
6	Output	7.55	5.9	1.2	2260	1356	12	2
7	Input	7.74	20	—	2420	1450	45	21
8	Ro	7.35	0.3	—	280	168	0	0

این اختلاف معنا دار وجودداشت که ممکن است شبکه شهری بوالش در طول زمان نمونهبرداری از شکستگی های کمتری برخوردار بوده است.

تحلیل روابط متغیرها (ضریب همبستگی یا پیرسون)

به منظور بررسی رابطه بین متغیرها ضریب همبستگی پیرسون محاسبه گردید که نتایج آن طبق جدول ۲ به شرح زیر می باشد.

ژیا ردیا

میانگین تعداد ژیا ردیا در ورودی با میانگین تعداد ژیا ردیا در همه مناطق شهری و خروجی تصفیه خانه و RO اختلاف معنا داری دارد. ($P=0,000$)

میانگین تعداد ژیا ردیا در خروجی RO با میانگین تعداد ژیا ردیا در همه مناطق شهری و ورودی تصفیه خانه بجز بوالش اختلاف معنا داری دارد. ($P=0,90$)

بدلیل اینکه در منطقه بوالش میزان کمتری از ژیا ردیا نسبت به مناطق مختلف شبکه شهری سوسنگرد بود

کامل، «۰» به معنی نبود همبستگی و «-۱» به معنی همبستگی منفی کامل است.

ضریب همبستگی پیرسون میزان همبستگی خطی بین دو متغیر تصادفیرا می‌سند. مقدار این ضریب بین -۱ تا ۱ تغییر می‌کند که «۱» به معنای همبستگی مثبت

جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون

		PH	Turbidity	Residual Chlorin	EC	TDS	Fecal coliform	giardia	criptosporidium
PH	Pearson Correlation	1	.873 ^{**}	.893 ^{**}	.855 ^{**}	.855 ^{**}	.659 ^{**}	.818 ^{**}	.757 ^{**}
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	30	30	18	30	30	30	30	30
Turbidity	Pearson Correlation	.873 ^{**}	1	.278	.556 ^{**}	.556 ^{**}	.929 ^{**}	.913 ^{**}	.861 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000		.264	.001	.001	.000	.000	.000
	N	30	30	18	30	30	30	30	30
Residual Chlorin	Pearson Correlation	.893 ^{**}	.278	1	.285	.285	. ^a	-.281	.215
	Sig. (2-tailed)	.000	.264		.252	.252	.000	.259	.392
	N	18	18	18	18	18	18	18	18
EC	Pearson Correlation	.855 ^{**}	.556 ^{**}	.285	1	1.000 ^{**}	.221	.471 ^{**}	.381 [*]
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.252		.000	.241	.009	.038
	N	30	30	18	30	30	30	30	30
TDS	Pearson Correlation	.855 ^{**}	.556 ^{**}	.285	1.000 ^{**}	1	.221	.471 ^{**}	.381 [*]
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.252	.000		.241	.009	.038
	N	30	30	18	30	30	30	30	30
Fecal coliform	Pearson Correlation	.659 ^{**}	.929 ^{**}	. ^a	.221	.221	1	.899 ^{**}	.878 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.241	.241		.000	.000
	N	30	30	18	30	30	30	30	30
giardia	Pearson Correlation	.818 ^{**}	.913 ^{**}	-.281	.471 ^{**}	.471 ^{**}	.899 ^{**}	1	.972 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.259	.009	.009	.000		.000
	N	30	30	18	30	30	30	30	30
criptosporidium	Pearson Correlation	.757 ^{**}	.861 ^{**}	.215	.381 [*]	.381 [*]	.878 ^{**}	.972 ^{**}	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.392	.038	.038	.000	.000	
	N	30	30	18	30	30	30	30	30

فاضلاب ناشی از کشاورزی و فرسایش خاک میزان PH آب نیز بالا می‌باشد که این ورود فاضلاب نیز با آلودگی های مدفوعی همراه است.

ضریب همبستگی پیرسون برای PH و ژیاردیا برابر با ۰٫۸۲، که نشان دهنده ارتباط بین PH و ژیاردیا می‌باشد. (P=۰٫۰۰۰). یعنی با کاهش PH تعداد انگل ها بدلیل شرایط نامساعد محیطی کم می‌شود.

ضریب همبستگی پیرسون برای PH و کریپتوسپوریوم برابر با ۰٫۷۶، که نشان دهنده ارتباط بین PH و کریپتوسپوریوم می‌باشد. (P=۰٫۰۰۰). یعنی با کاهش PH تعداد انگل ها بدلیل شرایط نامساعد محیطی کم می‌شود.

ضریب همبستگی پیرسون برای کدورت و کلر باقی مانده برابر با ۰٫۲۸، بود که نشان دهنده ارتباط بین کدورت و کلر باقی مانده می‌باشد. (P=۰٫۲۶۴). یعنی با افزایش میزان کدورت اثر گذاری مفید کلر نیز کاهش می‌یابد بدین صورت که مواد معلق موجود در آب به دور

ضریب همبستگی پیرسون برای PH و کدورت برابر با ۰٫۸۷، بود که نشان دهنده ارتباط مستقیم کدورت و PH می‌باشد (P=۰٫۰۰۰). یعنی با افزایش کدورت PH افزایش داشت.

ضریب همبستگی پیرسون برای PH و کلر باقی مانده برابر با ۰٫۸۹، بود که نشان دهنده ارتباط PH و کلر باقی مانده می‌باشد. (P=۰٫۰۰۰). یعنی با افزایش کلر باقی مانده PH کاهش می‌یابد.

ضریب همبستگی پیرسون برای PH و E.C برابر با ۰٫۸۵، که نشان دهنده ارتباط مستقیم بین PH و E.C می‌باشد. (P=۰٫۰۰۰). هر چه میزان E.C بالاتر باشد بدلیل وجود انواع مختلف املاح محلول و فلزات و ترکیبات شیمیایی دیگر همچون کربنات و بی کربنات PH نیز افزایش پیدا می‌کند.

ضریب همبستگی پیرسون برای PH و FC برابر با ۰٫۶۶، و نشان دهنده ارتباط بین PH و FC می‌باشد. (P=0.00). در اغلب آبهای سطحی به دلیل ورود

کلر باقی مانده با تعداد ژیا ردیا می باشد. ($P=0,259$). البته مقاوم بودن ژیا ردیا به کلر و مشتقات آن اثبات شده است اما کلر با ایجاد شرایط نامساعد محیط زمینه حذف انگل را بوجود می آورد. کاهش تعداد ژیا ردیا در مناطقی که دارای کلر می باشد به عامل حذف توسط فیلتر های شنی هم بر می گردد.

ضریب همبستگی پیرسون برای کلر باقی مانده و کریپتوسپوریوم برابر با ۰,۲۱۵ بود که نشان دهنده ارتباط مستقیم افزایش کلر باقی مانده با کاهش تعداد کریپتوسپوریوم می باشد.

ضریب همبستگی پیرسون برای E.C و FC برابر با ۰,۲۲ که نشان دهنده ارتباط ضعیف بین این دو می باشد. ($P=0,241$). ارتباط ضعیفی بین E.C و FC وجود دارد.

ضریب همبستگی پیرسون برای E.C و ژیا ردیا برابر با ۰,۴۷ که نشان دهنده ارتباط بین E.C و ژیا ردیا می باشد. ($P=0,009$).

ضریب همبستگی پیرسون برای E.C و کریپتوسپوریوم برابر با ۰,۳۸ که نشان دهنده ارتباط بین E.C و کریپتوسپوریوم بود. ($P=0,038$)

ضریب همبستگی پیرسون برای FC و ژیا ردیا برابر با ۰,۹ بود و که نشان دهنده ارتباط مستقیم بین میزان FC با تعداد ژیا ردیا می باشد. ($P=0,00$). یعنی در زمانی که آلودگی میکروبی زیاد انتظار می رود تعداد انگل ها هم زیاد باشد.

ضریب همبستگی پیرسون برای FC و کریپتوسپوریوم برابر با ۰,۸۸ بود و که نشان دهنده ارتباط مستقیم بین میزان FC با تعداد کریپتوسپوریوم می باشد. ($P=0,00$). یعنی در زمانی که آلودگی میکروبی زیاد انتظار می رود تعداد انگل ها هم زیاد باشد. ضریب همبستگی پیرسون برای ژیا ردیا و کریپتوسپوریوم برابر با ۰,۹۷ بود که نشان دهنده ارتباط مستقیم افزایش تعداد ژیا ردیا و کریپتوسپوریوم می باشد. ($P=0,000$).

میکروارگانیزم ها پوششی درست کرده و مانع اثر موثر کلر در امر باکتروسایدی می شوند.

ضریب همبستگی پیرسون برای کدورت و E.C برابر با ۰,۵۶ بود که نشان دهنده ارتباط ضعیف بین کدورت و E.C می باشد. ($P=0,001$). در اغلب آب های سطحی با افزایش کدورت E.C آب نیز افزایش پیدا می کند اما به شرط کم شدن حجم آب ، کم شدن دبی و اینکه جنس مواد معلق موجود در آب که باعث افزایش کدورت می شوند، معدنی باشد.

ضریب همبستگی پیرسون برای کدورت و FC برابر با ۰,۹۳ بود و که نشان دهنده ارتباط مستقیم بین کدورت و FC می باشد. ($P=0,000$). یعنی با افزایش میزان کدورت در آب آبهای تصفیه شده به دلیل اثر گذاری کم کلر باقی مانده میزان FC نیز افزایش می یابد.

ضریب همبستگی پیرسون برای کدورت و ژیا ردیا برابر با ۰,۹۱ بود که نشان دهنده ارتباط مستقیم کدورت و ژیا ردیا می باشد ($P=0,00$). یعنی وجود کدوتر بالا در شبکه توزیع حکایت از فیلتراسیون ناقص در مراحل تصفیه آب داشته که با این نقص عملکرد و مشاهده و اندازه گیری کدورت بالا شناسایی تعداد بالای ژیا ردیا دور از انتظار نیست.

ضریب همبستگی پیرسون برای کدورت و کریپتوسپوریوم برابر با ۰,۸۶ بود و که نشان دهنده ارتباط مستقیم کدورت و کریپتوسپوریوم می باشد. ($P=0,00$) بدین معنا که در آبهای شبکه توزیع هر جا با افزایش کدورت مواجه باشیم می توان انتظار داشت با افزایش تعداد کریپتوسپوریوم روبرو شویم.

ضریب همبستگی پیرسون برای کلر باقی مانده و FC برابر با صفر بود که نشان دهنده ارتباط مستقیم کلر باقی مانده و FC می باشد. ($P=0,000$) یعنی با افزایش میزان کلر باقی در شبکه توزیع کاهش شدید و چشمگیر FC مواجه می شویم.

ضریب همبستگی پیرسون برای کلر باقی مانده و ژیا ردیا برابر با -۰,۲۸ بود که نشان دهنده ارتباط بین

جدول شماره ۳- مقایسه این تحقیق با سایر تحقیقات انجام شده

نام محقق	کشور / شهر	محل تحقیق	تعداد ژیا ردیا	تعداد کریپتوسپوریدیوم
Connell etal	آمریکا / ۲۰۰۰	آب تصفیه		۱ درصد نمونه ها ۳۰ عدد در لیتر ۳ درصد نمونه ۱۰ عدد در لیتر
	کانادا	پایین دست و بالای دست اوتارا		نسبت تعداد نمونه های بالا دست به پایین دست ۷/۱ برابر بود.
Mayunasrisuphaunt	تایلند	جن.ب تایلند	۷,۶ درصد از ۱۱۸ نمونه آزمایش شده	۱۲,۷ درصد از ۱۱۸ نمونه آزمایش شده
دکتر اسماعیل فلاح و همکاران	ایران / تبریز	رودخانه و آب شبکه	رودخانه : ۷۰ درصد نمونه ها آلوده شبکه : ۴,۳ درصد	رودخانه: ۹۵ درصد نمونه ها آلوده شبکه: ۵۶,۸ درصد نمونه ها آلوده بودند
هاجر رضایی و همکاران	ایران / مازندران	شبکه		کل نمونه های انجام شده ۹۸۹ نمونه که ۷۹۲ فاقد آلودگی و ۱۹۷ دارای آلودگی بودند.
تحقیق حاضر	ایران / سوسنگرد	رودخانه شبکه آب شیرین کن خانگی	رودخانه ۱۰۰ درصد الوده بود میانگین تعداد در شبکه ۹ عدد آب شیرین کن خانگی فاقد آلودگی	رودخانه: ۱۰۰ درصد آلوده بود میانگین تعداد در شبکه ۳ عدد آب شیرین کن خانگی فاقد آلودگی

نکته: استاندارد حذف انگل های ژیا ردیا و کریپتوسپوریدیوم طبق استاندارد EPA حذف ۹۹,۹ درصد کیست ژیا ردیا و حذف ۹۹ درصد اوسیست کریپتوسپوریدیوم در خروجی تصفیه خانه.

نتیجه گیری

- اقدامات موثر در جلوگیری از آلودگی ژیاوردیا
- تشخیص و کنترل منابع آلوده کننده
 - بهسازی تاسیسات
 - اصلاح نواقص سیستم تصفیه و توزیع آب
 - کاربرد فرآیند صافی ماسه ای تند و کند بویژه نوع کند که در تصفیه خانه ها راهی موثر در حذف ژیاوردیا می باشد.
 - تعویض و تعمیر خطوط قدیمی انتقال آب و فاضلاب در سطح شبکه شهری

اقدامات موثر در حذف کریتوسپوریدیم

در حال حاضر این موضوع مطرح است که آیا صافی هایی با محیط های دانه ایی قادر به جلوگیری موثر از عبور ژیاوردیا و کریتوسپوریدیم و ورود آن به شبکه توزیع آب شرب هست یا نه؟

اندازه واحد های زنده ژیاوردیا در حدی است که حتی اگر فیلترهای دانه ایی در حد عالی راهبری نشوند نیز حذف می گردد. به طور متعارف انتظار می رود فیلترها ذرات بزرگتر از ۱۰ میکرومتر را حذف کنند. پس حذف ذرات در محدوده ۲ تا ۱۰ میکرون نیاز به بهسازی دارد. به این معنا که هر جز از واحد های تصفیه خانه باید برآورنده استانداردهای امروزی باشد. هرچه اندازه ذرات کوچکتر می شود، تعداد آنها افزایش می یابد. بنابراین کاهش تعداد ذرات به مقدار زیادی خطر عبور کریتوسپوریدیم را کاهش می دهد. امروزه، کاملاً معلوم شده که در فیلترهای شنی هر چه دانه های شن زاویه دارتر باشد نسبت به دانه های شن مدور کدورت کمتری را از خود عبور می دهد. در نتیجه انتخاب شکل، اندازه موثر و ضریب یکنواختی از مواردی است که می تواند موجب جلوگیری از ورود کریتوسپوریدیم به شبکه توزیع آب شرب مردم شود.

پیشنهادات

به منظور غیر فعال سازی عوامل بیماری زا با توجه به مقاوم تر بودن این عوامل در مقایسه با سایر ارگانیسم ها، از ازن می توان استفاده نمود. ازن خاصیت میکروب کشی بسیار موثری در برابر محدوده وسیعی از ارگانیسم های بیماری زا شامل باکتری ها، تک یاخته ها و ویروس ها دارد.

مطالعات انجام شده توسط مشاورین محیط زیست کلانسی^۱ در هاوایی نشان داده است که فناوری UV در از بین بردن ائوسیست های کریتوسپوریدیم تاثیر بالایی دارد. ائوسیست ها در مقال کلر تقریباً غیر قابل نفوذ هستند.

پایش کامل رودخانه کرخه در مقاطع مختلف و شناسایی مکان های آلوده کننده و وارد کننده به فاضلاب به رودخانه و بررسی اثر آنها بر کیفیت آب. بررسی و کنترل فرآیند کامل و جز به جز تصفیه خانه و ارائه راه کار کم هزینه و با کیفیت بالا در بالا بردن راندمان تصفیه خانه.

شناسایی شبکه شهری به صورت کامل اعمم از طول شبکه، جنس شبکه و جانمایی و ایجاد شیر های تخلیه برای شستشوی شبکه جهت بالا بردن کیفیت شبکه توزیع در هنگام شکستگی ها.

بررسی شکستگی ها و خطا های انسانی در آلوده کردن شبکه توزیع و آموزش کامل به پرسنل درگیر در این امور.

منابع

- 1-Who , Guidelines for drinking water qualities “ second edition 1995.
- 2-EPA , Method 1622 . "cryptosporidium in water by filtration/ Ims/ FA", Jan. 1999
- 3-EPA , Method 1622 . "cryptosporidium and Giardia in water by filtration/ Ims/ FA", aprill. 1999
- 4-EPA , " Guidance for people with severely weakened immune system" , June 1999
- 5-EPA, "drinking water Regulation and Health Advisories" February 1996
- 6-Tyzzar, EE , A sporozoan found in the peptice glands of the common mouse. Proc. Soc. Enp. Biol. Med. 1907 ,5, no1: 12-13.
- 7- Bitton, G. 2005.Wastewater Microbiology.Third Edition. John Wiley