

فصلنامه علمی - پژوهشی زیست‌شناسی میکروارگانیسم‌ها
سال سوم، شماره ۹، بهار ۱۳۹۳، صفحه ۸۹-۹۸
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۱۹

بررسی کارآیی فیلتراسیون چند بستره در حذف کیست‌های ژیا ردیا لامبلیا در تصفیه خانه آب اصفهان

زهرا موسویان: کارشناس ارشد میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فلاورجان، اصفهان، ایران، z.mosaviyan@yahoo.com
علی اصغر رستگاری: استادیار بیوفیزیک مولکولی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فلاورجان، اصفهان، ایران، rastegari@iaufala.ac.ir*
سعید عابدی: مربی میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فلاورجان، اصفهان، ایران، abedi@iaufala.ac.ir

چکیده

مقدمه: ژیا ردیا لامبلیا تک یاخته بیماری‌زای منتقل شونده ای است که به بیماری‌های گوارشی منجر می‌شود. استفاده از فیلتراسیون چندلایه‌ای کاربرد زیادی در حذف کدورت از آب‌های سطحی، باکتری‌ها، ویروس‌ها و تک یاخته‌ها دارد. این مطالعه، کارآیی فرآیند فیلتراسیون در حذف کیست‌های ژیا ردیا را از آب آشامیدنی ارزیابی می‌کند.

مواد و روش‌ها: روش استفاده شده (ICR (Information Collection Rule) بود. در این روش فیلتر کارتریج پلی‌پروپیلنی برای جداسازی این تک یاخته استفاده شد. سپس، شستشو، تغلیظ نمونه، شناورسازی (پرکول- ساکاروز) و رنگ‌آمیزی با آنتی بادی ایمنو فلورسانس برای تشخیص کیست‌های ژیا ردیا انجام شد.

نتایج: نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین لگاریتم حذف در فیلتراسیون سه لایه‌ای برای ژیا ردیا ۲/۳ است. بازده حذف ژیا ردیا با بازده حذف کدورت قابل مقایسه بود به نحوی که در مرحله فیلتراسیون بازده حذف برای ژیا ردیا ۹۹/۵ و برای کدورت ۹۲/۷ درصد به دست آمد. تعداد کیست‌ها پس از فیلتراسیون سه لایه‌ای (۰/۲ در ۱۰۰ لیتر آب) و در اسیدته‌های مرتبط با فیلتراسیون، کم‌ترین میزان را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری: تحلیل فرآیندهای فیزیکی فیلتراسیون نشان داد که فیلترهای شن، آنتراسیت و گارنت در حذف کیست‌ها نسبت به فیلترهای دو لایه‌ای موثرترند و می‌توانند بازده بالایی از حذف ژیا ردیا را داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: ژیا ردیا، تصفیه آب، فیلتراسیون، گارنت

مقدمه

ژیاردیا لامبلیا^۱ تاژکدار روده ای و تنها تک یاخته بیماری‌زای شایع در دستگاه گوارش انسان به شمار می‌رود که در دئودنوم (دوازدهه) و قسمت بالای ژژنوم سکونت دارد (۱). ژیا ردیا لامبلیا به دو شکل تروفوزوئیت و کیست وجود دارد. تروفوزوئیت شکل رویشی ارگانسیم است. هنگامی که تروفوزوئیت در شرایط نامساعد محیطی نظیر ورود به کولون قرار می‌گیرد، تبدیل به کیست می‌شود که مقاوم تر است. شکل عفونی ارگانسیم کیست است و پس از دفع از طریق مدفوع باعث آلودگی آب، غذا و دست‌ها شده و انسان را آلوده می‌کند (۲ و ۳). ژیا ردیازیس یک بیماری گسترده جهانی است و در همه سنین مشاهده می‌شود. ابتلا به عفونت در کودکان نسبت به بزرگسالان و در نواحی گرمسیری و تحت استوایی شیوع بیشتری دارد. شروع بیماری با علائمی نظیر تهوع، بی‌اشتهایی، بی‌قراری و اسهال خفیف آبکی بدبو همراه است. سایر علائم شامل دردهای قسمت فوقانی معده (کرامپ شکمی)، حساسیت اپی‌گاستر، دفع مدفوع چرب و موکوسی که بیشتر با کاهش وزن همراه است. تمام زیاردیاه‌ها با داشتن شکل‌های بیوشیمیایی و فیزیکی مقاوم و تحمل استرس‌های اکولوژیکی قادرند در محیط‌های آبی متفاوت به مدت طولانی باقی بمانند. یکی از متداول‌ترین عوامل در همه گیری‌های اسهال، منابع آب آلوده معرفی شده است. آلودگی آب می‌تواند در نتیجه نشت فاضلاب و وجود اشکال در سیستم‌های تصفیه آب روی دهد. در ایران ژیا ردیازیس شایع‌ترین بیماری تک یاخته ای است. مطالعات مختلف میانگین درصد آلودگی به ژیا ردیا را حدود ۱۶ تا ۱۰/۹ درصد گزارش نموده‌اند (۴ و ۵). در اواخر قرن نوزدهم میلادی و با

ابداع و به کارگیری روش‌های مختلف تشخیص میکروب‌ها، ثابت شد که آب آشامیدنی می‌تواند به عنوان ناقل انواع پاتوژن‌ها (میکروب‌های بیماری‌زا) محسوب شود (۶). بیماری‌های ناشی از آب تصفیه نشده یا خوب تصفیه نشده نظیر اسهال، یکی از سه عامل مرگ و میر جهانی و مسئول ۳۰ درصد از کل مرگ و میر کودکان زیر ۵ سال است (۷). هدف از تصفیه آب آشامیدنی حذف میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا در آب، رفع مشکلات ناشی از غلظت‌های کم یا زیاد برخی از یون‌ها نظیر یون فلوئور، حذف ذرات معلق در آب، بو و مزه نامطلوب آب است (۸). فرآیندهای اصلی تصفیه آب در تصفیه خانه‌های آب به روش مرسوم^۲ شامل: مراحل انعقاد^۳، لخته سازی (تجمع ذرات)^۴، ته نشینی^۵ (این سه مرحله تحت عنوان زلال سازی^۶ خوانده می‌شود)، صاف کردن^۷ و گندزدایی^۸ است. با انجام این مراحل، آب صاف خواهد شد و ضمناً آلودگی‌های میکروبی نظیر ویروس‌ها، باکتری‌ها و پروتوزوآها حذف و یا غیر فعال می‌شوند (۹). مراحل ته نشینی و فیلتراسیون، مراحل فیزیکی تصفیه آب هستند. ترکیب فرآیندهای فیزیکی و واکنش‌های شیمیایی تحت عنوان فرآیندهای فیزیکی-شیمیایی تصفیه آب نامیده می‌شوند. صاف کردن، فرآیندی فیزیکی است که طی آن مواد معلق موجود در آب با استفاده از صافی‌های متخلخل جدا می‌شوند. اولین صافی‌های به کار برده شده، صافی‌های شنی هستند (۱۰). فیلترهای شنی به طور معمول توسط یک بستر ماسه ای حمایت می‌شوند. متداول‌ترین صافی‌های متخلخل شن، آنتراسیت، گارنت و ایلمنت^۹ هستند (۱۱). گارنت دارای فرمول عمومی $A_3B_2(SiO_4)_3$ است. A از کاتیون‌های سه ظرفیتی و B از کاتیون‌های دو ظرفیتی است. وجود کاتیون‌های دو و سه ظرفیتی در ساختار گارنت موجب

آب تصفیه شده در مراحل مختلف تصفیه آب تیوسولفات سدیم ۲ درصد با فشار ($psi P < 19^6$) برای حذف گندزدا قبل از فیلتراسیون به نمونه آب تزریق شد (۱۳).

نمونه برداری از آب در مرحله فیلتراسیون

پس از آماده شدن سیستم نمونه برداری و تنظیم فشار و دبی آب، فیلتر کارتریج پلی پروپیلنی با قطر منافذ ۱ میکرون درون نگهدارنده در سیستم قرار گرفت. تیوسولفات با فشار کمتر از ۱۹ psi و دبی ۱۰ میلی لیتر در دقیقه به طور هم‌زمان به سیستم نمونه برداری تزریق و پس از عبور ۱۰۰۰ لیتر آب از فیلتر، جریان آب و تیوسولفات را قطع کرده و فیلتر را در شرایط استریل به آزمایشگاه منتقل کردیم.

نمونه برداری از آب در مرحله ورود به تصفیه خانه (آب خام)

پس از تنظیم فشار و دبی آب، فیلتر کارتریج پلی پروپیلنی با قطر منافذ ۱ میکرون درون نگهدارنده فیلتر در سیستم نمونه برداری قرار گرفته و با عبور ۱۰۰ لیتر آب از فیلتر، جریان آب متوقف و فیلتر در محیط استریل به آزمایشگاه ارسال شد.

فیلترها را از درون کیسه‌ها خارج و با کارد تیزی برش داده شدند. فیبرهای فیلتر با استفاده از هموژنایزر و در محلول حاوی بافر سالین فسفات ۰/۱ درصد (شرکت شیمیایی سیگما^{۱۷})، سدیم دودسیل سولفات (SDS) ۰/۱ درصد (شرکت شیمیایی مرک^۲) و توئین ۸۰ درصد (شرکت شیمیایی مرک^{۱۸}) شستشو دادیم. به منظور تغلیظ کیست‌ها محلول حاصل از شستشوی فیلترها در $1050 \times g$ سانتریفوژ شده و بر روی رسوب حاصل عمل سانتریفوژ انجام شد. رسوب با محلول شناورسازی پرکول - ساکاروز با گرادیان ویژه ۱/۱۰ گرم بر سانتی‌متر

ایجاد یک بار سطحی قوی می‌شود که اعمال همین بار سطحی به اتصال ارگانسیم‌هایی نظیر ژیا ردیا به سطح فیلتر منجر می‌شود. افزودن لایه گارنت به فیلترهایی با بستر دو گانه شن و آنتراسیت علاوه بر تقویت تاثیر این لایه‌ها در بهبود تولید آب آشامیدنی سالم، ماندگاری سیستم فیلتراسیون را به دلیل سختی دانه‌ها نیز افزایش می‌دهد (۱۲). گارنت دارای مزایایی هم چون وزن بالاست که طراحی ایده آلی را برای فیلتراسیون امکان‌پذیر می‌کند و در ترکیب با سایر بسترها، سطح جریان خوبی برای عبور آب فراهم می‌آورد. سختی زیاد گارنت سطح اصطحکاک را کاهش می‌دهد. فیلترهای دو لایه‌ای شامل: لایه کوارتز به ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر با دانه بندی ۰/۷ تا ۱/۲ میلی‌متر و لایه آنتراسیت به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر با دانه بندی ۱/۴ تا ۲/۵ میلی‌متر است. فیلتر سه لایه‌ای شامل: لایه گارنت به ارتفاع ۷/۵ سانتی‌متر، لایه سیلیس با ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و لایه آنتراسیت با ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر است. در این مطالعه، تصفیه خانه آب اصفهان از لحاظ فرآیندهای فیزیکی تصفیه آب (فیلتراسیون) در حذف انگل بیماری‌زای ژیا ردیا بررسی شده و نتایج به دست آمده با استانداردهای جهانی مقایسه می‌شوند.

مواد و روش‌ها

روش ساخت دستگاه نمونه گیری

لوله و اتصالات از جنس PVC^{۱۰} و با اندازه‌های (۱/۲ اینچ^{۱۱}، I. D^{۱۱}، ۳/۴ اینچ^{۱۲} و O. D^{۱۲} و ۱/۸ اینچ دیواره) تهیه شدند. پمپ به منبع آب وصل و با کمک تنظیم کننده فشار^{۱۳} و فشار سنج^{۱۴} جریان آب ۴ لیتری در دقیقه تنظیم شد. نگهدارنده فیلتر و کنتور^{۱۵} نیز در مسیر قرار گرفت. برای نمونه‌گیری از آب خام نیازی به تزریق تیوسولفات سدیم ۲ درصد نبود اما برای نمونه‌گیری از

ژیا ردیا

$$(۳) \times 100 = \frac{\text{تعداد کیست در نمونه آب ورودی}}{100 - \text{تعداد کیست در نمونه آب خروجی}} = \text{درصد}$$

حذف کیست‌های ژیا ردیا

درصد حذف کدورت را نیز می‌توان با استفاده از همین روابط محاسبه کرد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها با کمک نرم افزار SPSS ۷.۱۸ داده‌ها تجزیه و تحلیل شدند. در ابتدا از آزمون مقایسه میانگین چند جامعه ANOVA با فاصله اطمینان ۹۹ درصد محاسبات انجام شد. با توجه به آزمون تحلیل واریانس بین جوامع مطالعه شده اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. از آزمون Post Hoc (دانکن) برای دسته بندی متغیرها و توصیف آن‌ها از میانگین و انحراف معیار استفاده شد.

نتایج

بررسی میکروبی

در مشاهده میکروسکوپی، ابتدا در نمونه‌های رسوب کیست‌ها شناسایی و سپس با نور فرابنفش (UV) سراسر لام‌ها بررسی شدند.

تعداد کیست‌ها در ۱۰۰ لیتر مطابق با استانداردهای جهانی

تعداد کیست‌های ژیا ردیا نمونه‌ها در جدول و شکل ۱ و عوامل فیزیکی - شیمیایی مورد بررسی در جدول ۲ نشان داده شده است. تحلیل داده‌ها در جدول ۱ در سطح ۰/۰۱ درصد خطای محاسبه شده، اختلاف معنی‌داری را در تعداد کیست‌ها بین آب خام و فیلتراسیون دو لایه‌ای هم‌چنین آب خام و فیلتراسیون سه لایه‌ای در نمونه‌برداری‌ها را نشان می‌دهد. تحلیل آماری داده‌ها در سطح ۰/۰۱ درصد خطای محاسبه شده، تاثیر معنی‌داری را در فیلتراسیون سه لایه‌ای را برای تعداد کیست‌های ژیا ردیا نشان می‌دهد.

مکعب مخلوط و مجدداً سانتریفوژ تکرار شد. محلول رویی را دور ریخته و رسوب در $1050 \times g$ سانتریفوژ و کیست‌های موجود در رسوب با استفاده از روش ایمونوفلورسانس مستقیم (IFA) شناسایی و شمارش انجام شد. در ادامه عامل‌های کدورت و اسیدیته در هر نمونه قبل و پس از نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری در سه ماهه پایان سال که احتمال وجود کیست‌های ژیا ردیا بیشتر بود، انجام شد. نمونه‌برداری در دو نوبت از روز با حجم زیاد آب و سه بار تکرار (طبق مرجع سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ۱۹۹۵) عملیاتی شد.

محاسبه تعداد کیست‌ها و اووسیت‌ها در ۱۰۰ لیتر مطابق با استانداردهای جهانی

برای محاسبه تعداد کیست‌ها در ۱۰۰ لیتر آب از رابطه ۱ استفاده شد (۱۴):

$$(۱) \left(\frac{\text{کیست شمارش‌های شده}}{FVR} \right) = \text{تعداد کیست‌ها در } 100$$

لیتر آب که در این رابطه:

F = نسبت انتقال مقدار رسوب در مرحله شناورسازی به

حصول مقدار رسوب در مرحله سانتریفوژی

V = حجم آب نمونه‌برداری شده

R = درصد رسوب مشاهده شده زیر میکروسکوپ

در نتیجه تعداد کیست‌های ژیا ردیا در لیتر آب را می‌توان محاسبه و مقادیر آن را به دست آورد.

محاسبه لگاریتم حذف کیست‌های ژیا ردیا

پس از محاسبه تعداد کیست‌ها در ۱۰۰ لیتر از نمونه‌های مختلف آب، لگاریتم حذف کیست‌ها در مرحله فیلتراسیون تصفیه آب را می‌توان با استفاده از رابطه ۲ و درصد حذف کیست‌های ژیا ردیا را از رابطه ۳ محاسبه کرد (۱۴).

$$(۲) \text{ لگاریتم حذف کیست موجودهای در آب ورودی} = \frac{\text{کیست موجودهای در آب خروجی}}{\text{کیست موجودهای در آب ورودی}}$$

جدول ۱- تعداد کیست‌های ژیا ردیا در نمونه‌ها

نمونه	آب خام	پس از فیلتراسیون دو لایه‌ای	پس از فیلتراسیون سه لایه‌ای
تعداد کیست ژیا ردیا در ۱۰۰ لیتر*	۱۰۵ ± ۲/۸۸	۵/۶۸ ± ۰/۳۲	۰/۵ ± ۰/۰۲
تعداد کیست ژیا ردیا در ۱۰۰ لیتر**	۹۵ ± ۱/۹۸	۴/۳۲ ± ۰/۲۰	۰/۲ ± ۰/۰۱

* نمونه برداری اول ** نمونه برداری دوم

جدول ۲- عوامل فیزیکی- شیمیایی در نمونه

نوع نمونه		اسیدیته		کدورت (NTU) ^{۱۹}		حجم آب آزمایش شده (لیتر)	
خام (ورودی)		۸/۱۱	۱۳/۸	۳/۴۷	۳/۱	۱۰۰	۱۰۰
پس از فیلتراسیون دو لایه‌ای		۸/۰۹	۷/۹۳	۰/۴	۰/۳	۱۰۰۰	۱۰۰۰
پس از فیلتراسیون سه لایه‌ای		۷/۹	۷/۸	۰/۲۵	۰/۲۲	۱۰۰۰	۱۰۰۰

بیشتر و کدورت نمونه آب پس از فیلتر سه لایه‌ای کمتر از معمول بود. تحلیل داده‌ها در جدول ۳ در سطح ۰/۰۱ درصد خطای محاسبه شده، اختلاف معنی داری را در کدورت بین آب خام و فیلتراسیون دو لایه‌ای هم چنین آب خام و فیلتراسیون سه لایه‌ای نشان می‌دهد. در تحلیل آماری داده‌ها در سطح ۰/۰۱ درصد خطای محاسبه شده تاثیر معنی داری را بین فیلتراسیون دو لایه‌ای و سه لایه‌ای برای کدورت نمونه‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمودار تعداد کیست‌های ژیا ردیا در ۱۰۰ لیتر از نمونه

عامل اسیدیته

اسیدیته از جمله عوامل موثر در کیفیت آب است، که در این پژوهش در نمونه‌های مورد بررسی اندازه گیری شد. در جدول ۴ اسیدیته نمونه‌های مورد نظر مشخص شده است. بیشترین اسیدیته مربوط به آب خامی است که بیشترین تعداد کیست را داراست. تحلیل داده‌ها برای اسیدیته نمونه‌ها در سطح ۰/۰۱ درصد خطای محاسبه شده اختلاف معنی داری را بین فیلتراسیون دو لایه‌ای و سه لایه‌ای نشان نمی‌دهد.

بررسی عوامل فیزیکی- شیمیایی

عامل کدورت

کدورت از مهم ترین عامل‌های تعیین کننده کیفیت آب است. در این بررسی کدورت نمونه‌های مورد بررسی در دو نوبت قبل و پس از نمونه برداری به وسیله دستگاه کدورت سنج اندازه گیری شد (جدول ۳). مطابق انتظار در هر دو نوبت نمونه برداری، کدورت آب خام

جدول ۳- کدورت نمونه‌ها

کدورت (NTU)	آب خام	پس از فیلتراسیون دو لایه‌ای	پس از فیلتراسیون سه لایه‌ای
نمونه (۱) *	$3/1 \pm 0/13$	$1/67 \pm 0/08$	$0/25 \pm 0/02$
نمونه (۲) **	$3/47 \pm 0/18$	$1/32 \pm 0/06$	$0/22 \pm 0/01$

* نمونه‌برداری اول، ** نمونه‌برداری دوم

جدول ۴- اسیدیته نمونه‌ها

اسیدیته	آب خام	پس از فیلتراسیون دو لایه‌ای	پس از فیلتراسیون سه لایه‌ای
نمونه (۱) *	$8/11 \pm 0/01$	$7/93 \pm 0/03$	$7/8 \pm 0/01$
نمونه (۲) **	$8/13 \pm 0/02$	$8/09 \pm 0/04$	$7/9 \pm 0/01$

* نمونه‌برداری اول، ** نمونه‌برداری دوم

در جدول ۵ و ۶ به ترتیب لگاریتم و درصد حذف کیست‌های ژیاوردیا و کدورت ثبت شده است. فیلتر سه لایه‌ای واجد بیشترین لگاریتم حذف ژیاوردیا و پس از آن فیلتر دو لایه‌ای بیشترین لگاریتم حذف ژیاوردیا را شامل است. رابطه بین لگاریتم حذف ژیاوردیا و حذف کدورت در شکل ۲ و درصد حذف در شکل ۳ مشاهده می‌شود. تحلیل داده‌ها در این دو جدول در سطح ۰/۰۱

درصد خطای محاسبه شده، اختلاف معنی داری را در کدورت بین آب خام و فیلتراسیون دو لایه‌ای هم چنین آب خام و فیلتراسیون سه لایه‌ای نشان می‌دهد. تحلیل آماری داده‌ها در سطح ۰/۰۱ درصد خطای محاسبه شده، تاثیر معنی داری را بین فیلتراسیون دو لایه‌ای و سه لایه‌ای برای کدورت نمونه‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۵- لگاریتم حذف ژیاوردیا و کدورت در نمونه‌ها

مرحله (۲) **		مرحله (۱) *		لگاریتم حذف
(۲) (۱)	(۲) (۱)	(۲) (۱)	(۲) (۱)	
$2/32 \pm 0/16$	$2/27 \pm 0/14$	$1/02 \pm 0/12$	$1/17 \pm 0/11$	لگاریتم حذف ژیاوردیا
$1/14 \pm 0/11$	$1/13 \pm 0/10$	$0/81 \pm 0/09$	$0/93 \pm 0/08$	لگاریتم حذف کدورت

* آب خام و فیلتراسیون دو لایه‌ای. ** آب خام و فیلتراسیون سه لایه‌ای

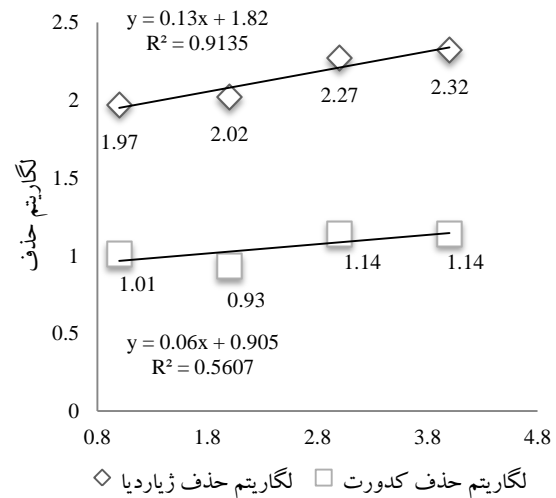
جدول ۶- درصد حذف ژیاوردیا در نمونه‌ها

مرحله (۲) **		مرحله (۱) *		درصد حذف
(۲) (۱)	(۲) (۱)	(۲) (۱)	(۲) (۱)	
۹۹/۵۲	۹۹/۴۷	۹۰/۳	۹۸/۹۴	درصد حذف ژیاوردیا
۹۲/۷۹	۹۲/۹۰	۸۸/۴۷	۹۰/۳۲	درصد حذف کدورت

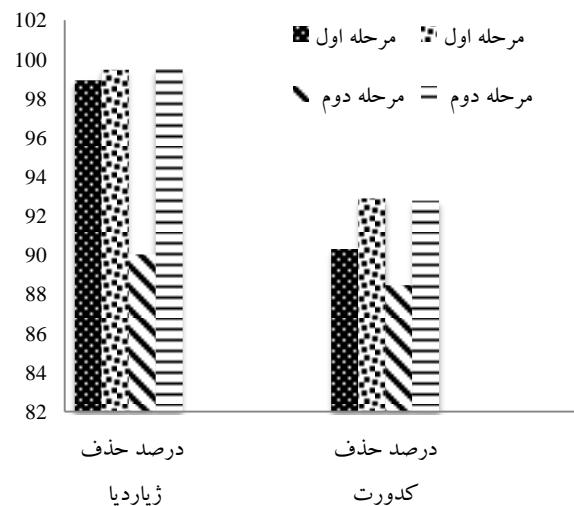
* آب خام و فیلتراسیون دو لایه‌ای. ** آب خام و فیلتراسیون سه لایه‌ای

میکروسکوپ فلورسنت، شکل گرفت. مزیت اصلی این روش توانایی تشخیص بهتر کیست‌های احتمالی از روی شکل آن‌ها است. در این پژوهش، برای اولین بار مطالعه مقایسه‌ای روی فیلترها با بستر دو گانه شامل (شن و آنتراسیت) و سه گانه شامل (شن، آنتراسیت و گارنت) در شرایط یکسان و در تصفیه خانه آب اصفهان انجام شد. پس از فیلتر نمودن ۱۰۰۰ لیتر نمونه آب با استفاده از فیلتر کارتريج پلی پروپیلنی و دکلرینه نمودن به وسیله تیوسولفات سدیم، فیلترها با محلول توئین ۸۰ شستشو داده شدند و به منظور کاهش استرس‌های اسموتیک و آسیب کمتر به شکل کیست‌ها از محلول پرکول- ساکاروز استفاده شد (۱۵-۱۷).

کدورت یکی از مهم ترین عامل‌های موثر در کیفیت آب است. در این مطالعه، آب فیلتر شده واجد کدورت ۰/۲ NTU بوده که نشان دهنده تاثیر مناسب مرحله فیلتراسیون در تصفیه آب برای تولید آب آشامیدنی سالم است. در همین راستا تعداد کیست‌های ژیا ردیا نیز بین (۰/۵ تا ۰/۲ کیست در ۱۰۰ لیتر) است. این موضوع نشان دهنده رابطه بین حذف کدورت و حذف ژیا ردیا است. لیچوالیر و نورتون^{۲۰} گزارش کردند که به ازای هر یک لگاریتم حذف کدورت، لگاریتم حذف ژیا ردیا ۰/۸ افزایش می‌یابد (۱۸). بر طبق پروتکل تصفیه آب‌های سطحی (SWTR) کدورت مناسب آب در فیلترهای تصفیه آب در ۹۵ درصد از نمونه‌های ماهیانه کمتر یا مساوی ۰/۵ NTU است (۱۹). در این پژوهش میانگین کدورت در ساعات نمونه برداری برای آب خام ۱۲/۲۹ NTU، نمونه آب پس از فیلتراسیون دو لایه‌ای ۱/۳۲ NTU و برای نمونه آب پس از فیلتراسیون سه لایه‌ای ۰/۲۲ NTU محاسبه



شکل ۲- لگاریتم حذف ژیا ردیا و حذف کدورت



شکل ۳- نمودار درصد حذف ژیا ردیا و حذف کدورت

بحث و نتیجه گیری

برای تشخیص وجود کیست در آب‌های تصفیه نشده و تصفیه شده تنها روش مورد پذیرش در آمریکا روش میکروسکوپی است. این بررسی با هدف تشخیص کیست‌های ژیا ردیا در آب آشامیدنی، از روش ICR که شامل مراحل فیلتراسیون نمونه آب به وسیله فیلتر کارتريج پلی پروپیلنی، شستوی فیلترها، تغلیظ با استفاده از محلول پرکول- ساکاروز، رنگ آمیزی به وسیله آنتی‌بادی‌های فلورسنت ضد ژیا ردیا و مشاهده زیر

فرآیندهای ته‌نشینی و فیلتراسیون در حذف کیست‌های ژیا‌ردیا موثرترند (۲۵ و ۲۶). در این تحقیق لگاریتم حذف ژیا‌ردیا در فیلترهای دو لایه‌ای $1/17 \log_{10}$ - $1/02$ محاسبه شد. لاگس‌ون و همکاران^{۳۳} نیز عنوان کردند که در نمونه‌های با سطح کدورت پائین (NTU) $0/3 - 0/2$ نیز کیست‌های ژیا‌ردیا می‌توانند از منافذ فیلترهای تصفیه آب عبور کنند (۲۶). مارا و هرن^{۲۴} در سال ۱۹۸۸ در یک سیستم آزمایشی فیلتراسیون دو بستره را بر روی دو رودخانه از کلرادو^{۲۵} بررسی کرده و میزان حذف ژیا‌ردیا لامبلیا^{۲۶} در آب با کدورت (۴ NTU) از $1 \log_{10}$ به $2 \log_{10}$ و در آب با کدورت کمتر از یک را به بیش از $3 \log_{10}$ ارتقا دادند. فیگر و همکاران میزان کیست‌های ژیا‌ردیا را در (فیلترهای شنی، فیلترهای دوبستره شن و آنتراسیت و فیلتراسیون آنتراسیت و شنی عمیق) پس از کوآگولاسیون و ته‌نشینی $2/7 - 4/5 \log_{10}$ گزارش نمودند (۲۷). در این تحقیق لگاریتم حذف ژیا‌ردیا در فیلتر سه لایه‌ای $2/27 - 2/32 \log_{10}$ به دست آمد. اونگرس و همکاران میزان کیست ژیا‌ردیا را در فیلتراسیون چند بستره (سیلیکا شن، آنتراسیت و گارنت) در مقیاس آزمایشگاهی و پس از مراحل فلوکولاسیون و کوآگولاسیون $3/05 - 3/6 \log_{10}$ گزارش کردند (۲۰). بونلی و همکاران^{۲۷} نیز فیلتر گارنت را در حذف کدورت برای تصفیه آب موثر دانستند (۲۸). هاشیماتو و همکاران^{۲۸} نیز در مقیاس کلی طی مراحل فیزیکی تصفیه آب لگاریتم حذف ژیا‌ردیا را $2 - 3 \log_{10}$ گزارش کردند (۲۹). مهم‌ترین مزیت فیلتراسیون با بستر سه گانه در تصفیه خانه آب اصفهان استفاده از گارنت است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بیشترین لگاریتم حذف ژیا‌ردیا در مرحله فیلتراسیون سه لایه‌ای (شن، آنتراسیت و گارنت) $2/32 \log_{10}$ است. در کل با مقایسه

شد. در این مطالعه آب با کدورت بین $1/32$ NTU تا $0/22$ ، در مقیاس کلی و در روش مرسوم تصفیه آب، بیشترین لگاریتم حذف ژیا‌ردیا $2/32$ را داراست. اونگرس^{۲۱} عنوان نمود که در صورتی که فیلتراسیون به خوبی انجام شده باشد ۹۰ درصد حذف کدورت و بیش از ۹۰ درصد حذف ژیا‌ردیا خواهیم داشت (۲۰). در این مطالعه، نمونه‌های آب فیلتر شده مشمول درصد حذف کدورت بیش از ۹۲ درصد و حذف ژیا‌ردیا در مرحله فیلتراسیون بیش از ۹۹ درصد است. با وجود کدورت پایین در برخی از نمونه‌های مورد سنجش، در همه آن‌ها کیست ژیا‌ردیا مشاهده شد. نتایج این بررسی نشان داد که در نمونه‌های آب با کدورت پائین نیز نمی‌توان از عدم وجود کیست‌ها اطمینان داشت.

کاهش اسیدیته پس از استفاده از کوآگولانت (۲۱)، در نمونه‌های آب فیلتر شده کمتر از آب خام بود. در آب با اسیدیته بالاتر تعداد کیست بیشتری مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد کاهش اسیدیته، آمینو اسیدهای موجود بر سطح کیست‌ها را یونیزه می‌کند (۲۲). یونیزاسیون آمینو اسیدها باعث می‌شود که نیروی دافعه ای بین کیست‌ها و مواد آلی سطوح فیلتر ایجاد کند و در نتیجه موجب کاهش حذف کیست‌ها و مواد آلی زاید می‌شود (۱۰).

پروتکل تصفیه آب‌های سطحی^{۲۲} (SWTR) در سال ۱۹۸۹ همه تصفیه خانه‌ها را موظف به تکمیل امکانات و تجهیزات برای دستیابی به حذف $99/9$ درصد ژیا‌ردیا و ویروس در نمونه‌های آب آشامیدنی نمود (۲۳) در روش مرسوم تصفیه آب، با اعمال جدیدترین تغییرات در استانداردهای جهانی لگاریتم حذف برای ژیا‌ردیا $2/5 \log_{10}$ محاسبه شده است (۲۴). مطالعات در مقیاس آزمایشگاهی لاگس‌ون و آل‌آنی نشان دادند که

- (6) Peykary M. Mehrabani A. *Fundamental of Water Treatment*. Isfahan: Arkan; 2003.
- (7) United States Environmental Protection Agency. *Research Plan for Microbial Pathogens and Disinfection By-Products in Drinking Water*. EPA-600-R-97-122; 1997.
- (8) Amiri M. *Water Treatment*. Isfahan: Arkan; 2001.
- (9) Smeets, Rietveld L, Hijnen W, Medema G, Stenström TA. *Efficacy of Water Treatment processes*. Atlanta: Delft University; 2006.
- (10) Cleary SH. *Sustainable Drinking Water Treatment for Small Communities* [dissertation]. Waterloo: Univ. Waterloo; 2005.
- (11) McGlohorn G. *Filter Assessment Manual*. Carolina. Drinking Water & Recreational Waters Compliance Section Compliance Assurance Division Bureau of Water; 2003.
- (12) Memarzadeh M. Najafi P. Afuni M. Efficiency of Garnet Mineral Used in Three-layer Filters to Remove Turbidity and Biological Organisms in Isfahan Water Treatment Plant. *Water and wastewater J*. 2009; 1:76-83.
- (13) United States Environmental Protection Agency. *Information Collection Requirments Rule Protozoa and Enteric Virus Sample Collection Procedures*. EPA-814-B-95-001; 1995.
- (14) United States Environmental Protection Agency. *ICR Protozoan Method for Detecting Giardia Cysts and Cryptosporidium Oocysts in Wter by a Fluorescent Antibody Procedure*. EPA-814-B-95-003; 1995.
- (15) Chesnot T, Schwartzbrod J. Quantitative and Qualitative Comparison of Density-based Purification Methods for Detection of Cryptosporidium Oocysts in Turbid Environmental Matrices. *J Microbiolo Methods* 2004; 58(3): 375-386.

تعداد کیست‌های ژیاوردیا در نمونه‌های آب خام و پس از فیلتراسیون، می‌توان فرآیند فیلتراسیون را در حذف انگل بیماری‌زای ژیاوردیا موثر دانست. نتایج این مطالعه تفاوت معنی‌داری را برای فیلترها با بستر سه گانه نسبت به بستر دو گانه تایید کرده و در نهایت کیفیت آب حاصل شده از نظر کدورت، اسیدیته و تعداد کیست پاتوژنیک را به مراتب مناسب‌تر می‌داند.

تشکر و قدردانی

از لطف بی‌دریغ و حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان اصفهان، شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان و کارکنان محترم این شرکت، آقایان مهندس معمارزاده، مهندس قره چاهی، مهندس مصطفوی، مهندس سلیمانی، فرصت و عزیزان دیگری که برای پیشبرد این مطالعه اینجانب را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- (1) Garcia LS, Bruckner DA. *Diagnostic Medical Parasitology*. Massachusetts: American Society for Microbiology; 1997.
- (2) Feng Y, Xiao L. Zoonotic Potential and Molecular Epidemiology of Giardia Species and Giardiasis. *Clinical Microbiology Reviews* 2011; 24(1): 110-140.
- (3) Jitendar P. Vij. *Medical Parasitology*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 1994.
- (4) Sayyari A. Imanzadeh A. Prevalence of Intestinal Parasite Infections in the Islamic Republic of Iran. *East mediterr Health. J*, 2005; 11(3): 377-383.
- (5) Saebi A. *Diseases of Parasite in Iran*. Tehran: Ayej; 2004.

- (16) Koompapong Kh, Sutthikornchai Ch, Sukthana Y. Cryptosporidium Oocyst Detection in Water Samples: Floatation Technique Enhanced with Immunofluorescence Is as Effective as Immunomagnetic Separation Method. *Korean J Parasitol* 2009; 47(4): 353-57.
- (17) Muchiri JM, Ascolillo L, Mugambi M, Mutwiri T, Ward HD, Naumova EN, Egorov AI, Cohen S, Else JG, Griffiths JK. Seasonality of Cryptosporidium Oocyst Detection in Surface Waters of Meru, Kenya as determined by two isolation methods followed by PCR. *J Water Health* 2009; 7 (1): 67-75.
- (18) LeChevallier M W, Norton WD, Lee R G. Giardia and Cryptosporidium spp. in Filtered Drinking Water Supplies. *Applied Environmental Microbiology* 1991; 57(9): 2617-21.
- (19) United States Environmental Protection Agency. *Giardia: Drinking Water Health Advisory*. EPA-822-R-99-008; 1999.
- (20) Ongerth JE. Evaluation of treatment for removing Giardia cysts. *AWWA J* 1990; 82(6): 85-96.
- (21) United States Environmental Protection Agency. *Long Term 1 Enhanced Surface Water Treatment Rule Turbidity Provisions Technical Guidance Manual*. EPA- 816-R-04-007; 2004.
- (22) Hsu Bing M; Yeh Hsuan H. Removal of Giardia and Cryptosporidium in Drinking Water Treatment: a pilot-scale study. *Water RES* 2003; 37(5):1111-17.
- (23) United States Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations; filtration and disinfection; turbidity; Giardia lamblia, viruses, Legionella and heterotrophic bacteria. *Federal Register*, 54: 1989a ; 27486-541.
- (24) Dawe P. *Study on Pathogen Inactivation in Drinking Water Systems in Newfoundland and Labrador*. Newfoundland and Labrador: Halifax. *CBCL Limited*; 2011.
- (25) Al-Ani MY. Removing Giardia cysts from low turbidity waters by rapid filtration. *AWWA J* 1986; 78(5): 66-73.
- (26) Logsdon GS. Evaluating Sedimentation and Various Filter Media for Removal of Giardia Cysts. *AWWA J* 1985; 77(2): 61-66.
- (27) Mara D, Horan N. *Handbook of Water and Wastewater Microbiology*. California: Academic Press; 2003.
- (28) Bonnelye V, Sanz M A, Durand JP, Plasse L , Gueguen F, Mazounie P. Reverse osmosis on Open Intake Seawater: pre-treatment strategy. *Desalination* 2004; 167: 191-200.
- (29) Hashimoto A, Kunikane S, Hirata T. Prevalence of Cryptosporidium Oocysts and Giardia Cysts in Drinking Water Supply in Japan. *Water RES* 2002; 36(3): 519-26.

-
1. Giardia lamblia
 2. conventional
 3. coagulation
 4. flocculation
 5. sedimentation
 6. clarification
 7. filtration
 8. disinfection
 9. ilmente
 10. Polyvinyl Chloride
 11. Inch Diameter
 12. Outside Diameter
 13. Pressure regulator
 14. Pressure gauge
 15. Water meter
 16. pounds per square inch
 17. Sigma Chemical Co
 18. Merck Chemical Co
 19. Nephelometric Turbidity Unit
 20. LeChevallier et al
 21. Ongerth JE et al
 22. Surface Water Treatment Rule
 23. Logsdon et al
 24. Mara and Horn
 25. Colorado
 26. G. lambelia
 27. Bonnelye et al
 28. Hashimoto et al

The Study of the Multilayer Filtration Process Efficiency on *Giardia lamblia* Elimination in Isfahan Water Treatment Plant

Zahra Mosaviyan

MSc of Microbiology, Falavarjan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, z.mosaviyan@yahoo.com

Ali-Asghar Rastegari*

Assistant Professor of Molecular Biophysics, Falavarjan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, rastegari@iaufala.ac.ir

Saeed Abedi

Lecturer of Microbiology, Falavarjan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, abedi@iaufala.ac.ir

Abstract

Introduction: *Giardia lamblia* is a waterborne highly infectious protozoan parasite capable of causing gastrointestinal illness. The multilayer filtration is used in many applications such as turbidity removes from surface waters and Bacteria, Viruses and protozoan removes. This study was investigated in full-scale the efficiency of filtration process during water treatment that remove *Giardia* cyst in water at Isfahan province.

Materials and methods: We used Information Collection Rule method (ICR). In this method the polypropylene yarn-wound cartridge filter for isolation of these parasites was examined and followed by elution, sample concentration, flotation by percoll-sucrose solution and immunofluorescence antibody (IFA) staining to recognize them.

Results: Result showed that three layer filtration had a maximum 2.3 log₁₀ for remove *Giardia* cyst. Cysts removal in water filtration is likely to be comparable to the efficiency of turbidity. Efficiency removal was 99.5% for *Giardia* and 92.7% for turbidity in filtration stage. We detected 0.2 cyst per 100 liter and per 100 liter in filtered water. This observation is according to U.S.EPA standards. The number of cysts were more in high pH samples.

Discussion and conclusion: Analysis of physical processes of treatment water in Isfahan plant configurations showed that granular filters (include sand, anthracite and garnet filter) were more likely to have effluence in removal cysts than dual filters.

Key words: *Giardia*, Water treatment, Filtration, Garnet

* Corresponding author

Received: February 12, 2013 / **Accepted:** December 10, 2013