

بررسی کارآیی فرایند فیلتراسیون مستقیم در حذف نماتدهای آزادزی از آب

دکتر عبدالله رشیدی مهرآبادی *

دکتر علی ترابیان **

چکیده:

نماتدها از جمله موجودات بیولوژیکی می‌باشند که به دلیل وفور در منابع آب سطحی و مقاومت نسبت به گندزدایی، دارای اهمیت زیادی در کنترل فرایندهای تصفیه آب دارند. با توجه به کمبود میزان اطلاعات در خصوص کارآیی حذف نماتدها در فرایند فیلتراسیون مستقیم، در تحقیق حاضر با استفاده از پیلوتی مشتمل بر واحد تهیه آب خام، انعقاد و لخته سازی و دو نوع صافی موازی تک لایه و سه لایه این موضوع تحت شرایط مختلف از لحاظ دانه‌بندی مصالح صافی، نرخ فیلتراسیون، میزان تزریق منعقد کننده و فعال یا غیر فعال بودن نماتدها (غیر فعال سازی با تزریق ۸ میلی گرم در لیتر کلر انجام گردید) مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصله متوسط کارآیی حذف نماتدهای فعال توسط صافی‌های تک لایه ۶۸/۸ درصد و سه لایه ۷۳/۹ درصد بوده است براساس مطالعات میکروسکوپی قدرت حرکت نماتدها عمده‌ترین علت پایین بودن کارایی می‌باشد با غیر فعال سازی نماتدها قبل از ورود به صافی متوسط کارایی حذف در صافی‌های تک لایه به ۹۳/۷ درصد و سه لایه به ۹۵/۸ درصد افزایش مییابد و بنابراین توصیه می‌گردد.

کلید واژه‌ها

تصفیه آب، فیلتراسیون مستقیم، نماتدها، صافی تک لایه، صافی سه لایه

سرآغاز

حفظ سلامت مصرف کنندگان آب، از طریق تأمین آب فاقد آلاینده‌های میکروبی و شیمیایی از هدفهای اصلی سازمانهای آبرسانی است. این سازمان‌ها نیازمند اطلاعاتی در خصوص راندمان حذف عوامل مختلف بیولوژیک در تصفیه خانه‌های آب می‌باشند. در این میان عوامل مقاوم به گندزدایی از اهمیت بیشتری برخوردارند زیرا در صورت عبور از فرایندهای مختلف تصفیه در مرحله گندزدایی نیز غیر فعال نشده و وارد شبکه توزیع آب شرب می‌گردند.

نماتدها از جمله موجودات بیولوژیکی می‌باشند که به دلیل وفور در منابع آب سطحی و مقاومت به گندزدایی با غلظت‌های متعارف، اهمیت دارند. نماتدها دومین گروه جانداران را به لحاظ تنوع گونه‌ای تشکیل می‌دهند. نماتدهای آزادزی در آب‌های شیرین، لب شور، شور و نیز خاک زندگی می‌کنند. وجود نماتدها در منابع آب سطحی بیشتر ناشی از سیلابها و شستشوی خاک توسط آنها و یا جریانهای فاضلاب می‌باشد (رشیدی، ۱۳۸۲). بر اساس مطالعه‌ای که در سال ۱۹۷۹ توسط سازمان حفاظت محیط زیست امریکا صورت پذیرفت بین تعداد نماتدها در منابع آب سطحی و ریزش‌های جوی ارتباط مستقیمی وجود دارد. آب رودخانه‌ها به طور معمول حاوی سه تا پنج نماتد در لیتر است. اما این تعداد در شرایط خاص به بیش از ۸۰۰ عدد در لیتر نیز می‌رسد (نکودری، ۱۳۷۸). بر اساس مطالعات انجام شده در شرق ایالات متحده امریکا میانگین تعداد نماتدها در آب شرب این منطقه بین ۰/۱۳ تا ۰/۴ در لیتر بوده است (نکودری، ۱۳۷۸).

در ایران اغلب تصفیه خانه‌های آب سطحی با مشکل وجود نماتد در آب خام و تصفیه شده مواجه‌اند. جدول شماره ۱ میانگین تعداد نماتدهای آب خام ورودی به تصفیه خانه‌های شماره ۳ و ۴ آب تهران را در سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ نشان می‌دهد (رشیدی، ۱۳۸۲). نماتدها در مقابل کلرزی بسیار مقاومند. مقاومت آنها چندین برابر باکتری‌ها و حتی بیش از کیست ژیا ردیا می‌باشد. به طوری که غلظت و زمان تماس گندزدایی که طبق استانداردها و قوانین تصفیه آبهای سطحی برای حذف ژیا ردیا به کار می‌رود برای حذف و جداسازی نماتدها، مؤثر نمی‌باشد. علاوه بر این نماتدها قادرند میکرو ارگانیسهای بیماری‌زا نظیر سالمونلا، شیگلا و برخی ویروس‌ها را ببلعند. به دلیل اینکه این عوامل تا چند روز در بدن آنها زنده باقی می‌مانند امکان حفظ آنها در مقابل گندزدایی و انتقال به خارج تصفیه‌خانه وجود دارد (Ding, et al., 1995).

اطلاعات زیادی در خصوص بازده حذف نماتدها در فرایند تصفیه متعارف آبهای سطحی (شامل انعقاد، لخته سازی شیمیایی، زلال سازی و فیلتراسیون) و فرایند فیلتراسیون مستقیم وجود ندارد. در این تحقیق با توجه به اهمیت نقش صافی‌های گرانولی در تصفیه آبهای سطحی کارایی این گونه صافی‌ها تحت شرایط مختلف طراحی و بهره‌برداری در فرایند فیلتراسیون مستقیم بررسی شد.

جدول شماره (۱): میانگین تعداد نماتدها در آب خام ورودی به

تصفیه‌خانه‌های سوم و چهارم آب تهران

ردیف	ماه	میانگین تعداد نماتد در ۱۰۰ میلی‌لیتر	
		سال ۱۳۷۸	سال ۱۳۷۹
۱	فروردین	۱/۹	۹
۲	اردیبهشت	۱/۵	۱/۴
۳	خرداد	۱/۵	۲/۲
۴	تیر	۱/۸	۲/۳
۵	مرداد	۲/۴	۲/۶
۶	شهریور	۲/۸	۳/۵
۷	مهر	۲/۵	۲/۷
۸	آبان	۳/۰	۲/۴
۹	آذر	۱/۵	۲/۲
۱۰	دی	۱/۳	۱/۳
۱۱	بهمن	۳/۰	۲
۱۲	اسفند	۴/۵	۱/۶

مرجع: امور آزمایشگاه‌های آب و فاضلاب استان تهران

ابزار و روشها

این تحقیق با استفاده از مطالعات پایلوت انجام پذیرفت. همان گونه که در شکل شماره (۱) و شکل شماره (۲) نشان داده شده است، پایلوت شامل واحد تهیه آب خام، واحد انعقاد و لخته سازی، حوضچه تقسیم و اندازه‌گیری دبی، واحدهای فیلتراسیون و سیستم شستشوی معکوس می‌باشد. واحد تهیه آب خام از دو مخزن استوک گل رس و نماتدها تشکیل گردیده بود. مخزن استوک گل رس مجهز به همزن الکترومکانیکی و مخزن استوک نماتدها مجهز به همزن نیوماتیک و هر دو مجهز به دوزینگ پمپ قابل تنظیم بودند. محتویات دو مخزن به منظور تهیه آب خام با کدورت ۱۲ تا ۱۶ ان-تی-یو ۱۰ حاوی حدود ۲۰ نماتد در لیتر به میزان لازم توسط دوزینگ پمپ‌ها به یک مخزن تهیه آب خام تزریق می‌شد. این مخزن از طریق یک لوله به سیستم لوله کشی آب شهر متصل بود و ارتفاع آب درون آن توسط

نمادها در کارایی حذف آنها، نمادها قبل از ورود به مرحله انعقاد و لخته سازی، در مخزن تهیه آب خام با افزودن ۸ میلی گرم در لیتر کلر غیر فعال شده و کلیه آزمایش‌های مرحله اول با این شرایط تکرار گردید. نمونه برداری و شمارش تعداد نمادها بر اساس روش شماره ۱۰۵۵۰-B کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب (APHA., 1998) صورت گرفت.

یافته‌ها

همان گونه که قبلاً بیان شد در هر مرحله آزمایش، ۸ حالت مختلف برای هر صافی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله در جداول (۳) و (۴) و نمودارهای (۱) و (۲) ارائه شده است.

جدول شماره (۲): دانه‌بندی مصالح مختلف پایلوت صافی

ردیف	نوع مصالح	جرم حجمی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	اندازه مؤثر (d10) میلی‌متر	
			الف	ب
۱	آنتراسیت *	۱/۶۰	۰/۸۵	۱/۵۵
۲	ماسه سیلیسی **	۲/۶۲	۰/۴۵	۰/۸
۳	گازنت ***	۴/۰۰	۰/۳۰	۰/۵۰

* مورد استفاده در صافی سه لایه

** مشخصات ماسه سیلیسی مورد استفاده در صافی‌های سه لایه و تک لایه یکسان می‌باشد.

*** ضریب یکنواختی ماسه سیلیسی و گازنت کمتر از ۱/۵ و آنتراسیت کمتر از ۱/۷۵ بوده است.

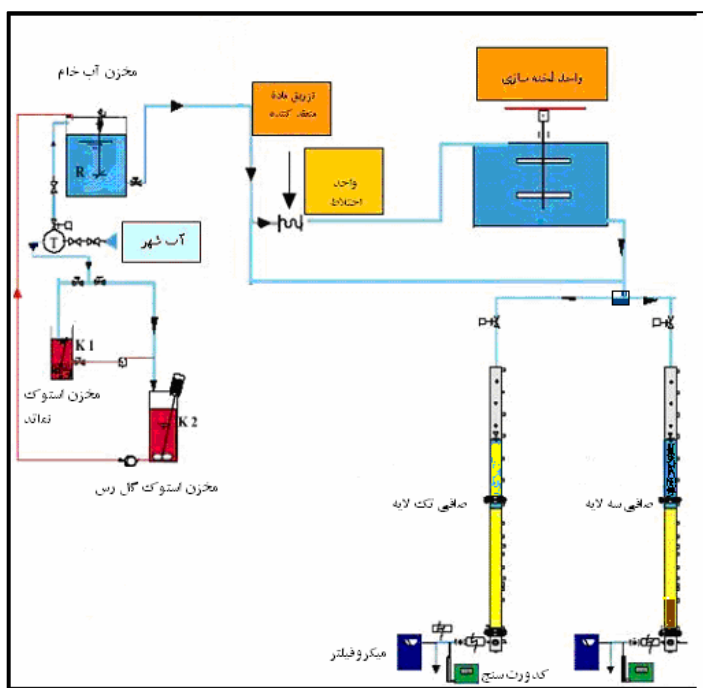
شناور ثابت نگه داشته می‌شد. همچنین یک همزن الکترومکانیکی، محتویات مخزن را یکنواخت می‌کرد. نمادهای مورد استفاده در این تحقیق با استفاده از تکنیک کیف بیرمان از خاک جداسازی و تغلیظ گردیده بودند. این روش جز روش‌های فعال جداسازی نمادها بر مبنای قابلیت حرکت آنهاست. (MC Sorley, 1991 and 2002)

ماده منعقد کننده مورد استفاده در این تحقیق، کلوروفریک بود. گرادیان سرعت و زمان در فرایندهای انعقاد و لخته‌سازی، متناسب با فرایند فیلتراسیون مستقیم تنظیم می‌شد. بر این اساس در واحد اختلاط سریع مقدار گرادیان سرعت (G) معادل ۱۰۰۰ (ثانیه/۱) و زمان ماند ۲۰ ثانیه و در واحد لخته سازی گرادیان سرعت ۶۰ (ثانیه/۱) و زمان ماند ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شده بود. آب پس از انعقاد و لخته سازی، در واحد تقسیم جریان به دو بخش تقسیم و پس از اندازه‌گیری مجدد توسط روتامتر، هر بخش آن وارد یک صافی می‌شد. یکی از صافی‌ها تک لایه و دیگری سه لایه بود. ستون‌های صافی از جنس پلکس گلاس با قطر ۲۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲ متر ساخته شده بودند سیستم کنترل نرخ فیلتراسیون از نوع ارتفاع ثابت، دبی ثابت بود.

در مرحله اول آزمایش به منظور تعیین اثر عوامل مختلف روی بازده حذف، دو نوع دانه‌بندی مختلف مطابق جدول شماره (۲)، دو نرخ فیلتراسیون ۵ و ۱۰ متر در ساعت و دو حالت با انعقاد و لخته‌سازی خوب و بدون انعقاد و لخته‌سازی بررسی شد. در شرایط خوب انعقاد و لخته‌سازی میزان تزریق کلوروفریک ۵ میلی‌گرم در لیتر و بر اساس جارتست و یکسری آزمایش اولیه فیلتراسیون تعیین شد. در مرحله دوم با توجه به نتایج مرحله اول به منظور تعیین اثر غیر فعال سازی



شکل شماره (۱): پایلوت مورد استفاده در تحقیق



شکل شماره (۲) : طرح شماتیک پایلوت مورد استفاده در تحقیق

جدول شماره (۳): کارایی فیلتراسیون مستقیم در حذف نماتدهای فعال (بر اساس مطالعات پایلوت، ۱۳۸۱)

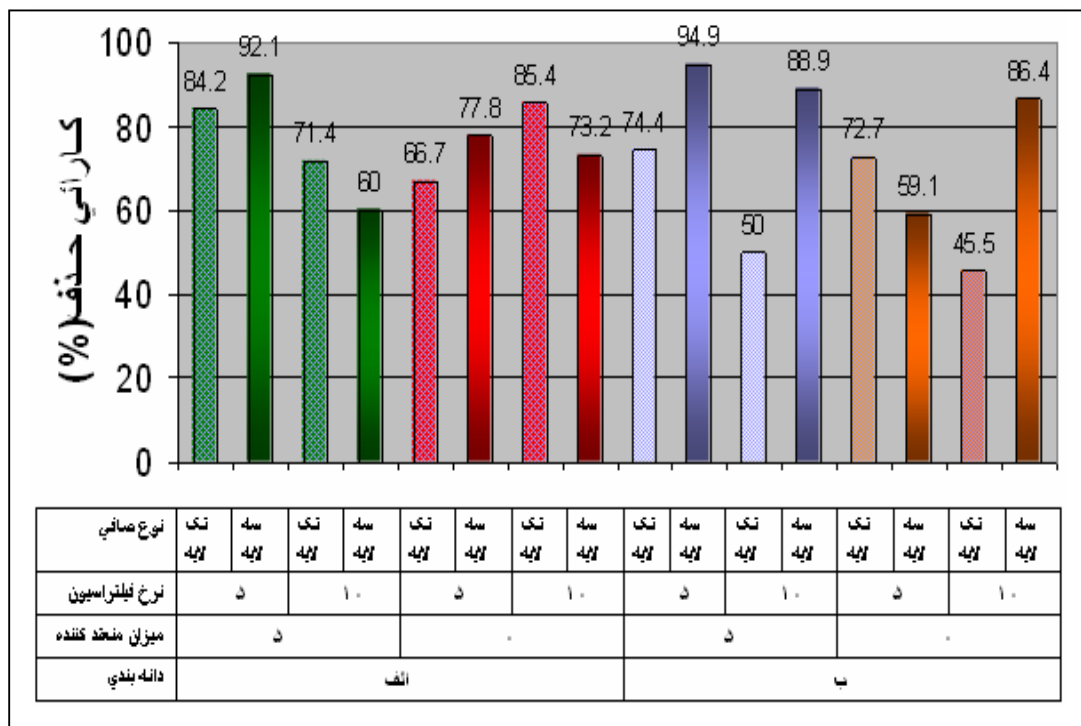
ردیف	نوع صافی	دانه بندی*	نرخ فیلتراسیون (متر در ساعت)	میزان تزریق منعقد کننده (میلیگرم در لیتر)	تعداد نمونه‌ها	میانگین تعداد نماتد ورودی (در لیتر)	میانگین تعداد نماتد خروجی (در لیتر)	بازده حذف (درصد)	میانگین کدورت خروجی (ان - تی - یو)	
۱	تک لایه	الف	۵	۵	۱۴	۱۹	۳	۸۴/۲	۰/۱۱	
۲	سه لایه				۲۲	۱۹	۱/۵	۹۲/۱	۰/۱۰	
۳	تک لایه				۱۰	۶	۱۷/۵	۵	۷۱/۴	۰/۳۵
۴	سه لایه					۱۱	۱۷/۵	۷	۶۰/۰	۰/۱۳
۵	تک لایه		۵	۵	۳۰	۱۸	۶	۶۶/۷	۲/۲۵	
۶	سه لایه				۳۶	۱۸	۴	۷۷/۸	۱/۶۰	
۷	تک لایه				۱۰	۱۷	۲۰/۵	۳	۸۵/۴	۴/۳۰
۸	سه لایه					۱۶	۲۰/۵	۵/۵	۳۲/۲	۳/۹۵
۹	تک لایه	ب	۵	۵	۳	۱۹/۵	۵	۷۴/۴	۰/۱۲	
۱۰	سه لایه				۶	۱۹/۵	<۱	۹۴/۹	۰/۰۹	
۱۱	تک لایه				۱۰	۳	۱۸	۹	۵۰	۰/۲۱
۱۲	سه لایه					۴	۱۸	۲	۸۸/۹	۰/۱۵
۱۳	تک لایه		۵	۵	۱۸	۲۲	۶	۷۲/۷	۲/۴۶	
۱۴	سه لایه				۲۱	۲۲	۹	۵۹/۱	۲/۲۹	
۱۵	تک لایه				۱۰	۹	۲۲	۱۲	۴۵/۵	۳/۹۲
۱۶	سه لایه					۱۳	۲۲	۳	۸۶/۴	۳/۷۹

*به جدول شماره (۲) مراجعه گردد.

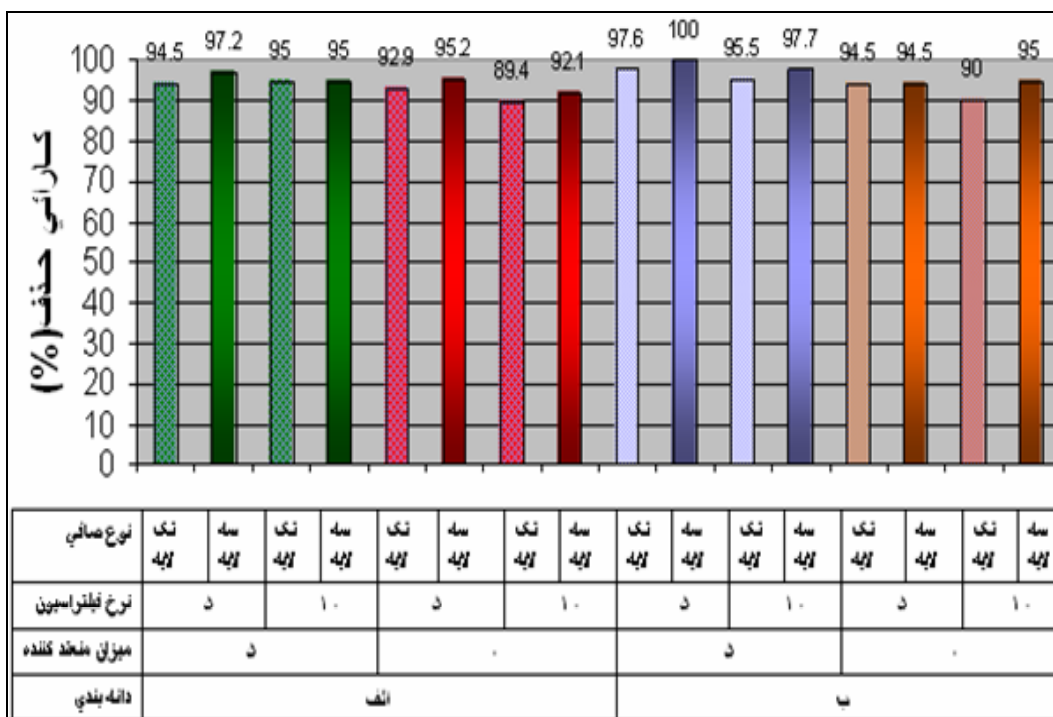
جدول شماره (۴): کارایی فیلتراسیون مستقیم در حذف نمادهای غیر فعال شده (بر اساس مطالعات پایلوت، ۱۳۸۱)

ردیف	نوع صافی	دانه بندی *	نرخ فیلتراسیون (متر در ساعت)	میزان تزریق منعقد کننده (میلیگرم در لیتر)	تعداد نمونه‌ها	میانگین وزنی تعداد نماتد ورودی (در لیتر)	میانگین وزنی تعداد نماتد خروجی (در لیتر)	راندمان جذف (درصد)		
۱	تک لایه	الف		۵	۱۴	۱۸	۱	۹۴/۵		
۲	سه لایه					۱۸	< ۰/۵	۹۷/۲		
۳	تک لایه					۲۰	۱	۹۵/۰		
۴	سه لایه					۲۰	۱	۹۵/۰		
۵	تک لایه				۰		۳۰	۲۱	۱/۵	۹۲/۹
۶	سه لایه							۲۱	۱	۹۵/۲
۷	تک لایه							۱۹	۲	۸۹/۴
۸	سه لایه							۱۹	۱/۵	۹۲/۱
۹	تک لایه	ب		۵	۴	۲۱	۰/۵	۹۷/۶		
۱۰	سه لایه					۲۱	۰	۱۰۰		
۱۱	تک لایه					۲۲	۱	۹۵/۵		
۱۲	سه لایه					۲۲	۰/۵	۹۷/۷		
۱۳	تک لایه				۰		۱۸	۱۸	۱	۹۴/۵
۱۴	سه لایه							۱۸	۱	۹۴/۵
۱۵	تک لایه							۲۰	۲	۹۰/۰
۱۶	سه لایه							۲۰	۱	۹۵/۰

* به جدول ۲ مراجعه گردد.



نمودار شماره (۱): کارایی فیلتراسیون مستقیم در حذف نمادهای فعال در شرایط مختلف (بر اساس مطالعات پایلوت، ۱۳۸۱)



نمودار شماره (۲): کارایی فیلتراسیون مستقیم در حذف نمادهای غیر فعال شده در شرایط مختلف (بر اساس مطالعات پایلوت، ۱۳۸۱)

جدول شماره (۷): شاخص‌های توصیفی کارایی حذف نمادهای فعال بر حسب میزان تزریق منعقد کننده بر اساس مطالعات پایلوت (۱۳۸۱)

ردیف	میزان تزریق منعقد کننده (میلی گرم در لیتر)	تعداد نمونه	متوسط کارایی حذف (درصد)	انحراف استاندارد
۱	۵	۱۵۲	۷۷/۰	۱۵/۰
۲	۱۰	۷۷	۶۵/۷	۱۸/۰

جدول شماره (۸): شاخص‌های توصیفی کارایی حذف نمادهای فعال بر حسب نرخ فیلتراسیون بر اساس مطالعات پایلوت (۱۳۸۱)

ردیف	نرخ فیلتراسیون (متر در ساعت)	تعداد نمونه	متوسط کارایی حذف (درصد)	انحراف استاندارد
۱	۵	۱۵۰	۷۷/۷	۱۱/۵
۲	۱۰	۷۹	۶۵/۰	۲۰/۰

شاخص‌های توصیفی کارایی حذف نمادهای فعال به ازای هر یک از متغیرهای اثرگذار به صورت مجزا به شرح جداول (۵) الی (۸) می‌باشد. همان گونه که از جداول فوق مشخص می‌باشد بر اساس متغیرهای اثر گذار اصلی، نتایج اولیه زیر حاصل می‌گردد:

جدول شماره (۵): شاخص‌های توصیفی کارایی حذف نمادهای فعال بر حسب نوع صافی بر اساس مطالعات پایلوت (۱۳۸۱)

ردیف	نوع صافی	تعداد نمونه	متوسط کارایی حذف (درصد)	انحراف استاندارد
۱	تک لایه	۱۰۰	۶۸/۸	۱۳/۵
۲	سه لایه	۱۲۹	۷۳/۹	۲۰/۴

جدول شماره (۶): شاخص‌های توصیفی کارایی حذف نمادهای فعال بر حسب نوع دانه بندی بر اساس مطالعات پایلوت (۱۳۸۱)

ردیف	دانه بندی*	تعداد نمونه	متوسط کارایی حذف (درصد)	انحراف استاندارد
۱	الف	۱۵۲	۷۱/۲	۱۷/۷
۲	ب	۷۷	۷۱/۵	۱۷/۲

* به جدول ۲ مراجعه گردد.

داده شده بود تایید می‌شود. در صورت غیر فعال نمودن نمادها نیز کارایی حذف توسط صافی‌های سه لایه بیش از صافی‌های تک لایه است. لذا به منظور حذف مؤثر این عوامل، غیر فعال کردن و استفاده از صافی‌های سه لایه با دانه‌بندی ریز در شرایط انعقاد و لخته‌سازی مناسب توصیه می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

با وجود برتری جزئی کارایی حذف نمادهای فعال توسط صافی‌های سه لایه (با کارایی ۷۳/۹ درصد) نسبت به صافیهای تک لایه (با کارایی ۶۸/۸ درصد) و همچنین تأثیر کاهش نرخ فیلتراسیون و بهبود فرآیند انعقاد و لخته‌سازی در افزایش کارایی صافی‌ها، نتایج به دست آمده تحت شرایط توصیف شده این مطالعات مبین ناکارآمدی صافی‌ها در حذف کامل و یا مناسب نمادهای فعال می‌باشد. علت این امر قدرت حرکت نمادها، باریک بودن قطر بدن آنها نسبت به قطر روزنه‌های بین مصالح صافی‌ها (قطر بدن نمادهای آب شیرین عمدتاً بین پنج تا پنجاه میکرون و قطر روزنه‌های بین مصالح صافی‌های ماسه‌ای تند عمدتاً بیش از پنجاه میکرون می‌باشد) و قابلیت انعطاف آنهاست. این مسئله با مشاهده مستقیم توسط میکروسکوپ به اثبات رسید. به همین علت غیر فعال سازی نمادها قبل از ورود آنها به صافی، مهم‌ترین عمل در افزایش کارایی حذف آنهاست. به طوری که با انجام اینکار به متوسط کارایی حذف ۹۵/۸ درصد توسط صافی‌های سه لایه و ۹۳/۷ درصد در صافی‌های تک لایه تحت شرایط آزمایش دست یافته شد. در مجموع با در نظر گرفتن شرایط خاص تصفیه‌خانه‌های آب سطحی علی‌الخصوص توجه به مسئله تشکیل تری‌هالومتانها، امکان غیر فعال سازی نمادها توسط گندزدایی قبل از ورود آب به صافی به منظور افزایش کارایی حذف آنها میسر است.

منابع مورد استفاده

رشیدی. ع. ۱۳۸۲. بررسی کارایی حذف کیست ژیا ردیا و نمادها توسط صافی‌های سه لایه و صافی‌های تک لایه "رساله دکتری- دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

نکودری، ح. ۱۳۷۸. بررسی کیفی آب رودخانه کرج، پایان نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه آزاد اسلامی.

۱- میانگین کلی کارایی صافی‌های سه لایه در حذف نمادهای فعال بیش از صافی‌های تک لایه بوده است لیکن کارایی حذف در هر دو صافی ناکافی بوده و بایستی اصلاحاتی برای افزایش آن صورت پذیرد. بررسی‌های میکروسکوپی مشخص کرد که قدرت حرکت نمادها و ریزتر بودن قطر بدن آنها نسبت به قطر روزنه‌های هر دو نوع صافی منجر به قابلیت عبور نمادها از صافی و پایین بودن راندمان حذف می‌گردد. تصاویر نشان داده شده در شکل شماره (۲) این موضوع را به خوبی مشخص می‌سازد.

۲- تفاوتی در کارایی حذف کلی بین دانه‌بندی "الف" و "ب" مشاهده نمی‌شود البته در بررسی اثر توأم دو به دوی نوع صافی و دانه‌بندی مشخص می‌گردد در صافی‌های تک لایه کارایی حذف با دانه‌بندی "الف" بیش از دانه‌بندی "ب" (۷۸/۶ در مقابل ۶۰/۶ درصد) و در صافی‌های سه لایه عکس این قضیه صادق است (۶۵/۵ در مقابل ۸۲/۳ درصد). به لحاظ منطقی تنها علت این تفاوت قدرت حرکت نمادها و رفتار پیش‌بینی نشده آنهاست.

۳- افزایش نرخ فیلتراسیون منجر به کاهش کارایی حذف شده است. افزایش سرعت حرکت نمادها به کمک افزایش سرعت آب عبوری و کنده شدن نمادهای چسبیده به مصالح به دلیل افزایش سرعت آب دلیل این موضوع است. در بررسی اثر دو به دوی نوع صافی و نرخ فیلتراسیون این مسئله تأیید می‌گردد لیکن در بررسی اثر توأم سه به سه نوع صافی، دانه‌بندی و نرخ فیلتراسیون متوسط راندمان حذف در صافی سه لایه با دانه‌بندی "ب" در نرخ فیلتراسیون ۱۰ متر در ساعت (۷۸/۷٪) بیشتر از نرخ فیلتراسیون ۵ متر در ساعت (۷۷٪) و در صافی تک لایه با دانه‌بندی "الف" در نرخ فیلتراسیون ۱۰ متر در ساعت (۷۸/۴٪) بیشتر از نرخ فیلتراسیون ۵ متر در ساعت (۷۵/۷٪) می‌باشد.

۴- کارایی حذف نمادهای فعال در شرایط انعقاد و لخته‌سازی خوب، بیشتر از شرایط بدون انعقاد و لخته‌سازی بوده است. این مسئله در بررسی اثر همزمان دو به دو و سه به سه متغیرها نیز تأیید می‌شود. در بررسی اثر حضور همزمان چهار متغیر تنها در یک حالت یعنی در صافی تک لایه با دانه‌بندی "الف" و نرخ فیلتراسیون ۱۰ متر در ساعت کارایی حذف در شرایط بدون انعقاد و لخته‌سازی بیشتر از شرایط با انعقاد و لخته‌سازی بوده است. (۸۵/۴ در مقابل ۷۱/۴ درصد) بررسی جدول (۴) مشخص می‌کند که غیرفعال نمودن نمادها توسط کلر، اثر بسزایی در حذف آنها داشته است. بر این اساس علت ناکافی بودن راندمان حذف نمادهای فعال، که قدرت حرکتشان تشخیص

MC Sorley,R. and D.E.Walter. 1991. Comparison of Soil Extraction Methods for Nematodes and Micro arthropods Agriculture, Ecosystems and Environ .34:201-207.

APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th. Edition American Public Health Association. Washington, D.C.

Ding. G, et al. 1995. Effect of Disinfection on the Survival of Escherichia coli Associated with Nematode in Drinking Water" J. Water Supply. 13:3:101.

MC Sorley, R. 2002. Sampling and Extraction Techniques for Nematodes Dept of Entomology and Nematology , University of Florida.