مقاله اصلی
Original Article

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
e-ISSN: ۲۳۸۳-۱۹۰۱ p-ISSN: ۲۳۴۵-۲۴۵۵
دوره۳. شماره ۲. تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۷۷ تا ۸۲

بررسی احتمال آلودگی آب ناشی از نشت سرب از لوله‌های ترموپلاستیک در شبکه‌های آب‌رسانی

محمدرضا مسعودی نژاد[۱]، مجتبی صیادی[۲]، رابعه حسینی[۳*]، احسان آقایانی[۳]

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت های دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. کارشناس ارشد زمین‌شناسی، شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران، تهران، ایران
۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از افزودنی‌های مختلف حاوی ترکیبات سرب در تولید لوله‌های ترموپلاستیک و رشد فزاینده استفاده از این مواد در تأسیسات لوله‌کشی منازل و سیستم توزیع آب، نگرانی نشت فلزاتی مانند سرب را به آب آشامیدنی افزایش داده است. سرب از فلزات نوروتوکسیک است. این پژوهش باهدف بررسی احتمال آلودگی آب، ناشی از نشت سرب از لوله‌های ترموپلاستیک در شبکه‌های آب‌رسانی انجام‌شده است.

روش بررسی: در این مطالعه از دو لوله پلی وینیل کلراید سخت و یک لوله پلی‌اتیلن، ساخت کارخانه‌های داخل کشور، به طول ۵۰ سانتیمتر استفاده گردید. تأثیر **pH**، قلیائیت، نسبت جرمی کلرور بر سولفات، جامدات محلول و درجه حرارت آب بر لوله‌های ترموپلاستیک بررسی گردید.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که تأثیر پارامترها بر لوله **UPVC**۱ منجر به نشتی کمتر از استانداردها گردید. در لوله پلی‌اتیلن از پارامترهای **pH** و جامدات محلول نشتی بیش از استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا اندازه‌گیری شد. در لوله **UPVC**۲ از غلظت‌های مختلف **pH**، نسبت جرمی کلرور بر سولفات و دما نشتی بیش از استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا و رهنمود سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد سرب اندازه‌گیری شده ناشی از تأثیر پارامترها بر لوله‌ها با سطح اطمینان٪۹۵ تفاوت معنی‌داری داشت ($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نقش لوله‌های ترموپلاستیک در آب‌رسانی و تأثیر پارامترهای شیمیایی آب بر رهاسازی سرب در این لوله‌ها، نظارت مسئولین بر کارخانه‌های تولیدکننده لوله‌های ترموپلاستیک برای حفظ سلامت جامعه ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: *آب، سرب، لوله پلی‌اتیلن، لوله پلی وینیل کلراید سخت، نشت فلزات*

مقدمه:

طی ۶۰ سال گذشته استفاده از لوله‌های ترموپلاستیک رشد فزاینده‌ای داشته است(۱). لوله‌های ترموپلاستیکی نصب‌شده در جهان، ۵۴ (۳) و ۶۹ درصد (۲) می‌باشد و از بین انواع این لوله‌ها، لوله پلی وینیل کلراید۶۲ درصد و اشکال مختلف پلی‌اتیلن ۳۳/۵ درصد را تشکیل می‌دهند (۳). علت استفاده وسیع از لوله‌های ترموپلاستیک تنوع، نصب آسان، مقاومت در برابر خوردگی، استحکام ساختاری مناسب، هزینه کم و دیواره‌ای صاف می‌باشد (۴, ۵) البته به‌منظور تأمین خصوصیات مکانیکی فوق از افزاینده‌های زیادی تحت عنوان روان کننده، پرکننده و تثبیت‌کننده استفاده می‌گردد (۶). ترکیبات تثبیت‌کننده در ساخت مواد ترموپلاستیک، نمک‌هایی از فلزات مختلف مانند سرب، کادمیوم، باریوم، کربوکسیلات روی و بعضی از ترکیبات قلع تک آلکیل مثل کربوکسیلات و مرکاپتیلات می‌باشد (۷). نگرانی نشت این مواد شیمیایی در طول زمان از لوله‌ها و مشکلات بهداشتی ناشی از آن وجود دارد. نشت عبارت است از ورود فلزات، جامدات و مواد شیمیایی از لوله به درون آب که باعث افزایش میزان فلزات و آلاینده‌های آلی آب می‌شود (۸). سرب به‌عنوان دومین ماده از ۲۰ ماده خطرناک در آژانس مواد سمی و ثبت بیماری‌ها[۱] (۹) با اختلالات پیش فعالی و کاهش توجه (۱۰, ۱۱)، کاهش ضریب هوشی، کاهش عملکرد شناختی و رشد رفتاری کودکان مرتبط است (۱۲-۱۴) و به علت نارس بودن اندام‌های سیستم ایمنی، عصب مرکزی و تنفسی (۱۵)، عدم رشد کامل سیستم سم‌زدایی، کودکان بیشتر در معرض خطر سرب هستند (۱۶, ۱۷). هو و همکاران با بررسی تحقیقات انجام‌شده در چند دهه اخیر درزمینه سرب در آب آشامیدنی (سمیت، منابع آب، فارماکولوژی و داروسازی، بیوشیمی و بیولوژی مولکولی) نشان دادند که تحقیقات سرب در حوزه آب آشامیدنی به‌منظور حفظ حیات بشر همچنان ضروری است (۱۸). وونگ و همکاران به بررسی نشت سرب از لوله‌های پلی وینیل کلراید سخت با استفاده از

* نویسنده مسئول مکاتبات: rabehhoseini@yahoo.com

۱. Agency for Toxic Substances and Disease Registry

نمونه‌های شیر آب، نیتریت، سولفات، کربنات و EDTA در دماهای مختلف اکستروژن ۱۹۰ -۱۸۰-۱۷۰ درجه سانتی‌گراد پرداختند و دریافتند که کمپلکس EDTA باعث بیشترین نشت سرب می‌گردد. در دمای بالاتر اکستروژن، میزان نشت در تمام استخراج‌کننده‌ها کاهش می‌یابد(۱۹). تشیعی و همکاران نشت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل، کرم، روی و قلع) را از ۲ نوع لوله پلی وینیل کلراید و۴ نوع لوله پلی‌پروپیلن در شبکه آب‌رسانی اصفهان موردبررسی قراردادند و دریافتندکه میزان سرب در لوله‌های پلی وینیل کلراید نو و کهنه نسبت به سایر لوله‌ها بیشتر است (۲۰). باتوجه به اهمیت وجود فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی به خاطر سمیت، فراوانی، پایداری، عدم تجزیه‌پذیری و تجمع زیستی در زنجیره غذایی (۲۱) و عدم وجود تحقیقی در خصوص تأثیر پارامترهای شیمیایی بر نشت مواد تثبیت‌کننده مورداستفاده در ساخت لوله‌های ترموپلاستیک هدف از این مطالعه بررسی احتمال آلودگی آب ناشی از نشت سرب از لوله‌های ترموپلاستیک در شبکه‌های آب‌رسانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

در این تحقیق، از لوله‌های ترموپلاستیک در خط انتقال آب، دو نوع لوله جدار پلی وینیل کلراید سخت ساخت کارخانه الف با عنوان UPVC۱، پلی وینیل کلراید سخت ساخت کارخانه ب با عنوانUPVC۲ و از لوله‌های مورداستفاده در شبکه توزیع یک نوع لوله پلی‌اتیلن دانسیته بالا با عنوانPE محصول کارخانه‌های داخل کشور استفاده شد. شهرستان ساوجبلاغ دارای ۴۹ حلقه چاه به‌منظور آب‌رسانی روستاهای تحت پوشش بود در منطقه هشتگرد ۳ حلقه چاه دارای لوله جدار پلی وینیل کلراید سخت است، لذا از نتایج آزمون‌های فیزیکو شیمیایی انجام‌شده طی سال‌های ۹۲-۹۱ شرکت آب و فاضلاب روستایی به‌منظور تعیین غلظت‌های حداکثر، میانگین و حداقل استفاده شد. پارامترهای شیمیایی موردبررسی جامدات محلول، قلیائیت، نسبت جرمی کلرور بر سولفات می‌باشد. غلظت جامدات محلول ۸۷،۳۰۷،۵۹۷ میلی‌گرم بر لیتر، قلیائیت در غلظت‌های ۶۴،۱۴۶،۲۷۲ میلی‌گرم بر لیتر برحسب کربنات کلسیم و نسبت جرمی کلرور بر سولفات در نسبت‌های ۲/۶/۰/۷، ۸ (خارج‌قسمت کلرور بر سولفات به ترتیب ۲۹/۴۰، ۸/۱،۲۴۶/۹۴) بود. برای تهیه نسبت جرمی کلرور بر سولفات از کلرید سدیم و سولفات سدیم استفاده گردید، برای تأمین قلیائیت از بی‌کربنات سدیم استفاده شد و برای تأمین جامدات محلول از نمک‌های سولفات سدیم، نیترات منیزیم، کلرید کلسیم، کلرید منیزیم، بی‌کربنات سدیم و فلوراید پتاسیم استفاده گردید. pH با استفاده از بافر اسیدی و قلیائی و خنثی مطابق استاندارد ایزو ۸۷۹۵ (۲۲) در سه گستره ۹،۷،۴/۵ تنظیم شد و تأثیر دما در سه گستره ۱۵،۲۵،۴۰ درجه سانتی‌گراد بر نشت سرب موردبررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان سرب با توجه به داشتن ۶ پارامتر و ۳ لوله در سه غلظت مختلف با دو بار تکرار، ۵۴ نمونه آماده گردید. مطابق استاندارد ایزو ۳۱۱۴ (۲۳) از لوله‌هایی به طول ۵۰ سانتیمتر، قطر ۱۰۰ میلی‌متر و به حجم ۳/۹ لیتر استفاده گردید. با مسدود نمودن یک انتها، لوله را به مدت ۱ ساعت با سرعت ۳ متر بر دقیقه شسته، سپس لوله را از محلول‌های موردنظر پر نموده و انتهای دیگر آن بسته شد، سپس لوله به مدت ۷۲ ساعت در محیط آزمایشگاه نگهداری گردید. به‌منظور اندازه‌گیری سرب از دستگاه طیف‌سنج نشر پلاسما مدل VARIAN – ۷۱۰ استفاده گردید.

سپس نتایج با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (۲۴)، رهنمود سازمان جهانی بهداشت (۲۵) و استاندارد ملی (۲۶) مقایسه گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ با سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<۰/۰۵$) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

تأثیر متغیرهای موردمطالعه، بر میزان نشت سرب در لوله‌های پلی‌اتیلن و پلی وینیل کلراید سخت در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. سرب اندازه‌گیری شده از لوله‌ها بر حسب میلی‌گرم بر لیتر

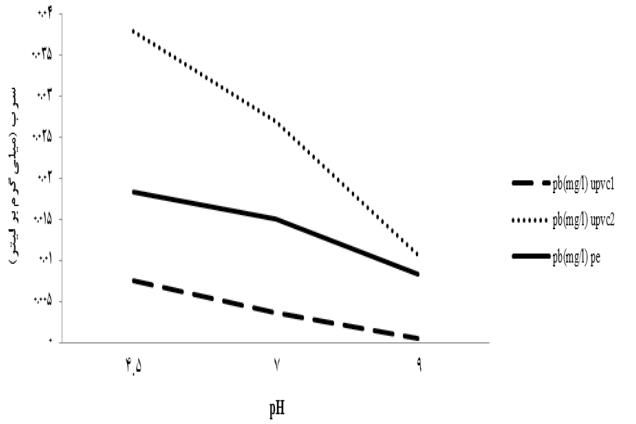
متغیر	UPVC1	UPVC2	PE
pH =۴/۵	۰/۰۰۷۵	۰/۰۳۸	۰/۰۱۸
pH =۷	۰/۰۰۳۶	۰/۰۲۷	۰/۰۱۵
pH = ۹	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸
قلیائیت = ۶۴	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
قلیائیت =۱۴۶	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
قلیائیت= ۲۷۲	۰/۰۰۵۵	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳
قلیائیت بر حسب میلی گرم برلیتر کربنات کلسیم			
سولفات/کلرور= ۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳
سولفات/کلرور= ۲/ ۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳
سولفات/کلرور= ۰/۷	۰/۰۰۰۶	۰/۰۲۸	۰/۰۰۴
جامدات محلول= ۸۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۳
جامدات محلول= ۳۰۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷۳
جامدات محلول= ۵۹۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۳۶	۰/۰۲۱
دما = ۱۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶
دما = ۲۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۰۰۵۲	۰/۰۲	۰/۰۰۶
دما = ۴۰ درجه سانتی‌گراد	۰/۰۰۷	۰/۰۲۸	۰/۰۰۶

نتایج تجزیه و تحلیل آماری ANOVA نشان داد که سرب اندازه‌گیری شده ناشی از تأثیر pH، نسبت جرمی کلرور بر سولفات، جامدات محلول و دما با لوله‌ها رابطه معنی‌داری داشت (جدول ۲). همچنین نتایج تجزیه و تحلیلPaired-Samples T TEST نشان داد که بین سرب اندازه‌گیری شده ناشی از تأثیر pH با لوله۱UPVC و UPVC۲ و نیز لوله PE و UPVC۱ رابطه معنی‌داری وجود داشت. یافته ها بیانگر ارتباط معنی‌داری بین نسبت جرمی کلرور بر سولفات، جامدات محلول و دما و لوله‌های UPVC۱ - UPVC۱ UPVC۲, - PE و UPVC۲ - PE بود.

جدول ۲. نتایج آزمون آماری یک‌طرفه Anova و Paired-Samples T TEST

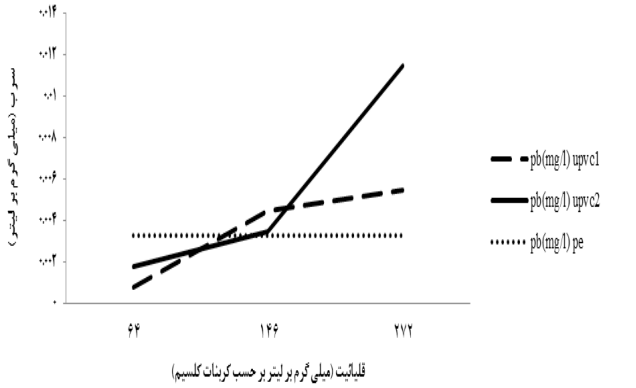
نتایج آزمون آماری T TEST			نتایج آزمون آماری Anova		
معنی داری رابطه	نوع لوله	متغیر	معنی داری رابطه	ضریب F	متغیر
۰/۰۰۳	UPVC1 و UPVC2	PH	۰/۰۰۱	۱۰/۴۶۸	PH
۰/۰۰۲	UPVC1 و PE				
۰/۰۷۱	UPVC2 و PE				
۰/۰۰۲	UPVC1 و UPVC2	نسبت جرمی کلر بر سولفات	۰/۰۰۰	۱۴/۸۷۸	نسبت جرمی کلر بر سولفات
۰/۰۱۳	UPVC1 و PE				
۰/۰۰۵	UPVC2 و PE				
۰/۴۵۰	UPVC1 و UPVC2	قلیائیت	۰/۴۴۹	۰/۸۴۵	قلیائیت
۰/۵۹۹	UPVC1 و PE				
۰/۲۹۲	UPVC2 و PE				
۰/۰۰۰	UPVC1 و UPVC2	جامدات محلول	۰/۰۰۶	۷/۲۲۰	جامدات محلول
۰/۰۱۴	UPVC1 و PE				
۰/۰۴۶	UPVC2 و PE				
۰/۰۰۶	UPVC1 و UPVC2	دما	۰/۰۰۰	۱۷/۶۰۳	دما
۰/۰۰۰	UPVC1 و PE				
۰/۰۰۱	UPVC2 و PE				

نمودار ۱ نشان‌دهنده تأثیر pH آب در سه مقدار ۴،۷،۹/۵ بر رهاسازی سرب در لوله‌ها است. در هر سه لوله با افزایش pH میزان رهاسازی سرب کاهش یافت. حد مجاز سرب بر اساس استاندارد حفاظت محیط‌زیست آمریکا ۰/۰۱۵ و بر اساس رهنمود سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر بود.



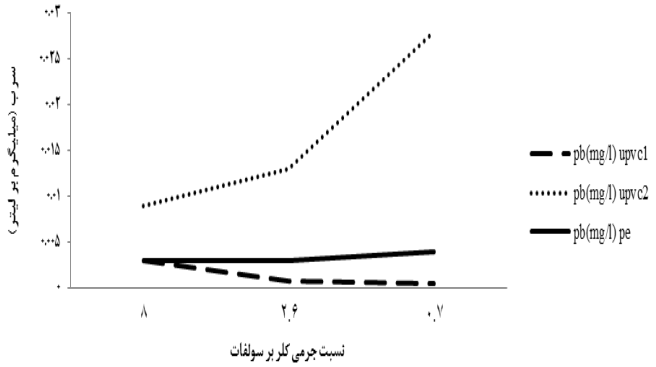
نمودار ۱. تأثیر pH بر نشت سرب در لوله‌ها

نمودار ۲ تأثیر قلیائیت بی‌کربنات بر رهاسازی سرب در لوله‌ها را نشان می‌دهد که در لوله‌های UPVC با افزایش قلیائیت میزان رهاسازی سرب افزایش یافت. افزایش قلیائیت بر لوله پلی‌اتیلن تأثیری نداشت.



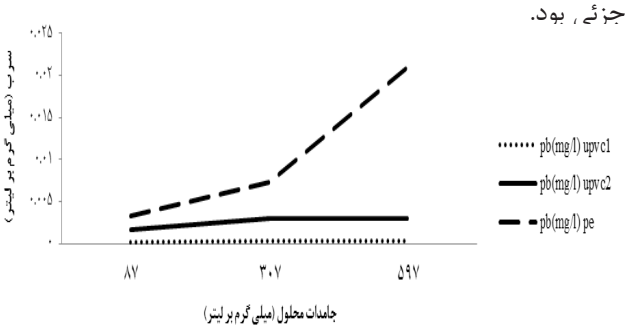
نمودار ۲. تأثیر قلیائیت بر نشت سرب در لوله‌ها

نمودار ۳ نشان‌دهنده تأثیر نسبت جرمی کلرور بر سولفات در نسبت‌های ۲،۸/۰،۶/۷ بر رهاسازی سرب در لوله‌های ترموپلاستیک است. در لوله UPVC۱ با کاهش نسبت جرمی میزان رهاسازی کاهش یافت. در لوله پلی‌اتیلن در نسبت جرمی ۰/۷ میزان نشت در مقایسه با دو نسبت دیگر به میزان ۰/۰۰۱ افزایش یافت و در دو نسبت دیگر میزان نشت برابر بود. در لوله UPVC۲ با کاهش نسبت جرمی میزان نشت افزایش یافت.



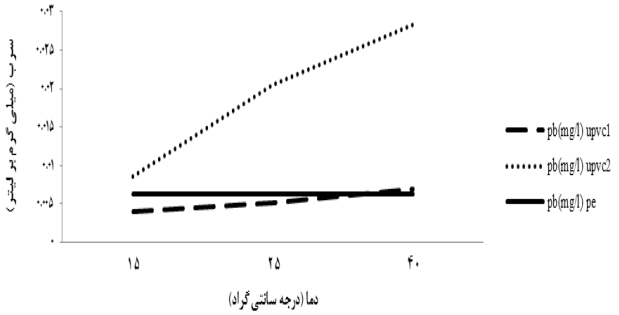
نمودار ۳. نسبت جرمی کلرور بر سولفات بر نشت سرب در لوله‌ها

نمودار ۴ نشان‌دهنده آن است که جامدات محلول بر لوله پلی‌اتیلن بیشترین تأثیر را داشت و در این لوله با افزایش غلظت جامدات میزان رهاسازی سرب افزایش یافت. تأثیر جامدات محلول بر دو لوله دیگر جزئی بود.



نمودار ۴. تأثیر جامدات محلول بر رهاسازی سرب

نمودار ۵ نشان می‌دهد که افزایش دما بیشترین تأثیر را بر لوله UPVC۲ داشته و با افزایش دما مقدار نشت سرب افزایش یافت. افزایش دما تأثیری بر میزان رهاسازی سرب در لوله پلی‌اتیلن نداشته و از لوله UPVC۱ نیز مقدار جزئی سرب اندازه‌گیری شد.



نمودار ۵. تأثیر دما بر نشت سرب در لوله‌ها

بحث

در مطالعه حاضر میزان رهاسازی سرب در هر سه لوله با افزایش pH کاهش یافت که با نتایج تحقیقات آل مالک (۲۷)، لاشین و همکاران (۲۸)، تانگ و همکاران (۲۹) مطابقت دارد. در این تحقیق میزان سرب اندازه‌گیری شده از لوله UPVC۲ بیش از ۳ برابر سرب اندازه‌گیری شده از لوله UPVC۱ بود، میزان سرب در هر سه لوله بسیار کمتر از نتایج مطالعه آل مالک بود که میزان نشت سرب را ۱ میلی‌گرم بر لیتر در pH=۵ و در زمان‌ماند ۴۸ ساعت محاسبه نمود (۲۷)، لاشین علت افزایش نشت سرب در pH اسیدی را به انحلال سرب ناشی از تخریب دیواره و تشکیل کربنات سرب نسبت داده است (۲۸). افزایش قلیائیت افزایش نشت سرب را به همراه داشت که با تحقیقات تام مطابقت دارد (۳۰). لاشین علت افزایش رهاسازی سرب با افزایش قلیائیت را به حضور $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ نسبت داده است و بیان نموده است که با تشکیل $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$، افزایش قلیائیت، انحلال سرب را افزایش می‌دهد (۲۸). در لوله UPVC۱ با کاهش نسبت جرمی کلرور بر سولفات میزان رهاسازی کاهش یافت. در لوله UPVC۲ با کاهش نسبت جرمی میزان نشت افزایش یافت. میزان کلر در نسبت ۸، ۸ میلی‌گرم بر لیتر، در نسبت ۲/۶، ۲۴۶ میلی‌گرم بر لیتر و در نسبت ۰/۷، ۲۹ میلی‌گرم بر لیتر بود. ویلسون و همکاران با بررسی نسبت جرمی کلر بر سولفات ۰/۵ (خارج‌قسمت ۵ به ۱۰ و ۵۰ به ۱۰۰) در آب تصفیه‌شده دریافتند که افزایش غلظت کلرور بر سولفات منجر به رهاسازی بیشتر سرب می‌گردد (۳۱)، کارتیر و همکاران (۳۲)، همچنین تنگ و همکاران دریافتندکه افزایش کلرور میزان سرب را افزایش و افزایش سولفات این رهاسازی را کاهش می‌دهد (۲۹). مشاهده می‌گردد که در لوله PE,UPVC۲ در نسبت ۰/۷ حداکثر میزان سرب اندازه‌گیری شد، لذا به دلیل اینکه نسبت ۲/۶ دارای غلظت بیشتری از کلر است و اینکه از لوله‌های UPVC میزان رهاسازی متضادی اندازه‌گیری شد، در این زمینه به تحقیقات بیشتری نیاز می‌باشد. البته آنچه مهم است میزان نشت کمتر از حد مجاز لوله‌های UPVC۱ و PE است و از این نظر این دو لوله دارای وضعیت مطلوبی هستند. در لوله پلی‌اتیلن با افزایش میزان جامدات محلول میزان رهاسازی سرب افزایش یافت که با تحقیق آل مالک که جامدات محلول را در سه غلظت ۲، ۱۶۰و ۲۶۷۰ میلی‌گرم بر لیتر در لوله‌های UPVC بررسی نمود، مطابقت دارد. آل مالک به نظر کوه استناد نموده است که علت این امر را به افزایش حضور غلظت کمی از آنیون‌های کلرور، سولفات و نیترات و فسفات نسبت داده است (۲۷).

در لوله‌های پلی وینیل کلراید سخت با افزایش دما میزان رهاسازی سرب افزایش یافت که با تحقیقات آل مالک که به بررسی لوله‌های UPVCدر دو دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد پرداخته است، مطابقت دارد(۲۷). مدل رگرسیون غیرخطی تنگ و همکاران نیز نشان داد که با افزایش درجه حرارت انتشار سرب افزایش می‌یابد (۲۹). این مطالعه به بررسی میزان رهاسازی سرب از لوله‌های ترموپلاستیک مورداستفاده در سیستم آب‌رسانی پرداخت. بر اساس نتایج این تحقیق مقدار سرب در لوله UPVC۲ در۵ /۴ و pH =۷ ، نسبت جرمی کلر بر سولفات ۰/۷، دمای ۲۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیش از استاندارد (EPA) و در۹ =pH، قلیائیت برابر (mg/l) ۲۷۲ برابر رهنمود (WHO& ISIRI) است و در نسبت جرمی ۲/۶ بیش از استاندارد ملی و رهنمود (WHO& ISIRI) بود. در لوله UPVC۱ املاح محلول آب تأثیر زیادی بر نشت سرب نداشت و حداقل رهاسازی از این لوله اندازه‌گیری شد و به نظر می‌رسد این لوله از مواد اولیه مرغوب‌تری تهیه‌شده است. در لوله PE در ۴/۵ =pH و جامدات محلول ۵۹۷ میلی‌گرم بر لیتر مقدار سرب بیش از استاندارد (EPA) و در۷= pH برابر استاندارد (EPA) اندازه‌گیری شد. این پژوهش

به بررسی تأثیر پارامترهای شیمیایی و فیزیکی آب بر میزان نشت سرب از لوله‌های ترموپلاستیک پرداخت و نشان داد که بعضی از لوله‌ها دارای ریسک نشت سرب بودند که ممکن است به علت تفاوت در کیفیت مواد اولیه، افزودنی‌های مورداستفاده در ساخت لوله‌ها و یا پیوند موجود بین اجزای لوله باشد و میزان نشت را می‌توان به عواملی نظیر مرغوبیت ماده اولیه، فرایند تولید نسبت داد. لذا با توجه به تعدد کارخانه‌های تولیدکننده لوله‌های ترموپلاستیک و اهمیتی که این لوله‌ها در آب‌رسانی دارند نظارت مسئولین بر کارخانه‌های تولیدکننده برای حفظ سلامت جامعه ضروری می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ای با عنوان بررسی احتمال آلودگی آب براثر نشت فلزات سنگین در شبکه آب‌رسانی از جنس لوله‌های ترموپلاستیک می‌باشد؛ بنابراین نویسندگان این مقاله از تمامی مسئولین دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به خاطر زحماتی که در انجام این پایان‌نامه تقبل نمودند، کمال سپاسگزاری رادارند.

References

1. Kutz M. Applied plastics engineering handbook: processing and materials: William Andrew; 2011.

2. Walter RK, Lin PH, Edwards M, Richardson RE. Investigation of factors affecting the accumulation of vinyl chloride in polyvinyl chloride piping used in drinking water distribution systems. Water Research. 2011; 45(8): 2607-15.

3. Heim TH, Dietrich AM. Sensory aspects and water quality impacts of chlorinated and chloraminated drinking water in contact with HDPE and cPVC pipe. Water Research. 2007; 41(4): 757-64.

4. Al-Malack MH, Sheikheldin SY. Effect of solar radiation on the migration of vinyl chloride monomer from unplasticized PVC pipes. Water Research. 2001; 35(14): 3283-90.

5. Dong W, Ruan X, Ni Z, Chen M. Influence of soy protein isolate on the thermal stability of poly(vinyl chloride) in the presence or absence of calcium and zinc stearates. Polymer Degradation and Stability. 2013; 98(1): 96-101.

6. Li S, Yao Y. Effect of thermal stabilizers composed of zinc barbiturate and calcium stearate for rigid poly(vinyl chloride). Polymer Degradation and Stability. 2011; 96(4): 637-41.

7. Liu Y-B, Liu W-Q, Hou M-H. Metal dicarboxylates as thermal stabilizers for PVC. Polymer Degradation and Stability. 2007; 92(8): 1565-71.

8. Permeation and Leaching. EPA; 2002. Available from: http://www.epa.gov/safewater/disinfection/tcr/regulation_revisions.htm.

9. Luo W, Ruan D, Yan C, Yin S, Chen J. Effects of chronic lead exposure on functions of nervous system in Chinese children and developmental rats. NeuroToxicology. 2012; 33(4): 862-71.

10. Min J-Y, Min K-B, Cho S-I, Kim R, Sakong J, Paek D. Neurobehavioral function in children with low blood lead concentrations. NeuroToxicology. 2007; 28(2): 421-5.

11. Betharia S, Maher TJ. Neurobehavioral effects of lead and manganese individually and in combination in developmentally exposed rats. NeuroToxicology. 2012; 33(5): 1117-27.

12. Wang Q, Zhao HH, Chen JW, Gu KD, Zhang YZ, Zhu YX, et al. Adverse health effects of lead exposure on children and exploration to internal lead indicator. Science of The Total Environment. 2009; 407(23): 5986-92.

13. Taylor MP, Winder C, Lanphear BP. Australia's leading public health body delays action on the revision of the public health goal for blood lead exposures. Environment International. 2014; 70(0): 113-7.

14. Tasmin S, Furusawa H, Ahmad SA, Faruquee MH, Watanabe C. Delta-aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) polymorphism in lead exposed Bangladeshi children and its effect on urinary aminolevulinic acid (ALA). Environmental Research. 2015; 136(0): 318-23.

15. Al-Saleh I, Shinwari N, Mashhour A, Mohamed GED, Rabah A. Heavy metals (lead, cadmium and mercury) in maternal, cord blood and placenta of healthy women. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2011; 214(2): 79-101.

16. do Nascimento SN, Barth A, Göethel G, Baierle M, Charão MF, Brucker N, et al. Cognitive deficits and ALA-D-inhibition in children exposed to multiple metals. Environmental Research. 2015; 136(0): 387-95.

17. Chen L, Xu Z, Liu M, Huang Y ,Fan R, Su Y, et al. Lead exposure assessment from study near a lead-acid battery factory in China. Science of The Total Environment. 2012; 429(0): 191-8.

18. Hu J, Ma Y, Zhang L, Gan F, Ho Y-S. A historical review and bibliometric analysis of research on lead in drinking water field from 1991 to 2007. Science of The Total Environment. 2010; 408(7): 1738-44.

19. Wong MK, Gan LM, Koh LL, Lum OL. Some further studies on factors affecting the leaching of lead from unplasticized poly (vinyl chloride) pipes. Water Research. 1990;24(4):451-5.

20. Tashauoei HM HNM, Amin M M. A Study on leakage of heavy metals from the PVC and polypropylene pipes used in the water distribution system in Isfahan. Journal of Health System. 2010; 6(3): 373-82. (Text in Persion)

21. Zahra A, Hashmi MZ, Malik RN, Ahmed Z. Enrichment and geo-accumulation of heavy metals and risk assessment of sediments of the Kurang Nallah—Feeding tributary of the Rawal Lake Reservoir, Pakistan. Science of The Total Environment. 2014; 470–471(0): 925-33.

22. ISO8795. Plastics piping systems for the transport of water intended for human consumption —Migration assessment — Determination of migration values of plastics pipes and fittings and their joints; 2001.

23. ISO3114. Unplasticized polyvinyl chloride (PVC) pipes for potable water supply - Extractability of lead and tin - Test method; 1977.

24. 2012 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. EPA; 2012; Available from: http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/dwst.

25. Guidelines for drinking-water quality - 4th ed. WHO; 2011; Available from: www.who.int/entity/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en./

26. Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI)1053. Drinking water -Physical and chemical specifications; 2010.

27. Al-Malack MH. Migration of lead from unplasticized polyvinyl chloride pipes. Journal of Hazardous Materials. 2001; 82(3): 263-74.

28. Lasheen MR, Sharaby CM, El-Kholy NG, Elsherif IY, El-Wakeel ST. Factors influencing lead and iron release from some Egyptian drinking water pipes. Journal of Hazardous Materials. 2008; 160(2–3): 675-80.

29. Tang Z, Hong S, Xiao W, Taylor J. Impacts of blending ground, surface, and saline waters on lead release in drinking water distribution systems. Water Research. 2006; 40(5): 943-50.

30. Tam YS, Elefsiniotis P. Corrosion control in water supply systems: effect of pH, alkalinity, and orthophosphate on lead and copper leaching from brass plumbing. journal of environmental science and health. 2009; 44(12): 1251-60.

31. Willison H, Boyer TH. Secondary effects of anion exchange on chloride, sulfate, and lead release: Systems approach to corrosion control. Water Research. 2012; 46(7): 2385-94.

32. Cartier C, Nour S, Richer B, Deshommes E, Prévost M. Impact of water treatment on the contribution of faucets to dissolved and particulate lead release at the tap. Water Research. 2012; 46(16): 5205-16.

Evaluation of the probability of water pollution due to lead leaching of thermoplastic pipes in drinking water distribution networks

Massoudinejad MR[1], Saeadi M[2], Hosseini R[3*], Aghayani E[3]

Abstract

Background and Objectives: The use of various additives containing lead compounds in the production of thermoplastic tubes and the growing use of these materials in plumbing and water distribution systems, it has increased concern release metals like lead in drinking water. Lead is a neurotoxic metal. The aim of this study was evaluation of the probability of water pollution due to lead leaching of thermoplastic pipes in drinking water distribution networks.

Materials and Methods: In this study two un-plasticized polyvinyl chloride pipes (entitled UPVC 1, 2) and a polyethylene(PE) pipe were Investigated using locally manufactured pipes and with a length of 50 cm. the effects of pH, alkalinity, chloride /sulfate mass ratio, total dissolved solids and water temperature were studied on thermoplastic tubes.

Results: This study showed that the effect of the parameters on UPVC1 tubes were measured less than the standards. The release of lead in The PE pipe from the effect of pH and dissolved solids were measured over the standard (EPA). The release of lead in The UPVC2 pipes from of different concentrations of pH, chloride/sulfate mass ratio, temperature were measured over the standard (EPA) and guidelines (WHO) and national standards. Statistical analysis of the results showed that lead release of tubes are significant and have reliability in probability of 95% ($p \leq 0.05$).

Conclusion: By attention to effect of chemical parameters on the release of lead and importance role of the thermoplastic pipes in distribution of water system, to protect the health of society, authorities' surveillance is necessary on the thermoplastic pipe plants.

***Keywords*:** *lead, polyethylene, release of metals, un-plasticized polyvinyl chloride pipes, water*

1. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, and Safety Promotion and Injury Prevention Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
2. Master of Geology in Rural Water and Wastewater Company, Tehran, Iran
3. Department of Environmental Health Engineering, faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences.

*** Corresponding Author:** rabehhoseini@yahoo.com