وضعیت آهن، روی، مس، منگنز، سرب، نیکل و کادمیوم در رسوبات چاه تصفیه سیلاب شهری: مطالعه موردی شهر شیراز

زهرا خوش‌نژاد[۱]، ابراهیم ادهمی[۲]، محمد پروین‌نیا[۳] و محمد صدقی اصل[۴]
۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، ۳- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه یاسوج

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی توانایی چاه تزریق برای به دام انداختن رسوبات و فلزات سنگین همراه آن‌ها در آب‌های آلوده شهری انجام شد. چاه تزریق مورد مطالعه در سال ۱۳۸۷ در شهر شیراز تعبیه شده بود و در سال ۱۳۹۴ با بیرون آوردن رسوبات تجمع یافته در آن در لایه مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. در لایه‌های رسوبات غلظت آهن، روی، مس، منگنز، نیکل، سرب و کادمیوم با عصاره‌گیرهای DTPA و اسید نیتریک۴ مولار استخراج و با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که چاه تزریق مورد مطالعه به خوبی قادر به انباشته‌سازی رسوبات آب آلوده شهری و تجمع فلزات مورد مطالعه بود و از انتقال فلزات به لایه‌های خاک زیری جلوگیری نموده است.

واژه‌های کلیدی : ایستگاه تصفیه ، رواناب شهری، فلزات سنگین، مواد معلق

مقدمه

در هنگام بارندگی، بسیاری از آلودگی‌های هوا، درقطرات باران حل می‌شوند و به علت سرعت قطرات باران، از برخورد آن‌ها به سطوح آلوده شهری مثل خیابان‌ها، پشت‌بام و نمای منازل موجب ایجاد فرسایش می‌شوند (پروین‌نیا وهمکاران،۱۳۸۷). فلزات سنگین جداشده از تایرها، اگزوز خودروها، آسفالت جاده، سوخت بنزین،گرد و غبار و فعالیت‌های تفریحی برروی رواناب‌های شهری نشسته و تخلیه متعاقب آن‌ها درون آب‌های سطحی و زیرسطحی معضلات سلامتی و محیطی را ایجاد می‌کنند (Reedy et al, 2014). درنهایت این فعل و انفعالات به آلوده شدن سیلاب‌های شهری می‌انجامد (پروین‌نیا وهمکاران،۱۳۸۷). در اثر جریان سیلاب آلوده شهری وانتقال طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های مختلف به محیط‌های آبی و خاکی بصورت معلق و محلول، عدم توازن اکولوژیکی در محیط زیست ایجاد می‌شود (قاسمیان، ۱۳۹۰).

یکی از مناسب‌ترین راه‌حل‌های اجرایی جهت کاهش آلاینده‌ها و دبی اوج سیلاب، استفاده از حوضچه‌های نگهداری سیلاب می باشدکه جهت کنترل دبی اوج سیلاب در بارندگی‌های با شدت زیاد و بهبود کیفیت در بارندگی‌های با شدت کم مناسب می باشد (پروین‌نیا وهمکاران،۱۳۸۷). استفاده از حوضچه‌ی تزریق به منزله‌ی بهترین راهکار مدیریتی کنترل سیلاب مطرح است، لیکن آلودگی‌های مختلف از جمله فلزات سنگین موجود در سیلاب‌های شهری به درون این تأسیسات وارد می‌شوند. فلزات بیشتر در رسوبات کف، یا در قسمت غیر اشباع، گیرافتاده و جذب می‌شوند (Pitt et al, 1999).

آب مورد استفاده برای تغذیه مصنوعی غالباً ناشی از جریان‌های سطحی فصلی بوده که با مقدار زیادی گل ولای و مواد ریز معلق همراه می‌باشد (تابش و جواهری، ۱۳۸۲). بسیاری از آلودگی‌های سیلاب جذب مواد معلق موجود می‌گردند و در عین حال امکان احیاء سیلاب شهری در مناطق با کاربری مسکونی، با جداسازی شستشوی اولیه و حذف آلودگی‌های آن از جمله مواد معلق و فلزات سنگین جذب شده به آن‌ها وجود دارد. کاهش مواد محلول و مواد معلق در نمونه‌های واقعی سیلاب نیز نشان می‌دهد استفاده از ماده جاذب، کیفیت سیلاب را ارتقاء می‌بخشد. در هر نمونه که مواد معلق غلظت بیشتری دارند فلزات به مواد معلق بیشترجذب شده‌اند و غلظت فلزات به صورت محلول کمتراست (پروین‌نیا وهمکاران، ۱۳۸۸).

در حوزه‌های شهری که تراکم بافت‌های شهری و تأسیسات وجود دارد، باتوجه به محدودیت زمین امکان استفاده ازسیستم تزریق سیلاب به صورت حوضچه وجود ندارد ولی ایجاد ترانشه در حاشیه فضاهای سبز و چاه‌ها جاذب به همراه استفاده از

لایه‌های نفوذپذیر فعال(PRB) امکان‌پذیر می‌باشد. این سیستم قبل از تزریق رواناب به زمین با شبکه‌های جمع‌آوری سیلاب، جهت جلوگیری از انتشار آلودگی حمل شده توسط شستشوی اولیه مؤثر می‌باشد (قاسمیان، ۱۳۹۰). مطالعه حاضر به منظور بررسی پتانسیل برای یک چاه تصفیه سیلاب شهری (مطالعه موردی شهر شیراز) برای انباشته‌سازی رسوبات معلق سیلاب شهری و جلوگیری از انتقال فلزات سنگین در محیط زیست انجام شد.

مواد و روش‌ها

چاه مورد مطالعه در سال ۱۳۸۷به عنوان اولین ایستگاه تصفیه سیلاب شهری ایران در شهر شیراز برای تصفیه سیلاب و جذب آلودگی‌های موجود در سیلاب شهری احداث گردیده بود این ایستگاه بر اساس جداسازی مواد معلق و سپس عمل تصفیه رواناب شهری طراحی شده بود. در بخش جداسازی مواد معلق، از مخزن برای به دام اندازی رسوبات و مواد معلق استفاده شده و در بخش فیلتراسیون، با استفاده از مواد جاذب ارزان قیمت (فیلترهای (PRB) از نفوذآلودگی به خاک و آب‌های زیر زمینی جلوگیری شده است. ایستگاه مورد نظر چاهی به قطر یک متر و عمق یک و نیم متر در جنوب شرقی شیراز بود و به گونه‌ای قرار گرفته که در صورت بارندگی یا شست و شوی محلی آب جاری شده به این ایستگاه نفوذ کند. در تابستان ۱۳۹۴ دهانه‌ی چاه مورد مطالعه باز شد، آب آن خالی و مخزن رسوبات تعبیه شده در سال ۱۳۸۷ از آن خارج گردید، ظرف رسوبات شامل ۵۰ سانتی‌متر رسوبات جمع شده‌ی سیلاب شهری منطقه طی هفت سال بود. پس از انتقال به آزمایشگاه با اره برش داده شد. رسوبات موجود در مخزن به صورت لایه لایه خارج شدند و محتویات ظرف به ۵ لایه عمقی با ضخامت یکسان تقسیم شدند. رسوبات موجود بر روی در مخزن به عنوان یک نمونه جداگانه و رسوبات اطراف خارج مخزن به عنوان نمونه جداگانه دیگری در نظر گرفته شدند. همچنین یک نمونه از لایه PRB تعبیه شده و یک نمونه از خاک زیر لایه PRB (خاک اصلی کف چاه) تهیه گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها وضعیت غلظت فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم، آهن، روی، مس و منگنز) با استفاده از دو عصاره‌گیر DTPA و اسید نیتریک ۴ نرمال مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

نتایج نشان داد که آهن عصاره‌گیری شده با DTPA در خاک زیر لایه PRB ۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که کمترین مقدار را نسبت به سایر نمونه‌ها (لایه‌ها) دارا بود در بقیه لایه‌ها مقدار آهن عصاره‌گیری شده با DTPA نسبت به لایه زیر PRB به شدت بیشتر بود (جدول ۱). در ظرف رسوبات به صورت میانگین ۸۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و تقریبا نه برابر لایه زیر PRB بود. چنین روندی برای سایر عناصر مورد مطالعه نیز مشاهده گردید. به نحوی که حداکثر غلظت مس، منگنز و روی به ترتیب با مقادیر ۲۰/۵، ۲۵/۴ و۵۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک اطراف ظرف مشاهده شد. غلظت این عناصر نسبت به مقادیر مشاهده شده در خاک زیر لایه PRB به ترتیب چهار، چهار و شش برابر بود (جدول ۱). بیشترین غلظت نیکل و سرب نیز در ظرف رسوبات به ترتیب با مقادیر۴۵/۹ و ۹/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. غلظت نیکل تقریبا پانزده برابر و سرب نه برابر خاک زیرلایه PRB بودند. حداکثر غلظت کادمیوم نیز در خاک اطراف ظرف ۰/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شدکه تقریبا یازده برابر خاک زیر لایه PRB بود. مقادیر مس، منگنز، روی، نیکل، سرب و کادمیوم قابل جذب (عصاره گیری شده با DTPA) در لایه خاک زیر PRB کمترین مقدار را نسبت به سایر لایه‌ها دارا بودند و در لایه PRB نیز اگر چه غلظت این عناصر بیشتر از لایه زیر PRB بود لیکن مقادیر مشاهده شده از ظرف رسوبات، اطراف ظرف یا روی ظرف به صورت آشکار کمتر بودند.

جدول۱. میانگین و انحراف معیار غلظت آهن، مس، منگنز، روی، نیکل، سرب و کادمیم استخراج شده با DTPA در لایه های مختلف چاه تصفیه سیلاب شهری شیراز (mg/kg)

لایه	Fe	Cu	Mn	Zn	Ni	Pb	Cd
خاک روی ظرف	۱,۲۷±۳۵,۱	.۴۲±۱۵,۷	.۲۸±۱۱,۸	.۱۴±۲۴,۱	۱,۵۵±۲۱,۹	۰±۸,۸	.۰۲ ±.۳۲
خاک اطراف ظرف	۲,۹۶±۵۳,۵	.۱۴±۲۰,۵	.۲۸±۲۵,۴	.۸۴±۵۲,۸	.۲۸±۲۷	۰±۸	.۰۲ ±.۲۸
میانگین ظرف رسوبات	۱۶,۲۱±۸۱,۶	۴,۴۸±۱۴	۷,۲۳±۲۰,۲۴	۲۷,۲۷±۴۷,۷	۷,۸۱±۴۵,۹	۱,۵۸±۹,۴۸	.۱۰ ±.۲۴
لایه PRB	۲,۲۶ ±۲۱,۸	۱,۱۳±۸,۶	۱,۱۳±۸,۴	۳,۸۱±۲۶,۳	.۹۸±۷,۳	.۱۴±۲,۳	.۰۱ ±.۱۷
زیر لایه BPR	.۴۳±۹,۳	.۵۶±۵,۴	.۷۰±۶,۳	.۱۴±۲,۹	.۲۸±۳,۲	.۱۴±۱,۷	.۰۱ ±.۰۳

غلظت شبه کل عناصر مورد مطالعه (عصاره‌گیری شده با اسید نیتریک ۴ مولار) نتایجی مشابه با مقدار قابل جذب این عناصر نشان داد به نحوی که در لایه زیر PRB کمترین غلظت شبه کل تمام عناصر مشاهده شد (جدول ۲) و در لایه PRB نیز غلظت این عناصر نسبت به سایر لایه‌ها به استثناء لایه زیر PRB کمتر بود. بیشترین غلظت عناصر نیز مشابها در لایه‌هایی مشاهده شد که بیشترین غلظت قابل جذب این عناصر مشاهده شده بود. آهن عصاره‌گیر شده با اسید نیتریک در خاک زیر لایه PRB ۲۱۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که کمترین مقدار را نسبت به سایرلایه‌ها دارا بود در بقیه لایه‌ها مقدار آهن عصاره‌گیری شده با اسید نیتریک نسبت به لایه زیر PRB بیشتر بود و در ظرف رسوبات ۴۱۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم که بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و ۲ برابر لایه زیر PRB بود. مس، منگنز و روی عصاره گیری شده با اسید نیتریک در زیر لایه PRB به ترتیب ۲۹، ۱۶۹ و ۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و حداکثر غلظت این عناصر در خاک اطراف ظرف ۷۱، ۳۰۵ و ۲۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم که تقریبا ۲/۴، ۱/۸ و ۹/۴ برابر غلظت مس، منگنز و روی در خاک زیر لایه PRB است. مشاهده شده مقدار نیکل، سرب و کادمیوم عصاره‌گیری شده با اسید نیتریک درخاک زیر لایه PRB به ترتیب ۲۷، ۱۸ و ۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و درظرف رسوبات تقریبا ۶، ۲/۵ و۲/۲ برابر خاک زیر PRB بودند.

جدول۲. میانگین و انحراف معیار غلظت آهن، مس، منگنز، روی، نیکل، سرب و کادمیوم استخراج شده با اسید نیتریک در لایه های مختلف چاه تصفیه سیلاب شهری شیراز (mg/kg).

لایه	Fe	Cu	Mn	Zn	Ni	Pb	Cd
خاک روی ظرف	۱۹,۷۹±۳۲۰۴	۱,۴۱±۵۷	۱۵,۵۵±۲۶۱	۲,۸۲±۱۴۶	۴,۲۴±۱۰۹	۰±۴۶	.۲۸±۲,۸
خاک اطراف ظرف	۲,۹۶±۵۳,۵	.۱۴±۲۰,۵	.۲۸±۲۵,۴	.۸۴±۵۲,۸	.۲۸±۲۷	۰±۸	.۰۲ ±.۲۸
میانگین ظرف رسوبات	۱۰۳۵,۱۸±۴۱۱۰,۲	۱۱,۴۳±۵۷,۲	۳۵,۶۸±۲۲۹,۲	۷۱,۲۹±۱۴۰	۸,۴۸±۱۶۸	۱,۴۱±۴۵	.۴۲±۳,۹
لایه PRB	۲۳۱,۹۳±۳۶۲۶	۴,۲۴±۳۵	۲,۸۲±۱۹۴	۵,۶۵±۶۸	۷,۰۷±۶۹	۴,۲۴±۲۱	.۴۲±۳,۵
زیر لایه PRB	۱۴۲,۸۳±۲۱۰۱	۱,۴۱±۲۹	۲۱,۲۱±۱۶۹	۰±۲۲	۷,۰۷±۲۷	۰±۱۸	.۲۸±۱,۶

بحث و نتیجه‌گیری

آلودگی فلزات سنگین در رسوبات به‌عنوان یک بحران جهانی است که سهم بزرگی در کشورهای در حال توسعه دارد. به دلیل زیاد بودن نسبت سطح به حجم (سطح ویژه) رسوبات دانه‌ریز و (کوچک‌تر از ۶۳ میکرون) و زیاد بودن مواد آلی، فلزات سنگین می‌توانند جذب سطحی این رسوبات گردند. در نتیجه احتمال جذب سطحی بیشتر آلاینده‌ها بر رسوبات، پتانسیل آن‌ها برای به دام انداختن آلاینده‌های آلی و غیرآلی بیشتر است، لذا رسوبات بسترهای نرم و گلی از جنس سیلت، آلاینده‌های بیشتری را نسبت به بسترهای شنی و ماسه‌ای در خود نگه می‌دارند مطالعه حاضر تایید کننده این فرضیه بود که مقدار زیادی فلزات سنگین همراه با رسوبات فاضلاب شهری منتقل می‌گردد که بخش عمده آن‌ها نیز در شکل قابل جذب و با تحرک زیاد در محیط زیست هستند. نتایج نشان داد که چاه تصفیه سیلاب مورد استفاده توانایی انباشته‌سازی رسوبات و جلوگیری از انتقال فلزات سنگین همراه آنها را به لایه‌های زیری و نیز ممانعت از حرکت آن‌ها به صورت افقی را دارد و می‌تواند به عنوان راهکاری برای تصفیه سیلاب‌های شهری در نظر گرفته شود.

منابع

پروین‌نیا، م. رخشنده‌رو، غ. و منجمی، پ. ۱۳۸۷. مطالعه موردی رسوبات حاوی فلزات سنگین در حوضچه تزریق سیلاب شهری در شهر شیراز و بررسی مواد جاذب جهت بهبود کیفیت سیلاب در مقیاس پایلوت. صفحه‌های ۱ تا ۱۰. دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست ،دانشگاه تهران، تهران.

پروین‌نیا، م. و رخشنده‌رو، غ. ۱۳۸۸. طراحی و ساخت اولین ایستگاه تصفیه سیلاب شهری در ایران. صفحه‌های ۱ تا ۱۲. سومین همایش نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران.

تابش، م. و جواهری، ر. ۱۳۸۲. بررسی اثرات متقابل غلظت مواد معلق در آب و نوع پوشش خاک بر میزان نفوذپذیری حوضچه‌های نفوذ (در طرح‌های تغذیه مصنوعی) . نشریه دانشکده فنی، شماره‌ی ۳۷، صفحه‌های ۱۸۹ تا ۱۹۷.

قاسمیان، م. ۱۳۹۰. مدل سازی فیلترهای خاکی بیولوژیکی در مقیاس پایلوت برای حذف مواد آلی محلول در سیلاب‌های شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یاسوج.

Pitt, R. Clark, S. and Field, R. 1999. "Groundwater contamination potential from storm water infiltration practices". Urban Water, 217–236.

Reddy, R. Xie, Tao. and Dastgheibi, S. 2014. Removal of heavy metals from urban stormwater runoff using different filter materials". Journal of Environmental Chemical Engineering, 282–292.

Situation Iron, Zinc, Copper, Manganese, Lead, Nickel and Cadmium in the sediments of well refined urban floods: Case Study of Shiraz

Z. khoshnejad, E. Adhami, M. Parvinnia, M. Sedghiåsl

1, 2 and 4- M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor respectively, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Yasouj University, 3- Assistant Professor, Department of civil engineering, Yasouj University

Abstract

Present study conducted to evaluate the potential of an infiltration well for capturing sediments and associated heavy metals (HMS) in contaminated urban runoff.The infiltration well was constructed in 2008 and was studied by bring out the accumulated suspended solids indifferent layers in 2015.In the sediment layers Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Pb and Cd extracted by DTPA and HNO3 4M and measured by Atomic absorption. Result showed that infiltration well could accumulate the sediments of contaminated urban boxrunoff and conse quently the studied HMS and prevented their transport to underlying soil layers.

Keywords: Treatment station, urban runoff, Heavy metals, Suspended solids