فصلنامه علمی دانشجویی زانکو/ دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ زمستان ۱۳۹۲/ ۴۵-۳۶

ارزیابی کارآیی برکه‌های تثبیت برای تصفیه پساب شهری (مطالعه موردی: شهر بیرجند)

برهان منصوری[۱]، کمال صالحی[۲]، برزان منصوری[۳]

۱- دانشجوی دکترای سم شناسی، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج

borhanmansouri@yahoo.com موبایل: ۰۹۳۰۵۳۱۹۷۱۷

۲- دانشجویی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی سنندج،کردستان

۳- دبیر آمار و ریاضی، آموزش و پرورش شهرستان جوانرود

چکیده

زمینه و هدف: توسعه صنایع، شهرها، افزایش جمعیت و دخالت بی رویه بشر در طبیعت، آلودگی آب، خاک و هوا را به دنبال داشته است. یکی از مهمترین عناصر آلوده کننده محیط زیست فاضلاب‌ها می‌باشند.

روش بررسی: از پساب خروجی برکه های تثبیت شهر بیرجند به مدت ۸ ماه به منظور تعیین میزان فلزات سنگین نظیر آرسنیک، جیوه، سرب، کادمیوم، روی و کروم نمونه برداری شد. تعیین فلزات سنگین با استفاده از دستگاه پلاروگرافی (Polarography) صورت گرفت. آنالیز داده ها با کمک نرم‌افزار Minitab (نسخه ۱۵) صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج آزمایشات انجام شده بر روی پساب نهایی برکه‌های نشان داد میانگین غلظت فلزات سنگین، ۰/۰۰۱ میلی گرم بر لیتر برای آرسنیک، ۰/۰۰۳ برای جیوه، ۰/۰۰۶ برای سرب، ۰/۱۰۱ برای روی و ۰/۱۰۶ برای کروم، بوده است.

نتیجه‌گیری: مقایسه میانگین فلزات سنگین با استاندارد های سازمان حفاظت محیط زیست ایران (تخلیه به آب های سطحی، تخلیه به چاه های جاذب و مصارف کشاورزی و آبیاری) نشان داد که میزان غلظت فلزات سنگین از حد استاندارد کمتر بوده است. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین خروجی فلزات سنگین فاضلاب شهر بیرجند زیر آستانه استفاده بلند مدت و کوتاه مدت استاندارد آبیاری کشاورزی آمریکا از نظر فلزات می باشد.

واژه‌های کلیدی: پساب خروج، پساب شهری، فلزات سنگین، مصارف کشاورزی، بیرجند

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

مقدمه

گسترش روزافزون صنایع، شهرها، افزایش جمعیت و دخالت بی رویه بشر در طبیعت، آلودگی منابع آب، خاک و هوا را به دنبال داشته است (سلیمانی امین آبادی، ۱۳۸۲). از مهمترین عوامل آلوده کننده محیط زیست فاضلاب‌ها می‌باشند. فاضلاب، محلول رقیقی است که حدود ۹۹/۹ درصد آن را آب و ۰/۱ درصد آن را مواد جامد تشکیل می‌دهد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۲؛ نظری و همکاران، ۱۳۸۵). فلزات موجود در فاضلاب صنایع و شهرها یکی از مهمترین منابع آلوده کننده آب و خاک می باشند. متداولترین فلزات سنگین یافت شده در فاضلاب‌ها، سرب، مس، روی، کادمیوم، کروم و نیکل هستند. بعضی از فلزات سنگین در سطح کم نظیر مس، کبالت، روی، آهن و منگنز برای فعالیت‌های آنزیمی و بسیاری از فعالیت های بیولوژیکی ضروری می باشند. از طرفی فلزاتی از جمله کادمیوم، جیوه و سرب در غلظت کم هم سمی می باشند (Al-Weher, 2008). آلودگی محیط زیست ناشی از فلزات سنگین اکنون مشکلی در مقیاس جهانی بوده و همچنین آلودگی‌های ناشی از یون‌های فلزات سنگین از مهمترین و خطرناک ترین آلوده سازه‌های محیط زیست می باشد که در صورت عدم حذف آنها ضمن ورود به آب‌های سطحی و زیرزمینی، موجب تشکیل کمپلکس‌های سمی شده و خطرات بالقوه‌ای را برای انسان و اکوسیستم ایجاد می نماید (فرازمند و همکاران، ۱۳۸۴). حذف و کنترل آلودگی فلزات سنگین، به دلیل متعدد بودن منابع آلوده کننده بسیار مشکل است، به گونه‌ای که هر منبع آلوده کننده، فرآیند تصفیه‌ای خاص خود را می طلبد. با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور و کمبود منابع آب قابل استفاده، کنترل آلودگی‌های ورودی به این منابع بخصوص از طریق کاهش غلظت آلاینده‌های ورودی به آنها بسیار ضروری است (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۳).

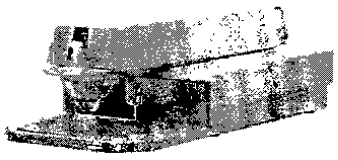
یکی از روش‌های تصفیه فلزات سنگین در فاضلاب های شهری، برکه‌های تثبیت بوده که بواسطه فرآیندهای بیولوژیکی فلزات سنگین را حذف می‌کند (سلیمانی امین آبادی، ۱۳۸۲). برکه های تثبیت فاضلاب فرآیندی ساده، کم هزینه و با راهبری آسان به منظور تصفیه فاضلاب های شهری (Mansouri *et al.*, 2011)، حتی در نواحی گرمسیری جهان که معمولاً به صورت یک سری از برکه های بی‌هوازی، اختیاری و تکمیلی استفاده می‌شود (Mansouri and Ebrahimpour, 2011). از اینرو هدف از انجام این تحقیق، (۱): بررسی کارآیی برکه‌های تثبیت شهر بیرجند در حذف غلظت فلزات سنگین در پساب خروجی برکه‌ها، (۲): مقایسه غلظت فلزات سنگین در پساب خروجی برکه‌های ثبیت شهر بیرجند با در نظر گرفتن استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و آمریکا جهت مصرف کشاورزی، و (۳): تعیین همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در پساب خروجی می‌باشد.

روش بررسی

شهر بیرجند در منطقه آب وهوایی نیمه خشک و در شرق کشور واقع شده است. تصفیه خانه این شهر، در کیلومتر هشت جاده بیرجند-کرمان، با عرض جغرافیایی ´۵۶ و°۳۲ شمالی، طول

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

جغرافیایی ´۱۳و°۵۹ شرقی، و ۱۴۸۰ متر بالاتر از سطح دریا واقع شده است. این تحقیق به مدت هشت ماه (از مرداد تا اسفند)، با هدف ارزیابی کارآیی برکه‌های تثبیت در حذف فلزات سنگین در فاضلاب شهر بیرجند، انجام شد. در طول این دوره از فاضلاب پساب نهایی تصفیه خانه، فلزات سنگین به صورت ماهانه نمونه برداری شده، به طوری که هر نمونه در سه تکرار مورد آنالیز قرار گرفته است. آنالیز فلزات سنگین (آرسنیک، جیوه، سرب، کادمیوم، روی و کروم) با استفاده از دستگاه ولتامتر/پلاروگراف (مدل VA 797 Computrace) صورت گرفت (شکل ۱). ولتامتر/پلاروگراف یک روش الکتروشیمیایی بوده که با اندازه‌گیری میزان جریان برحسب تغییرات پتانسیل در یک مجموعه سه الکترودی، امکان آنالیز کمی فلزات سنگین را در نمونه‌های آب و پساب فراهم می‌آورد (Arora and Arora, 1997; Bond, 1980). در تمامی موارد، از آب دیونیزه جهت تهیه حلال استفاده شده است. در ابتدای کار برای اندازه گیری فلزات سنگین سرب، کادمیوم و روی، ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نمونه فاضلاب با ۱ میلی‌گرم بر لیتر محلول استات سدیم_KCl در سل پلاروگرافی ریخته شد و pH را به حدود ۴/۶ رسانده شد. درصورتی که برای اندازه گیری جیوه، ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر نمونه فاضلاب و ۱/۷میلی‌گرم بر لیتر محلول بافر را در سل پلاروگراف ریخته شد. برای اندازه گیری کروم، ابتدا ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر نمونه فاضلاب به همراه µl ۱۰ اتیلن دیامین، µl ۲۰۰ محلول آمونیاک را در سل پلاروگرافی ریخته و pH به حدود ۶/۸ رسانده شد. همچنین برای اندازه‌گیری آرسنیک، ابتدا ۱۰ میلی گرم بر لیتر محلول HCl ۳۰٪ به سل پلاروگرافی افزوده شد و دستگاه شروع به کار کرده و در پایان هر مرحله میزان فلزات سنگین را بر روی صفحه مانیتور نشان داد. لازم به ذکر است برداشت کلیه نمونه برداری‌ها از پساب خروجی بصورت لحظه‌ای صورت گرفته است. کلیه شرایط نمونه برداری و آزمایشات براساس رهنمودهای کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد (American Public Health, 1995). همچنین پارامترهای مورد سنجش در پساب خروجی با معیارها واستاندارد های زیست محیطی سازمان حفاظت محیط زیست ایران و آمریکا جهت مصرف کشاورزی مقایسه شده است (EPA, 1992; Environment Protection Organization of Iran, 2008). لازم به ذکر است که آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab (نسخه ۱۴) با کمک آزمون واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) انجام پذیرفت و به منظور یافتن ارتباط همبستگی بین پارامترها از آزمون ضریب همبستگی پیرسون (Pearson's correlation coefficients) استفاده گردید.



[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

شکل ۱: نمایی از دستگاه ولتامتر/پلاروگرافی مدل 797 VA Computrace

یافته‌ها

نتایج آزمایشات انجام شده بر روی پساب نهایی برکه‌های تثبیت برحسب میلی‌گرم بر لیتر در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌ها، حداکثر و حداقل غلظت فلزات سنگین در پساب نهایی فاضلاب برای آرسنیک برابر با ۰/۰۰۲و ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر، جیوه برابر با ۰/۰۰۸ و ND (کمتر از حد تشخیص)، سرب برابر با ۰/۰۲ و ND (کمتر از حد تشخیص)، کادمیوم برابر با ۰/۰۰۲ و ND (کمتر از حد تشخیص)، روی برابر با ۰/۱۵ و ۰/۰۱۱، کروم برابر با ۰/۱۸ و ۰/۰۸ میلی گرم در لیتر اندازه گیری شد (جدول ۲). بررسی میزان میانگین غلظت فلزات سنگین در طول ۸ ماه نشان داد که بیشترین غلظت فلزات سنگین در طول این مدت، مربوط به کروم با ۰/۱۰۶ میلی‌گرم بر لیتر و حداقل میزان نیز مربوط به کادمیوم که کمتر از حد تشخیص (ND) بدست آمد. به طوری که در این مطالعه روند تغییر فلزات به ترتیب برابر با: کروم> روی> سرب> جیوه> آرسنیک> کادمیوم بوده است.

در جدول ۳ میانگین فلزات اندازه‌گیری شده در برکه‌های تثبیت با استانداردهای استفاده از پساب خروجی فاضلاب در کشاورزی سازمان حفاظت محیط زیست ایران و آمریکا، مقایسه شده است. نتایج نشان داد که میزان فلزات خروجی از برکه تثبیت پایین‌تر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و استانداردهای کوتاه مدت و بلند مدت استفاده از پساب سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد. همچنین ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین در طی ماه‌های مختلف در جدول ۴ آورده شده است. این نتایج نشان داد که همبستگی بین فلزات سنگین در طی ماه‌های مختلف وجود دارد.

جدول ۱: نتایج آنالیز فلزات سنگین (میلی‌گرم بر لیتر) فاضلاب خروجی برکه‌های تثبیت شهر بیرجند

پارامتر/ماه	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
As	ND*	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
Hg	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	ND
Pb	۰/۰۰۴	ND	ND	ND	ND	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
Cd	ND	ND	ND	ND	۰/۰۰۲	ND	ND	ND
Zn	۰/۰۳۳	۰/۰۴۴	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۱۱	۰/۱۵
Cr	ND	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۸

*کمتر از حد تشخیص (Not detectable)

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

جدول ۲: میانگین، انحراف معیار و دامنه فلزات سنگین (میلی‌گرم بر لیتر) فاضلاب خروجی برکه های تثبیت شهر بیرجند

پارامتر	میانگین	انحراف معیار	دامنه
As	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱ – ۰/۰۰۲
Hg	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰ – ۰/۰۰۸
Pb	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰ – ۰/۰۲
Cd	ND*	۰/۰۰۱	۰ – ۰/۰۰۲
Zn	۰/۱۰۱	۰/۱۲۲	۰/۰۱۱ – ۰/۱۵
Cr	۰/۱۰۶	۰/۰۵۴	۰/۰۸ – ۰/۱۸

*کمتر از حد تشخیص (Not detectable)

جدول ۳: مقایسه میانگین فلزات سنگین برکه های تثبیت شهر بیرجند با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران و آمریکا جهت مصرف کشاورزی*

پارامتر	مطالعه حاضر	استاندارد ایران	استاندارد آمریکا	
	میانگین خروجی	استفاده کشاورزی و آبیاری	استفاده کوتاه مدت	استفاده بلند مدت
As	۰/۰۰۱	۱/۰۰	۲/۰۰	۰/۱
Hg	۰/۰۰۳	–	--	–
Pb	۰/۰۰۶	۱/۰۰	۱۰/۰۰	۵/۰۰
Cd	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰۵
Zn	۰/۱۰۱	۲/۰۰	۱۰/۰۰	۲/۰۰
Cr	۰/۱۰۶	۲/۰۰	۱/۰۰	۰/۱

*Environment Protection Organization of Iran, 2008 and EPA, 1992;

جدول ۴: ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین فاضلاب خروجی برکه‌های تثبیت شهر بیرجند

پارامتر	As	Hg	Pb	Cd	Zn	Cr
As	۱					
Hg	-۰/۶۸	۱				
Pb	۰/۲۱	-۰/۳۶	۱			
Cd	۰	-۰/۱۰	-۰/۳۰	۱		
Zn	-۰/۱۳	-۰/۴۶	۰/۷۴*	-۰/۰۶	۱	
Cr	۰/۵۸	-۰/۸۷**	۰/۶۴	-۰/۱۸	-۰/۶۷	۱

* معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد ($p<۰/۰۵$)

** معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد ($p<۰/۰۱$)

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

بحث و نتیجه‌گیری

جلوگیری از بروز آلودگی و مشکلات ناشی از ورود بیش از حد مجاز عناصر سنگین به آب، خاک، گیاه و نهایتاً چرخه غذایی انسان، مورد توجه قرار گرفته و ضرورت بیشتر بر روی این مواد سمی و به کارگیری و روش‌های کارا در کاهش خطرات ناشی از آن‌ها، بیش از پیش احساس می‌گردد. مطالعات انجام شده بر روی برکه‌های تثبیت فاضلاب مؤید این واقعیت است که راهبری اصولی مؤثرترین عامل در عملکرد این واحدها به شمار می‌آید. اگر چه اقدامات لازم برای بهره برداری و نگهداری مطلوب از برکه‌ها بسیار ساده است، اما بی توجهی به آنها مشکلاتی نظیر تولید بو، تجمع حشرات، و نیز تولید پساب هایی با کیفیت نامطلوب در سیستم ایجاد می‌کنند (مذهب و همکاران، ۱۳۸۸). در این بررسی مشخص شد که همواره غلظت عناصر ضروری نظیر کروم و روی از عناصر سمی و غیرضروری نظیر سرب، جیوه، آرسنیک و کادمیوم بالاتر می باشد. وجود فلز کادمیوم در طبیعت کمیاب بوده و به‌شکل سولفید کادمیوم در معادن سرب و روی به میزان کمتر از یک درصد یافت می شود (علیزاده ۱۳۸۲). کادمیوم قابلیت تجمع زیستی در موجودات را خواهد داشت و به عنوان فلزی سمی برای موجودات تلقی می شود. از طرفی افزایش کروم تأثیرات بهداشتی برای انسان به دنبال دارد. میزان کروم در آب بواسطه حلالیت کم در آب حدود ۱۰ میلی گرم در لیتر بوده، ولی در مناطق آلوده به صورت نمک های محلول این مقدار افزایش می یابد (اسماعیل ساری، ۱۳۸۱). آژانس حفاظت محیط زیست حداکثر میزان قابل قبول کروم موجود در آب آشامیدنی را ۰/۱ میلی گرم در لیتر برآورد نموده است (EPA, 2005). یکی از روش های حذف فلزات سنگین در فاضلاب‌های شهری برکه‌های تثبیت است. برکه‌های تثبیت فاضلاب به دلیل توان پذیرش شوک‌های بارآلی و هیدرولیکی، بخصوص با حذف مقادیر بالایی از فلزات در استخرهای بی‌هوازی و اختیاری (نظری و همکاران، ۱۳۸۳)، می تواند به عنوان روش مناسبی برای تصفیه فاضلاب شهری محسوب شوند. باتوجه به مقادیر پایین غلظت فلزات سنگین در پساب خروجی برکه های تثبیت شهر بیرجند می توان نتیجه گرفت که برکه های تثبیت از نظر حذف فلزات سنگین کارآیی خوبی داشته است. همچنین مطالعه صورت گرفته توسط Ustun در سال ۲۰۰۹ در طی ۲۳ ماه بر روی فاضلاب خروجی برکه‌های تثبیت نشان داد که فلزات سنگین فاضلاب خروجی برکه‌های تثبیت به استثناء فلز کروم از استانداردهای ملی و بین المللی پایین تر بوده و کارآیی مناسبی در حذف این فلزات داشته است (نظری و همکاران، ۱۳۸۳).

نتایج نشان داد که بین هیچ یک از فلزات سنگین (آرسنیک، جیوه، سرب، روی و کروم) به استثناء کادمیوم که در سطح ۵ درصد ($p<0/05$) معنی دار بوده، در فصول مختلف (تابستان، پاییز و زمستان) اختلاف معنادار آماری وجود نداشت ($p>0/05$). همچنین نتایج آنالیز داده‌ها (ضریب همبستگی پیرسون) بین فلزات نشان داد که که بین کروم و جیوه ($r=-0/87$) در سطح ۰/۰۱ ($p<0/01$) همبستگی منفی و سرب و روی ($r=0/74$) در سطح ۰/۰۵ ($p<0/05$) همبستگی مثبت وجود دارد. یعنی با افزایش کروم میزان جیوه کاهش پیدا می کند، در حالی که با افزایش سرب میزان روی افزایش نشان داده است. همچنین ضریب همبستگی بین دو عنصر سرب و کروم $r=0/64$ بود اگرچه میزان $p=0/08$ بوده، ولیکن درسطح ۰/۰۵ معنی

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

دار نبوده است. نتایج فوق نشان می دهد که احتمالاً منابع سرب و روی از یک منبع مشترک می باشد.

یکی از راه های مؤثر در پی بردن به کیفیت عملکرد تصفیه خانه ها، مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده با استانداردهای ملی و بین المللی می باشد. از اینرو مقایسه میانگین میزان فلزات سنگین خروجی برکه‌های تثبیت با حداکثر خروجی مجاز سازمان حفاظت محیط زیست ایران نشان داد که کلیه فلزات سنگین از حد مجاز خروجی کمتر می باشد. از طرف دیگر، مقایسه میانگین فلزات خروجی با استانداردهای استفاده کوتاه مدت و بلند مدت سازمان محیط زیست آمریکا، نشان داد که تمامی فلزات از حد مجاز خروجی جهت استفاده کشاورزی پایین تر می باشد و این قابلیت را دارد که فاضلاب تصفیه شده در صورت نیاز به مصرف کشاورزی، آبیاری درختان و فضای سبز شهری و حتی به کارگیری یکسری تصفیه های پیشرفته به مصرف شرب برسد، چرا که از لحاظ میانگین فلزات سنگین از میزان حداکثر موجود در آب شامیدنی نیز کمتر می باشد. نتایج تحقیقات نجفی و همکاران در سال ۱۳۸۴ نشان داد که به لحاظ شاخص‌های کیفی آب برای آبیاری محصول سیب زمینی، پساب فاضلاب تصفیه خانه جنوب اصفهان شرایط قابل قبولی داشته و منجر به افزایش عملکرد آن شده است (نجفی و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین تحقیقات صورت گرفته توسط یارقلی و همکارن در ۱۳۸۸ نشان داد که سال‌ها استفاده از پساب تصفیه شده، افزایش غلظت عناصر کبالت، کروم، کادمیوم و سرب را در محصولات علوفه ای و گوجه فرنگی به همراه نداشته است (یارقلی و همکاران، ۱۳۸۸). از آنجاییکه پساب فاضلاب جزء آب‌های با کیفیت پایین محسوب می شود، کاربرد آن در کشاورزی نیازمند مدیریت خاص است تا مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی را برای انسان، خاک، گیاه و منابع آب سطحی و زیر زمینی به حداقل برساند. از طرفی با در نظر گرفتن شرایط خشک اقلیمی ایران (با بیش از دو سوم اراضی خشک و نیمه خشک)، به خصوص وضعیت بارندگی و خشکسالی در این منطقه (۱۷۱ میلی متر بارندگی در سال) به علت خسارات جبران ناپذیری که به محیط زیست و منابع آب و خاک وارد نموده است، و نبود هیچگونه رودخانه دائمی و فصلی در این منطقه، وجود منبع آب به عنوان یکی از عوامل محدود کننده، همواره به عنوان یک معضل بزرگ، سد راه تکامل و توسعه بنیانهای اجتماعی و اقتصادی شهر بیرجند بوده، که ضرورت استفاده بهینه از همه منابع آب و از جمله فاضلاب را توجیه پذیر می نماید.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که برکه‌های تثبیت شهر بیرجند کارآیی بالایی در حذف فلزات سنگین در پساب خروجی برکه‌ها دارند، به‌طوری که غلظت بعضی از این فلزات را تا نزدیک به صفر کاهش داده است. همچنین مقایسه غلظت فلزات سنگین در پساب خروجی برکه‌ها با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و آمریکا جهت مصرف کشاورزی نیز نشان داد که مصرف پساب خروجی برای استفاده کشاورزی از لحاظ فلزات سنگین مشکل بهداشتی در پی نخواهد داشت و پایین تر از استانداردها می باشد.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

تقدیر و تشکر

نویسندگان از سازمان آب وفاضلاب شهرستان بیرجند و خصوصا خانم مهندس فرخنده احراری ومهندس امین الله احسانی کارشناس سازمان آب و فاضلاب خراسان جنوبی برای همکاری در این تحقیق صمیمانه تشکر می‌نمایند.

منابع

۱. اسماعیل ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، ۷۶۹ صفحه.

۲. حسینی، م. م.، بابائو، ع.، وفادار افشار، م.، ۱۳۸۲. بررسی کارورآیی لاگون به کمک هواده مکانیکی در کاهش میزان نیاز بیوشیمیایی اکسیژن (BOD_5) و نیاز شیمیایی اکسیژن (COD) و اجسام جامد معلق (TSS) در تصفیه خانه فاضلاب شهر خوی. مجله پزشکی ارومیه، ۳: ۳۵-۴۱.

۳. سلیمانی امین آبادی، م.، ۱۳۸۲. پالایش خاکهای آلوده به هیدروکربن‌های نفتی و فلزات سنگین سرب و نیکل به وسیله گیاهان. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. علیزاده، م.، ۱۳۸۲. معرفی روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری آلودگی آب. انتشارات موج سبز، ۱۰۲ صفحه.

۵. فرازمند، ع.، ارومیه، ح. ر.، تشیعی، ح. ر.، ۱۳۸۴. بررسی آلودگی ناشی از پسابهای حاوی فلزات سنگین واحدها و کارگاههای آبکاری استان اصفهان، مجله آب و فاضلاب، ۵۵: ۶۹-۷۶.

۶. فرزادکیا، م.، خسروی، ط.، ۱۳۸۲. ارزیابی برکه‌های تثبیت در تصفیه فاضلاب کشتارگاه‌های دام. مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد، ۱۱: ۶۱-۶۸.

۷. مذهب، ع.، فلاح زاده، م.، قانعیان، م، ت.، رحمانی شمس، ج.، ۱۳۸۸. تاثیر تغییرات بار آلی، pH و EC فاضلاب ورودی و شرایط آب و هوایی بر کارایی برکه‌های تثبیت فاضلاب شهر یزد. مجله آب و فاضلاب، ۲۰: ۵۵-۶۱.

۸. نجف پور، ع. ا.، احرام پوش، م. ح.، ۱۳۸۳. بررسی نقش باکتری‌ها در حذف ترکیبات مغذی از فاضلاب‌های شهری. مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید صدوقی یزد، ۱۲: ۶۷-۷۱.

۹. نظری، م، ع.، شریعتمداری، ح.، افیونی، م.، مبلی، م.، رحیلی، ش.، ۱۳۸۵. اثر کاربرد پساب و لجن فاضلاب صنعتی بر غلظت برخی عناصر و عملکرد گندم، جو و ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰: ۹۷-۱۱۰.

۱۰. نجفی، پ.، موسوی، بن، ف.، فیضی، م.، ۱۳۸۴. بررسی اثرات پساب کاربرد فاضلاب تصفیه شده شهری در روش‌های مختلف آبیاری سیب زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲: ۶۱-۷۰.

۱۱. یارقلی، ب.، اعظمی، آ.، بعقوند، آ.، عباسی، ف.، لیقات، آ.، اسداله فردی، ق.، ۱۳۸۸. بررسی جذب و تجمع کادمیوم از آلاینده‌ها. مجله آب و فاضلاب، ۲۰: ۶۰-۷۰.

12. Al-Weher S. M. 2008. Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the northern Jordan Valley, Jordan, Journal of Biological Sciences, 1:41- 46.

13. American Public Health AWWA WPCF, 1995, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington D.C.: APHA NW, 19th ed.: 2-7o.

14. Arora M. G., and M. G. Arora, 1997. Polarographic methods in analytical chemistry. Anmol Publications Pvt. Ltd, 154 pp.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

15. Bond A. M. 1980. Modern polarographic methods in analytical chemistry, writer: Bond, A.M. (Alan Maxwell), Publisher: M. Dekker, Date, 536 pp.

16. EPA (US Environmental Protection Agency). 1992. Guidelines for Water Reuse, Report EPA/625/R-92/004, Cincinnati, OH.

17. EPA. 2005. Standard Method for water chemical and biological analysis, www.epa.gov

18. Environment Protection Organization of Iran. 2008. Environmental regulations and standards, Tehran: Department of Environment Iran, Page 5-6

19. Mansouri B., M. Ebrahimpour, and R. Baramaki, 2011. Seasonal differences in treatment efficiency of a set of stabilization ponds in a semi-arid region, Toxicological & Environmental Chemistry, 9: 1918-1924

20. Mansouri B., and M. Ebrahimpour, 2011. Heavy metal concentration from final effluent of wastewater stabilization pond, American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences, 10:763-768

21. Ustun G. E. 2009. Occurrence and removal of metals in urban wastewater treatment plants, J Hazard Mater, 172:833- 838

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]

Assessing stabilization ponds efficiency for treatment of the urban wastewater (case study of Birjand city)

Abstract

Aims: In order to investigate heavy metals concentrations in the effluent stabilization ponds a study was conducted in the city of Birjand.

Methods: For this reason, the levels of heavy metals such as As, Hg, Pb, Cd, Zn and Cr, were measured for 8 months from July to February. The wastewater samples analyzed for heavy metal concentrations were determined by Polarography instrument. The analyses of data were carried out using Minitab (Release 15).

Results: Mean concentration of heavy metals were determined at 0.001 mg/L for As, at 0.003 mg/L for Hg, at 0.006 mg/L for Pb, at 0.101 mg/L for Zn and at 0.106 mg/L for Cr.

Conclusion: According to Standards of Environmental Protection Agency of Iran, the effluent of wastewater stabilization ponds is found to be useful for irrigation and has potential to enter in surface water, septic tanks and purpose of agricultural use. Results of this study also showed that effluent values of wastewater are below EPA guideline thresholds for short term and long term irrigation with respect to metals

Keywords: Effluent wastewater, urban wastewater, heavy metals, agricultural use, Birjand

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-08-20]