

پایش علی انان، محیط زیست و توسعه پایدار
بانگاه پژوهش، سران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهران

۱۳۸۸، شماره ۱۲، ۱۱

ارزیابی کارآیی استخرهای تثبیت برای تصفیه پساب شهری

(مطالعه موردی: بیرجند)

برهان منصوری^{۱*}، محمد ابراهیم پور^۲، امین اله احسانی^۳

چکیده:

هدف از این مطالعه، تعیین برخی پارامترهای شیمیایی پساب های شهری، بیرجند، بود. به همین منظور پارامترهای کیفی مانند pH، TSS، BOD₅، COD، کل باکتریهای کلیفرم و باکتریهای تخم انگل در پساب های ورودی و خروجی استخرهای تثبیت، و نیز فلزات سنگینی مانند As، Hg، Pb، Cd، Zn و Cr در پساب های خروجی به مدت ۶ ماه (از فروردین تا شهریور، ۱۳۸۶) اندازه گیری شد. میانگین مقدار این پارامترها، ۸/۱ برای pH، ۱۰۰/۷ میلی گرم بر لیتر برای TSS، ۷۰/۲ میلی گرم بر لیتر برای BOD₅، ۱۹۵/۷ میلی گرم بر لیتر برای COD، $MPN/100ml < 1600$ برای کل باکتریهای کلیفرم اندازه گیری شد، در صورتیکه هیچ تخم انگلی مشاهده نشد. همچنین، میانگین غلظت فلزات سنگین، ۰/۰۱۲ میلی گرم بر لیتر برای As، ۰/۰۰۲۵ میلی گرم بر لیتر برای Hg، ۰/۰۳۳ میلی گرم بر لیتر برای Pb، ۰/۰۱۲ میلی گرم بر لیتر برای Cd، ۰/۰۵۳۳ میلی گرم بر لیتر برای Zn و ۰/۰۵۳۳ میلی گرم بر لیتر برای Cr، اندازه گیری شد. از طرف دیگر براساس استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران، پساب خروجی از استخرهای تثبیت استفاده در آبیاری را دارد اما قابلیت ورود به آبهای سطحی را ندارد.

کلمات کلیدی: برکه های تثبیت، فلزات سنگین، کیفیت آب

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه بیرجند

۲- استادیار گروه محیط زیست دانشگاه بیرجند

۳- کارشناس سازمان آب و فاضلاب شهرستان بیرجند

مقدمه:

همواره توسعه جوامع بشری و رشد صنعت و فناوری، مشکلات زیست محیطی را به دنبال داشته است. آلودگی حاصل از فعالیت های اجتماعی و صنعتی انسان موجب به مخاطره افتاده منابع آب، هوا و خاک گردیده است (۱۳). رشد جمعیت شهری و بالا رفتن سطح بهداشت عمومی، افزایش میزان مصرف آب و تولید فاضلاب را به همراه خواهد داشت (۹). انسان به جهت افزایش تولید سعی می کند از منابع آب و خاک حداکثر بهره برداری را داشته باشد و این در حالی است که به حفاظت از آنها توجهی ندارند (۲). یکی از روش های تصفیه فاضلاب های شهری، برکه های تثبیت می باشد. برکه های تثبیت فاضلاب فرآیندی ساده، کم هزینه و با راهبری آسان به منظور تصفیه فاضلابهای شهری (۶)، حتی در نواحی گرمسیری جهان است که معمولاً به صورت یک سری از برکه های بی هوازی، اختیاری و تکمیلی استفاده می شود (۸). برکه های تثبیت فاضلاب در کشورهای توسعه یافته نظیر آمریکا، فرانسه، آلمان و پرتغال و کشورهای در حال توسعه نظیر هند، پاکستان، اردن و تایلند ساخته و به کار گرفته شده اند (۶)، با توجه به مزایای برکه های تثبیت، تعدادی از این واحدها در شهرهایی نظیر: اراک، گیلان غرب و فولاد شهر اصفهان ساخته شده و امکان بهره گیری از این واحدها در شهرهای دیگر نیز در دست مطالعه است (۶، ۸). همچنین آلودگی های رو به افزایش، فاضلابهای شهری و صنعتی با یونهای فلزی سمی، یک مسئله نگران کننده زیست محیطی می باشد. این آلاینده های کمیاب معدنی، بواسطه طبیعت غیر قابل تجزیه (۴، ۱۰)، سمیت زیاد، اثرات تجمعی و سرطانزایشان مورد توجه می باشند (۳، ۱). متداولترین فلزات سنگین یافت شده در فاضلاب ها، سرب، مس، روی، کادمیوم، کروم و نیکل هستند (۷). وجود یونهای فلزات سنگین در آب به دلیل اثرات سمی شناخته شده آنها بر روی چرخه حیات و از طریق تاثیر بر گیاهان و حیوانات، پدید آورنده مشکلات زیست محیطی متعدد برای بشر می باشد (۱۱). هدف از این تحقیق ارزیابی برکه های تثبیت در کارایی و کاهش آلاینده های شیمیایی و فلزات سنگین تصفیه فاضلاب شهر بیرجند بوده است.

مواد و روشها:

این تحقیق به مدت شش ماه از فروردین تا ۱۳۸۶، با هدف ارزیابی کارایی برکه های تثبیت در شهر بیرجند، انجام شد. در طول این دوره از فاضلاب ورودی و پساب نهایی تصفیه خانه، پارامترهایی مانند pH، BOD (اکسیژن مورد نیاز تجزیه بیو شیمیایی)، COD (اکسیژن مورد نیاز تجزیه شیمیایی)، TSS (کل مواد جامد محلول) و کدورت (NTU) بطور هفتگی صورت گرفت. همچنین، پارامترهایی نظیر کل باکتریهای کلیفرم و باکتریهای تخم انگل و فلزات سنگین به صورت ماهانه فاضلاب ورودی و پساب نهایی از فاضلاب نمونه برداری شد. کلیه شرایط نمونه برداری و آزمایشات براساس رهنمودهای کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد (۴، ۱۲). همچنین پارامترهای مورد سنجش در پساب خروجی با معیارها و استانداردهای زیست محیطی سازمان حفاظت محیط زیست ایران مقایسه شده است (۵). پس از تعیین پارامترها در نمونه، راندمان حذف پارامترها در فاضلاب خروجی تصفیه خانه مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که انجام آزمون واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار Minitab (نسخه ۱۴) انجام گرفت.

نتایج:

نتایج آزمایشات انجام شده بر روی فاضلاب ورودی به تصفیه خانه فاضلاب در جدول (۱) ارایه شده است. این نتایج نشان داد که میانگین PH برابر ۷/۹۱، میانگین TSS برابر ۳۰۵/۹۱، میانگین BOD₅ برابر ۳۲۵، میانگین COD برابر ۶۳۹/۴۱، میانگین کلیفرم کل بیش از ۱۶۰۰ و تخم انگل مشاهده نشد.

نتایج آنالیزهای انجام شده بر روی پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب در جدول (۱، ۲) ارایه شده است. این نتایج نشان می دهد که میانگین PH برابر ۸/۱۱، میانگین TSS برابر ۱۰۰/۶۵، میانگین BOD₅ برابر ۷۰/۱۸، میانگین COD برابر ۱۹۵/۷۳، میانگین کلیفرم کل بیش از ۱۶۰۰ و تخم انگل مشاهده نشده و میانگین As برابر با ۰/۰۱۲، Hg برابر با ۰/۰۰۲۵، Pb برابر با ۰/۰۰۳۳، Cd برابر با ۰/۰۰۱۲، Zn برابر با ۰/۰۵۳۳ و Cr برابر با ۰/۰۵۳۳ در پساب خروجی بوده است.

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول (۱) میزان حذف آلاینده های مورد سنجش در این تصفیه خانه در جدول (۳) ارایه شده است. براساس این نتایج میانگین حذف آلاینده های مزبور به ترتیب برای TSS برابر ۶۷/۶۹٪، BOD₅ برابر ۷۸/۱۰٪ و COD برابر ۶۸/۵۵٪ برآورد گردید.

با توجه به اطلاعات نتایج آنالیز فلزات سنگین فاضلاب خروجی از برکه های تثبیت فاضلاب در جدول (۲) و مقایسه آن با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست در جدول (۴) نشان داد که میزان این فلزات (به استثنای جیوه) از حد مجاز کمتر بوده است.

جدول ۱: نتایج آنالیز پساب ورودی و خروجی برکه های تثبیت فاضلاب شهر بیرجند

پارامتر مرداد	شهریور	میانگین (انحراف معیار)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
ورودی به استخر						
pH*	۸	۷/۹	۷/۹	۷/۹	۷/۹	۷/۹ - ۰/۰۴
میلی گرم بر لیتر TSS**	۳۵۰	۲۵۷/۵	۲۹۵	۲۶۵	۳۲۲/۵	۳۷۵/۵ - ۳۰۵/۹۱
میلی گرم بر لیتر BOD ₅ **	۳۸۵	۲۸۷/۵	۳۱۰	۲۸۲/۵	۳۱۲/۵	۳۷۲/۵ - ۳۲۵
میلی گرم بر لیتر COD**	۶۴۷/۵	۶۱۴/۴	۵۸۱/۲	۵۹۵	۶۳۳/۲	۷۶۵/۲ - ۶۳۹/۴۱
میلی کدورت (NTU)**	۲۶۳/۵	۲۵۵/۷	۲۸۰	۲۱۷/۵	۳۲۰/۴	۲۳۰/۵ - ۲۷۶/۲۶
تخم انگل	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کلیفرم کل (TC)	۱۶۰۰ <	< ۱۶۰۰	< ۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰ -
خروجی از استخر						
PH	۸/۳	۸/۱	۸/۲	۸/۰	۷/۹	۸/۱ - ۰/۱۴
میلی گرم بر لیتر TSS	۴۸۷	۱۰۵/۲	۱۰۰	۱۴۰	۱۰۰	۱۱۰ - ۸/۴
میلی گرم بر لیتر BOD ₅	۸۲/۵	۷۲	۷۱/۲	۷۴/۲	۶۰/۲	۶۱ - ۷۵/۸۳
میلی گرم بر لیتر COD	۲۷۷/۸	۲۵۰	۲۴۱	۱۹۴	۸۹/۹	۱۲۱/۷ - ۷۰/۱۸
میلی کدورت (NTU)**	۱۷۵/۵	۱۱۵/۵	۱۵۸/۵	۱۰۱	۳۱	۵۶/۹ - ۱۰۶/۴
تخم انگل	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کلیفرم کل (TC)	۱۶۰۰ <	< ۱۶۰۰	< ۱۶۰۰	۱۶۰۰ <	۹۲۰	< ۱۶۰۰ -

* پارامترهایی که در سطح ۵ درصد ($p < 0.05$) معنی دار بودند. ** پارامترهایی که در سطح ۰/۱ درصد (p < 0.001) معنی دار بودند.

جدول ۲: نتایج آنالیز فلزات سنگین فاضلاب خروجی از برکه های تثبیت فاضلاب شهر بیرجند

پارامتر	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	میانگین	شهریور
As	۰/۰۱۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳
Hg	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
Pb	۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰	۰	۰/۰۰۳۳
Cd	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰	۰/۰۰۱
Zn	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۵۳	۰/۰۲	۰/۰۵۳
Cr	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵	۰/۰۵۳

جدول ۳: میزان حذف آلاینده های مورد سنجش در برکه های تثبیت فاضلاب شهر بیرجند

میزان حذف (%)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	میانگین	شهریور
TSS	۵۹/۱۴	۶۶/۱۰	۴۷/۱۶	۶۸/۹۹	۶۷/۶۹	۷۸/۶۹	۸۶/۰۸
BOD ₅	۷۴/۹۵	۷۷/۰۳	۷۳/۷۳	۸۰/۴۸	۷۸/۱۰	۸۳/۸۳	۷۸/۵۷
COD	۵۹/۳۰	۵۸/۵۳	۶۷/۳۹	۸۰/۷۸	۶۸/۵۵	۸۸/۲۵	۵۷/۰۹

جدول ۴: استانداردهای پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب (سازمان حفاظت محیط زیست)

پارامتر	تخلیه به آبهای سطحی	تخلیه به چاه جاذب	مصارف کشاورزی و آبیاری
pH	۶/۵-۸/۵	۵-۹	۶-۸/۵
TSS*	۴۰	-	۱۰۰
BOD*	۳۰	۳۰	۱۰۰
COD*	۶۰	۶۰	۲۰۰
TC*	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
As*	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
Hg*	-	-	-
Pb*	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
Cd*	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۵
Zn*	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰
Cr*	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰
Cu*	۱/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰

* بر حسب mg/l

بحث و نتیجه گیری:

مطالعات انجام شده بر روی برکه های تثبیت فاضلاب موید این واقعیت است که راهبری اصولی موثرترین عامل در عملکرد این واحدها به شمار می آید. اگر چه اقدامات لازم برای بهره برداری و نگهداری مطلوب از برکه بسیار ساده است، اما بی توجهی به آنها مشکلات عمده ای نظیر تولید بو، تجمع حشرات و تولید پسابی با کیفیت نامطلوب را در سیستم ایجاد می نماید (۸،۶). براساس نتایج مندرج در مراجع معتبر، فرآیند برکه های تثبیت فاضلاب قابلیت حذف ۷۰٪ تا ۸۰٪ از BOD_5 نمونه های صاف نشده را دارد که این قابلیت در مورد نمونه های صاف شده تا میزان ۹۰٪ نیز افزایش می یابد. میزان کاهش TSS در برکه های تثبیت فاضلاب به دلیل حضور جلبکها در پساب خروجی در مقادیر کمتر از BOD_5 امکان پذیر بوده با این وجود تعداد ویروسها را تا ۹۹/۹۹٪ و کیست پروتوزواها و تخم انگلها را تا میزان ۱۰۰٪ کاهش می دهد (۱۲). میانگین درصد حذف آلاینده ها در برکه های تثبیت شهر بیرجند براساس نتایج مندرج در جدول (۳) به ترتیب در مورد TSS برابر ۶۴/۴۲٪، BOD_5 برابر ۷۴/۷۷٪، COD ۶۲/۲۱٪ و تخم انگل نیز ۱۰۰٪ برآورد شده است. مقایسه نتایج بدست آمده با مقادیر حذف قابل قبول آلاینده ها در این فرآیند، بیانگر راندمان نسبتاً مطلوب برکه های موجود می باشد. مقایسه میزان آلاینده ها در پساب خروجی با استانداردهای استفاده از پساب در آبیاری کشاورزی سازمان حفاظت محیط زیست ایران نشان می دهد مقادیر آلاینده های باقیمانده در پساب خروجی کمتر از حدود مجاز است. در این تحقیق آنالیز واریانس بین پساب ورودی و خروجی پارامترهای pH، TSS، BOD_5 ، COD و کدورت (NTU) با توجه به جدول (۱) نشان می دهد که میزان pH در $p < 0/05$ ، TSS، BOD_5 ، COD و کدورت (NTU) در $p < 0/001$ اختلاف معنی داری وجود دارد. مقایسه میزان آلاینده ها در پساب خروجی با استانداردهای دفع پساب به آبهای سطحی سازمان حفاظت محیط زیست ایران در جدول (۱) نشان می دهد که در اکثر موارد مقادیر آلاینده های باقیمانده در پساب خروجی چندین برابر حدود مجاز است. مقایسه میزان آلاینده ها در پساب خروجی با استانداردهای دفع پساب به آبهای سطحی سازمان حفاظت محیط زیست ایران نشان می دهد که در اکثر موارد مقادیر آلاینده های باقیمانده در پساب خروجی چندین برابر حدود مجاز است.

منابع و مأخذ:

- ۱- بینا، ب، ابطیحی محصل، م، و وحید دستجردی، م. ۱۳۸۲. استفاده از خاک اره در حذف فلزات سنگین از فاضلابهای صنعتی. پژوهش در علوم پزشکی، ۸(۲): ۱۹-۲۲.
- ۲- دریجانی، ع، شرزه ای، غ، یزدانی، س، پیکانی، غ، و صدرالاشرفی، م. ۱۳۸۴. برآورد کارایی زیست محیطی با استفاده از تحلیل مرز تصادفی (مطالعه موردی کشتارگاههای دام استان تهران). اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۳(۵۱): ۱۱۳-۱۴۵.
- ۳- سمرقندی، م.م، کریم پور، م، و صدری، غ.ج. ۱۳۷۹. بررسی مقدار فلزات سنگین موجود در سبزیجات پرورشی با آبهای آلوده به این فلزات در حومه شهر همدان در سال ۱۳۷۵. اسرار- مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، ۷(۱): ۴۵-۵۳.
- ۴- شهریاری، ع. ۱۳۸۴. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو در خلیج فارس در سال ۱۳۸۲. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۷(۲): ۶۷-۶۵.

- ۵- سازمان حفاظت محیط زیست ایران. ۱۳۷۸. ضوابط و استانداردهای زیست محیطی. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ایران: ۵-۶.
- ۶- فرزاد کیا، م، خسروی، ط. ۱۳۸۲. ارزیابی کارایی برکه های تثبیت در تصفیه فاضلاب کشتارگاه های دام. مجله دانشگاه علوم پزشکی یزد، ۱۱(۱): ۶۷-۶۱.
- ۷- محمدی، م، فتوت، ا، وحق نیا، غ.ج. ۱۳۸۸. بررسی کارایی فیلتر شن-خاک-ماده آلی، در حذف فلزات سنگین مس، نیکل، روی و کروم از فاضلاب صنعتی. مجله آب و خاک (علوم صنایع کشاورزی)، ۲۳(۱): ۲۶۲-۲۵۱.
- ۸- مذهب، ع، فلاح زاده، م، قانعان، م.ت، و رحمانی شمسی، ج. ۱۳۸۸. تاثیر تغییرات بار آلی، PH و EC فاضلاب ورودی و شرایط آب و هوایی بر کارایی برکه های تثبیت فاضلاب شهر یزد. مجله آب و فاضلاب، ۲۰(۲): ۴۰-۳۳.
- ۹- ملکیان، ر، حیدرپور، م، مصطفی زاده فرد، ب، و عابدی کوپایی، ج. ۱۳۸۷. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(۴).
- ۱۰- مهراسبی، م.ر، فرهنگدکيا، ز. ۱۳۸۷. حذف فلزات سنگین از محیط آبی توسط جذب سطحی بر روی پوست موز اصلاح شده. مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، ۱۱(۱): ۶۶-۵۷.
- ۱۱- موحدیان عطار، ح، ابراهیمی، ا. ۱۳۸۲. ارزیابی کارایی ژئولیت های طبیعی و رزین های مصنوعی در حذف یون های نیکل، روی و مس از فاضلاب های صنعتی. پژوهش در علوم پزشکی، ۸(۳): ۸۰-۷۵.
- ۱۲- ندافی، ک، نبی زاده، ر. ۱۳۷۵. (ترجمه) برکه های تثبیت فاضلاب (اصول طراحی و اجراء) سازمان بهداشت جهانی (WHO)، چاپ اول، انتشارات مهارت.
- ۱۳- یاری، ا.ر، مصداقی نیا، ع.ر، ندافی، ک، عظمی، ف، صفدری، م، و عزیزی فر، م. ۱۳۸۴. بررسی کارایی فرآیند بستر بی هوازی لجن با جریان رو به بالا (UASB) در تصفیه صنایع نوشابه سازی. مجله آب و فاضلاب، ۵۵(۳): ۲۱-۱۵.

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

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

*Borhan Mansouri**, *Mohammad Ebrahimpour*, *Aminollah Ehsani*

Department of Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Abstract:

The objective of this study was to determine some chemical parameters of urban wastewater, Birjand. For this reason, quality parameters such as pH, TSS, BOD₅, COD, total chloroform and pathogen egg in the influent and effluent of stabilization ponds, and, also, heavy metals such as AS, Hg, Pb, Cd, Zn and Cr in effluent were determined for 6 month (April to September, 2007). The mean levels of these parameters were measured, 8.1 for pH, 100.7 mg/L for TSS, 70.2 mg/L for BOD₅, 195.7 mg/L for COD, 1600 < MPN/100ml, while no of pathogen egg was found. Also, the mean concentrations of heavy metals were measured, 0.012 mg/L for AS, 0.0025 mg/L for Hg, 0.0033 mg/L for Pb, 0.0012 mg/L for Cd, 0.0533 mg/L for Zn and 0.0533 mg/L for Cr. According to Standards of Environmental Protection Agency of Iran, the effluent of wastewater from stabilization ponds is found to be useful for irrigation but no potential to enter in surface water. Also, the numbers of chloroform in the effluent of wastewater stabilization ponds showed that the wastewater had a potential for unlimited irrigation (as defined by the WHO).

Keywords: stabilization ponds, heavy metals, water quality