

بررسی سمت احتمالی فاضلاب سه نوع از صنایع آبکاری فلزات بر باکتری‌های رایج در واحد رآکتور منقطع متوالی (SBR) تصفیه خانه فاضلاب‌های صنعتی

محمد رضا زارع^۱, علی فاتحی زاده^۲, محمد مهدی امین^۳, انسیه طاهری^۴, بیژن بینا^{۵*}, محمدرضا عرفانی^۶, آیت رحمانی^۷, حسن رحمانی^۸

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مواد سمی و روودی به تصفیه خانه‌های فاضلاب، باعث اختلال در واحدهای بیولوژیکی می‌گردند. بنابراین، شناخت منابع تولید کننده فاضلاب‌های سمی ضروری است. در این مطالعه، سمت پساب سه نوع از صنایع آبکاری با استفاده از باکتری‌های واحد رآکتور منقطع متوالی (SBR) Sequencing Batch Reactor یا مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌ها: جهت تعیین میزان بازدارندگی رشد در هر غلاظت، از ۰/۵٪ سی سی باکتری‌های واحد SBR کشت داده شده در محیط نوترینت براث (Nutrient broth) (Probit 50% Effective concentration) بر روی محیط کشت نوترینت آگار استفاده شد. داده‌ها توسط آنالیز SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و توسط آن، EC_{50} محاسبه گردید.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های حاصل شده از پساب‌های نوع اول، دوم و سوم، به ترتیب غلاظت‌های ۱، کمتر از ۵۰ و کمتر از ۱۰۰ میلی لیتر بر لیتر تأثیری در رشد باکتری‌های مورد آزمایش نداشت؛ در حالی که غلاظت ۱۰۰۰ میلی لیتر بر لیتر از هر نوع پساب، باعث مرگ تمام گونه‌های باکتریایی مورد آزمایش گردید. بیشترین و کمترین مقادیر EC_{50} در سه نوع پساب به ترتیب در نمونه‌های ۳ (۹۶۰ میلی لیتر بر لیتر) و ۱ (۶/۵ میلی لیتر بر لیتر) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پساب بعضی از صنایع آبکاری حتی در کمترین غلاظت‌ها نیز می‌تواند اثرات مضری بر جمعیت باکتریایی واحدهای بیولوژیکی تصفیه خانه‌ها داشته باشد. بنابراین، توصیه می‌شود تا با توجه به نوع فرایند این صنایع، استانداردهای تخلیه‌ای و قوانین تصفیه در محل برای آن‌ها وضع گردد.

واژه‌های کلیدی: پساب صنایع آبکاری، باکتری، سمت، EC_{50}

ارجاع: زارع محمد رضا، فاتحی زاده علی، امین محمد مهدی، طاهری انسیه، بینا بیژن، عرفانی محمد رضا، رحمانی حسن. بررسی سمت احتمالی فاضلاب سه نوع از صنایع آبکاری فلزات بر باکتری‌های رایج در واحد رآکتور منقطع متوالی (SBR) تصفیه خانه فاضلاب‌های صنعتی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۵/۱۲: ۱۴۶-۱۵۱.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۷/۲۲

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱

مقدمه

در بین میکروارگانیسم‌های موجود در تصفیه خانه‌های فاضلاب، باکتری‌ها یکی از اولین و مهم‌ترین موجوداتی هستند که سمت فلزات سنگین بر روی آن‌ها اثرگذار می‌باشد (۱-۳). هرچند بعضی از فلزات سنگین جزو عناصر ضروری برای هر دو گروه از ارگانیسم‌های بیوکاریوت و پروکاریوت به شمار می‌روند، اما نسبت‌های اضافی و غلاظت‌های بیش از مقدار مجاز این ترکیبات، می‌تواند اثرات سمتی گسترده‌ای بر روی انواع سلول‌ها ایجاد نماید (۴-۸). این مواد باعث اختلال در فعالیت متابولیک میکروارگانیسم‌ها می‌شود. در نتیجه، اثربخشی فرایندهای بیولوژیک تصفیه خانه‌های فاضلاب کاهش می‌یابد (۹-۱۰). از طرف

دیگر، تصفیه خانه‌های فاضلاب طیف وسیعی از فاضلاب‌های صنایعی را می‌پذیرند که از نظر حجم، ترکیب، غلاظت مواد سمی و دی‌لحظه‌ای می‌توانند متفاوت باشند (۱۱)، این گستردگی تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین، مواد سمی و روودی به تصفیه خانه، همواره در راهبری صحیح تصفیه خانه‌های صنعتی به خصوص در واحدهای بیولوژیک می‌تواند اثرات مخربی را تحمیل نماید که گاهی اثرات آن‌ها تا چندین روز و گاهی تا چندین هفته باقی می‌ماند (۱۰).

سمت آلاینده‌های خاص موجود در فاضلاب در مطالعات مختلفی تعیین شده است. در مطالعه نبوی و همکاران، مشخص شد که تنها بعضی از گونه‌های

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت اوز، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

اصفهان، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- دانشجوی دکتری، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت اوز، دانشکده علوم پزشکی لارستان، لارستان، ایران

۵- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۶- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

نویسنده مسؤول: بیژن بینا

Email: bbina123@yahoo.com

۴۲۰ نانومتر صورت گرفت (۱۵). از این سوپسانسیون سلولی استاندارد شده جهت تلقیح به فاضلاب صنعتی و تعیین سمیت استفاده گردید.

یافته‌ها

مشخصات پساب سه صنعت آبکاری در جدول ۱ ارایه شده است. بر اساس یافته‌ها، میزان اکسیژن محلول در سه نمونه پساب بین $1/5$ تا $2/3$ میلی گرم بر لیتر بود. این میزان‌ها برای اکسیژن خواهی بیوشیمیابی حدود $6\text{--}10$ میلی گرم بر لیتر و برای کل کربن آلی بین $2/4$ تا $27/3$ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. سایر مشخصات فاضلاب خروجی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. مشخصات فاضلاب خروجی از سه صنعت آبکاری فلزات

پارامتر	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳
میزان اکسیژن خواهی	۸۰۶۰	۸۰۶۰	۱۸۶۳/۸
شیمیابی (میلی گرم بر لیتر)			
اکسیژن محلول (میلی گرم بر لیتر)	۱/۵	۲/۰	
میزان کل کربن آلی (میلی گرم بر لیتر)	۲۷/۳	۲/۴	
هدایت الکتریکی (میلی زیمنس بر سانتی‌متر)	۱۳/۶	۱۵/۳	
کل جامدات معلق (میلی گرم بر لیتر)	۶۶۰	۹۳/۱	
جامدات فرار (میلی گرم بر لیتر)	۵/۷	۱/۲	
قلیلایت (میلی گرم بر لیتر)	.	.	
رنگ (Pt-Co)	۷۵۶/۰	۱۸۷/۰	
pH	۱/۶	۱/۴	۲/۰

Pt-Co: Platinum-Cobalt

در مطالعه حاضر، میزان بازدارندگی رشد در غلظت‌های مختلف از پساب صنایع آبکاری در محدوده رقت‌های مختلف مشخص شد. جدول ۲ نتایج آزمایشگاهی تماس باکتری‌ها با غلظت‌های مختلف نانوذرات را نشان می‌دهد که طبق آن، از میان پساب‌های نوع اول، دوم و سوم به ترتیب غلظت‌های 1 ، 5 و 10 میلی‌لیتر تأثیری در رشد باکتری‌های مورد آزمایش نداشت؛ در حالی که غلظت 100 میلی‌لیتر از هر نوع پساب، باعث مرگ تمام گونه‌های باکتریایی مورد آزمایش گردید.

نتایج آزمایشگاهی حاصل از تعیین درصد مرگ یا بازدارندگی رشد در جدول ۲ حاکی از آن بود که با افزایش غلظت پساب، میزان مرگ باکتری‌ها افزایش یافت.

جهت تعیین مقادیر دقیق EC_{50} و $NOEC$ همراه با حد بالا و پایین این مقادیر، از آنالیز Probit استفاده شد. نتایج مربوط به محاسبات EC_{50} ، $NOEC$ و EC_{50} در مطالعه حاضر کشیده شدند.

میکروبی قادر به تجزیه بی‌فیل‌های چند کلره هستند (۱۲)؛ در حالی که این ترکیب می‌تواند برای سایر گونه‌ها سمی باشد (۴). در مطالعه دیگری، کاهش سمیت ترکیبات نفت خام در آب آشامیدنی توسط فرایند ازن‌زنی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که غلظت‌های بالاتر ازن، باعث کاهش سمیت ترکیبات نفتی می‌شود، اما در کاهش میزان محتوای مواد آلی کربنی تأثیر قابل توجهی مشاهده نشد (۱۳). هرچند سمیت ترکیبات خاص در مطالعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است (۱۴–۲۰)، اما نیاز است سمیت کل ترکیبات خروجی از هر واحد صنعتی نیز مورد بررسی قرار گیرد. تعیین سمیت کل ترکیبات موجود در یک سیستم، می‌تواند سمیت ناشی از اثرات سینزیستی ترکیبات را نیز تعیین نماید.

بر این اساس و با توجه به حضور فلزات سنگین در صنایع آبکاری فلزات، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی سمیت فاضلاب سه نوع از صنایع آبکاری و پرخطر شهرک صنعتی مورچه‌خورت بود. اثرات این سمیت بر واحد راکتور منقطع متوالی (SBR) به عنوان مهم‌ترین قسمت از واحدهای بیولوژیک تصفیه‌خانه فاضلاب این شهرک بررسی شد. نتایج این مطالعه می‌تواند به وضع استانداردهای تخلیه‌ای در مورد این صنایع و صنایع مشابه کمک نماید.

روش‌ها

نمونه‌های پساب سه نوع از صنایع آبکاری شهرک صنعتی مورچه‌خورت اصفهان تهیه گردید. ابتدا در نمونه‌های رسیده به آزمایشگاه، pH و اکسیژن محلول اندازه‌گیری گردید. علاوه بر این، پارامترهای COD (Total suspended solids) TSS (Chemical oxygen demand) نیز بر اساس روش‌های استاندارد آب و فاضلاب (۱۲) اندازه‌گیری شد.

جهت انجام آزمون زیستی، ابتدا غلظت‌های 1 ، 5 ، 10 ، 50 ، 100 ، 200 ، 250 ، 400 ، 500 ، 750 و 1000 میلی‌لیتر از هر پساب در ظروف بشر 100 سی‌سی ریخته شد. سپس به هر یک از ظروف بشر، 1 سی‌سی از باکتری‌های واحد SBR پرورش داده شده در محیط کشت نوتربینت براث (Nutrient broth) تزریق گردید. بالاصله پس از تزریق و اختلاط مناسب، 5 سی‌سی از این نمونه‌ها بر روی نوتربینت آکار کشت داده شد. بعد از گذشت 30 دقیقه، دوباره 5 سی‌سی از نمونه‌ها بر روی نوتربینت آگار جهت تشکیل کلنی کشت داده شد. جهت محاسبه EC_{50} (Effective concentration) درصد بازدارندگی رشد (No observed effect concentration) (NOEC) مقادیر بازدارندگی رشد توسط آنالیز Probit در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ (version 18, SPSS Inc., Chicago, IL) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

باکتری‌های موجود در نمونه‌های فاضلاب در فاز رشد لگاریتمی در محیط کشت نوتربینت براث کشت داده شدند. جهت استحصال باکتری‌ها، نمونه‌ها بعد از رشد به مدت 10 دقیقه با سرعت 4000 دور در دقیقه ساتریفوژ شدند. باکتری‌های جدا شده دو بار توسط آب م قطر بدون یون شسته شدند و در نهایت، در همین آب به صورت معلق درآمدند. دانسیته اپتیکی سوپسانسیون باکتریایی در حد $6/0$ تنظیم شد. این عمل به وسیله یک اسپکتروفوتومتر در طول موج

جدول ۲. میزان مرگ باکتری‌های جدا شده از واحد **(Sequencing Batch Reactor) SBR**) در غلظت‌های مختلف از پساب صنعت آبکاری ۱، ۲ و ۳ در سه دوره مختلف نمونه‌برداری

نوع پساب	غلظت پساب (میلی لیتر بر لیتر)	میزان بازدارندگی (آزمایش اول) (درصد)	میزان بازدارندگی (آزمایش دوم) (درصد)	میزان بازدارندگی (آزمایش سوم) (درصد)	میزان بازدارندگی (درصد) سه آزمایش	انحراف معیار
پساب ۱	۱	۷/۷	۴۴/۴	۸۶/۱	۹۹/۳	.
پساب ۲	۲/۵	۰/۱	۱۸/۷	۶۵/۲	۹۲/۴	۸/۰
پساب ۳	۵	۴۰/۲	۷۱/۹	۲۳/۸	۵۵/۵	۳۴/۲
۱۰۰	۱۰	۸۶/۱	۹۹/۳	۲۹/۱	۹۹/۷	۷۴/۰
۲۰۰	۲۰	۹۹/۳	۸۱/۲	۷۵/۸	۹۹/۵	۸۷/۱
۴۰۰	۴۰	۸۱/۲	۱۸/۶	۱۴/۵	۱۳/۶	۰/۵
۶۰۰	۶۰	۹۹/۳	۸/۶	۱۲/۶	۱۳/۶	۰/۳
۱۰۰۰	۱۰۰	۸/۶	۲۰۰	۲۵/۲	۲۵/۲	.
۲۵۰	۲۵۰	۲۰۰	۴۰۰	۷۱/۲	۷۱/۲	۰/۳
۵۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۹۹/۶	۹۹/۶	۰/۴
۷۵۰	۷۵۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۱/۴	۱/۴	۰/۸
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۹/۱	۱۹/۱	۵/۱
۱۶۶ میلی لیتر بر لیتر محاسبه شد (جدول ۳).	۱۶۶ میلی لیتر بر لیتر محاسبه شد (جدول ۳).	۱۶۶ میلی لیتر بر لیتر محاسبه شد (جدول ۳).	۱۶۶ میلی لیتر بر لیتر محاسبه شد (جدول ۳).	۵۸/۱	۷۰/۰	۱۴/۷

مقاومی هستند که سمیت آن‌ها بر فرایندهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب و همچنین، بر انسان و محیط در مطالعات مختلفی به اثبات رسیده است (۱۵). در بین میکروارگانیسم‌های موجود در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، باکتری‌ها یکی از اولین و مهم‌ترین موجوداتی هستند که سمیت فلزات سنگین بر روی آن‌ها تأثیرگذار می‌باشد (۴، ۳). از طرف دیگر، تنایح چندین مطالعه نشان داده‌اند که بعضی از میکروارگانیسم‌ها می‌توانند در محیطی با غلظت‌های کمی از فلزات تطابق یابند که این امر می‌تواند منجر به تصفیه مناسب فاضلاب و حتی حذف فلزات سنگین از پساب شود (۹، ۱۰). به طور مثال، گزارش شده است که گونه‌هایی از آسپریلوس، سودوموناس، ساپروفیتیکوس، باسیلوس... و می‌توانند نسبت به فلزات سنگینی همچون کروم، کادمیوم و نیکل مقاوم باشند (۷، ۶).

و ۱۰۰ درصد بازدارندگی رشد در جدول ۳ ارایه شده است. طبق یافته‌های این جدول، بیشترین و کمترین مقادیر EC₅₀ در سه نوع پساب به ترتیب در نمونه‌های ۳ (۹۶۰ میلی لیتر بر لیتر) و ۱ (۶۴۵ میلی لیتر بر لیتر) حاصل شد. از طرف دیگر، محاسبه NOEC با استفاده از آنالیز Probit نشان داد که نمونه ۱ برای بیشتر باکتری‌ها، حتی در کمترین مقادیر نیز سمی بود؛ به طوری که میزان NOEC برای این پساب ۱/۱ میلی لیتر بر لیتر محاسبه گردید. این در حالی است که در مورد پساب‌های ۲ و ۳، این مقدار به ترتیب حدود ۶۶ و ۱۶۶ میلی لیتر بر لیتر محاسبه شد (جدول ۳).

بحث

در بین آلاینده‌های شیمیایی موجود در فاضلاب، فلزات سنگین جزء ترکیبات

جدول ۳. مقادیر (No observed effect concentration) NOEC و ۱۰۰ درصد بازدارندگی رشد باکتری‌های واحد **(Sequencing Batch Reactor) SBR**) از پساب صنعت آبکاری ۱، ۲ و ۳

نوع پساب	پارامتر (میلی لیتر بر لیتر)	مقدار (میلی لیتر بر لیتر)	حد بالا	حد پایین
پساب ۱	NOEC	۱/۱۵۵	۱/۴۷۷	۰/۸۳۶
EC ₅₀	۶/۵۳۱	۷/۲۸۶	۵/۸۵۷	۰/۸۵۷
۱۰۰ درصد بازدارندگی رشد	۳۶/۹۳۱	۵۱/۱۸۰	۲۸/۸۴۲	۲۴/۲۷۴
پساب ۲	NOEC	۶۶/۴۰۶	۹۴/۱۹۰	۹۷۴/۵۲۲
EC ₅₀	۲۱۵/۴۴۹	۲۲۶/۶۸۲	۱۲۱۱/۷۱۴	۵۰۰/۰/۸۷
۱۰۰ درصد بازدارندگی رشد	۶۹۹/۰/۱۴	۱۲۱۱/۷۱۴	۱۲۸۰/۳۱۲	۰/۸۱۵
پساب ۳	NOEC	۱۶۶/۷۳۶	۹۶۰/۰/۲۳۶	۹۶۰/۰/۲۳۶
EC ₅₀	۱۷۵۲/۷۳۷	۲۷۱۳/۹۲۷	۱۲۲۲/۰/۲۲	۸۳۰/۱۹۱
۱۰۰ درصد بازدارندگی رشد	۱۷۵۲/۷۳۷	۲۷۱۳/۹۲۷	۱۴۰/۸/۹۹۴	۱۴۰/۸/۹۹۴

NOEC: No observed effect concentration; EC₅₀: 50% Effective concentration

نوع اول، می‌تواند به دلیل تخلیه آلاینده‌های بیشتر باشد. بنابراین، توصیه می‌شود تا در مطالعات آینده، نوع مواد مصرفی در هر کارخانه بررسی گردد. گروهی از دانشمندان سمیت فاضلاب صنایع دباغی و نیشکر را با استفاده از باکتری ویبریو فیشری مورد بررسی قرار دادند (۲۰). در مطالعه آنان از روش‌های HPLC، (Gas chromatography-mass) GC-Mass AMD-TLC و (High-performance liquid chromatography) (Automated Multiple Development-Thin layer chromatography) چهت شناسایی اجزای عامل سمیت در فاضلاب استفاده شد و مشخص گردید که این روش‌ها می‌توانند چهت تعیین اجزای خاص سمی در فاضلاب صنعتی مورد استفاده قرار گیرند (۲۰). در مطالعه حاضر، امکان تعیین اجزای عوامل سمیت به دلیل کمبود منابع مالی، میسر نبود. بنابراین، توصیه می‌شود در مطالعات آینده این گزینه مورد بررسی قرار گیرد.

هرچند در مطالعات مختلف سمیت ترکیبات خاص بر روی واحدهای بیولوژیکی تعیین کارهای مورد بررسی قرار گرفته است، اما نیاز است که سمیت کل ترکیبات خروجی از هر واحد صنعتی نیز بررسی شود. تعیین سمیت کل ترکیبات موجود در یک سیستم، می‌تواند سمیت ناشی از اثرات سینزیستی ترکیبات را نیز مشخص نماید.

بین سه نوع پساب مورد بررسی در مطالعه حاضر، پساب نوع اول سمیت بیشتر در باکتری‌ها ایجاد نمود. بنابراین، نیاز است در خصوص چنین صنایعی بررسی گزینه‌های کاهش سمیت در دستور کار قرار گیرد. هرچند در این مورد نیز ممکن است باکتری‌های دیگری وجود داشته باشند که نسبت به دو نوع پساب دیگر، حساس‌تر باشند. در این زمینه نیز توصیه بر این است که مقاومت سایر باکتری‌ها در مطالعات آینده مورد سنجش قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان نامه با شماره ۲۹۲۰۷۷ می‌باشد که با حمایت‌های مالی مرکز تحقیقات محیط زیست و دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام گرفت. بدین وسیله نویسنده‌گان مطالعه، از سوپران این مرکز کمال تشکر و قدردانی را به عمل می‌آورند.

طبق جدول ۲، در غلظت ۵۰ میلی لیتر بر لیتر از پساب ۲، هیچ گونه مرگ و میری در باکتری‌ها مشاهده نشد؛ در حالی که در همین غلظت از پساب ۱، حدود ۱۰۰ درصد باکتری‌ها از بین می‌روند. در مورد پساب ۳، این مقدار غلظت هیچ گونه اثری بر باکتری‌های واحد SBR ندارد. این نتایج نشان می‌دهد که سمیت در پساب صنایع آبکاری، تغییرات بسیار گسترده‌ای دارد (۱۶). بر این اساس، پیشنهاد می‌گردد که شرکت‌ها، کارخانجات و صنایعی که آلودگی‌های احتمالی خطرناکی را به فاضلاب اضافه می‌نمایند، به صورت دوره‌ای از نظر سمیت سنجیده شود. در این صورت می‌توان برای پساب‌های با سمیت بالا، قوانین تصفیه اجباری قبل از تخلیه پساب به شبکه جمع‌آوری را، ثبت و اجرا نمود (۱۷، ۱۸).

از مهم‌ترین میکرووارگانیسم‌ها در مباحث جریان انرژی و بازیافت نوترینتها در بسیاری از سیستم‌های تصفیه فاضلاب از جمله سیستم‌های SBR، لجن، فعال، هضم بی‌هوایی فاضلاب، سیستم‌های بی‌هوایی هیبریدی، فرایندهای رنگ‌زدایی هم‌زمان و وتلندهای هیبریدی، باکتری‌ها می‌باشد (۱۵). بنابراین، نیاز به طراحی روش‌هایی است که بتوان از این موجودات در فرایندهای تصفیه فاضلاب محافظت نمود. علاوه بر این، توانایی تعیین میزان فعالیت باکتری‌های مقاوم به شرایط اسیدی به وسیله یک روش مطمئن و مقرن به صرفه، روش مناسبی را چهت پایش میزان اثربخشی فرایندهای تصفیه فراهم خواهد آورد.

در تحقیقی، سمیت فاضلاب صنایع آبکاری به سه روش مختلف تعیین و یکدیگر مقایسه شد و نتایج نشان داد که حساسیت نسبی آزمون سمیت به وسیله روش انحصاری میکروتوکس (Microtox)، در محدوده استفاده از دو روش دیگر [روش‌های FISH (Fluorescence in situ hybridization) و Daphnia magna] می‌باشد (۱۶). در مطالعه دیگری، سمیت صنایع آبکاری به وسیله Daphnia magna تعیین شد و صفت آبکاری نوع دوم و سوم سمیت کمتری ایجاد نمودند. بنابراین، تعیین پارامترهای اثرگذار در ترکیب فاضلاب تولیدی در مطالعات آینده توصیه می‌شود. در تحقیق Kungolos، سمیت فاضلاب صنایع با استفاده از رسپیرومتر در خط مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق وی نشان داد که در اواخر عصر و همچنین، اوخر هفته‌ها، میزان سمیت پساب صنایع افزایش می‌باید که علت آن، به تخلیه آلاینده‌های خاص توسط صنایع ارتباط داشت (۱۹). در مطالعه حاضر نیز می‌توان گفت که بیشتر بودن سمیت پساب

References

- Nies DH. Microbial heavy-metal resistance. *Appl Microbiol Biotechnol* 1999; 51(6): 730-50.
- Duncan JR, Stoll A, Wilhelmi B, Zhao M, Van Hille R. The use of algal and yeast biomass to accumulate toxic and valuable heavy metals from wastewater [Report]. Grahamstown, South Africa: Rhodes University; 2003.
- Avery SV. Metal toxicity in yeasts and the role of oxidative stress. *Adv Appl Microbiol* 2001; 49: 111-42.
- Rehman A, Shakoori FR, Shakoori AR. Resistance and uptake of heavy metals by Vorticella microstoma and its potential use in industrial wastewater treatment. *Environ Prog Sustainable Energy* 2010; 29(4): 481-6.
- Liesegang H, Lemke K, Siddiqui RA, Schlegel HG. Characterization of the inducible nickel and cobalt resistance determinant cnr from pMOL28 of Alcaligenes eutrophus CH34. *J Bacteriol* 1993; 175(3): 767-78.
- Rajbanshi A. Study on heavy metal resistant bacteria in guheswar sewage treatment plant. *Our Nature* 2008; 6(1): 52-7.
- Gikas P. Kinetic responses of activated sludge to individual and joint nickel (Ni(II)) and cobalt (Co(II)): An isobolographic approach. *J Hazard Mater* 2007; 143(1-2): 246-56.
- Gikas P. Single and combined effects of nickel (Ni(II)) and cobalt (Co(II)) ions on activated sludge and on other aerobic microorganisms: a review. *J Hazard Mater* 2008; 159(2-3): 187-203.
- Ashraf Moten M, Rehman A. Studies on heavy trace metal ions in industrial waste effluents in Pakistan [Online]. [cited 2000 Jun 1]; Available from: URL: <http://www.environmental-expert.com/articles/studies-on-heavy-trace-metal-ions-in-industrial-waste-effluents-in-pakistan-2122>

10. Van Nostrand JD, Sowder AG, Bertsch PM, Morris PJ. Effect of pH on the toxicity of nickel and other divalent metals to *Burkholderia cepacia* PR1(301). *Environ Toxicol Chem* 2005; 24(11): 2742-50.
11. Jaiswal AM. Metal resistance in *Pseudomonas* strains isolated from soil treated with industrial wastewater. *World J Microbiol Biotechnol* 2000; 16(2): 177-82.
12. Nabavi BF, Teimori F, Amin MM, Hatamzadeh M, Nikaeen M. Identification of Aerobic Polychlorinated Biphenyl Degrading Bacteria. *J Health Syst Res* 2012; 8(1): 37-43. [In Persian].
13. Zare M, Amin MM, Nikaeen M, Bina B, Pourzamani H, Fatehizadeh A, et al. Resazurin reduction assay, a useful tool for assessment of heavy metal toxicity in acidic conditions. *Environ Monit Assess* 2015; 187(5): 276.
14. Eaton AD, Franson MA. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. Washigton, DC: American Public Health Association; 2005.
15. Curds CR, Cockburn A. Protozoa in biological sewage-treatment processesI. A survey of the protozoan fauna of British percolating filters and activated-sludge plants. *Water Research* 1970; 4(3): 225-36.
16. Naddafi K, Yunesian M, Alimohammadi M, Rastkari N, Zare MR, Banadarvish MF. Investigating the Toxicity of Phenol-Loaded and Phenol-Free TiO₂ and ZnO Nanoparticles Using Bioassay Experiments. *Pol J Environ Stud* 2014; 23(6): 2143-48.
17. Venkata MS, Sharma PN. Pharmaceutical wastewater and treatment technologies. *Pharma Bio World* 2002; 2(1): 93-100.
18. Jose J, Giridhar R, Anas A, Loka Bharathi PA, Nair S. Heavy metal pollution exerts reduction/adaptation in the diversity and enzyme expression profile of heterotrophic bacteria in Cochin estuary, India. *Environ Pollut* 2011; 159(10): 2775-80.
19. Kungolos A. Evaluation of toxic properties of industrial wastewater using on-line respirometry. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 2005; 40(4): 869-80.
20. Zare MR, Amin MM, Borji SH, Nikaeen M, Binaa B, Mirhosseini SH, et al. Modified dehydrogenase enzyme assay for evaluation of the influence of Hg, Cd, and Zn on the bacterial community structure of a wastewater treatment plant. *Toxicol Environ Chem* 2015; 97(5): 552-62.

Assessment of Probable Toxicity of 3 Kinds of Metal Plating Industry Wastewater on Bacteria of Sequencing Batch Reactor Units of Industrial Wastewater Treatment Plants

Mohammad Reza Zare¹, Ali Fatehizadeh², Mohammad Mehdi Amin³, Ensieh Taheri², Bijan Bina³, Mohammad Reza Erfani⁴, Ayat Rahmani⁵, Hasan Rahmani⁶

Original Article

Abstract

Background: The entrance of toxic compounds into wastewater treatment plants (WWTPs) can induce disorder in their biological units. Therefore, it is necessary to determine the sources of toxic wastewaters. In this study, the toxicity of the wastewater of 3 metal plating industries was assessed using sequencing batch reactor (SBR) bacteria.

Methods: To obtain the 1-1000 ml/l concentrations, the 3 metal plating wastewater solutions were diluted using distilled water. To determine the growth inhibition in each concentration, the 0.5 cc cultured SBR bacteria on nutrient broth media was used and cultured on nutrient agar media. Data were analyzed using the Probit analysis in SPSS software and the 50% effective concentration (EC_{50}) was calculated.

Findings: According to the Probit analysis, there was no effect on the tested bacteria at the concentrations of 1 ml/l, less than 50 ml/l, and less than 100 ml/l of metal plating wastewater in samples 1, 2, and 3, respectively. However, all studied bacterial species were eliminated in the concentration of 1000 ml/l of each metal plating wastewater. Maximum and minimum EC_{50} were recorded for the metal plating wastewater sample number 3 (960 ml/l) and number 1 (6.5 ml/l), respectively.

Conclusion: Results of this study showed that some metal plating wastewaters, even in very low concentrations, can induce adverse effects on the bacterial community structures of biological units of WWTPs. Thus, it is recommended that effluent standards and in situ treatment rules be applied according to the performed process type in such industries.

Keywords: Metal plating wastewater, Bacteria, Toxicity, EC_{50}

Citation: Zare MR, Fatehizadeh A, Amin MM, Taheri E, Bina B, Erfani MR, et al. Assessment of Probable Toxicity of 3 Kinds of Metal Plating Industry Wastewater on Bacteria of Sequencing Batch Reactor Units of Industrial Wastewater Treatment Plants. J Health Syst Res 2016; 12(2): 146-51.

1- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Evaz School of Health, Larestan School of Medical Sciences, Larestan, AND School of Health, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

4- PhD Candidate, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

6- PhD Candidate, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Jondi Shapoor University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Corresponding Author: Bijan Bina, Email: bbina123@yahoo.com