مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
دوره ۸ شماره ۱ بهار ۱۳۸۹ ، صفحات : ۸۰-۶۹

زیابی تاثیر سمیت کادمیم و تعیین طیف مقاومت/ تحمل در گونه های باکتریای شناسایی شده طی بررسی بر روی آب و رسوبات رودخانه کر در استان فارس

ید کفیل زاده: استادیار، گروه میکروبیولوژی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، جهرم، ایران
بقه ابوالاحرار: کارشناس ارشد، گروه میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، جهرم، ایران-نویسنده رابط: t_ahrar@yahoo.com
د کارگر: استادیار، گروه میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، جهرم، ایران
م قدسی: مربی، گروه آمار و ریاضی، دانشکده ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، جهرم، ایران
خ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۱۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۸۹/۲/۲۸

لیده

ه و هدف: افزایش فعالیت های صنعتی و کشاورزی همراه با افزایش جمعیت موجب گسترش طیف وسیعی از آلاینده ها در محیط زیست کر انسان و سایر جانداران گردیده است. کادمیم به عنوان یک فلز سنگین و سمی از راه‌های متعددی به چرخه‌های زیستی وارد و موجب ری های گوناگون در جانداران وانسان می گردد. تعیین مقدار کادمیم و عوامل فیزیکی -شیمیایی و زیستی در نمونه های آب و رسوب و مرحله غربال گری شامل بررسی ارتباط سمیت زایی این فلز با شمارش باکتری های قابل کشت در نمونه ها و هم چنین تعیین دامنه مت این باکتری های بومی از طریق MIC, MBC در پژوهش حاضر مد نظر بوده است.
ل کار: به دلیل سابقه آلودگی در مسیر رودخانه ی کر، پنج ایستگاه به ترتیب خروجی سد درودزن، پل پتروشیمی، پل خان، پل دوشاخ و دی دریاچه بختگان انتخاب گردیدند. براساس روش استاندارد متد، نمونه های آب و رسوب در دو گروه تهیه و بررسی شدند. گروه اول لر اندازه گیری مقدار کادمیم توسط اسپکترومتر جذب اتمی و عوامل فیزیکی - شیمیایی و زیستی و گروه دوم به منظور جداسازی و سایی باکتری های مقاوم/متحمل به کادمیم و تعیین طیف مقاومت. با تهیه کشت های خالص و اختصاصی، هر باکتری شناسایی و باکتری منتخب با بکار گیری غلظت های کادمیم ارزیابی گردیدند.
ج: آلودگی به کادمیم در ایستگاه های دو و سه به طور معنی داری بیش از سایر ایستگاه ها بود($p<$ ۰/۰۰۱) (هم چنین میزان این فلز در بات تمام ایستگاه ها بیش از آب بوده ($p<$ ۰/۰۰۱)و نسبت به استانداردهای موجود قابل توجه بوده است. کاهش نسبت BOD/COD و ایستگاه آخروافزایش فسفات درچهار ایستگاه آخرمشاهده شد. درمقایسه با گروه شاهد، شمارش باکتری ها در حضور یک میلی مولار یم به صورت معنی دارکاهش یافت ($p<$ ۰/۰۰۱). حداکثر مقاومت به کادمیم در*P.aeruginosa* ETsو *Bacillus* ABs مشاهده شد MIC آن ها به ترتیب شش و چهار و MBCبه ترتیب هفت و پنج میلی مولاربه دست آمد. شمارش باکتری های قابل کشت و مقاوم به یم در ایستگاه سه وپنج بیش ازسایرایستگاه ها می باشد($p<$ ۰/۰۰۱). مقاوم ترین باکتری ها گرم منفی بوده و ازرسوبات شناسایی شدند.
ه گیری: آلودگی به کادمیم خصوصاً در ایستگاه های دو و سه مربوط به فعالیت های انسانی می باشد. هم چنین علیرغم حساس بودن ری از باکتری های این تحقیق به کادمیم، برخی از آن ها طیفی از مقاومت- تحمل را از خود نشان دادند. یافته های تحقیق حاضر نشان می که برخلاف آب که محیطی ناپایداراست، رسوب شرایط مناسبی را برای تشکیل زیست لایه (بیوفیلم) باکتریایی و مقابله با استرس کادمیم م می نماید اگرچه این مساله مورد اتفاق نظر پژوهشگران نمی باشد. مقاوم ترین باکتری ها از آلوده ترین ایستگاه ها شناسایی شدند این ه می تواند به القاء بیان ژن های مقاومت در حضور کادمیم مرتبط باشد. با توجه به مشکلات ناشی از تخلیه پساب ها به رودخانه، این ری های مقاوم برای کاربری در صافی های زیستی و اصلاح زیستی فاضلاب ها حایز اهمیت می باشند.

واژگان کلیدی: باکتری های مقاوم/ متحمل، کادمیم، آب و رسوب، اصلاح زیستی، رودخانه کر

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه به دلیل افزایش فعالیت های اقتصادی- صنعتی و کشاورزی همراه با رشد جمعیت متاسفانه مقادیر زیادی از آلاینده ها وارد زیست بوم (اکوسیستم) های طبیعی و به دنبال آن وارد پیکر موجودات زنده می گردد. آلاینده های آلی تا حدودی تجزیه پذیرند و خصوصاً توسط میکروارگانیسم ها غیرسمی می شوند؛ درحالی که فلزات سنگین دراثر واکنش های شیمیایی، حرارت و فعالیت های میکروبی قابل تجزیه نیستند و همگی خصوصاً کادمیم خاصیت تجمع در بافت ها(Bioacumulation) و بزرگ نمایی زیستی(Biomagnifications) را نیز دارند.(Johansson 2002). فعالیت های شهری، صنعتی و کشاورزی از عوامل اصلی آلودگی در رودخانه کر به شمار می‌آیند. از جمله این موارد مجتمع صنعتی گوشت فارس، پتروشیمی، مجتمع کارخانجات آزمایش، کارخانه قند، پالایشگاه، کارخانجات کاشی و لعاب، شهرک صنعتی و زهکش های فاضلاب شهر مرودشت را می توان نام برد(Bidokhti and Rakhshandehro 2000; Jahanmiri 1995).

کادمیم به عنوان یک فلز سنگین و جزو ده فلز انتخابی (Top ten)در لیست سیاه توافقنامه های حفاظت از محیط زیست و سازمان جهانی بهداشت می باشد (Haq et al. 1999; Sharma et al. 2000). مصارف عمده‌ی آن شامل ساخت باتری، رنگدانه‌های صنعتی، تثبیت کننده ها و تولید لعاب و روکش برای فلزات است. هم چنین کودهای فسفاته، برخی از قارچ کش‌ها و سموم دفع آفات نباتی نیز دارای مقادیر قابل توجه از این فلز سمی می باشند. حاصل ورود بی‌رویه کادمیم به محیط زیست و چرخه‌های زیستی برای انسان، بیماری‌هایی از قبیل سفنجی شدن استخوان، اختلالات کبدی و کلیوی، نارسایی ریوی، بیماری‌های خود ایمنی، تخریب گلبول‌های قرمز و برخی از سرطان‌ها می‌باشد(Koplan 1999; Johansson 2002) . طی یک تحقیق در ژاپن بین مقدار کادمیم در رسوبات رودخانه و میزان آن در گیاه برنج و ادرار ساکنان منطقه ارتباط معنی داری نشان داده شد(Ikeda et al. 2006). این موضوع با از کار افتادگی کلیه‌ها و تخریب بافت استخوانی کاملاً مرتبط می‌باشد (Jin et al. 2002). در میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری ها، کادمیم مانع از همانندسازی DNA ، تولید پروتیین و رنگ دانه می گردد(Hassen et al. 1998). تاکنون در ایران مطالعه ای بر روی باکتری های مقاوم به کادمیم در آب شیرین و رسوبات رودخانه ای و تاثیر سمیت این فلز انجام نشده است. کفیل زاده در سال۱۳۸۴مقادیرچندین فلز سنگین از جمله کادمیم را در آب و رسوبات رودخانه کر تعیین نمود. یوسفی و همکاران در سال۱۳۸۵ماکروجلبک های جذب کننده کادمیم را از دریای خزر جداسازی کردند.Vullo و همکاران در سال ۲۰۰۵دو سویه از باکتری *سودوموناس* را از رسوبات رودخانه ای در آرژانتین جدا و مقاومت آن ها را به نیم میلی مولار کادمیم بررسی نمودند.امروزه گرایش جهانی به کاربردی کردن علوم نوینی مانند فن آوری – زیست فن آوری، زمینه های لازم را برای به کار گیری این علوم در جهت حمایت از محیط زیست و حفظ سلامت انسان فراهم نموده است. استفاده ازباکتری های مقاوم در صافی های زیستی برای تصفیه پساب ها از جمله فن آوری های جدید و مفید در این زمینه است (Abolahrar and Moghbeli 2006; Cervantes 2006). هدف از پژوهش حاضر تعیین مقدار کادمیم و عوامل فیزیکی – شیمیایی و زیستی در آب و رسوبات رودخانه کر در استان فارس و بررسی سمیت این فلز بر روی باکتری های قابل کشت و تعیین طیف مقاومت/ تحمل از طریق اندازه گیری حداقل غلظت بازدارنده رشد (MIC) و حداقل غلظت کشنده

Comment [HB1]: ؟

Archive of SID

www.SID.ir

باکتری(MBC) و یافتن باکتری‌هایی با مقاومت بالا می-باشد. چنین باکتری‌هایی در بیوصافیها برای اصلاح زیستی پساب ها و حذف کادمیم حایز اهمیت هستند(Kafilzadeh and Abolahrar 2007) . درغربال گری سوم یافتن باکتری هایی با مقاومت بالا نسبت به کادمیم می تواند به عنوان یک شاخص زیستی و بیان گر آلودگی در محیط تلقی گردد (Hassen et al. 1998).

ش کار

انتخاب ایستگاه ها و نمونه برداری: الادست سد درودزن به دلیل شیب زیاد و اکسیژن گیری آب با حداقل آلودگی و کیفیت خوب وارد سد می د. تنها منبع آلودگی در این بخش مربوط به استفاده بی ، از کودهای شیمیایی و سموم آفت کش است.در پایین ت سد تخلیه فاضلاب های خام و تصفیه شده شهری و تی موجب افزایش آلودگی رودخانه شده(Bidokhti and Rakhshandehro 20) و لذا پنج ایستگاه مورد در این تحقیق از زیر دست سد انتخاب شده اند. صات این ایستگاه ها توسط موقعیت سنج ماهواره ای Etrex ساخت چین ثبت گردید. به ترتیب ایستگاه یک ن از سد درودزن ($30^{\circ}12'144''N,52^{\circ}26'899''E$)، ستگاه دو پل پتروشیمی $29^{\circ}51'490''N,52^{\circ}45'809''$)، ایستگاه سه پل خان $29^{\circ}51'016''N,52^{\circ}46'254''$)، ایستگاه چهار پل باخ ($29^{\circ}46'118''N,53^{\circ}68'012''E$)و ایستگاه پنج دی بختگان ($28^{\circ}45'418''N,53^{\circ}70'101''E$)می . (عکس۱).از هر ایستگاه دو سری نمونه آب و دوسری ه رسوب جمع آوری گردید تا آزمایش های میکروبی و کی – شیمیایی هم زمان انجام شوند. نمونه‌های آب از پنجاه سانتی‌متری سطح آب و نمونه های رسوب از عمق سه تا چهار سانتی متری سطح رسوبات (منطقه هوازی) و مطابق با استاندارد متدهای 9030,9060A-3010A,B انجام شد(APHA, AWWA, WEF, 2005).

عوامل دما، کلر و pH در محل هر ایستگاه اندازه گیری ونمونه ها بلافاصله با حفظ شرایط ۴ درجه سانتیگراد به آزمایشگاه ارسال گردیدند.

روش های آزمایشگاهی: کلیه آزمایش های زیر بر طبق استاندارد روش مرجع و با سه بار تکرار انجام پذیرفت(APHA, AWWA, WEF, 2005).

اندازه گیری عوامل فیزیکی – شیمیایی: نمونه ها در ظروف پلی اتیلن ذخیره و با حفظ شرایط استاندارد بلافاصله به آزمایشگاه ارسال گردیدند. نمونه های رسوب با اسید فلوئوریدریک و مخلوط یک به سه از اسید کلریدریک و اسید نیتریک هضم وسپس میزان کادمیم در نمونه های آب و رسوب توسط دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی مدل CTA3000 ساخت انگلستان اندازه گیری شد. میزان نیترات، نیتریت، فسفات و ازت آمونیاکی نیز از طریق رنگ سنجی و تطابق رنگ و یا با اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. لازم به یادآوری است که کودهای فسفاته خود منبع مهمی برای ورود کادمیم به آب و خاک هستند و اندازه‌گیری میزان فسفات می‌تواند به طور غیرمستقیم این آلودگی را نشان دهد.

اندازه گیری عوامل زیستی: این روش ها شامل اندازه گیری اکسیژن محلول (DO)، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیک پنج روزه (BOD5)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) در نمونه‌های آب و مواد کل آلی (TOM) به روش واکی بلک در نمونه های رسوب می باشد.

روش‌های میکروبی:هدف از انجام این مرحله جداسازی و شناسایی باکتری‌های قابل کشت و مقاوم به کادمیم در نمونه‌های آب و رسوب از پنج ایستگاه است. نمونه ها در ظروف شیشه ای استریل تهیه و با حفظ شرایط استاندارد بلافاصله به آزمایشگاه ارسال شدند. غربال گری اول: ابتدا رقت های 10^{-5} – 10^{0} از نمونه های

Archive of SID

www.SID.ir

و رسوب تهیه شده سپس از هر رقت بر روی محیط
ت نوترینت آگار ساخت مرک آلمان حاوی یک میلی
ر از نمک کلرید کادمیم و در مقابل محیط کنترل فاقد فلز
ت داده شد. محیط های کشت در دمای $30^{\circ}C$ انکوبه
یده وپس از ۱۲۰–۴۸ساعت مورد بررسی قرار گرفته و
ی های مقاوم/متحمل جداسازی شدند. پس از شمارش
ها در گروه شاهد و آزمون، با تهیه کشت خالص از هر
ی، انجام رنگ آمیزی و تست های افتراقی، هر باکتری
حد جنس و/ یا گونه شناسایی گردید.

غربال گری دوم: به منظور ارزیابی توان رشد هر
ی و یافتن مقاوم ترین باکتری ها در این مرحله به ازاء
ک از باکتری های خالص سازی شده، پنج سری محیط
ت لوریا- برتانی براث حاوی غلظت های ۰، ۲، ۳، ۴و ۵
مولار از کلرید کادمیم تهیه و مطابق با استاندارد یک مک
د، یک میلی لیتر از سوسپانسیون باکتریایی به هر لوله
وده گردید. پس از ثبت OD_{600} اولیه با دستگاه
کتروفتومتر مدل Shimadzu-UV.120 ساخت ژاپن و
یاسیون به مدت ۷۲ ساعت، OD_{600} ثانویه نیز ثبت شد.
ت صفر به معنی کنترل و دارای بالاترین مقدارOD_{600}
باشد.

غربال گری سوم: محاسبه حداقل غلظت بازدارنده رشد(MIC) Minimum Inhibitory Concentration و حداقل غلظت کشنده باکتری Minimum Bactericidal (MBC) Concentration روش هایی استاندارد برای تعیین حداکثر مقاومت یک باکتری می باشد(Amoroso *et al.* 2002). برای باکتری های منتخب از غربال گری دوم،MIC و MBC مطابق با پروتوکول National Committee for Clinical (NCCLS) Laboratory Standard با نام جدید(CLSI) Clinical and Laboratory Standard Institute به شماره هایM26-A, M7-A5 انجام پذیرفت (CLSI,NCCLS). براساس روش "Macrodilution broth" به ازاء هر باکتری سوسپانسیون باکتریایی معادل با استاندارد یک مک فارلند تهیه و مقدار یک میلی لیتر از آن به لوله‌های حاوی یک میلی لیتر از غلظت‌های مختلف فلز تلقیح شد به صورتی که غلظت نهایی معادل نیم مک فارلند وMm ۵ وغلظت های متناوب از CdCl2 باشد. یک محیط مایع تلقیح نشده به عنوان کنترل منفی و یک محیط مایع تلقیح شده و فاقد کادمیم به عنوان کنترل مثبت در کنار هر سری از رقت‌های فلزی اضافه شد. پس از انکوباسیون شبانه(Overnight incubation) نخستین لوله‌ای که شفاف و فاقد رشد میکروبی بوده به عنوان کمترین غلظت بازدارنده رشد یا MIC محسوب گردید. به دنبال مشخص شدن MIC از همان رقت و رقت‌های بعدی به اندازه ۰/۱ml در محیط جامد کشت شد و پس از انکوباسیون شبانه پلیت‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. غلظتی از فلز که هیچ کلنی در آن رشد نکرده یا تعداد کلنی‌ها نسبت به پلیت کنترل ۹۹/۹٪ کاهش یافته بود به عنوان MBC درنظر گرفته شد.

برآوردهای آماری در این پژوهش با نرم افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶و آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه‌های دو به دو به روش دانکن انجام شد.

نتایج

۱- نتایج عوامل فیزیکی – شیمیایی و زیستی: در کلیه ایستگاه ها مقدار کادمیم در رسوبات به طور معنی دار بیش از آب است ($p<$ ۰/۰۰۱). مقدار متوسط به دست آمده از ایستگاه ها در نمودار ۱-۱ گنجانده شده است.هم چنین مقادیر کلیه عوامل زیستی و فیزیکی – شیمیایی در جدول ۱ آورده شده است. به طور متوسط بیشترین آلودگی از نظر میزان کادمیم مربوط به ایستگاه های دو و سه ($p<$ ۰/۰۰۱) و از نظر کلیه فاکتورها ایستگاه های سه و پنج می باشد. کاهش نسبت BOD/COD

Archive of SID

www.SID.ir

.و ایستگاه آخروافزایش فسفات درچهار ایستگاه مشاهده شد.

نتایج روش های میکروبی: غربالگری اول: گین شمارش باکتری ها در تمامی ایستگاه ها نشان می که رسوبات در مقایسه با آب به طور معنی دار(۰/۰۰۱)از باکتری های بیشتری برخوردارند(نمودار۲-۱). ازسوی ر میانگین شمارش باکتری ها در حضور یک میلی مولار مک کادمیم در مقایسه با کنترل فاقد فلز به طور معنی ۰/۰۰۱ >p) کاهش نشان می‌دهد (نمودار ۲-۲). سومین در این بخش نشان می دهد که شمارش باکتری های م در ایستگاه های سه و پنج بیش از سایر ایستگاه ها بوده (۰/۰۰۱ >p). هم چنین فراوان ترین باکتری های ایزوله در طی این تحقیق .*Pseudomonas* Spp با شمارش (log10 cfu/ml) بوده و کمیاب ترین باکتری *Citrobacter* S با شمارش۲/۱ (log10 cfu/ml) باشد که تنها در ایستگاه سه مشاهده گردید.

ل گری دوم:برخی از باکتری های این تحقیق که از پنج گاه ایزوله شده اند به دو تا پنج میلی مولار کادمیم مت نشان داده و بیشترین کدورت و بهترین رشد را پس ۷ ساعت در OD_{600} نشان دادند. بیشترین باکتری های م، گرم منفی و مربوط به رسوبات می باشند.

ل گری سوم:پنج باکتری گرم منفی و دو گرم مثبت از نظر کثر مقاومت از طریق MIC و MBC بررسی شدند *Pseudomonas aeruginosa* E از ایستگاه سه با M برابر شش و MBC هفت میلی مولار و *Bacillus* A از ایستگاه دو با MIC برابر چهار و MBC پنج میلی ر حداکثر مقاومت را به کادمیم نشان داده‌اند (منحنی های تا ۷-۲).

ث

در بخش‌های مورد مطالعه فعالیت های شهری، تی و کشاورزی از عوامل اصلی آلودگی در رودخانه کر به شمار می آیند. به طور کلی سابقه آلودگی درنواحی زیر دست سد درودزن شایع تر بوده است. از طرفی به دلیل شیب بسیار کم و کاهش چشمگیر سرعت آب در محدوده ایستگاه سه و پنج هم چنین تخلیه ی پساب‌های خام و تصفیه شده شهرمرودشت و نواحی مجاورو پساب های کشاورزی و صنعتی درایستگاه سه، آلودگی در این ایستگاه‌ها قابل توجه است. افزایش معنی دار کادمیم در رسوبات نسبت به آب از رودخانه‌های اوتاوا در کانادا (Titus and Pfister 1984) و رودخانه الچی در نیجریه (Davies et al. 2006) نیز گزارش شده است. این مساله خصوصاً در هنگام طغیان رودخانه حایز اهمیت است؛ زیرا کادمیم بسیار بیش از فلزاتی مانند سرب، تحرک و توانایی بازگشت به فاز آبی را دارد و تا هفته ها پس از طغیان موجب آلودگی شدید آب و به تبع آن محصولات کشاورزی و دامی می گردد (Caetano *et al.* 2003; Korlali and Davies 2005). کادمیم خاصیت انباشتگی زیاد خصوصاً در گیاهانی مانند برنج و سیب زمینی و بافت های جانوری مانند کبد، کلیه را دارد وعلت تخریب استخوان ها نیز می باشد(Johansson 2002). هم چنین استاندارد این فلز برای حیات آبزیان ۰/۰۰٦ ppb تعیین شده که به لحاظ کمی قابل نمایش در نمودار۱-۱ نمی باشد ومتأسفانه در تمام ایستگاه ها مقدار کادمیم به طور معنی دار از این حد تجاوز نموده است. از سوی دیگر کادمیم آستانه آلودگی ندارد ومنظور از حداکثر مجاز برای این فلز، مقدار مطلوب نیست(Jahanmiri 1995). امروزه یکی از مشکلات مهم افزایش ترکیبات آلی تجزیه ناپذیر در محیط زیست است. کاهش نسبت BOD/COD به کمتر از ۰/۳ دلیل بر افزایش بیش از حد چنین ترکیباتی می باشد که در تحقیق حاضر نیز مشاهده شده است (Maier et al. 2002) . در رودخانه گومتی در هند (Chen et al. 2006) این دو فاکتور در تابستان بیش از زمستان و در رودخانه گدیز در ترکیه (Akcay et al. 2003) عکس این وضعیت گزارش شده است. هم چنین بالا بودن مقدار آمونیوم و فسفات در

Archive of SID

www.SID.ir

ی از ایستگاه ها نشان دهنده ورود پساب های صنعتی و
اورزی و فسفات شاخص غیرمستقیمی برای وجود
یم در آب است . این شرایط مشابه با وضعیت رودخانه
در چین می باشد (Cheung et al. 2003). کنترل
ی و کیفی انواع آلاینده ها و پساب ها از مسائل مهم و
د توجه در دنیای امروز است و در این راستا برتری
ن های زیستی بر روش های فیزیکی و شیمیایی امری
ی به شمار می آید (Low et al. 2000). در تحقیقی
ر روی رودخانه اوتاوا صورت گرفته.*Bacillus* Spp
ان ترین باکتری در آب و رسوب و *pseudomonas*
Spp. مقاوم ترین باکتری به کادمیم معرفی شده اند
(Titus and Pfister 19
سر *Pseudomonas* Spp. نه تنها از تمامی ایستگاه ها
سازی شده اند، بلکه به عنوان یکی از مقاوم ترین
ری ها به کادمیم نیز می‌باشند. غربال گری اولیه در این
یق مطابق با مطالعات Sharma و همکاران نشان می
که شمارش باکتری ها در حضور کادمیم به طور معنی
کاهش می یابد که خود بیان گر سمیت زیاد این فلز می-
. در غربال گری دوم و سوم اکثریت باکتری ها گرم
ی بوده و از رسوبات جدا شده اند. علت بالا بودن معنی
تعداد باکتری‌ها در رسوب نسبت به آب و هم چنین
ت شدن اکثریت باکتری‌های مقاوم/ متحمل به کادمیم در
رسوبات را می‌توان به دلیل پایدار بودن محیط رسوب
ت داد که در آن میکروارگانیسم ها به صورت لایه های
م و زیست لایه مستقر می‌شوند. در واقع تشکیل زیست
به عنوان یک راهکار توسط باکتری ها و برای مقابله با
ور مواد سمی و فلزات سنگین در محیط است که عامل
ی در بقای آنان به شمار می آید (Teitzel and
Parsek 20)؛ اگرچه در برخی از تحقیقات عکس این
یه گزارش شده است(Harrison et al. 2004) .
ره بر این در تحقیق حاضر به نظر می رسد باکتری های
منفی به دلیل فرم کشیده و بار منفی سطحی LPSو
ساختار ؛ در جذب کادمیم بهتر عمل می نمایند این موضوع با
برخی از تحقیقات دیگر نیز تطابق دارد Maier et al.
(2000). غربال گری سوم بر روی باکتری های منتخب نتایج
با ارزشی را نشان می دهد که قابل مقایسه با سایر تحقیقات
اخیر می باشد. برای باکتری *P.aeroginosa* در پژوهش
های Hassen و همکاران (1998)، Harrison و همکاران
(2004) و Raja و همکاران (2006) مقدار MIC برای
کادمیم به ترتیب ۱/۵، ۴/۶ و ۲/۷ میلی مولار به دست آمده
است که در مقایسه، باکتری ETs *P.aeroginosa* در
تحقیق حاضر با MIC برابر ۶ و MBC معادل ۷ کارآمدی
بهتری را ارایه نموده است. هم چنین Hassen و همکاران
(1998) MIC را برای باکتری *Bacillus* برابر ۱/۲ و
Richards و همکاران (2002) کمتر از ۰/۱ میلی مولار به
دست آورده اند که *Bacillus* ABs با MIC ۴ و MBC
۵، باکتری باارزشی محسوب می‌گردد. به ویژه آن که این
باکتری ها بومی بوده و عدم نیاز به دست ورزی‌های ژنتیکی از
مزایای آن‌ها می‌باشد زیرا سازمان جهانی حفاظت از محیط
زیست (EPA) و بسیاری از پژوهشگران ورود باکتری های
دست ورزی شده را به محیط غیرمجاز و نامطلوب می دانند
(Davison 2005). علاوه بر این وجود چنین باکتری هایی
می‌تواند به عنوان یک شاخص زیستی و بیانگر آلودگی در
محیط تلقی گردد(Hassen et al.1998; Ron 2007).

نتیجه گیری

شیوع آلودگی های زیست محیطی، کمبود منابع آب
شیرین (قابل شرب یا کشاورزی) و توجه ویژه به اصلاح الگوی
مصرف، ما را بر آن می دارد تا وضعیت رودخانه کر و دریاچه
بختگان در استان فارس را بیش از گذشته مد نظر قرار دهیم. به
همین منظوردر تحقیق حاظر بررسی رودخانه از نظر عوامل
فیزیکی - شیمیایی و زیستی و تعیین کیفیت آب در ایستگاه
های پرخطرانجام شد. به دلیل متغیر بودن وضعیت رودخانه و
تصادفی بودن زمان نمونه برداری، تکرار این تحقیق در زمان

Archive of SID

www.SID.ir

، مختلف و ایستگاه های بیشتر پیشنهاد می گردد. هم
ن با توجه به مشکلات ناشی از تخلیه پساب ها به
خانه، باکتری های مقاوم/ متحمل در این پژوهش برای
ری در صافیهای زیستی و اصلاح زیستی فاضلاب ها
ز اهمیت می باشند.

تشکر و قدردانی

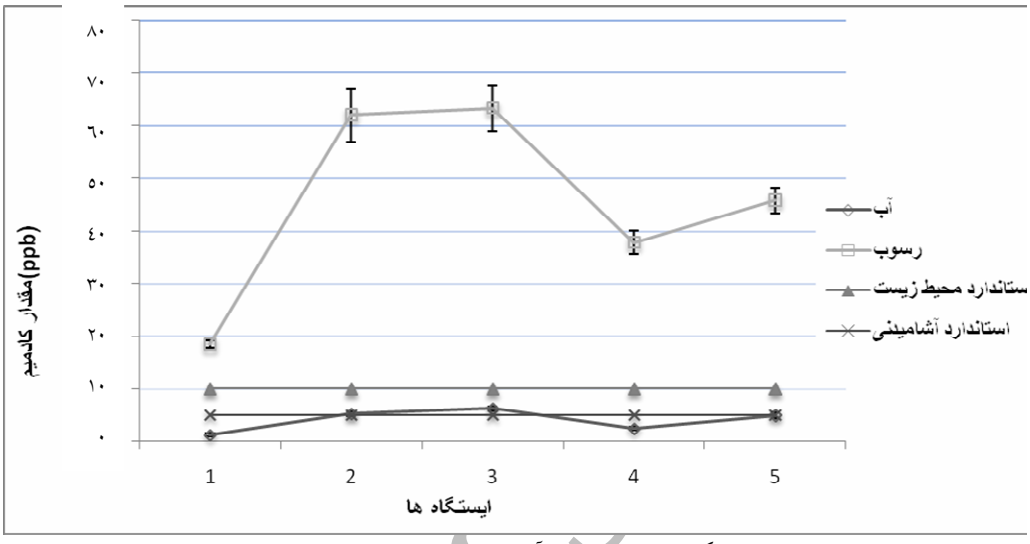
نظر به همکاری های بیدریغ و شایان توجه، از کلیه پرسنل محترم اداره حفاظت از محیط زیست استان فارس خصوصا بخش پژوهش در به انجام رساندن این طرح سپاسگزاری و قدردانی می گردد.

جدول ۱-۱: نتایج میانگین اندازه گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و زیستی

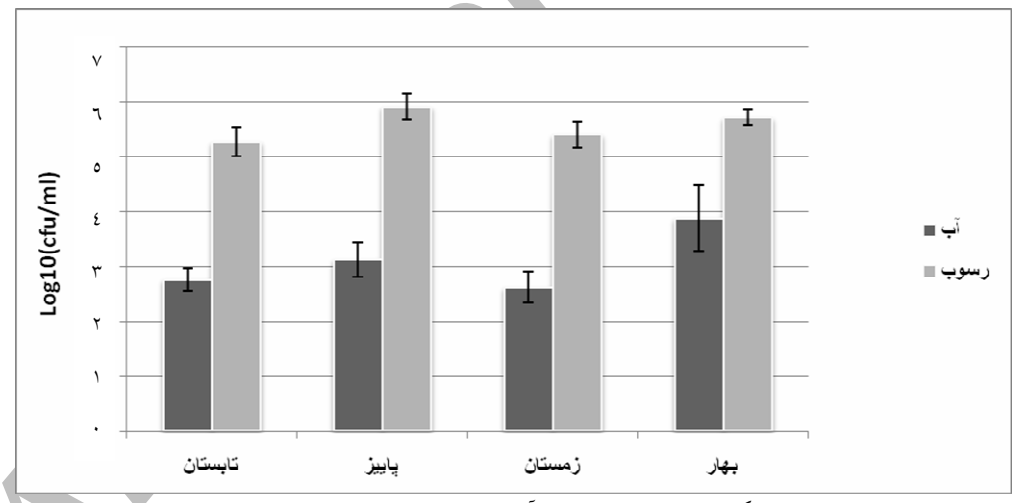
پارامترها	ایستگاه های نمونه برداری					
	۱	۲	۳	٤	٥	
pH	۷/۹	۸/۰	۷/۹	۸/۱	۷/۸	
$T(c^{\circ})$	۲۲/۰	۲۲/۰	۲۳/۰	۲۲/۰	۲۱/٥	
$Ec(\mu mohs/cm)$	٤۹۲	۸۹٥	۲٤۹۰	۳۳٦۰	۳۸٦۰	
$NO_3^-(mg/L)$	۳/۰	۱۲/۰	۱٦/۰	۱٤/۰	۱٥/۰	
$NO_2^-(mg/L)$	۰/۰۲٥	۰/۰٥٥	۰/۰۷	۱/۲	۱/٤	
$Cl^-(mg/L)$	٦۰/۰	۱٤۹/۰	٤٤۸/۰	۸۱۸/۰	۱٥٤٤/۰	نمونه 10^{-1}
$PO_4^{3-}(mg/L)$	۰/۰۰٥	۰/۱۹	۰/۲٤	۰/۸	۰/٤	
$NH_4^+(mg/L)$	۰/۰۲	۰/۰	۰/۲٥	۰/۲٦	۰/۳۷	
$BOD_5(mg/L)$	۰/۸	۲/۸	۱۲/٤	۱۳/٦	۱٦/۲	
$COD(mg/L)$	۱/٥	۳/۹	۳٦/۰	۷٦/۰	۸۱/۰	
$DO(mg/L)$	۹/۲	۸/۷	٥/۱	٥/۰	٤/۹	
$Cd(ppb)$	۱/۰	٥/۰	٥/۰	۲/۰	٦/۰	
$Cd(ppb)$	۱۹/۰	٦٦/۰	۷۰/۰	۳۸/۰	٤۷/۰	نمونه رسوب 10^{-1}
$TOM(\%)$	٥/٤	۷/٥	۱۹/۰	۲۲/٥	۲۲/۰	

Archive of SID

www.SID.ir

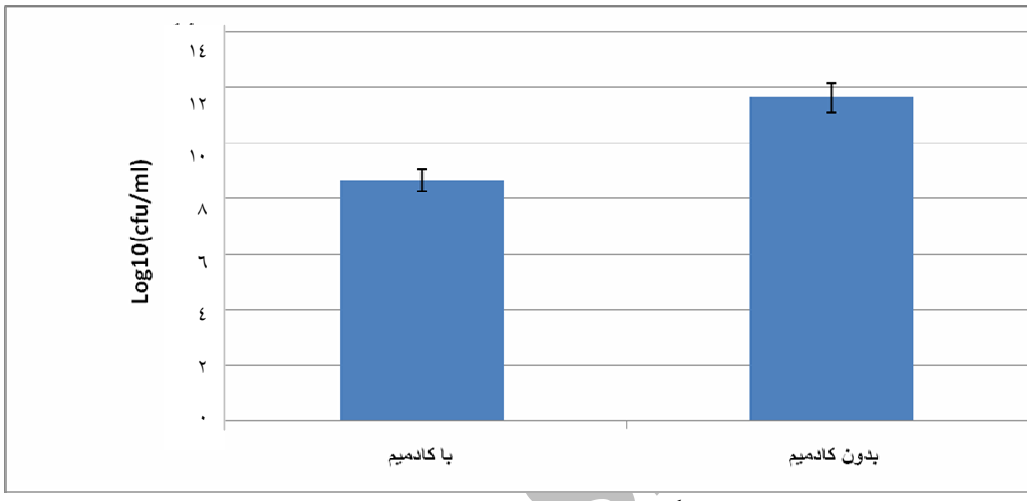


نمودار ۱-۱: میانگین مقدار کادمیم در آب و رسوب طی چهار فصل (تعداد= ۳)

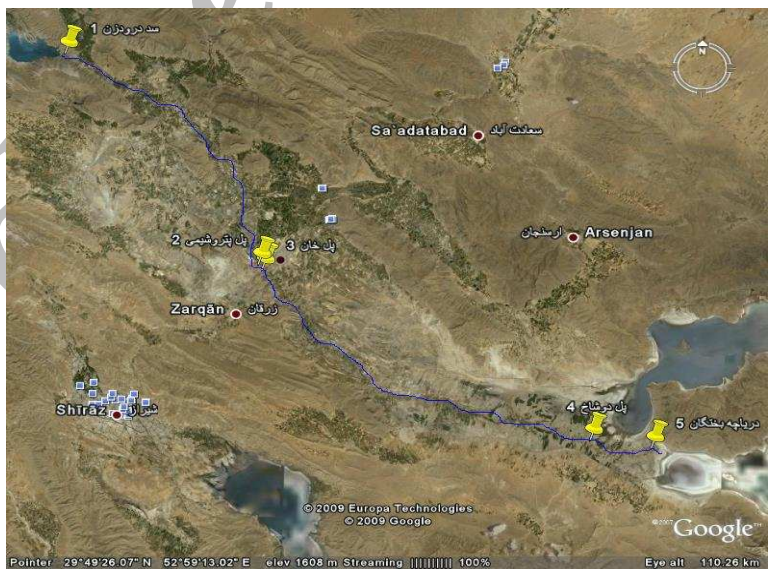


نمودار۲-۱: میانگین شمارش باکتری ها در آب و رسوب طی چهار فصل (تعداد= ۳)

www.SID.ir



نمودار۲-۲: میانگین شمارش باکتری ها تحت تاثیر کادمیم (تعداد= ۳)



عکس ۱: محدوده مطالعاتی و ایستگاه های نمونه برداری

Archive of SID

www.SID.ir

Refrences

Abolahrar, S. and Moghbeli. M., 2006. Biofilter in remediation of waste water with organic matters, The 9th National Congress on Environmental Health, Isfahan University of Medical Science, Iran, pp.153-154.

Akcay, H., Oguz, A. and Karapire, C., 2003. Study of heavy metal pollution and speciation in Buyak Menderes and Gediz river sediments, Water Research. 37, pp.813-822.

Amoroso, M. J., Oliver, G. and Castro, G. R., 2002. Estimation of growth inhibition by copper and cadmium in heavy metal tolerant *actinomycetes*, Basic Microbiol., 42, No.4, pp.231-237.

APHA, AWWA, WEF., 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition.

Bidokhti,N. and Rakhshandero, Gh., 2000. Monitoring of pollutants in the Kor and Sivand Rivers, Iran Department of Environment and Shiraz University.

Caetano, M., Madureira, M.J. and Vale, C., 2003. Metal romobilisation during resuspension of anoxic contaminated sediment: Short-term laboratory study, Water, Air, and Soil Pollution, 143, pp.23-40.

Cervantes, C., Espino-Saldana, A.E., Acevedo-Aquilar, f. and Leon-Rodriquez, I.L., 2006. microbial iteractions with heavy metals, Rev Latinoam Microbiology. **48**(2), pp.203-210

Chen, L., Jin, T., Huang, B. and Nordberg, G., 2006. Critical exposure level of cadmium for elevated urinary metallothionein: An occupational population study in China, Toxicology and applied pharmacology. 215, pp.93-99.

Cheung, K.C., Poon, B.H., Lan, C.Y. and Wong, M.H., 2003, Assessment of metal and nutrient concentration in river water and sediment collected from the cities the Pearl river delta, south Chi Chemosphere. **52**(9), pp.1431-1440.

Clinical and Laboratory Standard Institu 1999. M26-A: Methods for determini bactericidal activity of antimicrob agents. Wayne, PA: CLSI.

Davies, O.A., Allison, M.E. and Uyi, H. 2006. Bioaccumulation of heavy met in water, sediment and periwin (*Tympanotonus fuscatus var radu* from the Elechi Creek, Niger Del African Journal of Biotechnology, **5**(1 pp.968-973.

Davison, J., 2005. Risk mitigation genetically modified bacteria and pla designed for bioremediation, Journal Industrial Microbiology Biotechnolo 32, pp.639-650.

Haq, R., Zaidi, S.K. and Shakoori, I. 1999. Cadmium resistant *Enterobac cloacae* and *Klebsiella sp*. isolated fr industrial effluents and their possible r in cadmium detoxification, Word Jour of Microbiology and Biotechnology. pp.283-290.

Harrison, J.J, Ceri, H., Stremick, C.A. a Turner, R.J., 2004, Biofilm susceptibil to metal toxicity, Environmen Microbiology, **6**(12), pp.1220-1227.

Hassen, A., saidi, N., cherif, M. a Boudabous, A., 1998. Effects of hea metals on *Pseudomonas aeruginosa* a *Bacillus Thuringiensis*, Bioresou Technology. 65, pp.73-82.

Ikeda, M., Shimbo, S., Watanabe, T. a Yamagami, T., 2006. Correlation amc cadmium levels in river sediment, in ri in daily foods and in urine of residents 11 prefectures in Japan, Arch occupati environmental health. 79, pp.365-370.

Jahanmiri, A., 1995, Study of heavy met in the Kor River, Iran Department Environment and Shiraz University.

Archive of SID

www.SID.ir

Jin, T., Nordberg, M., Frech, W. and Dumont, X., 2002. Cadmium biomonitoring and renal dysfunction among a population environmentally exposed to cadmium from smelting in China (ChinaCad), BioMetals, 15, pp.397-410.

Johansson, M., 2002. A review of risks associated to Arsenic, Cadmium, Lead, Mercury and Zinc, Published by Kalmer University Sweden, Department of Biology and Environmental Science, 162P.

Kafilzadeh, F. and Abolahrar, S., 2007. Isolation of microorganisms with Cd, Hg and Cr remediation activities in the Kor River, Iran Department of Environment.

Koplan, J.P., 1999, Toxicological profile for cadmium, Published by ATSDR, U.S. department of health and human services.

Korlali, S.I. and Davies, B.E., 2005, Seasonal variations of trace metal chemical forms in bed sediments of Karstic River in Lebanon: implication for self-purification, Environmental Geochemistry and Health, 27, pp.885-895.

Low, K.S., Lee, C.K. and Liew, S.C., 2000. Sorption of cadmium and lead from aqueous solutions by spent grain, Process biochemistry, 36, pp.59-64.

Maier, R.M., Pepper, I.L. and Gerba, C.P., 2000. Environmental Microbiology, Academic press: San Diego, 585P.

National Committee for Clinical and Laboratory Standard., 1997. M7-A4: Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically, 4th ed. Approved standard M7-A4. Villanova, PA: NCCLS.

Raja, C.E., Anbazhagan, K. and Selvam, G.S., 2006. Isolation and characterization of a metal-resistant *Pseudomor aeruginosa* strain, World Journal Microbiology and Technology, pp.577-585.

Richards, J.W., Krumholz, G.D., Chv M.S. and Tisa, L.S., 2002, Heavy me resistance patterns of *Frankia* strai Applied and Environmer Microbiology. **68**(2), pp.923-927.

Ron, E.Z., 2007. Biosensing environmer pollution, Current Opinion Biotechnology. 18, pp.252-256.

Sharma, P. K., Balkwill, D. L., Frenkel, and Vairavamurthy, M. A., 2000. A n *Klebsiella planticola* strain (Cd-1) gro Anaerobically at high cadmi concentration and precipitates cadmi sulfide, Applied and Environmer microbiology. **66**(7), pp.3083-3087.

Teitzel, G.M. and Parsek, M.R., 20 Heavy metal resistance of biofilm a planktonic *Pseudomonas aerugino* Applied and Environmer Microbiology. **69**(4), pp.2313-2320.

Titus, J. A. and Pfister, R. M., 19 Bacteria and cadmium interaction natural and laboratory model aqua systems, Arch. Environ. Conta Toxicol. 13, pp. 271-277.

Vullo, D., Ceretti, H.M., Hughes, E.A. a Ramirez, S., 2005, Indigenous hea metal multiresistant microbiota of I Catonas stream, Environmer Monitoring and Assessment, 105, pp. 8 97.

Yousefi, Z., Akbarpour, S. and Ibrahi P., 2006. Evaluation of Cd and absorption by macro algae from Casp sea, The 9th National Congress Environmental Health, Isfah University of medical Science, Ir Pp.143-144.

Archive of SID

www.SID.ir