

## تعیین مقدار برخی از فلزات سنگین در آب رودخانه‌های کارون و دز

احمد باباپور مفرد<sup>۱</sup>، صغری رستمی<sup>۲</sup>، محمد اعلازاد<sup>۳</sup>، مریم فروزانفر<sup>۴</sup>،  
الهام خاکسار<sup>۱</sup>، زهرا رضانی<sup>۴</sup>

### چکیده

**زمینه:** احداث و راه‌اندازی کارخانجات و کارگاه‌های صنعتی کوچک و بزرگ در بسیاری از نقاط استان خوزستان در محدوده رودخانه کارون بدون انجام مطالعات لازم در مورد تصفیه فاضلاب، آلودگی زیادی را به این رودخانه وارد می‌کند. برخی از کارخانجات بزرگ استان، فاضلاب‌های خود را در رودخانه کارون تخلیه می‌کنند و دارای تصفیه‌خانه فاضلاب نمی‌باشند. بنابراین آنالیز و کنترل فلزات سنگین در رودخانه کارون و دز ضرورت دارد.

**روش:** نمونه‌برداری در چهار فصل تابستان، پاییز و زمستان ۸۵ و بهار ۸۶ از ۱۱ ایستگاه منتخب انجام گرفت. نمونه‌ها بر اساس اصول نمونه‌برداری تهیه و سپس به آزمایشگاه منتقل و مورد آنالیز قرار گرفتند. هضم نمونه‌ها بر اساس متد استاندارد صورت پذیرفت و نمونه‌های V، Pb، Cd، Ni، Co با دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی و Cr با جذب اتمی شعله‌ای تعیین مقدار شدند.

**نتایج:** از نتایج مشخص شد که میزان وانادیوم، کبالت و سرب در فصل بهار در کلیه ایستگاه‌های شاخص بالاتر از سایر فصول سال بوده‌اند و میزان کادمیوم نیز در فصل تابستان در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری بالاتر از سایر فصول سال بوده است. بیشترین میزان سرب و کادمیوم مربوط به ایستگاه سد گتوند و بیشترین میزان وانادیوم و کبالت نیز مربوط به ایستگاه کارون- بند قیر می‌باشد. تغییرات میزان نیکل از روند مشخصی در طول ایستگاه‌های شاخص تبعیت نمی‌کند و بیشترین میزان نیکل مربوط به ایستگاه بند میزان است. کروم نیز در فصول مختلف سال و ایستگاه‌های مختلف از مقادیر نسبتاً مشابهی برخوردار بوده است.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به خشکسالی‌های چند سال گذشته و با توجه به اینکه میزان بارش در فصول بهار و تابستان در سال‌های ۸۵-۸۶ طبق گزارش سازمان هواشناسی استان خوزستان در حد صفر گزارش شده است. بنابراین بیشترین میزان آلودگی نیز مربوط به همین دو فصل می‌باشد که دلیل آن پایین آمدن دبی رودخانه و افزایش و تجمع پساب‌های شهری و صنعتی در این دو رودخانه می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** فلزات سنگین، رودخانه کارون و دز، جذب اتمی کوره گرافیتی، جذب اتمی شعله‌ای

۱- کارشناس ارشد شیمی تجزیه، مرکز تحقیقات نانو تکنولوژی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۷۳۸۳۰  
ababapour@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست استان خوزستان، اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۷۳۷۶۸۰  
rostami@yahoo.com

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۷۳۷۶۸۰  
M\_alanezhad@yahoo.com

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۷۳۷۶۸۰  
E\_khaksar@yahoo.com

۳- کارشناس، سازمان حفاظت محیط زیست استان خوزستان، اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۷۳۷۶۸۰  
forozaanfar@yahoo.com

۴- دانشیار شیمی تجزیه، گروه شیمی دارویی، دانشکده داروسازی، مرکز تحقیقات سم شناسی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۳۸۵۱۷  
zramezani@ajums.ac.ir

\* نویسنده مسؤول:

زهرا رضانی؛ ایران، اهواز، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده داروسازی، گروه شیمی دارویی.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۳۸۵۱۷  
zramezani@ajums.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۸

## مقدمه

و همچنین فاضلاب‌های شهری حوضه آبریز کارون و دز که بیشتر آن به درون رودخانه‌های کارون و دز سرازیر می‌شوند (جدول ۱) و از آنجایی که بر اساس آمار و اطلاعات ارائه شده توسط شرکت‌های آب و فاضلاب اهواز و استان، رودخانه کارون تأمین‌کننده آب شرب بسیاری از شهرهای استان می‌باشد، تضمین کیفیت آب رودخانه کارون و همچنین رودخانه دز از نظر بسیاری از آلاینده‌ها در سلامت و بهداشت مصرف‌کنندگان آب شرب، نقش بسزایی را ایفا می‌کند (۳).

از آنجا که فلزات سنگین به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع پذیری در بافت‌های مختلف و عدم تجزیه پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیکی پس از ورود به محیط قادرند در چرخه حیات به حرکت چرخه‌ای خود ادامه داده و به تدریج در بافت‌های چرب مصرف‌کنندگان ذخیره گردند و از این راه موجب بروز خطرات عدیده سمی حاد، مزمن و اثرات ژنتیکی گردند، بررسی و پیگیری نحوه ورود این عناصر از طریق منابع مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی به منابع پذیرنده آب، خاک و غذا توجه بسیاری از محققین محیط زیست و بهداشت را به خود جلب نموده است (۴-۸).

در ایران نیز به حضور برخی از این فلزات سنگین در آب توجه شده و میزان آنها تعیین گردیده است. که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

بررسی آلودگی فلزات سنگین رودخانه‌های کارون و دز در استان خوزستان در سال ۱۳۷۴ نشان داد که میانگین غلظت جیوه و کادمیم در چهار فصل نمونه‌برداری در برخی از ایستگاه‌ها نسبت به استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و حفاظت محیط زیست امریکا از مقادیر بیشتری برخوردار است (۲). در سال ۲۰۰۴ مطالعه‌ای بر روی فلزات سنگین کروم، نیکل و مس بر روی رودخانه کارون در ۱۶ ایستگاه

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت می‌باشد. با توجه به اهمیت این مجاری و خشکسالی سال‌های اخیر، حفظ این منابع یکی از وظایف مهم می‌باشد. از طرفی، این منابع به‌عنوان محل تخلیه فاضلاب‌ها، پساب‌های کارخانه‌ها و زهکش‌های کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه هر رودخانه تا حدود معینی ظرفیت پذیرش آلاینده‌های ورودی را دارا می‌باشد، بنابراین امروزه بررسی کیفی و محیط زیستی این منابع مطرح است (۱).

رودخانه‌های کارون و دز طی مسیری حدود ۱۰۰۰ کیلومتری در استان خوزستان از مهم‌ترین منابع آب‌های جاری استان خوزستان و کشور بوده و حوضه آبریز این دو رودخانه حداقل ۵ استان مهم کشور را در برمی‌گیرد. استان خوزستان به‌عنوان پایاب رودخانه‌های فوق پذیرای مجموع آب‌های سرچشمه گرفته از استان‌های چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، فارس و لرستان بوده و علاوه بر آن، آب مورد نیاز بیش از ۹۰ درصد صنایع، ۷۰ درصد جمعیت و ۶۰ درصد اراضی تحت کشت آبی استان خوزستان از طریق این دو رودخانه تأمین می‌گردد. علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد رودخانه‌های فوق‌الذکر در رفع نیاز صنایع، مراکز شهری و اراضی کشاورزی، آلودگی‌های متعددی در این منابع آبی وارد شده است که هزینه‌های تصفیه و بهسازی آب این رودخانه‌ها را جهت مصارف گوناگون افزایش می‌دهد (۲).

طرح‌های توسعه کشاورزی از جمله طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی، طرح آبیاری و زهکشی اراضی شمال شرق اهواز، طرح آبیاری و زهکشی کوثر و جفیر و همچنین صنایع موجود در حوضه کارون و دز که آب مورد نیاز خود را از رودخانه‌های کارون و دز تأمین می‌سازند و از طرفی فاضلاب‌های صنعتی خود را در این حوضه تخلیه می‌سازند

بررسی‌های انجام شده بر روی محصولات کشاورزی رودخانه فصلی شیراز، نشان‌دهنده بالا بودن بسیاری از عناصر فلزی مانند منگنز، آرسنیک و کرم شش ظرفیتی در محصولات مختلف آبیاری شده با پساب‌های جاری در مسیر رودخانه بوده و از سوی دیگر نشان داد که مهم‌ترین منابع وارد کننده فلزات سنگین شامل واحدهای آبرکاری، قطعات الکترونیک و مخابرات می‌باشند (۱۶).

با توجه به اهمیت مسأله آب شرب و اثر فلزات سنگین بر سلامت انسانها و لزوم گزارش دوره‌ای و کنترل ورود این آلاینده‌ها بر آن شدیم تا فلزات کادمیوم، نیکل، وانادیوم، کبالت و سرب را در آب رودخانه‌های کارون و دز اندازه‌گیری کنیم تا بعد از آگاهی از میزان آنها، تمهیدات لازم در جهت حذف آنها انجام شود.

منتخب صورت پذیرفت که نتایج حاصل، نشان‌دهنده افزایش آلودگی در امتداد رودخانه می‌باشد (۱۸). همچنین مطالعات بر روی رودخانه‌های کر و سیوند در فارس (۱۰) و ۹، گدارخوش در ایلام (۱۱)، جاجرود در تهران (۱۲)، رودخانه چالوس در مازندران (۱۳) و رودخانه عباسای شهرستان نور (۱۴) نشان‌دهنده وجود عناصر فلزی در محیط‌های رودخانه‌ای کشور در اثر ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی بوده است.

بررسی غلظت فلزات سنگین در آب و رسوبات کف رودخانه اروندرود در فاصله زمانی سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۴ نشان داد که منابع مختلفی مانند صنایع، کشاورزی و فاضلاب و پساب شهری و همچنین تخلیه بار آلوده توسط پالایشگاه آبادان باعث افزایش غلظت فلزات محلول در آب نظیر سرب، مس، روی، کادمیوم، آهن و کرم در رودخانه اروندرود شده است (۱۵).

جدول ۱: سهم ناشی از ورود پساب‌های صنعتی، زهاب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری به رودخانه کارون

منابع آلاینده	دبی (متر مکعب در ثانیه)	حجم سالیانه (میلیون متر مکعب)	درصد کل
کشاورزی	۶۷	۲۱۱۴/۹	۸۳/۵۴
صنعتی	۷/۲۵	۲۲۸/۶۳	۹/۰۴
شهری	۵/۹۵	۱۸۷/۶۴	۷/۴۲
جمع کل	۲/۸۰	۲۵۲۹/۲	۱۰۰

## روش

## مواد مورد استفاده

در این پروژه، ترکیبات شیمیایی استفاده شده همگی ساخت شرکت مرک آلمان یا فلوکا با درجه خلوص بالا بوده و جهت تهیه محلول‌های استاندارد از آب دوبار تقطیر بدون یون استفاده گردید. مواد مورد استفاده عبارتند از: اسید نیتریک غلیظ، اسید کلریدریک غلیظ، استیک اسید، ارتوفسفریک اسید، اسکوربیک اسید، اسید سولفوریک غلیظ و سدیم استات ساخت شرکت مرک آلمان با درجه خلوص بالا.

محلول‌های کاری سرب، وانادیوم، نیکل، کبالت، کادمیوم و کروم از محلول‌های آماده تیتراژول ساخت شرکت مرک آلمان با رقت مرحله‌ای از محلول ۱۰۰ میکروگرم در لیتر هر یک از استانداردها ساخته شدند.

## وسایل مورد استفاده:

دستگاه‌های مورد استفاده عبارت اند از: دستگاه جذب اتمی شعله‌ای Aurora مدل A۱۱۲۰۰ ساخت کشور چین، دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی Carl zeiss Analytical Jena مدل SEA ساخت کشور آلمان، دستگاه pH متر Metrohm ساخت کشور سوئیس.

## تعیین محدوده مطالعاتی:

جهت تعیین و شناسایی محدوده مطالعاتی با استفاده از مطالعات انجام شده قبلی در این حوضه، اطلاعات مربوط به حوضه آبریز در داخل و خارج استان خوزستان جمع‌آوری و محدوده مطالعاتی تعیین گردید که این محدوده از محل سد گتوند بر روی رودخانه کارون و روستای چم گلک در بالادست رودخانه دز در شمال استان خوزستان شروع شده و تا محل اتصال رودخانه کارون به آبهای گرم خلیج فارس در نظر گرفته شد که در مجموع شامل ۱۱ ایستگاه بر روی رودخانه کارون و دز می‌باشد که از این تعداد ۲ ایستگاه در

ابتدا و انتهای رودخانه دز و ۹ ایستگاه نیز از سد گتوند تا انتهای رودخانه کارون (حفار) در محدوده استان خوزستان در نظر گرفته شد. از میان ۹ ایستگاه بر روی رودخانه کارون، تعداد ۲ ایستگاه در محدوده کارون شمالی (از سد گتوند تا محل الحاق شاخه‌های دز، گرگر و شطیپ در منطقه بندقیق)، ۵ ایستگاه در محدوده کارون میانی (از بند قیر تا روستای ام الطمیر در جنوب اهواز) و ۲ ایستگاه در محدوده کارون جنوبی (از جنوب اهواز تا اتصال شاخه حفار به رودخانه اروند) در نظر گرفته شد.

## روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از آب ۱۱ ایستگاه انتخابی در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان جهت تعیین مقدار عناصر کادمیم، کبالت، سرب، نیکل، کروم و وانادیوم انجام گرفت. بدین منظور، ظروف پلی اتیلنی به مدت ۲۴ ساعت اسیدشویی شده و با استفاده از پودر درترجت و آب مقطر شسته و آبکشی شدند و در زمان نمونه‌برداری با آب رودخانه شسته شد. از سه نقطه عرض در دو عمق مختلف (۰/۲ و ۰/۸ از عمق رودخانه) نمونه برداشت شد. آب برداشته شده از ۲ عمق مختلف با یکدیگر مخلوط و در نهایت ۳ نمونه از هر ایستگاه جمع‌آوری شد (۱۹).

## هضم نمونه‌ها

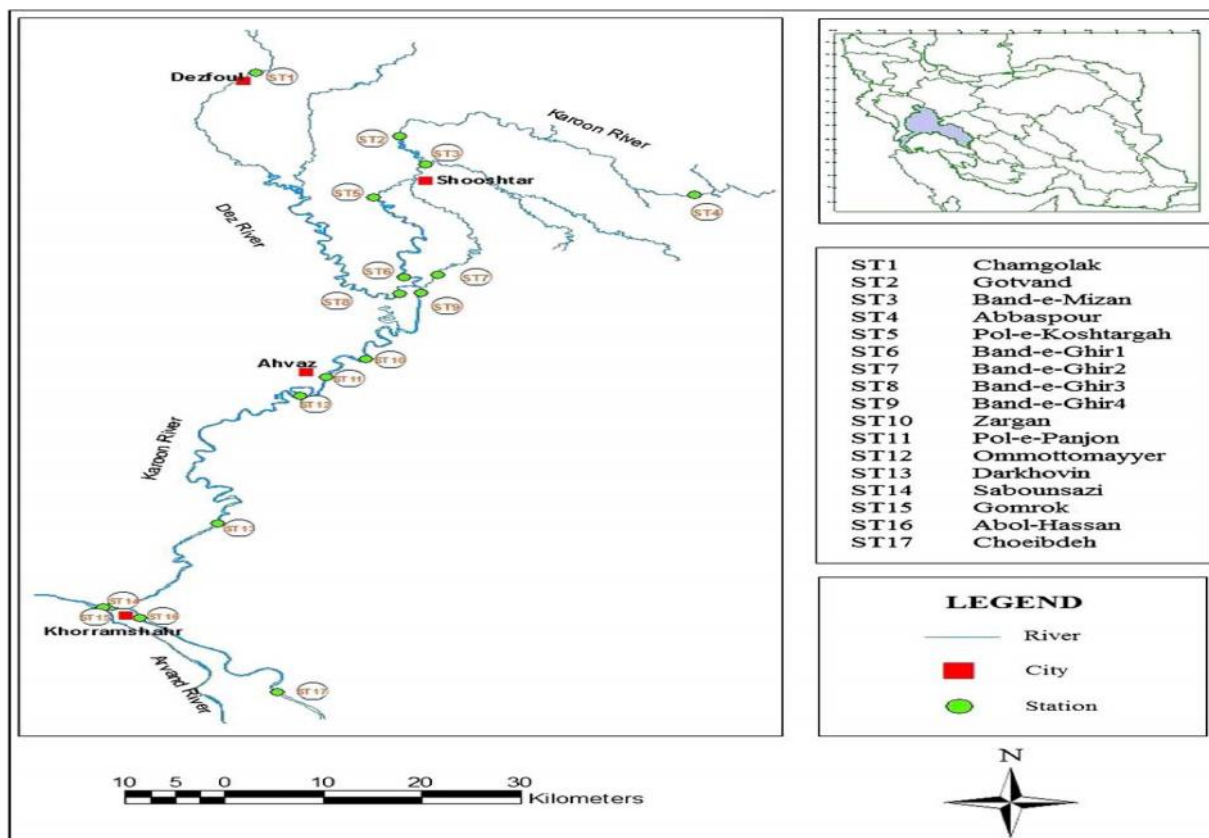
هضم نمونه‌های آب توسط روش‌های استاندارد گزارش شده در EPA (۱۷) طبق مراحل زیر انجام گردید: نمونه‌های آب همگن منتقل شده به آزمایشگاه صاف گردید و سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر از آن به ارلن ۱۲۵ میلی‌لیتری منتقل، ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵٪ و چند دانه سنگ جوش به آن اضافه و به آرامی حرارت داده شد. عمل حرارت دادن تا رسیدن به کمترین حجم ممکن (در حدود ۱۰ تا ۲۰ میلی-

نمونه صاف شد و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول فوق برای آنالیز با دستگاه جذب اتمی آماده شد.

لیتر) قبل از ایجاد رسوب ادامه داده شد. سپس تا زمان کامل شدن عمل هضم (تشکیل محلول صاف و روشن) بر حسب ضرورت اسید نیتریک اضافه و حرارت داده شد. سپس

جدول ۲: مشخصات ایستگاه‌های رودخانه کارون و دز

ردیف	نام ایستگاه	فاصله از ایستگاه مبدأ (کیلومتر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
۱	سد گتوند	ایستگاه مبدأ			۳۶۸
۲	بند میزان شوشتر	۱۸۳	۴۸° ۵۱' ۵۰"	۳۱° ۱۴' ۴۳"	۷۵
۳	انتهای شطیپ-بندقییر	۲۶۵	۴۸° ۵۲' ۰۰"	۳۱° ۳۸' ۳۰"	۲۰
۴	انتهای گرگر-بندقییر	۲۶۲	۴۸° ۵۳' ۱۵"	۳۱° ۳۹' ۰۰"	۲۰
۵	کارون-بندقییر	۲۶۷	۴۸° ۵۲' ۵۰"	۳۱° ۳۸' ۴۵"	۲۰
۶	زرگان	۳۱۸	۴۸° ۴۵' ۳۰"	۳۱° ۲۴' ۰۰"	۲۰
۷	ام الطمیر اهواز	۳۶۸	۴۸° ۳۳' ۳۵"	۳۱° ۱۴' ۴۵"	۲۰
۸	صابون سازی خرمشهر	۵۲۴	۴۸° ۱۲' ۵۰"	۳۰° ۲۵' ۳۰"	۳
۹	گمرک خرمشهر(حفار)	۵۲۸	۴۸° ۱۲' ۴۵"	۳۰° ۲۶' ۰۵"	۳
۱۰	چم گلک	ایستگاه مبدأ	۴۸° ۲۶' ۴۴"	۳۲° ۳۶' ۲۵"	۳۵۴
۱۱	انتهای دز (بندقییر)	۱۵۳	۴۸° ۵۲' ۱۵"	۳۱° ۳۸' ۴۵"	۲۰



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های واقع بر رودخانه‌های کارون و دز

## نتایج

آمده است. شایان ذکر است که در نمونه آب تمام فصول هیچ کرومی مشاهده نگردید. مقادیر مربوط به کمینه و بیشینه هر یک از فلزات کادمیوم، وانادیوم، کبالت، نیکل و سرب در چهار فصل نمونه‌برداری نیز در جدول ۵ آمده است.

میانگین تغییرات pH، هدایت الکتریکی، کدورت، کل جامدات معلق، سختی و کلرور در جدول ۳ آمده است. در نمودار ۱ تا ۵ میانگین مقادیر هر یک از فلزات کادمیوم، نیکل، وانادیوم، کبالت و سرب در ۱۱ ایستگاه نمونه‌برداری آب طی چهار فصل آمده است. میانگین مربوط به هر یک از این عناصر نیز در چهار فصل در نمونه‌های آب در جدول ۴

جدول ۳: میانگین pH، هدایت الکتریکی، کدورت، کل جامدات معلق، کلور و سختی در ۱۱ ایستگاه نمونه برداری آب رودخانه های کارون و دز در چهار فصل نمونه برداری:

ایستگاه	pH	هدایت الکتریکی μ mho/cm	کدورت NTU	کل جامدات معلق mg/l	کلور mg/l	سختی کل mg/L caco3
سد گتوند	۸/۰۸	۱۰۹۱/۷۵	۱۷۱۴/۶۸	۳۱۲	۲۹۲/۶۷	۳۱۶
بند میزان	۷/۸۸	۱۱۸۰/۷۵	۲۵۰۷۲/۸۲	۱۱۲/۳۳	۲۵۸/۳۳	۳۸۱
شطیط	۸/۰۵	۱۵۸۳/۷۵	۳۲۸/۵۵	۴۲۳/۳۰	۴۰۵/۶۷	۳۹۳
گرگر	۷/۹۲	۲۳۰۵	۱۷۸/۴۰	۵۵۲	۵۲۸/۳۳	۶۳۱
بندقییر	۸/۰۲	۱۳۵۲/۵۰	۳۰۱/۷۵	۶۲۰/۳۰	۲۶۴	۲۲۵
زرگان	۸	۱۳۵۸/۷۵	۸۲۲/۶۵	۹۳۵/۹۷	۲۹۳	۴۶۴
ام الطمیر	۸/۰۷	۱۳۹۵/۵۰	۶۵۲/۹۰	۶۶۴/۳۰	۲۸۶/۳۳	۵۰۶
صابون سازی	۷/۹۳	۱۷۶۳	۱۲۸۳/۷۸	۱۷۱۲/۱۰	۴۱۳/۳۳	۵۴۳
گمرک	۷/۸۷	۱۸۲۰	۱۰۲۵/۶۵	۱۲۴۱/۶۰	۴۶۸/۳۳	۵۰۹
چم گلک	۸/۱۰	۴۹۴/۲۵	۲۵/۵۸	۱۰۶/۶۳	۶۲/۳۳	۲۴۰
دز	۷/۹۸	۱۰۸۶	۲۶۷/۶۰	۴۹۵/۰۳	۱۷۵/۳۳	۴۶۷

جدول ۴: میانگین فلزات کادمیم، نیکل، وانادیوم، کبالت و سرب در ایستگاه های نمونه برداری آب رودخانه های کارون و دز در چهار فصل نمونه برداری (نتایج میانگین سه اندازه گیری هستند) (μg/L)

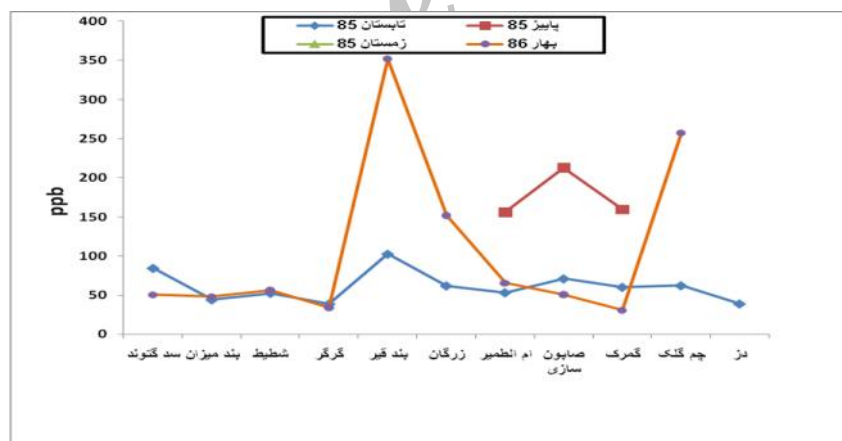
نام ایستگاه	Cd ±SD	Ni ± SD	V ± SD	Co ± SD	Pb ± SD
سد گتوند	۲/۲۸±۲/۱۳	۱۲۰/۵۸±۴۸/۲۸	۳۳/۷۵±۴۱/۳۷	۱۱/۶۳±۱۵/۰۷	۱۹/۲۲±۱۸/۴۳
بند میزان	۰/۷۴±۰/۳۱	۱۴۴/۸۹±۳۰/۷۲	۲۳/۰۳±۲۶/۶۳	۱۰/۵۴±۱۵/۸۲	۶/۹۷±۶/۴۶
شطیط-بندقییر	۱/۱۷±۰/۸۲	۱۱۵/۶۳±۳۳/۶۷	۲۷/۲۳±۳۱/۴۸	۶/۵۷±۲/۰۲	۹/۲۳±۸/۰۴
گرگر-بندقییر	۱/۹۶±۱/۶۲	۱۱۶/۷۴±۲۰/۸۲	۱۸/۳۳±۲۱/۲۳	۱۰/۳۶±۸/۹۰	۱۱/۶۸±۱۰/۷۲
کارون-بندقییر	۰/۶۶±۰/۲۹	۹۷/۰۲±۳۲/۶۷	۱۱۳/۶۸±۱۶۶/۱۰	۲۴/۶۵±۳۴/۰۲	۶/۸۴±۵/۸۹
زرگان	۰/۹۲±۰/۱۷	۶۷/۳۸±۲۵/۵۴	۵۳/۵۰±۷۱/۸۸	۱۸/۶۸±۲۴/۵۵	۸/۶۲±۷/۰۸
ام الطمیر	۱/۳۱±۰/۵۲	۸۴/۲۰±۴۳/۱۲	۶۸/۶۸±۶۴/۷۹	۶/۸۴±۷/۹۲	۱۲/۵۲±۲/۷۸
صابون سازی	۱/۶۳±۰/۶۷	۹۷/۲۰±۵۲/۶۶	۸۳/۷۱±۹۱/۱۲	۵/۷۷±۸/۰۷	۱۵/۶۵±۹/۰۹
گمرک خر مشهر	۱/۳۴±۰/۵۸	۱۲۱/۸۰±۴۱/۱۵	۶۲/۷۲±۶۹/۱۵	۴/۷۳±۷/۴۵	۱۳/۶۲±۴/۵۲
چم گلک	۰/۵۵±۰/۳۲	۱۲۰/۹۲±۱۷/۷۷	۱۰۶/۵۷±۱۳۴/۳۶	۱۰/۶۸±۱۱/۲۵	۹/۹۸±۵/۴۰
دز-بندقییر	۰/۷۳±۰/۲۳	۸۵/۰۵±۵۵/۰۸	۱۰۰/۲۷±۱۴۱/۴۰	۱۸/۶۹±۷/۵۶	۹/۹۳±۷/۴۶

دو ماهنامه علمی - پژوهشی جنتاشاپیر، ویژه نامه ی سال ۱۳۹۲

<http://journals.ajums.ac.ir/jentashapir>

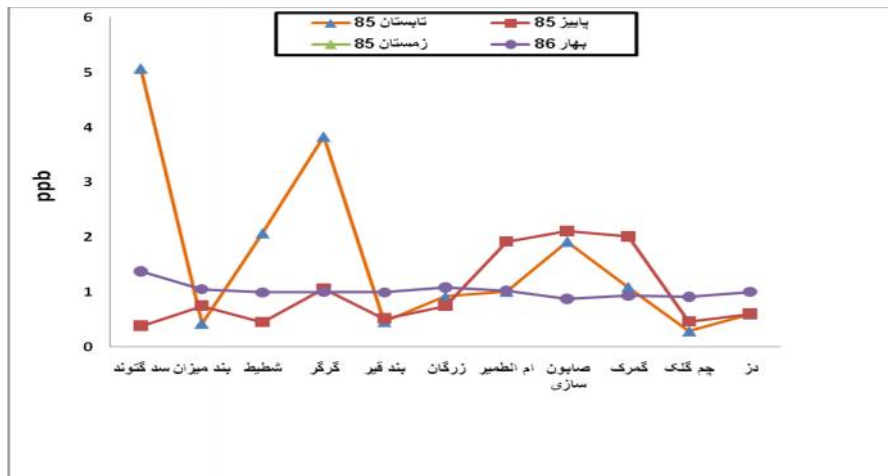
جدول ۵: مقادیر مربوط به کمینه و بیشینه هریک از فلزات کادمیوم، وانادیوم، کبالت، نیکل و سرب در چهار فصل نمونه‌برداری ( $\mu\text{g/L}$ )

Pb		Co		V		Ni		Cd		نام ایستگاه
کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	
۱/۳۵	۳۸/۱۶	۲/۹۴	۳۴/۰۸	N.D	۸۴/۵۰	۶۹/۰۵	۱۷۴/۱۵	N.D	۵/۰۷	سد گتوند
N.D	۱۳/۸	۰	۳۳/۷۷	N.D	۴۸	۱۱۱/۹۳	۱۷۷/۹۶	N.D	۱/۰۵	بند میزان
N.D	۱۴/۷۵	۴/۴۶	۸/۵۱	N.D	۵۶/۵۰	۸۱/۴۵	۱۶۱/۴۹	N.D	۲/۰۷	شطیپ
N.D	۲۱/۰۵	۳/۲۰	۲۳/۳۸	N.D	۳۸/۸۰	۹۲	۱۴۲/۰۳	N.D	۳/۸۳	گرگر
۲/۲۴	۱۱	۴/۴۶	۷۵/۵۶	N.D	۳۵۲	۶۰/۸۶	۱۳۴/۴۵	N.D	۰/۹۹	بند قیر
۹/۹۸	۱۶/۲۳	۲/۴۷	۵۵/۰۸	N.D	۱۵۲	۴۲/۶۳	۱۰۴/۶۰	N.D	۱/۰۸	زرگان
۸/۹۸	۱۵/۷۳	۱/۶۰	۱۸/۶۲	N.D	۱۵۶	۴۹/۶۹	۱۴۶/۰۶	N.D	۱/۹۲	ام الطمیر
۹/۲۲	۴۳/۶	۰/۵۳	۱۷/۷۵	N.D	۲۱۲/۸۳	۵۱/۳۲	۱۷۰/۰۹	N.D	۲/۱۱	صابونسازی
۳/۸۶	۱۸/۸۰	۰/۱	۱۵/۷۸		۱۵۹/۶۶	۸۵/۹۹	۱۷۷/۹۶		۲/۰۱	گمرک
۱/۳۹	۱۴/۰۵	۲/۹۴	۲۳/۵۸		۲۵۷/۵۰	۱۰۰/۴۱	۱۳۱/۶۱		۰/۹۱	چم گلک
	۱۵/۲۳	۱۲/۰۳	۲۴/۳۵		۲۶۲	۳۱/۳۳	۱۴۲/۵۷		۱	دز

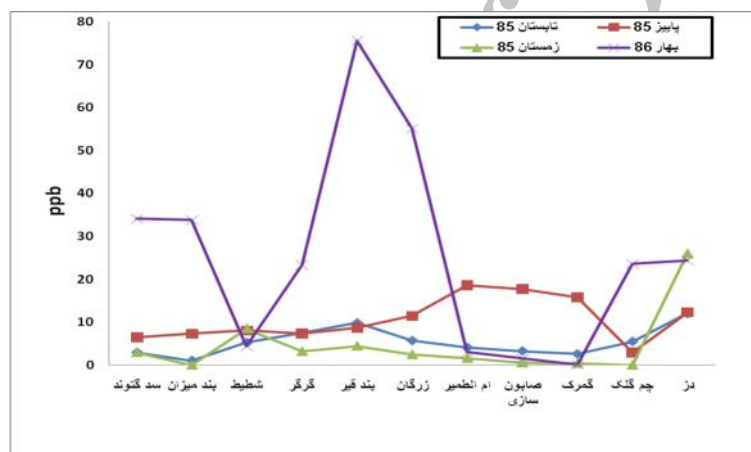


نمودار ۱: مقایسه میزان وانادیوم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه‌های کارون و دز در فصول مختلف سال (PPb)

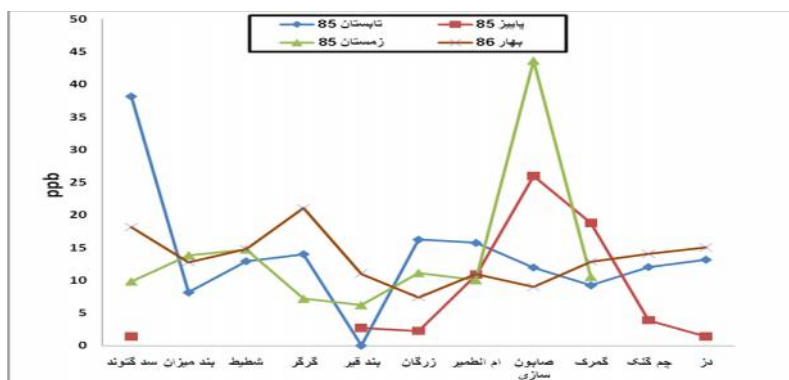




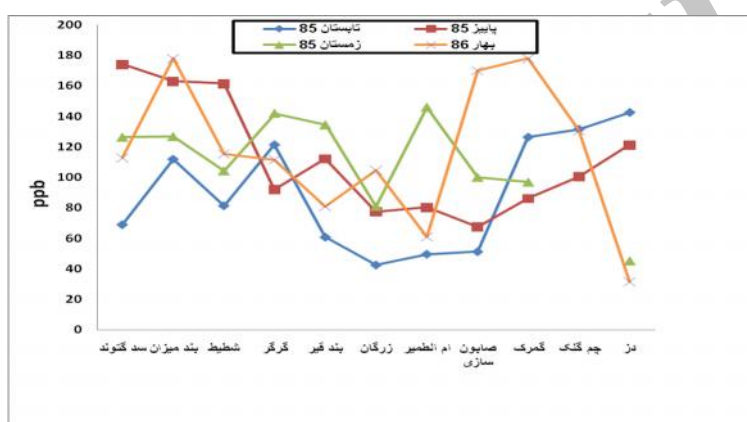
نمودار ۲: مقایسه میزان کادمیوم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه‌های کارون و دز در فصول مختلف سال (PPb)



نمودار ۳: مقایسه میزان کبالت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه‌های کارون و دز در فصول مختلف سال (PPb)



نمودار ۴: مقایسه میزان سرب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه‌های کارون و دز در فصول مختلف سال (PPb)



نمودار ۵: مقایسه میزان نیکل در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه‌های کارون و دز در فصول مختلف سال (PPb)

## بحث

مناطق چون لالی و ایذه و مسجد سلیمان می‌گذرد و فاضلاب‌های شهری به درون رودخانه سرازیر می‌شود و اینکه عناصر سرب و کادمیم پایه کاتالیست سموم کشاورزی هستند و در این مناطق کشاورزی صورت می‌پذیرد، می‌توان از دلایل بالا بودن این دو فلز بیان کرد که نتیجه گرفته شد که ایستگاه شاخص پاکیزگی عوض شود.

همچنین بررسی نتایج به دست آمده از میانگین سالانه سرب نمونه‌های آب نشان می‌دهد که ایستگاه صابون سازی از بیشترین غلظت برخوردار می‌باشد. نتایج آزمون آماری به

بررسی نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که میانگین سالانه کادمیم نمونه آب از ایستگاه کارون بندقییر تا ایستگاه صابون سازی از روند افزایشی برخوردار می‌باشد و صرف نظر از ایستگاه سد گتوند، ایستگاه گرگر-بندقییر از حداکثر مقدار برخوردار می‌باشد ( $1/96 \mu\text{g/L}$ ). میانگین کادمیم رودخانه کارون در کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری  $\mu\text{g/L}$  ۱/۳۳ می‌باشد. نتایج آزمون آماری به روش آنالیز واریانس یک طرفه نشان می‌دهد که تغییرات مشاهده شده معنادار بوده است ( $p < 0/05$ ). لازم به ذکر است که سدگتوند از

معنادار بوده است ( $P < 0/05$ ) و در نهایت، بررسی نتایج به دست آمده از میانگین سالانه کبالت نمونه های آب در طول ایستگاه های مورد بررسی نشان می دهد که تا ایستگاه کارون-بندقیق روند افزایشی و از آنجا تا ایستگاه گمرک خرمشهر روند کاهشی داشته است؛ به طوری که در ایستگاه کارون-بندقیق به حداکثر میزان خود در طول رودخانه کارون یعنی  $24/65 \mu\text{g/L}$  می رسد. نتایج آزمون آماری به روش آنالیز واریانس یک طرفه نشان می دهد که تغییرات مشاهده شده معنادار بوده است ( $P < 0/05$ ). از دلایل بالا بودن میزان وانادیوم و کبالت در بند قیر می توان به دلیل قرار گرفتن در محدوده سازند آغاجری و گچساران ذکر کرد که هر دو سازند منبع نفت می باشند. در جدول ۶ مقادیر میانگین و حداکثر فلزات با مقادیر استاندارد مقایسه شده است.

از مقایسه نتایج به دست آمده از اندازه گیری پارامترهای کادمیوم، کبالت، کروم، نیکل و وانادیوم با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا EPA برای آشامیدن نشان می دهد که میزان کادمیم و سرب تمامی ایستگاه ها پایین تر از حد مجاز می باشد و میزان عناصر نیکل و وانادیوم تمامی ایستگاه ها بالاتر از حد مجاز می باشد. میزان کبالت تمامی ایستگاه ها به جز ایستگاه گمرک خرمشهر نیز بالاتر از حد مجاز می باشد.

از مقایسه این نتایج با مطالعاتی که در زمینه فلزات سنگین بر روی رودخانه کارون و دز انجام گرفته، نشان می دهد که فلزات کادمیم، نیکل و کروم نیز در مطالعات صورت گرفته (۲ و ۸) بالاتر از حد مجاز گزارش شده اند. همچنین از مقایسه این نتایج با مطالعات مشابه خارج از کشور که بر روی رودخانه های دیزیندی در کشور آفریقای جنوبی (۲۰) و رودخانه لانگات در کشور مالزی (۲۱) انجام شده نشان می دهد که میزان سرب و کادمیم و نیکل و کروم در این رودخانه ها کمتر از حد مجاز گزارش شده اند.

روش آنالیز واریانس یک طرفه نشان می دهد که تغییرات مشاهده شده معنادار بوده است ( $p < 0/05$ ).

بررسی نتایج به دست آمده از میانگین سالانه نیکل نمونه های آب از ایستگاه کارون-بندقیق تا ایستگاه گمرک خرمشهر از روند افزایشی برخوردار می باشد و ایستگاه بند میزان با  $144/89 \mu\text{g/L}$  از بیشترین غلظت برخوردار می باشد. نتایج آزمون آماری به روش آنالیز واریانس یک طرفه نشان می دهد که تغییرات مشاهده شده معنادار نبوده است ( $0/05 > P$ ) و از بررسی نتایج سالانه وانادیوم نمونه های آب روند مشخصی مشاهده نگردید. حداکثر مقدار اندازه گیری شده مربوط به ایستگاه کارون-بندقیق با غلظت  $113/68 \mu\text{g/L}$  به دست آمده است. نتایج آزمون آماری به روش آنالیز واریانس یک طرفه نشان می دهد که تغییرات مشاهده شده از مقایسه نتایج به دست آمده با استاندارد آب آشامیدنی ایران، میزان کادمیم و کبالت تمامی ایستگاه ها پایین تر از حد مجاز می باشند و میزان وانادیوم نیز به جز سه ایستگاه کارون، چم گلک و دز در مابقی ایستگاه ها پایین تر از حد مجاز می باشند. میزان نیکل و سرب تمامی ایستگاه ها بالاتر از حد مجاز می باشد.

از مقایسه نتایج به دست آمده با استاندارد آب ایران جهت مصارف کشاورزی و آبیاری، میزان کادمیم، نیکل، سرب و کبالت پایین تر از حد مجاز و میزان وانادیوم به جز سه ایستگاه کارون، چم گلک و دز در مابقی ایستگاه ها پایین تر از حد مجاز می باشد.

مقایسه نتایج به دست آمده از اندازه گیری پارامترهای کادمیم و سرب با استانداردهای کیفیت آب سازمان بهداشت جهانی WHO نشان می دهد که میزان کادمیم و سرب تمامی ایستگاه ها در فصول اندازه گیری شده پایین تر از حد استاندارد مجاز می باشد و میزان نیکل در تمام ایستگاه ها و فصول بالاتر از حد استاندارد ذکر شده می باشد.

جدول ۶: مقادیر میانگین و حداکثر فلزات ایستگاه‌ها با مقادیر استاندارد

نام فلز سنگین	غلظت مجاز بر اساس استاندارد WHO بر حسب (mg/l)	غلظت مجاز بر اساس استاندارد آب ایران (mg/l)	غلظت مجاز بر اساس استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا EPA (mg/l)	غلظت مجاز بر اساس استاندارد آب ایران (mg/l)	میانگین غلظت اندازه‌گیری شده بر حسب (mg/l)	حداکثر غلظت اندازه‌گیری شده بر حسب (mg/l)
کادمیوم	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵۱
سرب	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۱۰۶۵	۰/۱۷۸
نیکل	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۶۲۹	۰/۳۵۲
وانادیوم	---	۰/۱	۰/۰۱	۰/۱	۰/۱۱۷۴	۰/۰۷۵۶
کبالت	---	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۵	۰/۱۱۳۰	۰/۰۴۳۶

### نتیجه‌گیری

در هر ایستگاه و ناحیه مشخص شود. همچنین پیشنهاد می‌شود جهت تحقیقات آتی با افزایش تعداد ایستگاه‌ها و دوره زمانی نمونه‌برداری، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب و همچنین شاخص‌های آلودگی نفتی نیز مورد سنجش و بررسی قرار گیرد.

نتیجه اینکه از جمله مواردی که باعث آلودگی در طول این دو رودخانه می‌شود را می‌توان به دلایلی همچون انتقال آب از سرشاخه‌های کارون، برگشت زهاب‌های کشاورزی و صنعتی و مصارف شهری را بیان کرد. تخلیه‌های ناگهانی در طول سال از سوی صنایع بالادستی و افزایش میزان استفاده از کودهای شیمیایی و مزارع پرورش ماهی غیر مجاز نیز از دیگر عوامل آلودگی مقطعی رودخانه کارون می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

از اداره کل حفاظت محیط زیست خوزستان که حمایت‌های مالی پروژه را انجام دادند و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز و مرکز تحقیقات سم‌شناسی و نانو تکنولوژی و دانشکده داروسازی که تجهیزات را در اختیار قرار دادند، نهایت تقدیر و تشکر می‌شود.

پیشنهاد می‌گردد کلیه صنایع، واحدهای تولیدی و منابع آلوده‌کننده انسانی و طبیعی در مسیر رودخانه مورد بررسی قرار گیرند و در حد امکان از پساب خروجی صنایع پیرامون این دو رودخانه نمونه‌گیری شود تا دلایل اصلی آلودگی آب

### References

- 1-Hamidi Z. Measure and compare concentration of mercury, arsenic, cobalt, cadmium, vanadium, lead, total oil (TPH) and organochlorine pesticides in fish muscle some Horolazim wetland. The access and utilization [dissertation]. Ahwaz: Ahwaz Azad Univ.; 2010. P. 39-45. [In Persian]
- 2- Majnunian H. [River conservation, biophysical attributions, habitat values and extraction rules]. Proceeding of the 1<sup>st</sup> congress of environmental protection organization. 1998 oct 15-19; Tehran, Iran. [In Persian]
- 3-Lahijan-zadeh A. [Determining trace heavy metals in water and contaminant sources karun and dez rivers]. Khuzestan Environ Protec; 1997:44-53. [In Persian]
- 4-Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, Ozdemir N. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere* 2006;63(9):1451-8.
- 5-Khoshnood R. Rate accumulation of heavy metals ( Ni, V, Cd, Pb, Hg) in two species of fish hoof Bandar Abbas and Bandar Lengeh. The access and utilization [dissertation]. Ahwaz: Ahwaz Azad Univ.; 2007. P. 78-90. [In Persian]
- 6-Usero J, Izquierdo C, Morillo J, Gracia I. Heavy metals in fish (*Solea Vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environ Int* 2003;29(7):949-56.
- 7-Agah H, Leermakers M, Elskens M, Fatemi SM, Baeyens W. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Environ Monit Assess* 2009;157(1-4):499-514.
- 8-Pizzichini M, Fonzi M, Sugherini L, Fonzi L, Gasparoni A, Comporti M. Release of mercury from dental Amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. *Sci Total Environ* 2002;248(1-3):19-25.
- 9-Jafarzadeh N. Investigation of pollution kur and sivand rivers [Research Report]. City: FARS department of environmental protection; 1988. P. 103-52. [In Persian]
- 10-Madadi M. investigation of contamination and pollution sources in the kur river. The access and utilization [dissertation]. Tehran: Tehran Medical Univ.; 1990. P. 35-44. [In Persian]
- 11-Cheraghi M, Khorasani N. [Investigation of pollution sources gdarkhosh river]. *J Nat Resour* 2007;59(3):659-69. [In Persian]
- 12-Esfandyari P. Investigation of jajrood river and offer solution to reduce or eliminate their. The access and utilization [dissertation]. City: Azad Univ.; 2007. P. 147-50. [In Persian]
- 13-Pasha MB. Measurment physical and chemical properties of the river chalus. The access and utilization [dissertation]. Chalus: Chalus Azad Univ.; 2006. p. 80-5. [In Persian]
- 14-Hoseiny V. [Determination of heavy metals in river water abbasay city of nor]. *J Nat Resour* 2007;59(3):649-59. [In Persian]
- 15-Bazrafshan A. [Investigation of heavy metal in water and sediment in arvand rood river]. *Research* 1999;8(29):14-22. [In Persian]
- 16-Kafilzadeh F, Kargar M, kadivar A. [Investigation of concentration cadmium, zinc, copper, iron and nickel in khoshk shiraz river and some crops adjacent]. *J Environ Sci Technol* 2007;8(4):23-36. [In Persian]
- 17-Eaton AD, Clesceri LS, Greenberg AE, Franson MAH. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association; 1999. P. 732-9.
- 18-Diagomanolin V, Farhang M, Ghazi-khansari M, Jafarzadeh N. Heavy metals (Ni, Cr, Cu) in the karoon waterway river, Iran. *Toxicol lett* 2004;151(1):63-8.
- 19-Roger NR, John DB. Environmental analysis. New York; 1994. P. 263.
- 20- Okonkwo JO, Mothiba M. Physico-chemical characteristics and pollution levels of heavy metals in the rivers in Thohoyandou, south Africa. *J Hydrol* 2006;308(1-4):122-7.
- 21-Sarmani SB. The determination of heavy metals in water, suspended materials and sediments from Langat River, Malaysia. *Hydrobiologica* 1989;176-177(1):233-8.

## Determination of some heavy metals in Karoon and Dez rivers

Ahmad Babapour Mofrad<sup>1</sup>, Soghra Rostami<sup>2</sup>, Mohammad Alanezhad<sup>2</sup>, Maryam Frozanfar<sup>3</sup>,  
Elham Khaksar<sup>2</sup>, Zahra Ramezani<sup>4\*</sup>

1-MSc Graduated of Analytical Chemistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

2-MSc Environment, Environmental Protection Agency Khuzestan, Ahvaz, Ira.

3-Expert, the Environmental Protection Agency Khuzestan, Ahvaz, Iran.

4-Associate Professor of Analytical Chemistry, Department of Medical Chemistry, Toxicology Research Center, School of Pharmacy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding Author:

Zahra Ramezani, Department of Medical Chemistry, School of Pharmacy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.  
Tel:06113738380  
Email: zramezani@ajums.ac.ir

### Abstract

**Background:** Construction and performance of industrial companies in different parts of Khuzestan province around Karoon and Dez rivers without considering the wastes, enters a huge amounts of contaminant into these rivers. Some of these factories have no waste refinement system. However, the analysis and periodic control of heavy metal contents of the mentioned rivers seems necessary.

**Methods:** Samples were collected according to sampling standards at four seasons namely, Summer, fall, and winter in year 85 and spring in 86, from 11 selected stations different. Then they were transferred to laboratory for digestion and analysis. Samples were digested according to standard methods. Cobalt, Ni, Cd, Pb, and V were determined by graphite furnace atomic absorption and Cr were read by flame atomic absorption.

**Results:** It is illustrated from the results that V, Co, and Pb of all stations in spring are higher than other results. Cadmium in summer also had higher amounts on all studied stations compared to other seasons results. Higher value for Pb and Cd was reported for Sade Gotvand and those of V and Co were related to Karoon-Bandeghir station. Ni does not obey any distinguished variation and its higher amounts were in Bandemizan station. Chromium value was approximately the same in all stations at different seasons

**Conclusion:** According to drought on past years and with reference to aerologist approximately no rain in the province during spring and summer 85-86 most pollution is in these two seasons. The cause is lower water flow and accommodation of rural and industrial water in these rivers.

**Key words:** heavy metals, Dez and Karoon rivers, GFAAs, FAAS

Please cite this paper as:

Babapour Mofrad A, Rostami S, Alanezhad M, Frozanfar M, , Khaksar E, Ramezani Z. Determination of some heavy metals in Karoon and Dez rivers. *Jentashapir Sci Med J* 2013;87-100

Received: 07.04.2013

Accepted: 03.07.2013

دو ماهنامه علمی - پژوهشی جنتاشاپیر، ویژه نامه ی سال ۱۳۹۲

<http://journals.ajums.ac.ir/jentashapir>