زمین شیمی پزشکی عناصر اصلی پهنه کارون-اروند: پیامدهای احتمالی بر زیست بوم خلیج فارس

علیرضا زراسوندی[۱]، هوشنگ پورکاسب[۱]، ایمان قنواتی محمد قاسمی[۲]، مجید حیدری[۲*۱]

۱. گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
۲. پژوهشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران

چکیده

به منظور پایش زمین شیمی پهنه کارون-اروند و بررسی پیامدهای زیستی ناهنجاری‌های احتمالی به ویژه در خلیج فارس، فراوانی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی، عناصر اصلی و برخی آنیون‌های فرعی ۳۳ نمونه گردآوری شده از ۶ مقطع حوضه کاون-اروند با بهره‌گیری از روش‌های تیتراسیون و فتومتر شعله‌ای تعیین گردید. بر اساس داده‌های حاصل کمترین و بیشترین فراوانی T.D.S و سختی کل به ترتیب در مقاطع ایذه-باغملک (۳۵۵/۶۶ و ۲۳۹ ppm) و آبادان (۲۸۶۷/۵ و ۸۲۵ ppm) مشاهده می‌گردد. PH رودخانه نیز در تمامی طول مسیر، تغییر شاخصی نشان نمی‌دهد. میانگین سالانه فراوانی عناصر مختلف نیز عبارتند از: Cl=507.92 > Na=324.72 > S=323.3 > Ca=122.86 > K=3.75. بررسی شاخص‌های محیطی تأیید می‌کند که شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی به ویژه در نواحی مرکزی و جنوبی، سهم به سزایی در افزایش حجم ذرات معلق، سختی کل و فراوانی Na، Ca و S دارد. فعالیت های انسان‌زاد به خصوص پساب کارخانه صابون‌سازی خرمشهر را می توان مؤثرترین عامل افزایش غلظت Cl در مقاطع خرمشهر و آبادان برشمرد. ضریب بالای همبستگی (>۰/۹) عناصر قلیایی با سختی کل، نشان از رژیم کربناته آب پهنه کارون-اروند در بسیاری از مقاطع دارد که این امر نیز از بستر آهکی-تبخیری آن ناشی می شود. با وجود افینیته‌ی قوی فلزات قلیایی نظیر سدیم و پتاسیم به فسفات، ضریب همبستگی میان سدیم و پتاسیم با P_2O_5 به ترتیب ۰/۵۱- و ۰/۴۷- می‌باشد. ضریب بسیار بالای همبستگی (۰/۹۹) بین دو عنصر Na و Cl، احتمال منشأ یکسان برای این عناصر را افزایش می‌دهد. تمرکز نسبتاً بالای ترکیبات سولفاته و افزایش T.D.S در دهانه ورودی به خلیج فارس می‌تواند رشد جوامع گیاهی و الگوی باروری و رشد آبزیان خلیج فارس را متأثر سازد. همچنین احتمال ایجاد تغییرات بافتی در برخی از گونه‌های ماهی به دلیل فراوانی بالای سدیم به ویژه در خطوط ساحلی، دور از انتظار نخواهد بود. در نهایت نیز مقادیر نسبتاً بالای کلسیم در آب‌های ورودی به دهانه خلیج فارس، توان پایداری گیاهان بومی در برابر ناهنجاری‌های اقلیمی را افزایش می‌دهد.

واژگان کلیدی: کارون- اروند، آب زمین شیمی، عناصر اصلی، خلیج فارس، ضریب همبستگی

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: Heidari.majid006@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

آب سرچشمه حیات، برای زندگی ضروری و منبعی کلیدی برای حفظ موازنه زیستی کره زمین است. اما بروز ناهنجاری‌های عنصری در منابع آب بسیاری از کشورها به ویژه جوامع در حال توسعه سبب تحمیل هزینه‌های اقتصادی، انسانی و اجتماعی هنگفتی بر این کشورها گردیده است. امروزه آلودگی های عنصری آب، سلامت میلیون‌ها نفر از جمعیت جهان و زیست بوم‌های آبی را به شدت تهدید می‌نماید (Srinivasamoorthy et al., 2009). بدین سبب در سال‌های اخیر بررسی کیفیت منابع آب به‌ویژه آب‌های سطحی و توسعه استراتژی مناسب برای حفاظت از این منابع در برابری آلودگی‌ها، به طور جد مدنظر قرار گرفته است (Nikoo et al., 2011). اهمیت مدیریت کیفیت منابع آب از آن جهت دوچندان می‌شود که وجود مقادیر قابل توجه از عناصر و آلاینده‌های مضر و سمی با منشأ طبیعی و یا انسانی در محیط تشکیل و انتقال آب‌ها، می تواند موجبات آلودگی این منابع و به دنبال آن آلودگی زنجیره‌های غذایی را فراهم آورند (Trick et al., 2008; Joerin et al., 2010). برای نمونه مطالعات انجام شده در این زمینه، تأیید می کنند که عناصری نظیر جیوه از مهمترین آلودگی های انسان زاد موجود در زیست بوم های آبی است که قابلیت آلودگی زنجیره غذایی را نیز دارد (Alam et al., 2003; Cheng et al., 2009; Sullivan et al., 2010).

در این رابطه، در کشور ایران نیز محدودیت ذاتی منابع آب از مهم‌ترین چالشهای پیش‌رو به شمار می‌رود. به عبارتی کشور ما ایران که حدود یک درصد از خشکی-های جهان را داراست، فقط ۰/۰۰۰۲ درصد از منابع آب جهان را در خود جای داده است (اختری کلاته صوفی، ۱۳۸۵). بر اساس گزارش مرکز آمار، زندگی بیش از ۶۰ درصد مناطق شهری و حدود ۹۵ درصد نواحی روستاها به صورت مستقیم با آب‌های سطحی در ارتباط است (Saatsaz et al., 2009). در همین راستا، پایش آب های سطحی در استان خوزستان نیز به دلایلی از قبیل در برداشتن بیش از یک سوم آب‌های سطحی کشور (حدود ۹۴ میلیارد متر مکعب) (Afkhami et al., 2007) و برخورداری از رودخانه‌های مهمی همچون کارون از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

در این بین، رودخانه کارون به عنوان طولانی‌ترین رودخانه کشور (با طول ۸۹۰ کیلومتر و حوضه آبریزی به وسعت تقریبی ۶۶۹۳۰ کیلومتر مربع) (Roostaei, 2004)، به دلایلی از قبیل حجم ذخیره و آبدهی بالا، نقش مهم و تعیین کننده در تأمین آب بخش عظیمی از مراکز صنعتی- کشاورزی استان، تأمین آب شرب شهرهای اهواز، آبادان و خرمشهر (که قریب به ۷۰ درصد جمعیت خوزستان را در خود جای داده‌اند) (Afkhami et al., 2007)، پوشش گستره‌ی وسیعی از زیست‌بوم‌های گیاهی- جانوری استان و در نهایت آبریزی قابل توجه به دهانه خلیج فارس، نیازمند انجام مطالعات در زمینه بررسی ترکیب عنصری و علل ناهنجاری‌های احتمالی می‌باشد. افزون براین، گسترش منابع هیدروکربنی و تأسیسات وابسته، افزایش روز افزون سطح زیر کشت به ویژه کشت نیشکر و شرایط زمین‌شناسی و لیتوژیکی ویژه اهمیت این مطالعه را دو چندان می‌نماید.

علاوه بر این، مواردی نظیر کم‌آبی کم سابقه در سال-های اخیر (که سبب افزایش نسبت آلاینده‌ها شده است) و وجود بستر سست و رسوبی رودخانه کارون (آبرفت‌های جوان کواترنر) به ویژه در نواحی جنوب و جنوب غرب استان نیز سبب شده که علاوه بر تسهیل ورود آلودگی‌های انسانی به کارون، انحلال بیش از حد بستر آبرفتی رودخانه نیز سبب افزایش کدورت و کاهش کیفیت آب شود. میزان بالای حجم رسوبات تبخیری موجود در این آبرفت‌ها نیز احتمال بروز آلودگی زمین زاد در رودخانه کارون در این مناطق را افزایش داده

Archive of SID

www.SID.ir

است (زراسوندی، ۱۳۸۹). نهایتاً باید به این مهم نیز اذعان داشت که به دلیل ارتباط پهنه آبی کارون-اروند با خلیج فارس و نقش مهم در تأمین مقدار قابل ملاحظه‌ای از آب ورودی به خلیج فارس و هچنین تأثیرپذیری اکوسیستم‌های آبی‌جانوری خلیج فارس از ترکیب و شیمی این پهنه، آلودگی آب رودخانه به ویژه در حد فاصل مصب رودخانه به خلیج فارس، تأثیر مستقیم بر آلودگی اکوسیستم‌های ساحلی و جانوران آبزی نظیر ماهی‌ها خواهد داشت که این آلودگی‌های احتمالی می‌تواند بسیار برای سلامت جمعیت انسانی مصرف کننده جانوران آبزی آلوده نیز خطرناک باشد. از سوی دیگر شرایط نسبتاً محصور و عدم امکان بازیابی کامل و بروز حجم گسترده طوفان های گرد و غبار در زیست بوم خلیج فارس سبب شده که ناهنجاری‌های عنصری موجود به ویژه در نواحی ساحلی، اثرات دوچندانی داشته باشند (Schussler et al. 2005). البته قابل ذکر است که در سال‌های اخیر مطالعات موردی و پراکنده‌ای در زمینه پایش شیمی و کیفیت نواحی مختلف رودخانه کارون صورت پذیرفته است. برای مثال در مطالعه‌ای که توسط Karamouz et al., 2004 به منظور پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه‌های کارون و دز انجام شد، اطلاعات و داده‌های قابل استنادی در رابطه با پهنه‌بندی و مکان‌شناسی مراکز صنعتی، کشاورزی و... موجود در محدوده پهنه‌های آبی مورد مطالعه، ارائه گردید. Diagomanolin et al (2004) نیز در پژوهش دیگری غلظت و فراوانی فلزات سمی را در امتداد رودخانه کارون در دو فصل زمستان و بهار را اندازه-گیری و مطالعه نمودند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که غلظت فلزات سمی در امتداد رودخانه به طرف دهانه ورودی به خلیج فارس افزایش می‌یابد. به عبارتی این داده‌ها، نگرانی‌ها در رابطه با انتقال آلودگی-های رودخانه کارون به سواحل مرتبط با آن را افزایش می‌دهند.

در نهایت، اهمیت بررسی پراکنش و فراوانی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و عناصر اصلی در تعیین نوع و میزان انتقال و ته نشست ترکیبات عنصری گوناگون در آب از یک سو و با توجه به عدم انجام پژوهش جامعی در زمینه انجام مطالعات زمین شیمی پزشکی پهنه کارون-اروند و پیامدهای احتمالی در زیست بوم‌های وابسته از سوی دیگر، لذا در پایش حاضر سعی بر آن است که افزون بر بررسی زمین شیمی ترکیبات عنصری اصلی در پهنه آبی کارون-اروند در مقطع ورودی تا مقطع خروجی استان خوزستان، پیامدهای زیستی احتمالی ناهنجاری‌های مذکور نیز در اکوسیستم‌های وابسته به ویژه خلیج فارس بررسی گردد. به همین صورت در مطالعه پیش رو، تأثیر رفتارهای زمین شیمیایی و همبستگی های عنصری بر غنی شدگی و تهی شدگی عناصر مختلف در محدوده مورد نظر نیز بررسی می گردد.

۱.۱. جایگاه ساختاری و زمین شناسی حوزه‌های آبریز

حوزه‌ی آبریز کارون با مساحتی بالغ بر ۶۶۹۳۰ کیلومتر مربع، حجم آب سالیانه‌ی بیش از ۲۴ میلیارد متر مکعب و آبدهی متوسط لحظه‌ای ۷۳۶/۵ متر مکعب برثانیه، یکی از حوزه‌های بزرگ آبریز خلیج فارس است. رودخانه‌ی اصلی این حوزه، رودخانه‌ی کارون می‌باشد که یکی از بزرگ‌ترین و طولانی‌ترین رودخانه‌های ایران است و در حوضه‌ی آبریز خلیج فارس و دریای عمان قرار دارد. سرچشمه اولیه کارون در زردکوه بختیاری و در محلی موسوم به کوهرنگ قرار دارد. در منطقه‌ی گتوند، کارون از منطقه کوهستانی خارج گردیده و وارد جلگه آبرفتی خوزستان می‌شود. رودخانه کارون در شمال شوشتر به دو شاخه (گرگر و شطیط) تقسیم می‌گردد. این دو شاخه در پایین دست شوشتر مجدداً به هم ملحق گردیده و کارون در ادامه مسیر خود در بندقیر، مهم‌ترین شاخه خود (رودخانه دز) را دریافت

Archive of SID

www.SID.ir

نموده و نهایتاًبا تشکیل اروند وارد خلیج فارس می‌شود (حیدری، ۱۳۹۰). با توجه بدین مهم که رودخانه کارون از شرق به استان خوزستان وارد شده و در مناطق جنوب-جنوب غرب با خروج از استان به خلیج فارس می ریزد، لذا بخش اعظم استان را می توان به عنوان بستر لیتولوژیکی این پهنه آبی برشمرد. بدین دلیل در ادامه به طور خلاصه به بررسی زمین شناسی استان خوزستان پرداخته می شود.

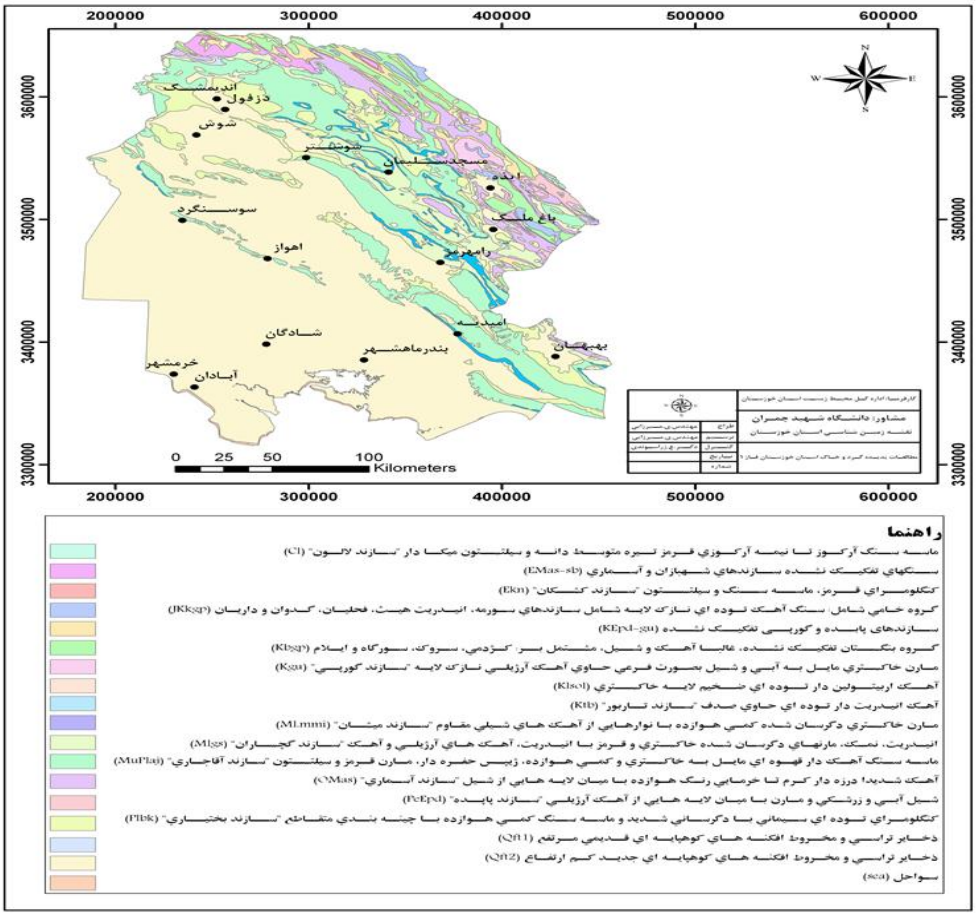
از منظر ساختاری نیز خوزستان در کمربند چین خورده و راندگی زاگرس جای دارد (Alavi, 2004) با توجه به اینکه شرایط زمین شناسی دشت خوزستان تا حدود زیادی از پلت فرم عربی تبعیت می کند و گستره سازندهای زمین شناسی نیز در آن بسیار شبیه به مناطق همجوار بخصوص کشور عراق می باشد لذا خوزستان را می توان به لحاظ ساختار چینه شناسی به دو منطقه عمده تقسیم نمود (شکل ۱) (زراسوندی، ۱۳۸۸):

- **نواحی شمال، شمال شرق و شمال غرب:** این منطقه از نگاه رخساره‌ی سنگی و سیمای ساختاری بخشی از زون زاگرس و از نگاه تکتونیکی در محدوده‌ی زاگرس ساده‌ی چین‌خورده و زاگرس مرتفع است و از یک پوشش رسوبی متشکل از نهشته‌های فانروزوئیک می‌باشد که بر روی پی‌سنگ دگرگونه‌ی پرکامبرین قرار گرفته است. واحدهای سنگ- چینه‌ای تریاس، و کرتاسه شامل سازند سورمه از گروه خامی، گروه بنگستان و سازند گورپی است و واحدهای سنگ-چینه‌ای دوران سنوزوییک شامل سازندهای پابده، آسماری، نهشته‌های میوسن گروه فارس و سازند بختیاری می‌باشد. نهشته‌های جوان کواترنر نیز در منطقه گسترش دارند که بیشتر در پای ارتفاعات و هسته‌ی ناودیس‌ها دیده می‌شوند.

- **نواحی جنوب، غرب و جنوب شرق استان**که شامل دو گروه عمده نهشته های حوضه نئوژن گروه فارس (شامل سازندهای گچساران، میشان، آغاجاری، لهبری و بختیاری) و نهشته های جوان کواترنر (شامل نهشته های مخروط افکنه ای، آبرفتی و بادرفتی) می باشد. در این منطقه رخنمون هایی از سنگهای میوسن تا پلیو سن-کواترنری دیده می شود و متعلق به نهشته های پسرونده گروه فارس شامل سازند های گچساران, میشان، آغاجاری و بختیاری است. نکته مهم اینکه بر روی نهشته های گروه فارس، رسوبات جوان کواترنری به شکل مخروط افکنه و پادگانه‌های آبرفتی و نهشته-های بادرفتی جای گرفته‌اند. نهشته های جوان کواترنری نیز بخش قابل توجهی از منطقه مورد مطالعه (بیش از ۷۵ درصد کل منطقه) را پوشش داده است و بیشتر شامل نهشته‌های آبرفتی و بادرفتی است. همچنین نهشته‌های جوان کواترنر شامل نهشته‌های آبرفتی ناشی از عملکرد فرسایشی واحدهای زمین-شناسی منطقه مورد مطالعه است که توسط رودخانه-های فصلی و رودخانه‌های دائمی از جمله کارون و کرخه حمل و نهشته شده است. اما نقش مهم رسوبات بادرفتی و آبرفتی، تأثیر بسیار زیاد در تغییر زمین شیمی منابع آب های سطحی مرتبط با این ساختارها به ویژه ردخانه کارون و پهنه اروند است که افزون بر این رودخانه‌ها، سایر زیست بوم‌های مرتبط نظیر خلیج فارس را نیز متأثر خواهند ساخت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. نقشه زمین شناسی خلاصه شده استان خوزستان (با تغییرات از زراسوندی، ۱۳۸۹)

۲. مواد و روش ها

با توجه به این که هدف از پژوهش حاضر، بررسی روند و تیپ تغییرات زمین شیمی صورت گرفته در مقطع ورودی-خروجی پهنه آبی کارون-اروند در استان خوزستان است، لذا بدین منظور، داده‌های سختی، پراکندگی کاتیون‌ها، و شاخص‌های فیزیکوشیمیایی ۳۳ نمونه آب از مقاطع مختلف رودخانه کارون و پهنه اروند از سازمان سازمان آب و فاضلاب استان خوزستان و سازمان آب و فاضلاب اهواز گردآوری شد. در این راستا، نمونه های آب رودخانه بر اساس استانداردهای مدنظر در سازمان آب و فاضلاب، برای اندازه گیری آنیون‌ها، کاتیون‌ها در طروف پلی اتیلنی و به صورت جداگانه گردآوری می شوند. بررسی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها نظیر میزان کدورت با استفاده از دستگاه DR۵۰۰۰ مشخص گردید. در نهایت، ترکیب شیمیایی نمونه‌های گردآوری شده در آزمایشگاه‌های تعیین کیفیت سازمان سازمان آب و فاضلاب استان خوزستان و سازمان آب و فاضلاب اهواز و با بهره گیری از روش های آنالیزی تیتراسیون[1] و فتومتر شعله‌ای[2] تعیین گردید.

از شناخته شده ترین تیتراسیون‌ها، تیتراسیون حجم سنجی اسید و باز است. چون اندازه‌گیری حجم در تیتراسیون خیلی مهم است، آن را آنالیز حجمی نیز می‌نامند. در این روش یک واکنش‌گر ناب که تیترانت

[1]. Titration
[2]. Flame Photometer

Archive
www.SID.ir

یا تیتراتور نامیده می‌شود، به عنوان یک محلول مناسب استفاده می‌گردد. یک حجم از تیترانت با غلظت مشخص با یک محلول یا آنالیت واکنش می‌دهد، تا غلظتش مشخص شود. حجم تیترانت واکنش داده را تیتر می‌نامند. افزون بر این، فتومتر شعله‌ای، دستگاهی است که جهت اندازه گیری فلزاتی مانند کلسیم، سدیم، پتاسیم، لیتیم و باریم بکار می‌رود. اساس کار این دستگاه مثل اسپکتروفتومتر بر روی سنجش انرژی نورانی و طیف قشری اتم های مورد نظر است. الکترون‌های اتم فلزات به ویژه فلزات قلیایی مانند سدیم، پتاسیم و کلسیم بر اثر انرژی های مختلف مانند حرارتی و نورانی الکترون‌ها برانگیخته می‌شوند و به مدارهای بالاتر جهش می‌کنند. در مدار جدید، الکترون-ها انرژی بیشتر ولی ثبات کمتر دارند و به همین دلیل پس از زمان بسیارکوتاهی به مدار اولیه بر می گردند. در این برگشت انرژی را که جذب کرده اند به صورت انرژی نورانی (فوتون) منتشر می‌کنند.

در نهایت به منظور بررسی فراوانی و مقایسه داده های گردآوری شده، از قابلیت های Excel و برای انجام بررسی‌های آماری و تعیین ضرایب همبستگی بین عناصر از نرم افزار SPSS 16 بهره گرفته شد. نکته دیگر اینکه به منظور پایش پیوسته و پوشش کامل ترکیب زمین شیمی پهنه آبی مورد مطالعه، نمونه برداری در سه مقطع مکانی ورودی، میانی و خروجی انجام گرفت. بدین صورت که نمونه‌ها از شهرهای ایذه-باغملک (مقطع ورودی)، شوشتر و اهواز (مقطع میانی) و خرمشهر و آبادان (مقطع خروجی) برداشت شد. افزون بر این، جهت دست یابی به نتایج دقیق و بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر تغییرات زمین شیمی رودخانه، نمونه-برداری در باز زمانی یکساله و طی چهار فصل مختلف برداشت گردید. در نهایت نیز داده‌ها در قالب دو فصل بارش و تبخیر ارائه گردید.

۳. نتایج

داده های گزارش شده در رابطه با تخمین میانگین سالانه شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و فراوانی کاتیون‌ها و آنیون‌ها با بهره گیری از روش‌های تیتراسون و فتومتر شعله‌ای در جدول ۱ آورده شده است. نتایج حاصل نشان از این واقعیت دارند که شاخص‌های عمومی مؤثر بر کیفیت آب رودخانه کارون نظیر PH تغییر شاخصی را در حد فاصل محدوده شرقی (مقطع ورودی رودخانه کارون به استان خوزستان) تا جنوب غربی (مقطع خروجی) نشان نمی دهد. البته باید اذعان داشت که داده‌های ارائه شده، روند کاهشی در اسیدیته رودخانه را در حد فاصل مقاطع ورودی و خرجی به استان نشان می دهد. بدین صورت که نمونه های برداشت شده از رودخانه کارون در حدفاصل ناحیه ایذه- باغملک و مسجد سلیمان، به ترتیب با ۸/۲۴PH و ۸/۳۹ بیشترین و نمونه های متعلق به محدوده خرمشهر و آبادان با ۸/۰۲PH و ۷/۹۴ کمترین اسیدیته را در طول مسیر عبوری رودخانه در استان خوزستان دارا می‌باشند (جدول ۱). از سوی دیگر، به رغم روند کاهشی اسیدیته پهنه مورد مطالعه، نتایج حاصل از آزمایشات، نشان از افزایش حجم ذرات معلق (T.D.S) و سختی کل[1] در طی مسیر عبوری دارد. بدین ترتیب که رودخانه کارون در مقطع ورودی ایذه-باغملک با ۳۵۵/۶۶ میلی گرم بر لیتر و در مقطع خروجی با ۲۸۶۷/۵ میلی گرم بر لیتر به ترتیب کمترین و بیشترین حجم ذرات معلق را دارا می باشند. همچنین ناحیه ایذه-باغملک و منطقه آبادان با ۲۳۹ و ۸۲۵ میلی گرم بر لیتر به ترتیب کمترین و بیشترین سختی کل را در طول بستر پهنه آبی کارون-اروند نشان می دهند.

در رابطه با فراوانی و پراکنش عناصر اصلی نیز داده های ارایه شده، افزایش قابل توجه غلظت کلسیم را از نواحی شرقی به طرف بسترهای جنوب غربی تأیید می نمایند.

[1]. Total Hardness

Archive of SID

www.SID.ir

به عبارت بهتر نتایج نشان می دهند که ایذه-باغملک با ۶۷/۶ ppm و آبادان با ۲۱۱/۲ ppm به ترتیب کمترین و بیشترین فراوان کلسیم را دارند. به علاوه، سدیم و منیزیم نیز الگوی پراکنش مشابهی با کلسیم نشان می‌دهند. بدین صورت که پایین ترین غلظت سدیم و منیزیم در مقطع ورودی کارون به خوزستان (به ترتیب با ۳۶/۰۶ و ۱۷/۱۶ppm) و بیشترین فراوانی این عناصر نیز در دهانه خروجی (۷۱۱/۵ و ۷۲/۴ ppm) قابل پایش می باشد. فراوانی پتاسیم با میانگین ۳/۷ ppm و ترکیبات فسفاته با میانگین ۰/۰۵ ppm تغییرات قابل توجهی را در سراسر بستر پهنه آبی دردست بررسی نمایان نمی‌کنند. فلوراید نیز با میانگین فراوانی ۰/۸ ppm روند مشابهی را با پتاسیم و فسفات نشان می دهند. افزون بر این، رودخانه کارون در ایذه-باغملک با ۴۰/۵۷ ppm و پهنه کارون-اروند در محدوده آبادان با ۵۸۲ ppm کمترین و بیشترین مقادیر پراکنش ترکیبات سولفاته را در طول مسیر مورد مطالعه به خود اختصاص داده اند. در نهایت، بیشترین فراوانی کلرید با مقدار ۱۱۶۷/۴ ppm مربوط به مقطع خروجی رودخانه است. داده های آورده شده در جدول ۱ تأیید می نمایند که پایین ترین فراوانی کلرید نیز با ۵۵/۴۹ ppm مربوط به برش ایذه-باغملک است.

علاوه بر داده‌های سالانه، نتایج بررسی‌های فصلی شاخص‌های عنصری پهنه کارون-اروند در محدوده استان خوزستان نیز در جدول ۲ آورده شده است. نتایج حاصل از بررسی آماری ترکیب عنصری و شاخص های عمومی، نشان می دهند که پهنه آبی مورد پایش از منظر افزایش در فراوانی عناصر اصلی نظیر کلسیم و سدیم روند مشابهی را با میانگین سالانه نشان می دهد. داده‌های فصلی نشان از این واقعیت نیز دارند که ترکیبات فسفاته، فلوراید و پتاسیم، بازه تغییرات شگرفی را در طول محدوده مورد مطالعه نمودار نمی-کنند. علاوه بر این، داده های بدست آمده تأیید می-نمایند که غلظت پراکنش کلرید نیز از مقطع ایذه-باغملک به طرف محدوده خرمشهر-آبادان افزایش قابل توجهی دارد، به صورتی که نسبت کلرید در دهانه خروجی کارون-اروند در مقایسه با دهانه ورودی، افزایش تقریبی ۲۰ برابری را نشان می دهند. همچنین، بررسی آماری پراکنش شاخص‌های کیفی-کمی نمونه-های آزمایش شده در فصول گوناگون بیان می‌کند که T.D.S، سختی کل، عناصر کلسیم، سدیم و ترکیبات سولفاته، بیشترین فراوانی را در فصل بارش دارند که به احتمال فراوان ناشی از آبشویی سازندهای مرتبط با رودخانه است. اما نکته جالب توجه اینکه کلرید به ویژه در مقاطع مرکزی و جنوبی پهنه کارون-اروند، در فصول تبخیر غلظت بالاتری را نسبت به فصل بارش نشان می-دهد که این امراز تمایل کلر برای تمرکز در محیط‌ها و شرایط تبخیری سرچشمه می‌گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. فراوانی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و غلظت عناصر مختلف در پهنه کارون- اروند

	باغملک-ایذه	مسجد سلیمان	شوشتر	اهواز	خرمشهر	آبادان	میانگین کل
PH	۸/۲۴	۸/۳۹	۸/۱۷	-	۸/۰۲	۷/۹۴	۸/۱۵
T.D.S (ppm)	۳۵۵/۶۶	۴۰۸/۵	۱۵۷۴/۶۶	-	۱۸۴۷	۲۸۶۷/۵	۱۶۷۳/۵۸
Total Hardness (ppm)	۲۳۹	۲۳۲/۵	۴۴۹/۶۶	۵۸۲/۵	۵۷۶/۶۶	۸۲۵	۴۸۴/۲۲
Ca (ppm)	۶۷/۶	۶۹/۳	۱۰۸/۸	۱۴۸/۵۲	۱۳۱/۶۶	۲۱۱/۳	۱۲۲/۸۶
K (ppm)	۱/۹۶	۱/۵۵	۳/۶	۲/۷۲	۴/۸	۷/۶	۳/۷۵
Na (ppm)	۳۶/۰۶	۵۵/۹	۳۹۴/۳۶	۳۳۲	۴۱۸/۵۳	۷۱۱/۵	۳۲۴/۷۲
Mg (ppm)	۱۷/۱۶	۱۶/۸۹	۶۲/۰۷	۵۰/۱۷	۶۰/۴	۷۲/۴	۴۶/۵۱
SO4 (ppm)	۴۰/۵۷	۷۳/۸۲	۳۲۶/۹۶	۴۱۱/۲	۵۰۵/۴۶	۵۸۲	۳۲۳/۳
PO4 (ppm)	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵
Cl (ppm)	۵۵/۴۹	۸۳/۴۰	۵۷۳	۵۶۷/۸	۶۰۱/۶۲	۱۱۶۷/۴	۵۰۷/۹۲
F (ppm)	۰/۴۷	۰/۸۶	۰/۷۲	-	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۷۸

جدول ۲. فراوانی فصلی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و غلظت عناصر مختلف در پهنه کارون- اروند

		PH	T.D.S	T.H	Ca	K	Na	Mg	SO4	PO4	Cl	F
						(ppm)						
باغملک-ایذه	فصل بارش	۸/۱۱	۳۹۶	۲۴۲/۵	۶۷	۲/۴	۵۰/۳	۱۸/۳	۴۸/۱۳	۰/۰۱	۶۴/۷۸	۰/۶۲
	فصل تبخیر	۸/۵	۲۸۱	۲۳۲	۶۸/۸	۱/۱	۷/۵	۱۴/۹	۲۵/۴۴	۰	۳۶/۹	۰/۱۶
مسجد سلیمان	فصل بارش	۸/۳۴	۴۶۲	۲۶۰	۹۸	۱/۵	۶۰	۸/۵	۹۰/۲	۰/۰۲	۹۵/۱	۰/۷۴
	فصل تبخیر	۸/۴۴	۳۵۵	۲۰۵	۴۰/۶	۱/۶	۵۱/۸	۲۵/۲۵	۵۷/۴۴	۰/۵	۷۱/۷	۰/۹۷
شوشتر	فصل بارش	۸/۲	۱۹۸۵/۵	۵۵۵	۱۲۵	۴/۲	۵۰۸/۳	۸۷/۲۵	۴۲۶/۷۷	۰/۰۴	۷۲۶/۰۲	۰/۹
	فصل تبخیر	۸/۱۴	۷۵۳	۲۳۹	۷۶/۴	۲/۴	۱۶۶/۴	۱۱/۷۱	۱۲۷/۳۳	۰/۰۳	۲۶۶/۹۶	۰/۳۵
اهواز	فصل بارش	-	-	۵۶۸/۴	۱۵۴/۴	۲/۹	۳۲۲	۴۳/۵	۳۸۱/۲	۰	۵۳۶/۸	-
	فصل تبخیر	-	-	۵۹۶/۶	۱۴۲/۶۵	۲/۵۵	۳۴۲	۵۷/۳	۴۴۱/۲	۰/۰۱	۵۹۸/۷۵	-
خرمشهر	فصل بارش	۸/۰۸	۱۷۶۵/۵	۵۹۰	۱۳۳	۴/۲۵	۳۸۱/۸	۶۲/۸۵	۵۰۸/۳۵	۰/۰۱	۵۴۲/۷۲	۱/۰۳
	فصل تبخیر	۷/۹۱	۲۰۰۰	۵۵۰	۱۲۹	۵/۹	۴۹۲	۵۵/۵	۴۹۹/۶۸	۰	۷۱۹/۴۲	۰/۷۳
آبادان	فصل بارش	۸/۱۸	۳۰۳۴	۸۵۰	۲۶۰	۶/۶	۷۵۹	۴۸/۸	۶۴۴	۰/۰۳	۱۱۲۷/۸	۱/۰۷
	فصل تبخیر	۷/۷	۲۷۰۱	۸۰۰	۱۶۲/۶	۸/۶	۶۶۴	۹۶/۰۱	۴۸۰	۰	۱۲۰۷	۰/۸۰۳

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نیاز روزافزون جوامع انسانی-زیستی به منابع آب به ویژه آب‌های سطحی، مطالعه این ذخایر از اهمیت بالایی برخوردار است (Xiaohua et al., 20004). کیفیت منابع آب سطحی نظیر رودخانه ها، برآیندی از پارامترهای فیزیکی وشیمیایی ناشی از عملکرد فرآیندهای زمین زاد[1] و انسان زاد[2] است (Gulson et al., 2008; Bastami et al., 2012). به بیان دیگر، ترکیب و کیفیت منابع آب سطحی نتیجه عملکرد محموعه‌ای از عوامل از قبیل هیدروشیمی آب ورودی، کنش و واکنش آب با لیتولوژی بستر، حجم ورودی پساب های انسانی- صنعتی (Almeida et al., 2007; Mukherjee et al., 2008) و... می‌باشد. از اینرو بررسی آنومالی‌های موجود در آب‌های سطحی می تواند نقش مؤثری در تعیین نوع و شدت واکنش زیست بوم رودخانه و اکوسیستم‌های وابسته ایفا نماید (Baoshan

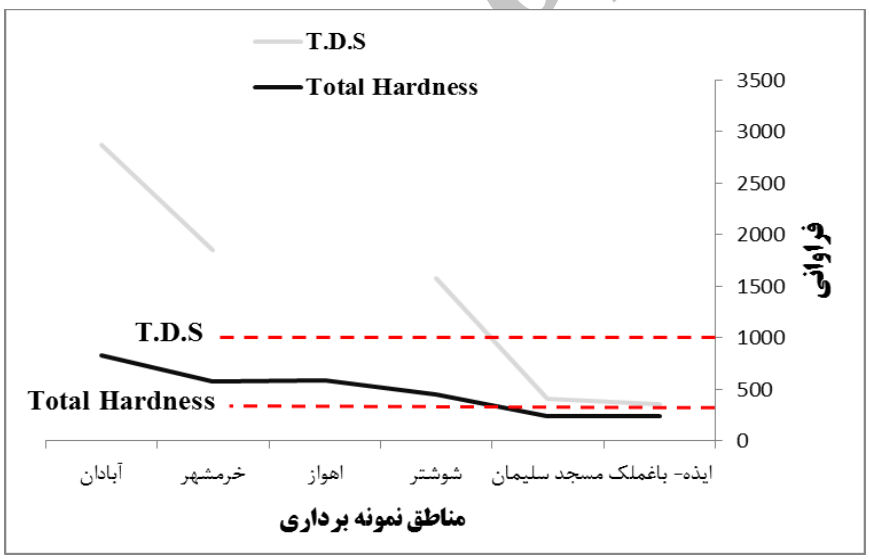
[1]. Geogenic
[2]. Anthropogenic

Archive of SID

www.SID.ir

et al., 2010). البته با وجود اهمیت شاخص‌های انسانی در تغییر هیدروشیمی منابع آب به ویژه رودخانه‌ها در جند دهه اخیر، اما مطالعه فرآیندها و رفتارهای زمین شیمیایی میان آب با کانی‌ها و ترکیبات عنصری بستر، یکی از شاخص‌های مهم و مؤثر بر ایجاد و یا عدم ایجاد ناهنجاری‌های فیزیکوشیمیایی در منابع مذکور به شمار می‌رود.

به بیان دیگر آب زمین شیمی پهنه‌های رودخانه‌ای، از مهم‌ترین شناساگرها جهت پایش منشأ و تاریخچه ترکیبات عنصری حاضر در این منابع است (Prasanna et al., 2011). در گام نخست به منظور دست یابی شدت آنومالی های موجود در کیفیت پهنه آبی کارون-اروند، شاخص‌های فیزیکوشیمیایی اندازه گیری شده در مقاطع مختلف استان با استانداردهای جهانی کیفیت منابع آب سطحی (Srinivasamorthy et al., 2009) مقایسه گردید (شکل ۲). نتایج حاصل تأیید می‌نمایند که در تمامی نمونه‌هایی که از مقاطع با بستر رسوبی-آبرفتی پهنه کارون-اروند برداشت گردیده، سختی کل آب بالاتر از استاندارد جهانی است. به بیان بهتر آب رودخانه کارون در مناطق شوشتر، اهواز، خرمشهر و آبادان در گروه آب‌های بسیار سخت (بیش از ۳۰۰ میلی گرم در لیتر) قرار می‌گیرد. داده‌های ارایه شده، نتایج مشابهی را نیز در رابطه با حجم ذرات معلق در پهنه مورد مطالعه نشان می‌دهند. بدین صورت که T.D.S پهنه کارون–اروند در نمونه‌های برداشت شده از مناطق شوشتر، اهواز، خرمشهر و آبادان، در گروه آب-های لب شور جای می‌گیرند. در این بین نمونه‌های برداشت شده از پهنه اروند در محدوده آبادان، بیشترین اختلاف را با استانداردهای جهانی نشان می دهند (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه سختی کل و T.D.S با استانداردهای جهانی

بررسی فراوانی و پراکنش شاخص‌های فیزیکوشیمیایی پهنه کارون-اروند در استان خوزستان نیز تأیید می‌کنند که از محدوده ایذه-باغملک به سوی نواحی جنوب و جنوب غرب استان که دهانه خروجی پهنه کارون-اروند محسوب می گردد، سختی کل، T.D.S و PH افزایش پیوسته و قابل توجهی نشان می دهند (شکل ۳). همچنین روند مشابه افزایش غلظت Mg, K ,Na ,Ca نیز نشان از این واقعیت دارد که شاخص‌های محیطی،

www.SID.ir

مؤثرترین عامل در ایجاد چنیین تغییرات وسیعی در هیدروشیمی پهنه کارون-اروند در محدوده استان خوزستان است.

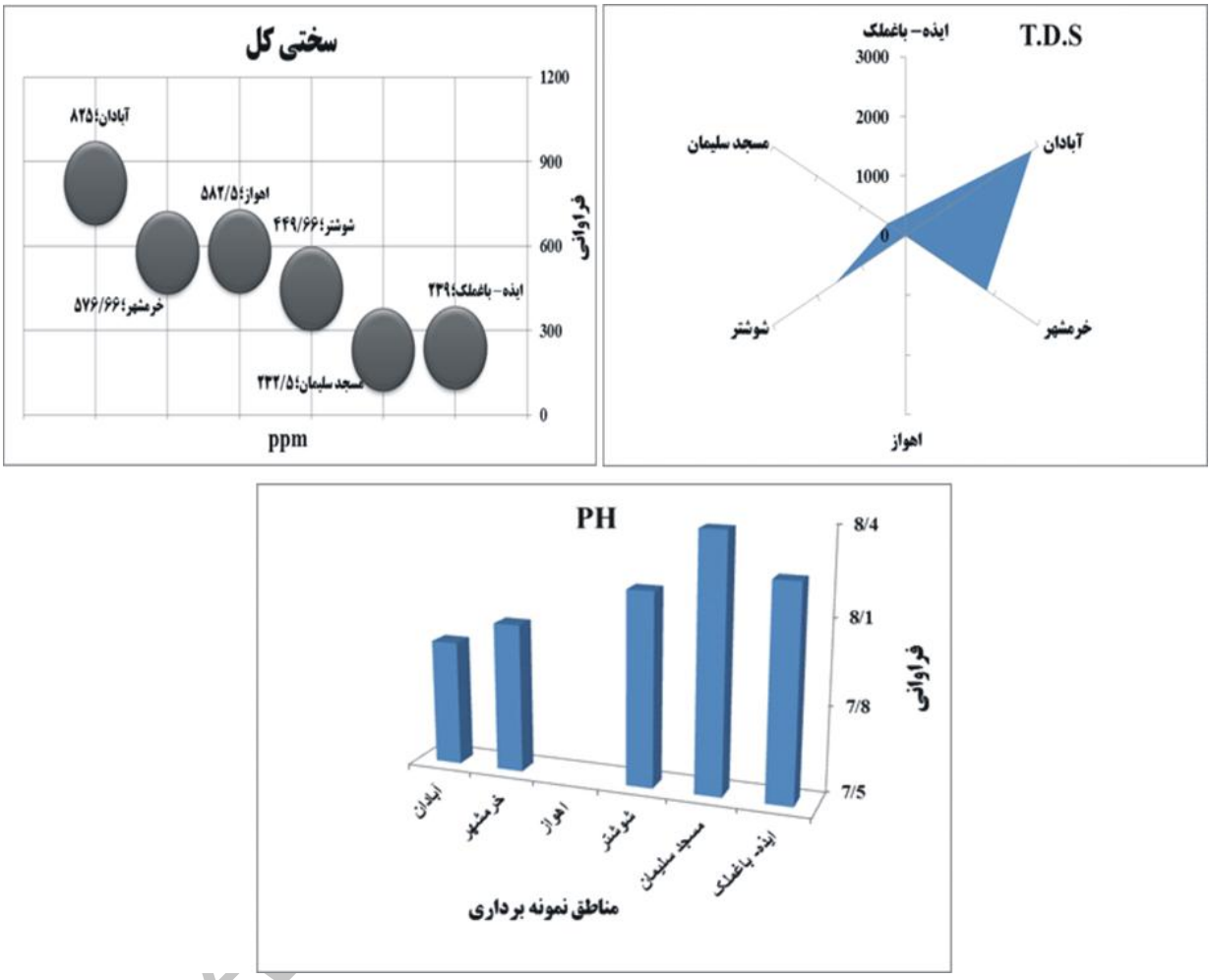
مطالعاتی نظیر Chandrajith et al (2006) افزایش میزان سختی آب در اقلیم‌های خشک را تأیید نموده‌اند. در استان خوزستان نیز هر چه از طرف شمال شرق استان به طرف جنوب غرب استان حرکت کنیم با ریزاقلیم‌های ناسازگارتر با طبیعت زیستی مواجه خواهیم شد که بخش‌های وسیعی از استان را می‌پوشانند. به طور کلی،خوزستان را می توان به ۴ ریز اقلیم نیمه مرطوب مدیترانه‌ای (ایذه-باغملک)، نیمه خشک (مسجد سلیمان)، خشک گرم (شوشتر و اهواز) و فراخشک گرم (خرمشهر و آبادن) تقسیم نمود (رییس-پور، ۱۳۸۷). بنابراین، افزایش درجه‌ی سختی آب و غلظت عناصر اصلی در اقلیم‌های گرم و خشک و فرا گرم و خشک را به احتمال فراوان می‌توان به افزایش دما و به دنبال آن افزایش میزان تبخیر (افزایش غلظت املاح) نسبت داد. در این راستا، مقایسه فراوانی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی (شکل ۳) با پراکنش شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه، تأثیر فاکتور اقلیم بر اسیدیته، سختی کل و حجم ذرات معلق را تأیید می کند. بدین صورت که کمترین فراوانی شاخص‌های عمومی آب کارون در اقلیم‌های نیمه مرطوب مدیترانه-ای با میانگین دمایی ۲۰/۳ درجه سلسیوس (برش ایذه-باغملک) و بیشترین میزان گزارش شده از این پارامترها، در اقلیم‌های فراخشک گرم با میانگین دمایی ۲۵/۲ درجه سلسیوس (برش خرمشهر-آبادان) قابل مشاهده است.

علاوه بر شرایط اقلیمی، وضعیت زمین ریخت شناسی و زمین‌شناسی منطقه‌ای نیز از عوامل تأثیرگذار در تعیین غلظت املاح موجود در منابع آب می‌باشد (Scanlon et al., 2002). از این سبب یقیناً وضعیت زمین‌شناسی منطقه نیز می‌تواند تأثیر به‌سزایی در تعیین خصیصه‌های آب‌زمین شیمی پهنه کارون-اروند داشته باشد. البته با توجه به تفاوت نسبی نهشته‌های زمین‌شناسی در مناطق مختلف استان، مسلماً باید انتظار داشت که تغییرات ایجاد شده در منابع آب نیز به تبعیت از لیتولوژی موجود در مناطق مختلف متفاوت باشد. در این رابطه، مقایسه وضعیت زمین‌شناختی بستر گذر رودخانه کارون با داده‌های عنصری و فیزیکوشیمیایی تأیید می‌کنند که لیتولوژی آهکی منطقه به‌مانند شرایط اقلیمی، نقش به سزایی در تغییرات آب زمین شیمی پهنه مورد مطالعه دارند. باید بدین مهم نیز توجه داشت که اهمیت نواحی کارستی که بین ۷-۲۰ درصد ناحیه خشکی را به خود اختصاص داده‌اند در تشکیل و انتقال منابع آب از یک طرف (Frisia and Borsato, 2010) و ترکیب غالب کربنات (بیش از ۵۰ درصد کربنات کلسیم) و دولومیت (غالبا کربنات منیزم) در این نواحی که قادرند ناهنجاری‌های وسیعی را در منابع آب موجود در مناطق کارستی ایجاد کنند (Mohammadi and Raeisi,2007)، از طرف دیگر، سبب شده که کارست‌ها اهمیت بالایی در مباحث زمین شناسی پزشکی داشته باشند. البته مهم اینکه در مناطق شرقی و شمال شرقی استان (ایذه-باغملک و مسجدسلیمان) که بستر کارون را سازندهای کارستیک-کربناته تشکیل داده است، به دلیل ساختار سنگی و پیوسته بستر و پایین بودن میزان انحلال، پارامترهای عمومی نظیر سختی کل، حجم ذرات معلق و همچنین عناصر اصلی از فراوانی کمتری نسبت به سایر مناطق برخوردار می‌باشند. از سوی دیگر،گسترش رسوبات سست کواترنری در بستر پهنه کارون در مناطق مرکزی و جنوبی استان موجبات کاهش کیفیت رودخانه در مناطق مذکور را فراهم آورده است. گسترش نهشته‌های جوان کواترنری (شامل رسوبات مخرط افکنه‌ای، آبرفتی و بادرفتی) در مسیر رودخانه‌ی کارون (زراسوندی، ۱۳۸۸) سبب افزایش انحلال بستر رودخانه

Archive of SID

www.SID.ir

و به دنبال آن افزایش سختی آب و میزان عناصر محلول می‌شود. از اینرو با توجه به غلظت بالای عناصری نظیرکلسیم در نواحی رسوبی و آهکی (Kohri et al., 1989)، غلظت بالای این عناصر در پهنه کارون-اروند در مقاطع اهواز و به ویژه خرمشهر –آبادان را می توان ناشی از ترکیب کربناته-تبخیری بستر این رودخانه در مناطق مذکور دانست.



شکل ۳. فراوانی سختی کل، **T.D.S** و **PH** در مقاطع گوناگون پهنه کارون-اروند

افزون بر شاخص‌های محیطی، همبستگی عناصر مختلف با یکدیگر در زیست بوم‌های آبی را می‌توان به عنوان یکی از ابزارهای مهم جهت شناسایی فرآیندهای مؤثر در تعیین زمین شیمی منابع مورد مطالعه محسوب داشت. به عبارت دیگر، به وسیله‌ی تعیین میزان همبستگی موجود بین عناصر می‌توان دریافت که علاوه بر شاخص‌هایی نظیر میزان غلظت عناصر در محیط، PH و غیره، خود عناصر به چه میزان قادرند با جذب سایر عناصر در تعیین شیمی پهنه‌های آبی مؤثر باشند. لذا در ادامه به منظور بررسی نقش کنترل کننده‌های عنصری در تعیین آب زمین شیمی پهنه کارون-اروند، ضریب همبستگی بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و اکسیدهای اصلی مورد پایش قرار گرفته است (جدول ۳). نتایج حاصل نشان می دهند که

www.SID.ir

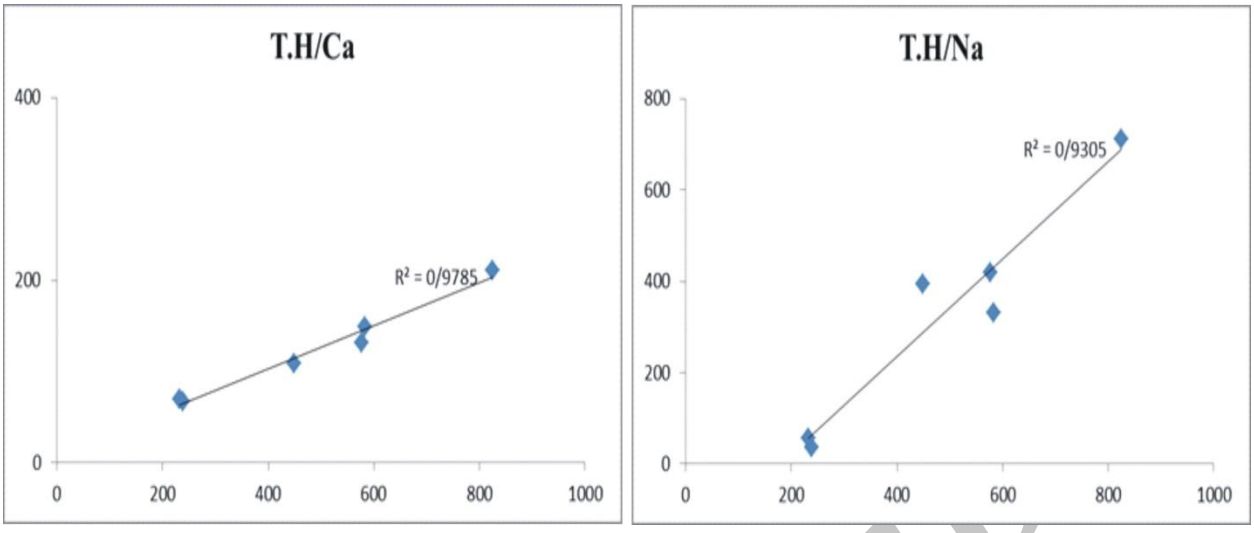
PH، T.D.S و سختی کل در سراسر پهنه آبی مورد مطالعه، همبستگی بسیار بالایی (≤ ۰/۸) با یکدیگر دارند. همچنین ضریب همبستگی پیرسون برای T.D.S و سختی کل با مجموعه عناصر قلیایی کلسیم، سدیم و پتاسیم در همه موارد بیش از ۰/۹ است. ضریب بالای همبستگی عناصر قلیایی با سختی کل (شکل ۴)، نشان از رژیم کربناته آب پهنه کارون-اروند در بسیاری از مقاطع دارد که این امر نیز از بستر آهکی-تبخیری آن ناشی می شود. محاسبه‌ی ضرایب همبستگی پیرسون برای عناصر اصلی نیز وجود همبستگی بالا میان کلسیم، پتاسیم و سدیم را تأیید می‌نماید که در این میان بیشترین ضریب همبستگی متعلق به سدیم و پتاسیم با فراوانی ۰/۹۴ است. منیزیم نیز ضریب همبستگی بیش از ۰/۸ را با این عناصر نشان می‌دهد. اما به رغم شرایط تبلور ترکیبات فسفاته و کلسیمی که در محیط‌های قلیایی تشکیل می‌شوند (Hesse et al., 2009)، داده‌های حاصل نشان می دهند که بین Ca و P_2O_5 در نمونه‌های آزمایش شده، همبستگی منفی بالایی (۰/۵-) وجود دارد (شکل ۵). به احتمال فراوان رقابت فراوان این دو ترکیب برای حایگزینی، عامل عدم همبستگی می باشد. منفی بودن ضریب همبستگی میان ترکیبات فسفاه با PH محیط در سراسر پهنه مطالعه شده نیز دلیلی بر این ادعا است. نکته جالب توجه دیگر اینکه با وجود افینیته‌ی قوی فلزات قلیایی نظیر سدیم و پتاسیم به فسفات (Chandrajith et al., 2006)، ضریب همبستگی میان سدیم و پتاسیم با P_2O_5 به ترتیب ۰/۵۱- و ۰/۴۷- می‌باشد (شکل ۵) که نشان از عدم همبستگی شدید در بین ترکیبات مذکور دارد. منیزیم نیز روند مشابهی را دنبال می‌نماید.

جدول ۳. محاسبه‌ی ضریب همبستگی پیرسون برای عناصر اصلی و شاخص‌های فیزیکوشیمیایی

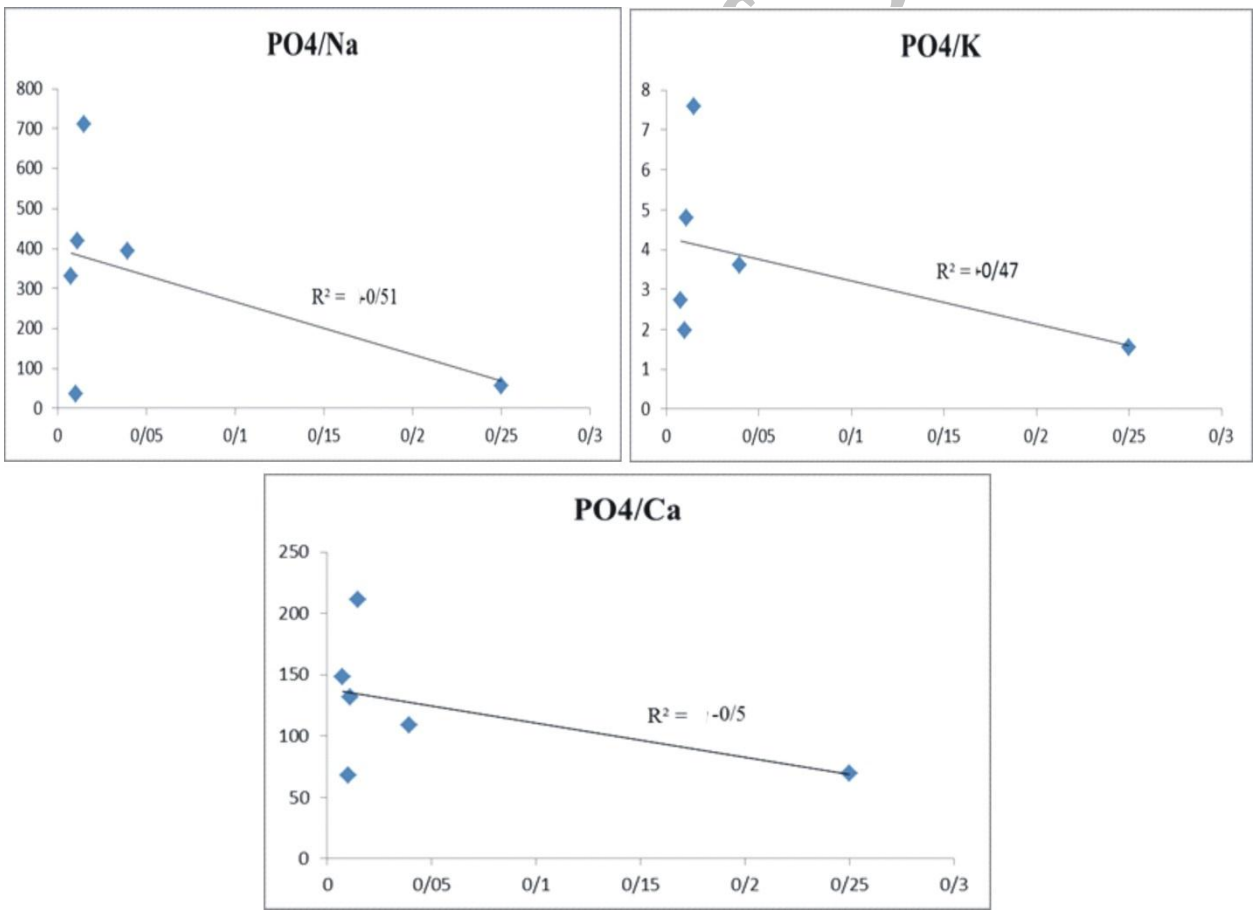
	PH	T.D.S	T.H*	Ca	K	Na	Mg	SO4	PO4	Cl	F
PH	۱										
T.D.S	۰/۷۳	۱									
T.H*	۰/۷۷	۰/۹۹	۱								
Ca	۰/۸۶	۰/۹۷	۰/۹۸	۱							
K	۰/۸۱	۰/۹۸	۰/۹	۰/۸۹	۱						
Na	۰/۷۳	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۴	۱					
Mg	۰/۵۲	۰/۹۵	۰/۹	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۹۵	۱				
SO4	۰/۵۸	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۹۴	۰/۹۴	۱			
PO4	۰/۲۴-	۰/۵۳-	۰/۵۵-	۰/۵-	۰/۴۷-	۰/۵۱-	۰/۵۸-	۰/۵۵-	۱		
Cl	۰/۷۹	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۵-	۱	
F	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۵۶	۰/۷	۰/۲۱	۰/۶	۱

Archive of SID

www.SID.ir



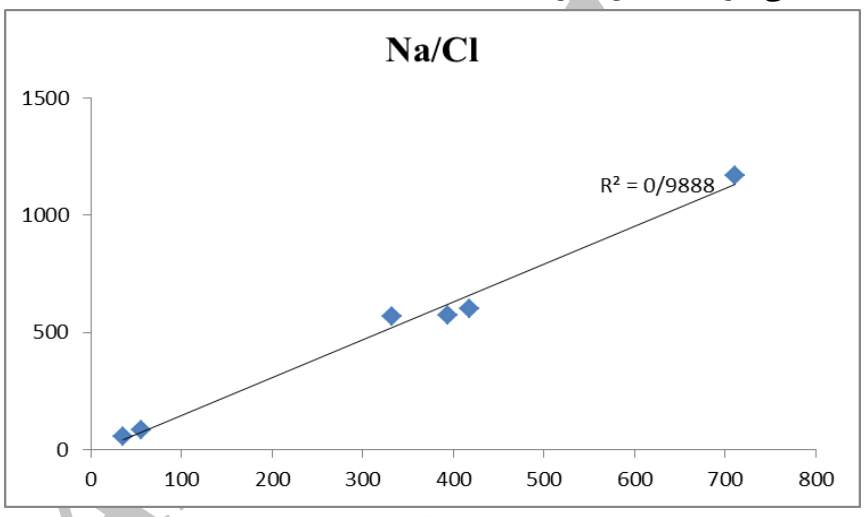
شکل ۴. محاسبه‌ی ضریب همبستگی پیرسون برای عناصر قلیایی با سختی کل



شکل ۵. محاسبه‌ی ضریب همبستگی پیرسون برای سدیم، پتاسیم و کلسیم با PO_4

www.SID.ir

به همین صورت، ضریب بسیار بالای همبستگی (۰/۹۹) بین دو عنصر سدیم و کلرید در نمونه‌های گردآوری شده از نقاط مختلف پهنه آبی کارون-اروند، احتمال منشأ یکسان برای این عناصر را افزایش می دهد (شکل ۶). با عنایت بدین مهم که سدیم از عناصری است که معمولاً منشأ طبیعی داشته و از ساختارهای سنگی-رسوبی به ویژه فلدسپارها و ترکیبات رسی تأمین می‌گردد، لذا تمرکز ترکیبات حاوی کانی‌های فلدسپاری نظیر آلبیت در ماسه‌های تخریبی موجب می‌گردد رودخانه‌هایی که بر بسترهای ماسه‌ای جریان دارند، غلظت‌های بالایی از سدیم را نشان دهند. از سوی دیگر آبشویی سازندهای تبخیری و همچنین لیتولوژی‌های نمکی مهمترین منبع تولید کننده کلرید در پهنه‌های آبی مرتبط با این سازندها است (Egbunike, 2007). با این تفاسیر می‌توان یکی از شاخص‌های مهم در ایجاد فراوانی بالای سدیم و کلرید در پهنه کارون-اروند را به بستر ماسه‌ای این رودخانه که از سازندهای تبخیری بالادستی منشأ می‌گیرد، نسبت داد. علاوه بر این، فعالیت‌های انسان زاد نیز نقش به سزایی در افزایش فراوانی ترکیبات کلریدی در محیط زیست دارند. نتایج حاصل از مطالعه دادالهی و ارجمند (۱۳۸۹) که در زمینه بررسی نقش پساب‌های ورودی کارخانه صابون سازی خرمشهر در کاهش کیفیت آب رودخانه کارون انجام گرفت، نشان داد که پساب ورودی از این تأسیسات به کارون، یکی از عوامل بسیار مهم در افزایش غلظت کلر در مقطع خرمشهر- آبادان به شمار می‌رود.



شکل ۶. محاسبه‌ی ضریب همبستگی پیرسون برای سدیم با کلرید

در نهایت، با اذعان بدین مهم که مقصد نهایی پهنه آبی کارون-اروند، زیست بوم خلیج فارس واقع در جنوب استان خوزستان می‌باشد، لذا ناهنجاری‌های زمین زاد و انسان‌زاد آب زمین شیمی این رودخانه به صورت مستقیم، جوامع گیاهی و جانوری خلیج فارس را متأثر می‌سازد. در مرحله نخست، با توجه به مقادیر نسبتاً بالای ترکیبات سولفاته به ویژه در مقاطع مرکزی و جنوبی استان، باید پیامدهای افزایش این ترکیبات بر زیست بوم خلیج فارس بررسی گردد. از آنجایی‌که نتایج حاصل از مطالعه Davies (2007) نشان داد که افزایش بیش از حد آستانه ترکیبات سولفاته که عمدتاً از فعالیت‌های انسان‌زاد نشأت می‌گیرند، تأثیر منفی بر رشد و پراکنش جوامع گیاهی ساکن در مناطق دریایی به ویژه خزه‌های دریایی دارد، از اینرو فراوانی بالای ترکیبات سولفاته در دهانه ورودی به خلیج فارس می‌تواند الگوی رشد گیاهان ساکن در مناطق ساحلی

www.SID.ir

مجاور مصب اروند را تحت تأثیر قرار دهد. داده‌های گزارش شده در این مطالعه، بیان می‌کنند که رابطه منفی بین افزایش درجه سختی آب و سمیت ترکیبات سولفاته در اکوسیستم‌های آبی وجود دارد. بدین معنی که به هر میزان سختی کل آب‌های تغذیه کننده خلیج فارس افزایش یابد (تا حد استاندارد)، به همان میزان از تأثیرات منفی سولفات بر جوامع آبزی کاسته می‌شود. به علاوه، بررسی‌های انجام شده در قالب مطالعات آب زمین پزشکی در نواحی دریایی نشان از این واقعیت دارند که فراوانی بالای سدیم به ویژه در خطوط ساحلی، موجبات افزایش شوری آب را فراهم آورده که پیامدهایی از قبیل افزایش جمعیت آبزیان نمک دوست نسبت به سایر جاندران دریایی را درپی دارد. این مطالعات تأیید می‌کنند که افزایش شوری، می‌تواند سبب ایجاد تغییرات بافتی در برخی از گونه‌های ماهی-ها شود (Farag and Harber, 2012). افزون براین موارد، با توجه به تأیید مقادیر بالای T.D.S بر نرخ باروری و رشد تخم برخی از گونه‌های ماهی نظیر Salmonid (Weber and Scannell, 2007)، با افزایش میزان حجم ذرات معلق به ویژه در مقاطع خروجی پهنه کارون-اروند، تأثیرپذیری الگوی باروری و رشد آبزیان خلیج فارس به خصوص ماهی‌ها، اجتناب ناپذیر خواهد بود. البته با توجه به اینکه حضور مقادیر مناسب کلسیم (نزدیک به آستانه استاندارد) موجب افزایش مقاومت برخی از گونه‌های گیاهان دریایی در مقابل تغییرات محیطی می‌شود (Wang. 2003)، مقادیر نسبتاً بالای کلسیم در آب‌های ورودی به دهانه خلیج فارس، توان پایداری گیاهان بومی خلیج فارس در برابر ناهنجاری-های اقلیمی را افزایش می‌دهد. در نهایت با توجه به نقش مؤثر فسفر در تأمین منابع غذایی زیست بوم‌های دریایی (Gao and Uematsu, 2012)، پایین بودن غلظت ترکیبات فسفاته در پهنه کارون-اروند و به دنبال آن در مناطق سواحل غربی خلیج فارس، می‌تواند کاهش رشد ریزمغذی‌ها را در این نواحی درپی داشته باشد. البته این ادعا نیازمند مطالعات گسترده‌تری می-باشد.

منابع

حیدری.، م. ۱۳۹۰. بررسی تشکیل سنگ‌های ادراری با نگرشی ویژه بر زمین‌شناسی پزشکی در استان خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.

دادالهی سهراب، ع. و ارجمند، فرشید. ۱۳۸۹. شاخص کیفیت (WQI) آب رودخانه کارون به عنوان نشان دهنده اثرات پساب صابون‌سازی خرمشهر. فصلنامه اقیانوس‌شناسی، ۴: ۲۷-۲۱.

رئیس‌پور.، ک. ۱۳۸۷، تحلیل آماری و همدیدی پدیده گرد و غبار در استان خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

زراسوندی.، ع. ۱۳۸۸. ارزیابی زیست محیطی پدیده‌ی گرد و غبار در استان خوزستان ، فاز اول، طرح سازمان محیط زیست استان خوزستان، ۲۷۰ صفحه.

Afkhami, M., Shariat, M., Jaafarzade, N., Ghadiri, H., Nabizadeh, R. 2007. Developing a water quality management model for karun and dez rivers. Iranian J Env Health Sci Eng. 4 (2): 99-106.

Alam, M.G.M., Snow, E.T., and Tanaka, A. 2003. Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in Samta village, Bangladesh. The Science of the Total Environment. 308: 83–96.

Alavi, M., 2004. Regional stratigrapHy of the zagros fold thrust belt of iran and its proforland evolution .Ameracan Journal of Science. 304: 1-2.

Almeida, C. A., Quintar, S., Gonzalez, P., and Mallea, M. A. 2007. Influence of urbanization and tourist activities on the water quality of the Potrero de los Funes River (San Luis-Argentina). Environmental Monitoring and Assessment. 133: 459-465.

Archive of SID

www.SID.ir

community: An example of “canaries” in the mine. Toxicology Letters 180: 32–246.
Hesse, A., Tiselius, H.G., Siener, R., and Hoppe, B. 2009. Urinary Stones. S. Karger AG, P.O. Box, CH–4009 Basel (Switzerland), pp. 232.
Joerin, F., Cool, G., Rodriguez, M.J., Gignac, M., and Bouchard, C. 2010. Using multi-criteria decision analysis to assess the vulnerability of drinking water utilities. Environ Monit Assess. 166:313–330.
Karamouz, M., Mahjouri, N., Kerachian., R. 2004. River Water Quality Zoning: A Case Study of Karoon and Dez River System. Iranian J Env Health Sci Eng. 1(2): 16-27.
Kohrle, J., and Gartner, R. 2009. Selenium and thyroid. Best Practice and Research Clinical Endocrinology and Metabolism. 23: 815-827.
Mohammadi, Z., and AND Raeis, E. Hydrogeologycal Uncertainties in Delineation of Leakage AT Karst Dam Sites, The Zagros Region, Iran. Journal of Cave and Karst Studies. 69(3): 305–317.
Mukherjee, A., Brömssen, M.V., Scanlon, B.R., Bhattachary, P., Fryar, A.E., Aziz Hasan, M.d., Ahmed, K.M., Chatterjee, D., Jacks, G., and Sracek, O. 2008. Hydrogeochemical comparison and effects of overlapping redox zones on groundwater arsenic near the Western (Bhagirathi sub-basin, India) and Eastern (Meghna sub-basin, Bangladesh) margins of the Bengal Basin. Journal of Contaminant Hydrology. 99: 31–48.
Nikoo, M.R., Kerachian, R., Malakpour-Estalaki, S., Bashi-Azghadi, S.N., and Azimi-Ghadikolaee, M.M. 2011. A probabilistic water quality index for river water quality assessment: a case study. Environ Monit Assess. 181:465–478.
Prasanna, M.V., Chidambaram, S., Shahul Hameed, A., and Srinivasamoorthy, K. 2011. Hydrogeochemical analysis and evaluation o groundwater quality in the Gadilam river basin, Tamil Nadu, India. J. Earth Syst. Sci. 120(1): 85–98.
Roostaei, N. 2004. River Basin Challenges and Management in Iran. Department of Environment. pp.11.
Saatsaz, M., Azmin Solaiman, W.N., and Mohammadi, K. 2009. Groundwater Resource Assessment of the Astaneh-Kouchesfahan Plain, Baoshan, C., Yanyan, H., Chongfang, W., Xiaolin, L., Xuejie, T., and Wendong, T. 2010. Estimation of Ecological Water Requirements Based on Habitat Response to Water Level in Huanghe River Delta, China. Chin. Geogra. Sci. 20(4) 318–329.
Bastami, K.D., Bagheri, H., Haghparast, S., Soltani, F., Hamzehpoor, A., and Darvish Bastami, M. 2012. Geochemical and geo-statistical assessment of selected heavy metals in the surface sediments of the Gorgan Bay, Iran. Marine Pollution Bulletin. 64: 2877–2884.
Chandrajith, R., Wijewardana, G., Dissanayake, C.B., and Abeygunasekara, A. 2006. Biomineralogy of human urinary calculi (kidney stones) from some geographic regions of Sri Lanka. . Environmental Geochemistry Health. 28: 393–399.
Cheng, J., Gao, L., Zhao, W., Liu, X., Sakamoto, M., and Wang, W. 2009. Mercury levels in fisherman and their household members in Zhoushan, China: Impact of public health. Science of the Total Environment. 407: 2625-2630.
Davies, T.D. 2007. Sulphate toxicity to the aquatic moss, Fontinalis antipyretica. Chemosphere. 66: 444-451.
Diagomanolin, V., Farhang, M., Ghazi-Khansari, M., Jafarzadeh, N. 2004. Heavy metals (Ni, Cr, Cu) in the Karoon waterway river, Iran. Toxicology Letters. 151: 63–68.
Egbunike, M.E. Hydrogeochemical Analysis of Water Samples in Nando and Environs of the Anambra Basin of South Eastern Nigeria. 2007. The Pacific Journal of Science and Technology. 8(1): 32-35.
Farag, A.M., and Harper, D.D. 2012. The Potential Effects of Sodium Bicarbonate, a Major Constituent of Produced Waters from Coalbed Natural Gas Production, on Aquatic Life. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. pp. 112.
Frisia, S., and Borsato, A. 2010. Karst. Developments in Sedimentology, 61: 269-318.
Gao, H.W., and Uematsu, M. 2012. Asian Dust and Ocean EcoSystem (ADOES). strategic development & outreachCenter. Pp. 3.
Gulson,B., Korsch, M., Douglas, C., Matisons, M., Gillam, L., and McLaughlin, V. 2008. Airborne lead carbonate as the main source of lead in blood of children from a seaside

Archive of SID

www.SID.ir

Trick, J.K., Stuart, M., and Reeder, S. 2008. Contaminated Groundwater Sampling and Quality Control of Water Analyses, Environmental Geochemistry. Elsevier Academic Press. chap 3: 29-57.

Wang, J.C. 2003. The Effect of a Soluble Calcium Solution on an Aquatic Plant's Ability to Withstand Global Warming. California state science fair. Project Summary. pp.1.

Weber-Scannell, P.K., and Duffy, L.K. 2007. Effects of Total Dissolved Solids on Aquatic Organisms: A Review of Literature and Recommendation for Salmonid Species. American Journal of Environmental Sciences. 3(1): 1-6.

Xiaohua, Y., Zhifeng, Y., Zhenyao, S., and Jianqiang, L. 2004. thtAn ideal interval method of multi-objective decision-making for comprehensive assessment of water resources renewability. Science in China Ser. E Engineering & Materials Science. 47: 42-50.

North Iran. American-Eurasian J.Agric & Environ. Sci. 6 (5): 609-615.

Scanlon, B.R., Healy, R.W., and Cook, P.G. 2002. Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. Hydrogeology Journal.10:18–39.

Schussler, U., Balzer,W., Deeken, A. 2005. Dissolved Al distribution, particulate Al fluxes and coupling to atmospheric Al and dust deposition in the Arabian Sea. Deep Sea Res II. 52:1862–1878.

Srinivasamoorthy, K., Chidambaram, S., Sarma, V.S., Vasanthavigar, M., Vijayaraghavan, K., Rajivgandhi, R., Anandhan P., and Manivannan, R. 2009. Hydrogeochemical Characterisation of Groundwater in Salem District of Tamilnadu, India. Research Journal of Environmental and Earth Sciences. 1(2): 22-33.

Sullivan, C., Tyrer, M., Cheeseman, C.R., and Graham, N.J.D. 2010. Disposal of water treatment wastes containing arsenic -A review. Science of the Total Environment. 408: 1770-1778.

Archive of SID

www.SID.ir

Medical geochemistry of Major Elements in the Karun-Arvand Rivers: Possible Consequences on Persian Gulf Ecosystems

Alireza Zarasvandi[1], Houshang Pourkaseb[1], Iman Ghanavati Mohammad Ghasemi[2], and Majid Heidari[2] *

1. Marine science Institute, Khoramshahr University of Marine Science and Technology
2. Department of Geology, Shahid Chamran University (SCU), Iran

Abstract

In order to study of karun-arvand geochemistry and investigation of probably anomalies especially in Persian Gulf, distribution of physicochemical factors, major elements and some of anion in 33 collected sample with used titration and flame photometer method has been determined. Attended data showed that lowest and highest frequency of T.D.S and Total Hardness in Ize-Baghmalek (355/66 and 239 ppm) and Abadan (2867/5 and 825 ppm), respectively. PH not showed significant change in entire river length. The mean annual frequencies of elements are: Cl=507.92 > Na=324.72 > S=323.3 > Ca=122.86 > K=3.75. Investigation of environmental factors confirms that climate condition and geology, especially in central and southern areas have the important role in increasing T.D.S, Total Hardness, Na, Ca and S. Human activities, especially the sewage of soap production factory can be most important effective factor in increasing Chloride concentration in Khoramshahr-Abadan section. The high correlation coefficient (>/9) of alkali elements with total hardness, shows carbonate regime of the Karun-Arvand on many sections. Probably, it arises from the of lime-evaporation bed of river. Despite the high affinity alkali elements such as Na and K to P, correlation coefficient between Na and K with P2O5 was -0/51 and -0/47, respectively. High correlation coefficient between Na and Cl, confirms same origin for these elements. High concentration of SO4 and T.D.S in river liman can be affects growth pattern of plants and communities aquatic in this area. Also, high frequency of sodium, can be created tissue disruptions in some fish species especially in west coastlines. Finally, high frequency of calcium, increases native plants resistance against celimate anomalies.

Key words: Karun-Arvand, Medical Geochemistry, Major Elements, Persian Gulf, correlation coefficient

*Heidari.majid006@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir