

## ارزیابی بخش‌های پایدار و ناپایدار فلزات سنگین (Fe, Mn, Cr, Ni) در رسوبات سطحی حوزه جنوبی دریای خزر دو ایستگاه (تنکابن و امیرآباد)

رامین زرشناس<sup>۱</sup>، حسن نصراله زاده ساروی<sup>۲\*</sup>، پروین فرشچی<sup>۱</sup>، شعبان نجف پور<sup>۲</sup>

\*hnsaravi@gmail.com

۱- دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی:

۷۷۵/۱۴۵۱۵

۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، ساری، صندوق پستی: ۹۶۱

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۴

**لغات کلیدی:** فلزات سنگین، استخراج پی در پی، رسوبات سطحی، دریای خزر

فعالیت‌های انسانی به اکوسیستم است و همچنین بخش پایدار که نتیجه حضور طبیعی آن‌ها در پوسته زمین می‌باشد ضروری می‌سازد (Zakir and Shikazono, 2008). روش استخراج پی در پی بر اساس نظریه Tessier بسط داده شده است که بطور گسترده ای برای انواع نمونه های جامد شامل رسوبات آب شیرین، رسوبات آب شور، خاک و لجن فاضلاب به کار گرفته می شود (Singh et al., 2005). طی دهه های اخیر روش های استخراج پی در پی مختلفی پیشنهاد شده است.

در این مطالعه، از تکنیک استخراج پی در پی (Sequential Extraction Technique) به منظور شناسایی مقدار فلز انسان ساخت در مقایسه با منشاء طبیعی و هم چنین برای ارزیابی دسترسی زیستی فلزات مورد نظر به کار گرفته شد. (Idriss and Ahmad., 2013)

طی تابستان و زمستان سال ۱۳۹۳ نمونه برداری از رسوبات سطحی حوزه جنوبی دریای خزر واقع در دو منطقه تنکابن- ایستگاه نشتارود، بعنوان منطقه (شهری، تفریحی، رودخانه‌ها و پساب های شهری) و منطقه

بررسی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات برای ارزیابی احتمال آلودگی در یک منطقه، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از روش های تشخیص دخالت های انسانی و ورود آلاینده هایی با منشاء انسانی به محیط های آبی، بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در رسوبات می باشد (Zhou et al., 2007). ذرات رسی در رسوبات محلی برای تجمع یون های فلزی بوده و در صورتی که تحت تاثیر جریانات فیزیکی آب قرار نگیرند می توانند منبع سمی نسبتا پایداری را بوجود آورده و بصورت ذخایر طولانی مدت آلاینده در محیط باقی بمانند. از آنجا که فلزات در شرایط مختلف محیطی میتوانند مجدداً در آب حل شده و در دسترس موجودات قرار می گیرند از اهمیت ویژه ای برخوردار میباشند (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۲). از آنجایی که اندازه گیری غلظت کلی عناصر نمی تواند تصویر واقعی از آلودگی یک محیط آبی را نشان دهد، این مساله انجام مطالعات تفکیک شیمیایی را به منظور دستیابی به منشأ و نوع پیوندها (باقری و همکاران، ۱۳۹۰) و تعیین اجزای بخش های ناپایدار (تبادلی، اکسیدهای آهن و منگنز و (مواد آلی) که حاصل ورود فلزات ناشی از

امیرآباد- ایستگاه نیروگاه نکا (ورودی رودخانه گهرباران ، وجود بندر تجاری و حمل و نقل نفتی) انجام گردید (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها در سواحل جنوبی دریای خزر (۱۳۹۳)

کلریدریک (HCl) که pH آن به ۲ رسانده شده بود، اضافه و در دمای اتاق بطور مداوم به مدت ۳ ساعت تکان داده شد. (Tessier, 1979)

مرحله سوم) بخش وابسته به مواد آلی: در حمام آب گرم و در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به رسوب باقی‌مانده از مرحله دو، بتدریج ۱۵ میلی‌لیتر  $H_2O_2$  (۰.۳۵٪) اضافه گردید بطوریکه تا زمان خشک شدن محلول اکسید شد. بعد از خنک شدن، فلز آزاد شده از ترکیبات آلی به مدت ۳ ساعت با ۵۰ میلی‌لیتر آمونیوم استات ۱ مولار که با HCl تا pH برابر ۲ اسیدی شده بود، در دمای اتاق تکان داده شد. (Tessier, 1979)

مرحله چهارم) بخش پایدار: به رسوب باقی‌مانده از مرحله ۳ در ۱۰ میلی‌لیتر ترکیبی (به نسبت ۴:۱) از  $HNO_3$  غلیظ (۰.۶۵٪) و  $HClO_4$  (۰.۷۰٪) اضافه شد (ابتدا اسید نیتریک به رسوب اضافه و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق هضم شد، سپس با اضافه نمودن اسید پرکلریدریک و نگهداری به مدت ۳ ساعت در کوره با دمای ۱۴۰ سانتی‌گراد عمل هضم کامل گردید) (Tessier, 1979).

غلظت‌های فلزات سنگین آهن، منگنز، کروم و نیکل به وسیله‌ی دستگاه جذب اتمی شعله ای (AAS)<sup>۱</sup> و با

در هر ایستگاه ۳۶ نمونه رسوب از هر عمق ۵، ۱۰ و ۲۰ متری بوسیله‌ی دستگاه گرب ون وین (Van Veen Grab) (۵-۰ سانتی‌متر) برداشته شد. نمونه‌های رسوب پس از قراردادن در ظروف آلومینیومی در یونولیت محتوی یخ با ثبت مشخصات به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر (ساری، مازندران) انتقال داده شده و تا زمان بررسی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. به منظور آماده سازی، ابتدا نمونه های جمع آوری شده بوسیله دستگاه فریز درایر در محیط سرما خشک گردید تا اینکه به وزن ثابتی رسیدند (Tanner, 2011).

جداسازی شیمیایی فلزات سنگین موجود در رسوبات سطحی با استفاده از تکنیک اصلاح شده استخراج پی‌درپی به صورت زیر می باشد:

مرحله اول) بخش قابل تبادل: حدود ۱۰ گرم از نمونه خشک شده برداشته، سپس ۵۰ میلی‌لیتر استات آمونیوم ۱ مولار با pH ۷ اضافه شد و در دمای اتاق بطور مداوم به مدت ۳ ساعت تکان داده شد. (Tessier, 1979)

مرحله دو) بخش وابسته به عناصر احیا (اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز): به رسوب باقی‌مانده از مرحله یک، ۵۰ میلی‌لیتر هیدروکسیل آمونیوم کلراید (۰.۲۵٪  $NH_2OH.HCl$ ) مولار که با اسید

<sup>1</sup> Atomic Absorption Spectrophotometer

نمونه‌های مورد بررسی تهیه شد. دقت اندازه گیری میزان فلزات با استفاده از آنالیز ماده استاندارد SRM2711 کنترل گردید.

استفاده از منحنی کالیبراسیون محاسبه و سپس با در نظر گرفتن مقدار ماده خشک رسوب بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک مشخص شد. جهت کنترل کیفیت آنالیزها، سه نمونه شاهد (Blank) نیز در کنار سایر

جدول ۱: شرایط دستگاهی AASPECTROMETER برای اندازه گیری فلزات

فلز	طول موج (nm)	پهنای شکاف (nm)	جریان لامپ (درصد)
Fe	۲۱۳/۹	۰/۲۰	۷۵
Mn	۳۲۴/۸	۰/۵۰	۷۵
Cr	۲۱۷/۰	۰/۵۰	۷۵
Ni	۲۲۸/۸	۰/۵۰	۵۰

جدول ۲: درصد بازیابی فلزات

فلز	LOD	LOQ	% Recovery	Uncertainty of Measurement
Fe	۰/۰۱	۰/۰۳۴	۹۸/۸۲	±۰/۰۰۲
Mn	۰/۰۲۷	۰/۰۹۰	۱۰۰/۰۸	±۰/۰۰۲
Ni	۰/۷۷۰	۲/۵۶۰	۸۸/۵۷	±۱/۰۳۱
Cr	۰/۳۳۰	۱/۱۱۰	۸۸/۷۵	±۱/۰۳۴

۷۷/۰ به دست آمد. با توجه به درصدهای به دست آمده در هر دو ایستگاه کمترین درصد در بخش ناپایدار مربوط به فلز کروم و بیشترین درصد مربوط به فلز منگنز است. بیشترین میزان فلزات آهن، منگنز، کروم و نیکل در بخش پایدار در ایستگاه تنکابن به ترتیب ۴۷۲۸/۶۴، ۱۳۶۷/۹۷، ۳۸/۲۵ و ۴۸/۴۳ میکروگرم بر گرم ماده خشک و در ایستگاه امیرآباد به ترتیب ۲۳۱۲/۲۶، ۱۹۸۷/۸۴، ۳۱/۵۲ و ۳۲/۴۱ میکروگرم بر گرم ماده خشک برآورد شد. فلز آهن بیشترین و فلز کروم کمترین مقدار را در بخش پایدار داشتند.

تغییرات غلظت فلز با فصل، میانگین غلظت فلزات آهن و منگنز در رسوبات سطحی بین فصول زمستان و تابستان بر اساس آنالیز واریانس یک طرفه، اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $p > 0.05$ ). در حالیکه در غلظت فلزات کروم و نیکل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). در مقایسه تغییرات غلظت فلز با عمق، میانگین غلظت فلزات آهن، منگنز، کروم و نیکل در رسوبات سطحی حوزه جنوبی ۲۰۳

در این مطالعه دو گروه از متغیرها یعنی متغیرهای مستقل (ایستگاه‌ها، فصل‌ها و اعماق) و متغیرهای وابسته (نوع فلز) در نظر گرفته شدند. داده‌ها بر اساس فرآیند رتبه-بندی انتقال و سپس با آزمون شاپیرو-ویلک و رسم نمودار Q-Q نرمال بودن آن تایید گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون‌های پارامتریک (T-test و ANOVA) بر روی داده‌های نرمال شده استفاده گردید. ثبت اطلاعات و کلاسه بندی داده‌ها در نرم افزار (۲۰۱۳) Excel و تجزیه و تحلیل داده‌ها در برنامه آماری SPSS (version 22) انجام گردید. تمام میانگین‌ها به همراه انحراف معیار بیان شده است. (Cuong and Obbard, 2006)

نتایج نشان داد درصد بخش ناپایدار فلزات آهن، منگنز، کروم، نیکل در ایستگاه تنکابن به ترتیب ۶/۴۵، ۱/۲۲، ۰/۰ و ۳/۵، در ایستگاه امیرآباد به ترتیب ۴/۰، ۲/۶، ۲۳/۱، ۰/۸ و ۵۵/۰، در بخش پایدار در ایستگاه تنکابن به ترتیب ۰/۷۸، ۵۵/۰، ۹۳/۹ و ۹۶/۵ و در ایستگاه امیرآباد ۹۶/۰، ۹۷/۴، ۹۸/۲ و

امتداد ساحل می تواند ناشی از ورود مقادیر زیاد رسوبات از قسمت های شمالی و جنوب غربی دریای خزر و با توجه به جریان خلاف جهت عقربه های ساعت آب دریا (حرکت سیکلونی) به این منطقه هست (Ketek Lahijani *et al.*, 2008).

در مطالعه حاضر نتایج بخش غلظت کل نشان داد که فلزات به ترتیب  $Fe > Mn > Ni > Cr$  هست. ترتیب فلزات در بخش ناپایدار و ناپایدار به ترتیب  $Mn > Fe > Ni > Cr$  و  $Fe > Mn > Ni > Cr$  تعیین گردید. هاشمی و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که فلزات بخش غلظت کل به ترتیب  $Pb > Cu > Zn > V > Ni > Cr$  ثبت گردید. مقایسه این دو تحقیق در غلظت کل (همچنین در بخش های پایدار و ناپایدار) نشان میدهد که ترتیب قرار گرفتن فلزات نیکل و کروم مشابه بوده است که نشان‌دهنده این است که تغییرات غلظت این دو فلز در منطقه مشابه در دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ اختلاف معنی داری را نشان نداده است.

تحقیق باقری و همکاران (۱۳۸۹) در رودخانه گرگان رود که بر روی فلزات آهن، منگنز، کروم و نیکل صورت گرفت غلظت کلی عناصر به ترتیب  $Fe > Mn > Ni > Cr$  به دست آمد، به‌طورکلی در رودخانه گرگان رود نشان داده شد که نقش عوامل زمین‌شناسی و طبیعی منطقه بسیار بیشتر از عوامل انسانی بوده، که با نتایج کلی این تحقیق هم‌خوانی دارد (Philip *et al.*, 2009). میانگین فلزات کروم و نیکل در رسوبات دو منطقه دریایی اطراف سنگاپور میزان غلظت کل با تحقیق فعلی تقریب مطابقت داشت اما در بخش ناپایدار بیشتر از نتایج این تحقیق درآمد که نشان‌دهنده منشأ انسانی فلزات بوده است. Singh *et al.* (2005) به بررسی فلزات آهن و منگنز در رسوبات سطحی رودخانه کلانگ در مالزی پرداختند که نتایج حاصل نشان‌دهنده محدود بودن این عناصر در بخش پایدار بوده و با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد (Gruti *et al.*, 2013). دسترسی زیستی فلزات آهن و نیکل را در رسوبات سطحی رودخانه Kongesgerden نروژ مورد محاسبه قرارداد و نتایج نشان داد بیشترین مقدار فلز آهن در بخش پایدار و بیشترین مقدار فلز نیکل در بخش ناپایدار مشاهده شده است که در ارتباط با فلز نیکل با این تحقیق مطابقت ندارد.

دریای خزر بین اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر بر اساس آنالیز واریانس یک طرفه، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ( $p > 0.05$ ). در بررسی تغییرات غلظت فلز با ایستگاه، میانگین غلظت فلزات آهن و کروم در رسوبات سطحی حوزه جنوبی دریای خزر بین ایستگاه تنکابن و امیرآباد اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). در حالیکه در غلظت فلزات منگنز و نیکل اختلاف معنی داری مشاهده شد. ( $p < 0.05$ ) در بررسی تغییرات غلظت فلز در بخش ناپایدار و پایدار، میانگین غلظت فلزات آهن، منگنز، کروم و نیکل در رسوبات سطحی حوزه جنوبی دریای خزر بین بخش ناپایدار و بخش پایدار بر اساس آزمون تی‌تست، اختلاف معنی داری مشاهده شد. ( $p < 0.05$ )

نتایج تحقیقات دیگران نشان داد که غلظت بخش پایدار فلزات بیش از بخش ناپایدار هست (Cuong and Obbard, 2006). در تحقیق حاضر بجز فلز منگنز (در فصل تابستان) مقادیر بخش پایدار چندین برابر بخش ناپایدار بوده است بطوریکه درصد بخش پایدار در محدوده ۹۸/۲-۵۵/۰ و بخش ناپایدار در محدوده ۴۵/۰-۱/۸ مشاهده گردید که نتایج تحقیقات فوق مشابه بوده است (Shirnesan *et al.*, 2015).

در تحقیقی در منطقه خلیج فارس عنوان کردند زمانی که درصد بخش پایدار بیش از ۵۰٪ برسد بیانگر این است که منبع این عناصر بیشتر ژئوشیمیایی است تا منبع انسان ساخت. در مطالعه حاضر درصد بخش پایدار با بیش از ۵۰٪ درصد با نتایج فوق مشابه بوده که بیانگر منبع اصلی این چهار فلز (آهن، منگنز، نیکل و کروم) طبیعی و ژئوشیمیایی هست.

میانگین بخش ناپایدار چهار فلز ناحیه غربی بیش از ناحیه شرقی بوده است که احتمالاً می توان به توپوگرافی بستر، جهت جریانات سیکلونی، هیدرودینامیک مرتبط باشد که با آوردن آبهای آلوده به این منطقه و رسوبگذاری در بستر سبب این افزایش غلظت این فلزات در این ناحیه می شود. هاشمی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در گزارش خود در حوزه جنوبی دریای خزر غلظت فلزات از غرب به شرق اختلاف معنی داری را نشان داد که با نتایج تحقیق حاضر مشابه بوده است. این افزایش غلظت از شرق به غرب در

جدول ۳: مقایسه میانگین مقادیر مرجع فلزات سنگین در رسوبات و پوسته زمین ( $\mu\text{g/g.dw}$ )

منبع	Cr	Ni	Mn	Fe	منشأ
Muller (1969)	۱۰۰	۸۰	۶۰۰	۴۱۰۰۰	پوسته زمین
Alloway (1995)	۷۰	۵۲	۷۸۵	۴۶۰۰۰	رسوبات دریایی
	۲۲	۲۵	۵۷۴	۱۹۴۸۴	تنکابن و امیرآباد
تحقیق حاضر	ND-۴۳/۳۸	۰/۳۱-۴۸/۹۹	۹-۱۱۵/۱۸۰	۸/۷۰-۳۸۹۴۰	دامنه

### منابع

- باقری، ح.، شارمد، ت.، خیرآبادی، و.، درویش بسطامی، ک. و باقری ز.، ۱۳۹۰. سنجش و ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات رودخانه گرگان رود. اقیانوس‌شناسی، ۳۹-۳۵: (۵) ۲.
- نصر اله زاده، ح.س.، نجف پور، ش.، پور غلام، ر. و غلامی پور، س.، ۱۳۹۲. تعیین میزان آلاینده فلزی- (آب، رسوب و ماهی) در منطقه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر.
- هاشمی، ج.، ریاحی بختیاری، ع. و لک، ر. ۱۳۹۱. منهایابی و پراکنش فلزات سرب، مس، روی، نیکل، کروم و وانادیوم در رسوبات سطحی سواحل دریای خزر. نشریه آب و فاضلاب، شماره ۶.
- Alloway, B.J., 1995. Heavy Metals in Soils. Chapman and Hall, London.
- Cuong, D.T. and Obbard, N., 2006. Metal speciation in coastal marine sediments from Singapore using a modified BCR-sequential extraction procedure. Applied Geochem. 21: 1335-1346.
- Geruti, H. and Yusuf, N., 2013. Assessing Mn, Fe, Cu, Zn, Cd pollution in botto, sediments of Wadi Al- Arab Dam, Jordan. Chemosphere. 15: 2116-2121.
- Golshan Shirneshan, G., Riyahi Bakhtiari, A.R., Seyfabadi, S.J. and Mortazavi, S.,

از مقایسه بین بخش‌های ناپایدار، پایدار و غلظت کل با استانداردهای جهانی و تفاوت در نشان دادن آلودگی و عدم آلودگی به نوع فلز در منطقه موردنظر و مقایسه با سایر مطالعات انجام شده می‌توان به این مهم دست یافت که تعیین غلظت کل فلزات سنگین نمی‌تواند نتایج دقیقی از آلودگی منطقه را نشان دهد لذا برای تعیین و ارزیابی آلودگی و تعیین دسترسی زیستی فلزات برای موجودات زنده نمی‌توان تنها به تعیین غلظت کل فلزات سنگین اکتفا نمود. در نهایت می‌توان عنوان کرد که در بخش ناپایدار در فصول تابستان و زمستان در ایستگاه‌های تنکابن و امیرآباد غلظت فلزات بر اساس شاخص‌های مختلف دامنه عدم آلودگی تا آلودگی کم را برای رسوبات سطحی نشان داده است. تمامی غلظت فلزات آهن، منگنز، کروم، نیکل در ایستگاه‌های موردنظر محدود به بخش پایدار بوده است که نشان دهنده‌ی منهای طبیعی این فلزات هست.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات و مساعدت‌های صمیمانه ریاست محترم پژوهشکده اکولوژی دریای خزر- ساری جناب آقای دکتر پر افکنده، معاونین، ریاست و کارشناسان محترم بخش اکولوژی آن پژوهشکده، اساتید گرامی راهنما جناب آقای دکتر نصر اله زاده و سرکار خانم دکتر فرشچی، استاد مشاور جناب آقای دکتر نجف پور، سرکار خانم دکتر تقوی مدیر محترم گروه آلودگی هادانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تشکر و قدردانی می‌گردد.

- and Zn in sediments and oysters (*Saccostrea cucullata*) collected from Qeshm Island, Persian Gulf, Iran. *Chemical Speciation & Bioavailability*, 25(4): 291-302.
- Idriss A.A. and Ahmad A.K., 2013.** Heavy Metals Nickel and Chromium in Sediments in the Juru River, Penang, Malaysia. *Journal of Environmental Protection*, 4:1245-1250.
- Ketek Lahijani, H.A., Tavakoli, V. and Amini, A.H., 2008.** South Caspian river mouth configuration under human impact and sea level fluctuations. *Environ Sci.* 5(2): 65-68.
- Muller, G., 1979.** "Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River". *Geological Journal* 2, pp. 109-118
- Singh, K.P., Mohan, D., Singh, V.K. and Malik, A., 2005.** Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti River sediments a tributary of the Ganges, India. *Journal of Hydrology*, 312 (1-4): 14-27.
- Phillip, C., Tellier, S. and Astruc, M., 2009.** Fractionation studies of trace elements in contaminated soils and sediments: a review of sequential extraction procedures. *TrAC, Trends Anal. Chem.* 21: 651-616.
- Tanner, P., Leong, L.S. and Pan, S.M., 2011.** Contamination of heavy metals in marine sediment cores from Victoria Harbour, 2015. Significant correlation of Cd, Cu, Pb Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 61:1618-68.
- Tessier, A., Campbell, P.G.C. and Bisson, M., 1979.** Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals. *Analytical Chemistry*, 51: 7.
- Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G. and Omar, H., 2002.** Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port. *Chemosphere*, 61: 800-809.
- Yap, C.K., Ismail, A. and Tan, S.G., 2003.** Cd and Zn concentrations in the Straits of Malacca and intertidal sediments of the west coast of Peninsular Malaysia. *Mar. Poll. Bull.* 46: 1341-1358.
- Zakir, H.M. and Shikazono, N., 2008.** Metal fractionation in sediment: a comparative assessment of four sequential extraction schemes. *Journal of Environmental Science* coast of Peninsular Malaysia. *Environment International*, 28: 117-126.
- Zhou, F., Gou, H. and Hao, Z., 2007.** Spatial distribution of heavy metals in Hong Kong's marine sediments and their human impacts: A GIS-based chemo metric approach. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 1372-1384.

## Assessment of resistance and non-resistance fractions of heavy metals concentration (Fe, Mn, Cr, Ni) in surface sediments from the southern of Caspian Sea of two stations (Tonekabon and Amirabad)

Zarshenas R.<sup>1</sup>; Nasrollahzadeh Saravi H.<sup>2\*</sup>; Farshchi P.<sup>1</sup>; Najafpour S.<sup>2</sup>

\* hnsaravi@gmail.com

1-College of environment and energy, Islamic Azad university of Tehran science and research branch, P.O.BOX:775/14515

2-Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Training and Extension Organization (AREEO), Sari, P.O.BOX:961

### Abstract

This study was conducted to determine some heavy metals (Fe, Mg, Cr, Ni) of surface sediment in the southern Caspian Sea during two seasons (Summer and Winter) in 2014-2015. 36 surface sediments samples (with triplicate) were collected at two stations (Tonekabon and Bandar Amirabad). All samples were analyzed using sequential extraction to indicate natural and anthropogenic sources. The results indicated that the percentage of non-resistance fraction in Tonekabon area were measured 3.5, 45.0, 22.1 and 6.0 for Fe, Mg, Cr, Ni, respectively and in Amirabad area were 23.0, 2.6, 1.8 and 4.0, respectively. On the other hand, the percentage of resistance fraction values were obtained 96.5, 55.0, 77.9 and 94.0 in Tonekabon, and 77.0, 97.4, 98.2, and 96.0 in Amirabad region. The chemical speciation of Fe, Mg, Cr, Ni in most sampling stations were in the order of residual > oxidisable-organic > acid-reducible > exchangeable. The order of total concentration, non-resistance and resistance fraction were observed Fe > Mn > Ni > Cr, Mn > Fe > Ni > Cr and Fe > Mn > Ni > Cr, respectively. As a conclusion, results of total concentration, resistance and non-resistance of Fe, Mn, Ni and Cr were lower than standard and earth shell (Igeo) in this area. This is shown that surface sediments of this area were not polluted with these heavy metals and bioavailable fraction provides little indication of potential interactions with the biotic components present in this environment.

**Keywords:** Heavy metals, Sequential extraction technique, Surface sediment, Caspian Sea

---

\*Corresponding author