پژوهشی

اندازه گیری و مقایسه عناصر سنگین (کادمیم، نیکل، سرب و روی) در برخی از ماهیان تجارتی و میگوی ببری سبز Penaeus semisulcatus در ناحیه بوشهر

* دکتر عباس اسماعیلی ساری

** مهندس سیدمحمود قاسمپوری

*** مهندس یونس یعقوب زاده

کلمات کلیدی:

خلیج فارس، فلزات سنگین، میگوی ببری، حلوا سفید، سنگسر معمولی، ماهی شیر.

چکیده:

در این تحقیق غلظت عناصر سنگین کادمیم، نیکل، سرب و روی در چهارگونه از آبزیان تجارتی شامل میگوی ببری سبز (Penaeus semisulcatus) ، حلوا سفید (Pampus argenteus)، سنگسر معمولی (Pomadasys kaakan) و ماهی شیر (Scomberomorus commerson) خلیج فارس اندازه گیری شد. تمام نمونه های مورد مطالعه از ناحیه ساحلی بندربوشهر جمع آوری گردید. هضم نمونه ها با استفاده از اسید نیتریک غلیظ انجام و نمونه ها با دستگاه جذب اتمی .A.A.S مورد آنالیز قرار گرفتند. غلظت کادمیم در نمونه ها ۴/۴۵-۰/۴، نیکل ۱۵۷/۱-۱/۳، سرب ۳۷/۲۵-۱/۹ و روی ۱۸۰/۲۵-۳۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک تعیین گردید. اختلاف معنی دار بین میانگین غلظت عناصر کادمیم، نیکل و روی در میگو (Penaeus semisulcatus) با سایر گونه های مورد مطالعه مشاهده شد.

* عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس.

** عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس.

*** کارشناسی ارشد محیط زیست.

سرآغاز

خلیج فارس با مساحتی بالغ بر ۲۴۰ هزار کیلومتر مربع و طولی معادل ۶۱۶۱ کیلومتر هشت کشور ایران، بحرین، عراق، کویت، امارات متحده عربی، عمان، قطر و عربستان را در میان و در سواحل خود دارد. خلیج فارس، دریایی کم ژرفا با عمق متوسط کمتر از ۳۵ متر می باشد که شمار جمعیت انسانی ساکن در سواحل آن ۵/۸ میلیون نفر برآورد می شود. این منطقه دارای ۳۴ حوضه نفت و گاز با ۸۰۰ حلقه چاه تولیدی است. خلیج فارس با داشتن ۲۵ پایانه بزرگ نفتی، حدود ۳۰ درصد از حجم ترافیک نفت کشهای جهان را به خود اختصاص داده است. نشت ۱۵ هزار تن سالانه – در مقیاس متریک – مواد نفتی در اثر تراکم رفت و آمد نفت کشها، این محل را به صورت آلوده ترین محیط زیست دریایی درآورده است. به نظر می رسد تخلیه مستقیم آب توازن کشتیها و نیز نشت روغن، لجن و مواد نفتی بیشترین سهم را در آلودگی منطقه داشته باشند.

علاوه بر آلودگی های نفتی، به لحاظ رشد شهرنشینی و توسعه فعالیتهای صنعتی این دریا به محل تخلیه حجم عظیمی از فاضلابهای گوناگون تبدیل شده است. تأسیسات موجود برای تصفیه فاضلاب نیز فقط برای ۵۸ درصد از جمعیت سواحل ظرفیت دارد (سلطانی، ۱۳۷۲).

آلودگی آبهای ساحلی به وسیله عناصر کمیاب (trace elements) امری قابل توجه است، زیرا آلودگی حاصل از آن باعث تخریب زیستگاههای طبیعی و از بین رفتن گونه های حساس به شرایط اکولوژیکی و منابع با ارزش دریایی می شود. تحقیقات دامنه داری در مورد آلودگی حاصل از عناصر سنگین در خلیج فارس انجام شده است که بخشی از این تحقیقات در ارتباط با میزان غلظت این عناصر در بافتهای آبزیان بوده است.

Ross و Stoffers در سال ۱۹۷۸ غلظت عناصر کمیاب را در میگو و ماهی ایران گزارش کرده اند.

السید و همکارانش در خلال سالهای ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲ غلظت هفت عنصر کمیاب را در آب و صدف خوراکی (Oyster) در دو ایستگاه نزدیک و دور از سواحل کویت اندازه گیری نمودند. در ایستگاه های مورد مطالعه اختلاف معنی دار بین غلظت عناصر مشاهده گردید (A1-Sayed et al. 1994).

در سال ۱۹۸۸ جعفر و اشرف طی مطالعاتی غلظت عناصر کمیاب را در بافتهای مختلف ۱۲ گونه از ماهیان خوراکی سواحل پاکستان مورد بررسی قرار دادند. آنها در این بررسی نشان دادند که سطح عناصر کمیاب درحلوا سفید (Pampus argentus)، حلوا سیاه(Formio niger)، تن باله بلند(Thunus tonggol) و ساردین روغنی هندی (Sardinella longiceps) در مقایسه با دیگر ماهیان بالاتر بوده است (Jaffar and Ashraf, 1988).

جعفر و همکاران در سال ۱۹۹۵ طی مطالعه ای برای ارزیابی میزان آلودگی آب دریا به فلزات سنگین، تعدادی از ماهیان را به عنوان شاخص انتخاب کردند. نتایج بدست آمده از این بررسی حاکی از آن بود که میانگین غلظت تمام فلزات مورد مطالعه یک افزایش قابل توجه را نسبت به چند سال گذشته از خود نشان داده است. به طوری که در بعضی از گونه ها غلظت عناصر در حدی تشخیص داده شد که برای مصارف انسانی نامطلوب است(Jaffar et al, 1995) .

Bu-Olayan و Subrahmanyam در سال ۱۹۹۶ برای ارزیابی اثرات ناشی از فعالیتهای مربوط به تصفیه سازی و پالایش نفت و همچنین جنگ خلیج فارس، غلظت فلزات سنگین را در نمونه های ماهیان خلیج فارس مورد اندازه گیری قرار دادند (Bu-Olayan and Subrahmanyam, 1996).

اشرف و جعفر در سال ۱۹۸۹ غلظت برخی از فلزات کمیاب را در ۶ گونه از ماهیان دریای عمان مورد بررسی قرار دادند (Ashraf and Jaffar, 1989).

در این تحقیق اندازه گیری و مقایسه میزان تجمع برخی عناصر سنگین (کادمیم، نیکل، سرب، روی) در چهار گونه از آبزیان خلیج فارس، که دارای ارزش تجارتی بالائی هستند، انجام و مقایسه بین گونه ها از نظر میزان غلظت عناصر صورت گرفت.

مواد و روشها

جمع آوری نمونه

جهت مطالعه، چهار گونه از آبزیان تجارتی خلیج فارس که شامل میگوی ببری سبز (Penaeus semisulcatus)، حلوا سفید (Pampus argenteus)، سنگسر معمولی (Pomadasys kaakan) و ماهی شیر (Scomberomorous commerson) بودند از ناحیه ساحلی بندربوشهر جمع آوری شدند. به منظور اندازه گیری میزان غلظت فلزات سنگین در نمونه ماهیان از ماهیچه محوری استفاده شد. تمام نمونه های ماهیچه از عمق پوست و از قسمت راست بدن ماهیان بدست آمد. علاوه بر این بافت کبد و کلیه در ماهیان نیز مورد بررسی قرار گرفت. در نمونه میگوی ببری سبز نمونه ها به صورت یکپارچه مورد استفاده قرار گرفتند.

آنالیز شیمیایی

نمونه های بدست آمده سریعاً به اتوکلاو منتقل و در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شدند. سپس به ظروف پلی اتیلنی تمیز انتقال یافتند. برای هضم نمونه‌ها از اسیدنیتریک غلیظ استفاده شد (Method 7000, 1983 and Berman, 1995). در نمونه‌های ماهی ۵ گرم بافت ماهیچه خشک شده در بشر پلی اتیلنی توزین و با ۳۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ (۶۰٪) در حمام بن ماری با درجه حرارت ۹۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۴/۵ ساعت هضم شد. سپس نمونه ها با استفاده از اسید نیتریک ۴۰٪ به حجم ۲۵ میلی لیتر رسیدند. برای نمونه های بافت کبد و کلیه ماهیان از ۱ گرم بافت خشک شده و در نمونه های میگو حداکثر از ۵ گرم بافت خشک شده استفاده گردید. علاوه بر نمونه ها، دو محلول شاهد (Blank) یک نمونه با اسید نیتریک ۶۰٪ برای نمونه های بافت ماهیان و یک نمونه برای بافت میگو با اسید نیتریک ۶۵٪ مشابه روش آماده سازی نمونه ها تهیه شد. نمونه های هضم شده توسط دستگاه جذب اتمی (A.A.S) مدل فیلیپس PU9400مورد آنالیز قرار گرفتند. برای اندازه گیری فلزات نیکل، کادمیم و سرب در بافت کبد ماهیان از کوره گرافیتی مدل UNI.COM-SD400 استفاده شد. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون تفاوت میانگین دانکن و همچنین جدول تجزیه واریانس مورد ارزیابی آماری قرار گرفتند.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز دستگاهی عناصر سنگین (کادمیم، نیکل، سرب و روی) در چهار گونه مورد بررسی در جدول شماره (۱) آورده شده است. مقادیر ارائه شده میانگین غلظت عناصر مورد بررسی در ماهیچه ماهیان و کل بافت میگو بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می باشد (نمودار ۱).

همچنین نتایج بدست آمده از آنالیز بافت کبد و کلیه در ماهیان مورد مطالعه در جداول شماره (۲ و ۳) آورده شده است.

جدول شماره (۱): میانگین و انحراف از معیار غلظت فلزات سنگین در گونه های مورد مطالعه

گونه مورد بررسی	کادمیم	نیکل	سرب	روی
حلوا سفید	۰/۵± ۰/۰۰	۳/۵۲۵ ± ۱/۴۴۷	۱۲/۰۵۴ ± ۶/۶۰۶	۷۷/۲۸ ± ۴۴/۰۶۲
سنگسر	۰/۴۲۵ ± ۰/۰۳۵	۱/۶۹۴± ۰/۲۱۳	۷/۴۰ ± ۶/۷۰۵	۶۶/۸۳۳ ± ۹/۸۲۳
شیر	۰/۴± ۰/۰۰	۱۳/۰۱۳ ± ۱۱/۹۰۵	۱۰/۶۵۷ ± ۱۳/۵۹۶	۶۰/۲۹۵ ± ۲۱/۷۰
میگوی ببر سبز	۲/۳۰ ± ۰/۹۰	۵۶/۸۴۷ ± ۵۰/۰۲۷	۷/۰۷۱ ± ۱/۸۳	۱۳۱/۶۹ ± ۳۱/۸۲

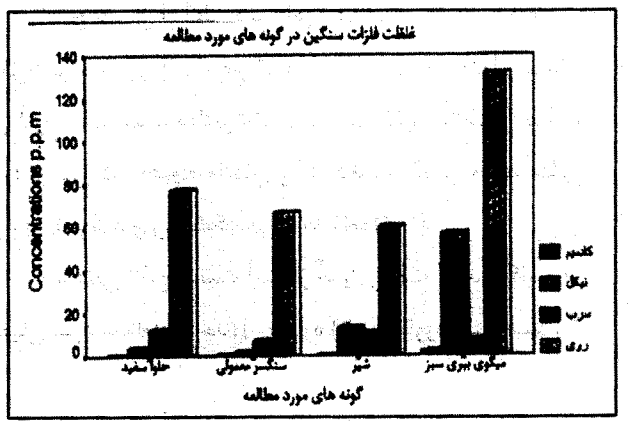
جدول شماره (۲): غلظت عناصر سنگین در کبد ماهیان مورد مطالعه

نام گونه	کادمیم (p.p.m)	نیکل (p.p.m)	سرب (p.p.m)	روی (p.p.m)
حلوا سفید	۰/۳	۱/۶	۲/۹	۳۹/۲۵
سنگسر معمولی	۳	ناچیز	۱/۱	۱۱۱
شیر	۴/۱	۳/۷	۲/۶	۷۶/۵

جدول شماره (۳): غلظت عناصر سنگین در کلیه ماهیان مورد مطالعه

نام گونه	کادمیم (p.p.m)	نیکل (p.p.m)	سرب (p.p.m)	روی (p.p.m)
حلوا سفید	۶/۸	۰/۸	۴	۱۱۴/۷۵
سنگسر معمولی	ناچیز	ناچیز	۱/۷	۱۲۰/۷۶
شیر	۰/۹	–	–	۱۱۲/۵

محدوده تغییرات غلظت عناصر در نمونه های مورد بررسی برای کادمیم ۴/۴۵-۰/۴، نیکل ۱۵۷/۱-۱/۳، سرب ۳۷/۲۵-۱/۹ وروی ۱۸۰/۲۵-۳۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک را نشان می‌دهد.



نمودار شماره (۱): میانگین عناصر سنگین در گونه های مورد مطالعه

بحث و نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس غلظت هر یک از عناصر در گونه های مورد مطالعه وجود اختلاف معنی دار بین غلظت عناصر کادمیم، نیکل و روی را در گونه های مورد بررسی تائید می کنند (جداول ۴، ۵، ۶ و ۷).

جدول شماره (۴): نتایج آنالیز واریانس یکطرفه به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلز کادمیم در گونه های مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسباتی	سطح معنی دار
بین گروه ها	۳	۱۲/۸۰۶۲	۴/۲۶۸۷	۶/۰۰۰۸	۰/۰۰۶۱
داخل گروه ها	۱۶	۱۱/۳۸۱۷	۰/۷۱۱۴		
کل	۱۹	۲۴/۱۸۷۹			

جدول شماره (۵): نتایج آنالیز واریانس یکطرفه به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلز سرب در گونه های مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسبانی	سطح معنی دار
بین گروه ها	۳	۲۳۵/۹۶۷۴	۷۸/۶۵۵۸	۱/۰۷۰۸	۰/۳۶۹۷
داخل گروه ها	۵۱	۳۷۴۶/۲۴۹۴	۷۳/۴۵۵۹		
کل	۵۴	۳۹۸۲/۲۱۶۸			

جدول شماره (۶): نتایج آنالیز واریانس یکطرفه به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلز روی در گونه های مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسبانی	سطح معنی دار
بین گروه ها	۳	۴۲۱۹۲/۷۴۸۳	۱۴۰۶۴/۲۴۹۴	۱۵/۵۲۸۸	۰/۰۰۰۰
داخل گروه ها	۴۱	۳۷۱۳۳/۱۶۱۸	۹۰۵/۶۸۶۹		
کل	۴۴	۷۹۳۲۵/۹۱۰۱			

جدول شماره (۷): نتایج آنالیز واریانس یکطرفه به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلز نیکل در گونه های مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسبانی	سطح معنی دار
بین گروه ها	۳	۲۳۵۶۸/۹۳۶۷	۷۸۵۶/۳۱۲۲	۹/۴۵۶۶	۰/۰۰۰۱
داخل گروه ها	۴۴	۳۶۵۵۴/۱۶۰۸	۸۳۰/۷۷۶۴		
کل	۴۷	۶۰۱۲۳/۰۹۷۵			

برای مقایسه میانگین های غلظت عناصر در گونه های مورد مطالعه از آزمون دانکن با سطح ۹۵٪ استفاده گردید. که برای هر یک از عناصر بطور جداگانه بیان گردیده است.

کادمیم

پایین ترین غلظت مشاهده شده در بین عناصر مورد مطالعه متعلق به کادمیم بوده است. که میزان آن در گونه های مورد مطالعه بین حداقل ۰/۴ و حداکثر ۴/۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک متغیر بوده است. حداکثر غلظت مشاهده شده به گونه میگو و حداقل مشاهده شده به گونه شیر تعلق داشته است. متوسط غلظت کادمیم مشاهده شده در نمونه ها ۱/۸۳۵ میلی گرم بر کیلوگرم بوده است. نتیجه آزمون دانکن برای میانگین غلظت کادمیم در گونه های مورد مطالعه بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین حلوا سفید و میگوی ببری سبز و همچنین ماهی سنگسر و میگوی ببری سبز در سطح ۹۵٪ بوده است، که این اختلاف می تواند ناشی از تفاوت در رژیم غذایی، زیستگاه و یا نحوه ذخیره سازی و تجمع مواد آلوده کننده باشد.

از نظر سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار جهانی مقدار جذب قابل تحمل نباید از ۵۰۰-۴۰۰ میکروگرم در هفته برای بزرگسالان یعنی ۷۱-۵۷ میکروگرم در روز بیشتر باشد (اسماعیلی، ۱۳۷۹).

نیکل

غلظت نیکل در گونه های مورد مطالعه در محدوده حداقل

۱/۳ و حداکثر ۱۵۷/۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک در نوسان بوده است. غلظت حداقل متعلق به گونه سنگسر معمولی و میزان حداکثر متعلق به گونه میگوی ببری سبز بوده است. میانگین غلظت نیکل در گونه های مورد مطالعه ۲۱/۴۸۰ ppm بود. نتایج بدست آمده از آزمون دانکن وجود اختلاف معنی دار بین میانگین غلظت فلز نیکل در گونه های ماهیان مورد بررسی با گونه میگو را تائید می نماید.

سرب

غلظت سرب در گونه های مورد مطالعه در محدوده حداقل ۱/۹ و حداکثر ۳۷/۲۵ppm در نوسان بوده است. میزان حداقل و حداکثر مشاهده شده متعلق به گونه شیر است. میانگین غلظت سرب مشاهده شده در نمونه های مورد بررسی ۹/۲۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک بوده است. نتایج بدست آمده از آزمون دانکن برای میانگین غلظت فلز سرب در گونه های مختلف وجود اختلاف معنی دار بین هیچ یک از گونه ها را تائید نکرده است.

مقادیر سرب در آب، خاک، هوا و مواد غذایی بسیار متفاوت است. اما کل میزان سرب قابل تحمل توسط بدن در خصوص انسان در گستره ۴۰۰-۱۰۰ میلی گرم می باشد. اگرچه تمام اعضاء دارای سرب هستند ولی حدود ۹۰ درصد سرب در استخوان ها مجتمع است. علائم مسمومیت با سرب در افراد بالغ در مقادیر بیش از ۸۰ میکروگرم در ۱۰۰ گرم خون بارز می شود (اسدی و همکاران، ۱۳۷۸).

روی

روی در تمام نمونه های مورد بررسی همواره بالاترین غلظت را به خود اختصاص داده است. که این امر می تواند ناشی از خصوصیات ویژه آن در فعل و انفعالات موجودات زنده باشد، که به عنوان یک عنصر ضروری برای بدن محسوب می گردد. غلظت روی در نمونه های مورد مطالعه در محدوده حداقل ۳۹ و حداکثر ۱۸۰/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک در نوسان بوده است، که میزان حداقل متعلق به گونه جلوا سفید و میزان حداکثر مربوط به گونه میگوی ببری سبز می باشد. میانگین غلظت روی در نمونه های مورد مطالعه ۸۹/۱۷۵ ppm بوده است. نتایج آزمون دانکن برای میانگین غلظت فلز روی وجود اختلاف معنی دار بین غلظت فلز روی در گونه های ماهی و غلظت آن در گونه میگو را تائید می نماید.

با توجه به آنچه بیان شد می توان چنین استنباط کرد که وجود تفاوت بین غلظت عناصر کادمیم، نیکل و روی بین گونه های ماهی و میگو می تواند ناشی از تفاوت در رژیم تغذیه ای گونه های ماهی و میگوی ببری سبز باشد. با توجه به اینکه میگو از مواد پوده ای، بقایای جانوران و نرمتنان تغذیه می نماید و از آنجائیکه یک موجود کف زی است، در نتیجه میزان عناصر سنگین در آن در حد بالائی قرار دارد. البته این ساده ترین و در عین حال درست ترین نتیجه ای است که می توان گرفت. از طرف دیگر با توجه به طول عمر کوتاه میگو نسبت به گونه های ماهی می توان چنین استنباط نمود که، شدت آلودگی در محدوده مورد مطالعه به نحوی است که زمان قرارگیری در معرض آلودگی را تحت تأثیر قرار می دهد. که اگر چنین نمی بود باید غلظت های عناصر سنگین در میگو کمتر از گونه های ماهی یا در حد آنها می بود.

نتایج بدست آمده نشان دهنده میزان بالای عناصر سنگین در ناحیه مورد مطالعه می باشد. منشاء این آلودگی ها می تواند ناشی از فعالیتهای صنعتی که در ناحیه خلیج فارس صورت می گیرد باشد. به علاوه فعالیتهای خدماتی و کلیه فعالیتهای مرتبط با صنعت نفت هریک می توانند به تنهایی مسبب قسمت عمده ای از آلودگی این منطقه باشند.

پیشنهادات

۱- با توجه به کثرت و تنوع ماهیان تجارتی و اقتصادی خلیج فارس پیشنهاد می شود نظیر این مطالعه برای سایر ماهیان نیز انجام گیرد.

۲- نتایج مطالعات حاکی از آسیب پذیری بیشتر جامعه کفزیان

در مقایسه با سایر جوامع جانوری می باشد. لذا پیشنهاد می شود که کنترل و اندازه گیری پیوسته بر روی این جوامع صورت گیرد.

۳- پیشنهاد می شود که با توجه به رژیم غذایی منطقه و میزان نقل و انتقال عناصر سنگین، بررسی هایی از نظر میزان تجمع عناصر فوق در مصرف کنندگان صورت پذیرد.

منابع مورد استفاده

- اسدی، محمود و همکاران. ۱۳۸۷. مدیریت مواد زائد خطرناک. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
- اسماعیلی ساری، عباس. ۱۳۷۹. تعیین حد مجاز عناصر سنگین در فرآورده های دریایی (ماهی و میگو). گزارش اطلاعات علمی و کتابخانه ای. چاپ نشده.
- سلطانی، محمود. ۱۳۷۲. خلیج فارس یک دریای آسیب پذیر. فصلنامه علمی سازمان حفاظت محیط زیست. جلد پنجم. شماره اول: ۴۷-۴۵.

- Al-sayed et al. 1994. Variations of trace metal concentrations in seawater & Pearl oyster, Pinctada radiata, from Bahrain (Persian Gulf). Mar. Pollut. Bull. 28(6): 374-379.

- Ashraf, M, and Jaffar, M. 1989. Trace metal content of six Arabian Sea fish species using a direct nitric acid based wet oxidation method. Toxicol. Environ. Chem. 19(1-2): 63-68.

- Berman, S. 1990. Fourth Round Intercomparison for Trace Metals in Marine Sediments and Biological Tissues NOAA/BT4. National Research Council Canada. Ottawa.

- Bu-olayan, A.H. and Subrahmanyam, M.N.V. 1996. Trace metal in fish from the Kuwait coast using themicrowave acid digestion technique. Environment International, 22(6): 753-758.

- Jaffar, M, et al. 1988. Selected trace metal concentrations in different tissues of fish from coastal water of Pakistan (Arabian Sea). Indi. J. Mar. Sci. 7(3): 231-234.

- Jaffar, M and Ashraf, M. 1995. Marine trace metal pollution assessment by fish as Indicator species, Ini. J. Environ. Stud. 47(3-4): 197-201.

- Method 7000. 1983. U.S.Environmental Protection Agency, Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA-600/4-79-020 (revised March 1983).

- Ross, D.V. and Stoffers, P. 1978. General data on bottom sediments including concentration of various elements and hydrocarbons in Persian Gulf and Gulf of Oman. Technical Report WHO 1-78-39. La Jolla, CA: Woods Hole Oceanographic Institution.