۸۸۳۲۱۰۲

دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی

گروه زیست شناسی دریا

پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته ی زیست شناسی دریا گرایش آلودگی دریا

عنوان پایان نامه

پایش زیستی فلزات سنگین(جیوه، مس و سرب) در بندر امام خمینی (ره) با استفاده از صدف دوکفه ای *Crassostrea gigas*

اساتید راهنما:

دکتر علیرضا صفاهیه

دکتریدالله نیک پور

استاد مشاور:

دکتر احمد سواری

پژوهشگر:

ایرج فقیری

بهمن۱۳۸۸

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعـات، ابتکارات و نوآوری هـای ناشـی از تحقیـق موضوع این پایان نامـه متعلـق بـه دانشـگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر است.

نام: ایرج **نام خانوادگی**: فقیری

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته و گرایش**: زیست دریا-آلودگی دریا

اساتید راهنما: دکتر علیرضا صفاهیه- دکتر یداله نیک پور

اساتید مشاور: دکتر احمد سواری

تاریخ دفاع: ۱۳۸۸/۱۱/۱۲

کلید واژه ها: *Crassostrea gigas*، بندر امام خمینی(ره)، کلرآلکالی، جیوه، سرب،مس

پایش زیستی فلزات جیوه، سرب و مس با استفاده از صدف دوکفه ای *Crassostrea gigas* در بندر امام خمینی(ره)

چکیده

بندر امام خمینی(ره) در انتهای شمال غربی خلیج فارس به وسیله آبراهه خور موسی به این خلیج متصل می شود. آلودگی ناشی از تردد نفتکش ها، حوادث و سوانح مربوط به رفت و آمد کشتیها، منابع و صنایع مستقر در خشکی از جمله عوامل آلودگی و تأثیرگذار بر روی اکولوژی این منطقه است. در این بین آلودگی فلزات سنگین از اهمیت ویژه ای برخوردار است. فلزات سنگین جزء آلاینده های پایدار می باشند و از جمله آلاینده هایی می باشند که قابلیت تجزیه بیولوژیکی ندارند و ممکن است ضمن ورود به بدن آبزیان در آنها تجمع نمایند. در بین نرم تنان، دوکفه ای ها مهم ترین گروهی هستند که به عنوان شاخص آلودگی و پایش محیط به کار می روند. به منظور بررسی وضعیت بندر امام خمینی از نظر غلظت فلزات جیوه، مس و سرب و برآورد انباشتگی این فلزات سنگین در صدف دوکفه ای *Crassostrea gigas* و همچنین بررسی امکان استفاده از این گونه به عنوان پایشگر زیستی آلودگی فلزات سنگین، نمونه های رسوب و صدف از منطقه بین جزرومدی بندر امام خمینی در بهمن ۱۳۸۷ و تیر ۱۳۸۸ جمع آوری گردید. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه و آماده سازی، محتوی جیوه ی آن ها با دستگاه مرکوری آنالایز مدل Zeeman Mercury Analyzer RA-915^{+} اندازه گیری شد. سنجش غلظت فلزات سنگین مس و سرب توسط دستگاه ICA-PES سری ICP6000 ساخت شرکت Thermo کشور انگلستان صورت گرفت. نتایج نشان داد که میانگین غلظت جیوه، مس و سرب رسوبات بندر امام خمینی به ترتیب ۰/۷۷±۱/۳۹، ۲/۷۱ ±۸۲ / ۱۳ و ۱/۵۵±۶/۹۴میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. میانگین غلظت فلزات سنگین جیوه، مس و سرب در بافت نرم صدف ترتیب ۳/۰۴±۵/۵۲، ۱۴۳/۵۱± ۶۶۲/۰۱ و ۴/۴۶ ± ۱۱/۹۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود. حال آنکه میانگین غلظت این فلزات در پوسته صدف به ترتیب ۰/۰۴ ± ۰/۱۸۴، ۰/۴۹ ± ۲/۲۷ و ۰/۳۳ ± ۱/۸۴ میکروگرم بر

گرم وزن خشک بود. نتایج نشان داد که غلظت فلزات جیوه در رسوب دو فصل تابستان و زمستان تفاوت معنی داری نداشت. بین غلظت فلزات مس و سرب در رسوب دو فصل تابستان و زمستان تفاوت معنی داری مشاهده شد. میزان جیوه در بافت نرم صدف در زمستان بیشتر از تابستان بود ولی میزان سرب و مس در تابستان بیشتر بود. در بین ایستگاه ها داک سرسره نسبت به سایر ایستگاه ها آلوده تر بود. نتایج بدست آمده در این تحقیق با مقادیر حاصل از مطالعات دیگران و استانداردهای موجود مقایسه شدند. این مقایسات نشان دادند که تنها غلظت جیوه اندازه گیری شده در رسوب بالاتر از حد مجاز بود. ولی میزان فلزات جیوه، مس و سرب در بافت نرم بالاتر ازحد مجاز بودند و می توانند خطر ساز باشد. همبستگی معنی داری بین غلظت فلز سرب و جیوه بافت نرم صدف *C. gigas* و رسوب ، مشاهده شد. درنیجه این بافت برای پایش زیستی فلز سرب در این سواحل مناسب می باشد. همبستگی مثبت معنی دار در بین غلظت فلزات مس، سرب بافت سخت و رسوب منطقه مشاهده شد که نشان می دهد که پوسته صدف *C. gigas* برای پایش زیستی این فلزات مناسب می باشد.

Khoramshahr University of Marine Science & Technology Faculty of Science
Department of Biology

M.SC. Thesis

Biomonitorig of heavy metel (Hg, Cu, Pb) in Imam Khomeini Port usig oyster *Crassostrea gigas*

Supervisor:
Dr. Alireza Safahieh
Dr. Yadollah Nikpor

Advisor:
Dr. Ahmad Savari

By:
Iraj Faghiri

February 2010

First Name: Iraj **Last Name:**Faghiri
Degree: M.Sc. **Field of Study:** Marine biology-marine pollution
Supervisor: **Advisor:**
Dr.Alireza Safahieh Dr. Ahmad Savari
Dr.Yadollah Nikpour
Defense Date:2010/2/1

Key words: *Crassostrea gigas*, Imam Khomeini port, Hg, Cd, Cu.

Biomonitorig heavy metel (Hg, Cu, Pb) in Imam Khomeini Port usig oyster *Crassostrea gigas*

Abstract:

Imam khomeini's port is located in the north west end of Persian Gulf with Khor-e-Musa's canal. shipping, vessels accidents and inland industrial pollution can contaminate are pollutive feature which affected the reagion, Heavy metals pollutions are so important, Among these factors. Heavy metals are stable pollutant and they aren't disintegratable with biological activities, and also that they can accumulat in aquatic creatures. Bivalves are the most important to use as environmental monitoring as pollution indicators. To survey of mercury, copper and plumb's concentrations in Imam Khomeini's port and to estimate their accumulation in *crassostrea gigas* (Bivalve) and also using possibility of this species as a heavy metal pollution bio marker, collected the sediment from intertidal regions of Imam Khomeini port on February and July of 2009.Analyzed the samples were doing with mercury analyzer (Zeeman Mercury Analyzer RA-915+). Plumbs and copper were analyzed with ICP-AES, ICP-6000 series, belong to Thermo Company made in British. Results showed that the average concentrations of mercury, copper and plumbs in sediments are 1.30±0.77, 13.28±2.71 and 6.94±1.55 µg/g dry weight alternately. The average of concentrations of mercury, Copper and plumb in soft tissues of bivalves were 5.52±3.04, 662.01±51 and 11.90±4.46 µg/g of dry weight alternately. While the average amount of concentrations these metals in the shell of bivalve were 0.184±0.04, 2.27±0.49 and 1.84±0.33 µg/g of dry weight alternately. As the result showed, there wasn't any significant difference between concentrations of mercury in sediment sample of summer and winter. On other hand, significant difference between the concentration of Cu and Pb in the samples at two season. The contant of mercury in soft tissues of bivalve was higher in winter than summer, but the amount of copper and plumb were higher in summer. Among the stations the Dake Sorore was more polluted than others.The results of the present study have been compared with those obtained from other studies.The resulte

showed that only the mercury concentration in sediment was higher than the standard rate. The concentration of mercury, copper and plump in bivalve soft tissue more than standard limits. Which can be dangerous. As mather of fact there was, the significant correlation between soft tissues of *C. gigas* and sediment, so these tissues are suitable for copper bio monitoring in this area. A significant correlation was found between concentrations of copper and plumb in soft tissues and sediment. It has shown, the shell of *C. gigas* is suitable for these metals biomonitoring.

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

رشد سریع جمعیت و توسعه مراکز مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی سبب شده تا زباله ها و فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی سال به سال افزایش یافته و موجب آلودگی محیط زیست انسان و موجودات آبزی گردد. امروزه انسان به منظور فراهم نمودن زندگی بهتر، مشکلاتی را برای محیط زیست اطراف خود بوجود می آورد و آلودگی آب ها یکی از این مشکلات است. اما تعیین میزان آلودگی قدری مشکل و از آن مشکل تر، نشان دادن راه حل مناسب برای جلوگیری از آن است. حدود $\frac{2}{3}$ سطح زمین را آب فرا گرفته است . از این رو آلودگی تاثیر عظیم روی زیستگاههای دریایی دارد.

در سال ۱۹۹۰ متخصصان سازمان ملل در جنبه علمی آلودگی دریا(GESAMP) آلودگی دریا را چنین تعریف کردند:

آلودگی دریا شامل ورود هر گونه مواد یا انرژی توسط انسان به شکل مستقیم یا غیر مستقیم به محیط زیست دریایی (اعم از مناطق ساحلی و خوریات) که اثر نا مطلوبی در بر داشته و خطراتی برای منابع زنده دریایی و سلامت انسان ایجاد کند و یا مانع از فعالیت های دریایی نظیر شیلات شده و باعث کاهش کیفیت آب دریا و کاهش مطبوعیت آن گردد. البته این تعریف بیشتر بر آلودگی با منشا انسانی تاکید داشته وبرآلودگی های طبیعی تاکید کمتری دارد(Kennish,1997).

آلودگی دریا به عنوان یک مشکل زیست محیطی مهم در سر تا سر دنیا تبدیل شده است. تحقیقات گسترده برای کاهش اثرات آلودگی بر محیط های دریایی دنیا انجام شده است . به خاطر حساسیت زیاد آب های ساحلی به آلاینده ها، زیستگاههای ساحلی نسبت به دیگر زیستگاههای دریایی استعداد بیشتری برای اثرات آلودگی دارد(Morrisey et al., 2003).

تحولات ایجاد شده در بخش های صنعتی و کشاورزی و ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه های اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه های مختلف اجتناب ناپذیر نموده است. از آنجایی که مناطق ساحلی و مصبی به طور کلی مکان های عمده برای توسعه های شهری و صنعتی می باشد این مناطق می توانند به عنوان مکان های هرز برای بسیاری از آلاینده ها همانند فلزات سنگین مطرح شوند.(Kasuba and Rozgaj, 2000; Suzuki et al., 2001).

عناصری که جرم مخصوص آن ها از ۵ سانتی متر مکعب بیشتر باشد فلز سنگین اطلاق می شود.(Moor and Romarnorthy, 1984). عناصر فلزی با توجه به اثرات زیستی آن ها در سه گرو قرار می گیرند:

۱- فلزات سبک مانند پتاسیم، سدیم و کلسیم
۲- فلزات واسطه: برای اکثر موجودات در غلظت های کم، نقش حیاتی عمده ای ایفا می کنند. اما در غلظت های بالا باعث بروز مسمومیت هایی می گردد. مانند کبالت، روی، آهن و مس
۳- شبه فلزات: هیچگونه نقشی در فعالیت های بدن موجودات ندارند و در غلظت های بسیار کم نیز برای موجودات سمی می باشند. مانند سرب، کادمیوم و جیوه . اصطلاح فلزات سنگین فقط به گرو دوم و سوم اطلاق می شود که از طرف سازمان FAO این فلزات در لیست سیاه طبقه بندی شده اند(Bryan and Gibbs, 1980).

فلزات سنگین از اجزا طبیعی محیط زیست دریایی می باشند و همچنین از طریق فعالیت های انسانی وارد دریا می شوند. برخی ازآنها در غلظت های بسیار پایین وجود دارند و برخی دیگر از لحاظ بیولوژیکی ضروری می باشند (Nies, 1999). فلزات سنگین جزء آلاینده های پایدار می باشند و از جمله آلاینده هایی می باشند که قابلیت تجزیه بیولوژیکی ندارند (de Mora et al., 2004; Hyun et al., 2006). بعضی از فلزات توسط فرایند های طبیعی از جمله به حالت گازی یا آئروسلی از طریق ته نشست خشک یا باران به سطح دریا می رسند. فعالیت های چشمه های آب گرم در آب های عمیق دریایی یکی دیگر از منابع طبیعی فلزات سنگین بویژه آرسنیک و جیوه در محیط زیست دریایی است (Kennish, 1997). بعضی از فلزات سنگین از جمله مس، سرب و روی به طور طبیعی در آب های مصبی و دریایی وجود دارند. در مناطق ساحلی، فلزات سنگین به طور طبیعی بوسیله رودخانه و یا فرسایش بادی و خاکی به دریا انتقال پیدا می کنند. بهر حال میزان بالایی از فلزات سنگین در محیط زیست ساحلی عموما در اثر فعالیت های انسانی می باشد. راههای اصلی ورود فلزات به محیط زیست دریایی رودخانه ها، ته نشست های اتمسفری و فعالیت های انسانی می باشد. مهمترین فعالیت های انسانی که موجب ورود فلزات به محیط زیست دریایی می شوند شامل فعالیت های کشتیرانی، لایروبی کف یا بستر دریا، فاضلاب های شهری و صنعتی، معدن کاوی، استفاده از کود های کشاورزی و سوزاندن سوخت های فسیلی و غیره می باشد (Machiwa, 1992; Lionetto et al., 2003).

بخشی از فلزات سنگین پس از ورود به محیط های آبی به‌صورت محلول در می آیند. مقداری از این فلزات نیز توسط پیوندهای سست سولفیدی و یا آلی به ذرات معلق متصل می شوند. ذرات معلق حاوی فلزات سنگین، در صورت ته نشین شدن به کف می رسند و به مرور در رسوبات تجمع پیدا می کنند (Pote et al., 2008)که میزان تجمع فلزات به ساختار شیمیایی رسوبات، نوع ترکیبات موجود در آب، نرخ رسوب گذاری عناصر، شرایط فیزیکی و شیمیایی آنها (یونی، کمپلکسی و پارتیکولیت) و همچنین ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آب از نظر pH، وجود تجمع دهنده ها و غلظت اکسیژن محلول بستگی دارد (Di Tao et al., 1992; Karsten et al., 2008).

رسوبات طی سالیان سال و در اثر فرآیند رسوبگذاری رفته رفته بر روی هم انباشته شده و در نهایت می توانند به عنوان تثبیت کننده میزان آلودگی ها در نظر گرفته شوند. بسیاری از انواع مواد و ترکیبات آلوده کننده

مخصوصا فلزات سنگین پس از ورود به یک منبع آبی به تدریج در بستر آن به صور ت های مختلف رسوب کرده و تجمع می کنند. در صورتیکه مقدار آلودگی رسوبات از مقادیر خاصی تجاوز کند، سریعا باعث برهم خوردن تعادل اکوسیستم و زوال آن می شود. بررسی مقدار تجمع فلزات در رسوبات امکان نظارت پیوسته بر آلودگی در یک منطقه را میسر می کند که از تجزیه و مطالعه آنها می توان به سهولت مقدار و نوع آلودگی را تشخیص داد و تصمیمات مقتضی را برای کنترل آن اتخاذ نمود(امینی رنجبر و همکاران،۱۳۷۷).

موجوداتی مثل دوکفه ای ها می توانند فلزات سنگین را بطور مستقیم از آب دریا یا بطور غیر مستقیم از غذایشان جذب کنند. بزرگنمایی زیستی مشکل دیگری است که بوسیله آلاینده ها در طول زنجیره غذایی از یک موجود به موجود دیگر انتقال پیدا می کند(Mance, 1990). به این ترتیب ممکن است مقادیری از فلزات سنگین پس از ورود به اندام های مختف آبزیان دفع می شوند، اما در صورت عدم دفع به دلیل غیر قابل تجزیه بودن در بافت های مختلف آنها تجمع می یابند. در بسیاری از موارد روند این تجمع برگشت ناپذیر بوده، در نتیجه منجر به تجمع بیشتر فلزات در حلقه های بالاتر زنجیره های غذایی می شوند. تغذیه انسان از چنین موجوداتی نیز باعث انتقال غلظت های بالایی از فلزات سنگین به بدن او می شود (Wen et al., 2007).

دسترسی زیستی فلزات سنگین، به فاکتور های مختلف فیزیکی (اندازه ذرات رسوبات و مواد معلق)، شیمیایی(حلالیت، و واکنش پذیری ترکیبات و عوامل کمپلکس کننده) و زیستی(جانوران کفزی و پلاژیک، حالت در معرض قرار گیری) بستگی دارد(Borgmann, 2000; Saha et al., 2006). رسوبات در قابلیت دسترسی زیستی فلزات سنگین برای کفزیان، آبزیان کفزی خوار و دیگر موجودات آبزی از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. زیرا این موجودات می توانند هر دو دسته از عناصر ضروری و غیر ضروری را از رسوبات دریافت کنند. برخی از این فلزات از قبیل مس، منگنز و روی از جمله عناصری هستند که به مقدار جزیی برای موجودات زنده ضروری می باشند. به عنوان مثال در ساختمان بعضی از آنزیم‌های بدن مثل سیتوکروم اکسیداز، رنگدانه تنفسی بسیاری از نرم تنان و هموسیانین سخت پوستان دریایی مس وجود دارد. (Caussy et al., 2003). اما افزایش فلز مس ممکن است برای این موجودات سمی باشد. به عنوان مثال این فلز می تواند باعث کاهش ضخامت پوسته صدف دوکفه ای ها و ایجاد اختلال در عملکرد طبیعی فیلتر کنندگی این موجودات شود. عناصری از قبیل کادمیوم و سرب و جیوه که کاربرد زیستی ندارند، حتی به میزان بسیار اندک قادرند در عملکرد طبیعی بدن آبزیان از جمله دوکفه ای ها اختلال ایجاد نمایند(Dennis et al., 2005).

اثرات اکولوژیکی فلزات سنگین روی موجودات آبزی به نوع فلز، غلظت و مدت زمان در معرض قرار گیری فلز و شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط بستگی دارد(Shulkin and Presley, 2003). سمیت می تواند ساختار و اجتماع و جمعیت موجود را تغییر دهد، همچنین سمیت می تواند اثرات بافتی و سلولی را ایجاد کند(Kennish, 1992).

غلظت بالای فلزات سنگین در بدن آبزیان موجب اختلال در مبادله مواد، توقف رشد (Kennish, 1997)، بروز تغییرات رفتاری و ژنتیکی در لاروها و کاهش ذخایر آبزیان می شود (Mance, 1990). از اثرات سوء سمیت فلزات بر دوکفه ای ها می توان به کاهش ضخامت پوسته (Ringwood, 1992)، کاهش تولید مثل(Forbes 1991)، کاهش سرعت فیلتر کنندگی (Kraak et al., 1997) و آسیب به بافت های بدنی (Weis et al., 1993) اشاره کرد. فلزات سنگین همچنین بسته به کمیت و کیفیت سبب تغییر در تنفس و شنا، سیستم عصبی، گردش خون و اختلاف بافتی آبزیان و همچنین موجب اثرات باالقوه سمی بر موجودات و انسان هایی که از این آبزیان مصرف می کنند می شود (Phillips and Rainbow, 1996).

سنجش آلودگی فلزات سنگین در محیط دریایی با اندازه گیری آن ها در آب، رسوب و گونه های بومی هر منطقه امکان پذیر می باشد(deMora et al., 2004; ;Abdallah and Abdallah 2008). استفاده از آب برای اندازه گیری فلزات سنگین مشکلاتی را به همراه دارد. سنجش های مربوط به آب بسیار پر هزینه و پر زحمت می باشد. معمولا غلظت های پایینی از فلزات سنگین در آب دریا وجود دارد درنتیجه اندازه گیری آن ها در آب نیازمند تلغیظ حجم زیادی از آب می باشد که این موضوع علاوه بر بالا بردن هزینه آزمایشات باعث بوجود آمدن اشتباه و تغییر در غلظت فلزات به دلیل تعدد آزمایش می گردد. هرچند که با مشخص شدن غلظت فلزات در آب پیش بینی تاثیر آنها برموجودات زنده امکان پذیر می گردد اما نباید فراموش کرد که همه شکل های مختلف فلزات موجود در آب قابل دسترس موجودات نبوده و این شکل های مختلف دارای سمیت متفاوتی می باشند. در نتیجه اندازه گیری میزان غلظت فلزات سنگین در اب دریا نمی تواند معیار خوبی برای پیش بینی دقیق اثرات نا مطلوب آن ها بر مجودات دریایی باشد. عیب دیگر استفاده از آب، عدم وجود یک میانگین مناسب و قابل اطمینان برای مقایسه آلودگی فلزات سنگین بین مناطق مختلف در جریان مطالعات پایش می باشند. این امر در اثر وجود نوسانات مختلف در غلظت فلزات با توجه به فصل نمونه برداری، زمان نمونه برداری در طول روز،عمق نمونه برداری و وجود جریانات جزر و مدی بوده که برای مقابله با این نوسنات باید دفعات نمونه

برداری و تعداد نمونه ها را افزایش داد، خود این امر باعث افزایش هزینه ها و زمان بر شدن سنجش ها می شود (Blackmore, 1998).

استفاده از ر سوبات جهت پایش فلزات سنگین در محیط دریا ارائه دهنده نتایج سودمندی در مورد پراکنش این آلاینده ها در محیط دریا می باشد اما مشکلاتی نیز در این راه وجود دارد. غلظت فلزات در رسوب بر اثر عواملی چون سرعت ته نشینی، اندازه ذرات، سرعت رسوب گذاری ذرات معلق و میزان مواد آلی موجود در رسوبات دچار نوسان می گردد(Idris et al.,2007). اما به هر حال میزان آن به اندازه ای است که برای سنجش به تلغیظ نمونه ها احتیاج نمی باشد. با وجود اینکه غلظت فلزات در رسوبات بیان کننده میانگینی مناسب برای یک دوره زمانی خاصی است، این غلظت در برگیرنده مقادیر طبیعی آن ها در رسوبات نیز می باشد. همچنین مشکلات دیگری نیز در اثر حضور مواد آلی در نمونه های مورد آزمایش بوجود می آید و غلظت فلزات را تحت تاثیر قرار می دهد(Blakmore, 1998). اما مهمترین مشکلات در راه پایش فلزات سنگین در عوامل غیر زنده اکوسیستم دریایی(آب دریا و رسوبات)، عدم تطبیق مقادیر به دست آمده فلزات در این عوامل با میزان قابل دسترس بودن این آلاینده های پایدار برای موجودات زنده می باشد (Giusiti, 2001).

گونه های ویژه ای از موجودات زنده را می توان به عنوان پایشگر برای مطالعه پراکندگی مکانی و تغییرات زمانی در میزان غلظت در دسترس فلزات برای موجودات استفاده کرد (Campanella, 2001; Lafabrie et al., 2007). این موجودات که از آنها به عنوان پایشگرهای زیستی یاد می شود، را می توان به طور کلی این گونه تعریف کرد : به موجودی پایشگر زیستی می گویند که توانایی تجمع آلاینده ها را در بافت های خود داشته باشند به نحوی که این تجمع همسو با تغییرات میزان آلاینده در محیط باشد. Philips(1995) پیشنهاد کرد که غلظت آلاینده ها در پایشگر زیستی مناسب باید دارای یک همبستگی مناسب با غلظت آلاینده ها در محیط باشد.

به طور کلی می توان ویژگی های یک پایشگر زیستی مناسب را این گونه عنوان کرد:

غیرمهاجر و ساکن بودن گونه

فراوانی مناسب

شناسایی آسان

عمر طولانی و در دسترس بودن در کل طول سال برای نمونه برداری

داشتن بافت کافی برای آنالیز

تحمل در برابر نوسانات ویژگیهای فیزیکوشیمیایی

داشتن همبستگی ساده بین غلظت آلاینده در بافت موجود و غلظت آن در محیط (de Astudillo et al., 2005; Saha et al., 2006 Lafabrie et al., 2007).

تا کنون گونه های مختلفی از موجودات برای پایش زیستی فلزات سنگین در محیط زیست دریایی، مورد استفاده قرار گرفته اند. با توجه به خصوصیات مناسب ذکر شده برای یک پایشگر زیستی مناسب بر اساس یافته های ذکر شده در بالا، می توان گونه های مختلف نرم تنان(بویژه دوکفه ای ها و شکم پایان)، ماهیها (گونه های غیر مهاجر و به ویژه گونه های بنتیک)، جلبک های دریایی را نام برد.

در بین نرم تنان، دوکفه ای ها مهم ترین گروهی هستند که به عنوان شاخص آلودگی و پایش محیط به کار می روند (Zorita et al., 2006; Yap et al., 2006) دوکفه ای ها موجودات فیلترخواری هستند که ساکن بوده و قادرند بخشی از آلاینده ها را به میزان بسیار زیادی در بافت های مختلف خود انباشته نمایند(Stanly, 2008). آنها همچنین مقاوم بوده و در برابر شرایط نامساعد محیطی تحمل بالایی دارند(Zorita et al., 2006). پراکندگی دوکفه ای ها در اکوسیستم های آبی بسیار وسیع است، ساختار بدنی ساده ای دارند، فاقد سیستم تنظیم متابولیکی مواد می باشند، دارای ارزش غذایی بالایی می باشند و به همین دلایل در برنامه های پایش زیستی مورد استفاده قرار می گیرند (Stanly et al., 2008).

اویستر ها ازجمله *Crassostrea gigas* یکی از انواع دوکفه ای ها می باشد که در نواحی بین جزر و مدی و متصل به بسترهای سخت بسر برده و این توانایی را دارند که فلزات را از رسوبات آلوده تجمع زیستی دهند(Huanxin et al., 2000). غلظت فلزات سنگین در بافت های دوکفه ای مقیاس های قابل اعتماد ی را از میزان فلزات سنگین در رسوبات می دهند.(Shullkin and Presley., 2003)، با این وجود غلظت فلزات سنگین آلاینده که بوسیله آنالیز بافت های دوکفه ای تعیین شده اند، الزاما متناسب با غلظت فلزات سنگین در رسوبات نیستند، چون این میزان فقط میزان فلزات سنگین قابل دسترس از رسوبات است(Shullkin and Presley, 2003).

دو کفه ای *C. gigas* باارزش ترین گونه نرمتن در جهان می باشد(FAO, 2004). این گونه اغلب اوقات در اکوسیستم های ساحلی که درجات کمی از آلودگی را دارند پرورش داده می شود(Bouilly et al., 2006). مطالعات مختلف نشان داده است که دوکفه ای جنس *Crassostrea* می تواند گونه مناسبی برای برنامه های پایش زیستی باشد (Hayes et al., 1998; Shulkin *et al*., 2003). این دوکفه ای یکی از گونه های فراوان در پایه اسکله های بندر امام خمینی می باشد که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است.

منطقه خلیج فارس به دلیل دارا بودن منابع عظیم نفتی به یکی از مهمترین محل های حمل ونقل نفت جهان تبدیل شده است و با توجه به رشد جمعیت و پیشرفت های صنعتی در سواحل این منطقه باعث بروز مشکلات زیست محیطی شده و حیات آبزیان را به خطر انداخته است(اسماعیلی ساری، ۱۳۷۶). خور موسی کانال طویل و عمیقی است که از خلیج فارس منشعب شده و به دلیل ویژگیهای خاص خود در منطقه از موقعیت ممتازی برخوردار است. از لحاظ اکولوژیک خورموسی یکی از متنوع ترین کانال های آبی محسوب می شود که بسیاری از گونه های تجارتی و غیرتجارتی را در خود جای داده است. این منطقه با اکوسیستمی منحصر به فرد، در ساحل شمالی خلیج فارس و جنوب استان خوزستان واقع است. پهنای دهانه آن ۳۷ تا ۴۰ کیلومتر و طول آن از دهانه تا بندر امام خمینی ۹۰کیلومتر و تا بندر ماهشهر ۱۲۰ کیلومتر است. بندر امام خمینی(ره) در انتهای شمال غربی خلیج فارس، در ۹۰ کیلومتری شرق آبادان و خرمشهر و در جنوب شرقی اهواز قرار دارد و از نظر طبیعی بهترین موقعیت را برای توسعه دارد. بندر امام خمینی(ره) در انتهای شمال غربی خلیج فارس به وسیله آبراهه خور موسی به این خلیج متصل می شود. بندر امام با داشتن ۳۶ بار انداز، بزرگترین بندر ایران به شمار می رود. به طور کلی بزرگترین کشتی هایی که می توانند به ایران کالا حمل نمایند، در این بندر پهلو می گیرند. ظرفیت این بندر برای تخلیه و بار گیری کالا، بیش از ۴ میلیون تن در سال و گنجایش محوطه آن در حدود یک میلیون تن است . بندر امام خمینی، به واسطه صنایع پتروشیمی، طی سالیان اخیر از رشد و توسعه چشمگیری برخوردار بوده است. پتروشیمی بندر امام، رازی، فارابی و منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی که در زمره بزرگترین مجموعه های صنعتی کشور محسوب می شوند، در این بندر واقع شده اند. این منطقه در صورتی که در معرض هجوم توسعه و اثرات ناشی از آن نباشد، از بارورترین مناطق ساحلی در مجموعه اکوسیستم دریایی برای تأمین مواد مغذی و محیطی مناسب برای برقراری زنجیره غذایی از ساحل به دریا محسوب می شود. آلودگی ناشی از اکتشاف و استخراج نفت و تردد نفتکش ها، حوادث و سوانح مربوط به سکوهای نفتی، رفت و آمد کشتیها، منابع و صنایع مستقر در خشکی از جمله عوامل تأثیرگذار بر روی اکولوژی منطقه است. از این رو حفظ و پیشگیری از هرگونه آلودگی

در این محل باید مورد توجه مجریان هرگونه فعالیت بخصوص فعالیت های اقتصادی قرار گیرد. زیرا ایجاد هرگونه آلودگی در این زیستگاه پرارزش می تواند تغییرات اساسی در اکوسیستم آن به وجود آورد که جبران آن عملاً غیرممکن خواهد بود.

بنادر و لنگرگاه ها به عنوان بخش اصلی نوار ساحلی ، به عنوان گودالی برای فاضلاب های صنعتی و شهری اطراف عمل می کنند، بنابراین بار سنگینی از آلودگی ها را دریافت می کنند.(Candy et al., 2003). لایروبی بنادر دریایی برای حفظ عمق کشتیرانی در بنادر لازم و ضروری می باشد. رسوبات دفع شده اغلب در نتیجه مشکلات مدیریتی ضعیف و اشتباه دارای بار آلودگی بسیار بالایی می باشد. رسوبات لایروبی شده لزوما پایدار و غیر متحرک نبوده و فلزات سنگین به علت اغتشاشات زیستی(Bioturbation) و دوباره معلق شدن (Resuspention) از رسوبات جدا شده و یک خطر بالقوه را به وجود می آورد.(Caplat et al.,2005). در بندر امام خمینی نیز تردد فراوان کشتی ها و لایروبی روسوبات جهت سهولت در حرکت کشتی ها باعث افزیش میزان فلزات سنگین به این منطقه شده است. از طرفی وجود صنایع پتروشیمی نیز بر میزان این آلودگی افزوده است.

محصولات دریایی نقش قابل توجه ای در تامین غذای مردم جهان دارند و با شناسایی مطلوبیت و برتری غذایی این فراورده ها بر دیگر مواد پروتئینی روز به روز بر مصرف آنها افزوده می گردد. افزایش تقاضا برای محصولات دریایی به عنوان یک منبع ارزشمند غذایی بویژه در سالیان اخیر موجب رشد و توسعه همه جانبه صنعت ماهیگیری، عمل آوری و استحصال محصولات دریایی کشور های واقع در حاشیه دریاها، خلیج ها و آب های آزاد شده است. برخی از نرمتنان دریایی بویژه دوکفه ای هایی نظیر اویستر، گونه هایی از جنس Crassostrea به عنوان غذای با ارزش دریایی مصرف می گردند. در حال حاضر در اغلب کشور های ساحلی تجارت و داد و ستد غذاهای دریایی نرمتنانی چون صدف ها و رفت و آمد های گردش گران در رستوران ها برای مصرف این غذاهای دریایی بسیار رایج شده است. همگام با رشد تقاضا، افزایش روند آلودگی های محیط های دریایی به شکلی جدی احتمال بروز مشکلات کیفی در این منبع ارزشمند غذایی را تشدید کرده است. مصرف غذاهای آلوده به فلزات جیوه ، مس و سرب توسط انسان ها می تواند عوارض متعدد ذیل را در بدن ایجادکند.

جیوه:

در میان فلزات سنگین جیوه بعنوان یک آلاینده جهانی مطرح شده است و از دیگر فلزات سمی تر است(Niazi et al., 2009; Meucci et al., 2009) و احتمالا بیشتر مطالعات در مورد فلزات سنگین در جهان بر روی جیوه انجام شده است(Hylander et al., 2003).

جیوه عنصری کمیاب در پوسته زمین با میانگین غلظت ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم و دامنه ای در حدود ۰/۰۵ تا ۳/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم و HgS (Cannibar) فراوان ترین سنگ معدن جیوه می باشد (NRCC,1979).

منابع زیادی برای جیوه معدنی وجود دارد مهمترین آن ها شامل احتراق زغال سنگ، سوختن زباله های شهری، استفاده از جیوه برای استخراج طلا از معدن و فاضلاب حاصل از تولید کلر آلکالی در صنایع شیمیایی می باشد(Hassett et al., 2004; Southworth et al., 2004). جیوه محلول در دریا به صورت $Hg(CL_4)_2$ یا $HgCL_3$ است. در دریا، جیوه همراه با ترکیبات آلی، خصوصا پروتئین های گوگرد دار، یا در آب های کم شور با مواد هیومیک، تشکیل کمپلکس های پایداری می دهد. در بستر های عاری از هوا، جیوه به صورت HgS , Hg وHgS_2 حضور دارد(Zizek et al., 2007).

در محیط دریایی، جیوه معمولا به فرم های آلی یافت می شود. در بین فرم های آلی جیوه، متیل جیوه بیشترین پایداری را در محیط دریا دارد و به وسیله میکروارگانیزم های رسوبات ساخته می شود. متیل جیوه سمی ترین فرم جیوه آلی برای موجودات می باشد(WHO, 1990). متیل جیوه از تجمع قابل توجهی در بین موجودات و بزرگنمایی زیستی در طول زنجیره غذایی برخوردار هستند(Kaercher et al., 2005; Zizek et al., 2007). بنابراین مصرف تولیدات دریایی آلوده به جیوه خطر آسیب به سلامتی انسان را به همراه دارد(Ghaedi et al., 2006; Niazi et al 2009).

نرمتنان دوکفه ای جیوه را به طور مستقیم از آب دریا درون بدن خود تجمع می دهند. جذب جیوه از آب های کدر بیشتر از آب های شفاف است. غلظت جیوه در دوکفه ای تحت تاثیر عواملی چون مرحله تولید مثلی، جنسیت و تفاوت های درون گونه ای قرار دارد(Norum et al., 2005).

عوارض مشخص جیوه، تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی و محیطی، آسیب های مغزی، شنوایی و بویایی می باشد (Agusa, 2005).

مس:

مس در بسیاری از سیستم های آنزیمی نقش کاتالیزی اعمال می کند. پیگمانت های تنفسی خیلی از نرمتنان و سخت پوستان بزرگتر، دارای مس (هموسیانین) می باشد(Zhou, 2007). بنابراین بیشترین غلظت آن در سخت پوستان ده پا، شکم پایان، نرمتنان و سرپایان دیده می شود(Clark,1997). اگر غلظت مس در محیط های دریایی بیش از حد مجاز شود می تواند اثرات سمی بر روی موجودات داشته باشد. با این وجود بعضی از گونه های دوکفه ای مس را تا حدود ۷۵۰۰ برابر غلظت آن در آب ذخیره می کنند(Clark,1997). در آب های دریایی، مس به صورت محلول در آب و همچنین متصل به ذرات وجود دارد(Backsion et el., 2006). غلظت مس در رسوبات عموما کمتر از ۵ میلی گرم برکیلوگرم بوده است. یکی از اصلی ترین منابع و عوامل آلودگی ناشی از مس، ورودی پساب معادن، تولید فلز، تولید چوب و کودهای فسفاته می باشد. از مهمترین فعالیت های انسانی که باعث ورود مس به دریا می شود می توان از کاربرد مس در مواد ضد جلبکی و استفاده از آن به عنوان مواد ضد زنگ در بدنه کشتی ها، ترکیبات ضد قارچی و افت کش ها در استفاده های کشاورزی و آبزی پروری اشاره کرد(Sadiq, 1992).

مس یک عنصر ضروری در متابولیسم انسان به ویژه در آزادسازی آهن، رشد استخوان ها، سیستم عصبی مرکزی و بافت های پیوندی می باشد. این فلز در کبد پانکراس و مغز استخوان تجمع یافته و می تواند باعث ضایعاتی در این اعضا شده وحتی موجب کاهش فشار خون، اغما و مرگ شود. جذب زیاد مس در انسان باعث خوردگی شدید مخاط ها، آسیب های گسترده مویرگی، تغییرات در عملکرد کبد، کلیه، دستگاه گوارشی و سیستم عصبی مرکزی شده و منجر به افسردگی می شود. تماس نمک های مس با بدن منجر به آسیب های شدید پوستی و سرطان پوست می گردد. تماس موضعی مس با چشم با التهاب چشم همراه است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۴). مس دو ظرفیتی باعث پورین زدایی از DNA می شود پدیده ای که خود منجر به موتاسیون می گردد (اطهر، ۱۳۸۶).

سرب:

ترکیبات سرب در محیط های دریایی بر حسب اندازه به صورت محلول، کلوئیدی و جامد یافت می شوند، به طور که با افزایش اندازه از میزان محلول کاسته و بر میزان کلوئیدی و جامد افزوده می شود(اسماعیل ساری،۱۳۸۴). میزان سرب در دریا در مقایسه با سایر عناصر سنگین بسیار کمتر است که احتمالا به دلیل خذف طبیعی آن از محیط در ساختار ندول های منگنز باشد(Glaister,2008). تجمع سرب در موجودات دریایی بستگی به شکل شیمیایی آن دارد. از بین تمامی فرم های شیمیایی سرب، Pb^{2+} سمی ترین فرم غیر آلی سرب برای موجودات آبزی است(Sadiq, 1992). بین سمیت سرب و شوری، ذرات معلق، مواد آلی و قلیائیت رابطه عکس وجود دارد. افزایش شوری موجب تشکیل کمپلکس های قوی با یون کلراید شده و کاهش سمیت سرب می شود(Sadiq, 1992; Wang and Fisher, 1999). آلودگی سرب در محیط های دریایی به سبب نزولات جوی و تخلیه صنعتی در حال افزایش می باشد. سرب جذب شده در رسوبات در بعضی شرایط می تواند مجددا در آب حل گشته و غلظت ان افزایش یابد. بنابراین رسوبات می توانند نقش مهمی در تنظیم غلظت سرب در آب دریا داشته باشد.

سرب یک عنصر غیر ضروری برای بدن محسوب می شود. سرب موجود در خون به سادگی قادر به تبادل با بافت ها و اندام ها است. سرب جذب شده از طریق خون به ماهیچه ها و استخوان ها راه یافته و با کلسیم استخوان جایگزین می شود و همچنین می تواند در کلیه ها و مغز تجمع یافته و ضایعات جبران ناپذیری را بوجود آورد. ذخیره سازی سرب معمولا در استخوان ها و دندان ها (بیش از ۹۰ درصد) و کمی هم در کبد و کلیه ها در اندامک های سلولی مانند هسته غشاء میتوکندری ها می باشد(اطهر، ۱۳۸۶). سرب قابلیت عبور از جفت را نیز دارد و از این طریق به جنین منتقل می شود. در مادران باردار که به دلایلی دچار آلودگی با سرب می شوند، با رشد و نمو اندام های جنین مقدار سرب نیز در بدن جنین افزایش یافته و ایجاد اختلال می کند. غلظت بالای سرب می تواند ضایعات کروموزومی ایجاد کند. بدین ترتیب سرب را می توان ماده ای جهش زا نیز محسوب نمود. اولین علائم مسمومیت سرب (ساتورنیسم) عبارتند از خستگی، یبوست، از دست دادن اشتها به غذا، شل شدن عضلات و اختلال در سیستم عصبی. اگر تماس فرد بیشتر شود در این صورت عوارض دیگری از قبیل قولنج، کم خونی، تغییرات در مغز استخوان، فلج شدن عضلات دست و پا و سستی در مچ دست و قوزک پا، اختلالات حافظه و نداشتن تمرکز حواس و سردرد حاصل می گردد و بالاخره آخرین عوارض حاصل که به صورت حاد ظاهر می شوند و موارد آن نادر است و گاهی در بچه ها در اثر جذب از راه خوراکی اتفاق می افتد آنسفالوپاتی (هر نوع بیماری استحاله ای مغز) است(اسماعیلی ساری،۱۳۸۴).