علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، ویژه نامه شماره ۵، تابستان۱۳۹۶

# تجمع زیستی عناصر مس، آهن و روی در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* در جزیره‌های قشم و لارک

**الهه نوروزی** [۱]
**نادر بهرامی‌فر** [۲*]
nbahramifar@modares.ac.ir
**شمس‌الضحی ابوالمعالی** [۳]
**عباس اسماعیلی ساری** [۴]
**علی علیزاده** [۵]

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۵** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۰**

**چکیده**

**زمینه و هدف:** اسفنج‌ها بی‌مهرگان چسبیده به بستر سخت دریاها هستند که می‌توانند سالیان سال در یک جا و مکان ثابتی زندگی کنند و همواره حجم بسیار بالایی از آب دریا را فیلتر نموده و بنابراین قادر به تجمع آلاینده‌های محیط زیستی از قبیل عناصر در یک دوره زمانی طولانی هستند.

**روش بررسی:** در این مطالعه از اسفنج دریایی *Haliclona sp.* موجود در جزیره های قشم و لارک به عنوان شاخص آلودگی عناصر این دو جزیره استفاده شد. بدین منظور ۱۳ نمونه اسفنج *Haliclona sp.* از جزیره قشم و ۱۵ نمونه اسفنج *Haliclona sp.* از جزیره لارک به روش SCUB جمع‌آوری شدند و میزان عناصر روی، مس و آهن در نمونه‌های توده اسفنج، پس از آماده سازی به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری گردید.

**یافته‌ها:** اختلاف غلظت عناصر روی، مس و آهن در نمونه‌های اسفنج *Haliclona sp.* بین جزیره‌های قشم و لارک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که متوسط میزان عناصر روی، مس و آهن در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره قشم به ترتیب ۱۱۵/۲۳، ۱۶۹۸/۱۸ و ۷۴/۹۱ mg/kg و در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره لارک به ترتیب ۷۴/۷۳، ۱۳۵۴/۷۴ و ۴۰/۳۶ mg/kg بود و به غیر از آهن، این اختلاف میانگین‌ها معنی‌دار بودند ($P<0/05$).

**بحث و نتیجه‌گیری:** نتایج این بررسی نشان داد که جزیره قشم به علت تمرکز بالای صنعتی غرب شهرستان بندرعباس از نظر توزیع جغرافیایی صنایع در مقایسه با دیگر نقاط استان هرمزگان و نزدیکی قشم به صنایع شهرستان بندرعباس از آلودگی فلزات بیشتری نسبت به جزیره لارک دارد.

**واژه‌های کلیدی**: اسفنج‌های دریایی ، عناصر سنگین، خلیج فارس، جزیره لارک و جزیره قشم.

---

۱- دانشجوی دکتری محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.
۲*- (مسوول مکاتبات): استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.
۳- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه سمنان، ایران.
۴- استاد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.
۵- استادیار، بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، تهران، ایران.

*J.Env. Sci. Tech., Vol 19, Special No.5, Summer 2017*

# Bioaccumulation of copper, iron and zinc in marine sponges Haliclona sp. in Qeshm and Lark islands

**Elaheh Norouzi** [1]
**Nader Bahramifar** [2*]
*nbahramifar@modares.ac.ir*
**Shamsozoha Abolmaali** [3]
**Abbas Esmaeli sari** [4]
**Ali Alizadeh** [5]

**Abstract**

**Background and Objective:** Sponges invariably filter a large volume of sea water and potentially accumulate heavy metals and other contaminants from the environment. Sponges, being sessile marine invertebrates and modular in body organization, can live many years in the same location and therefore have the ability to accumulate anthropogenic pollutants such as metals over a long period.
**Method:** In this study, marine sponge *Haliclona sp.* from Qeshm and Larak islands was evaluated as a potential indicator organism. For this purpose, 13 samples of marine sponge *Haliclona sp.* from Qeshm and 15 samples from Larak islands were collected and analyzed for the amount of heavy metals by flame atomic absorption spectrometer.
**Findings:** The mean concentrations of zinc, copper and iron of the marine sponge *Haliclona sp.* were found to be 115.23, 1698.18 and 74.91 mg/kg in Qeshm Island and 74.73, 1354.74 and 40.36 mg/kg Larak Island, respectively. The differences in concentrations of heavy metals in marine sponge, except for iron ($p < 0/05$), were significant in both Qeshm and Larak islands.
**Conclusion:** The results showed that in Qeshm island the heavy metals contamination in the Qeshm Island was greater than in Larak Island due to the high rate of industrial acitivities in the west part of Bandar Abbass Portland in terms of geographical industrial distribution compared to other part of the island. Moreover Qeshm Island is located, as a free trade zone, more close to the industrial zone of Bandar Abbass.

**Keywords:** Marine sponge, Heavy metals, Persian Gulf, Larak and Qeshm islands.

1- PhD Candidate, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Iran. **(Corresponding Author)*
3- Assistant Professor, Department for Biology, Faculty of Science, Semnan University, Iran
4- Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Iran.
5- Assistant Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Iran.

**مقدمه**

محیط‌های دریایی اغلب مخزن نهایی آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی، شهری و روستایی هستند که این آلودگی-ها می‌توانند بر موجودات آبی که در این محیط زندگی می‌کنند اثرات مضر داشته باشند (۱). هر ساله مقدار زیاد و متنوعی از انواع آلاینده‌های آلی و سنتزی جدید به محیط‌های دریایی و ساحلی وارد شده است که در میان آن‌ها عناصر سنگین و PAHs، آلاینده رسوبات و آب‌ها در مناطق ساحلی بوده‌اند (۲و۳). محیط زیست دریایی به سبب این که از عناصر بسیار گوناگونی تشکیل شده است در برابر مواد خارجی که به عمد یا غیر عمد به آن وارد می‌شود بسیار آسیب‌پذیر است (۴). یکی از قطب‌های مهم تولید نفت جهان، منطقه خاورمیانه و از جمله خلیج فارس است (۵). فعالیت‌های اکتشاف و بهره‌برداری نفت در این منطقه شدیدترین فعالیت‌ها از نوع خود در جهان محسوب می‌شوند. محصور بودن در خشکی و عمق کم نیز این منطقه را به شدت در معرض آلاینده‌های انسانی قرار داده است و به علت وجود تنگه هرمز، زمان لازم برای تجدید آب آن با آب‌های آزاد در حدود ۳ تا ۵/۵ سال است (۶). شهری شدن، صنعتی شدن، ایجاد بنادر و پالایشگاه‌ها و هم‌چنین حمل و نقل دریایی و ریزش‌ها، محیط خلیج فارس را به شدت آلوده کرده است. به طور کلی منابع آلوده کننده نفتی در خلیج فارس شامل اکتشاف و بهره‌برداری، تردد کشتی‌ها و وقوع جنگ‌ها در منطقه است (۷). از طرفی این منطقه از پر رفت و آمدترین مسیرهای کشتی‌رانی جهان بوده که با انتقال تقریبی ۱۷ میلیون بشکه نفت در سال از تنگه هرمز، ۶۰ درصد از حمل و نقل دریایی جهانی نفت را به خود اختصاص داده است (۸). میزان آلودگی در بندرعباس بیشتر از سایر مناطق می‌باشد که به دلیل وجود تنوع و تعدد صنایع مستقر در بندر عباس، ورود مستقیم و غیر مستقیم پساب کارخانه‌ها، فاضلاب‌های شهری، آلودگی ناشی از حمل و نقل دریایی به ویژه حمل و نقل نفت، اثرات جنگ‌های ایران و عراق و کویت ۱۹۹۷، حوادث دریایی نفتی و سایر فعالیت‌های بندری است. گردش خلاف ساعت‌گرد خلیج فارس موجب تغییرات سرعت و جهت حرکت آب در این منطقه می‌گردد و احتمال رسوب‌گذاری را در این منطقه افزایش می‌دهد، به طوری‌که ROPME[1] در سال ۲۰۰۳ نیز گزارش کرده است که رسوبات مناطق مجاور تنگه هرمز در بخش شرقی خلیج فارس نسبت به سایر قسمت‌ها از میزان آلودگی بیشتری برخوردار است (۹). این آلاینده‌ها دارای اثرات سمی فراوانی بر موجودات زنده خصوصا انسان هستند و در و موجودات زنده در طول زنجیره غذایی تجمع می‌یابند که قابلیت سازگاری و نگه‌داری اکوسیستم دریایی را تهدید می‌کنند (۱۰، ۱۱و۱۲). میزان عناصر سنگین در آب دریا به نسبت ورود آلاینده‌ها از مسیرهای مختلف به آب دریا در طول زمان متغیر است. مطالعه تجمع زیستی آلاینده‌ها در جانوران ثابت و کم تحرک مناسب‌تر از برآورد دوره‌ای غلظت آلاینده‌ها در آب و رسوب و در نهایت ارزیابی سلامت محیط زیست است. استفاده از یک نشان‌گر زیستی مناسب با طبیعت، بنتیک[2] و بدون تحرک برای تخمین تجمع زیستی آلاینده‌ها بسیار مناسب و اثر بخش است و به نوبه خود وضعیت دقیقی از آلودگی محیط زیست را نشان می‌دهد. در دهه گذشته پیشرفت قابل توجهی در توسعه روش‌های ارزیابی خطرات آلاینده‌ها صورت گرفته است که این روش‌ها قادرند ارزیابی قابل اطمینانی از اثرات آلودگی روی موجودات دریایی، خصوصاً در مراحل اولیه ناشی از اثرات مختل کننده آلاینده ها ارایه دهند. اسفنج‌ها به دلیل ثابت بودن در محل زندگی خود در رسوبات دریایی و نحوه تغذیه به روش فیلترکنندگی قادر به تجمع زیستی عناصر سنگین برای یک دوره زمانی طولانی هستند و به عنوان یک شاخص زیستی خوب معرفی شده‌اند و ابزار مناسبی برای تعیین و شناسایی آلودگی اکوسیستم‌های دریایی هستند (۱۳). به خاطر عادات تغذیه‌ای فیلترکننده‌ای که اسفنج‌ها دارند، قادرند میزان زیادی از آلاینده‌های معلق و محلول در آب را جمع کنند و به عنوان شاخص زیستی انتخاب شوند تا بحران‌های زیست محیطی را در مناطق انتخاب شده آشکار کنند. گزارشات متعددی نشان داده است که اسفنج می‌تواند یک موجود پایش زیستی مناسب برای آلاینده‌های عنصری در اکوسیستم آبی باشد. غلظت‌های بسیار بالایی از آلاینده‌ها در گونه‌های مختلف

1-Regional Organization for the Protection of Marine Environmental
2-Benethic

اسفنج از قبیل هیدروکربن‌ها، ترکیبات آلی کلردار و عناصر گزارش شده است (۱۴).

اسفنج‌ها متعلق به راسته چند یاخته‌ای پست پوریفرا[1] هستند. در حدود ۱۰۷ جنس و ۱۵۰۰۰ گونه اسفنج شناسایی شده است که اغلب در محیط‌های دریایی بوده و فقط حدود ۱ درصد از این گونه‌ها در آب‌های شیرین زندگی می‌کنند (۱۵) و معمولاً جزء جانوران فراوان در بنتوزهای بستر سخت دریایی هستند. اساساً اسفنج‌ها جانوران چسبیده و فیلترکننده‌ای هستند و طوری توسط محیط آبی احاطه می‌شوند که در هیچ کدام از چند یاخته‌ای‌های پست دیده نشده است هم‌چنین اسفنج‌ها قادر به تجمع آلودگی از طریق فیلتر کردن آب هستند (۱۶). اسفنج‌ها فیلترکننده شناخته شده جوامع بزرگ بنتیکی بوده و قادر به فیلتر کردن ستون آب در طول شبانه روز هستند (یک اسفنج یک کیلوگرمی روزانه در حدود ۲۴۰۰۰ لیتر آب فیلتر می‌کند) و بیشتر از ۸۰ درصد از ذرات معلق و آلاینده‌های محیط زیست به‌خصوص عناصر سنگین را جذب می‌کنند (۱۷و۱۸).

مطالعاتی توسط نجفی و همکاران (۱۹) در خلیج فارس صورت گرفت که به بررسی گونه‌های اسفنج موجود در خلیج فارس پرداختند. با توجه به مطالعات ذکر شده در بالا نشان داده شد که گونه *Haliclona sp.* در هر دو جزیره لارک و قشم که در نزدیکی هم قرار دارند وجود دارد. بنابراین در این مطالعه گونه هدف شامل اسفنج *Haliclona sp.* است. اسفنج *Haliclona sp.* متعلق به رده *Demospngia*، راسته *Haplosclerid* و خانواده *Chalinidae* می‌باشد. این مطالعه به منظور بررسی میزان آلودگی فلزات سنگین در اسفنج *Haliclona sp.* در جزیره‌های قشم و لارک استان هرمزگان انجام شده است.

**مواد و روش‌ها**

**منطقه مورد مطالعه**

جزیره‌های قشم و لارک از جمله جزایری هستند که در استان هرمزگان قرار دارند. جزیره لارک با ۷/۴۸ کیلومتر مربع مساحت در فاصله ۳۵کیلومتری از بندرعباس و ۱۱/۶ کیلومتری از شهر قشم و در جنوب شرقی این شهر در تنگه هرمز قرار دارد. این جزیره درموقعیت جغرافیایی '۵۳ "۲۶°۲۱/۸۶ شمالی و "۵۹/۶۹ '۲۳ °۵۶ شرقی واقع شده است (۲۰). هم‌چنین جزیره پهناور قشم با مساحتی نزدیک به ۱۵۰۴ کیلومترمربع بزرگترین جزیره خلیج فارس است که در محدوده جغرافیایی '۳۰ °۲۶ تا '۰۳ °۲۷ عرض شمالی و '۱۶°۵۵ تا '۱۷ °۵۶ طول شرقی واقع شده است. این جزیره با ۱۱۵ کیلومتر طول از مقابل سواحل بندرعباس تا نزدیکی بندر لنگه امتداد یافته و عرض آن بین ۱۰ تا ۳۵ کیلومتر متفاوت است. این جزیره از شرق به جزیره‌ی لارک محدود می‌گردد (۲۱).

1- Porifera

**شکل ۱- محل ایستگاه های نمونه برداری**

**Figure 1-Location of sampling stations**

**جمع‌آوری نمونه اسفنج**

نمونه‌های اسفنج *Haliclona sp.* (۲-۱ kg) از ایستگاه‌های موجود درجزایر لارک (۳ ایستگاه) و قشم (۳ ایستگاه) و از اعماق ۳۰-۲۵ متری به کمک غواصی SCUBA[۱] جمع‌آوری شد. بدین منظور ۱۳ نمونه اسفنج *Haliclona sp.* از جزیره قشم و ۱۵ نمونه اسفنج *Haliclona sp.* از جزیره لارک جمع‌آوری شد و سپس نمونه‌های جمع آوری شده در بسته‌های پلاستیکی استریل شده و شستشو داده شده با مخلوط آب مقطر و اسید نیتریک نگه‌داری شدند و تا زمان آنالیز در دمای (۲۰℃-) در فریزر قرار گرفتند (۱۳).

**آنالیز شیمیایی عناصر سنگین**

ابتدا هر نمونه اسفنج به مدت ۷۲ ساعت در فریزدرایر قرار داده شد. جهت هضم اسیدی نمونه‌های اسفنج، در حدود یک گرم از توده نمونه اسفنج خشک شده با ۴ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ (۷۰ درصد) و ۱ میلی‌لیتر اسید پرکلریک غلیظ در ظرف-های مخصوص هضم تفلونی (PTFE[۲]) ریخته شد و در Heating block به مدت ۴ ساعت در دمای ۱۳۰℃ قرار گرفت تا هضم اسیدی صورت گیرد، سپس نمونه هضم شده با کاغذ صافی، صاف شده و با آب دی‌یونیزه به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت عناصر روی و آهن موجود در نمونه‌های هضم شده توسط دستگاه جذب اتمی شعله‌ای Philips PU 9400x و غلظت عنصر مس در نمونه‌های هضم شده توسط دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی شرکت GBC مدل Sens اندازه‌گیری شدند (۲۲). حد تشخیص دستگاه برای عناصر مس، آهن و روی به ترتیب برابر ۸/۵۱، ۲۶/۹۹ و ۱۷/۹۴ میکروگرم برلیتر و درصد بازیابی نیز به ترتیب برابر ۱۰۶، ۱۰۵ و ۱۰۰ درصد به‌دست آمد.

**آنالیز آماری**

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS ۲۱ استفاده شد. با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنف، توزیع نرمال داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و برای تعیین اختلاف میانگین غلظت عناصر در اسفنج دریایی در دو جزیره قشم و لارک از آزمون independent-samples t بهره گرفته شد.

**یافته ها**

نتایج حاصل از آنالیز متوسط، کمترین و بیشترین غلظت عناصر روی، مس و آهن در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* در جزیره‌های قشم و لارک در جدول (۱) ذکر شده است.

۱-Self-Contained Underwater Breathing Apparatus

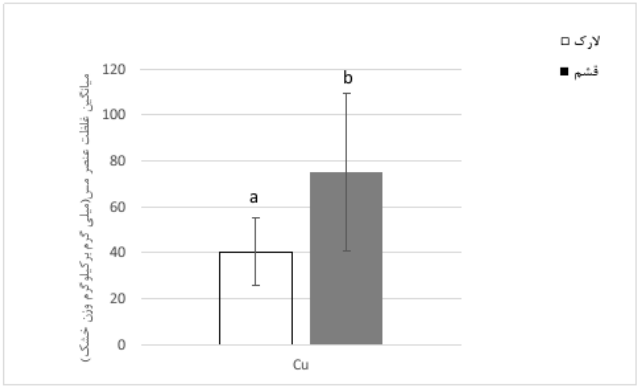
۲-Polytetrafluoroethylene

**جدول ۱- متوسط، کمترین و بیشترین میزان عناصر سنگین مس، آهن و روی بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* در دو جزیره قشم و لارک**

**Table 1-Mean, minimum and maximum levels of heavy metals copper, iron and zinc in mg per kg of marine sponge on two islands of Qeshm and Larak**

| منطقه | Cu | | | Fe | | | Zn | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean± Std Deviation | Min | Max | Mean±Std Deviation | Min | Max | Mean±Std Deviation | Min | Max |
| قشم | ۷۴/۹۱±۳۴/۳۷ | ۳۹/۰۷ | ۱۶۸/۴۳ | ۱۶۹۸/۱۸±۷۱۸/۹۸ | ۹۲۱/۵۹ | ۲۹۵۳/۴۷ | ±۲۹/۵۰ ۱۱۵/۲۳ | ۷۴/۵۱ | ۱۷۶/۴۵ |
| لارک | ۴۰/۳۶±۱۴/۷۰ | ۱۷/۱۵ | ۷۸/۰۰ | ۳۵۴/۷۴ ±۲۸۳/۷۳ | ۹۲۵/۹۲ | ۱۸۶۵/۴۱ | ۷۴/۷۳±۱۵/۵۵ | ۴۱/۴۸ | ۱۰۱/۵۷ |

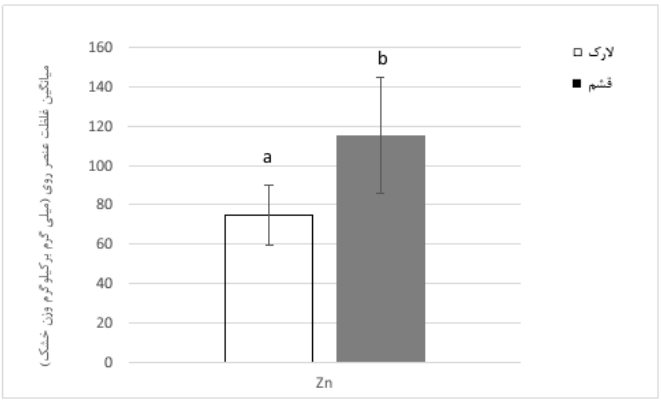
در این مطالعه اختلاف میانگین عناصر روی، مس و آهن اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره‌های قشم و لارک مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آزمون independent-samples t در تحقیق کنونی نشان داد که غلظت عنصر مس در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره قشم (۷۴/۹۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) میزان بالاتری نسبت به جزیره لارک (۴۰/۳۶ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) دارد و این اختلاف میانگین معنی‌دار است (P<۰/۰۵) (شکل ۲).




**شکل ۲- نمودار متوسط غلظت عنصر مس در اسفنج *دریایی* Haliclona sp.**

**Figure 2-Chart mean concentration copper in marine sponge Haliclona sp.**

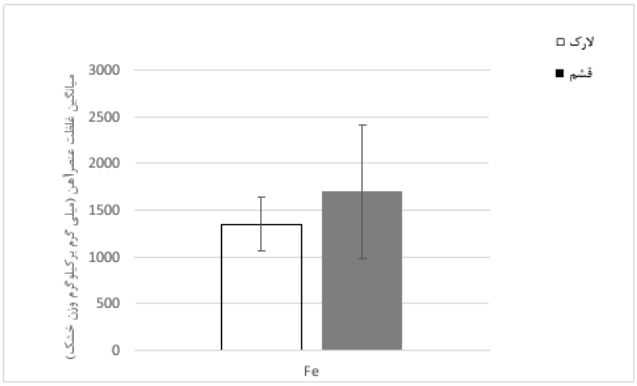
غلظت عنصر روی در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره قشم (۱۶۹۸/۱۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) میزان بالاتری نسبت به جزیره لارک (۳۵۴/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) دارد و این اختلاف میانگین معنی‌دار است (P<۰/۰۵) (شکل ۳).




**شکل ۳- نمودار متوسط غلظت عنصر روی در اسفنج دریایی Haliclona sp.**

**Figure 3- Chart mean concentration zinc in marine sponge Haliclona sp.**

غلظت عنصر آهن در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره قشم (۱۱۵/۲۳میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) میزان بالاتری نسبت به جزیره لارک (۷۴/۷۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) دارد و این اختلاف میانگین‌ها معنی‌دار نیست (P>۰/۰۵) (شکل ۴).




**شکل ۴- نمودار متوسط غلظت عنصر آهن در اسفنج دریایی *Haliclona sp.***

**Figure 4- Chart mean concentration iron in marine sponge Haliclona sp.**

**بحث**

مطالعه‌ای توسط Rao و همکارانش (۱۳) بر روی آلودگی عناصر سنگین (Al, Fe, Mn, As, Ni, Co, Cu, Se) اسفنج دریایی صورت گرفت و مقایسه نتایج مطالعه ما با نتایج این تحقیق نشان داد که متوسط میزان عناصر مس و آهن موجود در اسفنج دریایی این مطالعه پایین‌تر از مطالعه ما بوده است و هم‌چنین میزان عناصر در اسفنج‌های مناطق آلوده این مطالعه ۰/۱۳ تا ۶۴ برابر میزان عناصر سنگین در اسفنج‌های مناطق دور از آلودگی است. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج ما مشابه بوده، به‌طوری‌که متوسط میزان عناصر مس و آهن موجود در اسفنج دریایی جزیره قشم به طور معنی‌داری بیشتر از جزیره لارک است. هم‌چنین مطالعه‌ای توسط Pan و همکارانش (۲۳) بر روی اسفنج‌های دریایی و رسوبات دریای سرخ عربستان سعودی صورت گرفت که در این مطالعه به بررسی عناصر سنگین (Cd, Zn, Ag, Cu, Pb and As) موجود در اسفنج و رسوب پرداختند. مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج به دست آمده نشان داد که متوسط میزان عناصر مس و روی موجود در اسفنج دریایی این مطالعه نیز پایین‌تر از مطالعه ما می‌باشد و هم‌چنین میزان عناصر در اسفنج‌های مناطق آلوده این مطالعه، همانند جزیره قشم مطالعه اخیر، بطور معنی‌داری بالاتر از میزان عناصر در اسفنج‌های مناطق دور از آلودگی، همانند جزیره لارک مطالعه ما است. مطالعه‌ای توسط Cebrian و همکارانش (۲۴) بر روی اسفنج‌های دریایی دریای مدیترانه صورت گرفت که به بررسی میزان عناصر سنگین مس و سرب موجود در اسفنج‌های دریایی پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که گونه‌های مختلف اسفنج‌های دریایی دریای مدیترانه می‌توانند به عنوان گونه‌های نشان‌گر زیستی مناسب برای پایش آلودگی‌های دریایی مورد استفاده قرار گیرند. نتایج این مطالعه هم‌چنین نشان داد که میزان عناصر سنگین در اسفنج‌های مناطق آلوده به‌طور معنی‌داری بالاتر از میزان عناصر سنگین در اسفنج‌های مناطق دور از آلودگی بودند. در مطالعه حاضر نیز متوسط میزان عناصر مس و روی موجود در اسفنج دریایی جزیره آلوده‌تر قشم به طور معنی‌داری بیشتر از جزیره لارک است.

نشان‌گرهای بیولوژیکی وضعیت سلامت محیط زیست را با تجمع عناصر در بافت خود نشان می‌دهند. اسفنج‌های دریایی خصوصیاتی دارند که به عنوان شاخص زیستی خوب و ابزار مناسب برای توصیف وضعیت اکوسیستم‌های دریایی محسوب می‌شوند (۲۷ و ۲۸). نتایج به دست آمده از متوسط میزان عناصر سنگین مس، آهن و روی در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* در دو جزیره قشم و لارک نشان می‌دهد که بیشترین میزان عناصر سنگین مس، آهن و روی در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* در جزیره قشم وجود دارند به‌طوری‌که متوسط میزان عناصر سنگین روی و مس در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره قشم به طور معنی‌داری بالاتر از جزیره

لارک است. متوسط میزان عنصر آهن نیز در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره قشم بالاتر از جزیره لارک است ولی این اختلاف میانگین معنی‌دار نیست. از آن‌جایی‌که خلیج فارس یکی از مهم‌ترین راه‌های ارتباطی جهان در ارتباط با اکتشاف و حمل و نقل نفت است، با توجه به شرایط نامناسب جزء محیط-های دریایی آلوده جهان می‌باشند. در سالیان اخیر آلودگی عناصر سنگین ناشی از فعالیت‌های مختلف از جمله استخراج سوخت‌های فسیلی، تصادم کشتی‌های نفت‌کش، افزایش پالایشگاه‌های نفت و گاز در خلیج فارس از یک طرف و ورود پساب‌های شهری و صنعتی جوامع حاشیه‌ای، عدم مدیریت روان‌آب‌ها و فرسایش سرزمین‌های ساحلی بر مشکلات محیط زیستی این اکوسیستم افزوده است. غرب شهرستان بندرعباس از نظر توزیع جغرافیایی صنایع در مقایسه با دیگر نقاط استان هرمزگان از تمرکز صنعتی بالایی برخوردار است. پالایشگاه هشتم بندر عباس، نیروگاه، شرکت ذوب روی، آلومینیوم المهدی، فولاد هرمزگان و فولاد جنوب از مهم‌ترین این صنایع هستند (۲۹). هم‌چنین سواحل جنوبی و جزایر موجود در خلیج فارس به‌طور مداوم مواجه با آلاینده‌های متعدد ناشی از فعالیت-های صنعتی و نقل و انتقال نفت هستند که به محیط دریایی می‌ریزند (۳۰ و ۳۱). ورود و تجمع آلاینده‌ها در آب و رسوبات منجر به جذب آلاینده‌ها توسط موجودات (از قبیل صدف‌ها) دریایی می‌گردد، بنابراین مواجه با آلودگی‌های مختلف می‌شوند و فلزات سنگین را در خود تجمع می‌دهند (۳۲ و ۳۳). از آن-جایی‌که اسفنج‌های دریایی ظرفیت فیلترکنندگی بالاتری نسبت به سایر بی‌مهرگان دارند و قادرند هزار لیتر آب دریا را در یک ساعت فیلتر کنند (۳۴) و با وجود حساس بودن اسفنج‌ها به اختلالات دریایی، جوامع اسفنج می‌توانند برای مدت زمان طولانی پایدار باقی بمانند (۳۴) و به عنوان شاخص زیستی مناسب برای عناصر محسوب می‌شوند. این اسفنج‌های دریایی به عنوان شاخص زیستی ایده‌آل برای پایش و نظارت بر یک مکان محدود به کار گرفته می‌شوند. این مکانیسم فیلتر کنندگی به تجمع طیف وسیعی از آلاینده‌ها از هر دو فاز ذرات معلق و محلول موجود در آب کمک می‌کند. از این رو بسیاری از محققان از اسفنج‌ها به عنوان شاخص زیستی مناسب در محیط-های آبی استفاده می‌کنند (۳۶، ۳۷ و ۱۳).

به علاوه اندازه‌گیری عناصر تجمع یافته در بافت اسفنج به علت بالا بودن سطوح غلظتی با استفاده از دستگاه‌های ساده و ارزان تر امکان‌پذیر است، درصورتی‌که اندازه‌گیری همین عناصر در آب به علت پایین بودن غلظت‌شان، نیاز به استفاده از دستگاه-های آنالیزی پیچیده‌تر و هزینه‌های بالاتر دارد.

با توجه به این‌که تجمع زیستی عناصر مس، آهن و روی در اسفنج دریایی *Haliclona sp.* جزیره قشم بیشتر از جزیره لارک بوده است، می‌توان به این نتیجه رسید که جزیره قشم به دلیل وجود اسکله نفت، شهرک صنعتی، تردد کشتی‌های تجاری نفتی و غیر نفتی و حمل و نقل دریایی به دلیل فعالیت گردش-گری آلوده‌تر از جزیره لارک می‌باشد.

**تشکر و قدردانی**

از سرکار خانم دکتر ملیکا ناظمی و جناب آقای احمد زاده که ما را در جمع‌آوری نمونه‌های اسفنج یاری نمودند تشکر به عمل می‌آوریم.

**منابع**

1- Alink GM. 1982. Genotoxins in waters. In: Sorna, M., Vanio, H.(Eds.), Mutagens in our Environment. Alan R. Liss, New York, pp. 261–276.
2- Palanques A, Diaz J. I, Farran M, 1995. Contamination of heavy metals in the suspended and surface sediment of the Gulf of Cadiz (Spain): the role of sources, currents, pathways and sinks. Oceanologica Acta, 18: 469–477.
3- Puig P, Palanques A, Sanchez-Cabeza, J. A, Masque P, 1999. Heavy metals in particulate matter and sediments in the southern Barcelona sedimentation system (North-western Mediterranean). Marine Chemistery, 63: 311–329.
4- Khan N Y, 2002. Physical and Human Geography. In: N. Y. Khan, M. Munawar, A. R. G. Price (Eds.), the Gulf Ecosystem: Health and Sustainability, pp. 3–21. Backhuys Publishers. Leiden, the Netherlands.
5- Hunter JR, 1983. Aspects of the dynamic of the residual circulation of

the Arabian Gulf in Coastal Oceanography. Plenum Press, Newyork and London, 31-42.

6- Tolosa I., Mora S.J., Fowler S.W., Villeneuve JP, Bartocci J, Cattini C, 2005. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in marine biota and coastal sediments from the Gulf and the Gulf of Oman. Marine Pollution Bulletin, 50: 1619-1633.

7- Kreil E, 2004. Persian Gulf Oil and Gas Exports Fact Sheet. Energy Information Agency, Department of Energy, Country Analysis Briefs, September. Web site: www.eia.doe.gov/emeu/cabs/pgulf.html, (Downloaded on 1/5/07).

8- ROPME: Regional Organization for the Protection of Marine Environmental, State of the marine environment report 2003-2004. Chapter 2, 3, 5, 6. p 217.

9- Berthet B, Amiard J. C, Amiard-Triquet C, Martoja M, Jeantet A. Y, 1992. Bioaccumulation, toxicity and physico-chemical speciation of silver in bivalve molluscs: ecotoxicological and health consequences. Science of the Total Environment,125: 97–122.

10- Brown B, Ahsnullah M, 1971. Effect of heavy metals on mortality and growth. Marine Pollution Bulletin, 2: 182–185.

11- Canesi L, Viarengo A, Leonzio C, Filipelli M, Gallo G, 1999. Heavy metals and glutathione metabolism in mussel tissues. Aquatic Toxicology, 46: 67–76.

12- Bettershill C. N, Abraham R, 1999. Sponges indicators of marine environmental health. Memoirs of the Queensland Museum, 44–50.

13- Rao J. V, Kavitha P, Reddy N. C, Rao T. G, 2006. Petrosia testudinaria as a biomarker for metal contamination at Gulf of Mannar, southeast coast of India. Chemosphere, 65: 634-638.

14- Belarbi E. H, Gomez A. C, Chisti Y, Camacho F. G, Grima E. M, 2003. producing drugs from marine sponges. Biotechnology Advances, 21:585-598

15- Verdenal B, Diana C, Arnoux A Vacelet J, 1990. Pollutant levels in Mediterranean commercial sponges (Rtitzler, K, Ed), New Perspectives in Sponge Biology. Smithsonian Institution Press, Washington, 516-524.

16- Milanese M, Chelossi E, Manconi R, Sara A, Sidri M, Pronzato R, 2003. The marine sponge Chondrilla nucula Schmidt, 1862 as an elective candidate for bioremediation in integrated aquaculture. Biomolecular Engineering, 2: 363–8.

17- Wanger C, Steffen R, Koziol C, Batel R, Lacorn M, Steinhart H, Simat T, Muller W. E. G, 1998. Apoptosis in marine sponges: a biomarker for environmental stress (cadmium and bacteria). Marine Biology, 131: 411-421.

۱۸- نجفی.آ، ۱۳۸۵، اسفنج‌های دارویی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی بوشهر، چاپ اول، ۲۶۸ ص.

19- Shojae F., Kamrani E, Ranjbar M. S, 2012. Psammocora decussata Yabe and Sugiyama, 1937(Anthozoa; Siderastreidae): A new record of hard coral from north east of Larak Island (Persian Gulf, Iran). Journal of Animal Science Advances. 2(5): 433-437.

۲۰- ربیعی.ر، اسدی.م، سهرابی‌پور.ج، نژاد ستاری.ط، مجد.ا، ۱۳۸۴، خصوصیات ریخت شناسی و تشریحی جلبک Gracularia salicornia در سواحل خلیج فارس _جزیره قشم. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی شماره ۷۵: ص ۵۳-۴۷ .

21- Hansen I. V, Weeks J. M, Depledge M. H, 1995. Accumulation of Copper, Zinc, Cadmium and Chromium by the Marine Sponge Halicho ria panicea Pallas and the Implications for

Biomonitoring. Marine Pollution Bulletin, 31(1-3) 133-138.

22- Pan K, Lee O. O, Qian P. Y, Wang W. X, 2011. Sponges and sediments as monitoring tools of metal contamination in the eastern coast of the Red Sea, Saudi Arabia. Marine Pollution Bulletin, 62: 1140-1146.

23- Cebrian, E., Uriz, M., Turon, X., 2007. Sponge as biomonitors of heavy metals in spatial and temporal surveys in northwestern mediterranean: multispecies comparison. Environmental Toxicology and Chemistry 26, 2430–2439.

24- Armitage, P.D., Pardo, I., Furse, M.T., Wright, J.F., 1990. Assessment and predictions of biological quality. A demonstration of a british macroinvertebrate-based method in two Spanish rivers. Limnetica 6, 147–156.

25- Roberts, R., Gregory, M.R., Foster, B.A., 1998. Developing an efficient macrofauna monitoring index of an impact study. A dredge spoil example. Mar. Pollut. Bull. 36, 231–235.

26- Patel, B., Balani, M. C., & Patel, S, 1985. Sponge 'sentinel' of heavy metals. The Science of the Total Environment, 41(2), 143–152. doi:10.1016/0048-9697(85)90184-6.

27- Berthet, B. B., Catherine, M. C., Thierry Pérez, T., & Amiard-Triquet, C, 2005. Metallothionein concentration in sponges (Spongia officinalis) as a biomarker of metal contamination. Comparative Biochemistry and Physiology C, 141(3), 306–313.

۲۸- ملک‌پوری. م، سخاوت‌جو. م ص، جوزی. س ع و کرباسی.ع، ۱۳۹۲، ارایه راهکارهای مدیریتی کارخانه آلومینیوم المهدی بر اساس سنجش فلزات سنگین موجود در هوا، اولین همایش ملی پژوهش‌های محیط زیست خلیج فارس.

29- Shah Hosseini, E., 1993. Winds and waves of the Persian Gulf the port and the sea. 43- 44. 86 - 89.

30- Jafari Valadani, A., (1997). Persian Gulf Ecology and the Pollutant Sources. The First Conference of Marine Geologyof Iran. 282 - 296.

31- Afyooni, M., 2000. Environment, water, soil, and air pollution. Arkan Press, Esfahan, 318.

32- Dabiri, M., 2000. Environment, water, soil, air, and noise pollution; Ettehad Press, 400.

33- Vogel, S, 1977. Current-induced flow through living sponges in nature. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 74(5), 2069–2071. doi:10.1073/pnas.74.5.2069.

34- Dayton, P.K., Robilliard, G.A., Paine, R.T., 1970. Benthic faunal zonation as a result of anchor ice at McMurdo Sound, Antarctica. In: Holdgate, M.W. (Ed.), Antarctic Ecology. Academic Press, London and New York, pp. 244e258.

35- Carballo, J. L., & Naranjo, S. 2002. Environmental assessment of a large industrial marine complex based on a community of benthic filter feeders. Marine Pollution Bulletin, 44(7), 605–610. doi:10.1016/S0025-326X(01)00295-8.

36- Cebrian, E.,Mart, R., Uriz, M. J., & Turon, X, 2003. Sublethal effects of contamination on the Mediterranean sponge Crambe crambe: Metal accumulation and biological responses. Marine Pollution Bulletin, 46, 1273–1284. doi:10.1016/S0025-326X(03)00190-5.