Archive of SID

تغییرات فصلی فلزات نیکل، کادمیم، مس و سرب در جلبکهای ماکروسکوپی غالب در سواحل استان بوشهر (ساحل شمالی خلیج فارس)

علی دادالهی سهراب[۱*]، مصطفی الله وردی [۲] و علیرضا نیک ورز[۲]

۱- گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

چکیده:

در این مطالعه، تغییرات فصلی تجمع زیستی فلزات نیکل، کادمیم، مس و سرب در ۱۳ گونه غالب جلبکی (۳ گونه سبز، ۴ گونه قهوه ای و ۶ گونه قرمز) در سواحل استان بوشهر مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، نمونه های رسوب و جلبک در زمان حداقل جزر از ۶ ایستگاه و در چهار فصل (پاییز و زمستان ۱۳۸۷، بهار و تابستان ۱۳۸۸)، جمع آوری گردیدند. پس از آماده سازی و هضم شیمیایی، با کمک دستگاه جذب اتمی میزان غلظت فلزات در نمونه ها اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد غلظت فلزات نیکل، کادمیم، مس و سرب در جلبکها و رسوبات سواحل بوشهر در مقایسه با سایر مناطق خلیج فارس نسبتا" بالاتر می باشد. بطورکلی میزان تجمع فلزات در رسوبات و جلبکها در فصول سرد بیشتر از فصول گرم نشان داد و همچنین در طی این مطالعه مشخص گردید جلبکهای قرمز قابلیت بیشتری برای انعکاس تغییرات فصلی غلظت فلزات مورد اندازه گیری دارند.

واژگان کلیدی: خلیج فارس، جلبک، رسوبات، فلزات، تجمع زیستی و بوشهر

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: P_dadolahi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه:

خلیج فارس، دریایی حاشیه ای و نیمه بسته است و زمان ماندگاری آب در آن بین ۳ تا ۵ سال برآورد شده که مدت زمان زیادی است (Sheppard, 1993). به همین خاطر هر نوع آلودگی که وارد آن شود، ممکن است تا مدتهای مدیدی در آن باقی مانده و موجب افزایش بیش از حد آلودگی در آن شود. استان بوشهر از جمله مناطق پر جمعیت در جنوب ایران و دارای بیش از ششصد کیلومتر مرز دریایی با خلیج فارس است و به دلیل داشتن موقعیت استراتژیک و منابع غنی شیلاتی و صنایع وابسته به نفت و گاز، به عنوان یکی از مناطق مهم صنعتی و اقتصادی ایران و جهان مطرح می باشد. با این وجود، بهره برداریهای نابجا از منابع این منطقه و عدم وجود مدیریت صحیح و آگاهانه بر آنها سبب شده تا قسمت اعظم سواحل آن قربانی آلودگی محیط زیست شوند. به همین دلیل، انجام مطالعات در زمینه آلودگی و علوم زیستی در آن امری ضروری به نظر می رسد. نتایج حاصل از انجام این تحقیقات می تواند زمینه را برای انجام مدیریت درست بر منابع و محیط زیست این منطقه منحصر به فرد فراهم سازد.

یکی از مهمترین و خطرناک ترین آلاینده های موجود در سواحل، فلزات سنگین می باشند که می توانند به آلودگیهای حاد و مزمن جمعیتهای زیستی، اعم از گیاهی، جانوری و انسانی منجر شوند (Rohoan, 2006). فلزات سنگین مشابه هیدروکربنهای کلردار، آلاینده هایی پایدار به شمار می آیند. زیرا به راحتی توسط فرآیندهای زیستی قابل تجزیه نبوده و به مرور زمان به صورت ترکیبات مختلف، تجمع پیدا می کنند. در نتیجه غلظت آنها ممکن است به حدی برسد که فعالیتهای زیستی و حیات موجودات زنده را با چالش روبرو سازند(Tang et al., 2008). لذا، این مواد یک خطر بالقوه برای سلامتی انسان و سایر موجودات زنده و تهدیدی برای منابع طبیعی محسوب می گردند.

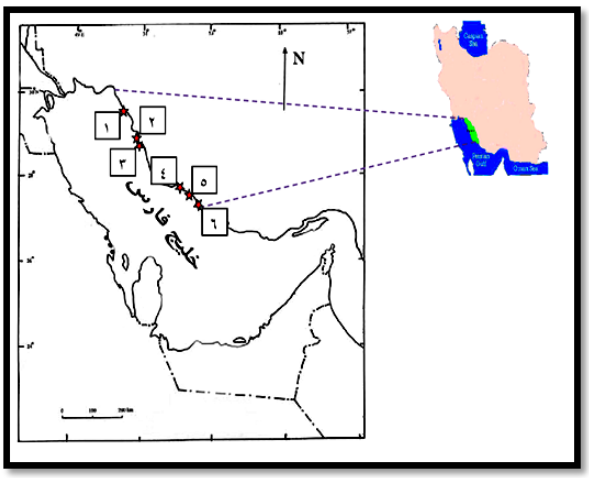
در حال حاضر، گونه های مختلفی از موجودات زنده برای پایش زیستی فلزات سنگین در اکوسیستمهای ساحلی مورد استفاده قرار می گیرند. اما جلبکهای ماکروسکوپی به علت داشتن ویژگیهای منحصر به فردی همچون فراوانی و گستردگی مناسب، قرار داشتن در قسمتهای ابتدایی زنجیره غذایی و همچنین بستر زی و ثابت بودن، می توانند برای ارزیابی کیفیت محیط زیست در اکوسیستمهای ساحلی به کار روند (Cardwell et al., 2002; Dadolahi et al., 2005). تحقیقات نشان داده است که جلبکهای ماکروسکوپی می توانند برای مطالعه تغییرات فصلی و طولانی مدت سطوح فلزات سنگین در محیطهای دریایی نیز مورد استفاده قرار گیرند (Villares et al., 2002). بر این اساس، هدف از انجام مطالعه حاضر، اندازه گیری تغییرات فصلی غلظت فلزات سنگین نیکل، کادمیم، مس و سرب در رسوبات و جلبک های ماکروسکوپی سواحل بوشهر می باشد.

۲. مواد و روش کار:

نمونه برداری از رسوبات و جلبکهای ماکروسکوپی در منطقه بین جزر و مدی ۶ ایستگاه انتخابی در شمال خلیج فارس (در محدوده استان بوشهر)، در طی چهار فصل (پاییز و زمستان ۱۳۸۷) و (بهار و تابستان ۱۳۸۸) و در زمان جزر، صورت پذیرفت. در جدول و شکل ۱، نام و موقعیت ایستگاه های نمونه برداری، ذکر شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه

جدول۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	مختصات جغرافیایی
۱- گناوه	E ۲۴′,°50 -N ۳۹′,° 2
۲- دانشگاه	E۴۹′,°50 -N۵۴′,°2
۳- نیروگاه	E ۵۲′,°50N- ۵۰′ ,° 2
۴- الی	E ۵۵′, ° 51N- ۴۹′,° 2
۵- طاهری	E ۲۰′,° 52 N- ۴۰′,° 2
۶- هاله	E ۳۸′,°۵۲ N- ۲۴ ′ ,°۲۱

در این مطالعه ۱۳ گونه جلبکی غالب شامل ۳ جلبک سبز، ۴ جلبک قهوه ای و ۶ جلبک قرمز از سواحل استان بوشهر جمع آوری گردید (جدول۳). نمونه های جلبکی سالم، هم اندازه و به بستر چسبیده شده برداشت گردید و در همان منطقه به دقت با آب دریا برای جداسازی زائدات شسته و درون کیسه های نایلونی با برچسب های دارای مشخصات زمانی و مکانی قرار داده شدند. نمونه های رسوب نیز از همان محل نمونه برداری جلبک و از لایه سطحی ۵-۰ سانتیمتری برداشت و درون ظروف پلی اتیلنی اسید شویی شده ذخیره شدند. در زمان نمونه برداری، پارامترهای دما، شوری و pH هرایستگاه نیز اندازه گیری گردید.

تمام نمونه ها در یخدان و در دمای حدود ۴ درجه سانتیگراد، تا زمان انتقال به آزمایشگاه، نگهداری شدند. پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، نمونه های جلبک به میزان کافی با آب شیر شسته و به اندازه کافی با آب مقطر آبکشی گردیدند. سپس در آون و در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند (برای رسیدن به وزن ثابت). سپس با کمک هاون چینی، کاملا پودر شدند. نمونه های رسوب نیز در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت کاملا خشک شده و از الک ۶۳ میکرومتری عبور داده شدند. برای تمامی نمونه ها ۳ تکرار در نظر گرفته شد. همچنین نمونه ها در ظروف پلی اتیلنی اسید شویی شده و در محلی خشک و خنک تا زمان هضم، نگهداری شدند. هضم نمونه ها بوسیله اسید نیتریک غلیظ و با کمک دستگاه رفلاکس، انجام پذیرفت. حدود یک گرم از هر نمونه با کمک ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱ گرم) وزن شد و همراه با ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد درون لوله های اسید شویی شده مخصوص دستگاه رفلاکس ریخته شد و جهت انجام هضم مقدماتی به مدت یک شب در دمای آزمایشگاه نگهداری گردید. پس از طی این مدت، جهت هضم کامل نمونه ها، دستگاه رفلاکس روی دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد و نمونه ها به مدت حدود ۴ ساعت بر روی دستگاه قرار داده شد. پس از اتمام عمل هضم، نمونه ها از کاغذ صافی عبور داده و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. نمونه ها در ظروف پلی اتیلنی و تا زمان اندازه گیری غلظت فلزات سنگین، در یخچال و در دمای کمتر از ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند (Conti and Cecchetti, 2003; Morea et al., 2004). اندازه گیری غلظت فلزات در نمونه ها توسط دستگاه جذب اتمی مدل

www.SID.ir

Archive of SID

Varian spectra AA-220 صورت گرفت. از نمونه شاهد (محلول حاوی اسید هضم کننده و فاقد نمونه جلبک و رسوب) و نمونه کنترل (محلول حاوی اسید هضم کننده و ماده استاندارد فلزات سنگین) نیز جهت بررسی دقت و صحت کار، استفاده گردید. تجزیه و تحلیلهای آماری داده های بدست آمده از قبیل آنالیز واریانس یکطرفه و تست مقایسه میانگین ها مورد ارزیابی قرار گرفت و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۲ و Excel ۲۰۰۷ انجام پذیرفت.

۳. نتایج

در جدول ۲ گونه های جلبکی نمونه برداری شده در هر فصل و غلظت فلزات نیکل، کادمیم، مس و سرب در آنها ذکر گردیده است.

در جدول ۳ میانگین غلظت فلزات سنگین در رسوبات سواحل استان بوشهر در طی چهار فصل نمونه برداری ارائه گردیده است. توالی غلظت فلزات سنگین در رسوبات به صورت سرب > نیکل> مس> کادمیم، می باشد.

در جداول ۴، ۵ و ۶ میانگین غلظت فلزات سنگین در جلبکهای سبز، قهوه ای و قرمز که در فصول مختلف نمونه برداری شده اند، نشان داده شده است. بررسی این ۳ جدول نشان می دهد که جلبکهای ماکروسکوپی برای مطالعه تغییرات فصلی و تغییرات طولانی مدت سطوح فلزات سنگین در محیطهای دریایی مناسب می باشند (Villares et al., 2002).

۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه غلظت نیکل در جلبکهای نمونه برداری شده از سواحل استان بوشهر، بسیار بالا نشان داد. عامل احتمالی بالا بودن غلظت نیکل در جلبکهای دریایی در برخی مناطق، ممکن است آلودگی دریا به مواد نفتی، ته نشست اتمسفری و تخلیه پسابهای صنعتی باشد (Al-Homaidan, 2007). اما Morea و همکاران (2004)، آلودگی نیکل در سواحل عمان و شرق امارات را بیشتر به ترکیبات کانی شناسی سواحل این منطقه، نسبت دادند. به نظر می رسد غلظت نسبتا بالای نیکل در جلبکهای خلیج فارس ناشی از هر دو عامل طبیعی و فعالیتهای با منشا انسانی باشد.

حداکثر غلظت کادمیم در جلبکهای مناطق غیرآلوده جهان کمتر از ۲ میکروگرم در گرم وزن خشک تعیین شده است (Daka, 2005; Zbikowski et al., 2006). در این تحقیق غلظت کادمیم در جلبکهای نمونه برداری شده در حد مناطق آلوده دنیا می باشد. اما میزان غلظت مس در جلبکهای مناطق غیرآلوده دنیا بین ۶ تا ۱۲ میکروگرم در گرم وزن خشک و در مناطق آلوده دنیا بین ۲۰ تا ۷۰ تعیین شده است (Philips, 1990). اما در این جا مشخص شد که میزان غلظت مس در جلبکهای جمع آوری شده در ایستگاه های نمونه برداری در محدوده مناطق غیر آلوده دنیا قرار دارد (Leal, et al., 1997).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲ . میانگین غلظت فلزات در جلبکهای نمونه برداری شده در فصول مختلف (میکروگرم در گرم وزن خشک)

فصل	گونه	Pb	Cu	Cd	Ni
پاییز	*Enteromorpha intestinalis*	-	-	-	-
	Cladophora seroides	۱۶/۵۰ ± ۶/۸۲	۴/۷۵ ± ۲/۰	۴/۵۰ ± ۱/۴۰	۱۵/۵۰ ± ۶/۵
	Chaetomorpha sp.	-	-	-	-
	Cystoseira myrica	۲۴/۵۵ ± ۳/۲۲	۷/۶۰ ± ۲/۴	۵/۱۴ ± ۱/۷۷	۱۸/۴۱±۵/۲۳
	Sargassum angustifolium	۱۸/۴۲ ± ۳/۷۳	۴/۳۸ ± ۲/۰	۴/۹۰ ± ۲/۹۴	۱۵/۳۹ ± ۲/۹
	Padina pavonica	۱۹/۳۶ ± ۳/۱۸	۹/۲۵ ± ۱/۴	۵/۶۰ ± ۱/۸۴	۱۷/۳۸ ± ۶/۸
	Colpomenia sinousa	-	-	-	-
	Acanthophora spcicifera	۲۲/۰۶ ± ۵/۲۲	۶/۱۵ ± ۲/۳	۶/۴۷ ± ۱/۸۰	۱۹/۴۷ ± ۶/۶
	Gracilaria corticata	۲۲/۵۳ ± ۳/۹۶	۶/۷۳ ± ۲/۱	۵/۹۸ ± ۲/۰۰	۱۰/۵۳ ± ۱/۲
	Laurencia sp.	-	-	-	-
	Jania rubens	-	-	-	-
	Hypnia cervicornis	-	-	-	-
	Champia parvula	-	-	-	-
زمستان	*Enteromorpha intestinalis*	۳۱/۹۸ ± ۱۰/۹	۷/۰۹ ± ۱/۹	۴/۳۳ ± ۰/۸۴	۳۱/۴۲ ± ۱۲/۹
	Cladophora seroides	-	-	-	-
	Chaetomorpha sp.	۳۲ ± ۱/۴۶	۱۳/۴۴ ± ۱/۱	۴/۷۸ ± ۰/۵۱	۶۰/۸۹ ± ۷/۷
	Cystoseira myrica	۳۶/۳۹ ± ۹/۳۴	۸/۵۰ ± ۰/۸	۵/۵۰ ± ۱/۶۴	۳۳/۰۶ ± ۱۲/۰
	Sargassum angustifolium	۲۶/۸۱ ± ۳/۳۱	۴/۷۰ ± ۰/۸	۴/۴۱ ± ۱/۰۶	۲۲/۰۸ ± ۷/۵
	Padina pavonica	-	-	-	-
	Colpomenia sinousa	۲۱/۸۳ ± ۱/۸۴	۱۱/۰۶ ± ۴/۱	۴/۵۶ ± ۰/۸۴	۳۵/۰۶ ± ۱۲/۶
	Acanthophora spcicifera	۲۷/۹۳ ± ۲/۵۲	۲۰/۸۹ ± ۹/۹	۵/۲۶ ± ۱/۴۲	۲۶/۹۳ ± ۸/۹
	Gracilaria corticata	۲۵/۴۴ ± ۵/۶۴	۱۰/۸۳ ± ۲/۳	۴/۶۱ ± ۰/۶۵	۱۷/۴۴ ± ۲/۸
	Laurencia sp.	۲۳/۸۹ ± ۲/۲۲	۵/۳۳ ± ۰/۸۸	۴/۴۵ ± ۱/۰۱	۱۸/۰۰ ± ۱/۲
	Jania rubens	۵۶/۰۰ ± ۵/۱۷	۸/۷۸ ± ۰/۵	۵/۷۸ ± ۰/۸۴	۲۵/۶۷ ± ۰/۸
	Hypnia cervicornis	۲۳/۲۲ ± ۱/۰۱	۴/۷۸ ± ۰/۸	۵/۰۰ ± ۰/۶۷	۲۲/۴۴ ± ۱/۰
	Champia parvula	-	-	-	-
بهار	*Enteromorpha intestinalis*	۲۵/۳۳ ± ۱۱/۷	۷/۰۲ ± ۲/۱	۳/۷۲ ± ۱/۰۲	۲۵/۹۰ ± ۷/۱
	Cladophora seroides	۴/۴۴ ± ۱/۳۹	۳/۸۹ ± ۱/۲	۴/۸۹ ± ۱/۲۶	۲۰/۷۸ ± ۳/۶
	Chaetomorpha sp.	-	-	-	-
	Cystoseira myrica	۲۴/۷۸ ± ۳/۸۲	۴/۰۴ ± ۰/۷	۳/۹۴ ± ۰/۸۰	۱۱/۲۹ ± ۱/۴
	Sargassum angustifolium	۱۱/۵۳ ± ۶/۴۷	۵/۶۴ ± ۲/۶	۳/۳۱ ± ۰/۷۷	۹/۱۶ ± ۳/۵۰
	Padina pavonica	۶۰/۸۹ ± ۷/۷۶	۵/۵۶ ± ۱/۲	۳/۹۶ ± ۰/۹۱	۱۷/۱۱ ± ۳/۸
	Colpomenia sinousa	۱۵/۹۳ ± ۶/۰۲	۵/۵۹ ± ۲/۸	۴/۲۲ ± ۰/۷۱	۱۱/۷۴ ± ۲/۳
	Acanthophora spcicifera	۱۴/۵۶ ± ۲/۶۹	۹/۱۱ ± ۱/۱	۳/۲۲ ± ۰/۵۱	۶/۸۹ ± ۳/۳۴
	Gracilaria corticata	۱۱/۰۶ ± ۱/۱۲	۶/۰۰ ± ۲/۳	۴/۸۳ ± ۱/۱۷	۷/۶۱ ± ۰/۶۴
	Laurencia sp.	۱۷/۲۸ ± ۱۳/۵	۵/۱۷ ± ۱/۹	۳/۹۴ ± ۰/۶۵	۷/۳۳ ± ۳/۷۸
	Jania rubens	۳۳/۳۳ ± ۳/۳۳	۴/۶۷ ± ۰/۶	۳/۴۴ ± ۰/۱۹	۱۱/۰۰ ± ۰/۸
	Hypnia cervicornis	۱۳/۰۸ ± ۴/۹۵	۵/۴۶ ± ۳/۰	۳/۹۳ ± ۱/۴۰	۷/۷۳ ± ۳/۱۹
	Champia parvula	۱۱/۵۸ ± ۴/۳۱	۵/۱۹ ± ۱/۷	۴/۶۵ ± ۱/۵۳	۱۴/۰۴ ± ۲/۳

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول۲ . میانگین غلظت فلزات در جلبکهای نمونه برداری شده در فصول مختلف (میکروگرم در گرم وزن خشک)

Chaetomorpha sp.	-	-	-	-
Cystoseira myrica	۱۴/۶۷ ± ۵/۱۸	۵/۸۹ ± ۲/۱	۴/۵۶ ± ۱/۵۵	۱۷/۲۶ ± ۶/۱
Sargassum angustifolium	۱۲/۳۴ ± ۲/۶۷	۴/۲۲ ± ۰/۴	۳/۵۰ ± ۰/۳۳	۱۱/۵۶ ± ۷/۵
Padina pavonica	۱۴/۱۱ ± ۵/۷۶	۶/۲۸ ± ۲/۳	۶/۰۰ ± ۲/۱۲	۲۰/۶۹ ± ۷/۷
Colpomenia sinousa	-	-	-	-
Acanthophora spcicifera	۱۶/۸۲ ± ۵/۵۴	۹/۶۷ ± ۲/۹	۵/۳۷ ± ۱/۹۴	۱۸/۷۸ ± ۷/۱
Gracilaria corticata	۱۵/۴۵ ± ۵/۳۶	۵/۰۴ ± ۲/۱	۴/۷۸ ± ۲/۱۸	۱۵/۴۴ ± ۸/۳
Laurencia sp.	-	-	-	-
Jania rubens	-	-	-	-
Hypnia cervicornis	۱۵/۶۳ ± ۶/۲۵	۵/۷۰ ± ۲/۶	۵/۴۴ ± ۲/۵۳	۱۵/۹۶ ± ۶/۲
Champia parvula	۱۸/۱۱ ± ۷/۳۰	۸/۵۹ ± ۳/۰	۶/۸۹ ± ۲/۰۶	۲۷/۰۰ ± ۱۱/۴

جدول۳. میانگین غلظت فلزات سنگین در رسوبات در فصول مختلف (میکروگرم در گرم)

فصل	Pb	Cu	Cd	Ni
پاییز	۴۲/۶۵±۹/۱	۷/۴۸±۱/۴۹	۶/۸۱±۱/۶۶	۳۰/۱۹±۱۱/۷
زمستان	۵۲/۸۳±۱۲/۱	۱۰/۶۵±۴/۹	۷/۴۵±۱/۳۶	۴۹/۸۹±۱۴/۶
بهار	۴۱/۲۸±۱۳/۱	۶/۵۸±۱/۷۷	۶/۰۰±۱/۸۲	۲۷/۰۰±۹/۳
تابستان	۳۰/۸۳±۷/۵	۸/۴۲±۲/۶۸	۹/۳۳±۲/۹۹	۳۶/۲۵±۷/۵

جدول ۴. میانگین غلظت فلزات سنگین در جلبکهای سبز در فصول مختلف (میکروگرم در گرم)

فصل	Pb	Cu	Cd	Ni
پاییز	۱۶/۵۰±۶/۸	۴/۷۵±۲/۰۵	۴/۵۰±۱/۴۰	۱۵/۵۰±۶/۵
زمستان	۳۱/۹۸±۹/۹	۸/۱۵±۳/۰۷	۴/۵۷±۰/۸۶	۳۶/۳۳±۱۶/۵
بهار	۲۱/۸۵±۱۳/۲	۶/۵۰±۲/۳۳	۳/۹۲±۱/۱۲	۲۵/۰۷±۶/۸۱
تابستان	۱۳/۸۴±۵/۶	۷/۶۷±۰/۶۷	۴/۳۳±۱/۰۴	۲۶/۵۰±۸/۳۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵. میانگین غلظت فلزات سنگین در جلبکهای قهوه ای در فصول مختلف (میکروگرم در گرم)

فصل	Pb	Cu	Cd	Ni
پاییز	۲۰/۵۰±۴/۲	۷/۰۴±۲/۷۶	۵/۲۲±۲/۳۴	۱۶/۹۶±۵/۲
زمستان	۲۲/۹۰±۱۰/۱	۷/۰۰±۳/۵۴	۴/۰۶±۱/۱۲	۲۳/۷۷±۱۲/۶
بهار	۱۷/۳۰±۸/۳	۵/۷۲±۳/۱۲	۳/۶۸±۰/۸۵	۱۱/۸۶±۴/۳
تابستان	۱۳/۹۰±۴/۹	۵/۶۹±۲/۲۳	۴/۹۶±۱/۹۴	۱۷/۵۲±۷/۵

جدول ۶. میانگین غلظت فلزات سنگین در جلبکهای قرمز در فصول مختلف (میکروگرم در گرم)

فصل	Pb	Cu	Cd	Ni
پاییز	۲۲/۲۲±۴/۷	۶/۳۴±۲/۲۸	۶/۳۰±۱/۸۵	۱۶/۴۹±۶/۹
زمستان	۲۹/۷۲±۱۰/۰	۱۲/۹۰±۸/۹	۵/۰۳±۱/۱۰	۲۲/۷۲±۶/۹
بهار	۱۴/۳۲±۸/۰	۵/۵۹±۲/۳۳	۴/۲۱±۱/۲۴	۹/۹۳±۴/۰۰
تابستان	۱۶/۵۰±۵/۹	۷/۲۵±۳/۰۷	۵/۶۲±۲/۲۴	۱۹/۳۰±۹/۰

Prosi (1983)، غلظت معمول سرب در جلبکها را بین ۲ تا ۳ میکروگرم در گرم وزن خشک عنوان کرد و بر اساس نظر Lozano (2003)، غلظتهای بالاتر از ۱۰ میکروگرم در گرم وزن خشک سرب در جلبکها، تنها در مناطق آلوده دنیا دیده می شود. بنابراین، غلظت به دست آمده در این مطالعه در حد میانگین غلظت سرب در مناطق آلوده دنیا می باشد (Daka, 2005; Zbikowski et al., 2006). وجود مقادیر بالای فلز سرب در جلبکهای نمونه برداری شده از سواحل خلیج فارس احتملا به دلیل مصرف بالای سوختهای فسیلی برای انجام فعالیتهای صنعتی و حمل و نقل در حوزه خلیج فارس می باشد. پسابهای شهری نیز می توانند از عوامل افزاینده این فلز در محیط های دریایی باشند (Alloway and Ayers, 1997; Haritonidis and Malea, 1999).

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که بطورکلی غلظت فلزات در رسوبات در فصول سرد بیشتر از فصول گرم بوده است. وجود جریان رودخانه های فصلی به دریا و جریانهای دریایی در طی فصول سرد سال می تواند باعث ایجاد تفاوت در مقادیر فلزات سنگین موجود در آب دریا و رسوبات در فصول مختلف شود. در فصول بارندگی به دلیل ورود جریانهای شدیدتر و بیشتر رودخانه ها به دریاها، احتمال ورود مقادیر بیشتر فلزات سنگین به اکوسیستمهای ساحلی بیشتر می شود (Al-Shwafi and Rushdi, 2008). میزان فلزات

www.SID.ir

Archive of SID

سنگین موجود در محیط های دریایی علاوه بر روآناب جاری شده به این مناطق، متاثر از عوامل گوناگونی همچون ته نشست های اتمسفری، نیز می باشد. ته نشست های اتمسفری حاوی مقادیر متنابهی از ذرات کوچک و بزرگ هستند که از سرزمین های نزدیک و دوردست منشا گرفته و در نهایت، جایی که سرعت باد کاهش می یابد، ته نشست می گردند. اگر مناطق شکل گیری توده های ته نشست ها، جزو مناطق خشک باشند، میزان بالاتری از این مواد به ستون هوا وارد شده و در مبحث ته نشست در منابع آبی همچون دریاها و اقیانوس ها، حجم بالاتری از آلودگی را باعث می گردند. خلیج فارس نیز از جمله مناطقی است که توسط صحراهای بزرگ جهان محصور شده و هر ساله حجم بالایی از این ته نشستها را دریافت می دارد. از سوی دیگر آلودگیهای حاصل از فعالیتهای صنعتی حاشیه خلیج فارس با میزان بالاتری نسبت به گذشته وارد طبیعت شده و توسط طوفانهای گرد و خاک در نهایت وارد خلیج فارس گردند. هرچه سرعت باد افزایش پیدا کند زمینه برای ایجاد امواج و در نتیجه اختلاط رسوبات بستر با ستون آب و سایر موجودات ساکن این مناطق بیشتر می گردد. این شرایط زمینه را برای افزایش غلظت آلاینده هایی همچون فلزات سنگین که در رسوبات به میزان بالایی به چشم می خورند فراهم کرده و می توان آلودگی بالاتری از این دسته آلاینده ها را ملاحظه نمود (Dadolahi, 2003).

جذب فلزات سنگین توسط جلبکها به میزان زیادی توسط فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب کنترل می شود (Wangersky, 1986). اسیدیته از جمله فاکتورهای مهم محیطی می باشد. در pH پایین، حلالیت و دسترسی زیستی فلزات سنگین، افزایش می یابد. در pH بالا، یونهای فلزی بیشتر به صورت هیدروکسیدهای غیر محلولی چون اکسیدازها، کربناتها و فسفاتها، در می آیند. دیگر عامل موثر در میزان دسترسی زیستی فلزات سنگین، شوری می باشد که با افزایش آن میزان دسترسی زیستی فلزات سنگین و جذب آنها کاهش می یابد. افزایش بیش از حد مواد آلی محلول در آب نیز به دلیل افزایش تشکیل کمپلکس با یونهای فلزی، می تواند منجر به کاهش یونهای فلزی محلول و کاهش دسترسی زیستی آنها گردد (Muse et al., 2006). به همین دلیل در فصل بارندگی، به دلیل افزایش سطح ترکیبات آلی و مواد مغذی و امکان تشکیل انواع کمپلکسهای نامحلول، تحرک پذیری و دسترسی زیستی فلزات سنگین در آب دریا برای جلبکها و میزان جذب آنها کاهش می یابد (Kamala-Kannan and Krishnamoorthy, 2006).

عوامل متابولیکی نیز در تغییرات فصلی غلظت فلزات سنگین در جلبکها تاثیرگذار می باشند و از جمله مهمترین این عوامل می توان به کاهش غلظت فلزات سنگین در جلبکها بر اثر رشد آنها و اصطلاحا رقیق شدگی، اشاره کرد. این عقیده که غلظت فلزات سنگین در جلبکها در طول دوره رشد آنها کاهش یافته و در زمان توقف رشد آنها افزایش می یابد از دیر باز مورد توجه قرار بوده است (Villares, et al., 2002). سرعت رشد جلبکها، تجمع فلزات سنگین در جلبکها را تحت تاثیر قرار می دهد (Gothberg et al., 2004). Lemus و Chung (1999)، بیان کردند که دمای آب با تاثیر بر سرعت متابولیسم جلبکها، جذب فلزات سنگین توسط آنها را تحت تاثیر قرار می دهد. تغییرات دمایی منجر به ایجاد تغییر در ویژگیهای شیمیایی آب گردیده از یک سو بر روی میزان حلالیت فلزات سنگین تاثیر می گذارد

www.SID.ir

Archive of SID

و از سوی دیگر بر روی انتشار و پراکندگی جلبکها تاثیر می گذارد (Countant, 1987). بررسی نتایج بسیاری از مطالعات نشان می دهد که تغییرات فصلی دمایی می تواند بر روی میزان جذب فلزات سنگین توسط موجودات زنده تاثیر بگذارد (Perez et al., 2007). برخی محققان عقیده دارند با کاهش دما در فصل سرد و کاهش فعالیت متابولیکی و سرعت فتوسنتز و تنفس جلبکها، میزان جذب فلزات سنگین توسط آنها کاهش می یابد (Villares et al., 2002; Lozano et al., 2003). Malea و Haritonidis (1999)، بیان داشتند که تغییرات فصلی غلظت فلزات سنگین در جلبکها علاوه بر اینکه متاثر از تغییرات متابولیکی ناشی از نوسانات رشد بستگی دارد، به عوامل دیگری نظیر سن بافت جلبکی و فاکتورهای محیطی مانند دما و شوری محیط نیز بستگی دارد.

در گیاهان علاوه بر تغییرات دمایی، میزان انرژی نورانی خورشید نیز تاثیر قابل توجهی در میزان تجمع زیستی فلزات سنگین دارد. با کاهش میزان انرژی نورانی خورشید، کاهش چشم گیری در فعالیت های متابولیک گیاه حاصل می شود که باعث کاهش سوخت و ساز در گیاه شده و به جذب و انبایش هرچه بیشتر فلزات سنگین کمک خواهد کرد (Strezov and Nonova, 2005). کاهش در میزان انرژی نورانی خورشید به کاهش در میزان فیتوپلانکتون های موجود در ستون آب نیز منجر می شود و کاهش میزان فیتوپلانکتون ها نیز به افزایش میزان فلزات سنگین موجود در آب منجر می گردد (Chojnacka et al., 2005). این امر می تواند دسترسی جلبکها به فلزات سنگین و تجمع زیستی فلزات در آنها را افزایش دهد.

جدول ۷، میزان تغییرات غلظتهای فلزات در خانواده های مختلف جلبکی را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود، غلظتهای فلزات در خانواده جلبکهای سبز کمترین تغییرات و بر عکس در جلبکهای خانواده قرمز بیشترین تغییرات را نشان می دهند. بر این اساس به نظر می رسد که جلبکهای قرمز قابلیت بیشتری برای انعکاس تغییرات فصلی غلظت فلزات مورد اندازه گیری داشته باشند و این در حالی است که جلبکهای قهوه ای برای عناصر نیکل و سرب و تا حدودی کادمیم مناسب به نظر می رسند. بایستی توجه داشت که استفاده از جلبکها برای بررسی تغییرات فصلی غلظت فلزات سنگین، مورد تایید بسیاری از محققان می باشد (Vasquez and Guerra, 1996; Leal et al., 1997). میزان تجمع زیستی فلزات سنگین در جلبکهای ماکروسکوپی در فصول سرد همزمان با کاهش فعالیت متابولیکی آنها افزایش می یابد و در بین جلبکهای نمونه برداری شده، به نظر می رسد که جلبکهای قرمز قابلیت بیشتری برای نشان دادن تغییرات فصلی در غلظت فلزات مورد بررسی را داشته باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. نتایج آنالیز آماری بر اساس تخمین غلظت فلزات در ۳ خانواده چلبکی نمونه برداری شده

منبع تغییرات	فلزات	p(جلبک قرمز)	p(جلبک قهوه ای)	p(جلبک سبز)
فصل نمونه برداری	Ni	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۳۳
فصل نمونه برداری	Cd	۰/۰۰۵	۰/۰۹	۰/۵۱
فصل نمونه برداری	Cu	۰/۰۰۷	۰/۱۳	۰/۳۶
فصل نمونه برداری	Pb	۰/۰۰۲	۰/۰۰	۰/۳۱

تشکر و قدردانی

این تحقیق بخشی از طرح شماره ۳۶۷۵۸-۱۰۰/۳۴ می باشد که با حمایت مالی سازمان حفاظت محیط زیست ایران توسط دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به انجام رسیده و بدینوسیله مراتب قدردانی خود را از کلیه کسانی که در انجام موفقیت آمیز آن همکاری داشتند اعلام می داریم.

منابع

Al-Homaidan, A.A. 2007. Heavy metal concentration in three species of green algae from the Saudi coast of the Persian Gulf. J. Food Agri . Environ. 5: 345-358.

Alloway, B.J., and Ayres, D.C., 1997. Chemical Principles of Environmental Pollution. Chapman and Hall, London. 67pp.

Al-Shwafi, N.A., and Rushdi, A.I., 2008. Heavy metals concentrations in marine green, brown, and red seaweeds from coastal waters of Yemen, the Gulf of Aden. Environ. Geol. 55: 653–660.

Cardwell, A.J., Hawker, D.W., Greenway, M. 2002. Metal accumulation in aquatic macrophytes from southeast Queensland, Australia. Chem. 48: 653–663.

Chojnacka, K., Chojnaki, A., and Gorecka, H. 2005. Biosorbtion of Cr^{+2}, Cd^{+2} and Cu^{+2} ion by blue-green algae *Spirulina* sp., Kinetics, equibilirum and the mechanism of the process. Chem. 59: 75-84.

Conti, M.E. and Cecchetti, M. 2003. A biomonitoring study: trace metal in algae and mollusks from Tyrrhenian coastal areas. Environ. Res. 93: 99-112.

Countant, C.C. 1987. Thermal preference: when does an asset become a liability? Environ. Biol. Fish 18: 161−172.

Dadollahi, A.S., Savari, A., Omar, H., Ismail, A., Misiri, K. and Ismail, R. 2005. The variation of physiological characteristics in seaweed as a result of heavy metal toxicity: Dose-Response relation in *Sargassum illiifolium* treated with Cadmium, Copper, Nikle, Lead, Vanadium and Zinc. Indian J. Hydro. 8: 175-186.

Dadolahi, A. 2003. A study on the potential of using seaweed as biomonitoring indicator in Kish Island, Iran. Ph.D Thesis. University Putra Malaysia, 43400 Serdang Kuala Lampor. Malaysia.311pp.

Daka, E.R. 2005. Heavy metals concentrations in *Littorina saxatilis* and *Enteromorpha intestinalis* from Manx estuaries. Marine Pollution Bulletin 50, 1451-1456.

Gothberg, A., Greger, M., Holm, K., and Bengtsson, B. 2004. Influence of nutrients on uptake and effects of Hg, Cd and Pb in *Ipomoea aquatica*. Environ. Quality 33, 1247–1255.

Haritonidis, S., and Malea, P., 1999. Bioaccumulation of metals by the green alga *Ulva rigida* from Thermaikos Gulf, Greece. Environ. Pollut. 104: 365-372.

www.SID.ir

Archive of SID

Gulf, Patagonia Argentina. Sci. Total Environ. 376: 51–59.

Philips, D.J.H. 1990. Uses of macroalgae and invertebrates as monitors of metal levels in estuarine and coastal waters. In: Furness, R.W. and Rainbow, P.S. (eds) Heavy metals in the marine environment. CRC Press, Boca Raton, pp. 81–99.

Prosi, F. 1983. Heavy metals in aquatic organisms. Metal pollution in the aquatic environment. Springer-Verlage, Berlin.

Sheppard, C. R. C. 1993. Physical environment of the Gulf relevant to marine pollution stresses. Mar. Pollut. Bul. 27: 3-8

Sterzov, A., and Nonova, T. 2005. Environmental monitoring of Heavy metals in Bulgarian Black Sea by green alga. Environ. Mon. Assess. 105: 99-110.

Tang, C.W.Y., Zhang, G., Shin, P.K.S., Qian, P. and Li, X., 2008. The spatial and temporal distribution of heavy metals in sediments of Victoria Harbour, Hong Kong. Mar. Pollut. Bull. 57: 816-825.

Vasquez, J.A., and Guerra, N. 1996. The use of seaweeds as biomonitors of natural and antropogenic contaminations in Northern Chile. Hydrobiol. 326/327: 327-333.

Villares, R., Puente, X., and Carballeira, A., 2002. Seasonal variation and background levels of heavy metals in two green seaweeds. Environ. Pollut. 119: 79–90.

Wangersky, J. 1986. Biological control of trace metal residence time and speciation: a review and synthesis. Mar. Chem. 18, 269−297.

Zbikowski, R., Szefer, P., and Latala, A. 2006. Distributions and relationships between selected chemical elements in green alga *Enteromorpha* sp. from the southern Baltic. Environ. Pollut. 143:435-448.

Kamala-Kannan, S., Krishnamoorthy, R., 2006. Isolation of mercury resistant bacteria and influence of abiotic factors on bioavailability of mercury: a case study in Pulicat Lake North of Chennai, South East India.the Science of Total Environment 367, 341–353.

Leal, M.C.F., Vasconcelos, M.T., Sousa-Pinto, I., and Cabral, J.P.S., 1997. Biomonitoring with benthic macroalgae and direct assay of heavy metals in seawater of the Oporto coast (Northwest Portugal). Mar. Pollut. Bul., 34: 1006-1015.

Lemus, M.J., and Chung, K.S. 1999. Effect of temperature on copper toxicity, accumulation and purification in tropical fish juveniles *Petenia Kraussii* (Pisces: Cichlidae). Caribbian J. Sci. 35: 64−69.

Lozano, G., Hardisson, A., Gutierez, A.J. and Lafuente, M.A. 2003. Lead and cadmium levels in coastal benthic algae (seaweeds) of Tenerife, Canary Islands. Environ. Int. 28: 627-631.

Morea, D.S., Fowler, S.W., Wyse, E., and Azemard, S. 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediment in the Persian Gulf and Gulf of Oman. Mar. Pollut. Bull. 49: 410-424.

Muse, J.O., Carducci, C.N., Stripikis, J.D., Tudino, M.B., and Fernandez, F.M. 2006. A link between lead and cadmium kinetic speciation in seawater and accumulation by the green alga *Ulva lactuca*. Environ. Pollut. 141: 126–30.

Rohoan, D., 2006. Evalation and optimuyion elimination Zn, Ni, Cd, Pb wastewater by fern. Ph.D thesis, pp. 2 -3.

Perez, A.A., Farias, S.S., Strobl, A.M., Perez, L.B., Lopez, C.M., Pineiro, A., Roses, O., and Fajardo, M.A. 2007. Levels of essential and toxic elements in *Porphyra columbina* and *Ulva* sp. from San Jorge

www.SID.ir