Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

سنجش غلظت فلزات سنگین و ارزیابی درجه آلودگی رسوبات خور هاله و خلیج نایبند و تأثیر آن بر اجتماعات روزنه داران کف زی

نرگس مورکی[1*]
بابک مقدسی[2]
حامد منوچهری[3]
رضا چنگیزی[4]

۱. گروه شیلات.. واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. گروه بیولوژی دریا، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران
۳، ۴. گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

***مسئول مکاتبات**
Nargess_Mooraki@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۱۰
این مقاله برگرفته از..... است.

چکیده

مطالعه حاضر پراکنش مکانی جمعیت روزنه داران کف زی را در خلیج نایبند و خور هاله، استان بوشهر واقع در شمال غرب خلیج‌فارس، در طول یک دوره نمونه‌برداری از فروردین‌ماه ۱۳۹۰ لغایت فروردین‌ماه ۱۳۹۱ نشان می‌دهد و همچنین ارتباط بین پراکنش مکانی و تراکم جمعیت روزنه داران کف زی با غلظت چهار فلز سنگین جیوه، کادمیوم، سرب و نیکل و همچنین وضعیت دانه‌بندی رسوبات بررسی گردید. نتایج نشان داد که فراوان‌ترین گونه‌های روزنه دار در منطقه موردمطالعه به ترتیب عبارت‌اند از *Ammonia beccarii*، *Eponides repandus*، *Quinqueloculina* sp. و *Elphidium* sp. که دو گونه اول با بیشترین فراوانی متعلق به خانواده Rotaliidae هستند. ترکیب جمعیتی روزنه داران کف زی در شش ایستگاه موردبررسی تا حد قابل‌ملاحظه‌ای شبیه به هم بوده به‌گونه‌ای که اختلاف معنی‌داری ($P<0/001$) در پراکنش گونه‌ها در شش ایستگاه مشاهده نشد. آنالیز BIOENV با ضریب همبستگی ۰/۳۲- نشان داد که پراکنش روزنه داران کف زی تحت تأثیر غلظت فلزات سنگین موردبررسی در منطقه قرار ندارد و غلظت این عناصر بسیار پایین‌تر از حدود مجاز استانداردهای بین‌المللی NOAA و ISQG می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که درجه آلودگی منطقه موردمطالعه به‌صورت غیر آلوده گزارش گردید.

واژگان کلیدی: روزنه داران، پراکنش مکانی، فلزات سنگین، درجه آلودگی، فاکتور آلودگی.

مقدمه

ارزیابی رسوبات دریایی به‌منظور پالایش محیط ازنقطه‌نظر وضعیت سلامت، شاخص مناسب و قابل‌اطمینانی محسوب می‌شود. ارزیابی رسوبات از دو جنبه شامل اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آلاینده‌های احتمالی وارده شده به اکوسیستم و همچنین بررسی ساختار اجتماعات کف زیان در قالب گروه‌های متفاوت زیستی قابل‌بررسی است؛ که البته در گام نهایی برقراری ارتباط و بررسی تأثیر فاکتورهای محیطی بر جوامع زنده در پایش، کنترل، مدیریت و توسعه پایدار اکوسیستم‌های حائز اهمیت است (Dehghan *et al*., 2008; Pekey *et al*., 2004; Macfarlane and Booth, 2001).

فلزات سنگین نظیر جیوه، نیکل، مس، روی، سرب، کادمیوم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در آلودگی اکوسیستم‌های آبی به‌خصوص اکوسیستم‌های دریایی، سواحل و خورها به شمار می‌آیند. این عناصر به دلیل پایداری، سمیت و قابلیت تجمع آن‌ها در زنجیره‌های غذایی سبب ایجاد مشکلات زیستی می‌گردند (Kishe *et al*., 2003). از اثرات شاخص ورود این نوع آلاینده‌ها به محیط تأثیر آن‌ها بر ساختار جوامع کف زی، حذف گونه‌های حساس، ازدیاد گونه‌های فرصت‌طلب و درنهایت تغییر در ساختار جمعیتی آن‌ها ازنقطه‌نظر زمانی و مکانی می‌شود، می‌باشد. ازجمله جوامع بستر زی متأثر از عوامل آلاینده ورودی می‌توان به ارگانیزم‌های یوکاریوت، تک‌سلولی موسوم به روزنه داران اشاره نمود. گونه‌های روزنه دار کف زی شاخص ارزشمند Palaeoenvironment و همچنین سودمند در ارزیابی وضعیت اکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند،

www.SID.ir
Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

چراکه این گروه متأثر از شرایط محیطی شامل دما، شوری، دانه‌بندی و وضعیت رسوبات بستر، عمق، میزان اکسیژن محلول، کربنات کلسیم و انـواع آلاینده‌های ورودی آلی و معدنی نظیـر فلزات سنگین هستند (Murray 1991; Van der zwaan *et al*., 1999; Alve 1990, 1991; Sharifi *et al*., 1991; Yanko *et al*., 1994, 1998; Samir 2000; Pascual *et al*., 2002; Mikac, 2007).

خلیج نایبند در ۳۲۰ کیلومتری جنوب شرق بندر بوشهر، در طول خط ساحلی استان بوشهر واقع‌شده است. این منطقه با داشتن طیف وسیعی از اکوسیستم‌ها شامل خور، سواحل شنی، پهنه‌های گلی جزرومدی، جنگل‌های حرا به‌عنوان بخشی از پارک ملی نایبند، اکوسیستم باارزشی را پدید می‌آورد. از سوی دیگر استقرار صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در خط ساحلی این ناحیه و همچنین فعالیت بخش صید و صیادی شیلات و همچنین رفت‌وآمد و پهلوگیری کشتی‌ها و لنج ها سبب گشته تا طیف وسیعی از انواع آلاینده‌ها به این ناحیه وارد شود.

هدف از انجام تحقیق حاضر اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین، محاسبه Background Enrichment Indices برای تعیین درجه سلامت خلیج نایبند و همچنین بررسی تأثیر غلظت فلزات اندازه‌گیری شده بر ساختار جمعیت و پراکنش مکانی روزنه داران کف زی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

عملیات نمونه‌برداری در خلیج نایبند و خور هاله از سواحل استان بوشهر واقع در شمال غرب خلیج‌فارس به مدت یک سال (فروردین‌ماه ۱۳۹۰ تا فروردین‌ماه ۱۳۹۱) انجام گرفت. برای انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری، ابتدا یک گشت مقدماتی در منطقه انـجـام شد و به دنبال آن نـمـونـه‌بـرداری مـقـدمـاتـی صـورت گـرفت. در این نمونه‌برداری درصد سیلت – رس موجود در رسوبات به‌عنوان فاکتور تشابه بین ایستگاه‌ها اندازه‌گیری شدند (نـکـوئیان، ۱۳۷۶؛ مـنـوچهری، ۱۳۸۷) و هـمـچـنـیـن تـعـداد تـکرارهای موردنیاز برای نمونه‌برداری از روزنه داران کف زی در ایـن مـطالعه مقـدماتی بـا تـوجـه بـه فـرمـول $\frac{\text{میانگین تعداد موجودات در هر نمونه برداری}}{\text{انحراف از معیار}} < ۰/۱$ Andrew and Mapstone, 1987 تـعـیـیـن گـردیـد. در مطالعه مقدماتی با توجه بـه هدف کلی بـررسـی تغییرات پراکنش مکانی جوامع روزنه داران کف زی و همچنین کیفیت رسوبات شش ایـسـتـگاه در محدوده مورد بررسی بـا تـوجـه بـه فاکتورهای، ۱- پوشش دادن تمام محدوده موردمطالعه ۲- مدت‌زمانی کـه در طـول فـرایـند جزر و مـد ایستگاه‌ها در زیرآب باقی می‌مانند. ۳- عمق ۴- سهولت دسترسی، موقعیت و ملاحظات امنیتی انتخاب شـدند. در زمـان نمونه‌برداری نیز موقعیت دقیق ایستگاه‌ها با استـفاده از GPS مـشـخـص گـردیـد (شکل ۱).

نمونه‌برداری دو ساعت پس از وقوع مد در عمق ۱۵ متری انجام می‌گرفت، در هر بار نمونه‌برداری، نمونه‌های رسوب به‌منظور بررسی جوامع روزنه داران از هر ایستگاه با سه تکرار برداشت شد؛ همچنین دو نمونه رسوب نیز برای بررسی دانه‌بندی رسوب و میزان چهارعنصر جیوه، سرب، کادمیوم و نیکل با استفاده از نمونه‌بردار اکمن(Eckman grab با سطح ۰/۱۲۵ مترمربع به‌طور فصلی تهیه گردید. برای تعیین دانه‌بندی ذرات رسوبی به روش (Folk, 1968) با خشک‌کردن نمونه در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت و سپس با الک کردن نمونه خشک‌شده درصد اندازه ذرات رسوب مشخص گردید. بخش دوم نمونه رسوب برای تعیین غلظت چهارعنصر فلزی نام‌برده مورداستفاده قرار گرفت. این بخش از نمونه با استفاده از یک قاشق پلاستیکی از لایه سطحی رسوب و بخشی که کمترین تماس را با بدنه نمونه‌بردار داشته، جدا گردیده و درون ظرف پلاستیکی ریخته و در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل و تا زمان آنالیز در دمای ۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای انجام آنالیز بخش سیلت– رس نمونه رسوب پس از خشک شدن در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد توسط الک با چشمهٔ ۵۰ میکرون جداشده و برای آنالیز نمونه‌ها، در ظروف تفلونی به یک گرم نمونه رسوب یک میلی‌لیتر مخلوط HCl: HNO3 به نسبت (۳:۱) و ۶ میلی‌لیتر HF افزوده و سـپـس بـه مـدت دو سـاعـت و نـیـم بر روی هیتر در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده‌شده (Loring and Rantala, 1992). نمونه‌ها به‌طور مجزا با استفاده از

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

آناالایزر جیوه و اسپکتروفتومتر جذب اتمی برای دیگر عناصر موردسنجش قرار گرفتند. برای رسم منحنی کالیبراسیون از استانداردهای شرکت مرک استفاده شد. درنهایت غلظت عناصر سنگین بر مبنای وزن خشک رسوب میلی گرم بر کیلوگرم (ppm, mg/kg) گزارش گردید.

برای بررسی روزنه داران با واردکردن لوله پلاستیکی تا عمق ۵ سانتیمتری سطح سالمی از رسوب تهیه‌شده به‌وسیله گراب (تا حجم ۲۵ سانتیمتر مکعب رسوب)، برداشت شد و به ظروف پلاستیکی دربدار منتقل گردید. سپس به نمونه‌های تهیه‌شده محلول رز بنگال با غلظت یک میلی‌گرم در لیتر اضافه و با محلول فرمالین ۴ درصد تثبیت شد. درنهایت نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و توسط الک با چشمه ۶۳ میکرون در زیر جریان ملایم شیر آب شسته و برای خشک شدن به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ ساعت منتقل گردیدند. پس‌ازاین مدت نمونه‌ها را خارج کرده و در بشر ریخته و با افزودن تتراکلریدکربن (در زیر هود) به‌آرامی هم زده تا نمونه‌های صدف دار آن در سطح و ستون تتراکلریدکربن شناور شوند. سپس با سرریز کردن محلول در کاغذ صافی نمونه‌های موردنظر جداشده و پس از تبخیر تتراکلریدکربن (در زیر هود) نمونه میوبنتوز صدف دار در پلیت شیشه‌ای تخلیه شد. روزنه داران موجود در نمونه خشک درون پلیت شیشه‌ای، در زیر استریو میکروسکوپ مشاهده و با استفاده از کلیدهای شناسایی (Loeblich and Tappan, 1964; Cushman, 1969; Loeblich and Tappan, 1988). ازنقطه‌نظر سیستماتیک بررسی و جداسازی گردیدند.

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از انجام آزمایش‌ها از نرم‌افزارهای کامپیوتری Primer V.6 (Plymoth Marine Laboratories, clarke and warwick, 2001), SPSS13 استفاده گردید. میانگین فراوانی روزنه داران، به شکل ریشه چهارم ترانسفورم شد تا اثر گونه‌هایی با فراوانی زیاد را کاهش دهد. این فرضیه که الگوی پراکنش گونه‌ها ازنقطه‌نظر تعداد تحت تأثیر غلظت فلزات سنگین قرار دارد، با اندازه‌گیری تشابه نسبی Bray – Curtis جوامع در منطقه موردمطالعه بررسی شد و نتایج با استفاده از نمودار (non-Metric Multidimensional Scaling) nMDSنمایش داده شد. غلظت فلزات سنگین ترانسفورم شده به‌صورت Log (X+1) با محاسبه درجه عدم تشابه Euclidean-distance در بین ایستگاه‌های مختلف بررسی شد. این هدف که کدام فلز سنگین و تا چه اندازه اثرگذار بر ترکیب جوامع روزنه داران و الگوی پراکنش آن‌ها است، با استفاده از تحلیل آماری BIOENV بر مبنای ارتباط Spearman rank Weightedبین ماتریس تشابه دو سری از داده‌ها بررسی شد. بررسی وجود تفاوت‌های معنی‌دار در غلظت فلزات سنگین و دانه‌بندی رسوبات در بین ایستگاه‌ها مختلف با استفاده از آزمون غیر پارامتریک Kruscal-wallis و بر اساس توزیع نرمال داده‌ها انجام شد.

بررسی میزان آلودگی رسوبات خلیج نایبند و خور هاله ازنقطه‌نظر غلظت عناصر جیوه، کادمیوم سرب و نیکل، ابتدا از طریق مقایسه داده‌های به‌دست‌آمده طی اندازه‌گیری با استانداردهای جهانی Sediment Quality Guide lines و سپس مقایسه داده‌ها با مقادیر مرجع فلزات مختلف در منطقه (Background value)و درنهایت با تعیین شاخص آلودگی ((contamination factor و درجه آلودگی (Contamination degree)انجام شد.

Hakanson (۱۹۸۰) این شاخص را به‌منظور بیان وضعیت آلودگی سیستم‌های آبی به مواد آلاینده مختلف معرفی نمود:

$$C_f^i = C_{0-1}^i / C_n^i$$

C_f^i = فاکتور آلودگی هر عنصر، C_{0-1} = میانگین غلظت عنصر در رسوبات نمونه‌برداری شده از لایه سطحی و C_n^i = مقدار غلظت عنصر در رسوبات طبیعی و بکر است.

C_f^i برای هر عنصر جداگانه محاسبه می‌گردد. اگر $C_{0-1}^i \geq C_n^i$ باشد عنصر می‌تواند عامل آلودگی باشد و اگر $C_{0-1}^i < C_n^i$ باشد عنصر موردنظر نمی‌تواند عامل آلودگی باشد.

مقادیر Cf در چهار گروه دسته‌بندی می‌شوند (Hakanson, 1980):

C_f <۱ آلودگی پائین، $۱ \leq C_f <$ ۳ آلودگی متوسط، $۳ \leq C_f <$ ٦ آلودگی قابل‌ملاحظه است و $C_f >$ 6 آلودگی بسیار بالا را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

درجه آلودگی (C_d)مجموع فاکتورهای آلودگی محاسبه‌شده برای تمامی فلزات موردبررسی است.

$$C_d = \sum C_f^i = \sum C_{0-1}^i / C_n^i$$

توصیف عددی شاخص Cd برای چهارعنصر آنالیز شده به‌صورت زیر است:

Cd<۷ درجه پائین آلودگی، $14 > C_d < 7$ درجه متوسط آلودگی و $28 > C_d < 14$ درجه قابل‌ملاحظه آلودگی و بالاتر از ۲۸ درجه شدید آلودگی را نشان می‌دهد.

الف

ب

شکل ۱: (الف) موقعیت جغرافیایی خور هاله و خلیج نایبند؛ (ب) موقعیت شش ایستگاه موردبررسی برای نمونه‌برداری از روزنه داران کف زی.

نتایج

در تحقیق حاضر تعداد کل ۴۰۵۹۷ نمونه روزنه دار متعلق به دو رده و شش خانواده در طول یک سال نمونه‌برداری شناسایی شد. ده گونه موردمطالعه در منطقه موردبررسی، خور هاله و خلیج نایبند در جدول ۱ ارائه‌شده است. فراوان‌ترین گونه‌های به ترتیب عبارت‌اند از *Ammonia beccarii* (۲۹ درصد از کل نمونه‌ها)، *Eponides repandus* (۲۵/۴ درصد از کل نمونه‌ها)، *Quinqueloculina* sp (۲۲/۷ درصد از کل نمونه‌ها). اختلاف معنی‌داری بین جمعیت روزنه داران کف زی در بین شش ایستگاه موردبررسی دیده نشد (جدول ۲). هرچند که ایستگاه‌های یک، سه و شش عاری از هر نوع نمونه روزنه دار بودند.

میانگین درصد شن، درصد ماسه و درصد سیلت–رس رسوبات بستر در ایستگاه‌های شش‌گانه موردبررسی بر مبنای درصد در جدول ۳ آورده شده است. بافت رسوبی در منطقه موردبررسی ازنقطه‌نظر وضعیت دانه‌بندی دارای اختلاف معنی‌داری بود (P<۰/۰۵). به‌گونه‌ای که ایستگاه دو دارای سهم بالایی از شن بود درحالی‌که ایستگاه‌های یک، سه دارای سهم بالاتری از ماسه و رسوبات در ایستگاه‌های یک و چهار حاوی سیلت و رس بالاتری بود.

آنالیز خوشه‌ای برمبنای Bray curtis similarity شش ایستگاه موردبررسی با توجه به جمعیت روزنه داران چهار گروه متمایز را مطابق شکل ۲ در سطح تشابه ۸۰ درصد ایجاد نمود؛ خوشه ۱ شامل ترکیب ایستگاه‌های دو و چهار، خوشه ۲ شامل ترکیب خوشه یک و ایستگاه ۵؛ خوشه ۳ شامل ترکیب خوشه دو و ایستگاه سه؛ خوشه ۴ شامل ترکیب خوشه سه و ایستگاه‌های یک و شش.

آنالیز خوشه‌ای برمبنای Euclidean distance برای شش ایستگاه موردبررسی با توجه به میانگین غلظت چهارعنصر فلزی اندازه‌گیری شده، سه گروه متمایز را مطابق شکل ۳ در سطح تفاوت و فاصله ۰/۲ نشان می‌دهد؛ خوشه ۱ شامل ترکیب ایستگاه‌های چهار، پنج و شش؛ خوشه ۲ شامل ترکیب ایستگاه‌های یک و دو؛ خوشه ۳ شامل ایستگاه سه.

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

میانگین غلظت عناصر فلزی اندازه‌گیری شده در رسوبات برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم برای هر ایستگاه در نمودارهای ۴ الی ۷ نمایش ارائه‌شده است. عنصر نیکل با دامنه (۲/۸۵- ۰/۴۵)، عنصر جیوه با غلطت کمتر از ۰/۰۰۵، عنصر سرب با غلظت کمتر از ۰/۰۵ و عنصر کادمیوم با غلظت کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رسوبات شش ایستگاه منتخب درخور هاله و خلیج نایبند اندازه‌گیری شد. نتایج آزمون kruscal-wallis بر اساس میانگین غلظت چهار فلز موردبررسی در طول دوره نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌های موردبررسی نشان نداد (جدول ۴).

با گردآوری مقادیر مرجع فلزات سنگین موردمطالعه در منطقه (Background Value) با استفاده از مطالعات انجام‌شده درگذشته در خوریات سواحل شمال غرب خلیج‌فارس و همچنین استفاده از سایر منابع و مراجع با شرایط مشابه در سایر نقاط، فاکتور آلودگی (Contamination factor) محاسبه گردید. طبق نتایج حاصله بیشترین مقادیر فاکتور آلودگی به ترتیب برای فلز جیوه، کادمیوم، نیکل و سرب تعیین‌شده است. در شکل‌های ۲ الی ۶ مقادیر میانگین چهار فلز موردبررسی با سطوح مختلف استاندارد در ایستگاه‌های موردبررسی مقایسه شده است. سطوح استاندارد شامل حد اثر پایین ((Effects Range Low (ERL)، حد اثر متوسط ((Effects Range Medium (ERM)، حد احتمال اثر ((probable Effect Level (PEL) و حد مجاز استاندارد رسوب ISQGs ((Threshold Effect Level (TEL) است. در جدول ۵ ایستگاه‌های مختلف بر اساس فاکتور آلودگی فلزات موردمطالعه دسته‌بندی‌شده‌اند. هیچ‌یک از عناصر موردبررسی در هیچ‌یک از ایستگاه‌ها عامل آلودگی نمی‌باشند. بر اساس درجه آلودگی خور هاله و خلیج نایبند از درجه پایین آلودگی برخوردار است (جدول ۶).

جدول ۱: رده‌بندی روزنه داران کف زی شناسایی‌شده به روش مورفولوژیک و مولکولی درخور هاله و خلیج نایبند (۱۳۹۰-۱۳۹۱).

Class	Order	Suborder	Superfamily	Family	Genus	Species
Rotalidia	Rotaliida	Rotaliina	Rotaliacea	Rotaliidae	*Ammonia*	*Ammonia beccarii* (Linne, 1758)
					Eponides	*Eponides repandus* (Fichtel and Moll, 1798)
				Nummutilidae	*Operculinella*	*Operculinella cumingii*
				Elphidiidae	*Elphidium*	*Elphidium* sp.
			Buliminacea	Buliminidae	*Bulimina*	*Bulimina marginata* (d'Orbigny, 1826)
Miliolidia	Miliolida	Miliolina	Soritacea	Peneroplidae	*Peneroplis*	*Peneroplis pertusus* (Forskal, 1775)
						Peneroplis planatus
			Miliolacea	Hauerinidae	*Quinqueloculina*	*Quinqueloculina* spI
						Quinqueloculina spII
						Quinqueloculina spIII
					Triloculina	*Triloculina oblonga* (Montagu, 1803)
				Spiroloculinidae	*Spiroloculina*	*Spiroloculina* sp.

جدول ۲: بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین شش ایستگاه موردبررسی درخور هاله و خلیج نایبند (۱۳۹۰-۱۳۹۱).

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

مقایسه بین ایستگاه‌ها	Pairwise R
S 1 vs. S 2	۰/۰۲۹
S 1 vs. S 3	۱
S 1 vs. S 4	۰/۴۲۹
S 1 vs. S 5	۰/۰۲۹
S 2 vs. S 3	۰/۰۲۹
S 2 vs. S 4	۰/۵۱۴
S 2 vs. S 5	۰/۰۲۹
S 2 vs. S 6	۰/۰۲۹
S 3 vs. S 4	۰/۴۲۹
S 3 vs. S 5	۰/۰۲۹
S 3 vs. S 6	۱
S 4 vs. S 5	۰/۰۲۹
S 4 vs. S 6	۰/۴۲۹
S 5 vs. S 6	۰/۰۲۹

*سطح معنی‌داری (Global R=0.479, P= 0.001 P<0.001)؛ S: ایستگاه

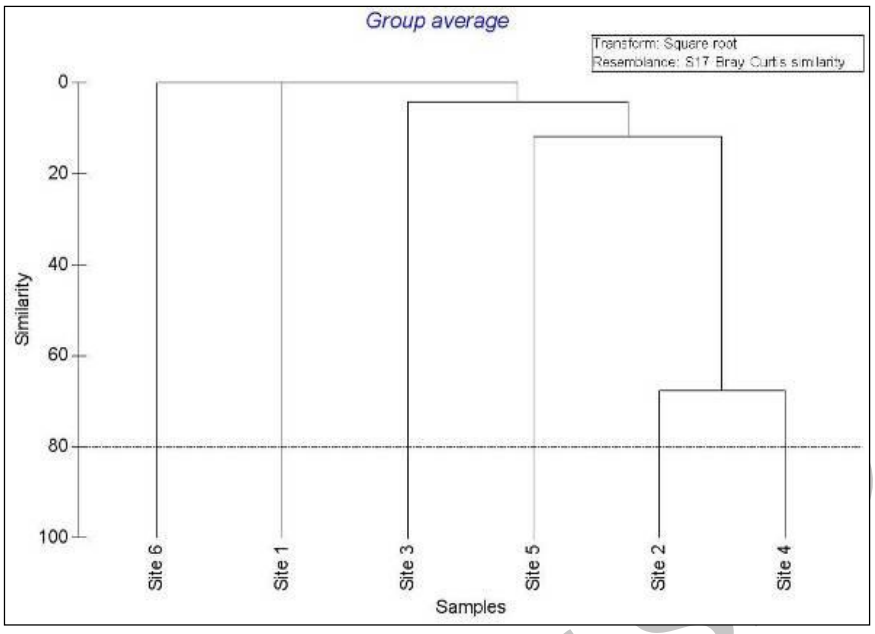
جدول ۳: تحلیل توصیفی پراکنش دانه‌بندی در شش ایستگاه موردبررسی درخور هاله –خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

درصد سیلت/رس میانگین (±انحراف معیار)	**درصد ماسه میانگین** (±انحراف معیار)	**درصد شن میانگین** (±انحراف معیار)	**ایستگاه**
۱۴/۴±۰/۱۳	۸۵/۲۷±۰/۴۳	۰/۳۲±۰/۰۷	۱
۰/۳۳±۰/۰۹	۵۷/۱۹±۱/۲۵	۴۲/۴۷±۰/۴۷	۲
۱/۹۶±۰/۰۲	۹۶/۳۴±۰/۷۱	۱/۶۹±۰/۴۷	۳
۱۰/۳۲±۱/۲	۸۹/۰۵±۰/۹۴	۰/۶۴±۰/۰۱	۴
۰/۶۱±۰/۰۳	۷۴/۳۸±۰/۹۱	۲۵/۰±۰/۴	۵
۰/۷۸±۰/۰۹	۹۸/۵۲±۰/۶۴	۰/۶۹±۰/۱۱	۶

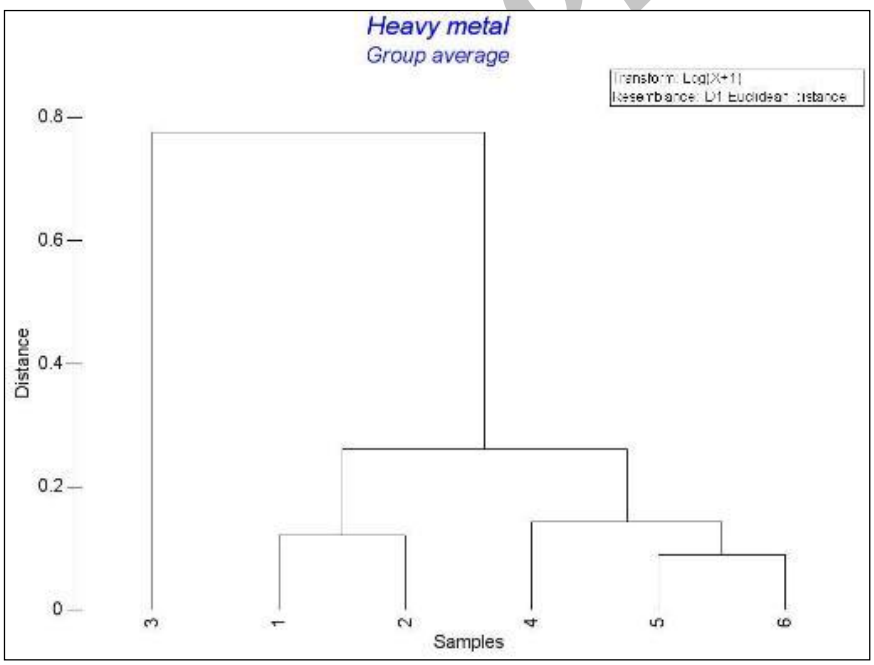
Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017



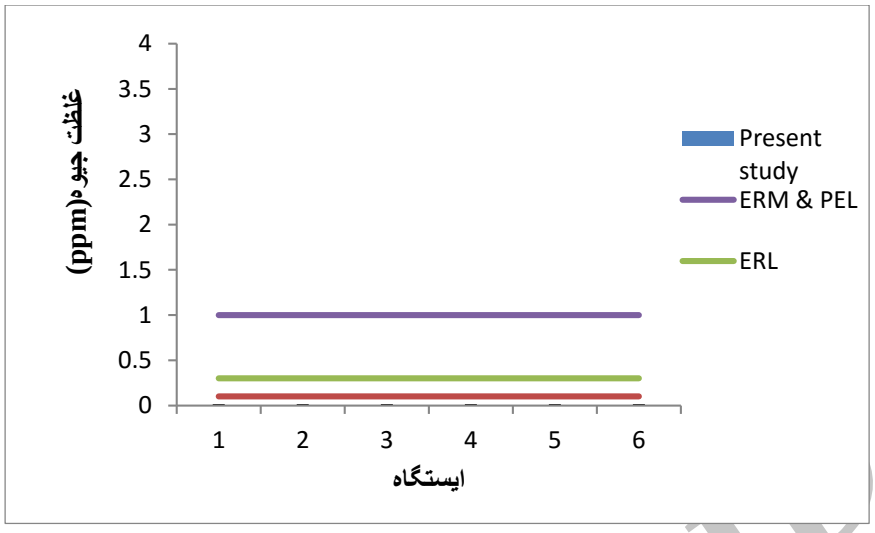
شکل ۲: نمودار آنالیز خوشه‌ای شش ایستگاه موردبررسی درخور هاله-خلیج نایبند ازنقطه‌نظر جمعیت روزنه‌داران (۱۳۹۱-۱۳۹۰).



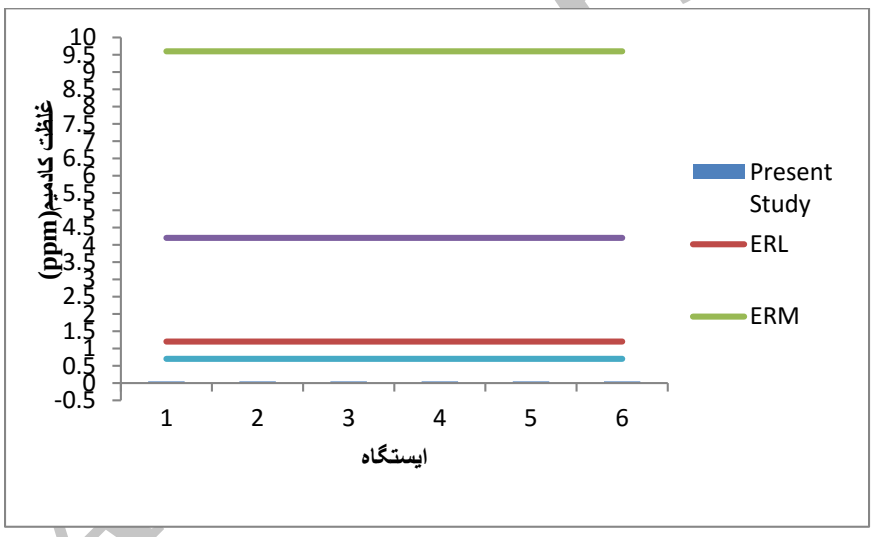
شکل ۳: نمودار آنالیز خوشه‌ای شش ایستگاه موردبررسی درخور هاله -خلیج نایبند ازنقطه‌نظر غلظت چهارعنصر فلزی در رسوبات (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017



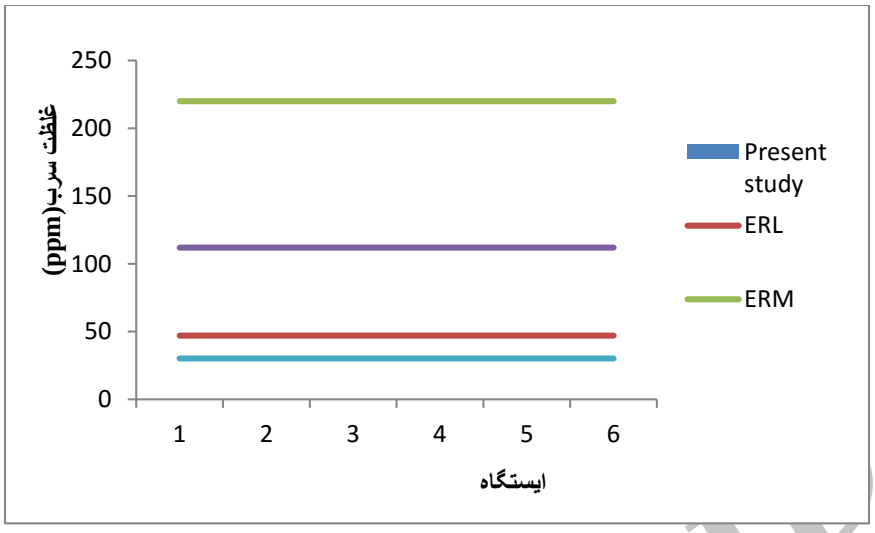
شکل ٤: مقایسه مقادیر میانگین (±S.E) عنصر جیوه در شش ایستگاه موردبررسی در رسوبات خور هاله-خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰) با استانداردهای جهانی.



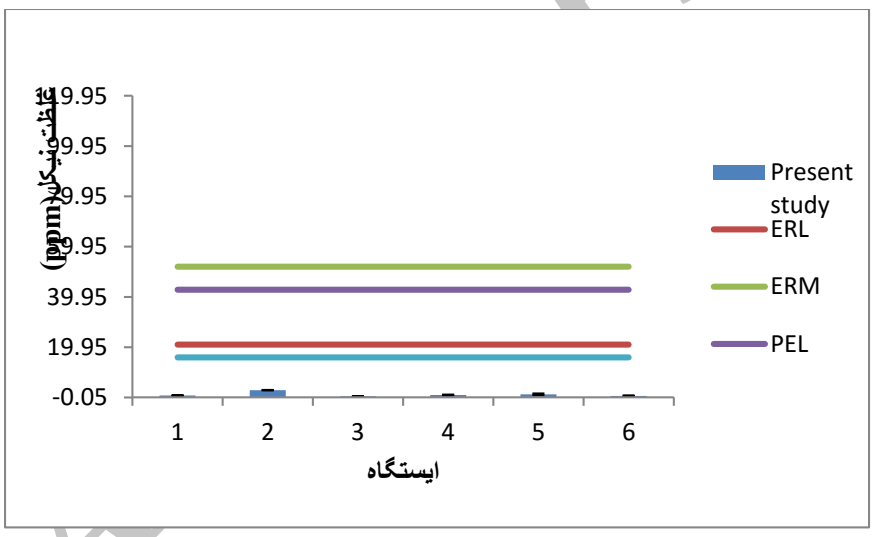
شکل ٥: مقایسه مقادیر میانگین (±S.E) عنصر کادمیوم در شش ایستگاه موردبررسی در رسوبات خور هاله-خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰) با استانداردهای جهانی.

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017



شکل ٦: مقایسه مقادیر میانگین (±S.E) عنصر سرب در شش ایستگاه موردبررسی در رسوبات خور هاله-خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰) با استانداردهای جهانی.



شکل ۷: مقایسه مقادیر میانگین (±S.E) عنصر نیکل در شش ایستگاه موردبررسی در رسوبات خور هاله-خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰) با استانداردهای جهانی.

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

جدول ٤: بررسی وجود اختلاف معنی‌دار ازنقطه‌نظر غلظت چهارعنصر جیوه، کادمیوم، سرب و نیکل در شش ایستگاه موردبررسی واقع درخور هاله-خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

عنصر موردبررسی	df	P
Hg[a]	۵	۰/۳۳
Cd[a]	۵	۰/۱۸
Pb[a]	۵	۰/۲۳
Ni[a]	۵	۰/۶۲

P< ۰/ ۰۵ وجود اختلاف معنی‌داری

جدول ٥: توصیف سطح خطر فلزات مورد ارزیابی در ایستگاه‌های شش‌گانه بر اساس فاکتور C_f و درجه آلودگی C_d درخور هاله-خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰)

ایستگاه	Hg	Cd	Pb	Ni	درجه آلودگی
S1	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	متوسط
S2	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	متوسط
S3	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	قابل‌ملاحظه
S4	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	قابل‌ملاحظه
S5	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	قابل‌ملاحظه
S6	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	قابل‌ملاحظه

جدول ٦: محاسبه فاکتور آلودگی برای چهارعنصر جیوه، کادمیوم، سرب و نیکل و درجه آلودگی برای خور هاله-خلیج نایبند (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

عناصر موردمطالعه و فاکتور آلودگی محاسبه‌شده			
Hg	Cd	Pb	Ni
C_f =۰/۱	C_f =۰/۰۴۵	C_f =۰/۰۰۲	C_f =۰/۰۱۵
سطح خطر			
$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده	$C_f <$ ۱ غیر آلوده
درجه آلودگی (C_d) C_d=۰/۰۰۲			

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

$C_d < 7$
درجه پایین آلودگی

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، چنین استنباط می‌شود که شرایط رسوب‌شناختی خور هاله و خلیج نایبند ازنقطه‌نظر آلودگی با عناصر فلزی سنگین نیکل، سرب، کادمیوم و جیوه برای روزنه داران مناسب است. هرچند که تفسیر ارتباط میان هر یک از عوامل محیطی بررسی‌شده در این تحقیق به‌طور جداگانه با فراوانی روزنه داران آن مشکل به نظر می‌رسد ولی ظاهراً مجموعه تأثیرات تمامی عوامل مذکور، با توجه موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه‌برداری، در تعیین الگوی پراکنش روزنه داران هر منطقه مؤثر است. بیشترین تفاوت‌ها میان ویژگی‌های محیط رسوبی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، مربوط به نتایج حاصل از بخش رسوب شناسایی و همچنین موقعیت توپوگرافیک ایستگاه‌های موردبررسی است. ایستگاه‌های دو و سه به دلیل هم‌جواری با جنگل‌های حرا و ایستگاه پنج به دلیل وجود موج‌شکن از تأثیر جریانات جزرومدی و همچنین امواج در مقایسه با سه ایستگاه دیگر از حفاظت بیشتری برخوردار بوده و همین امر فرصت لازم را به روزن‌داران برای ساکن شدن در بستر خواهد داد این در حالی است که شانس سکون در ایستگاه‌های یک، چهار و شش به دلیل نبود حفاظ خاص تحت تأثیر امواج سطحی و عمقی کمتر است. به‌طورکلی کمتر بودن تعداد روزن‌داران شناسایی‌شده در مطالعه حاضر تا حدی نیز به عمق نمونه‌برداری مربوط است به‌گونه‌ای که عمق نمونه‌برداری در تحقیق حاضر ۲۰ متر است درحالی‌که در سایر تحقیقات اعماق نمونه‌برداری بسیار بیشتر است؛ اما ازنقطه‌نظر مقادیر فلزات سنگین اندازه‌گیری شده که هدف اصلی تحقیق حاضر است، غلظت جیوه، کادمیوم، نیکل و سرب پایین‌تر از حد قابل‌قبول برای مناطق غیر آلوده ارائه‌شده توسط NOAA و ISQG می‌باشد (Long *et al*., 1995; Buchman, 1999; CCME, 1999). فاکتور آلودگی (C_f) برای چهارعنصر موردبررسی محاسبه گردید و مشخص شد که هیچ‌یک از چهار فلز جیوه، کادمیوم، نیکل و سرب سبب آلودگی منطقه موردبررسی نشده است. این نتایج توسط داده‌های حاصل از محاسبه درجه آلودگی (Cd) نیز تائید می‌شود. به‌طوری‌که اثر تجمعی چهار فلز موردسنجش نیز سبب آلودگی منطقه نشده است.

درجه آلودگی محاسبه‌شده برای خور هاله و خلیج نایبند بسیار پایین‌تر از مقادیر محاسبه‌شده برای اکوسیستم‌های مشابه در تحقیقات پیشین است. Dehghan و همکاران (۲۰۰۸) درجه آلودگی را برای خورهای ماهشهر-استان خوزستان محاسبه نمودند، نتایج نشان داد که خور غنام با درجه آلودگی ۱۶/۲۲، خور دورق با درجه آلودگی ۱۵/۳۵، خور غزاله با درجه آلودگی ۱۰/۴۲، خور احمدی با درجه آلودگی ۱۲/۰۹، خور پاتیل با در جه آلودگی ۱۰/۱۴، خور درویش با درجه آلودگی ۱۱/۰۵، خور زنگی با درجه آلودگی ۱۱/۴۱ و خور بی‌حد با درجه آلودگی ۸/۷۴ شرایط اکولوژیک بسیار نامناسب‌تری در مقایسه با شرایط منطقه در مطالعه حاضر دارد. همچنین Mooraki و همکاران (۲۰۰۹) به محاسبه فاکتور آلودگی برای خور جعفری از سرشاخه‌های خور موسی پرداختند و نتایج به‌دست‌آمده از محاسبه شاخص حاکی از آن بود که این خور نیز با درجه ۱۶/۷ شرایط مشابه ای با خورهای ماهشهر داشته و به‌مراتب آلوده‌تر از خور هاله و خلیج نایبند می‌باشد. نتایج حاصل از آنالیز BIOENV نیز مویید این نکته است که فلزات سنگین اندازه‌گیری شده با ضریب منفی تأثیری قابل‌توجهی بر پراکنش و تراکم روزنه داران در منطقه خور هاله و خلیج نایبند در شرایط کنونی ندارند. لازم است عنوان شود که منطقه موردمطالعه طی تحقیقی که در سال ۱۳۸۵ توسط ربانی و همکاران انجام پذیرفت نیز منطقه‌ای عاری از آلودگی ازنقطه‌نظر وجود عناصر فلزی سنگین نیکل، سرب، کادمیوم و جیوه اعلام شد؛ اما تحقیق صورت گرفته قبل از راه‌اندازی بخش قابل‌توجهی از مجتمع‌های پتروشیمی صورت گرفته بود. با توجه به شرایط موجود می‌توان اذعان داشت که فعالیت مجتمع‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر تغییر غلظت این عناصر نداشته است. همچنین در مقایسه داده‌های حاصل از انجام تحقیق حاضر با مطالعات انجام‌شده در سال ۱۳۷۴ توسط ورزقانی و صدیقی و در سال ۱۳۷۹ توسط کرباسی مشخص گردید که غلظت کادمیوم و جیوه نیز در خلیج نایبند دستخوش تغییر قابل‌توجهی پس از گذشت حدود بیست سال و شروع به کار طیف وسیعی از صنایع نفت، گاز و پتروشیمی افزایش قابل‌توجه کشتی‌ها و شناورهای کوچک‌تر، نداشته

www.SID.ir

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

است. این در حالی است که تحقیق صورت گرفته بر رسوبات منطقه لیف–بوسیف، واقع در غرب کانال خور موسی، با استفاده از شاخص تجمع زمینی مولر نشان می‌دهد که عامل اصلی تأثیرگذار بر رسوبات منطقه ازنقطه‌نظر وجود عناصر فلزی سنگین، دو عنصر سرب و جیوه می‌باشد و عناصر اندازه‌گیری شده نیکل، روی، مس، کبالت و کادمیوم غلظتی پایین‌تر از BackGround Value دارند و سبب آلودگی منطقه نشده‌اند؛ علت بالا بودن غلظت دو عنصر جیوه و سرب وجود صنایع پتروشیمی به‌خصوص واحد کلرآلکالی، بافت رسوبی با غالبیت محتوی سیلت/رس دانسته شده است (سبز علیزاده و دهقان مدیسه، ۱۳۸۹؛ سبز علیزاده و خلفه نیلساز، ۱۳۷۷). البته لازم به ذکر است که پایین بودن غلظت چهارعنصر موردبررسی با توجه به استقرار صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در منطقه موردمطالعه چندان قابل‌اطمینان نبوده و احتمالاً نتایج به‌دست‌آمده تا حدی تحت تأثیر طبیعت پویای اکوسیستم موردبررسی و چرخش آب و اختلالات فصلی در تجمع و تمرکز این عنصر در محیط می‌باشد؛ که البته تأثیر فاکتورهای محیطی نامبرده توسط Algan و همکاران (۱۹۹۹) تیز بر تجمع فلزات سنگین در محیط بررسی و تائید گردیده است؛ بنابراین می‌توان گفت که به دلیل جریانات جزرومدی و اختلاط آب، نرخ بالای رسوب‌گذاری و همچنین معلق شدن مجدد رسوبات سطحی، میزان غلظت فلزات سنگین موردبررسی در منطقه موردمطالعه دستخوش تغییر و تحول می‌باشد.

به‌طورکلی ارزیابی دقیق و جامع از درجه آلودگی فلزات در اکوسیستم‌های خور و رسوبات دریایی فرآیند مشکلی می‌باشد (Rubio *et al*., 2000). در مطالعه حاضر مقادیر عنصر جیوه، کادمیوم، نیکل و سرب از مقادیر ارائه‌شده در قالب Background Value کمتر می‌باشد و همچنین درجه آلودگی محاسبه‌شده برای این منطقه در مقایسه با خوریات ماهشهر کمتر می‌باشد. همان‌طور که مشخص است اکثر خورهای ماهشهر در مقایسه با منطقه موردبررسی آلوده می‌باشد (Dehghan *et al*., 2008; Mooraki *et al*., 2009). که البته این وضعیت می‌تواند به دلیل همگن بودن رسوبات (سبز علیزاده و دهقان مدیسه، ۱۳۸۹)، سهم سیلت/رس بیشتر رسوبات (Mooraki *et al*., 2009; Dehghan *et al*., 2008) در خوریات ماهشهر و شدت جریانات کمتر آب و امواج (Niyyati and Maraghei, 2002) در خط ساحلی ماهشهر باشد؛ بنابراین مقادیر اندازه‌گیری شده بر ساختار جمعیتی روزنه داران به‌عنوان شاخص‌های زیست‌محیطی تأثیر نداشته است.

به‌طورکلی نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که علی‌رغم صنعتی بودن منطقه موردمطالعه، خور هاله و خلیج نایبند، غلظت چهارعنصر فلزی نیکل، کادمیوم، سرب و جیوه در منطقه کمتر از حدود مجاز تعیین‌شده توسط استانداردهای بین‌المللی می‌باشد و تأثیری بر ساختار جمعیت و پراکنش مکانی روزنه داران نداشته است. پایین بودن سطح چهارعنصر فلزی موردبررسی می‌تواند مرتبط با دانه‌بندی رسوبات بستر، جریانات سطحی و عمقی موجود در منطقه باشد که علی‌رغم فعالیت‌های صنعتی و دخالت‌های انسانی حجم عناصر رسوب یافته در مقایسه با مناطق مشابه نظیر خوریات ماهشهر و بوسیف به‌طور قابل‌توجهی با محاسبه و مقایسه درجه آلودگی پایین‌تر است. البته این بدان معنی نیست که پروژه‌های پایش و مطالعاتی متوقف گردد، بلکه آزمون‌های بیولوژیک و آنالیز اکولوژیک ساختار جمعیت جانوران کف زی و استفاده از شاخص‌های آلودگی نوین برای توسعه پایدار و حفاظت از اکوسیستم ارزشمند موجود باید صورت گیرد و همگام با فرایند توسعه تولید از اولویت خاص برخوردار باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله، مراتب تقدیر و تشکر خود را از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال که هزینه انجام تحقیق حاضر را متقبل شده است و همچنین از ناظر محترم طرح سرکار خانم دکتر اشجع اردلان اعلام می‌نماید.

منابع

ربانی، م.، ا. جعفرآبادی آشتیانی، ا. و شریف، ع. م.، ۱۳۸٦. اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، نیکل و جیوه در آب و رسوب در خلیج‌فارس منطقه عملیاتی عسلویه. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. ۵ ص.

www.SID.ir
Archive of SID

سبز علیزاده، س. و خلفه نیلساز، م.، ۱۳۷۷. بررسی آلودگی فلزات سنگین در آب و رسوب خورهای مهم استان خوزستان. گزارش نهایی پروژه موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی استان خوزستان. ۴۹ ص.

سبز علیزاده، س. و دهقان مدیسه، س.، ۱۳۸۹. تعیین میزان آلودگی فلزات سنگین در رسوبات منطقه لیفه- بوسیف (سواحل شمال غرب خلیج‌فارس) بر اساس شاخص تجمع زمینی. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲. ۵۱-۶۰

کرباسی، ع.، ۱۳۷۹. غلظت استاندارد و منشأ Pb،Mn،Ni، Zn، Cu، Co، Cd،V، Feدر رسوبات سطحی خلیج‌فارس. مجله علوم و تکنولوژی محیطزیست، شماره ۵ و ۶، تابستان و پائیز ۱۳۷۹. ۶۶-۵۳.

منوچهری، ح.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات اکولوژیک فعالیت‌های صنعتی پتروشیمی ماهشهر بر تراکم و تنوع جوامع ماکروبنتوزهای خور زنگی از انشعابات خور موسی در خلیج‌فارس، رساله دکتری(ph.D) ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ۲۰۴ ص.

نیکویان، ع. ر.، ۱۳۷٦. بررسی تراکم، پراکنش، تنوع و تولید ثانویه بی‌مهرگان کف زی (ماکرو بنتوزها) در خلیج چابهار، رساله دکتری بیولوژی دریا (Ph.D) دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۲۱۱ ص.

ورزقانی، ن. و صدیقی، ا.، ۱۳۷٤. ژئوشیمی فلزات سنگین کادمیوم، مس، جیوه، سرب و وانادیوم در رسوبات سطحی و زیرسطحی خلیج‌فارس (گشت پژوهشی فردوس-۱۳۷۴). مجله محیطزیست، شماره ۳۳. صفحات ۲۶-۳۵.

Algan A., Cagatay M., Sarikaya, H., Balkis N. and Sari, E., 1999. Pollution monitoring using marine sediment: A case study on the Istanbul Metropolitan Area. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 29: 285-291.

Alve, E., 1990. Variation in estuarine foraminiferal with diminishing oxygen conditiones in Drammensfjord,

Alve, E., 1991. Benthic foraminifer in sediment cores reflecting heavy metal pollution in Sørfjord, western Norway. Journal of ForaminiferalResearch 21, 1–19.

Andrew, N. L. and Mapstone, B. D., 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. Oceanography and Marine Biology, Annual Review 25: 39-90.

Buchman, M., 1999. NOAA screening quick reference tables. NOAA HAZMAT report 99-1, Seattle, WA, Coastal protection and restoration division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 12p.

Canadian Council of Ministers of the Environmental (CCME), 1999. Canadian quality guidelines publication, 1299: ISBN 1-896997-34-1.

Clarke, K. R. and Warwick, R. M., 2001. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edn. Primer-E, Plymouth.

Cushman, J. A., 1969. Foraminifera their classification and economic use. 1st Edn, Harvard university Press, USA., ISBN: 0674308018, pp.589.

Dehghan, M. S., Savari, A., Parham, H., Marammazy, J. G., Papahn, F. and Sabzalizadeh S., 2008. Heavy metals contaminant evaluation in sediments of Khoure – Musa creeks, northwest of Persian Gulf, Iranian Journal of Fisheries Sciences 7(2s), 137-156.

Folk, R. L., 1968. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill publishing company, Austin, Texas. 182pp.

Hakanson, L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach, Water Research, 14, 975-1001.

Kishe, M. A. and Mahchiwa, J. F., 2003. Distribution of heavy metals in sediments of Mwanaza Gulf of lake Victoria, Tanzania, Environment International. 28: 619-625.

Loeblich, A. R. and Tappan, H., 1964. Sarcodina, chiefly the amoebians and foraminiferida: Treatise on invertebrate paleontology, Par C, Protista, 2, Vol.1-2, Geol.Soc. Amer and University of Kansas Press, Newyork, USA.

Loeblich, A. R. and Tappan, H., 1988. Foraminiferal Genera and Their Classification. Van Nostrand Reinhold, New York.

Long, E. R., Macdonald, D. D., Smith, S. L. and Calder, F. D., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments, Environmental management, 19(1): 81-97.

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

Archive of SID

www.SID.ir

Loring, D. H. and Rantala, R. T. T., 1992. Manual for geochemical analysis of marine sediments and suspended particulated matter. Earth Science Reviews, 32: 235-283.

Macfarlane, G. R. and Booth, D. J., 2001. Estuarine macrobenthic community structure in the Hawkesbury River Australia: Relationships with sediment physicochemical and anthropogenic parameters. Environmental Monitoring and Assessment, 72:51-78.

Mikac, K. M., Maher, W. A. and Jones, A. R., 2007. Do physicochemical sediment variables and their soft sediment macrofauna differ among microsize coastal lagoons with forested and urbanized catchments? Estuarine, Coastal and Shelf Science, 72: 308-318.

Mooraki, N., Esmaeli Sari, A., Soltani, M. and Valinassab, T., 2009. Spatial distribution and assemblage structure of macrobenthos in a tidal creek in industrial activities. International Journal of Environmental Science and Technology, 6 (4): 651-662.

Murray, J. W., 1991. Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Longman Scientific and Technical, Essex, England.

Niyyati, M. F. and Maraghei, A., 2002. Raising the water level of Khor-e-Musa estuary using navigational lock, The changing coast Eurocoast/ EUCC, Porto-Portugal, Ed. EUROCOAST- Portugal, ISBN 972-8558-09-0, 459-463.

Pascual, A., Rodríguez-Lázaro, J., Weber, O. and Jouanneau, J. M., 2002. Late Holocene pollution in the Gernika Estuary (southern Bay of Biscay) evidenced by the study of Foraminifera and Ostracoda. Hydrobiologia 475/476, 477–491.

Pekey, H., 2006. The distribution and sources of heavy metals in Izmit Bay surface sediments affected by a polluted stream. Marine Pollution Bulletin, 52:1197-1208.

Rubio, B., Nombela, M. A. and Vilas, F., 2000. Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW) Spain an assessment of metal pollution, Marine Pollution Bulletin, 40,11, pp.968-980.

Samir, A. M., 2000. The response of benthic foraminifera and ostracods to various pollution sources. A study from two lagoons in Egypt. Journal of Foraminiferal Research 30, 83–98.

SE Norway. In: Hemleben, C., Kaminski, M. A., Kuhnt, W. and Scott, D. B. (Eds.), Paleoecology, Bioestratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera. Kluwer Academic Publishers, pp. 661–694.

Sharifi, A.R., Croudace, I. W. and Austin, R. L., 1991. Benthic foraminiferids as pollution indicators in Southampton Water, southern England, U.K. Journal of Micropaleontology 10, 109–113.

Van der Zwaan, G. J., Duijnstee, I. A. P., den Dulk, M., Ernst, S. R., Jannink, N. T. andKouwenhoven, T. J., 1999. Benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleoecological concepts. Earth Science Reviews 46: 213–236.

Yanko, V., Ahmad, M. and Kaminski, M., 1998. Morphological deformities of benthic foraminiferal tests in response to pollution by heavy metals: implications for pollution monitoring. Journal of Foraminiferal Research 28: 177–200.

Yanko, V., Kronfeld, J. and Flexer, A., 1994. Response of benthic foraminifera to various pollution sources: implications for pollution monitoring. Journal of Foraminiferal Research 24: 1–17.

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 16:48 +0430 on Saturday May 20th 2017

Archive of SID

www.SID.ir