

مطالعه تأثیر پدیده مونسون بر تغییر غلظت فلزات سنگین Cd، Cu، Ni، Pb و Zn در رسوبات امتداد خلیج گواتر تا پزم

علیرضا صفاهیه^۱، ساحل پاکزاد توچایی^{۲*}، محمدتقی رونق^۱، بیتا ارچنگی^۱، محمدعلی حمزه^۳

۱. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲. گروه اکوسیستم های طبیعی، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، دانشگاه زابل
۳. گروه منابع غیرزیستی دریا، مرکز تحقیقات دریای عمان و اقیانوس هند، موسسه ملی اقیانوس شناسی

چکیده

فلزات سنگین در محیط های دریایی از دو منبع طبیعی و انسانی منشأ می گیرند. از پدیده های طبیعی تأثیرگذار بر غلظت فلزات سنگین پدیده مونسون است. مونسون با افزایش بارندگی و آبشویی سواحل و بر هم زدن لایه های آب می تواند بر غلظت عناصر اثر داشته باشد. در سال ۱۳۸۹ این تحقیق به منظور بررسی تأثیر پدیده مونسون بر تغییرات غلظت فلزات سنگین Cd، Cu، Ni، Pb و Zn در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار صورت گرفت. نمونه برداری از رسوب ایستگاه های گواتر، بريس، رمين، چابهار، تيس و پزم در فصل های پيش مونسون، مونسون و پس از مونسون (به ترتیب در اردیبهشت، مرداد و آبان) در هنگام جزر انجام شد. غلظت فلزات بعد از آماده سازی نمونه ها، توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری گردید. غلظت فلزات Cd، Cu، Ni، Pb و Zn به ترتیب ۰/۳۶، ۴/۹۷، ۱۷/۱۴، ۸/۸۸ و ۲۴/۹۳ میکروگرم بر گرم بر وزن خشک اندازه گیری شد. بر اساس نتایج عدم تفاوت غلظت Cd می تواند ناشی از تأثیرپذیری این فلز از منابع منطقه ای باشد. روند افزایش غلظت Cu و Zn رسوب از پيش مونسون به پس از مونسون نیز می تواند ناشی از بارندگی و آشفته گي رسوبات ساحلی باشد. همچنین افزایش غلظت Pb از پيش مونسون به پس از مونسون به دلیل تمایل این فلز به نشست سریع و رسوب گذاری بوده که در طی این فصول در اثر شستشو و جاری شدن آبهای ساحلی و از سرگیری مجدد فعالیت شناورها در پس از مونسون غلظت Pb افزایش می یابد.

واژگان کلیدی: مونسون، فلزات سنگین، رسوبات، چابهار

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: Sahel.pakzad@yahoo.com

۱. مقدمه

فلزات سنگین به گروهی از عناصر واسطه تعلق دارند که دارای جرم حجمی بیش از ۵ گرم بر سانتی متر مکعب بوده و نمک های آنها عمدتاً در آب محلول هستند (Dufus, 2002). این ترکیبات از اجزای طبیعی محیط های مختلف از قبیل محیط های دریایی محسوب می شوند، که از دو منبع طبیعی و انسانی منشأ می گیرند (Wen Kuang *et al.*, 2006). فرایندهای اصلی افزایش دهنده غلظت فلزات سنگین در محیط های دریایی شامل تخلیه توسط رودخانه ها (Ochieng *et al.*, 2009)، ته نشست های اتمسفری (Völkening and Heumann, 1990) و فعالیتهای انسانی می باشد (Wills, 2000; Edith *et al.*, 2009; Ashokkumar *et al.*, 2009). این آلاینده ها پس از ورود به محیط های آبی به ترکیبات آلی معلق متصل شده و سرانجام به رسوبات منتقل شده ته نشین می شوند و قادرند با غلظت های بالایی در این بخش تجمع یابند. فلزات سنگین توسط فرایندهای زیستی از جمله فرایندهای میکروبی تجزیه نمی شوند. به همین دلیل جزو آلاینده های پایدار اکوسیستم های دریایی محسوب می شوند. آلاینده های فلزی برای مدت طولانی در رسوبات باقی می مانند که میزان ماندگاری و سرنوشت فلزات تجمع یافته در رسوبات به واکنش با ذرات معلق بستگی دارد (Chong and Wang, 2000; Abdul-Wahab, 2009). از آنجا که رسوبات ساکن نیستند احتمال دارد فلزات سنگین تجمع یافته در آنها در اثر اغتشاشات زیستی (اثر فعالیت های بیولوژیکی) (Zhihao *et al.*, 2011) و تغییر در شرایط آب و هوایی، تغییرات فیزیکی و شیمیایی آنها دوباره معلق شده و قسمتی از این عناصر که دارای پیوند سست تر هستند آزاد گردند و در دسترس موجودات زنده قرار گیرند، یا غلظت آنها در آب افزایش یابد (Chen, 2008).

پدیده مونسون مهمترین فرایندهای طبیعی است که اقیانوس هند را تحت تأثیر خود قرار می دهد و از

فرایندهای طبیعی که می تواند بر تغییر غلظت فلزات در محیط های دریایی تأثیر داشته باشد (Antonia *et al.*, 2007). ارتباط دریای عمان با این اقیانوس، موجب می شود تا سواحل دریای عمان نیز تحت تأثیر این بادهای موسمی قرار بگیرد (Goswami and Xavier, 2004). اگر چه تأثیر این بادهای در سواحل ایران به نسبت کمتر می باشد، در عین حال تغییرات و نوسانات فاکتورهای مختلف آب در این منطقه از نوسانات محیطی اقیانوس هند تأثیر می پذیرد (کرباسی، ۱۳۷۹). این پدیده در سواحل دریای عمان سبب تغییر در میزان بارندگی و ایجاد پدیده فراجوشش می شود، که نهایتاً باعث انتقال آب سرد واقع در اعماق اقیانوس به سطح آب، در نزدیکی سواحل می شود. بیشترین تأثیر این پدیده بر سواحل کشور عمان بوده ولی عموماً دیگر بخش های سواحل دریای عمان را نیز تحت تأثیر قرار می دهد (Satoko and Motoyoshi, 2007). این عوامل می توانند فاکتورهای مختلف محیطی از جمله غلظت ترکیبات مختلفی مانند فلزات سنگین را تغییر دهند. از این رو بررسی غلظت فلزات سنگین در محیط هایی که تحت تأثیر این پدیده قرار می گیرند ضروری به نظر می رسد. بدین ترتیب این مطالعه به منظور بررسی تأثیر پدیده مونسون بر غلظت فلزات سنگین در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار انجام شد. هدف از انجام کار مقایسه غلظت فلزات سنگین رسوب ایستگاههای مختلف در هر فصل و همچنین مقایسه غلظت های به دست آمده در بین فصول پیش مونسون، مونسون و پس از مونسون می باشد.

۲. مواد و روش ها

به منظور مطالعه تأثیر مونسون بر غلظت فلزات سنگین نمونه برداری در فصول پیش مونسون (اردیبهشت)، مونسون (مرداد) و پس از مونسون (آبان) انجام شد. ۶ ایستگاه شامل خلیج گوآتر، بریس، رمین، چابهار (شهید بهشتی)، تیس و پزم در امتداد سواحل جزر و مدی دریای عمان انتخاب گردیدند (

شکل ۱). از عمده ترین فعالیت های انسانی مشاهده شده در این ایستگاه ها می توان به پهلوگیری انواع شناورها، فعالیت های صید و صیادی و انواع کارخانجات اشاره کرد (جدول ۱). نمونه های رسوب با سه تکرار از ناحیه جزر و مدی هر ایستگاه توسط گرب ون وین ساخته شده از فولاد ضد زنگ برداشت و در ظروف پلاستیکی اسید شویی شده توسط یخدان به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

عملیات آزمایشگاهی

آماده سازی و هضم نمونه ها

برای آماده سازی رسوب، ابتدا اجسام درشت و خارجی از آنها جدا شدند سپس توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد بمدت ۴۸ ساعت کاملاً خشک گردیدند. پس از خشک شدن، رسوبات توسط الک ۶۳ میکرون غربال و سپس توسط هاون چینی به طور کامل پودر شدند. رسوبات آماده شده تا شروع عملیات هضم در ظروف پلی اتیلنی نگهداری شدند (Lee et al., 2008). برای هضم یک گرم از رسوب ۱۰ سانتی متر مکعب مخلوطی از اسیدنیتریک خالص غلیظ (۶۵٪) مرک آلمان و اسیدپرکلریک خالص غلیظ (۶۰٪) مرک به نسبت ۱ به ۴ مخلوط و سپس توسط Hot Plate digester حرارت داده شد. بدین صورت که ابتدا در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت و سپس به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتی گراد ادامه یافت. پس از هضم نمونه در دمای اتاق قرار داده شدند تا سرد شوند. سپس هر یک از محلول های هضم شده تا حجم معین توسط آب دوبار تقطیر رقیق شدند. نمونه های رقیق شده توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرومتر فیلتر شدند و تا زمان اندازه گیری غلظت فلزات در یخچال در ظروف دربسته نگهداری گردیدند (Yap et al., 2002). برای اندازه گیری غلظت فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی مدل SavantAA Σ ساخت شرکت GBC استفاده شد و غلظت فلزات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک محاسبه شد.

سنجش غلظت فلزات سنگین و تجزیه تحلیل

آماري

به منظور پردازش داده ها ابتدا نرمالیتی آنها توسط آزمون Shapiro wilk بررسی شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها برای مقایسه غلظت فلزات سنگین در بین ایستگاه های مختلف از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه استفاده گردید. در صورت مشاهده اختلاف معنی دار برای جدا کردن گروه های مختلف از پس آزمون Tukey استفاده شد. مقایسه غلظت فلزات در بین فصول مختلف با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و پس آزمون Tukey انجام شد. برای عملیات فوق نرم افزار SPSS نسخه ۱۳ و جهت رسم نمودارها نرم افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت.

۳. نتایج

غلظت فلزات سنگین رسوب هر ایستگاه در بین ۳ فصل مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل از آزمون ANOVA، غلظت Cd در ایستگاه گواتر در طی ۳ فصل پیش از مونسون، مونسون و پس از مونسون تفاوت معنی داری نشان نداد. این روند در ایستگاه های بریس، چابهار و پزم نیز مشاهده شد ($P > 0.05$). ایستگاه رمین، روند کاهشی را از پیش مونسون به سمت پس از مونسون نشان داد، که اختلاف معنی داری بین پس از مونسون با دو فصل دیگر مشاهده شد. در ایستگاه تیس نیز کمترین غلظت در مونسون و بیشترین غلظت در پس از مونسون به دست آمد ($P < 0.05$). غلظت فلز مس رسوب در طی ۳ فصل در هر یک از ایستگاه ها روند افزایشی را از پیش مونسون به مونسون و پس از مونسون نشان داد ($P < 0.05$).

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی	فعالیت های مشاهده شده در منطقه در زمانهای نمونه برداری
ایستگاه ۱	گواتر	N ۲۵ ۰۹ ۵۶/۶۳ E ۶۱ ۳۰ ۰۷/۰۸	پهلویی انواع قایقهای موتوری، عملیات صیادی و تخلیه صید، آبی پرووری (پروورش میگو)
ایستگاه ۲	بریس	N ۲۵ ۰۸ ۵۵/۰۸ E ۶۱ ۱۰ ۴۰/۴۴	پهلویی انواع شناورها، عملیات صیادی، کارخانجات کنسرو ماهی، مسکونی
ایستگاه ۳	رمین	N ۲۵ ۱۶ ۰۹/۳۶ E ۶۰ ۴۴ ۵۰/۷۶	پهلویی انواع شناورها، عملیات صیادی، کارخانجات کنسرو ماهی، مسکونی
ایستگاه ۴	چابهار (شهید بهشتی)	N ۲۵ ۱۷ ۴۳/۶۱ E ۶۰ ۳۷ ۱۶/۷۲	پهلویی انواع شناورها، اسکله سازی و توسعه سازه های دریایی، عملیات صیادی، مسکونی و تفریحی و تخلیه و بارگیری کالا و سوخت
ایستگاه ۵	تیس	N ۲۵ ۲۱ ۳۰/۴۲ E ۶۰ ۳۶ ۱۹/۳۰	انجام فعالیت های صید و صیادی، مسکونی، کشتی سازی، نمک گیری به روش سنتی از دریا
ایستگاه ۶	پزم	N ۲۵ ۲۱ ۰۵/۳۹ E ۶۰ ۱۷ ۴۷/۷۱	انجام فعالیت های صید و صیادی، کارخانجات کنسرو و پودر ماهی، مسکونی

جدول ۱. ایستگاههای مورد مطالعه در سواحل جزر و مدی دریای عمان:



شکل ۱. نقشه مربوط به ایستگاه های نمونه برداری در سواحل دریای عمان

طی ۳ فصل نیز روند افزایشی از پیش از مونسون به مونسون و پس از آن داشتند ($P < 0.05$). هر چند در بین فصل مونسون و پس از مونسون اختلاف معنی دار نبود.

غلظت Zn رسوب ایستگاه تیس از پیش از مونسون به مونسون و پس از مونسون افزایش یافت و اختلاف بین هر ۳ فصل معنی دار بود. این روند افزایش غلظت در سایر ایستگاه ها نیز مشاهده شد ($P < 0.05$). در حالیکه تفاوت غلظت Zn برای این ایستگاه ها در بین مونسون و پس از مونسون معنی دار نبود ($P > 0.05$).

بر اساس مقایسه آماری انجام شده، غلظت Ni رسوب ایستگاه گواتر در طی ۳ فصل تفاوت معنی داری نداشت. ایستگاه های رمین، چابهار و تیس نیز از این الگو پیروی می کردند ($P > 0.05$). تنها ایستگاه بریس روند کاهشی را از فصل پیش از مونسون به پس از مونسون نشان داد. ولی ایستگاه پزم بطور معنی داری روند افزایشی از پیش مونسون به دو فصل دیگر داشت ($P < 0.05$).

فلز Pb با افزایش تقریباً ۵ برابری در ایستگاه گواتر از پیش از مونسون به پس از مونسون، در هر ۳ فصل اختلاف معنی داری را نشان داد. سایر ایستگاه ها در

جدول ۲ مقایسه غلظت فلزات سنگین رسوب هر ایستگاه در بین فصول پیش مونسون، مونسون و پس از مونسون

فلز	فصل	ایستگاه ها			
		تیس	چابهار	رمین	پریس
Cd	پیش مونسون	۰/۴۹ ± ۰/۰۶ ^a	۰/۲۷ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۴۰ ± ۰/۰۳ ^a	۰/۳۴ ± ۰/۰۶ ^a
	مونسون	۰/۵۷ ± ۰/۱۹ ^a	۰/۲۴ ± ۰/۱۷ ^a	۰/۳۶ ± ۰/۰۴ ^a	۰/۳۹ ± ۰/۰۴ ^a
	پس از مونسون	۰/۴۸ ± ۰/۰۴ ^a	۰/۲۵ ± ۰/۰۴ ^a	۰/۳۸ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۴۶ ± ۰/۰۴ ^a
Cu	پیش مونسون	۲/۰۵ ± ۰/۱۶ ^a	۳/۴۶ ± ۰/۵۷ ^a	۲/۹۸ ± ۰/۳۳ ^a	۴/۳۴ ± ۰/۱۴ ^a
	مونسون	۴/۸۹ ± ۰/۷۳ ^b	۵/۲۱ ± ۰/۴۰ ^b	۴/۹۲ ± ۰/۳۸ ^b	۵/۸۰ ± ۰/۳۰ ^b
	پس از مونسون	۵/۳۶ ± ۰/۵۱ ^b	۶/۱۰ ± ۰/۷۸ ^b	۵/۴۴ ± ۰/۳۶ ^b	۶/۲۲ ± ۰/۳۸ ^b
Ni	پیش مونسون	۹/۵۰ ± ۱/۰۰ ^a	۱۴/۲۰ ± ۱/۸۳ ^a	۱۵/۲۰ ± ۱/۵۳ ^a	۲۹/۲۸ ± ۱/۲۰ ^b
	مونسون	۱۵/۳۴ ± ۰/۸۲ ^b	۱۵/۳۰ ± ۰/۷۰ ^a	۱۳/۹۷ ± ۳/۲۰ ^a	۲۱/۳۰ ± ۰/۸۳ ^a
	پس از مونسون	۱۶/۰۴ ± ۱/۵۱ ^b	۱۵/۴۶ ± ۱/۰۵ ^a	۱۴/۶۵ ± ۲/۷۳ ^a	۱۹/۴۰ ± ۰/۳۴ ^a
Pb	پیش مونسون	۲/۰۰ ± ۰/۲۶ ^a	۳/۳۲ ± ۰/۲۸ ^a	۴/۰۴ ± ۰/۳۱ ^a	۳/۶۰ ± ۰/۶۱ ^a
	مونسون	۸/۰۷ ± ۰/۶۱ ^b	۹/۴۲ ± ۰/۷۴ ^b	۱۴/۹۶ ± ۱/۱۴ ^b	۹/۷۴ ± ۰/۴۰ ^b
	پس از مونسون	۸/۰۰ ± ۰/۳۴ ^b	۸/۹۸ ± ۰/۳۶ ^b	۱۸/۱۰ ± ۲/۳۱ ^b	۱۰/۶۶ ± ۰/۹۴ ^b
Zn	پیش مونسون	۸/۹۲ ± ۰/۱۷ ^a	۱۹/۸۲ ± ۱/۵۳ ^a	۱۴/۵۷ ± ۰/۳۴ ^a	۲۶/۳۲ ± ۰/۸۰ ^a
	مونسون	۲۴/۸۹ ± ۱/۴۳ ^b	۳۰/۸۵ ± ۴/۴۴ ^b	۲۲/۲۴ ± ۱/۴۷ ^b	۳۴/۷۲ ± ۰/۳۴ ^b
	پس از مونسون	۲۵/۵۴ ± ۰/۹۴ ^b	۲۷/۶۴ ± ۰/۲۹ ^b	۲۵/۰۸ ± ۳/۸۵ ^b	۳۳/۶۲ ± ۰/۸۵ ^b

پس از مونسون به ترتیب $۱۶/۶۶ \pm ۶/۷۱$ ، $۱۶/۹۵ \pm ۱/۸۴$ و $۱۷/۸۱ \pm ۳/۴۲$ میکروگرم بر گرم اندازه گیری گردید، که تفاوت معنی داری در بین فصول متفاوت مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). غلظت فلز Pb در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار در فصول پیش مونسون، مونسون و پس از مونسون به ترتیب $۳/۴۹ \pm ۰/۷۹$ ، $۱۰/۳۴ \pm ۲/۶۸$ و $۱۲/۸۲ \pm ۵/۱۹$ میکروگرم بر گرم وزن خشک محاسبه گردید. نتیجه حاصل از مقایسه غلظت این فلز در فصول متفاوت، تفاوت معنی داری را نشان داد. بر این اساس بیشترین غلظت این فلز در فصول مونسون و پس از مونسون و کمترین غلظت این فلز در فصل پیش مونسون اندازه گیری گردید ($P < ۰/۰۵$) (شکل ۵).

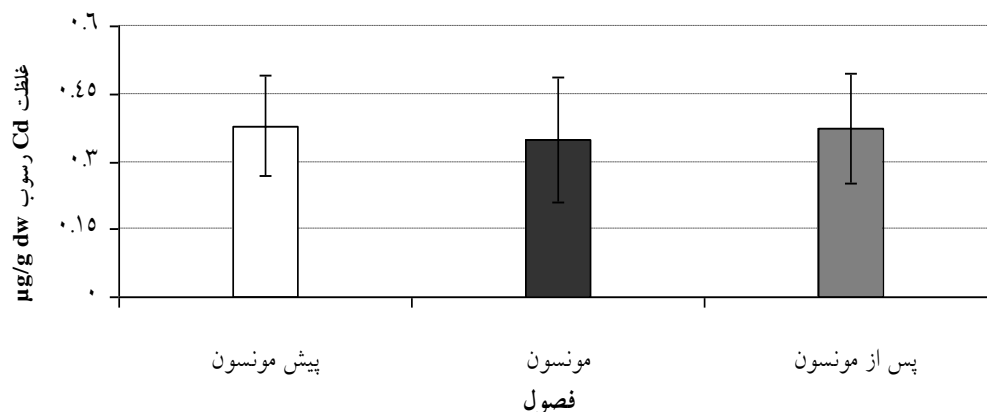
غلظت فلز Zn در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار در فصول پیش مونسون، مونسون و پس از مونسون به ترتیب $۱۶/۴۲ \pm ۶/۲۷$ ، $۲۹/۱۸ \pm ۵/۱۲$ و $۲۹/۱۹ \pm ۳/۵۹$ میکروگرم بر گرم اندازه گیری شد. فصل های مونسون و پس از مونسون دارای بیشترین غلظت فلز Zn و فصل پیش مونسون نیز دارای کمترین غلظت این فلز بودند ($P < ۰/۰۵$) (ANOVA, $P < ۰/۰۵$) (شکل ۶).

تغییرات فصلی غلظت فلزات سنگین Cu, Cd, Ni, Pb و Zn (بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک) در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار

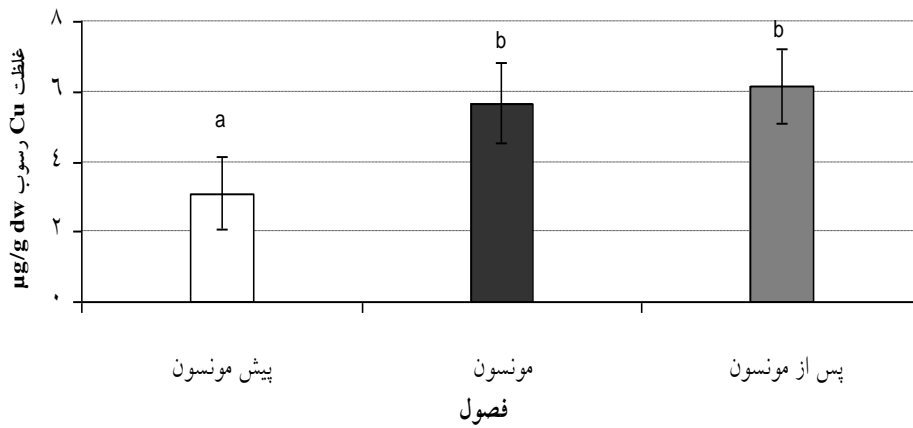
غلظت فلز Cd رسوب در فصول پیش مونسون، مونسون و پس از مونسون به ترتیب بر اساس $۰/۳۷ \pm ۰/۱۱$ ، $۰/۳۴ \pm ۰/۱۳$ و $۴/۴۷ \pm ۲/۳۰$ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد، که تفاوت غلظت این فلز در بین فصول مختلف معنی دار نبود (ANOVA, $P > ۰/۰۵$) (شکل ۲).

غلظت های $۳/۱۰ \pm ۱/۰۲$ ، $۵/۶۶ \pm ۱/۱۳$ و $۶/۱۶ \pm ۱/۰۷$ میکروگرم بر گرم وزن خشک به ترتیب در فصل های پیش مونسون، مونسون و پس از مونسون برای Cu رسوب این سواحل به دست آمد. بر اساس مقایسه آماری انجام شده، تفاوت غلظت فلز Cu در بین فصل های مختلف معنی دار بود. بدین ترتیب بیشترین غلظت در فصل پس از مونسون و مونسون و کمترین غلظت در فصل پیش مونسون به دست آمد (ANOVA, $P < ۰/۰۵$) (شکل ۳).

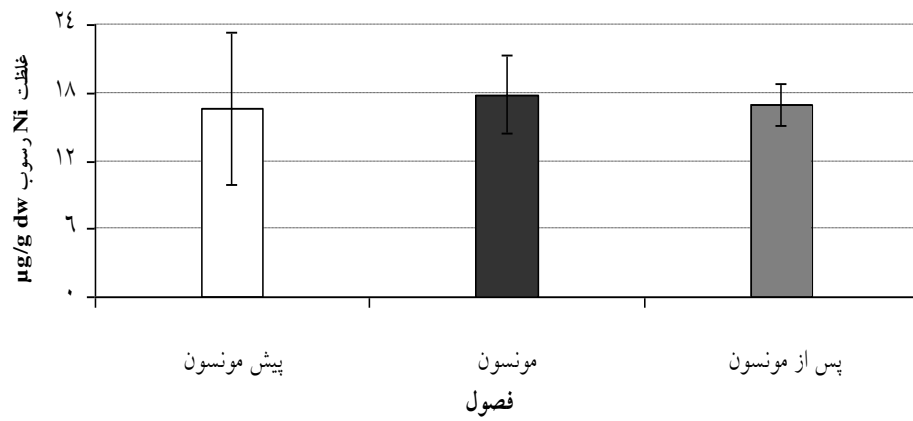
شکل ۴ مقایسه غلظت فلز Ni در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار را در فصول مختلف نشان می دهد. غلظت این فلز در فصول پیش مونسون، مونسون و



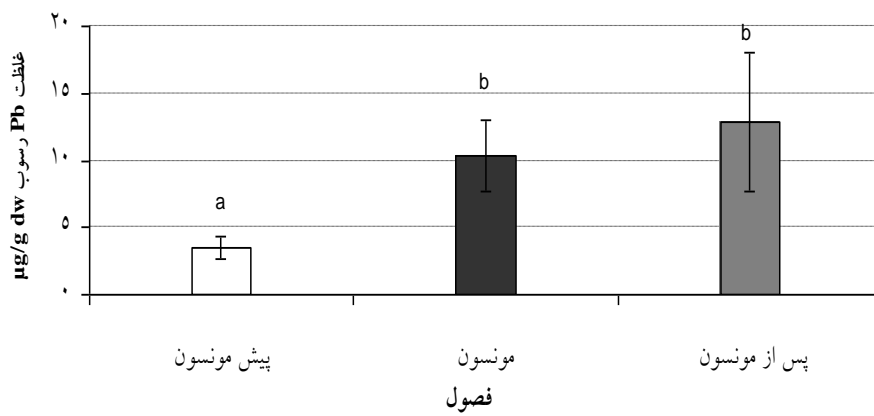
شکل ۲. مقایسه غلظت Cd در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار در فصول مختلف



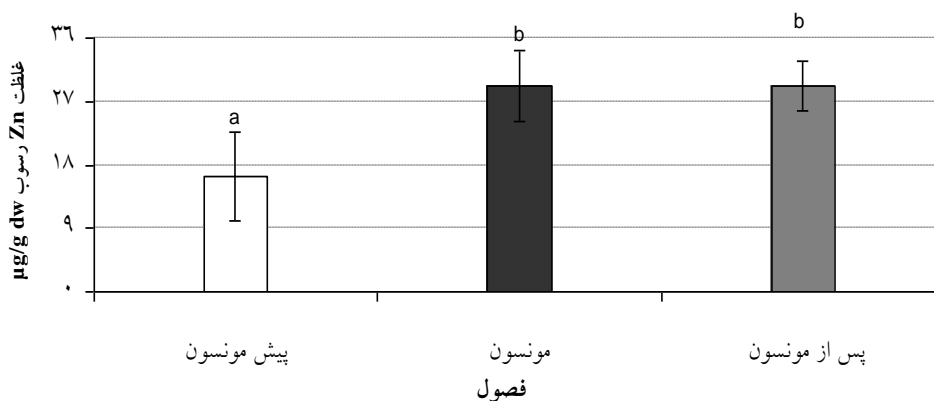
شکل ۳. مقایسه غلظت Cu در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار در فصول مختلف



شکل ۴. مقایسه غلظت فلز Ni در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار در فصول مختلف



شکل ۵. مقایسه غلظت فلز Pb در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار در فصول مختلف



شکل ۶ مقایسه غلظت فلز Zn در رسوب سواحل جزر و مدی چابهار در فصول مختلف

۴. بحث و نتیجه گیری

افزایش غلظت Cd رسوب ایستگاه تیس می تواند در اثر آبیاری زمین های اطراف این ایستگاه جهت ایجاد فضای سبز و باغات میوه در فصل مونسون و پس از مونسون باشد که سر ریز حاصل از آبیاری باغات به این منطقه وارد می شود. Borges و همکاران (2003) نیز با بررسی غلظت Cd رسوب به نتایج مشابهی دست یافتند. غلظت بالای Cd رسوب وادی العرب (اردن) نیز در اثر فعالیت های کشاورزی و رواناب حاوی کودهای کشاورزی بوده است (Ghrefat and Yusuf, 2006). اثر امواج و آشفته گی رسوبات ساحلی ناشی از مونسون می تواند عامل افزایش دهنده غلظت Cu در رسوب تمامی ایستگاه ها از پیش مونسون به فصول دیگر باشد. Chakraborty و همکاران (2009) در بررسی غلظت Cu در رسوب سواحل غربی بنگال آشفته گی رسوبات ساحلی و آبشویی ساحل و همچنین رواناب شدید ناشی از مونسون را عامل افزایش دهنده غلظت Cu در رسوب منطقه در این فصل عنوان کردند.

ایستگاه بریس در مقایسه بین ایستگاه ها دارای بالاترین غلظت Ni طی سه فصل بوده است. ولی در مقایسه فصلی، غلظت Ni رسوب همین ایستگاه روند کاهش غلظت را از قبل از مونسون به مونسون و پس از مونسون نشان داده است. این ایستگاه ارتباط بیشتری با دریای آزاد داشته و تحت تأثیر مستقیم

امواج ناشی از مونسون است. بنابراین هرچند غلظت Ni رسوب این ایستگاه به طور طبیعی از سایر ایستگاه ها بالاتر است، تلاطم امواج و بر هم خوردن رسوب و جابه جایی آنها باعث می شود که غلظت Ni در این ایستگاه از مونسون به پس از مونسون رقیق شده و در نتیجه مقدار آن کاهش یابد. Olubunmi (2010) کاهش غلظت Ni رسوب سواحل نیجریه را از تابستان (۴/۶۷ میکروگرم) به زمستان (۲/۵۳ میکروگرم) ناشی از بارندگی و رقیق سازی رسوبات و همچنین فرایندهای طبیعی از قبیل اثر امواج دانست. در ایستگاه های گواتر، رمین، چابهار و تیس تفاوت معنی داری در بین سه فصل در غلظت Ni رسوب مشاهده نشد. عدم تغییر در غلظت این فلز در بین فصول مختلف در این ایستگاه ها می تواند به دلیل وجود همیشگی Ni در منطقه حاصل از سنگ اوفیولیت باشد. De Mora و همکاران (2004) غلظت Ni رسوبات در سواحل امارات را طبیعی و ناشی از سنگ اوفیولیت بستر عنوان کردند.

روند افزایش فصل Pb در رسوب ایستگاه ها می تواند در اثر آبشویی مناطق بالادست و نشست اتمسفری در فصل مونسون باشد. Heyvaert و همکاران (2000) نشان دادند که نشست های اتمسفری و هوازدگی بستر سواحل قادرند فلزات سنگین را در رسوبات مناطق آبی افزایش دهند. مطالعه Han و همکاران

ترکیبات تولید شده بعد از نشست بر روی رسوبات قادرند غلظت فلزات را در این بخش افزایش دهند (Lee et al., 2008). بنابراین غلظت Zn در دوره مونسون و پس از آن می تواند ناشی از افزایش تولیدات آلی ناشی از فراجوشش در طی مونسون نیز باشد. Satpathy و همکاران (2011) عامل افزایش دهنده غلظت بالای Cu و Zn رسوبات جنوب شرق هند را در مونسون را افزایش تولیدات آلی حاوی این فلزات و همچنین رواناب های سطحی دانستند.

در مطالعه حاضر تغییرات غلظت Ni رسوب در بین فصل های پیش از مونسون، مونسون و پس از مونسون معنی دار نبود. با توجه به اینکه بستر دریای عمان از جنس اوفیولیت می باشد، می توان احتمال داد که این عامل سبب عدم مشاهده تغییرات فصلی می گردد. Manjunatha (2001)، جهت مقایسه بین تأثیر انسان و پدیده مونسون بر افزایش غلظت فلزات سنگین در سواحل هند، غلظت برخی فلزات سنگین را در رسوب این سواحل مطالعه کرد. برای انجام کار سه بخش ساحل شمال Konhan، ساحل میانی Karnataka و جنوب Kerala انتخاب شدند. غلظت فلز Ni رسوب از شمال Konhan به سمت جنوب افزایش می یافت. ناحیه شمال در منطقه ای قرار داشت که دارای بیشترین جمعیت انسانی و بیشترین فعالیت های صنعتی بود. در حالیکه بیشترین تأثیر پدیده مونسون در بخش های جنوبی دیده می شد. بر این اساس عامل اصلی تأثیر گذار بر تغییرات غلظت فلز Ni فعالیت های انسانی تشخیص داده شد و مشخص گردید که پدیده مونسون نمی تواند در این منطقه موجب تغییر غلظت Ni رسوب شود.

در بررسی غلظت فلز Pb در بین فصل های مختلف کمترین غلظت در پیش مونسون و بیشترین غلظت این فلز مونسون و پس از مونسون اندازه گیری گردید. به دلیل تمایل فلز Pb به نشست سریع و رسوب گذاری، افزایش غلظت این فلز در مونسون ناشی از آشفتگی دریایی، شستشو و جاری شدن آبهای ساحلی و رسیدن این بخش ها به رسوب و نشست

(2007) در ارتباط با غلظت Pb رسوبات دریاچه Daihai (شمال چین) نیز نتایج مشابهی را نشان داد. اثر امواج ناشی از مونسون و افزایش بارندگی و آبشویی ساحل می تواند موجب افزایش غلظت Zn در فصل مونسون شود و این افزایش غلظت تا پس از مونسون باقی بماند. افزایش تولیدات ناشی از فراجوشش و می تواند موجب افزایش غلظت این فلز در رسوبات شود. در بررسی غلظت Zn رسوبات سواحل غربی بنگال، رواناب شدید ناشی از مونسون و همچنین آبشویی ساحل از فاکتورهای موثر بر افزایش غلظت این فلز در مونسون بودند (Chakraborty et al., 2009).

مقایسه فصلی غلظت فلزات سنگین رسوب

سواحل جزر و مدی چابهار

غلظت Cd رسوب منطقه در بین فصول مورد مطالعه تفاوت معنی داری نداشت. بنابراین می توان گفت این پدیده بر غلظت Cd رسوب این سواحل تأثیر معنی داری ندارد. در مطالعه Satpathy و همکاران (2011) بر غلظت Cd رسوبات جنوب شرق هند، تفاوت معنی داری بین قبل از مونسون و مونسون مشاهده نشد. آنها عنوان کردند که به دلیل طبیعی بودن غلظت این فلز در محیط پدیده مونسون تأثیر معنی داری بر غلظت این فلز در رسوبات منطقه ندارد.

فلزات Cu و Zn در رسوب تفاوت معنی داری در بین فصل های مختلف داشتند. کمترین غلظت این فلزات در پیش مونسون و بیشترین غلظت آنها در فصل های مونسون و پس از مونسون به دست آمد. افزایش غلظت این فلزات در طی این دو فصل می تواند ناشی از بارندگی و همچنین آشفتگی رسوبات ساحلی باشد. فلز Zn از طریق منابع فاضلاب صنایع، رواناب حاصل از خشکی و فاضلاب های شهری به رسوبات وارد می شوند. در عین حال افزایش تولیدات آلی ناشی از فراجوشش نیز می تواند در کنار رواناب های کشاورزی و آبشویی منابع حاوی Zn موجب افزایش غلظت این فلز در رسوبات ساحلی شود (John et al., 2007). فلزات مختلف از قبیل Zn پس از اتصال به

Saban and Sarawak coastline. *Aquat. Ecosys. Health. Manag.* 10: 57-67.

Ashokkumar, S., Mayavu, P., Sampathkumar, P., Manivasagam P. and Rajaram, G. 2009. Seasonal Distribution of Heavy Metals in the Mullipallam Creek of Muthupettai Mangroves (Southeast Coast of India). *American-Eurasian J. of Sci. Res.* 4 (4): 308-312.

Borges, D. L. G., Dias, L.F., Veiga M. A. M. S. and Curtius, A. J. 2003. Determination of Cadmium in Sediments and in Sewage Sludge by Slurry Sampling Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry Using Iridium as Permanent Modifier. *J. of Braz. Chem. Soci.* 14(2): 291-296.

Chakraborty, R., Zanan, S., Mukhopadhyay, N., Banerjee K. and Mitra, A. 2009. Seasonal variation of Zn, Cu and Pb in the estuarine stretch of west Bengal. *Ind. J. of Mar. Sci.* 38(1): 104-109.

Chen, K. and Jiao, j. 2008. Metal concentrations and mobility in marine sediment and groundwater in coastal reclamation areas: A case study in Shenzhen, China. *Environ. Pollut.* 151: 576-584.

Chong, K. and Wang, W. X. 2000. Bioavailability of sediment-bound Cd, Cr and Zn to the green mussel *Perna viridis* and the Manila clam *Ruditapes Philippinarum*. *J. of Experim. Mar. Biol. Ecol.* 255: 75-92.

De Mora, S., Fowler, S. W., Wyse, E. and Azemard, S. 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman. *Mar. Pollut. Bullet.* 49: 410-424.

Duffus J. H. 2002. Heavy metal – a meaningless term? *Pure Appl Chem.* 74: 793-807.

Edith, L. Alberto, G. E., Elizabeth, B. S., Ángel, M., Marcovecchio, O., Cuadrado, J. E. and Graciela, D. 2009. Natural and anthropogenic heavy metals in estuarine cohesive sediments: geochemistry and bioavailability. *Ocean Dyn.* 61: (2-3): 285-293.

Fernandez C., Monna, F., Labanowski, J., Loubet M. and van Oort, F. 2008. Anthropogenic lead distribution in soils under arable land and permanent grassland estimated by Pb isotopic compositions. *Environ. Pollut.* 156: 1083-1091.

Ghrefat, H. and Yusuf, N. 2006. Assessing Mn, Fe, Cu, Zn, and Cd pollution in bottom

سریع موجب افزایش غلظت Pb شود. در فصل پس از مونسون نیز از سرگیری مجدد فعالیت های انسانی از قبیل تردد شناورهای صیادی، می تواند عامل افزایش دهنده Pb رسوب باشد. زیرا فعالیت های انسانی از مهم ترین منابع افزایش دهنده Pb رسوب هستند (Fernandez et al., 2008). Satpathy و همکاران (2011) نیز مهم ترین عامل افزایش دهنده Pb رسوب سواحل جنوب شرقی هند را در مونسون روناب سطحی اطراف این سواحل دانست که می توانند ترکیبات حاصل از فرسایش منابع حاوی Pb و همچنین فاضلاب های منابع انسانی حاوی این فلز را به این سواحل وارد کنند.

نتیجه گیری کلی

در بررسی کلیه نتایج به دست آمده می توان گفت، پدیده مونسون تأثیر معنی داری بر غلظت فلز Ni رسوب این سواحل ندارد که علت آن را می توان به طور کلی ناشی از طبیعی بودن منبع این فلز در منطقه دانست. فلزات Cu, Pb و Zn در این مطالعه از پیش از مونسون به مونسون روند افزایشی داشته است و می توان عنوان کرد که بارندگی، آبرویی سواحل ناشی از شدت امواج و پدیده فراجوشش عامل موثر در افزایش غلظت در این فصول می باشد. عدم تغییر معنی دار غلظت Cd نیز می تواند به دلیل تأثیرپذیری بیشتر این فلز از منابع منطقه ای باشد.

منابع

کرباسی، ع.، ۱۳۷۹. غلظت استاندارد و منشأ Fe، V، Cd، Co، Cu، Zn، Ni، Mn در رسوبات سطحی خلیج فارس. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، شماره ۵، ص ۵۳-۶۶.

Abdul-Wahab, S. A. and Jupp, B. P. 2009. Levels of heavy metals in subtidal sediments in the vicinity of thermal power/desalination plants: a case study. *Desalinat.* 244: 261-282.

Antonia, A. N., Azhar, M. S. N., Lokman, H. M., Zauyah, D., Kamor, Y. and Shamuddin, A. 2007. Heavy metal distribution of the south China sea continental shelf sediments off

- Agbabu Bitumen Deposit Area, Nigeria, Europ. J. of Sci. Res. 41(3): 373-382.
- Satoko, I. and Motoyoshi, O. 2007. Reconstruction of Indian monsoon variability over the past 230.000 years: planktic foraminiferal evidence from the NW per open ocean Upwelling area. Mar. Micropaleont. 63: 143-154.
- Satpathy, K. K., Mohanty, A. K., Prasad, M. V. R., Natesan U. and Sarkar, S. K. 2011. Studies on the variations of heavy metals in the marine sediments off Kalpakkam. East Coast of India, Environ. E. Sci.10: 1-13.
- Völkening, J. and Heumann K. 1990. Heavy Metals in the Near - Surface Aerosol Over the Atlantic Ocean From 60° South to 54° North, J. Geoph. Res. earch. 95(12): 20623-20632.
- Wen Kuang Y., Yi Zhou G., Zhi Wen D. and Zhong Liu S. 2006. Heavy metal in bark of *Pinus massoniana* (Lamb.) as an indicator of atmospheric deposition near a smeltery at Qujiang, China. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 14(4): 270-275.
- Wills, J. 2000. a survey of offshore oil field drilling wastes and disposal techniques to reduce the ecological impact of sea dumping. Sakhalin Environ. Watch. 13:23-29.
- Yap, C. K., Ismail, A., Tan, S. G. and Omar, H. 2002. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia. Environ. Int. 28:117-128.
- Zhihao W., Mengchang, H. Chunye L. and Yinghong, F. 2011. Distribution and speciation of four heavy metals (Cd, Cr, Mn and Ni) in the surficial sediments from estuary in daliao river and yingkou bay. Environmental Earth Science, 63: 163-175.
- sediments of Wadi Al-Arab Dam, Jordan. Chemos. xxx: xxx-xxx.
- Goswami, B. N. and Xavier, P. K. 2004. Dynamics of Internal Interannual Variability of Indian Summer Mon-soon in a GCM, Centre for Atmospheric and Oceanic Sciences Indian Institute of Science, Bangalore, 560012. INDIA.
- Han, Y., Jin, Z., Cao, J., Posmentier E. S. and An, Z. 2007. Atmospheric Cu and Pb Deposition and Transport in Lake Sediments in a Remote Mountain Area, Northern China. Wat. Ai. So. Pollut. 179: 167-181.
- Heyvaert, A., Reuter, J. E., Slotton D. G. and Goldman, C. R. 2000. Paleolimnological reconstruction of historical atmospheric lead and mercury deposition at Lake Tahoe, California-Nevada. Environ. Sci. Tech. 34: 3588-3597.
- John, S. G., Park, J. G., Zhang Z. and Boyle, E. A. 2007. The isotopic composition of some common forms of anthropogenic zinc. Chemos. Geo. 245: 61-69.
- Lee, M., Bae, W., Chung, J., Jung, H. and Shimd, H. 2008. Seasonal and spatial characteristics of seawater and sediment at Youngil bay, Southeast Coast of Korea. Mar. Pollut. Bullet. 225: 467-474.
- Manjunatha, B. R., 2001. Anthropogenic forces on distribution of heavy metals in the monsoon-dominated western continental margin of India, Environ Chan and Radio Trac. Pp: 270-271.
- Ochieng E. Z. , Lalah J. O. and Wandiga S. O. 2009. Anthropogenic sources of heavy metals in the Indian Ocean coast of Kenya. Bullet. Environ. Contamin. Toxic. 83(4): 600-607.
- Olubunmi, F. E. 2010. Evaluation of the Status of Heavy Metal Pollution of Sediment of