Archive OF SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

**دهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی**
**۲۹ آبان لغایت ۱ آذر ۹۱ (تهران- ایران)**

# استفاده از طرح نمونه برداری نامتقارن در بررسی الگوی تغییرات مکانی فلزات سنگین در رسوبات دریای پروژه موج شکن‌های جنوب

**محمدرضا شکری[۱] ، امیررضا غیاثوند طالبی[۲] ، سیدرضا حسینی[۳] ، شبنم فیروزمکان[٤]**

**کلیدواژه:** ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA)، طرح نمونه برداری نامتقارن (Beyond BACI Design)، طرح نمونه برداری متقارن (BACI Design)، فلزات سنگین، الگوی پراکنش مکانی.

## چکیده

این مقاله طرح‌های پیشنهادی آزمایش‌ها و نمونه‌برداری‌های پروژه‌های ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) مورد بررسی قرار گرفته و مزایا و معایب هر یک را مطرح و به تشریح طرح نمونه‌برداری نامتقارن Asymmetrical Beyond BACI Design می‌پردازد. به عنوان نمونه عملی استفاده از این طرح، طرح نمونه‌برداری به کار گرفته شده در ارزیابی تغییرات مکانی فلزات سنگین در رسوبات دریایی در پروژه ارزیابی اثرات زیست محیطی ۱۴ موج شکن در سواحل استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان تشریح می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که غلظت فلزات سنگین شامل کادمیوم، نیکل، سرب، وانادیم و روی در رسوبات دریایی منطقه مورد نظر برای احداث ۱۴ موج شکن در دامنه ارایه شده برای رسوبات دریایی و مقادیر ارایه شده در کشورهای حاشیه خلیج فارس می‌باشد. از میان این فلزات تنها میزان فلز نیکل بیش از دامنه مجاز ارایه شده برای رسوبات دریایی می‌باشد که نمایانگر آلوده بودن رسوبات به آلاینده‌های نفتی است زیرا فلز نیکل از شاخص‌های این دسته از آلودگی‌ها می‌باشد. موج شکن‌ها بر اساس میزان فلزات سنگین در رسوبات دریایی به ۳ گروه تقسیم می‌شوند. این گروه‌بندی نشان می‌دهد که موج شکن گواتر در شرقی‌ترین نقطه ساحل استان سیستان و بلوچستان علی‌رغم فاصله بسیار زیاد با سایر موج شکن‌های هم گروه خود که در استان هرمزگان قرار دارند بدلیل دارا بودن سیستم خور و مصب از بار آلودگی بالاتری برخوردار بوده به همین دلیل از شباهت بالایی با این موج شکن‌ها برخوردار شده و با آنها تشکیل یک گروه را داده است. ریزدانه بودن رسوبات مصب و خورها موجب افزایش جذب سطحی رسوبات و در نتیجه چسبندگی بیشتر فلزات سنگین به رسوبات و انباشت این فلزات می‌گردد.

## مقدمه

ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA: Environmental Impact Assessment) رویکردی است که به بررسی اثرات و پیامدهای یک پروژه بر محیط زیست، قبل از اجرای پروژه و در حین انجام آن می‌پردازد. یکی از روش‌هایی که در پروژه‌های صنعتی و ساختمانی جهت رعایت ضوابط مربوط به محیط زیست استفاده می‌شود، انجام مطالعات ارزیابی زیست محیطی است. بدون شک ارزیابی زیست محیطی پروژه‌ها، علاوه بر حفظ محیط زیست، از نظر اقتصادی نیز توجیه پذیر می‌باشد.

[۱] استادیار دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زیستی، مشاور مطالعات محیط زیست دریایی شرکت راهسازی و عمران ایران، m_shokri@sbu.ac.ir
[۲] کارشناس مهندسی عمران، مدیر پروژه موج شکن های چند منظوره، شرکت راهسازی و عمران ایران، eng_amir_ghiasvand@yahoo.com
[۳] دانشجوی دکتری مهندسی سازه های دریایی، دانشگاه تهران، مدیر مهندسی پروژه موج شکن های چند منظوره، شرکت راهسازی و عمران ایران، s_r_hosseini@ut.ac.ir
[٤] کارشناس ارشد مهندسی عمران، محیط زیست، کارشناس مطالعات محیط زیست، firoozmakan@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت‌هایی نظیر احداث سد، موج شکن، بنادر، فرودگاه‌ها، کارخانجات، شهرک‌های صنعتی، معادن و هر نوع فعالیت توسعه‌ای نیازمند ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) می‌باشند. مطالعات ارزیابی اثرات محیط زیستی دارای چهار هدف به شرح زیر می‌باشند:

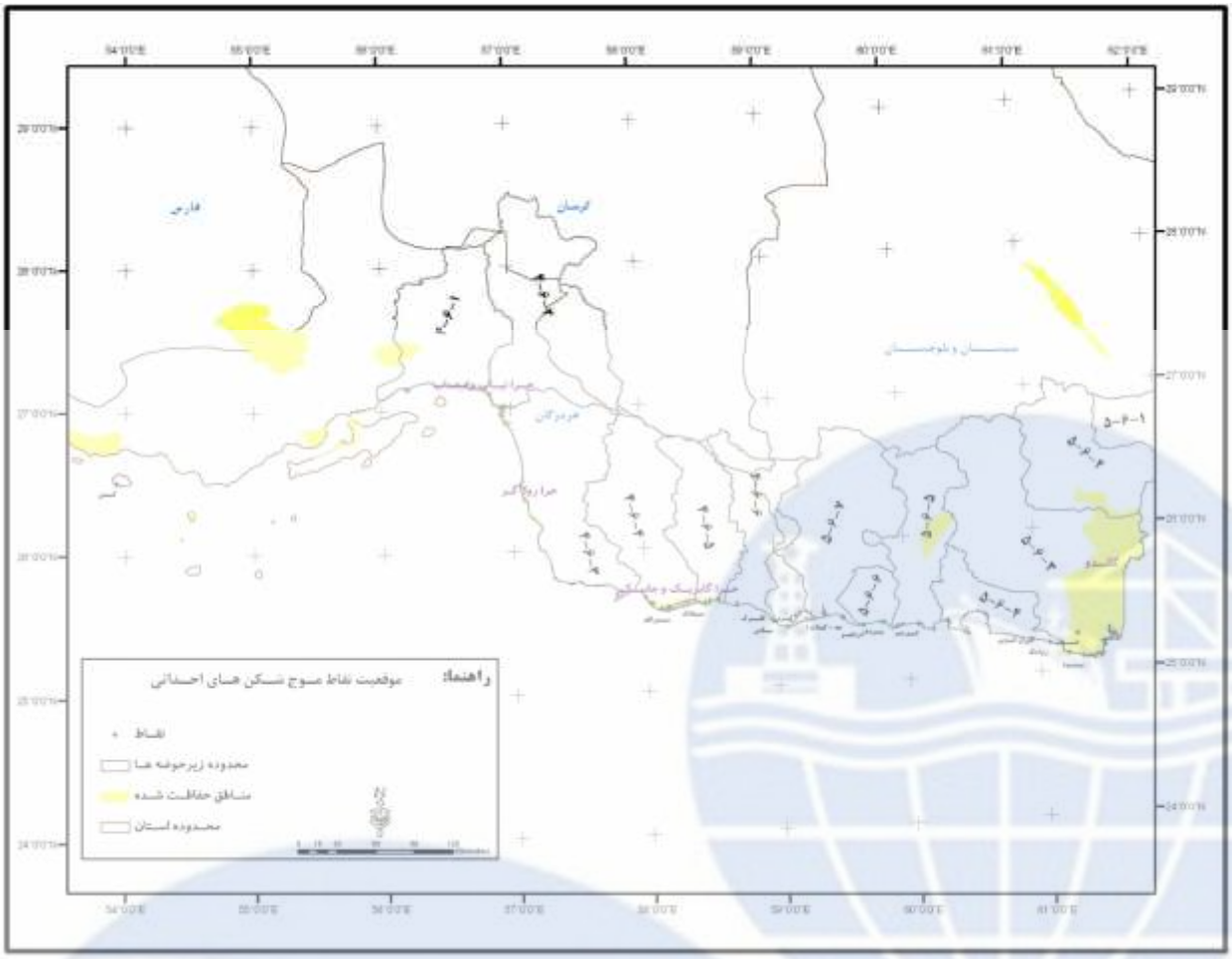
تعیین اقدامات اصلاحی مناسب و درج آن در برنامه پروژه، پیش بینی پیامدهای محیط زیستی مهم و ماندگار پروژه، تعیین ویژگی‌های پیامدهای محیط زیستی مهم و ماندگار پیش بینی نشده، و تعیین درآمدها و هزینه‌های محیط زیستی پروژه.

ارزیابی یکی ازروش‌های مقبول برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار است و می‌تواند به عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی در دسترس برنامه‌ریزان، مدیران وتصمیم گیراندگان قرار گیرد تا براساس آن بتوانند اثرات بالقوه محیط زیستی که در نتیجه اجرای پروژه‌های عمرانی و توسعه پدیدار می‌شوند را شناسایی نموده و گزینه‌های منطقی جهت رفع کاهش آنها انتخاب کنند.

موفقیت یک پروژه ارزیابی زیست محیطی مبتنی بر استفاده از اصول علمی و به کارگیری روش‌های مناسب و صحیح به منظور توصیف وضعیت موجود محیط زیست منطقه پروژه از جنبه‌های متفاوت محیط فیزیکی، بیولوژیکی و اقتصادی- اجتماعی است. توصیف صحیح وضعیت موجود محیط زیست بیولوژیکی پروژه‌ها بخصوص پروژه‌های دریایی به دلیل جوان بودن تحقیقات دریایی در کشور همواره چالش برانگیز بوده است. استفاده از طرح آزمایشات و روش‌های نمونه‌برداری صحیح از نیازهای اساسی موفقیت یک ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های دریایی می‌باشد. بررسی گزارشات ارزیابی زیست محیطی پروژهای دریایی در کشور نشان می‌دهد که بیشتر این پروژه‌ها فاقد طرح آزمایشات و روش‌های نمونه-برداری صحیح و یا در صورت دارا بودن این بخش مبتنی بر اصول علمی و صحیح به‌روز نیستند. این مقاله به تشریح انواع طرح آزمایشات و روش‌های نمونه‌برداری برای توصیف وضعیت موجود محیط زیست پروژه‌های ارزیابی زیست محیطی متداول در کشورهای پیشرفته می‌پردازد و در نهایت طرح ایده‌آل آزمایش و نمونه‌برداری در پروژه‌های ارزیابی اثرات زیست محیطی را معرفی نموده و به عنوان نمونه عملی استفاده از این طرح، طرح آزمایشات و روش‌های نمونه‌برداری به کار گرفته شده در پروژه ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) چهارده موج شکن در سواحل استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان را تشریح می‌کند. در این مقاله طرح‌های پیشنهادی آزمایشات و نمونه‌برداری‌های پروژه‌های ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) مورد بررسی قرار گرفته و مزایا و معایب هر یک را مطرح و به تشریح طرح نمونه‌برداری نامتقارن Asymmetrical Beyond BACI Design [۱] می‌پردازد. در این تحقیق به عنوان نمونه عملی استفاده از این طرح، طرح نمونه‌برداری به کار گرفته شده در پروژه ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) ۱۴ موج شکن در سواحل استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان تشریح شده و به بررسی برخی از نتایج زیست محیطی حاصل از این پروژه که توسط شرکت راهسازی و عمران ایران در سال ۱۳۹۰ انجام شد پرداخته می‌شود. این تحقیق به بررسی الگوی پراکنش مکانی و دسته‌بندی ایستگاه‌ها بر اساس میزان فلزات سنگین (روی، سرب، کادمیوم، وانادیم و نیکل) در رسوبات دریایی در ۱۴ موج شکن (شکل ۱) در سواحل دریای عمان می‌پردازد.

www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی موج شکن‌های مورد مطالعه (از جاسک تا گواتر)**

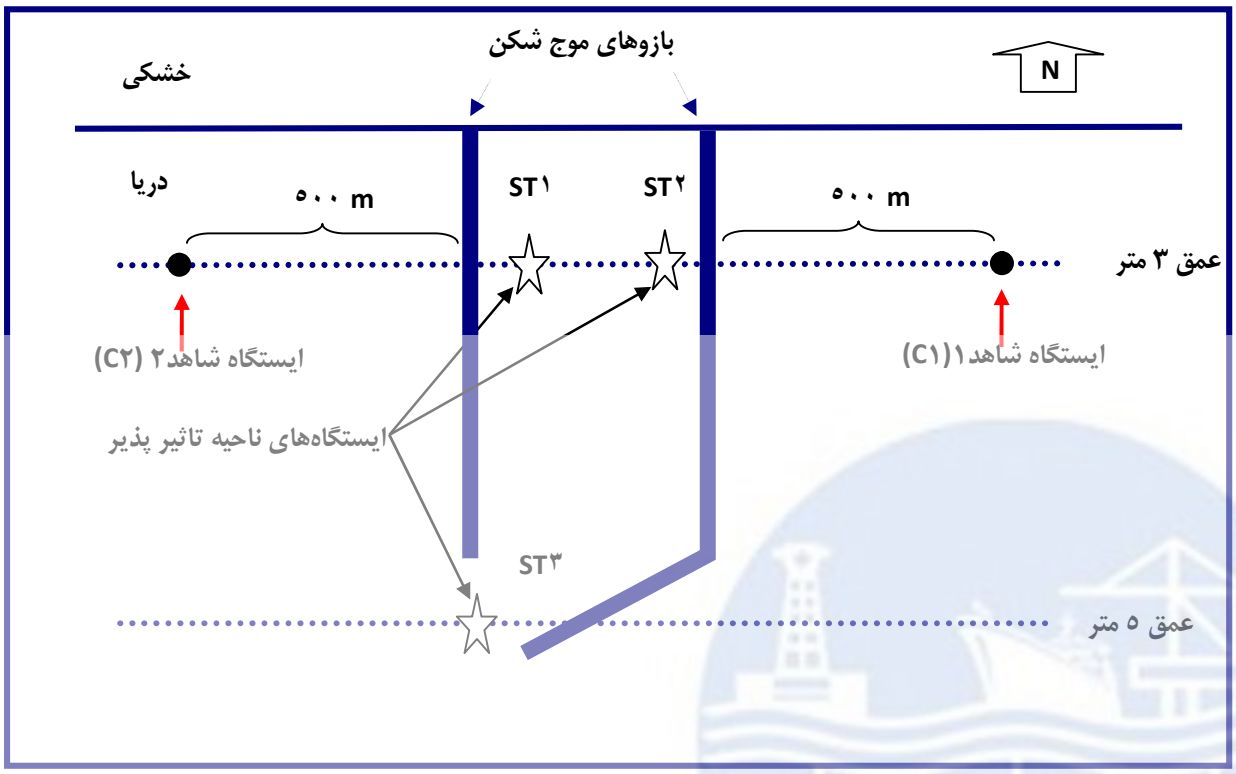
## روش انجام تحقیق

### ایستگاه ها، طرح آزمایشات و نمونه برداری فاکتور های زیست محیطی رسوب

محل و تعداد ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر طبق طرح نمونه‌برداری نامتقارن که منسوب به طرح Asymmetrical Beyond BACI Design می‌باشد تعیین می‌شود. در این طرح به ازای هر نقطه که تحت تاثیر مستقیم پروژه (در مطالعه حاضر محل احداث موج شکن) قرار گرفته که به عنوان ناحیه تاثیر پذیر (Impact station) نامیده می‌شود و در ازای هر ناحیه تاثیرپذیر از چندین نقطه بعنوان ایستگاه شاهد (Control station) نیز نمونه‌برداری شده است. در مطالعه حاضر بر طبق این روش رسوبات دریایی از ۲ ایستگاه در عمق ۳ متری در درون منطقه (محل احداث موج شکن) به علاوه ۱ ایستگاه در دهانه موج شکن در عمق ۵ متری به عنوان ایستگاه نواحی تاثیر پذیر، و از ۲ ایستگاه در امتداد و طرفین هر یک از بازوهای موج شکن در عمق ۳ متر و در فاصله ۵۰۰ متری از هر یک از بازوهای موج شکن نمونه‌برداری شده است (شکل ۲). میزان فلزات سنگین موجود در رسوبات بستر دریا شامل روی، سرب، کادمیوم، وانادیم و نیکل در ۱ تکرار در هر یک از ۱۴ ایستگاه محل احداث موج شکن اندازه گیری شد. نمونه‌های رسوب به سرعت در ظروف شیشه‌ای و پلی‌اتیلن نگهداری شده و بسته به نوع پارامتر مورد نیاز حفظ، تثبیت و در محل خنک نگهداری شده تا بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شوند. برای سنجش فلزات سنگین، ۱۰۰گرم از سطح رسوبات دست نخورده هر گرب توسط قاشق چوبی برداشته شده و به داخل کیسه‌های زیپ کیپ منتقل گردید. غلظت فلزات سنگین در رسوبات بر اساس روش ذکر شده در (EPA-۳۰۵۰B ۱۹۹۶) اندازه‌گیری می‌شوند. ابتدا رسوب برداشته شده مخلوط و هموژنیزه شده و از غربال با چشمه ۰/۰۹ میلی‌متر عبور داده می‌شود. برای اینکار سه نمونه، هر یک به وزن ۱ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۱:۱ حل شده تا عمل هضم انجام گیرد و فلزات سنگین آزاد گردد. سپس غلظت فلزات سنگین با استفاده از Inductively-Coupled Plasma-Mass Spectrometry تعیین می‌گردد ( EPA-۳۰۵۰B; MOOPAM) ((ICP LOQ (Varian)) [۲]. کلیه آنالیزهای مواد شیمیایی در مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران که مورد تایید سازمان حفاظت محیط زیست کشور می‌باشد، انجام گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۲- محل و تعداد ایستگاه‌های نمونه‌برداری در محل احداث موج شکن جهت نمونه‌برداری رسوب و آب.**

در شکل فوق ستاره‌ها نمایانگر ایستگاه‌های نواحی تاثیرپذیر (Impact stations) و دوایر نمایانگر ایستگاه‌های شاهد (stations Control) می‌باشند. C۱ ایستگاه شاهد ۱ (۵۰۰ متر در شرق بازوی شرقی در عمق ۳ متری)، C۲ ایستگاه شاهد ۲ (۵۰۰ متر در غرب بازوی غربی در عمق ۳ متری)، ST۱ ایستگاه ۱ (در مجاورت بازوی غربی در عمق ۳ متری)، ST۲ ایستگاه ۲ (در مجاورت بازوی شرقی در عمق ۳ متری) و ST۳ ایستگاه ۳ (در دهانه موج شکن در عمق ۵ متری) می‌باشند.

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل چند متغیری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار PRIMER۵ [۳] صورت گرفته است. با استفاده از نرم‌افزار PRIMER۵، الگوی پراکنش مکانی و دسته‌بندی ایستگاه‌ها بر اساس میزان فلزات سنگین (روی، سرب، کادمیوم، وانادیم و نیکل) در رسوبات دریایی در ۱۴ ایستگاه (موج شکن) با استفاده از ضریب همبستگی فواصل اقلیدسی (Similarity measure: Euclidean distance) و استفاده از آنالیز nMDS (non-metric Dimensional Scaling) و دسته‌بندی خوشه‌ای بر اساس لگاریتم داده‌ها صورت پذیرفته است.

## نتایج و بحث

### طرح های متداول آز مایشات و نمونه برداری

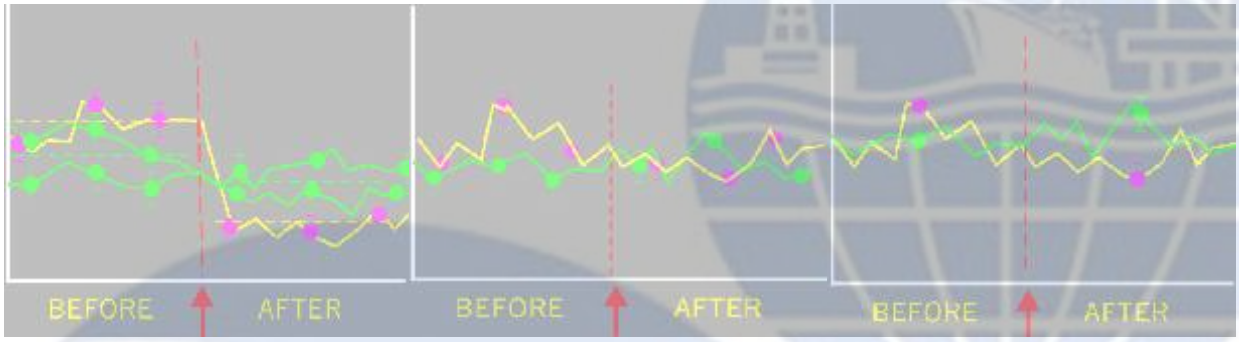
از اولین طرح‌های ارایه شده برای ارزیابی اثرات پروژه‌ها بر محیط زیست، طرح آزمایشات و نمونه‌برداری ارایه شده توسط Green [۴] است. در این طرح، که موسوم به BACI است در مقابل هر ایستگاه تاثیرپذیر از احداث پروژه (Impact Site) تنها از یک ایستگاه بعنوان ایستگاه شاهد (Control Site) نمونه‌برداری شده و تفاوت موجودات زنده و آلاینده‌های زیست محیطی در میان این دو ایستگاه در ۲ زمان قبل و پس از بهره‌برداری پروژه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (شکل ۳ الف). یکی از نقاط ضعف طرح BACI استفاده از یک ایستگاه شاهد می‌باشد، ایستگاهی که ممکن است تنها نمایانگر وضعیت جانداران و آلاینده‌های زیست محیطی حاکم در آن ایستگاه بوده و نمایانگر کل منطقه نباشد. از نقاط ضعف دیگر این طرح نمونه‌برداری در ۲ زمان یعنی قبل و پس از بهره‌برداری پروژه می‌باشد. محدود شدن نمونه‌برداری به ۲ زمان مذکور ممکن است موجب ناکارآمدی نمونه‌برداری در نشان دادن تغییرات طبیعی جمعیت جانداران در طی زمان و فصول شود. به طوری که تفاوت مشاهده شده در جمعیت جانداران در بین ایستگاه تاثیرپذیر از احداث پروژه (Impact Site) و ایستگاه شاهد (Control Site) که در اثر تغییرات طبیعی جمعیت جانداران در طی تغییر فصل رخ می‌دهد به اشتباه به تاثیر پروژه بر محیط زیست نسبت داده شود.

www.SID.ir

Archive of SID

برای رفع نقائص طرح BACI، دانشمندانی نظیر Bernstein و Zalinski [۵]، Hurlbert [۶] و Stewart-Oaten و همکاران [۷] افزایش دفعات نمونه‌برداری را پیشنهاد نمودند. به طوری به منظور لحاظ نمودن تغییرات طبیعی زمانی و فصلی جمعیت جانداران در مطالعات ارزیابی به جای ۲ بار، نمونه‌برداری در ۳ الی ۴ نوبت قبل و پس از بهره‌برداری پروژه انجام شود (شکل ۳ ب).

علیرغم بهبود کارایی طرح BACI پس از افزایش دفعات نمونه‌برداری، این طرح هنوز دارای نقائصی بود از جمله این که نمونه‌برداری از یک ایستگاه شاهد نمی‌توانست نمایانگر وضعیت واقعی جانداران در محیط زیست باشد. به منظور رفع نقائصی این چنینی Underwood [۱] طرح موسوم به Asymmetrical Beyond BACI Design را ارایه داد. طرح Asymmetrical Beyond BACI Design مدل پیشرفته طرح BACI است که در مقابل ایستگاه تاثیرپذیر از احداث پروژه (Impact Site) از چند ایستگاه بعنوان ایستگاه شاهد (Control Sites) در ۳ تا ۴ نوبت قبل و پس از بهره‌برداری پروژه نیز نمونه‌برداری می‌گردد. بر اساس این طرح، نه تنها در مقابل هر ایستگاه تاثیرپذیر ( Impact Site) از چند ایستگاه شاهد (Control Sites) در ۳ تا ۴ نوبت قبل و پس از بهره‌برداری پروژه نمونه‌برداری می‌گردد بلکه زمان نمونه‌برداری به صورت تصادفی انتخاب گردیده و تفاوت موجودات زنده و آلاینده‌های زیست محیطی در میان این دو ایستگاه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (شکل ۳ ج). طرح نمونه‌برداری نامتقارن Asymmetrical Beyond BACI Design با رفع نواقص موجود در طرح متقارن BACI، شمای کاملی از وضعیت زیست محیطی موجود در منطقه در نظر گرفته شده برای احداث پروژه ارایه کرده و ارزیابی بهتری از تاثیر پروژه بر وضعیت محیط زیست محل پروژه بدست می‌دهد.




ج ب الف

**شکل ۳- الف) طرح آزمایش‌ها و نمونه‌برداری موسوم به BACI، ب) طرح اصلاح شده BACI، ج) طرح Asymmetrical Beyond BACI Design**

### الگوی پراکنش مکانی میزان فلزات سنگین در رسوب دریایی

غلظت فلزات سنگین شامل کادمیوم، نیکل، سرب، وانادیم و روی در رسوبات دریایی منطقه مورد نظر برای احداث ۱۴ موج شکن با دامنه ارایه شده برای رسوبات دریایی Patin [۸] و مقادیر ارایه شده در کشورهای حاشیه خلیج فارس در جدول (۱) مقایسه شده است. مقایسه غلظت این فلزات در رسوبات دریایی اکثر موج شکن‌ها در محدوده ارایه شده برای رسوبات دریایی و مقادیر ارایه شده در کشورهای حاشیه خلیج فارس می‌باشد. از میان این فلزات تنها میزان فلز نیکل بیش از دامنه مجاز ارایه شده برای رسوبات دریایی Patin می‌باشد که نمایانگر آلوده بودن رسوبات به آلاینده‌های نفتی است زیرا فلز نیکل از شاخص‌های این دسته از آلودگی‌ها می‌باشد.

نتایج آنالیزهای nMDS و دسته‌بندی خوشه‌ای نشان می‌دهد که موج شکن‌ها بر اساس میزان فلزات سنگین در رسوبات دریایی به ۳ گروه تقسیم می‌شوند (شکل ۴): گروه (۱) متشکل از ۴ موج شکن گوران‌کش، پوشود، کوه خاک و درانگو، گروه (۲) متشکل از ۴ موج شکن جد، گوردیم، گیشاب و رودیک، و گروه (۳) متشکل از ۶ موج شکن بیردف، گواتر، سورگلم، بیاهی، کرتی و سپادک. بررسی دقیق‌تر این گروه‌بندی نشان می‌دهد که موج شکن گواتر در شرقی‌ترین نقطه ساحل استان سیستان و بلوچستان علی‌رغم فاصله بسیار زیاد با سایر موج شکن‌های هم گروه خود که در استان هرمزگان قرار دارند بدلیل دارا بودن سیستم خور و مصب از بار آلودگی بالاتری برخوردار بوده به همین دلیل از شباهت بالایی با این موج شکن‌ها برخوردار شده و با آنها تشکیل یک گروه را داده است. ریزدانه بودن رسوبات مصب و خورها موجب افزایش جذب سطحی رسوبات و در نتیجه چسبندگی بیشتر فلزات سنگین به رسوبات و انباشت این فلزات می‌گردد.

www.SID.ir

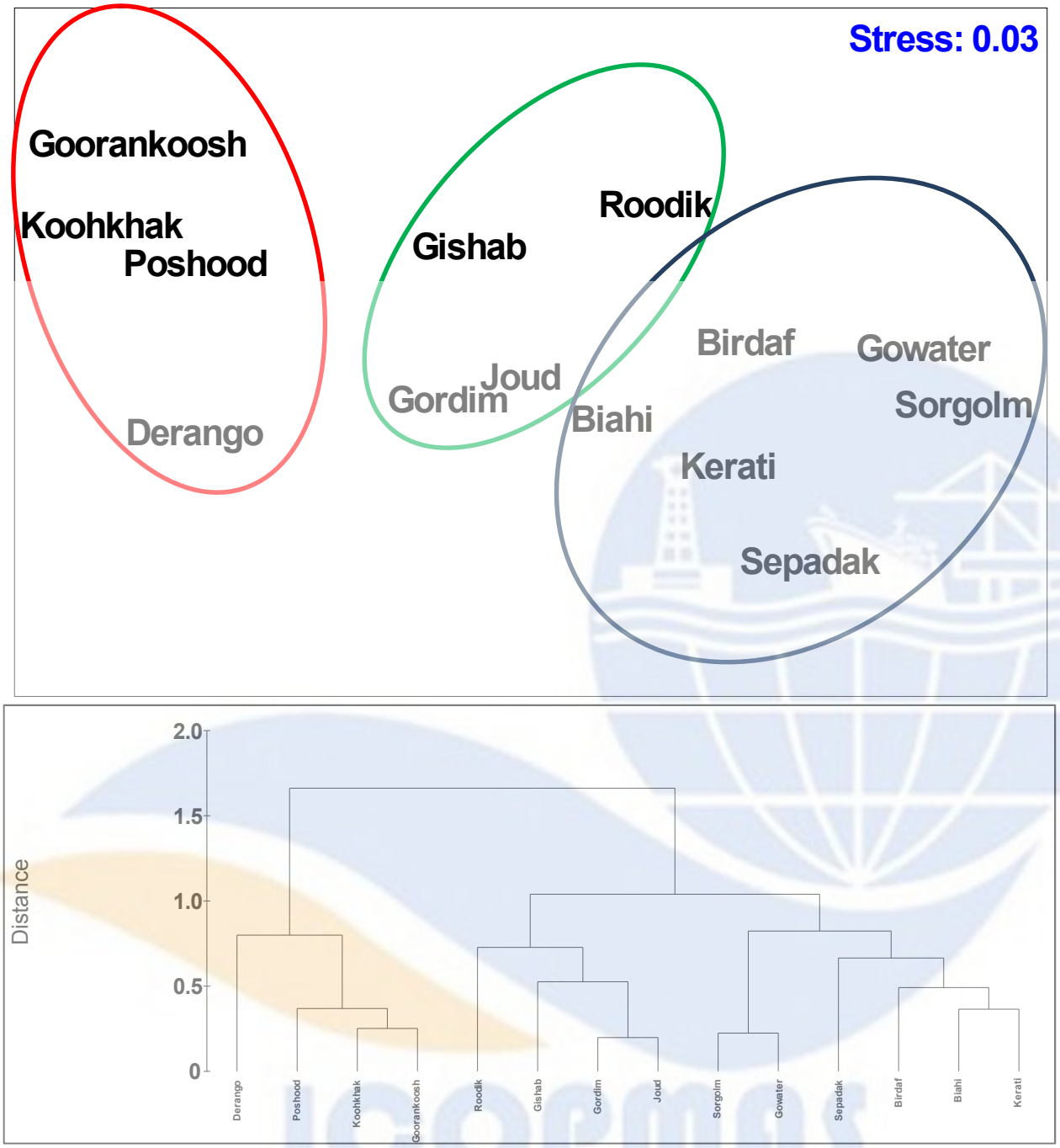
Archive of SID

**جدول۱- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین (µg/g بر مبنای وزن خشک) در رسوبات دریایی ۱٤ موج شکن با دامنه ارایه شده برای رسوبات دریایی Patin و مقادیر ارایه شده در کشورهای حاشیه خلیج فارس.**

| Parameter / Site | Cd | Ni | Pb | V | Zn |
|---|---|---|---|---|---|
| Biahi | <۱ | ۲٦ | ۱۰,٤ | ٤۸ | ۲٦ |
| Birdaf | <۱ | ۳۸ | ۱٤,٤ | ٤۳,٦ | ۳۱,٤ |
| Derango | <۱ | ۱٥,٦ | ٥,٦ | ۱۹,۲ | ۱۳,٦ |
| Gordim | <۱ | ۲٤,۸ | ۷,٦ | ۳۱,٦ | ۱۹,٦ |
| Joud | <۱ | ۲۹ | ۸,۲ | ۳۳ | ۲۱,۸ |
| Kerati | <۱ | ۲۹,٦ | ۱۱,۸ | ٦۲,٤ | ۳۱,۸ |
| Poshood | <۱ | ۱۰,۰٤ | ۸,۸۲ | ۲٥,۹۸ | ۱۳,٥۲ |
| Koohkhak | <۱ | ۷,۸۸ | ۹,٤٦ | ۲۱,۱ | ۱۲ |
| Sepadak | <۱ | ۲۹,۸ | ۱٤,٦ | ۸۹,۲ | ۳۸ |
| Sorgolm | <۱ | ٦۰,٤ | ۱۳ | ٦۳,٦ | ٤٦,٤ |
| Gowater | <۱ | ٥۸,۸ | ۱٥ | ٥۳,۳ | ٤٤,٥ |
| Gishab | <۱ | ۲٤,٥ | ۱۲,٥ | ۲٤ | ۱۹,٥ |
| Goorankoosh | <۱ | ۷,٤٦ | ۱۲,۰٦ | ۲۲,۳ | ۱۳,۳ |
| Roodik | <۱ | ۳۲,۲ | ۱۸ | ۲۸,٦ | ۲٦ |
| Kuwait (Basaham & Al-Lihaibi) [۹] | -- | ۲٦۹ | -- | ۹,٤ | ۲٤,٥ |
| Qatar, near shore sediments (de Mora et al.) [۱۰] | ۰,۰۷ | ۱۱,۲۳ | ۲,٤۲ | ۱۷,۷۲ | -- |
| UAE(de Mora et al.) | ۰,۰۷ | ۱۹۷,۲۳ | ۲,۲۸ | ۱٦,۰٥ | -- |
| Bahrain (de Mora et al.) | ۰,۰۸ | ۹,۰۲ | ۳٤,۰٥ | ۱۲,۲۸ | ۲۱,٤۱ |
| Oman (de Mora et al.) | ۰,۱۷ | ۳٤,۸۷ | ۰,۸۱ | ۲۱,٤٦ | ٥,۸٤ |
| Saudi Arabia (Fowler et al.) [۱۱] | ۰,۱٦ | ۱٤,٥۳ | ۳,۰٥ | ۱۸,۹۲ | ۷,۷۲ |
| Concentration range for marine sediments Patin [۸] | ۰,۳-۱ | ۲-۱۰ | ٦-۲۰۰ | ۱۰-٥۰۰ | ۳٥ |

www.SID.ir

Archive of SID




شکل ٤- نمودار دسته‌بندی nMDS و آنالیز خوشه‌ای نمایانگر گروه‌بندی ایستگاه‌ها بر اساس غلظت فلزات سنگین در رسوبات دریایی.

## نتیجه گیری

نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهد که غلظت فلزات سنگین در رسوبات دریایی منطقه مورد نظر برای احداث ۱۴ موج شکن در دامنه مجاز ارایه شده برای رسوبات دریایی و مقادیر ارایه شده در کشورهای حاشیه خلیج فارس می‌باشد. از میان این فلزات تنها میزان فلز نیکل بیش از دامنه مجاز ارایه شده برای رسوبات دریایی می‌باشد که نمایانگر آلوده بودن رسوبات به آلاینده‌های نفتی است زیرا فلز نیکل از شاخص‌های این دسته از آلودگی‌ها می‌باشد. موج شکن گواتر در شرقی‌ترین نقطه ساحل استان سیستان و بلوچستان علی‌رغم فاصله بسیار زیاد با سایر موج شکن‌های هم گروه خود که در استان هرمزگان قرار دارند بدلیل دارا بودن سیستم خور و مصب از بار آلودگی بالاتری برخوردار بوده به همین دلیل از شباهت بالایی با این موج شکن‌ها برخوردار شده و با آنها تشکیل یک گروه را داده است. ریزدانه بودن رسوبات مصب و خورها موجب افزایش جذب سطحی رسوبات و در نتیجه چسبندگی بیشتر فلزات سنگین به رسوبات و انباشت این فلزات می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

## مراجع

[۱]Underwood, A. J. (۱۹۹٤). On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. Eco- logical Applications, ٤, ۳–۱٥.

[۲]Moopam, ۱۹۹۹. Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods. Kuwait, V۱ ۲۰

[۳]Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (۲۰۰۱). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (۲nd ed.). UK: Plymouth Marine Laboratory.

[٤]Green RH (۱۹۷۹) Sampling design and statistical methods for environmental biologists. Wiley, Chichester

[٥]Bernstein, B.B., Zalinski, J., ۱۹۸۳. An optimum sampling design and power tests for environmental biologists. Journal of Environmental Management ۱٦, ۳٥–٤۳.

[٦]Hurlbert, S.H. (۱۹۸٤) Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs ٥٤(۲): ۱۸۷-۲۱۱.

[۷]Stewart-Oaten, A., Murdoch, W.W. & Parker, K.R. (۱۹۸٦). Environmental impact assessment: pseudo replication in time? Ecology ٦۷, ۹۲۹–۹٤۰.

[۸]Patin, S., (۱۹۹۹), Environmental Impact of the Offshore Oil and Gas Industry, ECOMONITOR Publishing, Newyork, ٤۲٥ P.

[۹]Basaham, A. and Al-lihaibi, S.S, (۱۹۹۳), Trace Elements in sediments of the western Gulf. Marine Pollution Bulletin, ۲۷, ۱۰۳-۱۰۷.

[۱۰]De Mora, S., Fowler, S.W., Wyse, E. and Azemard, S., (۲۰۰٤a), Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman, Marine Pollution Bulletin, ٤۹, ٤۱۰–٤۲٤.

[۱۱]Fowler, S.W., Readman, J.W., Oregioni, B., Villeneuve, J.P. and McKay, K., (۱۹۹۳), Petroleum hydrocarbons and trace metals in nearshore Gulf sediments and biota before and after the ۱۹۹۱ war: an assessment of temporal and spatial trends, Marine Pollution Bulletin, ۲۷, ۱۷۱-۱۸۲

www.SID.ir

Archive of SID

# Use of Asymmetrical Beyond BACI Design in Investigating Spatial Change Pattern of Heavy Metals in Sediments of Breakwater Project in South

**M. R. Shokri**
Assistant Professor, Shahid Beheshti University, marine environment studies consultant at Rahsazi and Omran Iran Company
M_shokri@sbu.ac.ir

**A. R. Ghiasvand Talebi**
Ba in Civil Engineering, Rahsazi and Omran Iran Company
Eng_amir_ghiasvand@yahoo.com

**S. R. Hosseini**
PhD candidate of Marine Structures Engineering, Tehran University, Rahsazi and Omran Iran Company
S_r_hosseini@ut.ac.ir

**Sh. Firoozmakan**
Ms, Civil Engineering
Firoozmakan@gmail.com

**Abstract:**

This article investigates the proposed plans, examinations, and samplings of EIA projects, propounds advantages and disadvantages of each of the projects and describes the asymmetrical beyond BACI design. As a practical sample of using this plan, the sampling design used in evaluation of heavy metals spatial changes in EIA project of 14 breakwaters in coasts of Hormozgan and Sistan and Baloochestan provinces are described. The result reveals that concentration of heavy metals including Cadmium, Nickel, Lead, Vanadium, and Zinc in sediments of the study area for construction of 14 breakwaters equals with the amount in the margin countries of Persian Gulf. Among these metals, only the quantity of Nickel is more than the authorized domain for sediments, which shows that sediments are polluted with oil pollutants (since Nickel is one of the indexes of this category). Based on the amount of heavy metals in sediments, breakwaters can be divided into three categories. This categorization shows that Guatr breakwater, in easternmost part of Sistan and Baloochestan coast, despite of being far from other similar breakwaters in Hormozgan, is more polluted, and for this reason it is highly similar to Hormozgan breakwaters and can be categorized in the same group. The fine-grained nature of sediments in estuaries and firths resulted in increase of sediments adsorption and consequently more adherence of heavy metals to sediments and reposition of these metals.

**Key words:** Environmental impacts assessment (EIA), Asymmetrical beyond BACI design, BACI design, heavy metals, spatial transmittance pattern, Persian Gulf

www.SID.ir