

## ارزیابی اثرات محیط‌زیستی آب‌شیرین‌کن‌ها با استفاده از روش ارزیابی اثرات سریع در سواحل جنوبی ایران

حسن صیاد<sup>۱</sup>\*

### چکیده

یکی از مهم‌ترین اثرات سوء محیط‌زیستی آب‌شیرین‌کن‌ها تخلیه پساب با شوری بالا به محیط دریا است. تأسیس آب‌شیرین‌کن‌ها در مکان مناسب و ارزیابی اثرات محیط‌زیستی آن‌ها اهمیت شایانی دارد. در زمینه‌ی حفظ محیط‌زیست هیچ سرمایه‌گذاری سودمندتر از تعالی سطح دانش و آگاهی مردم، ایجاد وجدان بیدار در جامعه نسبت به ماهیت و موجودیت منابع نخواهد بود. در این تحقیق ابتدا میزان آگاهی محیط‌زیستی شهروندانی که در مجاورت این تأسیسات زندگی می‌کنند (چابهار، قشم و بوشهر) سنجیده شد. بررسی آگاهی محیط‌زیستی جامعه آماری شهروندان ساکن در سواحل جنوبی با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی که به صورت مقطعی انجام و اطلاعات به شکل میدانی جمع‌آوری و سپس برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی آب‌شیرین‌کن‌ها از ماتریس ارزیابی اثرات سریع استفاده شد. با استفاده از این روش در زمانی کوتاه قادر خواهیم بود کمی‌سازی ارزیابی و مقایسه گزینه‌های واقعی در آب‌شیرین‌کن‌ها را تعیین کنیم. بررسی مناسب بودن یا نامناسب بودن موقعیت احداث آب‌شیرین‌کن‌های مطالعه شده بر اساس میزان پایداری با استفاده از روش ویکور با یکدیگر مقایسه انجام گرفت. در مطالعه حاضر غلظت فلزات سنگین سرب، مس، کادمیوم و جیوه در دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن رسوبات سواحل دریای عمان، قشم و بوشهر اندازه‌گیری و میانگین غلظت فلزات سرب، مس، کادمیوم و جیوه در رسوبات ایستگاه‌ها به ترتیب معادل ۱/۳۱، ۲۰/۹۹، ۰/۵۲ و ۰/۲۶ ppm، در مجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد، غلظت فلزات مورد مطالعه در دو ایستگاه قشم و خلیج چابهار بالاتر از سایر نقاط بوده در خصوص میانگین غلظت این فلزات در رسوبات مناطق تحت بررسی با استانداردهای جهانی نشان داد، سطح غلظت این فلزات سنگین به جز غلظت فلز مس که از سطح LAL بالاتر بود از حد استانداردهای اشاره شده در سطح پایین‌تری قرار داشت. با استفاده از نتایج این مطالعه می‌توان به درک بهتری از میزان اثرات محیط‌زیستی آب‌شیرین‌کن‌ها در سواحل جنوبی ایران و مقایسه آب‌شیرین‌کن‌های مطالعه شده باهم از نظر میزان پایداری محیط‌زیستی رسید. تدوین قوانین و مقررات مناسب، در زمینه‌ی آلودگی محیط‌زیست و اجرای مطلوب قوانین موجود، نظیر طرح یکپارچه مناطق ساحلی (ICZM)، در ارتقا سطح دانش و آگاهی، ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب‌شیرین‌کن، ماتریس ارزیابی اثرات سریع، روش ویکور، آگاهی زیست‌محیطی

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

Email: hassansayyad1995@yahoo.com

## مقدمه

محدودیت آب شیرین در جهان و افزایش جمعیت از یک سو و آلودگی منابع سطحی و زیرزمینی از سوی دیگر نگرانی عمده‌های را برای دست‌اندرکاران بخش آب به وجود آورده است. با توجه به این که در آینده موقعیت منابع آب بسیار درخطر است، باید برای مقابله با کمبود آب راهکارهای اساسی را پیش‌بینی نمود. یکی از این راه‌ها، تولید آب به روش صنعتی از طریق شیرین‌سازی آب دریا می‌باشد. این فرایند صنعتی علیرغم سودمندی‌های زیست‌محیطی، دارای اثرات منفی بر روی محیط‌زیست نیز می‌باشد که از آن جمله می‌توان به اثرات ناشی از احداث تأسیسات شیرین‌سازی آب، اثرات ناشی از مصرف انرژی، اثرات بر محیط‌زیست دریایی، اثرات بر توسعه اشاره نمود. کمبود آب شیرین به دلیل شرایط اقلیمی و یا برداشت بی‌رویه از منابع آب در بسیاری از مناطق دنیا سبب شده است که بشر آب موردنیاز جهت آشامیدن و استفاده در فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی را از شیرین نمودن منابع آب شور از جمله آب دریا به دست آورد پروژه‌های احداث و ساختن کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن، بندرها، اسکله‌ها، و دیگر انواع سازه‌های دریایی به دلیل استقرار در محیط‌های دریایی (آبی و خاکی) در مقایسه با سایر پروژه‌های توسعه‌ای بدون شک از طیف گسترده اثرات و پیامدهای محیط‌زیستی برخوردار می‌باشند طرح‌های توسعه حمل‌ونقل دریایی عوامل تشکیل‌دهنده محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار داده و با ایجاد آلودگی آب، خاک، تخریب زیستگاه‌های آبزیان، کف زیان و موجودات خشکی زی، ایجاد ضایعات و تغییر در وضعیت فیزیکی خطوط ساحلی، آلودگی صدا و مشکلات غیرقابل جبرانی را فراهم می‌آورند. راهبر (۱۹۹۹). مسائل مرتبط با پروژه‌های عمرانی باید به‌طور دقیق برای استفاده منطقی از منابع از یک طرف و اطمینان از سلامت اکوسیستم‌ها از سوی دیگر ارزیابی شوند و ندانا و همکاران (۲۰۲۰)<sup>۲</sup> هدف اولیه از انجام یک مطالعه ارزیابی اثرات محیط زیستی، اطمینان یافتن از رعایت سیاست‌ها و اهداف تعیین‌شده در برنامه‌ها و فعالیت‌های یک پروژه در راستای ضوابط، معیارها، قوانین و مقررات محیط زیستی است. بنابراین، با انجام این‌گونه مطالعات، روند اجرای پروژه‌ها، همسو با اهداف توسعه پایدار گردیده و موجب بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی با حداقل آثار سوء محیط زیستی می‌گردد. ظرفیت شیرین‌سازی آب در دهه‌های گذشته به‌طور وسیعی افزایش یافته است. دلیل این افزایش، تقاضا برای آب شیرین و کاهش

Rahbar<sup>۱</sup>

<sup>۲</sup> Vandana

اساسی در هزینه‌های شیرین‌سازی بوده است زو (۲۰۱۲)<sup>۱</sup> تاکنون در سطح ایران تحقیقات معدودی در خصوص ارزیابی اثرات محیط‌زیستی و بوم‌شناختی آب‌شیرین‌کن‌ها خصوصاً با روش‌های EIA انجام شده است. در ادامه به برخی از این مطالعات ملی و بین‌المللی و کاربرد گسترده روش RIAM در مطالعات محیط‌زیست اشاره شده است. پورعنقا و غفران مکشوف (۱۳۹۳) اثرات محیط‌زیستی کارخانه سیمان سیستان را با استفاده از ماتریس ارزیابی سریع بر اساس اجزای محیط‌زیستی (فیزیکی-شیمیایی، بیولوژیکی-اکولوژیکی، اجتماعی-فرهنگی و اقتصادی-عملیاتی) مورد ارزیابی قراردادده و راهکارهایی را برای کاهش دادن اثرات منفی ارائه نموده‌اند. بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی RIAM امتیاز محیط‌زیستی، کارخانه سیمان سیستان دارای مطلوبیت زیادی است و اثرات منفی کمی دارد. اردشیری و همکاران (۱۳۹۵) در یک مقاله مروری مسئله محیط‌زیستی آب‌شیرین‌کن‌ها و بهینه‌سازی کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن با حداقل اثرات بر محیط‌زیست را مورد بحث قراردادده و به معرفی جامع و ارزیابی انواع آب‌شیرین‌کن‌ها پرداخته‌اند. در این مطالعه ممانعت از برهم خوردن تعادل‌های محیط‌زیستی، گسترش آلودگی و تخریب سواحل بکر از جمله اثرات بالقوه احداث آب‌شیرین‌کن‌ها بر شمرده شده و پایش‌های قبل و بعد از ساخت آب‌شیرین‌کن‌ها از جمله روش‌های کاهش اثرات سوء به منظور کاهش اثرات منفی این واحدها معرفی گردیده است.

کاشانی و قدسی پور (۱۳۹۵) تحلیل ریسک محیط‌زیستی مراحل ساخت و بهره‌برداری پروژه شیرین‌سختی و انتقال آب را مورد پژوهش قراردادده و با شناسایی مخاطرات محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های مرتبط با مراحل ساخت و بهره‌برداری از پروژه، تنظیم برنامه کنترل و مدیریت ریسک محیط‌زیستی به منظور کاهش ریسک‌ها را متذکر شده‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد مهم‌ترین مخاطرات محیط ساحلی-دریایی در دوره ساختمانی شامل عدم رعایت محدوده مصب حفاری کف بستر، نشت مواد روغنی و نفتی به دریا، تجمع پسماند و نخاله می‌باشد. در دوره بهره‌برداری نیز افزایش شوری به دلیل اختلال در عملکرد نازل‌های خط برگشت پساب و اختلال در عملکرد سیستم تنظیم مواد شیمیایی افزودنی و افزایش فلزات سنگین در پساب خروجی ناشی از طوفان‌های دریایی مهم‌ترین ریسک‌های این فاز محسوب می‌گردند. ایمانی و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی اثرات محیط‌زیستی کارخانه سیمان یاسوج با استفاده از روش RIAM و ماتریس لئوپولد<sup>۲</sup> ایرانی پرداختند. تجزیه و تحلیل حاصل از

<sup>1</sup> Zhu

<sup>2</sup> Leopold Matrix

RIAM نشان داد که منفی ترین اثرات مربوط به کیفیت هوا، فرسایش خاک، آلودگی صوتی، کیفیت محصولات کشاورزی، چشم اندازها و مناظر روستا، اشتغال و بیکاری می باشد و در مقابل مثبت ترین اثرات مربوط به طرح های توسعه آبی روستا، خدمات و حمل و نقل و ارزش ملک می شود. با وجود آثار مثبت پروژه (۲۷ درصد) و آثار منفی (۷۳ درصد)، اجرای پروژه کاملاً تأیید گردید. در یابیی زندگی و واعظی هیر (۱۳۹۸) با استفاده از روش RIAM، ارزیابی اثرات محیط زیستی ایستگاه های انتقال پسماند تهران را مورد سنجش قرار دادند. نتایج بررسی آن ها نشان داد تخلیه و بارگیری پسماند در فضای سرپوشیده و همراه با احداث فضای سبز در ایستگاه انتقال پسماند با کسب بیشترین امتیاز به لحاظ پایداری و همچنین برخورداری از کمترین اثرات مخرب محیط زیستی به عنوان اولویت اول برای احداث ایستگاه های انتقال است. کریمی حاجی خادمی (۱۳۹۸) در مطالعه خود به اثرات پساب آب شیرین کن بر ویژگی های بافتی گونه صدف دوکفه ای<sup>۱</sup> از ایستگاه های خروجی آب شیرین کن اسکله بهمن، خروجی اسکله بهمن و حوضچه هامون در قشم با هدف سنجش فلزات سنگین پرداخت و نشان داد قرار گرفتن مداوم در معرض آلاینده های شیمیایی می تواند اثرات جبران ناپذیر و غیر قابل برگشتی روی چرخه زندگی این موجودات بگذارد.

مرزبان و همکاران (۱۳۹۸) سطح آگاهی و رفتارهای محیط زیستی شهروندان را با استفاده از ابزار پرسشنامه استاندارد در جمعیت شهری یزد مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج علیرغم وجود آگاهی و نگرش نسبتاً مناسب به محیط زیست، بیشتر افراد به لحاظ رفتار محیط زیستی عملکرد ضعیفی داشتند. روسو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) اثرات آب نمک تخلیه شده توسط کارخانه های آب شیرین کن را بر روی خانواده پرتاران مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن ها بدین شرح است که میزان فراوانی، تنوع و غنای پرتاران با دور شدن از محل تخلیه پساب افزایش معنی داری می یابد. فرهادیان و کیانی (۱۳۹۳). روش های مختلفی برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل اثرات محیط زیستی در مطالعات EIA پیشنهاد شده است، که هر کدام با توجه به محدودیت ها و قابلیت ها و به خصوص بر اساس معیارهای اثرات استفاده شده است کرمی و همکاران (۲۰۱۶) از روش های مورد استفاده در فرآیند EIA می توان روش های کارشناسی ویژه، چک فهرست ها، ماتریس، مدل های کیفی و کمی و سامانه های پشتیبانی تصمیم گیری نام برد بالست و همکاران (۲۰۱۵). روش RIAM، یک روش توسعه یافته و شفاف در فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیستی

<sup>1</sup>Saccostrea cucullata

<sup>2</sup> - Ruso

می باشد دریابگی زند و واعظی هیر ( ۱۳۹۸ ) ماتریس سریع در واقع روشی برای نشان دادن اثرات منفی و مثبت ناشی از اجرای یک پروژه و در نتیجه ابزاری برای برنامه ریزی درست و مدیریت بهینه می- باشد قبادی و همکاران (۲۰۲۰) پس از اینکه فعالیت های بندر شناسایی شد آنگاه اثرات و مخاطرات زیست محیطی حاصل از فعالیت های بندر با استفاده از متد ماتریس ارزیابی سریع در مرحله بهره برداری ارزیابی می گردد. ارزیابی اثرات زیست محیطی حاصل یا بازده ماتریس ارزیابی اثرات سریع است. در این روش، عناصر محیط زیستی دریکی از چهار دسته فیزیکی- شیمیایی، بیولوژیکی- اکولوژیکی ، اجتماعی- فرهنگی و اقتصادی - عملیاتی قرار می گیرند روش RIAM برای پایش اثرات از اجزای زیست محیطی بوده که در مقابل معیارهای از پیش تعریف شده قرار می گیرد و باعث انتقال پایش به رنج تشریحی از اعداد مثبت و منفی از اثرات می باشد. در این روش هر کدام از اجزای زیست محیطی موجود در مقابل معیارها و ارزش ها در ماتریس ثبت می گردد. هک<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود پیش بینی دانش ذینفعان ساحلی در مورد اثرات نمک زدایی آب دریا بر اکوسیستم های دریایی و متغیرهای مؤثر بر آن را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به دست آمده تحقیق آن ها نشان داد که دانش افراد جامعه آماری در مورد ویژگی های زیستی بالاتر از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی بود. این مطالعه همچنین نشان داد که ذینفعان با بهره برداری تجاری از سایر ساکنان ساحلی آگاهی و دانش بیشتری داشته اند. به نظر می رسد داشتن منافع اقتصادی انگیزه ای قوی برای آموزش بیشتر در مورد این اکوسیستم باشد. سولا<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۹) کیفیت طرح های پایش محیط زیستی کارخانه های آب شیرین کن اسپانیا را مورد بررسی قرار داده اند. با مطالعه و تحلیل ۳۰ پروژه ارزیابی اثرات محیط زیستی کارخانه آب شیرین کن در سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹، ابعادی را که منجر به بهبود تخلیه آب نمک حاصل از شیرین سازی گردد را مورد بحث قرار داده اند. آن ها طی بررسی این گزارشات دریافتند الزامات مربوط به پایش تخلیه پساب نمک و طراحی نمونه برداری به مرور زمان بهتر شده است. شریفی نیا<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی آسیب پذیری تنوع زیستی خلیج فارس به واسطه اثرات کارخانه های آب شیرین کن پرداخته اند. بر اساس نتایج مطالعات میدانی و آزمایشگاهی به خطرات جدی و مزمن جوامع آبزیان به خصوص کفزیان، خارپوستان، گیاهان دریایی و صخره های مرجانی در اثر تماس با پساب این واحدها اشاره نموده اند. همچنین تخلیه پساب

۱ Ghobadi

۲ - Heck

۳ - Sola

۴ - Sharifinai



منجر به کاهش جمعیت گونه‌های حساس، تراکم پلانکتون‌ها و جمعیت گیاهان آبی می‌گردد. با توجه ظرفیت دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن سواحل خلیج فارس بیش از ۱۱ میلیون مترمکعب در روز می‌باشد که پیشنهاد می‌کنند مکان‌یابی، طراحی و عملکرد مناسب می‌تواند در کاهش اثرات منفی محیط‌زیستی آب‌شیرین‌کن‌ها مؤثر واقع شود.

راوال<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۹) به‌منظور انتخاب محل دفن زباله مناسب از بین سه ایستگاه در شهر الله‌آباد هندوستان، عوامل فیزیکی - شیمیایی، زیست‌شناختی - بوم‌شناختی، اجتماعی - فرهنگی و اقتصادی را در تجزیه و تحلیل RIAM در نظر گرفتند و برای به‌دست آوردن اطلاعات از متخصصان، دانشگاهیان و مقامات دولتی که در زمینه سایت محل دفن زباله و مدیریت آن کار می‌کنند در قالب یک پرسشنامه نظرخواهی کردند. تجزیه و تحلیل پاسخ‌های دریافت شده توسط RIAM کمیت اثرات نامحسوس را از نظر نمره محیط‌زیست تعیین کرد و بهترین گزینه جهت دفن زباله شناسایی شد. استفاده از روش RIAM برای نمایش هر کدام از اجزاء جداگانه می‌باشد پس از انجام ارزیابی بر اساس معیارهای یاد شده و محاسبات ساده ریاضی مورد نیاز، دامنه اثرات از مفید و مثبت زیاد تا منفی زیاد، مشخص می‌شود و در نهایت یا استفاده از جداول و نمودارهای مربوط به اجزای محیط و اثرات پیش‌بینی شده، مقایسه بین گزینه‌های مختلف پیشنهادی صورت می‌پذیرد. با توجه به مشکلات متعددی که واحدهای آب‌شیرین‌کن برای محیط زیست و حتی جوامع محلی ساکن ایجاد می‌نمایند لذا انجام ارزیابی اثرات زیست محیطی در رفع و کاهش مشکلات زیست محیطی احتمالی می‌تواند بسیار مؤثر واقع شود. با توجه به اینکه اثرات محیط‌زیستی کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن در ایران به‌ندرت مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته است و همچنین آگاهی محیط‌زیستی شهروندان مناطق ساحلی جنوب در خصوص اثرات منفی احتمالی محیط‌زیستی واحدهای آب‌شیرین‌کن مورد بررسی قرار نگرفته، هدف از این پژوهش تبدیل ذهنیت به واقعیت در امتیازدهی به اثر پروژه آب‌شیرین‌کن چابهار، بند عباس و بوشهر با استفاده از روش RIAM و ویکور به‌منظور ارزیابی اثرات محیط‌زیستی و ارائه راهکارهای مناسب در این زمینه به مدیران و برنامه‌ریزان این مجموعه و شهرستان است.

روش تحقیق

<sup>3</sup>- [Rawal](#)

روش مورد استفاده برای جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش، کتابخانه‌ای میدانی و آزمایشگاهی است. جهت تحلیل اثرات از روش ارزیابی سریع اثرات زیست محیطی استفاده می‌گردد. پس از اینکه فعالیت‌های کارخانه شناسایی شد آنگاه اثرات و مخاطرات محیط زیستی حاصل از فعالیت‌ها با استفاده از روش ماتریس ارزیابی سریع در مرحله بهره‌برداری ارزیابی می‌گردد. این روش دربرگیرنده هر چهار جزء محیط زیست شامل اجزای فیزیکی-شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی-فرهنگی و اقتصادی-عملیاتی است (Kumar et al., 2019; Praveen and Jegan, 2016). معیارهای هر جزء با توجه به خصوصیات هر منطقه به منظور ارزیابی و مقایسه سه گزینه آب‌شیرین‌کن چابهار، قشم و بوشهر تعیین خواهد شد. معیارهای اجزاء محیط زیست در ردیف‌های ماتریس و معیارهای ارزیابی در ستون‌ها قرار می‌گیرند. به منظور بررسی مناسب بودن یا نامناسب بودن موقعیت احداث آب شیرین کن‌های موجود در منطقه بر اساس میزان پایداری. از روش ویکور استفاده خواهد شد. مبنای این روش بر گرفته از برنامه ریزی سازشی است. این مدل به عنوان تصمیم‌گیری چند معیاره برای حل مسئله تصمیم‌گیری گسسته با معیارهای نامتناسب و متعارض توسعه داده شده است. این مدل بر رتبه بندی و انتخاب از یک دسته آلترناتیو ها و تعیین راه حل های سازگار برای مسئله با معیار های متعارض متمرکز شده است که می تواند به تصمیم‌گیرندگان برای رسیدن به تصمیم نهایی کمک کند (Opricovic and Tzeng, 2004). بررسی آگاهی محیط زیستی جامعه آماری شهروندان ساکن در سواحل جنوبی با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی که به صورت مقطعی انجام می‌شود، صورت خواهد گرفت. داده‌ها بر اساس پرسشنامه-ای که شامل چندین شاخص در زمینه تحلیل آگاهی محیط زیستی است جمع‌آوری می‌گردد. حجم نمونه پژوهش بر اساس فرمول کوکران با میزان خطای ۵ درصد تعیین می‌شود. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد

## مدل VICOR

ویکور به‌عنوان روش تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۱</sup> (MCDM) مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل است (چن و وانگ ۲۰۰۹). اگر در یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره، N معیار و M گزینه وجود داشته باشد،

<sup>1</sup>Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

به منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از این روش، مراحل الگوریتم پیاده سازی ویکور به شرح زیر است اپراکویک و تزنج (۲۰۰۹)

مرحله اول: اولین قدم در ارزیابی چند معیاره، تعریف معیاره ها و ایجاد ماتریس به صورت رابطه (۱) است:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}$$

مرحله دوم: پس از تشکیل ماتریس تصمیم گیری، نرمال سازی این ماتریس انجام شد (رابطه ۲). یک نکته مهم در شاخص های تصمیم گیری، وجود شاخص های مثبت و منفی باهم در یک ماتریس است. به منظور تطبیق مقیاس های گوناگون اندازه گیری از بی مقیاس سازی استفاده خواهد شد.

$$F = \begin{pmatrix} f_{11} & \dots & f_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & \dots & f_{mn} \end{pmatrix}$$

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}}$$

مرحله سوم: تعیین بردار وزن معیار است. در این مرحله با توجه به ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم گیری، برداری به صورت رابطه (۲) تعریف می شود.

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

به این منظور از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی استفاده می شود. در این روش معمولاً از مقایسه ای زوجی یا دوبه دو استفاده می شود ساتی (۱۹۹۸<sup>۲</sup>) در واقع، این روش مقایسه ای زمینه ای برای محاسبه اهمیت وزن معیارها فراهم می کند و نشان می دهد چگونه می توان اهمیت نسبی مجموعه ای از فعالیت ها را در مسائل تصمیم گیری چند معیاره تعیین کرد. یکی از مزیت های فرایند تجلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی ساز کاری در قضاوت های انجام شده برای تعیین اهمیت معیارها و زیر مهیارها نسبت به یکدیگر

<sup>1</sup> Opricovic and Tzeng, 2004

<sup>2</sup> Saaty



برآورد می‌شوند، احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. چنانچه مقدار ضریب سازگاری مساوی یا کوچک‌تر از ۱/۰ باشد، نشان می‌دهد سازگاری لازم در قضاوت‌ها رعایت شده است. مرحله چهارم: در این مرحله پس‌از اینکه ماتریس موجود بر اساس رابطه (۳) نرمال خواهد شد. مرحله پنجم: محاسبه شاخص VICOR مقدار Q است که این مقدار بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q_i = v \left[ \frac{S_i - S^-}{S^* - S^-} \right] + (1-v) \left[ \frac{R_i - R^-}{R^* - R^-} \right]$$

$$S^- = \text{Min}S_i \quad S^* = \text{Max}S_i \quad R^- = \text{Min}R_i \quad R^* = \text{Max}R_i$$

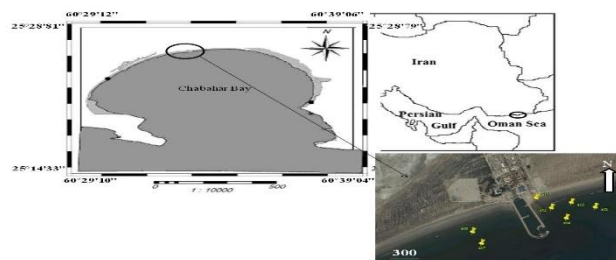
مرحله ششم: مرتب کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر R,S,Q است. در این مرحله با توجه به مقادیر R,S,Q گزینه‌ها در سه گروه از کوچک‌تر به بزرگ‌تر مرتب می‌شوند و در نهایت گزینه‌ی به‌عنوان گزینه برتر انتخاب خواهد شد.

به منظور تهیه داده‌های تکمیلی برای ارزیابی اثرات زیست محیطی آبشیرین کن‌ها در نزدیک‌ترین محل به خروجی پساب آب‌شیرین کن و همین‌طور در شعاع‌های ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۴۰۰۰ متری از محل خروجی پساب نمونه برداری از رسوبات انجام خواهد شد و عناصر سنگین اندازه‌گیری خواهد شد. نتایج به دست آمده در محیط نرم‌افزاری ArcGIS 10.4.1 با استفاده از تکنیک‌های درون‌یابی تبدیل به لایه پیوسته آلودگی رسوب از نظر هر یک از عناصر مذکور خواهد شد. این نتایج در اختیار کارشناسان جهت تکمیل ماتریس ارزیابی اثرات سریع قرار خواهد گرفت.

## نتایج و بحث

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه: دریای مکران (عمان) با شکل مثلثی بین کشورهای ایران، عمان و پاکستان قرار دارد. حداکثر طول آن از شمال غرب تا جنوب شرق ۹۵۰ کیلومتر و حداکثر پهنا آن از شمال شرق به جنوب غرب حدود ۳۴۰ کیلومتر (موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۱۳۹۴) و دومین پیکره دریایی ایران در جنوب کشور محسوب می‌گردد که با مساحتی حدود ۹۰۰ هزار کیلومتر مربع (از تنگه هرمز تا غرب شبه قاره هند به انضمام قسمت پاکستانی دریا) حدوداً ۳/۷ برابر خلیج فارس می‌باشد. بر اساس مطالعات جامع مکان‌یابی و پدافندی انجام شده شهرک صنعتی کنارک انتخاب و مطالعات جامع در این بخش از منطقه انجام و در حال پیگیری است. تنها مجتمع آب‌شیرین‌کن چابهار - کنارک از

۲۵ سال پیش تاکنون که تاسیسات سیستم آن حرارتی بوده و طی چند سال اخیر با توسعه تکنولوژی از سیستم اسمز معکوس با فلو ورودی ۷۰۰۰ متر مکعب در ساعت و تولیدی تقریباً ۴۰ هزار متر مکعب جهت شیرین سازی آب دریا بهره گرفته و پساب خروجی از  $R_0$  دوباره به دریا برمی گردد، که متأسفانه آب نمک خروجی از کارخانه به دریا باعث کاهش فراوانی، غنا و تنوع پرتاران در نواحی نزدیک به محل تخلیه آب نمک در مقایسه با ایستگاههای شاهد شده است (میری و همکاران ۱۳۹۳). شکل زیر محل استقرار کارخانه آب شیرین کن چابهار-کنارک را نشان می دهد.



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه در خلیج چابهار

با توجه به نقش مهم آنالیز رسوبات در ارزیابی شرایط آلودگی در محیط های دریایی در مطالعه حاضر بررسی میزان جذب چهار فلز سرب، مس، کادمیوم و جیوه در سواحل دریایی عمان، قشم و بوشهر مورد بررسی قرار گرفت براساس نتایج مطالعه حاضر بالاترین میزان جذب فلزات سرب، کادمیوم و جیوه در رسوبات مناطق تحت بررسی در ایستگاه خلیج چابهار مشاهده شد. همچنین بالاترین میزان جذب فلز مس نیز در رسوبات مناطق تحت بررسی در دو ایستگاه خلیج چابهار و قشم اندازه گیری شد. براساس یافته های مطالعه حاضر توالی غلظت فلزات سنگین تحت بررسی در رسوبات سطحی سواحل شمالی دریای عمان در نمونه های به دست آمده از رسوبات این مناطق به ترتیب به شکل جیوه > کادمیوم > سرب > مس به دست آمد وجود اختلافات معنی دار بین مقادیر غلظت فلزات سنگین اندازه گیری شده در بین ایستگاههای مختلف میتواند حاکی از این باشد که منابع آلودگی در این مناطق به صورت نقطه ای است. در مطالعه سلیمانی و همکاران (۱۳۹۴) غلظت این فلز در رسوبات بخشی از دریای عمان در محدوده استان سیستان و بلوچستان ۹/۹۹ ppm گزارش شد. همچنین بزی و همکاران ۱۳۹۴ نیز غلظت فلز مس را در رسوبات سطحی خلیج چابهار در دامنه ۱۰/۹۷-۵۴/۷۶ ppm و لقمانی ۱۳۹۵ تغییرات این عنصر را در همین نقطه ۲/۵۶-۵۹/۱۹ ppm گزارش دادند. منبع اصلی سرب در محیط زیست دریایی

روان آب ناشی از طوفان های دریایی و فاضلا بهاست Peters (و همکاران، ۱۹۹۷). ضمن آنکه ورود این عنصر به اکوسیستمهای آبی از طریق نفت خام، شیمی و معدن کاوی صنعتی نیز تأیید شده است Sorensen و همکاران، 1991؛ Heath، ۱۹۸۳. این فلز سنگین در فاضلا بهای شهری، کشاورزی و خانگی یکی از عوامل اصلی آلاینده محسوب میشود Luoma و Rainbow، ۲۰۰۸. در ترکیبات رنگ ها از جمله رنگهای مورد استفاده برای بدنه کشتیها و شناورها نیز وجود دارد با توجه به نتایج به دست آمده به نظر میرسد تخلیه فاضلابهای انسانی و صنعتی به آبهای منطقه و نیز تردد قایق ها و شناورها و توقف زیاد این وسایل مقدار زیادی از پساب ناشی از سوخت آنها و همچنین ضایعات مربوط به تعمیر کشتی ها باعث وارد شدن سرب به درون آب های منطقه و افزایش غلظت این عنصر میگردد. کادمیوم یکی از محصولات فرعی تولید شده از طریق فعالیتهای معدن کاری و تصفیه کردن فلزات سرب و روی است و در بین ۲۰ فلز سنگین خطرناک ارائه شده توسط ATSDR، در رتبه هفتم قرار دارد Roberts، ۱۹۹۹. میانگین غلظت این فلز در پوسته زمین در حدود ۱ میلی گرم در هر کیلوگرم Gesamp، ۱۹۸۷ و بالاترین مقدار ترکیبات کادمیومی در محیط زیست در رسوبات صخره های و فسفات های دریایی در حدود ۱۵ میلیگرم کادمیوم در هر کیلوگرم گزارش شده است Gesamp، (، 1987 منبع اصلی کادمیوم موجود در دریاها فاضلابهای صنعتی و شهری هستند و فراوانی آن در طبیعت کم است Kanakaraju (و همکاران، ۲۰۰۸) و معمولاً در عرضهای جغرافیایی با سطح بالاتری از این فلز دیده میشود) بزی و همکاران، ۱۳۹۴). در همین Kavun و همکاران ۲۰۰۵ با بررسی غلظت کادمیوم در جزیره Kurile در شمال غرب اقیانوس آرام دلیل افزایش غیرمعمول کادمیوم در این منطقه را به این موضوع نسبت دادند، بنابراین به دلیل قرار گرفتن این منطقه در عرضهای جغرافیایی پایین شاهد مقادیر کمتری از فلز کادمیوم در این منطقه هستیم. ضمن اینکه ممکن است حلالیت فلز کادمیوم در آب Warren (، ۱۹۹۸؛ Brich، ) 1996 نیز از دلایل پایین بودن غلظت این فلز در رسوبات منطقه تحت بررسی باشد، هر چند بایستی به این نکته نیز توجه داشت که این فلز آلاینده حاصل سوخت وسایل نقلیه بنزین سوز محسوب میشود و یکی از عوامل تأثیرگذار در ارتباط با افزایش غلظت این فلز را میتوان تردد قایقها و شناورهای متعدد در این منطقه دانست.

## جدول (۱) پاسخ نمونه ها به سوالات آگاهی محیط زیستی

روشهای کسب اطلاعات زیست محیطی						
آشنایان	اماکن مذهبی	تابلو تبلیغاتی	اینترنت	نشریه و کتاب	موسسات مردم نهاد	تلویزیون و رادیو
۸۰	۶	۳۲	۶۰	۱۲	۲۳	۱۴۰
۶.۸	۲	۷.۵	۱۰	۶	۱۸	۱۰
۱۴.۵	۱۲	۲۱	۳۰.۵	۴۴.۵	۵۰	۲۳.۵

بر اساس جدول (۱) میزان آگاهی عمومی محیط زیستی جامعه محلی بر حسب منابع کسب اطلاعات زیست محیطی نشان داده شده است، بطوریکه الگوی کسب اطلاعات زیست محیطی کسانی که با اولویت به ترتیب: ۱-آموزش های سازمان های زیست محیطی مردم نهاد- NGO ۲-نشریه و کتاب ۳-اینترنت می باشد، نمره بیشتری در داشتن آگاهی محیط زیستی دارند درمقایسه با کسانی که الگوی کسب اطلاعاتی زیست محیطیشان با اولویت به ترتیب) تلویزیون و رادیو، آشنایان، مراکز مذهبی( می باشد. بنابراین با به رسمیت شناختن و توسعه تشکل ها، سازمان ها و موسسات مردم نهاد زیست محیطی جامعه محلی نظیر تسهیل دراعطای مجوزهای قانونی به آنها می تواند نقش کلیدی در افزایش و شکل گیری انگیزه ها، امیال و علایق زیست محیطی داشته باشد، که اساس تغییر در رفتار و عملکردهای محیط زیستی افراد به شمار می رود و در افزایش آگاهی ها و عملکرد محیط زیستی جامعه محلی نقش موثری خواهد داشت. جدول (۲) مقایسه پارامترهای کیفیت زیست محیطی پساب آب شیرین کن ها را ارائه می دهد.

جدول (۲) مقایسه پارامترهای کیفیت زیست محیطی در پساب آبشیرین کن

نمونه مورد بررسی	آماره t	سطح معنی داری	P*
هدایت الکتریکی	۱۱۰۰۲/۲۹۴	۰/۰۰۰	p< 0.01

$p < 0.01$	۰/۰۰۰	۴۶۵۰۱/۱۴۷	کل مواد جامد محلول
$p > 0.01$	۱	۰/۰۰۰	PH
$p < 0.01$	۰/۰۰۰	۱۰۰/۱۲۶	کدورت
$p < 0.01$	۰/۰۰۰	۴۳۶۸/۷۳۰	سختی کل
$p < 0.01$	۰/۰۰۰	-۱۱۰۱/۱۷۱	نیترات
$p < 0.01$	۰/۰۰۰	۱۱۲۵۷/۱۸۴	سولفات
$p < 0.01$	۰/۰۰۰	۴۰۰۸۸/۷۷۸	کلرور
$p < 0.01$	۰/۰۰۰	-۱۲۱۸/۹۸۸	فلوئور

جدول (۳) مقایسه غلظت فلزات سنگین در پساب آبشیرین کن

$P^*$	سطح معنی داری	آماره t	نمونه مورد بررسی
$p > 0.01$	۱	۰/۰۰۰	سرب
$p > 0.01$	۱	۰/۰۰۰	جیوه
$p > 0.01$	۱	۰/۰۰۰	نیکل

جدول (۴) مقایسه غلظت فلزات سنگین

$P^*$	سطح معنی داری	آماره t	نمونه مورد بررسی
$p < 0.01$	۰/۰۰۱	-۸/۷۳۵	سرب
$p > 0.01$	۱	۰/۰۰۰	جیوه
$p > 0.01$	۰/۲۱۱	-۱/۲۱	نیکل

۲۳۶۹



جدول (۵) مقایسه کلی پارامترهای کیفیت زیست محیطی در پساب آبشیرین کن ها

نمونه مورد بررسی	آماره t	سطح معنی داری	p*
پارامترهای کیفیت زیست محیطی در پساب آبشیرین کن	۱/۷۳۱	۰/۰۰۸	p < 0.01

بر اساس جدول (۱) میزان آگاهی عمومی محیط زیستی جامعه محلی بر حسب منابع کسب اطلاعات زیست محیطی نشان داده شده است، بطوریکه الگوی کسب اطلاعات زیست محیطی کسانی که با اولویت به ترتیب: ۱-آموزش های سازمان های زیست محیطی مردم نهاد- NGO ۲-نشریه و کتاب ۳-اینترنت می باشد، نمره بیشتری در داشتن آگاهی محیط زیستی دارند درمقایسه با کسانی که الگوی کسب اطلاعاتی زیست محیطیشان با اولویت به ترتیب) تلویزیون و رادیو، آشنایان، مراکز مذهبی (می باشد). بنابراین با به رسمیت شناختن و توسعه تشکل ها، سازمان ها و موسسات مردم نهاد زیست محیطی جامعه محلی نظیر تسهیل دراعطای مجوزهای قانونی به آنها می تواند نقش کلیدی در افزایش و شکل گیری انگیزه ها، امیال و عالیق زیست محیطی داشته باشد، که اساس تغییر در رفتار و عملکردهای محیط زیستی افراد به شمار می رود و در افزایش آگاهی ها و عملکرد محیط زیستی جامعه محلی نقش موثری خواهد داشت استفاده از مواد شیمیایی جهت بهبود آب و وجود آلاینده های شیمیایی در آب خروجی آب شیرین کن های مورد مطالعه و اثر آن بر موجودات زنده، غیر قابل اجتناب است؛ همچنین پساب خارج شده از سیستم آب شیرین کن ها شورتر از آب های پذیرنده و حاوی مواد شیمیایی و فلزات سنگین است که می تواند اثرات زیست محیطی احتمالی بر محیط زیست اطراف داشته باشد آب های آلوده حتی با داشتن غلظت فلزات سنگین کمتر از حد مجاز هم می توانند در مدت زمان طولانی سبب انباشتگی این عناصر در خاک و گیاه گردند. برای رفع آلودگی در مورد عناصر سنگین تثبیت آن ها از روش های مختلف نظیر حفر چاه های تزریقی اضافه کردن مواد ترسیب دهنده مواد سمی پیشنهاد می گردد. به عنوان نتیجه گیری کلی با توجه به نتایج به دست آمده می توان این چنین بیان کرد که اگرچه میزان غلظت فلزات سنگین تحت بررسی در مطالعه حاضر (سرب، مس، کادمیوم و جیوه) در رسوبات سواحل دریای عمان در منطقه قشم و بوشهر در حد خطرناک و بحرانی نیست اما بایستی پیش از آنکه به تهدیدی جدی برای سلامت محیط زیست و موجودات منطقه تبدیل شوند، با اقدامات

پیشگیرانه، مدیریت و نظارت صحیح از افزایش این آلاینده ها جلوگیری نمود. با استفاده از نتایج این مطالعه می توان به درک بهتری از میزان اثرات محیط زیستی آب شیرین کن ها در سواحل جنوبی ایران و مقایسه آب شیرین کن های مطالعه شده باهم از نظر میزان پایداری محیط زیستی رسید. تدوین قوانین و مقررات مناسب، در زمینه آلودگی محیط زیست و اجرای مطلوب قوانین موجود، نظیر طرح یکپارچه مناطق ساحلی (ICZM)، در ارتقا سطح دانش و آگاهی، ضروری می باشد.

## منابع

- اردشیری، س.، رنجبر وکیل آبادی، د.، ابراهیم زاده، ف. ۱۳۹۵. مسئله زیست محیطی آب شیرین کن ها و بهینه سازی کارخانه های آب شیرین کن با حداقل اثرات بر محیط زیست. اولین کنفرانس دوسالانه نفت، گاز و پتروشیمی خلیج فارس انرژی و محیط زیست. دانشگاه خلیج فارس، بوشهر. ۱-۲۸.
- ایمانی، ب.، یارمحمدی، ک.، اسد پور، ز. ۱۳۹۸. ارزیابی اثرات کارخانه زیست محیطی کارخانه سیمان یاسوج با استفاده از ماتریس RIAM و لئوپولد ایرانی (مطالعه موردی: روستای تنگاری شهر یاسوج). مخاطرات محیط طبیعی ۸(۲۱): ۲۴۹-۲۶۸.
- برزگری، ا.، پورچنگیز، ی. ۱۳۹۵. بررسی جاذبه های ژئوتوریستی چابهار. همایش ملی فرهنگ گردشگری و هویت شهری. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۱-۹.
- پورعنقا، پ.، غفران مکشوف، س. ۱۳۹۳. ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانه سیمان سیستان با استفاده از ماتریس ارزیابی سریع RIAM. پنجمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری پایدار. تهران. ۱-۸.
- دریابیگی زند، ع.، واعظی هیر، آ. ۱۳۹۸. به کارگیری ماتریس ارزیابی اثرات سریع و مدل پایداری جهت ارزیابی اثرات محیط زیستی و بهینه سازی راهبری ایستگاه های انتقال پسماند شهر تهران. سلامت و محیط زیست، ۱۲(۳): ۵۱-۵۱۴.
- فرهادیان، م.، کیانی، و. ۱۳۹۳. ارزیابی اثرات زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی به روش ماتریس سریع با تأکید بر مدیریت منابع آب (مطالعه موردی: سد گرین نهاوند). فصلنامه بین المللی پژوهشی تحلیلی منابع آب و توسعه ۱۲(۱): ۱۰۹-۱۱۸.

کاشانی، ت. قدسی پور، س. ح. ۱۳۹۵. ارزیابی اثرات ریسک‌های زیست‌محیطی به روش تحلیل ریسک پروژه‌های آب‌شیرین‌کن در راستای توسعه پایدار. سومین کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری. تبریز. ۱-۱۲.

کریمی حاجی خادمی، م. ۱۳۹۸. اثرات پساب آب‌شیرین‌کن بر برخی ویژگی‌های بافتی گونه *Saccostrea cucullata* (Born, 1778). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زیست‌شناسی دریا-بوم‌شناسی دریا. دانشگاه هرمزگان. دانشکده علوم و فنون دریایی.

مرزبان، آ.، برزگران، م.، حمایت خواه، م.، ایاسی، م.، دلاوری، س.، سبزه‌ای، م. ت.، رحمانیان، و. ۱۳۹۸. ارزیابی سطح آگاهی و رفتارهای زیست‌محیطی شهروندان (مورد مطالعه: جمعیت شهری یزد). فصلنامه سلامت و محیط‌زیست ۱۲(۱): ۱۷-۳۰.

میری، م.، نبوی، م.، دوست‌شناس، ب.، صفاهیه، ع.، لقمانی، م. ۱۳۹۳. اثرات تغییرات شوری و دمای ناشی از آب نمک تخلیه شده از کارخانه آب شیرین‌کن بر روی ساختار جمعیت پرتاران در خلیج چابهار. مجله علوم و فنون دریایی ۱۳(۳): ۴۱-۵۰.

Balist, J., Chehrazar, F., Mohamadi bigdeli, S. 2015. Environmental impact assessment of wastewater treatment using RIAM (pastakia) (case study: DEZFOL wastewater treatment plant). the 1st International Environment and natural Resources conference- IENC2015, 7september, 2015, kharazmi Higher Institute of science & technology, shiraz, Iran.

Chen LY, Wang TC. Optimizing partners choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. International Journal of. Production Economics. 2009; 120(1): 1 -12.

Ghobadi, M., Ahmadipari, M., Pazoki, M. 2020. Assessment of Disposal Scenarios for Solid Waste Management Using Fuzzy Rapid Impact Assessment Matrix; a Case Study of Khorramabad Industrial Estate. Pollution 6(3): 531-541.

Görener A, Toker K, Uluçay K. Application of combined SWOT and AHP: a case study for a manufacturing firm. Procedia -Social and Behavioral Sciences. 2012; 58 : 525 -534.

Gholamalifard M, Phillips J, Ghazizade MJ. 2017. Evaluation of unmitigated options for municipal waste disposal site in Tehran, Iran using an integrated assessment approach. Journal of Environmental Planning and Management. 60(5):792-820.

Heck, N., Petersen, K. L., Potts, D. C., Haddad, B., Paytan, A. 2018. Predictors of coastal stakeholders' knowledge about seawater desalination impacts on marine ecosystems. Science of the Total Environment. 639: 785-792.

Karami, M., Ahmadi, H., Karami, K. 2016. Environmental impacts assessment of construction and utilization phases of tourism projects in Karun Dam IV, Iran, Caspian Journal of Environmental Sciences 14(2): 165-175.

Kumar, S., Dhar, H., Nair, V.V., Rena., Govani, J., Arya, S. et al. 2019. Environmental quality monitoring and impact assessment of solid waste dumpsites in high altitude sub-tropical regions. Journal of Environmental Management. 252: 109681.

Malczewski J. spatial multi criteria decision analysis In: J. ctil(Ed), Multicriteria decision making and analysis: a geographic information sciences approach. Brook field, VT: Ashgate publishing ; 1999.

- Opricovic S, Tzeng G. Extended VIKOR method in comparison with outranking methods, European Journal of Operational Research. European Journal of Operational Research. 2006;, pp 514 -529.
- Opricovic, S., & Tzeng, G.-H. (2004). Compromise Solution by MCDM methods: A Comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. Journal of European Journal of operational Research, 156, 445-455.
- Padash, A. 2017. Modeling of environmental impact assessment based on RIAM and TOPSIS for desalination and operating units. Environmental Energy and Economic Research. 1(1): 75-88.
- Pastakia, C. M. R. 1998. The rapid impact assessment matrix (RIAM)—A new tool for environmental impact assessment. In *Environmental Impact Assessment Using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)*, K. Jensen (ed). Fredensborg, Denmark: Olsen & Olsen.
- Phillips J. A. 2015. Quantitative-based evaluation of the environmental impact and sustainability of a proposed onshore wind farm in the United Kingdom. Renewable and Sustainable Energy Reviews.49:1261-70.
- Praveen , S. and Jegan, J. 2016. Investigation of Proposed Infrastructure Developments in Beypore Port, using Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM). International Research Journal of Environment Sciences. 5(11): 56-64.
- Rawal, N., Nidhi, C. & Pandey, H.K. 2019. Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)-Based Approach for Selection of Solid Waste Disposal Site. National Academy Science Letters. 42: 395–400.
- Ruso, Y. D. P., Carretero, A. D. O., Casalduero, F. G., Lizaso, J. L. S. 2008. Effects of brine discharge over soft bottom polychaeta assemblage. Environmental Pollution. 156: 240-250.
- Sarupria, M., Manjare, S.D. & Girap, M. 2019. Environmental impact assessment studies for mining area in Goa, India, using the new approach. Environmental Monitoring and Assessment. 191: 18.
- Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process. Mc Graw Hill Company, New York. 198 8 ; 350 pp.
- Shakib-Manesh, T.E., Hirvonen, K.O., Jalava, K. J., Alander, T., Kuitunen, M.T. 2014. Ranking of small scale proposals for water system repair using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM), Environmental Impact Assessment Review. 49: 49- 56.
- Sharifinia, M., Afshari Bahmanbeigloo, Z., Smith Jr, W. O., Chee Kong, Y., Keshavarzifard, M. 2019. Prevention is better than cure: Persian Gulf biodiversity vulnerability to the impacts of desalination plants. Global Change Biology. 25(12):4022-4033.
- Sola, I., Zarzob, D., Sánchez-Lizaso, J. L. 2019. Evaluating environmental requirements for the management of brine discharges in Spain. Desalination. 471(11413): 1-9.
- Valizadeh, S., and Hakimian, H. 2019. Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology 16: 3337-3354.
- Vandana, M., John, S.E., Maya, K., Sunny, S., Padmalal, D. 2020. Environmental impact assessment (EIA) of hard rock quarrying in a tropical river basin—study from the SW India. Environmental Monitoring and Assessment. 192, 580.
- Zhu, A. 2012. Energy and cost optimization of reverse osmosis Desalination. PhD thesis in Chemical Engineering. University of California. USA.