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)

ارائه روش مدیریت آب توازن کشتی در خلیج فارس با استفاده از روش FUZZY TOPSIS

علیرضا خجسته[۱] ، مصطفی زارع دوست[۲] ، مریم رسولی[۳]

کلید واژه: مدیریت آب توازن کشتیها ، مدل FUZZY TOPSIS ، آلودگی آب دریا ،محیط زیست دریایی ،گونه های مهاجم، آب توازن

چکیده

یکی از راه های عمده انتقال گونه های مهاجم علاوه بر مقاصد آبزی پروری، حمل و نقل عمدی و یا غیرعمدی این گونه های ناخواسته از طریق کشتیها، شناورها، قایق های ماهیگیری و تفریحی می باشد. از این رو، متولیان امر، می بایست با مدیریت صحیح بر آب توازن کشتی ها از طریق نظارت و اعمال الزامات قانونی در زمینه جلوگیری و یا کاهش خطرات ناشی از انتقال آنها بپردازند. جهت مقابله با آلودگی ناشی از هجوم گونه های غیربومی آبزی از سه روش: ۱- دریافت و پردازش آب توازن در بنادر، ۲- پردازش آب توازن بر روی کشتیها و ۳- تبادل آب توازن در مسیر راه میتوان استفاده نمود. تکنولوژی های مختلفی جهت تصفیه آب توازن کشتیها در بنادر مورد استفاده قرار میگیرند که عبارتند از ۱- فیلتر نمودن ۲- ایجاد سیستم گردابی و چرخشی ۳- روش گرمایی ۴- استفاده از مواد شیمیایی و ضد عفونی کننده ها ۵- از طریق تابش اشعه فرابنفش ۶- استفاده از امواج فراصوتی ۷- الکترولیز آب ۸- پرتاب الکترونهای شتاب دار. روشهای اشاره شده روشهای اثبات شده ای است که صنایع دریایی جهت کاهش خطرات آب توازن کشتیها از آنها استفاده مینمایند. در این تحقیق با بهره گیری از مدل FUZZY TOPSIS مقایسه ای کلی بین روشهای مختلف تصفیه آب بالاست جهت کشتی های وارده به بنادر صورت پذیرفته و مناسبترین و عملی ترین روش دراین خصوص پیشنهاد گردیده است. روشهای فوق بر اساس معیارهای مختلف و با نگرش کلی بر مبنای کارآیی و هزینه مورد ارزیابی قرار گرفته اند. بر این اساس مشاهده گردید که روش استفاده از فیلترینگ از نظر کارآیی و هزینه از سایر روشها عملی تر و اصولی تر بوده و پس از آن روشهای استفاده از اشعه فرا بنفش و امواج فراصوتی نیز میتواند در تصفیه آب بالاست کار آیی مناسبی داشته باشند. بطور کلی این سه روش به ترتیب اولویت و یا همزمان با هم نیز میتوانند به عنوان ابزاری مناسب جهت کاهش آلودگی آب دریا ناشی از آب توازن کشتی ها در بنادر مورد استفاده قرار گیرد.

مقدمه

با توجه به جابجایی بیش از ۸۰ درصد کالاها از طریق دریا، همه ساله حدود 10 میلیارد تن آب توازن توسط کشتیها جابجا می گردد که تخمین زده می شود حداقل روزانه ۳ تا ۴ هزار گونه از موجودات زنده به این وسیله از محلی به محل دیگر انتقال می یابند.افزایش ظرفیت، تعداد و سرعت کشتی های اقیانوس پیما باعث گردیده است تا مقدار آب توازن جابجا شده در مخازن کشتی و متعاقبا "تعداد و تنوع گونه های دریایی و پاتوژنهای جابجا شده در آنها نیز افزایش یابند که این امر به نوبه خود تاثیر قابل توجهی بر احتمال بقاء گونه های آبزی در هنگام سفر در مخازن توازن کشتی از نقطه ای به نقطه دیگرداشته و همچنین باعث انتقال عامل برخی بیماریهای انسانی و شیوع گسترده آنها در بین مردم ساکن در نواحی ساحلی گردیده است [۱]مشاهده متعدد گونه های دریایی در خارج از زیستگاه اصلی آنها باعث افزایش حساسیت دانشمندان و توجه بیشتر مجامع بین المللی گردید.که این امر باعث آغاز یک اقدام جدید جهانی برای وضع قوانین و مقررات لازم به منظور کاهش و کنترل

[۱]- معاون دریایی و بندری -اداره کل بنادر و دریانوردی استان خوزستان – akhojasteh@gmail.com
[۲]- رئیس اداره حفاظت و ایمنی دریانوردی -اداره کل بنادر و دریانوردی خوزستان – zaredoost@yahoo.com
[۳]- کارشناس -اداره کل ایمنی و حفاظت دریایی– rasouli.maryam@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

جابجایی گونه های دریایی گردید. کشور ها را به این فکر وا داشت که آبهای توازن قبل از تخلیه به دریا پاکسازی و امحاء شوند. همسو با اقدامات جهانی سازمان جهانی دریانوردی (IMO) نیز کنوانسیون مدیریت آب توازن را مصوب نمود(CEPA 2002) . اثر مخرب انتقال آب توازن ناشی از جابجایی موجودات و آبزیان ریز داخل آب توازن است که نا خواسته وارد تانک های کشتی ها شده و پس از سفر از مکانی به مکان دیگر در یک اکوسیستم و محیط جدید تخلیه می شوند [۲]جلوگیری کامل از انتقال آبزیان ریز دریایی امری بعید است اما میتوان انتقال این عوامل بیماری زا و مخرب محیط زیست را به طریقی به حداقل رساند. سیستم های پاکسازی آب توازن در صورت انتخاب روش صحیح و عملکرد مناسب باعث ضد عفونی شدن و سالم سازی آب توازن شده و مانع از انتقال موجودات ناخواسته آبزی از نقطه ای به نقطه ی دیگر می شوند. این مقاله به کمک روش تاپسیس به بررسی و آنالیز سیستم های پاکسازی آب توازن کشتی ها در بنادر پرداخته و روشهای گوناگون تصفیه و پاکسازی آب توازن را از لحاظ اثر بخشی ، ایمنی ، اجرایی بودن و هزینه اجرای آن مقاسیه می کند[۳]

معرفی روش کار

سیستم های پاکسازی آب توازن باعث ضد عفونی شدن و سالم سازی آب توازن شده و مانع از انتقال موجودات آبزی از نقطه ای به نقطه ی دیگر می شوند . هر چند که با توجه به حضور موجودات بسیار ریز در بین رسوبات مختلف ته نشین شده در مخازن کشتی امکان از بین بردن کامل این مجودات به سادگی مقدور نمیباشد ولی بطور کلی هشت روش در پاکسازی آب توازن کشتی ها وجود دارند که عبارتند از :۱- فیلتر کردن آب توازن ۲- ایجاد سیستم گردابی و چرخشی (استفاده از نیروی گریز از مرکز) ۳-گرم کردن آب توازن ۴- استفاده از مواد شیمیایی کشنده و ضد عفونی کننده ۵- تابش اشعه ی ماوراء بنفش ۶- تابش امواج فراصوتی ۷- القای جریان الکتریکی ۸- پرتاب الکترونهای شتاب دار

روش فیلتر کردن یکی از رایج ترین و کم هزینه ترین روشهای پاکسازی آب توازن (Blast Water Treatment است که شامل بکارگیری صفحات ،تارو پود ها و پوسترهایی است که قابلیت جمع آوری آبزیان و موجودات داخل آب با اندازه های کوچک را در حین عملیات بالاست کشتیها داراست . در این روش با عبور آب از بین این صفحات بوسیله ی ایجاد اختلاف فشار در دو نقطه ی قبل و بعد از صفحات آب توازن را فیلتر می کنند . نتایج بعضی از تحقیقات حاکی از کارایی بالای این سیستم با دقت ۱۰۰-۲۰ میکرون دارد یعنی آبزیان با ابعاد بزرگ تر از این مقدار توسط صفحات فیلتر از داخل آب پاکسازی می شوند[۴]

در این روش پاکسازی، کلیه ی گل ولای آب ، جانوران ریزی مثل فیتو پلانکتون ها و زئو پلانکتون از آب توزان بوسیله صفحات جمع آوری می شوند که این صفحات بعد از مدتی باید جمع آوری و نوسازی شوند. مزیت این سیستم از این جهت است که با این روش موجودات با ابعاد بزرگتر که در مقابل پرتو ماورای بنفش مقاومت بیشتری از خود نشان میدهند را پاکسازی می کند از این رو در بعضی موارد این دو روش را با هم تلفیق می کنند تا میزان بهره وری سیستم تصفیه آب بالاست بیشتر گردد[۵و۶]

در یک متد دیگر میتوان با استفاده از نیروی گریز از مرکز و ایجاد یک سیستم گردابی خیلی سریع اقدام به جداسازی مواد جامد و موجودات آبزی داخل آب نمود. با ذکر این مشکل که این سیستم به تنهایی نمیتواند کارآیی لازم در خصوص تصفیه و پاکسازی آب را داشته باشد، پیشنهاد می شود این روش با سیستم پاکسازی دیگری مثل سیستم پرتو افکنی با اشعه ی ماورا بنفش تلفیق گردد[۷و۸]سیستم پاکسازی آب توازن از طریق استفاده از مواد شیمیایی ضد عفونی کننده و کشنده یکی دیگر از روشهای مورد استفاده در پاکسازی آب توازن میباشد. هر چند که این روش به علت تاثیرات منفی استفاده از مواد شیمیایی طرفداران زیادی ندارد ولی همچنان به عنوان راه حلی جهت مقابله با این موجودات نا خواسته عنوان میگردد. در این روش مواد شیمیایی اکسید کننده یا غیر اکسید کننده به آب توازن افزوده می شود تا از این طریق موجودات و آبزیان ریز موجود در آب توازن را نابود سازی کنند . مواد شیمیایی اکسید کننده ی کشنده شامل مواردی از قبیل کلراین ، دی اکسید کربن میباشد اما به این موارد محدود نمی شود[۹]اوزون ،برومین ،پروکسید هیدروژن ،پروکسی استیک اسید نیز مورد استفاده قرار میگیرد. بعضی از مواد شیمیایی نظیر ازن جهت پاکسازی کاربرد دارند این روش مستلزم داشتن یک منبع اکسیژن و منبع ولتاژ متناوب قوی در حد ۲۰kv-۶ است[۱۰]گزارشها حاکی ازآن است که پاکسازی از طریق ازن هیچ پس مانده ی مخربی بعد از پاکسازی بجای نمی گذارد لذا می توان آنرا پس از پاکسازی به داخل آب تخلیه کرد. با توجه به الزامات قانونی که استفاده این روش بوجود می آورد، هزینه های نصب این سیستم به عوامل زیر بستگی دارد : ۱- اندازه ی تجهیزات مورد استفاده بر روی کشتی و یا در بنادر ۲- ظرفیت آب تانکها و مخازن کشتی۳- ویژگیهای آب آلوده جهت پاکسازی ۴-شرکت سازنده . همانگونه که قبلا نیز اشاره شد این روش دارای معایبی نیز میباشد که عبارتن از : ۱- اثر خورندگی مواد شیمیایی و ایجاد زنگ زدگی تانکها ۲- غیر ایمن بودن تماس این مواد با بدن پرسنل ۳- نگهداری مشکل مواد شیمیایی ۴ – مخرب بودن ذاتی مواد شیمیایی برای محیط . به همین جهت این روش طرفداران زیادی جهت استفاده ندارد. و معمولا فقط به ندرت به صورت ترکیبی و یا سیستم تکمیلی به سایر روشها مورد استفاده قرار میگیرد[۱۱].یکی دیگر از روشهایی که جهت پاکسازی مورد استفاده قرار میگیرد روش گرم کردن آب توازن میباشد بطوریکه دمای آب تا نقطه ای که تمامی آبزیان و جانوران دریایی داخل آن کشته شوند بالا برده می شود. این سیستم به گونه ای است که آب یا گاز با دمای بالا از طریق صفحات انتقال دهنده ی حرارت به آب سرد داخل مخازن آب توازن هدایت می شود و منجر به گرم شدن آب توازن می شود.یکی از معایب این سیستم این است که آب با دمای بالا قابلیت خورندگی و اکسیداسیون مخزن آب

www.SID.ir

Archive of SID

تعادل را دارد ولی بررسی ها نشان می دهد که این موضوع عیب اساسی بشمار نمی آید و با ایجاد پوشش مناسب در بدنه مخازن تعادل میتوان این نقیصه را مرتفع نمود .کارایی این سیستم به میزان گرم کردن آب بستگی دارد .معمولا"این دما ۱۱۵- ۱۱۰ درجه ی سلسیوس برای کارایی مطلوب تخمین زده شده است چون گرم کردن آب تا این دما بخش اعظمی از آبزیان دریایی موجود در آب را نابود می نماید. دمای دقیق و مدت زمان در تماس بودن آبزیان با سیستم آب گرم موجود در مخزن تعادل جهت نابودی کامل در سیستم های مختلف متفاوت است[۱۲]با توجه به کار آیی بالای این سیستم فقط ایراد آلودگی حرارتی به این روش وارد است زیرا گرم کردن آب توازن ،تجهیزات و لوله کشی های جانبی جهت انتقال حرارت خود نیز منجر به آلودگی حرارتی گردیده و کیفیت هوای اطراف را تحت تاثیر قرار می دهند.ولی مهمترین مزیتی که برای این سیستم میتوان در نظر گرفت این است که بعد از نصب آن دیگر نیاز به هیچ ماده ی مصرف کننده نبوده و مادامی که سیستم سالم باشد جهت پاکسازی مورد استفاده قرار می گیرد . برآورد هزینه های این سیستم به چگونگی لوله کشی ، نوع و سایز سیستم گرم کننده و اندازه ی بویلر بستگی دارد .

در روش دیگری از تکنیکهای پاکسازی آب توازن با پرتاب امواج فراصوتی با شدت خاص باعث نازک کردن غشای سلولی آبزیان ودر نتیجه تضعیف کردن آنها گردیده و نهایتا"منجر به نابودی کامل آبزیان می شود . تحقیقات نشان می دهد که امواج فراصوتی (Ultrasound) باعث نابودی سلولهای میکروبی نیز می شود. لایهو در سال ۱۹۹۸ جایگزینی سیستم پرتاب امواج فراصوتی را به جای گرم کردن آب توازن به ثبت رسانده است. در حالت کلی پروسه ی پرتاب پرتو فراصوتی به باکتری ها ،سلولهای آنها را به افزایش دما حساس تر می کند و مقاومت آنها را در مواجهه با آب داغ پایین می آورد لذا استفاده همزمان از این دو سیستم منجر به بالا رفتن کارایی و پاکسازی می شود[۱۳و۱۴]با توجه به اثر بخشی بالای سیستم تلفیقی گرمایی وامواج فراصوتی موجب گردیده که استفاده از سیستم پرتاب امواج فراصوتی زیاد مدن ظر قرار نگیرد .

استفاده از تابش اشعه ماوراءبنفش بر روی آب آلوده یکی دیگر از روشهایی است که علاوه بر بکارگیری در پاکسازی آب توازن کشتی ها برای ضد عفونی و سالم سازی آب آشامیدنی هم کاربرد دارد ودر سرتاسر جهان نیز فراگیر شده است. این روش پاکسازی، قابلیت نابودی آبزیانی نظیر زئوپلانکتون ها و فیتوپلانکتون ها ،باکتری ها و ویروسها را داراست

نکته قابل توجه در هنگام استفاده از این روش این است که اگر میزان گل ولای موجود در آب مخازن زیاد باشد ذرات گل ولای موجود در آب مانع از تماس اشعه ی UV به آبزیان می شود و آنها را از تماس با اشعه محفوظ می دارد . لذا توصیه می شود قبل ازقراردادن آب توازن در معرض اشعه ی UVآنها را از صفحات فیلتر عبور دهیم . با این عمل گل ولای موجود در آب گرفته می شود و تماس اشعه با آبزیان به راحتی انجام می گیرد . برای دستیابی به یک سیستم پرقدرت جهت پاکسازی کامل نیاز به یک پرتو با شدت مناسب در کنارسیستم فیلتر کردن آب توازن داریم تا کارایی سیستم به حداکثر برسد. مطالعات انجام گرفته بر روی برخی از گونه ها ی آبزی نظیرفیتوپلانکتون ها، نشان دهنده این واقعیت است که این موجودات در هنگام تماس شدید اشعه در طول زمانی کمتر ، حساسیت بیشتری در مقایسه با زمانی دارند که طول مدت تماس اشعه زیاد باشد، اما شدت تماس اشعه کم باشد[۱۳و۱۴و۱۵]تحقیقات بعمل آمده حاکی از آن است که بکارگیری اشعه UV با طول موج۲۵۴ میکرون می تواند ترکیب فسفراس را به اورتوفسفات تبدیل کند که برای آب آشامیدنی بسیار مضر و خطر آفرین است بهمین منظور جهت پاکسازی آب توازن باید از طول موج و شدت اشعه مناسب استفاده کرد[۱۶]

استفاده از سیستم UV برای پاکسازی آب توازن در بسیاری از بنادر متداول شده است زیرا هم از کارایی بسیار بالایی برخوردار است و هم نحوه ی عمل کرد آن به راحتی قابل آموزش و یادگیری میباشد. برآورد هزینه های استفاده از این سیستم به ظرفیت تانک های آب توازن جهت پاکسازی ، هزینه های پیش از پاکسازی توسط اشعه ، شدت و غلظت اشعه و هزینه های پمپ کردن آب بستگی دارد .مطالعات بعمل آمده حاکی از آن است که اگر یک شوک الکتریکی به داخل آب اعمال شود این جریان الکتریکی باعث نابودی آبزیان میکروسکوپی موجود در آب می شود . همچنین ضد عفونی و غیر فعال کردن باکتری های موجود در آب از طریق در معرض گذاری آنها با ولتاژ ۱۰۰V به مدت ۵S امکان پذیر است. قابلیت دیگر جریان الکتریکی و القای میدان الکتریکی این است که باعث تخریب ساختار سلولی و نهایتا منجر به مرگ کلی جاندار آبزی می شود .از این قابلیت القای الکتریکی برای پاکسازی آب توازن در روش پاکسازی تحت عنوان استفاده از القای میدان الکتریکی (Electro pulsation) استفاده می شود. هر چند استفاده از این روش بصورت آزمایشی انجام گرفته ،اما برای ارتقاء سطح کارآمدی و بهره وری این سیستم مطالعات بیشتری لازم است که بایستی سیستم بهینه در پارامترهای ایجاد کننده ی شوک الکتریکی در این روش بوجود آید.یکی دیگر از روش هایی که بر پایه ی پرتو الکترونی استوار است با شتابدار کردن الکترون و اثر متقابل آن با برخورد به مولکولها و اتمهای مواد گاز ،مایع ،جامد باعث تشکیل الکترونهای بر انگیخته و رادیکالهای آزاد شده که رادیکالهای آزاد باغشای سلولی آبزیان واکنش داده و با قابلیت آنزیمی و بوجود آوری اسیدهای نوکلوئیک باعث تخریب ساختار سلولی آبزیان می شود . این روش که تحت عنوان روش پاکسازی با استفاده از سیستم رادیولوسیس (Radiolysis) شناخته میشود برای پاکسازی حجم زیاد آب موثر نیست زیرا پرتاب الکترون هر چقدر هم پرشتاب و پر انرژی باشد اما بدلیل جرم ناچیز الکترون قابلیت نفوذ در آب آن بسیار پائین است . برای مثال الکترونی که شتابی معادل

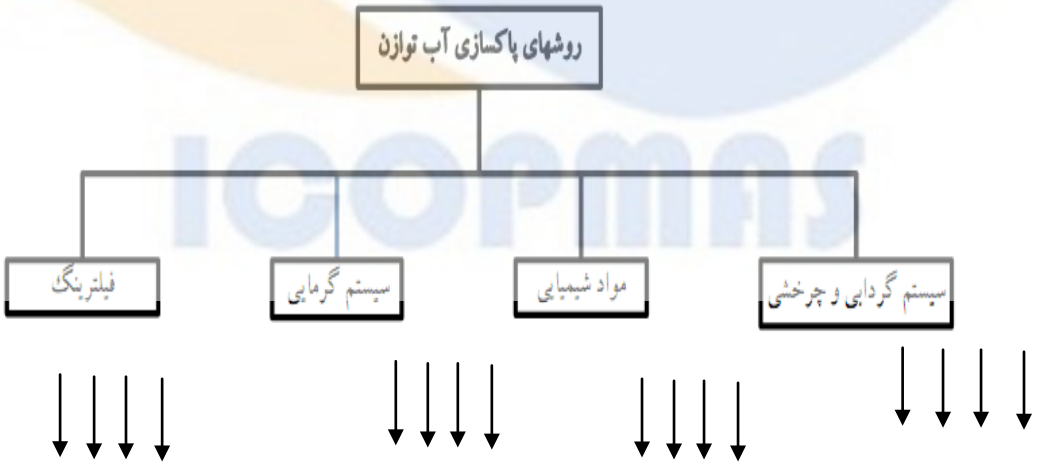
www.SID.ir

Archive of SID

۱/۵میلیون ولت با جریان ۵۰MA دارد تنها قادر است ۷mm در آب نفوذ کند .به همین خاطر این سیستم زمانی کارآمد می شود که باریکه ای از آب فراهم شود و پرتاب الکترونی به این باریکه صورت پذیردکه این خود مستلزم صرف زمان زیادی برای پاکسازی آب توازن آلوده میباشد. ایراد اساسی این سیستم کارایی کم و هزینه های سرسام آور آن است که این سیستم را از لحاظ اولویت به پایین ترین سطح می رساند .[۱۸]

روش تاپسیس

با نگاه کلی به روشهای اشاره شده در بالا و بررسی ابعاد گوناگون هر روش از حیث کارآیی و امکان انجام روش در بنادر و همچنین بر روی کشتی مشخص گردید سیستم های رادیولوسیس (پرتو الکترونی)و استفاده از مواد شیمیایی از کمترین اولویت برخوردارند چرا که هزینه بالایی داشته و از لحاظ ایمنی نیز در درجه پائین تری قرار دارند ضمن اینکه اثرات جانبی و در بین سایر روشها استفاده از سیستم فیلترینگ، استفاده از اشعه فرا بنفش، امواج فرا صوتی و روش گرمایی با توجه به امکانات منطقه اثر بخش ترین و کارآترین روشها شناسایی شدند. و به جهت مشخص نمودن گزینه برتر از میان گزینه های قابل اجرا در بنادر از منطق فازی در روش تاپسیس بهره جستیم. تکنیک TOPSIS یکی از تکنیک‌های معروف برای MCDM کلاسیک است که اولین بار توسط هوانگ و همکارانش معرفی گردید و منطق اصولی TOPSIS تعریف حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل است. در این روش ، m گزینه به وسیله ی n شاخص مورد ازریابی قرار می گیرد . پایه ی این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه ی انتخابی، باید کم ترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (A^+ : بهترین حالت کامل) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (A^- : بدترین حالت ممکن) داشته باشد. راه حل ایده‌آل راه حلی است که معیارهای بهره دهی را ماکزیمم و معیارهای هزینه را مینیمم می‌کند. به طور خلاصه، راه حل ایده آل شامل تمام بهترین مقادیر معیارهای در دسترس است، در حالی که راه حل ایده‌آل منفی ترکیبی از بدترین مقادیر معیارهای در دسترس میباشد. گزینه بهینه گزینه‌ای است که کوتاهترین فاصله از راه حل ایده آل و بیشترین فاصله را از راه حل ایده آل منفی داشته باشد. نظر به اینکه TOPSIS روشی معروف برای مسائل MCDM کلاسیک است، خیلی از محققان از آن برای حل مسائل FMCDM استفاده می‌کنند. عده‌ای از محققان نرخ‌ها و اوزان فازی را به مقادیر قطعی فازی زدایی نموده‌اند (ین و همکارانش،۲۰۰۲). در حالی که فازی زدایی باعث از دست دادن مقداری از اطلاعات می‌گردد. دیگران چون کومار، راج، لیانگ، چن فرض نموده‌اند که باید TOPSIS در محیط فازی تعمیم یابد (راج و همکاران،۱۹۹۹). در این پژوهش ابتدا روشهای مختلف پاکسازی با معیارهایی از قبیل کارآیی، اثر بخشی، ایمنی و هزینه انجام روش با استفاده از روش ISM سطح بندی شده است، سپس با استفاده از روش AHP فازی وزن هریک از شاخص‌ها معین شده و با استفاده از روش تاپسیس فازی روشهای پاکسازی رتبه بندی گردیده است. [۲۰]



شکل ۱: ساختار تصمیم گیری فازی

حل مسأله با این روش ، مستلزم طی شش مرحله مختلف است . مرحله اول کمّی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم (N) است. برای بی مقیاس سازی ، از بی مقیاس سازی نورم استفاده می شود . ابتدا ماتریس تصمیم گیری را که شامل چهار سطر مربوط به هر کدام از روشهای قابل اجرا و چهار ستون که طبق نظرات کارشناسان گرد آوری شده است تشکیل داده میشود. کارشناسان در خصوص هر کدام از روشهای پاکسازی آب را با معیارهای اثر بخشی، ایمنی، کارآیی و همچنین هزینه انجام روش امتیاز بندی نمودند. معیارهای مورد نظر جهت امتیاز بندی طوری انتخاب شدند که حداقل برای یکی از معیارها امتیاز کمینه بایستی در نظر گرفته شود بطوریکه در اثر بخشی،کارآیی و ایمنی امتیاز بالا به روشی تعلق میگیرد که بیشترین عملکرد را داشته باشند در صورتیکه در گزینه هزینه امتیاز بالا به روشی تعلق میگیرد که کمترین

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه را داشته باشد. پس از تشکیل ماتریس تصمیم گیری تاپسیس فازی براساس نظرات کارشناسان، (جدول ۲) مقادیر تصمیم گیری باید بی مقیاس شود.[۱۹و ۲۰]

جدول ۲ : ماتریس تصمیم گیری با داده های فازی

	عملی بودن	ایمنی	اثر بخشی	هزینه
روش فیلترینگ	۹	۹	۷	۸
استفاده از روش فرا صوتی	۸	۷	۸	۷
استفاده از روش گرمایی	۸	۶	۹	۹
تابش اشعه فرا بنفش	۸	۷	۶	۶

$$R_{ij} = X_{ij} / \left(\sum_{i=1}^{m} (X_{ij})^2 \right)^{1/2}$$

مرحله بعد ، مرحله نرمال سازی یا بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم است . روش مورد استفاده این پژوهش ، هم چون چن و هوانگ (۱۹۹۲) ، روش خطی است . به این منظور باید مقدار حداکثر هر ستون X و مقدار حداقل هر ستون X را مشخص و با استفاده از روابط ذیل ، مقادیر R را که مقدار بی مقیاس شده x می باشند ، محاسبه نمود[۱۹و ۲۰]

جدول ۳ : ماتریس نرمالیزه شده

	عملی بودن	ایمنی	اثر بخشی	هزینه
روش فیلترینگ	۰۵۴۴۷.	۰,۶۱۳۸	۰,۴۶۱۶	۰,۵۲۷۵
استفاده از روش فرا صوتی	۰,۴۸۴۲	۰,۴۷۷۴	۰,۵۲۷۵	۰,۴۶۱۵۷
استفاده از روش گرمایی	۰,۴۸۴۲	۰,۴۰۹۲	۰,۵۹۳۴	۰,۵۹۳۴۴
تابش اشعه فرا بنفش	۰,۴۸۴۲	۰,۴۷۷۴	۰,۳۹۵۶	۰,۳۹۵۶۳

برای به دست آوردن ماتریس کمی موزون لازم است اوزان شاخص ها مد نظر قرار گیرد که با استفاده از تکنیک AHP،اوزان شاخص ها به صورت ذیل میباشد:

وزن	۰,۳	۰,۴	۰,۱	۰,۲

به این منظور ، ماتریس کمی شده بایستی در ماتریس مربعی ($w_{j\times j}$)که عناصر قطر اصلی آن اوزان شاخص ها و دیگر عناصر آن صفر است، ضرب می گردد . ماتریس بدست آمده ماتریس کمی موزون میباشد و با V نشان داده می شود .

جدول ٤ : ماتریس کمی موزون

	عملی بودن	ایمنی	اثر بخشی	هزینه
روش فیلترینگ	۰,۱۶۳۴	۰,۲۴۵۵	۰,۰۴۶۲	۰,۱۰۵۵
استفاده از روش فرا صوتی	۰,۱۴۵۳	۰,۱۹۱	۰,۰۵۲۸	۰,۰۹۲۳
استفاده از روش گرمایی	۰,۱۴۵۳	۰,۱۶۳۷	۰,۰۵۹۳	۰,۱۱۸۶
تابش اشعه فرا بنفش	۰,۱۴۵۳	۰,۰۱۹۱	۰,۰۳۹۶	۰,۰۷۹۱

پس از محاسبه ماتریس کمی موزون باید ایده آل های مثبت و منفی برای هر شاخص محاسبه گردد . برای شاخصی با جنبه مثبت ، ایده آل مثبت بزرگترین مقدار V است و بر عکس برای شاخصی با جنبه ی منفی ایده آل مثبت، کوچکترین مقدار ماتریس V می باشد .همچنین ایده

www.SID.ir

Archive of SID

ال منفی برای شاخص مثبت کوچکترین مقدار ماتریس Vمی باشد و ایده ال منفی برای شاخص منفی بزرگترین مقدار ماتریس Vمی باشد . جهت به دست آوردن میزان فاصله ی هر گزینه تا ایده آل های مثبت (d_j^+) و فاصله ی هر گزینه تا ایده آل منفی (d_j^-) ، از فرمولهای ذیل استفاده میگردد.[۱۹و۱۸و ۲۰]

$$(v_{ij} - v_j^+)^2 i = 1, 2, 3, \ldots d_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} 2(v_{ij} - v_j+)2}$$

جدول ۵ – فاصله از ایده آل مثبت

	عملی بودن	ایمنی	اثر بخشی	هزینه	جمع کل	فاصله از ایده آل مثبت
روش فیلترینگ	۰	۰	۰,۰۰۰۲	۰,۰۰۰۷	۰,۰۰۰۹	۰,۰۲۹۴۸
استفاده از روش فرا صوتی	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۳	۰,۰۰۰۲	۰,۰۰۰۱۷	۰,۰۰۳۷	۰,۰۶۰۶۶
استفاده از روش گرمایی	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۶۷	۰	۰,۰۰۱۵۷	۰,۰۰۸۶	۰,۰۹۲۶۹
تابش اشعه فرا بنفش	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۳	۰,۰۰۰۴	۰	۰,۰۰۳۷	۰,۰۶۰۸۰۸

جدول ٦– فاصله از ایده آل منفی

	عملی بودن	ایمنی	اثر بخشی	هزینه	جمع کل	فاصله از ایده آل منفی
روش فیلترینگ	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۶۷	۰,۰۰۰۴	۰,۰۰۰۱۷	۰,۰۰۷۶	۰,۰۸۷۱۸
استفاده از روش فرا صوتی	۰	۰,۰۰۰۷	۰,۰۰۰۲	۰,۰۰۰۷	۰,۰۰۱۶	۰,۰۴۰۱۷
استفاده از روش گرمایی	۰	۰	۰,۰۰۰۴	۰	۰,۰۰۰۴	۰,۰۱۹۷۸
تابش اشعه فرا بنفش	۰	۰,۰۰۰۷	۰	۰,۰۰۱۵۷	۰,۰۰۲۳	۰,۰۴۸۰۵۶

پس از این مرحله باید نزدیکی نسبی هر گزینه به ایده آل ها (C) محاسبه گردد . این شاخص به منظور ترکیب مقادیر +d و -dو در نتیجه مقایسه گزینه ها نسبت به یکدیگر به کار می رود که با رابطه زیر قابل محاسبه است :

$$C_i^* = d-_i / (d+_i + d-_i)$$

جدول ۷– ماتریس نزدیکی نسبی گزینه ها

روش فیلترینگ	۰,۷۴۷۳
استفاده از روش فرا صوتی	۰,۳۹۸۴
استفاده از روش گرمایی	۰,۱۷۵۹
تابش اشعه فرا بنفش	۰,۴۴۱۴

مرحله نهایی تکنیک تاپسیس فازی ، رتبه بندی گزینه ها براساس ترتیب نزولی (C) ها خواهد بود به عبارت دیگر مقادیر (C) وزن قابل لحاظ برای هر گزینه می باشد . از وزن گزینه ها (نهاده ها و ستاده ها) در تکنیک تحلیل پوششی داده ها استفاده خواهد شد .

بحث و نتیجه گیری

با توجه به مطالعات انجام گرفته بر اساس جمع بندی نظرات کارشناسان در این خصوص و استفاده از روشهای مختلف تصمیصم گیری وهمچنین طبق محاسبات انجام گرفته با استفاده از منطق فازی و متد TOPSIS اینگونه مشخص گردید که روش فیلترینگ از سایر روشها از منظر کارآیی، اثر بخشی، ایمنی عملکرد و هزینه از سایر روشها عملی ترو اصولی تر بوده و پس از آن استفاده از اشعه فرا بنفش و اشعه های صوتی کارآیی مناسبی را دارا میباشند. حال آنکه به جهت کارآیی بیشتر سیستم، این روشها بصورت تلفیقی نیز با هم میتواتد بکار گرفته شود که در این صورت سیستم پاکسازی و تصفیه آب تعادل کشتیها عملکرد بهتری را خواهد داشت. لازم بتوضیح اینکه با توجه به وجود تعداد زیادی از

www.SID.ir

Archive of SID

پلانکتونها و زئوپلانکتونها در رسوبات ته نشین شده در مخازن تعادل کشتیها با استفاده از روشهای ارائه شده در این مقاله امکان از بین بردن کامل این موجودات براحتی مقدور نمیباشد و گاها میبایست چند مرحله و با چند روش گوناگون آب تعادل را کاملا تصفیه نمود، به همین منظور پیشنهاد میگردد مخازن تعادلی کشتیها در فواصل زمانی کوتاه حداقل ۴بار در سال لایروبی گردیده و رسوبات آلوده تحویل تسهیلات دریافت مواد زائد در بنادر گردند تا بدین صورت امکان رشد این موجودات کاهش پیدا نموده و همچنین راندمان روشهای مورد استفاده در پاکسازی آب توازن بیشتر گردد.

مراجع

1) Akash BA, Mamlook R, Mohsen MS (1999) Multi-criteria selection of electric power plants using analytical hierarchy process. Electr Power Syst Res J 52:29–35

2) Badran OO, Hold AE (2000) A practical solution for ballast water treatment. Phoenics News by CHAM, pp 6

3)Badran OO, Abu-Khader MM (2005) Enhancing ballast water separator performance through design modification. J Marine Environ Eng 8:83–94

4) Buchholz K, Tanis H, Macomber S, Farris E (1998) Ballast water secondary treatment technology review.

Burgos J, Ordonez JA, Sala FJ (1972) Effect of ultrasonic waves on the heat resistance of Bacillus cereus and bacillus Iicheniformis spores. Appl Microbial 24:497–498

5) Carlton JJ, Geller JB (1993) Ecological roulette: biological invasions and the global transport of no indigenous marine organisms. Science 261:78–82

6) Chelossi E, Faimali M (2006) Comparative assessment of antimicrobial efficacy of new potential biocides for treatment of cooling and ballast waters. Sci Total Environ 356(1–3):1–10

7) Cohen AN, Carlton JT (1998) Accelerating invasions rate in a highly invaded estuary. Science 279:555–557

8) Dadjour MF, Ogino C, Matsumura S, Shimizu N (2005) Kinetics of disinfection of Escherichia coli by catalytic ultrasonic irradiation with TiO2. Biochem Eng J 25:243–248

9) Earnshaw RG, Appleyard J, Hurst RM (1995) Understanding physical inactivation processes: combined Preservation opportunities using heat, ultrasound and pressure. Int J Food Microbiol 28:197–219

10) Faimali M, Garaventa F, Chelossi E (2006) A new photodegradable molecule as a low impact ballast water biocide: efficacy screening on marine organisms from different trophic levels. Marine Biol 149(1):7–16

11) James C, Weaver JC, Chizmadzhev YA (1996) Theory of electroporation 41:135–160

Mamlook R, Tao C, Thompson WE (1999) An advanced fuzzy controller. Int Fuzzy Sets Syst 103:541–545

12) Nielsen B (2005) Ballast water; Management and treatment. Maritime review 2005, pp 23–33

Oder C, Haasis HD, Rentz O (1993) Analysis of the Lithuanian final energy consumption using fuzzy sets Int J Energy Res 17:35–44

13) OZONE Pure (2001) About water treatment systems http://www.ozonepurewater.com.

14) Pini RC (1999) Ballast water purified with UV waves. Photon Spectra 33(3):30–31

15) Saaty TL (1980) The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, USA

16) Sano LL, Mapili MA, Krueger A (2004) Comparative efficacy of potential chemical disinfectants for treating

17) Shimura M (1973) Fuzzy sets concepts in rank-ordering objects. Math Anal Appl 43:717–733

18) Shimura M (1973) Fuzzy sets concepts in rank-ordering objects. Math Anal Appl 43:717–733

Sutherland TF, Levings CD, Petersen S (2003) Mortality of zooplankton and invertebrate larvae exposed tocyclonic pretreatment and ultraviolet radiation. Marine Technol Soc J 37(2):3–12

19) USEPA (1999) Waste water technology fact sheet. OZONE Disinfection. EPA 832-F-99-063, pp 6

20) Zadeh L (1972) A rational for fuzzy control. J Dyn Syst Meas Control Trans ASME 94:3

www.SID.ir

Archive of SID

Providing a Management Approach for Ships Ballast Water in Persian Gulf Using FUZZY TOPSIS Model

A. Khojasteh
Port and maritime assistant, Khuzestan Ports and Maritime Authority
akhojasteh@gmail.com

M. Zaredoust
Head of Marine Safety and Protection authority, Khuzestan Ports and Maritime Authority
zaredoost@yahoo.com

M. Rasouli
General Directorate of Marine Safety and Protection
Rasouli.maryam@gmail.com

Abstract:

One of the major ways of invasive species transmission, other than aquaculture purposes, is intentional and unintentional transport of these unwanted species by ships, vessels, yachts and fishing boats. Hence, those in charge should appropriately manage ships ballast water by supervising and applying regulatory requirements to prevent and reduce the danger of invasive species transmission. For confronting the pollution caused by invasion of non-native aquatic species, three methods can be applied: 1- ballast water discharge and processing in ports, 2- ballast water processing on the vessel, 3- ballast water exchange on the route. In ports, various technologies are used for ballast water refinement , including : 1- filtering, 2- creation of vertical and rotational system, 3- thermal method, 4- using chemicals and disinfectants, 5-UV radiation, 6- using ultrasound waves, 7- water electrolysis, and 8- casting accelerated electron. The above mentioned methods are proven methods which have been applied by marine industries for decreasing the risk of ships water ballast. In the present research, using the FUZZY TOPSIS model, a holistic comparison is made between various ballast water refinement methods in vessels entering ports and the most practical and appropriate method is proposed. The above mentioned methods are evaluated based on various criteria and with a holistic view on cost and efficiency. It is revealed that the filtering method is more practical and principled than other methods considering costs and efficiency. After that the UV and ultrasound wave methods are considered as practical methods for ballast water refinement.

Keywords: ships ballast water management, FUZZY TOPSIS model, seawater pollution, marine environment, invasive species, ballast water, Persian Gulf

www.SID.ir