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

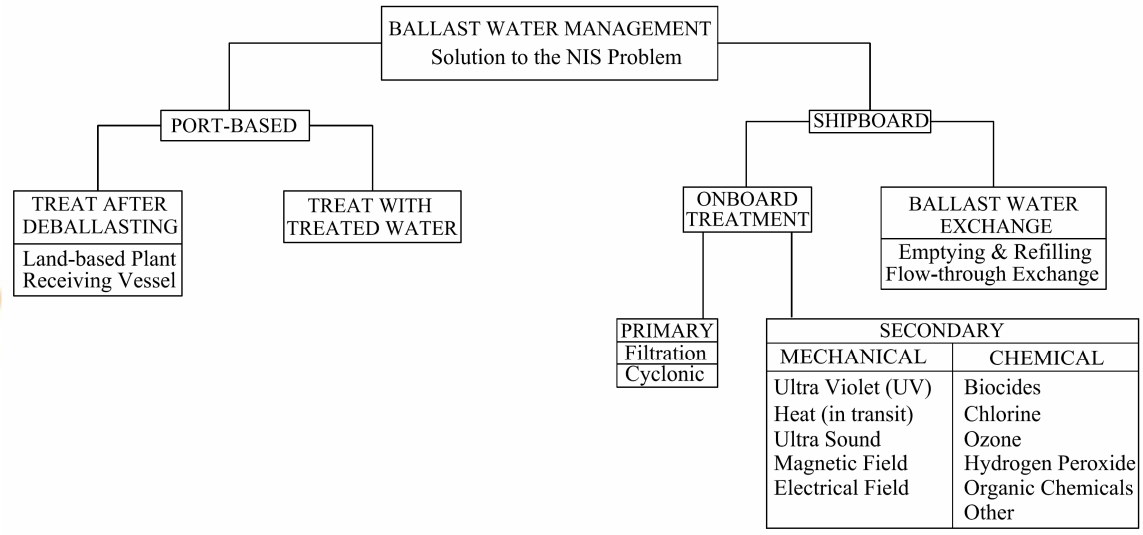
تکنولوژی مدیریت و کنترل آب بالاست شناورها در خلیج فارس

حسین طاهری
دانشگاه صنعتی مالک اشتر

Htahery@gmail.com

پیش در آمد

کشتیرانی و ناوگان حمل و نقل دریایی نقش مهمی را در اقتصاد ایران ایفا می کند. اقسام گوناگونی از کالا ها از بنادر خلیج فارس صادر و وارد می شوند و سبب برقراری ارتباط بین ایران و سایر نقاط جهان می گردد. همچنین حجم عمده ای از نفت جهان از طریق خلیج فارس انتقال می یابد. یکی از نتایج اجتناب ناپذیر این دادوستدها ، انتقال گونه های مختلف جانوری و گیاهی به محدوده ای بغیر از محل بومی آنها خواهد بود. این گونه های آبزی غیر بومی در محل جدید به دور از کنترل کننده های طبیعی محل زندگی خود می باشند. در نتیجه می توانند در محیط خلیج فارس ازدیاد پیدا کرده و موجب از بین رفتن گونه های بومی گردند. لذا این عمل نیازمند کنترل موثر این پدیده در اثر عوامل ناشی از کشتی ها مانند آب بالاست می باشد. بنابراین اقتصادهای در حال توسعه نیازمند یک مدیریت موثر و کارآمد بمنظور جلوگیری از ایجاد گونه های غیر بومی آبزی در اثر فرآیندهای کشتیرانی مانند آب بالاست و رسوب زدایی هستند. برخی از مطالعات علمی صورت گرفته به مشکل هجوم گونه های اشاره شده که توسط آب بالاست کشتی ها حمل می گردند اختصاص یافته است. این راه حلها که بطور عمومی در موارد مختلف مطالعاتی و اجرایی بکار می روند در شکل زیر نشان داده شده اند.



شکل ۱ – روند کلی روشهای کنترل و مدیریت آب بالاست

کلمات کلیدی

گونه های آبزی غیر بومی[۱] – مدیریت آب بالاست – تصفیه آب بالاست[۲]

گونه های غیر بومی و تاثیرات آنها

مطالعات سیتسما[۳] در سال ۲۰۰۴ نشان داده است که تعداد گونه های جاندار غیر بومی ناشی از تردد کشتی ها از حدود سال ۱۹۵۰ بشدت افزایش پیدا کرده است. این اثر ناشی از افزایش حجم و اندازه کشتی ها و بالا رفتن سرعت آنها در چند دهه اخیر می باشد.

قرار گرفتن کشتی ها در حلقه واسط جابجایی گونه های غیر بومی

---

[1] - Aquatic nonindigenous species (ANS)
[2] - Ballast Water Treatment (BWT)
[3] - Sytsma

www.SID.ir

Archive of SID

آب بالاست و رسوبات کشتی عامل اصلی در انتقال گونه های غیر بومی می باشند. از آنجا که بسیاری از کشتی هایی که به بنادر جنوبی ایران وارد می شوند از بندری به بندر دیگر در جهان در حال حرکت هستند و از محدوده های بیولوژیکی گوناگونی عبور می کنند حامل بسیاری از این گونه ها خواهند بود.

روشهای مدیریت

متاسفانه یک روش مدیریت آب بالاست منحصر بفرد بتنهایی قادر نخواهد بود که تمامی ارگانیسمها را از تانکهای بالاست خارج نماید، در صورتی که به نظر می آید ترکیبی از روشهای گوناگون می تواند تاثیر بیشتری نسبت به یک روش منفرد داشته باشد. اما بهرحال تحقیقات اندکی در مورد این نظریه انجام شده است. اجرای این عملیات بسیار مشکل می باشد زیرا مالکان کشتی ها تمایلی نسبت به نصب تکنولوژی های گران، غیر قابل اعتماد و زمانبر ندارند.

روشهای گوناگونی جهت جلوگیری و کاهش اثرات تهاجمی گونه های غیر بومی[۴] در اثر آب بالاست کشتی ها وجود دارد که شامل موارد زیرند:

۱. کاهش ارگانیسمهای چسبیده به کشتی
۲. حفاظت از آب بالاست کشتی
۳. انجام تصفیه بالاست در خشکی
۴. تعویض آب بالاست در دریا
۵. انجام تصفیه بالاست در کشتی

تمامی کشتی ها می بایست از روش اول به همراه یک مدیریت مناسب آب بالاست استفاده نمایند.

استانداردهای تصفیه آب بالاست

استانداردهای مربوط به آب بالاست همچنان در حال تغییرات پی در پی هستند. تلاشهای صورت گرفته جهت تعیین این استانداردها در حال پیشرفت و انجام در انجمن ایالات متحده، IMO و دیگر انجمنهای تخصصی دریایی هستند. انجمن ایالات متحده (NAISA 2002) قانونی را پیشنهاد داده است که علاوه بر بسیاری ملاحظات، یک استاندارد فی مابین را برای تصفیه آب بالاست تعیین می کند. این استاندارد بیان می دارد : " استاندارد مورد نظر برای BWT باید دارای کارآیی بیولوژیکی در کاهش ۹۵ درصدی آبزیان مهره دار، بی مهره، پلانکتونها و جلبکهای دریایی باشد".

روشهای تصفیه

در حال حاضر روشهای گسترده ای جهت انجام تصفیه آب بالاست کشتی ها وجود دارد که توسط صنایع و سازندگان مختلفی پیشنهاد شده است. این روشها شامل روش گرمایشی، جداسازی سیکلونی، فیلتر نمودن، روشهای شیمیایی و ... می باشد.

- روشهای شیمیایی

سموم شیمیایی می توانند جهت تصفیه آب بالاست و جلوگیری از ایجاد گونه های مختلف بکار برده شوند. انواع مختلف این سموم می بایست بادقت بسیار انتخاب شوند تا از آسیب به اشخاص و محیط زیست جلوگیری شود. دو نوع معمول این سموم شامل انواع اکسیداسیونی و غیر اکسیداسیونی می باشند. بجز در حالت تعویض آب بالاست، تمامی روشهای تصفیه آب بالاست شامل تغییرات شیمیایی آب بمنظور ایجاد یک محیط کشنده برای ANS هاست. از جمله این تغییرات کاهش میزان اکسیژن و کاهش PH می باشد. در هر دو مورد فرآیند شامل تغییر گازها، استخراج اکسیژن محلول و ایجاد CO_2 است. PH آب بالاست توسط واکنش شیمیایی زیر کاهش می یابد:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^- \qquad (1)$$

- اکسیژن زدایی

الف – فرضها: در اینجا یک روش ریاضی از فرآیند اکسیژن زدایی و انتقال دی اکسید کربن به آب بالاست ارائه شده است. که این عمل موجب کاهش PH تا میزان لازم برای کشندگی اکثر ANSها می شود. مدل ریاضی بدست آمده قابل کاربرد در طراحی سیستمهای مورد نصب بر روی کشتی در هر مجموعه از مشخصات مورد نظر خواهد بود. لیست علائم بکار رفته در این معادلات در انتهای مقاله آورده شده است. سیستمی که مورد تحلیل قرار گرفته، ترکیبی از نیتروژن و دی اکسید کربن را با قسمت کوچکی از اکسیژن در تماس با آب بالاست قرار می دهد. فرض شده است که میزان اکسیژن در آب بالاست دارای تعادل بالایی با میزان هواست که در اثر تماس طولانی مدت بدست می آید

[4] non-indigenous species (NIS) -

www.SID.ir

Archive of SID

و بنابراین می تواند شامل غلظت مناسبی از اکسیژن باشد که تامین کننده حیات طیف وسیعی از گونه هاست. هدف کاهش محتوی اکسیژن توسط تعویض آن با یک ترکیب گازی، به سطحی پائین تر می باشد. گاز بصورت حباب از میان آب بالاست عبور می کند و باعث ایجاد توزیع یکنواختی از گاز محلول در تانک بالاست می گردد، در نتیجه میزان پراکندگی داخل تانک قابل صرفنظر کردن است. فرض می شود که حبابها کوچک هستند و در نتیجه، تغییرات فشار هیدرواستاتیکی در ابعاد آنها قابل صرفنظر کردن است. اندازه حبابها و فرکانس آنها در اینجا مورد بحث قرار نمی گیرد. این روش فرض می کند که فرآیند اکسیژن زدایی از قانون هنری[5] همراه با تعادلی که در زمان تولید مجدد هر یک از حبابها ایجاد می گردد تبعیت میکند. آرایش ترکیب در حبابها ابتدا بواسطه انتقال دی اکسید کربن تغییر می یابد و فرض می شود که یک فرآیند شیمیایی فعال از معادلات جنبش جرم پیروی می کند.

ب – فرآیند اکسیژن زدایی: به محض اینکه گاز به داخل سیستم وارد می شود، وزن کل اکسیژن در آب بالاست کاهش خواهد یافت. به منظور تحلیل فرآیند اکسیژن زدایی از وجود دی اکسید کربن در این گاز صرفنظر می شود. هنگامی که مقدار اندکی از گاز، dQ، به سیستم راه می یابد، دارای سهم مولار اکسیژن به مقدار y^0 است. با گذشت زمان این مقدار از گاز سیستم موجود را ترک می کند و بنابر قانون هنری سهم مولار برابر با Y/kH خواهد شد. بنابراین می توان معادله دیفرانسیل زیر را بدست آورد:

$$\frac{dY}{dQ} = y^0 - \frac{1}{k_H} Y \qquad (2)$$

با انتگرال گیری از این معادله خواهیم داشت:

$$Q = k_H \ln \frac{y^0 - Y / k_H}{y^0 - Y_0 / k_H} \qquad (3)$$

بر اساس این معادله، پمپ نمودن ۵۲۰۰ m^3 گاز به داخل ۳۲۲۰۰ m^3 تانک موجب کاهش غلظت اکسیژن به ۰٫۸۳ ppm می شود. این میزان هپوکسی برای اکثر ANSها کشنده است. با نرخ جریانی معادل ۳۸٫۲ $m^3/\min$ این فرآیند در ۱۳۵ min رخ می دهد. رابطه بین اندازه تانک و زمان مورد نیاز برای اکسیژن زدایی یک رابطه خطی است. بنابراین نتایج بدست آمده را می توان به هر اندازه تانکی نسبت داد.

ج– کاهش فشار در حجم بالای سطح مایع تانک آب بالاست : چنانچه از استدلال ساده زیر بدست می آید، فرآیند اکسیژن زدایی با کاهش فشار تسهیل می یابد. فرض کنید که p فشار آب در یک عمق مشخص در غیاب کاهش فشار، p_u مقدار مطلق فشار منفی در سقف، Y بخش وزنی اکسیژن در آب بدون کاهش فشار و Y_u همان بخش وزنی همراه با کاهش فشار باشد در اینصورت از قانون هنری خواهیم داشت:

$$\frac{Y - Y_u}{Y} = \frac{k_H yp - k_H y(p - p_u)}{k_H yp} = \frac{p_u}{p} \qquad (4)$$

از این معادله می توان نتیجه گرفت که میزان حلالیت اکسیژن با افت فشار کاهش می یابد. نقش این فاکتور هنگامی که حباب به سمت بالا می آید پررنگتر خواهد شد و فشار داخلی کاهش می یابد. بعنوان مثال اگر $p =$ ۱۴٫۷ psi (مقدار معمول در سطح یک تانک) و مقدار مطلق افت فشار psi ۲ باشد در اینصورت میزان حلالیت اکسیژن ۱۴٪ کاهش می یابد. نگهداری و حفظ افت فشار الزامی نیست. افت فشار به فرآیند اکسیژن زدایی شتاب می دهد که اینکار توسط کاهش میزان حلالیت اکسیژن صورت می گیرد، همچنین این عامل میزان گاز ورودی مورد نیاز را کاهش می دهد. بعنوان مثال افت فشار به میزان $psig$ ۲ سرعت فرآیند اکسیژن زدایی را ۱۴٪ بهبود می بخشد.

د– انتقال دی اکسید کربن: از آنجا که فرض شده است فشار داخل حبابها تنها به فشار مایع اطراف آن بستگی دارد، می توان نوشت:

$$\frac{dp}{dt} = -\rho g u, \qquad p = p^0 - \rho g u t \qquad (5)$$

با تعریف $n_{CO2} = xn$ و دیفرانسیل گیری از این معادله خواهیم داشت:

$$\frac{dn_{CO_2}}{dt} = x\frac{dn}{dt} + n\frac{dx}{dt} \qquad (6)$$

بهرحال از آنجا که واکنش دی اکسید کربن با آب علت عمده تغییر در ترکیب شیمیایی است، می توان نوشت:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{dn_{CO_2}}{dt} \qquad (7)$$

ترکیب این معادله با معادله (۶) ، منجر به معادله زیر خواهد شد:

$$n\frac{dx}{dt} = (1 - x)\frac{dn_{CO_2}}{dt} \qquad (8)$$

---

[5] Henry's Law -

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر این می توان معادله را برای $n = xn+n_N$ حل نمود و به رابطه زیر رسید:

$$n=\frac{n_N}{1-x} \qquad (9)$$

از قانون واکنش جنبشی جرم خواهیم داشت:

$$\frac{dn_{CO_2}}{dt}=-kp_{CO_2} \qquad (10)$$

برای فشار جزئی دی اکسید کربن بر طبق قانون دالتون خواهیم داشت $p_{CO2} = xp$ با ترکیب معادلات (۵)، (۸)، (۹) و (۱۰) خواهیم داشت:

$$\frac{dx}{dt}=-\frac{k}{n_N}x(1-x)^2\left(p^0-\rho gut\right) \qquad (11)$$

با انتگرال گیری از این معادله خواهیم داشت:

$$I(x)-I\left(x^0\right)=-\frac{kt}{2n_N}\left(2p^0-\rho gut\right) \qquad (12)$$

که در آن:

$$I(x)=\frac{1}{1-x}-\ln\frac{x}{1-x} \qquad (13)$$

این معادله می تواند برای محاسبه پارامترهای سیستم بکار رود، که شامل زمان سکون لازم برای یک حباب که برای رسیدن به بخش ملکولی مطلوب از دی اکسید کربن در حباب نیاز است بکار می رود.

ه- محاسبه PH و غلظت دی اکسید کربن در آب: غلظت دی اکسید کربن در آب می تواند به عنوان نرخ تعداد مولهای انتقال یافته از حباب به حجم تانک تعیین شود. تعداد مولهای انتقال یافته از هر حباب میتواند از مقدار x به طریق زیر تعیین شود. با این تعریف خواهیم داشت:

$$x=\frac{n_{CO_2}}{n_{CO_2}+n_N} \qquad (14)$$

با حل این معادله برای n_{CO2} خواهیم داشت:

$$n_{CO_2}=\frac{xn_N}{1-x} \qquad (15)$$

این عمل جواب زیر را برای غلظت دی اکسید کربن در آب خواهد داد:

$$c=\frac{N}{V_t}\left[n^0_{CO_2}-\frac{xn_N}{1-x}\right] \qquad (16)$$

غلظت یونهای هیدروژن در آب می تواند از c با حل معادله زیر برای h بدست آید:

$$\frac{h^2}{c-h}=K \qquad (17)$$

سپس PH می تواند با گرفتن $\log h$ بدست آید. همچنینی می توانیم معادله (۱۷) را برای c حل کرده و نتایج را در معادله (۱۶) جایگذاری نمائیم. پس از ساده سازی این کار یک رابطه جبری مستقیم برای رابطه بین بخش مولار مطلوب دی اکسید کربن در حباب و غلظت مطلوب یونهای هیدروژن در آب بدست می دهد.

$$x=1-\frac{KNn^0_{CO_2}}{KN\left(n^0_{CO_2}+n_N\right)-(K-h)hV_t} \qquad (18)$$

معادلات (۱۲) و (۱۸) یک مدل ریاضی از انتقال دی اکسید کربن ارائه می دهد که برای طراحی سیستم تصفیه مفید می باشد.

- گرمایش

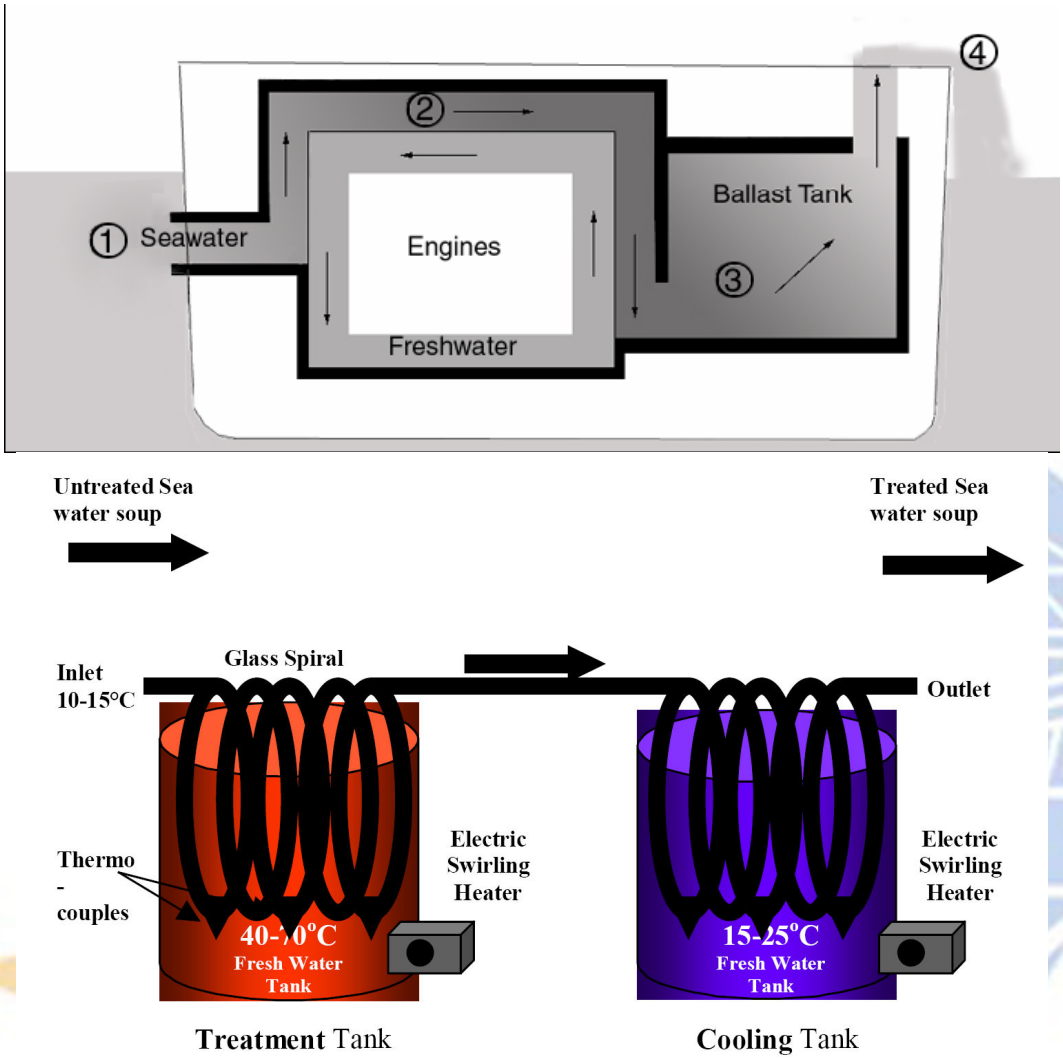
گرمایش آب بالاست به دماهایی بین $35^\circ C$ و $45^\circ C$ و نگهداری آن دما برای یک دوره طولانی کافی برای کشتن ارگانیسمهای بزرگتر مانند ماهی ها کافیست ولی قادر به از بین بردن میکرو ارگانیسمها نمی باشد. آب بالاست با استفاده از سیستم خنک سازی موتور گرم می شود، مراحل کار بترتیب زیر است:

۱ – آب دریا به داخل تانکهای بالاست فلاش پمپ می شود

www.SID.ir

Archive of SID

۲- آب دریا گرم می شود، این کار توسط آب تازه ای که برای خنک کاری موتور کشتی به کار برده می شود انجام می گیرد
۳- آب دریای گرم شده به داخل تانکهای بالاست پمپ می شود و باعث از بین رفتن بسیاری از ارگانیسمها می شود
۴- آب بالاست تصفیه شده به خارج پمپ می شود



شکل ۲ – تصفیه گرمایشی آب بالاست

- فیلتراسیون

می توان آب بالاست را قبل از اینکه به تانکها وارد شود و یا در حین تخلیه فیلتر نمود. مزیت فیلتراسیون در هنگامی که آب به داخل تانکها پمپ می شود این است که ارگانیسمهای فیلتر شده در محل بومی خود باقی خواهند ماند. یکی از موانع فیلتراسیون این است که این عمل نیازمند تجهیزات ویژه است که هزینه زیادی را جهت خرید و نصب در بر دارند. هزینه فیلتراسیون متناسب با ریزتر شدن ذرات و ارگانیسمهای مورد نظر افزایش می یابد.

انتخاب روش تصفیه

چند معیار برای انتخاب روش تصفیه وجود دارد:

۱- ایمنی کارکنان و مسافران
۲- کارآیی در حذف ارگانیسمهای مورد نظر
۳- سهولت بهره برداری از تجهیزات تصفیه
۴- حفظ یکپارچگی سازه ای کشتی
۵- اندازه و هزینه تجهیزات تصفیه
۶- میزان خسارت احتمالی به محیط زیست

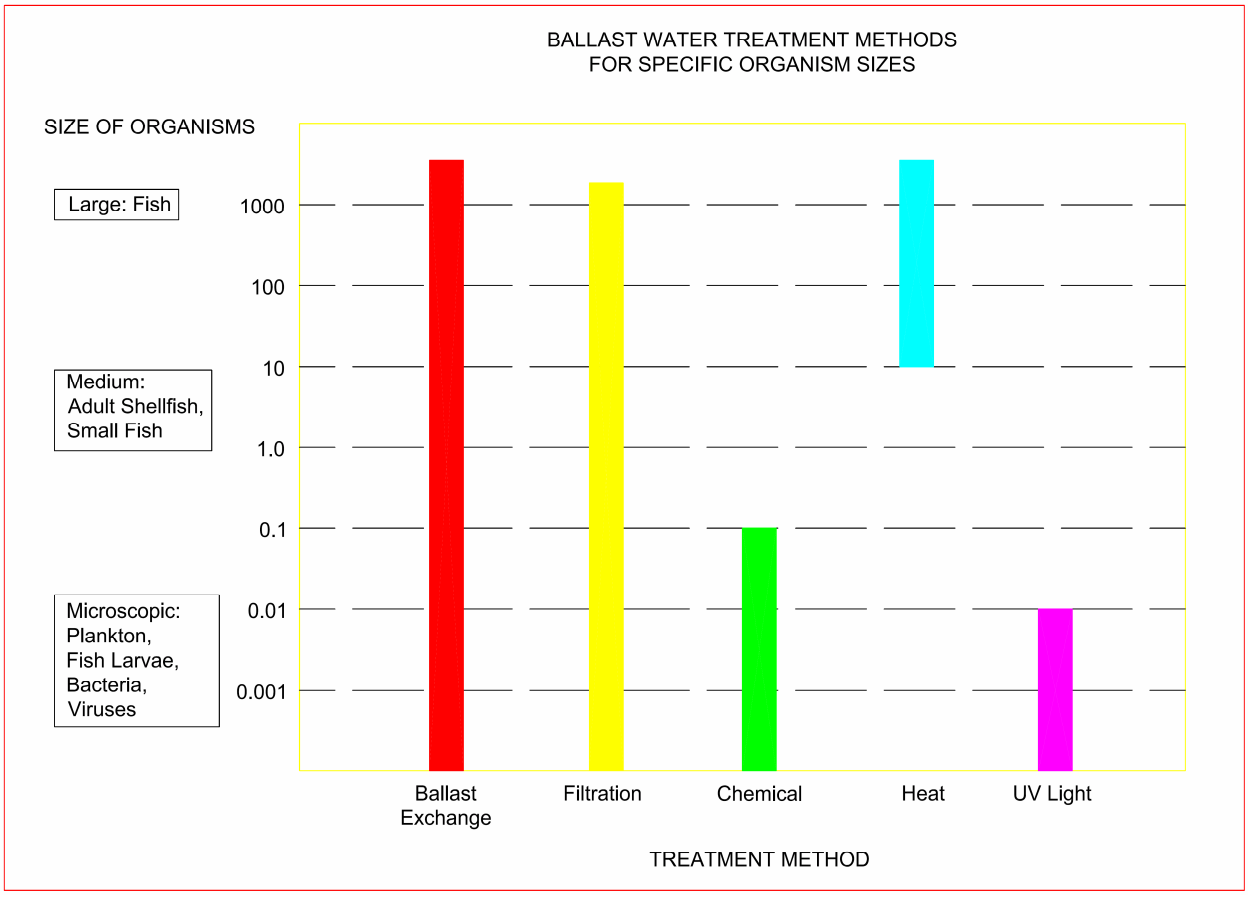
www.SID.ir

Archive of SID

در هنگام ارزیابی گزینه های مورد نظر برای BWT تعدادی از فاکتورهای عمومی می بایست در نظر گرفته شوند که شامل هزینه، اجرا، کارآیی روش و ریسکهای احتمالی مرتبط با ایمنی افراد و محیط زیست می باشند. بسیاری از روشهای تصفیه نیازمند این هستند که کشتی ها به وسایل مورد نیاز تجهیز شوند و یا از کشتی های مدرنی که دارای این تجهیزات هستند استفاده گردد که هر دوی آنها بسیار پرهزینه هستند. از آنجا که بسیاری از روشهای تصفیه با کشتن ارگانیسم ها در آب بالاست کار می کنند، خود این روشها در صورتی که کاملا در تانک بالاست انجام نشوند می توانند موجب ایجاد خطراتی برای سلامت انسانها و یا محیط زیست شوند. این ریسکها و هزینه ها می بایست ارزیابی شده و با میزان ریسک محتمل ایجاد شده توسط گونه های غیر بومی برای سواحل مقایسه گردند.

روشهای دیگر

روشهای دیگری نیز برای تصفیه آب بالاست بررسی شده اند. این روشها نیازمند تحقیق و بررسی بیشتری قبل از کاربرد هستند. به عنوان مثال اشعه فرابنفش که هم اکنون در بیمارستانها و ... برای از بین بردن میکروارگانیسمها و جلوگیری از انتشار بیماریها به کار می رود، از جمله این روشها هستند. شکل ۳ اندازه های مختلف ارگانیسم ها را که توسط روشهای مختلف تصفیه در برگرفته می شوند نشان می دهد. تعدادی از دیگر روشهای فیزیکی برای زدودن ارگانیسمهای نامطلوب از آب بالاست نیز مورد آزمایش قرار گرفته اند که شامل روشهای صوتی، پالس الکتریکی، و روش مغناطیسی می باشد.



شکل ۳ – روشهای تصفیه آب بالاست برای اندازه های مختلف ارگانیسمها

تعویض آب بالاست

قواعد معمول مربوط به آب بالاست معمولا بر کاهش ریسک تولید گونه های غیر بومی با تعویض آب بالاست در دریای آزاد تاکید دارند. موارد زیر در این آئین نامه ها مورد توجه قرار می گیرد:

۱- حذف کامل رسوبات ته نشین و آب باقیمانده از ته تانکهای بالاست بسیار مشکل خواهد بود

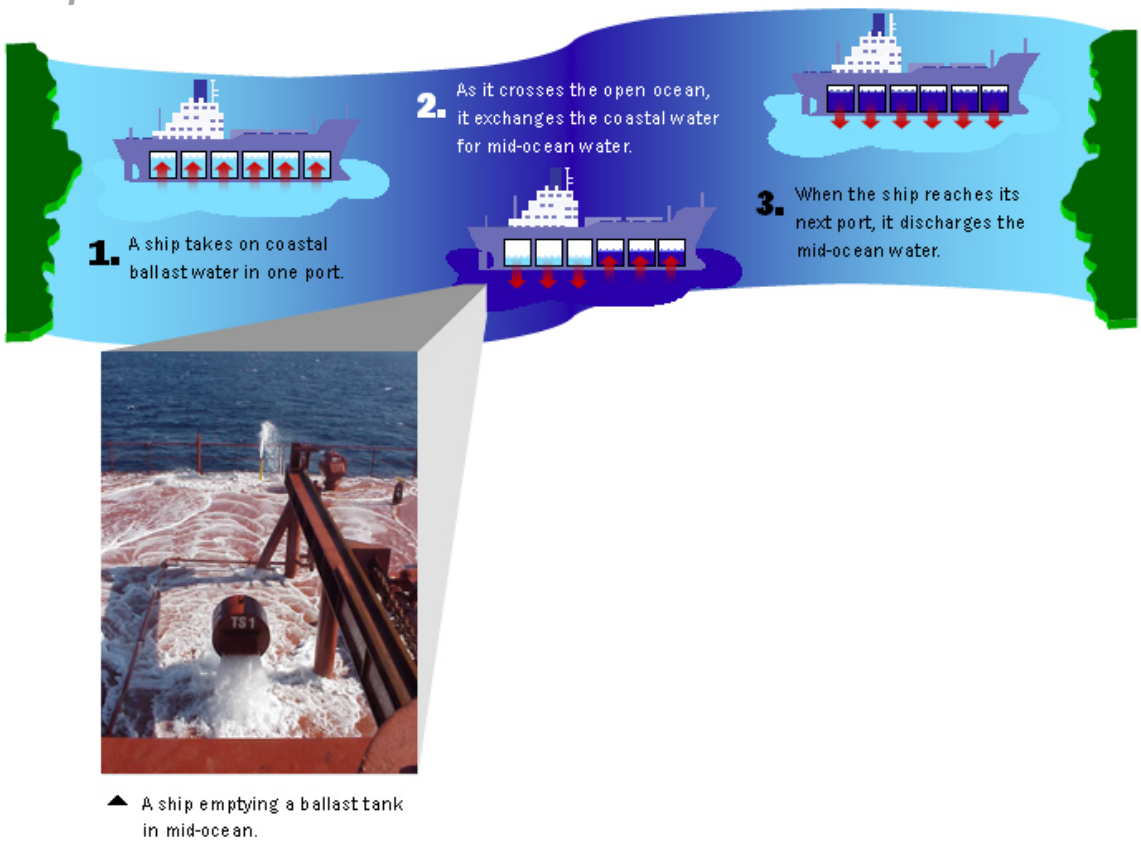
۲- ارگانیسم های چسبیده به جداره های تانک یا تکیه گاههای سازه ای در داخل تانک بسهولت زدوده نمی شوند

۳- در دریاهای متلاطم و طوفانی تعویض آب بالاست برای شناورها کار ایمن و مطمئنی نخواهد بود

در نتیجه، ارگانیسم های باقیمانده در داخل تانکهای بالاست در صورت عدم تخلیه کامل می توانند در زمان دیگری در بنادر و اسکله ها خالی شوند. شکل ۴ نحوه انجام یک پروسه تعویض آب بالاست را نشان میدهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤ – تعویض آب بالاست در دریای آزاد

همچنین مزایایی نیز در تعویض آب بالاست وجود دارد. از آنجا که اینکار در هنگامی که کشتی در حال طی مسیر است رخ می دهد، زمان نسبتا اندکی در طول مسیر دریایی تلف می شود. تجهیزات و آموزش بهره برداری اضافه ای برای تعویض آب بالاست مورد نیاز خواهد بود و فرآیند ساده ای از لحاظ اجرا می باشد.

نتیجه گیری

آب بالاست یکی از راههای اصلی تعرضات بیولوژیکی در جهان است. زدودن ارگانیسم ها از آب بالاست یک راه نوید بخش در جلوگیری از تولید و ایجاد موجودات مهاجم است که منجر به آسیب های اکولوژیکی و اقتصادی می شوند. از آنجا که تا کنون هیچ روشی برای زدودن تمامی ارگانیسمها از آب بالاست به اثبات نرسیده است تحقیقات بیشتری باید در جهت بهبود روشهای موجود، ایجاد روشهای جدید و تعیین میزان کارآیی روشهای ترکیبی انجام گیرد. تا چند وقت اخیر، جلوگیری از آزادسازی گونه های غیربومی در درجه اهمیت کمتری قرار داشت. در حقیقت بسیاری از گزینه های مد نظر تصفیه آب بالاست همچنان در مرحله آزمایش قرار دارند. از آنجا که نصب تجهیزات جدید و یا تجهیز شناورهای موجود گران است، مالکان کشتی ها تمایلی به استفاده از این تکنولوژی های جدید ندارند، مگر اینکه کارآیی آن به اثبات برسد. در عوض این قضیه تاخیرات بیشتری را در تطبیق تغییرات مورد نظر و انجام شده در چگونگی مدیریت آب بالاست کشتی ها موجب خواهد شد.

مراجع

(1) Foda, M. A., Hunt, J. R. and Chou, H. T. (1993), A Nonlinear Model for The Fluidization of Marine Mud by Waves. American Geophysical Union, Journal of Geophysical Research, Vol. 58, No. C4, pages 7039-7047.
(2) Mathew, J. (1992), Wave-Mud Interaction in Mud banks, Ph.D. dissertation, Cochin University of Science and Technology, Cochin, Kerala, India.
(3) Soltanpour, M., Shibayama, T., Noma, T. (2003), Cross-shore Mud Transport and Beach Deformation Model, Coastal Engineering Journal, Vol. 45, No. 3, pages 363-387.
(4) Soltanpour, M., Shibayama, T., Masuya, Y., Sabzevari, I. (2004), Wave Attenuation and Mud Mass Transport under Irregular Waves, Proc. 29th Coastal Eng. Conf., ASCE, pages 1851-1860.
(5) Zhang, Q. H., Zhao, Z. D. (1999), Wave-Mud Interaction: Wave Attenuation and Mud Mass Transport, Coastal Sediments “99”, pages 1867-1880.

www.SID.ir

Archive of SID

علائم و اختصارات

C غلظت دی اکسید کربن درآب، شامل یونهای تولید شده توسط تجزیه الکترولیتی

g شتاب گرانش

h غلظت یونهای هیدروژن درآب

K ضریب تجزیه اسید کربنیک (=۷-۱۰*۴,۳ مول بر لیتر)

k ضریب نرخ واکنش

k_H ضریب قانون هنری برای اکسیژن (=۶-۱۰*۳۹,۷۹ مول بر لیتر)

N تعدا کل حبابهای تولید شده

n تعداد کل مولهای گاز در حباب

n_{CO2} تعداد مولهای دی اکسید کربن در حباب

n_N تعداد مولهای نیتروژن در حباب

p فشار کل داخل حباب

p_{CO2} فشار جزئی دی اکسید کربن داخل حباب

Q نرخ جریان وزنی گاز

t زمان

u سرعت حباب

V_t حجم تانک

x بخش مولی دی اکسید کربن داخل حباب

Y بخش وزنی اکسیژن در آب

y بخش وزنی اکسیژن در حباب

rho چگالی آب بالاست

اندیس ۰ به مقادیری که اولین بار در تانک ایجاد می شوند اشاره دارد

اندیس ۰ به مقادیر موجود در آب در زمان ۰ اشاره دارد

www.SID.ir

Archive of SID

BALLAST WATER MANAGEMENT AND TREATMENT TECHNOLOGIES IN PERSIAN GULF

H. Taheri
Malek-e-Ashtar University of Technology

Abstract

Shipping is critical to the economy of Iran. Ports in Persian Gulf import and export a variety of goods, providing a link between the rest of the world and Iran businesses. Also a large amount of oil volume is transported through the Persian Gulf. An unintentional consequence of the trade is the transport of new species to ecosystems outside their historical habitat. These aquatic non-indigenous species (ANS) - which are free of the natural controllers of their habitats - can proliferate in Persian Gulf, displace native species, and degrade economy. Therefore, such species require effective and efficient management to prevent the introduction of ANS via shipping vectors such as ballast water and vessel fouling. So, many studies have been devoted to the problem of invading species that carried in ship's ballast water.

Keywords: *Persian Gulf, ecosystems, species, proliferate*

www.SID.ir