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

نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی
ICOPMAS 2010
۱۰- ۸ آذر ماه (تهران)

ارائه راهکار منطبق با معیارهای زیست محیطی برای سیستم خنک کننده دریایی - مطالعه موردی جزیره خارک

حسین اردلان ، مربی ، موسسه تحقیقات آب ، hardalans@gmail.com
احمد شانه ساز زاده ، استاد ، دانشگاه اصفهان ، ahmad.shanehsaz@yahoo.co.uk

کلید واژه: جزیره خارگ، مرجان، هیدرودینامیک، مدل‌سازی پخش حرارت، خلیج فارس، سیستم های خنک کننده با آب دریا

خلاصه

محیط زیست ساحلی در برگیرنده پیچیده‌ترین و در عین حال غنی‌ترین اکوسیستم‌های مولد بر روی کره زمین می باشد. آلودگی دریاها و تاثیر فعالیت‌های خشکی که ماحصل پیامدهای توسعه اقتصادی اجتماعی در خط ساحلی و حوزه های آبریز آن می‌باشد به طور مستقیم زیستگاه‌های ساحلی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از جمله این زیستگاه‌ها، آبسنگ‌های مرجانی می‌باشند. آبسنگ‌های مرجانی نسبت به تغییرات درجه حرارت و شوری حساس بوده قادر به تحمل کدورت آب نیستند. در مطالعه حاضر، میزان پخش حرارت ناشی از آب گرم شده برگشتی از سیستم خنک کننده کارخانه تولید گاز مایع (NGL) خارک در سواحل مرجانی شمال غرب جزیره با استفاده از مدل‌های عددی مبتنی بر هیدرودینامیک ساحل و فرمول های پخش حرارت مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، ابتدا شیوه تخلیه در ساحل بررسی و عدم انطباق آن با معیار های زیست محیطی ثابت گردیده است. سپس با در نظر گرفتن شرایط هیدرولیکی خروجی جریان و هیدرودینامیک سواحل، عمق حداقل مناسب برای تخلیه ایمن آب گرم شده از طریق لوله محاسبه و ارائه گردیده است. کاربرد مدل‌های هیدرودینامیکی پیشرفته در زمینه پخش حرارت در تحلیل فرآیندهای زیست محیطی و انتخاب راه کار مهندسی سازگار با محیط زیست در یکی از سواحل غنی و حساس کشور از یافته‌های این تحقیق می‌باشد.

۱ ـ مقدمه

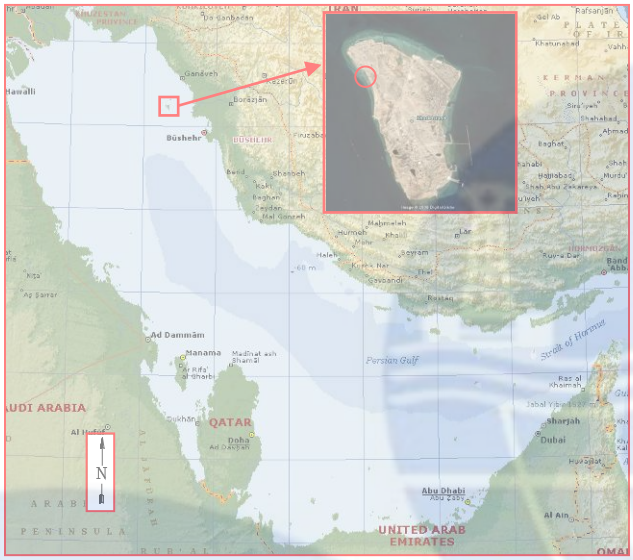
محیط زیست ساحلی در برگیرنده پیچیده‌ترین و در عین حال غنی‌ترین اکوسیستم‌های مولد بر روی کره زمین می باشد. این ناحیه ، منطقه انتقالی و به شدت آسیب پذیر است و از آنجا که آخرین پذیرنده آلاینده های خشکی و دریا می‌باشد ، از تجمع آلاینده‌ها در معرض تهدید دائمی قرار دارد . آلودگی دریاها و تاثیر فعالیت‌های خشکی که ماحصل پیامدهای توسعه اقتصادی اجتماعی در خط ساحلی و حوزه های آبریز آن می باشد، مهمترین مسائل در اغلب مناطق دنیاست که به طور مستقیم زیستگاه‌های ساحلی را تحت تاثیر قرار می‌دهد . از جمله این زیستگاه‌ها، آبسنگ‌های مرجانی می‌باشند. آبسنگ‌های مرجانی بعد از جنگل‌های تروپیکان ، دومین بیوم غنی جهان را تشکیل می دهند و یا وسعت حدود ۶۰۰ هزار کیلومتر مربع ۱۷ درصد تمام اقالیم دریایی را به خود اختصاص داده‌اند . آبسنگ های مرجانی علیرغم محدوده کوچک که از سواحل کل زمین اشغال کرده اند، نزدیک به ۹ میلیون تن ظرفیت تولید ماهی در سال دارند که نزدیک به ده درصد کل تولید سالانه ماهی در جهان می باشد [۱]. آبسنگ‌های مرجانی که مختص آبهای کم عمق (حداکثر تا ۳۰ متر) مناطق گرمسیری می باشند، نسبت به تغییرات درجه حرارت و شوری حساس بوده قادر به تحمل کدورت آب نیستند. این دسته از مرجان‌ها کند رشد بوده و نرخ رشدی معادل ۳۸ تا ۱۲ متر در هزار سال برای آنها تعیین گردیده است و روند ترمیم آنها پس از آسیب ، بسیار بطئی خواهد بود. در آبهای کرانه‌ای ایران تاکنون ۲۸ گونه آبسنگ مرجانی در حاشیه ۱۶ جزیره خلیج فارس و ۲ منطقه ساحلی (خارگ ، خارگو و بندر طاهری بوشهر و خلیج چابهار) مورد شناسایی قرار گرفته‌اند که از انواع حاشیه‌ای، تحت و یا پراکنده می‌باشند[۲]. احداث تأسیسات نفتی در سواحل و بکارگیری آب دریا در سیستم‌های پتروشیمی و پالایشگاهی برای

www.SID.ir

Archive of SID

خنک کردن و تخلیه پساب حاصل از آن موجب ایجاد حساسیت در مناطق ساحلی و تخریب اکوسیستم ساحل از جمله آبسنگ های مرجانی خواهد شد.

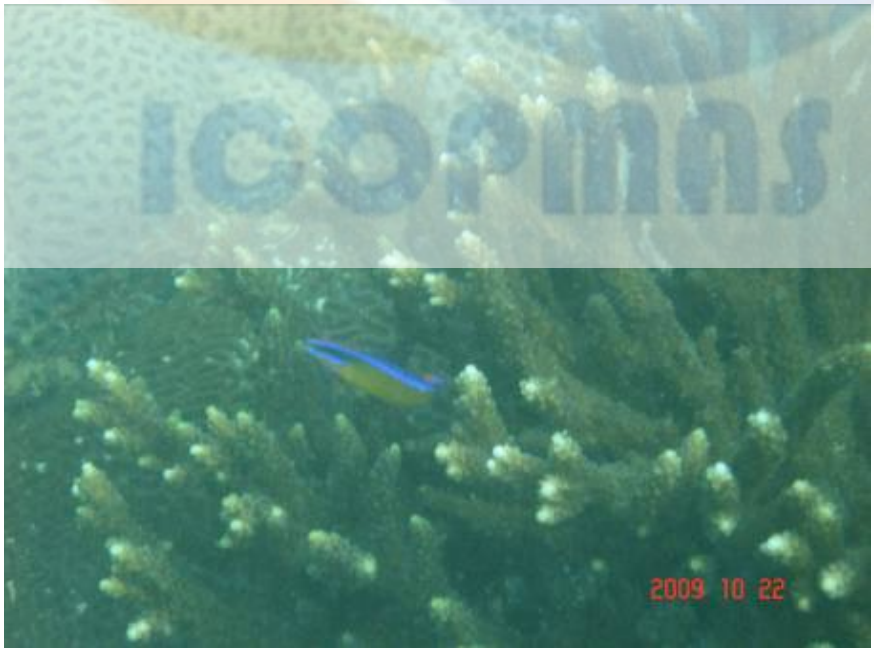
در مطالعه حاضر، میزان پخش حرارت ناشی از آب گرم شده برگشتی از سیستم خنک کننده کارخانه تولید گاز مایع (NGL) خارک با استفاده از مدل‌های عددی مبتنی بر هیدرودینامیک ساحل و فرمول های پخش حرارت مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، ابتدا شیوه تخلیه در ساحل بررسی و عدم انطباق آن با معیار های زیست محیطی ثابت گردیده است. سپس با در نظر گرفتن شرایط هیدرولیکی خروجی جریان و هیدرودینامیک سواحل، عمق حداقل مناسب برای تخلیه ایمن آب گرم شده از طریق لوله محاسبه و ارائه گردیده است. محدوده مورد مطالعه در شکل شماره ۱ ارائه شده است.



شکل ۱) محدوده مورد مطالعه در شمال غربی جزیره خارگ

۲ ـ آبسنگ‌های مرجانی سواحل جزیره خارگ، کیفیت زیستی آن‌ها و معیارهای زیست محیطی

بررسی سواحل کم عمق شمال شرقی جزیره خارگ حاکی از پویایی آبسنگ‌های مرجانی در این منطقه بر اساس شواهد موجود بوده و لذا حفاظت این بخش از ساحل با مطالعات مهندسی و نیز رعایت استانداردهای زیست محیطی الزامی می‌باشد. (شکل شماره ۲)



شکل ۲) نمونه‌ای از آبسنگ‌های مرجانی سواحل جزیره خارگ (تاریخ عکس پاییز ۱۳۸۸)

www.SID.ir

Archive of SID

استانداردها و محدودیت‌های زیست محیطی از طرف سازمان‌ها و مجامع داخلی و خارجی برای ورود آلاینده‌ها به آبهای ساحلی ارائه شده که از جمله این استانداردها، مقادیر پیشنهاد شده در مرجع [۳] می‌باشد. بر اساس راهنمای فوق ورود آب گرم به ساحل در صورتی قابل قبول از نظر معیارهای زیست‌محیطی می‌باشد که تأثیر پلوم حرارتی در شعاع ۲۰۰ متری نقطه تخلیه بیش از ۳ درجه سانتی‌گراد نباشد. به عبارت دیگر در شعاع ۲۰۰ متر از محل تخلیه دمای آب حداکثر می تواند ۳ درجه سانتی گراد از محیط اطراف بیشتر باشد.

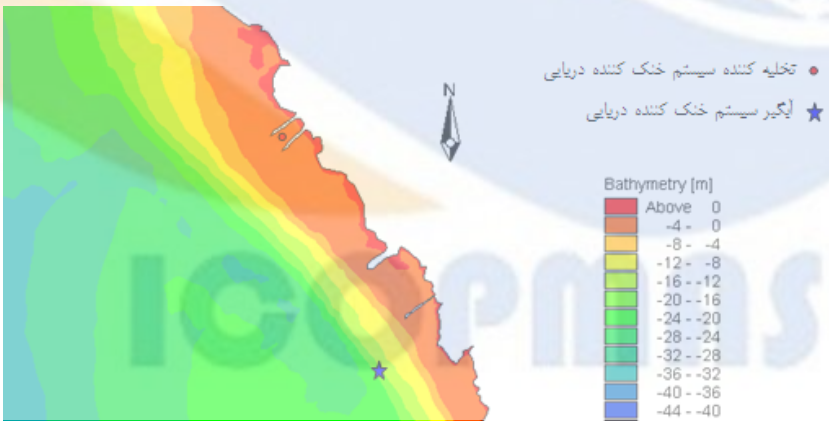
۳ ـ معرفی تأسیسات نفتی در شمال غربی جزیره خارگ

کارخانه NGL خارک برای سیستم خنک کننده خود نیاز به حداکثر ۱۳/۸ متر مکعب در ثانیه آب داردکه ازعمق حدود ۱۵ متری دریا به صورت ثقلی وارد حوضچه پمپاژ شده و بوسیله پمپاژ وارد سیستم خنک کننده می گردد. آب برگشتی(پساب) پس از خنک کردن واحد های کارخانه، که به صورت خنک کردن آب شیرین محبوس می باشد، بدون تماس با مواد آلاینده، دارای افزایش درجه حرارتی حدود ۱۰ درجه سانتی گراد می گردد که لازمست به طور اصولی در دریا تخلیه گردد تا از رعایت معیار های زیست محیطی مربوطه اطمینان حاصل شود. آب برگشتی اگرچه در مسیر خود تا دریا مسیری حدود ۲۰۰ متر راطی می نماید، ولی محاسبات نشان میدهد که تبادل حرارتی با محیط ناچیز بوده و افت حرارت در مسیر کمتر از ۰/۵ درجه است.

٤ ـ گزینه های مورد بررسی برای تخلیه پساب در دریا

به منظور کنترل رعایت ضوابط زیست محیطی، دو گزینه مورد بررسی قرار گرفت: (۱) تخلیه سطحی در ساحل (۲) انتقال پسآب به عمق دریا با استفاده از لوله.

در گزینه اول آب به ساحل منتقل شده و توسط کانال هائی هدایت کننده به صورت سطحی به ناحیه همواره مغروق (CD>0.0، که در آن CD نمایشگر پایین ترین سطح جزر و مدی آب می باشد.) هدایت می گردد. در شکل شماره ۳ سناریوی تخلیه پساب بصورت ثقلی در ساحل دریا با استفاده از کانال هدایت کننده، محل قرارگیری آبگیر و تخلیه کننده و سازه‌های ساحلی ارائه شده است. تغییرات بستر دریا (عمق آب) نیز در شکل ارائه گردیده است. بدیهی است این گزینه آسان بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می باشد.

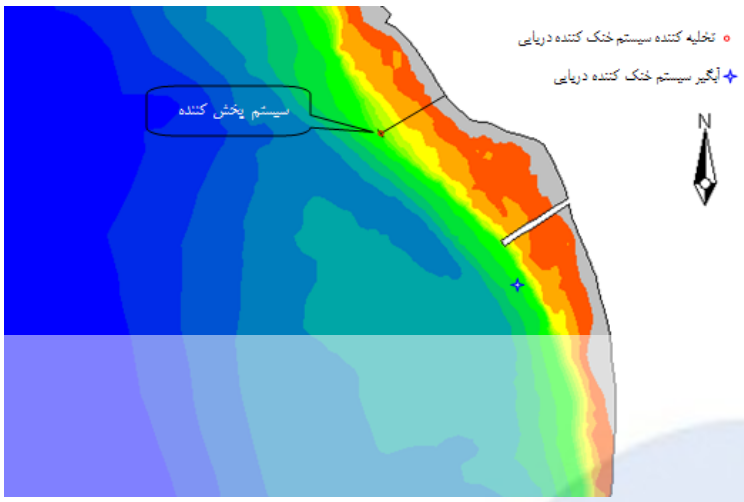


شکل ۳) گزینه تخیه پساب بصورت ثقلی در ساحل دریا با استفاده از کانال هدایت کننده، محل قرارگیری آبگیر و تخلیه کننده و سازه‌های ساحلی در شکل نمایش داده شده است.

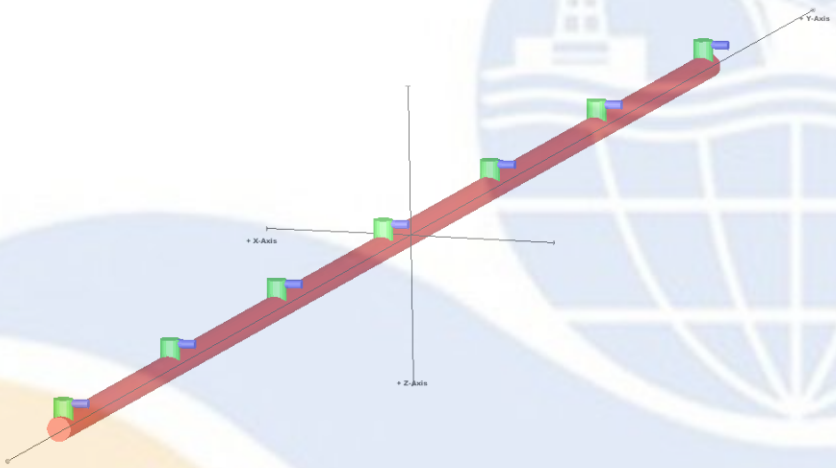
در گزینه دوم پساب کارخانه به ساحل منتقل شده و از طریق لوله در عمق مناسب تخلیه می گردد. تعیین عمق لازم و قطر لوله (سرعت آب خروجی) از مواردی است که باید طراحی گردند. شکل شماره ۴ این گزینه را به صورت شماتیک نمایش می دهد. لازم به توضیح است با توجه به وجود بیش از ۱۰ متر هد آب، تخلیه کماکان به صورت ثقلی خواهد بود. در این گزینه میتوان جهت ایجاد شرایط مناسب تر اختلاط پساب و آب دریا، از سیستم های پخش کننده (Defuser) مشابه شکل ۵ استفاده نمود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴) گزینه تخلیه پساب در عمق با استفاده از لوله



شکل ۵) سیستم پخش‌کننده پساب در دریا برای گزینه دوم

در ادامه این نوشتار وضعیت پارامترهای موثر محیط پیرامونی در دو گزینه مذکور با استفاده از روشهای شبیه سازی عددی هیدرودینامیک و پخش حرارت مورد بررسی قرار می گیرد تا انطباق شرایط با معیار های مذکور در فوق بررسی شود.

۵ ـ مدل‌سازی پخش حرارت و نتایج حاصله

یکی از پارامترهای موثر در پخش حرارت مقدار و الگوی جریان های دریائی در محل تخلیه پساب می باشد. عمده ترین این جریان ها که همواره و البته بصورت پریودی (رفت و برگشتی) وجود دارد، جریان های ناشی از جزر و مد می باشد. در این مطالعه مقادیر سرعت جریان در محل تخلیه و نیز الگوی جریان اطراف جزیره از مدل هیدرودینامیک سه بعدی منطقه استخراج شده است. مدل سه بعدی هیدرودینامیک جریان با استفاده از اطلاعات اندازه‌گیری انجام شده در محدوده مطالعاتی واسنجی و تدقیق شده است. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل موارد زیر بود:

- اندازه‌گیری پروفیل جریان و موج در یک ایستگاه به مدت یک هفته در عمق ۸ متری
- اندازه‌گیری مسیر حرکت جریان در سه ایستگاه در اعماق ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متری با استفاده از جسم شناور

پس از تعیین الگوی جریان پیرامون محل تخلیه، برای تعیین الگوی پخش حرارت در محدوده‌های نزدیک پخش کننده‌ها مدل CORMIX و برای میدان‌های دور مدل سه بعدی MIKE 3D FM مورد استفاده قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

MIKE 3D FM برنامه سه‌بعدی برای شبیه‌سازی مشخصات اقیانوس‌شناسی بر پایه المان‌بندی نامنظم جریان در رودخانه‌ها، خورها و سیستم‌های دریایی است که هیدرودینامیک، روناب سطحی، فرورفت، پراکنش، مورفولوژی، کیفیت آب و حمل رسوبات را در برمی‌گیرد. المان‌بندی قائم در دو سیستم Sigma- Coordinate و Z-Level و یا یک سیستم ترکیبی از این دو سیستم امکان‌پذیر می‌باشد. مدول‌های موجود در این نرم‌افزار عبارتند از [۴] :

- Hydrodynamic Module
- Transport Module
- ECO Lab Module
- Mud Transport Module
- Sand Transport Module
- Particle Tracking Module

CORMIX یک مدل محدوده اختلاط هیدرودینامیکی و یک سیستم تصمیم‌گیری برای تخلیه آلاینده‌ها به داخل محیط آبی‌های سطحی می‌باشد. این نرم‌افزار قادر با تحلیل و پیش‌بینی وضعیت پخش آلودگی‌های ورودی به محیطهای آبی، امکان طراحی و بهینه‌سازی این نوع از سیستم‌ها را بوجود می‌آورد. این نرم‌افزار شامل چهار مدول زیر می‌باشد:

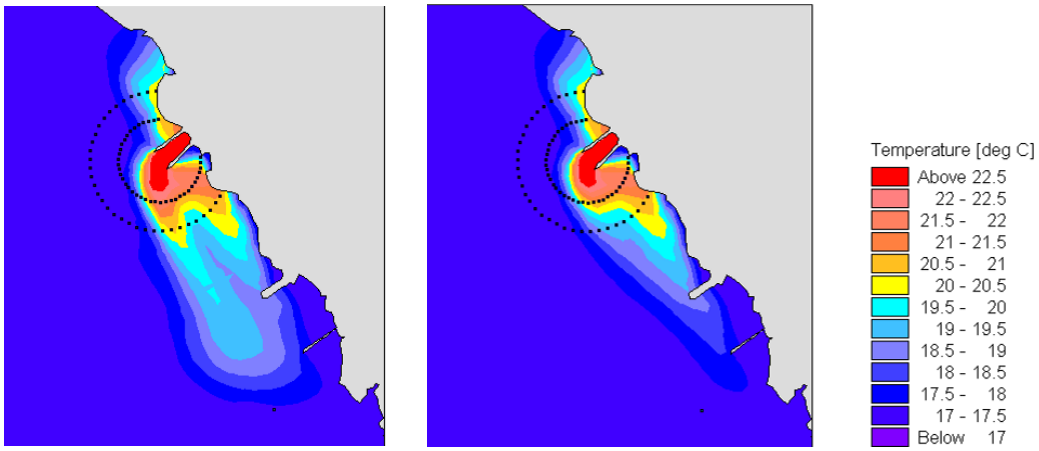
• CORMIX1 for single port discharges
• CORMIX2 for multiport diffuser discharges
• CORMIX3 for buoyant surface discharges
• DHYDRO for the analysis of dense and/or sediment discharges in coastal environments

هیدرودینامیک ورود آلودگی‌ها به محیطهای آبی بطور کلی به دو سیستم میدان نزدیک و میدان دو تقسیم می شوند. در سیستم میدان نزدیک، سرعت و مشخصات جریان ورودی به محیط آبی غالب بوده و در سیستم میدان دور، ادامه روند پخش آلودگی تابع مشخصات هیدرودینامیک محیط آبی می‌باشد و انرژی ناشی از جت آلودگی‌ها به محیط آبی ازبین رفته است[۵].

۵-۱- گزینه اول:تخلیه پساب در ساحل

شکل شماره ۶ وضعیت پخش ابر حرارتی را در آب های ساحلی اطراف محل تخلیه حاصل مدل پخش حرارت را برای یکی از شرائط بررسی شده را در دو عمق نمایش می دهد. در این نمونه دبی خروجی در حالت حداکثری (۱۳/۹ مترمکعب در ثانیه) بوده و دمای آب ورودی ۱۰ درجه بیشتر از دمای محیط (۱۷ درجه) می باشد [۶]. دوایر نقطه چین، شعاع های به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ متر اطراف نقطه تخلیه را نشان می دهند. همانطور که ملاحظه می گردد، در شعاع ۲۰۰ متری در بعضی نقاط دما نزدیک به ۲۲ درجه است، یعنی ۵ درجه بیشتر از محیط اطراف که این از نظر زیست محیطی قابل قبول نیست.

علت عدم کاهش دما در این گزینه، سرعت پایین جریان های ساحلی در محل تخلیه می باشد که امکان پخش ابر حرارتی را در بازه یک جزر و یا مد فراهم نمی نماید. نمونه ارائه شده نشان میدهد که تخلیه سطحی پساب در ساحل نمی تواند معیار زیست محیطی حداکثر ۳ درجه اختلاف را ارضاء نماید.



www.SID.ir

Archive of SID

شکل ٦) وضعیت پخش حرارت در ۱۰۰ و ۲۰۰ متری نقطه تخلیه پساب در شرایط حداکثر جزر در لایه سطحی (چپ) و لایه میانی (راست)

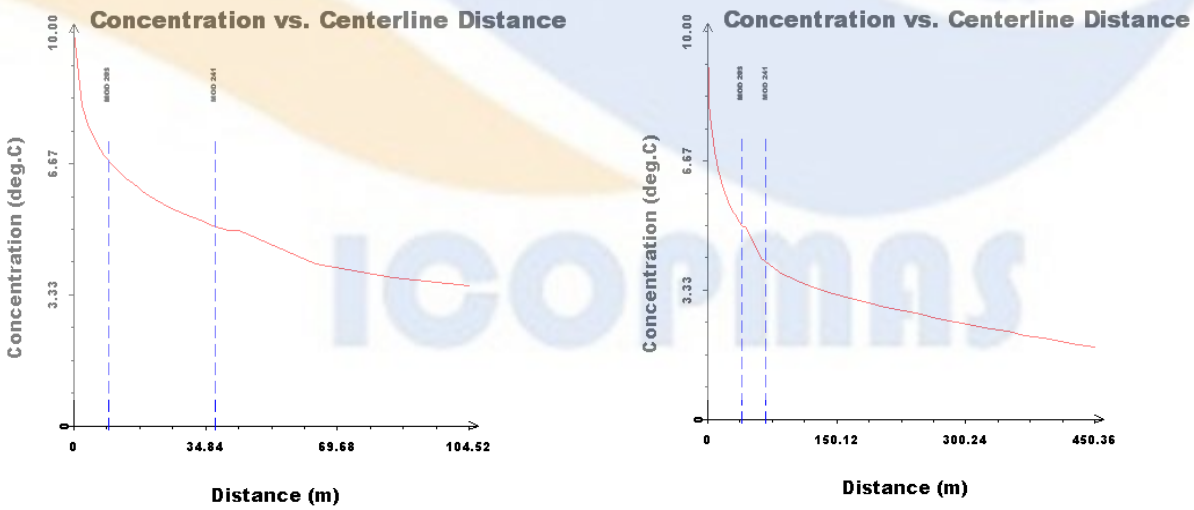
۵-۲- گزینه دوم: انتقال پسآب به عمق با استفاده از لوله.

در ادامه مطالعات، سیستم انتقال و توزیع پساب در قسمت‌های عمیق‌تر ساحل مورد بررسی گردید. در این سیستم با ایجاد جت آب و تشکیل گردابه، و با توجه به سرعت بالاتر جریان در آب های عمیق تر، امکان اختلاط بیشتر در میدان نزدیک ایجاد شده و امکان استهلاک بیشتر دما در فواصل کوتاه ایجاد می‌گردد. از طرف دیگر، اضافه نمودن طول لوله باعث افزایش زمان و هزینه های اجرائی می گردد. بنابر این لازم است حداقل عمق مورد نیاز که الزامات زیست محیطی مذکور را ارضاء می نماید معلوم گردد.

پس از انجام امکان سنجی های مختلف لوله ای با قطر ۲/۲ متر برای انتقال پسآب به آب عمیق تر مد نظر قرار گرفت. این لوله در انتها از طریق یک اتصال T شکل به یک پخش کننده با ۷ خروجی با قطر ۸/. متر مشابه شکل ۵ متصل می‌گردد. عمق انتخاب شده پس از سعی و خطا ۴/۵- متر نسبت به CD می‌باشد.

در این راستا تخلیه پساب در عمق برای دو حالت دبی حداقل ۵ مترمکعب در ثانیه و حداکثر ۱۳/۹ مترمکعب در ثانیه مورد مطالعه قرار گرفت. سرعت‌های تخلیه برای دو حالت فوق به ترتیب، ۱,۴ و ۴ متر بر ثانیه در قسمت خروجی پساب می باشد. برای هر یک از دبی های فوق چهار حالت بحرانی شامل، جریان مد حداکثر، جریان جزر حداکثر، بالاترین سطح آب و پایین ترین سطح آب مورد شبیه سازی قرار گرفته است(جمعاً ۸ حالت یا سناریو) [۷]. در میان ۸ سناریوی بررسی شده حالت دبی حداکثر در شرایط جریان مد کامل (Maximum Flood Velocity) بحرانی ترین شرایط را به وجود می آورد که در آن اختلاف دما در فاصله ۱۷۸ متری به ۳ درجه می رسد که باز هم معیار زیست محیطی مد نظر را ارضاء می نماید.

شکل شماره ۷، که خروجی مستقیم مدل عددی می باشد، تغییرات اختلاف حرارت پساب و دمای آب محیط بر حسب فواصل مختلف از محل تخلیه را برای حالت بحرانی مذکور برای حالت دامنه نزدیک (near field) و دامنه دور (far field) نمایش می دهد. لازم به توضیح است که شعاع تاثیر دامنه نزدیک (اعتبار منحنی سمت چپ) تا حدود ۴۵ متر می باشد و لذا خروجی آن در مدل به تحلیل دامنه دور منتقل می گردد.



شکل ۷) تغییرات اختلاف حرارت پساب بر حسب فاصله از محل تخلیه برای حالت دامنه نزدیک(چپ) و دامنه دور (راست)

لازم به توضیح است به علت عدم قطعیت های موجود و جهت رعایت ضرائب ایمنی کافی ، نهایتاً عمق ۵ متر جهت اجرای سامانه تخلیه پسآب توصیه شده است.

٦ ـ نتیجه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

بکارگیری سیستم‌های تخلیه پساب مطابق با معیارهای زیست محیطی در سواحل و به خصوص در سواحل مرجانی بسیار حائز اهمیت می باشد. به علت حساسیت این موجودات زنده به تغییرات حرارت، رعایت الزامات فوق الذکر در خصوص افزایش حرارت ضروری است. از طرفی هزینه‌های زیاد ساخت سیستم‌های تخلیه پساب در دریا، بهینه سازی عمق تخلیه، سیستم تخلیه و محل تخلیه را ضروری می‌نماید. در مطالعات حاضر با استفاده از مدل های پیشرفته شبیه سازی جریان و پخش حرارت، توزیع حرارت در اطراف یک منبع تخلیه آب گرم مورد بررسی قرار گرفت . بر اساس آن دو گزینه تخلیه پساب در ساحل به صورت سطحی و تخلیه در عمق با استفاده از سیستم‌های پخش پساب کنترل گردید. گزینه تخلیه در ساحل با توجه به الگوی جریان و پخش حرارت نتوانست معیارهای زیست محیطی را پوشش دهد. در گزینه دوم که در آن عمق‌های مختلف نقطه تخلیه پساب و سیستم‌های مختلف تخلیه با عنایت به محدودیت‌های اجرا بررسی گردید، عمق بهینه تخلیه پساب برابر ۵ متر انتخاب گردید. محدودیت دبی به حداکثر ۱۳/۹ و تأمین حداقل دبی تخلیه ۵ متر مکعب بر ساعت از شرایط پوشش معیار زیست محیطی در این سیستم می‌باشد که از طرف مجریان تضمین شده است.

۷ ـ قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از مطالعات سازه های دریائی پروژه NGL خارگ می باشد، که به صورت طرح و اجرا توسط شرکت ساختمانی عمران فلات در دست اجرا می باشد. بدین وسیله از حمایت ها ی ایشان قدردانی می شود.

۸ ـ مراجع

[1] – Charles Birkeland (Editor), “Life and Death of Coral Reefs”, Chapman & Hall Publication, 1997.

[۲] تارنمای اداره کل محیط زیست استان هرمزگان، http://www.hormozgandoe.ir/

[3]– The World Bank Group, Pollution Prevention and Abatement Handbook, United Nations Environment Programme, United Nations Industrial Development, 1998

[4]-DHI, “MIKE_3, 21_FM_Scientific Documentation”, DHI, Denmark. , 2007.

[5]- Robert L. Doneker and Gerhard H. Jirka, 2007, CORMIX USER MANUAL, U.S. environmental Protection Agency.

[6]- Omran Falat Company,“Hydrodynamic Report Northern Site”, registered no. KHG3-26-CV-RP-0001, 2008.

[7]- Omran Falat Company, “Thermal Dissipation Modeling of Outfall System”, 2009.

www.SID.ir

Archive of SID

An Environment Friendly Method for Seawater Effluents- A Case Study for Khark Island

H. Ardalan , MSc , WRI

A. Shanehsazzadeh , PhD , Esfahan University ,

Abstract

Coastal environment contains the richest and complex ecosystem in the world. Socio-economical developments in the coastal zone and the resulted seawater pollution have a direct impact on coastal environment. From this ecosystem, coral reefs are of outmost importance. Corals are very sensitive to the change in water temperature and salinity and cannot tolerate turbidity. Study on shallow water of North-west coast of Khark Island, Persian Gulf, reveals that the corals in this area are alive. Measures must be taken to survive such important ecosystem and therefore, protection of the coastal zone against damaging causes is essential. The construction of industrial plants in coastal zone of Khark island and using seawater for cooling purpose and then discharging the heated water effluent back to the sea body is a normal practice in the industry; however, because of the sensitivity of the corals, the process must be fully compliant with environmental standards. In the present study, the stage of thermal dispersion due to discharge of cooling system from a NGL plant at the North-west of Khark island is studied.

Key words: *Khark, Coral reef, Hydrodynamics, water Quality Modeling, Thermal dispersion, Persian Gulf*

www.SID.ir