View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

مدل سازی عددی پخش آلودگی در خلیج نایبند

پوران خدری[۱]، مسعودصدری نسب *[۱]، وحید چگینی[۲]، حسین پاشا زانوسی[۱]

۱. گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون در یایی خرمشهر
۲. موسسه ملی اقیانوس شناسی

چکیده

در این تحقیق از مدل سه بعدی هیدرودینامیکی کوهرنس برای مدلسازی وبررسی آلودگی درخلیج نایبنداستفاده شده است، که در آن معادلات ناویراستوکس و پیوستگی در سه بعد، و معادله های انتقال شوری و دما به روش جداسازی حل شده اند. در مدل از مختصات دکارتی برای راستای افق و از مختصات سیگما با پنج لایه برای راستای قائم استفاده شده است. داده های هواشناسی به صورت میانگین و هم چنین چهارمولفه اصلی جزرومد، M_2، S_2، K_1 و O_1 درمدل اعمال شده است. در این مدل از شبکه یکنواخت به ابعاد۷۹*۱۰۰ با دقت ۲۴۳ متر استفاده شده است. پس از تنظیم مدل و وارد کردن داده های مورد نیاز، مدل برای این خلیج اجرا شد که پس از رسیدن به حالت پایداری، جریانات کشندی با مشاهدات میدانی سازمان بنادر و دریانوردی مورد اعتبارسنجی قرار گرفت. پس از آن نحوه پخش آلودگی افقی در لایه های متفاوت پیش بینی شد.

نتایج مدل نشان می دهد که پخش آلودگی در خلیج نایبند، تحت تأثیر جریان های کشندی این خلیج رخ می دهد نتایج این مدل را می توان در نحوه پخش آلودگی و مسیر حرکت آلاینده در خلیج نایبند مورد استفاده قرار داد.

واژگان کلیدی: کوهرنس، مدل سازی عددی، خلیج نایبند، پخش آلودگی

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: masoud.sadri@gmail.com

۱. مقدمه

انتشار آلودگی در محیط های آبی یک پدیده روبه رشد می باشد. نگرانی ازعواقب محیطی و اقتصادی ناشی از انتشار آلودگی در آبها، محققین را بر آن داشته است که در این باب تحقیقات فراوانی انجام داده ومدلهایی را جهت بررسی این پدیده وپیش بینی اثرات آن ارائه نمایند. به طور کلی میتوان گفت که هدف این مدلها بررسی فرآیند پخش اثرات زیست محیطی و برآورد مناسب ترین استراتژی پاسخ می باشد. از آنجایی که حوادث دریایی اکثرا در محیط های گسترده و غیر قابل دسترسی رخ می دهد، لذا دسترسی محلی به آلودگی در موقعیت مورد نظر تقریبا غیر اقتصادی و زمانبر می باشد .یکی از روشهایی که میتواند در پیش بینی حرکت آلودگی و پاکسازی آن کمک شایانی کند، مدل سازی عددی است.

حرکت یک آلاینده ریخته شده به آب دریا بوسیله شرایط آب و هوایی ، شرایط اقیانوسی کشند، جریان ها و همچنین پارامترهای فیزیکی مواد آلاینده ای که به دریا ریخته می شود،کنترل می شود.

بنابراین انتقال آلودگی به عنوان برداری که مجموعه مولفه های جریانات جزر و مد و تنش باد بر روی آلاینده را در بر می گیرد ، محاسبه می شود. علاوه بر انتقال سطحی لکه های نفتی ، امکان ماندگاری آلاینده و اختلاط عمودی آن با ستون آب را باید در نظر گرفت.

Bingchen و همکاران آلودگی وانتقال رسوب را در خلیج یانگپو با به کاربردن نتایج مدل سوان و مدل کوهرنس، مدلسازی کردند و نتایج تحقیق خود را با مشاهدات میدانی مورد مقایسه قراردادند. آنها به این نتیجه رسیدند که نتایج مدل با مشاهدات میدانی تفاوتهایی دارد (Bingchen *et al.*, 2008).

محمودی(۱۳۸۶)، با استفاده از مدل کوهرنس به مدلسازی پخش آلودگی در خلیج فارس پرداخته و روشن ساخته که پخش آلودگی درخلیج فارس در سطح و بستر، تابع حرکت جریان و زمان ماندگاری خلیج می باشد.

شکل ۱. خلیج نایبند و منطقه مورد مطالعه

۲. مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه خلیج نایبند می باشد که در سواحل شمالی خلیج فارسدرمحدودهجغرافیایی″۵۸ °۲۴ ۵۲ تا′۳۸°۵۲ طول شرقی و″۵۸ ۲۲°۲۷ تا″ ۵۸ ۳۹°۲۷ عرض شمالی واقع شده است این خلیج با وسعت ۴۱/۳کیلومتر مربع وعرض دهانه ۷۴۰۰ متر وخط ساحلی به طول ۲۰/۷۵ کیلومتر در ردیف خلیج های کوچک قرار می گیرد (شکل ۱). این دسته ازخلیج ها نوعی از فرم های هیدرولوژیک ساحلی می باشند که به واسطه نیروی هیدرودینامیک آب ایجاد

می گردنـد. ایـن منطقـه دریـایی دارای زیسـتگاههای حساس دریایی از جمله جنگل هـای حـرا مـی باشـد. فاصله ۳۵ کیلـومتری منطقـه مـورد مطالعـه بـا بنـدر عسـلویه ایـن ناحیـه را مـورد تهدیـد انـواع آلـودگی بخصوص آلودگی نفتـی قـرار داده اسـت، بنـابراین بـا توجه به اهمیت زیست محیطی منطقه نیازبـه بررسـی روند پخش آلودگی امری ضروری است.

هدف از این مطالعه بررسی نحوه پخش آلودگی افقی در لایه های متفاوت بوسیله مدل سه بعدی هیدرودینامیکی کوهرنس می باشد.

کوهرنس یک مدل هیدرودینامیکی سه بعدی چند منظوره است، که برای آبهای کران های دریاها و فلات قاره ها از آن استفاده می شود. این مدل علاوه بر مدل های هیدرودینامیکی، شامل مدل سازی زیستی، مدل بررسی ذرات معلق، آلودگی ها و مواد محلول در آب نیز هست که از نتایج آن می توان فرایند مقیاس سازی فصلی را نام برد.این مدل، برای دریای کم عمق و مناطق ساحلی نوشته شده است و قابل تغییر برای نقاط متفاوت و فراساحل نیز هست.این مدل دارای چهار مولفه یا بخش اصلی است.

۱-بخش فیزیکی که مدلی عمومی برای حل معادلات فرا رفتی و پخش است.

۲-بخش چگونگی رسوبگذاری در مختصات اویلری.

۳-بخش بررسی توزیع وانتقال آلودگی، درمختصات اویلری و یالا گرانژی

۴-بخش زیستی، که بررسی تحرک میکروپلانکتونها، ذرات و محلولهای غیرآلی مانند نیتروژن و اکسیژن را به عهده دارد (Luyten *et al.*,1999).

این مدل برای مدلسازی جریانهای دریایی، معادلات ناویر-استوکس را مورد استفاده قرار می دهد و بر اساس تغییرات چگالی، شوری و تبادل باروکلینیکی بینگراد یا فشار و گرادیان چگالی سامانه، الگوی پخش را از سطح تا بستر محاسبه و شبیه سازی و نحوه پخش آلودگی را در خلیج نایبند و در لایه های متفاوت بادقت بسیار خوبی پیشبینی می کند.

دراین مطالعـه از قسـمت هیـدرودینامیکی مـدل کـوهرنس اسـتفاده شـده اسـت کـه بـر اسـاس یـک مختصات سیگمای عمودی عمقی[1] متشـکل از ۵ لایـه سیگما و فضای شبکه ای کـارتیزین بـا Δx=۲۴۳m (از سمت شرق به غرب) وΔy=۲۴۳ m (از سـمت شـمال به جنوب) می باشد.

بـرای تهیـه فایـل عمـق سـنجی از نقشـه هـای هیـدروگرافی سـازمان نقشـه بـرداری در مقیـاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده و به کمـک نـرم افزارهـای اکسـل, مطلب و سورفررقومی و درون یابی شده اند. کمتـرین عمق آب ۳متر و بیشترین عمق آب ۶۶ متر می باشد.

نیروهای میانگین ماهیانه اتمسفری استفاده شده درمدل (مولفه های سرعت باد،دمای هوا،رطوبت نسبی) برای یک دوره ۴ ساله از داده های بویه عسلویه و برای پارامترهای بارش و پوشش ابر از داده های ایستگاه سینوپتیکی عسلویه استفاده شده است. نیروهای کشند، باد، اصطکاک و تغییرات چگالی به طور همزمان به مدل اعمال شده اند.

مدل دارای دو مرز باز غربی و جنوبی می باشد دامنه و فاز چهار مؤلفه اصلی جزرومدی M_2، S_2، K_1 و O_1 مخصوص خلیج نایبند، در مرزهای باز مدل در نظر گرفته شده است. همچنین، دما و شوری مرز باز مدل را با توجه به داده های شبیه سازی دما و شوری مدل کوهرنس در خلیج فارس انتخاب شد، که با مشاهدات ماهیانه هیدروگرافیالسی مطابقت دارد (Alessi *et al.*, 1999).

برای رسیدن به مرحله پایداری، مدل برای ۵ سال اجرا شد. طی این فرایند، رژیم گردش آب در خلیج نایبند در مدت مورد نظر به یک چرخه پایدار رسید.

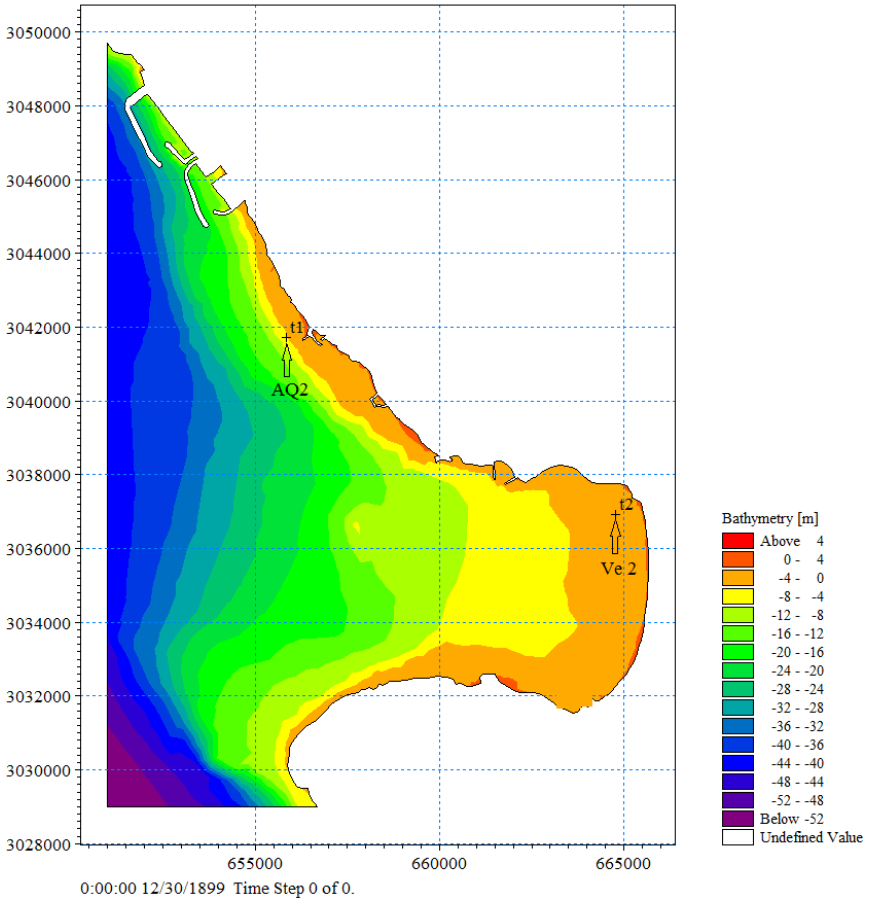
برای سنجش صحت مدل از داده های میدانی جریان ، اندازه گیری شده توسط سازمان بنادر و دریانوردی استفاده شد. پروژه گسترده ای تحت عنوان "مونیتورینگ و مطالعات مدلینگ سواحل جنوبی

1- Bottom-following

کشور"از طرف سازمان مذکور تعریف شد. این پروژه مطالعاتی دریک دوره ۴ساله در۳ مرحله شامل محدوده خلیج چابهار، منطقه خلیج نایبند تا دیر و دیر تا منطقه شرق بوشهر دربرمی گیرد. در هر فاز این پروژه پارامترهای دریایی در طول یک سال توسط۷ دستگاه موج نگار و جریان سنج و.... اندازه گیری شد. دراین پروژه مطالعاتی ۲ ایستگاه اندازه گیری جریان، در منطقه ی خلیج نایبند درنظر گرفته شد، موقعیت ایستگاهها و پارامترهای اندازه گیری شده هر ایستگاه در جدول ۱آورده شده است .شکل ۲ موقعیت ایستگاهها را نشان می دهد.

جدول ۱. محل نصب دستگاهها

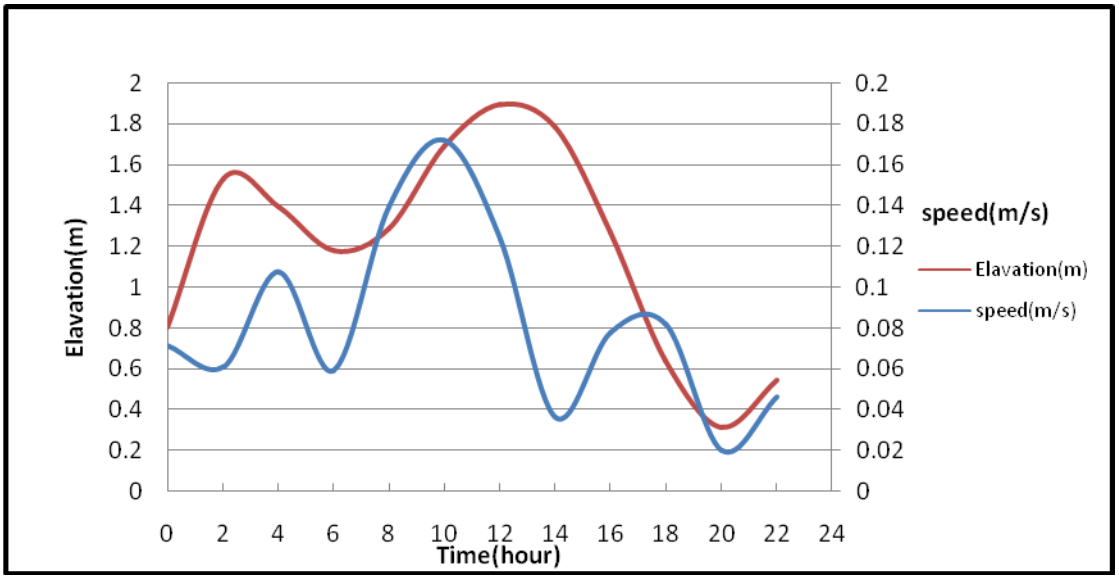
نوع دستگاه	ایستگاه	پارامترانداره گیری	عمق نصب (m)	موقعیت نصب X	موقعیت نصب Y	محل نصب
ADCP	t_1	جریان،موج	۴-	۵۲ °۳۴ ۲۳″	۲۷°۲۵ ´ ۸۲″	بندرنخل تقی
ADV	t_2	جریان، موج	۲/۵-	۵۲°۳۸ ۵۸″	۲۷°۲۶ ۳۸″	خلیج نایبند



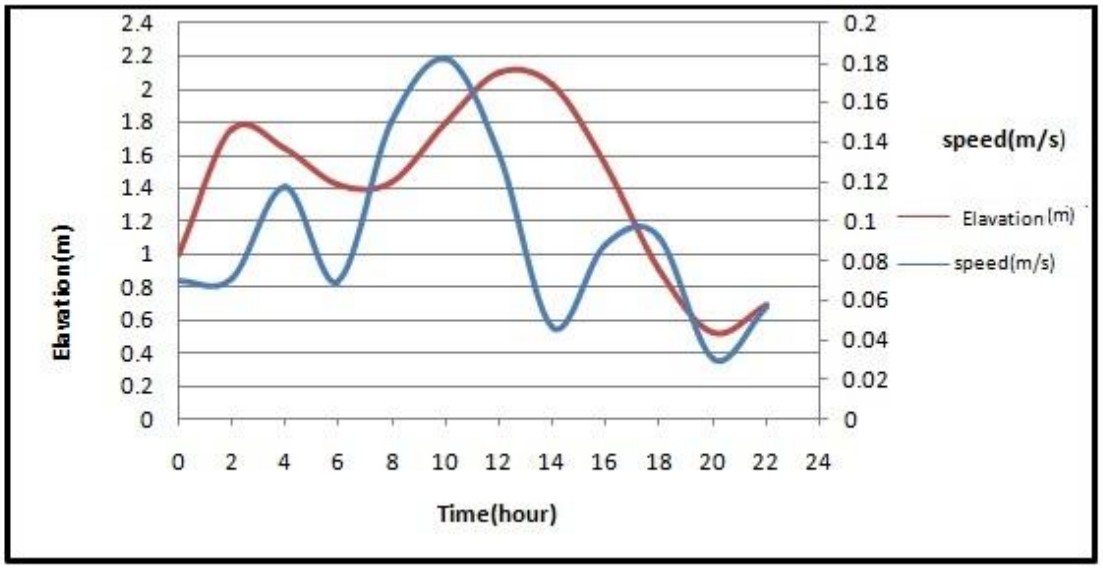
شکل ۲. موقعیت ایستگاههای اندازه گیری

۳.نتایج

شکل های (۳)و(۴) نوسان سطح آب و اندازه جریان بدست آمده از اندازه گیری و مدل را طی یک دوره تناوب جزرومدی در ایستگاه t_1 نشان می دهد. مقایسه بین این دو نمودار تطابق بالای مدل با واقعیت را نشان می دهند. نمودارهای مذکور نشان می دهنددر زمانیکه نوسان سطح آب در نقاط بیشینه و کمینه قرار دارد اندازه جریان کمینه مقدار خود را داراست (وضعیت آب ساکن).



شکل ۳. نوسان سطح آب و اندازه جریان بدست آمده از اندازه گیری

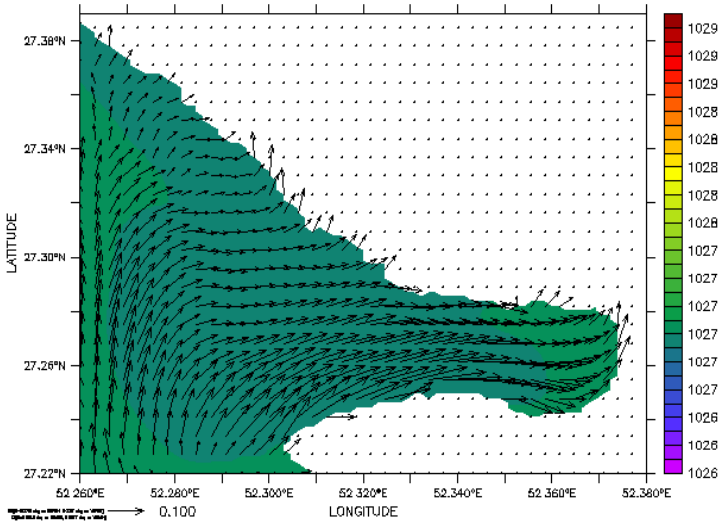


شکل ۴. نوسان سطح آب و اندازه جریان بدست آمده از مدل

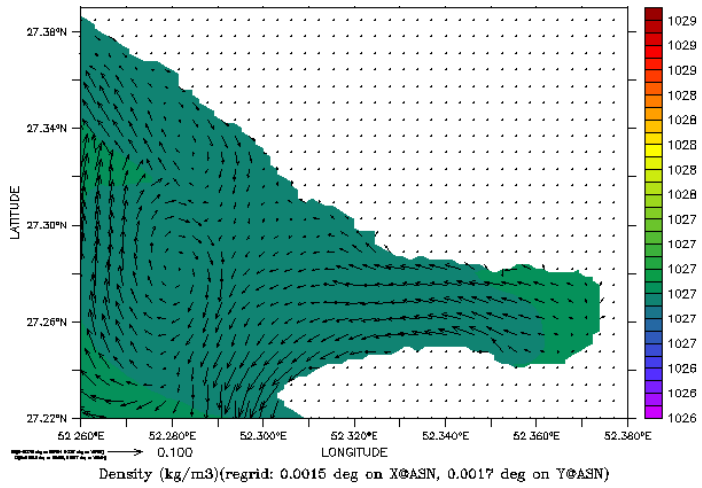
در شکل های (۳)و(۴) در بازه زمانی ۰ تا ساعت۴، ارتفاع سطح آب افزایش می یابد و جریان سیلان را خواهیم داشت،الگوی جریان سیلان در سطح مطابق شکل (۵) می باشد.همچنین در این شکل ها در بازه زمانی ۱۴ تا ساعت ۲۲،ارتفاع سطح آب کاهش می یابدو جریان فروکش راخواهیم داشت ،

الگوی جریان فروکش در سطح مطابق شکل (۶)می باشد.شکل های (۵) و (۶) این واقعیت را می رسانندکه جریان سیلان به سمت ساحل نزدیک و جریان فروکش از سمت ساحل دور می شود.

جریانهای سیلان وفروکش، به ترتیب شرق سوی و غرب سوی هستند. همچنین، مدل نشان می دهد جریان سیلان قوی تر از جریان فروکش می باشد.



شکل۵. الگوی جریان سیلان سطحی بر روی چگالی حاصل از مدل

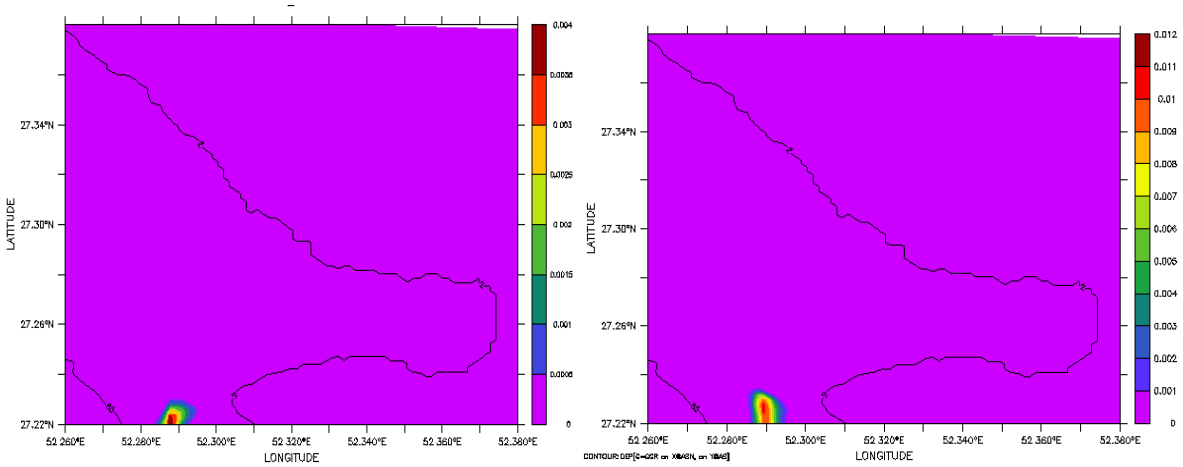


شکل ۶. الگوی جریان فروکش سطحی بر روی چگالی در خلیج نایبند

درنهایت با حصول اطمینان از تطابق خوب مدل با واقعیت، به بررسی چگونگی الگوی پخش آلودگی پرداخته شد.۲چشمه آلودگی در نقاط متفاوت خلیج نایبند در نظرگرفته و در مدت زمان۷ روز و۱۴ روز پس از شروع آلودگی، الگوهای پخش آلودگی پیش بینی شد.

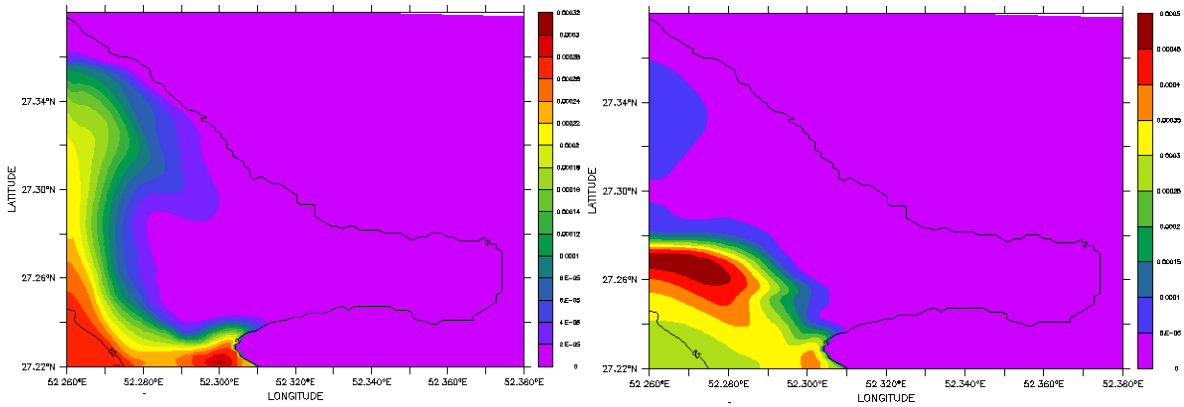
لحظه شروع آلودگی برای چشمه آلودگی در جنوب خلیج در لایه سطح و بستر در شکل ۷ الف و ب نمایش داده شده است. شکل های(۸ –الف و ب) و (۹ –الف و ب) به ترتیب۷ روز و ۱۴ روز پس از شروع آلودگی را نشان می دهد.

شکل های مذکور نشان می دهند این منبع آلودگی عمدتا در ساحل شمالی منطقه مورد مطالعه پخش می شودعلت این امر این است که جریان سیلان (که قوی تر از جریان فروکش است) در موقعیت مورد نظر به سمت سواحل شمالی است.



(الف) **(ب)**

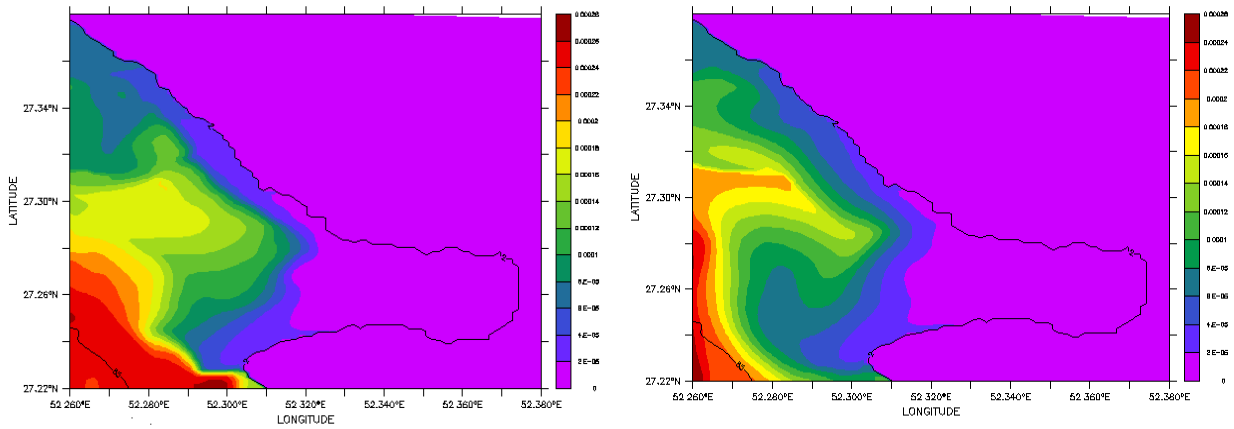
شکل۷ . الف)لحظه شروع آلودگی در جنوب خلیج در لایه سطح، ب)لحظه شروع آلودگی در جنوب خلیج در لایه بستر.



(ب) **(الف)**

شکل۸ . الف) الف)لحظه شروع آلودگی در جنوب خلیج در لایه سطح، ب)لحظه شروع آلودگی در جنوب خلیج در لایه بستر.در جنوب خلیج در لایه سطح، ب) الف)لحظه شروع آلودگی در جنوب خلیج در لایه سطح، ب)لحظه شروع آلودگی در جنوب خلیج در لایه بستر.شروع آلودگی در جنوب خلیج در لایه بستر.

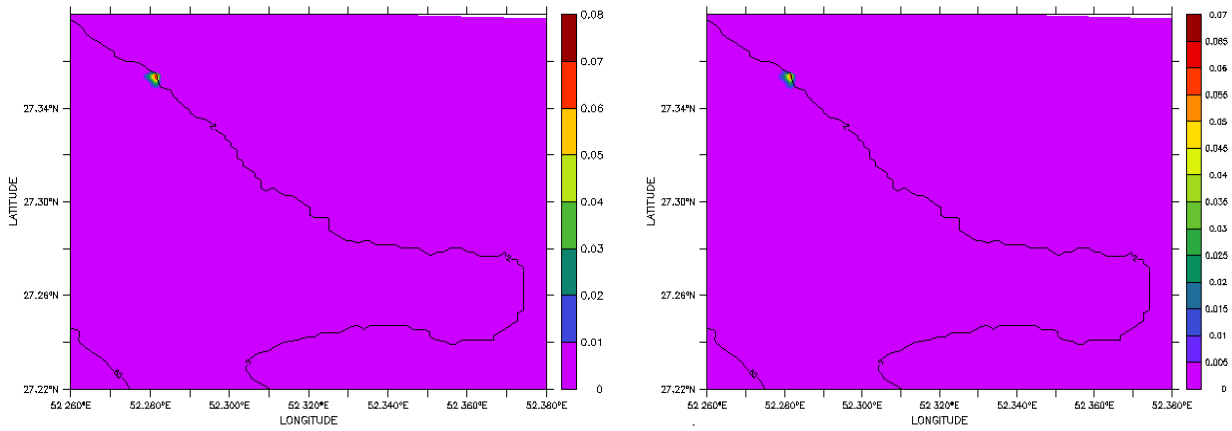
جنوب خلیج ،درلایه بستر



(ب) **(الف)**

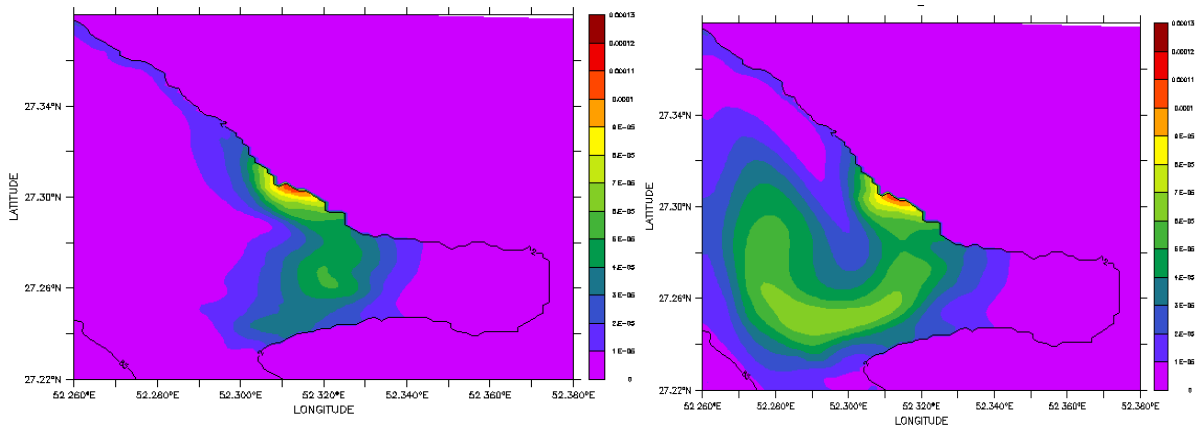
شکل۹ . الف)۱۴روزپس از شروع پخش آلودگی در جنوب خلیج درلایه سطح،ب)۱۴روزپس ازشروع پخش آلودگی در جنوب خلیج،درلایه بستر

شکل (۱۰- الف و ب) لحظه شروع آلودگی، برای چشمه آلودگی در شمال خلیج در لایه سطح و بستر را نمایش می دهد. شکل های ۱۱ (الف و ب) و ۱۲(الف و ب) به ترتیب ۷ روز و ۱۴ روز پس از شروع آلودگی را نشان می دهند. منبع آلودگی مورد نظر نیز در جهت جریان سیلان پخش می شود.



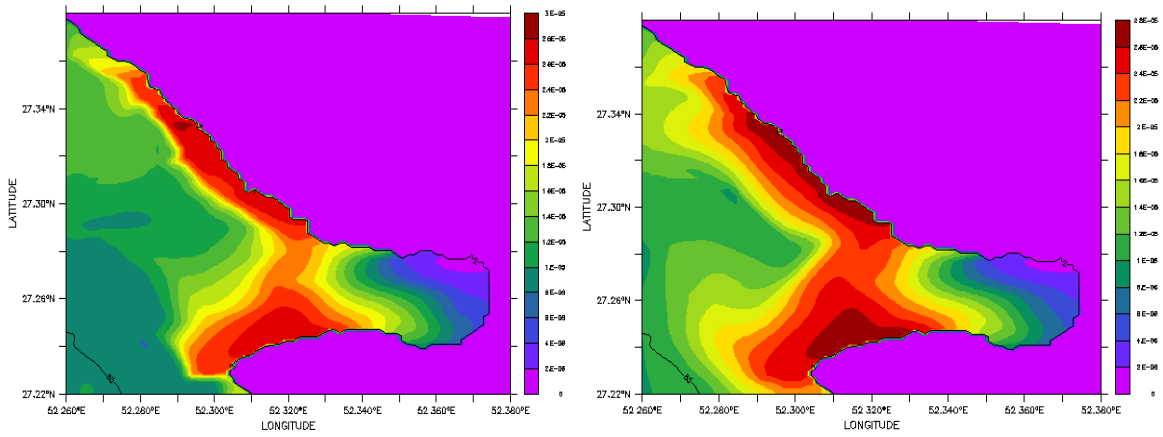
(ب) **(الف)**

شکل۱۰ . الف لحظه شروع آلودگی درشمال خلیج درلایه سطح، ب لحظه شروع آلودگی درشمال خلیج درلایه بستر.



(ب) (الف)

شکل۱۱ . الف)۷ روز پس ازشروع آلودگی درشمال خلیج درلایه سطح،ب)۷ روز پس از شروع آلودگی درشمال خلیج درلای هبستر



(ب) (الف)

شکل۱۲ . الف) ۱۴ روز پس از شروع آلودگی درشمال خلیج درلایه سطح، ب)۱۴ روز پس از شروع آلودگی درشمال خلیج درلایه بستر

۴. بحث و نتیجه گیری

بررسی نتایج تحقیق که در بالا ذکر شد، نشان می دهد در خلیج نایبند کوتاه بودن طول بادگیر باعث می شود که جریانات بادرانده قوت چندانی نداشته باشتد و جریانات کشندی جریانات غالب منطقه باشند، و از آنجایی که عامل اساسی پخش آلودگی جریانات می باشد می توان گفت پخش آلودگی در خلیج نایبند تحت تاثیر جریانات کشندی می باشد. ازآنجا که در منطقه مورد بررسی، جریان سیلان قویتر ازجریان فروکش است آلودگی بیشتر در جهت جریان سیلان پخش می شود که در مورد هر دو چشمه آلودگی، درسطح و بستر صادق است.

منبع آلودگی در شمال خلیج در مدت ۱۴ روز در کل منطقه مورد مطالعه پخش می شود. در صورتی که منبع آلودگی در جنوب خلیج در همین بازه زمانی در ساحل شمالی محدوده مورد مطالعه پخش می شود شودعلت این امر این است که جریان سیلان (که قوی تر از جریان فروکش است) در موقعیت مورد نظر به سمت سواحل شمالی است.

یکسان بودن غلظت و الگوی پخش آلودگی در سطح و بستر در هر دو گام زمانی ۷ روز و ۱۴ روز بیانگر زمان ماندگاری طولانی آلودگی در این نواحی است که در مورد هر دو چشمه آلودگی صدق می کند.

بااستفاده از نتایج مدل که دارای دقت بالایی می باشد میتوان برای پیش بینی و ردگیری پخش آلودگی در محیط دریایی خلیج نایبند استفاده کرد.

منابع

محمودی، س.م. ۱۳۸۶. مدلسازی آلودگی در خلیج فارس با مدل کوهرنس. پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

حسینی، س. ط. ۱۳۸۸. مدل سازی عددی جریانات سطحی و زیر سطحی خلیج بوشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

Alessi, C. A., Hunt, H. D. and Bower A. S. 1999. Hydrographic data from the U. S. Naval Oceanographic Office: Persian Gulf, southern Red Sea and Arabian Sea 1923- 1996. Technical Report WHOI-99-02, Woods Hole Oceanography. Institute.

Bingchen, L., Huajun, L., Aiqun, W. 2008. Application of COHERENS-SED in modeling contaminant transport of Yangpu Bay, Chinese-German Joint Symposium on Hydraulic and Ocean Engineering, Darmstadt.

Galperin, B., Kantha, L.H., Hassid, S., Rosati, A. 1988. A quasi-equilibrium turbulentenergy model for geophysical flows. J. Atmospheric Sci. 45: 55–62.

Sadrinasab, M., Poorkiani, K. 2011. A Three-dimensional numerical modeling of contaminant dispersion from Arvand Rood River into the Persian Gulf. J. Persian Gulf 4: 19-26

Luyten, P.J., Jones, J.E., Proctor, R., Tabor, A.,Tett, P., Wild-Allen, K. 1999. COHERENS A Coupled Hydrodynamical Ecological Model for Regional and Shelf Seas: User Documentation, MUMM Report, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea, p911.