

## مدل سازی پخش آلودگی در اروندرود در فصل کم آبی و پر آبی

نسرین عبدالخانین<sup>۱</sup>، هیوا علمی زاده<sup>۱\*</sup>، علی دادالهی سهراب<sup>۱</sup>، احمد سواری<sup>۲</sup>، محمد فیاض محمدی<sup>۳</sup>

۱. گروه محیط زیست دریا، دانشگاه علوم فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۲. گروه زیست شناسی دریا، دانشگاه علوم فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۳. گروه فیزیک دریا، دانشگاه علوم فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۳

شناسه دیجیتال (DOI): [10.22113/jmst.2016.32804](https://doi.org/10.22113/jmst.2016.32804)

### چکیده

منابع آبی کشور مورد تهدید انواع آلودگی‌ها از قبیل پساب‌های صنعتی، کودها، سموم شیمیایی و فاضلاب‌های شهری قرار گرفته که تأثیرات ناخوشایند بر روی محیط‌زیست و اکوسیستم دارد. در این میان اروندرود یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های قابل کشتیرانی ایران است و محل تردد شناورهای بسیاری است که هیچ گونه سیستمی برای تحویل زائدات ندارند و تخلیه این زائدات در آب باعث ایجاد آلودگی می‌شود. در این تحقیق مدل‌سازی پخش آلودگی در رودخانه اروندرود با استفاده از مدل سه بعدی و هیدرودینامیکی کوهیرنس جهت شبیه سازی نحوه پخش آلودگی مورد بررسی قرار گرفته است که معادله پیوستگی، معادلات ناویراستوکس در سه بعد و معادله‌های انتقال شوری و دما به روش جداسازی حل می‌شوند. شرایط مرزی اعمال شده شامل تغییرات دما، شوری و دبی برای مرز باز رودخانه و تغییرات دما و شوری و اعمال مولفه‌های جزرومدی  $O_1, S_2, M_2$  و  $K_1$  برای مرز باز دریا در مدل بکار گرفته می‌شود. بررسی نتایج حاصل از مدل‌سازی پخش آلودگی در اروندرود پس از اجرای مدل، نشان داد که نحوه پخش آلودگی در اروندرود متناسب با مکان و زمان رهاسازی آلودگی است، به عبارتی دیگر پخش آلودگی در اروندرود از یک نقطه به نقطه دیگر و از فصلی به فصل دیگر متفاوت است، در واقع پخش آلودگی حالت رفت و برگشتی دارد. پخش آلودگی در اروندرود تابع جریان می‌باشد. همچنین هر چه دبی رودخانه بیشتر باشد، سرعت جریان رودخانه هم بیشتر است و در هنگام جزر به دلیل همسویی جهت جریان رودخانه با جریان جزر، آلودگی با سرعت بالایی به خلیج فارس می‌رسد. نتایج حاصله، حاکی از تأثیر جزرومد بر پخش آلودگی می‌باشد.

**کلیدواژه:** اروندرود، مدل‌سازی، مدل کوهیرنس، پخش آلودگی، جزر و مد

\* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Elmizadeh@kmsu.ac.ir

## ۱. مقدمه

منابع آبی کشور مورد تهدید انواع آلودگی‌ها از قبیل پساب‌های صنعتی، کودها و سموم شیمیایی و فاضلاب‌های شهری قرار گرفته است. اروندرود یکی از مهمترین رودخانه‌های قابل کشتیرانی ایران و محل تردد بیشترین شناورهای است که هیچ گونه سیستمی برای تحویل زائدات ندارند و تخلیه این زائدات در آب باعث ایجاد آلودگی می‌شود. با توجه به اینکه قبل از جنگ یکی از فعال‌ترین بنادر در خرمشهر و آبادان قرار داشت، در مسیرهایی که کشتی‌های غرق شده قرار دارند خطوط کشتی‌رانی دچار مشکل شده و این یکی از نگرانی‌های محیط زیست است که در اجلاس راپمی قرار شد ایران، عراق، کویت مطالعات خود را در رابطه با آزادسازی مسیرها انجام دهند. در طول جنگ شناورهای زیادی در کانال‌هایی مثل اروندرود غرق شده است و خطوط کشتی‌رانی به همین دلیل دچار مشکل شده است. با توجه به اینکه اسقاط کشتی‌ها باعث آلودگی می‌شود باید در مکان‌هایی استقرار یابند که اثرات آلودگی کمتری برای دریا به همراه داشته باشد.

(2009) FayazMohammadi با مدل‌سازی عددی پارامترهای فیزیکی دریایی در مصب اروند، تغییرات پارامترهای فیزیکی شامل سرعت و مسیر رود، شوری و انعقاد سازی آب سطحی در خور رودخانه جزر و مدی اروند را بررسی نمود. این مطالعه با استفاده از مدل سه بعدی هیدرودینامیکی<sup>۱</sup> COHERENS انجام شده است. به هرحال، نتایج مدل در مقایسه با اندازه‌های داده‌های جزر و مدی مقایسه شده و هماهنگی خوبی با هم نشان می‌دهند. (2013) Mahmoodian با استفاده از مدل کوهیرنس به توزیع رسوبات معلق با تکیه بر فازهای کسندی در مصب اروند پرداخته است، نتایج بدست آمده رابطه غلظت رسوبات را با اندازه سرعت به خوبی نشان می‌دهند.

(2010) Hosseini et al., عملکرد مدل کوهیرنس در مدل‌سازی پخش آلودگی در یک خلیج کم عمق تحت تأثیر کشند(خلیج بوشهر)، از مدل کوهیرنس برای مدل‌سازی و بررسی آلودگی در خلیج بوشهر استفاده شده است، نتایج مدل نشان می‌دهد که پخش آلودگی در خلیج بوشهر، تحت تأثیر جریان‌های اغلب کسندی این خلیج رخ می‌دهد. (2007) Mahmoodi با استفاده از مدل کوهیرنس به مدل‌سازی پخش آلودگی در خلیج فارس پرداخته و روشن ساخته که پخش آلودگی در سطح و بستر، تابع حرکت جریان و زمان ماندگاری است.

(2006) Poorkiani به مدل‌سازی پخش آلاینده ورودی از اروندرود به خلیج فارس پرداخته است. (2011) Khedri et al., از مدل کوهیرنس برای مدل‌سازی و بررسی آلودگی در خلیج نایبند استفاده نمودند، نتایج مدل نشان می‌دهد که پخش آلودگی در خلیج نایبند، تحت تأثیر جریان‌های کسندی این خلیج رخ می‌دهد. (2011) Dang et al., با مدل سازی ریاضی و الگوریتم‌های عددی برای شبیه سازی آلودگی نفتی، یک روش جدید برای شناسایی محل منبع آلودگی و زمان تصادف از انتشار نفت ارائه داده‌اند. (2008) Dimitar et al., مدل کوهیرنس را برای بررسی آلودگی بیوژئوشیمی و انتقال آلودگی در سواحل ایتالیا (Sacca di goro) عملیاتی و کالیبره نمودند و زمان ماندگاری را برای قسمت‌های مختلف این سواحل مورد بررسی قرار دادند. Bingchen et al., (2008) آلودگی و انتقال رسوب را در خلیج یانگپو<sup>۲</sup> مدل‌سازی کردند و نتایج تحقیق خود را با مشاهدات میدانی مورد مقایسه قرار دادند.

(2013) Demetrashvili and Davitashvili مدل سازی عددی نفت نشت شده در اثر فرایند انتقال فصلی به منطقه ساحلی دریای سیاه گرجستان را بر اساس یک مدل عددی ۲-D شبیه سازی نمودند. در

1- A Coupled Hydrodynamical-Ecological Model for Regional and Shelf Seas

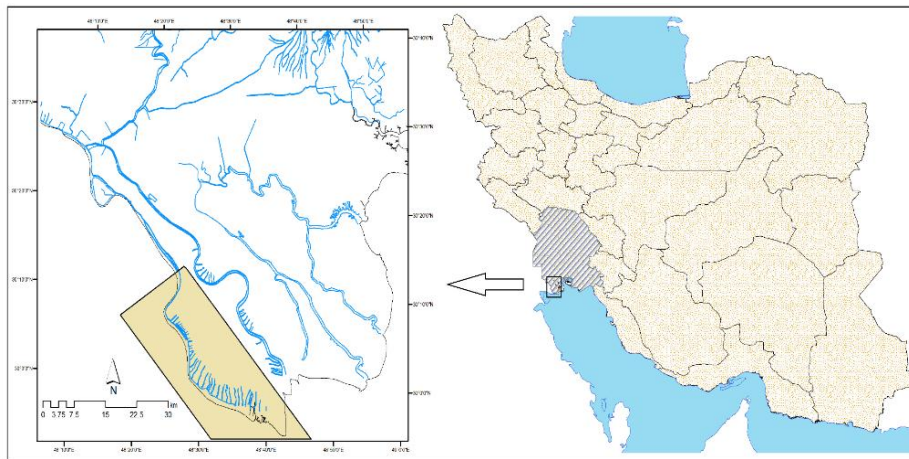
2- Yangpu Bay

شمال خلیج فارس می‌ریزند، دهانه ورودی اروندرود به خلیج فارس در هشت کیلومتری جنوب شهرهای اروندکنار و فاو می‌باشد. عرض این رودخانه به طور متوسط حدود ۵۰۰ متر است. محدوده ای که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است از دهانه اروندرود در قسمت شمالی خلیج فارس تا میانه‌های جزیره آبادان است و حدود ۴۸ کیلومتر از طول رودخانه را در بر می‌گیرد (شکل ۱).

این تحقیق مدل‌سازی پخش آلودگی در اروندرود در فصل کم‌آبی و پرآبی مورد بررسی قرار گرفته است.

### منطقه مورد مطالعه

اروندرود رودخانه پهناوری در مرز ایران و عراق در جنوب غربی ایران است و از هم ریزش رودهای دجله، فرات و کارون پدید آمده‌است. بعد از متصل شدن کارون به اروندرود، رودخانه مسیری در حدود ۸۵ کیلومتر را در مرز ایران و عراق طی می‌کند و به



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

فصلی را مدل‌سازی می‌کند (Luyten, 1999). مولفه های کوهیرنس عبارتند از:

- ۱) بخش فیزیکی که مدلی عمومی برای حل معادلات فرارفتی و پخش می‌باشد.
- ۲) بخش چگونگی رسوب گذاری در مختصات اویلری<sup>۲</sup>.
- ۳) بخش بررسی توزیع و انتقال آلودگی، در مختصات اویلری و یا لاگرانژی<sup>۳</sup>.
- ۴) بخش بیولوژیکی، که بررسی تحرک میکروپلانکتون ها، ذرات و محلول های غیرآلی مانند نیتروژن و اکسیژن را به عهده دارد (Luyten, 1999).

خروجی های مدل با فرمت<sup>۴</sup> NetCDF هستند و برای نمایش داده ها از نرم افزار فرت<sup>۵</sup> استفاده شده است.

### ۲. مواد و روش ها

در این تحقیق از نرم افزارهای Arc GIS و سورفر و مدل COHERENS استفاده شده است. برای تهیه فایل عمق سنجی از نقشه های هیدروگرافی سازمان نقشه برداری نیروهای مسلح در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده و به کمک نرم افزار GIS رقومی شده اند. برای تبدیل فرمت داده به صورت ماتریس، برای مدل COHERENS از نرم افزار سورفر استفاده شده است. مدل هیدرودینامیکی COHERENS یک برنامه مدل‌سازی عددی و سه بعدی کامپیوتری چند منظوره با زبان برنامه نویسی فرترن<sup>۱</sup> است، که از مدل های هیدرودینامیکی توام با مدل‌سازی بیولوژیکی، مدل بررسی مسیرذرات معلق، آلودگی ها و مواد محلول در آب سود می‌برد و فرآیندهای مقیاس سازی

2- Eulerian

3- Lagrangian

4- Network Common Data Format

5- FERRET

1- FORTRAN

شرایط مرزی، ضرایب و ثابت‌های لازم مدل در این پژوهش با استفاده از مدل کوهیرنس، معادله پیوستگی، معادلات ناویراستوکس در سه بعد و معادله های انتقال شوری و دما به روش جداسازی حل می‌شوند. شرایط مرزی اعمال شده شامل تغییرات دما، شوری و دبی برای مرز باز رودخانه و تغییرات دما و شوری و اعمال مولفه های جزرومدی  $O_1, S_2, M_2$  و  $K_1$  برای مرز باز دریا در مدل بکار گرفته شده و پارامترهای میانگین شده ماهیانه جوی (شامل سرعت و سمت باد، دمای هوا، میزان بارش، رطوبت نسبی و پوشش ابر) به مدل اعمال شده است.

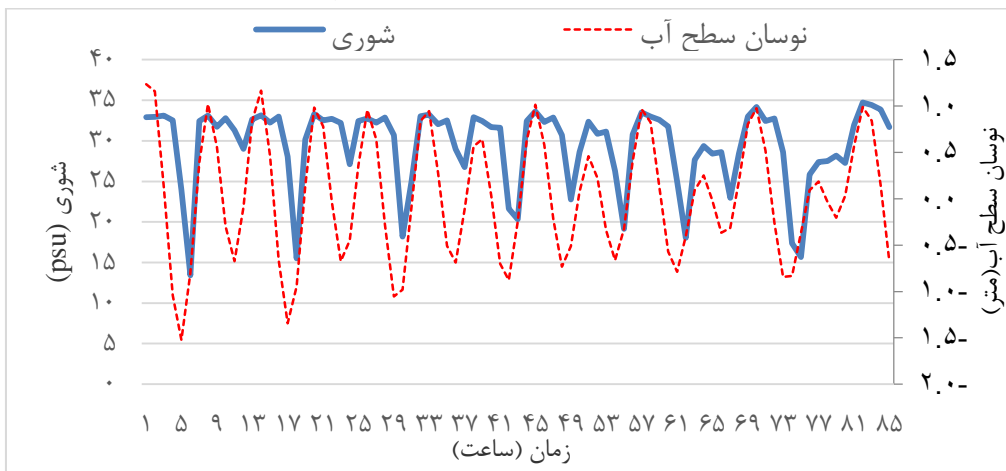
شروع اجرای مدل برای فصل آبی ماه مارس و برای فصل کم آبی ماه سپتامبر است. شرایط اولیه اعمال شده به مدل شامل شوری  $3/5$  psu و دمای  $20^\circ C$  بطور یکنواخت برای تمام حوضه آبی، شامل رودخانه‌ها و دریا می باشد. سرعت اولیه جریان ها نیز صفر است. برای اینکه شرایط اولیه داده شده به مدل کاملا توسط نیروها و شرایط مرزی اعمال شده، به پایداری برسد، مدل برای 20 سال بدون دریافت خروجی اجرا شده است و سپس برای یک سال برای دریافت خروجی اجرا شده است و از خروجی های شوری و دمای آن در محل مورد نظر به عنوان شرایط مرزی استفاده شده است (Alessi et al., 1999).

### ۳. نتایج

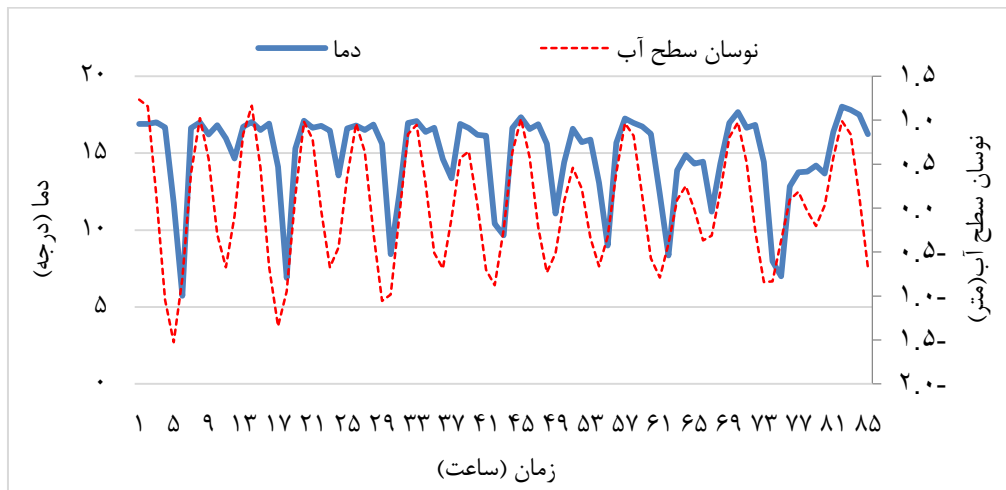
با استفاده از نتایج مدل می‌توان نحوه انتشار آلودگی در اروندرود را پیش‌بینی کرد. خروجی‌های مدل کوهیرنس با فرمت NetCDF هستند و برای نمایش داده‌ها و نحوه پخش آلودگی از نرم افزار فررت استفاده شده است. در این تحقیق از یک شبکه محاسباتی با دقت  $80^*83$  متر استفاده شده که محدوده‌ای به مساحت  $48/97^*52/96$  کیلومتر را پوشش می‌دهد. از آنجایی که در شرایط اولیه، سرعت‌ها صفر و همچنین دما و شوری برای کل محیط، یکنواخت وارد می‌شود، لذا مدل برای 50 روز بدون دریافت خروجی و صرفا جهت پایداری اجرا شده‌است. بعد از رسیدن به حالت پایدار اگر برای هر نقطه از شبکه مورد استفاده در شبیه‌سازی نمودار دما و شوری را نسبت به زمان رسم کنیم، یک شکل تکرار پذیر را خواهیم داشت که نشان دهنده رسیدن برنامه به حالت پایدار است. شکل‌های 2 و 3 نشان می‌دهند

اطلاعات مربوط به وضعیت هواشناسی ایستگاه آبادان (مولفه‌های سرعت باد، دمای هوا، رطوبت نسبی، پوشش ابر، بارش و...) از اداره کل هواشناسی استان دریافت گردید و در مدل از آنها استفاده شده است. دبی اعمال شده به مدل برای فصل کم آبی رودخانه اروندرود 600 مترمکعب و برای فصل پر آبی 1400 متر مکعب، در نظر گرفته شده است. دامنه و فاز چهار مولفه اصلی جزر ومد ( $M_2, S_2, O_1, K_1$ ) در مرز جنوبی بصورت مقادیر ثابت در نظر گرفته شده است. مرز باز رودخانه ها در بالا دست می باشد و برای آنها هیچ مولفه جزرومدی در نظر گرفته نشده است و نوسانات

که دما و شوری بعد از ۵۰ روز اجرای مدل به یک حالت تکرار پذیر رسیده‌اند.



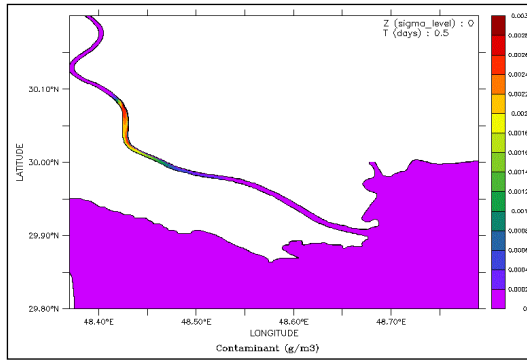
شکل ۲. سری زمانی مربوط به شوری و نوسان سطح آب.



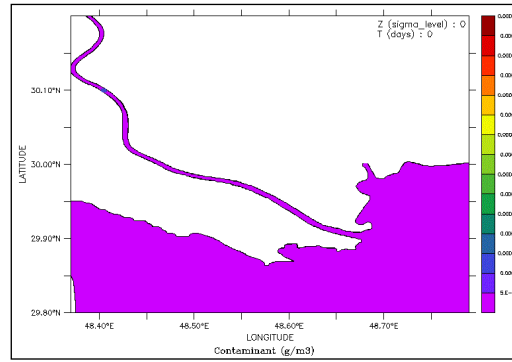
شکل ۳. سری زمانی مربوط به دما و نوسان سطح آب.

دبی ۶۰۰ متر مکعب بر ثانیه را برای ساعت‌های مختلف بعد از رها شدن آلودگی نشان می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که آلودگی ابتدا به سمت پایین دست رودخانه و سپس به سمت بالادست حرکت می‌کند در واقع حالت رفت و برگشتی دارد و در نهایت ۸۴ ساعت بعد از رها سازی آلودگی، آلودگی به خلیج-فارس وارد می‌شود، همچنین بعد از ۲۲۴ ساعت از رها شدن آلودگی، آلودگی به دهانه بهمنشیر می‌رسد.

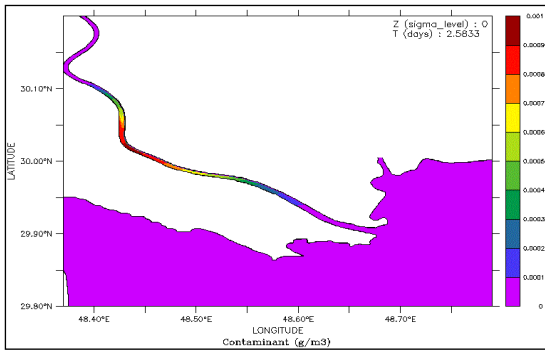
پس از به تعادل رسیدن مدل، دو سناریو با در نظر گرفتن دبی‌های متفاوت برای ارونرود برای پخش آلودگی اجرا شده است. سناریو اول مربوط به اجرای مدل در حالت کم‌آبی با مقدار دبی ۶۰۰ متر مکعب بر ثانیه و سناریو دوم در حالت پرآبی با مقدار دبی ۱۴۰۰ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد، هر دو سناریو با فاصله ۳۹/۳۵ کیلومتر از دهانه می‌باشد. شکل‌های ۴ تا ۱۱ نحوه پخش آلودگی در سناریو اول با فاصله ۳۹/۳۵ کیلومتر از دهانه و حالت کم‌آبی، با مقدار



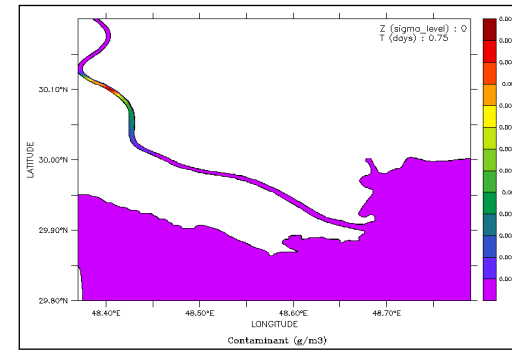
شکل ۵. میدان آلودگی ۱۴ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت کم آبی



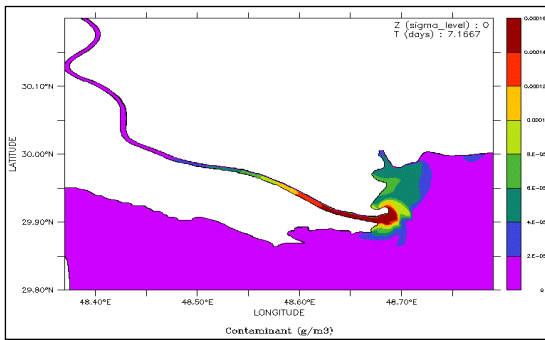
شکل ۴. موقعیت جغرافیایی شروع حرکت آلودگی در حالت کم آبی



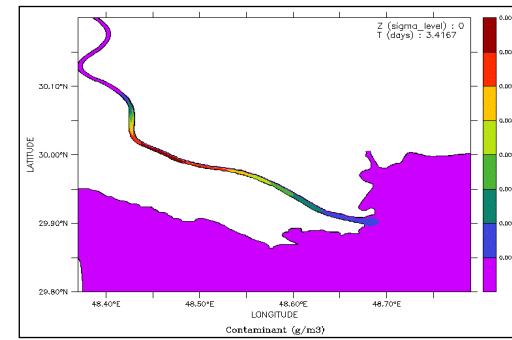
شکل ۸. میدان آلودگی ۶۴ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت کم آبی



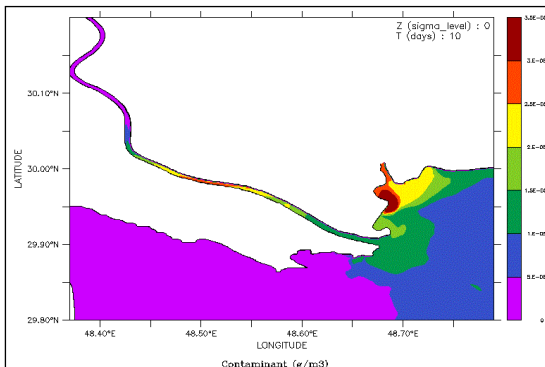
شکل ۶. میدان آلودگی ۲۰ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت کم آبی



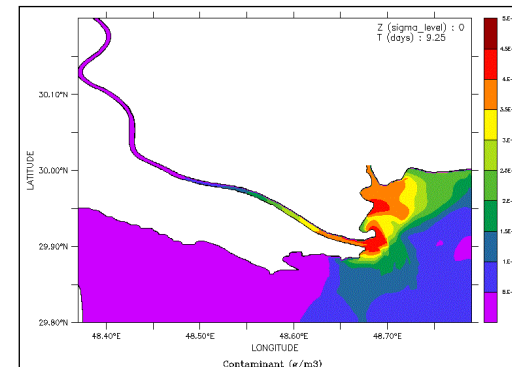
شکل ۱۰. میدان آلودگی ۱۷۴ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت کم آبی



شکل ۹. میدان آلودگی ۸۴ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت کم آبی



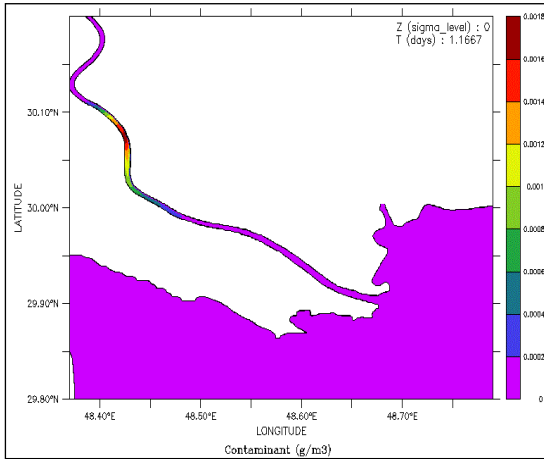
شکل ۱۱. میدان آلودگی ۲۴۰ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت کم آبی



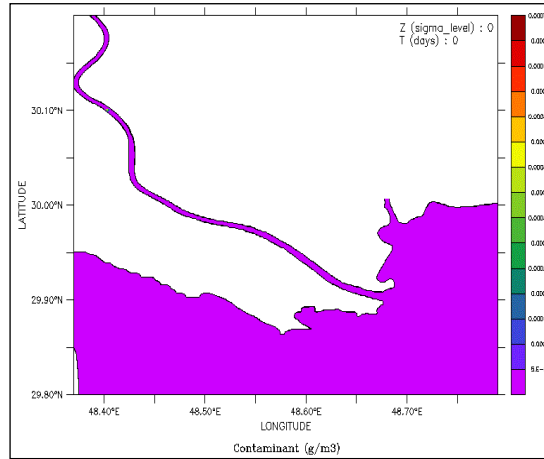
شکل ۱۰. میدان آلودگی ۲۲۴ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت کم آبی

سمت پایین دست رودخانه و سپس به سمت بالادست حرکت می‌کند، به این ترتیب پخش آلودگی حالت رفت و برگشتی دارد و در نهایت ۳۴ ساعت بعد از رها سازی آلودگی، آلودگی به خلیج فارس وارد می‌شود.

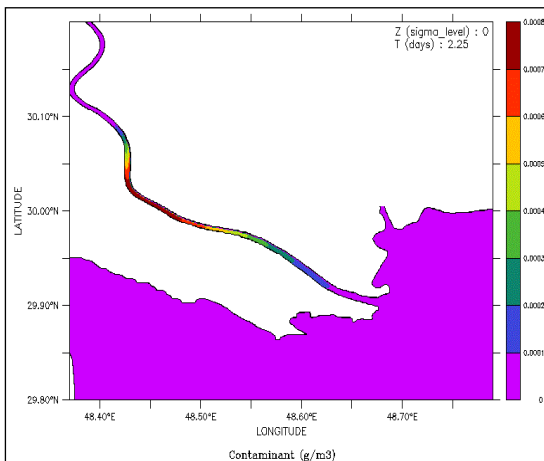
شکل‌های ۱۲ تا ۱۹ نحوه پخش آلودگی در سناریو دوم با فاصله ۳۹/۳۵ کیلومتر از دهانه و حالت پرآبی، با مقدار دبی ۱۴۰۰ متر مکعب بر ثانیه را برای ساعت‌های مختلف بعد از رها شدن آلودگی نشان می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که آلودگی ابتدا به



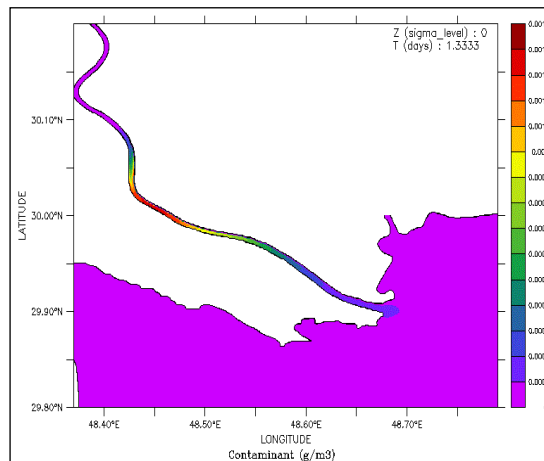
شکل ۱۳. میدان آلودگی ۳۰ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت پرآبی



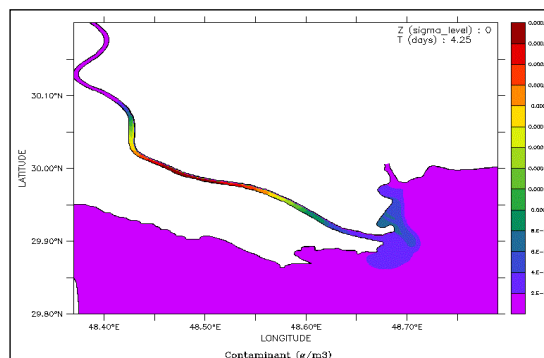
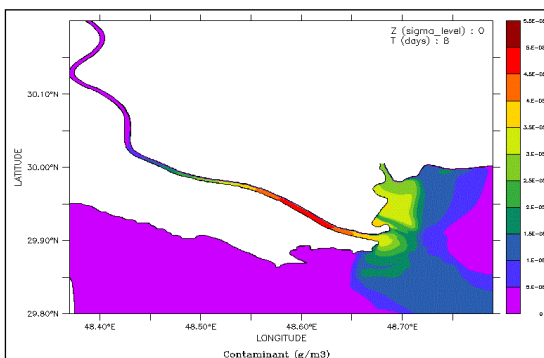
شکل ۱۲. موقعیت جغرافیایی شروع حرکت آلودگی در حالت پرآبی



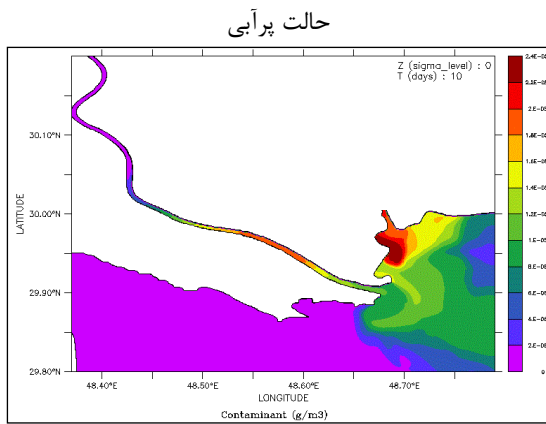
شکل ۱۵. میدان آلودگی ۵۶ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت پرآبی



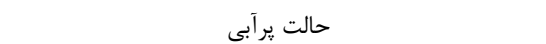
شکل ۱۴. میدان آلودگی ۳۴ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت پرآبی



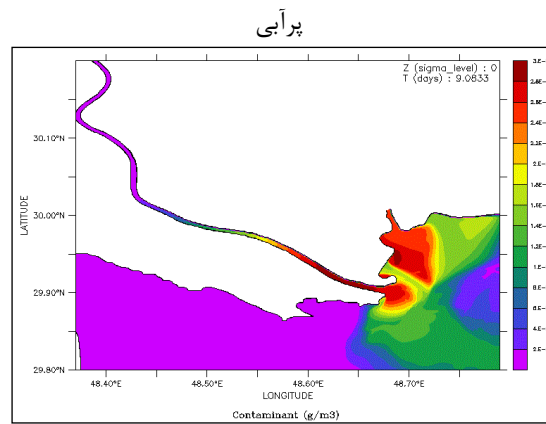
شکل ۱۷. میدان آلودگی ۱۹۴ ساعت بعد از آغاز پخش در



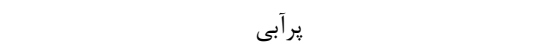
شکل ۱۹. میدان آلودگی ۲۴۰ ساعت بعد از آغاز پخش در



شکل ۱۶. میدان آلودگی ۱۰۴ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت

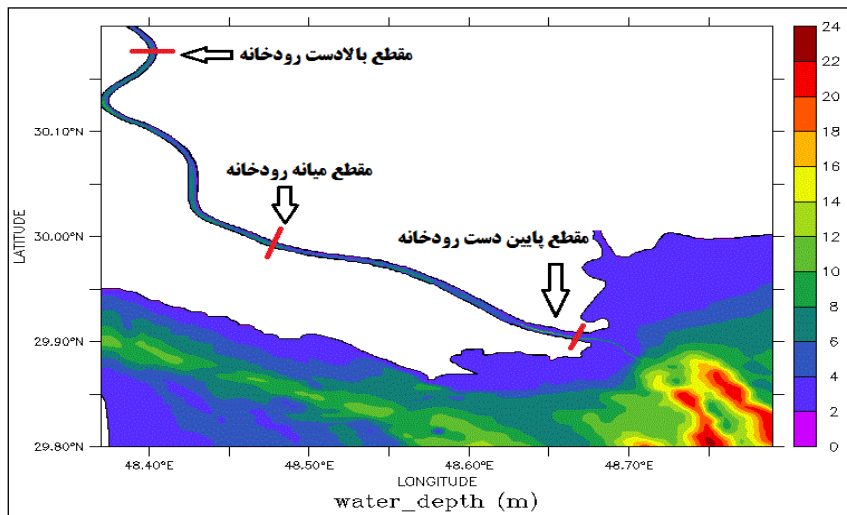


شکل ۱۸. میدان آلودگی ۲۲۰ ساعت بعد از آغاز پخش در حالت

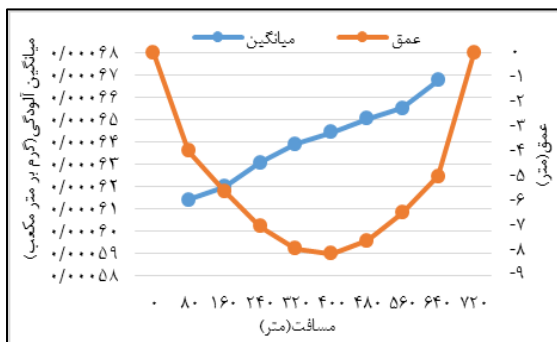


زمان‌های مختلف (یک سیکل کامل جزر و مدی) و مکان‌های مختلف در شکل‌های ۲۱ تا ۲۳ آمده است. موقعیت مقاطع در شکل ۲۰ نشان داده شده است.

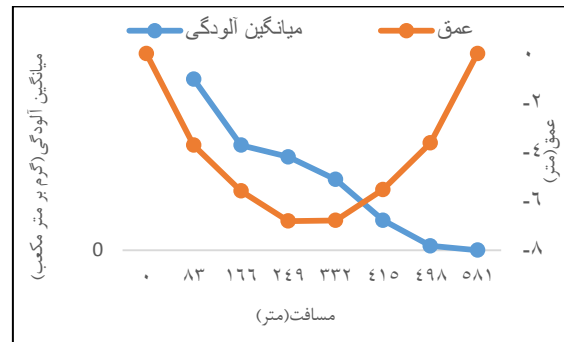
برای نشان دادن آلودگی در قسمت‌های مختلف رودخانه، سه مقطع عرضی در بالادست رودخانه، میانه رودخانه و دهانه رودخانه برای میانگین آلودگی برای



شکل ۲۰. موقعیت مقاطع عرضی رودخانه



شکل ۲۲. مقطع عرضی در میانه رودخانه برای آلودگی



شکل ۲۱. مقطع عرضی در بالادست رودخانه برای آلودگی



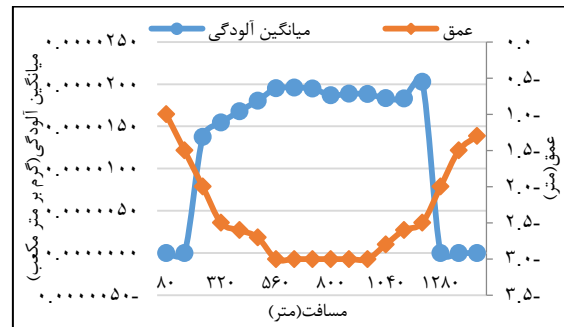
و آلودگی در مدت زمان کمتری نسبت به کم‌آبی به خلیج فارس می‌رسد. پس نتیجه می‌گیریم که آلودگی در فصل پرآبی در مدت زمان کمتری به خلیج فارس می‌رسد.

پخش آلودگی در اروند رود تابع جریان می‌باشد به این صورت که در هنگام جزر جریان طبیعی رودخانه غالب می‌شود و با صرف نظر از اختلاف فاز کوتاه بین نوسان سطح و سرعت آب، جریان و آلودگی به سمت خلیج فارس حرکت می‌کنند. در هنگام مد، با صرف نظر از اختلاف فاز کوتاه بین نوسان سطح و سرعت آب، جریان و آلودگی به سمت بالادست رودخانه حرکت می‌کنند که با نتایج تحقیقات Hosseini et al., و Khedri et al., (2010) ، al., (2007) و Mahmoudi (2011) تطابق دارد. همچنین هر چه دبی رودخانه بیشتر باشد، جریان رودخانه هم بیشتر است و در هنگام جزر به دلیل همسویی جهت جریان رودخانه با جریان جزر، آلودگی با سرعت بالایی به خلیج فارس می‌رسد. در فصل پرآبی مدت زمان کمتری نیاز است تا آلودگی به پایین دست رودخانه برسد و در فصل کم‌آبی این مدت زمان بیشتر می‌شود تا آلودگی به پایین دست و همچنین خلیج فارس برسد، که علت این امر میزان سرعت جریان می‌باشد، در فصل پرآبی سرعت جریان بالا می‌باشد و در فصل کم‌آبی سرعت جریان کم می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در مقطع عرضی بالادست اروند رود میزان آلودگی در ساحل عراق بیشتر از ایران می‌باشد، در مقطع عرضی وسط رودخانه و دهانه اروند میزان آلودگی در نزدیک ساحل ایران بیشتر از ساحل عراق می‌باشد.

#### منابع

- 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, Tech. Rep. WHOI-99-02, Woods Hole Oceanography. Inst., Woods Hole, Mass.
- Bingchen, L., Huajun, L. and Aiqun, W. 2008. Application of COHERENS-SED in modeling,

نتایج نشان می‌دهد که در بالادست اروند رود میزان آلودگی در ساحل عراق بیشتر از ایران می‌باشد (شکل ۲۱)، در وسط رودخانه میزان آلودگی در نزدیک ساحل ایران بیشتر از ساحل عراق می‌باشد (شکل ۲۲) و در دهانه اروند مقدار آلودگی در سمت ایران بیشتر می‌شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳. مقطع عرضی در دهانه برای آلودگی

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به شکل‌های ۴ تا ۱۹ که نحوه پخش آلودگی برای حالت کم‌آبی و پرآبی نشان داده شده است، نتیجه می‌گیریم که پخش آلودگی حالت رفت و برگشتی دارد. بررسی شکل‌های مختلف حاصل از مدل‌سازی پخش آلودگی در اروند رود پس از اجرای مدل، نشان داد که نحوه پخش آلودگی در اروند رود متناسب با مکان و زمان رهاسازی آلودگی دارد، به عبارتی دیگر پخش آلودگی در اروند رود از یک نقطه به نقطه دیگر و از فصلی به فصل دیگر متفاوت است. با توجه به نتایج پخش آلودگی در حالت کم‌آبی و پر-آبی مشاهده می‌شود که در حالت کم‌آبی، آلودگی بعد از ۸۴ ساعت از رهاسازی به خلیج فارس می‌رسد که دلیل این امر دبی کم می‌باشد و تاثیر جزر و مد بر آلودگی باعث می‌شود که آلودگی به سمت بالادست رودخانه پیش می‌برد، اما در حالت پرآبی آلودگی ۳۴ ساعت بعد از رهاسازی به خلیج فارس می‌رسد، چون مقدار دبی بالا می‌باشد، جریان رودخانه غالب می‌شود

- Ocean Engineering. August 24-30, Darmstadt, 159-163.
- Dang, Q., Ehrhardt, M., Tran, G. and Le, D. 2012. Mathematical Modeling and Numerical Algorithms for Simulation of Oil Pollution. Environmental Modeling & Assessment, pp 275-288.
- Demetrasvili, D. I. and Davitashvili, T. 2013. Numerical Modeling of Spilled Oil Seasonal Transport Processes Into Georgian Coastal Zone of the Black Sea. pp 291-299.
- Dimitar, M., Alain, N. and Jos, e. 2006. Manuel, Z Application of COHERENS model for Hydrodynamic investigation of Sacca di Goro coastal lagoon (Italian Adriatic Sea shore) Ecological Modeling. 193, 52-68.
- Fayaz Mohammadi, M. 2009. Numerical Modelling of Marine Physical Parameters in the Estuary of Arvandrud River. M.Sc. Thesis Department of Physical Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science & Technology.
- Hosseini, S.T., Fargami, H., Mohammadi, S.S. and Mahmoodi, M. 2010. Modeling pollution in the Gulf of Bushehr with numerical models coherence. 14th Iranian Geophysical Conference, Tehran, Geopolitical Society of Iran.
- Khedri, P., Sadrinasab, M., Chegini, V. and Pasha Zanoosi, H. 2011. numerical modeling of pollution distribution in in the Gulf of Naiband. Khorramshahr Journal of Marine contaminant transport of Yangpu Bay Chinese-German Joint Symposium on Hydraulic and Science and Technology, Volume 10, Issue 4, Pages 78-87.
- Luyten, P. J., Jones, J. E., Proctor, R., Tabor, A., Tett, P. and Wild- Allen, K. 1999. COHERENS- A coupled hydrodynamical - ecological model for regional and shelf seas: user documentation, MUMM Rep, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea.
- Mahmoodi, s.m. 2007. Modeling Pollutant Pervasion in Persian Gulf with COHEHRENS Numeral Model. M.Sc. Thesis Department of Physical Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science & Technology.
- Mahmoodian, M. 2013. Suspended sediment distribution based on tidal phases In estuaries the Arvand. M.Sc. Thesis Department of Physical Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science & Technology.
- Poorkiani, K. 2006. A Three-dimensional Numerical Modeling of Contaminant Dispersion from Arvand Rood River into the Persian Gulf. M.Sc. Thesis Department of Physical Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science & Technology.
- Zahed, F., Etemad-Shahidi, A. and Jabbari, E. 2008. "Modeling of salinity intrusion under different hydrological condition in Arvand River Estuary". Canadian Journal of Civil Engineering, 35, pp. 1476-1480.

## Comparing Modeling of Pollution in Arvand River in the Dry and Wet Seasons

Nasrin Abdolkhanian<sup>1</sup>, Heeva Elmizadeh<sup>1\*</sup>, Ali Dadolahi Sohrab<sup>1</sup>, Ahmad Savari<sup>2</sup>, Mohammad FayazMohammadi<sup>3</sup>

1. Department of Environment, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.
2. Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Oceanic Sciences, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran
3. Department of Physical Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Iran

### Abstract

Water resources under threat of pollution such as industrial waste, fertilizers, pesticides and urban sewage that negative effects on the environment and ecosystems. Arvand River is one of the most important navigable rivers in Iran, and it's the most traffic place for floating which don't have any system for delivery waste materials and discharging these waste materials in water making oil pollution. In this research, modeling pollution in the Arvand River using three-dimensional and hydrodynamic model to simulate how the pollution is studied, the Navier-Stokes equations in three dimensions and equations are solved transfer salinity and water temperature separation method. Boundary conditions applied, including changes in temperature, salinity and flow rate, temperature and salinity changes and apply for open border river and tidal components O1, S2, M2 and K1 open sea in the model used for the border. In this research, modeling pollution in the Arvand River using coherence and hydrodynamic modeling to simulate how the pollution is studied. The results of modeling pollution in Arvand After running the model revealed that the pollution is pollution in the Arvand River according to location and time of release. In other words, in the Arvand River pollution from one point to another and from season to season is different, in fact, pollution is reciprocating mode. Diffusion of oil pollution in Arvand road is depending to current. In low tide because of same side of river current is more. And in low tide because of same side of river current with low tide pollution reached to the Persian Gulf with high speed. The results shows, represent the effect of tie on diffusion pollution.

**Keywords:** Arvand River, modeling, coherence model, pollution distribution, Tide

Figure 1. Study area

Figure 2. Time series related to salinity and water level fluctuations

Figure 3. Time series related to temperature and water level fluctuations

Figure 4. Geographical position Start of distribution of pollution in low water state

Figure 5. The extent of pollution in 14 hours after the start of distribution in low water state

Figure 6. The extent of pollution in 20 hours after the start of distribution in low water state

Figure 7. The extent of pollution in 64 hours after the start of distribution in low water state

Figure 8. The extent of pollution in 84 hours after the start of distribution in low water state

---

\*Corresponding author, E-mail: Elmizadeh@kmsu.ac.ir

- Figure 9. The extent of pollution in 174 hours after the start of distribution in low water state
- Figure 10. The extent of pollution in 224 hours after the start of distribution in low water state
- Figure 11. The extent of pollution in 240 hours after the start of distribution in low water state
- Figure 12. Geographical position Start of distribution of pollution in high water state
- Figure 13. The extent of pollution in 30 hours after the start of distribution in high water state
- Figure 14. The extent of pollution in 34 hours after the start of distribution in high water state
- Figure 15. The extent of pollution in 56 hours after the start of distribution in high water state
- Figure 16. The extent of pollution in 104 hours after the start of distribution in high water state
- Figure 17. The extent of pollution in 194 hours after the start of distribution in high water state
- Figure 18. The extent of pollution in 220 hours after the start of distribution in high water state
- Figure 19. The extent of pollution in 240 hours after the start of distribution in high water state
- Figure 20. Cross-sectional position of the river
- Figure 21. The cross-section upstream for pollution
- Figure 22. The cross-section in the middle of the river for pollution
- Figure 23. The cross-section at the mouth of the river for pollution