بازتولید مسیر انتشار آلودگی های نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان در فصول تابستان و پاییز

وحید چشم سیاهی[۱]، اکبر رشیدی ابراهیم حصاری[۲*]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد اقیانوس شناسی فیزیکی، دانشگاه تربیت مدرس؛ vahid_cheshmsiyahi@yahoo.com
[۲*] استادیار گروه فیزیک دریا، دانشگاه تربیت مدرس؛ akbar.rashidi@modares.ac.ir

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴

کلمات کلیدی:
لکه های نفتی
میادین نفتی ترکمنستان
شبیه سازی عددی
FVCOM
GNOME

چکیده

در این تحقیق به منظور بازتولید انتشار لکه‌های نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان در دریای خزر بر اساس شواهد میدانی گزارش شده، از مدل‌های عددی FVCOM و GNOME استفاده گردید. به این منظور، ابتدا جریانات ناشی از باد در فصول تابستان و پاییز سال ۲۰۱۲ شبیه سازی شدند. نتایج شبیه سازی-های انجام شده با داده‌های اندازه گیری جریان سطحی در سه ایستگاه آستارا، رودسر و امیرآباد مقایسه گشتند. مقایسه‌ی داده‌های اندازه گیری و خروجی مدل جریان نشان داد، در صورت به کار بستن مدول بستار تلاطم در مدل جریان، نتایج به واقعیت نزدیک‌تر هستند. در ادامه به منظور تعیین مقصد لکه‌های نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان، خروجی مدل جریان به همراه سری زمانی باد ۶ ساعته در نرم افزار GNOME اعمال شدند. محل ریزش نفت، چاه‌های نفتی ترکمنستان واقع در کرانه شرقی حوضه جنوبی دریای خزر و در مقابل شبه جزیره چله کن در نظر گرفته شد. نوع ریزش به صورت لحظه‌ای و حجم ریزش در محل هر چاه به مقدار ۱۰۰ بشکه فرض شد و شبیه سازی‌ها با زمان‌های ریزش متفاوت انجام شدند و محل برخورد لکه‌های نفتی با سواحل به دست آمد. مقایسه‌ی نتایج شبیه سازی و موقعیت محل جمع آوری تاربال‌های نفتی در ماه آگوست سال ۲۰۱۲، نشان دهنده‌ی صحت قابل قبول نتایج شبیه سازی است و می‌توان گفت، رسیدن آلودگی-های نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان به سواحل ایران در فصل تابستان امکان‌پذیر است.

Reproducing Trajectory of Oil Spilled From Turkmenistan Oil Fields

Vahid Cheshmsiahi[1], Akbar Rashidi Ebrahim Hesari[2*]

[1]M.Sc. in physical Oceanography, Marine Physics Department, Tarbiat Modares University, Mazandaran, Iran
[2]Lecturer at marine physics department, Marine Physics Department, Tarbiat Modares University, Mazandaran, Iran*

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 1 Jan. 2019
Accepted: 5 Mar. 2019

Keywords:
Oil spill
Turkmenistan's oil field
Numerical simulation
FVCOM
GNOME

ABSTRACT

In order to numerically simulate transmission of oil spilled in Caspian Sea from Turkmenistan oil fields, wind induced currents in the sea were simulated using an unstructured grid Finite Volume Community Ocean Model (FVCOM) in the summer and spring of 2012. The results of the model in the fall season were then compared to the measured data for surface currents in three stations of Astara, Roudsar, and Amirabad. Comparison of the measured data and the current model output revealed that implementing turbulence closure module produces more accurate results than when the module was excluded. Later on, in order to determine the destination for the oil spilled from Turkmenistan oil fields, the output of flow model was imported into the GNOME computer application along with 6-hourly wind time series. Turkmenistan's oil wells on the eastern shores of the southern fields of the Caspian Sea in front of the Cheleken Peninsula were considered as the location of oil pouring. The type of pouring was momentary and the volume of oil pouring in each well was 100 barrels. Simulation of trajectory of spilled oil was conducted based on different pouring time and the location of the oil spill hitting the shore were acquired. Comparing the results from simulation and location of collecting oil spills in August 2012 demonstrates acceptable accuracy; thus, it could be said that, it is quite feasible that oil spills from Turkmenistan oil fields could reach the shores of Iran in the summer.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]

۱ – مقدمه

دریای خزر که بزرگترین دریاچه بر روی سیاره‌ی زمین است، در همسایگی کشورهای ایران، روسیه، آذربایجان، ترکمنستان و قزاقستان واقع شده است و بین عرض های جغرافیایی ۴۶/۶ و ۵۴/۸ شرقی و طول های جغرافیایی ۳۶/۶ و ۴۷ شمالی گسترده شده است. از آنجایی که این دریاچه پهناور یک حوضه بسته بوده و جریانات کشندی در آن بسیار ضعیف می‌باشند، لکه های نفتی می‌توانند در یک محل تجمع یافته و هنگام وقوع طوفان و متلاطم شدن دریا پراکنده شوند؛ همچنین خروج آلودگی از این محیط در مقایسه با یک دریای آزاد به کندی صورت می‌پذیرد[۱].

آلودگی تهدید بزرگی برای تنوع زیستی دریای خزر است. منابع آلودگی عبارتند از منابع صنعتی و کشاورزی، فاضلاب‌ها و تخلیه تصادفی آلاینده به درون آب. جریان اصلی آلودگی از ولگا می‌آید. جریان آلودگی ولگا با آلودگی میدان نفتی و صنعتی باکو و کورا قابل مقایسه است. در ترکمنستان آلودگی اصلی از پالایشگاه نفت ترکمن‌باشی[۱] و میادین نفتی چلکن[۲] ناشی می‌شود. قزاقستان نیز سهم کمی در ورود آلودگی نفتی به دریا و عمدتاً از طریق رودخانه اورال دارد [۲].

نفت نشت‌یافته در سطح دریا دچار فرآیند هوازدگی[۳] می‌شود که نتیجه آن ایجاد تغییراتی در خواص فیزیکی و شیمیایی نفت است. صرف نظر از اینکه چه عاملی سبب رها شدن آلاینده نفتی می‌شود، دو مکانیسم کلی یعنی فرارفت[۴] و پخش[۵] را می‌توان در توزیع آلاینده‌های نفتی مؤثر دانست. هر دو مکانیسم با بهره‌گیری از جریان‌های دریایی، بادها و امواج، تعیین‌کننده‌ی توزیع مکانی آلاینده‌ها است. نفت پس از نشت، به صورت یک غشای نازک (لکه نفتی) روی سطح آب دریا گسترده می‌شود. حرکت این لکه ، توسط فرارفت و انتشار تلاطمی حاصل از جریان، موج و اثر باد کنترل می‌شود [۳]. در این مطالعه فرآیندهای هوازدگی مؤثر بر لکه نفتی، مد نظر نمی‌باشد و صرفا به بخش فرارفت پرداخته می‌شود.

در مطالعات مربوط به انتقال لکه‌ی نفتی در محیط‌های دریایی، جهت محاسبه‌ی فرارفت لکه نفتی از مدل های هیدرودینامیکی دو یا سه بعدی استفاده می‌شود. در ادامه، جهت رهگیری ذرات نفت، سرعت به دست‌آمده از مدل هیدرودینامیکی در یک مدل لاگرانژی جایگذاری، رانش لکه‌ی نفتی محاسبه و مسیر لکه پیش‌بینی می‌گردد. از آنجایی که لکه‌ی نفتی غالباً در سطح بوده و تحت تأثیر باد و جریان سطحی حرکت می‌کند، مدل‌های دوبعدی انتگرال گیری شده در عمق که برای کل ستون آب از سطح تا بستر از یک سرعت متوسط استفاده می‌کنند، چندان کارامد به نظر نمی‌رسند. لذا برای محاسبه‌ی فرارفت لکه‌ی نفتی در سطح، استفاده از مدل‌های هیدرودینامیکی سه‌بعدی چند لایه، بهتر به نظر می‌رسد. نکته‌ی دیگر این که انتقال لکه‌ی نفتی گاهی ممکن است در طی چند روز و تحت تأثیر میدان باد ویژه‌ای روی دهد و بررسی آن با استفاده از اطلاعات باد در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر دقت نتایج را افزایش می‌دهد و هر چه اطلاعات باد دقیق تر باشد، نتایج نیز از دقت بالایی برخوردار خواهند بود.

مطالعات انجام شده در خصوص بررسی حرکت و انتقال لکه‌ی نفتی از تنوع زیادی برخوردار است، از جمله ابتدایی ترین مطالعات عبارتند از ارائه‌ی اولین مدل جهت محاسبه سطح لکه نفتی با استفاده از معادلات ناویر- استوکس میانگین گیری شده در عمق توسط Fay (۱۹۶۹) [۴] و ارائه‌ی مدلی شامل فرایندهای فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر لکه نفتی توسط Sebastião و Soares (۱۹۹۵) [۵]. از مطالعات مشابه اخیر انجام شده در حوضه خلیج فارس می‌توان به مطالعه‌ی Elhakeem و همکاران (۲۰۰۷) [۶] و فقیهی فرد و بدری (۲۰۱۶) [۷] اشاره کرد که فرارفت و سرانجام لکه‌ی نفتی را با به کار بستن مدل MIKE مورد بررسی قرار دادند. در تحقیق دیگری، سلطانپور و همکاران (۲۰۱۳) [۸] پخش لکه‌های نفتی در خلیج فارس را با استفاده از یک مدل هیدرودینامیکی و در نظر گرفتن اثر همزمان باد و جریان و موج بررسی کردند. از جمله مطالعات انجام شده در حوضه دریای خزر می‌توان به مطالعاتی چون مطالعه‌ی Korotenko و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۲) [۹] [۱۰] اشاره کرد که رهگیری لکه‌های نفتی منتشر شده از رود ولگا و چاه‌های نفتی آذربایجان واقع در دریای خزر را با رویکردی لاگرانژی، با در نظر گرفتن جریان (مستخرج از مدل POM) و رانش تحت تأثیر باد و با در نظر گرفتن فرایندهای مؤثر بر لکه‌ی نفتی مورد بررسی قرار دادند. میرزاحسین (۲۰۱۴) [۱۱] و میرخلیل و مظاهری (۲۰۱۵) [۱۲] حرکت و انتقال لکه‌ی نفتی در دریای خزر را با استفاده از مدل MIKE و با در نظر گرفتن عوامل و سناریوهای مختلف مورد مطالعه قرار دادند. طی مطالعه‌ای دیگر با رویکردی کاملا متفاوت، شیرنشان و همکاران (۲۰۱۶) [۱۳] با استفاده از روش "تجزیه و تحلیل اثر انگشت شیمیایی[۶]" نشان دادند که، منشأ تاربال[۷]های نفتی جمع آوری شده در ماه آگوست سال ۲۰۱۲ از سواحل جنوب غربی دریای خزر می‌تواند میادین نفتی ترکمنستان باشد.

در این تحقیق بمنظور شبیه سازی عددی انتقال لکه‌ی نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان در دریای خزر، جریانات با استفاده از مدل اقیانوسی احجام متناهی FVCOM[۸] شبیه سازی سازی شدند. داده های باد به کار رفته در این شبیه سازی، به صورت متغیر در مکان و متغیر در زمان به صورت ۶ ساعته از مدل هواشناسی ECMWF[۹] استخراج شدند. پس از شبیه سازی جریان ناشی از باد با استفاده از مدل FVCOM، نرم افزار GNOME[۱۰] جهت مشخص شدن مسیر حرکت ذرات تحت جریان شبیه سازی شده، به کار گرفته شد.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]

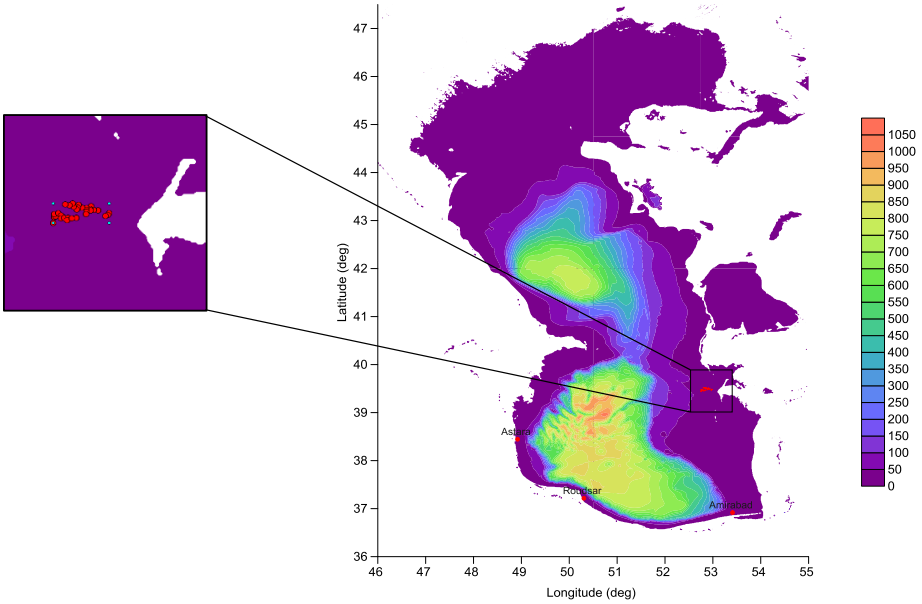
۲- مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر شبیه سازی عددی جریان در دریای خزر، با استفاده از مدل کد باز FVCOM انجام شد. این مدل شکل انتگرالی معادلات حاکم را در مختصات دکارتی، زمین- پیمایش[۱۱] و کروی زمین، با استفاده از روش احجام محدود بر روی شبکه‌ی افقی مثلثی نامنظم حل می‌کند. معادلات حاکم مدل در غیاب برف و یخ، عبارتند از معادلات اندازه‌ی حرکت دو یا سه بعدی، پیوستگی، دما، شوری و چگالی. از جمله واداشت‌هایی که می‌توان تأثیر آنها را (در صورت در دسترس بودن) در این مدل در نظر گرفت، می‌توان به تنش باد، شار گرمایی، تبخیر، بارش و ورودی رودخانه‌ها اشاره کرد. مدل را می‌توان برای واداشت‌های ثابت مکانی و زمانی و یا متغیر در مکان و زمان اجرا کرد. در این مدل، علاوه بر امکان ثابت در نظر گرفتن ضرایب انتشار افقی و قائم، امکان استفاده از مدول بستار تلاطم[۱۲] نیز وجود دارد. مدول بستار تلاطم شامل روش پارامتر بندی Smagorinsky و مدل تلاطمی MY-2.5[۱۳] می باشد. گسسته‌سازی مکانی در مدل FVCOM با استفاده از روش احجام متناهی انجام می‌شود. شبکه افقی محاسباتی در این مدل از سلول های مثلثی نامنظم غیرمتداخل[۱۴] تشکیل شده است [۱۴].

شبکه محاسباتی افقی نامنظم توسط نرم افزار کد باز EMC تولید شد. این شبکه محاسباتی متشکل از ۱۴۵۵۷ گره، ۲۷۸۱۶ جزء مثلثی است که طول بزرگترین و کوچکترین ضلع آنها به ترتیب برابر با ۲۷۱۳۳ و ۱۴۵۰ متر است. محیط در راستای قائم به صورت ۲۰ لایه درنظر گرفته شد به طوری که در مناطق با عمق کمتر از ۵۰ متر، لایه بندی یکنواخت و در مناطق با عمق بیشتر از ۵۰ متر، ۱۰ متر سطحی محیط، به ترتیب از بالا به پایین به سه لایه ۲، ۴ و ۴ متری و ۳۰ متر نزدیک به بستر به سه لایه ۱۰ متری تقسیم شدند. لایه بندی مابین لایه های سطحی و بستری به شکل یکنواخت انجام شد. علت انتخاب این نوع لایه بندی بالا بودن اهمیت جریان سطحی در بررسی انتقال آلودگی نفتی است. بر اساس مشخصات شبکه و اجرای مدل با گام‌های زمانی مختلف، گام زمانی مد خارجی و نسبت گام زمانی مد خارجی به مد داخلی که با درنظر گرفتن آن مدل ناپایدار نگشت به ترتیب برابر ۲/۵ ثانیه و ۲ است.

اطلاعات عمق سنجی به کار رفته از بانک اطلاعاتی GEBCO[۱۵] با وضوح ۳۰ ثانیه تهیه شدند. سپس داده های ارتفاعی مناطق خشکی از داده ها حذف شدند. با توجه به اینکه سطح آب دریای خزر بطور متوسط ۲۷ متر پایین تر از سطح آب دریاهای آزاد می-باشد [۱۵]، داده های درون مرز دریای خزر با عدد ۲۷ جمع گشتند. در نهایت اطلاعات عمق سنجی نقاط گره بر اساس این داده ها درونیابی گشتند. داده‌های باد از دیگر داده‌های مورد نیاز در این تحقیق است که از ابتدای جولای ۲۰۱۲ تا پایان دسامبر ۲۰۱۲ به صورت ۶ ساعته با وضوح ۰/۷۵ درجه از از بانک اطلاعاتی ECMWF، از محصولات پروژه ERA-Interim[۱۶] Daily، تهیه شدند.

موقعیت میادین نفتی ترکمنستان واقع در کرانه شرقی حوضه جنوبی دریای خزر و در مقابل شبه جزیره چله کن با استفاده از ابزار Google Maps استخراج گشتند (شکل ۱). تعداد این نقاط بر اساس آنچه که در تصویر دریافت شده از Google Maps مشهود است، ۳۳ نقطه می‌باشد که در این مطالعه موقعیت آنها به عنوان محل‌های ریزش نفت در نظر گرفته شدند.



شکل ۱- نقشه عمق سنجی دریای خزر، به همراه موقعیت چاه‌های نفتی کشور ترکمنستان و موقعیت ایستگاه‌های جریان سنجی آستارا، رودسر و امیرآباد

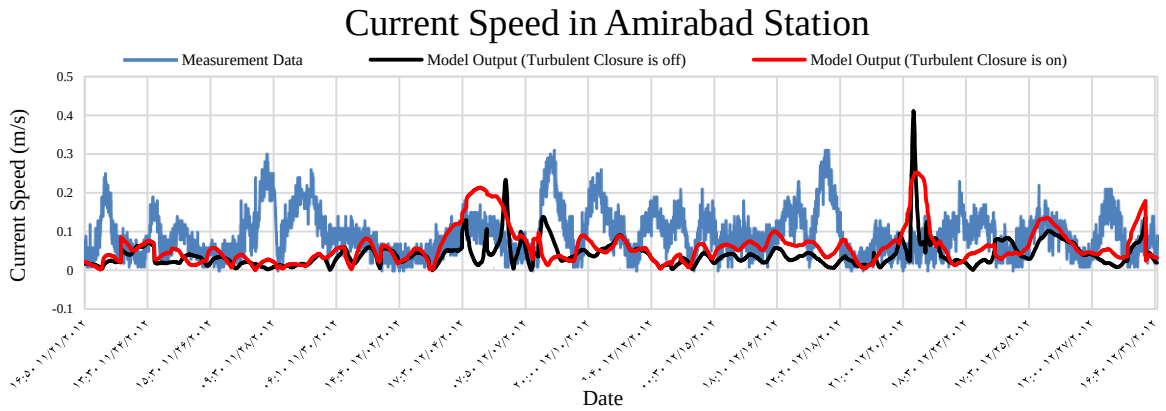
[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]

در این مطالعه مدل FVCOM به مدت ۶ ماه از ابتدای جولای ۲۰۱۲ به صورت سکون آغازی تا انتهای دسامبر ۲۰۱۲ به اجرا درآمد. در تجربه‌ی اول ضرایب انتشار افقی و قائم ثابت و برابر با مقادیر پیشفرض مدل به ترتیب m^2s^{-1} ۰/۲ و ۰/۰۰۱ m^2s^{-1} در نظر گرفته شدند. در تجربه‌ی دوم جهت تعیین ضرایب انتشار، مدول بستار تلاطم به کار بسته شد. سری زمانی باد ۶ ساعته به عنوان واداشت بر محیط اعمال شد. محیط از نظر دما و شوری همگن و دما و شوری به ترتیب برابر $^{\circ}C$ ۱۵ و psu ۱۲ در نظر گرفته شدند. پس از اجرای مدل، نتایج هر دو تجربه با داده‌های جریان سطحی اندازه گیری شده در سه ایستگاه آستارا، رودسر و امیرآباد مقایسه شدند. پس از مقایسه نتایج و داده‌های اندازه گیری شده در ایستگاه‌های مذکور، داده‌های جریان سطحی حاصل از اجرای مدل و باد مربوط به ماه‌های جولای، آگوست و سپتامبر ۲۰۱۲ در نرم افزار GNOME[۱۷] اعمال و مقصد نهایی آلودگی‌های نفتی نشت یافته از سکوهای نفتی کشور ترکمنستان مورد بررسی قرار گرفتند. انتخاب ماه‌های جولای و آگوست ۲۰۱۲، به دلیل جمع آوری تاربال‌های اشاره شده در مطالعه شیرنشان و همکاران (۲۰۱۶) در ماه آگوست می‌باشد.

در نرم افزار GNOME که توسط سازمان ملی هواشناسی و اقیانوس شناسی ایالات متحده (NOAA[۱۸]) ارائه شده است، حل معادلات به صورت اویلری-لاگرانژی صورت می‌گیرد. یعنی لکه‌های نفتی به عنوان ذرات لاگرانژی در محیط دریایی به عنوان دامنه‌ی پیوسته اویلری حرکت می‌کنند و می‌توان اثر هر پارامتر را بر نحوه‌ی حرکت آن بررسی و مشخص نمود. نوع نفت، مقدار آلودگی نفتی، مختصات جغرافیایی منطقه‌ی نشت نفت، زمان ورود آن، داده‌های باد و جریان ورودی های این نرم افزار هستند.

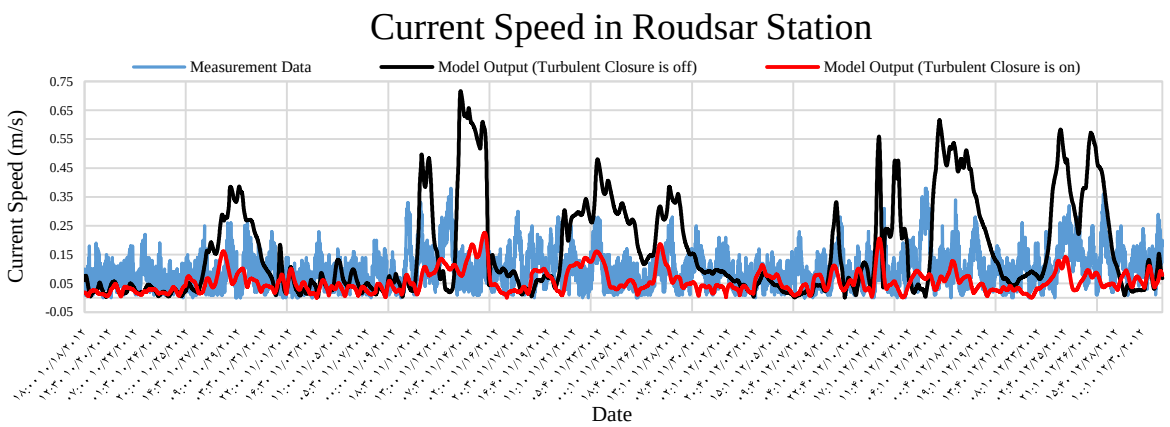
۳- نتایج و بحث

نتایج جریان به دست آمده از اجرای مدل FVCOM در دو تجربه مورد بحث در بخش قبل و داده‌های جریان سطحی اندازه گیری شده در سه ایستگاه آستارا، رودسر و امیرآباد، مشخص شده در شکل ۱، مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نمودارهای شکل‌های ۲ تا ۴ و مقایسه‌ی مقادیر جریان سطحی اندازه گیری شده و خروجی مدل در سه ایستگاه مورد نظر، ملاحظه می‌شود که در حالتی که مدول بستار تلاطم استفاده شده است، نتایج مدل به داده‌ها نزدیک‌ترند. عدم انطباق کامل داده‌ها و خروجی مدل را می‌توان به پایین بودن وضوح مکانی داده‌های باد و گسسته بودن آن‌ها در زمان و همچنین پایین بودن وضوح داده‌های عمق سنجی نسبت داد. چرا که سری زمانی باد اعمال شده در مدل به صورت ۶ ساعته بوده است، در حالیکه در واقعیت جریان باد هر لحظه پهنه دریا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. وضوح پایین داده‌های عمق سنجی به ویژه در مناطق کم عمق نیز می‌تواند تأثیر به سزایی در محاسبه‌ی جریان مناطق ساحلی و کم عمق ایجاد کند. علاوه بر این به هنگام ثابت در نظر گرفتن ضرایب انتشار، در بیشتر نقاط محیط جریانات محاسبه شده، قوی‌تر از هنگامی است که از مدول بستار تلاطم استفاده می‌شود، چرا که به کار گیری مدول بستار تلاطم، از انتشار بیش از حد تلاطم جلوگیری می‌کند.

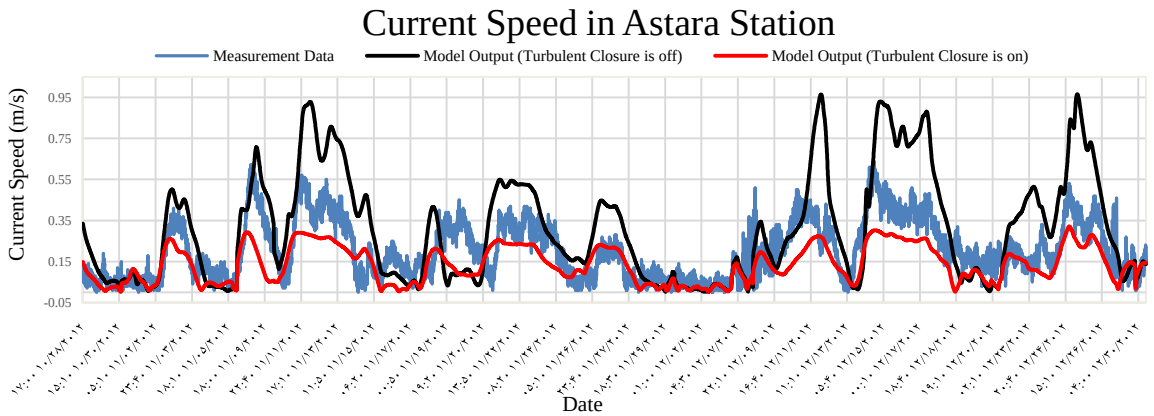


شکل ۲- سرعت جریان سطحی اندازه گیری شده (خط آبی رنگ)، جریان به دست آمده از اجرای مدل جریان در حالتی که ضرایب انتشار ثابت در نظر گرفته شدند (خط مشکی رنگ) و حالتی که مدول بستار تلاطم اعمال شده است (خط قرمز رنگ) در ایستگاه امیرآباد بین روزهای ۲۱ ماه نوامبر و ۳۱ ماه دسامبر سال ۲۰۱۲

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]



شکل ۳- سرعت جریان سطحی اندازه گیری شده (خط آبی رنگ)، جریان به دست آمده از اجرای مدل جریان در حالتی که ضرایب انتشار ثابت در نظر گرفته شدند (خط مشکی رنگ) و حالتی که مدول بستار تلاطم اعمال شده است (خط قرمز رنگ) در ایستگاه رودسر بین روزهای ۱۸ ماه اکتبر و ۳۰ ماه دسامبر سال ۲۰۱۲

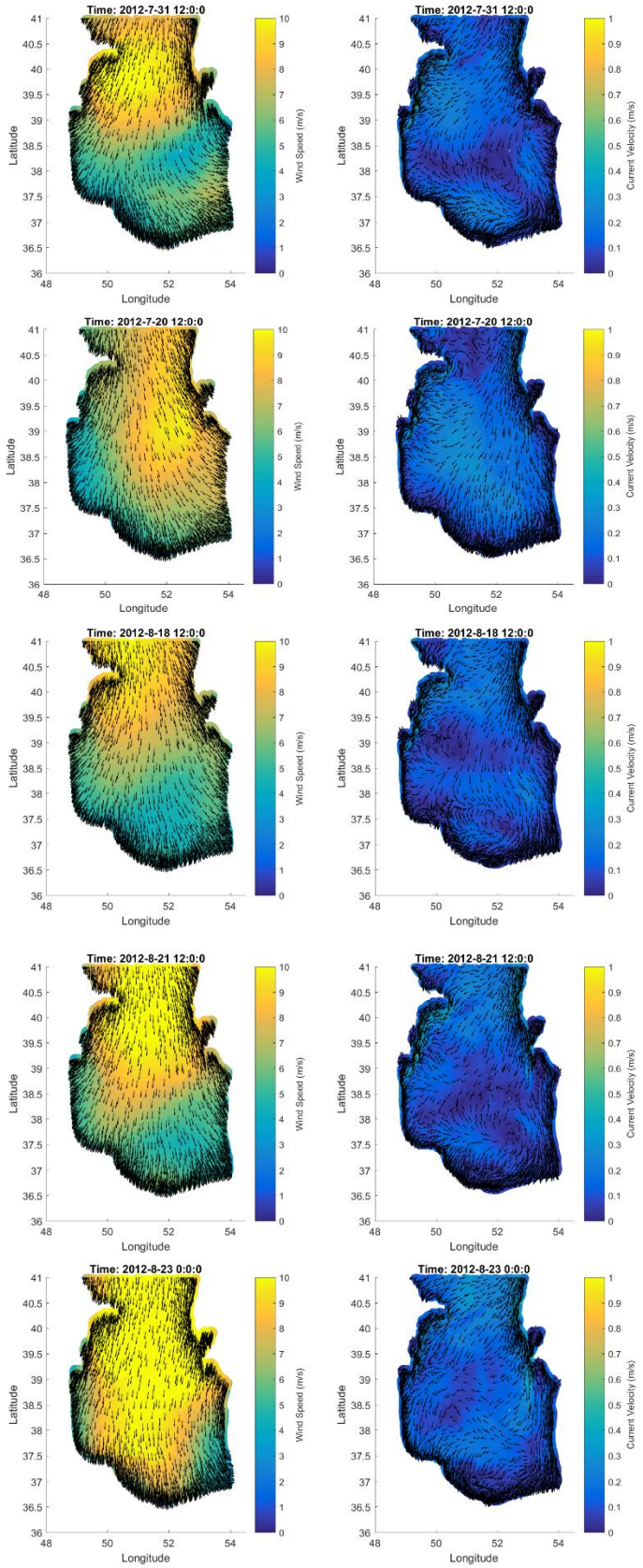


شکل ۴- سرعت جریان سطحی اندازه گیری شده (خط آبی رنگ)، جریان به دست آمده از اجرای مدل جریان در حالتی که ضرایب انتشار ثابت در نظر گرفته شدند (خط مشکی رنگ) و حالتی که مدول بستار تلاطم اعمال شده است (خط قرمز رنگ) در ایستگاه آستارا بین روزهای ۲۸ ماه نوامبر و ۳۰ ماه دسامبر سال ۲۰۱۲

در شکل ۵ شاخص ترین میدان‌های باد و جریان متأثر از آن در حالتی که مدول بستار تلاطم به کار بسته شده بود، در نیمه دوم ماه جولای و ماه آگوست سال ۲۰۱۲ نمایش داده شده است. میدان‌های باد و جریان نمایش داده شده در شکل ۵ بیشترین نقش را در سرعت بخشیدن به حرکت لکه‌ی نفتی ایفا می‌کنند. از آنجایی که زمان جمع آوری تاربال‌های نفتی مربوط به ماه آگوست سال ۲۰۱۲ است و علاوه بر آن رژیم باد در اواخر ماه جولای و ماه آگوست عمدتا جنوبی و جنوب غربی است، احتمال اینکه تاربال-های نفتی جمع آوری شده از سواحل جنوب غربی دریای خزر در ماه آگوست سال ۲۰۱۲، در بازه‌ی روزهای ۲۰ تا ۳۱ ماه جولای سال ۲۰۱۲ وارد محیط شده باشند، وجود دارد. در نتیجه زمان ریزش نفت در شبیه سازی‌ها در نیمه‌ی دوم ماه جولای انتخاب می‌شود.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]



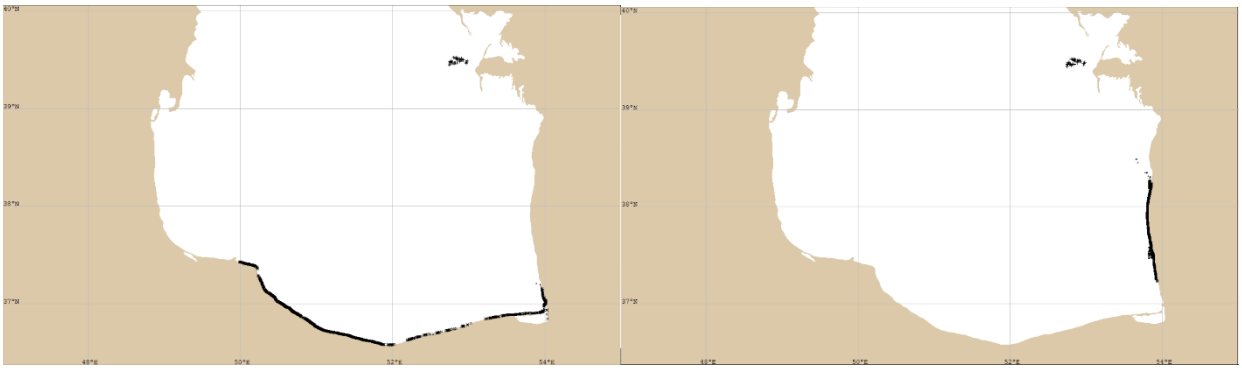
شکل ۵- میدان باد شاخص و جریان متأثر از آن مربوط به بازه‌ی نیمه‌ی دوم ماه جولای تا انتهای ماه آگوست سال ۲۰۱۲

جهت تعیین مقصد آلودگی‌های نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان، نتایج مدل جریان در حالتی که مدول بستار تلاطم به کار بسته شده بود به همراه سری زمانی باد ۶ ساعته، به عنوان ورودی در نرم افزار GNOME اعمال گشت. شبیه سازی‌ها بر اساس سناریوئی ثابت اما با زمان‌های ریزش متفاوت انجام شدند به این صورت که ریزش نفت به صورت لحظه‌ای، به حجم ۱۰۰ بشکه

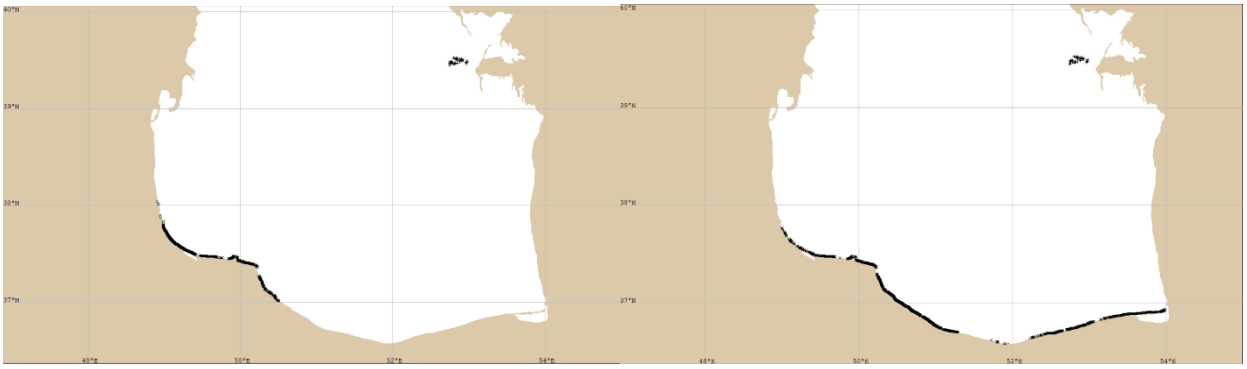
[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]

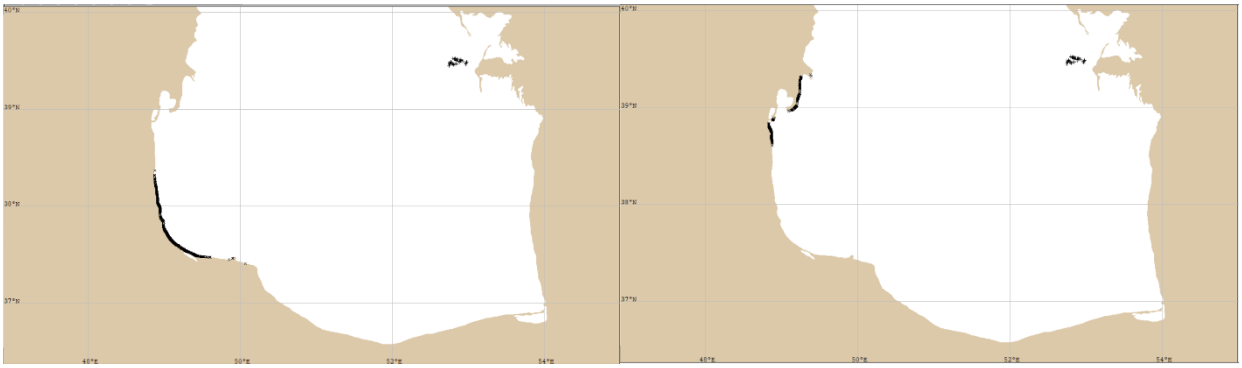
در هر نقطه، واقع درموقعیت چاه های نفتی ترکمنستان شکل ۱ در نظر گرفته شد. نتایج بـه دسـت آمـده از انجـام شـبیه سـازی‌هـای مختلف در محیط نرم افزار GNOME، در شکل‌های ۶ تا ۸ نمایش داده شده اند. همانطور که از شکل‌ها بر می‌آید، با تغییر کردن زمان ریزش آلودگی، لکه‌های نفتـی در محـل‌هـای متفـاوتی بـه سـاحل برخورد می‌کنند. به ایـن صـورت کـه وقتـی زمـان ریـزش ۲۰ مـاه جولای در نظر گرفته می‌شود، لکه‌ها به سواحل شرقی برخورد می-کنند. هر چه زمان ریزش به سمت انتهای مـاه جـولای سـوق داده می‌شود، محل برخورد از سواحل شرقی به سواحل غربی تغییر پیـدا می‌کند.



شکل ۶- محل برخورد لکه‌های نفتی با سواحل: شکل سمت راست- هنگامی که زمان ریزش آلودگی ساعت صفر روز ۲۰ ماه جولای در نظر گرفته شد، برخورد با سواحل شرقی در روز یکم ماه آگوست رخ داد؛ شکل سمت چپ- هنگامی که زمان ریزش آلودگی ساعت صفر روز ۲۴ ماه جولای در نظر گرفته شد، برخورد با سواحل جنوبی در روز ۲۴ ماه آگوست رخ داد.



شکل ۷- محل برخورد لکه‌های نفتی با سواحل: شکل سمت راست- هنگامی که زمان ریزش آلودگی ساعت صفر روز ۲۵ ماه جولای در نظر گرفته شد، برخورد با سواحل جنوبی در روز ۲۴ ماه آگوست رخ داد؛ شکل سمت چپ- هنگامی که زمان ریزش آلودگی ساعت ۱۸ روز ۲۵ ماه جولای در نظر گرفته شد، برخورد با سواحل جنوب غربی در روز ۲۳ ماه آگوست رخ داد.



شکل ۸- محل برخورد لکه‌های نفتی با سواحل: شکل سمت راست- هنگامی که زمان ریزش آلودگی ساعت صفر روز ۲۶ ماه جولای در نظر گرفته شد، برخورد با سواحل جنوب غربی در روز ۲۳ ماه آگوست رخ داد؛ شکل سمت چپ- هنگامی که زمان ریزش آلودگی ساعت صفر روز ۳۰ ماه جولای در نظر گرفته شد، برخورد با سواحل غربی در روز ۲۷ ماه آگوست رخ داد.

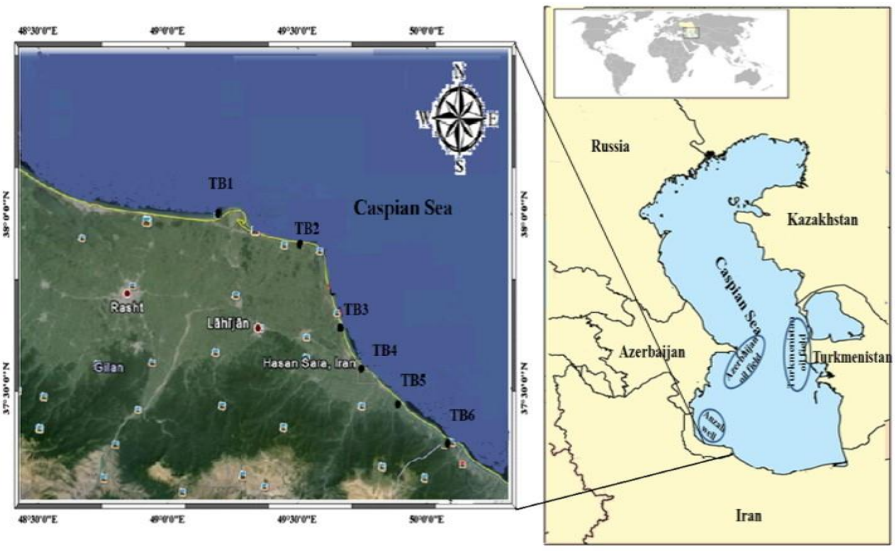
[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]

در مطالعه‌ی شیر نشان و همکاران (۲۰۱۶)، موقعیت جمع آوری تاربال‌های نفتی در ماه آگوست سال ۲۰۱۲ به شرح جدول ۱ گزارش شده است. در شکل ۹ موقعیت جمع آوری تاربال‌های نفتی نشان داده شده است. با مقایسه محل برخورد لکه‌های نفتی در شبیه سازی‌ها و موقعیت جمع آوری تاربال‌های نفتی مورد بحث در مطالعه‌ی شیر نشان و همکاران (۲۰۱۶)، می‌توان نتیجه گرفت ریزش آلودگی نفتی از میادین نفتی ترکمنستان، پس از نیمروز ۲۵ جولای سال ۲۰۱۲ رخ داده است.

جدول ۱- موقعیت محل جمع آوری تاربال‌های نفتی در ماه آگوست ۲۰۱۲ (شیر نشان و همکاران ۲۰۱۶)

ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی(شرقی)	عرض جغرافیایی(شمالی)
TB1	کیاشهر	۴۹°۵۶′۲۰″	۳۷°۲۸′۳۵″
TB2	عسگرآباد	۵۰°۳′۵۸″	۳۷°۲۴′۴۳″
TB3	چف	۵۰°۱۳′۴۲″	۳۷°۲۱′۳۰″
TB4	چمخاله	۵۰°۱۵′۰۹″	۳۷°۱۵′۵۴″
TB5	حسن سرا	۳۷°۱۹′۰۹″	۳۷°۰۸′۳۲″
TB6	کلاچای	۵۰°۲۶′۰۵″	۳۷°۰۴′۲۱″



شکل ۹- نقشه‌ی موقعیت محل جمع آوری تاربال‌های نفتی در ماه آگوست ۲۰۱۲ (شیر نشان و همکاران ۲۰۱۶)

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق به منظور رهگیری آلودگی‌های نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان، جریانات ناشی از باد با استفاده از مدل اقیانوسی احجام متناهی FVCOM شبیه سازی سازی شدند. نتایج جریان حاصل از مدل با داده‌های اندازه‌گیری جریان سطحی در سه ایستگاه آستارا، رودسر و امیرآباد مقایسه گشتند. نتیجه‌ی مقایسه‌ی خروجی مدل جریان و داده‌های اندازه گیری نشان داد که در صورت به کار بستن مدول بستار تلاطم در مدل جریان، نتایج به واقعیت نزدیک تر هستند. داده های باد اعمال شده در مدل به صورت سری زمانی ۶ ساعته از بانک اطلاعاتی ECMWF، از محصولات پروژه ERA-Interim Daily، تهیه شدند. در ادامه به منظور تعیین مقصد لکه‌های نفتی، خروجی مدل جریان به همراه سری زمانی باد ۶ ساعته در نرم افزار GNOME اعمال گشتند. محل ریزش نفت، چاه‌های نفتی ترکمنستان واقع در کرانه شرقی حوضه جنوبی دریای خزر و در مقابل شبه جزیره چله کن در نظر گرفته شد. نوع ریزش به صورت لحظه‌ای و حجم ریزش در محل هر چاه به مقدار ۱۰۰ بشکه فرض شد و شبیه سازی ها با زمان‌های ریزش متفاوت انجام شدند و محل برخورد لکه‌های نفتی با سواحل، در هر کدام از حالت‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه نتایج شبیه سازی و موقعیت محل جمع آوری تاربال‌های نفتی در ماه آگوست سال ۲۰۱۲، نشان نشان دهنده‌ی درستی نتایج شبیه سازی است و می‌توان گفت با توجه به رژیم باد حاکم بر دریای خزر، رسیدن آلودگی‌های نفتی منتشر شده از میادین نفتی ترکمنستان به سواحل ایران در فصل تابستان امکانپذیر است.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]

کلید واژگان

[1] Turkmenbashi
[2] Cheleken
[3] Weathering Process
[4] Advection
[5] Diffusion
[6] Fingerprinting Analysis
[7] Tarball
[8] Finite Volume Community Ocean Model
[9] European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
[10] General NOAA Oil Modeling Environment
[11] Terrain- Following
[12] Turbulent Closure
[13] Mellor and Yamada
[14] Non-overlapping
[15] General Bathymetric Chart of the Ocean
[16] European Reanalysis-Interim
[17] General NOAA Oil Modeling Environment
[18] National Oceanic and Atmospheric Administration

۵- مراجع

1- Jafari N., (2009), *Review of Pollution Sources and Controls in Caspian Sea Region*, Journal of Ecology and the Natural Environment, Vol. 2, No. 2, p.025-029.

2- Aladin, N., & Plotnikov, I., (2004), *The Caspian Sea*, Lake Basin Management Initiative Thematic Paper.

3- Wang S.D., Shen Y.M., Zheng Y.H., (2005), *Two Dimensional Numerical Simulation for Transport and Fate of Oil Spills in Seas*, Ocean Engineering, No. 32, p.1556–1571.

4- Fay, J.A., (1969), The Spread of Oil slick on a Calm sea, *Oil on the Sea*, p.53–63.

5- Sebastião P., Guedes Soares C., (1995), *Modeling the Fate of Oil Spill at Sea*, Spill Science & TechnoIogy Bulletin, Vol. 2 No. 2/3, p.121-131.

6- Elhakeem A.A., Elshorbagy W., Chebbi R., (2007), *Oil Spill Simulation and Validation in the Persian Gulf with Special Reference to the UAE Coast*, Water Air Soil Pollution No. 184, p.243–254.

7- Faghihifard M., Badri M.A., (2016), *Simulation of oil pollution in the Persian Gulf near Assaluyeh oil terminal*, Marine Pollution Bulletin No. 105, p.143–149.

8- Soltanpour M., Wijayaratna N., Hajisalimi Z., (2013). *Numerical Modeling of Oil Slick Spread in the Persian Gulf*, International Journal of Maritime Technology, Vol. 1, No. 1, p.57-66.

9- Korotenko K., Mamedov R.M., Mooers C.N.K., (2000), *Prediction of the Dispersal of Oil Transport in the Caspian Sea Resulting from a Continuous Release*, Spill Science & Technology Bulletin, Vol. 2, No. 5/6, p.323- 339.

10- Korotenko K., Mamedov R.M., Mooers C.N.K., (2002), *Prediction of the Transport and Dispersal of Oil in the South Caspian Sea Resulting from Blowouts*, Environmental Fluid Mechanics, Vol. 1, p.383–414.

11- Mirzahossein, R., Azarmsa A., Rashidi Ebrahim Hesari A., (2014), *The Study of Oil Pollution Manner in the Caspian Sea and Its Prediction Using Numerical Models*, 2nd International Conference on the Persian Gulf Oceanography &10th Conference of Iranian Marine Sciences and Technologies, Tehran Iran.

12-Mirkhalil S. H., Mazaheri S., (2015), *Investigation of Oil Spill Distribution in the southern Caspian Sea Affected by Seasonal Variability Impacts*, Journal of the Persian Gulf, Vol. 6, No. 21, p.9-24.

13- Shirneshan G., Riyahi Bakhtiari A., Memariani M., (2016), *Identification of Sources of Tar Balls Deposited Along the Southwest Caspian Coast, Iran Using Fingerprinting Techniques*, Science of the Total Environment, No. 568, p.979–989.

14- Chen C., Beardsley R.C., Cowles G., Qi J., Lai Z., Gao G., Stuebe D., Liu H., Xu Q., Xue P., Ge J., Hu S., Ji R., Tian R., Huang H., Wu L., Lin H., Sun Y., Zhao L., (2013), FVCOM User Manual, *Woods Hole Oceanographic Institution, 4th Edition*, 404 p.

15- Kosarev, A. N., (2005), *Physico-geographical conditions of the Caspian Sea*, In the Caspian Sea Environment, p.5-31.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1397.14.28.11.0]