

پایش تغییرات فشار بر شناسایی چرخابه‌های دریایی و تاثیرپذیری آن در اثر تزریق آلودگی در نوار ساحلی مکران

مجید حسینی حمید^۱، و مهرناز فرزین گهر^۲

^۱دانشجوی دکتری دانشگاه هرمزگان، دانشکده علوم و فنون دریایی - گروه علوم غیر زیستی - فیزیک دریا majidfizik@gmail.com

^۲عضو هیئت علمی دانشگاه هرمزگان - دانشکده علوم و فنون دریایی - گروه علوم غیر زیستی - فیزیک دریا

چکیده

در این تحقیق به ارتباط بین پارامتر فیزیکی فشار و تشخیص چرخابه‌های بزرگ مقیاس و کوچک مقیاس و همچنین ایجاد تغییرات مصنوعی در روند کلی آنها پرداخته شد. از آنجا که سیکلون و آنتی سیکلونها تشکیل شونده در سطح دریا همراه با تغییر فشار هوا در آن ناحیه می‌باشند لذا این مطالعه بر پایه شناسایی چرخابه‌ها بکمک تغییرات فشار پرداخته است. و نشان داد که می‌توان با بررسی تغییر فشار در سطح دریا بخوبی و با دقت بالایی پی به تشخیص چرخابه‌ها و نحوه حرکت آنها برد. این تحقیق نشان می‌دهد که می‌توان تمامی چرخابه‌های دریای عمان اعم از دائمی بدلیل جریان انتقالی آب دریای عمان و خلیج فارس و چرخابه‌های فصلی و همچنین چرخابه‌های محلی که توسط دخالت بشر ایجاد می‌شوند را با دقت بالایی از همدیگر تفکیک و محدوده چرخش آنها را مشخص کرد. در این راستا منطقه توسط مدل عددی رامز با سه مرز باز مدل شد و سپس برای فصل زمستان سیکلون فصلی بخوبی دیده و نتایج با الگوی جریان مقایسه شد. حضور یک سیکلون بزرگ در ماه ژانویه که با ورود از دریای عرب وارد دریای عمان می‌شود در تصاویر بصورت کاهش فشار در منطقه آشکارسازی و با اضافه شدن یک جریان برشی از نوع آلودگی صنعتی فرض شده در ساحل جاسک با دبی خروجی $10 \text{ m}^3/\text{s}$ به نحوه اندرکنش آن با چرخاب دائمی آب انتقالی از کناره ساحلی و سیکلونها حاصل از بادهای مانسون پرداخته شد و در خروجی مدل ایجاد چرخابه‌های مصنوعی کوچک مقیاس در محل رها سازی و گسترش آلودگی به نقاط میانی دریا و چگونگی تاثیر آن بر روند حرکت جریانات دیده شد.

واژه‌های کلیدی: فشار هوا، چرخاب، دریای عمان، آلودگی، باد، مدل رامز

Monitoring of changes in pressure on marine sea choices and their impact due to infiltration in the Makran coastal strip

Abstract

In this research, the relationship between the physical pressure parameter and the detection of large-scale and small-scale offshore rotations, as well as the creation of artificial changes in their general trend, was discussed. Since the cyclones and the anticyclones formed at sea level are associated with the change in air pressure in that area, this study was based on the identification of sea turns with the help of pressure variations. And showed that it is possible to investigate the change in pressure at sea level with a high degree of accuracy in determining the choices and how they move. The study shows that all the Oman Sea oceanic rotation can be divided continuously due to the flow of Oman Sea and Persian Gulf flowing seasons and seasonal choices as well as the local sea rotations created by human intervention, And their range of rotation. In this regard, the area was modeled by Rames's numerical model with three open borders, and then for the winter season, the cyclone was well seen and the results compared with the flow pattern. The arrival of a large cyclone arrived in the Oman Sea from the Arabian Sea in January, In images, the pressure reduction in the detection zone and the addition of a shear flow of the type of industrial pollution assumed on the Jask shores with a discharge rate of $10 \text{ m}^3 / \text{s}$, as a way of interacting with the continuous flow of water from the coastal edge and the cyclones from the Manson winds It was dealt with and in the form of a model for the creation of small-scale artificial sea turns in the place of release and spread of pollution to the midpoints of the valley And how it affects the flow of streams.

Keywords: Air pressure, sea turns, oman sea, pollution, wind, ROMS model

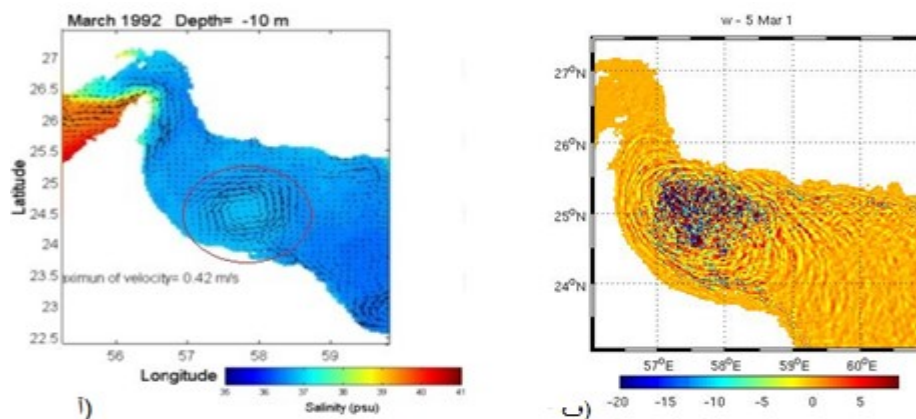
۱ مقدمه

وجود بادهای مانسون فصلی از یک سو و جابجایی آب بین دریای عمان و خلیج فارس و تشدید این جابجایی توسط رودخانه‌هایی مانند اروند در سمت ایران و حضور دو جت سریع در حوزه عربی خلیج فارس باعث ایجاد سیکلون و آنتی سیکلونهایی از

نوع دائمی و فصلی در منطقه دریای عمان شده است. سیکلونهایی فصلی از سمت دریای عرب وارد حوزه دریای عمان شده و با بزرگتر شدن خود در حرکت بسمت تنگه هرمز می‌تواند در مواردی به دو سیکلون تقریباً بزرگ تبدیل شود علاوه بر آن اضافه شدن آب رودخانه‌ها و یا آلودگیهای صنعتی از حوزه‌های ساحلی بطور مثال در جاسک از حوزه مکران می‌تواند با این چرخه‌ها برهمکنش داشته و باعث انحراف در مسیر چرخش و یا ایجاد چرخه‌های جدید کند. در اقیانوس هند دو باد مونسون تابستانی و زمستانی وجود دارد که در جهت‌های مخالف یکدیگر و با شدت و ضعفی متفاوت بر پهنه اقیانوس هند شمالی می‌وزند. آب و هوای دریای عمان تحت تأثیر بادهای ناشی از سیستم بادهای مانسون تابستانی و زمستانی اقیانوس هند و نیز منطقه همگرایی درون حاره‌ای می‌باشد (Al-Ghadban and Salman, 1993). در فصل تابستان که بادهای موسمی جنوب غربی در دریای عمان حاکم هستند آب به داخل دریای عمان در جهت شمال غربی جریان دارد و یک جریان سطحی از دریای عمان به خلیج فارس وارد می‌شود. در فصل زمستان که بادهای موسمی شمال شرقی حاکم می‌شوند آب به خارج دریای عمان جریان دارد. بادهای شدید در دریای عمان در بهار و زمستان می‌وزند که شدت وزش این بادهای در ماه‌های دی و بهمن بیش از سایر ماه‌ها است. حرکات رو به بالای مربوط به فراچاهی‌های اقیانوسی بزرگ مقیاس تنها چند متر در روزند و بنابراین نمی‌توان مستقیماً آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. سرعت‌های فراچاهی معمولاً از طریق محاسبات غیرمستقیم به دست می‌آیند. یکی از عوامل مهم در ایجاد فراچاهی واگرایی افقی است. جذب دیفرانسیلی تابش خورشیدی توسط اقیانوس، پدید آمدن تغییر چگالی افقی را سبب می‌شود، واگرایی را پدید می‌آورد و نتیجه یک فراچاهی بزرگ مقیاس است. از سوی دیگر همگرایی، فروچاهی را سبب می‌شود. باد می‌تواند هم واگرایی و هم همگرایی را به وجود آورد. برای شناسایی و ردگیری چرخه‌های فصلی می‌توان از تصاویر ماهواره‌ای استفاده نمود در یک تحقیق در ناحیه دور از سواحل پرو در خلال پدیده ال نینو در سال ۱۹۹۷-۱۹۹۸ اندازه بردارهای باد ماهواره‌ای را جهت توصیف انتقال و پمپاژ اکمن در سواحل اقیانوس در ۱۵ درجه جنوبی دور از پرو جایی که فراچاهی یک پدیده غالب است، مورد بررسی قرار داده و حرکت آن را ردگیری نمودند (Halpern, 2002) در تحقیق دیگری سیر تکاملی فراچاهی در امتداد ساحل غربی دریای چین جنوبی با استفاده از داده‌های ماهواره AVHRR مربوط به فصول تابستان ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ مورد بررسی قرار گرفت (kuo, 2000) همچنین می‌توان با مدلسازی منطقه و براساس پارامتر الگوی جریان به بررسی چرخه پرداخت در این تحقیق برای رصد چرخه‌ها با دقت بالا بر اساس تغییرات فشار منطقه انجام شد. تغییرات زمانی و مکانی فراچاهی مونسونی در امتداد سواحل شرقی و غربی هند مطالعه آنومالی دمای میانگین ماهانه محلی (LTA) و انتقال اکمن در امتداد سواحل شرقی و غربی هند بر اساس داده‌های ۶۰ ساله نشان داد که هم آنومالی دمای میانگین ماهانه محلی و هم انتقال اکمن در خلال مونسون تابستانه بالاست و آنومالی دمای محلی در حضور چرخه‌ها همواره با تغییرات فشار در سطح دریا همراه می‌باشد (Naidu, 1999).

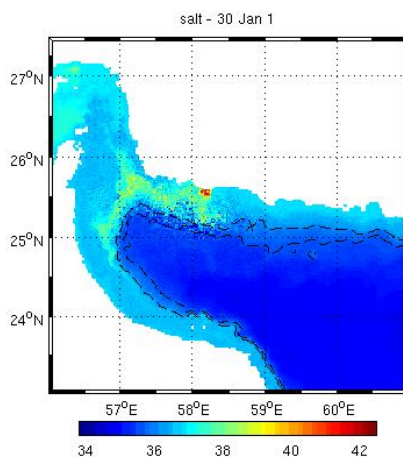
از آنجایی که آب دریا تقریباً تراکم‌ناپذیر است یک همگرایی سطحی منجر به "فروچاهی (downwelling)" و یک واگرایی سطحی منجر به "فراچاهی (upwelling)" می‌گردد. این حرکات عمودی را "پمپاژ اکمن (Ekman Pumping)" می‌نامند. سرعت‌های عمودی در این حرکات بسیار کم‌ترند از سرعت‌های افقی شارش اکمن (از مرتبه 10^{-1} m/s). گرادیان عمودی فشار و شوری از گرادیان‌های این کمیت‌ها در جهت افقی بسیار بیش‌ترند حضور سیکلون در خروجی مدلسازی انجام شده مشابه با داده‌های ماهواره‌ای و سایر مدلسازیهای ارائه شده در مجلات معتبر گویای توانمندی مدل انجام شده در شناسایی چرخه‌های منطقه می‌باشد که تصویر شکل ۱ تاییدی است بر توانمندی مدل انجام شده در بررسی و شناسایی چرخه‌های دریای عمان باشد. در خروجی مدلسازی انجام شده بر روی دریای عمان در ماه مارس سیکلون مونسون در منطقه دیده شد که مشابه آن نتایج کار اعزام و همکاری چاپ شده در مجله اوشن ساینس (Ocean since) مطابقت دارد. سیکلون در عرض جغرافیایی (۵۷ تا ۵۸) و طول (۲۴ تا ۲۵) درجه قرار دارد (اعظام و همکاران، ۲۰۱۰).

آلاینده‌ها ممکن است توسط جریانات دریایی و یا زیر زمینی به مناطق دیگر منتقل شده و موجب آلودگی آن مناطق نیز گردند علاوه بر آن در صورت ورود حجم بالایی از آلودگی امکان تأثیر آنها بر روی جریانات منطقه نیز وجود دارد، به طور کلی در هر منطقه‌ای قبل از احداث تأسیسات صنعتی که دارای خروجی مواد به دریا دارند توجه و بررسی آثار آنها و اندرکنش آنها با جریانات موجود در مناطق مجاور و یا پخش آلودگی پساب‌ها و تأثیر آنها بر مناطق دیگر لازم و ضروری می‌باشد همانطوری که سواری در یک تحقیق روند تأثیر گذاری پساب آب شور حاصل از یک کارخانه آب شیرینکن پرداخت (Souari et al, 2007).



شکل ۱ (آ) خروجی مطالعه (اعظام) و (ب) خروجی اجرای مدل بر اساس مولفه قائم سرعت جریان.

در این تحقیق با وارد کردن یک چشمه آلودگی در ساحل مکران (منطقه جاسک) به بررسی تاثیر آن بر نحوه چرخش چرخاب های منطقه و همچنین به بررسی تاثیر حجم بالای آلودگی پس از سی روز از رها سازی در شکل گیری چرخابه‌های مصنوعی پیرامون محل رهاسازی و نحوه حرکت آن پرداخته شد و نتایج کار با الگوی جریان منطقه مقایسه گردید. در شکل ۲ محل رهاسازی آلودگی و نحوه پخش آن در سطح دریا نشان داده شده است. حرکت آلودگی در نوار ساحلی مکران و در حرکت به سمت تنگه هرمز مشخص می باشد همچنین بخشی از آن در حال حرکت به سمت قسمتهای میانی دریا می باشد.

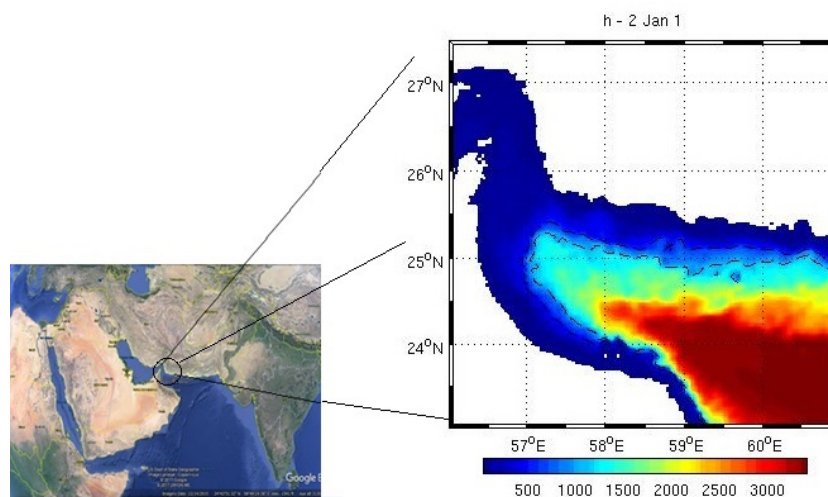


شکل ۲ مکان نفوذ آلودگی در دریای عمان به همراه چگونگی پخش آن را پس از سی روز از نشر آلودگی در دریا نشان می دهد.

۲ روش تحقیق

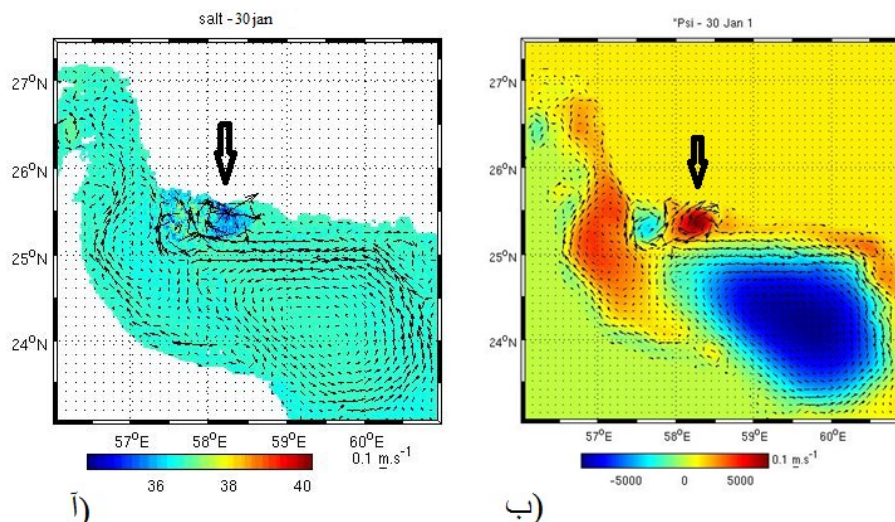
این در این تحقیق از مدل اقیانوسی (Regional ocean modeling system) ROMS که از دقت و کارآمدی فیزیکی بالایی برخوردار است استفاده شد این مدل قابلیت کاربرد در مناطق اقیانوسی عمیق و کم عمق را دارد و از طرح واره های اختلاط عمودی دکارتی، لایه‌ای سیگما و دستگاه مختصات خمیده S استفاده می کند. دارای سطح های چندگانه، شبکه های مرکب و آشیانه‌ای است. مدل رامز یک مدل عددی سه بعدی است که برای مطالعه جو، اقیانوس و آب و هوا، یخ، رسوب، موج و خطوط ساحلی طراحی شده است.

این مدل روی شبکه نامنظم، برای مناطق عمیق و کم عمق کاربرد دارد. در این مدل از شبکه بندی C با دقت بالا در ۱۳ لایه عمودی استفاده شده است. این مدل از نوع سطح آزاد و زمین مرجع است که معادلات میانگین گیری شده رینولدزی را بکمک تقریب‌های هیدروستاتیک و بوسینسک بر اساس روش تفاضل محدود حل می کند (McWilliams, 2005) [۶]. در شکل ۳ منطقه‌ی مدل سازی مربوط به محدوده مکران از دریای عرب تا تنگه هرمز انجام شد و بیشترین عمق دریا در محدوده مدل در قسمت جنوب شرقی بیش از ۳۰۰۰ متر دیده می شود.



شکل ۳ دریای عمان و بسیمتری منطقه مورد بررسی در این تحقیق نشان داده شد.

داده های هندسه بستر از مجموعه داده های ETOPO1 با دقت ۲ کیلومتر تهیه و برای داده‌های شرایط اولیه از مجموعه داده های WOA استفاده شده است. منطقه مورد نظر گرید بندی $0.5/0 \times 0.5/0$ درجه ($2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$) شبکه بندی گردید در نتیجه تعداد نقاط شبکه در راستای محور افقی ۲۴۹ و در راستای محور قائم ۲۴۸ نقطه بدست آمد و موقعیت مکانی منبع آلودگی در (i=107,j=139) انتخاب گردید. پس از اجرای مدل با گام زمانی ۱۰ ثانیه خروجی آن برای مدت ۷۷ روز تهیه شد که در آن وجود چرخابه‌های منطقه مربوط به فصل زمستان و همچنین تاثیر آلودگی اعمال شده در ساحل حوزه مکران با پارامترهای فیزیکی دما و شوری به ترتیب 30 C0 و 70 psu و دبی $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ بر روند ایجاد چرخابه‌های جدید دیده شد. در شکل ۴ وجود یک سیکلون بزرگ به رنگ آبی در اثر بادهای مانسون در شکل مشخص می‌باشد که در حال حرکت به سمت قسمت میانی دریای عمان است همچنین ورود آلودگی به صورت یک نیروی برشی عرضی و برخورد آن با جریان دائمی آب در حال حرکت به سمت خلیج فارس باعث ایجاد یک آنتی سیکلون در آن منطقه شده است. چرخش این آنتی سیکلون و برخورد قسمت فوقانی آن با سیکلون مانسونی باعث تشکیل یک سیکلون کوچک در بالادست این جریانات شده است. با حرکت به سمت مراکز آنتی سیکلون و سیکلون ایجاد شده با افزایش غلظت رنگ به بیشینه یا کمینه تغییرات فشاری می‌رسیم. در این شکل تشخیص چرخابه‌های منطقه بر اساس تغییرات فشار (۴-ب) بسیار دقیقتر از رسم الگوی جریان (۴-آ) می‌باشد.



شکل ۴ (آ) بر اساس بردارهای جریان در منطقه و (ب) بر اساس تغییرات فشار در حضور پخش آلودگی در ساحل مکران و علامت پیکان محل خروجی آلودگی در روز سی‌ام از رهاسازی را نشان می‌دهد.

۳ نتیجه‌گیری

یکی از روشهای نوین در شناسایی چرخابه‌های بزرگ تا کوچک مقیاس مدلسازی تغییرات فشار در سطح دریا می باشد. در این تحقیق بر اساس خروجی گرفته شده از مدل رامز نحوه چرخشهای منطقه عمان در فصل زمستان را بر اساس الگوی تغییرات فشار سطحی و همچنین بردارهای جریانات منطقه نشان دهد و در نهایت با مقایسه آن دو روش تغییر فشار را بعنوان بهترین روش جهت بررسی چرخابه‌ها اعلام دارد. برای بررسی چرخابه‌های فصلی و خصوصاً چرخابه‌های کوچکتر محلی که در این تحقیق در اثر نفوذ یک آلودگی صنعتی ایجاد شده است روش پایش تغییرات فشار در سطح دریا بخوبی گویای نحوه تشکیل چرخابه‌ها شد.

منابع

- Ezam, M., A. A. Bidokhti, and A. H. Javid. "Numerical simulations of spreading of the Persian Gulf outflow into the Oman Sea." *Ocean Science* 6.4 (2010): 887.
- D. Halpern, "Offshore Ekman pumping off Peru, the 1997-1998 El Nino," *Geophysical Research Letters*. 29, 1075(2002).
- N. J. Kuo, Q. Zheng, Ch. Rutto, "Satellite observation of upwelling along the western coast of the south China Sea," *Remote Sensing and Environment*. 74, 463(2000).
- P. D. Naidu, M. R. R. Kumar, V. R. Babu, "Time and space variations of monsoonal upwelling along the west and east coasts of India," *Continental Shelf Research*. 19(1999).
- Shchepetkin, Alexander F., and James C. McWilliams. "The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model," *Ocean Modelling*, 2005, 9.4., 347-404.
- Souari, Leila, and Mohamed Hassairi. "Sea water desalination by reverse osmosis: the true needs for energy." *Desalination* 206.1-3 (2007): 465-473.
- Tatar, M., Hatzfeld, D., Martinod, J., Walpersdorf, A., Ghafari-Ashtiany, M., and Chery, J., 2002, The present-day deformation of the central Zagros from GPS measurements: *Geophysical Research Letters*, 29, (19), 1927-1931.
- Chapman, David C. "Numerical treatment of cross-shelf open boundaries in a barotropic coastal ocean model." *Journal of Physical oceanography* 15.8 (1985): 1060-1075.
- Shchepetkin, Alexander F., and James C. McWilliams. "The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model." *Ocean Modelling* 9.4 (2005): 347-404.
- Al-Ghadban, A.N., and A.S. Salman. "Preliminary assessment of the suspended sediment and its associated pollutants in Kuwait Bay." *Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 4213* (1993).