

دور الصور الفضائية SST في الكشف عن التيارات التصاعدية الرأسية upwelling في الحوض الشرقي للمتوسط

الدكتورة نجوى حمد*

(تاريخ الإيداع 19 / 10 / 2015. قُبِلَ للنشر في 20 / 9 / 2016)

□ ملخص □

كما أفاد تحليل صور الأقمار الصناعية من النوع SST في فهم وتوصيف حركة الكتل المائية في الحوض الشرقي للمتوسط وأظهر خصائص كثيرة للعديد من الدوامات البحرية فإننا في هذا البحث نسلط الضوء على أهمية هذا النوع من الصور في الكشف عن ظاهرة الـ upwelling في الحوض الشرقي للمتوسط لما لها من انعكاسات بيولوجية هامة على البيئة البحرية. تم في هذا البحث الاعتماد على صور تعود لفترات مختلفة بهدف الإشارة إلى أماكن وجود الظاهرة وهذا سيكون بمثابة البوصلة التي ستشير إلى أماكن الاعتيان بغية دراسة المغذيات التي تعد أساس السلسلة الغذائية الأولى.

الكلمات المفتاحية: الصور الفضائية SST – upwelling – الحوض الشرقي للمتوسط

* أستاذ مساعد - قسم الفيزياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

Upwelling as be seen from the infrared satellite images in the eastern basin of the Mediterranean sea

Dr. Najwa Hamad*

(Received 19 / 10 / 2015. Accepted 20 / 9 /2016)

□ ABSTRACT □

SST satellite images analysis has provided us a new description of the surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea. It showed many characteristics for a lot of mesoscale eddies. In this study, the SST analysis is focalised on the upwelling structure showing by images, in the eastern basin of the Mediterranean Sea, which has an important biological reflection at the marine environment. We have analyzed images for different periods to identifier this phenomena's places and this will be help us in situ nutrient observations.

Keywords: SST satellite images, upwelling- Mediterranean Sea.

* Associate Professor, department of marine physics, higher institute of marine research Tishreen university- Lattakia, Syria.

مقدمة:

يُعد البحر الأبيض المتوسط بحراً داخلياً عميقاً يمتد من الشرق إلى الغرب على نحو 4000 كم كما يُقسم إلى حوضين: غربي وشرقي يتصلان عبر قناة صقلية. تدخل مياه الأطلسي (Atlantic Water: AW) إلى المتوسط عبر مضيق جبل طارق لتعويض نقص المياه الحاصل به بكونه حوض تبخر. تتابع هذه المياه مسارها من الغرب إلى الشرق ضمن طبقة سطحية (تصل سماكتها حتى 200 م)، تتعدل الخصائص الهيدرولوجية لهذه المياه بالتدرج أثناء مسارها نتيجة خضوعها لتأثيرات مناخية واختلاطها المستمر بالمياه القديمة من AW (Millot, 1985).

وُصف مسار AW في الحوض الغربي للمتوسط من خلال مخطط اعتمد على معطيات حقلية وفضائية (Millot 1999) بينما وصف في الحوض الشرقي للمتوسط من خلال عدة مخططات مختلفة. يتقاطع المخطط الأكثر قدماً (Nielsen, 1912) مع المخطط الأحدث (Hamad, 2003)، المبني على صور الأقمار الصناعية وعلى عدة قياسات بحرية، حيث يصفان جريانا يتبع المنحدر القاري على كامل الحوض الشرقي وبتجاه يعاكس اتجاه دوران عقارب الساعة بيد أن مخطط حمد يشير إلى اضطراب الجريان ويصف الدوامات الناتجة عن اضطرابه في كل جزء من الحوض على خلاف مخطط نيلسون الذي لم يشر على الإطلاق إلى اضطرابه. أما مخططات الفريق البحثي العالمي المسمى الـ POEM (Physical Oceanography of the Eastern Mediterranean) (Robinson et al., 1991; Robinson and Golnaraghi, 1993) فقد أشارت إلى أن الجريان يبقى مركزياً وبتجاه دوران عقارب الساعة على كامل الحوض متجاهلة بالتالي مفهوم كوريوليس.

قادت نتائج تحليل صور الأقمار الصناعية من النوع SST إلى فهم جديد لحركة كتل المياه وإلى فرضيات جديدة ووصف أول من نوعه للتيارات السطحية في الحوض الشرقي للمتوسط كما أظهرت خصائص كثيرة للعديد من الدوامات البحرية لم تكن معروفة من قبل (Hamad et al., 2005; 2006). أما فيما يتعلق بموضوع دراسة التيارات الرأسية التصاعدية (ظاهرة الـ upwelling) في القسم الشرقي من الحوض المشار إليه سابقاً فلم يتم التطرق إليه من خلال الصور الفضائية على الرغم من أهمية وجود هذا النوع من التيارات بكونها تُغني المنطقة بالمغذيات التي تعد أساس السلسلة الغذائية الأولى.

تم الاعتماد على تحليل الصور الفضائية في الكشف عن أماكن وجود ظاهرة الـ upwelling في مناطق كثيرة من العالم كما ورد في العديد من الدراسات المرجعية (Casella et al., 2011; Relvas and D.Barton, 2005; Sousa et al., 2008; Bignami et al., 2008; Olita et al., 2013; Sanchez-Vidal et al., 2004; Cropper et al., 2014; Abbott and Zion 1985).

كما تُعد ظاهرة الـ upwelling الشاطئي من العمليات الديناميكية الهامة التي تجري على شواطئ المحيطات بكونها تدخل في دورة الكربون والنيتروجين.

أهمية البحث وأهدافه:

تتمثل أهمية الدراسة بكونها الأولى التي تدرس ظاهرة الـ upwelling من خلال الصور الفضائية SST في الحوض الشرقي فضلاً عن أهمية الظاهرة في اغناء المنطقة بالمغذيات ومساهمتها بالتالي في نمو الأحياء البحرية. يهدف البحث إلى تسليط الضوء على ظاهرة الـ upwelling في القسم الشرقي من الحوض الشرقي للمتوسط وإمكانية الكشف عنها من خلال الصور SST والدور الذي تلعبه الدوامات البحرية في ذلك.

طرائق البحث و موادہ:

تم في هذا البحث معالجة وتحليل صور فضائية (SST: Sea Surface Temperature) تعتمد الأشعة تحت الحمراء حيث تعطي درجات الحرارة لسطح البحر. تعود الصور لسلسلة الأقمار الصناعية Oceanic and (NOAA : National Atmospheric Administration). تم استخدام صور تعود لفترات زمنية مختلفة (ممتدة بين 1997 و 2009) وكان مصدرها المركز الألماني لاستقبال الصور و المسمى DLR (www.dlr.de). تكون الصور المأخوذة في بداية الأمر غير واضحة المعالم (أي لا يمكن تمييز الدوامات بشكل واضح كما لا يمكن رؤية التيارات بوضوح) لذلك لابد من معالجتها ويتم ذلك باستخدام برامج خاصة. تمت معالجة الصور المستخدمة في هذا البحث بالاعتماد على البرنامج المسمى WinImage وهنا تشير الى أنّ الألوان في كل الصور تدل على الفوارق الحرارية بين الكتل المائية (يشير اللون الأحمر إلى المياه الأكثر دفئاً بينما يدل اللون الأزرق على المياه الباردة). تشير أيضاً إلى أنّ زمن معالجة الصور يختلف من صورة لأخرى كما تكون الصور اليومية أكثر وضوحاً من غيرها.

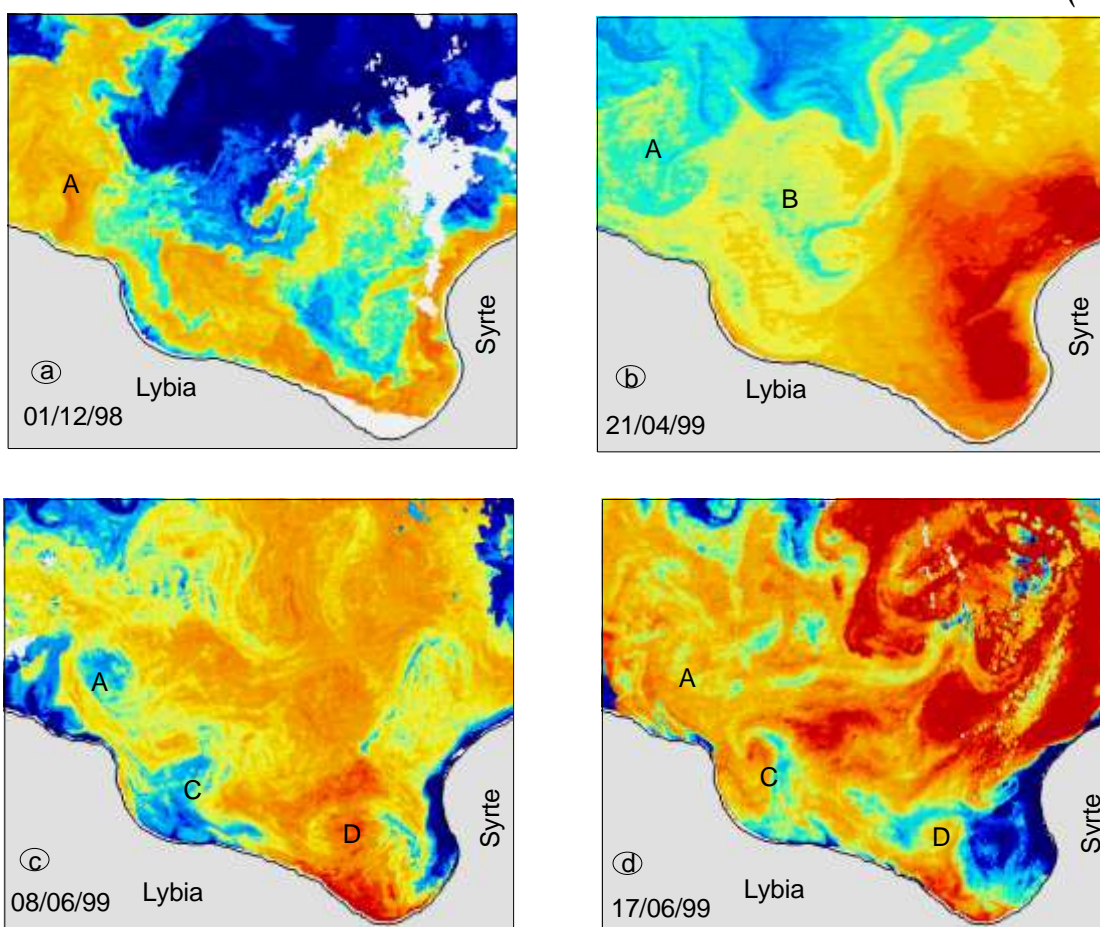
النتائج والمناقشة:

يُظهر الشكل (1) أربع صور فضائية SST تغطي القسم الجنوبي من الأيونوني. يُشير تحليل هذه الصور إلى استمرارية الجريان AW (المياه الأكثر دفئاً) على طول المنحدر القاري الليبي والى اضطرابه المشار إليه بتشكيل عدة دوامات بحرية بعضها أنتيسيكلوني (مثال A-B) والبعض الآخر سيكلوني (مثال C-D). كما يكشف تحليل الصورة المبينة بالشكل (1c) وجود مياه باردة (اللون الأزرق) على طول المنحدر القاري لخليج سيرت وفي مناطق أخرى من المنحدر القاري الليبي وهذا يدل على حدوث الـ upwelling الشاطئي. تلعب الدوامات البحرية الشاطئية (الدوامة A والدوامتين C, D) دوراً هاماً في نقل المياه الباردة إلى مناطق أبعد عن الشاطئي كما هو واضح من خلال الشكل (1c, 1d) وهذا سيؤدي إلى نقل وتوزيع المغذيات في مناطق مجاورة للشاطئي.

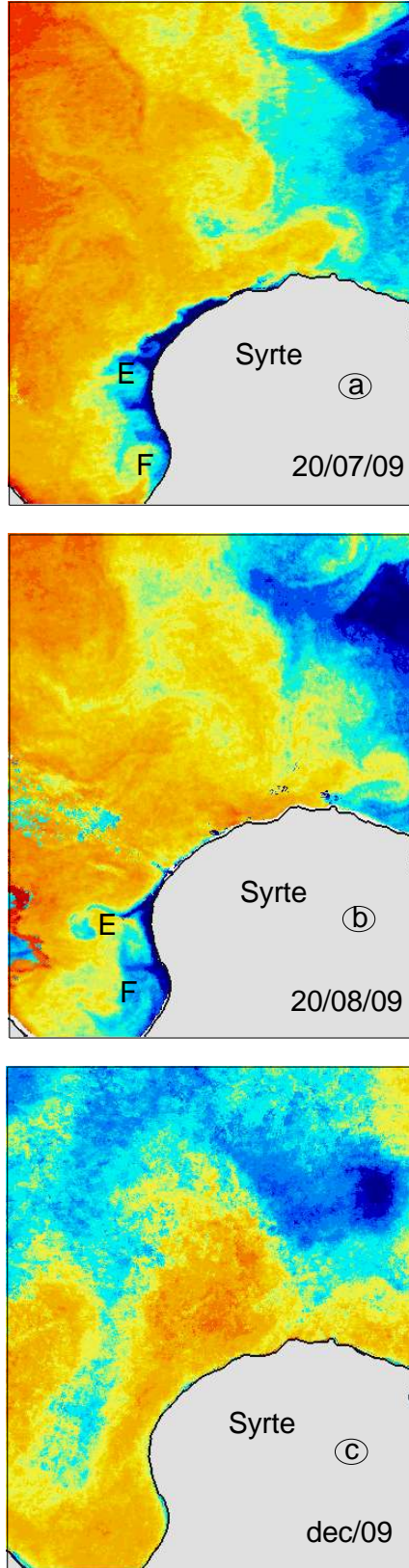
يُظهر الشكل (2) ثلاث صور SST ممثلة لمنطقة خليج سيرت خلال الفترة الزمنية المحصورة بين تموز وكانون الأول 2009، يُبين تحليل الصورة (2a) استمرارية جريان AW المضطرب على طول المنحدر القاري كما يكشف ظهور الـ upwelling الشاطئي في بعض المناطق التي تُظهر تشكل بعض الدوامات السيكلونية. يبدو من خلال الصورة (2b) التطور الواضح لدوامتين من النوع السيكلوني (E, F) وهذا سيلعب دوراً في نقل آثار الـ upwelling باتجاه عرض البحر. لا نرى أي إشارة للـ upwelling من خلال الصورة (2c) بل تظهر إشارة الجريان AW المضطرب بشكل واضح على طول المنحدر القاري لخليج سيرت.

يُظهر الشكل (3) أربع صور SST (تمثل الفترة الممتدة بين حزيران 2000 وآب 2001) للمنطقة المحصورة بين جنوب جزيرة كريت والشواطئ المصرية والليبية، كما يبين تحليل هذه الصور وجود دوامات بحرية تشكلت بفعل اضطراب الجريان AW على طول كل من الشواطئ المصرية والليبية باستثناء الدوامات الموجودة جنوب كريت والتي تشكلت بفعل رياح الاتريان. تظهر إشارة الـ upwelling في الصور في جنوب كريت كما تصل حتى الأقسام الجنوبية. يتألف الشكل (4) من صورتين SST تُظهران المنطقة المحصورة بين كل من الشواطئ السورية واللبنانية وجزيرة قبرص، يبين تحليل هاتين الصورتين استمرارية الجريان AW على طول المنحدر القاري السوري-اللبناني كما يظهر الجريان أكثر اضطراباً من خلال الصورة (4b) مما هو عليه في الصورة (4a). تظهر من خلال الصورتين

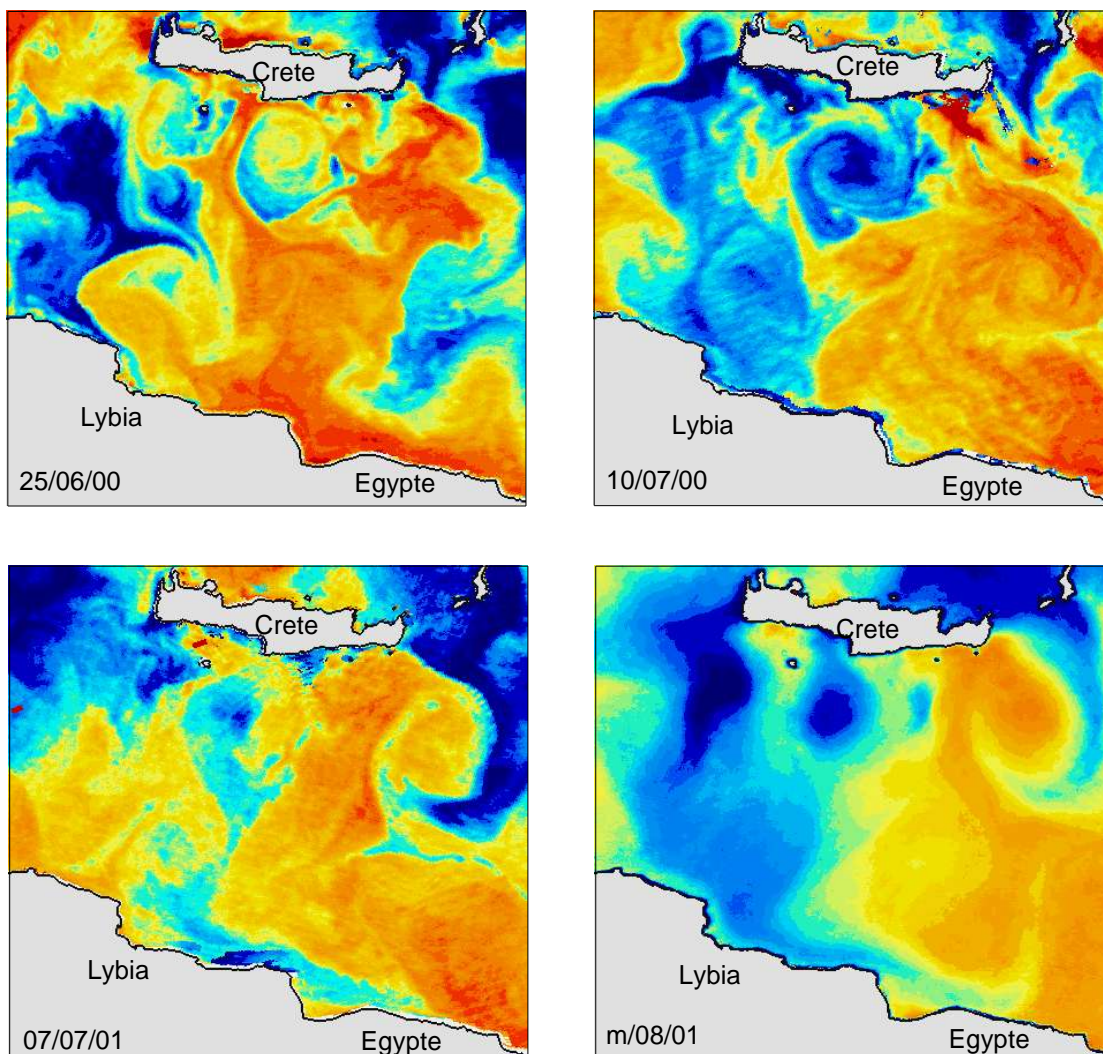
أيضا" إشارة الـ upwelling في جنوب قبرص وبشكل واضح (4a)، ثم تمتد لتشغل المنطقة المحصورة بين الجزيرة والشواطئ السورية واللبنانية (4b).
تُظهر جميع الصور اضطراب الجريان AW على طول المنحدر القاري وهذا يتفق مع دراسات مرجعية سابقة (Millot and Taupier-Letage, 2005; Hamad et al., 2005, 2006). بدأت إشارة الـ upwelling بشكل واضح من خلال الصور المأخوذة بفترات مختلفة كما ظهرت بأماكن مختلفة من الحوض الشرقي للمتوسط. كشفت الصور الفضائية SST دور الدوامات البحرية المتشكلة في انتشار الـ upwelling بعيدا" عن الشواطئ وذلك من خلال حركتها باتجاه عرض البحر حيث بدأ ذلك من خلال امتداد الألسنة الباردة بعيدا" عن الشواطئ كما ظهر من خلال هيئة الدوامات (A, C, D, E, F). إن الدور الذي يمكن أن تلعبه الدوامات في ذلك لا يتعلق بنوعها سواء كانت سيكلونية أم أنتيسيكلونية وهذا يتفق مع دراسة أجريت بالحوض الغربي للمتوسط (Taupier-Letage et al., 2003).



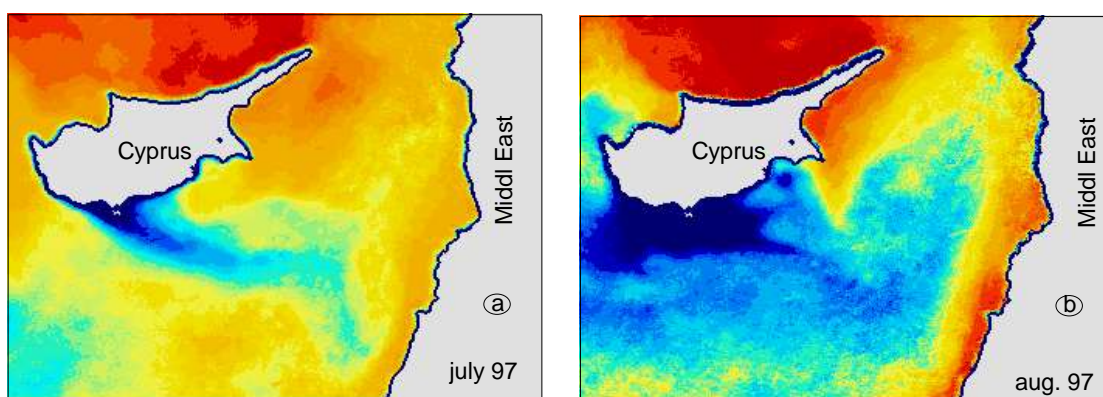
شكل (1): مجموعة صور SST يومية مأخوذة بين كانون الأول 1998 وحريران 1999. تزداد درجات الحرارة من اللون الأزرق إلى الأحمر.



شكل (2): مجموعة صور SST يومية وشهرية مأخوذة بين تموز و كانون الأول لعام 2009 ، تُظهر إشارة الـ upwelling في منطقة خليج سيرت كما يظهر الجريان AW على طول المنحدر القاري.



شكل (3): مجموعة صور SST يومية وشهرية مأخوذة بين حزيران 2000 وآب 2001.



شكل (4): صورتان SST شهريتان مأخوذتان بين تموز وآب لعام 1997 للمنطقة المحصورة بين جزيرة قبرص وكل من الشواطئ السورية واللبنانية.

الاستنتاجات والتوصيات:

- تُعد الدراسات المتعلقة برصد الـ upwelling من خلال الصور الفضائية SST من الدراسات الهامة والضرورية نظرا للجهد الذي توفره الصور في التوصل لأماكن وفترات وجود هذه الظاهرة والتي لها الأهمية الكبيرة في اغناء المنطقة بالمغذيات (وبالتالي بالأحياء البحرية).
- هذا النوع من الدراسات سيكون بالتالي بمثابة البوصلة التي ستقود لأماكن الاعتیان.
- للدوامات البحرية بنوعها دور كبير في انتشار هذه الظاهرة لذا نجد أنه من الضروري إجراء رصد دوري للشواطئ (بالاعتماد على الصور الفضائية وبإجراء قياسات حقلية أيضا) لمتابعة حركة الكتل المائية وتأثيرها على توزع المغذيات والأحياء البحرية.

المراجع:

1. ABBOTT, M. & ZION, P. *Satellite observations of phytoplankton variability during an upwelling event*. Continental shelf Research. 4 (6), 1985, 661-680.
2. BIGNAMI, F., BOHM, E., D'ACUNZO, E., D'ARCHINO, R., & SALUSTI, E. *On the dynamics of surface cold filaments in the Mediterranean Sea*.74, 2008, 429-442.
3. CASELLA, E., MOLCARD, A., & PROVENZALE, A., *Mesoscale vortices in the Ligurian Sea and their effect on coastal upwelling processes*.88, 2011, 12-19.
4. CROPPER, T., HANNA, E., & BIGG, G. *Spatial and temporal seasonal trends in coastal upwelling off Northwest Africa, 1981-2012*.Deep-Sea Research 1.86, 2014, 94-111.
5. HAMAD, N. *La circulation de surface dans le bassin oriental de la Méditerranée d'après les observations satellitaires infrarouge*. Thèse France. 2003, 98.
6. HAMAD, N., MILLOT, C. & TAUPIER-LETAGE, I. *The surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea*. Scientia Marina Spain. 70 (3), 2006, 457-503.
7. HAMAD, N., MILLOT, C. & TAUPIER-LETAGE, I. *A new hypothesis about the surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea*. progresse in Oceanogr. UK. 66 (2-4), 2005, 287-298.
8. MILLOT, C., *Circulation in the western Mediterranean Sea*. J. Mar. Syst. 20, 1999, 423-442.
9. MILLOT, C., *Some features of the Algerian current*, J. Geophys. Res. 90, 1985, 7169-7176.
10. MILLOT, C., TAUPIER-LETAGE, I., *Circulation in the Mediterranean Sea*. Handbook of Environmental Chemistry. 5, 2005, 29-66.
11. NIELSEN, J.N. *Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters*. Rep. Dan. Oceanogr. Exp. Medit. 1,1912, 77-192.
12. OLITA, A., RIBOTTI, A., FAZIOLI, L., PERILLI, A., & SORGENTE, R. *Surface circulation and upwelling in the Sardinia Sea : Anumerical study*. Continental shelf Research.71, 2013, 95-108.
13. RELVAS, P. and D.BARTON, E. *A separated jet and coastal counterflow during upwelling relaxation off Cape Sao Vicente (Iberian Peninsula)* . 25, 2005, 29-49.

14. ROBINSON, A.R., GOLNARAGHI, M., LESLIE, W.G., ARTEGIANI, A., HECHT, A., LAZZONI, E., MICHELATO, A., SANSONE, E., THEOCHARIS, A., & ÜNLUATA, Ü. *The Eastern Mediterranean general circulation : features, structure and variability*. Dyn. Atm. Oceans. 15, 1991, 215-240.

15. ROBINSON, A.R., & GOLNARAGHI, M. *Circulation and dynamics of the Eastern Mediterranean Sea; Quasi-Synoptic data-driven simulations*. Deep Sea Res. 40 (6),1993, 1207-1246.

16. SANCHEZ-VIDAL, A., CALAFAT, A., CANALS, M., & FABRES, J. *Particle fluxes in the Almeria-Oran Front: control by coastal upwelling and sea surface circulation*.Journal of Marine Systems. 52, 2004, 89-106.

17. SOUSA, F., NASCIMENTO, S., CASIMIRO, H., & BOUTOV, D. *Identification of upwelling areas on sea surface temperature imagea using fuzzy clustering*. Remote Sensing of Environment.112, 2008, 2817-2823.

18. TAUPIER-LETAGE, I., PUIILLAT, I., & MILLOT, C., *Biological response to mesoscale eddies in the Algerian Basin*. J. Geophys. Res. 108 (C8), 2003, 3245-3266.