|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| الطقس المناخ الماء | A picture containing text, clipart, ceramic ware, porcelain  Description automatically generated**المنظمة العالمية للأرصاد الجوية**  **لجنة خدمات وتطبيقات الطقس والمناخ والماء والخدمات والتطبيقات البيئية ذات الصلة**  الدورة الثانية 17-21 تشرين الأول/ أكتوبر 2022، جنيف | **SERCOM-2/INF. 5.8(1)** |
| وثيقة مقدمة من: رئيس اللجنة الدائمة (SC-MMO)  12.IX.2022 |

*[تُرجمت هذه الوثيقة باستخدام تقنية الترجمة الآلية للتيسير عليكم ولكن لم تُحرر. ولا يُقدم أي ضمان من أي نوع، سواء كان صريحاً أو ضمنياً، بشأن دقتها أو موثوقيتها أو صحتها. وأي تناقضات أو اختلافات قد تكون حدثت عند ترجمة محتوى الوثيقة الأصلية إلى العربية ليست ملزمة وليس لها أي أثر قانوني للامتثال أو الإنفاذ أو أي غرض آخر. وقد لا تُترجم بعض المحتويات (مثل الصور) بسبب القيود التقنية للنظام. وإذا طُرحت أي أسئلة تتعلق بدقة المعلومات الواردة في الوثيقة المترجمة، فيرجى الرجوع إلى النسخة الإنكليزية الأصلية التي هي النسخة الرسمية من الوثيقة.]*

**استعراض أفضل الممارسات للتصدي للطوارئ البحرية**

# الغرض من الوثيقة

(１) تقدم هذه الوثيقة استعراضا لأفضل الممارسات للتصدي للطوارئ البحرية (MER)، التي تشمل كلا من التصدي للطوارئ البيئية البحرية (MEER) والبحث والإنقاذ (SAR)، والإجراءات ذات الصلة. ويوضح ذلك فهم ما هو موجود، بما في ذلك عمليات انسكاب النفط، وإطلاق النويدات المشعة والرادارات ذات الفتحة التركيبية، والثغرات. ويستكشف التقرير الاختلافات في الاستجابات لحالات الطوارئ التي تحدث في المياه الوطنية أو الدولية. وتلخص الكيانات الرئيسية المشاركة في هذه العمليات. وبشكل عام، يوضح الاستعراض ضرورة أن تزود المنظمة (WMO) الأعضاء بالإرشادات بشأن الكيفية التي يمكن بها لهم، لاسيما مرافقهم الوطنية (NMHSs)، أن تدعم الطوارئ البحرية و/أو تساعد على التصدي لها.

(２) ومن ثم، فإن هذا الاستعراض يشكل تبريرا لاقتراح مقدم إلى اللجنة (SERCOM) لوضع مواد إرشادية للمنظمة (WMO) للأعضاء المعنيين أو الراغبين في المشاركة في التصدي للطوارئ البحرية. ورغم أن هذا التقرير لا يتبع نسق الوثيقة التوجيهية المقترحة، فإنه يتضمن معلومات أساسية من المتوقع توخاها، ويقر بأن مزيدا من العمل مطلوب لإعداد مواد إرشادية من أجل الأعضاء، ستوضع بناء على اتفاق من اللجنة (SERCOM).

(３) يحدد هذا التقرير مجالات العمل الرئيسية التي تتعاون فيها المنظمة (WMO) مع الآخرين لتقديم الدعم لمجموعة متنوعة من الوكالات في حالة الطوارئ البحرية. ويقدم هذا الدعم حاليا فيما يتعلق بثلاثة أنواع من حالات الطوارئ في البيئة البحرية: انسكاب النفط والمواد الضارة أو الضارة الأخرى؛ وتسرب مواد ضارة أو غير ضارة؛ وتسرب مواد ضارة أو مواد ضارة إلى البيئة البحرية؛ وتسرب مواد ضارة أو مواد ضارة أو مواد ضارة أخرى. وانطلاقات النويدات المشعة؛ والأجسام المنساقة (بما في ذلك أنشطة الرادار SAR). وهذا يزيد من تعقيد أي إطار للدعم، لأن جميع هذه الطوارئ تدار، على الصعيد العالمي، في إطار أطر مختلفة. فال SAR، مثلا، يدير داخل المنظمة البحرية الدولية (IMO) من خلال أقاليم البحث والإنقاذ (SRRs)، في حين يدير التلوث النفطي والمشع إلى حد كبير على الصعيدين الوطني أو الإقليمي. والمتغير المشترك الأساسي المشترك هو نمذجة المواد/ الأجسام المنساقة في كتلة مائية، وعادة ما يتطلب هذا النمذج اهتماما عاجلا بطريقة حساسة زمنيا من أجل تزويد السلطات المختصة بمعلومات كافية للاستجابة لحالات الطوارئ.

(４) وكما هو موضح أدناه، فإن الإطار الأولي للاستجابة لحالات الطوارئ البحرية من خلال المنظمة (WMO) (عن طريق لجنة الأرصاد الجوية البحرية (CMM) السابقة التابعة للمنظمة (WMO) في عام 1989) قد تضمن إنشاء شبكة من مراكز التصدي لحالات التلوث البحري من أجل توفير معلومات الأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية لعمليات التصدي لطوارئ التلوث البحري خارج المياه الخاضعة للولاية الوطنية. وبحلول عام 1993، اعتمدت لجنة الأرصاد الجوية البحرية (CMM) التابعة للمنظمة (WMO) في دورتها الحادية عشرة نظام دعم التصدي لطوارئ التلوث البحري (MPERSS) في أعالي البحار، بدأت التجارب الخاصة به في عام 1994. وتتوافر الخلفية والتاريخ الكاملان في <https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER#Background>. والمناطق المشمولة بنظام (MPERRS) تتماشى الآن مع مناطق الأرصاد الجوية في إطار النظام العالمي للاستغاثة والسلامة في البحار (GMDSS) التابع للمنظمة البحرية الدولية (IMO) من أجل توفير معلومات السلامة البحرية. ومع ذلك، فمن الواضح تماما أن هذا الإطار سيكون الأكثر فعالية في تقديم الدعم لحالات الطوارئ البحرية. ونظرا للإقرار أعلاه بالهياكل المختلفة القائمة للاستجابة، من الضروري البت فيما إذا كانت المنظمة (WMO) بحاجة إلى وضع أطر منفصلة وعالمية لكل نوع من أنواع الطوارئ، أو المواءمة مع شبكة المستجيبين، أو ما إذا كان من الممكن اعتماد إطار واحد يحاول أن يشمل جميع النظم. وسوف يتم التحقيق في هذا الأمر في عملية تطوير المواد الإرشادية للمنظمة (WMO).

(５) ومن أجل توفير شبكة استجابة أكثر كفاءة وفعالية، يقترح أن يستند أي إطار للمنظمة (WMO) إلى قدرات وقدرات النمذجة، مع وجود عدد محدود من المراكز التي تضطلع بمسؤولية عالمية استنادا إلى قدرة عالمية على نمذجة جميع أنواع الحوادث البيئية. وعدا عن ذلك، قد يكون عدد أكبر من المراكز مسؤولا عن أحواض محددة، مع افتقاد أي حوض حاليا إلى القدرة على تعزيز ذلك من جانب المراكز ذات القدرات العالمية. وقد ينظر إلى ذلك على أنه مماثل على نطاق واسع للأطر الأخرى المعتمدة بالفعل، مثل مفهوم المركز العالمي لتنبؤات المنطقة (WAFC) في مجال الطيران؛ وتتماشى مع إطار النظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS).

(６) وعلى النطاق التشغيلي، يعتبر من المناسب، فيما يتعلق بالتصدي للنويدات المشعة، أن تكون المراكز ذات القدرة العالمية في أفضل وضع للاستجابة للوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)، بينما تكون المراكز على مستوى الأحواض، فيما يتعلق بأنواع أخرى كثيرة من حالات الطوارئ، في وضع يسمح لها بالاستجابة لهيئات الاستجابة الوطنية والإقليمية، مثل المركز الإقليمي للتصدي لطوارئ التلوث البحري في البحر الأبيض المتوسط (REMPEC).

(７) وسيكون من الضروري قبول ضرورة توثيق المشاركة مع هذه الهيئات بشكل عام، وإن كان الأمر في حالة الوكالة الدولية للطاقة الذرية قد ييسره العمل عن كثب مع مجالات أخرى للمنظمة (WMO) لديها بالفعل علاقة عمل فعالة معها. وعلى مستوى الأحواض، سيتعين على مراكز الاستجابة المناسبة تعزيز العلاقات مع هيئات الاستجابة. وفي بعض الحالات، مثل نظام REMPEC، قد يكون هذا موجودا بالفعل، ولكن قد يكون من الضروري مع هيئات أخرى العمل مع المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO) من أجل إقامة هذه العلاقات وتعزيزها. وسيكون لذلك آثار من حيث الموارد بالنسبة لأعضاء المنظمة (WMO).

(８) واستنادا إلى استعراض اللجنة الدائمة للأرصاد الجوية البحرية (الدائمة للأرصاد الجوية البحرية) التابعة للجنة الخدمات التابعة للمنظمة (WMO) والتحقيق فيها عند إعداد هذا التقرير، من المتوقع مواصلة النظر في التوصيات التالية عند إعداد مادة توجيهية للمنظمة (WMO):

(أ‌) إنشاء مناطق استجابة تكون أكثر مواءمة مع المناطق التي تستخدمها سلطات الاستجابة لكل نوع من أنواع الطوارئ، مثل الاستعراض المستمر للمتطلبات (SRR) الذي تستخدمه دوائر البحث والتطوير؛

(ب‌) ضمان أن تكون القدرات مطابقة للاستجابة المطلوبة، على سبيل المثال، باستخدام نهج "متعدد المستويات" في قدرة النمذجة، مع قدرة بضعة مراكز عالمية على تقديم دعم النمذجة لأي عضو فيما يتعلق بجميع حالات الطوارئ البيئية؛

(ت‌) إقامة علاقات مع السلطات العالمية لضمان مستوى متسق وملائم من الدعم، وعند الاقتضاء، الاستناد إلى العلاقات القائمة من قبيل العلاقات القائمة بين المنظمة (WMO) والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) والمنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO).

### **الاعترافات**

(９) يستند هذا التقرير إلى العمل المستمد من مشروع "المقترح بشأن أنشطة اللجنة الفنية المشتركة المعنية بعلوم المحيطات والأرصاد الجوية البحرية (JCOMM) في المستقبل (MEER) الذي أعدته في كانون الأول/ ديسمبر 2016 فرقة العمل السابقة التابعة للجنة الفنية المشتركة بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمعنية بعلوم المحيطات والأرصاد الجوية البحرية (JCOMM) والمعنية بدعم التصدي للطوارئ البيئية البحرية. وفي شباط/ فبراير 2017، قدم مشروع الاقتراح (غير الكامل) إلى الدورة الثالثة عشرة للجنة الإدارة التابعة للجنة الفنية المشتركة (JCOMM) (MAN-13)، الذي رأى أن العمل يبرر ضرورة أن تدعم اللجنة الفنية المشتركة (JCOMM) أنشطة التخطيط في المستقبل، وفي الدورة الخامسة للجنة الفنية المشتركة (JCOMM) (2017) أنشئت فرقة خبراء معنية بالتصدي للطوارئ البيئية البحرية. غير أن الصيغة النهائية للمقترح الرامي إلى وصف الأنشطة المقبلة المتعلقة بدعم مشروع MEER لم تستكمل أبدا.

(１０) وعقب حل اللجنة الفنية المشتركة (JCOMM) في عام 2019، سينفذ الآن تركيز المنظمة (WMO) على أنشطة MEER من خلال اللجنة الدائمة لخدمات الأرصاد الجوية البحرية والخدمات الأوقيانوغرافية (SC-MMO) التابعة للجنة (SERCOM). واستعرضت فرقة الخبراء المعنية بالتصدي للطوارئ الساحلية (ET-CER) والفرقة الفرعية للخبراء التابعة للجنة الدائمة المعنية بالتصدي للطوارئ الساحلية (SC-MMO) والفرقة الفرعية للخبراء التابعة لها والمعنية بالتصدي للطوارئ البحرية البحرية (MEER) وفرقة البحث والإنقاذ (SAR) العمل (ومشروع التقرير غير الكامل) الذي استهلته اللجنة الفنية المشتركة (JCOMM) المبين أعلاه. وقد استخدمت فرقة الخبراء المعنية بالرصدات السطحية الصادرة من الطائرات (ET-CER) مشروع التقرير كأساس لإعادة النظر في المواد الواردة في هذا التقرير وتنقيحها، وهو ما يلخص الحالة الراهنة لمرفق الأرصاد الجوية البحرية (MEER) والرصدات من على أساس الرادار ذو الفتحة التركيبية (SAR)، ويقدم توصيات إلى المنظمة (WMO) لكي تنظر في أفضل السبل لدعم أعضائها في تعزيز قدراتهم في مجال الأرصاد الجوية البحرية (MEER) والجهود المبذولة في مجال الرادار SAR. ويشكل التقرير مسوغات لتوصية اللجنة (SERCOM) بأن تنظر المنظمة (WMO) في إعداد مواد توجيهية في المستقبل لدعم الأعضاء في مجال MEER و SAR.

(１１) ويشمل مؤلفو هذا التقرير، من فرقة الخبراء المعنية بالتصدي للطوارئ الساحلية والطوارئ (ET-CER) التابعة للجنة الدائمة (SC-MMO)، والخبراء المدعوين، بدعم من أمانة المنظمة (WMO):

(أ‌) Øyvind Breivik (النرويج) – الرئيس TT-MEER/V-Chair ET-CER/SC-MMO

(ب‌) Bruce Hackett (النرويج) - المؤلف الرئيسي

(ت‌) Arthur Allen (الولايات المتحدة الأمريكية)

(ث‌) Pierre Daniel (فرنسا)

(ج‌) Nadao Kohno (اليابان)

(ح‌) Graigory Sutherland (كندا)

(خ‌) Alice Soares (المملكة المتحدة)

(د‌) دعم أمانة المنظمة (WMO) (Sarah Grimes وNayeon Kim)

ويقر هؤلاء المؤلفون والأمانة تقديرا تاما بعمل وإسهامات فرقة العمل السابقة التابعة للجنة الفنية المشتركة (JCOMM) والمعنية بالاسترات الجوية البحرية (2017-2016) التي قدمت المعلومات الأساسية للتقرير.

**مشروع**

**استعراض حالة التصدي للطوارئ البحرية، ذات الصلة بخدمات الأرصاد الجوية، والمنظمة (WMO).**

**تقديمها إلى الدورة الثانية للجنة الخدمات (SERCOM) التابعة للمنظمة (WMO) (تشرين الأول/ أكتوبر 2022)**

**اللجنة الدائمة التابعة للجنة (SERCOM) من أجل**

**خدمات الأرصاد الجوية البحرية والخدمات الأوقيانوغرافية (SC-MMO)**

## **الملخص التنفيذي والتوصيات**

تحدد هذه الورقة مجالات العمل الرئيسية التي تتعاون فيها المنظمة (WMO) لتقديم الدعم لمجموعة متنوعة من الوكالات في مواجهة الطوارئ البحرية، لا سيما البيئية (المشار إليها باسم MEER – التصدي للطوارئ البيئية البحرية) والبحث والإنقاذ (SAR). ويقدم هذا الدعم فيما يتعلق بثلاثة أنواع من حالات الطوارئ: انسكاب النفط والمواد الضارة أو الضارة الأخرى؛ وتسرب مواد ضارة أو مواد ضارة أخرى. وانطلاقات النويدات المشعة؛ والأجسام المنساقة (بما في ذلك أنشطة الرادار SAR). وهذا، في حد ذاته، يزيد من تعقيد أي إطار للدعم، لأن هذه الحالات الطارئة تدار، على الصعيد العالمي، في إطار أطر مختلفة. وتدار أنشطة الرادار ذو الفتحة التركيبية، على سبيل المثال، في إطار المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO) من خلال عدد من أقاليم البحث والإنقاذ (SRRs)، في حين يدير إلى حد كبير التلوث النفطي والمشع على الصعيد الوطني أو الإقليمي.

وفي عام 1989، وافقت لجنة الأرصاد الجوية البحرية (CMM) التابعة للمنظمة (WMO) السابقة على وضع إطار أولي للتصدي لظواهر التلوث البحري من خلال إنشاء شبكة من مراكز الاستجابة لتقديم معلومات الأرصاد الجوية والمعلومات الأوقيانوغرافية لعمليات التصدي لطوارئ التلوث البحري خارج المياه الواقعة خارج نطاق الولاية الوطنية. وبحلول عام 1993، اعتمدت لجنة الأرصاد الجوية البحرية (CMM) التابعة للمنظمة (WMO) في دورتها الحادية عشرة نظام دعم التصدي لطوارئ التلوث البحري (MPERSS) في أعالي البحار، بدأت التجارب الخاصة به في عام 1994. وتتوافر الخلفية والتاريخ الكاملان في <https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER#Background>. أما مناطق نظام دعم دعم التلوث البحري (MPERSS) فيدعمها منسقو الأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية المساحيون (AMOCs)، المتسقون مع مناطق الأرصاد الجوية في مناطق الأرصاد الجوية في إطار النظام العالمي للاستغاثة في البحار (GMDSS) التابع للمنظمة البحرية الدولية (IMO) من أجل توفير معلومات السلامة البحرية. ومع ذلك، فمن البعيد كل البعد عن الوضوح أن هذا الإطار سيكون أكثر الإطار فعالية في تقديم الدعم لحالات الطوارئ البحرية. ونظرا للإقرار أعلاه بالهياكل المختلفة القائمة للاستجابة، من الضروري البت فيما إذا كانت المنظمة (WMO) بحاجة إلى وضع أطر منفصلة وعالمية لكل نوع من أنواع الطوارئ، أو المواءمة مع شبكة المستجيبين، أو ما إذا كان من الممكن اعتماد إطار واحد يحاول أن يشمل جميع النظم.

ومن أجل توفير شبكة استجابة أكثر كفاءة وفعالية، يقترح أن يستند أي إطار للمنظمة (WMO) إلى قدرات وقدرات النمذجة، مع وجود عدد محدود من المراكز التي تضطلع بمسؤولية عالمية استنادا إلى قدرة عالمية على نمذجة جميع أنواع الحوادث البيئية. وعدا عن ذلك، قد يكون عدد أكبر من المراكز مسؤولا عن أحواض محددة، مع افتقاد أي حوض حاليا إلى القدرة على تعزيز ذلك من جانب المراكز ذات القدرات العالمية. وقد ينظر إلى ذلك على أنه مماثل إلى حد كبير للأطر الأخرى المعتمدة بالفعل، مثل مفهوم المركز العالمي للتنبؤات المسائية في مجال الطيران، ومتوائم مع إطار النظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS).

وعلى المستوى التشغيلي، يعتبر من المناسب، فيما يتعلق بالتصدي للنويدات المشعة، أن تكون هذه المراكز ذات القدرة العالمية هي في أفضل وضع ممكن للاستجابة للوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)، بينما تكون المراكز على مستوى الأحواض، فيما يتعلق بأنواع أخرى كثيرة من حالات الطوارئ، في وضع يسمح لها بالاستجابة لهيئات الاستجابة الوطنية والإقليمية، مثل المركز الإقليمي للتصدي للتلوث البحري في البحر الأبيض المتوسط (REMPEC).

وسيكون من الضروري قبول ضرورة توثيق المشاركة مع هذه الهيئات بشكل عام. وفي حالة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، قد يتيسر ذلك بالعمل عن كثب مع مجالات أخرى للمنظمة (WMO) (مثل التصدي للطوارئ البيئية النووية وغير النووية المرتبطة بالنظم (GDPFS)) التي لديها بالفعل علاقة عمل فعالة معها.

وعلى نطاق الأحواض، سيتعين على مراكز المنظمة (WMO) المعنية بالتصدي للطوارئ البحرية تعزيز العلاقات مع هيئات الاستجابة. وفي بعض الحالات، من قبيل نظام REMPEC، قد يكون ذلك موجودا بالفعل، ولكن قد يكون من الضروري العمل مع المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO) وغيرها من الهيئات لإقامة وتعزيز هذه العلاقات.

ويقدم هذا الاستعراض مجموعة كبيرة من الأدلة على أن عملية التصدي للطوارئ البحرية يمكن أن تكون معقدة، مع وجود عناصر متعددة للأخطار والاستجابات، بالإضافة إلى أدوار متعددة للوكالات الوطنية والإقليمية والدولية. تؤدي مرافق الأرصاد الجوية دورا مهما في توفير معلومات في الوقت المناسب لدعم التصدي للطوارئ البحرية. وينبغي توضيح دور المنظمة (WMO) في دعم الأعضاء في هذا الجهد، وتيسير التعاون السلس مع الشركاء الإقليميين والدوليين ذوي الصلة. وعند إعداد هذا التقرير، تقترح اللجنة الدائمة لخدمات الأرصاد الجوية البحرية والخدمات الأوقيانوغرافية (SC-MMO) التابعة للمنظمة (WMO) على لجنة الخدمات التابعة للمنظمة (WMO) أن يستفيد أعضاء المنظمة (WMO) من تلقي المواد الإرشادية لمساعدتهم على فهم التصدي للطوارئ البحرية وتقديم دعم أفضل لها.

**مقدمه**

يقدم هذا التقرير استعراضا للتصدي للطوارئ البحرية، التي تشمل كلا من حالات الطوارئ البيئية (المعروفة باسم التصدي للطوارئ البيئية البحرية (MEER)) وال SAR البحرية ذات الصلة بخدمات الأرصاد الجوية والمنظمة (WMO)، وأدوارهما وحالتهما في المساهمة في هذه العمليات. ويمكن أن تكون هذه العمليات معقدة و/أو مربكة، مع تشغيلها على نطاقات مختلفة وفي إطار أطر وأدوات مختلفة تتباين عبر المستويات الدولية والإقليمية والوطنية. وتؤدي المنظمة (WMO) منذ ما يقرب من 40 عاما دورا في دعم المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) للاستجابة حسب الحاجة لحالات الطوارئ البحرية، لا سيما الرادار ذو الفتحة التركيبية (SAR) والمرافق البحرية الدولية (MEER). وناقشت لجنة الأرصاد الجوية البحرية (CMM) السابقة التابعة للمنظمة (WMO) في دورتها التاسعة (1984) مساهمات المنظمة (WMO) وخدمات الأرصاد الجوية في البحث والإنقاذ البحرية، مع الإشارة إلى اتفاقية هامبورغ لعام 1979. وفي ذلك الوقت، كانت هذه الاتفاقية تهدف إلى وضع خطة دولية لل SAR بحيث تنسق منظمة البحث والإنقاذ في البحار عملية إنقاذ الأشخاص في البحار عند وقوع حادث، وعند الضرورة بالتعاون بين المنظمات المجاورة المعنية بال SAR - انظر [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International - الاتفاقية - بشأن البحث والإنقاذ - (SAR) في البحار](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-Maritime-Search-and-Rescue-(SAR).aspx).

وسلمت لجنة الأرصاد الجوية البحرية (CMM) التابعة للمنظمة (WMO) في دورتها العاشرة (1989) بأن المرافق الوطنية للأرصاد الجوية (NMSs) لديها القدرة على أداء دور هام في صحة المحيطات، واقترحت وضع نهج ذي طابع رسمي بدرجة أكبر إزاء عملية دعم الأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية في عمليات التصدي لطوارئ التلوث البحري (انظر الخلفية الكاملة https://commun ity.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER#Background ). ولا توجد وكالة واحدة تابعة للأمم المتحدة مسؤولة عن النهوض بعملية الرصد والإنقاذ (MEER) وال SAR، بل إن المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) غالبا ما تؤدي دورا حاسما في توفير البيانات والنماذج والتنبؤات للوكالات الشقيقة التي تقوم بالاستجابة. ويتطلب وجود فهم واضح للدور المحتمل للمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) في التصدي للطوارئ البحرية، وتوجيهها لدعم العملية، فهما خطيا ل MEER و SAR، والوضع الحالي، والثغرات المحددة في العملية، ومعرفة الجهات الفاعلة الرئيسية، أو المتعاونين، حتى تتمكن المرافق الوطنية (NMHSs) من أداء وظائفها على أفضل نحو، ودعما لحماية وحماية الأرواح والممتلكات. ويتبع التقرير هيكلا لشرح حالات الطوارئ البحرية، ويعرض عرضا عاما لأدوار المنظمة (WMO) والمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) (السابقة والحالية) في العمليات، وينظر في مختلف الاتفاقيات والأطر والوكالات والبرامج الدولية والإقليمية وغيرها التي قد تؤدي دورا رئيسيا أو داعما، ويسلط الضوء على بعض الفجوات التي تحتاج إلى اهتمام، ويوصي في نهاية المطاف بطريقة للمضي قدما.

### **القسم 1.1: نظرة عامة على التصدي للطوارئ البحرية - ما هو، ولماذا تكون هامة، وما هو دور مرفق الأرصاد الجوية؟**

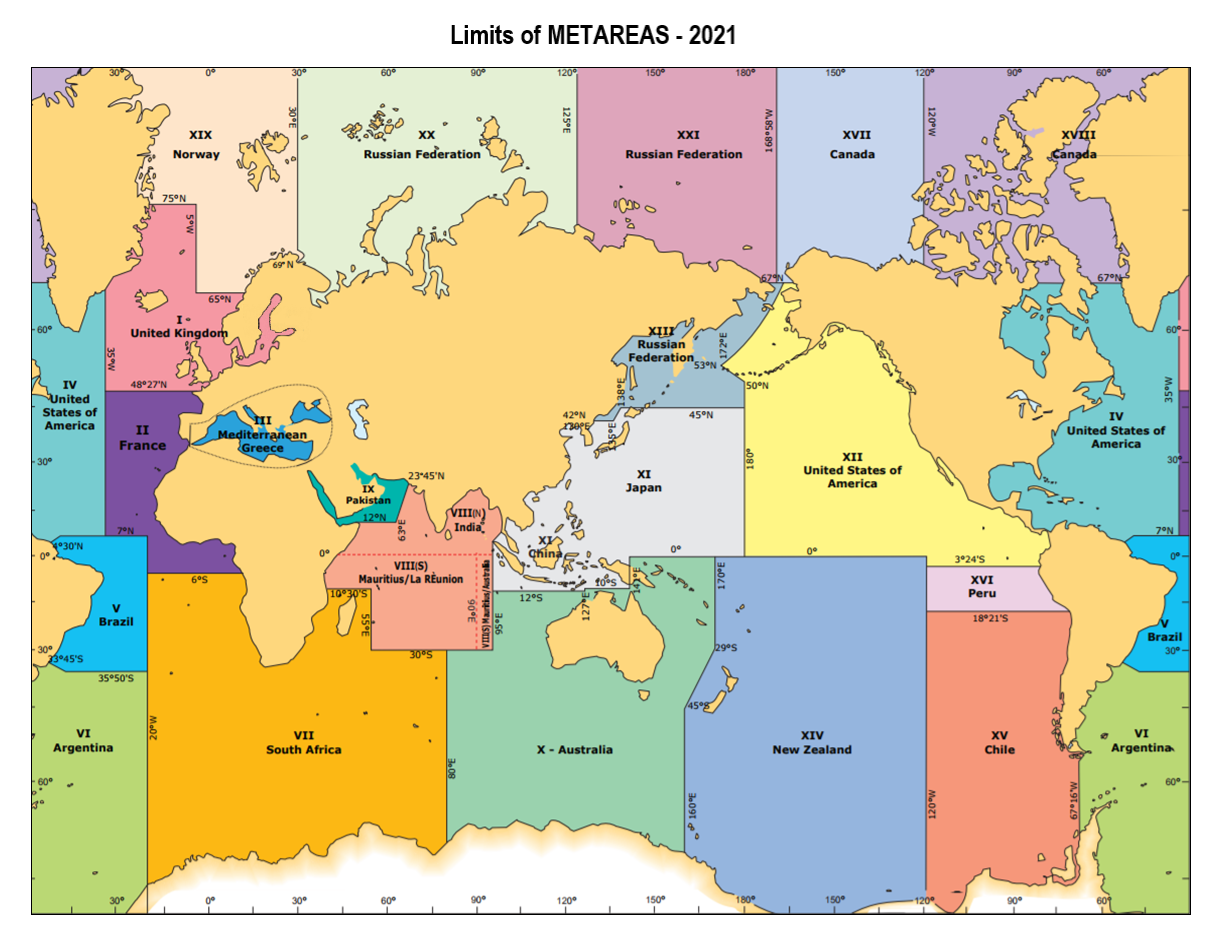
تشير الاستجابة للطوارئ البحرية إلى عملية الاستجابة لحالة طارئة، تتعلق بالمواد أو الأجسام المنساقة في المياه، التي عادة ما تكون في المحيطات، في المياه الوطنية والدولية على حد سواء. ويمكن أن تكون الاستجابة لحالات الطوارئ لأسباب بيئية، أي MEER، ومن المفهوم أنها حالة طوارئ بسبب خطر إلحاق الضرر بالبيئة البحرية، مثل انسكاب نفطي. وقد تتعلق حالة الطوارئ أيضا بالأجسام المنساقة أو الأشخاص المنجرفين، الذين يهددون الأرواح والممتلكات، من قبيل جهود البحث عن المفقودين و/أو السفن في البحر. وكلا منهما لديه متغير مشترك في أن المواد أو الأجسام أو الحيوانات أو الأشخاص 'انجراف' في بيئة سائلة، وثمة حاجة حساسة زمنيا لتحديد موقع و/أو رصد الانجراف، للإقلال إلى أدنى حد من الضرر بالبيئة و/أو الممتلكات و/أو الخسائر في الأرواح.

وفي حالة التصدي لطوارئ حوادث التلوث البحري - قد تتباين هذه الحوادث تباينا كبيرا من حيث النطاق والتعقيد. وعند حدوث حادث تلوث بحري، يمكن إثارة هذا الحادث عن طريق انسكابات النفط والمواد الضارة الأخرى، أو تسربات النويدات المشعة، يمكن أن تنشأ حالات طوارئ بيئية في المياه البحرية. وعندما يحدث ذلك، تستجيب السلطات لإزالة و/أو تقليل الخطر إلى أدنى حد. منطقة MEER مجال تشارك فيه أطر تشريعية أو سياساتية متعددة، ووكالات، إما في الحيلولة دون هذه الطوارئ والاستعداد لها و/أو التصدي لها. وتعتمد فعالية الاستجابة بدرجة كبيرة على تأهب وقدرة المعنيين على الاضطلاع بمهام محددة تتعلق بالتصدي للطوارئ وإدارتها. ويتطلب ذلك، كحد أدنى، تحديد أدوار ومسؤوليات مختلف أصحاب المصلحة، وتحديد استراتيجيات وإجراءات الاستجابة الواجب اتباعها في حالة وقوع حادث، بالإضافة إلى التدريب على توفير المعارف والمهارات اللازمة.

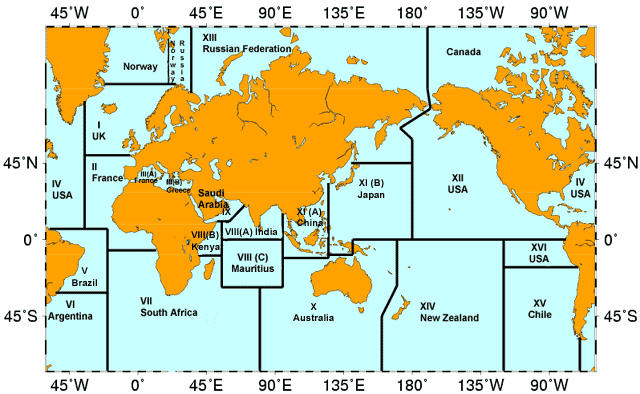
وبالنظر إلى طبيعة ديناميات المحيطات السائلة، غالبا ما تنطوي الاستجابة للطوارئ البيئية على نمذجة وتتبع حركة المادة السامة على الماء/ في وجوده. وتنطبق نفس طريقة النمذجة والتتبع على الأجسام المنساقة (مثلا، الأشخاص المفقودين، والسفن، وحتى الحاويات في البحر). ونتيجة لذلك، غالبا ما تستخدم الاستجابة والتأهب ل SAR نفس أدوات التنبؤ والتصدي كما هو الحال بالنسبة ل MEER. والرصدات والتنبؤات المتعلقة بالأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية والأمواج هي بيانات القسر في مثل هذه النمذجة للانجراف. ومن ثم، فإن المرافق الوطنية (NMHSs) هي إحدى الجهات المعنية بنظم التأهب لحالات الطوارئ والتصدي لها. وإضافة إلى ذلك، يمكن أن تكون بيانات ومعلومات الأرصاد الجوية فعالة أيضا في الحد من مخاطر الحوادث وحالات الطوارئ إذا أدرجت في برامج الوقاية من الطوارئ البيئية. والخدمات التشغيلية التي تقدمها دوائر الأرصاد الجوية هامة للحد من الخسائر والمخاطر في التخفيف من جميع أنواع الكوارث. كما أن الظواهر المتطرفة التي تحدث بشكل طبيعي اضطرابية ويمكن أن تؤدي إلى وقوع أنواع كثيرة من الحوادث التي يمكن أن تؤدي بدورها إلى انسكابات وانبعاثات للمواد الخطرة على الهواء والماء، مما يزيد من عبء التصدي لحالات الطوارئ لحماية السكان المعرضين للخطر وتأمينهم والبيئات الملوثة.

ويعرض القسم 2 التالي مختلف أنواع الأخطار، حيث تؤدي المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) دورا في دعم التصدي للطوارئ البحرية.

### **القسم 2: التصدي لحالات الطوارئ البحرية**

يعرض هذا القسم استعراضا لأفضل الممارسات الحالية للتنبؤ بمصير المواد أو الأجسام المسببة للطوارئ البحرية. تنسق المنظمة (WMO) حاليا إطارا لتقديم تحليلات وتنبؤات عن أحوال الأرصاد الجوية للمحيطات (الطقس، وحالة البحار، وأحوال الجليد، وما إلى ذلك). ويقدم هذا الدعم من خلال الخدمة العالمية للمعلومات والإنذارات الخاصة بالأرصاد الجوية البحرية (WWMIWS) التابعة للمنظمة (WMO) والمنظمة البحرية الدولية (IMO) بشأن مناطق محددة من المحيطات خارج المناطق الاقتصادية الوطنية المعروفة باسم METAREAS. وفي إطار تلك المناطق الجغرافية البحرية البحرية METAREAS، يكون أعضاء المنظمة (WMO) المعينون مسؤولين عن توفير المعلومات. وإضافة إلى ذلك، تعالج حالات طوارئ التلوث في نظام دعم التصدي لطوارئ التلوث البحري مع منسقي الأرصاد الجوية في المنطقة المسؤولين عن دعم المعلومات ذات الصلة بالأرصاد الجوية الخاصة بالمحيطات، على النحو المبين في المقدمة. وهذان المنسقان المعنيان بالأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية في المنطقة (AMOCS) متقاربان جدا مع مناطق مناطق الأرصاد الجوية (METAREA) - انظر الشكلين 2.1 و2.2؛

**الشكل 2.1 حد المناطق الجغرافية البحرية المحددة للأرصاد الجوية البحرية (METAREAS) (منذ عام 2018) (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2018 a) لتقديم معلومات السلامة البحرية.**



**الشكل 2.2: مناطق منسق الأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية للمنطقة (AMOC)، من أجل توفير معلومات عن الأرصاد الجوية للمحيطات لدعم حوادث التلوث البحري. وهذه النواتج مطابقة بشكل وثيق لمناطق منطقة METAREA.**

ولن يتناول هذا التقرير أيضا تقديم دعم الأرصاد الجوية للمحيطات للسلامة البحرية، ويحال القارئ إلى المبادئ التوجيهية والمرجعيات ذات الصلة للمنظمة (WMO): على وجه الخصوص، المنظمة (WMO) (2018a)، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (2018b)، والمنظمة (WMO) (2018 c)، والمنظمة (WMO) (2021).

ويقدم القسم 2.1 عرضا عاما لأساليب وأدوات التنبؤ بانحراف الأجسام والمواد في المحيطات. وسيبين أن الطرائق المستخدمة تستند إلى نظم نمذجة عددية تشغيلية ويمكن أن تكون متطابقة إلى حد كبير لمجموعة واسعة من الأجسام. وبعد ذلك، تصف الأقسام 2.2 إلى 2.4 النماذج والخدمات الواجبة التطبيق على وجه التحديد للتنبؤ بانحراف ومصير ثلاث فئات هامة للطوارئ البحرية: انسكابات النفط والمواد الضارة الأخرى؛ وتسرب مواد غير مباشرة إلى المياه في المناطق الحضرية. الأجسام المنساقة (بما في ذلك البحث والإنقاذ (SAR))؛ وتصريفات النويدات المشعة.

### **القسم 2.1: الجوانب المشتركة لنظم التصدي للطوارئ**

وفي هذا القسم، سنقدم أولا عرضا عاما للغرض من نظام للتصدي للطوارئ البحرية ووظيفته. وبعد ذلك، سنبحث عناصر نظام التنبؤ التشغيلي، بما في ذلك وصف النماذج المستخدمة لتقدير انحراف ومصير الأجسام والمواد، ومصادر بيانات مدخلات الأرصاد الجوية البحرية اللازمة لدفعها. ويرد في الأقسام 2.2 – 2.4 معلومات أكثر تحديدا عن نظم دعم حالات الطوارئ البحرية المختارة لهذا التقرير وأمثلة عن تلك النظم، أي انتشار النشاط الإشعاعي وانسكابات النفط والأجسام المنساقة.

2.1.1 أساسيات التصدي للطوارئ البحرية

ويتعين على السلطات المسؤولة عن التصدي لحالات الطوارئ البحرية أن تتخذ قرارات في الوقت المناسب بشأن نشر موارد حرجة ومحدودة للتخفيف من حدة الطوارئ. والمدخلات الرئيسية التي تدخل في عملية صنع القرار في الهيئة المجيبة هي التنبؤات بالانحراف والقصير، والظروف التشغيلية على المنظر. وسيتعين أن تكون التنبؤات بالانحراف والمصير من أبكر بدء ممكن للطوارئ حتى انتهاء الجولة المقبلة لموارد الاستجابة. وتغطي الظروف الأوقيانوغرافية والجوية المنظرية الداعمة للعمليات فترة الحصول على موارد الاستجابة للوصول إلى مكان العمل والعمليات والعودة من العمليات إلى قاعدة آمنة. وسيكون لكل حالة طوارئ إطارها الزمني الخاص الذي يملي فترات التنبؤ الرجعي، والتنبؤ الآني، والتنبؤ بالانحراف وتوقعات المصير. وسيملي نوع الطوارئ وما يرتبط بها من موارد الاستجابة الحاجة إلى معلومات عن حالة الحادث. ومع تطور الظهور، ستحتاج سلطات الاستجابة إلى تنبؤات وظروف مشهدية محدثة في الوقت المناسب.

الرسم التخطيطي

أوتوماتيا إعداد الوصف

**الشكل 2.1.1: الجدول الزمني للطوارئ**

والطوارئ البحرية لها إطار زمني مشترك. وثمة أربع مراحل في الجدول الزمني: الظروف السابقة للطوارئ؛ ومرحلة ما قبل الطوارئ والظروف الأولية للحدث، والظروف أثناء فترة الاستجابة، والاستنتاج والتحليل اللاحق للحدث، على النحو المبين في الشكل 2.1.1. وتغطي ظروف ما قبل الطوارئ الأحداث والظروف التي أفضت إلى وقوع حالة طوارئ فعلية. وهذه هي عادة الأسباب الجذرية للطوارئ البحرية التي قد تشمل، على سبيل المثال لا الحصر، الطقس المتطرف والأمواج، وانخفاض الرؤية، والضباب والتيارات، والتجلد على الهياكل الفوقية، وحركة السفن الثقيلة، والتعب أو الفشل الميكانيكي، وعدم كفاية التصميم المأمون، والتعب البشري، وخطأ في صنع القرار. وتشمل ظروف الحدث الأولية المنطقة المحتملة التي حدثت فيها الطوارئ؛ الفترة الزمنية التي قد يكون حدث فيها الطوارئ أو يحدث فيها، وينطوي نوع وكمية المواد أو الأجسام على حالة الطوارئ. وتشمل الظروف أثناء فترة الاستجابة المسارات المنساقة ومصير المادة أو الأجسام من منطقة الاحتمال الأولية والفترة الزمنية الممتدة حتى ومن خلال نهاية حقبة الاستجابة التالية. كما أن الأوضاع والقيود التي تحتاجها وكالات الاستجابة لعملياتها هي أيضا. ومع استمرار عمليات الاستجابة، من المرجح تحديث وتنقح الشروط الأولية؛ وتحديد وتنفيذ التسلسل التالي للردود حتى الحصول على المرحلة النهائية من الجدول الزمني؛ والنتيجة. ويجري إما إنهاء تدابير الاستجابة النشيطة للهجرات أو تطويرها إلى جهود طويلة الأجل على مستوى أدنى. وفي هذه المرحلة، ربما يجري تحليل ما بعد الحدث لتحديد السبب الأساسي للطوارئ وتقييم جهود الاستجابة بهدف الدروس في تغيير هذا النوع من الطوارئ الذي يحدث مرة أخرى أو تحسين أساليب التعامل مع هذه الحالة الطارئة.

الرسم التخطيطي

الوصف يولد تلقائيا بثقة متوسطة

**الشكل 2.1.2: نطاقات الوقت والعمق ذات الصلة المرتبطة بحالات الطوارئ البحرية المختلفة.**

ومع أن مكونات التصدي لحالات الطوارئ البحرية معقدة، يمكن تقسيمها إلى جانبين رئيسيين: أحدهما هو التقديرات الدقيقة للظروف الأوقيانوغرافية وظروف الأرصاد الجوية، ونموذج الانجراف والقصير المحدد لنوع الطوارئ. والجانب الأخير ينفرد بكل نوع من أنواع التصدي للطوارئ، مثل جداول الفسحة في نطاق الرادارات ذات الفتحة التركيبية أو الأحوال الجوية النفطية أو التهاوي المشعة للنويدات المشعة، وسيجري تناول هذا الجانب في أقسام محددة. والجانب الأول، المتعلق بتقديرات جودة الأحوال الجوية والأوقيانوغرافية، ضروري لمواجهة جميع حالات الطوارئ البحرية. ومن المهم أن نبقي في اعتبارنا أن حالات الطوارئ المختلفة ستتطلب بيانات على نطاقات مكانية وزمنية مختلفة. ويرد في الشكل 2.1.2 مثال توضيحي لنطاقات الوقت والعمق ذات الصلة بحالات الطوارئ البحرية المختلفة. ويلاحظ أن النطاق المكاني للبيانات المطلوبة سيتصل خطيا بالمقاييس الزمنية ذات الصلة. وعادة ما ينحصر التخفيف من انسكاب النفط وترميمه في طبقة الاحتكاك، في حين أن نطاقاتها الزمنية يمكن أن تتراوح من نصف ساعة للاستجابة للسنوات لجهود الإصلاح. وعلى العكس من ذلك، يقتصر التخفيف من الزيت الثقيل الذي يهبط في القاع على الطبقة الحدودية القاعية. يشغل الناجون من الرادار SAR وحرفة الورثة طبقة التدفق المستمر من المحيط. ولل SAR نطاقات زمنية الاستجابة الفورية من الدقائق، ولكنها يمكن أن تمتد إلى أيام، ولكنها محدودة بإمكانية البقاء. يمكن أن تمتد الأجسام غير الرادارية ذو الفتحة التركيبية (مثل أوعية الشحن أو محتوياتها) بعمق أكبر من أجسام الرادار ذو الفتحة التركيبية وقد تتطلب وقتا أطول للاستجابة أو التنبؤ. ويجب أن تمثل التنبؤات بالطقس المتطرف والطقس للسفن أحوالا على سطح البحر والجزء السفلي من الطبقة المتاخمة للغلاف الجوي (المعروفة أيضا باسم طبقة التدفق الثابت) ومنطقة أمواج المحيطات، في حين ستحتاج الهياكل البحرية القريبة من الشاطئ إلى تنبؤات تمتد بعمق إلى الطبقة البحرية المختلطة (طبقة Ekman) وفي المياه الضحلة وصولا إلى المناطق القاعية مباشرة فوق الطبقة الحدودية القاعية. وفي نهاية الاستجابة ونطاقات التنبؤ الأطول، يكون انتقال الجسيمات المشعة والنويدات الذائبة، في نهاية أعمق.

2.1.2 توفير معلومات عن الأرصاد الجوية للمحيطات من أجل التصدي للطوارئ

ويعتمد نجاح التصدي لحالات الطوارئ البحرية اعتمادا شديدا على معرفة دقيقة بالأحوال الجوية والأوقيانوغرافية، مع ما تفرضه طبيعة الطوارئ من مدى مكاني وزمني. ويتطلب ذلك وجود نظم يمكنها أن توفر هذه المعلومات في الوقت المناسب إلى الوكالات المسؤولة عن التصدي للطوارئ البحرية. والوسائل الرئيسية لتقدير الأحوال الجوية والأوقيانوغرافية للتنبؤات القصيرة الأجل هي نظم التنبؤ التشغيلية التي تعد نماذج عددية يمكن استخدامها للتنبؤ بالأحوال الجوية لمدة تصل عادة إلى يومين إلى عشرة أيام في المستقبل. وفيما يتعلق بالأحوال قرب الوقت الحقيقي، يمكن أن توجد أيضا نماذج قائمة على البيانات في المناطق التي توجد فيها رصدات كافية، مثلا إذا كانت حالات الطوارئ بالقرب من محطة طقس أو رادار ساحلي عالي الاستبانة (رادار HF). وأخيرا، إذا امتدت الطوارئ إلى ما وراء النطاقات السينوبتيكية، مثلا في حالة النشاط الإشعاعي، عندئذ يمكن استخدام علم المناخ لتوفير تنبؤات طويلة الأجل.

2.1.2.1 نظم التنبؤ التشغيلي

يتمكن أعضاء المنظمة (WMO) من توفير أنواع الرصدات والتنبؤات التي يمكن أن تدعم التصدي للطوارئ، عن طريق إنتاجهم و/أو التعاون بينهم على حد سواء. وعلى وجه الخصوص، تجمع شبكة المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) رصدات في الوقت شبه الحقيقي، وتدير نماذج تشغيلية للتنبؤ العددي بالمحيطات والغلاف الجوي تتراوح من النطاق المحلي إلى الإقليمي حتى النطاق العالمي. وهذه النماذج عاملة بمعنى أنها تعمل بانتظام (يوميا أو في كثير من الأحيان) بدعم كاف للتعامل مع النقاءات وضمان توافر التنبؤات للجمهور في غضون فترة زمنية محددة. والأهم من ذلك، يمكن توفير مخرجات النماذج، وكذلك بيانات الرصد، للمستخدمين في أشكال قياسية واستخدام المعايير المقبولة لتبادل البيانات.

وهناك عادة ثلاثة أنواع من النماذج تستخدم لوصف ظروف الأرصاد الجوية للمحيطات فيما يتعلق بالمياه MEER و SAR: نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) التي توفر أحوالا جوية، ونماذج لدوران المحيطات التي توفر ظروفا للمحيطات مثل التيارات، ونماذج الأمواج التي توفر معلومات عن مجال الأمواج السطحية. وتنتج نماذج التنبؤ العددي بالطقس بيانات أساسية عن القسر وحالة الحدود بالنسبة لكل من نماذج دوران المحيطات والأمواج. يمكن تشغيل هذه في تكوين مقترن، مما يسمح لنماذج بتبادل المعلومات بسرعة عبر الحدود المشتركة، أو تشغيلها بشكل فردي. وعلى وجه التحديد، توفر هذه النماذج **بيانات القسر الجيوفيزيائي**، أي بيانات الأرصاد الجوية والبيانات الأوقيانوغرافية، التي تحتاجها نماذج الانجراف والقصير.

الرسم التخطيطي

أوتوماتيا إعداد الوصف

**الشكل 2.1.3: رسم تخطيطي لنظام عام للتنبؤ العددي بميلان الأجسام والمواد الموجودة في المحيطات ومصيرها**.

وتنتج النماذج العددية التشغيلية عادة بيانات القسر الجيوفيزيائي، على الرغم من إمكانية استخدام نواتج الرصدات وعلم المناخ. ويتيح مفهوم الوحدات المرونة في تشكيل النظام. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون نموذج الانجراف والأقدار نموذجا لتسرب النفط، أو نموذجا للنويدات المشعة، أو نموذجا للأجسام المنساقة، دون تغيير المكونات الأخرى والآلات الواصلة تغييرا شديدا. والمخطط الوحيد هو عندما تعمل جميع مكونات النموذج في نفس المرفق الحسابي باستخدام أنساق بيانات مسجلة الملكية.

والشكل 2.1.3 هو رسم تخطيطي مفاهيمي لنظام عام للنمذجة التشغيلية للتنبؤ بالانجراف وبأقدار التنبؤ. ويوضح العلاقة بين نموذج دوران المحيطات، والأمواج، ونماذج التنبؤ العددي بالطقس التي توفر بيانات القسر الجيوفيزيائي ونموذج الانجراف والمصير للجسم أو الجوهر المحددين. وإضافة إلى ذلك، فإنه يبين الاعتماد على الظروف الأولية لحوادث الطوارئ وأهمية تقديم البيانات وحفظها. ويجب ملاحظة أن هذا رسم مفاهيمي وأن التنفيذ الفعلي لنظم التنبؤ النشطة حاليا يختلف تباينا كبيرا. وسيجري مواصلة استكشاف عناصر النظام المبينة في الشكل في الأقسام الفرعية التالية.

2.1.2.2 التنبؤ العددي بالطقس (NWP)

وتغطي نواتج بيانات التنبؤ العددي بالطقس (NWP) التشغيلية المحيط العالمي من النطاق العالمي إلى النطاقات المحلية جدا، باستبانة أفقية تتراوح بين مئات الأمتار وعدة كيلومترات، وعلى نطاقات زمنية تتراوح من ساعات إلى عدة أيام (عادة 10 أمتار). والوصول إلى مرافق الحوسبة المتقدمة، وشبكات الرصد الشاملة، فضلا عن التطور التكنولوجي القائم على البحوث، يكفله عامة الطلب العام القوي. والمؤلفات العلمية لنماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) ذات الصلة بالتنهيد العددي للطقس ووثائقها ضخمة، وأي وصف شامل يتجاوز نطاق هذا التقرير. والمهم في السياق الحالي هو أن كلا من نماذج دوران المحيطات والأمواج تتأثر بمجالات التنبؤ العددي بالطقس (الرياح، والضغط، وتدفق الحرارة، وما إلى ذلك)، لا سيما على النطاقات الزمنية السينوبتيكية. وهذا هو الحال بصفة خاصة بالنسبة للأمواج. وعلاوة على ذلك، تعتمد نماذج المصير اعتمادا مباشرا أيضا على بارامترات الأرصاد الجوية، مثل درجة حرارة الهواء لبقاء أجسام الرادار SAR والطقس النفطي. ولذلك، فإن دقة بيانات التنبؤ العددي بالطقس (NWP) حاسمة لدقة النماذج الأخرى في النظام.

2.1.2.3 النماذج العددية لدوران المحيطات

كما أن نماذج دوران المحيطات عنصر رئيسي في التصدي للطوارئ البحرية لأنها توفر تيارات سطحية بالغة الأهمية بالإضافة إلى بارامترات هامة أخرى مثل درجة حرارة سطح البحر. ومن الشائع أيضا في المناخات الباردة اقتران نموذج للجليد البحري بنموذج دوران المحيطات لتوفير تقديرات لأحوال الجليد البحري. وهناك أيضا تفاصيل فنية رئيسية عن تطبيق بيانات التيارات السطحية في الأوقيانوغرافيا التطبيقية، تغطيها بالتفصيل ورقة استعراض حديثة (Röhrs وآخرون، 2021)، ولن تتناولها هذه الوثيقة إلا باختصار.

ومسألة الدقة خطيرة بصفة خاصة بالنسبة لنماذج دوران المحيطات، في سياق نظام للتنبؤ بالانجراف والتنبؤ بالأقدار. وكما هو مبين في أماكن أخرى، فإن دقة نموذج التنبؤ العددي بالطقس أمر أساسي للنظام (راجع القسم 2.1.2.2). وفي حين أن تنبؤات نموذج الأمواج توجهها بشكل وثيق بيانات نموذج التنبؤ العددي بالطقس (انظر القسم 2.1.2.4)، فإن هناك عمليات فيزيائية في المحيطات يمكن أن تسهم إسهاما كبيرا في المجال الحالي الكلي. التوجيه الطبوغرافي، وتدرج الكثافة مع آليات عدم الاستقرار المصاحبة لها، والمد والجزر هي عمليات تعدل وتولد مكونات الحالية التي يمكن أن تتناسب مع المكون الحالي الذي تحركه الرياح، بل وتكتسحه. والأكثر من ذلك، فإن النطاق المتوسط الأوقيانوغرافي، أي نطاق التيارات والدوامات، لا يمكن تحليله إلا بالكاد باستبانات النموذج الحالية، وهناك عدد قليل من الرصدات التي تحله بشكل يعول عليه. ويمكن القول إن هذه العوامل تفسر السبب في أن بيانات نموذج دوران المحيطات هي أقل المكونات الثلاثة القسر الجيوفيزيائي دقة. وهذه مسألة خطيرة للتصدي للطوارئ البحرية القصيرة الأجل، لا سيما وانسكاب الرادارات ذات الفتحة التركيبية والنفط، التي تعتمد اعتمادا كبيرا على تنبؤات دقيقة بالتيارات السطحية عالية الاستبانة.

واستخدام تمثل البيانات يمكن أن يحسن بدرجة كبيرة دقة متوسط حالة المحيطات، ولكن هناك حدود لكيفية توسيع نطاق التحسين إلى نطاق صغير. وهي تعتمد إلى حد كبير على استبانة البيانات التي يتم استيعابها وكذلك النموذج. يعقوب *وآخرون.* (2021) أثبت أن تمثل الرصدات المنخفضة الاستبانة لن يحسن التنبؤ بخصائص النطاق المتوسط حتى في نموذج تحليل الدوامات. وتبين في خليج المكسيك أن استخدام مرشح مكاني بمقياس قابل للطي الإلكتروني قدره 58 كيلومترا على التيارات السطحية النموذجية يقلل بالفعل من الأخطاء في المسارات المتوسطة مقارنة باستخدام بيانات نموذج الاستبانة الكاملة التي تبلغ 1 كم. وكما ذكر أعلاه، فإن تقلبية هذه النطاقات الصغيرة أمر بالغ الأهمية للاستجابة لحالات الطوارئ، كما أن النماذج والرصدات عالية الاستبانة مهمة بتكرار هذه التقلبية. وهذا يجعل التنبؤ على المدى القصير في المحيطات تحديا (Christensen وآخرون، 2018).

وفي سياق الاستجابة الساحلية، تكون النماذج هنا في الغالب ذات مجال محدود لزيادة استبانة السواحل وقياس الأعماق. وغالبا ما تتقاسم هذه النماذج حدودا مفتوحة مع نموذج عالمي تشغيلي، وتجبر على ذلك نواتج عالية الاستبانة للرياح. ويمكن أن تكون هذه النماذج الساحلية حساسة لعدم اليقين بشأن الحدود وكذلك قياس الأعماق. وقد تحقق بعض التقدم لتمثل بيانات الرادارات ذات التردد العالي (Breivik and Sætra، 2001؛ وSperrevik وآخرون، 2015؛ Hernandez-Lasheras وآخرون، 2021) أو متداخلة في اتجاهين في قنوات ضيقة (هيرتزفيلد ورضوي، 2019؛ وهرنانديز، 2019؛ وهرنانديز، 2019)؛ وهرنانديز، وهرنانديز، 2019؛ وهرنانديز، 2019. Ding *وآخرون.* عام 2021) لتحسين الدقة وا الاستبانة في المناطق الساحلية. وهناك بعض الإمكانات مع أحدث نواتج قياس الارتفاعات عالية الاستبانة من قبيل SWOT (Carrier et al., 2016) ومنتج ارتفاع سطح البحر (SSH) 5 هرتز (Penna et al., 2018) الذي قد يؤدي أيضا إلى تقييد مزيد من التقلبية الصغيرة النطاق.

وإذا كان من الممكن الوصول إلى رصدات المحيطات قرب الوقت الحقيقي عندئذ يمكن استخدام أساليب إحصائية لإعداد تنبؤات قصيرة الأجل في أجل يتراوح بين 24 و48 ساعة. وقد درجت العادة على تطوير هذه النماذج من خلال تركيبات رادارية HF (Barrick et al., 2012؛ Solabarrieta وآخرون، 2021) لأن هذه الرصدات توفر تيارات سطحية على شبكة. ومن الشائع أيضا نشر المحطات العائمة المنساقة أثناء عمليات التصدي للطوارئ حيث يمكن استخدام هذه البيانات "لتتبع" حالات الطوارئ البحرية، نظرا إلى أن خصائصها المنساقة مماثلة لللجسم أو المادة التي يرغب الشخص في تتبعها. ويوفر نشر هذه العوامات المنساقة تقييما سريعا لنواتج النموذج العددي في المنطقة التي يمكن أن تكون ذات صلة نوعية بعدم اليقين في التنبؤ بالتيارات السطحية المحلية.

التيارات المدية مصدر آخر للتقلبية الحالية، وخاصة في السياق الساحلي، ولها في بعض الأحيان نموذج عكسي مستقل عن نموذجي دوران المحيطات (Egbert and Erofeeva، 2002؛ و Carrière وآخرون، 2016). وفي حين أن حركة المد موجودة في بيانات قياس الارتفاع الساتلية، فإن هذه الإشارات غالبا ما تكون صغيرة بالنسبة للارتفاع الدينامي لمستوى سطح البحر ويتم ترشيحها غالبا خارج الإشارة. ومع ذلك، بما أن مكونات المد الجوي الجوي ثابتة، فإنه يمكن استخدام ممرات كثيرة لإنشاء نموذج عكسي لارتفاعات تيارات المد والجزر (Egbert and Erofeeva، 2002؛ و Carrière وآخرون، 2016). وهذه النماذج حساسة للدقة في السواحل وقياس الأعماق، ولكن بعد حساب البيانات التأسيسية يصبح من التافه إنشاء متسلسلة زمنية لأي فترة زمنية.

2.1.2.4 النماذج العددية للأمواج

وترتبط نماذج الأمواج ارتباطا وثيقا بنماذج الأرصاد الجوية، ولكن دور الأمواج في التصدي للطوارئ البحرية كبير ومن ثم سنتناول بعض الجوانب باختصار. وتكتسي المعرفة الدقيقة بمجال الأمواج أهمية بالغة بالنسبة لعمليات الاستجابة، سواء كانت عمليات الرادار ذو الفتحة التركيبية (SAR) أو التخفيف من انسكاب النفط، لأن مجال الأمواج يؤثر تأثيرا كبيرا على سلامتها ونجاحها. وكما هو مشار إليه في القسم 2.1.2.2، فإن القسر الجوي الناجم عن نماذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) تهيمن على نماذج الأمواج، مما يعني أن دقة نموذج الأمواج تحددها إلى حد كبير دقة نموذج التنبؤ العددي بالطقس (NWP) الذي يقودها. وينطبق هذا بصفة خاصة على أمواج الرياح التي تكتسي أهمية بالغة في نماذج الانجراف والقصير. ومن ناحية أخرى، فإن التنبؤ بالأمواج العاتية أقل اعتمادا على الرياح السطحية في نموذج إقليمي للأمواج، ويعتمد اعتمادا أكبر على الظروف الحدية الأفقية.

والأمواج مهمة لإعادة نقل المواد في Lagrangian لأنها تحدث انجرافا خارج لاغرانغ يعرف أيضا بانحراف Stokes، ويعتمد هذا الانحدار على انحدار الأمواج ويتراوح عادة ما بين 1 و1.5 في المائة من سرعة الرياح البالغة 10 أمتار عند السطح وينخفض بسرعة مع العمق. ويجب إضافة هذا الانحراف Stokes إلى تيارات Euler المحصلة من نواتج البيانات الشبكية للحصول على سرعة Lagrangian. كما يمكن للأمواج أن تؤثر تأثيرا مباشرا على أجسام كبيرة مماثلة في نطاقها للطوال الموجي السائد، من قبيل سفن الوعاء، إما بكسرها أو بانعكاسها. وهذا عامل إضافي يجب مراعاته بالنسبة لبعض عمليات الرادار SAR.

كما أن الأمواج، من خلال تكسير الأمواج، مهمة أيضا لرطوبة النفط والخلط الرأسي له والمواد الأخرى التي تكون عائمة بشكل طفيف أو محايد مثل البلاستيك البحري (Reisser وآخرون، 2015). وهذا الاختلاط الرأسي يمكن أن يؤثر على الانتقال الأفقي للزيت (Röhrs وآخرون، 2018) بسبب القص المرتفع بالقرب من سطح المحيط. ويتوقف الوقت الذي ستكون فيه المواد تحت السطح على التوازن بين تدفق الزخم المضطرب الهابط من السطح، أساسا من خلال الأمواج المنكسرة، والطفو الإيجابي للمادة.

2.1.2.5 نظم البيانات للتصدي للطوارئ البحرية

وأدى ظهور النماذج العددية التشغيلية لدوران المحيطات وأمواجها، مدفوعا بنماذج الأرصاد الجوية التشغيلية، إلى أول نمذجة لمسار الانجراف العددي لتسرب النفط وأجسام الرادارات ذات الفتحة التركيبية. وفي هذه الجهود المبكرة، كانت الوحدة النموذجية للمسار المنساق مدمجة في نموذج دوران المحيطات. واجتاز علوم المحيطات المسؤول عن النموذج وحدة مساره بناء على طلب منظمة الاستجابة، التي وفرت مجموعة محدودة نوعا ما من الظروف الأولية لراسمات النمذجة. وكان هناك تباين طفيف في هذا النظام الذي يقدمه المنمذجون بنسق محدد واحد لمجالي التيار والرياح لنموذج المسار الخاص بمنظمة الاستجابة. وفي هذين النظامين يقتصر إقليم التنبؤ بالانجراف على منطقة نموذج دوران المحيطات. وتقتصر التنبؤات الآنية والتنبؤات على قدرات النماذج، كما أن التنبؤات الرجعية محدودة بقدرات الأرشيف داخل الموقع. ويرد في الشكل 2.1.3 المخطط الموحد لتقديم بيانات النموذج.

الرسم التخطيطي

أوتوماتيا إعداد الوصف

**الشكل 2.1.4: رسم تخطيطي لنظام التنبؤ العددي بالانجراف والتنبؤ بالأقدار مع نموذج (نماذج) الانجراف والأقدار مستقل عن بيانات القسر الجيوفيزيائي. وينبغي تقديم هذه النواتج بنسق محدد.**

ومع زيادة توافر النماذج الأوقيانوغرافية التشغيلية، نفذ مخطط ثان. وفي هذا المخطط، تدار نماذج المسار والأقدار بشكل مستقل عن النماذج الأوقيانوغرافية ونماذج الأرصاد الجوية. ومع ذلك، يجب أن توفر نماذج المدخلات هذه نواتجها لنموذج المسار والتقصير في نسق محدد، مثل أنساق البيانات GNOME (https://cordc.ucsd.edu/projects/mapping/documents/GNOME\_data\_formats.pdf)، أو مجموعة محدودة من الأنساق على النحو المبين في الشكل 2.1.4. وفي هذا المخطط، زاد عدد المناطق التي يمكن الوصول إليها من جراء المصير التشغيلي ونموذج المسار أكثر من نظام واحد. ومع ذلك، لا تزال التنبؤات الرجعية والتنبؤات الآنية والتنبؤات تقتصر على قدرات النماذج الأوقيانوغرافية ونماذج الأرصاد الجوية.

الرسم التخطيطي

أوتوماتيا إعداد الوصف

**الشكل 2.1.5: رسم تخطيطي لنظام عددي للانجراف والتنبؤ بالأقدار مع نموذج (نماذج) الانجراف والأقدار مستقل عن بيانات القسر الجيوفيزيائي**

ويدار هذا النظام الأخير هنا بواسطة نظام للحصول على البيانات يحتفظ بمستودع محدث للبيانات يكون مستعدا دائما لتقديم بيانات التنبؤات والتكهنات إلى نموذج (نماذج) الانجراف والقصير.

وأعد مخطط ثالث لمعالجة أوجه القصور في النظامين المذكورين أعلاه. وفي هذا المخطط، يوجد نظام للوصول إلى البيانات وحفظها واسترجاعها مستقل تماما عن كل من النماذج الأوقيانوغرافية ونماذج الأرصاد الجوية ونماذج المصير والمسار، على النحو المبين في الشكل 2.1.5. ويتم الوصول إلى ملفات مخرجات النماذج الأوقيانوغرافية ونماذج الأرصاد الجوية بالأشكال الأصلية الخاصة بها على جداول النماذج، حيث يتم أرشفة الحقول الآنية وأحدث حقول التنبؤات فوق حقل التنبؤ الحالي. ولذا، فإن المنتجين لا يحفظون الريح والحقول الحالية الضرورية ولكن يتم أرشفتها بواسطة نظام الحصول على البيانات هذا. ثم يقدم نموذج المصير ومسار العمل، وإذا توفر نموذج ما قبل الاستغاثة، طلبات بيانات لنظام الحصول على البيانات لمكعب بيانات محدد (نوع الناتج/ إطار خط العرض - خط الطول/ الفترة الزمنية). ثم يعيد نظام الحصول على البيانات البيانات فقط في شكل نماذج المصير والمسار لمكعب البيانات المحدد. تقدم الظروف على المنظر وبعض وحدات ما قبل الاستغاثة طلبات لمتسلسلة زمنية من موقع معين.

وفي الآونة الأخيرة، يتيح تزايد تنفيذ البروتوكولات المقبولة دوليا للوصول إلى البيانات وإدارتها وتوثيقها في الأوساط المعنية بالغلاف الجوي والأوقيانوغرافيا مزيدا من بيانات القسر الجيوفيزيائي. وتحاول هذه البروتوكولات إنفاذ مبادئ FAIR: البيانات FAIR هي بيانات قابلة للبحث ويمكن الوصول إليها وقابلة للتشغيل البيني وقابلة لإعادة الاستخدام (Wilkinson *وآخرون.*، 2016). والفرضية الأساسية للبيانات العادلة (FAIR) هي تيسير الوصول إلى البيانات وزيادة فائدتها لمزيد من المستخدمين في أي مكان. وإلى جانب هذا التطور، نضجت العديد من مراكز الإنتاج الوطنية والإقليمية والعالمية لبيانات الأرصاد الجوية والبيانات الأوقيانوغرافية لتصبح خدمات عامة فعالة في مجال البيانات، وهي تنفذ بنشاط سياسات البيانات ومرافق إدارة البيانات وفقا لمبادئ FAIR. ومن الأمثلة ذات الصلة نظام معلومات المنظمة (WIS 2.0؛ https://community.wmo.int/activity-areas/wis/wis2-implementation) لبيانات الأرصاد الجوية والأمواج التشغيلية التي توفرها شبكة المراكز الإقليمية المتخصصة للأرصاد الجوية (RSMC)، ويجري النظر في إدراج نواتج التنبؤ العددي العالمي بالمحيطات. وفيما يتعلق بالبيانات التشغيلية لدوران المحيطات والأمواج، تشمل أمثلة ذلك خدمة كوبرنيكوس لمراقبة البحار والبيئة (https://marine.copernicus.eu) وبعض المشاركين في التعاون في مجال رصد المحيطات (https://www.godae-oceanview.org/science/ocean-forecasting-systems/system-descriptions). وفيما يتعلق بمخططي تدفق البيانات المبينين في الشكلين 2.1.4 و2.1.5، تمثل هذه الخدمات مصادر بديلة لبيانات القسر الجيوفيزيائي التي يمكن أن تسلم البيانات إلى المستودعات المحلية، وفي كثير من الحالات تسمح ببث مكعبات البيانات بناء على الطلب، مما يحد من الحاجة إلى تخزين كميات كبيرة من البيانات محليا.

2.1.3 نماذج النقل التشغيلية - الأقدار والسلوك المنساق

ويطبق نهج عددي أيضا على التنبؤ التشغيلي بانحراف ومصير المواد والأجسام في المحيطات. وتصاغ هذه النماذج لفئة محددة من المواد أو الأجسام، ولكنها تعتمد جميعها على بيانات مدخلات تصف الظروف الجوية والأوقيانوغرافية، أي بيانات القسر الجيوفيزيائي. وخلافا للنماذج التشغيلية للتنبؤ بالمحيطات والطقس، تعمل نماذج النقل التشغيلية عادة حسب الطلب استجابة لطلب محدد. وعلاوة على ذلك، فإن نماذج التنبؤ هذه غالبا ما يديرها مقدمون من القطاع الخاص أو غيره من القطاع العام في إطار القطاعات ذات الصلة، مثل صناعة النفط في عرض البحر، وخفر السواحل. ويمكن عادة تشغيل هذه النماذج للأمام في الوقت المناسب، لإنتاج تنبؤات للعمل التصحيحي، وبشكل عكسي في الوقت المناسب، من أجل التمكن من التنبؤ بمصدر الطوارئ البحرية.

وفي الأصل، استخدمت نماذج النقل التشغيلية عددا محدودا جدا (1-11) من الجسيمات المحاكاة لتمثيل أجسام الزيت أو الرادارات ذات الفتحة التركيبية. وخصص لكل جسيم دائرة من عدم اليقين نمت مع الوقت أو مسافة خط مسار أو خط مستقيم من الأصل. ثم تم تكبير المنطقة الدائرية، وكان هذا هو موقع الاستجابة. وتضمنت هذه الطرائق العديد من التبسيطات التي شملت: تيارات أو رياح ثابتة أو موحدة، ونوع واحد من الجسم المنساق أو النفط، وعدم نمذجة مصير، وإجراءات محدودة لتحسين الموارد الأمثل. ومع ذلك، يمكن تنفيذ هذه الطرائق باستخدام المعلومات البيئية التاريخية أو البسيطة باستخدام الأدوات الملاحية اليدوية الأساسية على الخرائط الملاحية الورقية. ومع استحداث الحواسيب الشخصية، برمجت هذه الطرائق 'اليدوية' بعد ذلك باستخدام الخرائط الإلكترونية.

وتستند الطريقة الأكثر شيوعا للسلوك المصيري والانجرافي إلى نموذج Lagrangian تتبع الجسيمات (LPT) (van Sebille et al, 2018, Dagestad et al, 2018)، الذي يشار إليه أيضا باسم طريقة مونتي كارلو. ويفترض هذا النوع من النموذج أن المواد يمكن تحللها إلى عدة مئات إلى آلاف من الجسيمات، أو في حالات الرادار ذو الفتحة التركيبية تمثل تحللا لاحتمال شيء البحث. وتتأليف هذه الجزيئات بعد ذلك من نقاط منشأها الفردية ووقت منشأها باستخدام أفضل التقديرات للتيارات والرياح والأمواج حتى وقت الأهمية. ويمكن استكمال أفضل تقدير لبارامترات الأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية بمكان الجسيمات ووقتها. وهناك أخطاء حتمية مرتبطة بالاستيفاء الداخلي، وتتوقف الأخطاء على نطاق شبكة بيانات المدخلات. وهذا الخطأ كبير بصفة خاصة في المناطق الساحلية، تبعا لدقة واستبانة الساحل في نظام التنبؤ. كما يمكن أن يؤدي اختيار مخطط التأفق للجسيمات إلى إدخال أوجه عدم يقين؛ والخيار الأكثر شعبية، بسبب متانته وإنتاجه لخطأ صغير، هو مخطط رنجي-كوتا من الدرجة الرابعة (نوردام ودوران، 2020).

ومن البديهي أيضا إضافة مكون العشوائي إلى حركة كل جسيمات (Griffa, 1996) لمحاكاة تشتت الشبكة الفرعية وغير ذلك من أوجه عدم اليقين في النموذج. وطريقة "المشي العشوائي" ذات الانتشار المستمر هي الطريقة الأكثر شيوعا لمحاكاة التشتت على نطاق صغير، ولكن يمكن أيضا استخدام طرائق عشوائية من الدرجة الأعلى، مثل نموذج "الطيران العشوائي". يضيف كلا النموذجين مكونا stochastic في كل خطوة زمنية تأفقية.

وهناك طريقة أخرى لاغرانغ يجري بها حساب المسارات على طول خطوط الانسياب، وهي محيطات السرعة الآنية، بدلا من أن تكون على طول خطوط المسار. ومن أمثلة هذا النوع من التنبؤات الطويلة المؤشرات ARIANE (Blanke and Raynaud, 1997) و TRACMASS (Döös وآخرون، 2013). وهذا النهج مصمم للعمل بكفاءة مع مخرجات النموذج على شبكة C ولا يعتمد على مخططات الاستكمال الداخلي أو التأفق لأنه يحسب تحليلا لمسار الجسيمات عبر الخلايا الشبكية. ويفترض استخدام أنسيابيات الحالة المستقرة، أو على الأقل الحالة الثابتة المجزأة، وحساب المسارات لكل ناتج من مخرجات النموذج. وتتطلب هذه الطريقة أيضا مجال السرعة الثلاثي الأبعاد الثلاثي الأبعاد الكامل، وقد يؤدي أي انحلاف سطحي، شائع في المحيط، إلى مكون رأسي كبير من مكونات الانسياب. ويؤدي هذا النهج أيضا إلى تعقيد إضافة أي مكون قد يؤدي إلى انشقاق، مثل إضافة عنصر فسحة أو نشر العشوائي. ونتيجة لهذه المعوقات، لا تستخدم نماذج التأفق الانسيابية هذه عادة عمليا للتنبؤات القصيرة الأجل ولكنها تظل مفيدة إذا لزم إجراء تنبؤات على نطاق أوسع.

وبالإضافة إلى نهجي Lagrangian، يستخدم أحيانا نهج Euler، الذي يحسب معادلة التأفق وانتشار تركيز التتبع (Ivorra et al., 2021). ونماذج النقل التي تستخدمها Euler تكون ملائمة جيدا لمحاكاتها على مدى فترات طويلة حيث سيتطلب الانتشار أن يكون عدد الجسيمات في لاغرانغ من نماذج النقل باهظا. وتعاني نماذج النقل التي تستخدمها Eulerian أيضا من الانتشار العددي المفرط، لا سيما عند الحواف البقعية، وإن كانت أوجه التقدم التي تحققت مؤخرا تعالج هذا القصور (Ivorra وآخرون، 2021).

2.1.4 التطورات المتوقعة لتحسين الخدمات

وفي الأقسام الفرعية السابقة، عرضت أفضل الممارسات الحالية في بناء نظم تنبؤ تشغيلية من أجل انحراف ومصير الأجسام والمواد في المحيطات. وانصب التركيز على العناصر المشتركة بين النظم المتخصصة بتسرب النفط، والأجسام المنساقة، وتشتت النويدات المشعة: بيانات القسر الجيوفيزيائي والنماذج التي تنتجها، ونماذج النقل التي تقدر كيفية تحرك الأجسام والمواد وانتشارها وانتشارها. وقد تبين أن هناك نماذج وخدمات راسخة يمكن أن تنشرها وتستخدمها جهات فاعلة جديدة وفئات جديدة من الأجسام والمواد. ويعرض هذا القسم بعض التطورات الهامة التي تهدف إلى تحسين كفاءة خدمات التنبؤ وجودة نواتجها.

1. تحسين بيانات القسر على دوران المحيطات. ولا شك في أن تحسين دقة نماذج دوران المحيطات هو العامل الوحيد الذي من شأنه أن يحسن إلى أقصى حد جودة أي نظام لنمذجة النقل. وهذا مجال رئيسي للبحث والتطوير الأوقيانوغرافيين الذي يجري متابعته بنشاط في جميع أنحاء العالم. وهي لا تشمل تطوير النماذج فحسب، بل تشمل أيضا نشر وصيانة نظم الرصد وتطوير نظم تمثل البيانات التي تربط بينها. وعلى هذا النحو، لا يمكن المضي قدما إلا عن طريق الخدمات التي تقدم تنبؤات بانحراف ومصير الأجسام والمواد. ومن حيث المبدأ، يمكن لهذه الخدمات أن تجد أفضل بيانات دوران المحيطات المتاحة لمناطقها الخاصة من طائفة متنوعة من المصادر، من النماذج العالمية إلى النماذج الساحلية القريبة من المناطق الساحلية - في معظم الأحيان في تركيبة متداخلة. ومع ذلك، ستواصل فرادى المرافق التشغيلية في الممارسة العملية الاعتماد في المقام الأول على مصادرها المحددة لبيانات القسر، لأسباب تتعلق بالموثوقية. وسيوفر استخدام مجموعات بيانات القسر الأخرى بديلا أو ملحقا لمجموعات بيانات القسر الاسمي الخاصة بها.

2. التعاون المتعدد الجنسيات من أجل تطوير النماذج. ونظرا لأن وضع رموز النماذج العددية ونظم تمثل البيانات أمر يتطلب كثيرا، ليس فقط لدوران المحيطات وإنما أيضا للغلاف الجوي والأمواج والنقل، أصبح تطوير شفرات نماذج مفتوحة تدعمها مجموعات التنمية الموزعة راسخا بشكل جيد. وقد أشير أعلاه إلى عدة رموز نموذجية. وهذا أمر مفيد على وجه الخصوص في سياق نظم التنبؤ بالانجراف والإنساق الخاصة بالأقدار في البلدان البحرية النامية. ومن المتطلبات الهامة لتطوير النماذج تحديد الاختبارات والحالات المرجعية. وفي السياق الحالي، من القيم بشكل خاص إنشاء عدد قليل من الحالات الحقيقية الموصوفة جيدا والتي تتوافر بشأنها بسهولة بيانات القسر والتحقق الجيوفيزيائية.

3. الوصول إلى بيانات القسر الجيوفيزيائي. وإذا كان من المقرر أن توفر بيانات القسر البديل ملحقا مجديا، عندئذ يجب أن تكون متاحة بسهولة بموثوقية معقولة. وتتاح الحلول التكنولوجية المناسبة للوصول إلى البيانات ونقلها (بروتوكول نقل الملفات، والوصلات البينية المفتوحة لطاقة التنبؤات القطبية (OPENDAP)، والواجهة البينية المشتركة بين البرامج (API)، وما إلى ذلك)، كما أن عددا متزايدا من مقدمي البيانات يتيحون الوصول إلى بياناتهم التشغيلية على الإنترنت ومن خلال الوصلات البينية بين آلة وآلة أخرى، مثل النظام WIS 2.0. أصبح من الممكن الآن تنزيل البيانات من نماذج التنبؤ العددي للغلاف الجوي والأمواج والمحيطات، مجانا في أي جزء من محيطات العالم. هناك تحذير: يمكن أن يؤدي خلط مجموعات بيانات دوران المحيطات والأمواج والأرصاد الجوية من مصادر مختلفة إلى عدم اتساق بيانات القسر؛ والبيانات المتسقة هي الحالات التي تكون فيها بيانات الأرصاد الجوية المطبقة هي نفس البيانات المستخدمة لإجبار نماذج دوران الأمواج والمحيطات. وعدم الاتساق مصدر لعدم التيقن في التنبؤ بالانجراف يصعب تقديره.

وبوجه عام، يتحسن توافر بيانات القسر الجيوفيزيائي المفيدة، ويجعل من الممكن بشكل أكثر فأكثر تنفيذ خدمات الانجراف والقصير في مناطق جديدة فضلا عن تحسين الخدمات القائمة. ومع ذلك، بالنسبة للعديد من المستجيبين لحالات الطوارئ والمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs)، سيكون من المفيد توفير بيانات القسر الجيوفيزيائي الموثوق بها من الناحية التشغيلية من خلال نوع شبكة المراكز الإقليمية المتخصصين للأرصاد الجوية (RSMC).

4. معلومات عدم اليقين. ويمكن أن يكون تقدير دقة التنبؤات بالانحراف والأقدار مفيدا للمستجيبين، ولكن من الصعب على المنتجين توفيره. فمن الصعب، من أجل شيء واحد، تحديد الدقة بالأرقام، سواء كانت مستمدة من توليفة نظرية لدقة بيانات القسر أو من المقارنات المباشرة للتنبؤات بالنماذج والرصدات المنساقة في ظواهر حقيقية. وبالنسبة إلى آخر، يمثل نقل معلومات عدم اليقين إلى المستخدمين بطريقة فعالة تحديا.

ومن النهج الشائعة الاستخدام للمشكلة استخدام طرائق تنبؤ المجموعات، حيث تجري عدة عمليات محاكاة مختلفة ولكن واقعية على قدم المساواة للحالة نفسها. ويقدم توزيع النتائج معلومات عن أكثر التنبؤات احتمالا وعن عدم اليقين الذي يكتنفها؛ ويشير التوزيع الضيق إلى درجة من التيقن أعلى من التوزيع الأوسع نطاقا. وفي التنبؤ العددي بالطقس والتنبؤ بالدوران في الأمواج والمحيطات، يجري حاليا السعي إلى تحقيق طريقين للتنفيذ:

(أ) المجموعات التي يولدها نفس النموذج باستخدام مختلف التغيرات في نظام النموذج (الظروف الأولية، الظروف الحدودية، بارامترات النموذج، إلخ). ويتم عادة تشغيل ما بين 30 إلى 100 عضو من أعضاء المجموعات من أجل الحصول على أهمية إحصائية كافية. وبناء على ذلك، يكون هذا النوع من المجموعات مكلفا حسابيا، وعادة ما يتم تنفيذ إنتاج المجموعات باستبانة أقل إلى حد ما من تشغيل النموذج القطعي الرئيسي.

(ب) وتحاول طرائق المجموعات المتعددة النماذج (MME) الجمع بين عمليات المحاكاة التي تجري مع شفرات نماذج مختلفة، عن طريق تجميع مخرجات من عدة نظم تنبؤ قائمة تغطي نفس المنطقة. ويكون عدد أعضاء المجموعات أصغر بكثير (<10)، ومن ثم يكون التركيز أكثر على التقييم النوعي للفوارق بدلا من التركيز على عدم اليقين الإحصائي. وتكلفة الحساب أقل من النوع الأول، وهي توزع.

تستخدم طرائق المجموعات من النوع الأول في التنبؤ العددي بالطقس لعدة سنوات. وفي الآونة الأخيرة، انحرفت هذه الموجات والتنبؤات بالدوران المحيطي. ومع ذلك، لا يزال من التحديات ترجمة الاحتمالات إلى معلومات يسهل فهمها للمستخدمين.

[5](http://www.ntis.gov/). بيانات سطح المحيطات. وتركز الاستجابة لمعظم حوادث الطوارئ البحرية على سطح المحيط أو الطبقة القريبة من السطح (مقياس أقصى ارتفاع تقريبا). ولا توفر نظم كثيرة لنمذجة دوران المحيطات بيانات تحسب خصيصا لتلك الطبقة. ويحسب عادة المتوسط فوق الأمتار القليلة العلوية، إما لفترة ثابتة فوق منطقة النموذج بأكملها أو فاصلا يتباين مع عمق القاع. وفي بعض التركيبات النموذجية، يحسب متوسط سمك الطبقة العليا المتفاوتة زمنيا. ويعتمد نموذجا الانجراف والقدار فيما يتعلق ب MEER و SAR على المعرفة الدقيقة بالطبقة القريبة من السطح، ويفضل أن يكون ذلك باستخدام جانبيات للتيارات يتم تحليلها بدقة. وفي غياب هذه البيانات من مخرجات النموذج العددي للمحيطات، يمكن تحديد المتغيرات القريبة من السطح عن طريق المعالجة اللاحقة لخرج النموذج، باستخدام أ مسبقا افتراضات بشأن توزيع المتغيرات في طبقة النموذج العلوي. ويمكن إجراء هذه الحسابات في نموذج النقل أو قبل استيعابها في نموذج النقل. وينبغي تشجيع الجهات الرئيسية التي تقدم بيانات الدوران العالمية والإقليمية على توفير بيانات قريبة من السطح و/أو توفير خوارزميات ذات فضلى لحساب المقاطع الجانبية قرب السطح.

### **القسم 2.2: انسكاب النفط والمواد الضارة الأخرى**

وتعرف هنا المواد الضارة والخطرة بأنها مواد يمكن أن تكون ضارة للأشخاص أو للبيئة البحرية. وقد تحدث بشكل طبيعي (مثلا، النفط) أو من صنع الإنسان (مثلا مركبات ثنائي الفينيل المتعددة الكلور). ويمكن أن تكون المواد ضارة إما بسبب خصائصها الكيميائية السامة أو بسبب التركيزات المتطرفة التي تحدث عندما تتسرب إلى المحيطات. وحظي الحوادث التي تتعلق بمنتجات نفطية، وهي النفط الخام والمنقوح على حد سواء، بأكبر قدر من الاهتمام في سياق حوادث الانسكاب الضارة، كما وضعت إجراءات للتصدي لحالات الطوارئ أساسا فيما يتعلق بتسرب النفط. ويرد في هذا القسم وصف لنماذج انحراف ومصير النفط في المحيطات ونظم التنبؤ التي بنيت من حولها.

وشجعت الدروس المستفادة من تطوير وتطبيق أدوات التنبؤ بالانسكابات النفطية والتنبؤ بمصيرها على استخدام تلك الأدوات في المواد الضارة الأخرى، مثل مياه المجاري. وتجدر الإشارة إلى أن التمييز بين المواد الضارة الموصوفة هنا والأجسام المنساقة الموصوفة في القسم 2.3 ليس دائما حادا؛ فعلى سبيل المثال، قد تعتبر بعض الكائنات المنساقة، مثل البلاستيك، غير ضارة. غير أن التمييز في هذا السياق يستند إلى الأدوات التي تعتبر أنسب الأدوات. وعادة ما يتم التعامل مع السوائل المنسكبة والأجسام الصغيرة جدا، مثل الرماد، بأدوات من نوع الانسكاب النفطي، في حين يمكن التعامل مع الأجسام العائمة الأكبر، التي يمكن تقدير خصائصها المنساقة الفردية، بطرائق الأجسام المنساقة (انظر القسم 2.3).

وكما ذكر أعلاه، سيتناول هذا القسم على وجه الحصر تقريبا طرائق التصدي لتسرب النفط، مع مراعاة أنها تستخدم كنموذج للمواد الضارة الأخرى.

2.2.1 الخلفيه

وقد حدثت انسكابات نفط على المحيطات منذ ظهور الأنشطة الصناعية التي أدت إلى بناء مرافق رئيسية على طول الساحل (مثل مصافي النفط)، وفي البحر (منصات النفط في عرض البحر، مثلا) والنقل البحري. وقد نشأت بالفعل الحاجة إلى استجابة علاجية في الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي بعد الانسكابات النفطية الكبيرة ذات الصلة بازدهار النقل بالشاحنات وإنتاج النفط في عرض البحر. وأدت الشواغل العامة بشأن الأضرار البيئية التي لحقت بالسواحل، وقاع البحار والحياة البرية من الانسكابات النفطية الكبيرة (كانيون توري في عام 1967، وهبوب إيكوفيسك برافو في عام 1977، و Amoco Cadiz في عام 1978) إلى تطوير قدرات التصدي لحالات الطوارئ في البلدان البحرية الصناعية الرئيسية.

ومع ذلك، فإن الصهاريج الأكبر حجما التي تم وضعها في الخدمة، وفتح حقول نفط جديدة، وخطوط الأنابيب الموضوعة في قاع البحار قد زادت من خطر الانسكابات. وحدثت حوادث حادة للانسكابات النفطية في أواخر ثمانينات القرن العشرين: أوديسزي في عام 1988، وإكسون فالديز في عام 1989، وخارك 5 في عام 1989، و ABT Summer 1991. (في عام 1991، وقع أحد أكبر انسكابات النفط في الخليج الفارسي خلال حرب الخليج الثانية). وأدت حوادث الانسكاب هذه إلى الاتفاقية الدولية للتأهب للتلوث النفطي والاستجابة له والتعاون معه (OPRC) التابع للمنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO). ويتعين على الأطراف اتخاذ تدابير للتصدي لحوادث التلوث، إما على الصعيد الوطني وإما بالتعاون مع بلدان أخرى. وعلى الرغم من أن عدد حوادث الانسكاب آخذ في التناقص، فإن الانسكابات الهائلة لا تزال تحدث أحيانا، مثل حطام هيبت في عام 2002، وانسكاب النفط في الأفق ذي المياه العميقة في عام 2010، واصطدام صهريج سانشي للنفط في عام 2018. وتسرب نفط واكاشيو في عام 2020، الذي وقع فيه ضرر بيئي كبير في موريشيوس، هو حالة حديثة أوجزت على النحو التالي: Daniel and Virasami 2021، وهي تفسر جيدا مختلف الجهات الفاعلة المشاركة في التصدي لمثل هذه الطوارئ. وفي عام 2019، كانت سفينة الحاويات *التابعة للجنة Grande America* المسافرة بين هامبورغ والدار البيضاء، والتي اشتعلت فيها حرائق وغطت[[1]](#footnote-2) مكانها، أدت إلى بقع نفطية ومواد كيميائية خطرة في المحيطات، وبالمثل، شاركت عدة مرافق للأرصاد الجوية في تقديم معلومات إلى سلطات الاستجابة. وفي الآونة الأخيرة، أثر الانفجار البركاني الذي حدث في تونغا في كانون الثاني/ يناير 2022 تأثيرا مسلسلة للأخطار المتعددة الناجمة عن الانفجار الأولي، مما أدى إلى موجة تسونامي واسعة النطاق على نطاق الحوض عبر المحيط الهادئ، حيث أضرت الأمواج التي اقتربت من ساحل بيرو بمرفق نفطي، مما أدى إلى انسكاب [[2]](#footnote-3)نفطي.

ومع أن هذه الانسكابات الكبيرة تؤدي إلى أضرار جسيمة بالبيئة المحلية، فإنها لا تحدث في كثير من الأحيان. وفي الواقع، تنطوي معظم حالات انسكاب النفط على كميات صغيرة من النفط وتحدث في كثير من الأحيان (يوميا تقريبا). ومع أن كمية كل انسكاب ضئيل إلى حد ما، فإن المبلغ الإجمالي والأثر التراكمي على المناطق المتضررة كبيرة، لا سيما في المناطق شديدة التأثر. ومن الصعب الكشف عن التسربات الصغيرة، الأمر الذي يجعل التصدي وبناء إحصاءات موثوقة أمرا صعبا.

ويشمل التصدي لحوادث انسكاب النفط ما يلي: اكتشاف ومراقبة وتقييم الانسكاب؛ والتصدي لحوادث الانسكاب؛ والتصدي لحوادث الانسكاب. وشراء المعدات ونشرها للحد من نطاق الانسكاب (مثلا، القيود الفيزيائية، والمعالجة الكيميائية)؛ والإجراءات التصحيحية من قبيل تنظيف السواحل ورواسب القاع والحياة البرية؛ والعواصد القانونية والمالية.

ومنذ البداية، كان التنبؤ بتدفق المواد المنسكبة في المحيطات يستند إلى المعرفة المحلية بالتيارات، وأحوال الرياح والأمواج، وخرائط المد والجزر، والخرائط الثابتة التيارات، حسب توافرها. وفي كثير من البلدان، لا يزال هذا هو الحال في الواقع. وخلال العقود القليلة الماضية، تم تطوير المزيد من نظم التنبؤ المتطورة، أولا في البلدان الساحلية الصناعية الكبرى. وتستند هذه النظم، كما هو موضح في القسم 2.1، إلى نماذج عددية تستخدم التنبؤات العددية المتاحة للرياح والتيارات والأمواج لحساب الانجراف المحتمل وانتشار مادة منسكبة.

فثمة عدد قليل من الخدمات الرائدة في الثمانينيات يجري العمل بها اليوم في إطار الخدمات العامة للتنبؤ بتسرب النفط في معظم البلدان البحرية المتقدمة، ويجري حاليا تطوير المزيد. ولما كانت الدول القومية مسؤولة عن حماية سواحلها وعن الموارد في مناطقها الاقتصادية الخالصة، فإن التنبؤ بتسرب النفط ينفذ في المقام الأول كخدمة عامة وطنية. والخدمات الإقليمية أو غيرها من الخدمات العابرة للحدود قابلة للتطبيق ويجري استكشافها بنشاط، مثل نظام (MPERSS) والأمثلة الإقليمية الواردة في القسم 2.2.2.1 أدناه. ومع ذلك، فإن الخدمات التشغيلية النشطة من أجل الصالح العام على الصعيد العالمي قليلة: فمثلا، فإن دائرة الأرصاد الجوية للطيران (MétéoFrance) تدير خدمات قليلة. ومن ناحية أخرى، هناك عدد من مقدمي الخدمات التجارية الذين يقدمون خدمات خاصة لشركات النفط مثلا، ولبعضهم نطاق دولي (انظر Hackett وآخرون، 2009، على سبيل المثال).

2.2.2 استعراض والقدرات القائمة؛

وهناك نهجان لنماذج انسكاب النفط، هما نموذج Eulerian و Lagrangian. ويحسب النوع الأول سلوك البقع النفطية باستخدام معادلة الانتشار المتأفق لتركيز التتبع على شبكة نماذج فارق محدود. ويفترض النوع الثاني بقعا زيتية ممثلة بعدد كبير من الجسيمات ويحسب سلوك الجزيئات. وتستخدم معظم نماذج محاكاة انسكاب النفط النموذج LPT، لأنه أكثر فعالية من حيث التكلفة من النموذج Eulerian.

وتخضع انسكابات النفط في المحيطات لمجموعة واسعة جدا من العمليات: التأفق، والانتشار، والانتشارات، والخلط الرأسي، والتبخر، والاستحلاب، والتشتت، وذوبان النفط، والأكسدة الضوئية، والتحلل الأحيائي، وما إلى ذلك. وفي نمذجة انسكاب النفط، من الصعب إدراج جميع تلك العمليات وعادة ما لا تؤخذ في الاعتبار سوى العمليات السائدة. ويتوقف اختيار العملية على الحالة المستهدفة والمتطلبات المحلية، غير أن التأفق وانتشاره وانتشاره وتبخره واستحلابه تعتبر أساسية في معظم نماذج انسكاب النفط ونماذج مصيره.

والعمليات الفيزيائية التي تحدد تطور النفط في المحيطات، بما في ذلك التأفق وانتشاره والاختلاط الرأسي، مشتركة بشكل أساسي مع المواد والأجسام المنساقة الأخرى؛ ويرد في القسم 2.1.2 وصف لهذه العمليات وكيفية تنفيذها في نمذجة الانجراف والمصير.

ويتم التعامل مع عمليات محددة للنفط في نموذج انجراف النفط ومصيره. ويستند الانتشار إلى نظرية فاي ذات المراحل الثلاث (فاي، 1971)، ولكنه كثيرا ما يعدل ليشمل عوامل أخرى، مثل انتشار القص، في النماذج الحديثة. ويعتمد التبخر، المستحلب، وعمليات *التجقس* الأخرى على خصائص الزيت ويمكن أن يختلف اختلافا شديدا بين أنواع النفط. وثمة طرائق عديدة لتقدير التبخر، من المعادلة الإجمالية التجريبية (Stiver and Mackay، 1984، مثلا؛ وSy- 1984، وStiver, 1984). فيينغاس، 2015) لنماذج معقدة مكونة من الزائفة (مثل جونز، 1997). كما أن الاستحلاب، لا سيما الاستحلاب الناجم عن الماء في شكل زيت، يغير بشكل جذري خصائص النفط التي تؤثر بدورها على عمليات الإزالة.

وبذل قدر كبير من الجهود لتطوير نموذج انسكاب النفط، وقادرة أحدث نظم النمذجة لتسرب النفط على محاكاة السلوك الأساسي لبقع النفط إلى مستوى مرض إلى حد كبير. ومع ذلك، لا يزال هناك مجال لمزيد من التحسين بشأن عمليات محددة. ولنظرة عامة شاملة عن علوم وتكنولوجيا انسكاب النفط البحري، يشار إلى القارئ إلى Fingas (2017) و Davidson وآخرون (2008). للحصول على عرض عام أكثر تفصيلا لنظم نمذجة انسكاب النفط والتنبؤ به (بما في ذلك تاريخها)، انظر على سبيل المثال Spaulding (1988)، و Reed et al. (1999)، و Hackett et al. (2006)، و Jones وآخرون (2016)، و Zodiatis et al. (2017)، و Keramea et al. (2021).

وفي نماذج انسكاب النفط، يعبر عن البقع النفطية باعتبارها متتبعات سلبية، وتعتمد الحركة أساسا على الظروف البيئية الفيزيائية. وكما نوقش في القسم 2.1.2، فإن بيانات القسر الجيوفيزيائي، التي توفرها النماذج العددية للغلاف الجوي ودوران المحيطات والأمواج، هي عوامل رئيسية لدقة عمليات محاكاة انسكاب النفط. ولذا، فإن تحسين هذه النماذج - لا سيما نموذج دوران المحيطات (انظر القسم 2.1.2.3) - أمر بالغ الأهمية في تعزيز مهارة الانجراف الانسكاب النفطي والتنبؤ بالأقدار.

ويعتمد وضع النموذج وأداؤه أيضا على الهدف. وإذا وقع حادث انسكاب نفطي كبير في عرض البحر، يلزم وجود منطقة أوسع نطاقا لإجراء المحاكاة، بحيث تدرج جميع المناطق المحتملة التأثر. وسيتطلب أيضا تنبؤات طويلة المدى، بما في ذلك التنبؤ الكيميائي بالطقس. ومن ناحية أخرى، قد تكون مساحة محدودة كافية للتسربات الطفيفة، وإن كان سيلزم الحصول على معلومات مفصلة عالية الاستبانة. وفي هذه الحالة، قد تكون عمليات الاجتياح غير ضرورية حتى إذا أمكن اتخاذ إجراء علاجي بسرعة.

وكما هو مشار إليه في القسم 2.1، تنتج النماذج العددية المتعلقة بالقصير الجيوفيزيائي بيانات تحتوي على أخطاء، تنتشر بدورها إلى نتائج نموذج انجراف النفط ومصيره، الذي تكون له أيضا أوجه عدم الدقة الخاصة به. وبالنسبة للمستجيبين للطوارئ، يمكن أن تكون المعلومات عن أوجه عدم اليقين في التنبؤات قيمة. واستخدام أساليب تنبؤ المجموعات هو أحد النهج التي تكتسب قوة الدفع في التنبؤ الحديث بتسرب النفط.

الرسم التخطيطي

أوتوماتيا إعداد الوصف

**الشكل 2.2.1: مخطط عام لعملية التنبؤ بالانسكابات النفطية التي يمثلها النظام في هيئة اMO.**

ويشار في الشكل 2.2.1 إلى عملية نموذجية للتنبؤ بتسرب النفط. بمجرد الإبلاغ عن حادث انسكاب نفطي، يتم الحصول أو تقدير المعلومات ذات الصلة عن الانسكاب اللازم للاستهلال نموذج انسكاب النفط. ثم يجري التنبؤ بتسرب النفط مع بيانات المدخلات المتاحة، وتقدم النتائج المتوقعة إلى سلطات التصدي للكوارث.

وتختلف خصائص الانسكاب من حادث لآخر، أي كمية النفط، سواء كان انسكابا متزامنا أو مستمرا، والموقع (سطح البحر، والمياه العميقة، والنقطة الثابتة، والسفينة الطافية، الخ). وتعتمد كيفية تحديد الظروف الأولية على النظام وعلى المعلومات المقدمة. أما بالنسبة للمراقبة، فإن البقع النفطية قد تم اكتشافها وتتبعها منذ وقت طويل من الطائرات والسفن. وفي العقدين الماضيين، أثبت الرادار ذو الفتحة التركيبية ذو الفتحة الساتلية أنه أداة قوية لتحليل حالة الانسكاب، ويمكن استخدام النتائج كمدخلات في بعض النماذج المتقدمة للانسكابات النفطية (Klemas، 2010؛ و Zodiatis وآخرون، 2012).

والوصول السريع والموثوق إلى بيانات القسر المطلوب أمر أساسي لنظام تشغيلي للتنبؤ بتسرب النفط، ومن ثم فمن الشائع أن تدير المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) هذه النظم، أو شركة تابعة لها عن كثب، تستخدم بيانات القسر التشغيلي الداخلي. ومن ناحية أخرى، أصبح من الأسهل لأي شخص خلال العقد الماضي الوصول إلى مجموعات بيانات القسر الجيوفيزيائي المرشحة على الإنترنت، بسبب تحسن التكنولوجيا والاتجاه نحو سياسة أقل تقييدا للبيانات (انظر القسم 2.1.2.5).

وفي بداية سلسلة الإنتاج ونهايتها هي المهمة المهمة المتمثلة في التواصل مع المستجيبين والمستخدمين الآخرين، بما في ذلك نشر النتائج. وفي معظم الخدمات الوطنية، يكلف ذلك فريق من مشغلي المهام بتوافر 24 ساعة في اليوم طوال أيام اليوم العالمي 365/24. وهم يديرون نماذج التنبؤ، ويحققون النتائج للمستخدمين بأشكال متفق عليها، ويتشاورون مع الخبراء داخل المنظمة للتفسير والتقارير. وفي بعض الحالات، تقدم للمستخدمين خدمة إنترنتية قائمة على شبكة الويب كي يتمكنوا من إجراء عمليات المحاكاة الخاصة بهم وتنزيل نتائجهم مباشرة من خلال نظام المعلومات والبيانات والتنزيلات (ECDIS) على متن الساتل مثلا.

2.2.2.1 الجهود المتعددة الجنسيات بشأن مراقبة انسكاب النفط والتنبؤ به

وقد وضعت في العديد من البحار الإقليمية أفضل الممارسات للتنسيق والتكامل على المستوى المتعدد الجنسيات لدعم إدارة التنبؤ بتسرب النفط. وفيما يلي بعض الأمثلة النشطة حاليا، وإن كانت قائمة حصرية:

**بحر الشمال**

وفي منطقة بحر الشمال، يعمل النظام الأوقيانوغرافي التشغيلي للجرف الشمالي الغربي (NOOS؛ http://noos.cc) - وهو تحالف إقليمي - على تطوير واستخدام أفضل الممارسات في المرافق الوطنية للتنبؤ بتسرب النفط. وكمثال على ذلك، النظام السويدي للتنبؤ بالانجراف النفطي على شبكة الويب (STW؛ ولا يغطي عام 2007 Ambjorn احتياجات المستخدمين الوطنيين فحسب بل أيضا احتياجات المستخدمين الدوليين في بحر البلطيق وجزءا من بحر الشمال. وهو النظام الرسمي للنموذج/ التنبؤ بالانحراف والتنبؤ الرجعي التابع للجنة HELCOM، الذي يستخدم لحساب مصير انسكابات النفط. وهو متاح على الإنترنت للسلطات الوطنية وبعض المنظمات البحثية. ومن الأمثلة الأخرى أداة التقييم والاستجابة المتكاملة لتسرب النفط (OSERIT)، Legrand and Duliere، 2014)، التي استحدثت لأول مرة في بلجيكا، والتي تلبي الآن احتياجات EMSA-CSN (الوكالة الأوروبية للسلامة البحرية - CleanSeaNet) في بحر الشمال. النظام NOOS-Drift هو نظام عبر وطني للأرصاد الجوية البحرية يمكن أن ينتج تنبؤات بالانجراف حسب الطلب. فهي تمكن من تحسين ثقة المستخدمين النهائيين في نتائج النماذج المنساقة وتساعد على توجيههم في عملية اتخاذ القرارات، وهي حاجة حقيقية أعرب عنها المستخدمون. ويشمل النظام NOOS-Drift مجموعة من المؤشرات المحددة كميا لدقة المسار المنساق، المقدرة من انتشار تنبؤات النموذج المنساق المشارك. ويساعد على التمييز بين الاختلافات الناجمة عن نماذج مسار مختلفة والتي تعزى إلى اختلاف بيانات القسر. وهي تستفيد من التنبؤات الأوقيانوغرافية التشغيلية التي يقدمها مرفق كوبرنيكوس لمراقبة البيئة البحرية (CMEMS). ونطاق الخدمة هو بحار الجرف الشمالي الغربي الأوروبي بأكملها، مع التركيز على المياه الإقليمية والمناطق الاقتصادية الخالصة في بلجيكا وفرنسا والنرويج.

**البحر الأبيض المتوسط**

وفي البحر الأبيض المتوسط، اتبعت أوساط الأوقيانوغرافيا التطبيقية التابعة لشبكة رصد المحيطات في البحر الأبيض المتوسط (GOOS) والمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) مفهوما لدمج النظم الوطنية الحالية للتنبؤ بالأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية والنظام (CMEMS) لإنشاء مستودع مخصص للبيانات على الإنترنت، وبالتالي تيسير الوصول إلى جميع هذه البيانات لاستخدامها باستخدام نماذج راسخة للانسكابات النفطية في المنطقة. وأنشئت خدمة متعددة النماذج للتنبؤ بأنسكاب النفط، تعرف باسم MEDESS-4MS (نظام البحر الأبيض المتوسط لدعم القرارات من أجل السلامة البحرية). كما أن النظام MEDESS-4MS (Zodiatis وآخرون، 2016) متكامل أيضا مع البيانات المستمدة من منصات مراقبة الانسكابات النفطية، بما في ذلك السواتل، ويوفر مجموعة من سيناريوهات الخدمات والوصول إلى البيانات متعددة النماذج والقدرات التفاعلية لتلبية احتياجات المركز الإقليمي للتصدي لطوارئ التلوث البحري في البحر الأبيض المتوسط (REMPEC) و EMSA-CSN ومستخدمين وطنيين مثل حراس السواحل. ولم يؤد النظام MEDESS-4MS إلى نظام تشغيلي، لكنه كان بمثابة سليفة لتطوير نظم مماثلة مثل نظام NOOS-Drift.

**غرب شمال المحيط الهادئ**

وفي غرب شمال المحيط الهادئ، كانت الوكالات المحلية، مثل خفر السواحل في العديد من البلدان، هي التي تضطلع أساسا بعمليات التصدي لتسرب النفط. ومع ذلك، فإن حالة الانسكاب الشديد في ناخودكا في عام 1997 أثارت الوعي بأهمية التنبؤ المنهجي بالانسكابات والتصدي لها. وتعاقد خفر السواحل الياباني (JCG) والوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA) على إطار تعاوني لتعزيز قدرة الاستجابة. وأعدت الوكالة (JMA) نموذجا لمحاكاة انسكابات النفط (JMA, 2002)، يقدم تنبؤات بتسرب النفط إلى البلدان الأعضاء في إطار نظام دعم المناطق البحرية (MPERSS) أيضا. وبمجرد الإبلاغ عن انسكاب نفطي، يقدم الفريق (JCG) بيانات عن حالات الحوادث (المكان، والوقت، ونوع النفط، والكمية المنسكبة، وما إلى ذلك)، وتنتج الوكالة (JMA) تنبؤات بتسرب النفط. وتقدم التنبؤات إلى الفريق (JCG)، إلى جانب الأحوال الجوية والأوقيانوغرافية لدعم أنشطة الاستجابة. وخلال حادث انسكاب حدث مؤخرا في عام 2021، قدمت تنبؤات مثل تلك المبينة في الشكل 2.2.2 إلى الفريق (JCG). وكانت قضية ناخودكا أيضا نقطة انطلاق لتعزيز إطار دولي: خطة عمل شمال غرب المحيط الهادئ (NOWPAP) لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، وأعضاؤها الصين واليابان وكوريا وروسيا. وفي عام 2000، أنشأ البرنامج (NOWPAP) المركز الإقليمي للتأهب للطوارئ البيئية البحرية والاستجابة لها (MERRAC). وتشمل مسؤولياتها الاحتفاظ بتفاصيل الاتصال الخاصة بالبلدان الأعضاء في المجال البرنامجي الخاص بالتنبؤ الآني (NOWPAP) المعنية بالوقاية من التلوث البحري والتصدي له وتسجيل حوادث انسكاب النفط والمواد الخطرة والضريبة.

صورة تحتوي على نص

أوتوماتيا إعداد الوصف

**الشكل 2.2.2: مثال لناتج للتنبؤ بتسرب النفط أعدته الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA) وسلم إلى خفر السواحل الياباني، وهو وكالة الاستجابة المسؤولة.**

**والبقعة الزيتية ممثلة بسحابة من الجسيمات (النقط الزرقاء).**

2.2.3 التطورات المتوقعة لتحسين الخدمات

وفي الأقسام الفرعية السابقة، عرضت أفضل الممارسات الحالية في التنبؤ التشغيلي بتسرب النفط. وقد تبين أن هناك نماذج وخدمات راسخة يمكن للجهات الفاعلة والأقاليم الجديدة نشرها واستخدامها. بالإشارة إلى التطورات العامة الواردة في القسم 2.1.4، يعرض هذا القسم بعض التطورات الهامة التي تهدف إلى تحسين كفاءة خدمات التنبؤ بتسرب النفط وجودة منتجاتها.

1. التعاون المتعدد الجنسيات لتطوير نماذج الانسكاب النفطي. وبدأت النمذجة التشغيلية لتسرب النفط كقطاع كوخ الذي أنتج شفرات نموذج الملكية لاستخدامها في سوق تجارية. ولم يكن للتعاون في مجال وضع النماذج وتطوير شفرات مفتوحة حتى مجتمعية تحقق تقدما حقيقيا إلا في العقد الماضي. ووضع شفرات نماذج للمجتمعات المحلية المفتوحة أمر مفيد على وجه الخصوص في سياق نشر نماذج انسكاب في الدول البحرية النامية. وقد حدد عدد قليل من الجهود التعاونية من هذا النوع، ولكن هناك مجالا لتوسيع إطار التنمية.

ومن المتطلبات الهامة لتطوير النماذج تحديد الاختبارات والحالات المرجعية. وسيكون من المفيد بصفة خاصة تحديد عدد قليل من حالات انسكاب النفط الحقيقي الموصوفة جيدا والتي تتوافر بشأنها بسهولة بيانات القسر والتثبت.

2. التعاون بين الدول من أجل تحسين الخدمات. وقد أشير بالفعل إلى ميزة التعاون بين المرافق الوطنية للتنبؤ بالانحرافات في سياق تنبؤ المجموعات المتعدد النماذج (MME). وإلى جانب تبادل مخرجات النماذج، هناك ميزة محتملة في التعاون على روابط أخرى في سلسلة الإنتاج. فعلى سبيل المثال، التبادل القوي لبيانات القسر، والظروف الأولية (بيانات الكشف)، أنساق الملفات المتفق عليها، وطرق التصور، وأرشفة بيانات حالة الاختبار، وما إلى ذلك.

ويتمثل جانب آخر من جوانب التعاون المتعدد الجنسيات في دعم التنمية في الدول البحرية التي تفتقر حاليا إلى خدمات كافية للتنبؤ بالانسكابات بمفردها. وبدلا من ذلك، يمكن تبادل الخدمات على المستوى الإقليمي، بالنظر إلى تحسين الوصول إلى البيانات القسرية وشفرات نماذج الانجراف، ويمكن أن يكون وسيلة فعالة من حيث التكلفة للمضي قدما. وفي حين يمكن تغطية جميع محيطات العالم بواسطة نظم عالمية تعمل في عدد قليل من البلدان المتقدمة النمو، فإن الحاجة إلى معلومات مفصلة بالقرب من الساحل تعني أن هناك في نهاية المطاف حاجة إلى خدمات التنبؤ بالانجرافات على النطاقات المحلية دعما للاستجابة المحلية لحالات الطوارئ.

3. وظائف محددة لنموذج الانسكاب النفطي. وقد وضعت نماذج لأقدار الانسكابات مع وظائف مختلفة إلى حد ما تبعا لأهم المتطلبات المحلية. ومع ذلك، هناك تحرك نحو قدرات نماذج أكثر شمولا. وفيما يلي قائمة بقدرات النماذج التي شهدت تنفيذا محدودا، ولكن ينبغي إتاحتها على نطاق أوسع:

- خصائص المواد الضارة الأخرى غير النفط،

- النفط في الجليد البحري،

- اقتران النموذج المنساق للمادة بالنموذج المنساق للسفن،

- مصدر تحت السطح (ونمذجة ثلاثية الأبعاد)

- إعادة إدراج الهندسة المنسكبة وفقا للرصدات،

- وإدراج التيارات المدية في المناطق التي لا تتوافر فيها بيانات نموذج المحيطات؛

- خيار الحساب العكسي،

- وتشمل إمكانية الحصول على بيانات القسر المناخي للتنبؤ الطويل المدى (من أسابيع إلى أشهر).

4. الإطار المعياري لتبادل معلومات الانسكاب. وفي الوقت الحالي، لا توجد معايير لكيفية تنسيق المعلومات المتعلقة بتسرب النفط وتبادلها. وتتباين المخططات بين المرافق الوطنية والتحالفات الإقليمية. وقد تنجم الاختلافات عن متطلبات محددة، ولكن من المستصوب تحديد معيار مشترك مستقل عن نظم تنبؤ محددة. وهذا يمكن أن يعزز التعاون بين مقدمي المعلومات ومستخدميها، فضلا عن تيسير التعاون بين منتجي التنبؤات على كل من الصعيد الوطني والإقليمي والدولي.

2.2.4 استعراض متطلبات المستخدمين من معلومات الأرصاد الجوية للمحيطات فيما يتعلق بتسرب النفط والمواد الضارة الأخرى

**متطلبات المستخدمين**

|  |  |
| --- | --- |
| المنظمة الدولية | المنظمه البحريه الدوليه |
| الوثائق الدولية | **تهدف الاتفاقية الدولية المتعلقة بالتدخل في أعالي البحار في حالات حدوث مسببات التلوث النفطي (1969) وبروتوكول التدخل في أعالي البحار في حالة التلوث بمواد غير النفط (1973)** إلى إسناد السلطة للدولة الساحلية بالتدخل في أعالي البحار في حالة حدوث تلوث مهدد بالضرر، أو إلحاق الضرر بسواحلها أو بمصالحها المتصلة بها.  http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-Relating-to-Intervention-on-the-High-Seas-in-Cases-of-Oil-Pollution-Casualties.aspx  **وتهدف الاتفاقية الدولية لحماية التلوث من السفن (MARPOL 73/78)** إلى القضاء على التلوث البحري الناجم عن النفط والمواد الضارة الأخرى، ومياه الصرف الصحي والنفايات. وتحسين مراقبة التصريف التشغيلي للنفط وخفض كمية النفط المنبعث من خلال الحوادث هما أهم قضيتين في منطقة التأهب والاستجابة للوقاية من الطوارئ (EPPR). وتعين مناطق قيمة معينة في مناطق خاصة من نظام إعادة تصنيف البيانات المتعلقة بطوابع نظام الأرض (MARPOL-Special). ولم تسمى المنطقة القطبية الشمالية حتى الآن كمنطقة من هذا القبيل.  **تغطي الاتفاقية الدولية للتأهب للتلوث النفطي والتصدي له والتعاون (OPRC 1990) وبروتوكول التأهب والاستجابة والتعاون بشأن حوادث التلوث الناجمة عن المواد الخطرة والخامسة (بروتوكول عام 2000 OPRC-HNS)** مجالين من مجالات اختصاصات تلك المشاريع ولكنها تناقش أيضا التخطيط لحالات الطوارئ والتدريب والتعاون في برامج البحوث. |
| أي حدود تنسيق دولية | لا شيء، مؤجل إلى الدولة الساحلية. |
| مسؤولية الاستجابة | الوطنيه |
| متطلبات الاستجابة التشغيلية | سلامة وكفاءة طواقم التنظيف، وتقييم العمر لتشتت النفط، والتنبؤ بحركة النفط. |
| كيف يتم الإبلاغ عن الحادث | السفن مسؤولة عن الإبلاغ عن انسكاب النفط إلى السلطة الوطنية. |
| كيف تنسق الاستجابة | والسلطة الوطنية مسؤولة عن بدء خطة استجابتها والترتيب لدعم معلومات الأرصاد الجوية البحرية. |

### **القسم 2.3: الحوادث المتصلة بالأشخاص والأشياء**

أما الحوادث التي يتعرض لها أشخاص أو أجسام طافية أو منجرفة على سطح المحيط، فتعامل معها بطريقة مماثلة. وبالفعل، كثيرا ما يشار إلى الأهداف بصورة جماعية على أنها *الأجسام المنساقة*. ومع ذلك، فإن الدافع الرئيسي لوضع إجراءات استجابة للأجسام المنساقة كان دائما مرتبطا بالأشخاص، أي الرادار ذي الفتحة التركيبية. ولذا، سيتناول هذا القسم في المقام الأول طرائق الاستجابة للرادان ذو الفتحة التركيبية. وفي الآونة الأخيرة، فإن الدروس المستفادة من تطوير أدوات الرادار ذو الفتحة التركيبية قد شجعت على تطبيق هذه الأدوات على فئات أخرى من الأجسام المنساقة مثل أوعية البضائع العائمة المفقودة في البحر.

2.3.1 الخلفيه

مدخل لاستجابة الرادار SAR ونمذجته

تتعلق استجابة الرادار ذو الفتحة التركيبية أساسا بإيجاد الحرفية التي يستخدمها الناجون البحريون وفنون الناجين وإنقاذ الناجين. كما أن الرادار ذو الفتحة التركيبية يتقاسم وينقل مع تصدي انسكاب النفط مع تنبؤات منساقة بشأن الأجسام العائمة التي يحتمل أن تكون خطرة مثل حاويات الشحن والسفن المعوقة.

المخطط الزمني

الوصف يولد تلقائيا بثقة متوسطة

**الشكل 2.3.1: الإطار الزمني ل SAR**

وقت استجابة سلطات الرادار ذو الفتحة التركيبية للتمكين من الحصول على الموارد في مكان الحادث هو أقصر وقت من بين جميع حالات الطوارئ البحرية. وفي الشكل 2.3.1 يصور وقت ذو الفتحة التركيبية المعمم الذي يحتوي على جميع الظواهر الرئيسية للجدول الزمني للرماد ذي الفتحة التركيبية، ويتراوح من دقائق إلى أيام (وأحيانا أطول). ومع ذلك، لا يتضمن كل حادث من حوادث البحث عن بعد كل هذه العناصر، وإنما يتضمن جميعها وقت الحادث، وإخطار سلطات الرادار SAR، والاستجابة من موارد الرادار SAR للحادث. وغالبا ما يتم حل حادث الرادار ذو الفتحة التركيبية بنجاح مع الاستجابة الأولية وحفظ الأرواح. ومع ذلك، هناك بعض حوادث الرادار ذو الفتحة التركيبية التي تدير كامل النطاق الزمني لل SAR بسبب مزيج من ما يلي: حركة ما قبل الاستغاثة المعقدة؛ حركة تركيبية، حركة مدارية. عدم اليقين في وقت الحادث؛ تأخيرات كبيرة في الإخطار؛ معلومات محدودة من مصادر إبلاغ طرف ثالث؛ والمناطق النائية من موارد الاستجابة؛ ويصعب اكتشاف ظروف وحرف البقاء المواتية ولكن المواتية، التي تؤدي إلى دورات متعددة من التخطيط وجهود البحث اللاحقة حتى يتم حل القضية أو تعليقها.

تبدأ بدء حالة الرادار ذو الفتحة التركيبية بإخطار سلطات الرادار ذو الفتحة التركيبية التي تحتاج إلى معالجة ثلاثة أسئلة رئيسية:

１. ووقت وقوع الحادث؛

２. أين وقع الحادث؟

３. ما هي أعداد وأنواع أجسام الرادار SAR؟

هذه الأسئلة الثلاثة مجتمعة هي الظروف الأولية أو السيناريوهات المحتملة لحالة معينة من الرادارات ذات الفتحة التركيبية. وإذا كان مصدر الإبلاغ من سفينة الاستغاثة نفسها، عندئذ عدم اليقين في متى وأين وما يمكن أن يكون في كثير من الأحيان دقيقا أو محدودا للغاية. ومع ذلك، قد يكون هناك قدر كبير من عدم اليقين في السيناريو أو السيناريوهات المحتملة مع وجود مصادر إبلاغ من طرف ثالث. هناك العديد من السيناريوهات، ولكن يمكن التقاطها بواسطة مجموعة محدودة من أنواع السيناريوهات. ويكمن سيناريو أكثر المجالات أهمية في التوزيع العادي الثنائي عن آخر موقع معروف،حيث يعكس التوزيع عدم التيقن في نظام الموقع وأي أوجه عدم تيقن إضافية (مثل الإبلاغ غير المناسب، والتأخير الزمني). أما السيناريو الأساسي الثاني فهو مضلع في شكل جيد يغطيه توزيع موحد (سيناريو المنطقة). ويعمل سيناريو المنطقة بشكل جيد عندما تتردد المركبة الناشئة (زورق صيد مثلا) على منطقة معروفة (مثلا أراضي الصيد). سيناريو الرحلة هو المرور العابر بين سلسلة من النقاط (LKPs) أو المناطق التي يمكن أن تكون فيها فترات النشاط الزمنية داخل المناطق (مثل التسكع، وصيد الأسماك). يمكن أن تكون الرحلات إما تفاعلية بيئيا (متأثرة بالأحوال الجوية للمحيطات) أو لا (لا يوجد أي تأثير مباشر من ظروف الأرصاد الجوية للمحيطات). وتستخدم سيناريوهات أخرى أكثر تخصصا لرصد التوهجات؛ كما تستخدم سيناريوهات أخرى أكثر تخصصا في رصد التوهجات الجوية. خطوط منفردة أو عابرة من الاتجاه الراديوي تبلغ عن المواقع العالية؛ والاحسب الميت من LKP. وفي هذه السيناريوهات، هناك أيضا عدم يقين بشأن وقت الحادث. ومرة أخرى، إذا كان هناك إبلاغ مباشر، ينخفض هذا عدم اليقين. وفي حالات أخرى، قد يمتد عدم اليقين في الوقت المناسب منذ آخر مرة كانت فيها السفينة آمنة إلى أن يرسل طرف ثالث إخطارا بذلك. ويمكن أن يتراوح هذا من ساعات إلى أيام أو أكثر. وفي بعض حالات الرادار ذو الفتحة التركيبية، يوجد عدم يقين بشأن الجسم الذي يجري البحث عنه: مستقيم أو مستنقعا أو مستنقعا أو غرق في طفق الحياة أو الحرف، مع شخص على متن الساتل أو بدونه؛ شخص في الماء (PIW) في سترة النجاة، دعوى البقاء على قيد الحياة، توفي، أو السباحة. وتأخذ السيناريوهات التفاعلية للبيئة في الاعتبار تأثير ظروف الأرصاد الجوية للمحيطات على الرحلة نفسها، أو احتمال أن تصبح مركبة منشئة شيئا من هذا الجو، أو توزيع حادث من الطائرات (تفتيت في أثناء التحليق أو فقدان وقود يؤدي إلى انزلاق مسيطر)، أو تعديل المسار بسبب الدفع المحدود (على سبيل المثال، السباحة النشطة أو المزن النشيط). يقلد سيناريو الرحلة رحلة المركبة الناشئة على طول سلسلة من خطوط المسار من البداية إلى النهاية حيث يكون لكل خط مسار احتمال موحد لتحوله إلى الكائن المنساق المعسر. ومع ذلك، يمكن إدخال 'الأخطار' لزيادة احتمال توليد جسم انجراف استغاثة لأن المركبة الناشئة تعبر وقت الخطر وموقعه. ويمكن أن يكون الخطر إما دائما وإما مؤقتا. وعلى سبيل المثال، فقد أعد نموذج أولي لثلاثة سيناريوهات للطائرات لمراعاة الأنواع الرئيسية الثلاثة لحوادث الطائرات: فقدان السيطرة على الارتفاع الذي يولد توزيعا للنموذج (LKP) كدالة للارتفاع عند الحادث؛ وضياع القدرة على التحكم في الطيران؛ وضياع القدرة على التحكم في الطيران؛ وضياع القدرة على التنبؤ العددي بالطقس؛ وضياع القدرة على التحكم في الطيران عند حدوث حادث؛ وضياع القدرة على التحكم في خطوط العرض الرئيسية؛ وضياع القدرة على التحكم في الطيران؛ وضياع القدرة على التحكم في خطوط العرض الرئيسية؛ وضياع القدرة على التحكم في (أ) تقطع في أثناء التحليق مع تشتت الحطام بفعل الدينامية ومجال الرياح إلى سطح البحر؛ وطائرة تهدر الوقود وتسلسل على رأس أو نحو جهة مقصد، ولكنها متأثرة بالرياح في المستويات العليا. النوع الأخير من السيناريو التفاعلي هو السباحة (عادة ما تكون غطسا أو غواصة جلدية) في محنة وتسبح بنشاط في اتجاه وجهة. والسيناريو النشط Swimmer لديه متجه للسباحة، يتأثر بالأمواج، بالإضافة إلى متجه انجراف حالي؛ وقد يعود إلى استخدام PIW غير فعال، مثلا في الليل. وتتطلب كل هذه السيناريوهات الوصول إلى بيانات الأرصاد الجوية للمحيطات من أجل تنفيذها.

بمجرد تقديم سيناريوهات لنموذج المسار وإعادة التنبؤات المنساقة الاحتمالية، يمكن لمخططي الرادار SAR الشروع في تخطيط جهود البحث الخاصة بكل وحدة من وحدات البحث. وبالنسبة لعصر البحث الأول، يكون مخطط الرادار ذو الفتحة التركيبية قادرا تماما على تخطيط جهد بحثي أمثل للموارد المتاحة، مع مراعاة القدرات المختلفة لوحدات البحث وأجهزة الاستشعار الخاصة بها، والظروف في المكان، والكائنات التي قد تركز جهودها عليها كل وحدة. ولكن إذا لم تكلل جهود البحث الأولية بالنجاح، وتطلبت جهود البحث اللاحقة، يلزم وجود أداة لتخطيط الرادار ذو الفتحة التركيبية لمراعاة جهود البحث غير الناجحة الأولية وتحديث توزيع الاحتمالات، الذي سيحتاج إلى تحديث جديد للانجراف. ولخطة جهد البحث ومراعاته، يلزم وجود بيانات بيئية تستند إلى البارامترات التي تؤثر على أداء أجهزة الاستشعار. وتشمل بارامترات البيانات هذه، على سبيل المثال لا الحصر، مدى الرؤية، والهطول، ودرجة حرارة الهواء وسطح البحر، وسرعة الرياح، وارتفاع الأمواج، ونسبة الشعر الأبيض، وزاوية الشمس، وطور القمر، وغطاء السحب.

وعمليات البحث ليست كلها ناجحة، ويجب على مخطط البحث عن بعد أن ينظر في نقطة ما فيما إذا كان يجب مواصلة البحث أو تعليقه ("Search Suspended pending further Developments" أو (ACTSUS)). ويمثل هذا القرار نقطة حاسمة بالنسبة للضحايا ولأسرهم وسلطات الرادارات ذات الفتحة التركيبية. التنبؤات من تدهور حالة الناجي الفسيولوجية ووقت البقاء في المستقبل ضرورية لمخطط الرادار SAR خلال البحث. ويستخدم مخطط الرادار ذو الفتحة التركيبية هذه التنبؤات لتحسين موارد البحث إلى أقصى حد، وللنظر إلى جانب جوانب أخرى من البحث لاتخاذ قرار في النظام (ACTSUS) (Turner وآخرون، 2009). وتقتصر نماذج مصير تقدير البقاء في البحر في الوقت الحاضر على توليد الحرارة الفسيولوجية مقابل فقدان الحرارة. وتعتمد هذه النماذج الفرضية لقابلية البقاء على درجات حرارة الهواء وسطح البحر، إلى جانب سرعة الرياح، والرطوبة النسبية، والأمواج، والإشعاع الشمسي لبارامترات المدخلات البيئية، وهي لازمة لمدة 5 أيام بعد وقت الحادث (Tipton et al., 2022).

ونظرا لأن الحادث قد وقع قبل الإخطار، ستكون هناك حاجة إلى التنبؤات بالانجراف من أقرب وقت ممكن حتى تنتهي المجموعة التالية من الموارد من جهود البحث عنها. وسيحتاج نموذج المسار الانجرافي إلى ظروف أولية، أي السيناريوهات والأجسام المنساقة، والجدول الزمني المتوقع للموارد.

عندما يتعلق الإشعار بحادث الرادار ذو الفتحة التركيبية إلى سلطات الرادار ذو الفتحة التركيبية، فإن هدفها المباشر هو إطلاق موارد الرادار ذو الفتحة التركيبية في أقرب وقت ممكن، مع القيام بمهمة أولية أو أولية، سواء كان التنبؤ بالانجراف متاحا أم ضروريا أم لا. وهذا يقتضي أن يكون الوقت الذي ينقضي من وقت التحول من طلب سلطات الرادار ذو الفتحة التركيبية أو الحاجة إلى التنبؤ بالانجراف إلى تقديم ذلك التنبؤ المنساق مقبولا عمليا من سلطات الرادار ذو الفتحة التركيبية. وتستخدم الأنظمة الأولى أو الثالثة من بين المخططات العامة الثلاثة لنظم البيانات (القسم 2.1.2) لطوارئ الرادارات ذات الفتحة التركيبية. ونظام البيانات الوحيد كان ولا يزال يستخدم على نطاق واسع لدعم حسابات مسار انجراف الرادار ذو الفتحة التركيبية. والقيد الذي يحد من هذا النهج هو أن وحدات تحكم الرادارات ذات الفتحة التركيبية محدودة عادة في نطاق وتعقيدات سيناريوهات المدخلات.

2.3.2 استعراض القدرات القائمة

وفيما يلي، سينصب التركيز في المقام الأول على طرائق الاستجابة الرادارية للرادار ذي الفتحة التركيبية لأنها بالتأكيد أكثر طرائق الاستجابة شمولا ومصداقية وتشكل أساس معالجة جميع الأجسام المنساقة الأخرى. والردود على الأجسام المنساقة غير الرادارية ذو الفتحة التركيبية أكثر تحديدا للمناطق والصناعات ولا تغطيها (حتى الآن) أطر عالمية مماثلة لتلك المتعلقة بال SAR. غير أن الأجسام غير الرادارية ذو الفتحة التركيبية آخذة في التزايد في الوعي العام، وتتناول وكالات الاستجابة المختلفة الآن المزيد من فئات الكائنات، مثل أوعية البضائع واللدائن والرماد والرماد. وتناقش الأجسام غير الرادارية ذو الفتحة التركيبية باختصار في نهاية هذا القسم.

2.3.2.1 البحث والإنقاذ

ومع ظهور نماذج المحيطات التشغيلية عالية الاستبانة والتحسين المستمر للتنبؤ العددي بالطقس، زادت بدرجة هائلة إمكانية إجراء تنبؤات أكثر تفصيلا بمصير الأجسام المنساقة خلال العقدين الماضيين (Breivik et al., 2013). ومع أن تحسن التنبؤات بالطقس قد أدى إلى تحسين القسر، فإن نماذج الانجراف ظلت غير مبالة إلى حد ما بالتقدم المحرز في نمذجة المحيطات والتنبؤ العددي بالطقس. وربما كان من الأفضل فهم ذلك في ضوء أوجه عدم التيقن الكبيرة في الخصائص المنساقة لأجسام الرادار SAR فضلا عن دقة بيانات القسر المستخدمة.

فأولا، ما لم يقدم تقدير سليم للخصائص الأساسية للانجراف وما يرتبط بها من أوجه عدم يقين، يظل التنبؤ بالانحراف والتوسع في منطقة البحث أمرا صعبا. وأتى تغير مهم عندما أصبحت الطريقة المباشرة لقياس مجرى جسم منجرف ممارسة شائعة (Allen and Plourde، 1999؛ و 1999، و 1999، و 1999). ألين، 2005؛ و Breivik et al., 2011; هودجينز وماك، ١٩٩٥؛ (هودجينز) و (هودجينز) عام 1998). ويقيس الأسلوب المباشر حركة الجسم بالنسبة إلى الماء المحيط باستخدام جهاز لقياس التيار. بدأت أجهزة قياس التيار الصغيرة والمرنة بدرجة كافية لجرها أو ربطها مباشرة بجسم الرادار ذو الفتحة التركيبية في الثمانينيات، ومنذ ذلك الحين، استخدمت جميع التجارب الميدانية تقريبا على أجسام الرادار ذو الفتحة التركيبية تقنية قياس مباشرة (Allen and Plourde، 1999؛ و 1999؛ و 1999؛ و 2005. و Breivik et al., 2011). وتتيح الطريقة المباشرة، إلى جانب تعريف دقيق للرياح النازلة كحركة الجسم الناجم عن الرياح (ارتفاع مرجعي قدره 10 أمتار) والأمواج بالنسبة إلى التيار المحيط (ما بين 0.3 متر و1.0 متر)، وأخيرا تحلل معاملات المدارج في مكونات الرياح والريح المتقاطعة، اتباع إجراء صارم لإجراء تجارب ميدانية للرياح المداهمة. انظر Allen و Plourde (1999)؛ و Breivik و Allen (2008)؛ ولمزيد من التفاصيل، Breivik et al. (2011).

ثانيا، وكما هو الحال بالنسبة لنمذجة التنبؤ بتسرب النفط، هناك اعتماد حاسم على دقة بيانات الرياح والبيانات الحالية. ومرة أخرى، فإن التيارات هي الأقل دقة وتمثل أكبر مصدر لعدم اليقين في التنبؤات بالانجراف. وتناقش مهارة التنبؤات الحالية للمحيطات بمزيد من التفصيل في القسم 2.1.2.3.

وحتى العقد 2000 لم تتوافر جميع المكونات اللازمة للنمذجة العشوائية بالكامل باستخدام معاملات انجراف عالية الجودة وتنبؤات تفصيلية بالتيارات والرياح. وقد بدأ تشغيل أول نموذج دوار تشغيلي يستخدم جدول معاملات الانجراف الخاصة بحراسة سواحل الولايات المتحدة (Allen and Plourde، 1999) مع حقول التيار ذات النموذج المحيطي العالي الاستبانة وحقول الرياح قرب السطح في عام 2001 (انظر Hackett et al. 2006؛ و Breivik و Allen 2008؛ Davidson وآخرون، 2009). العصر الحديث لتخطيط البحث والإنقاذ الذي يشمل التحديثات اللاحقة ل Bayesian بعد أن بدأ البحث في عام 2007 عندما أطلق فريق تنسيق فضاء الولايات المتحدة (USCG) نظام التخطيط الأمثل للبحث والإنقاذ (SAROPS)، انظر Kratzke et al. (2010). ويستعين النظام (SAROPS) بخادم للبيانات البيئية يحصل على تنبؤات بالرياح والتيارات من عدد من المصادر. وهو يوصي بمسارات بحث لوحدات بحث متعددة تزيد إلى أقصى حد ممكن من احتمال الكشف من زيادة البحث. وكما هو الحال بالنسبة لوكالة CASP، يحسب توزيعات بايزي اللاحقة على موقع الكائن باعتبار البحث غير المطابقة وحركة الكائن. وقد أظهرت التطورات الأخيرة في البحر الأبيض المتوسط (Coppini et al. 2016) القدرة التشغيلية لدعم تشغيل الرادار ذو الفتحة التركيبية من خلال تنفيذ نموذج Leeway مع نظام إدارة الأرصاد الجوية البحرية (CMEMS). الخدمة التي تسمى Ocean-SAR متاحة للمستخدمين في الموقعwww.ocean-sar.com.

وعلى الرغم من أن مستوى التطور والتفاصيل قد زاد زيادة كبيرة في العقدين الماضيين، فإن أوجه عدم اليقين في التنبؤ بال SAR تظل عالية بتصلب. ويظل التحدي الأساسي المتمثل في تقدير مجالات البحث والتنبؤ في وجود أوجه عدم يقين كبيرة هو التحدي نفسه في جوهره، على الرغم من تضاؤل مصادر معينة للأخطاء. والتقدم البطيء الذي أحرز خلال العقود الماضية في خفض معدل توسيع مجالات البحث (ربما أفضل تقدير وحيد للتحسن) هو نتيجة لا يمكن تجنبها جراء تأثر تخطيط الرادار ذو الفتحة التركيبية بمجموعة متنوعة من الأخطاء في المجالات الحالية، وحقول الرياح، والعمليات الفيزيائية المفقودة (مثل آثار الأمواج، انظر Breivik و Allen 2008؛ Röhrs وآخرون، 2012)، وعدم اليقين في مجال التنبؤ العددي بالطقس وهدر التقديرات الخاصة بالخصائص الحقيقية للأجسام. وفي الواقع، قد لا يكون نوع الجسم معروفا في بعض الأحيان، مما يجعل عملية النمذجة بفعالية في عملية تكامل مجموعات تشمل مجموعة من فئات الجسم. وتتراكم كل مصادر الخطأ هذه وتجعل تخطيط الرادارات ذات الفتحة التركيبية بنفس القدر الذي تتراكم فيه العلوم، حيث لا يزال المنقذون يعتمدون في كثير من الأحيان على "حدسهم" بقدر ما يعتمدون على مخرجات أدوات التنبؤ المتطورة. وحدوث معظم حالات الرادار SAR بالقرب من خط الشاطئ وفي مياه محمية جزئيا (Breivik and Allen, 2008) يزيد من الصعوبات نظرا لأن استبانة النماذج التطبيقية للمحيطات في كثير من أماكن العالم لا تزال غير كافية لحل السمات القريبة من الشاطئ.

وطوال العقدين الماضيين، عرضت هذه التطورات والعقبات التي تحول دون إحراز مزيد من التقدم أساسا من خلال سلسلة من حلقات العمل التي نظمت بشأن "التكنولوجيات اللازمة للبحث والإنقاذ وغيرها من العمليات البحرية الطارئة" (2004، 2006 و2008 و2011) نظمه المعهد الفرنسي للبحوث البحرية (IFREMER) بدعم من المعهد النرويجي للأرصاد الجوية، واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (USCG)، والمؤسسة الفرنسية - النرويجية، واللجنة الفنية المشتركة بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمعنية بعلوم المحيطات والأرصاد الجوية البحرية (JCOMM).

2.3.2.2 الحطام البحري والأخطار على الملاحة

وعلى غرار أجسام الرادار ذو الفتحة التركيبية المعتادة وانسكاب النفط، قد يلزم تتبع الحطام البحري العائم للتمكين من التنظيف أو للتخفيف من خطرها على السفن[[3]](#footnote-4). وتشمل هذه الأجسام حاويات الشحن المفقودة على متن السفن، والمحتويات العائمة لحاويات الشحن التالفة، والقمامة البلاستيكية التي تنقل إلى المحيطات من الأنهار أو المرمية فوقها، والحطام الناجم عن حوادث تحطم الطائرات والسفن المغرقة، والسارغاسوم المفرط، فضلا عن الحطام الطبيعي الناجم عن الفيضانات أو الأنهار التي غمرتها الفيضانات (جذوع الأشجار، مثلا) ومن البراكين (السحاب الركامي والرماد). وبغير حاويات الشحن، لم يتسن القياس المباشر لخصائص المداواة للحطام البحري بسبب حجمها النموذجي (أي أصغر من الجيل الحالي من أجهزة قياس التيار). ومع ذلك، يمكن تطبيق تقنية اقترحها Sutherland وآخرون (2020) في حالات محددة من أجل سحب مجرى الأجسام المنساقة المعنية.

وتقترب الاستجابة للأجسام غير الرادارية ذو الفتحة التركيبية من التصدي لتسرب النفط أكثر من الاستجابة لحرف الرادار ذو الفتحة التركيبية والناجين. ويرجع ذلك إلى تنوع الأجسام غير الرادارية ذات الفتحة التركيبية ونقص المعرفة بخصائصها الناقصة. وعلاوة على ذلك، فإن الهدف هو التخفيف من الضرر والتركيز على التنظيف، بدلا من إنقاذ الأرواح. والكثير من هذه الكائنات لا تتدهور بسرعة كبيرة أو على الإطلاق، باستثناء حاويات الشحن التي تغرق في نهاية المطاف والحيتان الميتة التي تحلل أو تقلل أو تستهلك قبل الغرق أو الشواطئ. وكما هو الحال بالنسبة لنمذجة انسكاب النفط، يمكن أن تنخرط آلاف كثيرة من الأجسام في حادث ما، ومن ثم فإنها تولد توزيعا للأجسام الفعلية يمكن مقارنتها بتوزيع الجسيمات المنمذجة.

2.3.3 التطورات المتوقعة لتحسين الخدمات

وفي الأقسام الفرعية السابقة، عرضت أفضل الممارسات الحالية في التنبؤ التشغيلي بالأشخاص والأجسام المنساقة. وقد تبين أن هناك نماذج وخدمات راسخة يمكن للجهات الفاعلة والمناطق الجديدة نشرها أو الوصول إليها واستخدامها. بالإشارة إلى التطورات العامة الواردة في القسم 2.1.4، يعرض هذا القسم بعض التطورات الهامة التي تهدف إلى تحسين كفاءة خدمات التنبؤ وجودة نواتجها.

１. مواصلة العمل الميداني أمر بالغ الأهمية لتوسيع تصنيف الكائنات البحث وإعادة النظر في الكائنات التي تمت دراستها فقط باستخدام أساليب ميدانية قديمة.

２. ولا تزال بيانات الاستبانة الأفقية الأعلى تمثل مشكلة رئيسية بالنظر إلى أن معظم حالات الرادار ذو الفتحة التركيبية تحدث بالقرب من الساحل (Breivik et al., 2013). وتساعد زيادة الاستبانة النموذجية للبيانات التشغيلية النظام على "رؤية" مزيد من التفاصيل عن المياه الساحلية (الجزر، والمضايق، وما إلى ذلك)، ويحمل الوعد بأن ينتج حركة أكثر واقعية للأجسام.

３. نشر الرادارات الساحلية ذات التردد العالي. ونظرا لأن عمليات الرادار SAR تنحو إلى الحدوث بالقرب من الساحل، فإن هناك فائدة محتملة أيضا في استخدام حقول التيار المرصودة من رادار التردد العالي التردد. ويمكن استخدام هذه الرصدات مباشرة أو مزجها مع نتائج نموذج المحيطات للحصول على تنبؤ قصير المدى، على الرغم من أن أفقها الزمني يقتصر على نحو 24 ساعة (انظر مثلا Barrick et al., 2012). والأكثر من ذلك، يمكن استيعاب البيانات في نموذج المحيطات لتحسين التنبؤات الحالية.

４. ويتزايد استخدام نمذجة مجموعات التيارات السطحية من أجل التعامل مع عدم اليقين المرتبط بمجالات القسر. والغرض والفوائد مماثلان لتلك الواردة في القسم 2.3.2.1. وبما أن معظم نماذج الرادار ذو الفتحة التركيبية التشغيلية تقوم على مجموعة (جسيمات)، فإن انتشار أعضاء المجموعات على مجموعة متنوعة من مجالات القسر يكون بسيطا. وستكون مجموعات حقول الرياح مفيدة أيضا، ولكن أوجه عدم اليقين تكون أقل في الثمان وأربعين ساعة الأولى، وتتطلب معظم عمليات البحث تنبؤات قصيرة نسبيا.

５. التعاون بين الدول من أجل تحسين الخدمات. وقد أشير بالفعل إلى ميزة التعاون بين المرافق الوطنية للتنبؤ بالانجرافات فيما يتعلق بتسرب النفط (انظر القسم 2.2.3 §2). ويمكن تحقيق نفس المنافع بالنسبة لعمليات الرادار SAR، لاسيما على المستوى الإقليمي نظرا لأن معظمها يجري بالقرب من الساحل.

６. الخدمات الرجعية - المسار العكسي مهم لفرق الإنقاذ للتأكد من حركة شيء بين التنبؤات المناخية الأساسية والوقت الحالي. قد يساعد تجميع مجالات تحليل الرياح التيارات في خطوات زمنية منتظمة السلطات على تحديد مناطق البحث الأكثر احتمالا بسرعة.

2.3.4 استعراض متطلبات المستخدمين من معلومات الأرصاد الجوية للمحيطات فيما يتعلق بالرصاد الجوية ذات الفتحة التركيبية والأجسام المنساقة

**متطلبات المستخدمين**

|  |  |
| --- | --- |
| المنظمة الدولية | المنظمه البحريه الدوليه |
| الوثائق الدولية | **الاتفاقية الدولية لسلامة الأرواح في البحار، 1974 (SOLAS) (اتفاقية السلامة)**  **الاتفاقية الدولية لأنشطة البحث والإنقاذ البحرية، 1979 (اتفاقية البحث والإنقاذ).**  **يحدد الدليل الدولي للبحث والإنقاذ في مجال الطيران والبحار (IAMSAR)** إجراءات تنسيق عمليات الرادار ذو الفتحة التركيبية. ويحدد المرجع خصائص انجراف الأجسام فيما يتعلق بآثار الرياح التيارات. |
| أي حدود تنسيق دولية | وترعى كل من المنظمة البحرية الدولية (IMO) ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) خططا عالمية للرصد الراداري للأشعة تحت إشراف المنظمة (ICAO)، وتخصص هذه الخطط للإبلاغ عن بعد (SRRs) للدول.  وقد أعدت منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والمنظمة البحرية الدولية (IMO) عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (SRR) بالتشاور مع الدول الأعضاء، وغالبا ما تعكس هذه الاستعراضات مناطق الطيران القائمة وقربها من البلدان.  تتولى هيئة الرادار ذو الفتحة التركيبية المسؤولية عن تنسيق الرادار ذو الفتحة التركيبية خلال حالة الاستغاثة البحرية أو المتعلقة بالطيران في عملية الاستعراض المستمر للمتطلبات (SRR) المخصصة لها. |
| مسؤولية الاستجابة | مركز تنسيق الإنقاذ المشترك (JRCC) أو سلطة وطنية معينة. |
| متطلبات الاستجابة التشغيلية | سلامة وكفاءة طواقم البحث، وتقييم مدة بقاء الشخص، والتنبؤ بحركة الجسم أو الشخص. |
| كيف يتم الإبلاغ عن الحادث | والسفن مسؤولة عن إبلاغ المسؤول عن ذلك إلى السلطة الوطنية. ويمكن إبلاغ السفن أو الأشخاص المفقودين إلى المركز (JRCC) عن طريق النظام (GMDSS). |
| كيف تنسق الاستجابة | والمركز (JRCC) أو السلطة الوطنية المعينة مسؤولان عن تنسيق عملية البحث والترتيب للحصول على معلومات عن الارصاد الجوية البحرية لدعم عمليات تقييم الانجراف وتخطيط البحث. |

الرسم التخطيطي

أوتوماتيا إعداد الوصف

**الشكل 2.3.2: مثال لمخرجات نموذج للأجسام المنساقة تنبؤا بتدفق سحب طافية العمر باستخدام مجموعة من الجسيمات المنساقة.**

**المبينة هي صورة خاطفة بعد انجراف 102 ساعة. وتشير مقاطع الخط الأحمر والخضراء الصغيرة إلى موقع جسيمات المجموعات ومسارها على مدى ساعة واحدة. وتشير الألوان الحمراء والخضراء إلى زاويتي الفسحة. والدائرة الصفراء هي الموقع الأول، ويبين الخط الأصفر مسار مركز سحابة الجسيمات خلال فترة التنبؤ الكاملة (5 أيام). والأضلال الحمراء والخضراء هي تقديرات بدن الم Convex لمناطق البحث عن كل زاوية فسحة.**

### **القسم 2.4: تصريف النويدات المشعة**

2.4.1 معلومات أساسية

أنشأت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مركز الحوادث والطوارئ (IEC) في عام 2005 لتقديم المساعدة على مدار الساعة إلى دولها الأعضاء في التعامل مع الأحداث النووية والإشعاعية، بما في ذلك التهديدات ذات الصلة بالأمن، من خلال تنسيق جهود ومساهمات وإجراءات الخبراء داخل الوكالة الدولية للطاقة الذرية والدول الأعضاء والمنظمات الدولية. اللجنة الاقتصادية الدولية (IEC) هي المنسق العالمي المعني بالتأهب للطوارئ الدولية والإبلاغ عنها والتصدي للحوادث والطوارئ النووية والإشعاعية، بغض النظر عما إذا كانت تنشأ من حادث أو إهمال أو فعل متعمد. وهو المركز العالمي لتنسيق المساعدة الدولية في مجال التأهب للطوارئ والاستجابة لها.

وفي عام 2012، أجرت اللجنة الكهربائية التقنية الدولية تحليلا للثغرات في القدرات المحددة داخليا للاستجابة والتقييم والتنبؤ أثناء الظواهر الإشعاعية أو النووية أو حالات الطوارئ، مع التركيز بشكل خاص على سيناريوهات الحوادث لمحطات الطاقة النووية. وفي الفترة التي تلت حادث فوكوشيما، اتضح أنه سيكون من المفيد إتاحة قدرات النمذجة البحرية في اللجنة الاقتصادية الدولية كجزء من ترتيبات التصدي للطوارئ العادية. ويرجع ذلك إلى القلق إزاء الكميات الكبيرة من المياه الملوثة التي تطلق في المحيطات.

وفي عام 2013، عقدت اللجنة الكهربائية الدولية اجتماعا استشاريا بعنوان "النمذجة البحرية والمائية أثناء حوادث فاعليات الطاقة النووية من 29 تموز/ يوليو إلى 31 تموز/ يوليو، واجتماع فرقة العمل التابعة للجنة الفنية المشتركة (JCOMM) في 1 آب/ أغسطس 2013". ودعت هذه الاستشارات خبراء في النمذجة البحرية والمائية إلى فيينا لمناقشة استخدام هذه القدرات أثناء الاستجابة لحدث إطلاق إشعاعي. واستكشفت الأساليب المتاحة للقيام بهذا النوع من النمذجة، وناقشت أفرقة الخبراء والمنظمات القائمة في الميدان، وصاغت مقترحات لاتخاذ إجراءات في المستقبل من أجل اللجنة الاقتصادية الدولية لتحسين قدراتها في هذا المجال (على المدى القصير والطويل على حد سواء). وناقشت الجهات الاستشارية خلال حدث ما خصائص الخدمات وأنواع النواتج من النماذج البحرية التي يمكن تقديمها إلى فريق فني في اللجنة الفنية المشتركة (IEC) من أجل تقديم تحليلات ورؤية مفيدة بشأن التطور المحتمل للتلوث البحري. وإضافة إلى ذلك، ناقش الاجتماع الاستشاري ما هي أنواع المعلومات التي يمكن أن تقدمها اللجنة (IEC) إلى الدول الأعضاء لأغراض التخطيط والفهم الخاصة بها خلال اللقاء.

وناقش الاجتماع الخيارات المتاحة للوصول إلى قدرات النمذجة الأوقيانوغرافية في اللجنة التقنية الدولية (IEC) خلال حدث إطلاق مشعة. واتفق المشاركون على أن الخيار الأكثر مثالية للجنة الاقتصادية الدولية في هذه المرحلة هو تنظيم قدرة خبراء خارجية تستضيفها اللجنة الخارجية وتتاح عند الحاجة. وقد يكون تنفيذ هذا الاتفاق مماثلا للاتفاق القائم بين اللجنة الاقتصادية الدولية (IEC) والمنظمة (WMO) لدعم نمذجة الأرصاد الجوية. ويمكن تنفيذ هذه البروتوكولات من خلال البرنامج (RANET) تبعا لمنظمات خبراء النمذجة البحرية المحددة.

وخلال الاجتماع، ناقش فريق الخبراء ما هي التوصيات العامة التي يمكن تقديمها إلى اللجنة الفنية المشتركة (IEC) لاستخدامها كإرشادات خلال أي تعاون مستقبلي مع المنظمات ذات القدرات القائمة في مجال النمذجة البحرية لوضع ترتيبات عمل. وترد التوصيات المقدمة في المرفق 1.

2.4.2 استعراض القدرات القائمة

ويتكون نظام نمذجة بحرية لمحاكاة تشتت المواد المشعة من نموذج دوران المحيطات ونموذج تشتت النويدات المشعة. ويوفر نموذج دوران المحيطات هيكل المحيطات، من قبيل التيارات والدوات وكثافة المياه من سطح البحر إلى القاع. ويحسب نموذج تشتت النويدات المشعة حركة المواد استنادا إلى هيكل المحيطات عن طريق نموذج الدوران، مع أخذ المعلومات الخاصة بمصطلح مصدر الإطلاق (وقت التسرب، والكمية، والشكل الكيميائي للمواد) لكل من الانبعاج المباشر في البحر ومن الترسب الجوي.

وفي اليابان، أجرت عدة مجموعات عمليات محاكاة للتشتت المحيطي بعد حادث فوكوشيما. وعلى الرغم من أن كل مجموعة استخدمت مجموعة مختلفة من النماذج وأظهرت نتائج مختلفة، من خلال استعراضها، تبين أن التيار الضعيف باتجاه الجنوب على طول ساحل فوكوشيما حدد الاتجاه الأولي للنقل، وأن الهياكل المتوسطة النطاق وأنظمة التيارات السطحية تسهم في التشتت في المناطق الواقعة خارج الجرف القاري. ومن بين هذه النماذج، قامت الوكالة اليابانية للطاقة الذرية (JAEA) بمحاكاة التشتت Cs137 والتحقق منه لوصف انتقالها على المدى المتوسط إلى الطويل في المحيطات، باستخدام نموذج للتشتت النووي (GEARN) أعده الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JAEA) ونموذجا لدوران المحيطات (MOVE/MRI.COM، 1/10 ◦ لشمال غرب المحيط الهادئ) أعده معهد بحوث الأرصاد الجوية (MRI/JMA). ويبين أن Cs137 الصادر مباشرة يتقدم شرقا على طول امتداد Kuroshio، مع امتزاجه والتخفيف منه بواسطة دوامات النطاق المتوسط، وتصل إلى 170 ⁰W بعد عام واحد.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية، استخدم المركز الوطني للتنبؤات البيئية (NCEP) التابع للمرفق الوطني للطقس (NWS) تتبع الجسيمات للتنبؤ بحركة النويدات المشعة في المحيطات بعد وقت قصير من الحادث النووي بالقرب من فوكوشيما. واستخدمت مجالات التنبؤ الآني/ التنبؤ اليومي من نموذج المحيطات المنسق (HYCOM) الذي يقع في المركز الوطني للتنبؤات المساحية (NCEP) باعتباره النظام العالمي للتنبؤ في الوقت الحقيقي (RTOFS-Global)، لتتبع الجسيمات الخاملة على سطح المحيط، بافتراض أن سلوك السطح تمثله بشكل معقول الطبقة المختلطة من المحيطات، وأن النويدات المشعة غالبا ما تحتوي عليها وتوزعها الطبقة العليا المختلطة من المحيطات. وانصب التركيز على إعداد معلومات يمكن اتخاذ إجراءات على أساسها من أجل الفريق العامل الحكومي المشترك بين الوكالات (IWG) في الوقت شبه الحقيقي باستخدام الموارد المتاحة.

ومع المعلومات المتعلقة باقتفاء الجسيمات، أصدر المركز الوطني للتنبؤات القطبية (NCEP) تقديرات للاحتفاظ بوقت النويدات المشعة بالقرب من الساحل، وكذلك النطاق الزمني لتشتت هذه المواد عبر المحيط الهادئ، لا سيما عن طريق النظم الحالية المستمرة مثل كوروشيو وامتدادها، وأوياشيو. وساعد ذلك على تحديد كل من المناطق التي يحتمل أن تكون آمنة في المحيط الهادئ، والمناطق التي يحتمل أن تتعرض لها على نطاقات زمنية تمتد من أسابيع إلى أشهر. وباستخدام تتبع الجسيمات مقترنا بترسب النويدات المشعة في الغلاف الجوي، حدث تخمين أول لتلوث المياه السطحية للمحيطات.

وجرى تسليم أول نواتج لتتبع الجسيمات إلى الفريق العامل الدولي (IWG) بصورة روتينية في غضون أربعة أسابيع من أول إطلاق مهم للنويدات المشعة وأتاحت تقديرات كمية للتلوث البحري الأول للفريق العامل الدولي في حوالي 6 أسابيع (H. Tolman et al., 2013).

وفي فرنسا، قامت مجموعة "SIROCCO" (من المركز الوطني (CNRS) وجامعة تولوز) بإجراء عمليات محاكاة، بناء على طلب الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)، باستخدام نموذج دوران المحيطات 3D SIROCCO لتقصي تشتت النويدات المشعة في مياه البحر الناجمة عن حادث فوكوشيما النووي. ويستخدم النموذج شبكة أفقية ممتدة ذات الاستبانة الأفقية المتغيرة، من 600 متر بالقرب من فوكوشيما إلى 5 كيلومترات في عرض البحر. ويرد المجالان الأوليان وظروف الحدود المفتوحة العرضية من خلال النظام العالمي لمخروط (Mercator) الذي يبلغ الاحترار فيه 1/12 درجة. وكان فريق SIROCCO أول من نشر على شبكة الويب نتائج عن التشتت البحري للنويدات المشعة (Estournel et al., 2012).

وفي الفترة من عام 2012 إلى عام 2014، نظم مجلس العلوم الياباني مقارنة بين نماذج تشتت الغلاف الجوي والمحيطات، تحاكي مستقبل الانبعاثات المشعة من فوكوشيما. وقد نشرت النتائج في أواخر عام 2014 (مجلس العلوم الياباني، 2014). وهي متاحة مجانا علىhttp://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/cesddb/scj\_fukushima/index\_j.html.

ويخلص التقرير إلى أنه على الرغم من وجود أوجه تشابه بين التشتتات المحاكاة المختلفة، توجد اختلافات كبيرة بين النماذج المتعلقة بالتوزعات المكانية والزمانية الناتجة عن اختلاف النهج وشروط المصدر المطبقة. ولا يمكن تحديد النموذج الذي ينتج النتائج الأقرب إلى القياسات. وتقلبية الدوران البحري في منطقة الاختلاط بين كوروشيو وأوياتشيو شرق فوكوشيما تفسر إلى حد كبير هذه التقلبية بسبب وجود دوامات غير مستقرة.

وتبين هذه المقارنة أن هناك حاليا عدة نماذج قادرة على إجراء عمليات محاكاة لحدوث انحراف النويدات المشعة في المحيطات. وتبين الاختلافات بين عمليات المحاكاة في فترة تشتيت محدودة (من آذار/ مارس إلى حزيران/ يونيو 2011) مدى خطورة استخدامها في تقييم تشتت إطلاقات النويدات المشعة على المدى المتوسط. وتظل القياسات على العينات في البحر هي الطريقة الوحيدة الموثوقة لتقدير التشتت في هذه المنطقة.

وتتباين تقديرات المصطلح المصدري لمحاكاة فوكوشيما تباينا شديدا. ولا يزال التصريف المباشر المقدر للبحر في نيسان/أبريل 2011 موضع جدل بين المحققين المختلفين. أجريت العديد من التقييمات بشأن مدخلات من 137Cs. وكان الترسب الجوي على سطح البحر مسؤولا عن كميات من نفس الحجم تقريبا، ولكن مع توزيع واسع النطاق في شمال المحيط الهادئ في الأشهر الأولى بعد الحادث.

نشر الفريق العامل التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية (MODARIA) والمعني بنمذجة التشتت البحري ونقل النويدات المشعة الصادرة عن عرضيا من المرافق الأرضية ورقة عن نماذج تطبق على محاكاة 137 محطة بحرية للتشتت البحري بعد الحوادث النووية الأخيرة (Periáñez وآخرون، 2014). وطبقت نماذج التشتت الحديثة لمحاكاة تشتت 137 محطة تشرنوبيل للطاقة النووية من كارثة محطة تشرنوبيل النووية في بحر البلطيق ومن إطلاق محطة فوكوشيما دايتشي النووية في المحيط الهادئ بعد كارثة التسونامي في عام 2011. وقد استخدمت مجموعة واسعة من النماذج، من النماذج الإطارية إلى النماذج ثلاثية الأبعاد بالكامل، وشملت جميعها تفاعلات المياه/ الرواسب. وكان الاتفاق بين النماذج جيدا جدا في البلطيق. وفي حالة فوكوشيما، لا يمكن اعتبار النتائج المستمدة من النماذج مقبولة إلا بعد عملية تنسيق نموذجية تتألف من استخدام القسر نفسه تماما (دوران المياه والبارامترات) في جميع النماذج. ووجد أن ديناميات النظام الذي تم النظر فيه (حجم التيارات وتقلبها) كانت أساسية في التوصل إلى توافق جيد بين النماذج. وسلط الضوء على الصعوبات التي تواجه وضع نماذج عملية لدعم صنع القرار في هذه البيئات الدينامية.

وحددت ثلاث مراحل يجب النظر فيها بعد حالة طوارئ، تحتاج كل واحدة منها إلى نهج نمذجة محددة. وهي حالات الطوارئ والمراحل اللاحقة للطوارئ والمراحل الطويلة الأجل.

1. مرحلة الطوارئ: يمتد النطاق الزمني للمحاكاة من ساعات إلى بضعة أيام ويحل المقياس المكاني من عشرات إلى بضع مئات من الكيلومترات. في هذه الحالة، ينبغي أن يقدم النموذج استجابة سريعة جدا (في غضون ثوان إلى بضع دقائق) لاتخاذ قرار، على سبيل المثال، إذا كان يجب السباحة على الفور ويحظر الصيد في أحد الشواطئ أو المنطقة التي يجب حظر الصيد فيها. ويمكن تحقيق هذه الاستجابة السريعة باستخدام بيانات عن التنبؤ بالتيارات وانتشار الأمواج من النماذج البحرية التشغيلية واستخدام نماذج Lagrangian للتنبؤ بانتقال النشاط الإشعاعي. والأفق الزمني للتنبؤ بالتيارات والأمواج المائية هذا محدود بالنطاق الزمني للتنبؤات بالطقس، الذي يتراوح من 7 أيام إلى 10 أيام تقريبا. ويقدم Periáñez و Pascual-Granged (2008) وEstournel وآخرون (2012) وDuffa et al. (2016) و Garraffo et al. (2016) و Maderich et al. (2016) أمثلة على هذا النهج. ويمكن أيضا تقدير تلوث المنتجات البحرية باستخدام نماذج دينامية الكائنات الحية، كما حدث مع Duffa et al. (2016) وفي هذه المرحلة الأولية، من شأن مخرجات النموذج أن تساعد أيضا على وضع استراتيجيات لأخذ العينات من أجل الرصد.

2. مرحلة ما بعد الطوارئ: يمتد النطاق الزمني إلى بضعة أسابيع والنطاق المكاني إلى 1000-100 كم. وقد ننظر في إنشاء محطة لتحلية الملوحة تنتج مياها عذبة للري على بعد بضع مئات من الكيلومترات من المرفق النووي. وينبغي اتخاذ قرار إذا كان ينبغي وقف أخذ مياه البحر. في هذه المرحلة، هناك وقت لتقديم إجابة مما كانت عليه في المرحلة الأولى. غير أن استخدام التنبؤات القصيرة الأجل الخاصة بالمحيطات ليس مجديا. ويكمن الحل المحتمل في استخدام بيانات من فترات مماثلة للسنوات السابقة وتشكيل مجموعة من تنبؤات النشاط الإشعاعي لتقدير التلوث المستقبلي للمياه والرواسب والكائنات الحية. وفيما يتعلق بنموذج التشتت، يمكن استخدام النهجين Lagrangian و Eulerian (مثل Kawamura et al., 2011، Simonsen وآخرون (2017) و Periáñez وآخرون، 2012). وتبين أن التفاعلات مع المواد المعلقة ورواسب قاع البحار تؤثر على نمط النقل بعد حادث فوكوشيما (Choi et al., 2013؛ وS. و Min وآخرون، 2013).

3. المرحلة الطويلة الأجل: ستعني هذه المرحلة تقييم العواقب الطويلة الأجل للحادث، بما في ذلك انتقال النويدات المشعة إلى الرواسب والكائنات الحية، فضلا عن تقييم الدور المحتمل للرواسب كمصدر للتلوث بمجرد انخفاض تركيزات النويدات المشعة في مياه البحر (Periáñez، 2003). ويمكن إجراء هذا التقييم مع النماذج التي وضعها Euler، والتي يسهل فيها إدراج هذه العمليات المعقدة أكثر مما تدرج في نظم Lagrangian ونماذج الكائنات الحية الدينامية المقترنة (Vives i Batlle et al., 2016). ويتم الحصول على المجالات الحالية للمحيطات من قياس المتوسط الزمني لنواتج نماذج دوران المحيطات. ويمكن إجراء عمليات محاكاة على مدى عدة أشهر لنطاقات مكانية تبلغ نحو مئات الكيلومترات. وحتى بالنسبة للتقييمات الأطول أجلا (من سنوات إلى عقود والآلاف من الكيلومترات)، يوصي بعض المؤلفين باستخدام نماذج إطارية (Lepicard et al., 2004؛ وSs. وIosjpe وآخرون، 2009). وبالنسبة لهذه النطاقات الزمنية، تصبح التكلفة الحسابية لاستخدام النماذج ثلاثية الأبعاد باهظة وليست النتائج أفضل من نماذج الإطارات الأرخص.

وعلى أي حال، تبين، بالنسبة للبيئات شديدة الدينامية، أن مخرجات النموذج حساسة للغاية للنموذج المستخدم للتنبؤ بالدوران المحيطي. ومن ثم، ينبغي اختيار نموذج دوران المحيطات بعناية فائقة وبعد إجراء مقارنة مفصلة مع القياسات المحلية للتيارات. وبهذا المعنى، يشير Duffa وآخرون (2016) إلى أنه ينبغي استخدام تنبؤات محلية عالية الاستبانة بالدوران البحري في النمذجة الطارئة. ورغم أن النماذج العالمية لدوران المحيطات تنتج صورا واقعية للدوران العام في المحيطات، فإن مخرجاتها تختلف من حيث النطاق المحلي في البيئات الدينامية، ويرجع ذلك، جزئيا على الأقل، إلى الاستبانة المكانية الخشنة نسبيا.

وبشكل عام، ينبغي ضبط النماذج التي ستستخدم في حالات الطوارئ المتعلقة بتسرب النويدات المشعة في البيئة البحرية بعناية لكل موقع بعينه، أي لكل مرفق نووي تقرر أن تكون له أداة نمذجة لدعم صنع القرار بعد حدوث حالة طوارئ محتملة هناك. وبعبارة أخرى، لا يمكننا أن نثق مسبقا في النماذج العامة التي تستورد تنبؤات المحيطات بالتيارات إذا ما انطوت على بيئة دينامية للغاية.

2.4.3 التطورات من أجل تحسين الخدمات

وكما هو مبين أعلاه، هناك نماذج مفيدة للانجراف ومصير النشاط الإشعاعي في المحيطات. ويمكن بسهولة تكييف خدمات التنبؤ من خدمات الانجراف والأقدار الحالية، مثل الانسكابات النفطية، ويمكن أن تنشرها وتستخدمها جهات فاعلة جديدة ومن أجل مناطق جديدة. بالإشارة إلى التطورات العامة الواردة في القسم 2.1.4، يعرض هذا القسم بعض التطورات الهامة التي تهدف إلى تحسين كفاءة خدمات التنبؤ بتشتت النويدات المشعة وجودة نواتجها.

1. الوصول إلى بيانات المصدر، وقياسات ميدانية للنويدات المشعة، وتطوير تقنية عكسية لتقييم مدة المصدر. وتشكل المعلومات المتعلقة بمصطلح مصدر الإطلاق (مكان ووقت إطلاق المواد المشعة ومدتها وكميتها، والشكل الكيميائي للمواد المشعة) للإطلاق المباشر في البحر ومن الترسب الجوي عنصرا رئيسيا. وهذا يعني أن مخرجات عمليات محاكاة الغلاف الجوي متاحة بسهولة أكبر.

2. معلومات عدم اليقين. وبالنسبة لنمذجة تنبؤات انجراف المواد المشعة والتشتت، فإن كل من طرائق النموذج الواحد والنمذجة البحرية (MME) قابلة للاستمرار. فعلى سبيل المثال، بالنظر إلى التحسينات في الوصول إلى البيانات الموصوفة أعلاه، من الممكن تماما الحصول على مجموعة من مجموعات بيانات القسر لإجبار نفس نموذج انجراف المواد المشعة وتشتتها على المواد المشعة. وعلى العكس من ذلك، يوجد بالفعل في بعض المناطق عدد من نظم التنبؤ بالمواد المشعة التشغيلية المنساقة والتشتت التي تتداخل جغرافيا؛ وينبغي إبرام اتفاقات بشأن إجراء تنبؤات بالأحداث التي تقع ضمن المنطقة المشتركة.

3. التعاون المتعدد الجنسيات من أجل تطوير النماذج. وتطوير شفرات نماذج المجتمعات المحلية المفتوحة أمر مفيد بشكل خاص في سياق نشر نماذج انجراف المواد المشعة وتشتتها في الدول البحرية النامية. ومن المتطلبات الهامة لتطوير النماذج تحديد الاختبارات والحالات المرجعية. وسيكون من المفيد بصفة خاصة إنشاء عدد قليل من الحالات الحقيقية الموصوفة جيدا والتي يمكن الحصول على بيانات القسر والتصديق بشأنها بسهولة.

4. التعاون المتعدد الجنسيات من أجل تحسين الخدمات. وقد أشير بالفعل إلى ميزة التعاون بين المرافق الوطنية للتنبؤ بالانجرافات فيما يتعلق بحادثة فوكوشيما المذكورة أعلاه، وفي السياق الأكثر رسمية للتنبؤ على أساس المجموعات المتعددة النماذج (MME، راجع القسم 2.1.4). وإلى جانب تبادل مخرجات النماذج، هناك ميزة محتملة في التعاون على روابط أخرى في سلسلة الإنتاج. فعلى سبيل المثال، التبادل القوي لبيانات القسر، والظروف الأولية (بيانات الكشف)، أنساق الملفات المتفق عليها، وطرق التصور، وأرشفة بيانات حالة الاختبار، وما إلى ذلك.

وبالإشارة إلى القسم 2.1.4، يتمثل جانب آخر من جوانب التعاون المتعدد الجنسيات في دعم التنمية في الدول البحرية التي تفتقر حاليا إلى خدمات التنبؤ الكافية بالمواد المشعة المنساقة والتشتت الخاصة بها. ويعد تبادل الخدمات على المستوى الإقليمي بديلا ممكنا، بالنظر إلى تحسين الوصول إلى بيانات القسر الجيوفيزيائي وشفرات نماذج الانجراف، ويمكن أن يكون وسيلة فعالة من حيث التكلفة للمضي قدما. وبينما يمكن تغطية جميع محيطات العالم بواسطة نظم عالمية تعمل في عدد قليل من البلدان المتقدمة النمو، فإن الحاجة إلى معلومات أكثر تفصيلا بالقرب من الساحل تعني أن هناك في نهاية المطاف حاجة إلى خدمات التنبؤ بالانجرافات على النطاقات المحلية دعما للاستجابة المحلية لحالات الطوارئ. ويمكن أن يكون نظام دعم إقليمي، على غرار شبكة المراكز الإقليمية المتخصصة للأرصاد الجوية (RSMC)، أداة فعالة لدعم المنظمة (WMO) للدول الأعضاء النامية، لا سيما من أجل التصدي لطوارئ النويدات المشعة.

5. وظائف نماذج محددة. وقد وضعت نماذج انجراف المواد المشعة وتشتتها مع وظائف مختلفة إلى حد ما تبعا لأهم المتطلبات المحلية. ومع ذلك، هناك تحرك نحو قدرات نماذج أكثر شمولا. وفيما يلي قائمة بقدرات النماذج التي شهدت تنفيذا محدودا، ولكن ينبغي إتاحتها على نطاق أوسع:

 المواد المشعة في الجليد البحري

 مزيج من التسرب المباشر إلى البحر (السطح أو تحت السطح) والترسب الجوي؛

 تطوير قاعدة بيانات النويدات المشعة بما في ذلك 137Cs و134Cs و90Sr و131I وT و99tc وما إلى ذلك، توفر بارامترات التفاعل مع المواد الجسيمية والكائنات الحية والبشر في عمود المياه والوصلات البينية للغلاف الجوي/ مياه البحر/ الرواسب؛

 إعادة تركيب المواد المشعة حجما وموقعا وفقا للرصدات

 الانتقال إلى المكونات البيولوجية والرواسب

 إدراج التيارات المدية في المناطق التي لا تتوافر فيها بيانات نموذج المحيطات؛

 إدراج إمكانية الوصول إلى بيانات القسر الجيوفيزيائي المناخي للتنبؤات الطويلة المدى (من الأسابيع إلى الأشهر)؛

 معايير تبادل بيانات نموذج انجراف المواد المشعة والتشتت

2.4.4 استعراض متطلبات المستخدمين من معلومات الأرصاد الجوية للمحيطات من أجل التصدي لطوارئ تشتت النويدات المشعة

**متطلبات المستخدمين**

|  |  |
| --- | --- |
| **المنظمة الدولية** | **الوكاله** |
| **الوثائق الدولية** | والوكالة الدولية للطاقة الذرية والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية والمنظمة الدولية للأرصاد الجوية جزء من الخطة المشتركة لإدارة الطوارئ الإشعاعية التابعة للمنظمات الدولية (EPR-JPLAN). وتتوافر لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) والمنظمة (WMO) نسق محدد لطلب معلومات من مركز إقليمي متخصص للأرصاد الجوية (RSMC) للتصدي للطوارئ البيئية النووية. |
| **أي حدود تنسيق دولية** | النيل. مؤجلة إلى الدول الساحلية. |
| **مسؤولية الاستجابة** | الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) أو السلطة الوطنية المعينة. |
| **متطلبات الاستجابة التشغيلية** | سلامة وكفاءة طواقم الاستجابة، والتنبؤ بحركة الجسيمات. |
| **كيف يتم الإبلاغ عن الحادث** | وفي إطار اتفاقية الإخطار المبكر بوقوع حادث نووي، تبلغ الوكالة الدولية للطاقة الذرية أمانة المنظمة (WMO) ومركز تجميع أوبك أوفنباخ (ألمانيا) بحالة الطوارئ. |
| **كيف تنسق الاستجابة** | والوكالة الدولية للطاقة الذرية أو السلطة الوطنية المعينة مسؤولة عن ترتيب المعلومات لدعم تقييمات الانجرافات. |

### **القسم 3: أنشطة المنظمة (WMO) وأدوارها في دعم التصدي للطوارئ البحرية**

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) "وكالة متخصصة" تابعة للأمم المتحدة لها صوت رسمي فيما يتعلق بالمسائل المتعلقة بالمناخ والطقس والماء والبيئة، ولا سيما فيما يتعلق بالتنمية المستدامة وسلامة الناس والممتلكات.

يحدد هذا القسم طريقة تشكيل المنظمة (WMO) وشبكة دعم أنشطة التصدي للطوارئ (ERA) التابعة لها، وكيفية تفاعلها مع أنشطة الاستجابة القائمة. للاطلاع على مخطط عام عن التصدي للطوارئ البحرية (بما في ذلك كل من تدابير التصدي للطوارئ البحرية (MEER) و SAR) في المنظمة (WMO) منذ إنشائها، انظر [https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER.](https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER)

### **القسم 3.1 التصدي لطوارئ التلوث البحري**

وقد وافقت لجنة الأرصاد الجوية البحرية التابعة للمنظمة (WMO) في دورتها الحادية عشرة (لشبونة، نيسان/ أبريل 1993) على مواصفات المنظمة الخاصة بخدمات التصدي قتامة التصدي والأرصاد الجوية البحرية وأقرتها اللجنة في دورتها الثانية عشرة (هافانا، آذار/ مارس 1997). انظر [https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER#MPERSS.](https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER#MPERSS)

نظام دعم التصدي لطوارئ التلوث البحري (MPERSS)

وقد أنشئ نظام التصدي لطوارئ التلوث البحري فيما يتعلق بأعالي البحار بهدف أساسي هو إنشاء نظام عالمي منسق لتوفير معلومات الأرصاد الجوية والأوقيانوغرافية لعمليات التصدي لطوارئ التلوث البحري خارج المياه الواقعة في نطاق الولاية الوطنية. وقد قسمت محيطات العالم إلى مناطق حوادث التلوث البحري (MPIs) مماثلة لمناطق مناطق الأرصاد الجوية البحرية (METAREAS) الخاصة [http://weather.gmdss.org/ النظام العالمي (GMDSS) التابع للمنظمة البحرية الدولية (IMO)](http://weather.gmdss.org/) والمنسقين المعنيين بالأرصاد الجوية والأوقيانوغرافيا المساحية (AMOCs) لكي يوفروا جميعا نواتج وخدمات تتعلق بالتلوث البحري.

المركز **(AMOC**) هو مرفق وطني قبل مسؤولية تنسيق تقديم معلومات إقليمية عن الأرصاد الجوية والمعلومات الأوقيانوغرافية حسب الاقتضاء، وتصدر هذه المسؤولية لدعم عمليات التصدي لطوارئ التلوث البحري في المنطقة المعينة التي قبل المرفق (أو الخدمات) المسؤولية عنها. واللجنة (AMOC) متاحة أيضا لتقديم الدعم والمشورة المناسبين للمياه الخاضعة للولاية الوطنية داخل منطقتها إذا طلبت ذلك البلدان المعنية.

**ويشمل الدعم الذي توفره اللجنة (AMOC) ما يلي[[4]](#footnote-5):**

(أ) التنبؤات والإنذارات الأساسية بالأرصاد الجوية المعدة خصيصا للمنطقة المعنية (المناطق المعنية)؛

**ويمكن أن يشمل الدعم المقدم من اللجنة (AMOC) أيضا ما يلي:**

(ب) التنبؤات الأوقيانوغرافية الأساسية للمنطقة المعنية (المناطق المعنية)؛

(ج) رصد قيم متغيرات جوية وأوقيانوغرافية محددة، وتحليلها والتنبؤ بها كمساهمة في النماذج التي تصف حركة التلوث البحري وتشتته وتبدده وحله؛

(د) وفي بعض الحالات، تشغيل هذه النماذج؛ و

(ه) وفي بعض الحالات، الوصول إلى مرافق الاتصالات الوطنية والدولية؛

(و) دعم تشغيلي آخر.

وقد تكون المعلومات الصادرة قد أعدت فقط بواسطة اللجنة (AMOC) أو مرفق دعم آخر أو مزيج من كليهما، استنادا إلى اتفاق بين المرافق المعنية. وينبغي الاحتفاظ على الموقع الشبكي نظام التصدي لطوارئ التلوث البحري (MPERSS) (الذي يجري استعراضه حاليا) بتفاصيل الموقع والاتصال (الهاتف والبريد الإلكتروني والتلكس والفاكس وما إلى ذلك) الخاصة بأي سلطة (أو سلطات) معنية بعمليات التصدي لطوارئ التلوث البحري.

دور لجنة الخدمات التابعة للمنظمة (WMO) (SERCOM)

لجنة الخدمات (SERCOM) التابعة للمنظمة (WMO) هي الهيئة الحكومية الدولية لخبراء المنظمة (WMO) التي تمكنها من العمل في أنشطة الخدمات والتطبيقات التي تدعم احتياجات الأعضاء والعضو. وهي تتألف من عدة لجان دائمة، تشمل إحدىها - اللجنة الدائمة لخدمات الأرصاد الجوية البحرية والخدمات الأوقيانوغرافية (SC-MMO) - التركيز على دعم الأعضاء وتمكينهم في مجال MEER و SAR. وتكلف فرقة الخبراء المعنية بالتصدي للأحوال الساحلية والطوارئ بإعداد المشورة الفنية والمواد الإرشادية بشأن خدمات معلومات MEER، ونظم معالجة البيانات والتنبؤ، وكذلك مراقبة عمليات المراكز المتخصصة التابعة للنظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS) فيما يتعلق بالتصدي للطوارئ البحرية البحرية (MEER)، ووضع المعايير وصيانة النواتج بالتعاون مع فرقة لجنة البنية التحتية (INFCOM) الرائدة في النظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS). ويتم تعزيز الاتصال الوثيق مع الشركاء المعنيين، مثل المنظمة البحرية الدولية (IMO) والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)، لضمان الدعم المنسق من جانب جميع الجهات الفاعلة الرئيسية في عملية التأهب لحالات الطوارئ والتصدي لها.

3.1.1 التصدي للطوارئ البيئية النووية وغير النووية في المنظمة (WMO)

تشمل أنشطة المنظمة (WMO) للتصدي للطوارئ البيئية النووية وغير النووية، بوجه عام، المجال العام لتطبيق تقنيات متخصصة لنمذجة الانتشار في الغلاف الجوي لتتبع انتشار المواد الخطرة المحمولة في الهواء والتنبؤ بها في حالات الطوارئ البيئية. ويعتمد هذا النوع من التطبيقات المتخصصة اعتمادا مباشرا على البنية التحتية التشغيلية لنظم التنبؤ العددي بالطقس (NWP) التي يجري تنفيذها وصيانتها في الكثير من النظم (GDPFS) التابعة لمراكز الأرصاد الجوية العالمية والإقليمية والوطنية التابعة للمنظمة (WMO).

وقد أنشئ هذا الإطار لمراكز النظام (GDPFS) لمساعدة المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) ووكالاتها الوطنية، فضلا عن المنظمات الدولية ذات الصلة (والوكالة الدولية للطاقة الذرية في المقام الأول)، على التصدي بفعالية لحالات الطوارئ البيئية مع تشتت المواد الخطرة المحمولة جوا على نطاق واسع. وفي أعقاب حادث محطة تشرنوبيل للطاقة النووية في عام 1986، ركزت أنشطة المنظمة (WMO) ترتيباتها التشغيلية ودعمها على الحوادث النووية؛ ومؤخرا، وسعت المنظمة (WMO) أنشطتها لتشمل أيضا دعم الأرصاد الجوية في التصدي لطوارئ تشتت الدخان الناجم عن الحرائق الكبيرة والرماد والانبعاثات الأخرى الناجمة عن الانفجارات البركانية والانبعاثات الكيميائية الناجمة عن الحوادث الصناعية.

أنشطة التصدي للطوارئ النووية

ولدى المنظمة (WMO) ترتيبات دولية تشغيلية مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية لبدء تقديم دعم متخصص في مجال الأرصاد الجوية للاستجابة للطوارئ البيئية المتصلة بالحوادث النووية والطوارئ الإشعاعية، عند الحاجة. وتؤدي المنظمة (WMO) دورا مهما في هذا الصدد من خلال قدرتها الفريدة على التنبؤ العددي بالطقس (NWP) على محاكاة حركة المواد المشعة وتشتيتها في الغلاف الجوي والتنبؤ بها.

وقد نفذت المنظمة (WMO) نظاما مكونا من عشرة مراكز متخصصة للنمذجة العددية تسمى المراكز الإقليمية المتخصصة للأرصاد الجوية (RSMCs)، وهي مراكز تعد في جميع الأوقات لتقديم عمليات محاكاة حاسوبية عالية التخصص للغلاف الجوي تنبؤات بحركة النشاط الإشعاعي المحمول جوا على المدى الطويل. وهذه المراكز المتخصصة، التي تمثل تغطية عالمية كاملة على مدى 24 ساعة يوميا، توجد في المراكز الوطنية للأرصاد الجوية في إكستير (المملكة المتحدة)، تولوز (فرنسا)، ملبورن (استراليا)، مونتريال (كندا)، واشنطن (الولايات المتحدة الأمريكية)، بيجين (الصين)، أوفنينسك (الاتحاد الروسي)، أوفنباخ (ألمانيا)، فيينا (النمسا)، طوكيو (اليابان). ويشمل النظام أيضا بوابة للاتصالات في أوفنباخ (ألمانيا) لتوفير إخطار وروابط معلومات في الوقت الحقيقي بين مركز الحوادث والطوارئ التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA-IEC) والمنظمة (WMO). وتقدم هذه المراكز، بناء على الطلب، المنتجات المتخصصة في غضون ثلاث ساعات إلى المراكز الوطنية للأرصاد الجوية، والوكالة الدولية للطاقة الذرية.

ويمكن أن يؤدي التخطيط الجيد قبل حدوث حالة طارئة إلى تحسين التصدي لها تحسينا كبيرا. ولهذا الغرض، وضعت الخطة المشتركة لإدارة الطوارئ الإشعاعية للمنظمات الدولية. وتحافظ الوكالة الدولية للطاقة الذرية على هذا الاتفاق وتشمل المنظمات الدولية الأطراف في الاتفاقية الدولية للإخطار المبكر بوقوع حادث نووي وفي اتفاقية المساعدة في حالة وقوع حادث نووي أو الطوارئ الإشعاعية، وكذلك بعض المنظمات الدولية التي تشارك في أنشطة اللجنة المشتركة بين الوكالات المعنية بالتصدي للحوادث النووية.

والمنظمة (WMO) طرف في هذه الاتفاقيات، وتشارك في الاستعراض والصيانة المنتظمين للخطة المشتركة، بما في ذلك برنامج ممارسة الاتفاقية.

الاستجابات للطوارئ البيئية غير النووية

وقد وسعت المنظمة (WMO) نطاق وقدرات أنشطتها للتصدي للطوارئ لتشمل حالات الطوارئ البيئية غير النووية - وهو مجال قيد الاستكشاف والتطوير في مجال الحوادث الكيميائية وحالات الطوارئ.

وتقع على عاتق العديد من المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) مسؤولية وطنية عن تقديم الدعم في مجال الأرصاد الجوية للتصدي لطوارئ الحوادث الكيميائية. وتتراوح الخدمات بين الرصدات والتنبؤات والإنذارات الجوية المقدمة للعمليات الميدانية، إلى توفير نواتج متخصصة ومشورة خبيرة بشأن انتشار الملوثات في الغلاف الجوي. وتستثمر بعض الحكومات وتتعاون في مجال العلم والتكنولوجيا وتستعرض الترتيبات التشغيلية لتحسين مستوى التدابير الأمنية الخاصة بها، بما في ذلك في مجالات مراقبة البيئة في بيئات معقدة والنمذجة العددية والمحاكاة للكشف عن انتقال المواد الخطرة في الغلاف الجوي وتقييمها والتنبؤ بها. وتساهم جميع هذه الجوانب في إدارة المخاطر في سياق الوقاية من الكوارث والتخفيف من آثارها.

دور لجنة البنية التحتية التابعة للمنظمة (WMO) (INFCOM)

لجنة البنية التحتية التابعة للمنظمة (WMO) هي الهيئة الحكومية الدولية لخبراء المنظمة (WMO) المخولة للعمل في البنية التحتية (بما في ذلك أنشطة الرصد والأدوات والبيانات) التي تدعم احتياجات الأعضاء والعضو. وهي تتألف من عدة لجان دائمة، تشمل إحداها - لجنة مراقبة نظام الأرض والتنبؤ به (SC-ESMP) التركيز على النظام العالمي (GDPFS).  [وفرقة الخبراء التابعة لهم والمعنية بأنشطة التصدي للطوارئ (ET-ERA)](https://community.wmo.int/governance/commission-membership/commission-observation-infrastructure-and-information-systems-infcom/commission-infrastructure-officers/infcom-management-group/standing-committee-data-processing-applied-earth-system-modelling-and-prediction-sc-esmp-0) مسؤولة عن كفالة أن تكون إجراءات أنشطة التصدي للطوارئ، النووية وغير النووية على حد سواء، ملائمة وتلبي احتياجات الأعضاء والمنظمات الدولية (أي احتياجات الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) ومنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (CTBTO))، فضلا عن تحديث محتمل حسب الاقتضاء لمرجع النظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS) (مطبوع المنظمة رقم 485). وهي تقدم الدعم في مجال تعليم وتدريب المستخدمين بشأن استخدام وتفسير نواتج أنشطة أنشطة الحد من الكوارث، ونقاط قوتها وضعفها. وعلاوة على ذلك، تقدم المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا المساعدة في تطوير قدراتها في مجال التصدي لأنشطة التصدي للأرصاد الجوية من أجل دعم الوكالات الوطنية في أنشطتها المتعلقة بالتأهب والتخطيط والاستجابة والتعافي. والتركيز على اختبار نواتج جديدة، لا سيما فيما يتعلق بأساليب الانتقال ونمذجة التشتت في الغلاف الجوي، يعزز التحسينات. وإضافة إلى ذلك، يسعى إلى إدخال تحسينات على القدرة الجماعية لجميع المراكز الإقليمية للأرصاد الجوية (RSMCs)، والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)، ومرصد الحظر الشامل للتجارب النووية (CTBTO)، والمؤسسة الإقليمية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (RTH)، أوفنباخ، والمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) في مجال أنشطة البيئة لتلبية المتطلبات التشغيلية وفقا للمعايير والإجراءات المعتمدة المنصوص عليها في مرجع النظام العالمي لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS).

### **التوصيات والاستنتاجات**

استعرض هذا التقرير أحدث ما تم في مجال التصدي للطوارئ البحرية (MER)، مع الإقرار بأن كل من الأجسام المنساقة و الأجسام المنساقة (وخاصة الرادار ذو الفتحة التركيبية) تعتمد على طرق مماثلة. وقد حدد التقرير الاحتياجات المتعددة الأبعاد لكل من بيانات القسر الخاص بالمحيطات والغلاف الجوي لدعم نمذجة الأحوال الجوية للمحيطات. كما يعرض التقرير دور المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) والوكالات الأخرى - الوطنية والإقليمية والدولية، بما في ذلك المنظمة (WMO) - التي لها جميعا مصلحة في العملية المعقدة ولكن الهامة جدا للتصدي لطوارئ في البحر أو على طول الساحل.

ويوضح الاستعراض المشهد المعقد الذي يعمل في إطاره مع التشريعات والتعهدات الدولية والوطنية، بالإضافة إلى مختلف الأدوار والمسؤولية في سلسلة الاستجابة. وتؤدي المرافق الوطنية (NMHSs) دورا هاما في هذا الصدد، ويمكن للمنظمة (WMO) أن تعزز دورها ودورها، في هذه العملية، من خلال تقديم إرشادات بشأن أفضل الممارسات لمساعدة الأعضاء المشاركين في حالات الطوارئ البحرية. وفي الوقت الحاضر، لا توجد مواد إرشادية متاحة للأعضاء، ومن ثم، يوضح هذا التقرير أين يمكن للجنة الخدمات (SERCOM) التابعة للمنظمة (WMO) أن تضيف قيمة من خلال إعداد المواد الإرشادية ذات الصلة.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# عدد المرفقات: 3

## **المرفق 1**

## **توصيات اجتماع اللجنة (IEC) لعام 2013**

("النمذجة البحرية والمائية أثناء حوادث مفاعل الطاقة النووية في الفترة من 29 تموز/ يوليو إلى 31 تموز/ يوليو، واجتماع فرقة العمل التابعة للجنة الفنية المشتركة (JCOMM) في 1 آب/ أغسطس 2013")

 ينبغي للجنة الاقتصادية الدولية أن تضع مفهوما للعمليات لأغراض استخدام النمذجة البحرية أثناء ظاهرة إشعاعية أو نووية تغطي ما يلي:

o الاستخدام المتوقع للنمذجة البحرية أثناء حالات الطوارئ؛

o نطاق القدرات المنشودة من النماذج البحرية في غضون الأربع وعشرين ساعة والأسبوع والشهر الأولين (نظرا لأن القدرات قد تزيد مع مرور الوقت أثناء الظاهرة)؛

o كيف سيتم عرض النماذج على الجمهور والجماهير الفنية

o كيفية إدارة استخدام النماذج البحرية والقياسات البحرية خلال ظاهرة ما؛

• وينبغي أن تكون مخرجات النماذج البحرية في نسق مبسط يسهل فهمه من جانب الفريق الفني للجنة التقنية الدولية.

o وسيتطلب الفريق الفني للجنة التقنية الدولية (IEC) تدريبا خاصا على تفسير هذه النماذج من أجل نقل أوجه عدم اليقين المرتبطة بها نقلا سليما (وهذا لا يتفاوت مع التدريب الحالي على نماذج الريشة).

 ويمكن إعادة تشغيل النماذج خلال حدث ما مع وجود معلومات جديدة على فترات زمنية محددة (مثلا مرتين في اليوم أو يوميا).

o ولوحظ أن حركة النماذج البحرية تكون عموما أبطأ من حركة النماذج العمودية وبالتالي فإن طلب البيانات بسرعة كبيرة قد لا يوفر معلومات مفيدة (أي <4h).

 من الممكن أن تستخدم اللجنة (IEC) النماذج البحرية من أجل توفير الوعي العام بشأن أين يمكن أن تذهب المواد خلال ظاهرة ما (على غرار كيفية استخدام نماذج الأرصاد الجوية حاليا في اللجنة (IEC))؛

 والإعداد الذي تستخدمه اللجنة (IEC) حاليا لتلقي دعم الأرصاد الجوية من المراكز الإقليمية (RSMCs) من المنظمة (WMO) سيكون مفيدا في استخدامه كأساس لوضع ترتيبات مماثلة للنمذجة البحرية؛

o وسيكون المستوى الإضافي للدعم الذي يمكن توفيره عن طريق الاتصال على مدار الساعة طوال أيام السبعة أيام مع هذه المراكز مفيدا جدا لكي تحتفظ اللجنة الفنية المشتركة (IEC) بأي قدرة على النمذجة البحرية للمساعدة في تفسير هذه النماذج؛

o سيكون من المفيد تقديم دعم إضافي من جهة اتصال على مدار الساعة طوال أيام اليوم إذا ما اقتضت اللجنة (IEC) أي نمذجة متخصصة خلال ظاهرة ما؛

o ويمكن تطبيق النهج الحالي للجنة الكهربائية المستقلة ذات نمذجة عمود عمودي (باستخدام مصطلح توضيحي لمصدر 1 Bq/h) تطبيقا ناجحا على النمذجة البحرية لأغراض التوعية بالحالة؛

o ويمكن استخدام المناقشات مع المنظمات الخارجية التي قد تقدم هذا الدعم (أي اللجنة الفنية المشتركة (JCOMM)) للمساعدة في تحديد نطاق أي خدمة مستقبلية من هذا القبيل؛

 ينبغي أن تكون النماذج التي تتناول النقطة (المباشرة إلى البحر) والترسب (أي من عمود) متاحة أثناء ظاهرة ما لأن جانبيات التشتت قد تكون حساسة جدا للمسافة الساحلية؛

 وتتأثر النماذج البحرية جدا باستبانة البيانات؛ ويوصى باستخدام قدرات النمذجة عالية الاستبانة حيثما تكون متاحة؛

o استبانة النموذج اللازمة لتكون مفيدة يكون مدفوعا بالسيناريو، مثل ما هو مطلوب عند النمذجة بالقرب من الساحل؛

o وعندما تكون التأثيرات المدية مهمة، قد يلزم أن يكون تواتر مدخلات/مخرجات النموذج متواترا بقدر ساعة واحدة؛

 ينبغي للجنة الاقتصادية الدولية أن تنظر في الاستخدام المحتمل لرسم خرائط المخاطر (مثلا توفير خريطة احتمالية للتوزيع في المستقبل استنادا إلى بيانات تاريخية) كمنتج يقدم أثناء ظاهرة ما؛

 ينبغي أن يتناول تنفيذ قدرات النمذجة البحرية في اللجنة الاقتصادية الدولية كيفية أرشفة النتائج وتقديمها في نهاية المطاف إلى الإدارات الداخلية الأخرى داخل الوكالة لإجراء تحليل أطول أجلا؛

 وسيتعين تقييم القدرات الكاملة لهذه النماذج بمجرد تنفيذها وإتاحتها للجنة التقنية الدولية؛

o وسيتعين على اللجنة (IEC) تحديد كيفية العمل بأقصى قدر من الفعالية في عملية اتخاذ القرارات القائمة، واستخدام أي قدرة على النمذجة البحرية؛

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## **المرفق 2**

## **الأطر والبرامج الدولية والعالمية والإقليمية ذات الصلة بأنشطة الأرصاد الجوية والمناخ والماء (SAR)**

يحدد هذا المرفق سياق مجموعة متنوعة من الأطر والبرامج التي قد تؤثر على دعم المنظمة (WMO) للتصدي للطوارئ البيئية البحرية وال SAR.

### **الاتفاقيات والأنشطة ذات الصلة بأنشطة MEER و SAR**

1.1.1 المنظمة البحرية الدولية (IMO) والاتفاقيات

والمنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO) وكالة متخصصة تابعة للأمم المتحدة تركز على سلامة وأمن النقل البحري الدولي ومنع التلوث من السفن. وهو مسؤول عن اتفاقيتين دوليتين تتصلان مباشرة MEER و SAR. وبالنسبة لكليهما، تساهم المنظمة (WMO) في أعمال واجتماعات المنظمة البحرية الدولية (IMO)، وهي تشارك في رعاية عدة وثائق إلزامية، لا سيما فيما يتعلق بالسلامة البحرية.

الاتفاقية الدولية لمنع التلوث من السفن (MARPOL)

والاتفاقية *الدولية لمنع التلوث من السفن* (MARPOL) هي الاتفاقية الدولية الرئيسية التي تغطي منع تلوث البيئة البحرية بواسطة السفن بسبب أسباب تشغيلية أو عرضية.

وقد اعتمدت *اتفاقية ماربول* في 2 تشرين الثاني/ نوفمبر 1973 في المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO). اعتمد بروتوكول عام 1978 استجابة لطفر حوادث ناقلات النفط في الفترة 1977-1976. وبما أن *اتفاقية ماربول* لعام 1973 لم تدخل حيز النفاذ بعد، امتص بروتوكول ماربول لعام 1978 الاتفاقية الأم. ودخلت الأداة المشتركة حيز النفاذ في 2 تشرين الأول/ أكتوبر 1983. وفي عام 1997، اعتمد بروتوكول لتعديل الاتفاقية وأضيف مرفق سادس جديد دخل حيز النفاذ في 19 أيار/مايو 2005. وتم تحديث نظام (MARPOL) عن طريق إدخال تعديلات عليه خلال السنوات.

وتتضمن الاتفاقية لوائح ترمي إلى الوقاية من التلوث الناجم عن السفن - سواء كان تلوثا عرضيا أو عن العمليات الروتينية - وتقليله إلى أدنى حد. وتشمل الاتفاقية حاليا ستة مرفقات فنية. وترد في معظم المرفقات المناطق الخاصة التي تخضع لضوابط صارمة على التصريف التشغيلي:

|  |  |
| --- | --- |
| **المرفق** | **أحكام الأحكام التالية** |
| I | منع التلوث بالنفط |
| الثاني | مكافحة التلوث بالمواد السائلة غير الضارة بكميات كبيرة |
| الثالث | منع التلوث بالمواد الضارة التي يحملها البحر في شكل حزم؛ |
| رابعا | منع التلوث الناجم عن مياه المجاري من السفن؛ |
| في | الوقاية من التلوث الناجم عن القمامة من السفن |
| نحن | منع تلوث الهواء من السفن |

ولجنة حماية البيئة البحرية (MEPC) التابعة للمنظمة البحرية الدولية (IMO)، والتي تتألف من جميع الدول الأعضاء في المنظمة البحرية الدولية (IMO)، مخولة سلطة النظر في أي مسألة في نطاق المنظمة البحرية الدولية (IMO) تتعلق بمنع التلوث من السفن الذي يغطيه نظام مراقبة التلوث البحري (MARPOL) ومكافحته. ويشمل ذلك أيضا النفط، والمواد الكيميائية المحمولة بكميات كبيرة، ومياه الصرف الصحي، والنفايات، والانبعاثات من السفن (مثل ملوثات الهواء وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري). وينظر أيضا في إدارة مياه الهبوب، ونظم مكافحة الهزات، وإعادة تدوير السفن، والتأهب للتلوث والتصدي له، وتحديد المناطق الخاصة والمناطق البحرية الحساسة. وهي تعنى على وجه الخصوص باعتماد وتعديل الاتفاقيات واللوائح والتدابير الأخرى لضمان إنفاذها.

وقد أنشئ مركز الأرصاد الجوية البحرية (MEPC) لأول مرة كهيئة فرعية لجمعية المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO)، ورفع إلى مرتبة دستورية كاملة في عام 1985. وتدعم العديد من اللجان الفرعية عمل المراكز (MEPC)، الذي تكون للجنة الفرعية المعنية بالوقاية من التلوث والتصدي له (PPR) أهم صلة بجدول أعمال لجنة البيئة والمناخ والماء.

السلامة الدولية للحياة في البحار (SOLAS)

وتشمل الاتفاقية الدولية اتفاقية الأمم المتحدة اتفاقية سولاس جميع الدول الأعضاء في المنظمة الدولية للأرصاد الجوية وكذلك البلدان الأطراف في اتفاقية من قبيل الاتفاقية الدولية LAS حتى وإن لم تكن من الدول الأعضاء في المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO).

ولجنة السلامة البحرية (MSC) هي أعلى هيئة فنية تابعة للمنظمة البحرية الدولية (IMO)، وهي على غرار لجنة السلامة البحرية البحرية (MEPC)، وهي تتألف من جميع الدول الأعضاء في المنظمة البحرية الدولية (IMO). وتتمثل مهام اللجنة العلمية البحرية في "النظر في أي مسألة تدخل في نطاق عمل المنظمة تعنى بمساعدة الملاحة، وتشييد السفن ومعداتها، وتمهيد السفن من زاوية السلامة، والقواعد المتعلقة بمنع الاصطدامات، والتعامل مع الشحنات الخطرة، وإجراءات ومتطلبات السلامة البحرية، والمعلومات الهيدروغرافية، والدفاتر السجلاتية والسجلات الملاحية، والتحقيق في الخسائر في الأرواح البحرية، والإنقاذ، وأي مسائل أخرى تؤثر تأثيرا مباشرا على السلامة البحرية".

ومطلوب من اللجنة (MSC) أيضا أن توفر آلية لأداء أية مهام تسندها إليها اتفاقية المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO) أو أي مهمة تقع ضمن نطاق عملها والتي قد تسندها إليها أي أداة دولية أو تسند إليها بمقتضى أي أداة دولية وتقبلها المنظمة البحرية الدولية (IMO). كما أنها تتحمل مسؤولية النظر في التوصيات والمبادئ التوجيهية بشأن السلامة وتقديمها إلى الجمعية العامة لاعتمادها. وتعتمد اللجنة (MSC) الموسعة تعديلات على الاتفاقيات، من قبيل الاتفاقية (SOLAS). ولدى اللجنة (MSC) عدة لجان فرعية لدعم ولايتها، التي تشارك فيها المنظمة (WMO) بصفة مراقب في مجالات الملاحة والاتصال والبحث والإنقاذ. وهذه هي الهيئة التي تغطي، من بين مواضيع كثيرة، النظام العالمي المشترك بين المنظمة البحرية الدولية (IMO) والمنظمة (WMO) للمعلومات والإنذارات الخاصة بالأرصاد الجوية البحرية (WWMIWS)، وقد وفرت معلومات الأرصاد الجوية البحرية الخاصة بالسلامة البحرية (MSI) الخاصة بي معلومات عن المنطقة الجغرافية البحرية (METAREAS) التابعة للمنظمة (WMO). وفي حين أن البحث الخاص بالرصاد الجوية (SAR) لا يجرى مباشرة في المناقشات المتعلقة بالمبادرة (MSI)، فإنه لا يزال ينظر في نطاقه للاستجابة لطلبات الرادارات ذات الفتحة التركيبية، حيث تكون معلومات الطقس بالغة الأهمية للعملية. وللاستبانة لدور المنظمة (WMO) في الخدمات العالمية (WWMIWS) والسرال ذو الفتحة التركيبية (SAR) انظر (الرابط إلى موقع المنظمة (WMO)).

1.1.2 المركز الإقليمي للتصدي لطوارئ التلوث البحري من أجل البحر الأبيض المتوسط (REMPEC)

هدف ريمبك (.[www.rempec.org](https://www.rempec.org/en)) المساهمة في الوقاية من التلوث الناجم عن السفن والحد منه ومكافحة التلوث في حالة الطوارئ. وفي هذا الصدد، تتمثل مهمة شركة REMPEC في مساعدة الأطراف المتعاقدة على الوفاء بالتزاماتها بموجب المواد 4(1) و6 و9 من اتفاقية برشلونة؛ وبروتوكول الطوارئ لعام 1976؛ وبروتوكول الوقاية والطوارئ لعام 2002 وتنفيذ الاستراتيجية الإقليمية للوقاية من التلوث البحري من السفن والتصدي له، التي اعتمدتها الأطراف المتعاقدة في عام 2005، والتي تنعكس الأهداف والأهداف الرئيسية في استراتيجية البحر الأبيض المتوسط للتنمية المستدامة (MSSD). وسيساعد المركز أيضا الأطراف المتعاقدة التي تطلب بذلك تعبئة المساعدة الإقليمية والدولية في حالة حدوث حالة طوارئ بموجب البروتوكول البحري، إذا دخل هذا الصك حيز النفاذ.

تشمل مجالات العمل الرئيسية للسفن (REMPECs) للوقاية من تلوث البيئة البحرية من السفن وتنمية التأهب للتلوث البحري العرضي والتعاون في حالة الطوارئ والتصدي له ما يلي

 تعزيز قدرات الدول الساحلية في المنطقة بغية منع تلوث البيئة البحرية من السفن وضمان التنفيذ الفعال في المنطقة للقواعد المعترف بها عموما على المستوى الدولي فيما يتعلق بمنع التلوث من السفن، وبغية الحد من التلوث، ومكافحته، إلى أقصى حد ممكن، القضاء على تلوث البيئة البحرية من أنشطة النقل البحري، بما في ذلك صناعة الملذات؛

 9- تنمية التعاون الإقليمي في مجال منع تلوث البيئة البحرية من السفن، وتيسير التعاون بين الدول الساحلية للبحر الأبيض المتوسط من أجل التصدي لحوادث التلوث التي تسفر عن أو قد تؤدي إلى تصريف النفط أو مواد خطرة وغير ذلك من المواد الضارة والغلاف الجوي، والتي تتطلب إجراءات طارئة أو استجابة فورية أخرى؛

 مساعدة الدول الساحلية في منطقة البحر الأبيض المتوسط التي تطلب بذلك تطوير قدراتها الوطنية للتصدي لحوادث التلوث التي تؤدي أو قد تؤدي إلى تصريف النفط أو مواد خطرة وغير ذلك من المواد الضارة وتيسير تبادل المعلومات والتعاون التكنولوجي والتدريب؛

 توفير إطار لتبادل المعلومات بشأن المسائل التشغيلية والفنية والعلمية والقانونية والمالية، وتشجيع الحوار الرامي إلى إجراء عمل منسق على المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية لتنفيذ بروتوكول الوقاية والطوارئ؛ و

 مساعدة الدول الساحلية في المنطقة، التي في حالات الطوارئ إذا طلب ذلك، إما مباشرة وإما عن طريق الحصول على المساعدة من الأطراف الأخرى، أو عندما تكون إمكانيات تقديم المساعدة غير موجودة داخل المنطقة، في الحصول على المساعدة الدولية من خارج المنطقة.

1.1.3 الوكالة الأوروبية للسلامة البحرية (EMSA)

تعد الوكالة الأوروبية للسلامة البحرية إحدى الوكالات اللامركزية في الاتحاد الأوروبي. وتقدم الوكالة، التي تتخذ من لشبونة مقرا لها، المساعدة الفنية والدعم للمفوضية الأوروبية والدول الأعضاء في إعداد وتنفيذ تشريعات الاتحاد الأوروبي بشأن السلامة البحرية والتلوث بواسطة السفن والأمن البحري. وأسندت إليه أيضا مهام تشغيلية في مجال التصدي للتلوث النفطي، ومراقبة السفن، وتحديد هوية السفن وتتبعها على المدى الطويل.

وكان الزخم السياسي الرئيسي لإنشاء إدارة الأرصاد الجوية في عام 2003 هو تداعيات حادثي إريكا (1999) وهيبته (2002) وما نجم عنهما من انسكابات نفطية. وأسفرت هذه الحوادث عن أضرار بيئية واقتصادية جسيمة في سواحل إسبانيا وفرنسا. وهي تعمل أيضا بمثابة تذكير لصانعي القرار بأن أوروبا تحتاج إلى الاستثمار في تحسين الاستعداد لتسرب نفطي واسع النطاق، أي ما يتجاوز الموارد المتاحة على فرادى الدول الأعضاء.

يضطلع المجال البرنامجي (EMSA) بعدد من المهام الوقائية، ولكن أيضا التفاعلية، في بعض المجالات الرئيسية من أجل تحقيق أهدافه.

فأولا، كلفت الوكالة بمهمة مساعدة اللجنة في مراقبة **تنفيذ تشريعات الاتحاد الأوروبي** المتعلقة، في جملة أمور، ببناء السفن والصيانة المزمعة لها، والتفتيش على السفن واستقبال نفايات السفن في موانئ الاتحاد الأوروبي، واعتماد المعدات البحرية، وأمن السفن، وتدريب الملاحين في البلدان غير الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، ومراقبة دولة الموانئ.

ثانيا، تقوم الوكالة بتشغيل قدرات **المعلومات البحرية والحفاظ عليها وتطويرها** على مستوى الاتحاد الأوروبي. ومن الأمثلة الهامة على ذلك نظام تتبع السفن التابع لشبكة SafeSeaNet، لتمكين تتبع السفن وشحناتها على نطاق الاتحاد الأوروبي؛ ومركز البيانات التعاوني لمراكز البيانات التعاونية التابع للاتحاد الأوروبي LRIT لضمان تحديد وتتبع السفن التي يحملها الاتحاد الأوروبي في جميع أنحاء العالم.

وبالتوازي مع ذلك، **أنشئت قدرة على التأهب للتلوث البحري والكشف عنه والتصدي** له ، بما في ذلك شبكة أوروبية من سفن التصدي لتسرب النفط احتياطيا فضلا عن خدمة أوروبية لمراقبة انسكاب النفط بواسطة السواتل وكشف السفن (CleanSeaNet)، وذلك بهدف المساهمة في نظام فعال لحماية سواحل الاتحاد الأوروبي ومياهه من التلوث بواسطة السفن.

وأخيرا، تقدم الوكالة **المشورة الفنية والعلمية** إلى اللجنة في مجال السلامة البحرية ومنع التلوث بواسطة السفن في عملية مستمرة لتقييم فعالية التدابير القائمة، وفي تحديث وإعداد تشريعات جديدة. كما أنها تقدم الدعم للدول الأعضاء وتيسر التعاون بينها وتنشر أفضل الممارسات. وتتجسد الوكالة، بوصفها هيئة تابعة للاتحاد الأوروبي، في صلب شبكة الاتحاد الأوروبي للسلامة البحرية وتتعاون مع العديد من أصحاب المصلحة في الصناعة والهيئات العامة، بالتعاون الوثيق مع اللجنة والدول الأعضاء.

### **البرامج الدولية و/أو الإقليمية ذات الصلة ببرنامج MEER و SAR**

الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) وأنشطة المنظمة (WMO) للتصدي للطوارئ

والوكالة الدولية للطاقة الذرية وكالة حكومية دولية تركز على التعاون العلمي والفني في المجال النووي. ويشمل ذلك العمل على استخدام تكنولوجيا العلوم النووية في الأغراض الآمنة والآمنة والسلمية. ونظرا لارتفاع مخاطر الأخطار النووية، فإنها تؤدي دورا في التصدي للطوارئ البيئية، لا سيما من خلال حماية التدابير ورصد المواد الخطرة. وهذا له صلة مباشرة بأنشطة أنشطة الغلاف الجوي (ERA) التي تقوم بها المنظمة (WMO)، والتي تنطوي على تطبيق تقنيات متخصصة لنمذجة التشتت في الغلاف الجوي لتتبع انتشار المواد الخطرة المحمولة جوا والتنبؤ بها في حالة حدوث حالة طوارئ بيئية، على النحو المبين في القسم 1.2.

وتنفذ الوكالة أنشطة للبحث والتطوير تتناول التلوث البحري في مختبرها لدراسات البيئة البحرية. ويركز عمل المختبر على تطوير واعتماد الأساليب التحليلية لقياس الملوثات في العينات البحرية. وقد يكون هذا عنصرا مهما في أي نظام في المستقبل للتصدي للطوارئ من أجل النشاط الإشعاعي في المحيطات.

النظام العالمي لرصد المحيطات (GOOS)

النظام (GOOS) منصة تعاونية لها ستة مكونات رئيسية تساعد على تحديد متطلبات رصد المحيطات، وتنسيق شبكات الرصد، وضمان تدفق البيانات والتنبؤات. وهي تدعم، برعاية تشارك في رعايتها اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) والمنظمة (WMO) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) والمجلس الدولي للعلوم (ISC)، مجتمعا يشمل جميع الجهات التي تؤدي دورا في نظام الرصد: برامج الرصد الدولية والإقليمية والوطنية، والحكومات، ووكالات الأمم المتحدة، ومنظمات البحوث، وفرادى العلميين. ويمكن لهذا المجتمع العالمي، بالعمل معا بشأن أدوات وتكنولوجيا رصد المحيطات، والتدفق الحر للبيانات ونظم المعلومات والتنبؤات والتحليل العلمي، أن يستفيد من قيمة كل هذه الاستثمارات.

تقوم أفرقة الخبراء بخلاصة المتطلبات وتقديم إرشادات بشأن تصميم نظم الرصد بغية تعزيز التنفيذ وتوسيع نطاقه، وتعزيز أفضل الممارسات. ويركز فريق معني بنظم التنبؤ أيضا على تحسين قدرة وجودة التنبؤات الخاصة بالمحيطات، والتي لها صلة مباشرة بخدمات النمذجة والإنتاج المرتبطة بالأجسام المنساقة والعائمة في المحيطات، وبالتالي خدمات رصد الأحوال الجوية البحرية (MEER) وأداة البحث والإنقاذ (SAR). وبصرف النظر عن أن المنظمة (WMO) تشارك في رعاية النظام (GOOS)، تتعاون دوائر النظام (GOOS) أيضا في أنشطة متبادلة مع لجنة البنية التحتية (INFCOM) التابعة للمنظمة (WMO) وللجنة الخدمات (SERCOM) على التوالي)، بما في ذلك لإحراز تقدم في قدرات التنبؤ بالمحيطات من أجل خدمات الأرصاد الجوية. ويقدم المجلس التعاوني المشترك بين المنظمة (WMO) واللجنة (IOC) المشورة الاستراتيجية لكل من اللجنة (IOC) والمنظمة (WMO) لتشجيع التنسيق المتبادل لهذه الأنشطة.

والأخرى ذات الصلة بالتصدي للطوارئ البحرية؛

هناك عدد من التحالفات الإقليمية التي أنشئت لمنع حالات الطوارئ البحرية، لا سيما البيئية، والتفاعل معها وإدارتها. وتستند هذه المناطق عموما إلى مناطق جغرافية، بدءا من منطقة البحر الكاريبي إلى آسيا والشرق الأقصى. وتتعاون هذه الأقسام بشكل عام بشكل وثيق مع الشعبة البيئية التابعة للمنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO). وقد يكون أفضل استخدام للموارد للمشاركة في هذه الأنشطة، وفي توفير آلية استجابة أكثر تماسكا، هو العمل مباشرة مع المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (IMO).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## **المرفق 3**

## **مراجع**

Allen, A. A. (2005). انحرف (ليواي). مركز البحث والتطوير لخفر السواحل، غروتون CT.

ألين، ملوورد، J. V., 1999. استعراض Leeway: التجارب الميدانية والتنفيذ. Tech. Rep. CG-D-99-08، مركز البحث والتطوير لخفر السواحل في الولايات المتحدة، 1082 طريق شننيكوسيت، غروتون، CT، الولايات المتحدة الأمريكية، متاحة من خلالhttp://www.ntis.gov.

Ambjorn, C. (2007). SeatrackWeb، التنبؤات بتسرب النفط، نسخة جديدة، *Environ. Res. Eng. Manage.* 3، 66-60.

Azevedo, A., Oliveira, A., Fortunato, A.B. and Bertin, X., (2009). تطبيق نظام Eulerian-Lagrangian لنمذجة انسكاب النفط على الحادثة هيبت: تحليل المسار. مجلة البحوث الساحلية، الصفحات 777-781.

Barrick, D., Fernandez, V., Ferrer, M. I., Whelan, C., Breivik, Ø., 2012. نظام تنبؤي قصير الأجل للتيارات السطحية من شبكة رادارية ساحلية ذات تنبؤات سريعة الانتشار. Ocean Dynam 62, 725-740, doi:10.1007/s10236-012-0521–0.

بياض، باء، وراينو، س. (1997). علم الحركيات في المنطقة الاستوائية في المحيط الهادئ السفلي: نهج Eulerian و Lagrangian مستمد من نتائج النماذج GCM. مجلة الأوقيانوغرافيا الفيزيائية، 27(6)، 1038-1053.

Breivik, Ø., A Allen, C Maisondieu, M Olagnon, 2013. أوجه التقدم في البحث والإنقاذ في البحر، دينامي المحيط، 63(1)، 88-83، doi:10.1007/s10236، arXiv:1211.0805.

Breivik, Ø., Allen, A., Maisondieu, C., Roth, J.-C., Forest, B. (2012a). فسحة من حاويات الشحن على مستويات مختلفة غمر. Ocean Dynam 62, 741-752, doi:10.1007/s10236-012–0522–z, arXiv:1201.0603.

Breivik, Ø., Allen, A. A. (2008). نموذج تشغيلي للبحث والإنقاذ في البحر النرويجي وبحر الشمال. J Marine Syst 69 (1-2)، 99-113، doi:10.1016/j.jmarsys.2007.02.010، ArXiv:1111.1102.

Breivik, Ø., Allen, A. A., Maisondieu, C., Roth, J. C. (2011). انجراف الأجسام بفعل الرياح في البحر: طريقة مجال الفسحة. Appl Ocean Res 33, 10 pp, doi:10.1016/j.apor.2011.01.005, arXiv:1111.0750.

Breivik, Ø., Bekkvik, T. C., Ommundsen, A., Wettre, C. (2012 b). BAKTRAK: اقتراف الأجسام المنساقة باستخدام خوارزمية تكرارية باستخدام نموذج المسار الأمامي. Ocean Dynam 62, 239-252, doi:10.1007/s10236-011-0496–2, arXiv:1111.0756.

الناقل, M. J., Ngodock, H. E., Smith, S. R., S. Souopgui, I., وبارتيلز, B. (2016). دراسة الأثر المحتمل لرصدات (SWOT) في نظام لتحليل المحيطات – التنبؤ، الاستعراض الشهري للطقس، 144(10)، 3767-3782. تم استرجاعها Jul 4, 2022، من https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/144/10/mwr-d-15-0361.1.xml

تشوي، Y.، S. كيداي، وK. Takahashi، 2013، تأثير دوران المحيطات والانتقال الطوري على تشتت النويدات المشعة الصادرة من محطة الطاقة النووية فوكوشيما داي إيتشي، العلوم البيولوجية، 10، 4911-4925، 2013، doi:10.5194/bg-10-4911-2013

Christensen, K. H., Breivik, Ø., Dagestad, K. F., Röhrs, J., وورد, B. (2018). تنبؤات قصيرة الأجل بالانجراف المحيطي. الأوقيانوغرافيا، 31(3)، 59-67.

Coppini, G., Jansen, E., Turrisi, G., Creti, S., Shchekinova, E.Y., Pinardi, N., Lecci, R., Carluccio, I., Kumkar, Y.V, D'Anca, A. and Mannarini, G. (2016). خدمة جديدة للبحث والإنقاذ في البحر الأبيض المتوسط: تقديم عرض إيضاحي للقدرة التشغيلية وتقييم أدائها باستخدام سيناريوهات الحالة الحقيقية. الأخطار الطبيعية وعلوم نظام الأرض، 16(12)، الصفحات 2727-2713.

Dagestad, K-F, J Röhrs, Ø Breivik, وB Ådlandsvik (2018). OpenDrift v1.0: إطار عام لنمذجة المسار، نموذج *Geosci Dev*، **11**(4)، الصفحات 1405-1420، doi:10.5194/gmd-11-1405-2018

دالنغ، P. S.، Moldestad، M. Ø.، Johansen، Ø.، لويس، A.، وRødal، J. (2003). لا-

الاختبار الهزاف لخصائص مستحلب في البحر - أهمية نوع النفط وإطلاقه

الظروف. *نشرة علوم الانسكاب والتكنولوجيا*، 8(2): 136-123.

و Daniel, P., و R. Virasami (2021): إدارة انسكاب النفط وإنقاذه في المحيط الهندي. نشرة المجلد 70 (1)، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

Davidson, W. F., K. Lee, A. Cogswell (Eds.) (2008). التصدي لتسرب النفط: منظور عالمي. *وقائع حلقة عمل منظمة حلف شمال الأطلسي للأرصاد الجوية بشأن التصدي لتسرب النفط، دارتماوث، نوفا سكوشيا، كندا، 13-11 تشرين الأول/ أكتوبر 2006*. Springer Science and Business, Dordecht, 365 جزءا.

Davidson, F. J. M., Allen, A., Brassington, G. B., Breivik, Ø., Daniel, P., Kamachi, M., Sato, S., S., King, B., Lefevre, F., Sutton, M., Kaneko, H., 2009. تطبيقات التنبؤات الحالية الخاصة بالمحيطات الخاصة بالبرنامج العالمي لنمذجة المحيطات (GODAE) على البحث والإنقاذ وتوجيه السفن. علم المحيطات 22 (3)، 181-176، doi: 10.5670/oceanog.2009.76

Duffa, C., Bailly du Bois, P., Caillaud, M., Charmasson, S., Couvet, C., Didier, D., Dumas, F., Fievet, B., Morillon, M., Renaud, P., Thebault, H., 2016. استحداث أدوات للتصدي لحالات الطوارئ فيما يتعلق بالتلوث الإشعاعي العرضي في المناطق الساحلية الفرنسية. J. Environ. Radioact (الإشعاع). 151, 487–494.

Döös, K., Kjellsson, J., وJönsson, B. (2013). TRACMASS —A Lagrangian trajectory model (مسار لاغرانغ). في الطرائق الوقائية لحماية السواحل (الصفحات 249-225). سبرينغر، هايدلبرغ.

Egbert, G. D., وErofeeva, S. Y. (2002). نمذجة عكسية فعالة لمد المحيط الباروتروكى. مجلة تكنولوجيا الغلاف الجوي والمحيطات، 19(2)، 204-183.

Estournel, C., Bosc, E., Bocquet, M., Ulses, C., Marsaleix, P., Winiarek, V., Osvath, I., Nguyt, C., Duhaut, T., Lyard, F., Michaud, E., Auclair, F., 2012. تقدير كمية السيسيوم - 137 الصادرة في المحيط الهادئ بعد حادث فوكوشيما وتحليل تشتتها في المياه الساحلية اليابانية. J. الجيوفيزيائية. Res. Oceans (Res. Oceans). 117 (C11014).

Fay, J. A. (1971) عمليات فيزيائية في انتشار النفط على سطح الماء، في وقائع المؤتمر الدولي المعني بتسرب النفط، المجلد 1971. واشنطن، العاصمة: المعهد الأمريكي للبترول، الصفحات 463-467. doi: 10.7901/2169-3358-1971-1-463

Fingas M. (Ed.) (2015) تبخر النفط والنفط، Ch. 7. في دليل علم وتكنولوجيا انسكاب النفط، 207. شركة جون ويلي وأولاده

Fingas, M. (Ed.) (2017). علوم وتكنولوجيا انسكاب النفط، الطبعة الثانية. الخليج المهني للنشر.

Garraffo, Z., Kim, H., Mehra, A., Spindler, T., Rivin, I., Tolman, H.L., 2016. نمذجة 137Cs كجهة تتبع في نموذج إقليمي لغربي المحيط الهادئ، بعد حادث محطة الطاقة النووية Fukushima-Daiichi في آذار/ مارس 2011. ويا. التنبؤ. 31, 553-579.

Griffa, A. (1996). تطبيقات نماذج الجسيمات العشوائية على المشاكل الأوقيانوغرافية. في النمذجة العشوائية في الأوقيانوغرافيا الفيزيائية (الصفحات 140-113). Birkhäuser Boston.

هاكيت, بي, بريفيك, Ø., Wettre, C., 2006. التنبؤ بانحراف الأجسام والمواد في المحيطات. في: Chassignet, E. P., Verron, J. (Eds.)، التنبؤ بالطقس المحيطي: رؤية متكاملة لعلم المحيطات. سبرينغر، الصفحات 524-507.

Hackett, B., E. Comerma, P. Daniel and H. Ichikawa, 2009: التنبؤ بتلوث النفط البحري.

علم المحيطات، 22 (3)، 168-175.

Hernandez-Lasheras, J., Mourre, B., Orfila, A., Santana, A., Reyes, E., و Tintoré, J. (2021). تقييم تأثير تمثل البيانات الرادارية عالية التردد في النمذجة التشغيلية للمحيطات الساحلية. علم المحيطات، 17(4)، 1157-1175.

(هودجينز)، (دي أو) و (ر.ي. ماك)، عام 1995. "مرحلة الدراسة الدينامية Leeway الأول تطوير والتحقق من نموذج رياضي لنموذج انجراف أربعة أشخاص لايفرفتس." أعدت لمركز تطوير النقل، النقل كندا التقرير # TP 12309E.

(هودجينز)، (دي أو)، (هودجينز)، (S. L. M., 1998) المرحلة الثانية برنامج ديناميات نازلة: تطوير والتحقق من نموذج رياضي انجراف لرفات النجاة والقوارب الصغيرة. Tech. Rep., خفر السواحل الكندي, نوفا سكوشيا, كندا.

Iosjpe, M., Karcher, M., Gwynn, J., Harms, I., Gerdes, R., Kauker, F., 2009. تحسين أدوات تقييم الجرعة على أساس تشتت ال 99 Tc في بحر الشمال الأوروبي والمحيط المتجمد الشمالي. الإشعاع 44 (5)، 536-531.

Ivorra, B., S. Gomez, J. Carrera, A. Ramos (2021). نهج Euler التركيبي لنمذجة انسكابات النفط في البحر. هندسة المحيطات، المجلد 242، 110096، ISSN 0029-8018. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110096.

Jacobs, G., D'Addezio, J. M., Ngodock, H., وSouopgui, I. (2021). آثار الرصد واستبانة النماذج على التنبؤ بالمحيطات. نمذجة المحيطات، 159، 101760.

نموذج نقل التلوث البحري JMA (2002). في ملخص للتنبؤ العددي التشغيلي بالطقس في الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية.

https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/246209/www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/nwp/outline-nwp/pdf/ol6\_7.pdf

JMA (2021) نموذج التنبؤ بتسرب النفط. في ملخص للتنبؤ العددي التشغيلي بالطقس في الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية.

https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/nwp/outline2022-nwp/pdf/outline2022\_05.pdf

جونز، ر. ك. (1997). نموذج مبسط للتبخر من النفط شبه المكون.

جونز، جيم، ك- فاجشتاد، أو بريفيك، ب هولت، جي رورس، ك Christensen، M Espeseth، C Brekke، S Skrunes (2016). قياس ونمذجة انتقال البقعة النفطية، اختصاصات J الجيوفيزياء: المحيطات، 121(10)، الصفحات 7759-7775، doi:10.1002/2016JC012113

كاوامورا، حاء، كوبياشي، ت.، فورونو، إي، إن، تي، إيشيكاوا، Y.، ناكاياما، ت.، شيما، S.، أواجي، ت.، 2011. تجارب عددية أولية بشأن التشتت المحيطي في 131 1 و137 سلسيوس تم تصريفها في المحيطات بسبب كارثة محطة الطاقة النووية فوكوشيما دايتشي. J. Nucl. Sci. Technol. 48, 1349-1356.

Klemas,V. 2010. تتبع البقع النفطية والتنبؤ بمساراتها باستخدام أجهزة الاستشعار والنماذج عن بعد: دراسات حالة للأميرة البحرية وانسكابات النفط في أفق المياه العميقة. J. Coast. Res., 26(5)، 797-789.

كراكتزكي, ت. م, ستون, L. D., Frost, J. R, 2010. نظام التخطيط الأمثل للبحث والإنقاذ. في: وقائع المؤتمر الدولي الثالث عشر بشأن اندماج المعلومات. إيه إيه، ص 8 صفحة.

Legrand, S., V. Duliere, 2014: OSERIT: خدمة أسفل المجرى مخصصة لوكالات خفر السواحل البلجيكية. وقائع المؤتمر الدولي السادس بشأن النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (EUROGOOS)، 6-4 تشرين الأول/ أكتوبر 2011، سوبوت، بولندا، eds. H. Dahlin، N.C. Flemming وS.E. Petersson، 181-188. EuroGOOS AISBL، بروكسل، بلجيكا.

Lepicard, S., Heling, R., Maderich, V., 2004. نموذج POSEIDON/RODOS للتقييم الإشعاعي للبيئة البحرية بعد الإطلاقات العرضية: التطبيق على المناطق الساحلية من بحر البلطيق والبحار السوداء والشمالية. J. Environ. Radioact (الإشعاع). 72 (1–2), 153–161.

Maderich, V., Brovchenko, I., Dvorzhak, A., Ievdin, Y., Koshebutsky, V., Periañez, R. 2016. إدماج النموذج الثلاثي الأبعاد (THREETOX) في نموذج JRODOS-HDM، ودراسات التنفيذ والتحقق من النماذج بشأن سيناريوهات فوكوشيما البحرية. الإشعاع (عدد خاص)

Min et al, 2013، تقييم التشتت البحري ل 137Cs صدر من الحادث النووي فوكوشيما، نشرة التلوث البحري 72 (2013) 22-33 [، http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.05.008](http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.05.008)

Keramea, P., Spanoudaki, K., Zodiatis, G., Gikas, G., Sylaios, G. (2021) نمذجة انسكاب النفط: استعراض نقدي للاتجاهات والمنظورات والتحديات الحالية. J. Mar. Sci. Eng. 9, 181. https://doi.org/10.3390/

Nordam, T., و Duran, R. (2020). الدمج العددي لعلوم المحيطات التي وضعها Lagrangian. تطوير نماذج علم الأرض، 13(12)، 5935-5957.

بينا، ن. ت، موراليس ماكيتا، M. A.، مارتن، إي، غوو، ياء، و فودن، ب. ر. (2018). قياس ارتفاع سطح البحر باستخدام شراعية من أمواج النظام GNSS. رسائل البحوث الجيوفيزيائية، 45(11)، 5609-5616.

و Periáñez، R., 2003. إعادة الانتشار والانتقال الطويل الأجل للنويدات المشعة المنبعثتين من رواسب ملوثة: دراسة نمذجة عددية. المصب. الساحل. مقص الرف 56، 5-14

Periáñez, R., Pascual-Granged, A., 2008. نمذجة الانسكابات السطحية المشعة والكيميائية والنفطية في مضيق جبل طارق. الحساب. Geosci. 34, 163–180.

Periáñez, R., Suh, K.-S, Min, B.-I, 2012. النمذجة البحرية المحلية لإطلاقات فوكوشيما. تقييم تلوث المياه والرواسب وحساسية لوصف دوران المياه. مار التلوث. الثور. 64, 2333–2339.

Periáñez R., R. Bezhenar, M. Iosjpe, V. Maderich, H. Nies, I. Osvath, I. Outola, G. de مع (2014). مقارنة بين نماذج تشتت النويدات المشعة البحرية في بحر البلطيق في إطار برنامج الوكالة الدولية للطاقة الذرية (MODARIA). مجلة النشاط الإشعاعي البيئي 139، 66-77.

Reed, M., Johansen, Ø., Brandvik, P. J. , دالينغ, P. S. , لويس, A., Fiocco, R., Mackay,

D., و Prentki, R. (1999). نمذجة انسكاب النفط قرب نهاية القرن العشرين:

عرض عام للحالة الراهنة. نشرة علوم الانسكاب والتكنولوجيا، 5(1):16-3.

الريسر، J.، Slat، B، نوبل، K., du Plessis, K., Epp, M., Proietti, M., de Sonneville, J., Becker, T., و Pattiaratchi, C. (2015): التوزيع الرأسي لللدائن العائمة في البحر: دراسة رصدية في Gyre, Biogeosciences, 12, 1249-1256, https://doi.org/10.5194/bg-12-1249-2015.

Röhrs, J., Christensen, K., Hole, L., Broström, G., Drivdal, M., Sundby, S., 2012. تقييم قائم على الرصد لآثار الأمواج السطحية على التيارات وتنبؤات المسار. تظهر في Ocean Dynam، 14 جزءا من الثانية، doi:10.1007/s10236-012-0576-y.

Röhrs, J., Dagestad, K.-F., Asbjørnsen, H., Nordam, T., Skancke, J., Jones, C. E., و Brekke, C. (2018). تأثير الاختلاط الرأسي على الانجراف الأفقي لتسرب النفط، مقص المحيط، 14، 1581-1601، https://doi.org/10.5194/os-14-1581-2018.

Röhrs, J., Sutherland, G., Jeans, G., Bedington, M., Sperrevik, A. K., Dagestad, K. F., Gusdal, Y., Mauritzen, C., Dale, A. and LaCasce, J.H (2021). التيارات السطحية في الأوقيانوغرافيا التطبيقية: التطبيقات والآليات والأساليب الرئيسية. *مجلة الأوقيانوغرافيا التطبيقية*، 1-29.

Schwab, D. J., Bennett, J. R., Lynn, E. W. (1984). "PATHFINDER": نظام للتنبؤ بالمسار في البحيرات الكبرى (مطبوع المنظمة رقم 414). الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي، مختبرات البحوث البيئية، مختبر البحوث البيئية في البحيرات الكبرى.

Shibata T., T. Nakajima, Y. Igarashi, H. Tsuruta, M. Ebihara, T. Hattori, M. Hoshi, T. Ishimaru, K. Masumoto, P. Bailly du Bois, M. Bocquet, D. Boust, I. Brovchenko, I. Choe, T. Christoudias, D. Didier, H. Dietze, P. Garreau, H. Higashi, K. T. Jung, S. Kida, P. Le Sager, J. Lelieveld, V. Maderich, Y. Miyazawa, S. U. Park, D. Quélo، وK. Saito، وT. Shimbori، وY. Uchiyama، وP. van Velthoven، وV. Winiarek، وS. Yoshida. استعراض المقارنة النموذجية لنقل وترسب المواد المشعة الصادرة عن البيئة نتيجة لحادث محطة الطاقة النووية فوكوشيما دايتشي التابعة لشركة طوكيو للطاقة الكهربائية. التقرير الفني، لجنة الأقسام المعنية بالحوادث النووية المعنية بالهندسة الاصطناعية الشاملة، المجلس العلمي لليابان، أيلول/ سبتمبر 2014.

Spaulding M.L. (1988). استعراض للدولة من أحدث مسار انسكاب النفط ونمذجة مصير، والزيوت والتلوث الكيميائي، 4، 39-55.

Sperrevik, A. K., Christensen, K. H. وRöhrs, J. (2015). تقييد تيارات الانحدار النشطة من خلال تمثل الرصدات الرادارية عالية التردد. علم المحيطات، 11(2)، 249-237.

Stiver, W, Mackay, D. (1984). معدل تبخر انسكاب الهيدروكربونات وخليط النفط. علوم البيئة والتكنولوجيا، 834.

Sutherland, G., Soontiens, N., Davidson, F. , Smith, G.C, Bernier, N., Blanken, H, Schillinger, D., Marcotte, G, Röhrs, J. , Dagestad, K.F. and Christensen, K.H. (2020). تقييم معامل فسحة المحطات العائمة المنساقة في المحيطات باستخدام نظم التنبؤ التشغيلي البيئي البحري. مجلة تكنولوجيا الغلاف الجوي والمحيطات، 37(11)، 1954-1943.

تيبتون، إم، ماككورماك، إ.، إليوت، زاي، سيستيرنيللي، أم، ألين، أ. وتيرنر، أ. سي، (2022). وقت البقاء ووقت البحث في الماء: الماضي والحاضر والمستقبل. TB-D-21-00612، متاح على SSRN: https://ssrn.com/abstract=3986715 أو http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3986715.

Tolman H., Z. Garaffo, A. Mehra, I. Rivin, T. Spindler, 2013. نمذجة عمود المحيط لظاهرة فوكوشيما دايتشي: تتبع الجسيمات. ملاحظة فنية للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)/ المرفق الوطني للطقس (NWS)/ المركز الوطني للتنبؤات المناخية (NCEP

Solabarrieta, L., Hernández-Carrasco, I., Rubio, A., Campbell, M., Esnaola, G., Mader, J., Jones, B.H, Orfila, A. (2021). منهجية تنبؤ قصيرة الأجل جديدة في لاغرانغ للتيارات الرادارية عالية التردد. علم المحيطات، 17(3)، الصفحات 755-768.

تيرنر، أي سي، ليواندوسكي، إم، باركر، جي، مكلاي، ت. (2009). توصيات بشأن أداة التنبؤ ببقاء خفر السواحل في الولايات المتحدة. خفر السواحل في الولايات المتحدة، نيو لندن CT، الولايات المتحدة الأمريكية.

فان سبيلي. E., S. M. Griffies, R. Abernathey, T. P. Adams, P. Berloff, A. Biastoch, B. Blanke, E. P. Chassignet, Y. Cheng, C. J. Cotter، E. Deleersnijder، K. Dös، H. F. Drake، S. Drijfhout، S. F. Gary، A. W. Heemink، J. Kjellsson، I. M. Koszalka، M. Lange، C. Lique، G. A. MacGilchrist، R. Marsh، C. G. M، Adame، R. McAdam, F. Nencioli, C. B. Paris, M. D. Piggott, J. A. Polton, S. Rühs, S. H.A.M. Shah, M. D. Thomas, J. Wang, P. J. Wolfram, L. Zanna, J. D. Zika (2018). تحليل لاغرانج للمحيطات: الأساسيات والممارسات، نمذجة المحيطات، المجلد 121، 49-75، ISSN 1463-5003، https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.11.008.

Vives i Batlle، وJ.، و Beresford، وN.، و Beaugelin-Seiller، وK.، و Bezhenar، وR.، و Brown، وJ.، وCheng، وJ.J، وCujic، وM.، و Dragovic، وS.S.، وDuffa، وC.، Fievet, B., Hosseini, A., Jung, K.T, Kamboj, S., Keum, D.K., Kryshev, A., Le Poire, D., Maderich, V., Min, B.I, Periáñez, R., Sazykina, T., Suh, K.S., Yu, C., Wang, C., Heling, R., 2016. مقارنة بين النماذج الدينامية لنقل النويدات المشعة إلى الكائنات الحية البحرية في سيناريو حادث فوكوشيما. J. Environ. Radioact (الإشعاع). 153, 31–50.

ويلكنزون، M.، دومونتييه، M.، آلبرزبرغ، إي وآخرين. (2016) المبادئ التوجيهية العادلة لإدارة البيانات العلمية والإشراف عليها. Sci Data, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (1984): التقرير النهائي الموجز للدورة التاسعة للجنة الأرصاد الجوية البحرية، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (2006): اللجنة الفنية المشتركة بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمعنية بعلوم المحيطات والأرصاد الجوية البحرية (JCOMM) - الدورة الثانية: التقرير النهائي الموجز مع القرارات والتوصيات (مطبوع المنظمة رقم 995). المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (2018 a): مرجع خدمات الأرصاد الجوية البحرية (مطبوع المنظمة رقم 558)، المجلد الأول – الجوانب العالمية، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (2018 b): دليل خدمات الأرصاد الجوية البحرية (مطبوع المنظمة رقم 471)، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (2018 c)، دليل تحليل الأمواج والتنبؤ بها (مطبوع المنظمة رقم 702)، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (2021): معلومات وخدمات الجليد البحري (مطبوع المنظمة رقم 574)، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف.

زودياتيس، G.، R. Lardner، D. Solovyov، X. Panayidou، M. De Dominicis. 2012- تنبؤات البقع النفطية المكتشفة من الصور الساتلية باستخدام بيانات التنبؤ الخاصة بالمحيطات البحرية. مقص المحيطات، 8، 1115-1105. Doi: 10.5194/os-8-1105-2012.

زودياتيس، G., De Dominicis, M., Perivoliotis, L., Radhakrishnan, H., Georgoudis, E., Sotillo, M., Lardner, R.W., Krokos, G., Bruciaferri, D., Clementi, E., Guarnieri, A., Ribotti, A., Drago, A., Bourma, E., Padorno, E., Daniel, P., Gonzalez, G., Chazot, C., Gouriou, V., Kremer, X., Sofianos, S., Tintore, J., Garreau, P., Pinardi, N., Coppini, G., Lecci, R., Pisano, A., Sorgente, R., Fazioli, L., Soloviev, D., Stylianou, S., Nikolaidis, A., Panayidou, X., Karaolia, A., Gauci, A., Marcati, A., Caiazzo, L., mancini, M. (2016). نظام دعم القرارات الخاصة بالسلامة البحرية في منطقة البحر الأبيض المتوسط، مخصص للتنبؤات بالبقع النفطية، الجزء الثاني من بحوث أعماق البحار، http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.07.014.

Zodiatis, G., R. Lardner, T.M. Alves, Y. Krestenitis, L. Perivoliotis, S. Sofianos, K. Spanoudaki (2017). التنبؤ بتسرب النفط (التنبؤ)، في تقرير البحر: علوم التنبؤ بالمحيطات، J. Mar. Res., 75, 923-953, 2017.

### **المرفق 3.1 المواقع الشبكية ذات الصلة**

<https://www.imo.org/>

<https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx>

<https://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/ConferencesMeetings/Pages/SOLAS.aspx>

<https://www.rempec.org/en>

<https://www.emsa.europa.eu/>

<https://www.iaea.org/>

<https://www.goosocean.org/>

[https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER#Background](https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER" \l "Background)

<http://weather.gmdss.org/>

<https://hab.ioc-unesco.org/>

<https://data.hais.ioc-unesco.org/>

[https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER#MPERSS](https://community.wmo.int/activity-areas/Marine/MEER" \l "MPERSS)

<http://weather.gmdss.org/>

<https://public.wmo.int/en/governance-reform/infrastructure-commission>

<https://public.wmo.int/en/governance-reform/services-commission>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. <https://www.bbc.com/news/world-europe-47574143> [↑](#footnote-ref-2)
2. <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-60180226>

   [↑](#footnote-ref-3)
3. ويجب ملاحظة أن نشرات الطحالب الضارة (HAB) لا ينظر فيها في هذا الاستعراض نظرا إلى أن تنبؤات الطحالب (HAB) تقترب بشكل مختلف عن تتبع/ نمذجة حالات الطوارئ البحرية على أساس أن التنبؤ بالطحالب يستخدم نموذجا متقارنا لدوران المحيطات والنظم الإيكولوجية، وهو نموذج أقل نضجا (وأقل دقة) من نمذجة MEER و SAR في الوقت الحاضر.

   [↑](#footnote-ref-4)
4. انظر الصفحة 114، التقرير النهائي للدورة الثانية للجنة الفنية المشتركة مع القرارات والتوصيات، WMO N°995 [↑](#footnote-ref-5)