الدليل الإقليـمي

لاستخدام المشتتات في التصدي لحوادث التلوث البحـري بالنفـط في البحر الأحمر وخليـج عدن

PERSGA

فبراير 2024

SFISH | THE WORLD BANK | PERSGA

PERSGA

الدليل الإقليـمي

لاستخدام المشتتات في التصدي لحوادث التلوث البحري بالنفط في البحر الأحمر وخليج عدن

فبراير 2024

الدليل الأقليمى لاستخدام المشتتات في التصدى لحوادث التلوث البحرى بالنفطي في البحر الأحمر وخليج عدن

الهيئة اإلقليمية للمحافظة على بيئة البحر الحمر وخليج عدن، هي هيئة حكومية تهتم بالمحافظة على البيئة البحرية والساحلية في اقليم البحر الأحمر وخليج عدن. وتستمد «الهيئة»قاعدتها القانونية من الأتفاقية الأقليمية للمحافظة على بيئة البحر ألحمر وخليج عدن بتفاقية جده **1982** . وقد تم اعلان إنشائها رسميا في القاهرة في سبتمبر **1995** ،وتتخذ «الهيئة» منّ مدينة جده بالمملكة العربية السعودية مقراً لها، وتضم الهيئة في عضويتها كلا من السعودية، مصر، السودان، ألاردن، جيبوتي، اليمن، والصومال.

تم إعداد هذا الدليل الاسترشادي بهدف مساعدة الدول الأعضاء في الهيئة على تطوير وتنسيق قوانينها وأنظمتها الوطنية فيما يتعلق باستخدام المشتتات والى تقديم التوجيه في تنفيذها أثناء عمليات الاستجابة لحادث تلوث نفطي في البحر.

يأتي إعداد هذه الوثيقة ضمن جهود الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن (**PERSGA**) الهادفة لتحسين مستوى الاستعداد والتصدي لحوادث التسرب النفطي في منطقة البحر الأحمر وخليج عدن. قام بإعداد هذه الوثيقة باللغة الانجليزية الدكتور محمود أحمد محمد، وترجمها للعربية المهندس اسلام طه من الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر ألحمر وخليج عدن.

إن جميع أشكال والرموز والصوروالأسماء والحدود الجغرافية والمعلومات الواردة في هذه النشرة هي بغرض التوضيح فقط، ولا تعبر بأي الأحوال عن وجهة نظر »الهيئة«، وبالرغم من أن الهيئة لا تدخرجهدا في سبيل تقديم الملعلومات المفيده والدقيقة للقارىء،الا أن الهيئة لا تحتمل أى مسوولية نتيجة أى أخطاء أومحتويات أو محتويات أواقتباسات وردت فى هذه النشرة.

عنوان الهيئة : ص ب **53662** جده **21583** المملكة العربية السعودية

تليفـــــون : **00966124238854**

فاكـــــس : **00966124238875**

بريـــد الكتروني : **info@persga.org**

موقع الكتروني : **www.persga.org**

المحتويـات

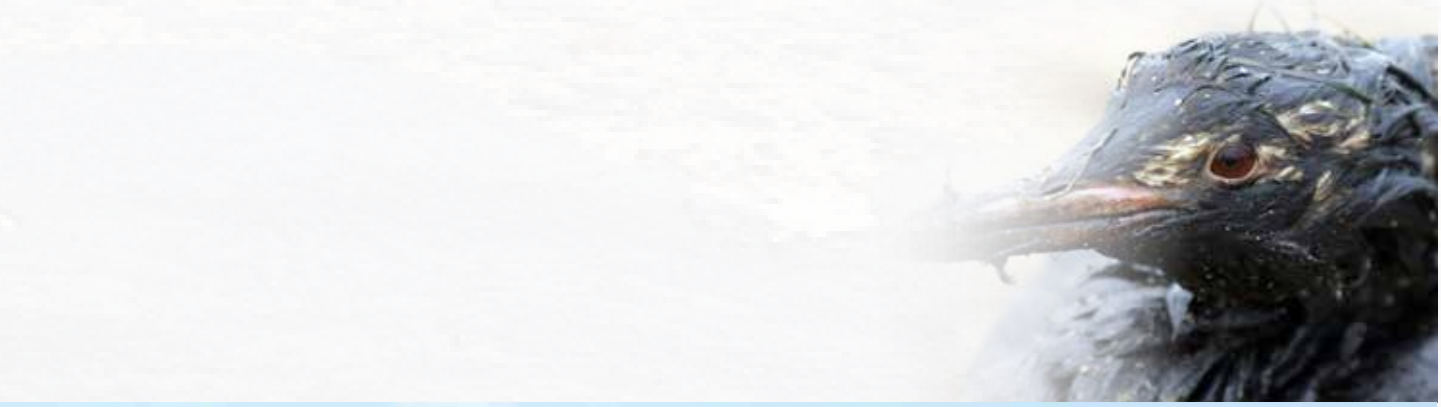
مقدمة 9
1. مجال هذا الدليل 11
1.1 يتكون هذا الدليل الاسترشادي من أربعة أقسام رئيسية 11
2. التعريفات والمصطلحات 12
1.2 التعريفـــات 12
3. إطار السياسات الإقليمية 14
1.3 اتفاقية جده وخطة العمل الإقليمية 14
2.3 الخطة الإقليمية للاستجابة لحوادث التلوث النفطي 15
3.3 الإطار الوطني 16
4.3 دور EMERSEGA / PERSEGA 17
4. معلومات عامـة 18
1.4 تكوين النفط 18
2.4 خصائص النفط 19
3.4 مصير وسلوك النفط المنسكب 22
4.4 أنواع المشتتات وتكوينها 25
5.4 كيف تعمل المشتتات 27
6.4 العوامل التي تؤثر على كفاءة عملية التشتت 28
7.4 تقنية رش المشتتات 30
8.4 مدى كفائة أنظمة رش المشتتات 34
9.4 التأثيرات البيئية 34
10.4 اختيار المشتتات 40
5. الحد الأدنى من المتطلبات 43
1.5 بيان عام ونطاق السياسة 43
2.5 أنواع النفط وقابلية كل منها للتشتت 44
3.5 الحصول على موافقة بأنواع المشتتات التي يسمح باستخدامها - ماذا ؟ : 45
4.5 الحيز الجغرافي المسموح فيه باستخدام المشتتات - أين؟ 46
5.5 فرق الاستجابة (الرش) والدعم اللوجيستي -(كيف؟) 50
6.5 مساعدة الخبراء والمشغلين الأجانب وقت الحادث 59
7.5 اعتبارات لفرض حظر الصيد 59
8.5 عناصر الاستعداد والتأهب 60
9.5 اعتبارات الصحة والسلامة 60
6. الحد الأدنى المطلوب من خصائص معدات الرش 61
1.6 مواصفات أداء منظومات الرش 61
2.6 رش المشتت من السفن 63
3.6 الرش من الطائرات 66
4.6 معدلات الجرعات والتطبيق (الرش) 67
7. إطار عمل NEBA لأخذ الموافقة على رش المشتتات 69
1.7 الخطوة الأولى: تجميع وتقييم البيانات 70
2.7 الخطوة الثانية (التأثيرات المتوقعة): 71
3.7 الخطوة الثالثة : طريقة حساب المزايا والعيوب البيئية (NEBA) 74
4.7 الخطوة الرابعة (اختيار أفضل طريقة ممكنة): 74
8. المرفقـات 76
9. المراجـــع 78

الأشكال

الشكل رقم1: خريطة توضح البحر الأحمر وخليج عدن 14
الشكل رقم2: هيكل الهيدروكربونات المشبعة (الألكانات) 18
الشكل رقم3: هيكل الهيدروكربونات غير المشبعة..... 19
الشكل رقم4: هيكل المكونات غير المترابطة..... 19
الشكل رقم5: التركيبات النموذجية الوقود الثقيل والخام الخفيف والبنزين..... 20
الشكل رقم6: مصير وسلوك النفط المنسكب في البحر 22
الشكل رقم7: شـكل تخطيطي يوضح مصير النفط بعد الانسـكاب ،وتظهر فيه التغييرات بحسب الأهمية النسـبية لعمليات التجوية مع مرو الوقت ، حيث يشـير عرض كل نطاق إلى أهمية العملية..... 23
الشكل رقم8: نظرة عامة على طريقة عمل المشتتات..... 28
الشكل رقم9: تأثير لزوجة الزيت على فعالية المشتت (المصدر: EMSA ، 2012)..... 29
الشكل رقم10: منظومات الرش الحديثة مُركبة على السفينة..... 30
الشكل رقم11: مسدس رش ذو فوهة واحدة (يسار) ينتج نفاث رش غير مستو (يمين)..... 31
الشكل رقم12: استخدام طائرة لرش المحاصيل في رش المشتتات فوق التلوث النفطي (Source: https://www.amsa.gov.au) 32
الشكل رقم13: منظومة الرش بعد تثبيتها على طائرة..... 32
الشكل رقم14: دلو رش مستقل محمول بواسطة طائرة هليكوبتر (عمودية)..... 33
الشكل رقم15: استخدام المشتتات تحت سطح البحر عند راس البئر..... 33
الشكل رقم16: مثال على نص التركيز المميت النصفي الذي يوضح تركيز مادة كيميائية ستقتل 50٪ من الكائنات المختبرة (على اليسار) وزيادة غير خطية في النفوق مع زيادة التركيز الكيميائي (يمين)..... 35
الشكل رقم17: السمية المقارنة لعدد ثمانية منتجات مشتتة للنفط في نوعين من أنواع التجارب المائية في خليج المكسيك - (المصدر: وكالة حماية البيئة الأمريكية / مكتب البحث والتطوير 2010)..... 36
الشكل رقم18: انخفاض في تركيز النفط المشتت..... 37
الشكل رقم19: خريطة أعماق البحر الأحمر وخليج عدن ، توضح مناطق عمق المياه أعلى (باللون الأبيض) وأقل (باللون الأزرق) من 20 مترًا - (المصدر: Navionics 2021) 47
الشكل رقم20: أمثلة على مناطق تقع على بعد 1 ميل بحري من الساحل حيث يقل عمق المياه فيها عن 20 مترًا (يسارًا) وأعلى (يمينًا) من 20 مترًا 48
الشكل رقم21: تقنيات الرش باستخدام السفينة 53
الشكل رقم22: مثال على التقسيم التشغيلي للمساحات في موقع رش المشتتات باسخدام طائرة 727B 55
الشكل رقم23: يوضح الشكل بيانات نموذجية لارتفاعات الطائرة لرش المشتتات باستخدام طائرة B727 من OSRL (المصدر: OSRL, 2011) .(2011) OSRL)..... 55
الشكل رقم24: يوضح الشكل بيانات نموذجية لارتفاعات الطائرة لرش المشتتات باستخدام طائرة B727 وعملية الرصد الجوي 56
الشكل رقم25: مثال لخطة لوجستية لشراء مخزونات المشتتات ونقلها على متن وحدات الرش (مقدمة لغرض التوضيح فقط). 58
الشكل رقم26: أحجام القطرات الكبيرة التي تتجاوز 800 ميكرومتر تخترق البقعة وتُهدر في عمود الماء..... 62
الشكل رقم27: حجم القطرة في حدود 400 - 800 ميكرومتر 62
الشكل رقم28: رش المشتت من السفن(نظرة عامة على النظام)..... 63
الشكل رقم29: المشتت يتطاير بسبب رشه دون مواسير سفلية خارج ذراع الرافعة مباشرة 65
الشكل رقم30: يتم الاستعانة بالأنابيب السفلية على ذراع الرافعة للسماح بالرش على ارتفاع 1 إلى 1.5 متر فوق سطح الماء..... 65

الجـــداول

جدول رقم1: نظرة عامة على السياسات الوطنية المتعلقة باستخدام المشتتات في دول الهيئة 16
جدول رقم2: أنواع المشتتات المصدر (EMSA : 2012) 27
جدول رقم3: قائمة بالمشتتات الكيميائية المعتمدة في واحدة من أكثر في هذه الدول (فرنسا - الولايات المتحدة
الأمريكية - استراليا - المملكة المتحدة) 46
جدول رقم4: تقنية الرصد الجوي 57
جدول رقم5: تقنية الرصد والمراقبة تحت سطح الماء 57
جدول رقم6: تقنية الرصد والمراقبة من على سطح الماء 57
جدول رقم7: تقييم تأثير الإنسكاب النفطي في حالة عدم إتخاذ أي إجراء استجابة 72
جدول رقم8: أمثلة على المعايير ومؤشرات التقييم التي يمكن استخدامها في NEBA 73



PERSGA

في العديد من دول الإقليم لم يتم - حتى تاريخ نشر هذا التقرير في فبراير **2023** م تنظيم عملية استخدام المشتتات كأحد أساليب الاستجابة حوادث الانسكابات النفطية في البحر من خلال لوائح وطنية محددة.

وعلى وجه العموم يعتبر استخدام المشتتات الكيميائية – خصوصاً إذا توفرت الظروف الملائمة – واحداً من أكثر التقنيات كفاءة في عمليات الاستجابة لحوادث التلوث النفطي، وذلك نظراً لفعاليته وانخفاض التكلفة ولسهولة الاستخدام وللعدد المحدود الذي يتطلبه من الايدي العاملة، بالإضافة إلى سهولة توافر المعدات والمواد المطلوبة في جميع أنحاء العالم.

مقدمة

ومع ذلك، يجب دوماً الأخذ في عين الاعتبار أن استخدام المشتتات قد ينتج عنه أضرار إضافية على البيئة البحرية، ومن هنا فان القرار باستخدام المشتتات للاستجابة لحادث تلوث وكذلك اختيار الأنواع التي يمكن استخدامها وطريقة استخدامها، يجب أن يتم بشكل سابق على وقوع الحادث (أثناء عملية التخطيط) ويتم من قبل الجهة الوطنية المعنية.

على وجه الخصوص ، فإن تحديد المناطق التي يكون استخدام المشتتات فيها مسموحًا به وكذلك المناطق التي يكون محظورًا فيها والخرائط التي تحدد تلك المناطق في الاستراتيجية الوطنية للاستجابة للتلوث يحتاج إلى ترتيبات معينة.

وقد أبرزت ورشة العمل الإقليمية حول استخدام المشتتات في الاستجابة للانسكاب النفطي البحري التي نظمتها بيرسجا (**PERSGA**) في الفترة من **26** إلى **28** يناير **2021** ، بحضور ممثلين وخبراء من جميع الدول الأعضاء. أهمية الحاجة إلى وضع وتحسين السياسات الوطنية الخاصة باستخدام المشتتات مع ضرورة وضع نهج إقليمي مشترك لمراجعتها أو تطويرها.

ويهدف هذا الدليل الاسترشادي إلى مساعدة الدول في منطقة البحر الأحمر وخليج عدن في تطوير وتنسيق قوانينها وأنظمتها الوطنية فيما يتعلق باستخدام المشتتات والى تقديم التوجيه في تنفيذها أثناء عمليات الاستجابة لحادث تلوث نفطي في البحر.

PERSGA

1

مجال هذا الدليل

1.1 يتكون هذا الدليل الاسترشادي من أربعة أُقسام رئيسية

معلومات عامة

ويهدف هذا القسم إلى توفير معلومات أساسية حول هذه التقنية بما في ذلك أنواع المشتتات وتركيبها، وشرح علمي مبسط لكيفية عملها، والعوامل التي تؤثر على كفاءتها، وتقنيات التطبيق ومصير النفط المشتت ومقدار سميته.

الحد الأدنى من المتطلبات لوضع سياسة وطنية

تم إعداد هذا القسم لمساعدة السلطات المسؤولة عن وضع / تطوير السياسة الوطنية بشأن استخدام المشتتات. إذ يوضح الحد الأدنى من المتطلبات التي يجب تحديدها في السياسات الوطنية بما في ذلك الحيز الجغرافي والمنتجات المشتتة وطريقة إدارة عمليات رش المشتتات وكذلك عناصر التأهب والاستعداد للاستجابة.

الحد الأدنى من المتطلبات التشغيلية

تم إعداد هذا القسم بهدف مساعدة السلطات الوطنية المعنية والمشغلين المسؤولين عن وضع وتطوير قدرات الاستجابة، لضمان تنفيذ عمليات رش المشتتات بأمان وبفعالية.

ويحدد هذا القسم المتطلبات التشغيلية لأنظمة الرش المحمولة على السفن والطائرات بالإضافة إلى أن الحد الأدنى من متطلبات الرصد والإبلاغ للسماح لفرق إدارة الحوادث بتتبع كفاءة عملية التشتت أُثناء عمليات الاستجابة.

إطار عمل تحليل صافي المنفعة البيئية
Net Environmental Benefit Analysis (NEBA)

تم إعداد هذا القسم بهدف مساعدة السلطات الوطنية المعنية والمشغلين المسؤولين عن وضع وتطوير قدرات الاستجابة، لضمان تنفيذ عمليات رش المشتتات بأمان وبفعالية.ويحدد هذا القسم المتطلبات التشغيلية لأنظمة الرش المحمولة على السفن والطائرات بالإضافة إلى توضيح الحد الأدنى من متطلبات الرصد والإبلاغ للسماح لفرق إدارة الحوادث بتتبع كفاءة عملية التشتت أُثناء عمليات الاستجابة.

2

التعريفات والمصطلحات

1.2 التعريفـــات

السلطة المختصة
Appropriate Authority

أما «السلطة الوطنية» المحددة في المادة الأولى من اتفاقية جده، أو السلطة أو السلطات داخل حكومة طرف متعاقد، المعينة من قبل السلطة الوطنية والمسؤولة عن:

الاستجابة لحالات الطوارئ البحرية أو الاستجابة لها من الناحية التشغيلية.

تلقي وتنسيق المعلومات المتعلقة بحالات الطوارئ البحرية.

تنسيق القدرات الوطنية المتاحة للتعامل مع حالات الطوارئ البحرية بشكل عام داخل حكومتها ومع الأطراف المتعاقدة الأخرى

خطة العمـــل (١٩٨٢)
Action Plan (1982)

خطة العمل للمحافظة على البيئة البحرية والمناطق الساحلية في البحر الأحمر وخليج عدن

المشـــــتت
Dispersant

خليط من العناصر النشطة السطحية في واحد أو أكثر من المذيبات العضوية، ومصمم خصيصًا لتعزيز عملية تشتت النفط في عمود مياه البحر عن طريق تقليل التوتر السطحي بين النفط والماء.

الكفـــاءة
Efficiency

مفهوم يمكن قياسه، ويتم تحديده كميًا من خلال نسبة المخرجات المفيدة إلى إجمالي المدخلات المفيدة.

الفاعليـــــة
Effectiveness

مدى نجاح المشتت في تحقيق النتيجة المرجوة.

اتفاقيـــة جـــدة
Jeddah Convention

الاتفاقية الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن

بروتوكول التعاون الإقليمي (١٩٨٢)
Technical Cooperation Protocol 1982

هو البروتوكول الإقليمي للتعاون في حالات الطوارئ الناتجة عن التلوث بالنفط والمواد الضارة الأخرى

قائمة الاختصارات Acronyms

Also known as	a.k.a.	والذي يعرف أيضا كـ
Centistoke	cSt	
Centipoise	cP	
Nautical mile	nm	ميل بحري
Parts per million	ppm	جزىء في المليون
American Petroleum Institute	API	المعهد الأمريكي للبترول
Aqaba Special Economic Zone Authority (Jordan)	ASEZA	سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (الأردن)
Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution	CEDRE	مركز التوثيق والابحاث والتجارب على حوادث التلوث المائية
Egyptian Environmental Affairs Agency	EEAA	جهاز شؤون البيئة (مصر)
Exclusive Economic Zone	EEZ	منطقة اقتصادية خالصة
Emergency Mutual Aid in the Red Sea and Gulf of Aden	EMARSGA	مركز المساعدات المتبادلة للطوارىء البحرية في البحر الأحمر وخليج عدن (ايمارسجا)
International Maritime Organization	IMO	المنظمة البحرية الدولية
Kingdom of Saudi Arabia	KSA	المملكة العربية السعودية
Lethal concentration to kill 1050%/ of population (48 or 96 hrs exposure)	LC10 /50	بتركيز كاف لقتل 50/10 من الكائنات الحية حال تعرضها المستمر لمدة 48 - 96 ساعة
Lowest Observed Effect Concentration	LOEC	أقل تركيز ملحوظ
Maritime Affairs Authority (Yemen)	MAA	هيئة الشؤن البحرية (اليمن)
Meteorology and Environmental Protection Administration (KSA)	MEPA	إدارة الأرصاد وحماية البيئة (السعودية)
Net Environmental Benefit Analysis	NEBA	تحليل صافي المنفعة البيئة
No Observed Effect Concentration (used for chronic toxicity)	NOEC	لا تتم ملاحظ تركيز تأثير ملحوظ (يستخدم للسمية المزمنة)
National Oil Spill Contingency Plans (generic terminology)	NOSCPs	الخطط الوطنية للتصدي لحوادث الانسكاب النفطي
Regional Organization for the Conservation of the Environment of the Red Sea and Gulf of Aden	PERSGA	الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن
Oil Spill Response Organization	OSRO	منظمة الاستجابة لحوادث التلوث النفطي
Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea	REMPEC	المركز الإقليمي للاستجابة لحالات الطوارئ للتلوث البحري في البحر الأبيض المتوسط
Regional Oil Spill Contingency Plan	ROSCP	خطة طوارئ إقليمية للاستجابة لحوادث التلوث النفطي
Spill Impact Mitigation Assessment	SIMA	تقييم التخفيف من تأثير الانسكاب النفطي
Sudanese Maritime Administration Corporation	SMAC	هيئة الإدارة البحرية السودانية
The Ports Corporation (Jordan)	TPC	(مؤسسة الموانئ (الأردن
Volume Median Diameter	VMD	متوسط حجم القطر

3

إطار السياسات الإقليمية

الإطـار الإقليمـي العـام لتطويـر هـذا الدليـل الإسترشـادي هـو اتفاقيـة جـدة (**1982**) والملاحـق والبروتوكـولات والصكـوك المرتبطـة بهـا، بمـا فـي ذلـك خطـة العمـل الإقليميـة للحفـاظ علـى البيئـة البحريـة والمناطـق السـاحلية فـي البحـر الأحمـر وخليـج عـدن (**1982**)، والبروتوكـول الخـاص بالتعـاون الإقليمي في مكافحة التلوث بالنفط والمواد الضارة الأخرى في حالات الطوارئ (**1982**).

1.3 اتفاقية جده وخطة العمل الإقليمية

فـي عـام **1982**، قـدم دخـول الاتفاقيـة الإقليميـة لحمايـة البحـر الأحمـر وخليـج عـدن حيـز التنفيـذ والمعروفـة باسـم («اتفاقيـة جـدة» ، **1982**) الإطـار القانونـي لتطويـر الأنشـطة المشـتركة وتعزيـز التنسـيق بيـن دول الإقليـم المطلـة علـى البحـر الأحمـر وخليـج عـدن فـي مجـال الحفـاظ علـى البيئـة البحرية والساحلية للإقليم.

ويشمل النطاق الجغرافي لاتفاقية جدة البحر الأحمر وخليج عدن وخليج العقبة وخليج السويس وقناة السويس وصولاً الى نقطة التقائها بالبحر الأبيض المتوسط

الشكل رقم1: خريطة توضح البحر الأحمر وخليج عدن

ملاحظة : يحتـوي البحـر الأحمـر علـى سـت مناطـق اقتصاديـة خالصـة (**EEZ**): المملكـة العربيـة السـعودية - جمهوريـة مصـر العربيـة - إريتريـا - الجمهوريـة اليمنيـة و جمهوريـة جيبوتـي. ويحـده شمالا خليجي السويس والعقبة وجنوبا خليج عدن ، بينما يحتوي خليج عدن على ثلاثة مناطق اقتصادية خالصة (**EEZ**) وهي : جمهورية الصومال - الجمهورية اليمنية وجمهورية جيبوتي .

خطة العمل

تقدم خطة العمل الإقليمية للمحافظة على البيئة البحرية والمناطق الساحلية في البحر الأحمر وخليج عدن والمعروفة بـ («خطة العمل» ، **1982**) خارطة طريق متكاملة لاتفاقية جدة لتنفيذ أنشطتها وبرامجها.

وتشمل العناصر الرئيسية لخطة العمل التقييم البيئي، والإدارة البيئية، والترتيبات المؤسسية والمالية، والمكون القانوني.

بروتكول التعاون الاقليمي

يحدد البروتوكول الإقليمي للتعاون في مكافحة التلوث بالنفط والمواد الضارة الأخرى في حالات الطوارئ («بروتوكول التعاون الفني» ، **1982**) المبادئ الأساسية للتعاون بين الدول الساحلية في حالة حدوث تلوث نفطي واسع في المنطقة ، بما في ذلك تبادل المعلومات وطلبات المساعدة.

ينص أحد البنود الرئيسية لبروتوكول التعاون الفني في تحديد اختصاصات ومهام مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية (**EMARSGA**) والذي يتمثل دوره في تنسيق جميع أنشطة التعاون في مجال التأهب والاستعداد والاستجابة لحوادث التلوث البحري في المنطقة.

2.3 الخطة الإقليمية للاستجابة لحوادث التلوث النفطي

توفر الخطة الإقليمية للاستجابة لحوادث التلوث النفطي (**ROSCP**) إطارا إقليميا للاستجابة الفعالة لحوادث انسكاب النفط في البيئة البحرية وقد تم في يناير **2023**م تحديث خطة الاستجابة الإقليمية للتعامل مع حادث تلوث محتمل من الخزان العائم صافر والذي كان يرسو في البحر الأحمر إلى الشمال من ميناء الحديدة وقت إعداد هذا الدليل الاسترشادي مشكلاً تهديداً بوقوع تلوث واسع النطاق حال حدوث غرق او انفجار او حريق.

الهدف الرئيسي لخطة الاستجابة الإقليمية **ROSCP** هو تشكيل إطار عمل إقليمي يوضح آليات طلب وتقديم المساعدة المتبادلة وتسهيل التعبئة الدولية وتقديم الدعم في حالة وقوع حادث انسكاب نفطي واسع النطاق يؤثر على الممر الملاحي والعديد من البلدان في المنطقة.

- الأهداف المحددة للخطة **ROSCP** هي:
  - ⊙ توفير إطار عمل ينظم الاستجابة السريعة والفعالة في حالة وقوع حادث انسكاب كبير قد يؤثر على العديد من البلدان في الإقليم.
  - ⊙ تحديد الجهات المختصة على المستويات الوطنية والإقليمية والدولية.
  - ⊙ تحديد آليات التعاون.
  - ⊙ مساعدة الدول الأعضاء في كيفية طلب و / أو تقييم المساعدة الخارجية
  - ⊙ تحديد الموارد البشرية والمعدات المطلوب حشدها للاستجابة الفعالة والسريعة في حالة الانسكاب النفطي البحري

3.3 الإطار الوطني

على المستوى الوطني، يجب تحديد السياسات المتعلقة باستخدام المشتتات كأحد أساليب مكافحة التلوث النفطي في خطط الطوارئ الوطنية للاستجابة لحوادث الانسكاب النفطي. اذ يجب أن تتضمن الخطط الوطنية تفصيلاً للعناصر التالية:

- السياسة العامة ونطاق الاستخدام
- أنواع النفط المختلفة التي يتم تداولها ومدى استجابة كل منها للمشتتات
- آلية اتخاذ القرار وترتيبات الحصول على الموافقة المسبقة لاستخدام المشتتات (باستخدام **NEBA**)
- أنواع المنتجات المشتتة المصرح باستخدامها - ماذا؟
- تحديد النطاق الجغرافي الذي يسمح فيه برش المشتتات - أين؟
- متطلبات التشغيل (المعدات، الدعم اللوجستي، المراقبة والرصد) - كيف؟
- عناصر الاستعداد والتأهب
- اعتبارات الصحة والأمان

حتى وقت اعداد هذا الدليل لم يتم تحديد السياسات الوطنية الخاصة باستخدام المشتتات من قبل أي دولة من الدول الساحلية يقدم الجدول **1** نظرة عامة على التشريعات الوطنية بما في ذلك الإصدار الأخير من خطط الاستجابة الوطنية **NOSCP** والقسم المتعلق باستخدام المشتتات بالإضافة إلى حالة العناصر الرئيسية لهذه السياسات في وقت كتابة هذا التقرير

جدول رقم1: نظرة عامة على السياسات الوطنية المتعلقة باستخدام المشتتات في دول الهيئة

	NOSCP (year and relevant section)	Competent Authorities	Approved Products	Operational requirements	Geographic limits	Spraying management NEBA
Jordan	NOSCP (2002) Section 4.7 : Dispersant application	ASEZA TPC	Unspec.	Partial	Unspec.	Partial
Egypt	NOSCP (1998) Section 7 : Policy on the use of dispersants	EEAA	Specified	Items provided	Specified	Items provided
Sudan	NOSCP (2003) Section 6.6 : Application of dispersants	SMAC	Unspec.	Partial	Specified	Items provided
KSA	NCP (1991 – 1411 H)	MEPA	Unspec.	Unspec.	Unspec.	Unspec.
Djibouti	POLMER (2012) P. A / Section 4 : Politique nationale pour l'emploi de dispersants	Min. Trans.	Specified	Items provided	Specified + Maps	Partial
Yemen	?	MAA	?	?	?	?

4.3 دور PERSEGA / EMERSEGA

تم تطوير هذا الدليل الاسترشادي من قبل **PERSGA** ، الهيئة الإقليمية للحفاظ على البيئة في البحر الأحمر وخليج عدن.

وتضم الهيئة في عضويتها سبع دول وهي: جمهورية جيبوتي وجمهورية مصر العربية والمملكة الأردنية الهاشمية والمملكة العربية السعودية وجمهورية الصومال الفيدرالية وجمهورية السودان والجمهورية اليمنية.

وتستضيف المملكة العربية السعودية الهيئة ويديرها مجلس وزاري من الوزراء المسؤولين عن شؤون البيئة في كل من الدول الأعضاء السبع في الهيئة.

وتم إنشاء مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية (**EMARSGA**) في مدينة الغردقة، بجمهورية مصر العربية بموجب بروتوكول التعاون (**1982**).

والأهداف الرئيسية للمركز هي:

- تعزيز قدرات الدول الأعضاء وتسهيل التعاون فيما بينها من أجل مكافحة التلوث النفطي والمواد الضارة الأخرى في الوقت المناسب وبشكل فعال في حالات الطوارئ البحرية
- مساعدة الدول الأعضاء في تطوير قدراتها الوطنية لمكافحة التلوث بالنفط والمواد الضارة الأخرى وتنسيق وتسهيل تبادل المعلومات والتعاون التكنولوجي والتدريب

4 معلومات عامـة

هناك أنواع كثيرة من النفط ولكل نوع منها تركيبة جزيئية مختلفة تؤثر على خصائصه وسلوكه.

ولفهم أفضل لكيفية تفاعل النفط المنسكب مع البيئة المستقبلة له، تتم مراجعة الخصائص الكيميائية والفيزيائية الأساسية للمنتجات البترولية أدناه.

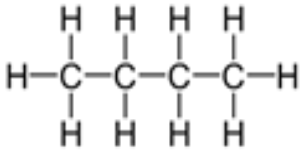
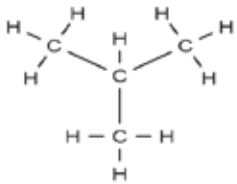
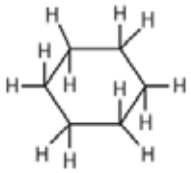
النفط الخام ومنتجاته المكررة عبارة عن خليط معقد من الهيدروكربونات (بشكل أساسي) والمركبات القطبية الأخرى مثل الكبريت والنيتروجين والأكسجين المضمنة في هياكلها.

1.4 تكوين النفط

تشمل الهياكل الهيدروكربونية الرئيسية ما يلي:

الهيدروكربونات المشبعة :

هذه ترتيبات خطية أو متفرعة أو دورية للكربون والهيدروجين يشار إليها بالألكانات

Linear alkanes **a.k.a. "n-alkanes"**	Branched alkanes « a.k.a. « isoparaffins or paraffins	Cyclo-alkanes **a.k.a. "saturated cyclic hydrocarbons"**
		
(butane) Example : C_4H_{10}	(isobutane) Example: C_4H_{10}	(cyclohexane) Example : C_6H_{12}

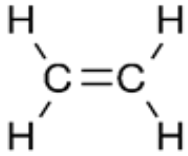
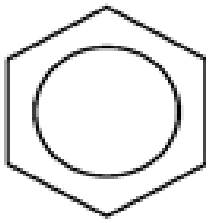
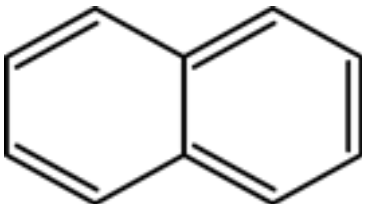
الشكل رقم2: هيكل الهيدروكربونات المشبعة (الألكانات)

الهيدروكربونات الغير مشبعة

الهيدروكربونات غير المشبعة هي هيدروكربونات لها روابط تساهمية مزدوجة أو ثلاثية بين ذرات الكربون المجاورة.

تعني كلمة «غير مشبعة» إمكانية إضافة المزيد من ذرات الهيدروجين إلى الهيدروكربون لجعله مشبعًا (أي يتكون من جميع الروابط المفردة).

يشتمل تكوين الكربون غير المشبع على سلسلة مستقيمة، مثل الألكينات والألكينات ، بالإضافة إلى السلاسل المتفرعة والمركبات العطرية.

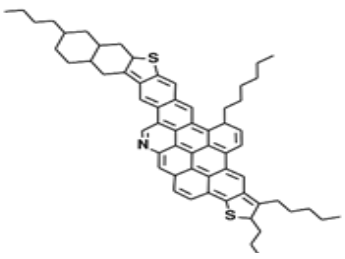
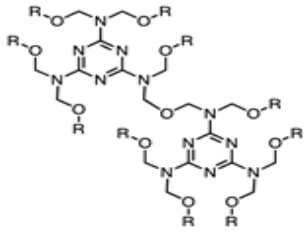
Straight chains a.k.a alkenes and alkynes	Mono-aromatic a.k.a. BTEX	Poly-aromatics a.k.a. PAH
		
Example : C_2H_4 (ethylene)	Example : C_6H_6 (benzene)	Example: $C_{10}H_8$ (naphthalene)

الشكل رقم3: هيكل الهيدروكربونات غير المشبعة

المكونات غير المتطايرة

المكونات غير المتطايرة بما في ذلك الإسفلت والراتنجات هي مكونات هيدروكربونية متبقية (**residual**) وشديدة القطبية تحتوى على ذرات غير متجانسة (**S** ، **N** ، **O** ، **H** ، **C**) يتم الحصول عليها بشكل أساسي من تكثيف الحلقات العطرية والنافثينية (**naphthenic**).

وأما الزيوت الثقيلة والرمال الزيتية والقار والزيوت المتحللة بيولوجيًا (حيث لا تستطيع البكتيريا استيعاب الأسفلتين ، ولكنها تستهلك بسهولة الهيدروكربونات المشبعة وأيزومرات هيدروكربونية عطرية معينة - يتم التحكم فيها إنزيميًا) فتحتوي على نسب أعلى بكثير من الأسفلتين مقارنة بالزيوت المتوسطة **API** أو بالزيوت الخفيفة.

Asphaltene	Resin
	
	Example: melamine-formaldehyde polymer

الشكل رقم4: هيكل المكونات غير المترابطة

2.4 خصائص النفط

تؤثر خصائص النفط على طريقة انتشاره وتكسيره، وعلى المخاطر التي قد يشكلها على الحياة البحرية والبشرية، واحتمالية أن يشكل تهديدًا للموارد الطبيعية والصناعية.

تشمل العوامل التي تؤثر على قدرة الانسكاب النفطي على الانتشار التوتر السطحي والجاذبية النوعية واللزوجة.

التوتر السطحي

التوتر السطحي هو مقياس التجاذب بين الجزيئات السطحية للسائل.

كلما زاد التوتر السطحي، كلما زاد احتمال بقاء الانسكاب في مكان انسكابه. و إذا كان التوتر السطحي للنفط منخفضًا، فسوف ينتشر النفط حتى بدون مساعدة من تيارات الرياح والماء.

ونظرًا لأن درجات الحرارة العالية يمكن أن تقلل من التوتر السطحي للسائل ، فمن المرجح أن ينتشر النفط في المياه الدافئة بمعدل أكثر من المياه شديدة البرودة

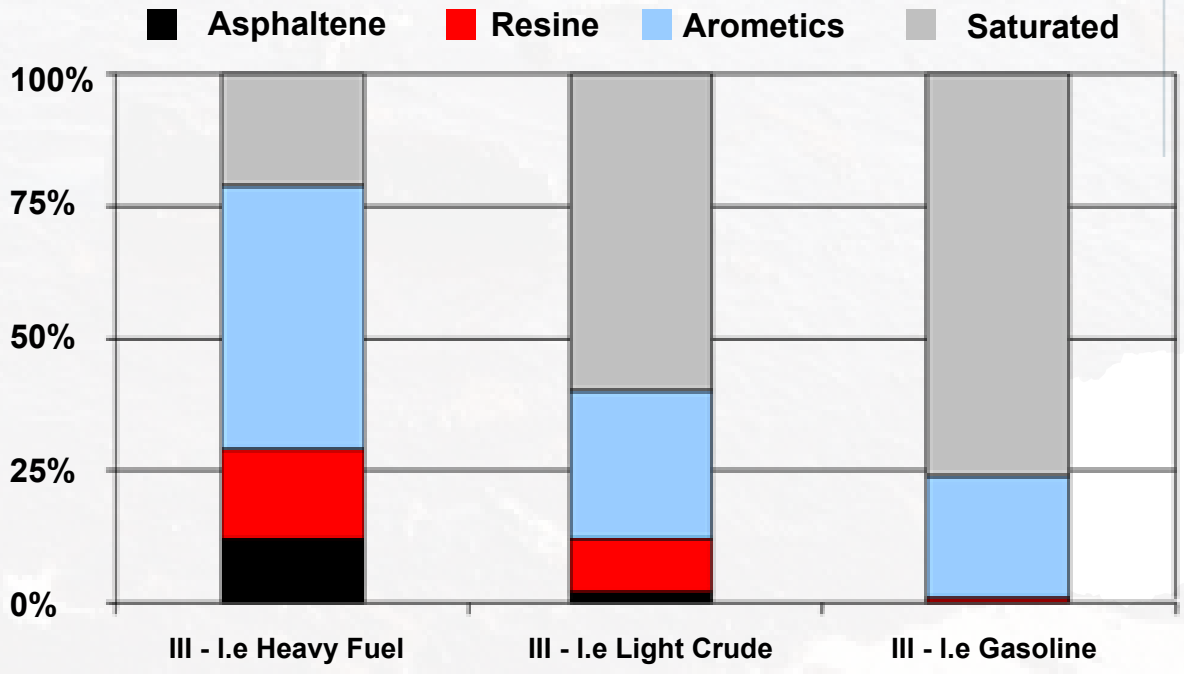
الوزن النوعي specific gravity

الوزن النوعي هو نسبة وزن منتج زيتي إلى وزن حجم متساوٍ من الماء

دائماً مايكون الوزن النوعي لمعظم الزيوت الخام والمنتجات البترولية المكررة أقل من **1.0** جم / مل ، وبالتالي تطفو هذه المواد عمومًا على الماء (الجاذبية النوعية لمياه البحر هي **1.025** جم مل).

تعتمد كثافة النفط على المحتوى النسبي للهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة ومكونات الإسفلت والراتنجات.

تتكون الزيوت الخفيفة (مثل البنزين) في الغالب من الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة بينما المنتجات الثقيلة (مثل زيت الوقود الثقيل) تحتوي على مكونات غير متطايرة (الراتنج والأسفلتين).



الشكل رقم5: التركيبات النموذجية الوقود الثقيل والخام الخفيف والبنزين

مقياس الجاذبية لمعهد البترول الأمريكي (**API**) هو مقياس خاص يستخدم لوصف الزيوت والمنتجات البترولية باستخدام المعادلة:

$$°API = (141.5/\text{specific gravity}) - 131.5$$

تُستخدم جاذبية **API** هذه على نطاق واسع نظراً لكونها توفر مؤشرًا عامًا لخصائص أخرى للنفط؛ على سبيل المثال ، بشكل عام ، كلما انخفض **API** ° ، كلما زاد ثقل النفط ، وكلما زادت درجة **API** ، انخفضت درجة اللزوجة والكمية النسبية للمكونات المتطايرة في النفط.

يصنف **ITOPF** (**2012**) أربع مجموعات من النفط وفقًا لجاذبية ° **API** الخاصة بهم على النحو التالي:

- المجموعة **1** أو الزيوت الخفيفة لها جاذبية **API** أكبر من **45** ؛
- المجموعة **2** من الزيوت الخفيفة والمتوسطة لها جاذبية **API** بين **35** و **45**
- المجموعة **3** أو الزيوت المتوسطة لها **API** بين **17.5** و **35** ،
- المجموعة **4** أو الزيوت الثقيلة ذات جاذبية **API** أقل من **17.5**.

اللزوجة

تعتبر اللزوجة أو مقاومة التدفق إحدى الخصائص الرئيسية في تحليل سلوك النفط حال انسكابه في البيئة البحرية، اذا انها تساعد على تقدير ميل النفط إلى الانتشار في مياه البحر (التشتت). من المقبول عمومًا أنه كلما زادت لزوجة منتج نفطي، كلما قلت قابليته للتشتت.

اللزوجة هي مقياس لقوى الاحتكاك الجزيئي الداخلي داخل المائع مما ينتج عنه تأثير السحب الاحتكاك.

هناك نوعان من مقاييس لزوجة السوائل والتي تعرف باسم اللزوجة الديناميكية والحركية.

اللزوجة الديناميكية (المطلقة) هي القوة العرضية لكل وحدة مساحة المطلوبة لتحريك مستوى أفقي واحد بالنسبة للآخر عند سرعة الوحدة مع الحفاظ على مسافة وحدة متباعدة بواسطة السائل

غالبًا ما يتم التعبير عن اللزوجة الديناميكية في النظام المتري ك g/cm/s و dyne/s

2cm أو الاتزان (p)حيث **1poise = dyne s / cm^2 = g / cm.s = 1/10 pa.s**

للإستخدام العملي، يكون **Poise** كبيرا جد ا، ويتم تقسيمه عادة على **100** إلى وحدة أصغر

تسمى **cP (centiPoise)** حيث **1p = 100cp**

اللزوجة الكاينماتيكية **Kinematic Viscosity** هي نسبة اللزوجة المطلقة إلى الكثافة ، ويمكن الحصول عليها بنسبة اللزوجة المطلقة لسائل ما على كثافة كتلتها .

وفي النظام المتري تكون الوحدة النظرية هي m^2/S والتي يشيع استخدامها كـ **Stoke** (**st**)

حيث **1ST = 10^{-4} m^2/s** وحيث أن هذه تعتبر وحدة طويلة وليس من العمل استخدامها فعادة مايتم قسمتها على **100** للتبسيط وليتج عن ذلك وحدة تسمى **Centistokes**

ملحوظة: نظرًا لأن الثقل النوعي للماء عند **68.4** درجة فهرنهايت (**20.2** درجة مئوية) هو واحد تقريبًا (**1**)، فإن اللزوجة الحركية للماء عند **68.4** درجة فهرنهايت هي لجميع الأغراض العملية **1.0** سنتي ست.

خصائص التقطير

تصف خصائص تقطير الزيت درجة قابليته للتطاير (**its volatility**).

أثناء عملية التقطير، ومع ارتفاع درجة حرارة النفط، تصل مكوناته المختلفة إلى نقطة الغليان الخاصة به ويبدأ في التبخر بشكل متوالي.

بالنسبة للنفط الذي يحتوي على نسب كبيرة من المركبات الخفيفة المشبعة أو غير المشبعة مثل البنزين أو الخامات الخفيفة فسوف تتبخر بسرعة.

أما النفط الذي يحتوي على مخلفات شمعية أو أسفلتينية ثقيلة على العكس من ذلك يحتمل أن يستمر في البيئة البحرية لفترات طويلة.

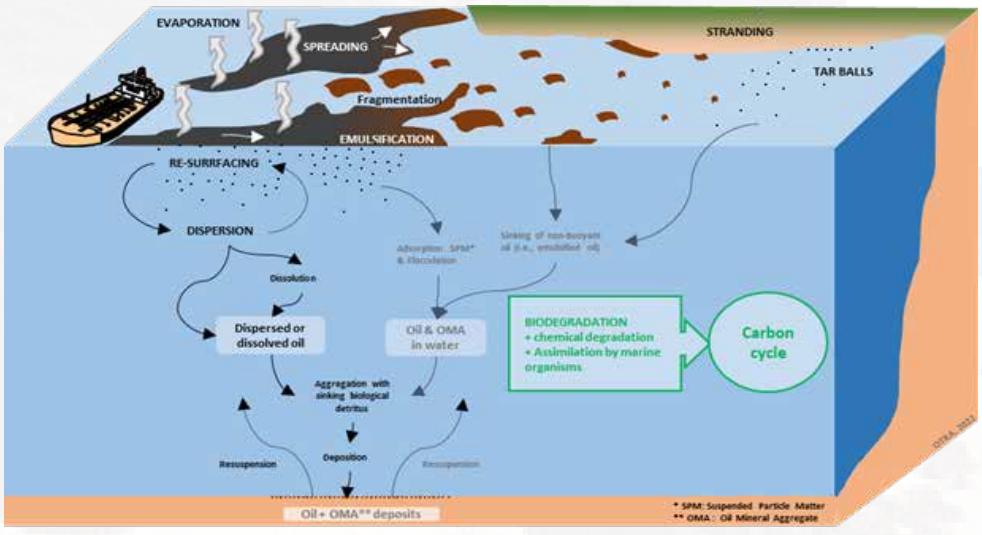
خصائص النفط الأخرى

نورد أدناه خصائص النفط الأخرى التي لها تأثير على مصير وسلوك النفط المنسكب.

- ضغط البخار: مؤشر أخر على تطاير النفط. ويقاس بالباسكال (**Pa**) أو ملليمتر من الزئبق (**mmHg**). يعتبر ضغط البخار الأكبر من **3** كيلو باسكال مؤشر مقبول لحدوث التبخر. بينما اذا زاد عن **100** كيلو باسكال (**760** مم زئبق) ، تسلك المادة نفس سلوك الغاز.
- نقطة الانسكاب: درجة الحرارة التي لا يتدفق النفط بعدها. هذه هي وظيفة المكون الشمعي والأسفلتي في النفط.
- نقطة السحب (**cloud point**): درجة الحرارة التي تبدأ تحتها مكونات الشمع للنفط في تكوين هياكل بلورية. عندما يتم الوصول إلى نقطة الصب (**Pour point**)، يتوقف التدفق وتتصرف المادة كمادة شبه صلبة.

3.4 مصير وسلوك النفط المنسكب

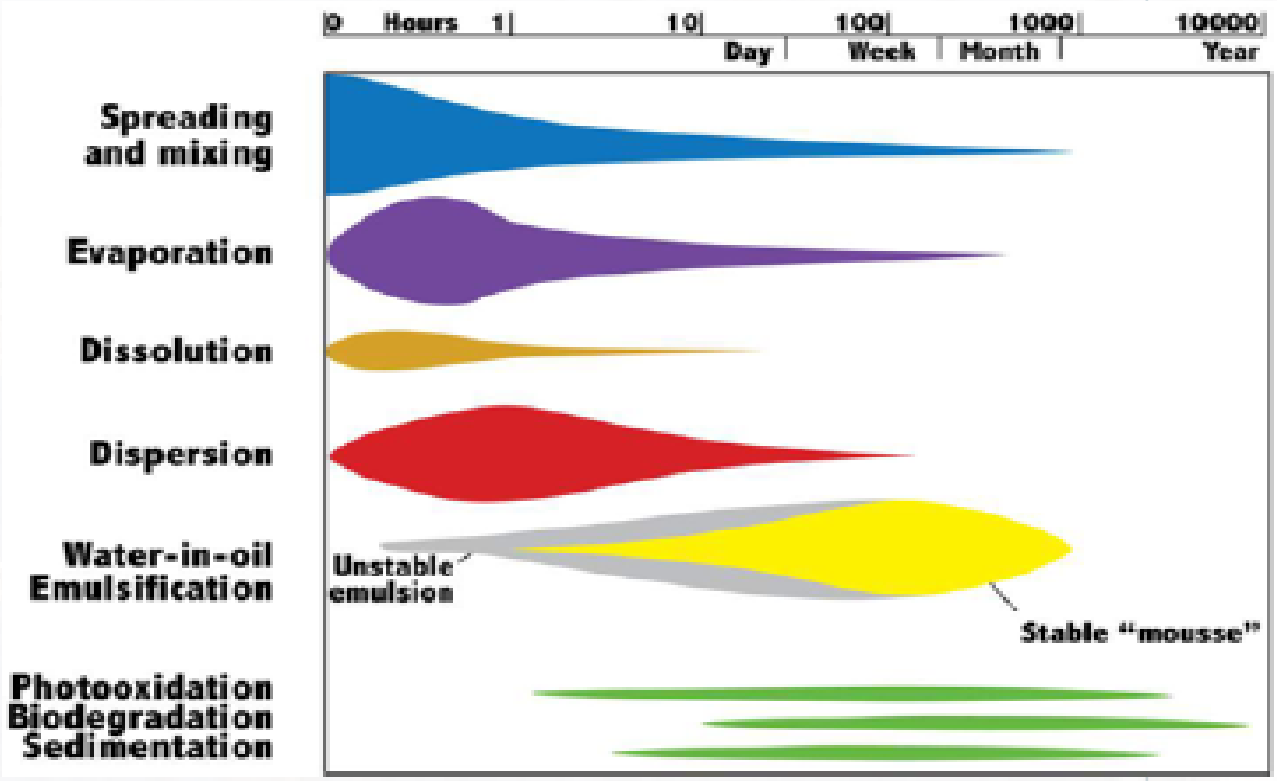
عندما ينسكب النفط في البيئة البحرية فإنه يخضع لعدة عمليات ويشار إلى التأثير المشترك لكل هذه العمليات عادة باسم «التجوية» يتم عرض هذه العمليات أدناه:



الشكل رقم6: مصير وسلوك النفط المنسكب في البحر

ويمكن أن تحدث هذه العمليات كلها في نفس الوقت وان كانت تحدث بمعدلات مختلفة.

ويعتمد معدل حدوثها ومدى استمرارها بشكل أساسي على الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمنتج النفطي، والظروف البيئية السائدة وظروف إطلاق النفط في البيئة البحرية (الاطلاق الفوري / المستمر، تحت سطح البحر / السطح الداخلي، إلخ.)



الشكل رقم7: شكل تخطيطي يوضح مصير النفط بعد الانسكاب ،وتظهر فيه التغييرات بحسب الأهمية النسبية لعمليات التجوية مع مرو الوقت ، حيث يشير عرض كل نطاق إلى أهمية العملية

الإنتشار :

تعتمد السرعة التي يتم بها الانتشار بشكل أساسي على مقدار اللزوجة وعلى حجم النفط المنسكب. فكلما كان النفط أكثر لزوجة، كلما احتاج وقتاً أطول لكي ينتشر على سطح الماء. كما تعتمد سرعة الانتشار أيضًا على الاضطرابات السطحية للماء؛ فكلما كانت شدة الرياح والتيارات البحرية أقوى، كلما كانت العملية أسرع.

ملحوظة: مع انتشار النفط وانخفاض سمكه، يتغير مظهره من اللون الأسود (القابل للتشتت) إلى اللون الامع القزحي (بألوان الطيف) والى اللون الفضي الامع (وفي هذه الحالة لا يصبح النفط مناسباً للتشتت الكيميائي).

ملحوظة: في العادة لن ينتشر النفط عالي اللزوجة أو الشبه صلب بل سيميل إلى التجزئة والى تشكيل بقع من الزيت السميك على السطح والتي سيتم نقلها بشكل منفصل بفعل الرياح والتيار على السطح.

التبخر :

التبخـر هـو عمليـة تبخيـر النفط التـي تحـدث علـى السـطح حيـث يتحـول مـن الحالـة السـائلة إلـى الحالـة الغازيـة. ويعتمـد معـدل التبخـر علـى مـدى قابليـة الزيـت للبخـر وأيضـاً علـى درجـة الحـرارة المحيطـة وسـرعة الريـاح.

إن قابليـة النفـط للبخـر هـو دالـة علـى خصائـص التقطيـر. وبشـكل عـام، سـوف تتبخـر كل مكونـات الزيـت التـي تقـل درجـة غليانهـا عـن **200** درجـة مئويـة فـي غضـون **24** سـاعة مـن وقـت الانسـكاب.

ملحوظـة: سـيؤثر معـدل الانتشـار الأولـي للنفـط علـى معـدل التبخـر مـع زيـادة واجهـة تعرض النفط والهواء .

التحلل :

يصـف التحلـل عمليـة إعـادة تنظيـم المذيبـات (المـاء) والجزيئـات الذائبـة فـي محاليـل إذابـة. ويعتمـد معـدل ومـدى ذوبـان النفـط علـى تكوينـه وانتشـاره ودرجـة حـرارة المـاء ودرجـة تشـتته.

وعـادة مـا تكـون المكونـات الثقيلـة للزيـت غيـر قابلـة للذوبـان فـي حيـن أن المركبـات الأخـف مثـل العطريـات قابلـة للذوبـان بشـكل طفيـف.

نظـرًا لأن هـذه المركبـات الخفيفـة يمكـن أن تُفقـد عمومًـا عـن طريـق التبخـر، فمـن الشـائع اعتبـار أن الذوبـان لا يسـاهم بشـكل كبيـر فـي إزالـة الزيـت مـن سـطح البحـر.

التشتت :

التشـتت هـو عمليـة يتـم مـن خالهـا فصـل الجسـيمات المتكتلـة عـن بعضهـا البعـض، ويتـم تشـكيل واجهـة جديـدة بيـن السـطح الداخلـي لوسـط تشـتت السـائل وسـطح الجسـيمات المشـتتة.

ويعتمـد معـدل التشـتت علـى خصائـص النفـط وعلـى حالـة البحـر. ويحـدث التشـتت بشـكل أسـرع مـع أنـواع النفـط الخفيفـة خصوصـاً فـي حالـة وجـود أمـواج متكسـرة ممـا يـؤدي إلـى تفتيـت البقعـة إلـى قطيـرات صغيـرة مختلطـة فـي عمـود المـاء.

تميـل القطـرات الأصغـر إلـى البقـاء فـي عمـود المـاء لفتـرة أطـول مـن القطـرات الأكبـر حجمًـا والتـي سـترتفع بسـرعة أكبـر إلـى السـطح حيـث تتجمـع مجـددًا لتشـكيل البقعـة مـرة ثانيـة.

قـد تظـل القطـرات الصغيـرة جـدًا(التـي يكـون قطرهـا أقـل مـن **70** ميكرومتـر) معلقـة فـي عمـود المـاء حيـث تميـل القـوة المضطربـة علـى سـطح المـاء إلـى موازنـة قـوا بلطفـو علـى السـطح.

ملحوظـة: الواجهـة المتزايـدة بيـن الزيـت والمـاء للقطـرات المتفرقـة تعـزز أيضًـا عمليـات التجويـة الأخـرى مثـل التحلـل البيولوجـي والذوبـان.

الاستحلاب

استحلاب المـاء فـي الزيـت هـو عمليـة تشـكيل مسـتحلب عـن طريـق خلـط التيـار والموجـات والريـاح علـى السـطح ممـا يتسـبب فـي احتبـاس قطـرات المـاء بداخـل الزيـت اللـزج. وقـد تبقـى مسـتحلبات مـوس الشـوكولاتة (**Chocolate mousse**) فـي البيئـة البحريـة لشـهور أو حتـى لسـنوات.

ملحوظـة: مسـتحلب المـاء فـي الزيـت المعـروف أيضًـا باسـم مـوس الشـوكولاتة (**Choco-late mousse**) عـادة مـا يكـون شـديد اللزوجـة ممـا يمنـع حـدوث التشـتت الكيميائـي

الأكسدة الضوئية :

تحـدث الأكسـدة عندمـا يتحـد الأكسـجين مـع النفـط منتجـاً مركبـات قابلـة للذوبـان فـي المـاء أو مركبـات ثابتـة تسـمى القطـران. ويتـم تعزيـز هـذه العمليـة عـن طريـق ضـوء الشـمس، ولكنهـا عـادة تكـون عمليـة بطيئـة للغايـة. وقـد تسـتمر هـذه الكـرات السـوداء اللزجـة الكثيفـة فـي البيئـة لفتـرة طويلـة بعـد الانسـكاب.

الترسيب :

يحـدث الترسـيب عندمـا تـزداد كثافـة النفـط بسـبب تبخـر المركبـات الخفيفـة أو أي عمليـات تجويـة لتصبـح كثافـة الزيـت قريبـة مـن كثافـة المـاء. كمـا يحـدث أيضـاً عنـد ملامسة الزيـت العائـم أو شـبه المغمـور أو المشـتت مـع الجسـيمات العالقـة (**SPM**)، اذ يمكـن أن ترتبـط الرواسـب بـه مشـكلة تراكمـات زيتيـة معدنيـة (**OMA**). ويحـدث هـذا بشـكل خـاص فـي الميـاه الضحلـة أو عندمـا تصـل الميـاه المحملـة بالرواسـب (بالقـرب مـن مخـرات السـيول أومصبـات الأنهـار).

التحلل البيولوجي:

تمتلـك بعـض الكائنـات الحيـة الدقيقـة فـي ميـاه البحـر القـدرة علـى اسـتغال الهيدروكربونـات كمصـدر للطاقـة وبالتالـي يمكنهـا أن تقـوم بتحليـل الزيـت جزئيًـا أو كليًـا إلـى مركبـات قابلـة للذوبـان فـي المـاء وفـي النهايـة يتـم تحليلـه إلـى ثانـي أكسـيد الكربـون والمـاء.

العوامـل الرئيسـية التـي تؤثـر علـى كفـاءة التحلـل البيولوجـي هـي مسـتويات العناصـر الغذائيـة النيتروجيـن والفوسـفور)، ودرجـة الحـرارة ومسـتوى الأكسـجين الموجـود (للتحلـل البيولوجـي الهوائي.

ملحوظـة: يزيـد التشـتت مـن مسـاحة السـطح إلـى نسـبة حجـم الزيـت، وبالتالـي يزيـد المسـاحة المتاحـة للكائنـات الدقيقـة لتلتصـق بسـطح الزيـت وبالتالـي يسـاعد تشـتت الزيـت علـى تحللـه بيولوجيـا.

4.4 أنواع المشتتات وتكوينها

مشـتتات انسـكاب الزيـت عبـارة عـن خليـط مـن العوامـل النشـطة السـطحية («المـواد الخافضـة للتوتـر السـطحي») فـي واحـد أو أكثـر مـن المذيبـات العضويـة، المصممـة خصيصًـا لتعزيـز تشـتت الزيـت فـي عمـود ميـاه البحـر.

المـواد الخافضـة للتوتـر السـطحي (أو العوامـل النشـطة السـطحية)

هـي مركبـات كيميائيـة ذات جزيئـات تتكـون مـن جزأيـن مختلفيـن: جـزء «محـب للمـاء» (**hydro-philic**) وجـزء «محـب للزيـت» (**oleophilic**). وتعمـل المـواد الخافضـة للتوتـر السـطحي بمثابـة «جسـر كيميائـي» بيـن المـواد الزيتيـة والمـاء وتمكنهمـا مـن الاختـاط مـع بعضهمـا البعـض بسـهولة أكبـر.

المذيبـات :

تستخدم المذيبـات فـي إذابـة المـواد الخافضـة للتوتـر السـطحي (بعـض المـواد الخافضـة للتوتـر السـطحي هـي مـواد صلبـة) وذلـك بهـدف **1**) تعزيـز قابليـة ذوبـان المـادة الخافضـة للتوتـر السـطحي وتقليـل اللزوجـة (العديـد مـن المـواد الخافضـة للتوتـر السـطحي عبـارة عـن سـوائل عاليـة اللزوجـة) ممـا يتيـح التطبيـق المنتظـم للمـادة المشـتتة علـى الزيـت المنسـكب.

تصنيف المشتتات :

تصنـف المشـتتات بحسـب جيلهـا[1] ونوعهـا، فقـد تكـون أنـواع المشـتتات الحديثـة إمـا «تقليديـة» أو «مركـزة» وذلـك علـى النحـو التالـي:

المشتت التقليدي (الجيل الثاني)

- محتوى منخفض من التفاعل بالسطح (**10**٪ إلى **25**٪):
  - استرات الأحماض الدهنية أو
  - إسترات الأحماض الدهنية المتآكسلة
- مذيب هيدروكربوني غير قابل للذوبان في الماء:
  - نواتج التقطير البترولي الخفيف ، مثل الكيروسين منزوع العطريات (أقل من **3**٪ بالوزن).

يتم التخلص التدريجي من مشتتات الجيل الثاني واستبدالها بالمركزات.

المركزات (الجيل الثالث):

- محتوى أعلى من التفاعل بالسطح (**25**٪ إلى **60**٪):
  - إسترات الأحماض الدهنية أو إسترات السوربيتان مثل سلسلة **Span** ™ ، أو
  - إسترات الأحماض الدهنية المتآكسلة أو إسترات السوربيتان المتآكسلة
  - الصوديوم ثنائي إيزو أوكتيل سلفوساكسينات
- المذيبات القابلة للذوبان في الماء:
  - إثيرات الجليكول
  - نواتج التقطير البترولي الخفيف: نواتج التقطير الخفيف المائي

١ تتكـون مشـتتات الجيـل الأول والتـي كانـت شـائعة الاسـتخدام فـي فتـرة السـتينات مـن القـرن الماضـي مـن خليـط مـن المنظفـات الصناعيـة والعطريـات الهيدروكربونيـة المذيبة.وقد ثبـت أن هـذه الأنـواع شـديدة السـمية ولهـذا تـم مؤخـراً التوقـف عـن اسـتخدامها فـي الاسـتجابة لحـوادث التلـوث النفطـي نظـراً لأن تأثيرهـا السـلبي علـى الحيـاة البحريـة يفـوق بكثيـر كفاءتهـا.

تستخدم المملكة المتحدة تصنيفًا يأخذ في الحسبان كيفية رش المشتتات

- المشتت من النوع **1**: المشتت التقليدي (الجيل الثاني)
- المشتت من النوع **2**: المشتت المركز (الجيل الثالث) الذي تم رشه مسبقًا والمخفف في مياه البحر
- المشتت من النوع **3**: المشتت المركز (الجيل الثالث) يرش بشكل كامل (غير مخفف)

جدول رقم2: أنواع المشتتات المصدر (EMSA : 2012)

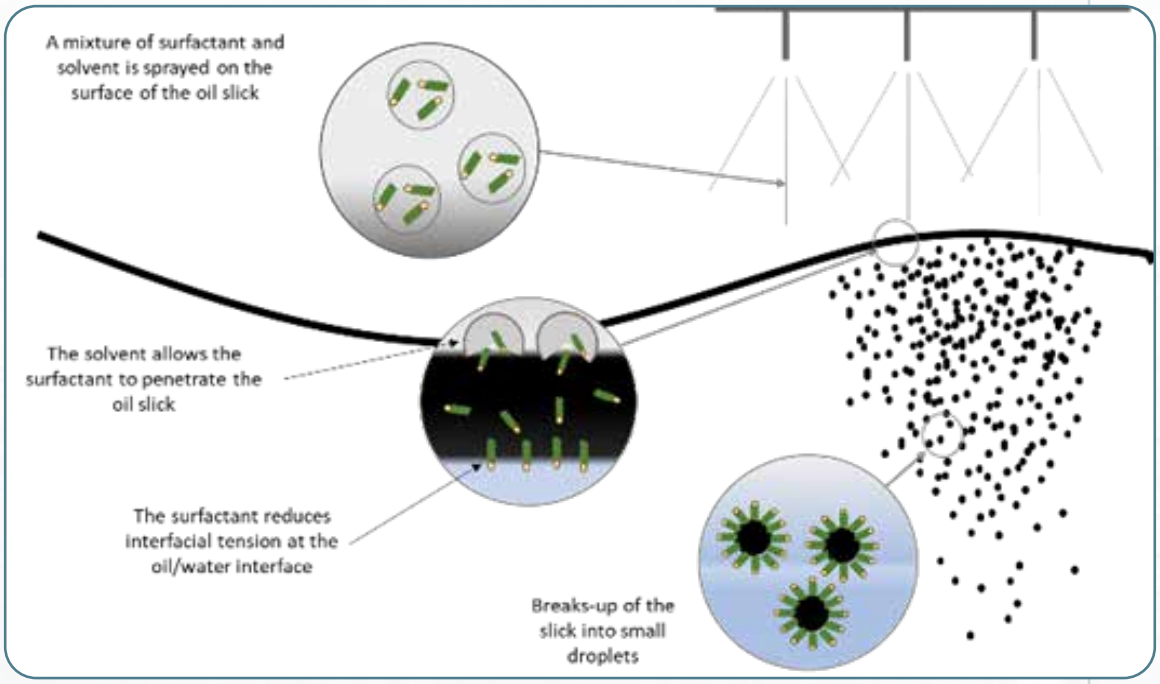
Description and Generation	UK Type	Sprayed from	Recommended treatment rate	Comments	Availability
1st generation dispersants		Onshore Vessels	part disper- 1 sant to 2 to 3 parts oil	High toxicity	No longer used
2nd generation dispersants “Hydrocarbon-base”	UK Type 1 Conventional”” or Hydrocar-bon-base” disper-sant	Onshore Vessels	part disper- 1 sant to 2 to 3 parts oil	Low toxicity	Being phased out
3rd generation dispersants	UK Type 2 Water-dilutable” concentrate dispersant	Vessels	part disper- 1 sant to to 30 parts 20 oil	Low toxicity Water dilutable	Available
“Concentrate”	UK Type 3 Concentrate”” dispersant	Aircraft and vessels	part disper- 1 sant to 20 to 30 parts oil	Low toxicity Used undiluted (or ‘neat’)	Available

5.4 كيف تعمل المشتتات

1. عندما يتم رش منتج مشتت على هيئة قطرات صغيرة جدًا (في حدود **400 - 800** ميكرومتر) ، على السطح ، يسمح المذيب للمادة الخافضة للتوتر السطحي بالتغلغل في قلب البقعة النفطية.
2. من خلال تقليل التوتر السطحي بين الزيت والماء ، تعمل المادة الخافضة للتوتر السطحي على تشجيع تكوين قطيرات صغيرة جدًا.
3. تؤدي طاقة الخلط على سطح الماء الناتجة عن حركة الرياح والأمواج والتيار إلى توزيع سريع لهذه القطيرات داخل عمود الماء وبالتالي تساعد على عمليات التحلل البيولوجي.
4. تعمل طاقة الخلط على موازنة قوى الطفو الخاصة بالزيت وقطرات المشتت التي تمنع ظهورها مرة أخرى ، وتساعد على الاندماج ، وعلى إعادة تشكيل بقعة الزيت.

ملحوظة: نظرًا لتناثر الزيت ، فإنه لم يعد خاضعًا لتأثير الرياح ويقل احتمال أن يتم غسله على الشاطئ بفعل الرياح البرية السائدة.

ويقدم الشكل (**8**) نظرة عامة على طريقة عمل المشتتات



الشكل رقم8: نظرة عامة على طريقة عمل المشتتات

6.4 العوامل التي تؤثر على كفاءة عملية التشتت

بغض النظر عن نوع المنتج المستخدم في عملية التشتيت، فستكون هناك عدة عوامل تؤثر بشكل مباشر على كفاءة عمله منها:

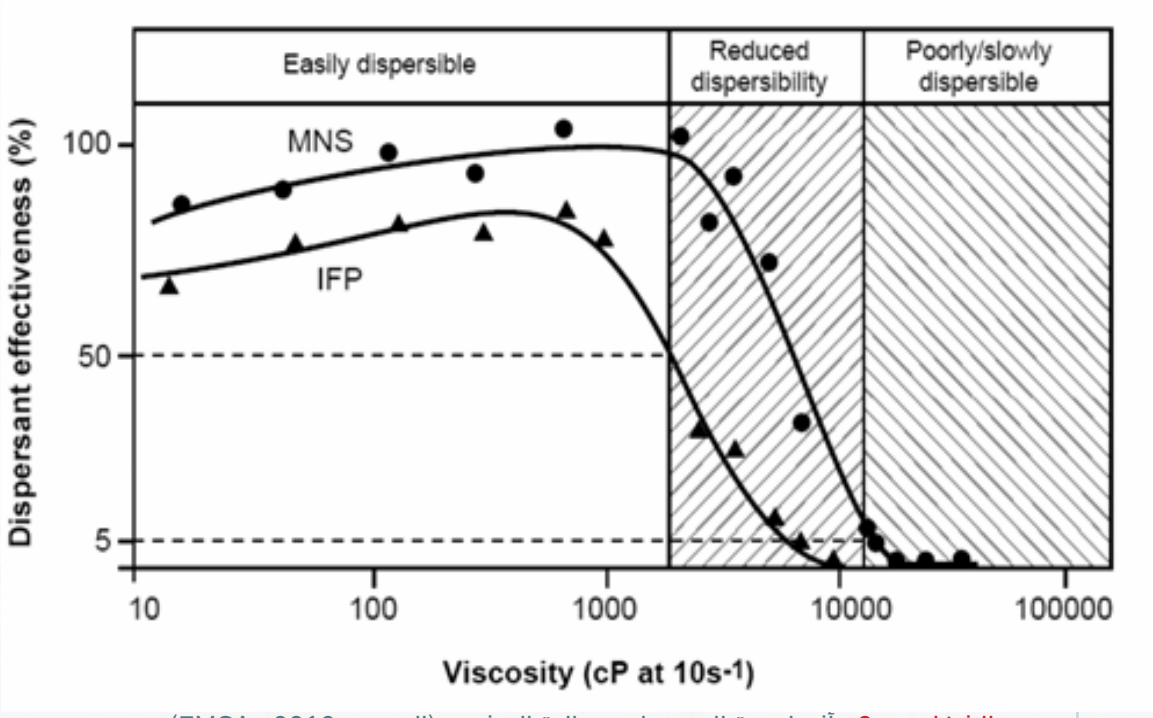
- مقدار لزوجة الزيت
- طريقة الرش

لزوجة الزيت (قابليته للتشتت)

الخصائص التي تحدد نوع الزيت الذي يمكن تشتيته كيميائيًا هي في الأساس:

- **اللزوجة:** فقط أنواع النفط اللزج عند درجة حرارة مياه البحر التي لا تزيد عن **cSt 5000** (يدخل ضمنها معظم أنواع النفط الخام الحديث وزيوت الوقود المتوسطة **medium oils fuel**)، كلها تعتبر قابلة للتشتت كيميائيًا.
- **نقطة الصب Pour point :** الزيوت التي تحتوي على نسبة عالية من البارافين (الشمع) ، أي التي تحتوي على نقطة صب عالية ، يمكن لها أن تتوقف عن التشتت إذا كانت درجة الحرارة المحيطة أقل بكثير من نقطة صبها.

وإذا زادت لزوجة النفط عن نطاق يتراوح بين **2500** و **10000** قدم مكعب فعندها تصبح عملية التشتت الكيميائي أقل فعالية. أو في الحالات التي تزيد عن **cSt 10000** (مثال الخام الثقيل أو الذي تعرض لعمليات التجوية والمستحلب، وكذلك الوقود الثقيل) سيكون تأثير عملية التشتيت الكيميائي محدود أو غير فعال تماما.



الشكل رقم9: تأثير لزوجة الزيت على فعالية المشتت (المصدر: EMSA ، 2012)[2]

قد تتسبب عمليات التجوية بالزيت بما فيها التبخر والاستحلاب في أن النفط الذي كان قابلاً للتشتت في البداية للوصول إلى حدود اللزوجة من بضع ساعات إلى بضعة أيام منذ بدء الانسكاب اعتمادًا على خصائص الزيت (أي محتوى الفاناديوم والنيكل مجتمعين يزيد عن **15** جزء في المليون) وكذلك الظروف الجوية (درجة الحرارة بشكل رئيسي ، التيارات / الرياح).

ويسمى الوقت الذي يكون فيه الزيت قابلاً للتشتت **«نافذة فرصة التشتت»**.

ملاحظة: يمكن استخدام نماذج حاسوبية لحساب التجوية (مثال **ADIOS 2.0**) لتحديد نافذة الفرصة بناءً على تقييم معاملات في اللزوجة والتشتت الطبيعي والتبخر والكثافة وإمكانية الاستحلاب وما إلى ذلك.

ملاحظة: عندما يكون المستحلب طازجًا جدًا، قد يكون تطبيق رش المشتت (غير المستقر تمامًا) فعالاً خصوصاً إذا تم تطبيق عملية الرش على مرحلتين:

- أول تطبيق(رش) لكسر المستحلب (وبالتالي تقليل اللزوجة) ، متبوعًا بـ
- ثان تطبيق (رش) للقيام بعملية التشتت نفسها.

طريقة الرش

يجب رش المادة المشتتة على البقعة العائمة بحجم قطيرة مناسب (**400** و **800** ميكرومتر) من أجل البقاء في جسم طبقة الزيت وعدم اختراقها.

أحياناً يتم نقل القطرات الصغيرة لمكان اخر بسبب الرياح وقد لا تصل أبدًا إلى الزيت، في حين تخترق القطرات الأكبر طبقة الزيت وتدخل في اتصال مباشر مع الماء دون وجود وقت كافٍ للالتصاق بالزيت.

يجب اختيار تصميم نظام رش المشتت للوصول إلى هذه المتطلبات التشغيلية.

٢ هذه النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام طرق اختبار (MNS Mackay Nadeau Steelman) والمعهد الفرنسي في (IFP Pétrole) (للمزيد من التفاصيل ، انظر القسم: اختيار المنتجات المشتتة).

طاقة الخلط

بمجرد أن يتلامس المشتت مع الزيت ويتم ربط النهاية الزيتية لجزئ المشتت بالزيت، يجب تطبيق طاقة الخلط على المشتت / خليط الزيت من أجل تفتيته إلى قطرات صغيرة وخلطه في عمود الماء.

ملحوظة: قد تكون طاقة الخلط الطبيعية للأمواج المتكسرة والرياح والتيار كافية لإكمال هذه العملية (مثل حالة البحر **2** ، بوفورت **3**) ولكن في حالة الظروف الجوية الهادئة للغاية ، يمكن المساعدة على توفير طاقة الخلط كالتالي:

- من خلال الإبحار عبر بقعة الزيت وتقليبها بمقدمة السفينة (**bow**) وعمل المروحة (رفاس السفينة) (**PROPELLER**)
- يمكن خلط الزيت والماء باستخدام خراطيم إطفاء الحرائق.

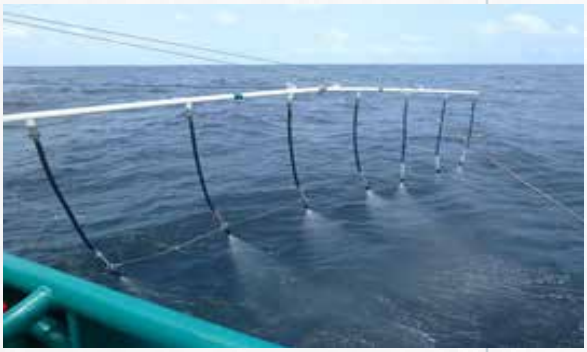
7.4 تقنية رش المشتتات

يقدم هذا القسم نظرة عامة على تقنيات رش المشتتات في البحر وتحت سطح البحر.

تم تفصيل الحد الأدنى من المتطلبات التشغيلية للأنظمة المركبة على السفن والطائرات في القسم: الحد الأدنى من المتطلبات لمواصفات المعدات.

أنظمة محمولة على السفن

تتوفر عدة أنواع من المعدات المركبة على سطح السفينة بما في ذلك الوحدات الثابتة على السفينة وكذلك الأنظمة القابلة للفك والتركيب والتي تشتمل على أنظمة الضخ والتسليم (ذراع الرش / الفوهات).



الشكل رقم10: منظومات الرش الحديثة مُركبة على السفينة

تقوم مضخات الديزل أو المضخات الكهربائية بنقل المشتت من خزان التخزين إلى ذراع الرش، ويكون النظام مزودًا بمجموعة من الفوهات المصممة لإنتاج المشتت على هيئة قطرات مخففة أو غير مخففة ذات قطر ثابت في نطاق **400 - 800** ميكرومتر عبر قسم ذراع الرش.

وغالبًا ما تكون السفن هي الخيار الأساسي لتطبيق المشتتات نظرًا لتكلفة نقلها المنخفضة (مقارنة بالطائرات)، وهي متاحة بسهولة وعلى نطاق واسع، ويمكن تزويدها بسرعة بمعدات الرش، كما يمكنها تطبيق المشتتات بدقة على مناطق معينة من البقعة.

يتمثل القيد الرئيسي في تغطيتها، لا سيما بالنسبة للانسكابات الكبيرة التي تحدث بعيدًا عن الساحل بسبب وقت التعبئة الكبير وانخفاض معدل مواجهة النفط والمسائل اللوجستية المتعلقة بالتزود بالوقود والإمداد بالمواد المشتتة.

أجهزة مكافحة الحريق / خراطيم الرش (فوهة واحدة)

يتوفر نظام الرش أحادي الفوهة في السوق، لإنشاء رذاذ متساقط، بحيث يتم توزيع حجم / كتلة القطرات التي تسقط على طول منظومة الرش بالتساوي. يهدف هذا التأثير إلى تكرار نفس نمط الرش الناتج عن أذرع الرش على مسافات تصل إلى **15** مترًا. الميزة الرئيسية لأنظمة الفوهة الفردية هي أنها تنقل وتنشر أسرع من أذرع الرش. ومع ذلك ، فإن عيوب الفوهات الفردية كثيرة منها:

1. تميل هذه الانظمة إلى إنتاج حجم قطيرات كبير
2. قد لا يتم توزيع الرذاذ بالتساوي على مسافة الرش (انظر الصورة أدناه)
3. يتأثر نمط الرش كثيراً بسرعة الرياح

كل ما سبق قد يؤدي إلى إهدار المشتت، لا سيما في البيئة البحرية وتوصي هذه الإرشادات بتفضيل منحدرات الرش (اذرع الرش) التقليدية على نظام الرش أحادي الفوهة.

الشكل رقم11: مسدس رش ذو فوهة واحدة (يسار) ينتج نفاث رش غير مستو (يمين)

أنظمة الرش المحمولة جوا

توفر أنظمة رش المشتتات المركبة على الطائرات مزايا عديدة بما في ذلك التحكم الجيد وسرعة تقييم النتائج، والاستجابة السريعة، وإمكانية تغطية مساحات واسعة في وقت محدود، والاستخدام الأمثل للمادة المشتتة، وأنها صالحة للاستخدام في جميع الظروف البحرية)

تم تطوير عدد من هذه الأنظمة بأحجام وقدرات مختلفة، للاستخدام مع كل من الطائرات الثابتة والمروحيات (بحسب المعلومات المتوفرة في تاريخ اعداد هذا الدليل الاسترشادي لم يتم حتى الان استخدام الطائرات بدون طيار، بالرغم من وجود بعض التجارب والمحاولات).

والانواع الحالية من أنظمة الرش المحمولة جوا هي أما من الأنواع التي يمكن تركيبها على الطائرات وإعادة فكها بعد انتهاء العمليات أو من النوع المركب بشكل دائم.

كما يمكن أيضًا استخدام طائرات رش المحاصيل الزراعية، والتي تستخدم على نطاق واسع في المناطق الزراعية، لرش المشتتات ولكن بعد أن يتم ادخال بعض التعديلات

عليها، اذ يتعين تعديل فوهات الرش للحصول على حجم قطرات مناسب للمشتات نظراً لان معدل تطبيق المشتتات اعلى بكثير من معدل رش المنتجات الكيماوية الزراعية.

ملحوظة: قد لا تكون هذه الطريقة ملائمة للعمليات البحرية البعيدة بسبب سعة الخزان المحدودة ولاعتبارات السلامة المحدودة في تلك الطائرات التي تعمل بمحرك واحد.

الشكل رقم12: استخدام طائرة لرش المحاصيل في رش المشتتات فوق التلوث النفطي (Source: https://www.amsa.gov.au)

توفر أنظمة الرش المثبتة على طائرات متعددة المحركات مدى طيران أوسع بكثير وقدرة رش أكبر. وهي تتكون من مخزن للمشتتات ومضخة تشمل أذرع رش **powerpack** مع وجود فوهات ونظام تحكم عن بعد. واما بالنسبة للطائرات الصغيرة فيمكن تثبيت منظومة الرش المستقل تحت بدن الطائرة

الشكل رقم13: منظومة الرش بعد تثبيتها على طائرة

أنظمة رش المشتتات المحمولة على طائرات هليكوبتر (الطائرات العمودية). تثبت الأنظمة التي تتكون من (الخزان، المضخة، مجموعة الطاقة، أذرع الرش) ويمكن التحكم

فيها عن بعد من قمرة القيادة. وتكون هذه التقنية دقيقة ومرنة ومناسبة تمامًا في حالات البقع الصغيرة / المجزأة ولكن يعيبها أنها ذات تقنية سعة محدودة اذ لا يتجاوز معدل الرش (**0.5** - **1** متر مكعب في كل **5** دقائق) كما أن هذه التقنية يمكن أن تكون خطرة في ظروف الرياح الشديدة.

الشكل رقم14: دلو رش مستقل محمول بواسطة طائرة هليكوبتر (عمودية)

أنظمة استخدام المشتتات تحت سطح البحر

تم تطوير هذه التقنية واستخدامها في المقام الأول في حالة حوادث الانفجار التي تنطوي على إطلاق مستمر للنفط تحت الماء في رأس البئر.

/! \ لم يتم تناول المتطلبات التشغيلية لتطبيق المشتتات تحت سطح البحر في هذا الدليل

الشكل رقم15: استخدام المشتتات تحت سطح البحر عند راس البئر

8.4 مدى كفائة أنظمة رش المشتتات

يتم تحديد مدى فعالية وكفاءة منظومة الرش اعتمادا على العوامل التالية:

معدل الاسترداد

حجم النفط المستعاد أو «المعالج» (الذي تم تشتيته أو استعادته أو حرقه) في مقابل حجم النفط الذي تمت مواجهته. على سبيل المثال: إذا واجهت بقعة تلوث نفطي بحجم اجمالي **100** متر مكعب بكفاءة استجابة **90%** ، فسيتم معالجة **90** متر مكعب من النفط.

معدل المواجهة

حجم الزيت الذي واجهته وحدة الاستجابة خلال فترة زمنية معينة

وقت الاستجابة

الفترات الزمنية التي يتم فيها نشر و «تشغيل» وحدات الاستجابة

9.4 التأثيرات البيئية

ترتبط التأثيرات البيئية المتعلقة باستخدام المشتتات بشكل أساسي بما يلي:

- مدى سمية المشتتات أو مخاليط الزيت / المشتتات؛و
- تأثيرها على التحلل الجرثومي للنفط المنسكب؛ و
- تأثيرها على الطيور والثدييات البحرية؛ و
- تأثيرها على الشعاب المرجانية.

التأثيرات السمية

يمكن تعريف السمية على أنها تأثيرات قاتلة (تسبب الموت) أو شبه مميتة (تسبب تأثيرات سلبية تلحق الضرر بالكائن الحي بطريقة بالغة ، ولكنها لا تسبب الوفاة) على الكائنات الحية الناجمة بعد تعرضها لمادة كيميائية.

عادة ما يتم التعبير عن التعرض للمادة من حيث تركيز المادة على مدى فترة زمنية.

يتم التعبير عن السمية إما بتركيز تأثيرها في وقت محدد معبراً عنه بالنسب، أي أجزاء في المليون (جزء في المليون) أو أجزاء في المليار (جزء في البليون)، ويتم استبدالها أحيانًا بالمللي جرام / لتر أو ميكروجرام / لتر.

نظرًا لصعوبة اجراء الاختبار الميداني لقياس السمية بشكل عملي، قد تم تطوير العديد من الإجراءات المعملية لتقييم سمية المشتتات على الكائنات البحرية.

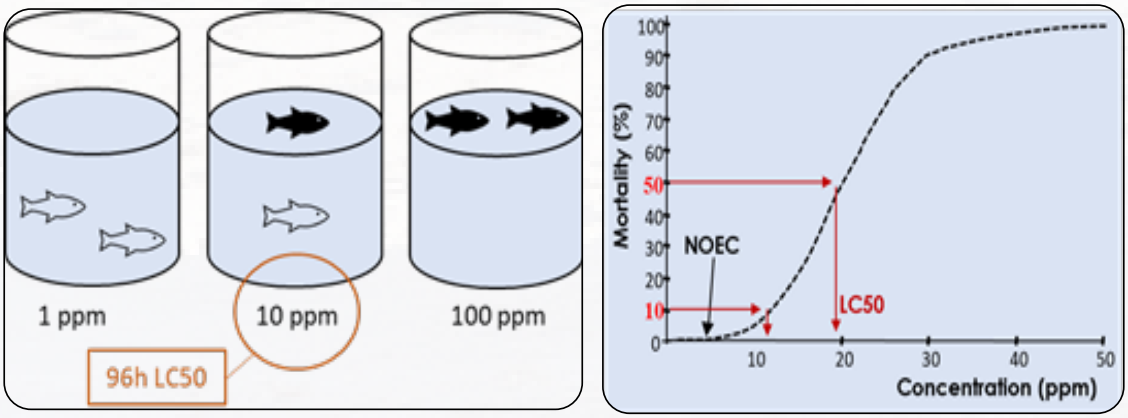
التركيز المميت **50** هو التركيز المميت لمادة ما والذي ينتج عنه قتل **50%** من مجموع الاحياء في عينة الاختبار المعرضة خلال **6** أو **24** أو **48** أو **96** ساعة، وغالبًا ما تستخدم لقياس السمية المائية الحادة.

تشمل القيم الأخرى المستخدمة بشكل شائع لقياس السمية ما يلي:

- التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ : لا يوجد تركيز تأثير ملحوظ (يستخدم للسمية المزمنة) **NOEC**
- أقل تركيز تأثير ملحوظ **LOEC**
- التركيز المميت **10**: التركيز المميت لقتل **10%** من الاحياء في العينة خلال (**48** أو **96** ساعة من التعرض) **LC10**

ملاحظة: علاقة التركيز / التأثير تكون علاقة غير خطية. على سبيل المثال، قد تؤدي زيادة التركيز بمقدار ضعفين إلى زيادة معدل الوفيات بمقدار **10** أضعاف، كما ترتبط التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدام المشتتات بشكل أساسي بما يلي:

- سمية المشتتات أو مخاليط الزيت / المشتتات؛ و
- تأثيرها على التحلل الجرثومي للنفط المنسكب؛ و
- تأثيرها على الطيور والثدييات البحرية؛ و
- تأثيرها على الشعاب المرجانية.



الشكل رقم16: مثال على نص التركيز المميت النصفي الذي يوضح تركيز مادة كيميائية ستقتل 50٪ من الكائنات المختبرة (على اليسار) وزيادة غير خطية في النفوق مع زيادة التركيز الكيميائي (يمين)

ولكن يجب تفسير نتائج هذه الاختبارات بحذر شديد نظراً لأن هذه الاختبارات تعتمد عادة على عاملين أساسيين مقدار التركيز ومدة التعرض والتي تتجاوز بشكل كبير زمن التعرض الحقيقي في أرض الواقع.

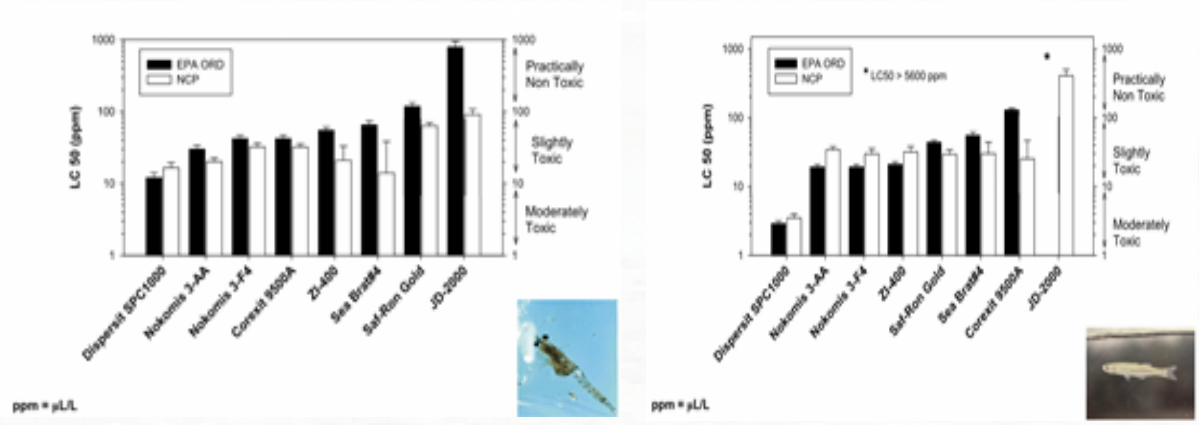
ففي ظروف الاختبار، تتعرض الكائنات الحية لتركيزات ثابتة من المواد الكيميائية لفترات زمنية طويلة (قد تصل إلى عدة أيام) بينما في الظروف الحقيقية، أظهرت التجارب الميدانية أن التركيز ينخفض بسرعة ليصل إلى مستويات خط الأساس في غضون ساعات قليلة (الشكل **18**).

أخيرًا، قد تؤدي ظروف الاختبار إلى المبالغة في تقدير السمية الحقيقة للنفط لأن هذه الاختبارات عادةً ما تُجرى على النفط المنسكب حديثاً بينما ، أثناء حوادث الانسكاب النفطي الحقيقي في البحر ، فإن أكثر المركبات سمية من النفط (**PAHs** ، **BTEX**) قد تتبخر جزئيًا في خلال عدة ساعات من الانسكاب.

السمية الجوهرية للمشتت

توجد تقارير محدودة عن قياسات التركيزات بعد استخدام المشتتات في الميدان، ومع ذلك، تشير هذه التقارير إلى أنه حتى التركيزات الأولية في عمود الماء تكون عادةً أقل من التركيزات المميتة أو شبه المميتة التي تم تقديرها في التجارب.

أظهرت الاختبارات المعملية التي أجريت لمجموعة من المنتجات المشتتة المتاحة تجاريًا على القشريات الشبيهة بالجمبري (مايسيد) وسمكة صغيرة (المينيديا) أن هذه المنتجات يمكن تصنيفها على أنها سامة إلى حد ما إلى غير سامة عمليًا لكلا النوعين المختبرين (الشكل **17**).



الشكل رقم17: السمية المقارنة لعدد ثمانية منتجات مشتتة للنفط في نوعين من أنواع التجارب المائية في خليج المكسيك - (المصدر: وكالة حماية البيئة الأمريكية / مكتب البحث والتطوير 2010)

تشير نتائج الدراسات التي تبحث في تأثيرات المشتتات إلى أنه لا ينبغي أن تحدث تأثيرات كبيرة في المياه القريبة من السطح بسبب استخدام المشتت وحده، بشرط استخدام المشتتات الصالحة والتي تم فحصها بشكل صحيح وبحسب بمعدلات الاستخدام الموصي بها.

سمية الزيت

ترتبط السمية الجوهرية للزيت بالعطريات مثل البنزين والتولوين وإيثيل البنزين والزيلين مركبات (**BTEX**) والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (**PAHs**) التي تتراكم فيها المواد الدهنية لتعطل الوظيفة الخلوية والأنسجة .

المركبات ذات الوزن الجزيئي الأعلى والتي توجد بتركيزات منخفضة في العديد من الزيوت والتي غالبًا ما تسبب القلق بشأن السمية هي الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات. من المعروف أن الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات مواد مسرطنة ويمكن أن تسبب تأثيرات أخرى من خلال التعرض المزمن.

كقاعدة عامة :

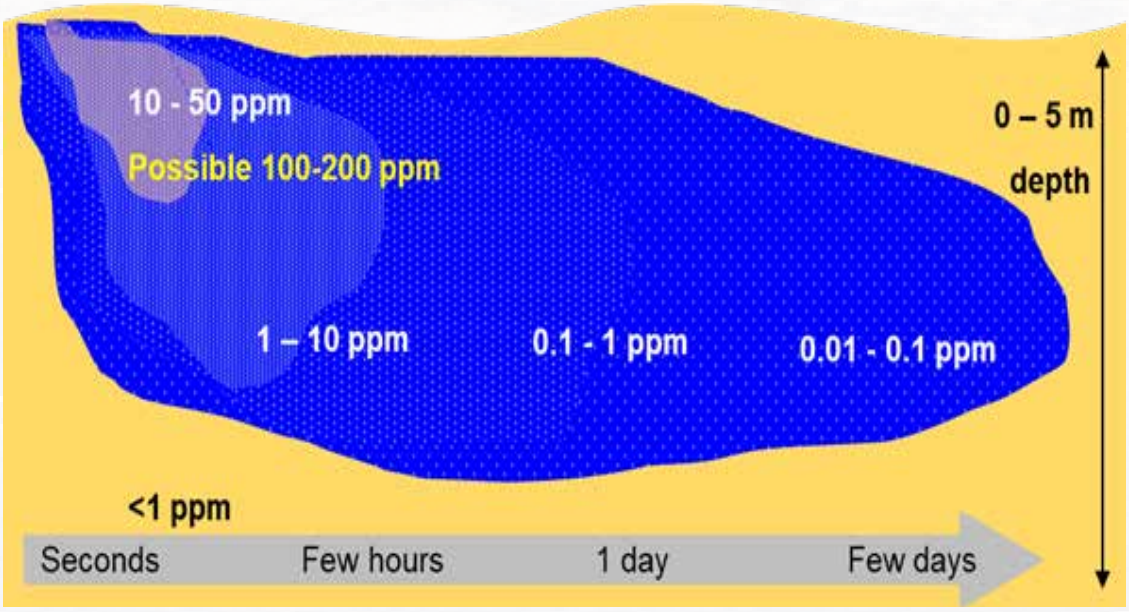
- يحتوي البنزين على نسبة عالية جدًا من **BTEX** وبعض الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات ، لكن **BTEX** يتبخر بسرعة في الهواء إذا انسكب البنزين في البحر.
- وقود الديزل المقطر مثل **MDO** و **MGO** يحتوي على نسبة عالية من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات. يمكن أن تذوب في الماء لتسبب تأثيرات سامة.
- تختلف نسبة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في النفط الخام على نطاق واسع. تحتوي الزيوت الخام «الخفيفة» على أكثر من أنواع النفط الخام «الثقيلة».
- تحتوي زيوت الوقود الثقيل («الزيوت السوداء») على تركيزات أقل بكثير من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات.

تتأثر سمية الزيت باستخدام المشتتات

يعزز التشتت الكيميائي للزيت المنسكب نقل الزيت الموجود عند سطح الماء إلى عامود أو«سحابة» من قطرات الزيت الصغيرة جدًا تنتشر في عمود الماء والتي يمكن ابتلاعها أو امتصاصها بواسطة الكائن الحي .

تعمل الزيادة الناتجة في واجهة الزيت والماء على تحسين معدل نقل المركبات الكيميائية القابلة للذوبان في الماء جزئيًا في الزيت إلى البحر مما يزيد من تركيز هذه المركبات السامة في جزء الماء (**WAF**) قبل تخفيفها أو تحللها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

سيؤدي التشتت الكيميائي إلى زيادة مؤقتة في مقدار تعرض الكائنات الحية التي تعيش في الطبقة العليا من عمود الماء. ومع ذلك، فقد أظهرت الخبرة المكتسبة من التجارب الميدانية التجريبية والانسكابات الحقيقية أن تركيز الزيت في الماء ينخفض بسرعة كبيرة من حد أقصى **30-50** جزء في المليون وهو أقل بقليل من الانسكاب لفترة قصيرة بعد المعالجة، إلى تركيزات أقل من **1-10** جزء في المليون من النفط في أعلى **10 - 20** مترا يتم ذلك خلال بضع ساعات (الشكل **16**).



الشكل رقم18: انخفاض في تركيز النفط المشتت

تُظهر اختبارات السمية التي أجريت باستخدام أنظمة الحد الأقصى للتعرض «ذروة التعرض» أن استخدام المشتتات لا يسبب تأثيرات كبيرة عند بقاء تركيزات الهيدروكربون المشتتة دون مستوى **5 - 10** جزء في المليون في الأجنة واليرقات.

تم العثور على مستوى من **10-40** جزء في المليون في الساعة (التركيز في جزء في المليون مضروبًا في التعرض لعدد ساعات) لا ينتج عنه آثار كبيرة على الحياة البحرية الأعلى، مثل اليرقات البالغة والأسماك والمحار. بشرط أن يتم استخدام المشتتات لتفريق الزيت في الماء بعمق كافٍ مع توفر دوران مائي لإحداث تخفيف مناسب، كما أن هناك خطر ضئيل في أن تصل تركيزات الزيت المشتت إلى هذه المستويات لفترات طويلة من الوقت والتي من شأنها أن تسبب تأثيرات سلبية على معظم الحياة البحرية.

تأثير التشتت على التحلل الجرثومي (الميكروبيولوجي)

يؤدي تشتت الزيت، ميكانيكيًا أو كيميائيًا، إلى جعل الزيت أكثر توفرًا للكائنات الحية الدقيقة الموجودة في مياه البحر. ومن ثم فإن تأثير المشتتات على التحلل الجرثومي للزيت سيكون له أهمية قصوى.

الكائنات الحية الدقيقة القادرة على التغذي على الهيدروكربونات البترولية موجودة في جميع

مياه البحر، ويرتبط معدل التحلل الميكروبي ارتباطًا مباشرًا بدرجة تشتت الزيت. الأجزاء العطرية البارافينية والعالية والمتوسطة من الزيت قابلة للتحلل البيولوجي، بينما لم يتم إثبات ذلك بما لا يدع مجالاً للشك بالنسبة للهيدروكربونات العطرية المتعددة (**4** ، **5** دورات) والأسفلت. لا يوجد دليل على التحلل البيولوجي للكسور القطبية والنيتروجين والكبريت والمركبات المحتوية على الأكسجين.

تعمل المشتتات على زيادة معدل التحلل الحيوي للزيت من خلال:

- زيادة نسبة السطح المعرض إلى حجم الزيت ؛
- زيادة التوافر البيولوجي للزيت ، (تقليل ميل الزيت إلى تكوين كرات القطران أو الرغوة ؛ استقرار قطرات الزيت في عمود الماء بدلاً من الشواطئ أو الترسيب).

ومع ذلك، فقد تقلل المشتتات أيضًا من معدل التحلل البيولوجي عن طريق إضافة ركيزة بكتيرية جديدة (المشتت) التي قد تكون أكثر جاذبية للكائنات الحية الدقيقة من الزيت أو ربما زيادة تركيزات الزيت المشتت في عمود الماء، والذي سيكون له تأثيرات سامة أو مثبطة مؤقتة على الاحياء التجمعات الميكروبية.

وفيما يتعلق بالسمية، فإن معظم المعرفة الخاصة بتحلل الزيت المشتت قد اقتصرت على نتائج الدراسات المختبرية أو غيرها من الدراسات ذات النطاق المحدود. وقد أظهرت بعض الدراسات المختبرية وجميع الدراسات على الأنظمة المحاكية للطبيعة (**mesocosm studies**) زيادة كبيرة في معدلات التحلل الحيوي للزيت بعد استخدام المشتتات.

كما تم تسجيل تثبيط مؤقت لعملية التحلل الحيوي بالزيت المشتت في الاختبارات المعملية. ومع ذلك، فيبدو أن هذا يحدث عند تركيزات زيت مشتتة أعلى مما هو متوقع في الواقع العملي. كما تشير البيانات المأخوذة من دراسات الاحواض والأنظمة المحاكية للطبيعة (**pond and mesocosm**) بشكل واضح إلى أن الاستخدام الفعال للمشتتات من شأنه أن يزيد من معدل التحلل البيولوجي للزيت المنسكب.

يحتاج السؤال عما إذا كانت المشتتات تعزز مدى التحلل البيولوجي إلى مزيد من الدراسة، على الرغم من أن المعلومات المتوفرة تشير إلى أن المركبات المقاومة للصهر لن تتحلل حتى في حال إضافة المشتتات.

التأثيرات على الطيور البحرية والثدييات البحرية

يؤثر النفط على الطيور البحرية وعلى الثدييات البحرية نظراً للتأثير السام للزيت وتقليل مقاومة الفراء والريش للماء اللازمة للعزل الحراري.

وتتسبب التأثيرات السامة للابتلاع المباشر أو غير المباشر للزيت (أي من خلال الاستمالة والتهيئة) خللًا في العمليات الفسيولوجية، مثل التنظيم الحراري والتوازن والقدرة على السباحة وكذلك ضعف العمليات الكيميائية الحيوية مثل نشاط الإنزيمات بالإضافة إلى تهيج العين والآفات. كما يمكن أن يؤدي التعرض الحاد إلى زيادة معدل النفوق خاصةً مع صغار الحيوانات.

يمكن أن تزيد المواد الخافضة للتوتر السطحي من قابلية الفراء أو الريش للبلل، مما يسمح باختراق الماء البارد وبالتالي زيادة التوصيل الحراري. وهذا أمر خطير بشكل خاص على الحيوانات التي تطفو أو تعزل الماء بفرائها أو ريشها.

إن محدودية المعلومات المتوفرة بشان تاثير المشتتات والزيت المشتت على الطيور البحرية أو الثدييات البحرية تلزمنا بالتوصية بالا تستخدم المشتتات الكيميائية للاستجابة لحوادث التلوث بالنفط في الأماكن التي توجد فيها طيور بحرية أو ثدييات بحرية

التأثيرات على الأسماك والعوالق البحرية (Pelagic)

يمكن للأسماك أن تمتص بعض النفط في أنسجتها ولكن يمكنها أن «تنظف» بسرعة عندما تعود إلى الماء النظيف. وتظهر الدراسات الحديثة (على سبيل المثال، **DISCOBIOL ، 2014**) أنه يمكن ملاحظة التأثيرات شبه المميتة على الأسماك بعد تعرضها للتلوث لوقت طويل (التراكم الحيوي ، المستقلبات في الكبد ، مؤشرات الإجهاد ...).

ومع ذلك ، فإن معظم هذه التأثيرات التي تم رصدها يمكن التخلص منها في مدى زمني قصير نسبيًا: عادة بعد أسبوعين من التعافي ، تختفي أو تقل كل التأثيرات السلبية التي تم رصدها.

بالإضافة إلى ذلك، وفي انتظار إجراء المزيد من الدراسات ، يعتقد أيضًا أن تجمعات الأسماك في البحر قد يكون لديها القدرة على تجنب المنطقة الملوثة بالنفط المشتت.

تعتبر العوالق (**plankton**) حساسة حتى لتركيزات منخفضة (جدًا) من النفط ولا يمكنها تجنب المنطقة الملوثة، ولكن يتم التعافي بشكل سريع عندما تعود الظروف إلى طبيعتها (نظراً لكون دورة حياتها قصيرة).

التأثير على المناطق الساحلية

في المناطق القريبة من الساحل سيكون معدل تحلل النفط والنفط المشتت محدوداً، وذلك نظراً للتبادل المحدود للمياه في المياه الضحلة (حيث يكون عمق المياه أقل من **5-10** أمتار) وايضاً إذا كانت طبيعة التكوينات الساحلية لا تساعد على تداول المياه بشكل كاف (كما هو الحال في البحيرات والخلجان والشروم وما إلى ذلك)

تنصح المنظمة البحرية الدولية **IMO** بأن «تشتيت النفط في المناطق التي يوجد فيها ماء كافٍ للتخفيف لم يُظهر أبدًا آثارًا سامة على الكائنات الحية البحرية أو القاعية في هذه المناطق. ولكن يمكن إثبات الآثار السامة لاستخدام المشتتات عندما يكون الماء قليل كما هو الحال في الخلجان الضحلة أو فوق الشعاب المرجانية الضحلة حيث يحد من عملية التخفيف «.

وتوجد العديد من الموارد الحساسة في المناطق الساحلية التي يمكن أن تتأثر سلباً في حال ارتفاع تركيز النفط في المياه بما في ذلك الأنواع والكائنات والموائل الحساسة مثل الشعاب المرجانية والأنشطة الحساسة ومصايد الأسماك التجارية والغذائية (في حالة حظر الأسماك) ، ومآخذ محطات التحلية، ومناطق الغوص والسياحة الترفيهية ، إلخ.

وقد اظهرت تجربة **TROPICS** (دودج ، **1995**) (**Dodge, 1995**) الآثار قصيرة وطويلة الأجل للنفط المشتت على ثلاثة موائل استوائية شائعة بما في ذلك الأعشاب البحرية وأشجار المانغروف والشعاب المرجانية. ومن بين الموائل الثلاثة التي تمت دراستها ، كانت الشعاب المرجانية هي الأقل تأثراً بالتعرض للنفط وحده بينما أظهر الزيت المشتت تأثيراً واضحاً على معدل التغطية والنمو.

وفيما يلي ملخص لنتائج تجربة **TROPICS** وغيرها من الأبحاث حول تأثير النفط المشتت على الشعاب المرجانية وأشجار المنغروف (الشورة) والأعشاب البحرية.

التأثير على الشعاب المرجانية

يؤثر التلوث النفطي تأثيراً سلبياً سامًا على الشعاب المرجانية سواء عن طريق الاتصال المباشر بين الشعاب المرجانية الحية والنفط أو عن طريق التعرض لتركيزات عالية من الزيت المشتت في الماء.

استنادًا إلى الدراسات المحدودة التي تم فيها قياس تركيزات التعرض، فإن الحد المؤثر للتلوث في عمود الماء هو **20** جزء في المليون حيث يمكن ملاحظة التأثيرات شبه المميتة، على الرغم من أن معظم التأثيرات الملحوظة كانت قصيرة الأجل وقد لوحظ حدوث تحسن تدريجي بعد مرور فترة معينة في المياه النظيفة.

ويختلف تأثير الانسكاب النفطي بشكل كبير اعتمادًا على أنواع وطبيعة الشعاب المرجانية المتأثرة (عادة ما تكون الشعاب المرجانية المتفرعة **branching coral** أكثر حساسية للنفط ، كما تكون الحيود المرجانية الضخمة **massive coral** أكثر قدرة على تحمل تأثيرات التلوث النفطي) ، كما أن الموسم الذي حصل فيه التلوث يكون مؤثراً فمثلاً اذا حصل التلوث في موسم الانجاب أو في مراحل مبكرة من حياة الشعاب المرجانية فسوف تكون أكثر حساسية للتلوث.

ويمكن أن تؤدي التركيزات المنخفضة جدًا من الزيت في الماء إلى الإضرار ببرقات الشعاب المرجانية أو إعاقة عمليات التكاثر الطبيعية. حدد **Negri and Heyward** (**2000**)عتبة تثبيط الإخصاب عند **0.165** جزء في المليون.

استراتيجيات الاستجابة

قبل اتخاذ قرار باستخدام المشتتات في المناطق الضحلة التي تتواجد فيها الشعاب المرجانية ينبغي إبلاغ خبراء البيئة المتخصصين في الشعاب المرجانية.

فعلى سبيل المثال، سيكون خبراء البيئة قادرين على تقديم المشورة بشأن موسم التكاثر وتحديد إذا ما إذا كانت المنطقة المهددة بالتلوث تسود فيها الشعاب المتفرعة أو الشعاب الضخمة.

الحشائش البحرية وأشجار المنغروف (الشورة)

أظهرت تجربة **TROPICS** أن النفط المشتت لن يتسبب في زيادة ملحوظة في معدل الوفيات ولكنه قد يخلق بعض التأثيرات شبه المميتة بينما قد يتسبب النفط غير المشتت (عن طريق الاتصال المباشر) في تأثير شديد على الأشجار على المدى القصير (سوف تموت **17** ٪ بعد عامين) و طويل الأمد (معدل وفيات> **50** ٪ بعد **10** سنوات ، كثافة منخفضة ، إلخ.)

فيما يتعلق بالأعشاب البحرية، أظهرت تجربة **TROPICS** أنه من المتوقع أن يكون التأثير طويل المدى وقصير المدى محدودًا بالنسبة للمناطق الملوثة بالنفط والمناطق الملوثة بالنفط المشتت كيميائيًا

10.4 اختيار المشتتات

بشكل غير رسمي وعلى وجه العموم، يمكن استخدام مواصفات المنتج المتوافقة مع مشتتات الجيل الثالث **Thrid generation dispersants** لاختيار المشتتات، ولكن لابد من اتباع الإجراءات الرسمية للحصول على الموافقة الرسمية قبل استخدام مشتت معين.

وقد طورت بعض البلدان بما في ذلك فرنسا والمملكة المتحدة وأستراليا والولايات المتحدة إجراءات الموافقة الخاصة بها بناءً على اختبارات معملية محددة بينما اختارت دول أخرى الموافقة على منتجات المشتتات عند تقديم دليل موثق يوضح أن المنتج المحدد قد اجتاز إجراء اختبار معترف به في دولة أخرى.

يتم توفير قوائم المنتجات المعتمدة في هذه البلدان في هذه الأجزاء في مرفقات هذه الوثيقة

في تلك البلدان التي تم فيها استخدام إجراءات الاختبار، فإن المعايير الرئيسية للموافقة المسبقة على استخدام منتج مشتت هي الفعالية على الرغم من أن بعض البلدان قد وضعت معايير بشأن السمية وقابلية التحلل البيولوجي للمنتج و / أو الزيت المشتت.

ومن أجل ضمان إمكانية تكرار النتائج، فإن الاختبارات المعملية التي تم تصميمها لتقييم المنتجات المشتتة لا تكرر المواقف الميدانية الحقيقية بل تعطي القيم النسبية للخصائص المختبرة.

تتم إجراءات الاختبار عادةً في خطوتين حيث

1. يتم أولاً اختبار مدى فعالية المنتج المشتت
2. يتم اختبار المنتجات التي اجتازت اختبار الفعالية لتحديد مدى السمية والقابلية للتحلل

اختبار الفعالية

تعتمد اختبارات الفعالية عادةً على الملاحظة المرئية أو على قياس الأسلوب التحليلي لدرجة و / أو ثبات التشتت (توزيع حجم القطرات) بعد خلط النفط والمشتتات في ظل الظروف القياسية. ويمكن أيضًا استخدام التوتر البيني بين الزيت والماء بعد إضافة المشتت أو قياس سرعة ظهور الزيت المشتت بعد الخلط.

النتائج، التي يتم التعبير عنها عادةً على أنها «فعالية النسبة المئوية»، يجب أن تستخدم فقط لمقارنة الفعالية النسبية للانواع المختلفة من المشتتات.

تشير علامة النجاح إلى الحد الأدنى المقبول من الفعالية في الاختبار الذي يجب الوصول إليه (فعلى سبيل المثال **60**٪ كحد أدنى في اختبار المملكة المتحدة **WSL**). يتم سرد الفعالية الرئيسية (أو «الفعالية») للإجراءات القياسية المستخدمة في المملكة المتحدة وفرنسا وأمريكا الشمالية ، أدناه:

- UK: The LABOFINA test (or WSL test) is available online: Appendix A to WSL Report LR448: Specification for oil spill dispersants (publishing.service.gov.uk)).
- France: The IFP test (flow through test) procedure is available from the French national organization for standardization and its International Organization for Standardization (AFNOR), under the reference NFT 90-345).
- North America: The Swirling test procedure is available from the ASTM International website (formerly known as American Society for Testing and Materials), under the reference ASTM F2059 - 06 Standard Test Method)

الاختبارات الحقلية

يمكن استخدام إجراءات الاختبار الحقلي أثناء حادث الانسكاب لتقييم مدى تشتت الزيت من خلال مخزون مشتت معين، عن طريق أخذ عينة في وعاء زجاجي مباشرة من البقعة واختبارها في الحقل.

يتكون إجراء الاختبار الميداني من مقارنة تشتت عينة تحتوي على مشتت وزيت وأخرى تحتوي على زيت فقط بعد التقليب اليدوي (المصافحة اليدوية **hand shaking**).

يمكن أن تكون هذه الاختبارات مفيدة لفريق الاستجابة للانسكاب النفطي لتحديد مدى فرصة تطبيق المشتت ومراقبة تشتت الزيت المنسكب طوال مدة الحادث.

اختبارات السمية

تُجرى الاختبارات عادةً على أنواع الأسماك، والمفصليات، والرخويات، والحلقيات، والطحالب المختارة من بين الاحياء في المنطقة المهددة لتقييم السمية الحادة (على المدى القصير) أو السمية المميتة أوشبه المميتة لما يلي:

- المشتتات وحدها: السمية الجوهرية للمشتت وذلك بهدف عدم استخدام المواد الأكثر سمية، وفي هذه الحالة يتم اختبار المشتت فقط
- النفط المشتت: للتأكد من أن استخدام المشتت لن يزيد من سمية النفط[3]

ملحوظة: بالنظر إلى أهداف الحصول على الموافقة على استخدام المشتتات (اختيار أفضل المنتجات، أي المنتجات الأقل سمية) ، يمكن اعتبار التحكم في السمية الجوهرية للمشتت كافياً [4]على الرغم من أن مسألة سمية النفط المشتت قد تكون ضرورية عندما تحديد السيناريوهات التي يكون استخدام المشتت فيها مقبولًا كجزء من عملية **NEBA**.

في فرنسا ، يتم إجراء الاختبار عن طريق مقارنة **LC50** (لمدة **6** ساعات) للمشتت بمفرده مع منتج مرجعي على نوع من الروبيان. (تحت مرجع **AFNOR NF T90-349**). وفي المملكة المتحدة (المرجع: **MAFF Fisheries Research Technical Report Number 102**) يكون اختبار السمية ذو شقين:

- اختبار البحر لمقارنة سمية النفط مع وبدون مشتت على نوع من الجمبري
- اختبار الشاطئ الصخري الذي يقارن تأثير المشتت على البطانة المشتركة.

وأما في الولايات المتحدة الامريكية، فيتم إجراء اختبار السمية من خلال مقارنة تعرض نوع معين من الروبيان لتركيزات المنتجات المختبرة لزيت الوقود وحده أوفي مزيج بنسبة **10:1** من المنتج بالزيت (المرجع: **http://www.epa.gov / osweroe1 / docs / oil / cfr / appendix c.pdf**)

اختبارات اضافية

يمكن استخدام الطرق التحليلية القياسية لاختبار التحلل البيولوجي (على سبيل المثال ، الطريقة المستخدمة في فرنسا متاحة بموجب مرجع **AFNOR NF 90346**) وخصائص أخرى (الكثافة ، اللزوجة ، نقطة الوميض ، إلخ).

٣ في هذه الحالة يتم إجراء الاختبارات أولاً على النفط وحده ثم على خليط من النفط والمشتت
٤ نظرًا لحقيقة أن تشتيت النفط في عمود الماء يؤدي إلى زيادة سميته ، فكلما زادت كفاءة مشتت، كلما زادت سمية خليط الزيت والمشتت. ولذلك ، يجب أن يكون هذا النهج أكثر تقييدًا وفي النهاية قد يتم رفض المشتت الأكثر كفاءة. وهذا يتعارض مع الهدف من استصدار الموافقة على التشتيت والذي ينبغي تصميمه من أجله تحديد المادة الأكثر كفاءة والأقل سمية.

5

الحد الأدنى من المتطلبات

يقدم هذا القسم الحد الأدنى المطلوب لوضع سياسة وطنية شاملة للتنفيذ الفعال لعمليات الرش بالمشتت.

ملاحظة: هذا الاقتراح مقتبس من المبادئ التوجيهية التشغيلية والوثائق الفنية لمركز **REMPEC** ، والمبادئ التوجيهية لاستخدام المشتتات لمكافحة التلوث النفطي في البحر في منطقة البحر الأبيض المتوسط - الجزء الثالث: النموذج (**2011**) والذي تم إعداده في الأصل بواسطة **Cedre**.

تتماشى هذه الوثيقة أيضًا مع أحكام المبادئ التوجيهية للمنظمة البحرية الدولية / برنامج الأمم المتحدة للبيئة بشأن تطبيق مشتتات الانسكاب النفطي بما في ذلك الاعتبارات البيئية (**1995**) و **IPIECA** «المشتتات: التطبيق السطحي، إرشادات الممارسات الجيدة لإدارة الحوادث وموظفي الاستجابة للطوارئ» **2015**

1.5 بيان عام ونطاق السياسة

يهدف وضع سياسة وطنية لاستخدام المشتتات إلى توفير الإطار الوطني لاستخدام المشتتات كأحد أساليب الاستجابة لمكافحة الانسكابات النفطية في البحر.

يستعرض هذا القسم الأساس المنطقي لاستخدام المشتتات ويوفر الإطار العام لاستخدام المنتجات المشتتة في السياسات الوطنية في المياه الإقليمية وداخل مياه المنطقة الاقتصادية الخالصة. وقد تشتمل السياسة الوطنية لاستخدام المشتتات على:

- استخدام المشتتات الكيميائية كأحد الخيارات للاستجابة لانسكاب النفط في البيئة البحرية
- تم تصميم هذه التقنية للاستخدام في المياه المفتوحة أو القريبة من الشاطئ وليس للتطبيق الداخلي.
- لهذه التقنية مزايا تشغيلية واضحة. ومع ذلك فإنه يلزم اتخاذ بعض الاحتياطات لأنها قد ينتج عنها آثارا عكسية.
- نظرًا لأن المشتتات تكون فعالة فقط خلال الساعات / الأيام الأولى من الانسكاب، لذا يجب اتخاذ قرار باستخدام المشتت أو عدمه بسرعة دون اهدار الوقت في التقييم والمناقشات خلال عملية الاستجابة.

يجب أن يشير هذا القسم أيضًا بوضوح إلى الجهة/الجهات الوطنية المسؤولة عن تطوير واعتماد هذه السياسات الوطنية (السلطة المختصة) وكذلك إلى أي كيانات أخرى قد تشارك في عملية مراجعة هذه السياسة أو الموافقة عليها أو تنفيذها.

2.5 أنواع النفط وقابلية كل منها للتشتت

يجب هنا تحديد الأنواع الرئيسية لمنتجات الهيدروكربونات المستخرجة في مرافق الإنتاج البحرية، والتي يتم نقلها بشكل متكرر داخل المياه الوطنية أو بالقرب منها، أو يتم استيرادها بانتظام إلى البلاد.

يمكن إدراج هذه المنتجات وفقًا لمجموعات زيت **ITOPF** ويمكن الإشارة إلى نافذة التشتت المتوقعة لكل منها في المياه الدافئة مع مراعاة ظروف الرياح المختلفة.

يمكن تقييم نافذة التشتت باستخدام نموذج التجوية بالزيت **ADIOS 2.0**® من **NOAA** والذي يشير إلى التطور المتوقع للزوجة الزيت المنسكب لظروف الطقس المحيطة (درجة الحرارة والرياح وما إلى ذلك).

Oil products present in national waters	Persistent oil	Window of dispersibility at surface water temperature of 25°C
Group 1 (e.g. gasoline, kerosene) Oil 1 : .... Oil 2: ... Etc.	No	No chemical dispersion authorised on non-persistent oil
Group 2 (e.g. light crude & refined products, gas oil, marine diesel) Oil 1 : .... Oil 2: ... Etc.	Yes	0-2 knots : 2-10 knots : > 10 knots :
Group 3 (e.g. most crude & refined products IFO 180) Oil 1 : .... Oil 2: ... Etc.	Yes	0-2 knots : 2-10 knots : > 10 knots :
Group 4 (e.g. heavy crude & refined products IFO 380) Oil 1 : .... Oil 2: ... Etc.	Yes	0-2 knots : 2-10 knots : > 10 knots :

قد يتم إجراء اختبارات معملية إضافية (من قبل السلطات و / أو القطاع الخاص) لتقييم مدى قابلية النفط للتشتت ، لا سيما تلك المنتجات غير المدرجة في قاعدة بيانات النفط **ADIOS**[5]

وعلى وجه العموم، يجب مراقبة مدى تشتت النفط عن طريق الرصد البصري واختبار فعالية التشتت في الموقع طوال مدة عمليات الاستجابة.

٥ هذا برنامج حاسوب مجاني يمكن تنزيله من موقع NOAA من خلال الرابط response.restoration.noaa.gov | ADIOS

3.5 الحصول على موافقة بأنواع المشتتات التي يسمح باستخدامها - ماذا ؟ :

يجب أن تتضمن السياسة الوطنية قائمة بالمنتجات المشتتة التي يصرح باستخدامها في المياه الإقليمية، وعلى وجه الخصوص، يجب أن توفر السياسة الوطنية:

- قائمة المنتجات المعتمدة للاستخدام كمشتتات،
- اجراءات الموافقة على المنتجات الأخرى المراد إضافتها إلى القائمة

على وجه العموم يجب أن تكون المشتتات المسموح باستخدامها تلبي الشروط التالية:

- متوافقة مع اللوائح الوطنية المتعلقة بنقل واستخدام وتخزين المنتجات الكيماوية
- لها نقطة وميض **flash point** تساوي أو تزيد عن **70** درجة مئوية (لأسباب تتعلق بالسلامة)
- أن تكون فعالة بشكل معقول عند استخدامها (انظر القسم: اختيار المنتجات المشتتة)
- أن تكون ذات سمية قليلة (اختياري) ؛
- تكون قابلة للتحلل بشكل ملحوظ (اختياري)

كما سبقت مناقشته في القسم: اختيار المنتجات المشتتة، يجب على السلطة المختصة تحديد إجراءات الموافقة الخاصة بها. ويجب أن يعتمد هذا الإجراء على:

- تنفيذ بروتوكولات الاختبار من قبل المختبرات المعتمدة
- المنتجات التي تمت الموافقة عليها حاليًا لاستخدام مياه البحر في أحد البلدان التالية: [فرنسا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا][6] حتى يتم تنفيذ هذا الإجراء وطنياً، مع الأخذ في الاعتبار أن هذه البلدان قد قامت بإجراءات اختبار موثقة ومثبتة.

تحتفظ هذه البلدان بقائمة بالمنتجات التي تم اختبارها واعتمادها، والمتاحة للجمهور (تم تحديث هذه القائمة في مارس **2022** [7]

France: list of dispersants approved by CEDRE - Centre of Doumentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution (http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Fact-files/Spill-response-products/Dispersants)

UK: list of dispersants approved by MMO - Marine Management Organisation (https://www.gov.uk/government/publications/approved-oil-spill-treatment-products)

U.S.A.: list of dispersants approved by EPA- Environmental Protection Agency (https://www.epa.gov/emergency-response/alphabetical-list-ncp-product-schedule-products-available-use-during-oil-spill)

٦ في هذه الحالة ، يضمن الكيان الذي يخطط لشراء واستخدام المنتج المشتت في سياسات المياه الوطنية الموافقة على المنتج في واحد على الأقل من البلدان المذكورة أعلاه

٧ في حالة حذف منتج مشتت ، مملوك لكيان ما ، من قائمة المنتجات المشتتة المعتمدة في البلدان الأربعة المذكورة أعلاه (فمثلا قد تتوقف الشركة المصنعة عن انتاج هذا المنتج) ، فسيظل مخزون هذا المنتج المشتت المملوك حاليًا من قبل الكيان معتمدًا للاستخدام.

Australia: list of dispersants "spill control agents" approved by AMSA - Australian Maritime Safety Authority (https://www.amsa.gov.au/marine-environment/pollution-response/dispersant-response)

القسم: الملحق: توفر منتجات المشتتات المعتمدة في الولايات المتحدة وأستراليا وفرنسا والمملكة المتحدة قائمة بجميع المشتتات التي تمت الموافقة عليها من قبل هذه البلدان

وتوصي هذه الإرشادات أنه إلى أن يتم تطوير البروتوكولات في بلدان المنطقة، تسمح السياسات الوطنية باستخدام المنتجات المشتتة التي تمت الموافقة عليها من قبل ما لا يقل عن **2** من **4** من البلدان المدرجة في الجدول أدناه (الجدول **3**).

جدول رقم3: قائمة بالمشتتات الكيميائية المعتمدة في واحدة من أكثر في هذه الدول (فرنسا - الولايات المتحدة الأمريكية - استراليا - المملكة المتحدة)

	USA	Australia	France	UK	Manufacturer
Finasol OSR 52	x	X	x	x	TotalEnergies Fluids
Chimec Chimsperse 6000	x		x	x	CHIMEC S.p.A.
Corexit EC9500A	x	X		x	Corexit Environmental Solutions LLC
Dasic Slickgone NS		X	x	x	Dasic international Ltd
Finasol OSR 51		x	x	x	TotalEnergies Fluids
Corexit EC9500B	x			x	Corexit Environmental Solutions LLC
Corexit EC9527A	x	x			Corexit Environmental Solutions LLC
Dasic Slickgone EW		x		x	Dasic international Ltd
Disperep 12			x	x	REP international
Eflochem OSD			x	x	Eflochem chemicals blending Co
Radiagreen OSD			x	x	Oleon N.V
Superdispersant 25			x	x	Oil slick dispersants Limited

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تضع السياسة الوطنية شروطا واضحة لإدارة مخزونات المشتتات التي يتم استيرادها وتخزينها في داخل البلد ، وفقًا للوائح الوطنية ذات الصلة.

على وجه الخصوص، يجب أن تتضمن السياسة الوطنية الترتيبات التالية:

- يجب توثيق المنتج من خلال **MSDS** الكامل للشركة المصنعة.
- يجب أن يضمن المنتج للمادة أن المشتتات مستقرة تفاعلياً وأنها تحتفظ بخصائصها لمدة **5** سنوات كحد أدنى عند تخزينها في ظروف مناسبة
- يجب اجراء اختبار المنتج بشكل دوري
- فريق الرش والمعدات والدعم اللوجستي -(كيف؟):
  - بعد **5** سنوات من تاريخ الصنع،
  - كل **2** إلى **3** سنوات بعد **5** سنوات من تاريخ التصنيع

4.5 الحيز الجغرافي المسموح فيه باستخدام المشتتات - أين؟

كما سبق مناقشته في القسم الخاص بالآثار البيئية، ينبغي السماح باستخدام التشتت الكيميائي كتقنية استجابة في المناطق التي يوجد بها عمق كافٍ للتخفيف السريع للنفط المشتت، وبعيدًا بدرجة كافية عن الموارد الساحلية أو الحساسة أو الموائل مثل مزارع الأسماك والأحياء

البحرية والشعاب المرجانية.

يعتبر تعريف المناطق التي يمكن فيها استخدام التشتت الكيميائي عملية معقدة وذات مراحل متعددة حيث يجب أن تأخذ في عين الاعتبار:

- حجم الانسكاب مثل حجم النفط والتركيز الناتج عن المواد السامة المشتتة التي من المحتمل أن تكون أعلى بالنسبة لحوادث الانسكاب الأكبر (المستوى **3**) مقارنة بالحوادث الأصغر (المستوى **1** والمستوى **2**)[8]
- معايير وبيانات بيئية في المنطقة (حالية ، تنوع بيولوجي ...).

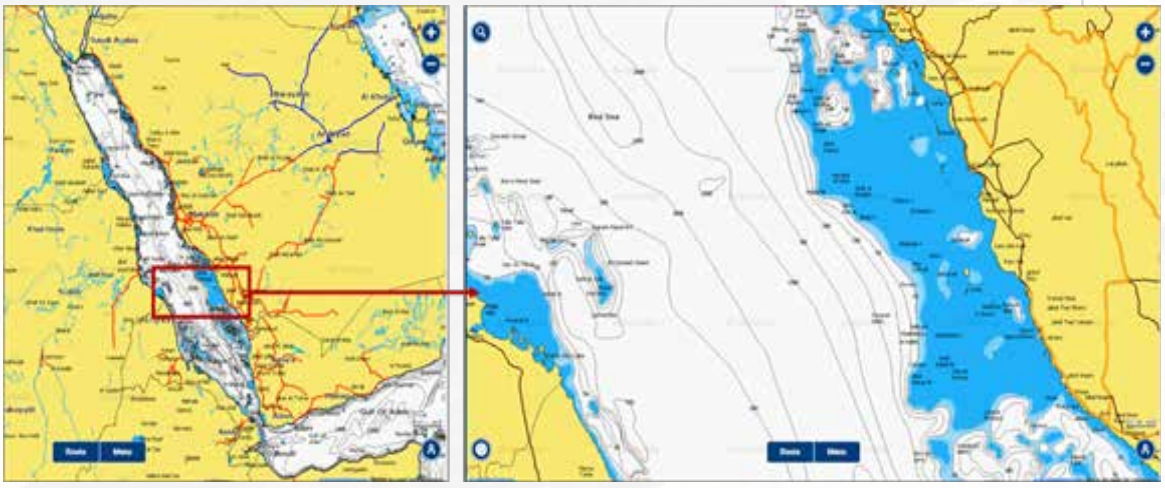
تتطلب مثل هذه المهمة استشارة الخبراء ولن تكون هذه الإجراءات عملية أثناء الاستجابة لحادث انسكاب إذ يكون للوقت أهمية قصوى. ولذلك فمن الضروري تحديد المناطق التي يسمح فيها باستخدام المشتتات بشكل مسبق وبحيث يمكن تحديد التشتت الكيميائي بشكل معقول ومراجعتها جغرافيًا.

حوادث المستوى الثالث Tier 3

تؤدي حوادث التسرب الكبيرة (المستوى **3**) إلى إطلاق كميات كبيرة جدًا من النفط في البيئة البحرية وسيؤدي استخدام المشتتات الكيميائية إلى مستويات ذات تركيزات عالية من النفط المشتت في عمود الماء مما يتطلب كميات كبيرة جداً من الماء للسماح بالتخفيف السريع والسريع ودون التسبب في الحاق أضرار بيئية في المناطق الساحلية الحساسة.

يوصى باتباع نهج متحفظ للتصريح المسبق باستخدام المشتتات الكيميائية في هذه الحالات:

- في عمق المياه أقل من **20** مترا و
- أقل من ميل بحري واحد (أدنى مستوى مد فلكي) من الخط الساحلي أو من مورد حساس محدد[9].
- يقدم الشكل **19** لمحة عامة عن المنطقة التي يتجاوز عمق المياه فيها **20** مترًا.



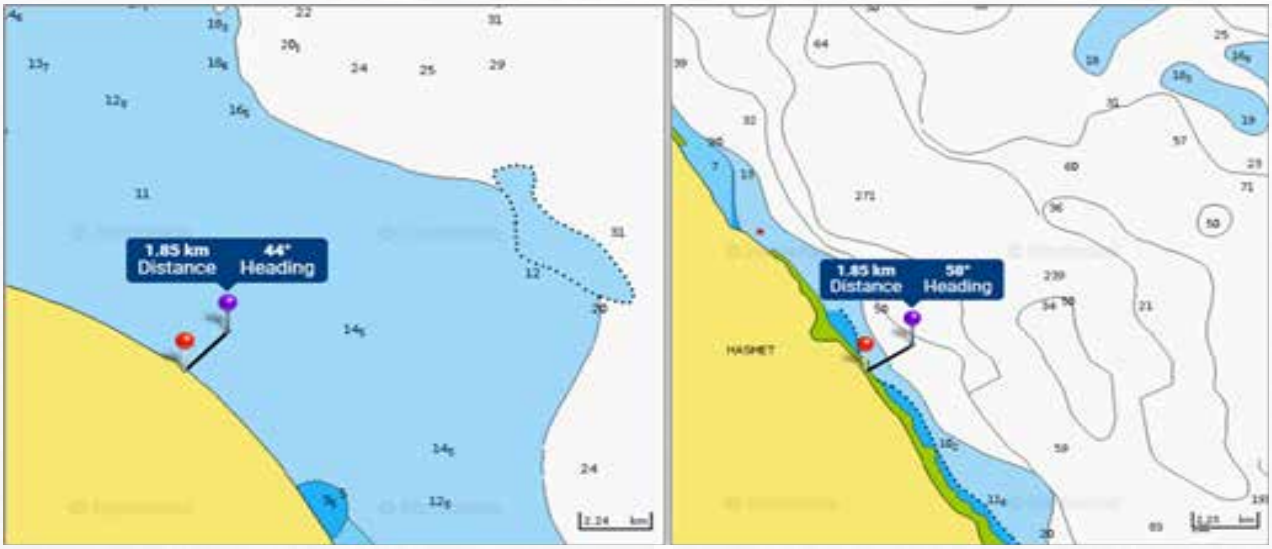
الشكل رقم19: خريطة أعماق البحر الأحمر وخليج عدن ، توضح مناطق عمق المياه أعلى (باللون الأبيض) وأقل (باللون الأزرق) من 20 مترًا - (المصدر: Navionics 2021)

٨ تم تحديد معايير تعريف المستويات في خطط الطوارئ الوطنية ذات الصلة وقد تختلف اعتمادًا على البلد.
٩ في وقت كتابة هذا التقرير ، كانت هذه هي القاعدة المعمول بها والمحددة في خطط الطوارئ الوطنية لكل من السودان وجيبوتي ومصر.

ملحوظة: المناطق التي يتجاوز عمق المياه فيها **20** مترًا تقع عمومًا خارج حد الميل البحري الواحد أو أبعد من الساحل أو المناطق الحساسة (كما هو موضح في الشكل **20** ، على اليسار) ، أو ضمن حد ميل بحري واحد (الشكل **20** ، على اليمين) .

في وقت كتابة هذا التقرير، لم يتم تطوير أي خرائط لتوفير الحدود الجغرافية الأساسية لتطبيق المشتت أثناء حادثة من المستوى **3**.

ويوصى بتطوير هذه الخرائط على المستويين الإقليمي أو الوطني ودمجها في خطط الاستجابة الوطنية / الإقليمية **NOSCP** و **ROSCP** الخاصة بدعم متخذي القرار أثناء عملية الاستجابة في الوقت المناسب وبدون تأخير، وإما باستخدام أو عدم استخدام المشتتات كأحد تقنيات الاستجابة.



الشكل رقم20: أمثلة على مناطق تقع على بعد 1 ميل بحري من الساحل حيث يقل عمق المياه فيها عن 20 مترًا (يسارًا) وأعلى (يمينًا) من 20 مترًا

حوادث المستوى الأول والثاني

تعتبر حوادث المستوى **1** والمستوى **2** أصغر حجمًا من حيث مقدار الانسكاب النفطي، مما يتطلب حجمًا أصغر من الماء لضمان التخفيف الفعال للنفط في عمود الماء ولكن حتى في هذه الحالات فلاتزال الموارد الساحلية الحساسة مهددة بالتلوث.

ولذلك، يُقترح في هذه الحالات اتباع النهج التالي للحصول على تصريح مسبق باستخدام المشتتات لحوادث المستوى **1** والمستوى **2**:

- الرش بالمشتت المصرح به في المياه التي يزيد عمقها عن **10** أمتار ، و
- يخضع لترخيص «فوري» استثنائي من قبل السلطات المختصة للمناطق الواقعة ضمن ميل بحري واحد من الساحل مع مراعاة الموارد الساحلية الحساسة (انظر الفقرة أدناه)

تصاريح استثنائية

يمكن النظر في إصدار تصريح استثنائي باستخدام المشتتات بشكل استثنائي في المياه الضحلة

التي يقل عمقها عن **20** مترًا (المستوى **3**) أو **10** أمتار (المستوى **1** و **2**) أو المياه القريبة من خط الساحل (على مسافة ميل بحري واحد أو أقل من الساحل).

يمكن الحصول على هذه الموافقة:

- **كتصريح مسبق:** عن طريق تقديم طلب محدد للسلطة الوطنية المختصة وقد تتم صياغته كجزء من تطوير خطة الاستجابة الوطنية **NOSCP** أو يتم تقديمه في وثيقة منفصلة.
- **أثناء حوادث الانسكاب:** تقديم طلب محدد للسلطة المسؤولة عن عمليات الاستجابة.

يجب أن تتضمن جميع الطلبات تحليلاً مفصلاً لمخاطر الانسكاب النفطي والسلوك المحتمل للنفط المنسكب وكذلك تحديد المناطق الحساسة التي قد تتأثر يتم فيه توضيح الجدوى من استخدام المشتتات.

يجب أن تستند طلبات الترخيص المسبق باستخدام المشتتات على سيناريوهات واقعية، مع وضع تقديرات بشأن كمية النفط التي قد تنسكب، والمناطق أو الموارد الحساسة التي قد تتأثر بالحادث، والظروف الجوية السائدة ، وتحليل مقارن للمزايا النسبية لاستراتيجيات الاستجابة المختلفة باستخدام منهجية **NEBA**.

يجب على المشغل الذي يفكر في استخدام المشتت كأحد خيارات الاستجابة تقديم طلب للحصول على موافقة مسبقة لاستخدام المشتت إلى السلطة الوطنية المختصة.

يجب إرسال الطلب في موعد لا يتجاوز شهرين قبل بدء العمليات المخطط لها. وبالنسبة للكيانات العاملة بالفعل، فيجب إرسال الطلب في أقرب وقت ممكن عمليًا.

بعد مراجعة ودراسة الطلب ،يجب تقديم الرد رسميًا من قبل السلطات المختصة إلى الكيان مقدم الطلب، في شكل خطاب رسمي أو شهادة موافقة مسبقة لاستخدام المشتتات ، وتكون هذه الموافقة صالحة أثناء العملية أو لمدة أقصاها **5** سنوات.

يتم توفير إطار مفصل لتقييم الطلبات المحددة للحصول على إذن مسبق لاستخدام المشتت في القسم: إطار عمل **NEBA** للموافقة المسبقة على استراتيجية رش المشتتات

أثناء حادث الانسكاب

لن يكون لدى السلطة المسؤولة عن عمليات الاستجابة في فريق إدارة الحوادث الوقت الكافي لإجراء تقييم كامل للوضع وسيتم اتخاذ قرارًا باستخدام نهج متحفظ بناءً على الاعتبارات التالية:

- هل الزيت قابل للتشتت؟
- هل منتج المشتت المقترح استخدامه معتمد للاستخدام؟
- هل هناك أي شعاب مرجانية أو مآخذ للمياه أو مزارع أسماك أو موائل بحرية شديدة الحساسية قد تتأثر بالمشتت؟
- هل معدات الرش جاهزة ومناسبة للغرض؟
- ما هي الترتيبات المحددة لتتبع نتائج عمليات الرش ومراقبة تشتت الزيت؟
- ما هي استراتيجيات الاستجابة الأخرى المحتملة ؟

5.5 فرق الاستجابة (الرش) والدعم اللوجيستي -(كيف؟)

يتحمل المشغل مسؤولية تصميم النظام بالكامل وبالشكل الذي يسمح بالتشتت الكيميائي الفعال للنفط المنسكب.

يتكون نظام رش المشتتات الذي يعمل بكامل طاقته من العناصر التالية:

- منصة رش (سفن و / أو طائرات)
- نظام توصيل مشتت
- قدرات المراقبة والرصد
- الدعم اللوجستي
- مخزون المشتت
- أفراد يتمتعون بالخبرة والكفاءة المطلوبة لتشغيل النظام

منصة ومعدات الرش

يمكن تنفيذ عمليات الرش بالمشتتات في البحر من على متن السفن أو الطائرات بنوعيها سواء الطائرات ذات الأجنحة الثابتة أو طائرات الهليكوبتر.

يجب أن يتم اختيار منصة الرش بهدف تحسين معايير كفاءة المعالجة:

- وقت الاستجابة: وقت الاستعداد والتعبئة، والوقت في الطريق إلى الميناء / المطار، ووقت التحميل، والوقت في الطريق إلى موقع الانسكاب، وما إلى ذلك. وتكون هذه هي وظيفة نطاق وقدرات وحدة الاستجابة.
- معدل المواجهة: حجم النفط المنسكب الذي قامت وحدة الاستجابة بالتعامل معه خلال فترة زمنية معينة. وهذه هي وظيفة سرعة الطيران / الإبحار وعرض نطاق المعالجة من «طرف إلى طرف».

ملاحظة: معدل المعالجة (أي حجم النفط الذي تم تشتيته نسبة إلى حجم النفط الذي تمت مواجهته) [10]وهو عامل مهم لقياس الاداء ولكنه أيضاً دالة على مدى قابلية النفط للتشتت (حالة الطقس) وفعالية استخدام المشتت وليس خصائص المعدات.

يمكن تركيب أنظمة توصيل ورش المشتتات على هذه المنصات كمجموعات ثابتة أو منظومات قابلة للفك واعادة التركيب. وعادة ما تتكون من:

- مضخة واحدة على الأقل ،
- فلوميترز ،
- صهاريج التخزين ،
- أذرع الرش (أو «منحدرات الرش») ، و
- الفوهات قد يتم تركيبها في تشكيلات مختلفة بحسب نوع المنصة.
- وقد تم تفصيل الحد الأدنى من متطلبات مواصفات المعدات في القسم: الحد الأدنى لمتطلبات مواصفات المعدات

١٠ على سبيل المثال: إذا واجهت وحدة الاستجابة ١٠٠ متر مكعب من الزيت بكفاءة معالجة ٦٠٪ ، فمعنى ذلك أن ٦٠ متر مكعب من الزيت تم تشتيته بنجاح

عملية اتخاذ القرار

يتم اتخاذ القرار في وقت وقوع الحادث من خلال الإجابة على ثلاثة أسئلة رئيسية:

- من حيث المبدأ هل يمكن استخدام التشتيت كوسيلة استجابة أم لأ؟ وذلك بناء على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفط المنسكب؟ بمعنى أخر هل النفط المنسكب قابل أصلاً للتشتت الكيميائي؟
- هل التشتت الكيميائي مقبول من وجهة نظر بيئية؟ هل يوجد تصريح باستخدام المشتتات في المنطقة التي حدث الانسكاب فيها؟ هل يمكن الحصول على الموافقة بسرعة؟
- هل التشتت ممكن من وجهة نظر لوجستية؟ هل يتوافر الأفراد والمعدات والمواد المشتتة واللوجستيات (السفن أو الطائرات وغيرها) في الوقت المطلوب لإجراء العملية في نافذة الفرصة (هي الفترة التي يكون فيها التشتت الكيميائي فعالاً)؟

قرار استخدام المشتت في وقت وقوع الحادث، :

- يمكن أن يكون فوريًا (لكيان أو للسلطات المختصة) إذا تم تحديد الموقف بالفعل في خطة الاستجابة لحوادث التلوث البحري، وتمت الموافقة على استخدام المشتتات مسبقًا من قبل السلطات وكانت باقي الظروف مواتية. وبعبارة أخرى ، فإن فرق الاستجابة يتوفر لديها الإذن للبدء الفوري باستخدام المشتتات إذا كان من الممكن إجراء العملية في حدود الموافقة المسبقة. يقوم حينها الكيان المسؤول عن الاستجابة بإبلاغ السلطات المختصة على الفور ببدء عمليات الرش، وتتم الاحاطة بصورة منتظمة عن نتائج العمليات.
- يمكن تعجيلها من قبل السلطات إذا لم تكن هناك موافقة مسبقة ، ولكن يتم الرد على جميع الأسئلة أعلاه بشكل إيجابي.

يُذكر أنه في حالة عدم اليقين بشأن قابلية النفط للتشتت، يجب اختبار التشتت الكيميائي في الموقع بكمية قليلة. وقد يظل الزيت قابلاً للتشتت لفترة أطول مما توصى به الدراسات أو أنظمة النمذجة الحاسوبية.

/!\ يمكن لأي منظمة أو مشغل ميناء أو مؤسسة أو كيان خاص أن يشرع على الفور في عمليات الرش بالمشتتات لكن بشرط الحصول على الموافقة المسبقة. يجب القيام بإبلاغ السلطة الوطنية المختصة في أقرب وقت ممكن عملياً كما يجب رفع تقارير واحطات بشكل منتظم عن العمليات والنتائج التي تم تحقيقها بواسطة المشتتات (أي كفاءة التشتت الكيميائي).

/! \ تقوم السلطات بتقييم عمليات الرش ويمكنها طلب مزيد من المعلومات. كما يمكن للسلطات المختصة - في أي لحظة - وقف العمليات إذا ظهرت أي مخاوف (بيئية، سلامة، تشغيلية، إلخ) ،

تعبئة أفراد الاستجابة والسفن والطائرات بالمواد المشتتة:

يجب أن يتم الترتيب المسبق من قبل المشغلين أو السلطة المختصة لضمان التعبئة السريعة لموارد الاستجابة وفقًا لأحكام خطة الاستجابة الوطنية للطوارىء **NOSCPs**.

بمجرد حشد وحدات الرش، يتولى ربان السفينة / كابتن الطائرة منصب قائد الفريق طوال مدة عمليات الرش.

يتم تقدير حجم المشتت الذي سيتم تحميله على متن سفينة الاستجابة / الموضوعة مسبقًا في القاعدة اللوجستية بالمطار باستخدام نسبة المشتت إلى الزيت (**DOR = 1:20**) حيث يكون **1** متر مكعب من المشتت ضروريًا لمعالجة **20** مترًا مكعبًا من النفط المنسكب والتي تقابل ما يقرب من **5** م **3** مشتت / كم **2** للحصول على بقعة بسمك **0.1** م.

تحديد المناطق التي سيتم استخدام المشتتات فيها:

كقاعدة عامة، عادة يتركز **90**٪ من الزيت في حوالي **10**٪ من إجمالي مساحة البقعة.

ولذا يجب تحديد الأجزاء السميكة من البقعة، حيث يتركز الزيت، لتوجيه وحدات استجابة المشتت مباشرة بعد الانسكاب ويتم تقدير موقع البقعة من خلال:

- المراقبة البصرية المباشرة من منصة الحفر / السفينة.
- حساب مقدار الانجراف بمعلومية سرعة الرياح والتنبؤات الحالية (**100**٪ من التيار + **3**٪ من الرياح)

يجب إعطاء تعليمات خاصة لوحدات الرش كما يلي:

- يتم رش المشتت فقط على الزيت ذو المظهر البني، البني الداكن والأسود (**Code Bonn 4** & **5** أو أكثر سمكًا).
- لا تقم برش المشتت على المناطق ذات اللمعان الفضي أو لمعان بألوان قوس قزح أو بقع ملونة بألوان «معدنية».

لا يمكن التفكير في رش المشتتات ليلاً إلا إذا:

- كانت البقع مرئية
- تتوفر صورة بالأشعة تحت الحمراء (بالون / طائرة بدون طيار) لتحديد موقع البقع.
- وجود مراقب مختص على متن السفينة.

إعتبارات الأمن والسلامة

قبل بدء التشغيل أو استئنافه، يجب إجراء تقييم مخاطر العمل (**JRA**) لجميع أنشطة الاستجابة مع مراعاة نوع ا لنفط وحالة التجوية وظروف الأرصاد الجوية للسماح (أو لا) بالعملية.

تكتيك رش المشتتات (بواسطة السفن)

يجب مراعاة الاعتبارات التالية أثناء عملية الاستجابة

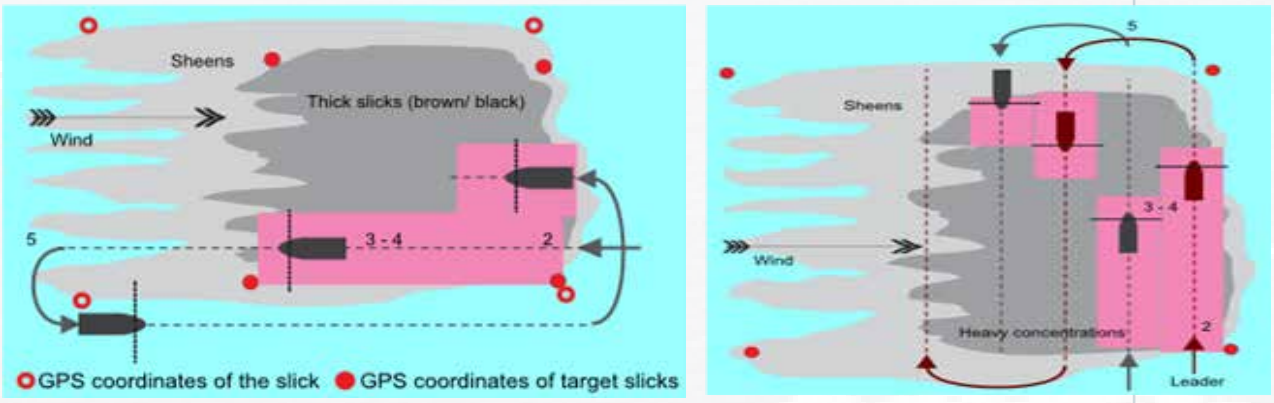
يجب على منسق الاستجابة:

- تقديم تعليمات الصحة والسلامة لربابنة السفن بما في ذلك:
- **MSDS** للخام المسكوب حال توفرها ؛
- **MSDS** للمشتت وتعليمات للتعامل مع المنتج المشتت.
- توفير إحداثيات **GPS** بدقة لمناطق الرش.

- تحديد معدل تدفق المشتت (لتر / دقيقة) للتطبيق وسرعة الإبحار.
- إذا كان التشتت فعالاً (انظر القسم التالي) ، ففكر في اصدار تعليمات لتقليل نسبة المشتت إلى الزيت ، **DOR** (من **20:1** إلى **30:1** ، **40:1**).
- مراقبة الكفاءة لتأكيد انخفاض **DOR**

إذا كانت الاستراتيجية رش المشتت باستخدام سفينة واحدة (شكل ٢١ يسار)

- يتم الاقتراب من البقعة من الحافة الأمامية وعكس اتجاه الريح
- في حالة البقعة الطويلة عند **90** درجة من اتجاه الرياح: اتبع الحافة الزلقة وقم بالرش في اتجاه الرياح الجانبية للحد من عدد اللفات **180** درجة التي ستقوم بها (حسب الشكل الأيمن مع استخدام عدة سفن).
- ابدأ بالرش بمجرد الدخول في البقع السميكة لون (بني / أسود) بنسبة مشتت إلى زيت بنسبة **20:1**.
- توقف عن رش المشتتات بمجرد خروج السفينة من البقع السميكة.
- قم بالاستدارة **180** درجة خارج البقعة لتجنب الانكسار، وأبحر في اتجاه الريح إلى الحافة الزلقة، ودر **180** درجة، وابدأ جولة رش ثانية، جنبًا إلى جنب مع الأول.



الشكل رقم21: تقنيات الرش باستخدام السفينة

إذا كانت الاستراتيجية رش المشتت باستخدام عدة سفن (شكل ٢١ يمين)

اقترب من البقعة من جانب واحد (عمودي على اتجاه الرياح)

- يتم وضع سفينة القيادة في المقدمة ، على حافة البقعة.
- تدخل باقي السفن الى البقعة متاخرة قليلاً عن سفينة القيادة مع مراعاة عدم ترك أي ثغرات وان يتم تغطية كل المنطقة التي سيتم رشها.
- ابدأ بالرش بمجرد الدخول في البقع السميكة (لون بني / أسود) بنسبة مشتت إلى زيت بنسبة **20:1**.
- توقف عن رش المشتتات بمجرد الخروج من البقع السميكة.
- قم بالدوران **180** درجة عند الخروج خارج البقعة لتجنب تكسير البقعة (يتم ذلك بالتنسيق مع سفينة القيادة) ، وأبحر في اتجاه الريح إلى الحافة الزلقة ، ومن ثم قم بالدوران **180** درجة ، وابدأ جولة رش ثانية ، جنبًا إلى جنب مع الجولة الأولى وهكذا.

ملحوظة: إذا كانت الرياح متوسطة إلى قوية ، فقد لا تكون طريقة الرش الجانبي (في الشكل أعلاه) ممكنة نظرًا لأن الرياح ستوجه المشتت في اتجاه جانبي على بدن السفينة.

ملحوظة: إذا كانت الرياح ضعيفة جدًا ، فإن البقع قد تميل إلى عدم وجود شكل واضح / عدم وجود حافة رئيسية:

- النهج العام هو نفسه كما ورد أعلاه ، مع التركيز على البقع السميكة.
- عالج البقعة تمامًا قبل الانتقال إلى بقعة أخرى.

تقنيات الرش باستخدام الطائرات

يمكن استخدام الطائرات في رش المشتتات كما يلي:

- يمكن اللجوء بشكل سريع إلى طائرات رش المحاصيل ذات المحرك الواحد بعد ادخال تعديلات طفيف على منظومة الرش (تعديل فوهات الرش للتتناسب مع لزوجة المشتت). يكون هذا الاختيار مناسب في حال الانسكابات المحدودة (المستوى **1** / المستوى **2**) (وتكون سعة الخزان صغيرة) وفي الحوادث التي تحدث بالقرب من الشاطئ (مدى طيران محدود في هذه الطائرات).
- يمكن اللجوء الى خدمات رش المشتتات جواً وهذه الخدمة متاحة بشكل تجاري. ويقدم هذه الخدمة عدد محدود من الشركات والمنظمات المتخصص في الاستجابة لحوادث الانسكاب النفطي (**OSRO**) في جميع أنحاء العالم، ولاحظ أنها قد لا تكون متاحة إذا كانت الطائرة قد تم حشدها للتعامل مع حادث وقع في مكان آخر.

تتضمن هذه الخدمات عادةً طائرات أكبر حجماً ومزودة بأنظمة رش مشتتات وخزانات مخصصة، وتكون أكثر ملاءمة للحوادث الكبيرة.

علي سبيل المثال:

- نظام **TERSUS** الذي توفره شركة الاستجابة للانسكاب النفطي المحدودة (**OSRL**) ، والحمول على طائرة **B727** (مقرها في المملكة المتحدة) يشمل النظام خزان مشتتات بسعة تبلغ **15** مترًا مكعبًا وبقدرات معالجة في نطاق **200-150** متر مكعب
- طائرة **Hercules 130-C Lockheed** (أيضًا من **OSRL** وهذه مقرها في ماليزيا) المزودة بنظام رش **RIDDS** بها خزان مشتتات تبلغ سعة **13** متراً مكعباً.

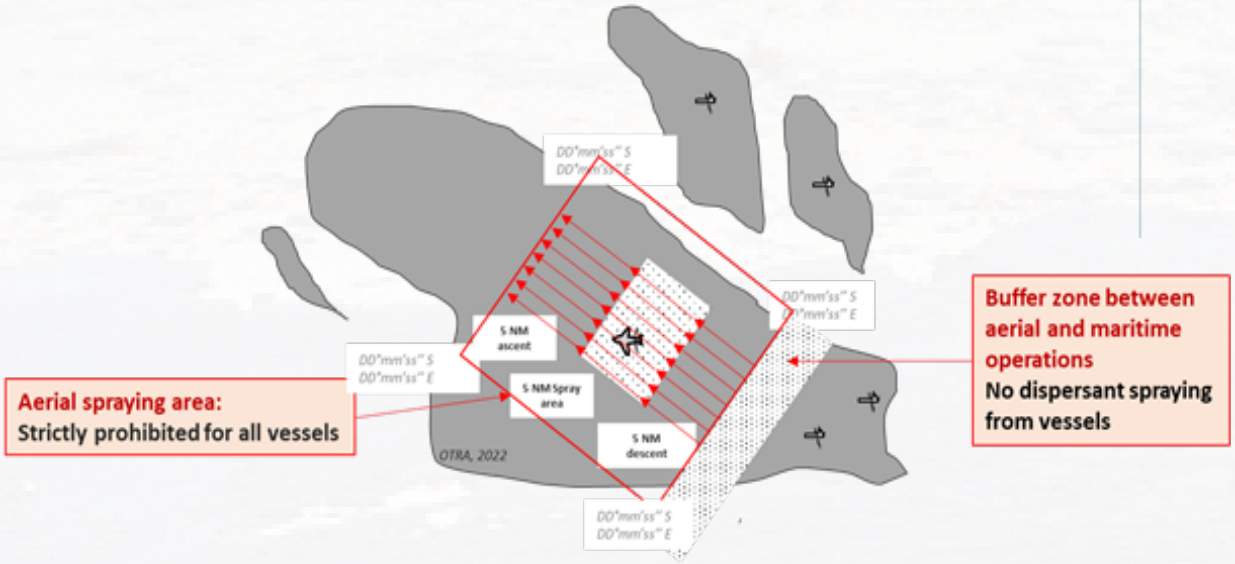
تكون هذه الخدمات بشكل عام «شاملة» بمعنى أنه يتم توفير المعدات والأفراد المحترفين واللوجستيات لتوصيل هذه الموارد بسرعة إلى الدولة التي طلبت الخدمة.

من أجل ضمان التنسيق الفعال للعملية، يجب أن تتضمن السياسة الوطنية للدولة التي ستطلب المساعدة أحكامًا تسمح بـ:

- **تسريع الإجراءات الجمركية والجوازات للسماح بسرعة دخول المعدات والأفراد**
- **تسهيل الخدمات اللوجستية داخل البلد ، و**
- **اعتماد خطط الطيران والتأكد من سلامة العمليات في المجال الجوي والإقليمي مع الأخذ في الاعتبار جميع العمليات البحرية الأخرى (الرش بالمشتتات والاحتواء والاستعادة والإنقاذ وما إلى ذلك) والعمليات الجوية مثل (البحث والإنقاذ والإرشاد والمراقبة وما إلى ذلك).**

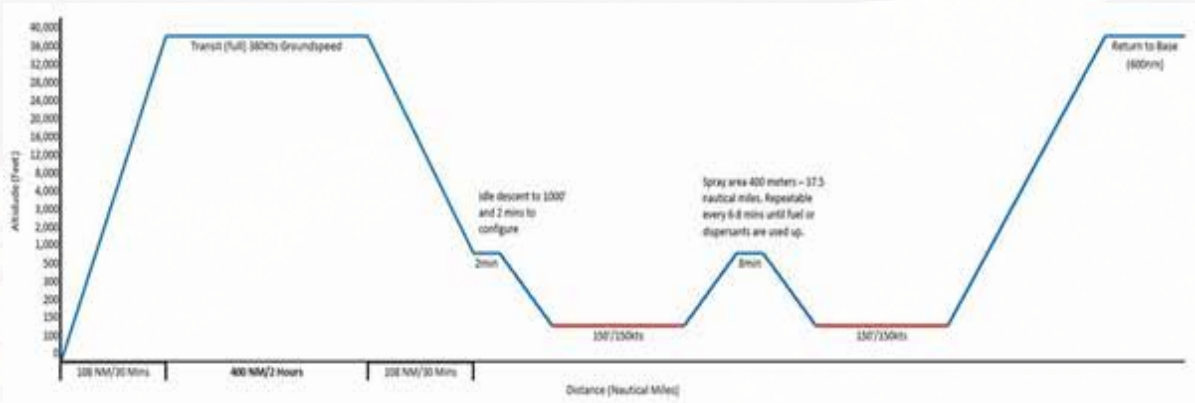
على وجه الخصوص، قد يحتاج متخذ القرار إلى إنشاء مناطق الحظر، بما في ذلك حظر منطقة الرش الجوي ومنطقة عازلة حيث سيتم حظر جميع العمليات البحرية ومناطق حظر الصيد .... الخ . الشكل **22** هو مثال على التقسيم التشغيلي لموقع رش المشتتات باستخدام طائرة **B727**.

ويتم تأكيد خطة العمليات في أُثناء تلقين الطيارين قبل بدء العمليات



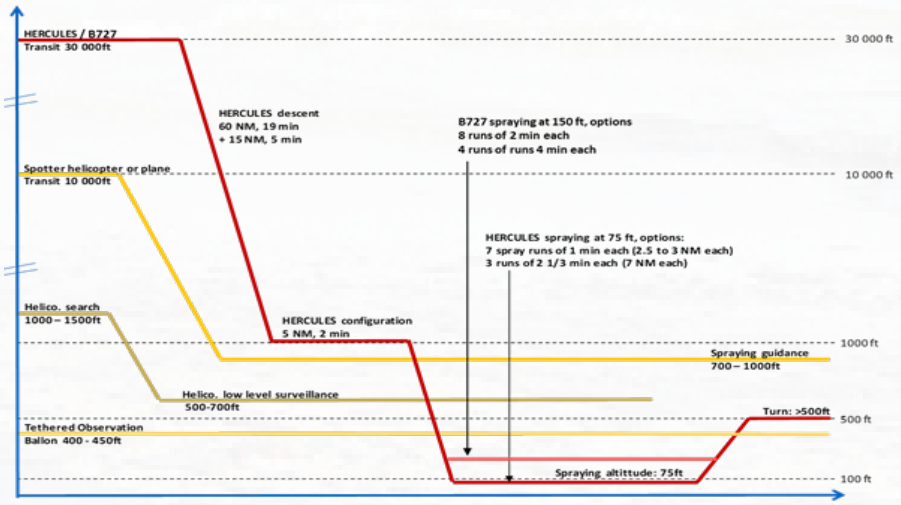
الشكل رقم22: مثال على التقسيم التشغيلي للمساحات في موقع رش المشتتات باسخدام طائرة 727B

ويتم تأكيد خطة العمليات في أُثناء تلقين الطيارين قبل بدء العمليات



الشكل رقم23: يوضح الشكل بيانات نموذجية لارتفاعات الطائرة لرش المشتتات باستخدام طائرة B727 من OSRL (المصدر: OSRL, 2011). (OSRL (2011).

ويتم تأكيد خطة العمليات في أُثناء تلقين الطيارين قبل بدء العمليات



الشكل رقم24: يوضح الشكل بيانات نموذجية لارتفاعات الطائرة لرش المشتتات باستخدام طائرة B727 وعملية الرصد الجوي

/!\ لاحظ أنه لا يجب القيام باي عمليات رصد جوية اثناء مرحلة رش المشتتات باستخدام الطائرات

المراقبة والرصد الجوي

نظرًا لأن عملية الرصد والمراقبة سواء من السفينة أو من الطائرة التي تقوم بالرش تكون محدودة للغاية، فيلزم لإجراء عملية الرش بشكل صحيح وفعال أن تتم عملية التوجيه من الجو ولذا يكون لعملية الدعم الجوي أهمية خاصة عند استخدام طائرات كبيرة متعددة المحركات للرش.

يمكن تنفيذ ذلك باستخدام طائرات بدون طيار (**UAS**) أو بالونات[11] مربوطة يتم تشغيلها من السفينة. كما يمكن أن تتم الاستعانة بطائرة خفيفة أو طائرة هليكوبتر، ولكن يجب أن تتمتع هذه الطائرة بقدرة تحمل عالية وأجهزة اتصالات جيدة مع الطائرة أو السفينة التي تقوم بالرش، ويجب أن تكون مزودة بأجهزة تحديد مواقع **GPS** وأجهزة تسجيل.

يمكن للفريق الموجود في طائرة المراقبة تحديد تركيزات النفط الأكبر والأثقل أو تلك البقع التي تشكل أكبر تهديد بحيث يتم معالجتها على سبيل الأولوية من أجل إيصال وصف وموقع البقع المستهدفة إلى الطائرة أو السفن التي تقوم بالرش وتقييم وتصحيح عملية الرش.

ملحوظة: مع ظهور واستخدام أدوات المساعدة والرصد والتسجيل والنظام العالمي لتحديد المواقع العالمي (**GPS**) ، يمكن للفريق في طائرة المراقبة إنشاء مرجع جغرافي ورسم خريطة للمناطق الملوثة والمعالجة وتوفير التقييم المرئي لمدى فعالية رش المشتت.

مراقبة ورصد عملية رصد المشتتات

يجب أن تتضمن السياسة الوطنية أحكامًا لمراقبة عمليات الرش البحري والجوي بما في ذلك:

- **رصد جودة الهواء / سلامته (الجدول 4)**
- **المراقبة تحت سطح الماء لرصد فعالية التشتت (الجدول 5)**
- **مراقبة السطح للتوجيه ومراقبة فعالية عملية التشتيت (الجدول 6)**
- **المراقبة والرصد الجوي**

١١ أنظمة الطائرات بدون طيار والبالونات المربوطة هي الأنسب للتنقل داخل البقعة (أي لتحديد البقع السميكة) بدلًا من تحديد البقع

جدول رقم4: تقنية الرصد الجوي

التقنية	الهدف	الموارد
Explosivity انفجارية المركبات العضوية المتطايرة (BTEX) / H2S H2S	جودة الهواء وامن فرق الاستجابة	- الأشخاص المسؤولون – أجهزة كاشفة على السفن - سفن في الموقع

المراقبة والرصد تحت سطح الماء

جدول رقم5: تقنية الرصد والمراقبة تحت سطح الماء

التقنية	الهدف	الموارد
spectrometer/ fluorometer مقياس التالق / مطياف	كشف الهيدروكربون تحت السطح (في حالة الرش المشتت)	- اخصائي - المعدات: يتم تحديدها لاحقًا - سفينة استجابة متوفرة في الموقع

المراقبة والرصد على سطح الماء

جدول رقم6: تقنية الرصد والمراقبة من على سطح الماء

التقنية	الهدف	الموارد
spectrometer/ fluorometer مقياس التالق / مطياف	تحديد موقع البقعة و تقدير حجم الانسكاب وتوجيه السفن	- هليكوبتر - مراقب متخصص - مجموعة أدوات المراقبة الجوية (GPS + كاميرا)
سفينة موجهة بالهيلكوبتر	تحديد موقع البقعة و تقدير حجم الانسكاب وتوجيه السفن	- هليكوبتر - مراقب متخصص - مجموعة أدوات المراقبة الجوية (GPS + كاميرا)
طائرة مراقبة (متوسطة - بعيدة المدى)	تحديد موقع البقعة و تقدير حجم الانسكاب وتوجيه السفن	- هليكوبتر - مراقب متخصص - مجموعة أدوات المراقبة الجوية (GPS + كاميرا)
عوامة انجراف	تتبع البقع ليلاً ونهاراً	- عوامات انجراف - السفينة: متوفرة بالموقع
بالونات مراقبة وطائرات بدون طيار	توجيه سفن وفرق الاستجابة الى البقع السميكة	- كوادر بشرية متخصصة - بالون المراقبة (المربوط) - سفن الاستجابة في الموقع.
صور رادارية بالقمر الصناعي	صورة شاملة للبقعة في جميع المنطقة الملوثة	خدمة من شركات متخصصة
أخذ عينات من الزيت والماء	بصمة الزيت – خصائص الزيت - تحليل جودة المياه	- كوادر متخصصة - أدوات اخذ العينات - سفينة في الموقع

اعتبارات لوجيستية يتعين مراعاتها عند القيام برش المشتتات

إذا تم اتخاذ القرار والحصول على الموافقة فيجب أن يتم رش المشتتات في أسرع وقت ممكن.

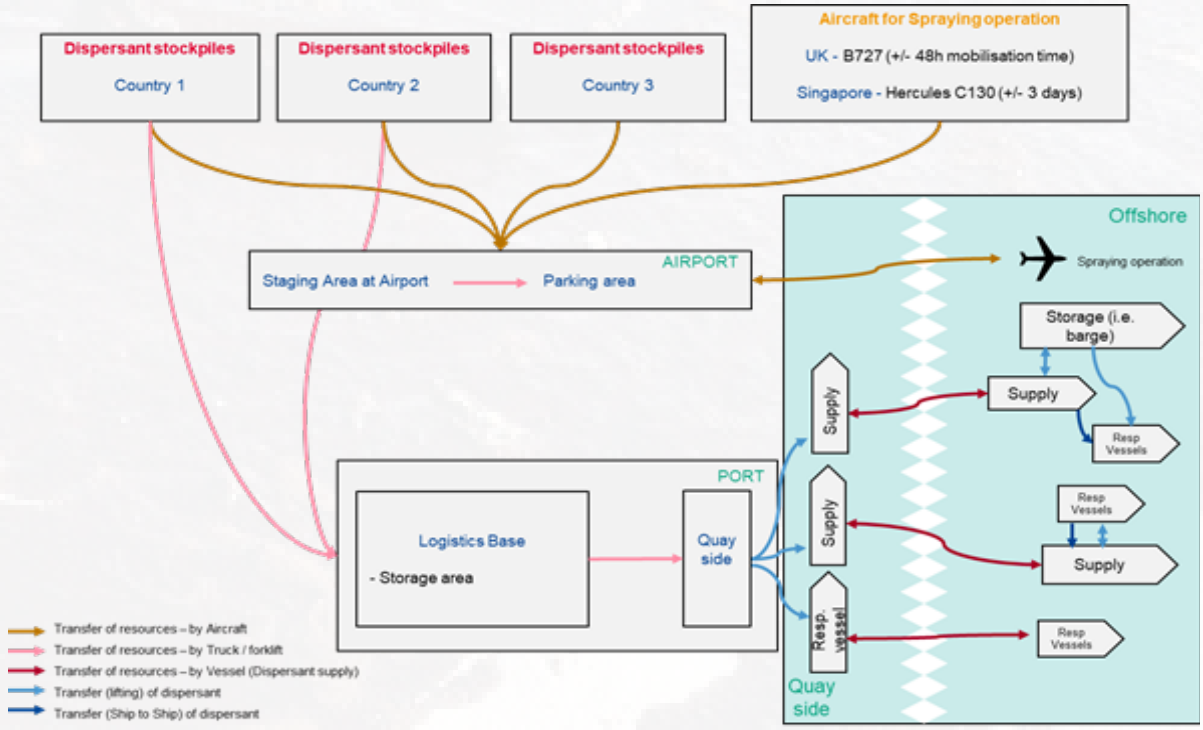
بالنسبة لعمليات الرش المرتكزة على السفن، يجب أن تكون مرحلة التعبئة والحشد قصيرة بقدر الإمكان حتى تتمكن فرق الاستجابة في البدء في الرش منذ اليوم الأول للانسكاب.

بالنسبة للرش من الطائرات، فمن الضروري توفير لوجستيات كاملة لحمل هذه المعدات (الطائرات) والمواد الاستهلاكية (الوقود) والمرافق المكيفة (المطار ومواقف السيارات والممرات) بالإضافة إلى الأحكام الأخرى ذات الصلة (مثل وسائل نقل المشتتات ووسائل التحميل في خزانات الطائرة).

يمكن تعبئة الطائرات المتخصصة في البلد، من دول خارجية أو شركات خاصة (على سبيل المثال من خلال العقود بين صناعة النفط والغاز والشركات المتخصصة).

يجب أن تحتوي السياسات الوطنية [12]على أحكام لتسريع جميع الإجراءات الإدارية المطلوبة للسماح للطائرة في البلد وإعطاء الإذن بمهام طيران على ارتفاعات منخفضة والقيام بالرش وتسهيل جميع العمليات اللوجستية (مثل دخول المنتجات المشتتة من المطار).

يجب اعتماد مخصصات مالية كافية لاستدامة عمليات الرش بالمشتتات طوال مدة عمليات الاستجابة (الشكل **24**) بما في ذلك شراء مخزونات المشتتات بواسطة شركات النقل الجوي أو السفن (للمخزونات المتوفرة بالقرب من المناطق التلوث) ، وتخزينها كذلك في مناطق الحشد سواء في المطار / أو قاعدة لوجستية في الميناء ومن ثم نقلها إلى وحدات الرش (طائرات / سفن).



الشكل رقم25: مثال لخطة لوجستية لشراء مخزونات المشتتات ونقلها على متن وحدات الرش (مقدمة لغرض التوضيح فقط).

١٢ يجب إعداد التصاريح المختلفة المرتبطة بأنظمة الطيران المدني مسبقًا للسماح بنشر سريع للطائرات في وقت وقوع الحادث.

تخزين المشتتات

يجب تخزين المشتتات بحيث تكون جاهزة للرش الفوري.

بالنسبة للرش من السفينة، يجب تجهيزها لبدء عملية التشتيت في ذات يوم الانسكاب، مع الالتزام بالاستمرار في الرش حتى نهاية العمليات (يومين أو ثلاثة أيام).

يجب وضع المخزونات بشكل تفضيلي في الموانئ التي توجد بها السفن أو تكون المشتتات موجودة بالفعل على متن السفن. يجب أيضًا أن تكون التجهيزات في مكانها الصحيح لتشغيل المنظومة كما يجب التأكد من مدى جاهزية سلاسل الإمداد (**supply chain**) بالمواد المشتتة بما يسمح باستمرار عمليات الرش دون توقف – بل ويسمح بزيادة معدلاتها إذا لزم الأمر - (بناءً على افتراض أسوأ سيناريو ممكن).

وفيما يتعلق بالرش الجوي، يتم تعبئة المخزونات على وجه التحديد في المطارات أثناء الانسكاب (قد يتم جلبها بسرعة من مصادر خارجية).

يجب أن توضح السياسة الوطنية لاستخدام المشتتات أحكامًا تضمن تسريع جميع الإجراءات الإدارية للسماح بالاستيراد الطارئ للمنتجات المشتتة في البلد ومن ثم إرسالها على الفور إلى الميناء / المطار / موقع الاستخدام.

يجب التأكد من تخزين المشتت وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة وصحيفة بيانات سلامة المواد (**MSDS**) مباشرة من قبل المشغل.

يتم فحص المشتتات بشكل دوري (الخصائص الفيزيائية والكيميائية - ، اللزوجة ، الكثافة - والفعالية....):

- **أول مرة بعد مرور 5 سنوات من تاريخ تصنيعها،**
- **بشكل دوري كل 2 إلى 3 سنوات بعد ذلك.**

إذا أثبت نتيجة الفحص أن المشتتات لم تعد صالحة فيتحمل مالك المشتت مسؤولية التخلص منها بالشكل السليم. يجب الحرص على التخلص من المشتت وفقًا للوائح البيئية المعمول بها.

يجب أن يتم عمل جرد لمخزونت المشتتات وأنظمة الرش المتاحة في البلد في خطط الطوارئ الإقليمية والوطنية

6.5 مساعدة الخبراء والمشغلين الأجانب وقت الحادث

في حالة وقوع حادث كبير، سيصل الخبراء / المشغلون الأجانب (من الدول المجاورة ومن شركات الخدمات الدولية ...) إلى البلد الذي وقعت فيه الحادث.

وهنا يجب أن تحدد السياسة الوطنية نقطة إتصال وطني واحد يكون مسئولًا عن استقبال هذه الفرق الخارجية وتسهيل مشاركتها في المنظومة الوطنية للاستجابة (على سبيل المثال، ضابط اتصال في المطار لرعاية الخبراء الاجانب المسؤولين عن تشغيل طائرة رش، للإقامة ، توريد وقود الطائرات ، أذونات وتصاريح الطيران - الخ ...)

7.5 اعتبارات لفرض حظر الصيد

يمكن أن يؤثر تشتت كمية كبيرة من النفط على بعض الموارد البيئية مثل مصايد الأسماك (قد ينتج عنها تلوث المأكولات البحرية بعد ملامسة قطرات النفط).

لأسباب صحية ولتبرير المطالبات اللاحقة بالتعويض، قد يكون من المفيد مراقبة جودة عمود المياه في منطقة التلوث بالنفط وفي المناطق القريبة وكذلك فحص عينات من المأكولات البحرية، وبناء على تلك الفحوصات قد يتم اتخاذ التدابير المناسبة مثل فرض حظر مؤقت للصيد.

يجب أن تحدد السياسة الوطنية بوضوح السلطة المسؤولة عن مراقبة آثار استخدام المشتتات في الاستجابة وكذلك الية واضحة لاتخاذ القرارات المناسبة (مثل فرض حظر الصيد).

8.5 عناصر الاستعداد والتأهب

يجب أن تحتوى الخطط الوطنية للدول سياسات تضمن توفر الحد الأدنى من متطلبات الاستعداد والتأهب بما في ذلك جهوزية الكوادر البشرية في فرق الاستجابة والمواد التي ستستخدم كمشتتات والأجهزة والمعدات التي سيتم استخدامها.

التدريب والمناورات

يجب أن يتم تنظيم المناورات بشكل دوري (على الأقل كل **3** إلى **4** أشهر) لاختبار مدى جاهزية منظومات رش المشتتات وذلك من خلال تنفيذ مناورات ميدانية بالسفن و/أو الطائرات بحيث يتم فيها تنفيذ الرش (يمكن استخدام مياه البحر / المياه العذبة) بدلاً من المشتتات الحقيقية. على أن يتم في ختام كل مناورة رفع تقارير الى السلطات المعنية، ومراعاة أن يتم في المناورات اللاحقة اتخاذ الإجراءات التصحيحية لتلافي أي ملاحظات قد تكون ظهرت أثناء المناورات السابقة.

التدريب

تقوم السلطة المختصة برش المشتتات كأحد خيارات الاستجابة بتنظيم دورات تدريبية منتظمة لمشغلي معدات الرش (بما في ذلك فرق الصيانة والإصلاح)، وقادة عمليات الرش، وفرق المسح الميداني والفرق المسؤولة عن تخطيط وتنسيق عمليات الرش.

على المستوى الوطني، وحتى إذا كانت الدولة لا تمتلك معدات الرش الخاصة بها، يمكن أن يتم تنظيم التدريب على الأقل كل **2** إلى **3** سنوات على الرش بالمشتت.

9.5 اعتبارات الصحة والسلامة

يتم دائمًا تعبئة المنتجات المشتتة في حاويات مناسبة، أو حاويات السوائل الوسيطة، أو خزان حمل (**Tote Tank**) أو غيرها، مع أهمية تمييزها بشكل صحيح ومرفقة بـ **MSDS**.

تحتوي التعليمات التشغيلية للرش على قسم «تعليمات الصحة والسلامة» لفرق الاستجابة مع تعليمات السلامة للتعامل مع المنتجات المشتتة وكيفية ضخها ونقلها ورشها والتعامل معها.

يجب أن يتوفر لدى أفراد الاستجابة المسؤولين عن تشغيل معدات الرش معدات وملابس حماية شخصية كافية (مثل الأقنعة، والملابس الواقية غير المنفذة للسوائل، والقفازات والنظارات الواقية المقاومة للكيماويات إذا لزم الأمر) وذلك لحمايتهم من ملامسة المشتتات وسحب القطرات الصغيرة والرذاذ.

يجب أن يتم غسل الأسطح الصلبة (خاصة أسطح السفن) التي قد تتلقى رذاذًا من المشتتات بالماء لتجنب الانزلاق. ويتم شطف معدات الرش بالماء النقي النظيف بعد الاستخدام.

6

الحد الأدنى المطلوب من خصائص معدات الرش

تشتمل أنظمة رش مشتتات الانسكاب النفطي على عمود أو أكثر تتوزع عليه فوهات لتكوين قطرات، ونظام مضخات لضخ أو ضغط لتوصيل المشتتات إلى عامود الرش ، والأنابيب والصمامات المرتبطة بها.

يغطي هذا القسم معايير التصميم والمتطلبات وخصائص المواد والميزات الأساسية لأنظمة رش مشتتات الانسكاب النفطي المخصصة للاستخدام على السفن أو طائرات الهليكوبتر أو الطائرات ذات الاجنحة الثابتة.

وتشمل هذه المواصفات الخاصة بالحد الأدنى من أداء المعدات، والمعادلات لتقدير المواصفات التشغيلية، والاعتبارات المادية، وكذلك قائمة بالمعلومات التي سيتم تقديمها للسلطات المسؤولة عن تصميم و / أو شراء أنظمة رش المشتتات. لا يوصى باستخدام أنظمة الفوهة الفردية في الاستجابة البحرية ولن يتم تناولها في هذا القسم.

1.6 مواصفات أداء منظومات الرش

الجرعة المستهدفة

يجب أن توفر منظومة الرش جرعة من المواد المشتتة تتراوح بين **20** إلى **100** لتر لكل هكتار وذلك اعتمادًا على سمك البقعة وقابلية النفط للتشتت وفعالية المواد المشتتة.

ملحوظة: للأغراض التشغيلية، يمكن استخدام جرعة مقدارها **50** لترًا للهكتار كخط أساس في البداية ولكن يمكن تعديلها أثناء العمليات وبناءً على نتائج الملاحظة البصرية لفعالية عملية التشتيت.

توزيع حجم القطرات

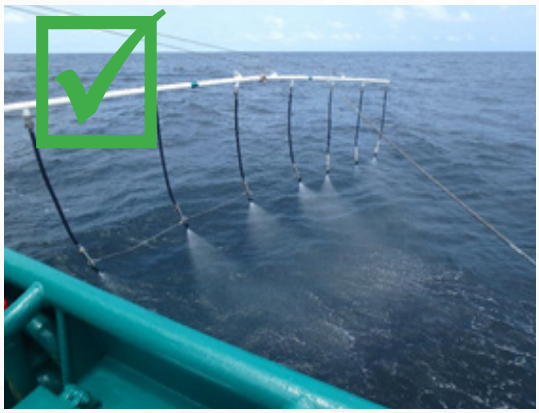
يجب أن يكون لتوزيع حجم القطرة للمشتت الذي يصل إلى الهدف قطر متوسط الحجم (**VMD**) من **400** إلى **800** ميكرومتر.

ويتم تحقيق نمط رش متجانس من خلال العامود المنحدر باستخدام فوهات مخروطية كاملة ويتم الرش بالكامل على هيئة منطقة دائرية.

يجب أن يكون حجم القطرة في حدود **400** - **800** ميكرومتر. ويتم تحقيق ذلك عن طريق اختيار مجموعة الفوهات المتوافقة مع ضغط النظام.

Droplet size	Effect
Too big: > 1 mm	طريقة غير صحيحة حيث أن القطرات تخترق النفط (شكل رقم 27)
Too fine: <200 µm	طريقة غير صحيحة حيث يتم تطاير القطرات بعيدا عن النفط بتأثير الرياح
Opt. : 400 – 800 µm	طريقة الرش السليمة

الشكل رقم26: أحجام القطرات الكبيرة التي تتجاوز 800 ميكرومتر تخترق البقعة وتُهدر في عمود الماء



الشكل رقم27: حجم القطرة في حدود 400 - 800 ميكرومتر

ملحوظة: تسمح بعض أنظمة المضخات بضبط الضغط للحصول على نمط رش جيد وعلى حجم القطرات الملائم من الفتحات.

القص (**Shear**):

القص هو المعامل الذي يحدد حجم القطرة. وتؤدي معدلات القص العالية إلى انتاج أحجام قطيرات صغيرة. يحتوي القص على مكونين ، معدل قص الفوهة وقص الهواء.

معدل قص الفوهة (**Nozzel shear Rate**)من أجل تحقيق حجم القطرات المطلوب، يجب ألا يتجاوز معدل قص الفوهة:

- **10000** ثانية متبادلة (**S-1**) لأنظمة الطائرات و
- **2000** ثانية متبادلة لأنظمة السفن أو القوارب.
- يمكن حساب قص الفوهة باستخدام المعادلة التالية: **$SR = FN \times 7.16 / d^3$**

حيث:

- **SR** = معدل القص في الثواني المتبادلة (**s – 1**) ،
- **fn** = متوسط معدل الفواصل لكل فوهة في **min/L** (محسوبة من إجمالي **ow** (التشتت والماء) مقسومًا على عدد الفوهات) ، و
- **d** = قطر فتحة الفوهة بالسنتيمتر
- القص الهوائي (**shear Air**): يجب تصميم أنظمة تطبيق مشتتات الطائرات لتحسين توزيع حجم القطرات عن طريق تقليل التفاضل بين سرعة الطائرة وسرعة خروج المشتت.
- يجب أن تكون السرعة التفاضلية أقل من **60** م / ث (**200** قدم / ث) لضمان ترسيب قريب من **100**٪ ضمن عرض المسطح.
- يجب التحقق من السرعة التفاضلية باستخدام المعادلة التالية: **$SD = SA - 212.0 * FN / d^2$**

حيث:

- **SD** = السرعة التفاضلية في م / ث ،
- **SA** = سرعة الطائرة م / ث (للسرعة بالكيلو متر في الساعة تتضاعف بمقدار **28.0**) ،
- **FN** = متوسط \ **u200b** \ **u200b** معدل التدفق لكل فوهة في **L** / **min** ، و
- **d** = قطر فتحة الفوهة بالسنتيمتر.

أقصى اختلاف في التسليم على عرض المسحات (Swath)

يجب أن تكون منظومة المعدات قادرة على توصيل المشتتات بحد أقصى للتباين في التسليم بنسبة 10٪ عن عرض البقعة.

معدل حقن المشتت (DIR)

يجب أن يكون معدل ضخ المشتت (للتطبيق غير المخفف أو النظيف، معدل حقن المشتت مساويًا لمعدل المضخة) لإنتاج الكمية المطلوبة.

يجب التحقق من معدل حقن المشتتات (**DIR**) باستخدام المعادلات التالية:

$$DIR = 1.67 \times 10\text{-}3 * S * W * D$$

حيث:

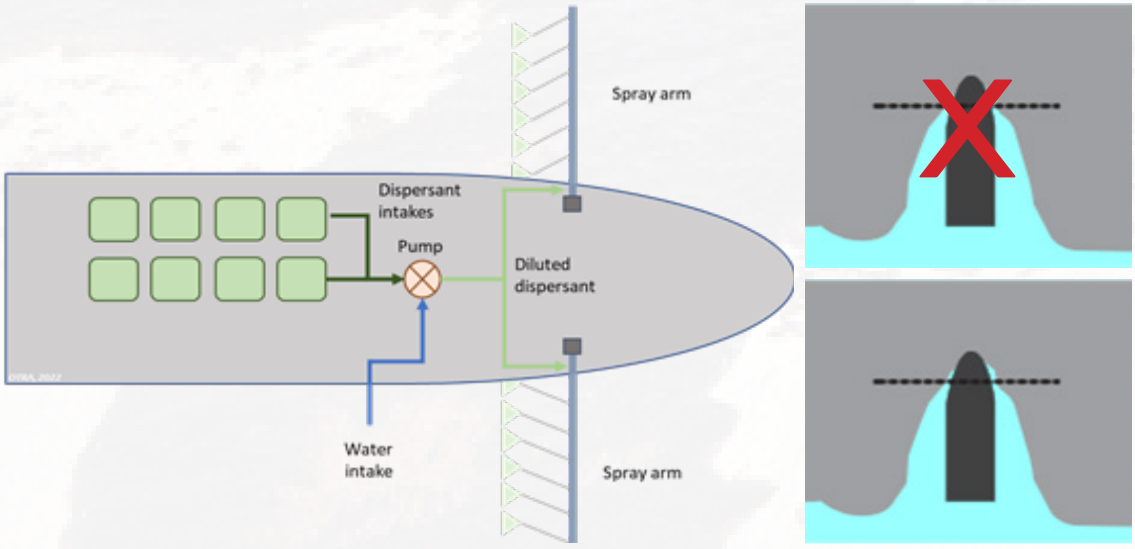
- **DIR** = معدل حقن المشتت في لتر / دقيقة ،
- **S** = سرعة مركبة التوصيل بالكيلومتر / الساعة ،
- **W** = عرض المساحة بالمتر ، و
- **D** = الجرعة في لتر / هكتار.

2.6 رش المشتت من السفن

يجب تصميم معدات الرش على متن السفينة وفقًا لمواصفات السفينة (ارتفاع السطح، مساحة السطح، السرعة، العرض، الدرابزين الأمني لتحسين معدل مواجهة الزيت ولضمان سهولة النشر بواسطة طاقم السفينة والتخزين على متنها.

يمكن أن تكون وحدات الرش قابلة للفك والتركيب أو ثابتة. ويجب الحرص على تصميم كل فوهات الرش بحيث يتم تركيبها بالقرب من مقدمة السفينة بحيث يتم ترسيب الرذاذ بشكل موحد على السطح الأملس.

يتم توفير مجموعة نموذجية من المعدات في الشكل أدناه.



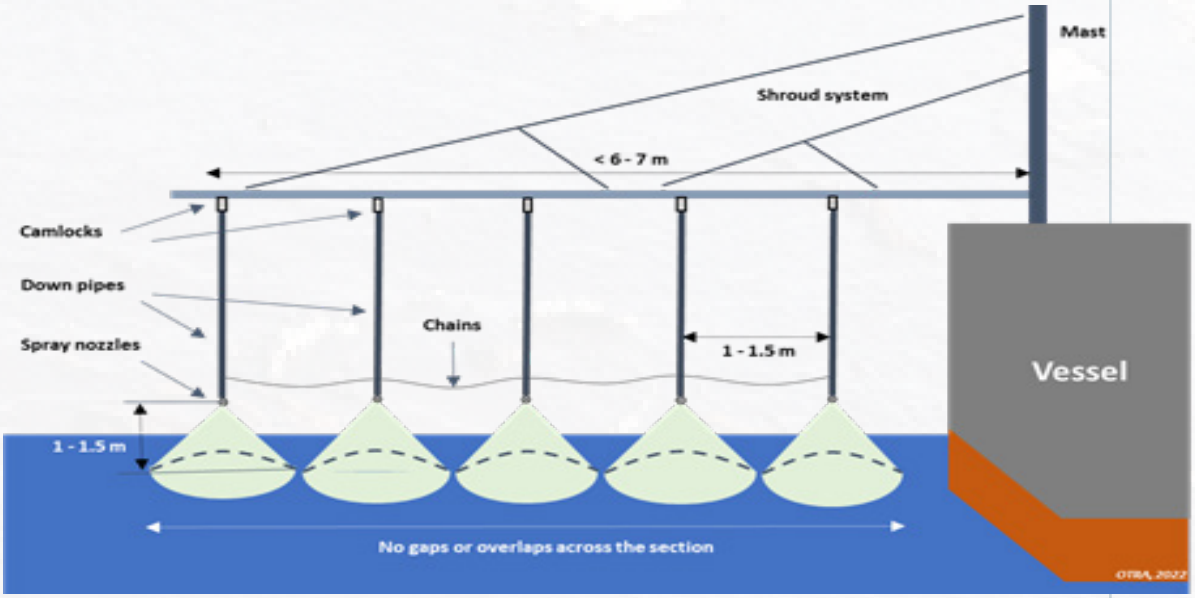
الشكل رقم28: رش المشتت من السفن(نظرة عامة على النظام)

أذرع رش المشتتات

يجب أن يتم تصميم «أذرع الرش» وسائر المعدات المرتبطة بها بهدف:

- تحسين معدل مواجهة التلوث النفطي
- ضمان رش المشتت بشكل متجانس على طول الذراع
- منع المشتتات من التطاير بعيدًا خصوصاً في ظروف الرياح
- ضمان سهولة وفعالية الاستخدام من قبل فريق التشغيل
- تحسين التخزين على ظهر السفينة

يمكن أن يتم تثبيت أذرع الرش باستخدام نظام علاقات مربوطة على صواري السفينة، ويمكن تنفيذ ذلك على كلا الجانبين أو حتى على جانب واحد من جانبي السفينة وبحيث يضمن ذلك رش المشتتات فوق بقعة التلوث وليس فوق بدن السفينة



يجب تصميم مكونات النظام لإعطاء رذاذ على هيئة قطيرات موحده الحجم وبحيث يكون:

- التدفق الخارجي رقائقي (ويمكن استخدام أجهزة لتصحيح التدفق)
- نمط الرش يجب أن ينزل على الماء في خط عمودي على خط سير السفينة.
- يجب عدم السماح بوجود فجوة أو تداخل من البخاخات مع المادة الخارجة من الفوهات المجاورة (يتم الحصول على ذلك باستخدام زاوية رش متناسبة لارتفاع الرش) من أجل منع القطرات من أن تتطاير بعيدًا
- كما يجب أن تكون الأنابيب السفلية مصقولة على المنحدر للسماح بالرش على ارتفاع **1 - 1.5** متر فوق الماء

الشكل رقم29: المشتت يتطاير بسبب رشه دون مواسير سفلية خارج ذراع الرافعة مباشرة

الشكل رقم30: يتم الاستعانة بالأنابيب السفلية على ذراع الرافعة للسماح بالرش على ارتفاع 1 إلى 1.5 متر فوق سطح الماء

الجرعة ومعدلات الرش

في العادة تكون الجرعات المطلوب رشها من المشتت تتراوح بين **5** إلى **10** ٪ من كمية النفط المنسكب بحسب نوع المشتت. وبالنسبة للمركزات من النوع **3** في المملكة المتحدة، يمكن استخدام جرعات **DOR 1:20**.

وتعتمد طريقة حساب الجرعة المطلوب رشها على سمك البقعة وعلى سرعة السفينة وعرضها وعرض أذرع الرش.

السماكة: من الناحية العملية، من الصعب معرفة السماكة الفعلية للبقع. ولكن يمكن تصنيفها على النحو التالي:

- بقع سميكة: من **0.1** مم إلى بضعة مليمترات؛
- بقع رقيقة: من **0.01** حتى **0.1** مم
- يمكن عمل حساب للجرعة بشكل أولي باستخدام **1** مم. كما يمكن لاحقاً إجراء تعديلات على الجرعة بناءً على الملاحظة المرئية لمدى فعالية عملية التشتيت:
- نفط مشتت بشكل جيد: بني فاتح / لون القهوة سحابة من النفط المشتت تحت سطح البحر.
- مشتت في الماء فقط: لون أبيض / رمادي فاتح (أو غير ذلك حسب نوع المشتت)

ولمتوسط سمك بقعة **0.1** مم ، سيكون معدل المعالجة المختار حوالي **50** لترًا لكل هكتار. وذلك لتحقيق معدل معالجة يبلغ **50** أو **100** لتر / هكتار ، لاحظ أنه يجب تعديل سرعات السفينة لتلائم متطلبات نظام الرش.

يمكن تعديل معاملين لتلائم متطلبات نظام الرش على النحو التالي:

- (جيد) معدل صخ المشتت (**DPR**)
- سرعة السفينة (في حالة عدم تعديل معدل الضخ **DPR**)

للأنظمة التي تسمح بتعديل معدل الضخ: **DPR** (لتر / دقيقة) لسرعة معينة:

D x S x L x 0.003 =

للأنظمة التي لا تسمح بتعديل معدل الضخ: **S = DPR / (D x L x 0.00308**

حيث:

- **S**: سرعة السفينة (عقدة)
- **L**: منطقة سوات (طول **2** ذراع رش + عرض السفينة ، م)
- **V** (حجم الزيت) = **100** م **3** / كم **2** = **1000** لتر / هكتار
- **DOR** (نسبة المشتت إلى نسبة الزيت) = **20/1**
- **D** (جرعة المشتت) = هكتار / لتر (**V x DOR: 1/20 = 5 m3 / km2 = 50**)

يوضح الجدول (**7**) مثالاً لكيفية حساب معدل الضخ لتشكيل من سفينتين بسرعات **4** و **5** و **6** عقدة.

	DISPERSANT TOTAL FLOWRATE FOR DOR 1:20 AND SLICKS 0.1mm		
Disp. Flow Rate (l/ min) for DOR of 1:20	**4kts**	**kts 5**	**kts 6**
"Vessel "A 18m breadth + 2x8m spraying ramps	l/min **20** m3/hr 1.25 0.25km2/hr	l/min **26** m3/hr 1.50 0.30km2/hr	l/min **31** m3/hr 1.85 0.35km2/hr
Disp. Flow Rate (l/ min) for DOR of 1:20	**4kts**	**kts 5**	**kts 6**
"Vessel "B 13m breadth + 2 x 6m spraying ramps	l/min **16** m3/hr 0.88 0.17km2/hr	l/min **18** m3/hr 1.10 0.22km2/hr	l/min **22** m3/hr 1.33 0.26km2/hr

3.6 الرش من الطائرات

المواصفات العامة

قد يخضع تركيب أنظمة الرش على الطائرات للوائح محددة من سلطات الطيران المدني في الدولة التي تتم فيها العمليات، وقد تكون الموافقة المسبقة مطلوبة لتركيب أو تعديل أنظمة الرش. وتتضمن معدات الرش بالمشتت عمومًا استخدام أذرع الرش المزودة بفوهات معايرة تنتج بشكل عام نفثات مسطحة.

قد لا تكون الفوهات ضرورية على الطائرات إذا كانت سرعتها ستتجاوز **220** كم / ساعة (**120** عقدة أو **135** ميلاً في الساعة) لأن مقص الرياح وحده سيكون كافياً لإنتاج قطرات بالحجم المطلوب. ولكن يجب استخدام صمامات فحص يتم تنشيطها بالضغط للتخلص من الصرف أثناء عمليات النقل غير المرشوشة. وفي هذه الحالة ، يجب تثبيت الفوهات بزاوية تتراوح بين **10** درجات و **15** درجة على ذراع الرش من أجل توليد نفاثات متوازية وغير متقاطعة.

4.6 معدلات الجرعات والتطبيق (الرش)

تنطبق نفس المبادئ السابقة حال رش المشتتات بواسطة السفن.

مراقبة كفاءة عملية رش المشتتات

متطلبات عامة

يجب أن تتضمن السياسات الوطنية أحكامًا لضمان أن السلطة المسؤولة عن تنسيق عمليات الاستجابة سيكون لديها القدرة على تقييم ما إذا كانت عملية الاستجابة مزودة بتعليمات حول مدى فعالية استخدام المشتت.

تعتمد عمليات التشتيت والحاجة إلى المراقبة على مقدار الانسكاب ونطاق وحجم عمليات الاستجابة

الحوادث الصغيرة (المستوى **1**) لها متطلبات مراقبة بسيطة يمكن أن تقتصر على المراقبة البصرية، والتي يمكن أن تقترن بالتصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء أو بطرق الكشف عن بعد الأخرى.

الحوادث المتوسطة (المستوى **2**) تجمع بين المراقبة البصرية وفرق موجودة في المياه حيث تجري مراقبة عمود الماء في الوقت الفعلي على عمق معين، مع جمع عينات من المياه لتحليلها لاحقًا. بينما يظل قياس التألق (**fluorometry**) هو أكثر هو طرق الكشف فائدة من الناحية التكنولوجية، ولكن يمكن النظر في طرق أخرى.

الحوادث الضخمة (المستوى **3**) تتطلب دعمًا علميًا أو يقوم متخصصون تقنيون بشكل مستقل بتنفيذ عملية رصد ومراقبة شاملة قد تتضمن المراقبة على أعماق متعددة، وقد يتم إنشاء مختبر للمياه، و / أو تنفيذ أخذ عينات مياه إضافية لتحليلها لاحقًا.

اختبار كفاءة التشتت في الموقع

يجب على وحدة الرش مراقبة فعالية عملية التشتت وتقديم تقرير يومي حول:

- حجم المشتت المرشوش،
- معدل التدفق و **DOR** المستخدم،
- المساحة المغطاة،
- وقت البدء والانتهاء،
- المخزونات المشتتة المتاحة / المطلوبة لليوم التالي.

تشتت النفط الأصلي غير معروف بشكل عام.. وعلى وجه العموم يكون قابلية النفط المنسكب للتشتت غير معروفه لذلك يظل تشتت النفط غير مؤكد عند بدء العمليات وبعد ذلك عندما تكون عملية التجوية أكثر تقدمًا.

ولهذا السبب، يجب أن تبدأ المعالجة برش رذاذ اختبار وبالملاحظة الدقيقة للنتيجة (على سبيل المثال، الملاحظة البصرية للبحث عن عمود القهوة البني / الحليب تحت سطح البحر المقابل للنفط الذي تم رش المشتتات عليه).

ويجب إجراء اختبارات الرش في بداية كل يوم لتقرير ما إذا كان يجب الاستمرار في تطبيق المشتت أو إيقافه.

بناءً على المعلومات التي قدمتها وحدة الرش: السلطات المسؤولة:

- قد تتطلب مثل هذه المراقبة المعززة أثناء حوادث الانسكابات الكبيرة.
- قد يعين شخصًا أو فريقًا في الموقع فقط ليراقب كفاءة وفاعلية عمليات الرش.
- قد يتم اتخاذ قرار بمواصلة العمليات أو إيقافها بناء على تقرير الكفاءة.

7

إطار عمل NEBA لأخذ الموافقة على رش المشتتات

عند السماح باستخدام المشتتات يجب الأخذ في الاعتبار إيجابيات وسلبيات (**Trade offs**) الخاصة باستخدام المشتتات في معالجة أو عدم معالجة النفط المنسكب.

تحليل صافي الفوائد البيئية (**NEBA**) هو نهج محتمل يستخدم لمقارنة الفوائد البيئية النسبية لتقنيات الاستجابة لدعم اختيار استراتيجية متفق عليها للاستجابة للانسكاب النفطي.

يمكن استخدام **NEBA** أثناء اعداد خطط الاستجابة لحوادث الانسكاب النفطي أو أثناء عملية الاستجابة أو بعد انتهائها

ويهدف استخدام **NEBA** أثناء إعداد خطط الاستجابة الى التأكد من أن استراتيجيات الاستجابة المختلفة مدروسة جيدًا. حيث ستساعد على مقارنة مزايا وعيوب استخدام المشتتات كأحد خيارات الاستجابة

يمكن استخدامها أيضًا لتحديد المناطق الجغرافية التي يسمح فيها باستخدام المشتت انظر القسم: استخدام المشتتات الحدود الجغرافية - أين؟ وعموماً يوصى بأن يتم التصريح باستخدام المشتتات في الحوادث الكبرى في المناطق الواقعة على بعد ميل بحري على الأقل من الشاطيء وبعمق **20** مترًا على الأقل.

ويعتمد هذا القرار بشكل أساسي على **NEBA** فيمكن استخدام المشتتات عندما تتجاوز الفائدة البيئية المرجوة من استخدامها (حماية الخصائص الحساسة للخط الساحلي) على العيب المحتمل (تأثيرات النفط المشتت على الشعاب المرجانية).

وفي ظروف خاصة يمكن التصريح باستخدام المشتتات حتى في المناطق الواقعة ضمن حد **1** ميل بحري أو على عمق مياه أقل من **20** مترًا، بناء على استخدام نهج **NEBA** خصوصاً إذا توفرت معلومات إضافية وأكثر دقة عن المنطقة. ويتم في هذا القسم مناقشة إطار عام لتجميع ومقارنة خيارات الاستجابة.

أثناء الاستجابة لحوادث الانسكاب الكبرى التي تنطوي على نشر كمية كبيرة من معدات وأفراد و موارد الاستجابة، يمكن استخدام **NEBA** وفقًا لنفس المبادئ التي نوقشت أعلاه وذلك بهدف:

- مقارنة مزايا استراتيجيات الاستجابة والتكتيكات المختلفة، و
- التأكد من تعديل استراتيجية الاستجابة اذا تغيرت ظروف العمليات، و

مقارنة خطط إعادة تأهيل المناطق المتضررة بعد انتهاء العمليات.

تتكون عملية NEBA من أربع خطوات، وتشتمل على ما يلي:

1. تجميع وتقييم ودراسة كل البيانات المتوفرة لتحديد سيناريوهات الانسكاب المحتملة

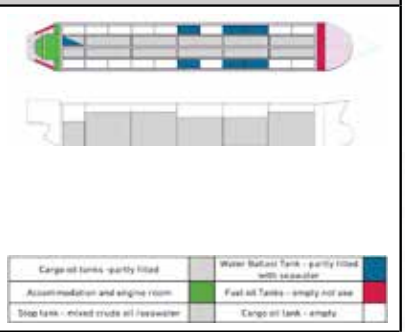
وأفضل خيارات الاستجابة.

2. التنبؤ بأي سيناريو هو الأكثر احتمالاً للحدوث، ومن ثم توصيف تأثيرات استراتيجيات الاستجابة المختلفة.
3. موازنة الفوائد والعيوب البيئية الناتجة عن كل استراتيجية استجابة.
4. تحديد أفضل خيارات الاستجابة لكل سيناريو، بناءً على مجموعة الأدوات والتقنيات التي ستقلل من التأثيرات السلبية للتلوث

1.7 الخطوة الأولى: تجميع وتقييم البيانات

تتمثل الخطوة الأولى في **NEBA** في تجميع المعلومات والبيانات والدراسات وكل مافي حكمها حول سيناريوهات الانسكاب المحتملة وتقنيات الاستجابة التي يمكن استخدامها. ومن المهم أن تكون المعلومات التي يتم جمعها شاملة ودقيقة وموضوعية وموثوقة من أجل تقليل الافتراضات الخاطئة وتوفير ثقة أكبر في اختيار تقنية الاستجابة وتحسينها. ويقدم الجدول أدناه قائمة بالمعلومات التي يجب جمعها.

معلومات حول البيانات التي يجب تجميعها

	نوع المعلومة	مثال على المعلومة	
توصيف الحادث	- الأنشطة والعمليات المعرضة للخطر (الشحن ، الحفر ، الموانئ ، المحطات ، إلخ) - وصف الحادث (تصادم ، انفجار ، إلخ.) - حجم ونوع النفط الذي قد يتسرب - إطلاق مستمر / فوري - مستويات الحادث	- Hazard identification Studies - Statistical analysis (i.e. marine traffic) - Case studies - E.g. FSO SAFER : volumes in the cargo and Ballast tanks (right)	
خصائص النفط	- نوع النفط (زيت خام ، منتج مكرر ، زيت وقود) - تسرب مستمر / غير مستمر؟ - درجة اللزوجة؟ نقطة الصب؟ نقطة الاشتعال؟ -محتوى كبريتي ؟ -المركبات العضوية المتطايرة - H_2S؟ - خصائص التقطير - محتوى النيكل والفاناديوم - معدل السمية ، إلخ.	- MSDS - الدراسات المتعلقة بخصائص النفطOil characterization studies - قاعدة بيانات اديوسADIOS 2.0 oil database - دراسات حول بصمة النفط Fingerprinting studies - دراسات حول السميةToxicity Studies	
سلوك الزيت ومصيره النهائي	- التجوية - مسار انتشار التلوث النفطي(trajectory) - نافذة الفرصة لاستخدام المشتت	- دراسات حول التجوية وقابلية التشتتWeathering studies (for dispersibility) - دراسات حول عملية النمذجة ومصير انتشار النفط	
بيانات الحساسية البيئية	- بيانات حول خطوط السواحل والأعماق - أنواع الشواطئ وحساسيتها البيئية العامة - النظم البيئية الحساسة والموائل والأنواع والموارد الطبيعية الرئيسية - الموارد الحساسة التي لها قيمة اقتصادية أو ترفيهية أو ثقافية	- ESI maps - Operational maps - Marine charts - خرائط حساسية - خرائط عمليات - خرائط ملاحية	

2.7 الخطوة الثانية (التأثيرات المتوقعة):

- التأثيرات الفيزيائية (جودة المياه - جودة الهواء - جودة التربة .. إلخ)
- التأثيـرات البيئيـة والبيولوجيـة (الأنـواع / المـوارد القيمـة ، السـكان ، المجتمعـات ، الموائـل ،

النظم الإيكولوجية) ؛

- التأثيرات على صحة السكان.
- التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية (الأنشطة واستخدام البيئات / الموارد المتأثرة).
- التأثيرات المجتمعية والثقافية إلخ

يتم إجراء هذه الدراسات عادة على ثلاث مراحل: (**2** أ) تقييم التأثيرات في حالة «عدم الاستجابة»، (**2** ب) تطوير استراتيجيات الاستجابة و (**2** ج) تقييم التأثيرات باستراتيجيات استجابة مختلفة.

تقييم تأثير الانسكاب في حالة «عدم الاستجابة»

الهدف هو تقييم آثار الانسكاب في حالة «عدم الاستجابة». وهي بمثابة حالة مرجعية لتقييم مدى ضعف الموارد المختارة بعبارة «لا استجابة».

يحدد هذا السيناريو الأساسي الآثار البيئية المحتملة للتلوث النفطي على مجموعة من الموارد الحساسة والقيمة. وسيكون من الضروري الاستعانة بالخبراء في هذه العملية وذلك لتقييم الضرر المحتمل.

جدول رقم7: تقييم تأثير الإنسكاب النفطي في حالة عدم إتخاذ أي إجراء استجابة

التأثير	الموارد	
يُقاس التأثير وفقًا لمؤشر الحساسية البيئية (**ESI**) الذي يحدد مدى الحساسية لكل نوع من أنواع السواحل	يحتمل أن تتأثر جميع الشواطئ في المنطقة المهددة بالانسكاب	حساسية الخط الساحلي
• يمكن أن تتأثر أعشاش السلاحف / مستعمرات الطيور بالتلوث النفطي على السواحل خلال موسم التعشيش • قد تتأثر الشعاب المرجانية بالتركيزات العالية للنفط المشتت • يمكن أن تتأثر الأعشاب البحرية بترسيب النفط (على سبيل المثال للزيوت الثقيلة / شديدة التجوية) في المياه ذات المستويات العالية من الجسيمات العالقة (مثل مصبات الأنهار) • تتأثر أشجار المانغروف بجنوح الزيوت عالية اللزوجة على الشاطئ (اختناق جذور أشجار المنغروف)	موارد حساسة ونادرة أو مهددة ومكشوفة: • مناطق تعشيش السلاحف • مستعمرات الطيور • شعاب مرجانية • أشجار الشورى (المانغروف) • الحشائش البحرية إلخ.....	الموارد البيئية
وتشمل التأثيرات المباشرة وغير المباشرة على الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية والثقافية: • التأثيرات المباشرة: تلوث البنى التحتية بالنفط ، وشبكات الصيد ، وشواطىء الاصطياف ، وما إلى ذلك. • الآثار غير المباشرة: حظر الصيد ، وانقطاع و / أو تحويل حركة المرور البحري ، ووقف السحب من مآخذ مياه محطات التحلية ، إلخ.	• مناطق الصيد • مزارع الأسماك والأحياء البحرية • محطات تحلية المياه • شواطئ الاصطياف • الموانئ • أسواق السمك المحلية • مصانع تعليب الاسماك • حركة الملاحة والنقل البحري إلخ.	تاثيرات اقتصادية اجتماعية

يجب أن ينتج عن دراسة تقييم التأثيرات في حال اتخاذ قرار بـ «عدم الاستجابة» رسومات وخرائط

لمقارنتها بنتائج دراسات أخرى لتقييم التأثيرات عند تنفيذ استراتيجيات استجابة، مثل:

- رسم تخطيطي لانتشار وتوزيع التلوث كتلة الزيت عبر الأجزاء البيئية المحددة مسبقًا (**EC**) مثل سطح الماء، تحت سطح البحر، بالقرب من الشاطئ، مناطق المد والجزر، وما إلى ذلك (تساعد في ذلك مخرجات منظومة النمذجة الموجودة في مركز ايمارسجا)
- وضع خرائط لتحديد مسار ومصير انتشار الزيت توضح احتمالات حدوث تلوث نفطي في مختلف قطاعات السواحل والوقت المستغرق للوصول إلى هذه المناطق
- خرائط توضح تلوث الشواطئ بالنفط
- إلخ.

ملاحظة: تم تطوير العديد من الطرق تستخدم في تقييم والتخفيف من آثار الانسكاب (**IPIECA-IOGP ، 2018**) بهدف توفير تقييم كمي للضرر الفعلي الذي يلحق بالموارد البيئية والاقتصادية بناءً على مجموعة شاملة من المؤشرات لمختلف الأقسام البيئية. ويقدم الجدول **9** بعض الأمثلة للمعايير والمؤشرات التي يمكن استخدامها في هذه الدراسات للتأثيرات على الساحل وسطح البحر وتحت السطح.

جدول رقم8: أمثلة على المعايير ومؤشرات التقييم التي يمكن استخدامها في NEBA

معايير التقييم			
زمن التعرض للبقعة	امتداد البقعة	مستوى التلوث	المنطقة البيئية الملوثة
مدة التنظيف (مدة بقاء التلوث)	طول خط الساحل الذي سيتعرض للتلوث	- إجمالي حجم النفط العالق (الحد الأقصى أو التراكمي - متوسط مستوى التلوث بالنفط لكل شاطىء محسوباً على كل طول من الشاطئ الملوث - إجمالي محتوى الهيدروكربون في الرواسب	الخط الساحلي
الزمن المطلوب للعودة الى المستويات السابقة ليتم التحويل الى نطاقات أخرى (مشتت - عالق)	- أبعاد البقعة على سطح الماء الحجم الإجمالي المنسكب (م **٣**) - توازن الكتلة (متبقية على سطح البحر ، متبخرة ، متفرقة ، مترسبة ، متدهورة ، تقطعت بهم السبل ، إلخ)	سمك البقعة وحجمها	سطح الماء
الزمن المطلوب للعودة الى المستويات السابقة	- تركيز الهيدروكربون في عمود الماء - تركيز بعض المركبات الهيدروكربونية السامة في الماء (العطريات ، **BTEX** ، وغيرها)	- تركيز الهيدروكربون في عمود الماء - تركيز بعض المركبات الهيدروكربونية السامة في الماء (العطريات ، **BTEX** ، وغيرها)	ماتحت سطح الماء حتى **٢٠** متر (**20m-0**)

تقييم الانسكاب في حال الاستجابة

بمجرد إنشاء خط الأساس لسيناريو أو لحادث انسكاب معين، تتم إعادة اجراء دراسات مسار ومصير من الخطوة رقم **1** لكل استراتيجية استجابة، بهدف الحصول على تقدير دقيق لمعايير التقييم

وذلـك بهـدف إعـادة تقييـم الانسـكاب لـكل اسـتراتيجية مـن اسـتراتيجيات الاسـتجابة المحتملـة. وهـذه المنهجيـة متشـابهة وتأخـذ فـي الاعتبـار مـدى فعاليـة وقيـود أسـاليب الاسـتجابة. ونظـرًا لتعقيد عملية إمكانية التنبؤ بالنتائج التي تخضع لعدد كبير من المتغيرات ولدرجات عدم اليقين، فإن اشتراك الخبراء مع مجموعة كبيرة من الكفاءات أمر مهم لتقييم المزايا النسبية لخيارات الاستجابة.

تشمل مجالات الخبرة هذه ، على سبيل المثال لا الحصر:

- متخصصي الاستجابة للانسكاب النفطي للإبلاغ عن جدوى وقيود خيارات الاستجابة
- علماء التنوع الاحيائي وعلماء البيئة للإبلاغ عن تأثيرات التلوث (مثلاً خبراء الشعاب المرجانية للإبلاغ عن مدى قابلية تعرض الشعاب المرجانية لتركيز تاثيرات الزيوت في مراحل مختلفة من تطورها و / أو موسمية)
- المعرفة المحلية بأنماط التيار الساحلي (مستوى التفاصيل والدقة لا يكون دائمًا من النماذج العامة)

ملاحظة: من الأهمية بمكان إشراك جميع الأطراف المعنية لضمان فهم مشترك لنهج الاستجابة

3.7 الخطوة الثالثة : طريقة حساب المزايا والعيوب البيئية (NEBA)

يمكن باتباع طريقة **NEBA** تحديد أفضل الاستراتيجيات، ويتم ذلك عن طريقة اختيار تكتيكات الاستجابة التي يكون لها القدرة على تقليل اثارا الانسكاب النفطي وفي نفس الوقت ينتج عنها أقل الأضرار البيئية. وبالرغم من أنه في معظم الحالات يكون اختيار تكتيك الاستجابة أمراً مباشراً، فمثلاً قد يكون لأحد أساليب الاستجابة العديد من المزايا وفي نفس الوقت سينتج عنه أضرار محدودة، ففي هذه الحالة قد لا يكون من الضروري اتباع طريقة **NEBA** لإثبات ذلك. ولكن في حالات أخرى قد يؤدي التكتيك المتبع في عملية الاستجابة الى احداث نقاط ضعف مختلفة ومتضاربة. ومن هنا يتعين دراسة الاختلافات وتصنيف أساليب الاستجابة بعمق والرجوع دوماً الى قيم المؤشرات المقاسة والمدى المكاني أو إلى مقدار الموارد المتأثرة بالتلوث. كما قد يكون من الممكن تعديل التكتيكات ومراجعة التصنيفات بموجب ذلك بهدف الحد من الأضرار والتوصل الى اتفاق حول أفضل تقنية استجابة ممكنة. وفي هذه المرحلة يجب اشراك جميع أصحاب المصلحة بما في ذلك المنظمين والمشغلين وأعضاء المجتمع المحلي ..... الخ. وسوف يكون باستمرار هناك خلاف حول بعض سيناريوهات وتقنيات الاستجابة مثل (أي الموارد أولى بالحماية وأي الموارد يمكن لها أن تتحمل بعض الأضرار)، وفي بعض الحالات قد تتطلب عملية الاختيار تحكيماً من الجهة المنظمة والسلطة المختصة. ومن هنا تظهر أهمية (**NEBA**) لتسهيل فهم هذه النتائج حيث يجب تطوير أدوات العرض والتوضيح والاستعانة بالرسومات لعرض نتائج التقييم لجميع الموارد التي تمت دراستها.

4.7 الخطوة الرابعة (اختيار أفضل طريقة ممكنة):

يجب اجراء تقييم لكل خيار من خيارات الاستجابة بحسب كل سيناريو انسكاب نفطي، ومن المهم للمخططين ألا يأخذوا في الاعتبار كل خيار استجابة على حدة ، بل أن يظلوا على دراية بالطرق التي قد تؤثر بها التقنيات المتعددة وتتفاعل مع بعضها البعض وكيف تتغير بمرور الوقت مع

تغير الظروف المختلفة. وبالإضافة إلى ذلك ، يعتبر **NEBA** أحد أساليب تقييم مزايا استخدام المشتتات باستخدام مجموعة من تقنيات الاستجابة (عن طريق الجو ، من السفن ، والحقن تحت سطح البحر اذا دعت الحاجة) وذلك عبر مجموعة من تقنيات الاستجابة الأخرى مثل (الاحتواء والاسترداد ، والحرق في الموقع وحماية الشواطئ وتنظيفها). يجب استخدام **NEBA** لاتخاذ القرار النهائي إلى جانب اعتبارات أخرى بما في ذلك اللوائح والقوانين ذات الصلة، واعتبارات السلامة، وجدوى تقنيات **OSR**، والاعتبارات التشغيلية واللوجستية، وبالطبع التكلفة المادية لعمليات الاستجابة، وما إلى ذلك.

8 المرفقـات

قائمة بالمشتتات المصرح باستخدامها في كل من (الولايات المتحدة - فرنسا - استراليا والمملكة المتحدة)

	USA	Australia	France	UK	Manufacturer	Additional information
Finasol OSR 52 (a.k.a SEA-(CARE ECOSPERSE 52	x	x	x	x	TotalEnergies Fluids	www.totalspecialfluids.com
Chimec Chimsperse 6000	x		x	x	.CHIMEC S.p.A	https://www.epa.gov/emergency-response/chimec-chim-sperse-6000
Corexit EC9500A	x	x		x	Corexit Environmental Solutions LLC	https://www.epa.gov/emergency-response/corexittm-ec9500a
Dasic Slickgone NS		x	x	x	Dasic international Ltd	/http://www.dasicinter.com
Finasol OSR 51		x	x	x	TotalEnergies Fluids	www.totalspecialfluids.com
Corexit EC9500B	x			x	Corexit Environmental Solutions LLC	https://www.epa.gov/emergency-response/corexittm-ec9500b
Corexit EC9527A	x	x			Corexit Environmental Solutions LLC	https://www.epa.gov/emergency-response/corexittm-ec9527a
Dasic Slickgone EW		x		x	Dasic international Ltd	/http://www.dasicinter.com
Disperep 12			x	x	REP international	/http://www.rep.fr
Eflochem OSD			x	x	Eflochem chemicals blending Co	/https://www.corodex-marine.com
Radiagreen OSD			x	x	Oleon N.V	/https://www.oleon.com
Superdispersant 25			x	x	Oil slick dispersants Limited	/http://www.oilslickdispersants.co.uk
ACCELL CLEAN® DWD	x				Advanced BioCatalytics Corporation	https://www.epa.gov/emergency-response/accell-cleanr-dwd
Agma DR 379				x	AGMA Limited	/https://agma.co.uk/news/product/dr-379
*Ardrox 6120		x			CHEMETALL (AUSTRALASIA) PTY LTD	https://www.amsa.gov.au/file/448/download?token=E-2C3_mF
BIO REICO 93			x		Reico	www.reico.fr
BIODISPERS	x				Petrotech America Corporation	https://www.epa.gov/emergency-response/biodispers
Disper M2			x		ZEP industries	http://www.zep-industries.com/site/index.php

	USA	Australia	France	UK	Manufacturer	Additional information
DISPERSIT SPC 1000 (a.k.a (.SEACARE E.P.A	x				.U.S. Polychemical Corp	https://www.epa.gov/emergency-response/dispersit-spc-1000tm
Dispoil			x		Rhône chimie industrie	/http://www.rcifrance.com
Emulgal C-100			x		Amgal chemical products 1989 Ltd	/https://de-am.co.il
®FFT-SOLUTION	x				Fog Free Technologies, LLC	https://www.epa.gov/emergency-response/fft-solutionr
Finasol OSR 61			x		TotalEnergies Fluids	www.totalspecialfluids.com
Finasol OSR 62			x		TotalEnergies Fluids	www.totalspecialfluids.com
Inipol IP 80			x		Ceca – Arkema group	/https://www.arkema.com/global/fr/products
Inipol IP 90			x		Ceca – Arkema group	/https://www.arkema.com/global/fr/products
JD-109	x				GlobeMark Resources Ltd	https://www.epa.gov/emergency-response/jd-109
™JD-2000	x				GlobeMark Resources Ltd	https://www.epa.gov/emergency-response/jd-2000tm
MARE CLEAN 200	x				Ichinen Chemicals Co., Ltd	https://www.epa.gov/emergency-response/mare-clean-200
™MARINE D-BLUE CLEAN	x				.AGS Solutions, Inc	https://www.epa.gov/emergency-response/marine-d-blue-cleantm
NEOS AB3000	x				NEOS Company Limited	https://www.epa.gov/emergency-response/neos-ab3000
Neutralex C			x		Société industrielle de diffusion	/https://www.sid.tm.fr
NOKOMIS 3-AA	x				Mar-Len Supply, Inc	https://www.epa.gov/emergency-response/nokomis-3-aa
NOKOMIS 3-F4	x				Mar-Len Supply, Inc	https://www.epa.gov/emergency-response/nokomis-3-f4
Nu Cru			x		.Gold crew products, Inc	/http://www.goldcrew.net
(OD 4000 (PE 998			x		Innospec Ltd	/https://innospec.com
Seacare OSD				x	NORTA MIT GmbH	http://norta.net/en1/industrial-equipment/maintenance/ /oil-spill-dispersant
Seacare OSD2				x	NORTA MIT GmbH	http://norta.net/en1/industrial-equipment/maintenance/ /oil-spill-dispersant
SAF-RON GOLD	x				Sustainable Environmental Technologies, Inc	https://www.epa.gov/emergency-response/saf-ron-gold
SEA BRAT #4	x				.B.R.A.T. Microbial Products Inc	https://www.epa.gov/emergency-response/sea-brat-4
ZI-400	x				Z.I. Chemicals	https://www.epa.gov/emergency-response/zi-400

9 المراجـــــع

Guidelines on dispersants

- IMO/UNEP (2011). Regional Information System – Operational Guidelines and Technical Documents, Guidelines for the use of dispersants for combating oil pollution at sea in the Mediterranean region, REMPEC, May 2011 edition
- IPIECA-IOGP (2015a). Dispersants: surface application. IPIECA-OGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). OGP Report Number 532. http://oilspillresponseproject.org/completed-products
- IPIECA (2022) : https://vimeo.com/649313063/a4a057b4a1
- ITOPF (2011) : Technical Information Paper 4, Use of dispersants to treat oil spills, 2011
- OSRL (2011). Dispersant application field guide, A guide to the use of chemical dispersants in the combatting of oil spills at sea (www.oilspillresponse.com/technical-development/technical-field-guides)
- OSRL (2011). Vessel dispersant application field guide, A guide to the use of chemical dispersants in the combatting of oil spills at sea (www.oilspillresponse.com/technical-development/technical-field-guides)
- EMSA (2012). Manual on the Applicability of Oil Spill Dispersants - Version 2: September 2009
- CEDRE (2005). Using dispersants to treat oil slicks at sea - Airborne and shipborne treatment, Response manual

Regional framework

- Protocol Concerning Technical Cooperation to Borrow and Transfer Experts, Technicians, Equipment and Materials in Cases of Emergency (2009)
- PERSGA (2020). Regional Oil Spill Contingency Plan

National Oil Spill Contingency Plans

- NCP (1991 – 1411 H). National Contingency Plan For Combatting Marine Pollution By Oil And Other Harmful Substances In Emergency Cases, Kingdom of Saudi Arabia
- NOSCP (1998). National Oil Spill Contingency Plan, Egypt.
- NOSCP (2003). National Oil Spill Contingency for Sudan
- POLMER (2012). Plan National d'Intervention d'Urgence Contre les Pollutions Marines Accidentelles par Hydrocarbures et SNPD (Substance Nocives et Potentiellement Dangereuses)
- NOSCP (2002). The National Oil Spill Contingency Plan, Jordan

Toxicity and environmental effects

- NOAA (2001). Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations
- NRC (2005). Oil Spill Dispersants: Efficacy and Effects. Committee on Understanding Oil Spill, Jordan
- Negri, A.P. and A.J. Heyward (2000). Inhibition of fertilization and larval metamorphosis of the coral Acropora millepora by petroleum products. Marine Pollution Bulletin 41(7-12):420-427.
- NRC (2005). NRC (2005). Oil Spill Dispersants: Efficacy and Effects. Committee on Understanding Oil Spill Dispersants, US National Research Council (NRC). National Academy Press, Washington, D.C.
- EPA (2010). Comparative Toxicity of Eight Oil Dispersant Products on Two Gulf of Mexico Aquatic Test Species
- Stéphane Le Floch et al. (2014). DISCOBIOL : Assessment of the Impact of Dispersant Use for Oil Spill Response in Coastal or Estuarine Areas. IOSC Proceedings

List of approved Products

- France: list of dispersants approved by CEDRE - Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution (http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Fact-files/Spill-response-products/Dispersants)
- UK: list of dispersants approved by MMO - Marine Management Organisation (https://www.gov.uk/government/publications/approved-oil-spill-treatment-products)
- U.S.A.: list of dispersants approved by EPA- Environmental Protection- Agency (https://www.epa.gov/emergency-response/alphabetical-list-ncp-product-schedule-products-available-use-during-oil-spill)
- Australia: list of dispersants "spill control agents" approved by AMSA - Australian Maritime Safety Authority (https://www.amsa.gov.au/marine-environment/pollution-response/dispersant-response)

NEBA

- «IPIECA-IOGP (2015). Net environmental benefit analysis (NEBA). IPIECA-OGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). OGP Report Number 517. http://oilspillresponseproject.org/completed-products«
- IPIECA-IOGP (2018). Guidelines on implementing spill impact mitigation assessment (SIMA)

Monitoring

- www.bonnagreement.org/site/assets/files/3952/current-status-report-final-19jan07.pdf
- OSRL (2011). Dispersant Application Monitoring Field Guide, A guide to the indicators and factors influencing the effectiveness of chemical dispersant use at sea. (www.oilspillresponse.com/technical-development/technical-field-guides)

- «USCG et al. (2006). Special Monitoring of Applied Response Technologies (SMART). http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/SMART_protocol.pdf»
- AMSA (2012). National Plan Oil Spill Dispersant Effectiveness Field Test Kit (Nat-DET): Operational Guide. Revision: June 2012. Australian Maritime Safety Authority (AMSA). http://www.amsa.gov.au/forms-and-publications/Publications/NatDET_Guide_2012.pdf»
- IPIECA-IOGP (2014). At-sea monitoring of surface dispersant effectiveness. Finding 4, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). Final Report.

Logistics

- IPIECA-IOGP (2013). Dispersant logistics and supply planning. Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). Final Report. http://oilspillresponseproject.org/completed-products «
- OSRL (2017). B727 Mobilisation and Logistics Plan

المنظمة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن
The Regional Organization For The Conservation Of The Red Sea And Gulf Of Aden
PERSGA

PERSGA

الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن

The Regional Organization for the Conservation of the Enviroment of the Red Sea and Gulf of Aden

فبراير 2024

SFISH | THE WORLD BANK | PERSGA