استخدام المشتتات لمعالجة انسكابات النفط

ITOPF
PROMOTING EFFECTIVE SPILL RESPONSE

ورقة المعلومات الفنية رقم

4

مقدمة

إن الهدف الرئيسي من استخدام المشتتات هو تكسير بقعة النفط إلى قطرات صغيرة عديدة والتي تصبح مُخفَّفة بسرعة عند دخولها عمود الماء ومن ثمّ تتحلل بفعل الكائنات المجهرية الموجودة في الطبيعة. وعند استخدامها بصورة مناسبة، يمكن أن تمثل المشتتات استجابة فعّالة لانسكاب النفط، ويمكن أن تقلل من الأضرار التي تصيب الموارد الحسّاسة الهامة أو تمنعها.

وبالجمع بينها وبين أساليب الاستجابة الأخرى، يجب تناول استخدام المشتّتات بحرص، بحيث يؤخذ في الاعتبار خصائص النفط وحالة البحر والطقس والحساسيات البيئية واللوائح الوطنية الخاصة باستخدام المشتتات. وفي بعض الحالات، يمكن تحقيق فوائد بيئية واقتصادية كبيرة عن طريق استخدام المشتتات، وبخاصة حين تكون هناك قيود مفروضة على أنواع الاستجابات الأخرى التي تجرى في البحر بسبب ظروف الطقس أو إتاحة الموارد.

وتعطي هذه الورقة نظرة عامة على استخدام المشتّتات على النفط الطافي والقيود المفروضة عليه، كواحد من عدة خيارات متاحة للاستجابة لانسكابات النفط البحرية من السفن.

آلية التشتيت وتركيب المشتت

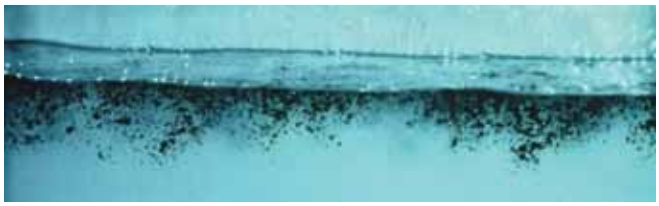
في أعقاب انسكاب النفط إلى سطح البحر، قد يتشتت بعض النفط الموجود في بقعة النفط بصورة طبيعية في عمود الماء. ويعتمد مدى حدوث ذلك على نوع النفط المنسكب وطاقة الخلط التي يسببها البحر. وتكون أنواع النفط الأقل لزوجة أكثر قابلية للتشتت الطبيعي من الأنواع الأكثر لزوجة. وبوجه عام، سوف تتشتت أنواع النفط الخام بدرجة أكبر من النفط المستخدم في الوقود.

ويجري التشتت حين تكون طاقة الخلط، التي توفرها الأمواج والرياح، كافية للتغلب على التوتر السطحي عند التقاء الماء والنفط ولكسر بقعة النفط إلى قطرات مختلفة الأحجام (*الشكل رقم 1 أ*). وسوف تعود قطرات النفط الأكبر حجمًا بسرعة إلى السطح وتتحد لتعيد تكوين بقعة نفطية. وسوف تبقى القطرات الأصغر حجمًا معلقة في العمود المائي، نظرًا لحركة الأمواج والاضطرابات، وسوف يتم تخفيفها إلى درجة أكبر بفعل التيارات تحت السطحية.

وتحدث عملية التشتت الطبيعي في البحار متوسطة الشدة، والتي تحتوي على أمواج متكسرة ورياح تفوق سرعتها 5 متر/ثانية (10 عقدة). وعلى سبيل المثال، أدت ظروف العواصف الشديدة في شيتلاند، بالمملكة المتحدة، أثناء غرق الناقلة "برايز" في عام 1993، إلى تشتت أغلبية الحمولة المكونة من 85,000 طن من نفط غولفاكس الخام، وهو نفط منخفض الكثافة للغاية، بصورة طبيعية، وبأقل أثر ممكن على الساحل.

والمشتتات مصممة لتحسين التشتت الطبيعي من خلال خفض التوتر السطحي عند التقاء النفط والماء، مما يسهّل على حركة الأمواج تكوين المزيد من قطرات النفط الصغيرة (*الشكل رقم 1 ب والشكل رقم 1 ج*). والمشتتات هي مزيج من عوامل السرفكتانت (العوامل السطحية النشطة) في مذيب. ويقوم المذيب بوظيفتين: فهو يعمل "كمرقق للقوام"، حيث يقلل لزوجة العامل السطحي النشط، حتى يمكن نشره في صورة رذاذ، وتعزيز اختراق العامل السطحي النشط لبقعة النفط.

ويحتوي كل جزئ من العامل السطحي النشط على جزء أليف للزيت (ينجذب إلى النفط) وجزء أليف للماء (ينجذب للماء). وعندما يتم رش المذيب على النفط، فإنه

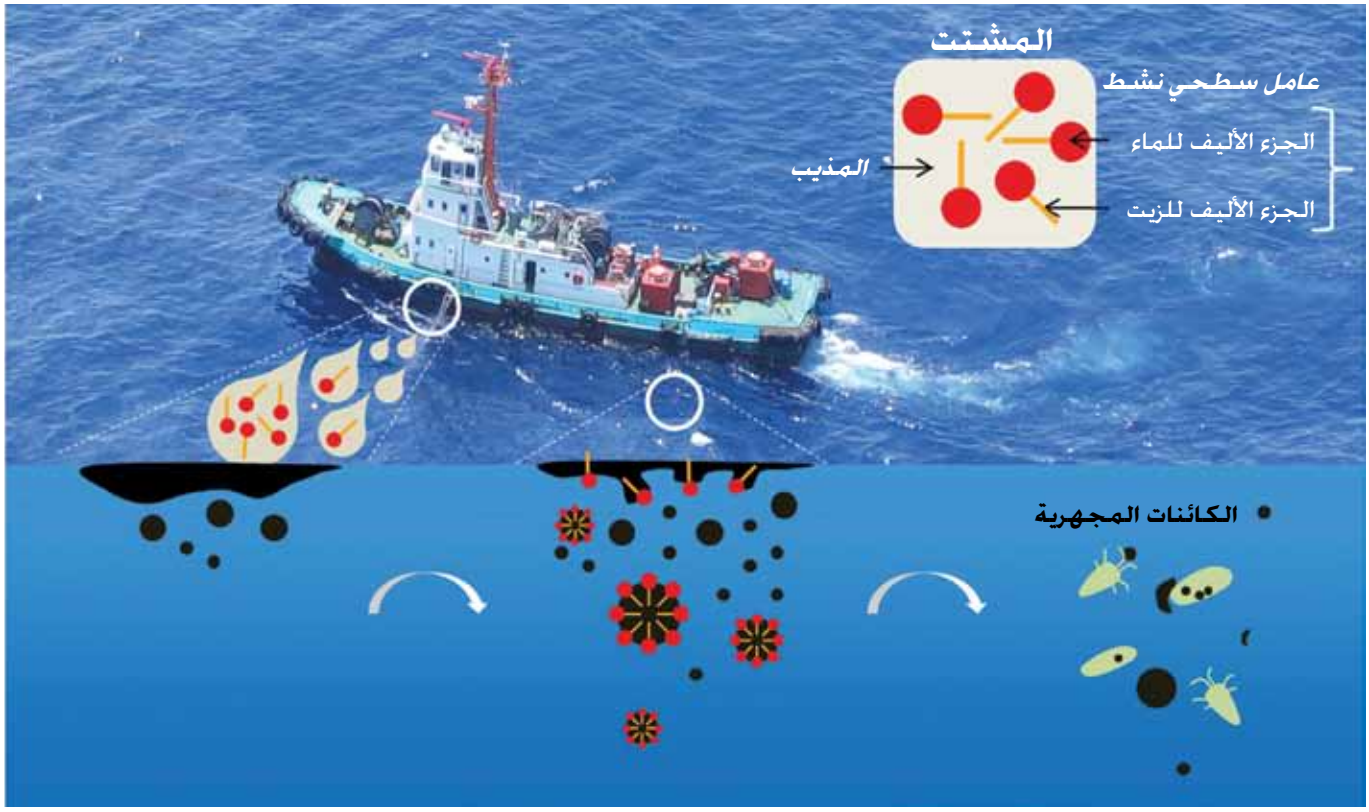


▲ *الشكل رقم 1: التشتيت الناجح في ظروف المختبر. أ) نفط بدون مشتت (التشتت الطبيعي)، ب) نفط مع مشتت، ج) نفط مع مشتت بعد بضع ثوان، مما يبيِّن التخفيف السريع. (الصورة مهداة من معهد "دلفت" للهيدروليكا).*

ينقل ويوزع العامل السطحي النشط من خلال النفط وصولاً إلى نقطة التقاء النفط والماء حيث تعيد الجزئيات ترتيب نفسها حتى يكون الجزء الأليف للزيت في النفط والجزء الأليف للماء في الماء. ويقلل هذا من التوتر السطحي لنقطة الالتقاء بين النفط والماء، ومع طاقة الأمواج، يؤدي إلى إفلات قطرات من بقعة النفط. وتنتج القطرات الصغيرة بدرجة تكفي لبقائها معلقة في العمود المائي مادة مميزة بلون يشبه القهوة وتُشاهد منتشرة تحت السطح (*الشكل رقم 1 ج*).

ولتحقيق تشتت فعّال، يجب أن يكون حجم قطرة النفط في حدود من 1 ميكرو متر* وحتى 70 ميكرو متراً، وأكثر الأحجام ثباتًا هو ما يقل عن 45 ميكرو متراً. وتتزن السرعة التي ترتفع بها القطرات في هذا النطاق من الأحجام في اتجاه السطح مع اضطرابات البحر حتى تبقى معلقة ويتخفف خليط النفط والماء بسرعة داخل الأمتار القليلة الأولى من العمود المائي. ويقلل وجود جزيئات العامل السطحي النشط عند سطح القطرات، وقلة احتمال اتصال قطرات النفط نتيجة تخفيفها وحركتها بعيدًا عن بعضها البعض، من احتمال إعادة اتحاد هذه القطرات وإعادة تكوينها لبقع نفطية.

* *ميكرو متر=10-6 أمتار . 1 ميكرو متر= 0.001 ملي متر*



▲ *الشكل رقم 2: عملية التشتت الكيميائي: أ) يتم رش المشتت الذي يحتوي على عامل سطحي نشط ومادة مذيبة على النفط حيث يحمل العامل السطحي النشط المذيب إلى النفط، ب) تتحرك جزئيات العامل السطحي النشط إلى الحد الفاصل بين النفط والماء وتقلل التوتر السطحي، مما يتيح لنقاط صغيرة من النفط الإفلات بعيدًا عن بقعة النفط؛ ج) تتشتت القطرات بفعل الاختلاط مع التيارات المائية وتتحلل في النهاية بواسطة كائنات مجهرية موجودة في الطبيعة، مثل البكتريا والفطريات. قد تتطلب هذه المرحلة الأخيرة أيامًا أو أسابيع لكي تتحقق.*

ولا يمكن أن يحدث التحلل الحيوي بواسطة العديد من الكائنات المجهرية إلا على سطح القطرة نظرًا لأن الكائنات موجودة في الماء وليس في النفط. ويزيد إنتاج الكثير من قطرات النفط الأصغر حجمًا من مساحة سطح النفط، ولذا يزيد من المساحة المتاحة للتحلل الحيوي. وعلى سبيل المثال، يؤدّي تشتّت قطرة قُطرها 1ملي متر إلى 10,000 قطرة، جميعها بقطر 45 ميكرو مترًا، إلى مساحة سطح تبلغ 20 ضعف المساحة السطحية للقطرة الأصلية. ومن الناحية العملية، لا تكون جميع القطرات المتشتتة من نفس الحجم ولكنها تتوزع بحيث تكون القطرات صغيرة الحجم أكثر بكثير من القطرات الكبيرة، مما يزيد فرصة التحلل الحيوي إلى حدٍ كبير.

تصنيف المشتتات

تصنف المشتتات طبقًا للجيل والنوع. والجيل الأول من المنتجات، والذي بدأ إنتاجه في الستينيات، كان مشابهًا للمنظفات الصناعية ومزيلات الشحم، وذا سُمية عالية للمياه. وهو لم يعد يستخدم في الاستجابة لانسكابات النفط.

وصُمِّمَت المشتّتات من الجيل الثاني، ويطلق عليها المشتتات من النوع الأول، خصيصًا لمعالجة انسكابات النفط البحرية من خلال الرش من على المراكب. وهي تحتوي على مذيب هيدروكربوني مع محتوى منخفض أو منعدم من المواد العطرية ونسبة تتراوح عادة بين 15 إلى 25% من العامل السطحي النشط. وهي معدّة لتوضع بدون تخفيف (خام)، نظرًا لأن التخفيف المسبق بمياه البحر يجعلها تفقد فاعليتها. كما أنها تتطلب معدل جرعة مرتفع يتراوح بين 1: 1 و1: 3 (نسبة المشتت إلى النفط). ورغم أنها أقل سُمية من مشتتات الجيل الأول، إلا أنها أقل فعالية وقد تكون أكثر سُمية من مشتتات الجيل الثالث. وفي العديد من البلدان، لم تعد مشتتات النوع الأول مستخدمة.

وتحتوي مشتتات الجيل الثالث على مخلوط من نوعين إلى ثلاثة أنواع من العوامل السطحية النشطة، مع مذيبات من مادة الغليكون أو المقطرات البترولية الخفيفة. وأكثر أنواع العوامل السطحية النشطة شيوعًا هي الأنواع اللا أيونية (أملاح إسترات الأحماض الدهنية وأملاح إسترات الأحماض الدهنية الإيثوكسيلية) والأنيونات (الأيونات السالبة) (ألكيل الصوديوم وسوكسينات السلفيل). ويتراوح تركيز عوامل السطح النشطة في المذيبات بين 25% إلى 65% وتميل إلى أن تكون أعلى من منتجات النوع الأول. ويمكن تقسيم مشتتات الجيل الثالث إلى مشتتات النوع الثاني ومشتتات النوع الثالث. وكلا النوعين عبارة عن مشتتات مركزة. ولكن، مشتتات النوع الثاني تخفف بوجه عام بمياه البحر قبل الاستخدام، وعادة بنسبة 10% من المشتت، ولكنها تتطلب جرعة عالية بنسبة 2: 1 إلى 1: 5 (مشتت/مخلوط المياه والنفط) لتكون فعالة. ويحد هذا القيد المفروض على التخفيف من استخدامها من المراكب. وتستخدم مشتتات النوع الثالث مركزة وقد طوِّرت بصفة أساسية لتتيح الاستخدام الفعال من الطائرات، ولكن يمكن استخدامها أيضًا من المراكب. وتتراوح معدلات الجرعة بين 1: 5 و 1: 50 (من المشتت المركز إلى النفط)، وتحدد نسبة الخلط المثالية من الناحية العملية من خلال تجارب أثناء الحادث. وتعتبر مشتتات الجيل الثالث، من النوع الثالث، أكثر أنواع المشتتات المتاحة على نطاق واسع.

حدود عمل المشتتات

تحد بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية من فعالية المشتتات، وأهم هذه العوامل هي حالة البحر وخصائص النفط. ويعتبر إدراك هذه الحدود أمرًا هامًا لتحديد الظروف التي يكون استخدام المشتت فيها مناسبًا.

حالات البحر

هناك حد أدنى مطلوب من طاقة الأمواج لتحقيق الاستخدام الناجح للمشتتات في البحر. وفيما دون هذا الحد الأدنى، قد تعود قطرات النفط المشتتة إلى سطح البحر وتكوّن بقعة نفطية. وبالإضافة إلى ذلك، في ظروف البحر الشديدة، قد ينغمر النفط تحت السطح بفعل الأمواج المتكسرة، مما يحول دون الاتصال المباشر بين المشتت وبين النفط، وبذلك تتضاءل فعالية المشتت. وتشير نتائج التجارب الميدانية إلى أن أفضل سرعات الرياح هي التي تتراوح بين 4-12 متر/ثانية (8-25 عقدة، أو 3-6 بمقياس بيوفورت). وتصنع المشتتات بصورة أساسية للاستخدام في مياه البحر التي تبلغ درجة ملوحتها حوالي 30-35 جزء من الألف (ppt). وسوف ينخفض الأداء بسرعة في المياه العكرة التي تنخفض درجة ملوحتها تحت حوالي 5-10 جزء من الألف، وبخاصة عند استخدام مشتت سابق التخفيف. وبالمثل، تتأثر الفعالية أيضًا حين ترتفع درجة الملوحة فوق 35 جزءًا في الألف. وتنخفض الفعالية بشدة في المياه العذبة، نظرًا لأن المشتتات تميل إلى السريان عبر طبقة النفط إلى العمود المائي بدلاً من أن تستقر على السطح الفاصل بين المياه والنفط. ولكن، صممت بعض أنواع المشتتات خصيصًا للاستخدام في المياه العذبة. وفي أنظمة المياه العذبة المغلقة، مثل الأنهار والبحيرات، لابد من وضع عوامل أخرى في الاعتبار، مثل ما إذا كان عمق المياه أو تبادل المياه كافيًا لتحقيق التخفيف المناسب للنفط المشتت.

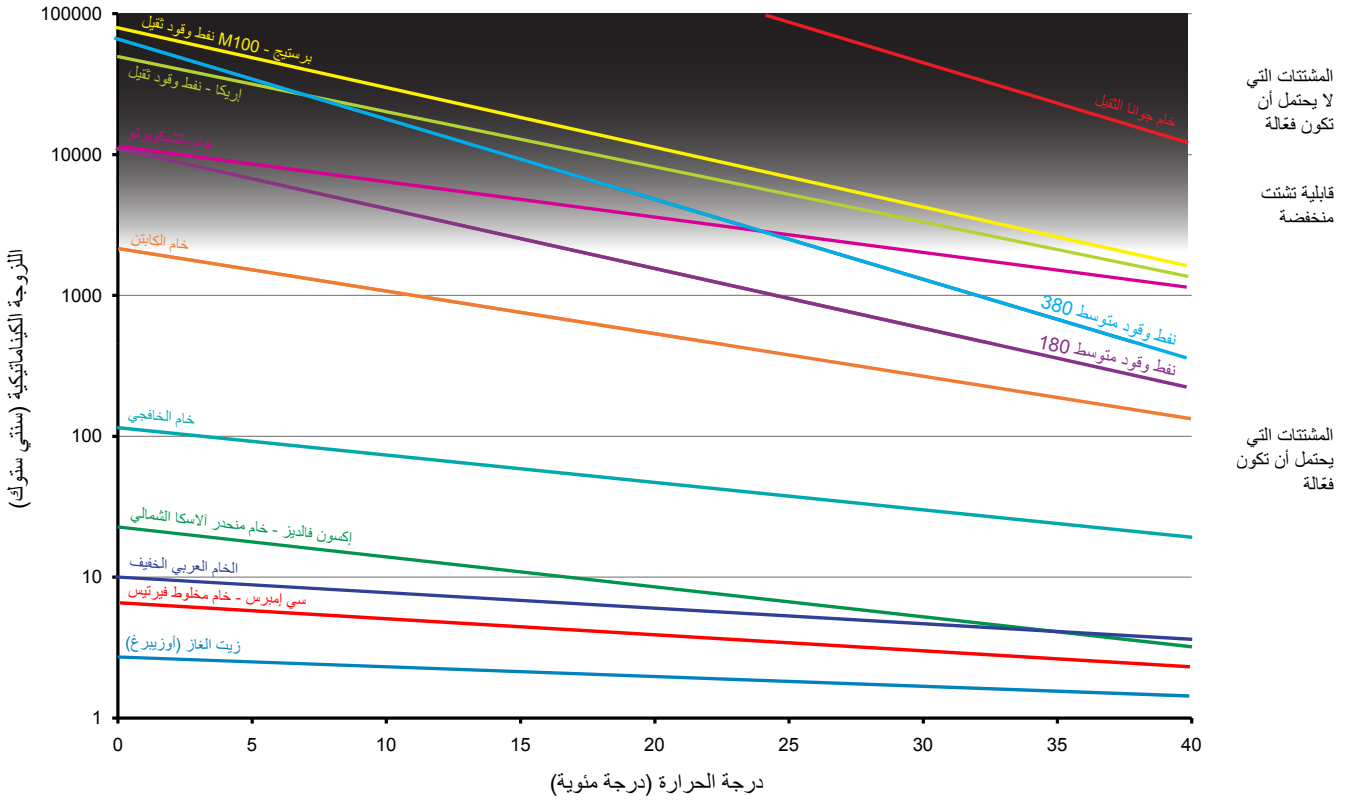
خصائص النفط

تعتبر خصائص النفط والأسلوب الذي تتغير به هذه العوامل بفعل العوامل الجوية في البحر، من الأمور الهامة عند تقييم مدى احتمال نجاح استخدام المشتتات. وتعطي خاصيتا لزوجة النفط ونقطة الانصباب مؤشراً جيدًا حول مدى السهولة التي يحتمل أن يتشتت بها النفط.

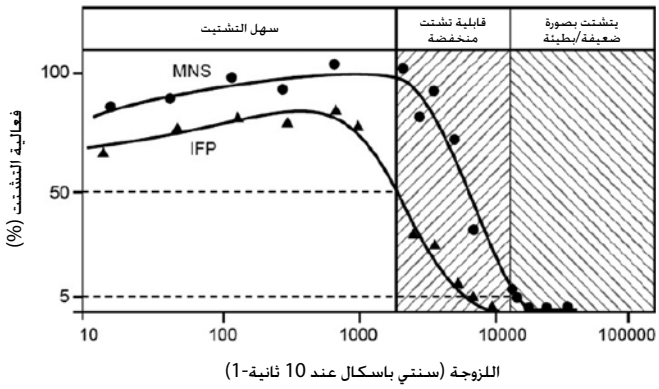
وتقل فعالية المشتتات مع زيادة لزوجة النفط (*الشكل رقم 3 والشكل رقم 4*). وبوجه عام، تعتبر أنواع النفط الخام الجديد الخفيف إلى المتوسط (أو أنواع النفط من المجموعة رقم 2 أو المجموعة رقم 3 طبقًا لما هو مذكور في ورقة الاتحاد الدولي المحدود لمالكي الناقلات المعني بالتلوث حول مصير انسكابات النفط البحرية) هي قابلة للتشتت في معظم درجات حرارة البحر. وفي الغالب يمكن أن تصل أنواع النفط الثقيلة (المجموعة رقم 4 من النفط) إلى الحد الأقصى للتشتت. وكمؤشر عام، من غير المتوقع أن تكون معظم أنواع المشتتات فعالة بالنسبة للنفط الذي تزيد درجة لزوجته عن 5,000 - 10,000 سنتي ستوك (cSt) في وقت انسكابه. وسوف تزداد لزوجة النفط المنسكب نظرًا لتأثيرات العوامل الجوية، وبخاصة التبخر وتكوين المستحلب. ونتيجة لذلك، فإن أنواع النفط التي قد تكون قابلة للتشتت حينما تكون جديدة، ولكنها قد لا تكون قابلة للتشتت بعد ذلك. وتعني التغيرات في خصائص النفط بمرور الزمن والتي تسببها عوامل التجوية أن فرصة نشر المواد المشتتة بنجاح هي فرصة محدودة. وعادةً ما يتراوح الوقت المتاح أو "نافذة الفرصة" من بضعة ساعات إلى عدة أيام طبقًا لنوع النفط المعني والظروف المحيطة.

وبالمثل، فإن أنواع النفط التي تزيد درجة انصبابها عن درجات الحرارة المحيطة عادةً ما تنقل مسخّنة، وإذا انسكبت فإن لزوجتها ستسيل بسرعة مع انخفاض درجات حرارتها، وعادةً ما تتحول إلى نصف صلبة. وكقاعدة عامة، فإن أنواع النفط ذات نقاط الانصباب الأقرب من، أو الأعلى من، درجة حرارة سطح البحر لن تكون قابلة للتشتت.

ولا تتشتت أنواع النفط ذات اللزوجة العالية، وتشمل الأنواع التي لها نقاط انصباب عالية، بسهولة، سواء بصورة طبيعية أو بعد وضع المشتتات، نظرًا لأن المقاومة



▲ *الشكل رقم 3: العلاقة بين لزوجة النفط وبين درجة حرارة النفط بالنسبة لعشرة أنواع من النفط. لا يأخذ المخطط في الاعتبار زيادة اللزوجة نتيجة لتكون المستحلب. عادةً ما تكون أنواع النفط عالية اللزوجة، وتشمل النفط المنسكب من الناقلة " إريك" (فرنسا، 1999) و الناقلة "برستيج" (أسبانيا، 2002) غير قابلة للتشتت. بينما تكون العديد من أنواع النفط الخام، وتشمل الأنواع التي انسكبت من الناقلة " سي إمبرسّ" (ويلز، 1996) والناقلة "إكسون فالديز" (آلاسكا، 1989) قابلة للتشتت بوجه عام. سوف تتشتت عادة المنتجات الأخف، مثل زيت الغاز بسهولة أكثر (وتتبخر) دون استخدام المشتتات.*



▲ *الشكل رقم 4: العلاقة بين كفاءة المشتت وبين لزوجة النفط للعديد من أنواع النفط والمستحلبات. تصبح أنواع النفط التي تتراوح درجة لزوجتها بين 5,000 - 10,000 "سنتي بواز" أصعب في التشتت وبصفة عامة فإن الأنواع التي تزيد لزوجتها عن 10,000 "سنتي بواز" تكون غير قابلة للتشتت. ينتج خطا الاتجاه العام المختلفين من استخدام بروتوكولين مختلفين لاختبار "ماكاي ونادو وستيلمان" (MNS) واختبار "المعهد الفرنسي للبترول" (IFP). (سنتي بواز = سنتي ستوك x الكثافة) (الشكل مهدى من مؤسسة البحوث العلمية والصناعية النرويجية SINTER).*

الميكانيكية للنفط تحول دون انفلات القطرات الصغيرة بعيدًا تحت بقعة النفط. وبالإضافة إلى ذلك، فإن المشتتات عادةً ما تكون غير فعالة مع هذه الأنواع من النفط نظرًا لعدم قدرتها على اختراق النفط قبل أن تجرفها المياه وتضيع في المياه الموجودة أسفل البقعة، وهو الأمر الذي يميزه تكوّن لون أبيض (الشكل رقم 5) وهو ما يتباين إلى درجة ملحوظة مع عمليات التشتيت الناجحة (الشكل رقم 6). وتتطور تركيبات المشتتات باستمرار لتزيد من نطاق اللزوجة وتحسن من فعاليتها عند استخدامها مع أنواع النفط عالية اللزوجة. وعلى سبيل المثال، يجري تطوير مشتتات زلقة (جِل) لإطالة زمن الاتصال مع النفط لزيادة عملية اختراق المذيبات.

وبعض أنواع النفط تتعرض بصفة خاصة لتكوين مستحلبات المياه في النفط (وبخاصة تلك التي لها محتوى أسفلت مرتفع نسبيًا (>0.5%) وإجمالي تركيز نيكل/فاناديوم أعلى من 15 جزء في المليون (ppm)). ولكن، إذا لم يكن المستحلب ثابتًا، فإن المشتتات المركزة قد تستطيع تكسيره، حيث تطلق المياه وتتيح إنتاج نفط سائل نسبيًا ليتم تشتيته عند وضع مشتت آخر. وإذا تم تكسير المستحلب بنجاح، فيجب أن تشاهد بقعٌ من النفط الصافي العاكس.

▲ *الشكل رقم 5: المعالجة غير الفعّالة لنفط الوقود الثقيل بالمشتتات يميزها وجود بقعة بيضاء في المياه. يبقى النفط دون أن يتأثر.*

ولا تكوّن المنتجات الخفيفة، مثل الديزل والبنزين والكيروسين، مستحلبات بسهولة، ولكنها تنتشر لتكوّن طبقات رقيقة للغاية من النفط أو اللمعة على سطح المياه وهي تتبخر أو تنتشر بسرعة بدون حاجة لاستخدام المشتتات. وبغض النظر عن هذا، لا ينصح باستخدام المشتتات على المنتجات النفطية الخفيفة أو على البقع اللامعة الناتجة من النفط الخام أو نفط الوقود، نظرًا لأن قطرات المشتت تميل إلى "اختراق" الطبقة الرقيقة وصولاً إلى المياه التحتية وتسبب "تجمّع" النفط. ويسبب وجود المشتت في الماء تراجع طبقة النفط الرقيقة على الفور، مما يخلق منطقة خالية من المياه يجب ألا تفهم خطأً على أنها تشتت (*الشكل رقم 7*). وقد ثبت أن استخدام المشتتات المركبة للاستخدام مع الزيوت المعدنية ذات أثر قليل أو منعدم على الزيوت غير المعدنية، مثل زيت النخيل أو زيت بذور اللفت..

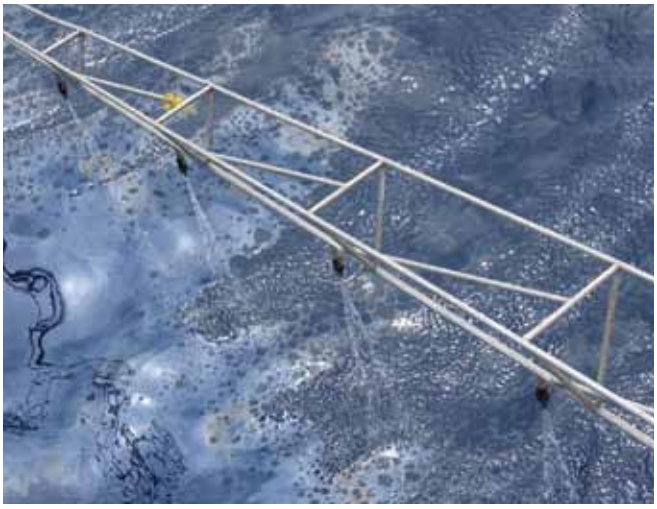
اختيار المشتّت

تصنع المشتتات من تركيبات مختلفة، وتتباين درجة فعاليتها مع نوع النفط. وقد تُجرى اختبارات معملية لتصنيف فعالية أحد المشتتات بالنسبة لآخر على نوع معين من أنواع النفط، وتُلزِم بعض الدول مشغِّلي منشآت إنتاج النفط والمحطات النفطية، حيث تكون أنواع النفط المنتجة والمتداولة معروفة، بإجراء دراسات لتحديد أكثر المشتتات فعالية لنوع النفط المعني. ولكن، ينصح بتوخي الحذر عند استخدام تلك النتائج خارج نطاقها الأصلي للتنبؤ بكمية النفط التي سوف يتم تشتيتها في البحر، نظرًا لصعوبة التمثيل الدقيق لظروف البحر بدقة في البيئة المعملية. ولأغراض التخطيط، عادةً ما تستخدم جرعة بنسبة 1: 20 من مشتت نفطي مركز من النوع الثالث إلى النفط، وعادة ما تتم تهيئة أجهزة الرش مسبقًا لتحقيق ذلك. وقد تنخفض هذه الجرعة في بعض الأحيان بالنسبة لأنواع النفط الجديدة، وبالعكس تتم زيادتها بالنسبة لأنواع النفط اللزجة أو التي كوّنت مستحلباً حيث قد يلزم وضع المشتتات أكثر من مرة.

التضارب مع أساليب الاستجابة الأخرى

في الحوادث الكبيرة، من الضروري تنسيق جميع إجراءات الاستجابة لضمان عدم تقاطع أو تضارب استخدام المشتتات مع أساليب الاستجابة الأخرى. وعلى سبيل المثال، لا يمكن احتواء النفط المشتت في العمود المائي من خلال حواجز التطويق الطافية أو استعادته من خلال أجهزة الكشط. وبالإضافة إلى ذلك، يلتصق النفط بالعديد من المواد الماصة، مثل البوليبروبلين، نتيجة لاختلاف التوتر السطحي بينها وبين النفط. ومع تغير التوتر السطحي للنفط بفعل المشتتات، سوف تنخفض فعالية المواد الماصة

▲ *الشكل رقم 6: بدء التشتت بعد الاستخدام مع نفط فورتيس الخام أثناء انسكاب النفط من الناقلة "سي إمبرس". (الصورة مهداة من شركة AEA Technology).*



▲ *الشكل رقم 7: استخدام المشتتات من أذرع رش مثبتة على مركب إلى بقعة لامعة. مما يسبب تجمع النفط. بدلاً من تشتته.*

▲ *الشكل رقم 8: استخدام المشتتات عن طريق أجهزة إطفاء الحرائق، وهي تبين انتشار غير متساوٍ للمشتت وتأثير الرياح.*

نتيجة لاستخدام المشتتات. كما سوف تتأثر الكاشطات الأليفة للزيت بصورة مشابهة عند استخدامها جنبًا إلى جنب مع المشتتات.

طرق الاستخدام

يمكن نشر المشتتات من المراكب أو الطائرات على النفط المنسكب في المياه المفتوحة. ويوفر استخدام طائرة كبيرة متعددة المحركات مزايا للحمولة عند استخدامها على الانسكابات البحرية الكبيرة، ولكنها يمكن أن تكون مناسبة، عند استخدامها جنبًا إلى جنب مع المراكب، والطائرات المروحية والطائرات الخفيفة، لمعالجة انسكابات أصغر حجمًا بالقرب من الشاطئ.

ومن المهم أن تكون أنظمة الرش قادرة على توصيل قطرات المشتت بالحجم الصحيح. ويجب أن تكون القطرات كبيرة بما يكفي للتغلب على آثار جرف الرياح والفقد نتيجة التبخّر ولكن يجب ألا تكون كبيرة لدرجة تجعلها تخترق النفط بدلاً من الانتشار في اتجاه السطح الفاصل بين النفط والمياه. والحجم المثالي لقُطر قطرات المشتت يتراوح بين 600 إلى 800 مايكرومتر.

ولن تكون المشتتات التي يتم رشها على المياه أو البقع اللامعة فعالة، وتعتبر إهدارًا للموارد المكلفة. وبالتالي، يجب أن تستهدف أكثر الأجزاء سُمكًا من بقعة النفط بسرعة، قبل أن يتسبب تعرض النفط لعوامل التجوية أو تغيرات الظروف الجوية في أن تصبح المشتتات غير فعّالة.

الرش من المراكب

عادةً ما يتم نشر المشتتات التي ترش من المراكب باستخدام مجموعة فوّهات مثبتة على أذر الرش (*الشكل رقم 7*). وتقوم مضخات كهربية أو مضخات تعمل بالديزل بنقل المشتت من خزان إلى ذراع الرش، المزوّد بمجموعة من الفوهات المعايرة لتعطي نمط رش منتظم من القطرات على طول الذراع. ويمكن أن تكون وحدات الرش محمولة، أو مثبتة بصورة دائمة على المركب. وهناك أنظمة متاحة لنشر المشتت إما مخففًا أو غير مخفف بمياه البحر. وتعمل أذرع الرش بكفاءة أكثر كلما تم تثبيتها في مقدمة المركب بقدر الإمكان، وذلك لتجنب أن تتسبب الموجة القوسية في دفع النفط أبعد من عرض نمط الرذاذ، أو نطاق عرض الرش. ويتيح تركيب أذرع الرش على قوس الرباط أن تسير المركب بسرعة أكبر. ونظرًا لأن المسافة الرأسية من سطح الماء حتى جسم المركب عادةً ما تكون أكبر من جهة قوس الرباط، فإنه يتيح أيضًا إطالة أذرع الرش. ويُحسِّن هذا من معدّل الالتقاء، أي كمية النفط التي

▲ *الشكل رقم 9: طائرة من طراز Air Tractor من حاجز مدفع رش تحت الجناح على نفط خام مسكوب من منصة بحرية. (الصورة مهداة من مؤسسة مارك هاميلتون للصور الفوتوغرافية).*

▲ *الشكل رقم 10: استخدام المشتت من طائرة متعددة المحركات. هنا، اعتبر أن الاستخدام في المياه الضحلة مفيد.*

▲ *الشكل رقم 11: طائرة مروحية بنظام رش ذي متدلى من الأسفل تقترب من انسكاب جديد من نفط وقود. لكي يكون الاستخدام فعالاً، لابد من الاستخدام على ارتفاعات منخفضة. (الصورة مهداة من حرس السواحل الهندي).*

يمكن معالجتها، بواسطة حمل محدود من المشتت. ولكن، إذا كانت الأذرع أطول من اللازم فإنها تتعرض للتلف حين يتأرجح المركب مع تموجات المياه.

وتستخدم خراطيم مكافحة الحريق أو أجهزة إطفاء الحريق (*الشكل رقم 8*) أحيانًا لنشر المشتتات المركزة المخففة في مياه التيار. ولكن، يصعب تحقيق التخفيف الأمثل للمشتت نظرًا لمعدلات التدفق العالية، ويصعب نشر المشتت في صورة رذاذ منتظم من القطرات. كما يسبب الضغط المرتفع للتيار المائي خطر إجبار المشتت على النفاذ في النفط. ولهذا، فمن المحتمل أن تؤدي أجهزة مكافحة الحريق إلى إهدار المشتتات واستخدامها بصورة غير فعّالة مالم يتم تعديلها خصيصًا لهذا الغرض.

وتوفر المراكب ميزة في رش المشتتات نظرًا لأنها عادةً ما تكون متاحة بسهولة، وسهلة التحميل ويمكنها نشر المشتت بقدر معقول من الدقة لمناطق محددة من بقعة النفط. ولها ميزة من ناحية التكلفة تفوق بها الطائرات، وقد يمكنها حمل كميات أكبر من الحمل المفيد. ورغم هذا، فإن لها قيودًا شديدة، وبخاصة بالنسبة للانسكابات كبيرة الحجم، نظرًا لأن معدل المعالجة المنخفض وصعوبة تحديد مكان التركيزات الأثقل من النفط من على جسر المركب، رغم أن هذه المشكلة الأخيرة يمكن التغلب عليها تحديدًا من خلال توجيه العمليات من طائرة مراقبة.

الرش من الجو

يوفر استخدام المشتتات من الطائرة مزايا تتمثل في سرعة الاستجابة وارتفاع معدلات المعالجة والاستخدام الأمثل للمشتت. وبوجه عام، تستخدم ثلاث فئات من الطائرات ذات الأجنحة الثابتة: الطائرات المصممة للعمليات الزراعية أو لمكافحة الآفات (الشكل رقم 9)، والتي تتطلب تعديلاً طفيفًا لتستخدم مع المشتتات، والطائرات التي تمت مواءمتها خصيصًا لنشر المشتتات، وطائرات النقل ذات الخزّانات التي يمكن فكها وتركيبها (*الشكل رقم 10*). وقد تمت مواءمة بعض الطائرات المروحية لتحتوي على أذرع رش ثابتة في حين أمكن تحميل البعض الآخر بأنظمة رش ذات دلاء متدلية من أسفل، وعادة ما يتم ذلك دون الحاجة لإجراء تعديلات جوهرية (*الشكل رقم 11*).

ويمكن أن تعيد الطائرات المروحية تحميل المشتتات من مركب أو محطة نفط في عرض البحر لاستخدامها في العمليات البحرية.

وسوف يتحدد نوع الطائرة المثالية بالنسبة لحادثٍ معين بصورة أساسية بناءً على حجم الانسكاب وموقعه، رغم أن الإتاحة المحلية سوف تكون هي العامل الأساسي. ويجب أن تكون الطائرة قادرة على العمل بأمان على الارتفاعات المنخفضة (عادة ما تكون 15-30 مترًا بالنسبة للطائرات الكبيرة) وعلى سرعات منخفضة نسبيًا (75-25 متر/ثانية) كما يجب أن تتحلى بقدرة عالية على المناورة. ويعتبر استهلاك الوقود، والحمولة والمسافة بين الانسكاب وبين قاعدة التشغيل، وزمن الذهاب والعودة، ومدى القدرة على التشغيل من ممرات هبوط قصيرة أو مرتجلة، جميعها اعتبارات هامة عند اختيار الطائرة المناسبة.

وتعتبر المشتتات من النوع الثالث هي الأنسب للرش نظرًا لأن الجرعات المنخفضة (عادة ما تكون بنسبة 1: 20 بين المشتت والنفط) تحقق الاستخدام الأمثل للحمولة المحدودة. وتتكون أنظمة الرش من الطائرات من مضخة تسحب المشتت بمعدّل مقيّد من خزان إلى ذراع الرش المثبت على الطائرة. ويتم تصريف المشتت إما من خلال فوهّات مضغوطة أو من خلال وحدات تحركها الرياح موضوعة على مسافات منتظمة على طول ذراع الرش، وهو مصمم لإنتاج قطرات من المشتت ذات حجم مثالي. ويمكن استخدام كلي نوعي وحدة التصريف على معظم الطائرات الخفيفة والطائرات المروحية ولكن الطائرات الأكبر حجمًا تستخدم الفوهات المضغوطة.

الاستخدام على السواحل

بمجرد استعادة النفط السائب من السواحل المتضررة، تستخدم أحيانًا المشتتات كعوامل تنظيف لإزالة أي نفط متبقي من الأسطح الصلبة مثل الصخور والحوائط البحرية وغيرها من المنشآت الصناعية. ويتم وضعها عادة من خلال أنظمة محمولة على الظهر يتم تشغيلها يدويًا، ويتم تمشيطها بقوة في النفط قبل أن تغسل بمياه البحر. ولا يمكن تجميع النفط المتشتت، ولهذا السبب، فعندما يتم التصديق على استخدام المشتتات على السواحل، عادةً ما يقتصر ذلك على المناطق التي لا تشكل مصدرًا للقلق البيئي ولكن لها قيمة ترفيهية كبيرة. كما قد تستخدم منظفات السواحل، التي يتم تركيبها بصفة خاصة لهذه المهمة. ولكن، هذه المنتجات تعمل بطريقة مختلفة عن المشتتات، نظرًا لأن النفط المنبعث يراد تجميعه. وعادةً ما يتم حمل مزيلات الشحوم على متن السفن للتعامل مع تنظيف حجرة المحرك، ولكنها تكون أكثر سُمِّيَّة من المشتتات، ويجب ألا تستخدم كمشتتات في البحر أو كمنظفات للسواحل.

معدل الاستخدام

لحساب معدل الاستخدام المناسب، يجب تحديد نسبة المشتت إلى النفط المطلوبة لتحقيق التشتيت الفعّال. ويمكن أن تتراوح هذه النسبة بين 1:1 بالنسبة للمشتتات من النوع الأول، وبين 1: 50 بالنسبة للمشتتات من النوع الثالث، طبقًا لطريقة الاستخدام، ونوع المشتت ونوع النفط والظروف السائدة. ويمكن حساب معدل الاستخدام في خطوتين، كما يلي:

1. تقدير حجم النفط المراد معالجته بناءً على المراقبة والافتراضات المتعلقة بمتوسط السُمك ومساحة بقعة النفط.
2. حساب كمية المشتت اللازمة لتحقيق الجرعة المطلوبة (نسبة المشتت : النفط)

وقد وجد أنه على الرغم من وجود تباينات كبيرة في سُمك النفط داخل البقعة النفطية، إلا أن معظم أنواع النفط الخام الجديدة تنتشر في غضون بضع ساعات، حتى يبلغ متوسط السُمك حوالي 0.1 مم (10^{-4} متر). وعادةً ما يستخدم هذا السُمك كأساس لتخطيط العمليات ويعطي حجم النفط الموجود في هكتار واحد (10,000 متر مربع، 10 ^{4} متر^2) كما يلي:

10^{-4}متر 10^4 xمتر^2 = 1متر^3 أو 1,000 لتر

وهناك المزيد من النصائح المتعلقة بتقدير كميات النفط المعطاة في ورقة منفصلة صادرة عن الاتحاد الدولي المحدود لمالكي الناقلات المعني بالتلوث تختص بالمراقبة الجوية لانسكابات النفط.

بالنسبة لجرعة تبلغ 1: 20، سوف تكون كمية المشتت المطلوبة:

كمية المشتت = 1000 لتر من النفط / 20 = 50 لترًا.

ولذلك يجب أن يكون معدل الاستخدام 50 لتر/هكتار (4.5 جالون انجليزي/فدان). ويمكن حساب معدل التصريف من خلال ضرب معدل الاستخدام (لتر/متر^2) في سرعة الطائرة أو المركب (متر/ثانية) ونطاق عرض الرش (متر).

وعلى سبيل المثال، لتحقيق معدل استخدام قدره 50 لتر/هكتار (0.005 لتر/متر^2) من طائرة تسير بسرعة 45 متر/ثانية (90 عقدة) بعرض نطاق يبلغ 15 مترًا، فإن معدل التصريف المطلوب يكون:

معدل التصريف = 0.005 لتر/متر2 15 x متر 45 x متر/ثانية = 3.37 لتر/ثانية (أو حوالي 200 لتر/دقيقة).

وبالتالي، لتحقيق معدل جرعة بنسبة 1: 20 وتشتيت بقعة نفط بسُمك 0.1 ملليمتر، يجب أن يكون معدل التصريف لمضخة نظام الرش 200 لتر في الدقيقة. ويمكن إجراء نفس الحسابات لتحديد معدل التصريف للاستخدام من المركب.

وتؤدي التغيرات الكبيرة في سُمك النفط داخل بقعة النفط، من الناحية العملية، إلى استحالة تقييم الجرعة المثلى بصورة دقيقة. والحل العملي والأكثر فعالية هو استهداف الأجزاء الأكثر سُمكاً من بقعة النفط. وقد وُجِدَ أن معدلات الاستخدام في حدود 50 لترًا لكل هكتار، طبقًا للحسابات المبينة أعلاه، مناسبة في العديد من المواقف، ولكن قد يتطلب الأمر إدخال بعض التعديلات لتعويض أنواع النفط المختلفة والظروف البيئية التي قد تؤثر بالتالي على سُمك بقعة النفط. ويمكن ضبط معدلات الاستخدام من خلال تغيير معدلات تصريف المضخات أو سرعة المركب أو الطائرة. وبالإضافة إلى ذلك، يجب أن تؤخذ تقديرات حجم المشتت المطلوب لمعالجة بقعة النفط في الاعتبار الدقة التي يمكن بها استهداف أثقل تراكمات للنفط، مع بعض السماحية لزيادة الرذاذ.

الجوانب اللوجستية والسيطرة

يعد استخدام المشتتات عملية تخصصية تتطلب مشغّلين مدربين واستعداداً شاملاً لضمان أن تكون جميع الترتيبات اللوجستية جاهزة. ولكي تكون العمليات أكثر فعالية، يفضل استخدام طائرة مراقبة لإرشاد مراكب أو طائرة الرش والتنسيق بينها.

ويجب أن يكون طاقم العمل على طائرة المراقبة قادرًا على تحديد أقصى تركيزات للنفط أو بقع النفط التي تشكل أكبر تهديد. ويجب أن يكونوا على اتصال جيد بطاقم العمل في الطائرة أو المراكب القائمة بالرش لكي ترشدهم إلى الهدف، وكذلك بطائرة الرش، لتحديد النقاط التي ينبغي أن يبدأ و ويتوقف الرش عندها، وذلك لتقليل الرش الزائد عن الحاجة وإهدار المشتتات. وأثناء عملية الرش ذاتها، يمكن استخدام طائرة المراقبة أيضًا للحكم على دقة الاستخدام وفعالية المعالجة. وتكون هذه الوظائف هامة بالأخص عند توجيه طائرة رش كبيرة ومتعددة المحركات والتي يمكنها أن تطلق بسرعة كميات كبيرة من المشتت. وعند الارتفاعات المنخفضة المناسبة للاستخدام الفعّال، سوف يواجه طاقم العمل صعوبات في التفرقة بين النفط ولمعة النفط والمياه، وبخاصة إذا كانت بقعة النفط متكسرة.

ولضمان السلامة، يجب فرض مناطق حظر طيران أثناء عمليات الرش من الجو. وقد يلزم وجود فريق إغاثة نظرًا لأن الطيران على ارتفاع منخفض فوق سطح البحر يمكن أن يكون عملية صعبة. كما ينصح بإجراء التحققات الدورية من سلامة عمل الطائرة لضمان عدم تلويث المشتتات لزيوت التشحيم، وبخاصة في الجزء الدائري الخلفي من الطائرات المروحية، أو مهاجمتها لأي من مكوّنات الطائرة المكشوفة المصنوعة من المطاط أو أنظمة التحكم في الطيران. وينصح بتكرار غسيل الطائرة بالماء العذب لإزالة كلٍ من المشتت ورذاذ المياه المالحة.

وهناك حاجة للتنظيم الجيد على الأرض لضمان استمرار عمليات الرش لأقصى وقت متاح أثناء ساعات النهار. وقد يتطلب هذا إجراء صيانة دورية للطائرة ولمعدات الرش بحيث تجرى أثناء ساعات الليل. ومن غير المحتمل أن يكون حمل مفيد واحد قادرًا على معالجة بقعة النفط، وبخاصة إذا كان الانبعاث متصلاً ويجب الحصول على كميات إضافية من المشتت ووضعها في مكان قريب حتى يمكن إعادة تزويد المراكب أو الطائرة بأقل زمن تأخير ممكن. وبالمثل، يجب التفكير في الإمداد بالوقود، وبخاصة بالنسبة للطائرة، وفي المعدات اللازمة لتحميل المراكب أو الطائرة مثل المضخات عالية القدرة والشاحنات الناقلة للسوائل.

ولتخزين المشتتات على المدى الطويل، يفضّل استخدام براميل بلاستيكية ، وخزّانات أو حاويات متوسطة للمواد السائبة (IBCs) بسعة 1 متر3 (*الشكل رقم 12*). ويمكن أن تدوم المشتّات التي تُخزَّن دون أن تفتح لعدة سنوات، بشرط عدم تعرضها

▲ *الشكل رقم 12: تتيح استخدام حاويات متوسطة للمواد السائبة (IBCs) بسعة 1 متر3 تخزين المشتتات وتداولها بسهولة. (الصورة إهداء من USCG).*

لضوء الشمس المباشر. ولكن، بمجرد فتح المشتت، يجب اختبار فعاليته بصفة دورية. وتتضمن توصيات المُصنّعين فحصًا بصريًا سنويًا مع تحقق من الخصائص الفيزيائية الرئيسية مثل الكثافة واللزوجة ونقطة الوميض للمنتج. وإذا تغيرت هذه العوامل الفيزيائية بشدة، أو تجاوز تاريخ انتهاء الصلاحية، فيجب إجراء اختبار لفعالية المشتت في المعمل. ويجب عدم خلط مشتتات من أنواع أو أعمار أو علامات تجارية مختلفة في نفس الخزّان أو وعاء التخزين نظرًا لأن هذا قد يغير لزوجة المشتت أو يسبب ترسّب بعض المكونات أو تخثّرها. ويجب ألا تُخزَّن المشتتات بعد تخفيفها بمياه البحر. وتعتبر درجات الحرارة بين 15°-مئوية و30°مئوية مثالية لتخزين معظم المشتتات، وينصح المصنِّعون بتقليل تفاوت درجات الحرارة أثناء التخزين. وفي درجات الحرارة شديدة البرودة، قد تصبح بعض أنواع المشتتات لزجة بدرجة لا تسمح بمرورها من فوّهات الرش.

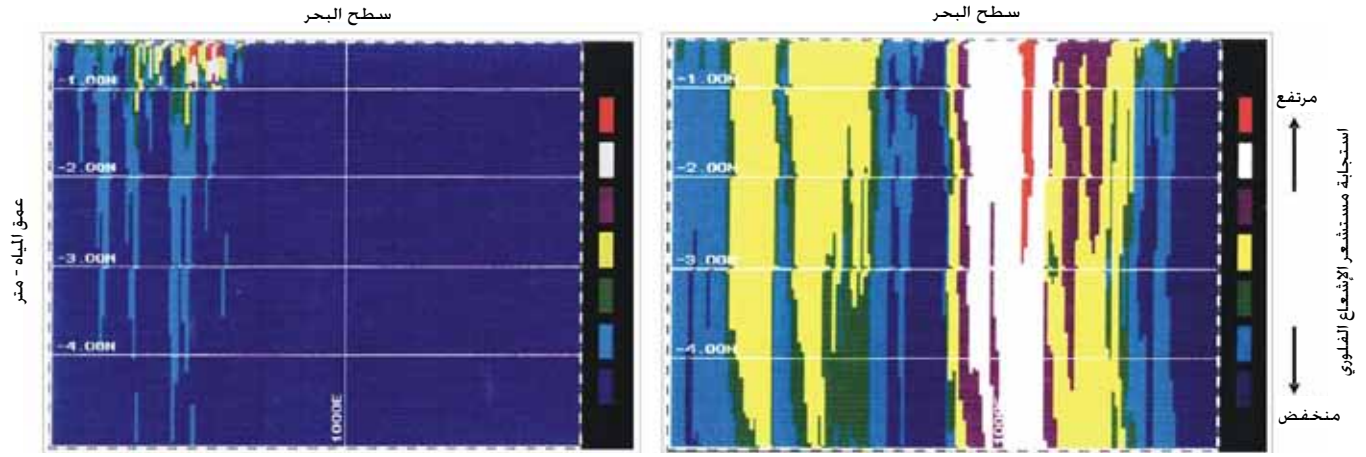
رصد فعالية المشتتات

يجب رصد فعالية التشتيت الكيميائي بصفة مستمرة وإنهاء الاستجابة بمجرد توقف فعالية المشتت. ومراقبة الفعالية بالنظر تعتبر أمرًا أساسيًا، ولكن قد تعوقها ظروف الطقس السيئ، في المياه التي تحتوي على حمل مرتفع من الرواسب، وحين يجري تشتيت أنواع من النفط ذات ألوان شاحبة، وفي ظروف الإضاءة السيئة. وبالطبع، فإن الرش والرصد بالنظر ليلاً يعد أمرًا غير عملي.

ولكي يكون استخدام المشتتات ذا قيمة، يجب أن يتم تشتيت النفط بسرعة نسبية بعد انسكابه لتقليل خطر وصول النفط إلى السواحل والموارد الحسّاسة. ويجب أن يكون تغير المظهر ملحوظًا من الجو بعد الرش بوقت كثير. وإذا لم يحدث تغير في مظهر النفط، أو لم يحدث انحسار في تغطية النفط، أو إذا تجاوز المشتت النفط ليشكّل بقعة بيضاء بلون اللبن في المياه (الشكل رقم 5)، فإن هذه المؤشرات جميعًا تشير إلى أن المشتت لا يعمل. وعلى قدم المساواة، إذا انتشر النفط على مساحة واسعة أو أصبح متكسرًا بصورة كبيرة، فإن استخدام المشتِّت قد لا ينزع كميات كافية من النفط بعيدًا عن سطح المياه لتحقيق انخفاض ملحوظ في الضرر الحادث من التلوث.

كما يمكن أيضًا رصد الفعالية باستخدام بيانات "الوقت الحقيقي" حول تركيز النفط المتشتت في عمود المياه باستخدام قياس الإشعاع الفلوري بالأشعة فوق البنفسجية (UVF). ويتم سحب جهاز أو أكثر لقياس الإشعاع الفلوري (الشكل رقم 13) خلف قارب لأخذ العينات على أعماق أكثر من متر تحت بقعة النفط لقياس التغير في تركيزات النفط. ويظهر التشتت من خلال زيادة ملحوظة في تركيز النفط المكتشف بواسطة مستشعر بالنسبة للتركيز المقاس قبل وضع المشتت (الشكل رقم 14). ولكن، لا يمكن لأجهزة UVF أن تعطي قياسًا كميًا لكمية النفط المتشتت إلى عمود المياه. ويجب أن تستخدم مقترنة بالمراقبة البصرية لتقرير ما إذا كان يمكن تحقيق استجابة ذات مغزى.

▲ *الشكل رقم 13: إعداد جهاز مسحوب لقياس الإشعاع الفلوري لقياس فعالية المشتتات في البحر. (الصورة إهداء من USCG).*



▲ *الشكل رقم 14: استجابة مقياس الإشعاع الفلوري للنفط في عمق مياه من 0.5 إلى 5 متر تحت سطح بقعة النفط (يسارًا) وبعد عدة دقائق من استخدام المشتت (يمينًا). يتشتت النفط بسرعة ويتخفف بعد المعالجة. (الرسوم التوضيحية مهداة من شركة AEA Technology).*

▲ *الشكل رقم 15: استخدام المشتّتات للمساعدة في حماية طيور البحر المعرضة للخطر من خلال إزالة النفط بسرعة من سطح البحر.*

▲ *الشكل رقم 16: لا ينصح باستخدام المشتتات في المناطق الحساسة مثل الشعاب المرجانية إلا في ظروف خاصة وبعد التدبر في العواقب البيئية المحتملة لاستخدامها.*

اعتبارات بيئية

يمكن أن يكون استخدام المشتتات مثيرًا للجدل، وقد يسبب نقاشًا على نطاق واسع في الإعلام وحلقات النقاش العامة. وقد ينظر إلى استخدامه كطريقة لتقليل الآثار المحتملة على الموارد الحساسة من خلال منع تلوث الساحل أو تقليله، ولكنه في بعض الأحيان قد ينظر إليه على أنه إضافة لملوِّث آخر للبيئة. ورغم التحسينات التي طرأت على تركيبات المشتتات، إلا أن التأثير السام لمخلوط المشتت مع النفط على الأحياء والنباتات البحرية عادة ما يشكل مصدر قلقٍ بيئي كبير. وفي بعض البلدان، يعتبر مدى سهولة التحلل الحيوي للمشتتات مصدرًا للقلق. وهناك دراسات تجرى بهذا الشأن. وصُمِّمت عمليات التصديق على استخدام المشتتات في العديد من البلدان بحيث تأخذ في الاعتبار كلاً من الفعالية والسُمية. والمنتجات المصدّق عليها في بلدٍ ما قد لا يكون مصدقًا على استخدامها في بلدٍ آخر، ويجب الاطلاع على القائمة الوطنية ذات الصلة قبل الاستخدام حيثما أمكن ذلك.

وبعد استخدام المشتت في المياه المفتوحة، عادةً لا تلاحظ أية تركيزات مرتفعة للنفط إلا في الطبقات العليا من المياه (<10 أمتار) ولكنها تقل بسرعة من خلال التخفيف، عبر حركة المياه. وقد أوضحت الدراسات التي أجريت على النفط الخام أنه بعد استخدام المشتتات مباشرة، يمكن توقع تركيزات نفطية في حدود من 30 إلى 50 جزء في المليون في المياه التي تقع أسفل بقعة النفط مباشرة، وتتضاءل لتبلغ من 1 إلى 10 جزء من المليون في الأمتار العشر الأعلى من المياه أو ما إلى ذلك من العمود المائي بعد بضع ساعات. وبذلك فإن التعرض بالنسبة للكائنات البحرية يعتبر "حادًا" وليس "مزمنًا" ويقلل زمن التعرض المحدود من احتمال حدوث آثار عكسية على المدى الطويل. ولكن لا ينصح برش المشتتات في المياه الضحلة، ما لم يضمن التبادل المائي الكافي درجة التخفيف المناسبة لبقعة النفط المشتتة.

ويعتبر تقدير إمكانية حدوث التخفيف أساسًا مفيدًا لاتخاذ القرارات بشأن استخدام المشتتات أو عدم استخدامها لحماية بعض الموارد دون المخاطرة بإحداث تلف غير مرغوب للآخرين. وتشمل العوامل ذات الصلة التي ينبغي أخذها في الاعتبار عند تقديرات التركيزات القصوى ومدتها عمق المياه وكمية النفط في وحدة المساحة والمسافة بين موقع الاستخدام والمناطق الحساسة بالإضافة إلى اتجاه التيارات المائية وسرعتها.

وتقلل المشتتات من مخاطر تلوث الطيور البحرية بالنفط، وذلك من خلال نزع النفط من سطح المياه (*الشكل رقم 15*)، وتلوث السواحل الحساسة مثل الأهوار المالحة وأشجار المنغروف والشواطئ التي يرتادها السيّاح. ولكن النفط الذي يتم إزالته من السطح ينتقل إلى عمود المياه. ويجب الموازنة بين الضرر الذي يمكن أن يسببه العمود المائي وبين مزايا إزالته من السطح. وفي حالة وجود العديد من سلالات الأسماك التي تسبح بحرية، فإن قدرتها على اكتشاف وتجنب مواقع النفط في عمود المياه سوف تساعد على خفض إمكانية تعرضها له. ولكن الشعاب المرجانية (الشكل رقم 16)، والعشب البحري ومناطق تكاثر السمك يمكن أن تكون حساسة للغاية للنفط المتشتت، ولا ينصح باستخدام المشتتات إذا كانت هذه الموارد يمكن أن تتأثر. وبالمثل، فإن استخدام المشتتات لا ينصح به بالقرب من أقفاص السمك أو مسطحات المحار أو غيرها من مصايد الأسماك في المياه الضحلة نظرًا لزيادة مخاطر تلوث السلالات. ولا ينصح استخدام المشتتات بالقرب من مداخل المياه الصناعية نظرًا لزيادة خطر دخول النفط إلى مداخل المياه.

ونادرًا ما يكون اتخاذ القرار بشأن استخدام المشتتات من عدمه واضحًا للغاية، ولابد من الموازنة بين مزايا وعيوب مختلف خيارات الاستجابة (وتشمل الاعتماد على العمليات الطبيعية)، وفعالية التكلفة، والأولويات المتضاربة لحماية مختلف الموارد من أضرار التلوث. وفي العديد من الحالات، سوف يتحتم إجراء تقييم متوازن لصافي الفوائد البيئية والاقتصادية، وذلك بالتشاور مع السلطات المحلية، قبل الاستخدام. ومن المحتمل أن يكون استخدام المشتتات مقيدًا سواء لتعرض النفط للعوامل الجوية أو لحركته في اتجاه الموارد الحسّاسة. ولتجنب التأخير وقت حدوث الانسكاب، يجب الاتفاق على ما إذا كانت هناك إمكانية استخدام المشتتات، والظروف الدقيقة التي يمكن استخدامها في ظلها أثناء عملية وضع ترتيبات الطوارئ للاستجابة للانسكابات.

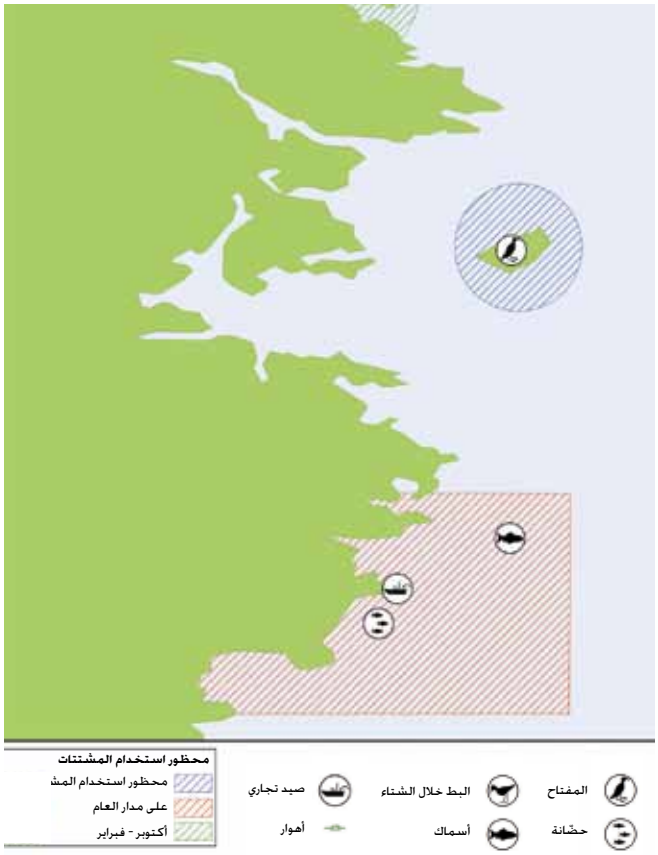
التخطيط لحالات الطوارئ

تتضمن العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار أثناء عملية التخطيط لحالات الطوارئ أنواع النفط المحتمل أن يتضمنها الانسكاب، ومدى فعالية المشتت على هذه الأنواع من النفط، والموارد الحساسة في المنطقة، والدعم اللوجيستي. وترتبط العمليات اللوجستية بصورة أساسية بموقع المشتتات ومعدات الرش والمراكب والطائرات

ومهابط الطائرات وإمكانيات إعادة التزوّد بالوقود ومدى إتاحة هذه الإمكانيات، كما يرتبط بالإفراجات الجمركية لأي دعم دولي قد يكون مطلوبًا في حالات الحوادث الكبيرة. وتعتبر خرائط الحساسية مفيدة بصفة خاصة في تحديد التوقيت والمكان الذي يمكن أو لا يمكن استخدام المشتتات فيه، نظرًا لأنها قد تبين التأثيرات الموسمية على الحساسية. وعلى سبيل المثال، قد تتواجد الطيور المهاجرة في بعض أوقات العام، ويمكن تجاوز القيود المفروضة على استخدام المشتتات في المياه الضحلة للسماح بالاستخدام لتقليل خطر تعرض الطيور للنفط الطافي (*الشكل رقم 17*). كما يجب التفكر في موارد التمويل اللازمة للحفاظ على قدرات الاستجابة الفعّالة عن طريق المشتتات. ويجب توثيق نتائج هذه المناقشات بوضوح في خطة الطوارئ.

وفي العديد من البلدان، تتطلب اللوائح الوطنية التصديق على استخدام المشتتات من قِبل السلطة الوطنية المختصة. وبالنسبة للمستجيبين، يعتبر الإلمام بسياسة استخدام المشتتات أمرًا هامًا نظرًا لأن النزاعات قد تنشأ وقد تُفرض الغرامات إذا استخدمت المشتتات بدون موافقة مسبقة أو بدون اتباع اللوائح الوطنية. وبعض البلدان لديها قائمة بالمشتتات المُصدّق على استخدامها على أساس اختبارات الفعالية ودرجة السُميّة. كما يمكن أن تمنح السلطة المختصة موافقات مسبقة للمنشآت أو الموانئ التي تتعامل مع النفط مما يتيح لها استخدام المشتتات بدون مزيد من المشاورات، بشرط الوفاء ببعض المعايير.

وتُعدُّ التدريبات والتمارين ضرورية كجزء من التخطيط على استخدام المشتتات، كما هو الحال في الواقع بالنسبة لجميع جوانب الاستجابة للانسكابات. ويجب أن يتلقى أطقم التشغيل تدريباً شاملاً حول استخدام المشتتات وجوانب الأمان المتعلقة به. ويجب إجراء التمارين العملية على حشد الموارد ونشر معدات الرش بانتظام.



▲ *الشكل رقم 17: عادةً ما تستخدم خرائط الحساسية في خطط الطوارئ لتفصيل مكان ووقت استخدام المشتتات. في المثال، يحظر استخدام المشتتات في المنطقة الحمراء نظرًا لأنشطة الصيد التجارية التي تجرى على مدار العام، ولكنها يسمح بها مسبقًا في كل موسم لمعالجة النفط حول مستعمرة الطيور في جزيرة "بيلكان" (اللون الأزرق). قد يسمح بالاستخدام في المياه الضحلة بالقرب من اليابسة، في بعض الظروف الخاصة، على سبيل المثال، لحماية أشجار المنغروف أو الأهوار حين أن كليهما حسّاس للغاية للنفط العالق.*

نقاط رئيسية

- تحسِّن المشتتات من التكسير الطبيعي للنفط، وتزيله من على سطح المياه إلى داخل العمود المائي في صورة قطرات صغيرة كثيرة يتم تخفيفها بسرعة وتخضع في النهاية للتحلل الحيوي.
- معظم أنواع المشتتات غير قادرة على تشتيت أنواع النفط عالية اللزوجة والمستحلبات غير المستقرة.
- رش المشتتات على لمعة النفط غير فعّال ويعتبر استخدامًا غير رشيد للموارد.
- بالنسبة لمعظم أنواع النفط الخام، وبعض أنواع نفط الوقود التي تنسكب في البحر، توجد فرصة قصيرة يكون فيها استخدام المشتتات فعالاً وسريعًا، لذا فإن الاستجابة المخططة جيدًا تعد أمرًا أساسيًا.
- رغم أن المراكب تناسب التعامل مع الانسكابات النفطية صغيرة الحجم وبالقرب من الميناء، إلا أن الطائرات الكبيرة متعددة المحركات يمكن أن توفر استجابة أكثر فعّالة للانسكابات البحرية الكبيرة.
- في البحار المفتوحة، تبين المشاهدات أن تركيزات النفط المشتت في عمود المياه تقل في غضون ساعات إلى مستويات أقل من التي يحتمل أن تسبب آثار ضارة على المدى الطويل للأحياء البحرية.
- يمكن للمشتتات أن تقلل بسرعة وفعالية من الضرر الناشئ عن التلوث الذي يقع على الحيوانات الموجودة على السطح، مثل طيور البحر وعلى الموارد الساحلية الحساسة مثل أشجار المنغروف.
- يجب تجنب استخدام المشتتات في الأماكن التي قد تسبب فيها تجمعات النفط المتشتت ضررًا للموارد الحساسة مثل الشعاب المرجانية أو مسطحات المحار أو مداخل المياه الصناعية.
- يزيد وجود خطة طوارئ جيدة الإعداد التي تم التدريب عليها جيدًا، ووجود سياسة واضحة، لاستخدام المشتتات، من احتمال تنفيذ عمليات فعّالة بالمشتتات إلى درجة كبيرة.

© 2011 ITOPF Ltd. Produced by Impact PR & Design Limited, Canterbury, UK.

أوراق المعلومات الفنية

1 المراقبة الجوية لانسكابات النفط البحرية
2 مصير انسكابات النفط البحرية
3 استخدام حواجز التطويق الطافية في مواجهة تلوث النفط
4 استخدام المشتتات لمعالجة انسكابات النفط
5 استخدام أجهزة الكشط في مواجهة تلوث النفط
6 التعرف على النفط على السواحل
7 عمليات تنظيف النفط من السواحل
8 استخدام المواد الماصّة في مواجهة تلوث النفط
9 التخلص من النفط وحطام السفن
10 القيادة والسيطرة وإدارة الانسكابات النفطية
11 آثار تلوث النفط على مصائد الأسماك وتربية الأحياء البحرية
12 آثار تلوث النفط على الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية
13 آثار تلوث النفط على البيئة
14 أخذ العينات من انسكابات النفط البحرية ورصدها
15 إعداد المطالبات نتيجة تلوث النفط وتقديمها
16 التخطيط لحالات الطوارئ في انسكابات النفط البحرية
17 الاستجابة للحوادث الكيميائية البحرية

الاتحاد الدولي المحدود لمالكي الناقلات المعني بالتلوث هو منظمة لا تهدف إلى الربح ومنشأة بالنيابة عن مالكي السفن في العالم وشركات التأمين التي يتعاملون معها لتعزيز الاستجابة الفعّالة للانسكابات البحرية من النفط والمواد الكيميائية وغيرها من المواد الخطرة. وتشمل الخدمات الفنية الاستجابة لحالات الطوارئ، وتقديم النصح بشأن أساليب التنظيف، وتقييم أضرار التلوث، والمساعدة في التخطيط للاستجابة للانسكابات وتوفير التدريب. ويعدُّ الاتحاد الدولي المحدود لمالكي الناقلات المعني بالتلوث مصدرًا شاملاً للمعلومات حول التلوث النفطي البحري. وهذه الورقة هي واحدة من سلسلة تُبنى على تجربة خبرات طاقم العمل الفني في الاتحاد. ويمكن نسخ المعلومات التي تتضمنها هذه الورقة بناءً على تصريح مسبق من الاتحاد الدولي المحدود لمالكي الناقلات المعني بالتلوث. وللمزيد من المعلومات يرجى الاتصال بـ :

ITOPF Ltd

العنوان: 1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1HQ, United Kingdom

الهاتف: +(44 0) 20 7566 6999

فاكس: +(44 0) 20 7566 6998

البريد الإلكتروني: central@itopf. org

الموقع: www. itopf. org