ITOPF
PROMOTING EFFECTIVE SPILL RESPONSE

# استخدام أجهزة الكشط في الاستجابة لتلوث النفط

ورقة المعلومات الفنية رقم

5

## مقدمة

هناك عدد من البدائل المتاحة للاستجابة لانسكابات النفط البحرية. والأسلوب الرئيسي الذي تنتهجه العديد من السلطات الحكومية هو الاستعادة الميكانيكية للنفط من سطح البحر. وعادةً ما يتحقق هذا من خلال استخدام حواجز التطويق الطافية لتركيز النفط المنسكب، مما يتيح لأجهزة الكشط أن تستعيد النفط انتقائيًا وأن تضخه إلى مكان التخزين. ويوجد عدة أنواع مختلفة من أجهزة الكشط، حيث يتم تحسين التصميمات للتعامل مع نطاقات مختلفة من التشغيل وأنواع النفط والظروف البيئية. وتصف هذه الورقة المتطلبات الأساسية للاستخدام الناجح لأجهزة الكشط في المواقف التي يحتمل مواجهتها في الغالب أثناء انسكاب النفط ويجب قراءتها مقترنة بالأوراق الأخرى الصادرة عن الاتحاد الدولي المحدود لمالكي الناقلات المعني بالتلوث في هذه السلسلة، وبخاصة استخدام حواجز التطويق الطافية وأساليب إجراء عمليات تنظيف السواحل والتخلص من النفط.

## نظرة عامة

إن الهدف الأسمى من أية عملية للاستعادة هو جمع أكبر قدر ممكن من النفط بشكل معقول واقتصادي. ويتحتم على أي نظام ناجح للاستعادة أن يتغلب على المشكلات المترابطة المتمثلة في مواجهة كميات كبيرة من النفط ثم احتوائها وتركيزها واستعادتها وضخها وتخزينها. وعادةً ما يتم دمج عناصر الاستعادة والضخ من العملية الإجمالية في جهاز الكشط. وجميع أجهزة الكشط مصممة لاستعادة النفط بعد انتقائه من المياه، ولكن التصميمات تتفاوت إلى درجة كبيرة طبقًا للاستخدام المقصود، على سبيل المثال، في البحر أو في المياه المحمية أو على الشاطئ. وتتضمن أجهزة الكشط المصممة للاستخدام في المياه نوعًا من أنواع ترتيبات الطفو أو التدعيم، بينما قد تكون التصميمات الأكثر تعقيدًا ذات دفع ذاتي، وقد تحتوي على عدة عناصر للاستعادة، وخزّانات متكاملة ومرافق لفصل النفط عن المياه (*الشكل رقم 1*).

ويجب أخذ عدد من العوامل في الاعتبار عند اختيار أجهزة الكشط، وأهم هذه العوامل هو خصائص اللزوجة والالتصاق للنفط المنسكب (وتشمل أية تغيرات في هذه الخصائص نظرًا " لعوامل التجوية" بمرور الوقت)، بالإضافة إلى حالة البحر ومستويات تواجد حطام السفن. وفي المواقف التي يسهل التنبؤ بها نسبيًا، مثل المرافق الثابتة، على سبيل المثال، والمحطات البحرية ومحطات التكرير، قد يكون نوع النفط الذي سيتم التعامل معه معروفًا ويمكن اختيار جهاز كشط محدد. وبالعكس، قد يفضّل استخدام أجهزة الكشط متعددة الاستخدامات، والتي قد تكون مطلوبة للتعامل مع مختلف المواقف وأنواع متعددة من النفط، على سبيل المثال، كجزء من مخزون وطني. ولكن، لا يستطيع أي جهاز كشط بمفرده أن يتعامل مع كل موقف قد ينشأ من جرّاء انسكاب النفط. وقد يتطلب الأمر اختيار أنواع أجهزة الكشط، وبخاصة مع تعرض النفط لعوامل التجوية (*الجدول رقم 1*).

حينئذٍ يجب تحديد الاستخدام المقصود والظروف التشغيلية المتوقعة، على سبيل المثال، ما إذا كان جهاز الكشط سوف يشكّل جزءً لا يتجزأ من نظام للاستعادة مثبت على مركب في البحر أو سوف يستخدم يدويًا في ميناء أو على الساحل. وبمجرد معرفة هذه المعلومات، يمكن تقييم معايير أخرى مثل الحجم والصلابة وسهولة التشغيل والتداول والصيانة.

▲ *الشكل رقم 1: جهاز كشط ذو حاجز غاطس ذاتي الدفع للاستخدام في الموانئ وفي المياه القريبة من الشاطئ. يتم فتح أبواب المقدمة لتحسين عرض النطاق والسماح بدخول النفط الطافي. النفط المستعاد يتم ضخه إلى خزّان داخلي.*

## آليات استعادة النفط وتصميم جهاز الكشط.

يقوم عنصر الاستعادة الموجود في جهاز الكشط بتحويل مسار النفط أو كشطه من سطح البحر، حيث يتدفق إلى جانب المدخل من نظام الضخ لنقله إلى مكان التخزين. وتشمل الآليات التي يتم بها إزالة النفط من سطح المياه الأنظمة الأليفة للزيت التي تعتمد على التصاق النفط بالسطح المتحرك، وأنظمة الشفط، والأنظمة ذات الحاجز الغاطس التي تعتمد على الجاذبية، والأنظمة التي ترفع النفط ماديًا باستخدام مجرفة أو سيور أو ماسكات ميكانيكية.

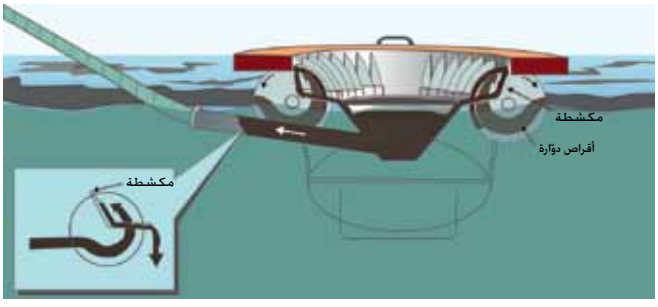
### أجهزة الكشط الأليفة للزيت

تستخدم أجهزة الكشط الأليفة للزيت مواداً تميل إلى الاقتراب من النفط وتفضله على المياه. ويلتصق النفط بسطح المادة، والتي عادة ما تتخذ شكل قرص (*الشكل رقم 2والشكل رقم 3*)، أو برميل (*الشكل رقم 4*) أو سير أو فرشاة أو ممسحة معلقة بحبل (*الشكل رقم 6 والشكل رقم 7*) والتي ترفع النفط، أثناء دورانها، من سطح المياه. وبمجرد انفصاله عن المياه، يتم كشط النفط أو عصره من المادة الأليفة للزيت، ويسمح له بالسقوط إلى مستنقع حيث يتم ضخه منه إلى

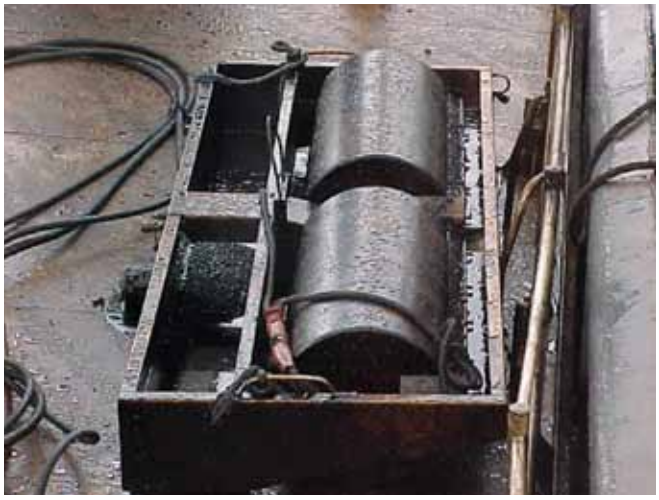
*صورة الغلاف مهداة من Ro-Clean Desmi/ البحرية الدنماركية.*

| | جهاز الكشط | معدل الاستعادة | أنواع النفط | حالة البحر | حطام السفن | الملحقات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| أليف للزيت | القرص | يعتمد على عدد الأقراص وحجمها. وتبيّن الاختبارات أن الأقراص الأخدودية قد تكون ذات فعالية عالية. | أقصى فعالية مع أنواع النفط متوسطة اللزوجة. | في ظروف الأمواج والتيارات المائية المنخفضة، يمكن أن يكون انتقائيًا إلى درجة عالية بدون حمل أي مياه. ولكنه، قد يغرق في المياه متلاطمة الأمواج. | يمكن أن يؤدي حطام السفن إلى انسداده. | يتطلب وحدة قدرة منفصلة، وخراطيم هيدروليكية وخراطيم صرف ومضخة ومكان تخزين مناسب. |
| | مسحة معلقة بحبل | تعتمد على عدد الحبال وسرعتها. وإنتاجية منخفضة بشكل عام. | تحقق أقصى فعالية مع أنواع النفط المتوسطة، رغم أنها فعّالة أيضًا مع أنواع النفط الثقيلة. | تحمل قدرًا ضئيلاً من المياه أو لا تحمل مياهاً على الإطلاق. ويمكن تشغيلها في المياه متلاطمة الأمواج. | يمكنها تحمل قدر كبير من حطام السفن، والثلوج وغيرها من العوائق. | الوحدات الصغيرة تحتوي بداخلها على مصدر طاقة كهربية ومكان للتخزين. وتتطلب الوحدات الكبيرة ملحقات منفصلة. |
| | البرميل | يعتمد على عدد البراميل وحجمها. وتبين الاختبارات أن البراميل ذات الأسطح المشققة أكثر فعالية. | أقصى فعالية مع أنواع النفط متوسطة اللزوجة. | في ظروف الأمواج والتيارات المائية المنخفضة، يمكن أن يكون انتقائيًا إلى درجة عالية بدون حمل أي مياه. ولكنه، قد يغرق في المياه متلاطمة الأمواج. | يمكن أن يؤدي حطام السفن إلى انسداده. | يتطلب وحدة طاقة منفصلة، وخراطيم هيدروليكية وخراطيم صرف ومضخة ومكان تخزين مناسب. |
| | فرشاة | تعتمد الإنتاجية على عدد الفُرَش وسرعتها. وعادةً ما تكون في المدى المتوسط. | أحجام مختلفة من الفرشاة لأنواع النفط الخفيفة والمتوسطة والثقيلة. | مقدار المياه الحرّة أو المحمولة الذي يتم تجميعه قليل نسبيًا. وبعض التصميمات يمكن أن تعمل في المياه متلاطمة الأمواج، بينما يمكن أن تبتلع الأمواج البعض الآخر. | فعّالة مع الكميات الصغيرة من حطام السفن ولكن حطام السفن كبير الحجم قد يسبب انسدادها. | تتطلب وحدة طاقة منفصلة، وخراطيم هيدروليكية وخراطيم صرف ومضخة ومكان تخزين مناسب. |
| | سير | مدى منخفض إلى متوسط. | أقصى فعالية مع أنواع النفط المتوسطة إلى الثقيلة. | يمكن أن يكون انتقائيًا إلى درجة عالية بدون حمل أي مياه. ويمكن تشغيله في المياه متلاطمة الأمواج. | فعّال مع الكميات الصغيرة من حطام السفن ولكن حطام السفن كبير الحجم قد يسبب انسداده. | يمكنه توصيل النفط مباشرة إلى مكان التخزين الموجود في أعلى السير. وهناك ملحقات لازمة للتصريف من المركب إلى الشاطئ. |
| غير أليف للزيت | تفريغ/ شفط | يعتمد على مضخة التفريغ. ونطاق منخفض إلى متوسط بوجه عام. | أقصى فعالية مع أنواع النفط الخفيفة إلى المتوسطة. | يستخدم في المياه الهادئة. والأمواج الصغيرة تؤدي إلى جمع كميات كبيرة من المياه. وإضافة حاجز مغمور في المياه يجعله أكثر انتقائية. | يمكن أن يؤدي حطام السفن إلى انسداده. | بوجه عام، تكون شاحنات ومقطورات الشفط قائمة بذاتها وتحتوي على مصدر الطاقة والمضخة والتخزين اللازمين. |
| | الحاجز الغاطس | يعتمد على سعة المضخة، ونوع النفط وما إلى ذلك. ويمكن أن يكون هاماً. | فعّال مع أنواع النفط الخفيفة إلى الثقيلة. وأنواع النفط الثقيلة للغاية قد لا تتدفق إلى الحاجز الغاطس. | يمكن أن يكون انتقائيًا للغاية في المياه الهادئة مع قليل من الماء المحمول. ويمكن أن ت يُغمر بسهولة مع زيادة المياه المحمولة. | يمكن أن يؤدي انسداده على الرغم من أن بعض أنواع المضخات قادرة على التعامل مع حطام السفن صغير الحجم. | وحدة طاقة منفصلة، وخراطيم هيدروليكية وخراطيم صرف ومضخة ومكان تخزين. وبعض أنواع أجهزة الكشط بها مضخات مدمجة. |
| | سير | منخفض إلى متوسط. | أقصى فعالية مع أنواع النفط الثقيلة. | يمكن أن يكون انتقائيًا إلى درجة عالية بدون حمل أي مياه. ويمكن تشغيله في المياه متلاطمة الأمواج. | فعّال مع حطام السفن صغير الحجم. يؤدي حطام السفن إلى انسداده. | كما هو الحال بالنسبة لجهاز الكشط الذي يعمل بالسير أليف الزيت. |
| | البرميل | مدى متوسط | فعّال مع أنواع النفط الثقيلة. | يمكن أن يكون انتقائيًا إلى درجة عالية في المياه الهادئة وأن يحمل قدرًا قليلاً من النفط. ولكنه قد يغرق في الأمواج. | كما هو الحال بالنسبة لأجهزة الكشط ذات الحاجز الغاطس. | كما هو الحال بالنسبة لأجهزة الكشط ذات الحاجز الغاطس. |

▲ *الجدول رقم 1: خصائص عامة للأنواع الشائعة من أجهزة الكشط. سوف يعتمد اختيار جهاز الكشط لتحقيق عمليات فعالةعلى نوع النفط المنسكب. ومع تعرض النفط لعوامل التجوية، قد تتغير فعالية نوع معين ما، مما يتطلب تصميمًا بديلاً لاستكمال عملية الاستعادة. ويفترض معدل الاستعادة أن جهاز الكشط سوف يكون في بقعة متجانسة من النفط لم تنتشر أو تتشتت على نطاق واسع.*




◀ ▲ *الشكل رقم 2 والشكل رقم 3: جهاز كشط صغير يعمل بالقرص الأليف للزيت، مناسب لأنواع النفط متوسطة اللزوجة. يلتصق النفط بالأقراص الدوّارة ويتم كشطه إلى مستنقع تمهيدًا لضخه إلى مكان تخزين. يتطلب مضخة مناسبة ومصدر طاقة هيدروليكي.*



▲ *الشكل رقم 4: جهاز كشط برميلي أليف للزيت، مناسب لأنواع النفط متوسطة اللزوجة. يعمل بطريقة مشابهة لأجهزة الكشط ذات القرص نظرًا لأن النفط يلتصق بالبراميل الدوّارة ليتم كشطه في مستنقع تمهيدًا لضخه إلى مكان التخزين.*

▲ *الشكل رقم 5: جهاز كشط ذو فرشاة طافية حرة. يلتصق النفط بمجموعات الفرش الدوّارة ويتم رفعه من سطح الماء. ينزع النفط من الفرشاة عن طريق مشط ليوضع في مكان التخزين. تقوم دافعة مثبتة خلف الفرشاة بسحب النفط الطافي في اتجاه جهاز الكشط لتحسين معدل الالتقاء والإنتاجية (الصورة مهداة من "لامور").*

▲ *الشكل رقم 6 والشكل رقم 7: أجهزة كشط أفقية ورأسية تعمل بالحبال الأليفة للزيت. حلقات ماصة منسوجة تكوّن ممسحة متصلة تطفو على السطح ويلتصق بها النفط. تُسحَب الممسحة إلى بكرة ويتم عصر النفط إلى خزّان. تعتبر أجهزة الكشط ذات الممسحة المعلقة بحبل مفيدة لاستعادة النفط من بين حطام السفن، والجليد والعوائق الأخرى.*

موقع التخزين. وعادةً ما تحقق أجهزة الكشط الأليفة للزيتأعلى معدل من النفط المستعاد بالنسبة إلى المياه المحمولة، وهو مما يعرف أيضًا بكفاءة الاستعادة. وهي تحقق أكثر فعالية مع أنواع النفط متوسطة اللزوجة والتي تتراوح لزوجتها بين 100 و2,000 "سنتى ستوك". ومنتجات النفط منخفضة اللزوجة، مثل الديزل أو الكيروسين، وهي لا تتراكم بوجه عام على الأسطح الأليفة للزيت بطبقات سميكة إلى الحد الذي يكفي للحصول على معدلات استعادة عالية. وأنواع النفط الأكثر لزوجة، مثل نفط وقود السفن الثقيل، تكون لاصقة بدرجة كبيرة، ويمكن أن تصعُب إزالتها. وفي المقابل، فإن مستحلبات المياه في النفط تكاد تكون غير لاصقة، وقد تصعب استعادتها باستخدام بعض تصميمات أجهزة الكشط الأليفة للزيت .وعلى سبيل المثال، فإن أجهزة الكشط على شكل قرص سوف تمر من خلال المستحلب، بدلاً من أن تتيح استعادته. وعادةً ما تصنع المواد الأليفة للزيت من بعض أنواع البوليمرات، وذلك على الرغم من أن الأسطح المعدنية قد أثبتت فعاليتها أيضًا. كما أدى استخدام الأقراص والبراميل ذات الأسطح المشققة إلى معدلات استعادة أعلى مقارنة بالأسطح الناعمة*.

## أجهزة الكشط التي تعمل بالشفط

من ناحية نظرية التشغيل، يعد جهاز الشفط الأبسط تصميمًا، حيث يستعاد النفط من خلال مضخات أو أنظمة لشفط الهواء مباشرة من سطح المياه. وبالأخص، فإن عادةً ما تكون شاحنات أو مقطورات الشفط، التي تجمع بين عناصر الاستعادة والتخزين والنقل والفصل بين النفط والمياه، متاحة بسهولة محليًا في موقع الانسكاب، إما تجارياً أو من خلال منظمات بلدية أو زراعية، وبالتالي فهي تعتبر مثالية لاستعادة النفط من الشاطئ أو بالقرب منه (*الشكل رقم 8*). كما أن هناك أجهزة متاحة أصغر حجمًا وأسهل في الحمل (*الشكل رقم 9*). ويعتبر وضع خرطوم الشفط مباشرة في النفط الطافي أو العالق، مع شبكة لمنع شفط

---

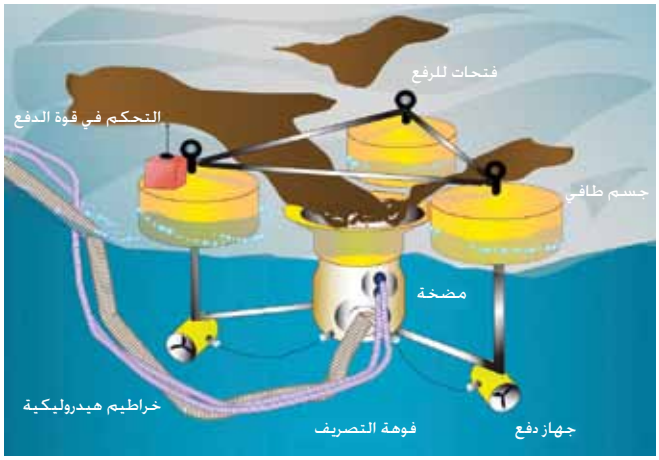
** المصدر: Optimisation of Oleophilic Skimmer Recovery Surfaces: Field Testing at the Ohmsett Facility (تحسين معدلات الاستعادة في أجهزة الكشط الأليفة للزيت: اختبارات ميدانية في منشأة أومست).،ف. بروجي وأ. كيلر،كلية برن لعلوم البيئة والإدارة، جامعة كاليفورنيا، سانتا باربارا، كاليفورنيا، صفحة 36، يونيو/حزيران 2006.*

▲ *الشكل رقم 8: تؤدي إتاحة أنظمة التفريغ على نطاق واسع إلى جعل هذه الأجهزة مثالية في عمليات استعادة النفط على السواحل أو بالقرب منها.*

▲ *الشكل رقم 9: يمكن لأنظمة التفريغ المحمولة أن تسهّل استعادة النفط من الشواطئ الرملية والسواحل الصخرية. يتيح هذا النظام المدمج العمل في المناطق التي يصعب الوصول إليها،وذلك رغم محدودية حيز التخزين.*

▲ *الشكل رقم 10: العمّال يضعون خرطومًا متصلاً بمضخة تفريغ في النفط مباشرة. في هذه الحالة، تم نزع وصلة الحاجز الغاطس الصغيرة للسماح لنفط الوقود اللزج بالتدفق إلى داخل الخرطوم، مع إمكانية زيادة المياه المحمولة نتيجة لذلك.*

▲ *الشكل رقم 11: جهاز كشط ذو حاجز متدلى ثابت متصل بمضخة تفريغ. هناك عدد من الفتحات الصغيرة على حافة الرأس للسماح باستعادة النفط انتقائيًا. يستخدم في المياه الهادئة في وجود الحد الأدنى من حطام السفن (الصورة مهداة من "لامور").*




◀ ▲ *الشكل رقم 12 والشكل رقم 13: جهاز كشط ذو حاجز غاطس يستعيد النفط انتقائيًا من أعلى الحاجز الغاطس المركزي الموجود أسفل سطح بقعة النفط مباشرة باستخدام قوة الجاذبية إلى داخل صهريج حيث يتم ضخه إلى مكان التخزين.*

▲ *الشكل رقم 14: جهاز كشط مرتجل ذو حاجز غاطس تم إنشاؤه من زجاجات بلاستيكية وقطع معدنية متصلة بمضخة تفريغ. يتيح هذه الجهاز صورة بدائية من الاستعادة يمكن ضبطها من خلال نزع أو أضافة الزجاجات.*

▲ *الشكل رقم 15: جهاز كشط يعمل بالسير على مركب استعادة كبير. يتيح السير، المصنوع من شبكة، تصريف المياه من خلال الشبكة ويشجّع التصاق النفط. يتم رفع النفط على سطح المركب ويتم كشطه إلى مكان التخزين.*

▲ *الشكل رقم 16: وحدة مواءمة سير أضيفت لتحسين قدرة جهاز الكشط الأساسي المزوّد بحاجز غاطس في وجود نفط وقود مكوّنًا مستحلباً لدرجة كبيرة. حالت لزوجة النفط العالية دون تدفقه إلى أعلى متجاوزًا شفير الحاجز الغاطس. وبدلاً من ذلك، قامت وحدة مواءمة مُسنَّنة للسير "بالإمساك" بالنفط مما يحسن من الكفاءة، وتسببت طاقة الالتصاق في النفط في "تدفق" النفط المتبقي في اتجاه جهاز الكشط (الصورة مهداة من Ro-Clean Desmi/البحرية الدنماركية).*

حطام السفن، هو أبسط طرق الاستعادة (*الشكل رقم 10*). ولكن، عادةً ما تؤدي طبيعة هذه العملية غير القادرة على التفرقة إلى جمع نسب كبيرة للغاية أيضًا من المياه. وحيثما تسمح اللوائح، وتتاح المعدات، يجب التخلص من هذه المياه الزائدة لزيادة حيز التخزين المتاح.

## أجهزة الكشط ذات الحاجز المغمور

يمكن أحياناً تحقيق انتقائية أكثر للنفط من خلال توصيل جهاز عبارة عن حاجز مغمور في المياه بخرطوم الشفط (*الشكل رقم 11*). وتستخدم أجهزة الكشط ذات الحاجز المغمور الجاذبية في تصريف النفط انتقائيًا من سطح المياه. ومن خلال وضع شفة الحاجز المغمور عند التلاقي بين النفط والمياه، أو أدنى قليلاً، يتدفق النفط فوق الحاجز المغمور مما يتيح استعادته انتقائيًا مع أقل كمية ممكنة من المياه. وتحتوي الأنواع المتقدمة من أجهزة الكشط ذات الحاجز المغمور على حواجز مغمورة قابلة للضبط. وعادةً ما يتحقق الضبط الرأسي الدقيق لمكان الحاجز المغمور من خلال تركيبة تتيح ضبط المستوى ذاتيًا (*الشكل رقم 12 والشكل رقم 13*). وبدلاً من ذلك، يمكن أن تكون أجهزة الكشط ذات الحاجز المغمور عبارة عن أجهزة بسيطة للغاية وبدائية (*الشكل رقم 14*)، رغم أن مستوى المياه المحمولة قد يكون أعلى. ولا يوجد نوع فعّال من أجهزة الكشط ذات الحاجز المغمور في المياه ذات الأمواج العالية، رغم أن الموج وحده لا يعترض عادة عمل جهاز الكشط. وللتغلب على الفقد نتيجة الاحتكاك بطول خراطيم النقل، تجهز بعض أنواع أجهزة الكشط ذات الحاجز المغمور بمضخة على سطح المركب حتى يمكن دفع النفط المستعاد بطول الخرطوم بدلاً من الاعتماد على الشفط.

## أنواع أجهزة الكشط الأخرى

تمت مواءمة تصميمات أجهزة الكشط الأخرى لتتحمل الأمواج والظروف البحرية الشديدة على نحوٍ أفضل. والسيور التي تدور في الاتجاه الصاعد، على سبيل المثال، يمكن أن تخفض جزء منها تحت سطح التقاء النفط والمياه لتقليل تأثير الأمواج السطحية. ثم يكشط النفط من على السير أثناء ارتفاعه فوق السطح ويلقى في خزّان أو أي وعاء آخر. ويمكن أن تصنع السيور من مادة أليفة للزيت، كما سبق الإيضاح، اعتمادًا على قوى التصاق النفط بالعناصر الفردية للفرشاة الدوّارة (*الشكل رقم 5*) أو سلسلة ربط أو شبكة (*الشكل رقم 15*)،بينما تستخدم أنواع أخرى الدلاء أو المجاديف على السير للمساعدة في رفع النفط من على سطح المياه. وقد تتضمن بعض تصميمات السيور مزيجًا من هذه الخصائص. وبالعكس، فإن السيور التي تدور في اتجاه الأسفل تدفع النفط إلى داخل المياه ثم تلتقطه عندما يعود إلى السطح في حدود مساحة تجميع هادئة وراء السير.

وفي التيارات المائية المحلية التي تسببها الأقراص الدوّارة، قد تكفي السيور والأقراص للسماح لأنواع النفط ذات اللزوجة الخفيفة إلى المتوسطة بالتدفق بصورة طبيعية نحو جهاز الكشط بمجرد بدء عملية الاستعادة. وقد تؤدي التصميمات التي تعتمد على أقراص أو سيور مسننة "بالتقاط" النفط إلى تحسين تدفق أنواع النفط الأكثر لزوجة وسحب النفط إلى داخل جهاز الكشط. وتتضمن بعض تصميمات أجهزة الكشط ذات الحاجز الغاطس وحدات مواءمة قابلة للتبديل لإطالة زمن استخدامها مع تعرض النفط لعوامل التجوية وزيادة لزوجته (*الشكل رقم 16*). ويحتوي أحد التصميمات المعدّة لاستعادة أنواع النفط الثقيلة للغاية على برميل دوّار أو شبكة أسطوانية تتيح الاحتفاظ بالنفط داخل الشبكة في حين يتم تصريف المياه من خلالها (*الشكل رقم 17*). ولكن يمكن أن تمنع اللزوجة العالية جدًا، لبعض أنواع النفط أو المستحلبات، في النهاية التدفق في اتجاه الجهاز ولن تصبح

▲ *الشكل رقم 17: جهاز كشط برميلي ميكانيكي يتم استخدامه في منطقة ميناء. السنون الموجودة على البرميل الدوّار تسحب النفط في اتجاه الجهاز حيث تتم استعادته إلى داخل البرميل وضخه إلى مكان التخزين. يصنع البرميل من شبكة لتقليل استعادة المياه.*

الاستعادة المستمرة ممكنة إلا عند توفير قوة الدفع بصورةٍ ما لتتيح لجهاز الكشط التحرك في اتجاه النفط أو إذا تم دفع النفط في اتجاه جهاز الكشط.

وقد تم تصميم العديد من أنظمة الكشط للعمل في المياه سريعة التدفق أو عند سرعات سحب عالية. والنهج المتبع عادةً هو زيادة المساحة خلف فتحة التجميع، مما يؤدي إلى انخفاض سرعة المياه والنفط عند دخول جهاز الكشط وارتفاع النفط إلى السطح كي يتم تجميعه. ولكي تكون مثل هذه الأنظمة فعّالة، يجب أن تستطيع التعامل مع كميات كبيرة من المياه المتحركة بسرعات عالية والتغلب على الاضطرابات الناشئة عنها.

## حدود استعادة النفط

كما هو الحال بالنسبة للعديد من أساليب استعادة النفط، فإن الاستعادة الميكانيكية الناجحة تحدُّها عوامل مثل الظروف الجوية غير المواتية ولزوجة النفط وتأثيرات التيارات والأمواج. ويحد انتشار بقعة النفط وتفتتها من كمية النفط المتاحة للاستعادة في إطارٍ زمني معين، وهو ما يشار إليه بمصطلح "معدّل الالتقاء". وبالمثل، فإن قدرة النظام على استعادة النفط بطريقة انتقائية قد تشكّل مصدرًا كبيرًا للقلق إذا كانت سعة التخزين محدودة. وقد تكون سعة المضخة من أحد العوامل المقيِّدة الأخرى، فهي تؤثر على طول المسافة التي يمكن تحريك النفط بها في اتجاه التخزين. وتعطي معايير الأداء الاختبارية مؤشرًا على الأداء المتوقع لنظام الاستعادة مثل كفاءة الخرق وكفاءة الاستعادة ومعدل استعادة النفط، ولكن معدّل الالتقاء يحدُّ من كلٍ من هذه المعايير.

### معدّل الالتقاء

يشتمل معدل الالتقاء على مكوِّنين: مساحة سطح المياه الذي "يمسحه" نظام الكشط، وهو بدوره مزيج من عرض النطاق، وهو العرض الذي يتم تجميع النفط فيه، وسرعة تقدم نظام الاستعادة؛ ودرجة انتشار وتفتت بقعة النفط. وفي البحر، يمكن استعادة بقع النفط الكبيرة المنسكبة حديثًا في الظروف المناسبة بدون احتواء، بشرط أن يبقى النفط بالسُمك الكافي، ومتماسكًا ومتجانسًا (*الشكل رقم 18*).وفي مثل هذه الظروف، قد لا يحد من قدرة جهاز الكشط إلا قدرته على الاستعادة وتوافر حيز التخزين المناسب والكافي. ونتيجة لذلك، يعتبر حشد الموارد على الفور عاملاً هامًا في ضمان قدرة أجهزة الكشط على العمل بفعالية شديدة في بقع النفط المنسكبة حديثًا.

والسبب الأساسي في عدم القدرة على تحقيق معدلات الاستعادة التي ينشرها مصنعّو أجهزة الكشط، هو ميل النفط إلى الانتشار بطبيعته، والتفتت، والتأثر بعوامل التجوية بمجرد انسكابه (*الشكل رقم 19 والشكل رقم 20*). وقد أظهرت الخبرات المستفادة من العديد من حوادث الانسكابات أنه لا يمكن توقع بقاء النفط مركزًا بصورة تكفي للحفاظ على معدلات الاستعادة التي تتحقق في ظروف إجراء الاختبارات. ولذا فقد تكون نتائج الاختبارات خادعة ويجب استخدامها لأغراض المقارنة فقط.

وبمجرد انتشار النفط، تعتمد فعالية أنظمة الاستعادة بنسبة أكبر على معدل الالتقاء بالنفط. ويتحدد هذا المعدّل من خلال سرعة مركب الاستعادة، وعرض نطاقها الفعلي، بالإضافة إلى سُمك ومدى تشتت النفط. وتتحدد هذه العوامل الأخيرة من خلال معدّل الانتشار، والزمن المنصرم والظروف الجوية ونوع النفط ودرجة تكوين المستحلب، وجميعها لا يمكن التحكم فيها إلا بدرجة محدودة. ولكن يمكن تغيير عرض النطاق وسرعة التشغيل طبقًا لبعض القيود. وعلى سبيل المثال، عادةً ما يتم تحسين معدل الالتقاء بمساعدة حاجز تطويق طافٍ، مما يتيح تحقيق عرض نطاق أكثر اتساعًا وتركيز النفط الطافي والاحتفاظ به للقيام باستعادته فيما بعد. ولذا، فسوف تحدد استراتيجيات نشر حواجز التطويق الطافية إلى حدٍ كبير ممارسات التشغيل للعديد من أجهزة الكشط. وبصفة خاصة، كلما كان نظام الاستعادة ثابتًا بالنسبة لحركة المياه، زادت محدودية أداء معظم أجهزة الكشط، وذلك نظرًا لميل النفط الطافي إلى الإفلات من حواجز التطويق الطافية في التيارات المائية التي تبلغ سرعتها 0.5-0.35 متر ثانية 1- (1-0.7 عقدة). ويمكن التغلب على هذا القيد جزئيًا في بعض أنواع أجهزة الكشط ذات الدفع الذاتي حيث تتم إدارة سير أو مصفوفة من أدوات المسح الماصة، وعادةً ما يكون ذلك بين جسمي مركبٍ ثنائي الهيكل، حتى تقل سرعته بالنسبة للنفط الطافي فعليًا أو تصل إلى الصفر عند جريان المركب. وقد يكون لهذا فائدة إضافية تتمثل في تقليل الاضطرابات في النفط، مما يقلل من إمكانية تكوين المستحلب.

ويعوض ميل النفط إلى تكوين صفوف ريح في البحر، إلى حدٍ ما، من الحاجة إلى عرض نطاق كبير، حيث يصبح النفط مركزًا في نطاقات ضيقة محاذية لاتجاه الريح. ويمكن تجميع أي نفط مثل هذا باستخدام جهاز استعادة له عرض نطاق ضيق نسبيًا . وفي الحالة المثلى، يتم توجيهه من خلال طائرة مراقبة. وتعني زيادة تركيز النفط وسُمكه داخل صفوف الريح، وحقيقة أن المياه بين صفوف الريح تكون خالية نسبيًا من المياه، أنه يمكن تحقيق معدّل التقاء مماثل لما يحققه جهاز ذو عرض نطاق أكثر اتساعًا.

وفي المساحات المحدودة، مثل الموانئ والمراسي والممرات المائية داخل اليابسة، أو بالقرب من الشاطئ، قد يتأثر معدل الالتقاء بوجود العوائق مثل جسم المركب أو الأكوام أو غيرها من البنية التحتية للميناء، أو الصخور أو حطام السفن، ويتأثر بدخول النفط إلى المياه الضحلة أو النفط العالق على الشاطئ. ويمكن استعادة النفط المحتجز بسُمكٍ كافٍ في مواجهة عوائق طبيعية، مثل الحوائط البحرية وغيرها من خصائص السواحل، بسهولة، ولكن إذا تحرك النفط فقد تكون قدرة أجهزة الكشط على تتبع حركة النفط محدودة.

ومع انخفاض حجم النفط المتبقي في البحر، إما نتيجة التبخر أو التشتت أو غيرها من عمليات العوامل الجوية، أو نتيجة لتجميع غالبيته، فإن معدل الالتقاء سوف يقل بصورة مماثلة وسوف يتم الوصول إلى نقطة يجب عندها اتخاذ قرار بحشد الموارد.

## معايير الأداء

هناك عدد من معايير الأداء التي يمكن تحديدها لاختبار أنظمة الكشط داخل حدود الخزّانات الاختبارية. وتعتبر كفاءة الاستعادة إحدى المحددات الهامة للأداء الإجمالي للنظام، وهي تعني قياس انتقائية استعادة النفط ومدى تفضيله على الماء. ويتم التعبير عن هذه الكفاءة كنسبة بين كمية النفط المستعادة إلى إجمالي كمية النفط والمياه التي تم تجميعها.

وتقارن كفاءة الإنتاجية كمية النفط المجمّعة بالكمية التي تم ملاقاتها، وبذلك تركز على الخسائر التي تحدث من حاجز الاحتواء وجهاز الاستعادة ذاته. وتميل كفاءة الإنتاجية إلى الانخفاض مع زيادة سرعات التشغيل وسوء حالات البحر، مما يزيد من ارتفاع الأمواج بصورة ملحوظة، والأهم من ذلك هو انخفاض الطول الموجي وحالة البحر ذي الأمواج المتلاطمة. وبعبارة أخرى، عند السرعات العالية، هناك مقايضة بين تقليل كفاءة الإنتاجية وبين زيادة معدل الالتقاء.

وتؤدي الأمواج إلى إفلات النفط من حاجز التطويق الطافي، أما نتيجة لتدفق الأمواج من فوق الحاجز أو نتيجة لسوء خصائص تتبع حركة الأمواج، والذي يؤدي إلى اتصال الحاجز على شكل جسر يربط بين قمتي موجتين متتابعتين. وبالمثل، فإن عدم قدرة جهاز الكشط، وبخاصة أجهزة الكشط ذات الحاجز المغمور في المياه، على البقاء عند أفضل حد فاصل بين النفط والمياه عادةً ما يؤدي إلى دخول كميات كبيرة من المياه. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤدي الاضطرابات التي تسببها حركة جهاز الكشط بالنسبة إلى أية أمواج إلى فقدان النفط تحت سطح جهاز الكشط. وفي الحالة المثلى، يجب أن يكون جهاز الاستعادة صغيرًا وذا كتلة محدودة حتى يمكنه تتبع حركة الأمواج بدقة. وتكون الأجهزة المتصلة بالمراكب بصورة غير مرنة أو المدمجة ضمنها، وبالتالي لا تستطيع التحرك بصورة مستقلة أقل فعالية في حالات البحر العليا نظرًا لأنها قد تتحرك في عكس طور حركة سطح المياه. وفي المقابل، من غير المحتمل أن تسبب موجة مرتفعة للغاية ضررًا كبيرًا بشرط أن يكون الطول الموجي طويلاً بدرجة كافية.

وأحد المعاملات الأخرى الجديرة بالاهتمام هو معدل استعادة النفط، وهي كمية النفط التي يقوم جهاز الكشط باستعادتها في وحدة الزمن، مثلاً م3/ساعة. ومعدل استعادة النفط هو حاصل ضرب معدل الالتقاء بكفاءة الإنتاجية بشرط أن تتوافر لجميع أجزاء النظام (وبخاصة المضخات والتخزين) القدرة على التعامل مع معدل التدفق هذا. وعادة ما ينظر إلى أقصى قدرة للمضخة، معدّلة بالنسبة لقيم لزوجة النفط والفقدان الطبيعي في السمة، على أنها المؤشر الأوحد على قدرة جهاز الكشط وتعرف أيضًا باسم "المعدّل المثبت في اللوحة المعدنية". ورغم أن هذه القدرة هامة بالطبع، إلا أن هناك عناصر أخرى يجب أخذها في الاعتبار، مثل كمية النفط التي فشل النظام في تجميعها، وكمية المياه التي تم تجميعها مع النفط. ويجب الحكم على الأداء الإجمالي للنظام من مزيج من قدرة المضخة، ومعدل استعادة النفط وكفاءة الاستعادة، والتي تحدد معًا معدل استعادة النفط، وكمية المياه الحرة المرتبطة به.

▲ *الشكل رقم 18: مركب استعادة في بقعة نفطية كبيرة ومتجانسة من النفط السميك، مما يتيح استخدام الموارد بفعالية عالية..*

▲ *الشكل رقم 19: مع انتشار النفط وبدء تفتته، يقل معدل الالتقاء، مما يستلزم بذل جهودٍ أكبر للاستعادة.*

▲ *الشكل رقم 20: بعد بضعة أسابيع في البحر، تفتت النفط وتعرض لعوامل التجوية مكوِّنًا شرائح صغيرة، يبلغ قطرها مترًا أو أقل (حلقية)، وكتل القطران على مساحة كبيرة مما يسبب انخفاض الكفاءة الكلية إلى درجة كبيرة. عند هذه النقطة من عملية الاستجابة، كان يجب إيقاف استخدام مراكب الاستعادة نظرًا لأن استمرار العمليات قد لا يعتبر فعّالاً.*

## لزوجة النفط

تعد لزوجة النفط أحد القيود الرئيسية التي تحد من كفاءة معظم أجهزة الاستعادة. وبوجه عام، فإن أنواع النفط ذات نقاط الانصباب العالية، وتشمل بعض أنواع النفط الخام الثقيل ونفط الوقود، لا تتدفق بسهولة. وإذا كانت درجة الحرارة المحيطة أقل من نقطة الانصباب، فإن النفط يتحول إلى حالة نصف صلبة وبالتالي، يصعب استعادته، نظرًا لأنه لن يتدفق بسهولة في اتجاه جهاز الكشط.

كما تتأثر اللزوجة بميل العديد من أنواع النفط إلى تكوين مستحلبات من المياه في النفط، مما يؤدي إلى زيادة الحجم الإجمالي للملوِّث بمقدار ثلاثة أو أربعة أضعاف أو أكثر. ومع تكوّن المستحلب، ترتفع اللزوجة أيضًا ارتفاعًا بالغاً ومن الشائع أن تصل درجة اللزوجة إلى 100,000 سنتي ستوك (cSt) أو أكثر. وفي بعض المواقف، يمكن استخدام الحقن والخلط الجيد للعوامل التي تساعد على فك المستحلب أو المواد الكيميائية التي تكسِّر المستحلب كوسيلة للحد من هذه المشكلة، مما يسهِّل عمليات الضخ وفي نفس الوقت يقلل من حجم التخزين اللازم.

وتستلزم المشكلات التي تنشأ من زيادة اللزوجة مع مرور الزمن نظرًا لتعرض النفط لعوامل التجوية إعادة تقييم استراتيجيات الاستجابة باستمرار، وتشمل استخدام أفضل أنواع أجهزة الكشط وترتيبات الضخ. وعلى سبيل المثال، قد تعمل أجهزة الكشط الأليفة للزيت بكفاءة في النفط المنسكب حديثًا أو الذي لم يتعرض كثيرًا لعوامل التجوية. ولكن، مع زيادة اللزوجة وإمكانية تضمين حطام السفن، تصبح عمليات الاستعادة أقل فعالية، مما يستوجب استبدالها، وقد يتم ذلك من خلال أجهزة الكشط ذات الحافة المغمورة وباستخدام المضخات الحلزونية مع قواطع لحطام السفن (انظر الغلاف الأمامي). ولكن أي جهاز كشط قد يصبح في النهاية غير فعّال، مما يستوجب استخدام الأذرع الماسكة (دلاء مفرغة على شكل المحار يتم تحريكها ميكانيكيًا) أو أجهزة الحفر (*الشكل رقم 21*). وعادةً ما يمكن تعديل مراكب الصيد أو المراكب الأخرى المجهزة بأوناش للتعامل مع الشبكات وحصيلة الصيد، بسهولة لاستخدام الأذرع الماسكة. ولكن، رغم أن الأذرع الماسكة ومعدات الحفر عادةً ما تكون متاحة بسهولة، إلا أن استخدمها بطيئ ما لم يتم تشغيلها بحرص، ويمكنها أن تحمل كميات كبيرة من المياه المتعلقة. وأحد أبسط أساليب الاستعادة وأكثرها فعالية في مواجهة أنواع النفط عالية اللزوجة ونصف الصلبة هو استخدام مجرفة يدوية يتم استعمالها من قوارب الصيد (*الشكل رقم 22*). ويتم ثقب فتحات في المجرفة لإخراج المياه، ثم ينقل النفط إلى براميل أو خزّانات بسعة واحد طن على سطح المركب.

## المضخات والخراطيم ومصادر الطاقة

عادةً ما تحدد مرحلة الضخ الأداء الإجمالي لجهاز الكشط نظرًا لأن جميع المضخات تفقد كفاءتها مع زيادة لزوجة النفط، إلا أنها تفقدها بمعدلات متفاوتة. وبوجه عام، تعتبر مضخات الإزاحة الإيجابية أكثر ملاءمة للتعامل مع النفط المستعاد. والمضخات التي تعمل بالطرد المركزي تحدها لزوجة النفط التي يمكنها التعامل معها وتميل إلى أن تعزِّز من تكوين مستحلبات المياه في النفط. وتتمتع بعض المضخات المتخصصة، وتشمل المضخات المصممة لضخ الخرسانة والوحل، والمضخات المصممة على مبدأ أرخميدس للمضخات الحلزونية، بسماحيات عالية للغاية للزوجة، ولكن المقاومات الداخلية لخراطيم التصريف قد تصبح حينئذٍ هي العامل المحدد. وبوجه عام يجب الحد من كمية المياه المستعادة مع النفط، حتى يمكن تحقيق أفضل استخدام لحيز التخزين وتقليل تكاليف المعالجة التالية. ولكن،

▲ *الشكل رقم 21: استخدام جهاز حفر لاستعادة نفط وقود عالي اللزوجة. تم رفع تركيز النفط المستعاد إلى الحد الأقصى من خلال إعطاء تعليمات لعامل التشغيل بالإمساك بالدلو أعلى سطح المياه لفترة وجيزة، للسماح بتصريف المياه المحمولة مع النفط. وقد قلل هذا من تكاليف التخلص في المراحل التالية على حساب كفاءة الاستعادة.*

▲ *الشكل رقم 22: صيّاد يستخدم مجرفة تحتوي على شبكة لاستعادة كتل صغيرة من نفط وقود عالي اللزوجة.*

▲ *الشكل رقم 23: خرطوم منفجر نتيجة للضغط الداخلي الزائد الناشئ من ضخ وقود عالي اللزوجة (الصورة مهداة من NOFO).*

مع أنواع النفط عالية اللزوجة، قد تعطي استعادة بعض المياه الحرّة أو المحمولة فائدة مبدئية في إمكانية تقليل الضغط العكسي للنفط الذي ينشأ أثناء الضخ والقدرة المطلوبة للضخ على مسافة محددة. وسوف يقلل هذا من تآكل وتلف المكوّنات (*الشكل رقم 23*). ويمكن أن يكون لأجهزة الكشط التي تستعيد كميات كبيرة من المياه بفضل تصميمها ميزة في مثل هذه المواقف، بشرط أن تتاح مساحة كافية للتخزين أو إمكانية التخلص من المياه بعد ذلك. كما قد يساعد التسخين بالبخار لتقليل انسداد المضخات والخراطيم على تحقيق التدفق. وقد تبين حدوث انخفاضات كبيرة في ضغط مدخل المضخة عن طريق استخدام حلقة دائرية للحقن بالمياه، حيث تعمل المياه المحقونة كوسط تزييت بين النفط وبين جدران الخرطوم (*الجدول رقم 2*). وحيثما أتيح ذلك، قد يساعد استخدام خراطيم تصريف أقل في القطر و/أو أقصر في الطول على تحسين كفاءة الضخ.

ويجب تزويد خراطيم الضخ والخراطيم الهيدروليكية بأجهزة تساعد على الطفو لتجنب قوى الشد على جهاز الكشط والتي قد تؤدي إلى طفو جهاز الكشط على ارتفاع خاطئ. كما تضمن مساعدات الطفو زيادة ظهور الخراطيم لتقليل الأخطاء ولتجنب خطر تشابكها مع عمود دفع المركب. ويمكن أن تسبب جميع الخراطيم، بما فيها الخراطيم الهيدروليكية، مشاكل في التعامل معها عندما تكون متسخة بالنفط، ويجب أن يثبت فيها معدات اقتران بسيطة ولكنها فعّالة. ويمكن أن يتضح أن اختيار المواءمات مفيدٌ لتحقيق المواءمة بين الخراطيم ذات الأقطار المختلفة ولتوصيل الموصّلات المختلفة.

والعديد من أجهزة الكشط مصممة ليكون لها وحدة طاقة منفصلة للضخ، ووحدة منفصلة لمكوّنات الاستعادة إذا لزم الأمر. ويمكن استخدام وحدات الطاقة التي تعمل بالديزل، على سبيل المثال، مباشرة أو لتوفير الطاقة لأنظمة كهربية أو هيدروليكية أو هوائية. ويمكن بناء جميع المحركات، عدا محركات البنزين، بحيث تتفق مع لوائح الأمان المطبقة في مصافي النفط، ومجموعات الخزّانات وغيرها من المناطق المحظورة حيث قد يكون هناك خطر من حدوث انفجار. وعند ضخ أنواع النفط عالية اللزوجة، قد يكون هناك حاجة للتشغيل بالطاقة الكاملة، ولذا فمن المهم اختيار مستلزمات الطاقة بحيث توائم نطاق قدرات المضخة بالكامل.

## التخزين

عادةً ما يكون تخزين النفط المستعاد والمياه الملوثة بالنفط عاملاً محددًا للعملية بأسرها. وبالنسبة للعديد من المراكب، يكون حيّز التخزين المتاح على متنها محدودًا، وبخاصة بالنسبة للعديد من المراكب المتاحة (*الشكل رقم 24*). وقد يمتلئ بسرعة في أي نظام يواجه أحجاماً كبيرة من النفط. ويمكن استخدام مادة لفصل النفط عن المياه لتركيز النفط المستعاد وتعظيم استخدام الحيز المحدود. وعادةً ما يكون الفصل بمجرد الجاذبية في خزّانات الترسيب غير كافٍ. ولكن، قد تكون إمكانية تصريف المياه المفصولة مقيدة باللوائح المحلية. وتستطيع المراكب المزوّدة بقدرات تخزينية داخلية كبيرة (*الشكل رقم 25*)، أو التي لها مرافق مناسبة لفصل النفط عن المياه، قضاء وقتٍ أطول في البحر في استعادة النفط، ولكنها تكون، بالضرورة، أكبر حجمًا وبالتالي قد لا تملك القدرة الكافية على المناورة في العديد من المواقف التي تواجهها، وبخاصة بالقرب من الساحل.

ويمكن تحسين الجوانب اللوجستية من عملية الاستعادة من خلال توفير صنادل تخزين أو خزّانات لتلقي النفط المستعاد في البحر. وبدلاً من ذلك، يمكن استخدام أماكن التخزين المؤقتة المنشأة خصيصًا لهذا الغرض، مثل الصنادل التي تُملأ بالهواء (*الشكل رقم 26*). ولكن، يجب الأخذ في الاعتبار إمكانية عدم تحمل مثل هذه المركبات للظروف البحرية الصعبة عند تحميلها. ويجب استخدام الخزّانات الكبيرة أو القِرَب أو غيرها من أماكن التخزين المغلقة بحذر نظرًا لإمكانية مواجهة صعوبات بعد ذلك عند تفريغها وتنظيفها. وفي النهاية، سوف يتحتم تصريف النفط إلى الشاطئ. ويجب تحديد خزّان مناسب أو وحدات تخزين أخرى بالقرب من الأرصفة البحرية مع وجود معدات الإنزال المناسبة. وحين لا تكون المراكب مجهزة بخزّانات يمكن تسخينها، فإن استخدام ملفّات التسخين المحمولة قد يسهّل من التدفق فيما بعد عبر الأنابيب والخراطيم إلى الساحل، مما يقلل من وقت عودة المراكب إلى البحر لاستئناف عمليات الاستعادة (*الشكل رقم 27*).

وبالمثل، قد يمثل التخزين المحلي للنفط المستعاد على الساحل أو بالقرب منه عاملاً مقيدًا وعادة ما يفضل النقل المباشر إلى الشاحنات ليتم نقلها إلى مكان آخر. وكما ذكرنا، فإن عربات الخزانات الصناعية أو الزراعية مفيدة في الجمع بين العديد من العناصر المنفردة لعملية استعادة النفط. وبدلاً من ذلك، يمكن أن توفر الخزانات المحمولة أو السلال أو الآبار المبطنة، الموضوعة فوق أعلى مستوى للمياه، حلولاً متوسطة (*الشكل رقم 28*). وبالنسبة للحل الأخير، قد يتطلب الأمر استصدار تصاريح قبل إنشائه. ويجب تضمين القدرة على التخلص من المياه التي تم فصلها في خطة الموقع.

| المعدات | ضغط التصريف (باسكال لكل بوصة مربعة) | معدل التدفق (م3/ساعة) |
|---|---|---|
| المضخة وحدها | 181 | 5.9 – 4.5 |
| المضخة مع حقن المياه | 9 – 7 | 58.2 – 46.7 |

▲ *الجدول رقم 2: التحسينات في إمكانات الضخ عن طريق استخدام حقن المياه عند مدخل المضخة ومخرجها، وهي تبين انخفاض ضغط التصريف بمقدار 95% وزيادة 10 مرات في معدل التدفق. تم ضخ نفط بلزوجة قدرها 210,000 سنتي ستوك على طول خرطوم طوله 92 مترًا، باستخدام العديد من المضخات الحلزونية (المصدر: Floating Heavy Oil Recovery – Current State Analysis (استعادة النفط الثقيل الطافي - تحليل للحالة الحالية) حرس السواحل الأمريكي، مركز البحوث والتطوير/ديفيد كوبر شركة SAIC كندا، 27 يوليو/تموز 2006.)*

▲ *الشكل رقم 24: قارب عمل مزود بحيز تخزين محدود للنفط المستعاد على سطح القارب.*

▲ *الشكل رقم 25: نفط مستعاد عالي اللزوجة في خزّان على سطح مركب استعادة (الصورة مهداة من NOFO).*

◄ *الشكل رقم 26: جهاز كشط برميلي يستعيد النفط إلى صندل بحري للتخزين يملأ بالهواء*

▲ *الشكل رقم 27: ملف تسخين محمول يستخدم للمساعدة في تصريف النفط اللزج من مراكب الاستعادة إلى الشاطئ.*

▲ *الشكل رقم 28: وقود نفط في مستحلب تم استعادته من الساحل بواسطة أجهزة الكشط ومضخات إلى خزّانات مؤقتة موضوعة على قمة جرف.*

## استخدام أجهزة الكشط

### الاستعادة في البحر

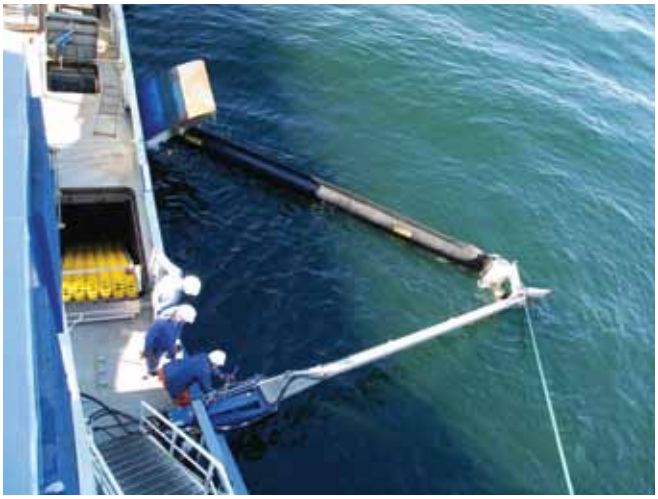
عند التخطيط للاستجابة، يجب إيلاء أهمية لمجموعة المتطلبات اللوجستية اللازمة لدعم عملية الاستعادة في البحر بأسرها. ويلزم وجود طائرة مراقبة لتحديد مواقع أكثر مناطق تواجد النفط سُمكًا ومراكب الاستعادة المباشرة لتحقيق الفعالية المُثلى. ويجب توفير المراكب المناسبة التي تستخدم لنشر حواجز التطويق الطافية وأجهزة الكشط بأسرع ما يمكن، قبل أن ينتشر النفط وتصبح بقعة النفط مفتتة إلى درجة لا يمكن معها إجراء الاستعادة. ويستلزم التنسيق من الجو استخدام طائرة مجهزة بأجهزة اتصالات بين الجو والبحر لتحقيق الاتصال المباشر مع مراكب الاستعادة، مما يتيح استجابة سريعة في مواجهة الظروف المتغيرة. ويلزم وجود مساحة تخزين كافية في البحر لتناسب المعدّل المتوقع للاستعادة، وكما سبق أن تناولنا، يجب اتخاذ الترتيبات على الشاطئ لاستقبال النفط المستعاد. وتعنى صعوبة ضمان وجود جميع هذه المكوّنات بالسرعة الكافية أنه نادرًا جدًا ما يتم استعادة أكثر من عشرة في المائة من النفط المنسكب في البحر، والمعتاد هو استعادة نسب مئوية أقل من ذلك بكثير، رغم مشاركة أعداد كبيرة من مراكب الاستجابة في العديد من الحوادث.

ولتركيز النفط الطافي في البحر، يمكن سحب حواجز التطويق الطافية في تشكيل على شكل حرف U أو حرف V أو حرف J، ويتم ذلك عادة باستخدام مركبين. كما يتم وضع جهاز الاستعادة إما من مركب واحد (*الشكل رقم 29*) أو يُسحَب كجزء من مصفوفة من حواجز التطويق الطافية (*الشكل رقم 30*). ويجب المحافظة على وضع جهاز الكشط في أقصى سُمك للنفط، ولكن يجب تجنب الاتصال بين جهاز الكشط وبين حاجز التطويق الطافي لحماية الحاجز من الاحتكام وغيره من أنواع التلف الميكانيكي. ويمكن أن يتداخل انعكاس الموج في مواجهة أجهزة الكشط كبيرة الحجم في تدفق النفط إلى عنصر الاستعادة. ويلزم التعامل مع المعدات بمهارة، جنبًا إلى جنب مع التعديلات المستمرة التي تُجرى مع تغير الظروف. وتكتسب الخبرة اللازمة لسحب حواجز التطويق الطافية بسرعات بطيئة من خلال تجارب الانسكابات والتدريبات المنتظمة. وعمليًا، يمكن أن يمثل الحفاظ على

▲ *الشكل رقم 29: حاجز تطويق طافٍ مسحوب في تشكيل على شكل حرف U مع جهاز كشط تم إنزاله من مركب الاستعادة الرئيسي.*

▲ *الشكل رقم 30: مركب كشط مجهز بسير يتم مع حاجز تطويق طافٍ ومركبا سحب في تشكيل على شكل حرف V.*

◀ *الشكل رقم 31: نظام استعادة باستخدام سفينة واحدة يتألف من حاجز تطويق طافٍ قابل للملء بالهواء متصل بزورق وجهاز كشط عالي السعة مزود بحاجز غاطس يطفو بحرية مثبت على مركب خاص بحرس السواحل. تتيح المسافة الرأسية الكبيرة بين سطح المياه وجسم المركب الاستخدام من الجانب المحجوب عن الريح (الصورة مهداة من حرس السواحل الأمريكي).*



▲ *الشكل رقم 32: نظام استعادة مصمم داخليًا في سفينة واحدة. حاجز التطويق الطافي المخزّن في حجرة على جانب المركب يتم إخراجه للاستخدام من خلال فتحة بواسطة ونش موجود على سطح المركب. كما تتيح الفتحة استعادة النفط المحتجز من خلال جهاز كشط مثبت على المركب، وهو يتكون هنا من ست مجموعات من الفُرش في ترتيب يشبه ناقل الحركة.*

التشكيل المطلوب لأنظمة الاستعادة التي تتكون من عدة مراكب مشكلة، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى صعوبة التنسيق بين هذه المراكب. والحل البديل هو الدمج بين وظائف تركيز النفط والاستعادة والتخزين في نظام يتكون من سفينة واحدة باستخدام ترتيبات مسح مرنة أو صلبة.

والأنظمة المرنة تستخدم حاجز تطويق طافٍ مرتبط بزورق (*الشكل رقم 31*). ولكن، إذا كان عرض النطاق أكبر من اللازم، فإن الإعداد يمكن أن يتعرض لخطر التلف في الأجواء الصعبة أو في الأمواج الكبيرة، ويمكن أن تُقيَّد القدرة على المناورة، مما يؤثر بشدة على التعامل مع المركب. في مثل هذه الأنظمة، يوضع جهاز الكشط عند قمة حاجز تطويق طافٍ حيث يكون يتركز النفط وقد يكون طافيًا بحُريَّة أو مدمجًا في جانب المركب مع فتحة مناسبة لتسمح بشفط النفط (*الشكل رقم 32*). وتتكون الأنظمة الصلبة من حاجز طافٍ صلب أو ذراع مسح يتم استخدامه من مركب بواسطة ونش أو أذرع هيدروليكية (*الشكل رقم 33*). ويُبنى جهاز الكشط، والذي عادةً ما يكون ذا حافة مغمورة أو فرشاة طبقًا لنوع النفط المراد استعادته، داخل الذراع، وبالقرب من المركب لتيسير عملية الاستعادة. وتعتبر السهولة النسبية للاستخدام وبساطة التصميم عاملين قويين يسهمان في نجاح أنظمة المسح الصلبة. ويمكن استخدام الأنظمة الصلبة أو المرنة من مراكب مصممة خصيصًا لذلك أو من مراكب ذات أماكن تثبيت مناسبة يمكن استغلالها. وفي الحالة المُثلى، يجب أن يكون المركب المستخدم كمنصة عمل مناسبًا للتعامل مع المعدات ولديه القدرة الكافية على المناورة للوصول إلى موقع مختار بسرعة والبقاء فيه في مواجهة الرياح والتيارات المائية. والأسطح الكبيرة المفتوحة في مراكب الإمدادات والقطر وأعمال المخاطيف (AHTS) أو مراكب إمداد المنصات البحرية (PSV) تعتبر مريحة لتخزين المعدات، وتداولها ونشرها للاستخدام وصيانتها وتنظيفها. ولكن، أثبتت التجارب أن سطح المركب المكشوف على مثل هذه المراكب يمكن أن تجعل الظروف خطرة بالنسبة لطاقم المركب في البحار الهائجة. ويمكن أن تتعرض أنواع المراكب الأخرى التي تتميز بانخفاض المسافة الرأسية من سطح الماء حتى جسم المركب إلى مشاكل مشابهة عندما تصعد إلى سطحها كميات كبيرة من المياه والنفط في ظروف الأمواج الكثيفة (*الشكل رقم 33*).

▲ *الشكل رقم 33: ذراع مسح صلب مرتبط بونش هيدروليكي بمركب الاستعادة. انخفاض المسافة الرأسية بين سطح الماء وجسم المركب والموج المرتفع الذي يواجهه المركب جعلت الظروف على السطح خطيرة بالنسبة لطاقم العمل في المركب (الصورة مهداة من WSA كوكسهافن).*

▲ *الشكل رقم 35: مركب ذو دفع ذاتي، يستخدم عادة لاستعادة حطام السفن في الميناء. هنا، تسبب انخفاض درجات الحرارة ونقطة الانصباب المرتفعة نسبيًا في تحول النفط إلى نصف صلب، مما يستلزم الاستعادة من خلال المجرفة والماسكات إلى سلة طافية.*

وبعض أنواع المراكب وُجِد أنها فعّالة بصفة خاصة في استعادة أحجام كبيرة من النفط الطافي. وبالأخص، تتيح سعات التخزين الكبيرة المتاحة في الجرّافات والخزّانات الساحلية والصنادل البحرية البقاء لفترات زمنية مطولة في البحر قبل الحاجة إلى التصريف. ويمكن أن تساعد المسافة الرأسية المرتفعة نسبيًا بين سطح البحر وأجسام هذه الأنواع من المراكب في إتاحة الاستعادة من الجانب المحجوب عن الريح (*الشكل رقم 31*)، وذلك رغم أن نشر المعدات من ارتفاع كبير يمكن أن يسبب مشاكل في مواجهة الريح. ويمكن المساعدة في التعامل مع النفط المستعاد من خلال مضخات عالية السعة والتي عادة ما تجهّز بها هذه الأنواع من المراكب وحقيقة أن الخزانات عادة ما تكون مزوّدة بملفات تسخين.

وبالنسبة للجرافات، فإنه قد يكون من المتاح استخدام أنابيب الجرافة أو الدلاء مباشرة في النفط في بعض الظروف المحدودة وتقلل الطبيعة غير الانتقائية والقطر الكبير للأنابيب في هذه الأنظمة من إمكانية تعرضها للانسداد بفعل حطام السفن والنفط المكوّن للمستحلب بدرجات كبيرة.

▲ *الشكل رقم 34: جهاز كشف ذو حاجز غاطس يقوم باستعادة النفط في مدخل صخري محمي. يتيح الغاطس الضحل للمركب العمل بالقرب من الشاطئ. يساعد عمّال التشغيل بتحريك النفط في اتجاه فوهة الحاجز الغاطس.*

## الاستعادة على السواحل وبالقرب منها

يمكن استخدام أجهزة الكشط ذات الدفع الذاتي لتحقيق آثار جيدة في المياه الهادئة في الموانئ، والمرافئ والمناطق المحمية (*الشكل رقم 34* و*الشكل رقم 35*) حيث يمكن أن تقوم أيضًا بوظيفة ثانوية، مثل جمع حطام السفن. وعادةً ما تشكل هذه المراكب جزءً لا يتجزأ من ترتيبات الاستجابة في محطات النفط والمصافي حيث يكون هناك إدراك وفهم لخطورة التلوث بالنفط ومعرفة بنوع النفط وقد يكون التخطيط للاستجابة سهلاً نسبيًا. وتعد أجهزة الكشط المبنية خصيصًا ذاتية الدفع مرتفعة التكلفة نسبيًا، ولكنها فعّالة في المناطق المغلقة، وبخاصة حيثما يكون الوصول إلى الساحل غير عملي.

وبالنسبة لأجهزة الكشط المحمولة، قد يوفر استخدام المراكب ضحلة العمق داخل المياه منصات عمل مُثلى بالقرب من الساحل (*الشكل رقم 6*). وفي مثل هذه الحالات قد توضع الخزّانات المحمولة أو الحاويات المتوسطة للمواد السائبة (IBC) على سطح المركب لتلقي النفط. ولكن، يجب توخي الحذر لضمان ألا تؤثر أحجام النفط المخزنة، بالإضافة إلى وجود وحدات الطاقة وغيرها من المعدات، على اتزان المركب.

وكما هو شائع مع المواد الطافية الأخرى، يتراكم النفط في بعض الأماكن على طول الساحل تحت تأثير الرياح وحركة المياه. ويمكن أن تساعد نقاط التجميع الطبيعية هذه في عمليات الاستعادة (*الشكل رقم 10*)، بشرط أن تكون أجهزة الكشط قادرة على التعامل مع حطام السفن الذي يتواجد عادة في هذه المناطق، وكثيرًا ما يتواجد بكميات كبيرة. وقد تكون أجهزة الكشط التي تعمل بالممسحة المعلقة بالحبال الأليفة للزيت، والتي لا يقيد عملها حطام السفن بنفس القدر الذي يؤثر به على أنواع أجهزة الكشط الأخرى، هي الأكثر فعالية (*الشكل رقم 6*). ويمكن تحسين الاستعادة بمساعدة حواجز التطويق الطافية لزيادة تركيز النفط ولتقليل احتمال إعادة حشد الموارد عند تغير الرياح أو التيارات المائية. كما يمكن نشر أجهزة الكشط التي تعمل بالممسحة المعلقة بالحبال الأليفة للزيت بصورة فعّالة داخل حاجز تطويق طافٍ لتجميع كميات صغيرة من النفط بمحاذاة طولها.

وحيثما أمكن، يكون عادةً من الأسهل تشغيل أجهزة الكشط من الساحل، وبخاصة إذا كان طريق الوصول متاحًا وتوجد مساحة عمل صلبة أو مسطحة بالقرب من النقطة التي يراد استعادة النفط منها. ويمكن تشغيل أجهزة النفط من الأوناش

المثبتة على حوائط ربط السفن والأرصفة البحرية (*الشكل رقم 7*)، أو إذا كان النفط بالسُمك الكافي، فيمكن حتى أن توضع بعض أنواع المضخات في النفط مباشرة. وبمجرد تحديد موقع العمل، يمكن أن يسهِّل وضع رسم تخطيطي مبسط للموقع عملية التعامل مع النفط المستعاد وأن يقلل من مخاطر العمل. ويجب التفكير مليًا في توفير الدعم اللازم لعمّال التشغيل، ويشمل الوقود، والإمدادات والمأوى والاتصالات مع مركز إدارة الحدث.

وحيثما كان النفط عالقًا في الشواطئ الطينية أو الرملية، قد تتيح الظروف تركيز النفط في خنادق لاستعادته، وفي الغالب يتم هذا باستخدام أجهزة تفريغ (*الشكل رقم 8*). ويمكن استعادة النفط المتجمع بين الصخور أو في الشقوق بأسلوب مماثل. وعلى الشواطئ الرملية كثيفة الرمال، يمكن الإسراع بعملية الاستعادة عن طريق استخدام براميل أليفة للزيت أو أجهزة أخرى مثبتة على جرّار لتجميع كتل القطران (*الشكل رقم 36*). وقد تكون أنواع أجهزة الكشط المتخصصة الأخرى فعّالة في حالات معينة على الشاطئ. ولكن، في أغلب الأحوال، سوف تكون هناك أساليب أخرى أكثر فعالية، وتشمل الاستعادة اليدوية. وسوف تخضع استعادة النفط في الأنهار والبحيرات لقيود مشابهة، وبخاصة من ناحية القدرة على الوصول والتيارات المائية. ولكن، استعادة النفط على الجليد تمثل عددًا من المشكلات المحددة، ليس أقلها أن النفط قد يحتجز داخل الجليد ذاته. ولا تزال الأجهزة التي تكسِّر الثلج لتتيح الاستعادة تخضع لأبحاث مستمرة. ولكن المشكلة الأساسية في هذا النهج هي أن تركيز النفط عادةً ما يكون منخفضًا للغاية في الثلج المستعاد، وفي بعض الأحيان، يمكن تحقيق معدلات استعادة أكبر بعد فترة من فك التجميد. وقد يتيح استخدام أجهزة الكشط ذات الممسحة المثبتة بالحبال استعادة النفط الطافي بحرية بين كتل الجليد المنزلقة، على الرغم من تعرض الآلات لمخاطر الاحتجاز في البرد.

## إدارة عمليات الاستعادة

تشير التجارب المستمدة من الانسكابات السابقة إلى أن أنجح عمليات الاستعادة تنطوي بصفة عامة على تنظيم جيد الإعداد، تتواجد فيه جميع المطالب اللوجستية بالإضافة إلى أطقم عمل مدربة والقدرة على الحشد بسرعة. وفي جميع الحالات، تعتبر فعالية تنظيم الاستجابة الإجمالية بنفس أهمية أداء المعدّات. ويتطلب الاستخدام الناجح لأي نظام رصد جميع مكوّنات الاحتواء والاستعادة والتخزين بصورة مستمرة، وأن يظل النظام قادرًا على المناورة بالقدر الكافي لتتبع التغيرات في توزيع النفط.

وتتطلب جميع عمليات الاستعادة إشرافًا لضمان وصول النفط إلى جهاز الكشط وعدم تراكم حطام السفن أو دخوله إلى الجهاز مما قد يقلل من كفاءته أو يسبب تلفه. وتزوّد العديد من أجهزة الكشط بحواجز لحطام السفن عادة ما تُسدّ بفعل النفط أو حطام السفن. وللحفاظ على أداء مرتفع، يجب ضبط سرعة الكشط لتلائم الظروف ومعدل وصول النفط إلى موقع التجميع. وحينما لا يوجد إلا كميات صغيرة فقط، يجب إجراء عمليات الكشط على فترات لتجنب تجميع المياه بصورة زائدة، وحيثما أمكن، يتم تركيز النفط باستخدام حواجز التطويق الطافية.

وبوجه عام، تكون أجهزة الكشط والمعدات المتعلقة بها مثل وحدات الطاقة قوية الاحتمال، ولكن، لا مناص من حدوث أعطال نتيجة للتلف أو الانسداد بفعل حطام السفن، أو الاستخدام الخاطئ أو التآكل والتلف. وعادةً ما يتطلب الإصلاح خبرات متخصصة، وإتاحة قطع الغيار والأدوات المناسبة. واستخدام أطقم التشغيل المدربين بصورة مناسبة، والذين يفهمون حدود المعدات وقادرون على فك الماكينات وإعادة بنائها طبقًا للحاجة لتقليل زمن التأخير. وإذا كانت المعدات تخضع لبرنامج صيانة دورية، فإنها تكون أكثر احتمالاً لدخول الخدمة على الفور بمجرد سحبها من المخزن وتقل مخاطر تعطلها في الميدان. وقد يتألف مثل هذا البرنامج من جدولٍ زمني ثابت يتضمن استبدال الأسطح المتآكلة بعد قضاء فترة زمنية معينة في الخدمة، وتزويد أو استبدال الشحوم وتشغيل المعدّات بحثًا عن الأعطال.

ولا ينصح إطلاقاً بوضع المشتتات بالتتالي مع عمليات الكشط، نظرًا لتعارض المبدأ الذي تقوم عليه الطريقتان، كما أن النفط الذي يتم تشتيته في العمود المائي لا يمكن استعادته باستخدام أجهزة الكشط السطحية. وبالإضافة إلى ذلك، تغيِّر المشتتات من خصائص سطح النفط، وعندما توضع بالقرب من أجهزة الكشط الأليفة للزيت على وجه الخصوص، فإنها يمكن أن تجعل هذه الأجهزة غير فعّالة. وبالمثل، فإن نشر المواد الماصة، وبخاصة في صورة سائبة أو في صورة وسادات، إلى سطح البحر بالتزامن مع عمليات الكشط يحتمل أن يؤدي إلى انسداد أنظمة الاستعادة.

وقد يكون إجراء عمليات الاستعادة ليلاً متاحًا في بعض المواقع مثل الموانئ، حين يكون النفط قد تم تحديده مسبقًا واحتواؤه وحيث تتاح الإضاءة المناسبة. ولكن، من غير المحتمل أن تكون محاولات تحديد موقع النفط واستعادته في البحر ليلاً فعّالة وقد تكون غير آمنة بالنسبة للعاملين فيها.

وسوف يتيح سجِل النشاط اليومي، الذي يفصِّل استخدام موارد الاستعادة، وكميات النفط التي تم استعادتها وأي تلف أو إصلاحات تم إجراؤها، رصد التقدم المحرز داخل مركز السيطرة، وسوف يساعد على صياغة طلبات التعويضات فيما بعد. وبالنسبة لمراكب الاستعادة كبيرة الحجم، قد يتم تضمين هذه المعلومات بصورة روتينية ضمن سجلات السفن التي عادة ما تفرضها السلطات البحرية.

ويجب إنهاء استخدام أجهزة الكشط والموارد المتعلقة بها مع تضاؤل فعالية العملية، أي مع انخفاض معدلات الالتقاء أو معدلات الاستعادة إلى قيم ضئيلة للغاية. وبعد الاستخدام، يجب تنظيف أجهزة الكشط والمعدات الملحقة وإجراء الصيانة الشاملة لها لتحديد أوجه التآكل والتلف وإصلاحها (*الشكل رقم 73*). ويمكن استخدام تيارات البخار أو المذيبات في إزالة النفط، ولكن يجب ألا تستخدم المنظفات الكيميائية

▲ *الشكل رقم 36: جهاز كشط أليف للزيت محمّل على جرّار، يستخدم لتجميع كتل القطران الجديدة على شاطئ رملي كثيف الرمال (الصورة مهداة من Le Floch Dépollution).*

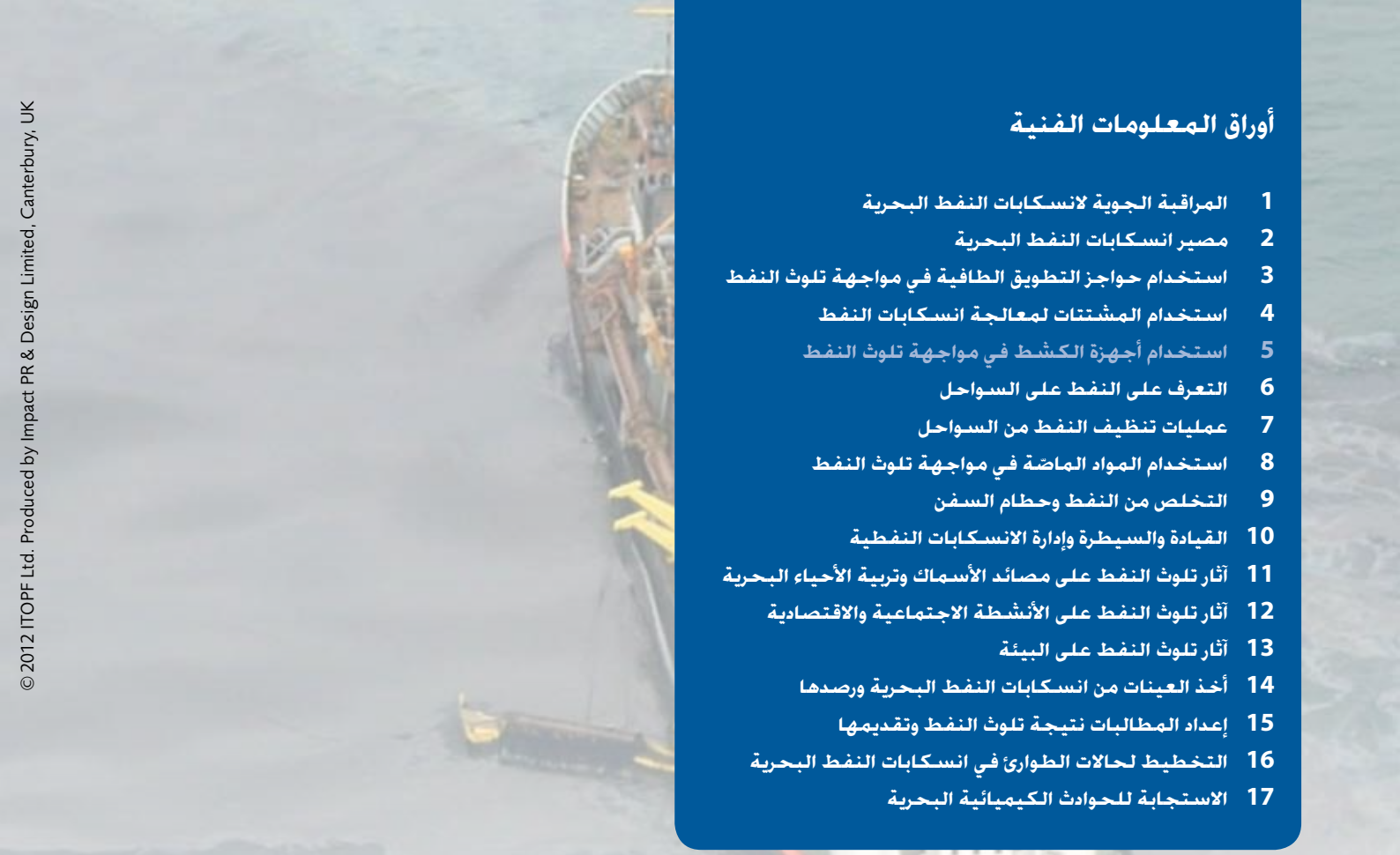
على الأقراص الأليفة للزيت أو المماسح الماصة نظرًا لإمكانية تغير الخصائص الأليفة للزيت لأجهزة الكشط هذه بصورة عكسية. وحينما تُعاد المعدات إلى مكان التخزين، يجب حمايتها من التلف، ومن الأجواء الرطبة والمالحة التي تسبب التآكل. وسوف تتلف المماسح الماصة والسيور المطاطية والمواد البلاستيكية المتضمنة في أجهزة الكشط عند تعرضها لضوء الشمس المباشر لفترات طويلة. ويجب أن يتيح تخزين المعدات إمكانية الوصول إليها بسهولة لتيسير إجراء عمليات التفتيش بانتظام، والصيانة والاختبارات وبخاصة مع احتمال تكرار استخدامها.

▲ *الشكل رقم 37: جهاز كشط ذو حاجز غاطس تمت إعادته للساحل بعد استعادة نفط ثقيل. بعد إنهاء الاستخدام، يجب تنظيف المعدّات وإجراء الصيانة الشاملة لها استعدادًا للاستخدام في المستقبل.*

## نقاط رئيسية

- يجب تقييم مميزات خيارات الاستعادة في البحر أو بالقرب من الشاطئ في ظل الظروف السائدة مثل حالة البحر والرياح والتيارات المائية وأماكن المواقع الحساسة.
- سوف يحدد نوع النفط المراد استعادته ولزوجته ودرجات الحرارة المحيطة وأية تغيرات مع مرور الزمن نوع جهاز الكشط الذي سيكون أكثر فعالية.
- يجب أخذ معايير السعة والاعتمادية والصلابة والأداء الميداني والوزن والتداول وتعدد الاستخدامات ومصدر الطاقة والصيانة والتكلفة في الاعتبار عند اختيار أنواع أجهزة الكشط الأكثر ملاءمة.
- عادة ما تتوافر شاحنات التفريغ وغيرها من أنظمة الشفط بسهولة لاستعادة الطبقات السميكة من النفط على الساحل أو بالقرب منه.
- يتحسن التنسيق الفعّال لعمليات استعادة النفط في البحر من خلال استخدام طائرة لمراقبة النفط وسير عملية التنظيف ولتوجيه مراكب الاستعادة إلى أكثر بقع النفط كثافة لتحقيق أقصى فعالية ممكنة.
- يجب رصد أداء جهاز الكشط باستمرار لضمان تحقيق الفعالية المُثلى.
- لابد من تناول الأمور اللوجستية المتعلقة بالضخ والتخزين والتخلص من النفط المُستعاد لضمان خفض أزمنة التأخير في الاستعادة إلى أدنى حدٍ ممكن.
- يجب الترتيب لإجراء التفتيشات والاختبارات الدورية للمعدات للحفاظ على معايير تدريب الموظفين وتصحيح أية أعطال في المعدات.

© 2012 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