

الأضرار البيئية للإنسكابات النفطية في البيئة البحرية وطرق مكافحتها

مهدي هنداوي عبد النبي¹، أحمد عبدالعاطي يوسف²

1- المعهد العالي للعلوم والتقنية - طبرق mahdi.elhendawi@gmail.com

2- المعهد العالي للعلوم والتقنية - طبرق ahmed369a@gmail.com

الملخص

تشكل المحيطات أكثر من 70 % من سطح الأرض وإن حجم سكانها من المواطن هو أكبر بنحو 300 مرة من حجم المواطن على سطح الأرض وتشكل الأحياء البحرية قدرا كبيرا من الكائنات الحية بدءا من الكائنات المجهرية، كمعظم العوالق الحيوانية والعوالق النباتية إلى الحيتان الضخمة الذي يصل طولها إلى ما يزيد عن خمسون مترا. وتعتبر الحياة البحرية موردا ضخما للحياة حيث توفر الأغذية والأدوية والمواد الخام. وبشكل أساسي فإن الحياة البحرية تساعد على تحديد طبيعة كوكبنا. كما تساهم الكائنات الحية البحرية مساهمة كبيرة في دورة الأكسجين، وتشارك في تنظيم مناخ الأرض. والشواطئ هي جزئيا محمية من الحياة البحرية حتى ان بعض الكائنات البحرية تساعد على تجديد دورة الأرض. إن مشكلة التلوث البيئي ليست مشكلة جديدة أو طارئة بالنسبة للأرض، وإنما الجديد فيها هو زيادة شدة التلوث كماً وكيفاً في عصرنا الحاضر. وتقدر كميات التلوث البحري بالنفط بنحو 160,000 مليون طن سنوياً، وهذه الكمية في تزايد بسبب التوسع في عمليات التنقيب، ويعزى أكثر من 80 % من حوادث التلوث البحري بالنفط إلى تصرفات تتسم غالباً بعدم المسؤولية أو التعمد. يتميز النفط بقدرته العالية على التفاعل والانتشار بعدة أشكال في البحار أو المحيطات وبعده أشكال مختلفة تعتمد على العديد من العوامل الحيوية والفيزيائية والجوية مثل الانتشار (spreading) والانجراف (Drifting) والتبخر (Evaporation) والتفكك والتحلل الطبيعي (Natural Dispersion) وتشكله على شكل مستحلب (خليط ماء وبنفط) (water in oil Emulsification) والذوبان (Dissolution) والأكسدة (Oxidation) والترسيب (Sedimentation) والتحلل البكتيري (Biodegradation). في هذه الورقة نحاول أن نلقي الضوء على الطرق والوسائل المختلفة في الإدارة البيئية لمكافحة الإنسكابات النفطية في البيئة البحرية لما لهذا الموضوع من أهمية من حيث آثاره الضارة على الحياة البحرية بكافة أنواعها.

الكلمات المفتاحية: الإدارة البيئية، الإنسكابات النفطية، البيئة البحرية، التلوث البيئي، الكائنات البحرية، مكافحة التلوث.

1. مقدمة

باتت مشكلة التلوث البيئي تَورق فكر المهتمين بالشؤون البيئية، فبدأوا يدقون نواقيس الخطر، ويدعون لوقف أو الحد من هذا التلوث الذي تتعرض له البيئة نتيجة للنهضة الصناعية والتقدم التكنولوجي في هذا العصر، فالتلوث مشكلة عالمية، لا تعترف بالحدود السياسية لذلك حظيت باهتمام دولي، لأنها فرضت نفسها فرضاً، ولأن التصدي لها يجاوز حدود وإمكانيات التحرك الفردي لمواجهة هذا الخطر المخيف. والحق أن الأخطار البيئية لا تقل خطراً عن النزاعات والحروب والأمراض الفتاكة إن لم تزد عليها[1].

وقد أصاب التلوث كل عناصر البيئة المحيطة بالإنسان من ماء وهواء وغذاء وتربة، وزادت الضجة المؤرقة والإشعاعات المؤذية، فالماء في البحار والأنهار أصبح ملوث في حدود كبيرة أو قليلة بالكيماويات والفضلات وبقايا النفط والمعادن الثقيلة، بل وبالماء المستعمل نفسه، والهواء في أغلب المناطق المأهولة اختلت فيه نسب الغازات المكونة له لصالح الضار منها بفعل آلات الاحتراق الداخلي في المصانع والسيارات مع تقلص المساحات الخضراء، والغذاء وصل إليه التلوث عن طريق المبيدات والكيماويات الحافظة وغيرها من الإضافات الضارة، والتربة أصابها التلوث بسبب بقايا المبيدات والأسمدة الكيماوية والمخلفات الغريبة والأملاح الزائدة، وصار التلوث الصوتي من لوازم العصر بعد زيادة الضوضاء والأصوات المستتكرة بمصادرها الحديثة المختلفة، وظهر التلوث الإشعاعي نتيجة استخدام الذرة سواء في الحرب أو في السلم [2].

يعتبر التلوث البحري مشكلة بيئية عالمية تخص جميع دول العالم وذلك لأنها تشترك مع بعضها في الثروة البحرية وفي الموارد الطبيعية وفي الملاحة الدولية والسياحية وخاصة دول البحر الأبيض المتوسط الذي تحتل فيه الجمهورية العربية السورية موقعا استراتيجيا بينها [3].

لقد حظي التلوث البحري بالنفط باهتمام الكثير من الباحثين في السنوات الأخيرة، وبخاصة بعد الكوارث الكبيرة التي تعرضت لها بعض المسطحات المائية، التي كان تسرب النفط أو انسكابه عرضاً فيها هو السبب الرئيسي لها. ولعل ما حدث في الخليج العربي إبان حربي الخليج الأولى والثانية وفي خليج المكسيك (شكل 1) ليس ببعيد عن أذهاننا.



شكل 1 تسرب نفطي لأحد الحقول البحرية بخليج المكسيك

لكن تبين بعض الأبحاث أن الأضرار أخفى من تلك المظاهر التي تعودناها ، فبعض مكونات البترول سام ، وبعضها يسبب السرطان ، وهي تصمد في البيئة دون أن يعثرها أي تحلل أو تفكك مما يؤدي إلى انتشارها وبالتالي نشرها للمرض [4].

ويصعب التحكم في التلوث البحري أو منع انتشاره حيث أنه خطر عائم ومتحرك يتحكم فيه اتجاه الرياح وعوامل المد والجزر وشدة الأمواج كما بالشكل 2، وبذلك تصعب السيطرة عليه، حيث أن ملوثات منطقة ما تنتقل بعد فترة إلى مناطق أخرى إما مباشرة أو بطريقة غير مباشرة عن طريق الأسماك الملوثة. كما أن التلوث بالنفط لا يوجب تلوث البحار ومن فيها أو عليها فقط، وإنما فوق ذلك بحيث أن البخار يتصاعد نتيجة لأشعة الشمس، وتنزل الأبخرة بصورة مطر وعلى شكل ضباب وما أشبه ذلك إلى الأرض والمحاصيل والإنسان والحيوان [5].

2. الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى أهم الآثار المترتبة على تلوث البيئة البحرية بشكل عام، والآثار المترتبة على الأحياء البحرية وتأثير التلوث النفطي على عملية الصيد والأسماك، كما تتناول أيضاً تأثير التلوث النفطي على الهائمات النباتية والطحالب والقشريات والرخويات، والآثار المترتبة على الطيور فضلاً عن الجوانب الأخرى والطرق المختلفة للإدارة البيئية لإزالة النفط من البيئة البحرية.



شكل 2 كوارث بحرية جراء التلوث النفطي

ويؤدي تلوث البحار والمحيطات بالنفط إلى مجموعة كوارث حقيقية في غاية الخطورة فمنها ما يمكن ملاحظته وحصره والسيطرة عليه منذ بداية التلوث وخلال عدة أيام وإلى شهور ومنها لا يمكن حصره والسيطرة عليه لأن أثاره الخطيرة لا تظهر إلا بعد عدة سنوات ولا يمكننا السيطرة عليها.

يتوزع ضرر التلوث بالنفط على كافة أشكال الحياة " الإنسان والكائنات الحية البحرية والبرية والطيور والنباتات" و يؤدي بالنهاية إلى موت وانقراض الملايين من الكائنات الحية البحرية ومن كافة الأجناس والأنواع والأحجام وإلى تعطل أغلب الخدمات الملاحية وإلى تدمير السياحة من خلال تلويثه المياه و الشواطئ وإلى إلحاق الضرر بمحطات تحلية المياه ووصول بعض المواد الكيميائية الناتجة من النفط إلى مياه الشرب وإلى انخفاض كبير في إنتاجية صيد الأسماك ، كما يدمر الأيكات النباتية وعلى رأسها غابات المانجروف بالإضافة إلى إلحاق الضرر بألاف الأنواع من الطيور حيث يؤدي النفط إلى قتل الطيور من خلال قتله إلى الأحياء البحرية كاليرقات التي يعتمد عليها في غذاؤه وأيضا من جراء تلوث الطيور ذاتها بالنفط عند قيامها بصيد تلك اليرقات[6].

بالإضافة إلى تأثيرات أكثر خبثاً وهي الوصول إلى غذاء الإنسان، حيث تتجمع وتحتجز مركبات النفط في الكائنات الحية البحرية من أسماك وغيرها من الأصداف والقشريات والروبيان. وتصلنا نحن البشر عبر سلسلة الغذاء عندما يأكلها الإنسان. كما أن المركبات النفطية الخطيرة والأكثر ثباتاً تنتقل إلى الإنسان أيضا عن طريق السلسلة الغذائية حيث تحتجز في أكباد ودهون الحيوانات البحرية، وهذه المركبات لها آثار سيئة بعيدة المدى لا تظهر على الجسم البشري إلا بعد عدة سنوات.

وفي الوطن العربي أصبحت مشكلة تلوث الشواطئ والبحار خطرا داهماً على النشاط البشري والاقتصادي يؤرق المهتمين بشؤون البيئة حيث أن أكثر من نصف السكان العرب يعيشون على امتداد المناطق الساحلية والبحرية وهم بذلك يعتمدون على مياه البحر في مجالات السياحة والاصطياف وتحلية مياه البحر نتيجة لندرة المياه العذبة بالإضافة إلى استخدام البحر كمصدر للغذاء واستخراج المعادن ، وإن البحار المطل عليها الوطن العربي (البحر المتوسط، البحر الأحمر، الخليج العربي) تعتبر من أكثر البحار تلوثاً وذلك لأنها بحار شبه مغلقة حيث أن مياهها لا تتجدد إلا بعد حوالي مائة سنة أو يزيد بالإضافة إلى كثافة حركة الملاحة واستخدام هذه البحار كمستودعات للملوثات الأخرى مثل القمامة ومياه الصرف الصحي .

4. الأضرار الناتجة عن تلوث المياه بزيت النفط

1.4. الآثار المترتبة على البيئة البحرية بشكل عام

(1) نظراً لأن كثافة النفط أقل من كثافة الماء فهو يطفو على سطحه مكوناً طبقة رقيقة عازلة بين الماء والهواء الجوي وهذه الطبقة تنتشر فوق مساحة كبيرة من سطح الماء (اللتر الواحد من النفط المتسرب في البحر يغطي بانتشاره مساحة تزيد عن 4000 متر مربع من المياه السطحية) ومن المعروف أن النفط يدوم طويلاً في المياه ولا يتحلل إلا عن طريق أنواع معينة من البكتيريا وبالتالي تمنع هذه الطبقة التبادل الغازي بين الهواء والماء وتمنع وصول الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون والضوء إلى الماء، مما يؤدي إلى توقف عملية التركيب الضوئي التي تقوم بها النباتات المائية. وكما هو معلوم فإن عملية التمثيل الضوئي ضرورية لتزويد مياه البحر بالأكسجين وتنقيته من ثاني أكسيد الكربون. ويتوقف انتشار النفط على المياه السطحية على عوامل عديدة منها طبيعة النفط والرياح السائدة، والأمواج والتيارات البحرية وقوتها، كما تتوقف مدة دوام النفط الذي يغطي الشواطئ على خصائصه التكوينية وطبيعة الشواطئ .

(2) تقوم البقعة النفطية بعزل حرارة الشمس ومنعها من الوصول إلى الأعماق، ويؤثر ذلك في الثروة المرجانية والإسفنج. وإذا ما دمرت هذه الشعاب فإنه لن يتكوّن غيرها إلا بعد عشرات السنين، ومعروف أن هلاك الشعاب المرجانية يتبعه هلاك عدد كبير من الأحياء المائية التي تعيش فيها كالأسمك ونجمة البحر والجمبري وطحبان البحر.

(3) يحتوي النفط على مواد تعرف باسم "النافثينات" وهي مركبات سامة تتسبب في قتل الأسماك الصغيرة والمحار واللافقاريات القاعية والرخويات والقشريات. وقد حسب العلماء أن مقدار 10 جرامات فقط من النفط في متر مكعب واحد من مياه البحر يكون كافياً لقتل بيض السمك الموجود في هذا المتر المكعب. ويتسبب وجود البقعة النفطية في قتل الأسماك الصغيرة بالدرجة الأولى، فالسمكة الصغيرة التي خرجت لتوها من البيضة تحتاج إلى رشفة من الهواء لكي تملأ كيسها الهوائي وحين تطفو إلى السطح تجد طبقة النفط فإذا أخذت جرعة ملوثة هلكت. وقد وجد أن قطرة النفط التي يبلغ قطرها 0.0001 ملم تعزل الماء عن أكسجين الهواء الجوي وتغيّر عملية التبخر. ولعل أكبر مأساة هي تلك التي تحدث نتيجة قتل البلانكتونات، فبدون هذه العوالق البحرية تستحيل الحياة في البحر،

حيث تتغذى عليها غالبية الأسماك والحيوانات البحرية وهذه الأحياء تتكاثر بسرعة مذهلة، ويستطيع الكيلو جرام الواحد منها أن يتحول خلا 17 يوماً فقط إلى 150 مليون طن ، وهكذا فإن قتل هذه الأحياء الدقيقة نتيجة التلوث النفطي يعني حرمان الأحياء البحرية من المصدر الأساسي لغذائها، وعلاوةً على ذلك فإن هذه البلاكتونات تقوم بدور رئيسي في توفير الأكسجين. وربما لا يعلم الكثيرون أن الكمية الرئيسية من أكسجين الهواء الجوي لا تولدها الأشجار الضخمة وإنما تولدها العوالق المائية النباتية الصغيرة جداً.

(4) يحتوي النفط على مواد عطرية تمتصها الكائنات البحرية فتقتلها، حيث تؤثر هذه المواد على الأسماك والمحار ذي الصدفتين وبيض السمك. والتركيز الصغير جداً منها الذي يصل إلى 0.1 جزء في المليون يؤثر في القشريات والأحياء التي تعيش في قاع البحر .

(5) من المعروف أن النفط غير قابل للذوبان في الماء ، غير أن جزءاً صغيراً منه يختلط بالماء ويكوّن مستحلباً Emulsion كالشوكولاته يعرف بمستحلب الزيت في الماء (شكل 3)، حيث تعقد أحياناً الأحوال البحرية والجوية عمليات التنظيف فيمتزج النفط الخام المتسرب بماء البحر متحولاً إلى مستحلب يحتوي نسبة ماء 10% فيصبح الماء أكثر لزوجة والتلوث أربعة أضعاف من حجم النفط الخام. فأتثناء هيجان البحر تختلط بقعة الزيت بماءٍ تحتها ويتكون نوع جديد من المستحلبات تظهر على هيئة رغوة سميكة فوق بقعة الزيت يصعب التخلص منها وتغطي مساحات واسعة تصل مئات الكيلو مترات.



شكل 3 تشكل مستحلب لنتف ثقيل على الشاطئ بفعل الأمواج والرياح

6) إضافة إلى تلوين البقع النفطية لمياه البحر، فإن البقعة النفطية تؤثر تأثيراً خطيراً في التوازن الحراري للمياه وعملية التبخر. وتدل التجارب المعملية على أن أرق طبقة من النفط تقلل التبخر بنسبة 60 % . ومن المعروف أن البحار والمحيطات تؤمن نسبة 90 % من بخار الماء الموجود في الجو. وتتسبب البقعة النفطية في زيادة سخونة سطح المياه . ويؤثر هذا التلوث في نسبة الأكسجين الذائب في المياه حيث يقللها ، وهذا يؤثر سلباً في سرعة نمو الأحياء المائية من نباتات وحيوانات ، ومن ثم يؤدي إلى حدوث اختلال في التوازن البيئي البحري .

7) إن أكثر الأضرار أهميةً وخطورةً هو استهلاك الأكسجين الذائب في المياه والضروري لتنفس الكائنات البحرية . ويحدث استهلاك الأكسجين الذائب في المياه نتيجة عاملين :
أ- استهلاك كميات كبيرة منه في أثناء قيام بكتريا التحلل بعملية تحليل النفط إلى مركباته الأولى، وفي هذا الصدد، فإن تحلل برميل واحد من النفط يؤدي إلى استهلاك الأكسجين المذاب في نحو 400000 برميل ماء .

ب- تقليل قدرة التبادل الأكسجيني بين الماء والهواء نتيجة الطبقة الرقيقة السوداء التي يكونها النفط فوق سطح الماء، إذ تشكل هذه الطبقة عائقاً يحد من عملية تبادل الأكسجين لتصبح دون المعدل بكثير .

8) تتسبب البقعة النفطية في تلوين الهواء أيضاً ، من خلال تبخر الأجزاء الخفيفة المتطايرة الموجودة في النفط ، ويتراوح معدل التبخر بين 10% و 75% من الوزن الإجمالي لبقعة النفط . تتصاعد الكثير من الأبخرة من بقع الزيت وتقوم التيارات الهوائية بدفع هذه الأبخرة بعيداً من الموضع الذي تلوث بالنفط إلى الأماكن السكنية على الشواطئ والمناطق الساحلية بواسطة الهواء الذي أصبح مشبعاً بها إلى درجة كبيرة وبتكرير عال فوق المقبول مما يؤثر على النظام البيئي البري والبحري. وتؤثر في هذا المعدل عوامل مختلفة، بعضها متعلق بخصائص النفط نفسه كالكتافة واللزوجة والضغط البخاري، والبعض الآخر يتعلق بعوامل طبيعية مثل درجة حرارة كل من الهواء ومياه البحر وحركة الموج وسرعة الرياح واتجاهات التيارات المائية .

9) تعمل الرياح وحركة الأمواج على زيادة التلوث برفع أجزاء من بقعة الزيت نحو الشاطئ وتلوث الرمال وتحيلها إلى منطقة عديمة النفع. لذلك تكون الشواطئ المجاورة لخطوط نقل النفط مهددة بتسربات نفطية لأنها تقع تحت رحمة حركة الرياح والمد والجزر والأمواج التي يمكنها دفع البقع النفطية نحوها.

10) قد يصحب تلوث المياه بزيت النفط نوع آخر من التلوث يشبه التلوث الكيميائي فبعد انتشار طبقة الزيت وبمرور الزمن تستطيع أشعة الشمس اختراقها ويتمكن أكسجين الهواء من الانتشار خلالها وبهذا التأثير يحدث تفاعل كيميائي ضوئي يشترك فيه كل من أشعة الشمس وأكسجين الهواء ويحفزه بعض الفلزات الثقيلة الموجودة في المستحلبات المتكونة من اختلاط الزيت بالماء وينتج عن هذا التفاعل تأكسد بعض السلاسل الهيدروكربونية التي يتكون منها زيت البترول وتحدث بعض التفاعلات لتعطي بعد مدة من الزمن أصنافاً جديدة من المواد الكيماوية مثل : (الكحوليات _ الأدهيدات _ الكيتونات _ بعض المركبات الحلقية) وهي مواد لم تكن موجودة سابقاً وتصبح في متناول كثير من الكائنات الحية لأنها تتصف بصغر حجم جزيئاتها وسهولة ذوبانها في الماء وتؤدي هذه المواد السامة إلى حدوث مزيد من الضرر بالبيئة البحرية وتكون سبباً في قتل الأسماك وغيرها من الكائنات الحية .

5. الآثار المترتبة على الأحياء البحرية

1.5. تأثير التلوث النفطي على عملية الصيد والأسماك

من مظاهر تأثير التلوث النفطي انخفاض إنتاجية المصائد الذي يعزى إلى انخفاض في العمليات الحيوية كالنمو أو قد يعود إلى عزوف الناس عن شراء الأسماك خوفاً من أخطار التلوث، أو أن الصيادين أنفسهم يتوقفون عن الصيد في المناطق الملوثة خشية تلف معداتهم مما يزيد في النقص الغذائي، كما حدث في خليج تاروت السعودي عندما تسرب حوالي 100000 برميل من النفط إثر انفجار في أنابيب النفط سنة 1970 مما أدى إلى عدم تناول الأسماك لرداءة طعمها لفترة ستة أسابيع مما عرقل عمليات الصيد لفترة ثلاثة أشهر تقريباً. يُظهر الشكل 4 نفوق أعداد هائلة من الأسماك البحرية والحيتان جراء تلوث البيئة البحرية.

2.5. تأثير التلوث النفطي على الهائمات النباتية والطحالب

تعتبر الهائمات النباتية (البلانكتونات) المسؤول الأول عن تثبيت الطاقة في البيئة البحرية (بوساطة عملية التركيب الضوئي) وهذه الهائمات تتغذى عليها الحيوانات البحرية بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وقد أظهرت الدراسات الحديثة قياس تراكيز النفط الخام اللازمة لحدوث حالات النفوق أو منع انقسام الخلايا على عدة أنواع من الهائمات النباتية ووجد بأن التركيز الذي يؤدي إلى النفوق يتراوح بين 0.0001

و 1 مليلتر/ لتر . أما تأثير التلوث النفطي عليها فهو أقل من الأحياء الأخرى بسبب قدرتها على استرجاع قابلية نموها بعد فترة من الزمن وإضافة فروع جديدة بالقرب من قواعد الفروع القديمة [7].



شكل 4 نفوق أعداد هائلة من الأسماك البحرية بسبب تلوث البيئة البحرية

3.5. تأثير التلوث النفطي على الرخويات

تعاني الرخويات (كالمحار) من حالات نفوق هائلة عند حدوث حالات تسرب للنفط ووصوله إلى منطقة الساحل، وحدث انسكاب زيت الديزل قرب شواطئ كاليفورنيا والذي أدى إلى قتل أعداد هائلة من المحار خير دليل على ذلك. كما لوحظ من الدراسات أن تراكيز النفط المؤثرة جداً على عملية الإخصاب تراوحت بين واحد إلى ألف جزء بالمليون، ولوحظ أيضاً انخفاض في قابلية وكفاءة هذه الأحياء البحرية على السباحة.

4.5. تأثير التلوث النفطي على القشريات

إن مجموعة القشريات (كالروبيان والسرطان) ليس تحت تأثير مباشر مع الملوثات النفطية المتسربة كسابقتها (الحيوانات الرخوية والقشريات الثابتة غير المتحركة)، لأن هذه المجموعة لها القابلية على الحركة مما يجعلها أكثر قدرة على تحاشي التعرض للتراكيز العالية من النفط عدا صغارها ويرقاتها وبيضها التي لا تستطيع الفرار مما يؤدي إلى حالات نفوق كبيرة (شكل 5).



شكل 5 تضرر القشريات من التلوث البحري

5.5. تأثير التلوث النفطي على الأحياء البحرية الأخرى

تعتبر شوكلات الجلد وخيار البحر من أكثر الأحياء حساسية وتأثراً بالنفط المتسرب وأسباب التلوث الأخرى، إذ لوحظ اختفاؤها أو انقراضها من بيئات تعرضت لحوادث التلوث النفطي. وفي المنطقة البحرية لدول الخليج العربي حدثت حالات كثيرة جداً من النفوق في الأحياء البحرية أثناء فترة تشكيل بقعة زيت نوروز وبقعة النفط من الكويت وبصورة خاصة الحيوانات الفقارية التي تتنفس الهواء كالأفاعي والسلاحف والدلافين وقد وجد أن الكثير منها يصعد إلى الشاطئ لتموت هناك بعد إصابتها بضيق في التنفس وبالتهابات جلدية ونزف داخلي [8].

6.5. الآثار المترتبة على الطيور

تأتي الطيور البحرية في مقدمة الأحياء التي تتأثر مباشرة وسريعا بالبقع النفطية وحينما تحدث أية كارثة تلوث نفطي في أي بحر من البحار تحظى هذه الطيور بالاهتمام، فالطائر لا يستطيع الطيران بعيدا عن معقل التلوث كما أنه لا يتمكن من الغوص في الماء هربا من البقعة النفطية التي تحاصره من كل اتجاه أما ريشة فيفقد خاصيته المضادة للماء (شكل 6).



شكل 6 الطيور البحرية كانت ضحايا التلوث البحري

وحيث لا يمكن للطائر أن يصطاد غذاءه، ويصبح جسمه باردا كالتلج ومن المعروف أن تراكم النفط على جسم الطائر يجرمه من القدرة على تكييف درجة حرارة جسمه الداخلية مما يعجل بموته إذا لم تتخذ التدابير العاجلة لإزالة النفط العالق ببذنة وريشة.

إن الأضرار التي تحيق بالطيور البحرية تعود بصفة رئيسية إلى الخصائص الفيزيائية للزيت الذي يطفو فوق سطح الماء، ولا تشكل سمية الهيدروكربونات النفطية شيئا، فإذا لوث الزيت ريش أحد الطيور اخترق الزيت ذلك الريش وحل محل الهواء المحبوس بين الجلد والريش وبذلك يحرم الطائر من الطبقة الهوائية التي كانت تسهم في تمكين الطائر من الطفو فوق الماء وفي الوقت نفسه تعمل كعازل حراري.

6. الآثار المترتبة على مشاريع مياه الشرب

يعتبر النفط ومخلفاته من أصعب المشاكل التي تواجه القائمين على معامل التقطير والتحلية لمياه البحر وخاصةً في منطقة الخليج العربي ، فضلاً عن البقع النفطية الناتجة من التسرب النفطي. وذلك نظراً لإمكانية تأثيرها على جودة المياه المنتجة للشرب وتغييرها لمذاق الماء المقطر ، وإذا زادت نسبة التلوث فإنها تتلف معدّات محطة التحلية . والبديل في هذه الحالة هو سحب المياه من أعماق لم يصلها التلوث ، أو تحلية مياه الآبار المالحة ، أو إقامة خطوط أنابيب لنقل المياه . وكلها حلول مكلفة وتحتاج إلى وقت طويل [9].

7. الآثار المترتبة على الخدمات الملاحية وعلى جمال الشواطئ

يتسبب التلوث النفطي في شل حركة الملاحة بأنواعها مما يؤثر سلباً على اقتصاد المنطقة، فضلاً على أن وجود التلوث النفطي أو غيره يؤثر وبشكل سلبي على النواحي الجمالية للشواطئ ويحرم مرتادي الشواطئ من التمتع بالنواحي السياحية أو الترفيهية في تلك المناطق وخير مثال على ذلك الشواطئ الكويتية والسعودية التي تأثرت نتيجة بقعة الزيت في عام 1991 (شكل 7).

8. الإدارة البيئية في معالجة الانسكابات النفطية في البيئة البحرية

عندما ينسكب النفط في البحر فإنه يتحطم، ثم يتبعثر ويتشتت في البيئة البحرية بمرور الوقت، يحدث هذا السلوك نتيجة عدد من العمليات الفيزيائية والكيميائية التي تغير من تركيب النفط المنسكب [5]. ولذلك فإنه عندما تحدث إنسكابات للنفط في الماء فإنه من الضروري احتواء الانسكاب بأسرع وقت ممكن من أجل تقليل الضرر عن الأحياء البحرية ، والمصادر الطبيعية ، وذلك بإتباع الطرق المختلفة المستخدمة في الإزالة [6] .



شكل 7 تضرر الشواطئ البحرية جراء التلوث بالهيدروكربونات

9. طرق إزالة النفط من البحار

إن حالات الانسكاب تختلف من موقع إلى آخر ضمن المياه ، كما أن شروط الإزالة تتغير من منطقة إلى أخرى وأيضاً مع مرور الوقت، وبالتالي لا نستطيع الاعتماد على سبيل المثال على نوع واحد من الحواجز أو نوع واحد من الكواشط من أجل جمع ومحاصرة النفط المنسكب ، لذلك توجد عدة خيارات وعدة طرق للإزالة [10] .

1.9. الطرق الميكانيكية

(1) إقامة الحواجز الطافية فوق سطح الماء باستخدام أجهزة خاصة مع الاستعانة بالجرافات والكانسات لحصر بقع الزيت العائمة ومنع انتشارها، فهي تساعد على زيادة سمك طبقة الزيت وتقلل المساحة التي تغطيها، وبذلك يمكن امتصاصه تدريجياً وشفطه بواسطة مضخات إلى خزانات على الشاطئ أو على ظهر السفن ثم إعادة فصل النفط من الماء. وهذه التقنية تستغرق وقتاً طويلاً تتعرض أثناءه البقع النفطية لعوامل المناخ والتيارات البحرية حيث تنتشت وتتحطم بفعل الضوء مما يزيد صعوبة عملية المكافحة .

(2) استعمال المواد الماصة التي تعرقل حركة البقعة النفطية جزئياً مثل الصوف الزجاجي والمايكا، وترش هذه المواد من قوارب صغيرة ، ثم يتم جمعها بواسطة شبكات دقيقة وتنقل جميعها إلى حيث يمكن التخلص منها إما حرقاً في أفران خاصة أو يتم استخلاص النفط الموجود فيها ويعاد استعمالها من جديد.

(3) استعمال طريقة المص بواسطة أجهزة خاصة يمكنها فصل النفط عن الماء .

(4) استعمال (الكاشطات) : وهي أجهزة تقوم بقشط طبقة النفط السميكة الطافية فوق سطح الماء .

(5) استخدام أجهزة الحزام الناقل التي تمرر حزاماً معدنياً عبر طبقة النفط اللزجة حيث يلتصق النفط بالحزام ويتم التخلص منه لاحقاً.

1.1.9. الحواجز الطافية

تستخدم الحواجز الطافية من أجل السيطرة على انتشار النفط كما بالشكل 8، ولتخفيض إمكانية تلوينه للمناطق الشاطئية والمناطق الأخرى، بالإضافة إلى تركيز النفط في الطبقات السطحية لجعل عملية السحب أسهل، كما أنها تقوم بما يلي:

1- محاصرة النفط لمنعه من الوصول إلى مناطق حساسة.

2- احتواء بقع النفط من أجل تحسين عملية الإزالة بالكاشطات .



شكل 8 استخدام الحواجز الطافية للسيطرة على البقع النفطية

2.1.9. الكواشط

الكاشطة هي أداة لسحب النفط المسكوب من سطح الماء كما بالشكل 9.



شكل 9 عملية كشط البقعة النفطية من على سطح الماء

• هناك عدة أشكال للكواشط منها ما يكون ذو محرك ذاتي ومنها ما يشغل من الشاطئ ومنها ما يشغل من سفينة .

• تعتمد كفاءة الكواشط على الأحوال الجوية السائدة من حيث شدة الرياح وارتفاع الأمواج ودرجة حرارة الماء .

• على الرغم من وجود أنواع مختلفة من الكواشط إلا أن جميعها يعتمد على الوزن النوعي والشدة السطحي من أجل إزالة النفط العائم فوق سطح الماء ، فالنفط العائم أو المغمور والدهون تعلق بالقاشط في الماء أكثر من التصاق الماء نفسه بالقاشط ، لذلك يكون شكل أداة القشط إما حزام أو بشكل

طبلي أو قرصي حيث يقوم بالتقاط النفط والزيوت مع قليل من الماء ثم تزال هذه المواد العالقة بأداة القشط بواسطة تجهيزات تنظيف خاصة [11].

- كاشطات النفط أدوات فعالة و موثوقة وبسيطة تستخدم لإزالة النفط العائم والدهون و الهيدروكربونات الأخرى ، وفي أغلب الأحيان يمكن للكاشطة أن تنجز عملية التنظيف المطلوبة لوحدها، كما وتعتبر الكواشط من الوسائل ذات الفعالية العالية والاقتصادية .
- الكواشط تكون بعدة أشكال منها:

1. ما يكون طافي .

2. ما يكون موجود على جانب سفينة .

3. تكون محمولة من قبل رافعة .

4. محمولة باليد .

2.9. الطرق الكيميائية

تستعمل مواد كيميائية خاصة من شأنها تسهيل عملية تبيد البقع النفطية وكذلك تسهيل عملية التكسير أو التحلل البيولوجي الذي يتم بوساطة الأحياء الدقيقة المجهرية.

حيث يتم رش أنواع معينة من المذيبات والمنظفات الصناعية والمساحيق عالية الكثافة أو بعض الرمال الناعمة على سطح البقع النفطية في البحار الملوثة للاتصاق بها لتحويلها بعد تفتيتها إلى ما يشبه المستحلب، فينتشر في الماء ويذوب فيه ، أو يتسرب إلى القاع نتيجة ارتفاع كثافته (شكل 10).

ويعتبر هذا علاجاً ظاهرياً للمشكلة، لأن هذه الطريقة تتطلب كميات كبيرة من المنظفات والمذيبات تساوي أحياناً كمية النفط المراد التخلص منه ، وكذلك فإن استخدام القدر الكبير من المنظفات الصناعية يضيف الكثير من التلوث العام لمياه البحر والبيئة ولأن وصول المواد المستخدمة في التنظيف وجزئيات النفط بعد تفتيتها إلى قاع البحر يسبب إبادة الأسماك والديدان والقواقع الرمل التي تعيش فيها ، وبذلك تعتبر هذه الطريقة زيادة في تعقيد مشكلة التلوث وليس حلاً نهائياً لها [12].



شكل 10 الطرق المختلفة لإدارة الملوثات النفطية للبيئة البحرية

1.2.9. المواد الماصة Sorbents Materials

وهي المواد التي تتشرب السوائل، ويمكن استعمالها لاستخلاص النفط من الماء وذلك بالاعتماد على خاصية الامتزاز لهذه المواد الماصة . حيث تمتلك هذه المواد مسامات تسمح للنفط بالتغلغل فيها ليتم جمعها ومعالجتها فيما بعد .

تعتبر هذه المواد من المواد الهامة لمعالجة البقع النفطية حيث تستخدم في أغلب الأحيان لإزالة الآثار الأخيرة من البقع النفطية، أو تستخدم في المناطق التي لا يمكن أن تصل إليها المعدات الميكانيكية مثل الكواشط ، حيث تتم إضافة هذه المواد إلى المياه الملوثة فنقوم بامتصاص النفط ، ثم تجري عملية جمع وإزالة لهذه المواد ليتم نقلها إلى أماكن المعالجة ليتم التخلص منها بشكل صحيح . وبعض هذه المواد يمكن تنظيفها من النفط العالق فيها ومن ثم إعادة استخدامها ثانية.

2.2.9. المواد المشتتة Dispersing Materials

إن إزالة النفط المنسكب من سطح البحر في أحسن الأحوال هو عملية صعبة جداً، فأجهزة الإزالة الميكانيكية مثل الكاشطات تعمل بفعالية عندما تكون طبقة النفط سميكة بشكل كافي ، لكن مع الوقت فإن النفط سوف ينتشر وتصبح سماكة طبقة النفط أقل ويصعب إزالتها باستخدام المعدات الميكانيكية ،

حيث يؤدي استعمال المعدات الميكانيكية في هذه الحالة إلى سحب كميات كبيرة من الماء ونحصل على مستحلب من الماء والنفط يصعب فصله.

إن عملية التنظيف المناسبة في مثل هذه الحالة هي بالاستخدام الصحيح للمواد المشتتة ، فاستعمال هذه المواد الكيميائية في بداية الانسكاب يكون ذو فعالية جيدة في تفريق النفط .غير أن استعمال هذه المواد في الإزالة يكون له عواقب ضارة على الحياة البحرية نتيجة لتأثير النفط المتحلل الناتج عن المعالجة [11] .

10. التحلل الطبيعي للنفط

تتعرض المواد النفطية التي تجد طريقها إلى البيئة البحرية لما يسمى بالتقنية الذاتية. فبعد تبخر الأجزاء المتطايرة من النفط فإن الجزء المتبقي يتعرض لعمليات أكسدة مختلفة أهمها عملية الأكسدة البيولوجية التي تتم بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في البيئة البحرية. وتتأثر عملية الأكسدة البيولوجية بعدة عوامل، من أهمها:

1. وفرة الكائنات الدقيقة التي يمكن أن تقوم بعملية التحلل البيولوجي في البيئة البحرية.
2. كمية الأوكسجين الذائب في الماء . فكلما ازدادت هذه الكمية ازداد بالتالي معدل التحلل البيولوجي للنفط .

3. درجة الحرارة المياه، فكلما كانت المياه دافئة كان ذلك أفضل لإتمام عملية التأكسد الحيوي .
4. الحالة الطبيعية للمواد النفطية في المياه، فكلما كان تركيز هذه المواد قليلا سهل تحللها بيولوجيا. وتعد البكتيريا والفطريات من أهم الكائنات الدقيقة التي لها القدرة على أكسدة أو تحلل المواد النفطية. وهذه الكائنات الدقيقة واسعة الانتشار في التربة وفي البيئات المائية. وقد قام كثير من الباحثين بدراسة هذه الكائنات ودراسة قدرتها على القيام بعملية التحلل البيولوجي داخل المختبرات [12].

وتستطيع البكتيريا المؤكسدة للمواد الهيدروكربونية الموجودة في النفط أن تهاجم قطرات الزيت في البقع النفطية، حيث تتكاثر أعدادها حول هذه القطرات، وتقوم البكتيريا بتحليل الغشاء الفاصل بين قطرات المواد الهيدروكربونية والماء، ولذلك فإنه كلما ازداد تحول المواد النفطية إلى قطرات دقيقة جدا في مياه البحر، ازداد السطح المعرض لعملية التحلل البيولوجي . أما الكرات القطرانية أو الطبقات الإسفلتية التي تصل إلى السواحل أو إلى قاع البحر فإنه من الصعب تحللها بيولوجيا.

ويعد الأكسجين عاملاً أساسياً في عملية التحلل البيولوجي للمواد النفطية، وفي حال غياب هذا العنصر الهام فإن هذه العملية تكون غير مجدية، ولعل هذا ما يفسر لنا عدم تحلل كرات القار التي تهبط إلى قاع البحر.

وقد قام العلماء بالتعرف على نحو 200 مجموعة من الأحياء الدقيقة المجهرية التي تتغذى على مكونات البقع النفطية، وهي تضم إضافة للبكتيريا أنواعاً من الفطريات والخمائر، ويمكن تدجين هذه الأحياء في المختبرات العالمية تمهيداً لاستخدامها في معالجة البقع النفطية [13]. وقد وجد بعض الباحثين أن عدداً من الأحياء المجهرية التي تستطيع تحليل المواد النفطية يمكنها في الوقت نفسه تحويل البقع النفطية إلى قطرات دقيقة جداً في الماء بفعل الأحياء الدقيقة البكتيرية مثل:

Cornybacteria و *Arthrobacteria*، *Pseudomona*

1.10. التبخير

يحدث عندما تكون مكونات النفط السائلة قابلة للتبخير، حيث تتحول إلى بخار وتصعد إلى الجو، وبالتالي تتم إزالة المواد ذات الوزن الخفيف من النفط بعد 12 ساعة من حدوث الانسكاب، حيث من الممكن أن يتبخر 50% من المكونات الخفيفة الوزن. مع العلم أن معظم المواد الخفيفة تكون عالية السمية للكائنات الحية.

2.10. الأكسدة

تحدث عندما يلامس الأكسجين المركبات الكيميائية في النفط، حيث تتم عملية الأكسدة لها فتتحول المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة تكون قادرة على الانحلال في الماء، وبالتالي أصبح من الممكن تشتتها وتحللها بسهولة.

3.10. التحلل البيولوجي

يحدث عندما تصل البكتيريا آكلة النفط الموجودة في الطبيعة إلى النفط حيث تقوم بتفكيكه من أجل الحصول على الطاقة والغذاء [13].

11. المعالجة من خلال الحرق في الموضع

إن هذه الطريقة ليست صالحة في جميع الأحوال ولا يستحب استخدامها، لخطورتها على البيئة فهي تلوث الهواء وتسبب ضرراً بالغاً لكثير من الكائنات الحية. يتضمن الحرق في الموضع للنفط عمليات

الحرق المسيطر عليها. حيث تستعمل هذه الطريقة عندما ينسكب النفط على اليابسة و في الماء . كما يستعمل الحرق في الموضع مع عمليات الاستخلاص الميكانيكي للنفط من الماء ، حيث يتم تجميع النفط في أماكن محددة بحيث يشكل طبقة سميكة بما فيه الكفاية للاحتراق ثم يتم الحرق . هذا وتوجد عدة عوامل تؤثر على القرارات لاستعمال الحرق في الموضع ، من هذه العوامل :

1- درجة حرارة الماء .

2- اتجاه وسرعة الرياح .

3- سماكة البقعة النفطية .

4- كمية التلوث الجوي الذي سينتج عن العملية .

12. الخلاصة

يمكن استخلاص عدة توصيات من خلال البحث المقدم، لعل فيها الفائدة لمن أراد معالجة مثل هذه الموضوعات من شتى جوانبها ، وهي كما يلي:

1. تعتبر الحياة البحرية موردا ضخما للحياة حيث توفر الأغذية والأدوية والمواد الخام لذا يجب المحافظة عليه .

2. وتقدر كميات التلوث البحري بالنفط بنحو 160,000 مليون طن سنوياً، وهذه الكمية في تزايد بسبب التوسع في عمليات التنقيب .

3. يتميز النفط بقدرته العالية على التفاعل والانتشار بعدة أشكال في البحار أو المحيطات وبعده أشكال مختلفة تعتمد على العديد من العوامل الحيوية والفيزيائية والجوية .

4. يشكل التلوث النفطي للبيئة البحرية تهديداً خطيراً لكافة الكائنات البحرية مما يتوجب علينا اتخاذ خطوات حيال هذا الخطر .

5. تتوقف طريقة وطبيعة المعالجة وفقاً لعوامل عديدة توضحها الدراسات الميدانية .

6. يمكن مكافحة التلوث البحري من خلال نظم إدارة بيئية واستخدام وسائل متعددة طبقاً لتقييم الحالة .

13. التوصيات

1. حث جميع الدول على المشاركة والانضمام في أي تجمع يهدف إلى حماية البيئة وعدم التواني في ذلك، والتصديق على الاتفاقيات الدولية والإقليمية التي تصب في مصلحة البيئة. بما في ذلك البيئة البحرية .
2. مناشدة الدول بسن القوانين والتشريعات الداخلية المتسمة بالصرامة في ملاحقة ملوثي البيئة وعدم التراخي في توقيع العقوبات عليهم ، وملء الفراغ التشريعي في بعض البلدان النامية.
3. ضرورة الحصول على تصاريح خاصة لإلقاء النفايات النفطية مع وجوب إعلام برنامج الأمم المتحدة للبيئة بكافة هذه الأذونات.
4. التشدد في مراقبة السفن التي تزور الموانئ كما اقترحت المفوضية الأوروبية ، والتعامل بقسوة مع السفن التي لا تستوفي مقاييس السلامة.
5. العمل الجاد والفوري على تطبيق كافة الاتفاقيات الدولية المتعلقة بتلوث البيئة البحرية ، بما في ذلك بروتوكول مكافحة التلوث بالنفط .
6. توجيه الإعلام ووسائله الفعالة إلى نشر الوعي البيئي ، وتكثيف برامج الدعاية للمحافظة عليها ، وإطلاع الأفراد على مخاطر التلوث النفطي ، وكذلك زيادة النشرات و البحوث والدوريات المتخصصة في هذا المجال ، والتي تحمل طابع التوجيه والإرشاد للتعامل مع البيئة البحرية.
7. ضرورة إتباع آلية أفضل لتبادل المعلومات بين الدول والمنظمات الدولية الحكومية منها وغير الحكومية بشأن المشاكل البيئية ، تتصف بالسرعة والدقة وبعيدة عن الجوانب الإجرائية والشكلية ، وذلك للانتفاع بها واستخدامها في مواجهة أي خطر يهدد البيئة بشكل عام والبيئة البحرية بشكل خاص .
8. وأخيراً يجب أن يتغير اعتقادنا بأن مياه البحار والمحيطات هي سلة المهملات الطبيعية التي يمكن أن نلقي فيها بكل أنواع المخلفات خصوصاً بزيوت النفط الذي يحوي الكثير من المركبات العضوية.

References

- [1] Achi, C. Hydrocarbon Exploitation, Environmental Degradation and Poverty. The Niger Delta Experience: Diffuse pollution conference, Dublin. (2003).
- [2] Adinna, E.N, Ekop, O.B & Attah, V.I. Environmental Pollution and Management in the tropic. Snap press Ltd Enugu(2003). pp124-283
- [3] علاهم محمد ومعتوق أحمد أمين (2019) التلوث البيئي البحري في القانون الدولي. مذكرة لنيل شهادة الماجستير ل.م.د، تخصص بيئية و تنمية مستدامة. جامعة ابن خلدون تيارت، كلية الحقوق والعلوم السياسية.
- [4] نجلاء لعوامر (2018) حماية البيئة البحرية من التلوث في القانون الدولي. مشروع مذكرة مكملة من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الحقوق. جامعة محمد خيضر - بسكرة.
- [5] Environmental Protection Agency Crude oil Health Hazard.(2012).
<http://www.epa.gov/>
- [6] Nwilo, P.C; Peter, K.O & Badejo, O.T. Sustainable Management of oil spill incidents along the Nigerian Coastal Areas. Electronic Conference on Sustainable Development Systems.CEDARE. (2000).
- [7] Vorobjeva, N.V et al The bacterial effects of electrolyzed oxidizing water on bacterial strains involved in hospital infections.Artificial organs vol 28, issue 6, (2004). 590-592.
- [8] Zhang, Z.; Gai, L.; Hou, Z.; Yang, C.; Ma, C.; Wang, Z.; Sun, B.; He, X.; Tang, H.; Xu, P. Characterization and biotechnological potential of petroleum-degrading bacteria isolated from oil-contaminated soils. Bioresour. Technol. 2010, 101, 8452–8456.
- [9] Chan, H. Biodegradation of petroleum oil achieved by bacteria and nematodes in contaminated water. Sep. Purif. Technol. 2011, 80, 459–466.
- [10] Rosales, P.I., M.T. Suidan, and A.D. Venosa. (2010). "A Laboratory Study on the Use of Solidifiers as a Response Tool to Remove Crude Oil Slicks on Seawater." Chemosphere, 80, 4: 389–395.
- [11] Venosa, A.D., P. Campo, and M.T. Suidan. (2010). "Biodegradability of Lingering Crude Oil 19 Years After the Exxon Valdez Oil Spill." Env. Sci. Technol.,44: 7613–7621.
- [12] U.S. EPA. (2004) "Guidelines for the Bioremediation of Oil-Contaminated Salt Marshes." Publication No. EPA/600/R-04/074.
- [13] U.S. EPA (2001) "Guidelines for the Bioremediation of Marine Shorelines and Freshwater Wetlands) ".