الفصل الاول

التسرب النفطى وآثاره

مقدمة

للنفط تأثير ملحوظ على الناحية البيئية والاجتماعية، وخاصة الحوادث والنشاطات الروتينية، التي تصاحب إنتاجه وتشغيله مثل تولد النفايات الملوثة أثناء عمليتي الحفر والإنتاج. كما أن استخراج النفط عملية مكلفة وأحيانا ضارة بالبيئة، على الرغم من أن العلماء أشاروا في عام 1981م إلى أن أكثر من 70% من الاحتياطي العالمي يصاحبه ترشحات كبيرة؛ أي إنه لا يستلزم الإضرار بالبيئة لاستخراجه، وعديد من حقول النفط تم العثور عليها نتيجة للتسريب الطبيعي. كما أن استخراج النفط بالقرب من الشواطئ يزعج الكائنات البحرية ويؤثر على بيئتها. كما أن استخراج النفط قد يتضمن الكسح الذى يحرك قاع البحر؛ مما يقتل النباتات البحرية التى تحتاجها الكائنات البحرية للحياة. كما أن نفايات الزيت الخام والوقود المقطر التى تتناثر من حوادث ناقلات النفط أثرت على العلاقة التبادلية بين الكائنات الحية (بموت أحد هذه الكائنات) كما حدث فى ألاسكا، وجزر جالاباجوس، وإسبانيا، وعديد من الأماكن الأخرى.[1]

ومثل أنواع الوقود الحفري الأخرى، يتسبب حرق النفط فى انبعاث ثاني أكسيد الكربون للغلاف الجوي، وهو ما يعتقد أنه يساهم فى ظاهرة السخونة العالمية. وبوحدات الطاقة، فإن النفط ينتج كميات من ثانى أكسيد الكربون(CO_2) أقل من الفحم، وأكثر من الغاز الطبيعي. ونظرًا لدور النفط المتفرد فى عمليات النقل، فإن تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) تعتبر من المسائل الشائكة فى استخدامه. وتجرى محاولات لتحسين هذه الانبعاثات عن طريق احتجازها فى المصانع الكبيرة. [2]

تعتبر البحار والمحيطات الثروة الطبيعية الكبرى في حياة البشرية لاسيما أنها تغطي مايزيد عن ثلثي مساحة الكرة الأرضية تقريباً، حيث إن لها استخدامات مختلفة كثيرة ومتنوعة، تتضمن الاستخدامات التقليدية مثل إنتاج الأغذية ومصادر الطاقة. ويعتبر النفط من أهم مصادر الطاقة المستخدمة على المستوى العالمي في الوقت الحاضر، بالإضافة إلى دخوله في كثير من الصناعات البتروكيميائية، ومع ازدياد الاحتياج العالمي للنفط زادت عمليات التنقيب عنه، سواء في اليابسة أو في المناطق البحرية، كما زادت حركة نقل خاماته من أماكن الإنتاج إلى مواقع الاستهلاك.

** وقد أدت الزيادة المستمرة في كل من هذه الأنشطة إلى ظهور كميات متزايدة من الملوثات النفطية بمياه الشواطئ والبحار والمحيطات، وقد ثبت أن مياه البحار والمحيطات تستهدف بالتلوث بعدة ملايين من الأطنان من النفط كل عام؛ خاصة وإن معظم المصانع والمصافي البتروكيمائية مقامة بمحاذاة الشواطئ، الأمر الذي بات يهدد وينذر بمشكلات بيئية خطيرة قد تؤثر على التوازن البيئي في البحر واليابسة على حد سواء. يصعب التحكم في التلوث البحري أو منع انتشاره؛ حيث إنه خطر عائم ومتحرك، تتحكم فيه اتجاه الرياح وعوامل المد والجزر وشدة الأمواج وبذلك تصعب السيطرة عليه.. كذلك فإن ملوثات منطقة ما تنتقل بعد فترة إلى مناطق أخرى بطرق مباشرة أو غير مباشر عن طريق الأسماك الملوثة.

وفي الوطن العربي أصبحت مشكلة تلوث الشواطئ والبحار خطراً داهماً على النشاط البشري والاقتصادي تؤرق المهتمين بشؤون البيئة؛ حيث إن 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 وهي «البحر الأبيض المتوسط، البحر الاحمر، الخليج العربي» تعتبر من أكثر البحار تلوثاً؛ لأنها بحار شبه مغلقة؛ حيث إن مياهها لاتتجدد إلا بعد حوالى

مائة سنة أويزيد، بالإضافة إلى كثافة حركة الملاحة واستخدام هـذه البحـار كمستودعات للملوثات الأخرى مثل القمامة ومياه الصرف الصحي.[3]

بدائل النفط هي الشمس، والرياح والمصادر المتجددة الأخرى وهى موجودة بالفعل، وإن كانت نسبة هذا الاستبدال لاتزال صغيرة؛ حيث إن تأثيراتها على البيئة أقل من النفط. ويمكن لهذه المصادر إستبدال النفط فـي الإسـتخدامات التى لا تتطلب كميات طاقة ضخمة، مثل السيارات، ويجب تصميم المعـدات الاخرى لتعمل باستخدام الكهرباء (المخزونة فى البطاريات)، أو الهيدروجين (عن طريق خلايا الوقود، أو الاحتراق الداخلي) والذى يمكن إنتاجـه مـن مصادر متجددة. كما أن هناك خيارات أخرى تتضمن استخدام الوقود السائل الذى له أصل حيوي (إيثانول، الديزل الحيوي). وهناك اتجاه عالمي للترحيب بأى أفكار جديدة، تساهم فى استبدال النفط كوقود لعمليات النقل.[3]

1-1 مصادر التلوث بالنفط: [4]

هناك ثلاثة مصادر للتلوث النفطي، وهى: أرضية وبحرية وجوية.

المصادر الأرضية: تتمثل في محطات إنتاج القوى الكهربائية، ومعامل تقطير المياه، ومصافي النفط، ومحطات خدمة السيارات، ومحطات ضخ مياه الصرف الصحي التي تصرف مخلفاتها في النهاية في مياه الخليج.

المصادر البحرية: للتلوث النفطي في المياه الإقليمية، والبقع النفطيـة التـي تحدث بشكل عرضي من ناقلات النفط وغيرها مـن وسـائل النقـل البحري، ومخلفات السفن، وكذلك عمليات ضخ ونقل البترول من وإلى موانئ الشحن.

** كما يوجد نوع آخر من التلوث على شكل تسريب طبيعي من المخـزون النفطي في باطن الأرض، مثل التسرب الذي حدث من جزيـرة قـاروه الكويتية.

** إن التلوث النفطي المتساقط مـن الجـو يلعـب دوراً مهمًّـا كمصـدر للهيدروكربونات، التي تدخل إلـى البيئـة البحريـة، حيـث إن تواجـد

الهيدروكربونات في الجو يتكون نتيجة إحتراق النفط كوقود في المنشـــآت الصناعية ومحطات إنتاج الطاقة، وفي جميع أنواع المركبات (ســـيارات وطائرات).

** إن مصير النفط وآثاره على مكونات البيئة البحرية المختلفة مثل (الماء – الرواسب البحرية – الأحياء المائية) التي تستقر فيها المركبات النفطية، يتوقف بشكل كبير على مصدر النفط وتكوينه، والظروف البيئية المحيطة به كعوامل التجوية الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية المؤثرة.

** حدوث تلوث نفطي يعنى أن النظام البيئي المائي يتأثر ككل، حيث إنه إذا ما تركت البقعة النفطية دون التدخل فيها، فسوف يتعرض النفط الطـــافي على سطح الماء لعمليات تجوية بيئية طبيعية، تعمل على تشتيت وتبديـــد النفط الملوث في الماء، وتشمل هذه العمليات: البخر، الذوبان، التشـــتت والترسيب؛ إضافة إلى عمليات التأكسد البيولوجي والكيميائي.

المصدر	النسبة المئوية	الكمية بالاطنان
عمليات تحميل وتفريغ الناقلات العملاقة (تعبئة وتفريغ ماء البحروعمليات تنظيف الناقلات)	24.8%	800000
عمليات تحميل وتفريغ السفن الناقلة الأخرى (الصغيرة)	21.7%	700000
عمليات إنتاج النفط تحت سطح الماء (عمليات اعتيادية)	4.9%	160000
التسرب من العمليات الصناعية المختلفة	25.4%	825000
حوادث انكسار الناقلات وانفجار الآبار المنتجة تحت سطح الماء	9.2%	300000
عمليات تكرير النفط والصناعات البتروكيماوية	9.13%	450000
المجموع الكلي	**100%**	**3235000**

جدول (1-1): كميات النفط المتسربة الى البحر عام 1975م.[5]

2-1 تصريفات نفطية :

* إن التصريفات النفطية سواء كانت تسرباً oil Leak أو سكباً Oil Spill هى عمليات تنتج عن الخطأ البشري المتعمد وغير المتعمد، أو عن حوادث القضاء والقدر، وغالبا ما تحدث من العمليات الروتينية المرتبطة بنقل واستخدام وتصدير النفط. كما يمكن أن تكون نتيجة لأعمال تخريبية مثل ما فعله النظام العراقي أثناء حرب تحرير الكويت عام 1991م.[6]

** نتيجة للتصريفات النفطية، فإن المركبات الهيدروكربونية تنتشر بنسب متفاوتة على سطح الماء وفي العمود المائي وفي قاع البحر، وينجم عن ذلك أضرار هائلة بالنظم البيئية للمناطق الملوثة. وتشمل المركبات الهيدروكربونية القابلة للذوبان مجموعة من المركبات السامة لكثير من الكائنات الحيوانية والنباتية البحرية، وتختلف هذه الكائنات في درجة حساسيتها لتلك المركبات. ويعتبر البيض واليرقات والكائنات ذات الأحجام الصغيرة أكثر تأثراً وحساسية للتلوث من تلك الكائنات ذات الاحجام الكبيرة.[6]

3-1 أسباب التلوث بالنفط

تنقسم أسباب التلوث بالنفط إلي أربع مجموعات، وهى كالآتى: [2]

أولا: التلوث غير المتعمد: ويشمل حوادث الناقلات وحوادث انفجار الأنابيب النفطية، أو الحوادث التى تقع أحياناً أثناء عمليات الحفر لاستخراج النفط أو مراحل الإنتاج، النقل، التكرير، التصنيع، التخزين، التسويق حتى التخلص من العوادم والنفايات.

ثانياً : التلوث المتعمد: ويشمل الحوادث النفطية نتيجة الحروب، إضافة إلى تفريغ مياه التوازن من السفن.

ثالثاً: التلوث الناتج من الأهمال: وتمثل هذة المجموعة ما يقرب الي 80% من التلوث بالنفط في العالم خلال العشرين عامًا الماضية.

رابعاً : التلوث الطبيعي: ينتج بسبب التسرب الطبيعي للنفط من الآبار في مياه البحار والأنهار والمياة الجوفية.

إن ما يسببه تسرب النفط من أثر على البيئة ناتج عن تطوير وصيانة مرافق التحميل والتفريغ على الشواطئ أكثر ما يكون ناتجاً عن وسيلة النقل ذاتها، وسواء كان الميناء يخدم مصفاة أو خط أنابيب، فإن خطر تسرب النفط قائم أثناء نقل النفط من الناقلة إلى المنشأة على الشاطئ.

4-1 أهم أسباب تلوث المياه بالنفط [7]

تشكل الملوثات النفطية أخطر ملوثات السواحل والبحار والمحيطات وأوسعها انتشاراً؛ حيث إن 20% من النفط المنتج عالميًّا يستخرج من أعماق البحار؛ لذا فأي من الأسباب التالية يؤدي إلى التلوث المائي بالنفط، وهي:

- الحوادث البحرية والتي من أهمها ارتطام ناقلات النفط بالشعاب المرجانية أو بعضها ببعض أو غرقها.
- الحوادث التي تحدث أثناء عمليات الحفر والتنقيب في البحار والمحيطات.
- تسرب النفط إلى البحر أثناء عمليات التحميل والتفريغ، وكذلك من ورش صيانة السفن بالموانئ النفطية.
- اشتعال النيران والحرائق بناقلات النفط في عرض البحر.
- تسرب النفط الخام بسبب حوادث التآكل في الجسم المعدني للناقلة.
- انسياب النفط والمواد النفطية الثقيلة من تشققات طبيعية، لا دخل للإنسان فيها، من خلال عوامل عديدة منها مثل انفجار البراكين.
- عمليات التنظيف الدوري لناقلات النفط وإزالة الترسبات منها وإلقاء مياه غسل الخزانات بالناقلات بعد تفريغها في البحر مباشرة.
- إلقاء ما يعرف بمياه الموازنة الملوثة بالنفط في مياه البحر؛ حيث يتم ملء الناقلة بعد تفريغ شحنتها من النفط بنسبة، لا تقل عن 60% من

حجمها للحفاظ على اتزان الناقلة أثناء سيرها في عرض البحر خلال رحلة العودة إلى ميناء التصدير.

- تسرب النفط بسبب الحوادث من الآبار النفطية البحرية المجاورة للشواطئ.
- المواد النفطية والدهنية المقذوفة مع المياه من وحدات تكرير النفط والمؤسسات الصناعية المختلفة.
- تسرب النفط إلى البحر أثناء الحروب، كما حدث في حرب الخليج الثانية.

5-1 آثار التسرب على الكائنات البحرية والشواطئ:

تهدد التسريبات النفطية الكائنات الحية البحرية بصفة عامة في المناطق المتضررة كالأسماك والسلاحف والطيور والشعاب المرجانية، وغيرها من أحياء البحار والمحيطات؛ حيث إنه نظراً لتصاعد وتسامي الكثير من الأبخرة المختلفة من بقعة النفط التي تطفو على سطح الماء، فإن التيارات الهوائية تدفع بهذه الأبخرة بعيداً عن الموضع الذي تلوث بالنفط إلى الأماكن السكنية على الشواطئ والمناطق الساحلية بواسطة الهواء، الذي يصبح مشبعاً بها إلى درجة كبيرة وبتركيز عالي فوق المقبول مما يؤثر على النظم البيئية البحرية والبرية. كما أن زيت النفط يحتوي على عديد من المواد العضوية التي يعتبر الكثير منها مسمماً للكائنات الحية، ومن أخطر تلك المركبات مركب البنزوبيرين (Benzopyrene)، وهو من الهيدروكربونات المسببة للسرطان، ويؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية.

** تمنع الطبقة النفطية وصول الضوء إلى الأحياء المائية، فتعيق عمليات التمثيل الضوئي التي تعتبر المصدر الرئيسي للأكسجين والتنقية الذاتية للماء؛ مما يؤدي إلى موت كثير من الكائنات البحرية، وإخلال في السلسلة الغذائية للكائنات الحية.

** أن المركبات النفطية الأكثر ثباتاً تنتقل عن طريق السلسلة الغذائية وتختزن في أكباد ودهون الحيوانات البحرية، وهذه لها آثار سيئة بعيدة

المدى لا تظهر على الجسم البشري إلا بعد عدة سنوات، كما تتجمع بعض أجزائه على شكل كرات صغيرة سوداء؛ نتيجة انتقاله لمسافات بعيدة بفعل التيارات البحرية وحركة المد والجزر لتعيق حركة الزوارق وعمليات الصيد بالشباك، وتفسد جمال الشواطئ الرملية وتتلف الأصداف البحرية والشعاب المرجانية، مؤثرة بذلك على السياحة في تلك المناطق.[8]

6-1 التسرب النفطي في المنطقة العربية:[9]

أثبتت الدراسات أن حوالي 30% من التسرب النفطي في العالم يحدث في مياه الخليج.

** يعتبر شط العرب الميناء الرئيسي لتصدير النفط الخام العراقي إلى الدول الأخرى، وعبر منافذ عدة منها ميناء أبو فلوس، ميناء أم قصر، خور الزبير، وخور عبد الله المطل على الخليج، وكون عمليات تصدير النفط ومشتقاته وكثافة الحركة البحرية في تلك الموانئ كبيرة.

** برز موضوع التلوث النفطي، وهو من المشكلات البيئية الخطرة، والتي ازدادت في السنوات الأخيرة بشكل كبير؛ بسبب اعتماد العراق في طاقته التصديرية على تلك الموانئ ونتيجة لذلك حصلت الكثير من التجاوزات والتي أدت إلى إلحاق الضرر الكبير بالمياه الإقليمية من خلال تسرب كميات كبيرة من النفط الأسود، والإخلال في التنوع الإحيائي للمنطقة، من خلال انتشار الهيدروكاربونات على محيط البيئة المائية والسبب في رفع تركيز تلك المواد في الكائنات المائية، وبالأخص المصادر السمكية، والتي تعتبر المصدر الرئيسي لكسب العيش والتغذية لسكان المناطق القريبة من شط العرب.

وأهم المناطق التي تعاني من التلوث النفطي، وبصورة واضحة وكبيرة، هي:

1- ميناء أبو فلوس.

2- ميناء خور الزبير.

** ذلك بحكم طبيعة عمل هذه الموانئ والتي تستخدم لتصدير النفط الخام واستيراد المشتقات النفطية. وهناك مناطق كثيرة على طول شط العرب، وكذلك عند تزويد السفن بالوقود الأمر الذي يؤدي إلى تلوث المياه وكذلك مناطق صناعة السفن، بالإضافة إلى استمرار عمليات التهريب والتي تتم بعيداً عن الرقابة، ولا تحمل مواصفات المتانة والأمان مما يؤدي إلى تسرب النفط ومشتقاته إلى مياه شط العرب. وقد شخصت هذه الحالات من قبل لجان وكوادر فنية تابعة لوزارة البيئة العراقية في مسح شامل لتلك المناطق ومنذ مدة قصيرة، من خلال عمليات مسح المصادر المائية، ومتابعة التلوث النفطي لتلك المياه الإقليمية المهمة.

** توضح الدراسات أن الخليج العربي هو أكثر بحار العالم تلوثاً بالنفط، وأن الكائنات الحية في منطقة الجزيرة العربية مهددة، فهناك ما يقارب أربعة أنواع من الثدييات و21 نوعاً من الطيور و40 نوعاً من الزواحف وثلاثة أنواع من الأسماك مهدده بالانقراض تماماً. وقد شهد الخليج العربي عدداً من حالات التسرب النفطي تعد الأكبر والأسوأ على مستوى العالم خلال السنوات السابقة، ويمثل النفط المتسرب من ناقلات 28% من إجمالي النفط المتسرب إلى مياه الخليج العربي، والذي يبلغ معدله حوالي 140 ألف برميل سنوياً.[9]

** وتعتبر منطقة البحر الأحمر وخليج عدن مركزاً لاستكشاف وإنتاج ومعالجة ونقل أكثر من نصف احتياجات النفط المؤكدة في العالم، ويتم تصدير معظم النفط المنتج من حول منطقة البحر الأحمر إلى ممر يضيق بناقلات النفط، وفي كل سنة يدخل خليج عدن ما بين 20-35 ألف ناقلة محملة بالنفط ومتجهة إلى الشرق الأقصى وأوربا وحول الجزيرة العربية إلى البحر الأحمر؛ حيث يواصل رحلته إلى الشمال عبر قناة السويس إلى البحر الأبيض المتوسط، أو يفرغ حمولته عند مدخل خط الأنابيب في عين السخنة المصرية، ويتم نقل أكثر من 100 مليون طن

من النفط سنويًا عبر البحر الأحمر، ونصف هذه الكمية عن طريق خط بترولاين (Petroline) في مدينة ينبع الصناعة السعودية.[10]

** كما يعتبر البحر الأحمر وخليج عدن من البيئات الحساسة لاحتوائهما على مساحات كبيرة من الشعاب المرجانية والمستنقعات السوداء، التي أدت إلى جنوح بعض الناقلات وغرقها.

** ويعتبر التلوث بالنفط أهم أنواع التلوث في البحر الأحمر وخليج عدن خاصة في منطقة خليج السويس؛ حيث تلوثت الشواطئ ببقع النفط وكرات القار، إضافة إلى الصناعات البتروكيماوية المنتشرة بالمدن الساحلية في المنطقة.

** كما تؤدي عمليات تنظيف السفن الأخرى (الناقلات الصغيرة) إلى رمي أكثر من 1700 طن من النفط، وتسهم عمليات الإنتاج من تحت البحر وعمليات تكرير النفط والصناعات البتروكيماويه إلى تسرب كميات عالية من النفط.

** وفي دراسة على الشواطئ الساحلية السورية، وجد أن أعلى تركيز للهيدروكربونات كان في مدينة بانياس في منطقة المصفاة، حيث يعتبر مجرور المصفاة من أكثر العوامل تركيزاً في زيادة تركيز هذه المركبات، والتى يصل إلى (0.36-143.4 ملي جرام/لتر)، وكانت أقل تركيزاً في المناطق البعيدة.

** أما بالنسبة للبحر الأبيض المتوسط الذي تطل عليه كثير من الدول العربية، فيبلغ ما يتسرب سنويًا من النفط إليه ما يقارب 600 ألف مليون طن. وبناء على تقرير حديث صدر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة، فإن 4% فقط من المناطق التي تنمو فيها المحاريات (الحيوانات الصدفية المائية) في البحر الأبيض المتوسط تُنتج في الوقت الحاضر مأكولات بحرية صالحة للإنسان.[11]

وكان التقرير العالمي الثالث لبرنامج البيئة التابع للأمم المتحدة قد ذكر في وقت سابق أن كوكب الأرض يقف على مفترق طرق، فربع الثدييات في العالم و12% من الطيور تواجه بالفعل خطر الفناء، وبحار العالم معرضة بالفعل لتهديد حقيقي بسبب التلوث، وثلث المخزون العالمي من الأسماك يصنف الآن باعتباره ناضباً أو معرضا للخطر.[7]

7-1 أهم الأضرار والنتائج المترتبة على تسرب النفط :

1- التأثير على النظم البيئية البرية والبحرية حيث يحتوي زيت النفط على عديد من المواد العضوية، الكثير منها يعتبر ساماً للكائنات الحية ومن أخطر تلك المركبات مركب البنزوبيرين، وهو من الهيدروكربونات المسببة للسرطان، ويؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية وتتصاعد 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، وبتركيز عالٍ فوق المقبول؛ مما يؤثر على النظام البيئي البري والبحري.

2- 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 (للتر الواحد من النفط المتسرب في البحر يغطي بانتشاره مساحة تزيد عن 4000 متر مربع من المياه السطحية)؛ حيث تمنع هذه الطبقة التبادل الغازي بين الهواء والماء فتمنع ذوبان الأوكسجين في مياه البحر، مما يؤثر على التوازن الغازي، 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.[12]

3- تعقد أحياناً الأحوال البحرية والجوية عمليات التنظيف، فيمتزج النفط الخام المتسرب بماء البحر متحولاً إلى مستحلب كالشكولاته يحتوي نسبة ماء 10% كما حصل أثناء تسرب النفط الخام من الناقلة (أموكوكاديز) فأصبح الماء أكثر لزوجة، والتلوث أربعة أضعاف من حجم النفط الخام. فأثناء هيجان البحر تختلط بقعة الزيت بما تحتها، ويتكون نوع جديد من المستحلبات تظهر على هيئة رغوة سميكة فوق بقعة الزيت يصعب التخلص منها، وتغطي مساحات واسعة تصل مئات الكيلو مترات. ويختلط المستحلب بالماء الأكثر عمقاً ويركز الملوثات الأخرى كالمبيدات وبقايا المنظفات الصناعية والعناصر الثقيلة والمركبات الهيدروكربونية، كما يقوم المستحلب بامتصاص بعض العناصر الثقيلة مثل (الزئبق – الرصاص – الكادميوم) من مياه البحر، ويزداد تركيز هذه العناصر في المنطقة المحيطة فتزيد من الآثار السامة في المنطقة فيموت بعض الكائنات الحية، وتهلك اليرقات والبويضات مما يؤدي إلى هلاك الحياة البحرية، إما جوعاً أو تسمماً.

4- قد يمتد التلوث الناتج عن بقعة الزيت ليشمل قاع البحر، فبعد انطلاق المواد الطيارة وتكون المستحلب تبقى الأجزاء الثقيلة غير القابلة للتطاير والذوبان طافية فوق الماء مدة ما وتتحول تدريجياً إلى كتل صغيرة سوداء، تعرف باسم كرات القار التي تنتج بفعل أكسدة بقايا الزيت الثقيل مع أكسجين الهواء، وبواسطة بعض العوامل الميكروبيولوجية الأخرى.

** تحتوي كرات القار على المواد الهيدروكربونية والمركبات العضوية والمواد الإسفلتية؛ حيث تحمل تيارات الماء الكرات لتنشرها في كل مكان ويتحول بعضها بمرور الزمن إلى رواسب ثقيلة، تنزل إلى قاع البحر، نسبة الكرات السوداء في مياه البحر المتوسط 10 مليجرامات في المتر المربع. وقد قدرت كمية هذه الكرات السوداء فوق سطح الأطلسي الشمالي حوالي (13864 طناً عام 1977م، وزادت عام 1980م إلى 18820 طناً).[2]

والمناطق الساحلية أكثر تعرضاً للمخاطر؛ لأن أثر التسرب النفطي أشد وطأة في الأماكن الساحلية التي تلتقي فيها المياه الساحلية باليابس.

5- زيادة درجة التلوث في منطقة الحادث حيث تعمل بقعة الزيت كمذيب، وتستخلص الكثير من المواد الكيماوية الأخرى المنتشرة في مياه البحر مثل (المبيدات الحشرية – المنظفات الصناعية).

6- 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.

7- قد يصحب تلوث المياه بزيت النفط نوع آخر من التلوث يشبه التلوث الكيميائي، فبعد انتشار طبقة الزيت فى الماء مع رقة سمكها، وبمرور الزمن تستطيع أشعة الشمس إختراقها 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 النفط وتحدث بعض التفاعلات لتعطي بعد مدة من الزمن أصنافاً جديدة من المواد الكيماوية، مثل (الكحوليات – الألدهيدات – الكيتونات – بعض المركبات الحلقية). وهي مواد لم تكن موجودة سابقًا، 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.

8- يؤدي نفوق المرجان إلى فقدان الشعاب المرجانية خواصها الطبيعية ولاتتجدد غالبية الكائنات الحية في نظامها الطبيعى، وهذا يطيل مدة تأثير التلوث البحري بالتسربات النفطية، سواء على الشواطئ أو في عرض البحر، حتى لو اختفى النفط أو أزيل، ففي المحيط المتجمد الشمالي تتأثر

البيئة بالتلوث النفطي، أكثر من المناطق المعتدلة لبطء عمليات تحلل النفط في ظروف البرد والظلمة.

9- إن المركبات النفطية الأكثر دواماً والتي تستغرق فترة طويلة للتخلص منها تنتقل عن طريق السلسلة الغذائية، وتختزن في كبد ودهون الحيوانات البحرية، وهذه لها آثار بعيدة المدى، والتي لا تظهر على الجسم البشري إلا بعد سنوات عدة.

10-إن تلوث الأسماك يجعلها غير صالحة للاستخدام الآدمي، فعلى سبيل المثال وجد في عينة من الأسماك تم صيدها في خليج جاكرتا في إندونيسيا أن نسبة الرصاص فيها تزيد بمقدار 44% عن الحد المسموح به، وأن الزئبق يزيد بنسبة 38% كما ورد في تقرير منظمة الصحة الدولية. من هنا نستنتج الآثار المباشرة وغير المباشرة للتسريبات النفطية على الإنسان، وفي طليعتها نقص البروتين الغذائي اللازم لتغذية أعداد السكان المتزايدة، كما أن وصول التسريبات النفطية إلى الشواطئ يضر بالسياحة من خلال التشويه لمنظر البيئة، إضافة إلى كون البحار والمحيطات مصدراً لمحطات التحلية في المناطق التي تعاني شحًّا في إمدادات المياه العذبة، فضلاً عن أن التربة الزراعية نفسها كثيراً ما تتأثر تأثراً بليغاً بالتلوث النفطي، ولا سبيل إلى إزالة آثاره وتداعياته وعواقبه، إلا بعد زمن ومشقة ومحاولات مستمرة في سبيل ذلك.

وكما يمكن أن تصل مشتقات النفط إلى البحار من خلال وقود السيارات ومداخل ومصافي النفط، حيث تنتقل عبر الهواء ومياه الصرف الصحي إلى المياة البحرية.

8-1 العوامل البيئية المؤثرة على التسرب النفطى

** تسرب النفط إلى مياه البحار يتعرض لعديد من العوامل البيئية، التي تؤثر عليه، مسببة حدوث بعض التغييرات الطبيعية والكيميائية.

ويمكن إيجاز ذلك فيما يلي:

1- **عند تسرب النفط إلى البحر** يبدأ في الانتشار الفوري والامتداد في صورة طبقة رقيقة في سمكها؛ طبقاً لنوعية الزيت ودرجة لزوجته. وفي الوقت نفسه تتحرك البقع الزيتية المتكونة من الموقع، الذي تسربت فيه بطريقة تعتمد على عوامل كثيرة، منها:

أ- طبيعة الزيت ونوعيته« خام- بقع رقيقة أو أشد رقة».

ب- الأحوال الجوية، مثل: سرعة الرياح، درجة الحرارة، اتجاه الموج، وسرعة واتجاه التيارات البحرية، فأثناء تحركه وتعرضه للعوامل الجوية والبيئية لفترات طويلة، يتم الكثير من المتغيرات الطبيعية والكيميائية.

2- **الإنتشار الجزئي في الجو:** ويتم ذلك عن طريق:

أ- **التبخر بمرور الزمن** تتبخر المكونات النفط ذات درجة غليان منخفضة، تاركة المكونات التي تغلي عند درجة حرارة (300-370) درجة مئوية؛ طبقًا للظروف الجوية خاصة درجات الحرارة وسرعة الرياح والتيارات البحرية. ومن أخطر المركبات النفطية مركب البنزوبيرين، وهو من الهيدروكربونات المسببة للسرطان.

ب- **تكون القطرات الهوائية والرذاذ:** تتكون القطرات الهوائية الزيتية بتأثير الرياح واصطدام الأمواج بالشاطئ وهي محملة بالزيت، فتؤدي عملية الانتشار الجزئي في الجو إلى خفض كمية الزيت العائم لدرجة كبيرة، وينتقل التلوث إلى المناطق الأرضية بواسطة الرياح، مسبباً أضراراً بالغة بالممتلكات والمحاصيل والحياة. [13]

3- **تكون المستحلب الزيتي:** بعد فقدان المكونات ذات درجة غليان منخفضة يصبح الزيت المتبقى أكثر لزوجة وتزداد كثافته وقد يختلط بالمواد مكوناً مايعرف بالرغوة، وعندما تصبح المياه الممزوجة أكثر من 50% تقترب كثافة المستحلب من كثافة مياه البحر، وقد تكون بطبقة أو بسمك

يزيد عن 1 مليمتر، ولأن كثافة النفط أقل من كثافة الماء فهو يطفو على سطحه، مكوناً طبقة رقيقة عازلة بين الماء والهواء الجوي فتمنع التبادل الغازي بين الهواء والماء، فتمنع ذوبان الأوكسجين في مياه البحر؛ ممايؤثر على التوازن الغازي كما تمنع وصول الضوء إلى الأحياء المائية فتعيق عملية التمثيل الضوئي؛ مما يؤدي إلى موت الكثير من الكائنات البحرية واختلال في السلسلة الغذائية للكائنات الحية.[8]

4-المواد العالقة:

أ- تختلط كميات كبيرة من المواد العالقة وغيرها من المستحلب الزيتي العائم في المياه الساحلية، ويؤدي ذلك إلى زيادة اخرى في كثافته؛ ممايؤدي سقوطه إلى قاع البحر فتهلك اليرقانات والبويضات، ممايؤدي إلى إهلاك الحياة البحرية إما جوعاً أوتسمماً.

ب- بعض الحيوانات البحرية تأخذ الزيت، وتعيد إفرازه دون تغيير في تركيبه في صورة، يسهل بها سقوطه لقاع البحر« مع البراز»، ويختلط برواسب القاع.

5- **الكرات الإسفلتية:** تتكون المستحلبات الزيتية السامة في قاع البحر بفعل التيارات والأمواج، وتختلط بحبيبات كبيرة من الرمل والأحجار الصغيرة بالإضافة إلى بعض الأصداف، ثم تتحرك في صورة كرات إسفلتية تفسد جمال الشواطئ الرملية وتتلف الأصداف البحرية والشعاب المرجانية، مؤثرةً على السياحة في تلك المنطقة.[13]

6- **الترسيب على الشواطئ:** عندما تصل البقع الزيتية العائمة إلى الشاطئ، يختلف سلوكها طبقاً لطبيعة الزيت ونوعية الشاطئ، فعندما يكون التلوث خفيفاً يحمل غالبية الزيت بفعل الموجات المتتالية إلى أقصى موقع، تصل إليه الموجه على الشاطئ وفي درجات الحرارة المرتفعة، أو عندما يكون التلوث ناتجاً من زيت ذي كثافة منخفضة، أو زيت حديث الانسكاب يتخلل الزيت الشقوق بين الصخور أو طبقات الرمال الجافة، وقد يصل تخلله الى أعماق تصل من نصف متر إلى متر، ولايتخلل الرمال

الرطبة بسهولة، ولكن يقذف الموج طبقات من الرمال فوق طبقات الزيت على الشاطىء فتدفنه، مكوناً بذلك طبقات متتالية من الزيت والرمل.

7- **تحلل الزيت:** وتؤدي عملية تحلل الزيت إلى إزالة المواد الهيدروكربونية من البحر، ويتم ذلك أساساً في فترات طويلة جدًّا عن طريق الآتى:

أ- الأكسدة التلقائية: وتساعد عليها الظروف الجوية خاصة درجة الحرارة.

ب- التحلل الميكروبي: ويتم بفعل نوعيات مختلفة من البكتريا التي تتغذى على المواد الهيدروكربونية، ويساعد على ذلك تفتت الزيت إلى قطرات صغيرة بفعل المواد المتشتتة الموجودة أصلاً في الزيت.

8- **تأثير التلوثات النفطية على الثروة البحرية والضرر بها:** وتنقسم إلى:

أ- التأثير على اليرقانات والأحياء البحرية الدقيقة:

إن كرات الزيت تؤثر على الثروة البحرية على المدى القريب أو البعيد، لاسيما وأنها تقوم بقتل اليرقانات التي تتغذى عليها الأسماك والأحياء البحرية الدقيقة.

ب - التأثير على الأسماك والأحياء المائيه:

الأسماك والأحياء المائية تنتعش، عندما تتراوح قيمة الرقم الهيدروجيني «**PH**» بين 6.5- **8.4**، فإذا قلت قيمته عن «**5**» أو زاد عن «**9**» فإنه يتسبب في موت الأسماك، حيث إن تركيب الجهاز التنفسي للأسماك كثيرة الحساسية للأحماض إذا زادت درجة الحرارة أو قل محتوى الماء عن منسوبه الأول، كذلك المياه القلوية التي تزيد فيها قيمة الرقم الهيدروجيني «**PH**» عن «**9**» تبب في تلف الجهاز التنفسي للأسماك.

جـ - التأثير على الطيور:

يقود التلوث الذ لي إلى قتل الطيور التي تعتمد في غذائها على الأحياء البحرية كاليرقانات؛ فهناك بعض الطيور الغاطسة والتي تعتمد في

غذائها على الغوص والصيد، وعندما تغوص عبر بقعة زيتية.. تتشرب بالزيت، الذي ربما تسبب جزئيًا في فنائها، أو إلحاق ضرر في ريشها.[8]

1-9 الخصائص الفيزيائية والكيماوية للهيدروكربونات المتحللة:

تخضع الهيدروكربونات عند وصولها إلى المياه البحرية لمجموعة تحولات كيميائية وحيوية، تتوزع وفقًا لخصائصها الفيزيائية والكميائية إلى ثلاثة أطوار:

1- الطور البخاري ويضم الجزيئات ذات الوزن الجزيئي المنخفض ودرجات غليان منخفضة.

2- طور منحل يضم جزيئات متوسطة الوزن الجزيئي، وذات قطبية عالية نسبيا.

3- طور الجزيئات الضخمة، والذي يشكل طبقة زيتيه غير منحلة.

** تؤدي مجموعة التحولات السابقة بما تحتويه من أكسدة بيولوجية وكيميائية وامتزاز على سطوح الجزيئات العضوية وغير العضوية وترسيب وتبخر إلى تغيير في محتوى المياه الطبيعية من الهيدروكربونات؛ تبعاً للشروط المناخية والخصائص الهيدرولوجية والبيولوجية للمياه.

كما تؤثر الهيدروكربونات الأروماتية الأحادية الحلقة على معظم أشكال الحياة البحرية، وتسبب تسمما حتى للإنسان، والتي قد يوجد بعضها بتركيز مرتفع نسبيًا في النفط المنسكب. وتؤثر المركبات الأروماتية الثنائية والثلاثية الحلقة بسميتها العالية على الأسماك؛ حيث تموت إما مباشرة بعد تعرضها لها أو بعد ساعات. [2]

1-10 التأثيرات بعيدة المدي للهيدروكربونات:

أما بالنسبة للتأثيرات البعيدة المدى للهيدروكربونات، فيمكن أن نعددها فيما يلي:

1- إحداث إرباك في الإشارات الكيميائية للأحياء البحرية؛ حيث تعطي بعض مركبات الهيدروكربونات إشارات خاطئة للكائنات الحية، التي تستخدم الإشارات الكيميائية للتفتيش عن غذائها وفرائسها.

2- معظم المركبات الهيدروكربونيه الملوثة لغذاء الحيوانات البحرية لاتتغير خلال السلسة الغذائية؛ لذلك سوف تتراكم في أجسامها، وبما أنها تمثل جزءًا من غذاء الإنسان، فإنها ستكون رائحتها غير مقبولة، بالإضافة إلى احتمالاتها السمية.[2]

3- إحداث زيادة في قابلية أجسام الأحياء البحرية على تراكم السموم فيها مثل مبيدات الحشرات، حيث إن هذه المركبات النفطية التي تدخل في أجسامها، وتتراكم فيها تكون وسطا جيدا لامتصاص مبيدات الحشرات وإبقائها في الحيوان بنسب أعلى بين المركبات النفطية والمبيدات، وتكون النتيجه إما موت هذا الحيوان أو وسطًا جيدًا لنقل هذه السموم إلى الإنسان؛ خصوصًا إذا كانت جزءًا من غذائه.

4- ذوبان جزء كبير من النفط بعد استكشافه وإنفجار جزء كبير منه إلى القعر، والذي يحدث بعد فقدان الأجزاء ذات الطور البخاري، وتلعب بعض الأحياء البحرية المجهرية، التي توجد في مياه البحر، وعلى السواحل دورًا كبيراً في أكسدة هذه المكونات وذوبانها، وقد تلعب دوراً كبيراً في التخلص منها، ولكن تكمن المشكلة إذا كانت المكونات الذائبة هي سامة.[12]