|  |  |
| --- | --- |
| **جامعة الملك سعود****كلية العلوم****قسم علم الحيوان** |  **أستاذ المقرر : أ.د. محمد بن خالد السعدون**  |

الخطوط العريضة لمحاضرات مقرر علم البيئة الحيوانية والتلوث (571 حين )

المحاضرة الحادية عشر

التلوث **Pollution**

**رابعا : التلوث النفطي Petroleum Pollation**

* يعتبر التلوث النفطي من اكبر المخاطر التي تواجه البيئة.
* ما هو تركيب النفط ؟
* ماهي مشتقات النفط؟
* هناك اسباب لحدوث التلوث النفطي . ماهي ؟
* **الآثار المترتبة على التلوث النفطي :-**
1. آثار التلوث النفطي على التربة.
2. آثار التلوث النفطي على الغلاف الجوي .
3. **آثار التلوث النفطي على البحار والمحيطات .**

أ- آثار التلوث النفطي على العوالق النباتية والطحالب البحرية .

ب- آثار التلوث النفطي على الثروة السمكية.

جـ- آثار التلوث النفطي على الطيور المائية .

د- آثار التلوث النفطي على الاقتصاد.

* **طرق مقاومة التلوث النفطي :**

**1- الطرق الميكانيكية وتشمل :**

أ- الحواجز الطافية. ب- الكشط. جـ- الامتصاص.

**2- الطرق الكيميائية وتشمل :**

أ- المشتتات الكيميائية. ب- الجلتنة.

**3- الطرق البيولوجية .**

* **دور المملكة في مكافحة التلوث في مياه الخليج :**
* دور شركة ارامكو السعودية .
* دور الهيئة الملكية للجبيل وينبع .

ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

**رابعاً: التلوث النفطي Petroleum pollution :**

يعتبر التلوث النفطي من أكبر المخاطر التي تواجه البيئة والعاملين في مجال المحافظة عليها وذلك لزيادة حاجة الإنسان إلى النفط ومشتقاته المختلفة وما يصحبه من تلوث للأراضي والبحار والمحيطات .

النفط ( الزيت الخام ) سائل زيني لونه ما بين الأصفر إلى الأسود الداكن المخضر يتكون في معظمة من خليط معقد جداً من مركبات هيدروكربونية ومركبات وعناصر لا هيدروكربونية . وللنفط خواص فيزيائية وكيميائية تختلف درجاتها باختلاف مواقع استخراج النفط ومن الخواص الفيزيائية للنفط اللزوجة واللون والرائحة ، ومن الخواص الكيميائية نقطة الاشتعال ونسبة الكبريت **( Abo-Khatwa, 1992** **)** .

**مشتقات النفط :**

تنتج مصافي النفط عدداً من المشتقات النفطية بواسطة استخدام تقنيتي التقطير التجزئي والتكسير التحفزي ولكل منتج خواصه الكيميائية والفزيائية والمميزة له والتي يجب مراعتها عند التعامل معه كملوث ، ومن أمثلة هذه المنتجات :

* الجازولين : مادة سريعة التطاير والانتشار ، وذات سمية .
* الكيروسين : تشبه السابقة إلا أنها أقل تطايراً وانتشاراً وسمية .
* زيوت الوقود : مواد تتفاوت في سرعة التطاير والانتشار .
* زيوت التشحيم : وهي ذات مستوى منخفض من التطاير ، وإذا لم تعالج بطريقة سليمة فإنها تبقى في البيئة لفترات طويلة **( EPA,1999 ) .**

**أسباب حدوث التلوث بالنفط :**

هناك العديد من الأسباب التي تؤدي إلى التلوث بالنفط سواء كانت غير متعمدة أو متعمدة ويمكن ذكر الأسباب المؤدية إلى التلوث بالنفط حسب أهميتها وتكرار حدوثها فيما يلي :

* حوادث انفجار وغرق ناقلات النفط .
* انفجار الآبار النفطية البحرية .
* حوادث الخلل في عملتي الشحن والتفريغ .
* مخلفات سفن الشحن والناقلات ومنصات النفط .
* مصانع البتروكيماويات الموجودة على شواطئ البحار .
* التسرب الطبيعي للنفط من قيعان البحار والمحيطات .
* الهجوم على المنشآت النفطية وناقلات النفط اثناء العمليات الحربية .
* النفايات الصناعية ونفايات المدن .
* الاستثمار في عرض البحر سواء في مرحلة التنقيب أو في مرحلة الإنتاج يعتبر مصدراً للتلوث بالنفط عن طريق التسرب كما يحدث التسرب من بعض خطوط الأنابيب التي تحمل النفط إلى شواطئ البحار .

**الآثار المترتبة على التلوث بالنفط :**

يؤدي التلوث بالنفط إلى مجموعة من الكوارث الحقيقية البالغة الخطورة فمنها ما يمكن ملاحظته وحصره والسيطرة عليه منذ بداية التلوث وخلال عدة أيام أو شهور وبعضها لا يمكن السيطرة عليه وذلك لأن الآثار المترتبة عليها لا تظهر إلا بعد عدة سنوات ومن هذه الآثار ما يلي .

**1- أثار التلوث النفطي على التربة :**

يعتبر النفط من أخطر مصادر تلوث التربة وتحويلها إلى تربة عقيمة غير صالحة للحياة النباتية والحيوانية فالنفط الخام يحتوي على مركبات ضارة تكون على شكل ملوثات نفطية عضوية سامة أو ملوثات نفطية غير عضوية سامة وتضم العديد من المركبات مثل مركبات الفينول ومركبات السيانيد والكبريتيدات وايونات المعادن السامة والمواد الذائبة والعالقة والمواد الهيدروكربونية وكل المواد السابقة تعمل على تدمير التربة الزراعية الخصة وتحويلها إلى تربة عقيمة . فالنفط السائل يعمل حاجزاً بين حبيبات التربة والهواء ويؤثر كذلك على الكائنات الدقيقة في التربة مثل البكتريا والفطريات لان حبيبات التربة عندما تتشبع بالنفط تكون طبقة تمنع التبادل الغازي بين الكائنات الدقيقة والجذور التي توجد تحت التربة من جهة واوكسجين الهواء الجوي من جهة أخرى وبالتالي تموت هذه الكائنات بسبب تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون اسفل الطبقات النفطية . ( السعدي ، 2006م ).

**2- أثار التلوث النفطي على الغلاف الجوي:**

يؤدي احتراق النفط إلى انبعاث العديد من أخطر الغازات والمركبات السامة مثل أول اكسيد الكربون وثاني اكسيد الكربون وثاني اكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين والمركبات الهيدروكربونيه ونسبة عالية من السخام وعلى سبيل المثال فأن التلوث الكبير الذي حدث للجو نتيجة احتراق آبار النفط في الكويت أثناء الغزو العراقي للكويت عام 1991م حيث أحترق النفط بمعدل يتراوح ما بين 4-8 مليون برميل في اليوم وغطت الغازات وسحب الدخان مساحات شاسعة من أجواء الكويت والعراق والمملكة العربية السعودية والبحرين وإيران وبلغت كمية السخام الناتجة بحوالي 500 إلف طن في الشهر وقد حجب الدخان الأسود المتصاعد من الآبار المحترقة أشعة الشمس في الكويت وبعض الدول المجاورة مما أدى إلى انخفاض درجة الحرارة وحول النهار إلى ظلام وأدى احتراق هذا الكم الهائل من الآبار إلى تصاعد حوالي أربعة ملايين طن من ثاني أكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين مما قد يؤدي إلى هطول ملايين الأطنان من الأمطار الحمضية نتيجة تفاعل بعض هذه الغازات مع ذرات الماء الموجودة في الجو كما أن هذا الدخان بما يحتويه من غازات وهيدرو كربونات وجسيمات دقيقة جداً يقل حجمها عن 2.5 بيكو متر تكون قادرة على دخول الرئتين وحويصلاتها الهوائية كما تهيج الغشاء المخاطي للجهاز التنفسي مما يؤدي إلى الإصابة ببعض الإمراض التنفسية المزمنة كالربو والسعال الحاد وحالات ضيق التنفس والحساسية . ( العلوي ، 2004م ).

**3- آثار التلوث النفطي على البحار والمحيطات :**

تزخر البحار والمحيطات بتنوع هائل من الكائنات الحية التي تتباين في أحجامها واشكالها وجميع هذه الكائنات الحية تتأثر بشكل كبير بالتلوث النفطي .

**وفيما يلي نذكر بعض الآثار على الكائنات الحية :**

**أ- آثار التلوث النفطي على العوالق النباتية والطحالب البحرية :**

تعتبر العوالق النباتية والطحالب البحرية المصدر الاساسي للسلسلة الغذائية لكافة الكائنات البحرية وتمد الأرض بالجزء الأكبر من الأكسجين الذي تتنفسه جميع الكائنات الحية حيث تطلق ما يزيد عن 150مليار كيلو جرام من الأكسجين سنوياً وأنتشار النفط على سطح الماء يشكل طبقة تمنع التبادل الغازي كما تمنع وصول الضوء الكافي لهذه الكائنات مما يسبب خلل في السلسلة الغذائية ودخول الملوثات النفطية إلى البيئة الخلوية لها مما قد يتسبب في حالات النفوق أو منع الخلايا من الانقسام وقد أجريت بعض الدراسات على عدة أنواع من الهائمات النباتية ووجد أن تركيز النفط الذي يؤدي إلى النفوق يتراوح بين 0.0001 – 1مل/لتر( السعدي ، 2006م ).

**ب- أثار التلوث النفطي على الثروة السمكية وصيد الأسماك :**

يؤثر النفط على الغدد التناسلية للأسماك مما يؤدي إلى تأخير وضع البيض وقلته كما يتسبب في تقليل قابلية بعض الأسماك الصغيرة للنمو والحياة ويحتوي النفط على كثير من المركبات العضوية ومن أمثلتها المركبات العطرية مثل النفتالين والفنانثرين والمركبات المحتوية على الكبريت مثل النيوفين وبعض هذه المركبات يسبب الأورام خصوصاً بعض الهيدروكربونات مثل البنزيرين وتتجمع هذه المواد في بعض الأنسجة الحية مثل الانسجة الدهنية وأنسجة الكبد والبنكرياس مما يؤدي حدوث كثير من الاضطرابات في الكائن الحي وقد بينت البحوث أن كثيراً من الأسماك بها بعض الأورام الشاذة كما وجد في بعضها نسبة عالية من مركب البنزبيرين مختزناً في أنسجتها ويؤثر التلوث بالنفط على انخفاض إنتاجية المصائد بسبب انخفاض العمليات الحيوية كالنمو أو عزوف الناس عن شراء الأسماك خوفاً من أخطار التلوث او توقف عمليات الصيد من قبل الصيادين أنفسهم في المناطق الملوثة لان النفط يؤثر على معدات الصيد كالحضور والقراقير والشباك والقوارب مما يؤدي إلى إتلافها أو التقليل من فعاليتها . (العودات ، 2001م).

**جـ-آثار التلوث النفطي على الطيور المائية .**

يكمن الأثر الأساسي للتلوث النفطي على الطيور المائية في وصول النفط إلى الريش والنفط الخام يتميز بأنه غليظ القوام إلى الريش وعند وصوله إلى ريش الطائر يصبح من الصعب إزالته وبالتالي يؤدي إلى ضعف حركته ويعمل النفط على اختراق ثنايا الريش فيؤدي إلى تبلل جسم الطائر وإحساسه بالبرد وفقدان التوازن وقد يغادر الطائر الماء ويتوقف عن الأكل فيزداد بذلك معدل التغيرات الكيميائية في جسمه لكي يعوض النقص في حرارة الجسم خاصة إذا كان الطائر في مياه باردة مستنفذاً بذلك مخزونة من الطاقة بسرعة ويموت كثير من الطيور بسبب التعرض الناتج عن استهلاك الطاقة . وتتأثر الطيور بدرجة خطيرة عندما تبتلع الزيت أثناء تسويته ريشها بمنقارها وتتفاوت المنتجات النفطية في سميتها كما تتفاوت الطيور في درجة حساسيتها للنفط وقد تبين من الدراسات التجريبية أن الآثار الرئيسية لسمية النفط هي تعطيل الجهاز الذي يمكن الطيور البحرية من إمدادها بالمياه العذبة من المياه الصالحة التي تشربها وإعاقة الامتصاص الغذائي وإحداث النزيف في الجهاز الهضمي وإتلاف الكلى والكبد والبنكرياس. ( كمال ، 1997م ).

**د- أثار التلوث النفطي على الاقتصاد :**

يتسبب التلوث النفطي في شل حركة الملاحة بأنواعها مما يؤثر سلباً على اقتصاد المنطقة كما أن له مخاطر كبيرة على الثروة السمكية مما يؤثر على إنتاجية الدول للأسماك وتعتبر تكاليف المعالجة للتسربات النفطية باهظة الثمن فعلى سبيل المثال أدت حالة التسرب النفطي الناتجة عن حرب العراق والكويت عام 1991م إلى خسائر مادية كبيرة جداً في المنطقة وصلت إلى حوالي 23 مليون درهم وذلك من اجل أجراء البحوث عن تأثير هذه الكارثة على الحياة البحرية فقط .

كما أن السيطرة على التلوث النفطي والتخلص منه تستغرق سنوات عديدة وتحتاج إلى إنفاق ملايين الدولارات وكذلك له آثاراً ماليه معقده كالمطالبات بالتعويض والتأمين . (العودات ، 2001 )

**طرق مكافحة التلوث النفطي :**

يجب اتخاذ كافة السبل والإجراءات الكفيلة بمنع تسرب النفط إلى المسطحات المائية ولابد من العمل بكفاءة عالية للتخلص من النفط وتتوقف طرق المكافحة للتخلص من النفط المتسرب للماء على نوعية الزيت حيث يحتوي الزيت المتسرب على المئات من المركبات الهيدروكربونية والمركبات العطرية التي يختلف تركيزها من زيت خام إلى آخر وعلى الظروف المحيطة به من درجة حرارة الجو والماء وحركة الرياح والتيارات المائية وارتفاع الموج وعمق الماء وفيما يلي أبرز طرق المكافحة .

1. **الطريقة الميكانيكية : وتشمل ما يلي :**
2. **الحواجز الطافية :**

تستخدم الحواجز الطافية من آجل السيطرة على انتشار النفط وتخفيف إمكانية تلويثة للمناطق الشاطئية والمناطق الأخرى حيث تقوم بحصر النفط قبل أن يتسرب إلى مساحات شاسعة ومنعه من الوصول إلى مناطق حساسة يصعب معالجتها كما تقوم باحتواء بقع النفط من أجل تحسين عملية الإزالة بالكشط .

1. **الكشط :**

تكون معدات الكشط ذات كفاءة أكثر عندما تستخدم للنفط المتسرب بالقرب من المواني والمناطق المحصورة وعندما يكون البحر هادئاً لأن بعضها تصبح جزئياً في الهواء عندما تنخفض الأمواج ثم تصبح مغمورة جزئياً عند ارتفاع الموج مما يجعلها تشفط الهواء والماء بالتناوب بالإضافة للنفط مما يستدعي الحاجة إلى أحواض كبيرة لفصل الزيت الذي يتم جمعه عن الماء المختلط به ولقد طور علماء معهد تقنية المحركات والطاقة الألماني بالتعاون مع علماء قسم التقنية بجامعة روستوك الألمانية نظاماً جديداً لكشط طبقات النفط المتسربة للبحار بالاعتماد على نظام فيزيائي يعتمد على خاصية الالتصاق الشعيري في عملية فصل النفط عن المياة ويتألف كاشط النفط الطافي من جهاز دوار يعتمد على الخصية الشعرية لفصل النفط عن الماء وإرساله إلى حجرة للفصل المركزي حيث يضخ بعدها إلى خزان بالسفينة أو على الشاطئ . وما تزال البحوث جارية لإنتاج معدات كشط ذات كفاءة عالية . ( العلوي ، 2004م )

**جـ -الامتصاص :**

تتم عملية الامتصاص باستخدام مواد (sorbents ) لها القدرة على امتصاص الزيت مثل المطاط الرغوي وهذه المواد مصنوعة من عديد الايثيلين أو البوزنان توزع بانتظام على الزيت الطافي ثم تجمع بعد أن تمتص الزيت ولكن هذه المواد خفيفة وسهلة التطاير ويصعب نشرها على مساحات كبيرة من النفط وبعد أمتصاصها للنفط يصعب جمعها لسرعة تحركها في وجود التيارات المائية وبعد تشبع هذه المواد بالزيت تمرر عبر اسطوانات لعصره او تحرق مع الزيت ومن سلبيات هذه الطريقة أنها تحتاج ليس فقط إلى التخلص من الزيت ولكن من المواد التي تستخدم لامتصاصه ايضاً ، ولتحسين عملها توضع المواد التي تستخدم للامتصاص على شكل حزام أو حبل يمر بعد تشبعه بالزيت عبر أسطوانات مغمورة تحت الماء المغطى بالزيت ليصل بعد ذلك إلى المكان المعد لجمعة كالسفينة أو الأحواض .

1. **الطريقة الكيميائية : وتشمل :**
2. **المشتتات الكيميائية :**

المشتتات الكيميائية عبارة عن مواد لها أساس هيدروكربوني وفي الغالب الكيروسين والكحول وبعضها لها أساس مائي لها القدرة على أن تنتشر خلال طبقة الزيت وتعمل على تكسير البقع الكبيرة الطافية إلى حبيبات كروية صغيرة تتشتت على هيئة مستحلب من الزيت في الماء موزع على عمود الماء من السطح إلى القاع ولابد من رش هذه المشتتات بطريقة صحيحة وعدم استخدامها مع الزيت ذو اللزوجة العالية ويجب استخدامها خلال ساعات قليله من حدوث التسرب قبل تبخر مكونات النفط ويصبح لزجاً صعب التشتت ومن سلبيات هذه الطريقة الاضرار بالبيئة البحرية نتيجة لإضافة المواد الكيماوية كما تزيد من خطورة الزيت نفسه وذلك بزيادة مساحته وذوبان جزء منه في الماء وسمية العديد من المواد المشتته أكبر من سمية الزيت الخام كما تعمل على تدمير غالبية الكائنات الساحلية إذا استخدمت لتنظيف الشواطئ والسواحل الصخرية كما يجب عدم رشها بالقرب من محطات تحليله المياة مما يؤدي إلى حدوث اخطار جسيمة على المستهلكين .

1. **الجلتنة :**

وهي عبارة عن رش مواد كيماوية خاصة ( gelling agents ) وخلطها جيداً مع الزيت حيث تعمل هذه المواد على تحويل الزيت إلى مادة جيلاتينية من خلال زيادة لزوجته مما يؤدي إلى التصاق بعضه ببعض حتى يطفو فوق سطح الماء حتى يسهل جمعة ويصعب استخدام هذه الطريقة مع الزيت المتسرب ويفضل استخدامها لناقلات الزيت المتحطمة في عرض البحر حتى تقوم بجلتنة الزيت الموجود فيها قبل تسربه .

1. **الطريقة البيولوجية :**

تتم هذه الطريقة باستخدام مواد تساعد على تحليل الزيت بيولوجياً مثل الانزيمات والمواد الغذائية كالمركبات التي يتكون منها الزيت وتحويلها إلى جزيئات صغيرة وكلما كان سمك طبقة الزيت قليلاً كلما كان التحليل أسرع وهذه الطريقة بطيئة جداً وتحتاج إلى وقت طويل ومازالت الدراسات تجري بشأنها لأن زيادة عدد البكتريا قد تكون لها أثاراً ضاره على البيئة .

يؤخذ على الطريقة الميكانيكية والكيميائية انها مكلفتين مادياً وتؤدي في كثير من الأحيان إلى آثار جانبية تزيد من الضرر أكثر من التلوث الأصلي وتعد الطريقة البيولوجية من خلال استخدام الكائنات الحية الطريقة الأمثل والأكثر أماناً وتركزت الجهود العلمية في استخدام الكائنات الحية الدقيقة بخاصة البكتيريا أكثر من الفطريات والطحالب وذلك لاختصارها الوقت والمال والجهد وقدرتها على التكيف في كافة الأوساط وسلالاتها القادرة على تكسير النفط والتغذية عليه وسرعة نموها وانتشارها . ( العلوي : 2004م )

**دور المملكة في مكافحة التلوث في مياه الخليج**

من خلال شركة ارامكو السعودية والهيئة الملكية للجبيل وينبع

**اولا : شركة ارامكو السعودية**

ويعد برنامج مكافحة انسكاب الزيت لدى الشركة شاملا ومفصلا فهو يضمن اجراءات الوقاية والاستجابة والتنظيف بالإضافة الى تحديد الواجبات الخاصة بكل فريق يشارك في الاعمال وتعليمات التوثيق الشاملة اثناء وبعد الحادثة وكذلك الاعتبارات القانونية والتدريب وامور اخرى لا حصر لها

ولدى ارامكو اكبر مخزون للمواد الخاصة بالاستجابة لانسكاب الزيت واكبر عدد من السفن كما ان لديها غواصين محترفين يشاركون بفاعلية في الوقاية من انسكابات الزيت بمعاينتهم المستمرة لخطوط الانابيب المغمورة ، ويبلغ اجمالي عدد القوارب الجاهزة للايجار المتمركزة في كل من رأس تنورة ورأس تناقيب وجدة ورابغ وينبع وضبا وجازان و ( 60 ) كاشطة ويتراوح متوسط كميات الزيت التي تستطيع هذه السفن استخلاصها ما بين 125 و 155 برميلا في الساعة وما بين 175 و930 برميلا في اليوم ، كما تمتلك ارامكو السعودية طائرتين لرش المشتتات وسفينة عملاقة لمكافحة التلوث وهي مصممة لتغطية اعمال ارامكو السعودية ومزودة بنظامين مدمجين لاستخلاص الزيت من سطح الماء وثمانية سفن اخرى مخصصة لمكافحة التلوث موزعة على سواحل المملكة وخمسة صنادل نقل المواد الملوثة واربعة قوارب متخصصة لتوزيع اطواق محاصرة بقع الزيت

**تقوم الشركة حالياً بعمل الدراسات البحرية الرئيسة التالية:**

* برنامج مراقبة التراكم الحيوي الذي يجري تنفيذه منذ 18 سنة والذي يركز على أنواع المحار في ساحل الخليج ومراقبة دخول المواد الهيدروكربونية والمعادن الثقيلة السامة في سلسلة الغذاء.
* برنامج الاختبار الحيوي للسمية، الذي يعد الأول من نوعه في المنطقة، ويقوم باختبار تشكيلات من طين الحفر على أنواع من الربيان تربى في المختبر. وقد ساعدت الدراسة على تطوير تشكيلات غير سامة من طين الحفر.
* قدمت أرامكو السعودية المساعدة للهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها في زراعة أشجار المنغروف على طول الخط الساحلي لشبه جزيرة رأس تنورة على الخليج العربي لفائدتها كمكان تفريخ للأسماك والحلزونات الصدفية، والمساعدة كذلك في زيادة الكائنات الحية في خليج تاروت.
* في عام 1997م بدأت أرامكو السعودية في عمل دراسة بالاشتراك مع معهد البحوث في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن لتحديد إمكانية رسم خريطة موثوقة للكائنات الحية في الأماكن الضحلة على طول ساحل البحر الأحمر باستعمال بيانات الاستشعار عن بعد عن طريق الأقمار الاصطناعية والطرق المتقدمة لمعالجة الصور مما يحد من العمل الميداني المكلف. ويشكل عمل هذه الخرائط، التي تجرى لمواقع أعمال أرامكو السعودية المهمة، جزءً من جهود الشركة المستمرة والرامية للحد من أثر الأعمال التي تنفذ على الخط الساحلي والمنطقة المغمورة على البيئة البحرية.

**ثانيا : الهيئة الملكية للجبيل وينبع**

حددت الهيئة الملكية 13 موقع لمراقبة جودة مياه الشواطئ والمياه البعيدة عن مدينة الجبيل الصناعية لإعطاء معلومات شاملة حول جودة هذه المياه ولتسمح بتتبع التغيرات في جودتها. وتفيد المراقبة المنتظمة في رسم الخطوط العريضة حول المنحنى العام لجودة المياه على المدى البعيد بحيث يمكن اتخاذ التدابير اللازمة لمنع حدوث أية أضرار متوقعة في المستقبل. ويتم قياس عدد من العناصر المتغيرة التي تتحدد بواسطتها بعض خواص المياه في كل موقع من المواقع السابقة، وذلك باستخدام مسبار إلكتروني يقيس كلاً من العمق ودرجة حرارة الماء وملوحته والأوكسجين المذاب فيه ودرجة حموضته الرقم الهيدروجيني. إضافة إلى ما سبق من القياسات يتم أخذ عينات من هذه المياه من أعماق مختلفة لفحصها وتحليلها في مختبر الهيئة الملكية للفحص البيئي لمعرفة خواصها الفيزيائية والكيميائية وما تحتويه من تركيزات مختلفة من المعادن الثقيلة والمركبات العضوية. ويتم بعد ذلك إدخال النتائج في الحاسب الآلي لتسهيل تحليلها، ومن ثم إعداد التقارير الدورية لضمان مطابقتها للمواصفات القياسية البيئية التي حددتها الهيئة الملكية لبيئة مياه الخليج.

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ



**التلوث بناقلات البترول**



**التلوث الناتج من الاهمال**





**تأثير التلوث على الاحياء المائية ( الأسماك / الطيور )**



**تأثير التلوث على الشواطئ**