الفصل الثامن

قضايا بيئية

توجد في الوقت الحالي العديد من القضايا البيئية المحيطة بالإنسان والتي تحتاج إلى وضع الأسس العلمية للاستفادة منها وملاحظة آثارها الصحية والاجتماعية على الإنسان لتحقيق مفهوم الأمن البيئي ومنها :

١- الأنظمة التشريعية للحماية البيئية لحقوق التنقيب عن المعادن ومعالجة النفايات والمخلفات في دول الخليج العربي

كما هو معلوم فإن الهدف الأساس من وضع الأنظمة التشريعية للحفاظ على البيئة الحد من الأضرار والمشكلات البيئية والتي تضاف إلى النظام البيئى من جراء الممارسات الخاطئة التي يقوم بها الإنسان، والتي نتج عنها في الوقت الحالي العديد من الصور المختلفة للملوثات البيئية مثل التلوث المائي والهوائي والغذائي والنفطي والإشعاعي والمعدني إلى غير ذلك من الملوثات البيئية.

ونتيجة للثورة الصناعية والتقدم التقني وزيادة متطلبات الرفاهية، بالإضافة إلى وجود مخزون هائل من النفط والمعادن في دول الخليج العربي مصاحبًا بكميات هائلة من النفايات ومخلفات الصرف الصحي والتي لايستفاد منها في الوقت الحالي إلا بنسبة ضئيلة جداً، ولتنويع مصادر الدخل الإقتصادي سعت دول مجلس التعاون الخليجي إلى التنقيب عن المعادن وإبرام العقود الخاصة بالتنقيب عن المعادن مع الشركات المختلفة، وكذلك الاستفادة من المخلفات والنفايات في إعادة التدوير

مع رفع شعار الاستفادة لا التخلص.

ويصاحب عمليات التنقيب عن المعادن في باطن الأرض واستخراجها بعضا من العوامل البيئية المختلفة مثل التجوية الطبيعية (Physical weathering) والتجوية الكيميائية (Chemical weathering) والتي تسهم بدرجة كبيرة في تفتت وتكسر الصخور بواسطة التجمد والذوبان والحرارة، بالإضافة إلى الأنشطة المختلفة للإنسان والتي تشمل: التفجيرات النووية السلمية وإقامة الجسور وشق الطرق والأنفاق والأنشطة المختلفة للحيوان والنبات، والتي تؤدي إلى إضافة حبيبات المعادن إلى التربة وهذا يؤدى إلى تلوث البيئة بالعناصر المعدنية. كما أن زيادة النشاط الميكروبي تلعب دوراً أساسيا في التحولات المعدنية المختلفة في النظام البيئي والتي تشمل: المعدنة (Mineralization) والتمثيل (Assimilation) والإذابة (Solubilization) والثبوت (Immobilization) والتخزين (Storage) والعمليات الميكروبية المختلفة بواسطة الأكسدة والإختزال (Oxidation and Reduction). فعنصر النحاس، على سبيل المثال، من العناصر المعدنية التي تتعرض للتحولات الميكروبية كما تم دراسة مقاومة الكائنات الحية الدقيقة للتركيزات العالية لهذا العنصر (ابن صادق، أ ١٩٩٨م).

ولتلافي خطورة نتائج التنقيب عن المعادن وتدوير النفايات والاستفادة من مخلفات الصرف الصحي في دول الخليج العربي لابد من وضع الدراسات الخاصة بالجدوى البيئية والإقتصادية والصحية استناداً إلى التخطيط الإداري والبيئي والصحي والتي ينتج عنها أنظمة تشريعية للحماية البيئية من أضرار المعادن والنفايات ومخلفات الصرف الصحي.

ويمكن من خلال تلك الأنظمة التشريعية إلزام شركات التنقيب عن المعادن واعادة التدوير على ضرورة إتباع الأنظمة البيئية والتي تكفل عدم تلوث المناطق المحيطة بحقوق الامتياز بتلك الملوثات الخطرة والتي لوحظت آثارها الضارة على الإنسان. ومن أكثر الأمثلة على ذلك مصانع الأسمنت وخردوات الحديد والكسارات ومدافن ومحارق النفايات ومخلفات الصرف الصحي المنتشرة في المدن الخليجية المختلفة والتي ثبت خطرها على صحة الإنسان والنظام البيئي.

ومن أهم التقنيات المستخدمة في الوقت الحالي للتنقيب عن المعادن هو

استخدام النشاط الميكروبي عوضًا عن الطرق التقليدية . فقد تم على سبيل المثال استنادًا إلى المؤشرات الخاصة بسيادة بعض الأجناس الميكروبية الاستدلال على أماكن وجود المعادن مثل إفراز بعض الإنزيمات ومنها إنزيم Zn-methalloenzyme الذي تفرزه : البكتيرة *Bacillus subtilis* والفطرة *Aspergillus niger* والخميرة *Saccharomyces cerevisiae* . وتلك مؤشرات جيدة لإمكانية وجود عنصر الخارصين في الموقع التعديني . كما تمت ملاحظة أكسدة عنصر المنجنيز إنزيميًا ولا إنزيميًا بواسطة النشاط الميكروبي الأيضي حيث سجلت العديد من الدراسات قدرة بعض الكائنات الحية الدقيقة ومنها : الطحلب *Scenedesmus* sp. والبكتيرة *Arthrobacter* sp. والفطرة *Cladosporium* sp. على القيام بالعمليات الحيوية من نقل وامتصاص لهذا العنصر . وقد إستغلت هذه الظاهرة في المجال التعديني لإستخلاص عنصر المنجنيز حيث كشفت الأبحاث المعملية عن طريق استخدام البكتيرة *Bacillus manganicus* ظهور ترسبات بنية على سطح البيئة من عنصر المنجنيز . كما لوحظ أيضًا أن البكتيرة *E.coli* لها القدرة على امتصاص ومراكمة وربط عنصر النيكل بواسطة الجدار الخلوي . أيضًا استخدمت الفطرة *Schizoophyllum* sp. للكشف عن وجود عنصر النيكل . وتستطيع بعض الكائنات الحية الدقيقة أكسدة عنصري الزئبق والزرنيخ بالإضافة إلى إحداث عمليات الميثلة (Methylation)والتي تؤدي إلى التطاير المعدني . وبهذه الظاهرة أمكن الكشف عن التلوث المعدني بتلك العناصر المعدنية السامة حيث عزلت العديد من البكتيريا مثل *Pseudomomnas* sp. و *Xanthomomnas* sp. من أماكن تنظيف المواشي والتي تستخدم فيها تلك العناصر المعدنية للتنظيف . كما تمت ملاحظة ظاهرة إنتاج الزئبق من كلوريد الزئبق بواسطة بكتيريا *E.coli* و *Entherobacter aerogenes* . وكشفت بعض الأبحاث قدرة بعض الميكروبات مثل : الفطرة *Penicillium* sp. والبكتيرة *Pseudomomnas* sp. والطحلب *Chlorella* sp. على اختزان وتركيز عنصر اليورانيوم . وقد اقترحت تلك الدراسات إمكانية إستخدام تلك الظاهرة في عمليات التعدين لهذا العنصر حيث تستطيع تلك الكائنات الحية الدقيقة إمتصاص عنصر اليورانيوم من بين الصخور في مناجم التنقيب (Winkelmann & Winge, 1994; Klug & Reddy, 1984) . كما تستطيع البكتيرة

Clostridium sp. و *Micrococcus* sp. معدنة عنصر السيلينيوم حيث يترسب على هيئة حبيبات حمراء داخل البروتوبلازم الخلوي وتفرز الخميرة *Candida albicans* إنزيم Selenite reductase والذي تستطيع اختزال مركبات هذا العنصر إلى السيلينيوم المعدني. لوحظ أيضًا قدرة بعض الكائنات الحية الدقيقة مثل بكتيريا *Colothrix* sp. و *Leptotthrix* sp. على ترسيب الحديد على غلافها الخلوي وعليه فقد أمكن الاستفادة من النشاط الميكروبي وبالذات البكتيريا *Thiobacillus ferrooxidans* في تفكيك مركبات الكبريتيدات وبالذات تلك التي تحتوي على خام الذهب ومن ثم الحصول على الذهب بصورة نقية. وقد أُطلق على تلك العملية التصفية الحيوية (Bioleaching) (ابن صادق، أ١٩٩٨م؛ عبدرب النبي، ١٩٩٦م). وتحتاج دول المنطقة في الوقت الحالي إلى الأخذ بتلك التقنيات الحيوية والاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة في الكشف عن المعادن، وإجراء المزيد من الدراسات والأبحاث التطبيقية عن طريق الجامعات ومراكز الأبحاث الخليجية المتخصصة، ومن ثم العمل على وضع أنظمة بيئية تشريعية للحماية المدنية من أضرار التنقيب عن المعادن وتدوير النفايات ومخلفات الصرف الصحي وبما يكفل عدم تعرض الإنسان الخليجي والمقيم للأضرار الناتجة عن تلك الملوثات البيئية.

وهذا يتطلب تنظيم اللقاءات الخاصة وعقد الندوات والمؤتمرات في الجامعات والمؤسسات الخليجية ذات العلاقة، مع تشجيع الأبحاث العلمية التطبيقية في هذا المجال لإبراز حجم المشكلة وكيفية التعامل معها إستناداً إلى اللوائح البيئية في أماكن مختلفة من العالم.

ثم يأتي الدور الأساس في دراسة الجدوى البيئيةوالإقتصادية وأثرها على الصحة العامة والنظام البيئى، مع تحليل الناتج النهائي لعمليات التنقيب ومعالجة المخلفات والنفايات، وما سيعود على دول المنطقة من فوائد وأضرار بيئية مختلفة.

ومن الواجب مراجعة العقود المبرمة بين دول المجلس والشركات المختلفة في مجال التنقيب عن المعادن ومعالجة النفايات والمخلفات، وهل تتضمن تلك العقود بنودا تتعلق بالأنظمة الخاصة بالحماية البيئية مستفيدة من الدراسات والأبحاث العلمية التطبيقية التي جرت في الجامعات والمؤسسات الخليجية ذات العلاقة عن

الأضرار الناتجة عن التلوث بالمعادن والنفايات؟ وهل تم في تلك العقود المبرمة تطبيق المواصفات والمعايير الخاصة للحد من التلوث البيئي وتحسين الأداء البيئي؟ .

لاشك في أن سن التشريعات البيئية واللوائح المنظمة لحقوق التنقيب عن المعادن وتبني إعطاء حوافز تشجيعية للشركات التي تحافظ على البيئة من شأنه تقليص حجم التلوث البيئي وتخفيض التكلفة المالية للتخلص من الآثار الضارة للتلوث، وهذا يؤدي إلى تحسين الأداء البيئي وتطبيق المعايير البيئية مما يتطلب العمل على إنشاء جهاز رقابي ومحاسبي على مستوى عال من الكفاءة البيئية . وفي هذا المجال فقد اقترح البنك الدولي معايير محددة في اختيار السياسة البيئية والتي قدمت العديد من التصورات المختلفة ومنها أيهما أكثر فاعلية وجدوى التشريع أم الحوافز الإقتصادية، وهل تخاطب السياسةالبيئية الأنشطة المدمرة للبيئة مباشرة أم بطريقة غير مباشرة . هذا وقد بدأ الاهتمام الفعلي بالبيئة ومتطلباتها في مجال الصناعات التعدينية بدأ في مؤتمر استوكهولم (١٩٧٤م) وبلغت القمة في مؤتمر ريودي جانيرو بالبرازيل (١٩٩٢م) (الملك، ١٩٩٨م) .

ويمكن في هذا المجال ذكر بعض التوصيات البيئية ومنها :

١- التركيز على دراسة الجدوى الاقتصادية وبما يتساوى مع الجدوى الصحية .

٢- التأكيد على وضع جانب الحماية البيئية والصحة العامة فوق الاعتبار الإقتصادي .

٣- العمل على إنشاء أقسام خاصة للبيئة والرقابة البيئية في الجامعات الخليجية والوزارات ذات العلاقة .

٤- وضع الأسس الكفيلة بالحد من التلوث البيئى الناتج عن التنقيب المعدني ومعالجة النفايات والمخلفات عند وقوع الكوارث الصناعية .

٥- إلزام الشركات المستثمرة بتوفير المصادر المالية لتشجيع الأبحاث البيئية في الجامعات ومراكز الأبحاث الخليجية المتخصصة في هذا المجال .

٦- إجراء الأبحاث الدورية في مناطق إمتياز التنقيب عن المعادن ومعالجة المخلفات والنفايات للكشف عن التلوث البيئي في وقت مبكر للتقليل من الأضرار

البيئية وتطبيق مبدأ الحماية البيئية والصحة العامة.

وعليه فإن الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربي مطالبة في الوقت الحالي بالترتيب لعقد مؤتمرعالمي يتم من خلاله التأكيد على الاستفادة من تلك التقنيات الحيوية في الكشف عن المعادن والتدوير، والاستفادة من مخلفات الصرف الصحي، ووضع الأنظمةالتشريعية للحماية البيئية والتي يمكن من خلالها وضع اللوائح الخاصة بتنفيذ تلك التوصيات ومراقبتها من قبل المختصين في هذا المجال في دول المنطقة.

٢- المعالجة البيولوجية للتلوث النفطي

قال تعالى: ﴿إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾﴾ [القمر]. يتضح من سياق الآية الكريمةأن اللّه عزوجل خلق السموات والأرض بترتيب دقيق ومتزن بين جميع المكونات الأساسية للنظام البيئي من تربة وماء وهواء، وأن أيَّ إختلال في ذلك النظام سوف يؤدي إلى إلحاق العديد من الأضرارالبيئية المختلفة على الكائن الحي. وكما هو معلوم فإن النظام البيئي يتكون من عناصر الإنتاج والاستهلاك والتحلل بتوازن وترتيب دقيق يؤدي إلى تحقيق الاتزان البيئي. ونتيجة للاستنزاف الجائر للموارد الطبيعية للبيئة وحاجة الإنسان المستمرة للرفاهية والثورة الصناعية في كافة المجالات، حدثت فجوات كبيرة بين العناصر الأساسية لمكونات النظام البيئي، كما أن تعويض النقص في الموارد البيئية الطبيعية لم يلق الاهتمام الكامل من الإنسان، وهذا أدى بطبيعة الحال إلى نشوء العديد من المشكلات البيئية وفي مقدمتها التلوث النفطي للبيئة (Petroleum pollution) والذي يعد أيضاً من أكثر المخاطر التي تواجه العاملين في مجال المحافظة على حماية البيئة؛ لزيادة حاجة الإنسان إلى النفط ومشتقاته المختلفة وما يصحبه من تلوث للأراضي والبحار والمحيطات. وقد اتضحت هذه المشكلة في منطقة الخليج العربي أثناء حربي الخليج الأولى والثانية حيث نتج عنها تلوث شمل الشواطئ ثم امتد ليشمل أيضاً مساحات واسعة من الخليج العربي (إسلام، ١٩٩٠م).

وهذه المشكلة لم تنته في الوقت الحالي، فما زالت الأضرارالبيئية تسجل في

تلك المناطق بالإضافه إلى أن ناقلات النفط العالمية الضخمة لاتزال تلوث مياه الخليج العربي عن طريق ماتلقيه من مياه الاتزان في موانيء التصدير في الخليج العربي.

ولم يقتصر التلوث النفطي في الوقت الحالي على البحار والمحيطات بل امتد أيضاً ليشمل اليابسة. فتوجد - على سبيل المثال- في أماكن مختلفة من العالم مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية التي تلوثت بالنفط ومشتقاته المختلفة مما أسهم في ظهور أوساط بيئية ذات خصائص وصفات تخالف تلك المألوفة للإنسان (Calabrese & Kostecki, 1990).

واستناداً إلى النظرية البيولوجية لنشوء النفط والذي كشف الدور الأساس للكائنات الحية الدقيقة لتكّون النفط فإن الكائنات الحية الدقيقة تلعب دورا مهما في التحولات المختلفة لهضم وتحلل النفط ومشتقاته مما مكّن من استخدامها في العديد من الأبحاث التطبيقية لمعالجة التلوث النفطي (ابن صادق، أ١٩٩٨م).

والنفط يتركب من العديد من المركبات العضوية المختلفة والتي تشكل فيها المركبات الهيدروكربونية نسبة عالية. فلو افترضنا اصطدام سفينة مافي البحر، فإن النفط يبدأ في الانتشاربسرعة كبيرة ليغطي مساحات واسعة من سطح البحر، ثم يحدث تبخر للمكونات الطيارة للنفط وتتحول أجزاء منه إلى مستحلب دهني على هيئة كرات صغيرة تترسب في القاع. وينتج عن ذلك العديد من الأضرار البيئية وفي مقدمتها مايلحق بالسلسلة الغذائية وتلوث للهواء وزيادة تركيز بعض العناصر المعدنية السامة في التربة والماء.

وكما هو معلوم فإن الكائنات الحية الدقيقة ذات انتشار واسع في جميع الأوساط البيئية مما يؤدي إلى قدرتها على النمو في الأماكن الملوثة بالنفط ومشتقاته، يصاحب ذلك نشوء مركبات عضوية ناتجة عن التحلل الميكروبي وهضم النفط وزيادة في الميكروبات الجديدة ذات الصفات المخالفة للميكروبات المستوطنة الأساسية مما يتطلب معه ضرورة توفر عوامل بيئية تلائم الوسط البيئي الجديد وهذا يؤدي بالفعل إلى إحداث العديد من التغيرات في النظام البيئي.

وقد صاحب هذا التلوث ظهور العديد من النظريات التطبيقية المختلفة

للتخلص من الأضرار الخطيرة، ويأتي في مقدمتها المعالجة البيولوجية (Biological treatment) والتي تستهدف استخدام الكائنات الحية الدقيقة في التخلص من أضرار النفط ومشتقاته استناداً إلى النظرية البيولوجية لتكونه.

وقد أمكن ملاحظة أن بعض الكائنات الحية الدقيقة مثل: *Alternaria alternata* و *Ulocladium* و *Penicillium chrysogenum* و *Curvularia lunata* و *Aspergillus* flavus وكذلك الأجناس البكتيرية *Arthobacter* و *Bacillus* و *Micrococcus* و *Pseudomonas* ذات قدرة على هضم وتحليل النفط الخام ومشتقاته وتحويله إلى مستحلب دهني هلى هيئة كرات صغيرة (ابن صادق، أ ١٩٩٧م).

وقدرة الكائنات الحية الدقيقة على هضم النفط ومشتقاته يعتبر في الوقت الحالي من أهم الطرق البيولوجيه في هذا المجال، للعديد من الأسباب ومنها على سبيل المثال أن تلك الميكروبات تستفيد من تلك التحولات في بناء احتياجها الخلوي والحصول على الطاقة. وهذا يسهم بدرجة كبيرة في تفكك الروابط العضوية للمركبات الهيدروكربونية المعقدة وانحلالها مما يتيح أيضاً الاستفادة من نواتج تحللها من قبل بعض الكائنات الحية الأخرى، ويؤدي أيضاً إلى إيجاد موارد طبيعية جديدة تضاف باستمرار إلى النظام البيئي (Hashem,1995,1996 ; Ehrlich , 1981).

ومن الفوائد الأخرى للمعالجة البيولوجية للتلوث النفطي أن لبعض الأنواع البكتيرية قدرة عالية على إلتهام النفط حيث تقوم بتحويله إلي مستحلب دهني أو إلى حامض دهني، كما تقلل أيضاً من حجم النفط الطافي على سطح البحر بنسبة تصل إلي ٣٠٪، وقد أمكن الاستفادة من تلك الظاهرة في عمليات التصنيع المختلفة (عبده، ١٩٩٣م؛ Hashem, 2000 ; Hashem & Al-Harbi, 2000).

وعموماً فإن تركيب النفط يساعد بشكل كبير على نمو العديد من الكائنات الحية الدقيقة بل ويمكن اعتباره وسط بيئي ملائم لنموها لتوفر المتطلب الكربوني والنيتروجيني بكثرة. كما أن تكرير النفط وتحويله إلى العديد من المنتجات المختلفة يسهم بدرجة كبيرة في زيادة التلوث البيئي بالعديد من الغازات السامة والتي تنطلق على هيئة العديد من الأكاسيد مثل أكاسيد: الكبريت والنيتروجين والكربون وينطلق كذلك غاز الهيدروجين، وهذه الغازات تعمل على إحداث العديد من الأضرار البيئية

ومنها المطر الحمضي(Acid rain) (إسلام، ١٩٩٠م ؛ ابن صادق، ١٤١٢هـ).

وقد أمكن عزل بعض الأجناس المتميزة من البكتيريا مثل جنسي *Acinetobacter* و *Pseudomonas* من بعض الترب الملوثة بالنفط والتي تمتاز بنشاطها الإنزيمي وقدرتها على التأقلم تحت الظروف المختلفة، كما وجد أيضاً أن البكتيرة *Methanobacterium thermoantotrophicum* ذات قدرة عالية على استخدام غاز الميثان بالإضافة إلي تحويل الخلات إلي غاز الميثان في وجود الهيدروجين. كما أمكن عزل الفطرة *Cladosporium resinae* التي تنمو في وقود الطائرات وأمكن ملاحظة قدرتها على تحلل المركبات الهيدروكربونية (Alexander, 1999).

وتحولات الهيدروكربونات بواسطة الكائنات الحية الدقيقة عبارة عن سلسلة متتابعة من التحولات المختلفة والتي تتأثر بمختلف الظروف البيئية. ويصاحب تلك التحولات انطلاق غاز الإيثان والميثان والإيثيلين و البروبيلين والتي يدخل جزء منها في عمليات البناء الخلوي (Hashem 1995,1996). وبالمقابل تستطيع تلك الميكروبات أيضاً هضم مشتقات النفط مثل: البارافين والجازولين والكيروسين وزيوت التشحيم الخفيفة والثقيلة والتولوين إما باستخدام طرق إنزيمية أو غير إنزيمية.

وقد أمكن في الوقت الحالي الاستفادة من التقنية الحيوية في التخلص من مخلفات الصناعات النفطية والتي يطلق عليها الحمأة النفطية، وهي عبارة عن مستحلب دهني، حيث تستطيع العديد من الكائنات الحية الدقيقة تحليلها وهضمها والنمو عليها كمصدر كربوني مهم يدخل في البناء الخلوي للكائن الحي الدقيق. وعليه يمكن رش التربة الملوثة بالحمأة النفطية بواسطة بعض الميكروبات المتخصصة ومنها البكتيرة *Desulfotomaculum nigrificans*. وبذلك دخلت التقنية الحيوية للكائنات الحية الدقيقة في مجال معالجة التلوث النفطي ومشتقاته والحد من التلوث البيئي (عبده، ١٩٩٣م ؛ Hashem, 2000).

كما تجب الإشارة إلى أنه أمكن الاستفادة أيضًا من التقنية الحيوية في مجال التحفيز الحيوي لاستخلاص النفط المحتبس بين الصخور، حيث أمكن بواسطة هذه الطريقة الحصول على كميات كبيرة من هذا النفط بواسطة النشاط الميكروبي (ابن صادق، أ١٤١٨هـ، أ١٩٩٨م).

وهذه التقنيات الحيوية تحتاج في الوقت الحالي إلى العديد من الدراسات والأبحاث التطبيقية في الجامعات ومراكز الأبحاث المتخصصة لدول الخليج العربي، حتي يمكن التأهيل للتحديات المستقبلية لإنتاج وصناعة النفط ومشتقاته خصوصًا وأنها تمتلك المصدر المهم للنفط في العالم، بالإضافة إلى الغاز الطبيعي الذي يستخدم في الوقت الحالي في أماكن مختلفة من العالم، كمصدر مهم للعديد من الصناعات البيوحيوية ومنها إنتاج البروتين الميكروبي أحادي الخلية.

٣- التلوث الكهرومغناطيسي

خلق اللّه عزوجل جميع الكائنات الحية والجمادات لخدمة الإنسان وأمره بالاستفادة من النعم دون الإفساد والإضرار بالنظام البيئي. ونتيجة للثورة الصناعية العشوائية وتحقيق الربح المادي السريع سعى الإنسان إلى الاختراع والابتكار، لتزداد الرفاهية مصاحبة بنشوء العديد من الملوثات البيئية ومنها التلوث الكهرومغناطيسي والتي تؤثر بدرجة كبيرة على خلايا الإنسان، والتي من أهمها: الخلايا اللمفاوية (Lymphotic cells) والخلايا المساعدة (Accessory cells) وخلايا الجهاز التكميلي (Complement cells) (أحمد، ١٤١٩هـ).

وكما هو معلوم فإن الشحنات الساكنة تولد حولها مجالاً كهربائيًا وأن التيار الكهربائي (الشحنات المتحركة) يولّد حوله مجالاً منغاطيسيًا. وتتميز الموجة الكهرومغناطيسية إما بترددها (د) أو بطول موجتها (ل). ونتيجة لاختلاف الموجات الكهرومغناطيسية أمكن تعيين طيف الموجات الكهرومغناطيسية، فمنها مايستخدم للإذاعة (٤١٠-١١١٠هرتز) ومنها ما يستخدم للرادار (٨١٠-١٢١٠هرتز). فلا نجد في الوقت الحالي منزلاً إلا ويحتوي على عدد من الأجهزة يتراوح ما بين ٥ إلى ١٠ أجهزة، مثل الثلاجة والغسالة والمكنسة وأفران الطهي والتلفزيون بالإضافة إلى جهاز تجفيف الشعر (السشوار) والذي يطلق موجات كهرومغناطيسية تؤثر على فروة الرأس نتيجة لتأثيرها الحراري. كما أن الموجات الكهرومغناطيسية تملأ الجو المحيط بالإنسان على سطح الأرض حيث نجد أن المحطات السلكية و اللاسلكية مثل:

محطات المذياع والتلفاز والتقوية و المحولات و شبكات الضغط العالي والميكروويف تملأ أيضاً البيئة المحيطة بالإنسان بالموجات الكهرومغناطيسية . ولتلك الموجات آثارها الضارة على صحة الإنسان لأنها تنتقل إلى الأعصاب عن طريق نبضات كهربائية معينة إذا تعرض لها الإنسان بصورة مفاجئة . أيضاً فإن الموجات الكهرومغناطيسية تدخل كعامل مؤثر ومحفز في بعض التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلايا ينتج عنها حدوث ما يعرف بالطفرة ، و نتيجة لذلك يحدث تشوه في المسار الخلوي للخلايا الحية .

وقد سعت العديد من المنظمات الدولية إلى وضع العديد من القوانين والتشريعات للحد من تلك الظاهرة ، وأجريت التجارب لإلقاء الضوء على الأثر الضار للموجات الكهرومغناطيسية حيث لوحظ أن الأشعة الصادرة من أجهزة الرادارات الحربية ذات أثر ضار على بعض حيوانات التجارب . فقد وجد أن تعريض فئران التجارب إلى تيار متقطع من أشعة الرادار لمدة قصيرة يصيب حوالي ٤٠٪ من تلك الفئران و يسبب تدميراً للخلايا التناسلية كماأصيب ٣٥٪ منها بسرطان الدم . تجدر الإشارة إلى أن حوادث الإصابة بالتيارات الكهربائية في أماكن مختلفة من العالم في ازدياد مستمر وهي تؤدي إلى إحداث العديد من الأضرار في جسم الإنسان . كما لوحظ أن فئران التجارب إذا تعرضت لتيار كهربائي شدته خمسة عشر ألف فولت فإنه يحدث لها بعض التغيرات في تركيب الدم . كما أن إنتاج العسل قد انخفض إلى مستوى كبير إذا تعرض النحل إلى مجال كهرومغناطيسي قوي . ومن الأمور المألوفة لدى الإنسان أنه إذا تعرض لوهج حراري كهربائي فإنه يشعر بالصداع وحدوث بعض المضاعفات الأخرى ، وهذا يدل على أن لها تأثيرات ضارة على صحة الإنسان . وقد أمكن على أساس التأثير الحراري للموجات الكهرومغناطيسية وضع معيار لحد الأمان استناداً إلى التجارب التي أجريت على بعض حيوانات التجارب مثل الأرانب ، من خلال توجيه موجات ميكروويف تصل قوتها إلى ١٠٠٠٠٠ ميكروواط / سم^{٢} لمدة ٤ ساعات ، حيث لوحظ ارتفاع درجة حرارة سوائل العين وأصيب الكثير منها بمرض المياه البيضاء . كما لوحظ أن نشاط فئران التجارب ينخفض كثيراً عند تعرضها لموجات ضعيفة من

الميكروويف، وتفقد أيضًا خلايا الدم البيضاء قدرتها ونشاطها عند تعرضها لموجات عالية التردد مثل موجات التلفاز. كما لوحظ أن أغلب من يعملون أمام شاشات الحاسب الإلكتروني يصابون بضعف في الإبصار، وأن السيدات الحوامل منهم يتعرضن بنسبة أعلى للإجهاض. لذا وضعت العديد من الدول الحدود القصوى للتعرض الكهرومغنطيسي بحيث لاتزيد عن ٢٠٠ ميكروواوت (إسلام، ١٩٩٠م).

وتستخدم في الطب الحديث الأجهزة فوق الصوتية وهي عبارة عن موجات فائقة الصوت (عالية التردد) وغير مؤينة، لإظهارصور على شاشة حيث تغطي هذه الموجات جزءًا تشريحيًاصغيراً من الجسم وهذه طريقة مفضلة في طب التوليد والأمراض النسائية وفحص الحوامل وقد حلت محل التصوير الإشعاعي كما يمكن من خلالها تصوير الغدة الدرقية وفحص العينين والقلب والأوعية الدموية وتشخيص أمراض المخ والكبد والمرارة والبنكرياس واليرقان والطحال والخراجات البطنية وتجويف البطن والكشف عن الحصوات والأورام السرطانية. ويعد الإستخدام الطبي للتشخيص بالأمواج فائقة الصوت مأمونًا في حدود ماهو معروف عنه حاليًا، لكن ينبغي إفتراض السلامة الكاملة نتيجة للتعرض للموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الأجهزة فوق الصوتية (حسن، ١٤١٩هـ).

وقد أمكن الاستدلال على أن جسم الإنسان يرتبط بظواهر كهرومغناطيسية حيوية كما أنه يتأثر بالمجال الكهرومغناطيسي ولكن درجة تحمله لهذا المجال محدودة بدرجة تحمل الأعصاب للإثارة الناتجة عن التيار الكهربائي. ومن الأجهزة الطبية المستخدمة في هذا المجال جهاز الرنين المغناطيسي وتعزيز قوة المخ مغناطيسيًاوعلاج الحقل المغناطيسي وتخطيط العين والقلب والمخ وقلب الجنين والعضلات، وتستخدم فيها عادة حقول مغناطيسية مترددة ذات ذبذبات منخفضة من ١-٥ هرتز، وهذه قد تحدث تغييرات في امتصاص الأملاح والسوائل بالجسم وانتقال السائل اللمفاوي عبر الأوعية الدموية، كما يوجد العلاج ذو الذبذبات العالية لتدفئة الجسم وزيادة تيار الدم واسترخاء العضلات (رفه، ١٤١٩هـ). ولاشك في أن الحاجة ملحة في الوقت الحالي لإجراء المزيد من الأبحاث التطبيقية لمعرفة التأثيرات الصحية من تلك الأجهزة الطبية على الإنسان.

وتوجد في الأسواق العديد من الأجهزة التكميلية والترفيهية نتيجة للتطور التقني والعشوائي لبعض الصناعات الرخيصة مثل بعض أجهزة الكمبيوتر والحاسوب الآلي بالإضافة إلى الإبتكارات الحديثة للأجهزة الطبية ولكنها تفتقر إلى متطلبات السلامة الوقائية والتي ينبعث منها المجال الكهرومغناطيسي والتي تنتقل إلى الأعصاب عن طريق نبضات معينة لتؤثر على الجهاز العصبي للإنسان.

وكثر في الوقت الحالي التساؤل عن مدى التأثيرات المختلفة على جسم الإنسان، وبالذات الأذن من جراء الإستخدام العشوائي وغير المقنن للهاتف النقال (الجوال)، حيث تتأثر الأذن بالموجات السمعية ذات تردد يتراوح ما بين ٢٠-٢٠٠٠٠ذ/ ث وتنتقل هذه الموجات إلى المخ والذي يترجمها بدوره إلى الأصوات المسموعة، والتي يستطيع بها الإنسان- بفضل الله تعالى- تمييز هذا الصوت وصاحبه والتي تتأثر بدرجة الصوت وشدته وإرتفاعه ونوعه. وعمومًا فإن الأذن لاتستطيع سماع الأمواج الصوتية عالية التردد والتي تزيد عن ٢٠٠٠٠ذ/ ث. وهذه تؤثر بدرجة كبيرة أيضًا على النمو والنشاط الميكروبي، وتستخدم في الوقت الحالي لقتل الخلايا الميكروبية وفي عمليات التعقيم المختلفة مثل الماء والحليب. ولمعرفة أثر الهاتف النقال على أذن الإنسان لابد من دراسة الموجات السمعية الخاصة بالجوال ومقدار ترددها ومن ثم أخذ عينات عشوائية لمستخدمي الهاتف النقال وتحديد مدى الضرر الصحي من ذلك. ومن واقع ما يتعلق بظاهرة التشويش على أجهزة الملاحة الجوية من جراء استخدام الهاتف الجوال، حيث يطلب من المسافر عدم استخدامه داخل الطائرة فلنا أن نتساءل إذا كان يؤثر على تلك الأجهزة أليس له تأثير على أذن الإنسان ؟.

كما كشفت بعض الدراسات إرتفاع معدل الإصابة بمرض سرطان الدم بين عمال شركات الكهرباء والقاطنين بالقرب من محطات توليد الكهرباء وأثبتت التجارب على بعض الحيوانات والتي تعرضت لمجالات كهرومغناطيسيةيتراوح ترددها ما بين ١-١٠٠ هرتز أنه قد نتج عنها إفرازات هرمونية تعيق عملية التنفس. وكشفت تجارب أخرى أن المجالات الكهرومغناطيسية الواقعة حول

شاشات العرض التلفزيوني تعيق نمو الدجاج والفئران. كما لوحظ أن النساء اللواتي يستعملن البطانية الكهربائية أكثر تعرضًا للإجهاض من غيرهن اللواتي لايستعملنها، وأن معدلات الإجهاض تتزايد في شهور الشتاء(ياغي، ١٩٩٩م؛ إسلام، ١٩٩٠م).

لاشك في أن تركيز موجات كهرومغناطيسية بجهد معين على الأذن ولمدة طويلة سوف يحدث بعض التأثيرات على الخلايا العصبية للأذن. وعمومًا فإن من أكثر مايلاحظ على مستخدمي الهاتف النقال في الوقت الحالي سماع طنين أو صفير مصحوبًا ببعض الآلام الخفيفة في الأذن بعد المكالمات الطويلة والتي تزيد عن ١٥ دقيقة وهذا ناتج عن تأثير الموجات الكهرومغناطيسية.

كما أن الدراسات الاجتماعية لابد وأن تشارك في الحد من ظاهرة التلوث الكهرومغناطيسي عن طريق دراسة العلاقة بين المستوى التعليمي والاجتماعي والتربية المنزلية نتيجة لزيادة عدد السكان والتطور التقني الصناعي والعمل على وضع بعض المعايير الخاصة للحد من تلك الظاهرة وفي حدود الاستفادة العامة.

٤- دور ميكروبات الكبريت في التحلل البيئي ونوعيةالوقود وإتلاف الأنابيب ومعدات التنقيب

قال تعالى: ﴿إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾﴾ [القمر]، يتضح من سياق الآية الكريمة أن اللّه عزوجل قد خلق السموات والأرض وما فيهما بتقدير وترتيب دقيق ثم إنه سبحانه وتعالى خلق الإنسان وسخر له جميع متطلباته الضرورية ﴿هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الأَرْضِ جَمِيعًا ﴿٢٩﴾﴾ [البقرة]، ثم أمره بالإستفادة من تلك النعم دون الإفساد ﴿وَلَا تُفْسِدُوا فِي الأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ﴿٥٦﴾﴾ [الأعراف]. وهكذا استمر الإنسان في البحث والدراسةوالتنقيب عن كنوز الطبيعة وثرواتها ليستفيد منها في مسيرة حياته على سطح الأرض.

وعنصر الكبريت من العناصر الضرورية التي يحتاجها الكائن الحي. وتعتبر بقايا أجزاء النباتات والحيوانات المتحللة مصدراً رئيسًا للإمداد بهذا العنصر عن طريق النشاط الميكروبي وعوامل التحلل الأخرى وتكمن الأهمية الأيضية لهذا العنصر في دخوله في تركيب بعض الأحماض الأمينية وبعض المرافقات الإنزيمية. وهناك ثلاث عمليات تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة في مجال التحولات المعدنية لهذا العنصر وهي :

١- تحلل المركبات العضوية الكبريتية وتكسرها إلى وحدات أصغر ومن ثم تتحول إلى مركبات لاعضوية.

٢- عمليات التمثيل الميكروبي للمركبات الكبريتية وتحويلها إلى البروتوبلازم الخلوي.

٣- أكسدة واختزال الأيونات غير العضوية (ابن صادق، أ ١٩٩٨م).

وتؤدي مصادر التلوث المختلفة من حرق الوقود وصهر المعادن وتكرير النفط إلى انطلاق كميات هائلة من مركبات الكبريت الطيارة مثل كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت، حيث تستطيع بعض الكائنات الحية الدقيقة تمثيلها ومنها : البكتيريا *Pseudomomnas* sp. و *Bacillus* sp. و *Flavobacterium* sp. والفطريات *Aspergillus* sp. و *Penicillium* sp. . كما توجد بعض أنواع الطحالب الخضراء المزرقة ذات القدرة على استخدام كبريتيد الهيدروجين لإنتاج الكبريت المعدني مثل *Oscillatoria limnetica* (ابن صادق، أ ١٩٩٨م).

وقد تمت دراسة نقل وأيض ثاني أكسيد الكبريت في بعض الكائنات الحية الدقيقة، فلوحظ أن الفطرة *Penicillium chrysogenum* والخميرة *Saccharomyces cerevisiae* ذات قدرة على إمرار عنصر الكبريت من خلال الغشاء البلازمي. وعليه فإن عمليات التمثيل الميكروبي المختلفة للكبريت تؤدي إلى تكوين وسط حامضي يسهم بدرجة كبيرة في زيادة نسبة الكبريت في التربة والماء الجوفي والهواء.

ونتيجة للاستخدام الجائر للمخصبات الزراعية التي يدخل في تركيبها الكبريت وللمخلفات الزراعية والتي تنتهي إلى قنوات تصريف المياه وكذلك مخلفات الصرف الصحي المحتوية على كميات كبيرة من مركبات الكبريت والتي تتحول،

تحت الظروف اللاهوائية في وجود العوامل البيئية الملائمة للنشاط الميكروبي البكتيري وبالذات الجنس *Desulfovibrio*، إلى كبريتيد الهيدروجين (H_2S) الذي يلحق بجذور النباتات العديد من الأضرار إذا استخدمت مياه الصرف الصحي غير المعالجة في الري. و يلحق أيضاً بخرسانة أحواض معالجة الحمأة (Sludge) ومعدات الصرف الصحي وبالذات الأنابيب تآكلا، كما ينتج عنه أيضاً ترسيب لنواتج التآكل ومن أهمها كبريتيد الحديدوز (FeS) والذي يترسب في الأنابيب ويسهم في تلوث مياه الصرف الصحي المعاملة. كما توجد البكتيريا التي تؤكسد الكبريت المعدني مثل الجنس *Sulfolobus* في الأراضي الحامضية والتي تصل درجة حرارتها إلى ٨٥°م وتنتج حمض الكبريتيك (H_2SO_4).

وشاءت إرادة اللّه عزوجل أن يكتشف الإنسان النفط لتبدأمرحلة جديدة في الثورة الصناعية، فيستفيد من مكونات النفط عن طريق التكرير لتصبح لديه العديد من المركبات الكيميائية ومشتقاتها ويدخل بذلك مرحلة متقدمة في الصناعات البتروكيميائية المختلفة.

وفي مجال التحولات الميكروبية ومايحويه النفط من مركبات كبريتية فإن للكائنات الحية الدقيقة دورا بارزا في تلك التحولات. واستناداً إلي النظرية البيولوجية لتكّون النفط فإن الكائنات الحية الدقيقة تلعب دورا رئيسا في هذه العملية كما أكدت العديد من الشواهد هذا الدور حيث أمكن الإستدلال على وجود ترسبات نفطية غنية بأنواع عديدة من البكتيريا اللاهوائية وخصوصا تلك التي تختزل الكبريت، كما أن غاز الميثان تكّون تحت طبقات التربة نتيجة للنشاط الميكروبي.

وحالياً أمكن ملاحظة أن للعديد من الكائنات الحية الدقيقة قدرة على النمو على النفط واستخدام مشتقاته كمصدر للكربون. وقد استفيد من هذه الظاهرة في استخلاص النفط المحتبس بين الصخور وأطلق عليها اسم التحفيز الحيوي. وكما هو معلوم فإن عمليات حقن الماءلضخ النفط تحدث تلوثا ميكروبيا للنفط. وقد أمكن الإستدلال علي بعض الأنواع البكتيرية مثل *Arthrobacter* sp. و *Bacillus* sp. و *Micrococcus* sp. و *Pseudomomnasd* sp. (ابن صادق، أ ١٩٩٧م، أ ١٩٩٨م).

وفي المقابل توجد بعض الأنواع البكتيرية التي تلعب دورا رئيسا في تحويل طبيعة آبار النفط من الحلو إلى الحمضي والمحتوي على كميات كبيرة من الكبريت. وتسبب تلك البكتيريا العديد من الأضرار الاقتصادية حيث تتفاعل مع الكبريت لتنتج غاز كبريتيد الهيدروجين(H_2S) والذي يتفاعل مع هيدروكسيد الحديدوز [$Fe(OH)_2$] لينتج كبريتيد الحديدوز (FeS) داخل أنابيب النفط مما يحدث تآكلا في معدات إنتاج النفط ومن أهمها البكتيرة *Thiobacillus ferrooxidans* وهذه بكتيرة لاهوائية (Anaerobic bacteria)تفضل الوسط الحمضي لنموها والذي قد يصل إلى pH= 0.5. وبذلك يحدث تآكل وتدمير لأنابيب الحديد ويتحرر عنصر الحديد ليتفاعل مرة أخرى مع غاز كبريتيد الهيدروجين لينتج عن ذلك ترسب كبريتيد الحديدوز (FeS) داخل الأنابيب أو المعدات المستخدمة في حفر الآبار مما يحدث لها أيضاً إهتراءً وتحطيماً (Winkelmann & Winge, 1994; Ehrlich , 1981).

وعموماً فإن النفط يحتوي على العديد من الكائنات الحية الدقيقة والتي يسهم بعضها بدرجة كبيرة في تحسين خواصه وزيادة إنتاجيته، حيث تقوم بعض الأجناس الميكروبية بإنتاج غاز الميثان، كما أن البعض الآخر ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين والذي يسبب إهتراء لمعدات التنقيب وقد توجد تلك البكتيريا في النفط إستناداً إلى النظرية البيولوجية لتكوّن النفط، أو نتيجة للمياه المستخدمة في عمليات الضخ والحفر وتحدث عمليات الإهتراء أو التدمير أيضاً بمساعدة العوامل البيئية المختلفة مثل: درجات الحرارة والملوحة العالية وغياب الأكسجين.

وعمليات التكرير للنفط للحصول على مشتقاته المختلفة ينتج عنها وقود يحتوي على نسبة من الكبريت تتفاوت وطبيعة النفط (حلو - حمضي)، فالحمضي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت. ونتيجة للإسراف الزائد في استخدام الوقود كان لابد من العمل على التقليل من مستوى الكبريت في الوقود للحد من التلوث البيئي وهذا يتطلب أيضاً التقليل من الاعتماد على النفط الحلو عن طريق إجراء المزيد من الدراسات الميكروبيولوجية للإستفادة من الكائنات الحية الدقيقة في نزع الكبريت من النفط الحمضي، بالإضافة إلى العديد من الطرق المتبعة في الوقت الحالي.

وحقول المياه الحارة الغنية بعنصر الكبريت وسط ملائم لنمو العديد من الأنواع البكتيرية وبالذات *Desulfovibrio desulfuricans* وكذلك جنس *Thiobacillus* والتي تنشط في تحويل الكبريت إلى كبريتيد الهيدروجين والذي يتفاعل مع حديد آبار النفط ليحدث تلوث للمياه الجوفيه وكذلك تحطيمًا وتدميرًا لمعدات الآبار وقد سجل أيضًا قدرة بعض الكائنات الحية الدقيقة على القيام بأكسدة الكبريت غير المعدني إلى مركبات الكبريت ومنها البكتيرة *Thiobacillus thioparus* وكذلك أكسدة الكبريت المعدني بواسطة البكتيرة *Thiobacillus thiooxidans* وكذلك إختزال الكبريت غير المعدني بواسطة البكتيرة *Desulfuromonas acetoxidans* (Ehrlich, 1981 ؛ ابن صادق، ١٩٩٩م).

وتفتقر الأبحاث العلمية في مجال ميكروبيولوجيا النفط في دول الخليج العربي إلى الدراسات المكثفة والخاصة بوجود الكائنات الحية الدقيقة في النفط ومنشأها والتي يمكن من خلالها الاستدلال على خواصها وإيجاد أفضل السبل لتحسين وتطوير النافع منها، والعمل على التقليل من مشكلات الأنواع الضارة.

وكما هو معلوم فإنه يتم استخدام كميات كبيرة من المياه لضخ النفط والتي تلحق بالنظام البيئي العديد من الأضرار المختلفة. بالإضافة إلى أنه لايمكن التخلص منها بسهولة. وهذا يسبب تلوث المياه الجوفية بالنفط ومايتحلل عنه من مركبات معقدة وعناصر معدنية سامة بالإضافة إلى الكائنات الحية الدقيقة. كما أن تلك المياه لايمكن الاستفادة منها في الاستخدام الآدمي لكن يمكن الاستفادة منها في الري وغسيل معدات التنقيب وناقلات النفط وإطفاء الحرائق والبناء والصناعات التي تحتاج الماء.

وفي هذا الصدد فإن على الجامعات الخليجية ومراكز الأبحاث المتخصصة أن تبحث في تلك المشكلات الميكروبية وكيفية الاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة لمواجهة متطلبات القرن الحادي والعشرين وتحدياته.

٥ – التلوث البيئي بمخلفات البلاستيك

نتيجة للاستخدام الجائر والعشوائي للموارد البيئية الطبيعية والصناعية للنظام البيئي وزيادة عدد السكان والحاجة المستمرة إلى المزيد من الرفاهية، فإن هناك

العديد من المنتجات الصناعية ذات المستوى المتدني من الجودة تضاف إلى أسواق العالم ومنها على سبيل المثال منتجات البلاستيك الرخيصة والمنتشرة في مختلف الأسواق في العالم، والتي أحدثت ثورة في الصناعات المتقدمة حيث دخل هذا المنتج في جميع المتطلبات التي يحتاجهاالإنسان، حتى أن الفيلسوف الإنجليزي هاملتون قال: «عجيب أمر هذا الإنسان الذي وطئت قدماه سطح القمر ولكنه مغمور حتى ركبتيه بالبلاستيك». وهذه حقيقة ولك أن تتصور كم هي عدد قطع البلاستيك في منزلك بالإضافة إلى أن البلاستيك يدخل في معظم الأواني المنزلية والمكتبية والزراعية والصناعية، وفي حفظ وتخزين الزيوت والماء والأدوية والحليب، كما يدخل في صناعة السيارات والقطارات والطائرات (ابن صادق، ١٤١٤هـ).

وقد أمكن تصنيع البلاستيك عام ١٨٣٥م من مادة عديد كلوريد الفينيل [Poly vinyl chloride (P.V.C)]، وهي من المواد العضوية الهالوجينية التي أسهمت الثورة النفطية الحديثة في الإمداد بخاماتها الأساسية، ومنها الأسيتيلين المستخدم في صناعة اللدائن والبلاستيك. وقد أثبتت الأبحاث والدراسات الطبية المكثفة على العاملين في مصانع البلاستيك ظهور العديد من الأمراض ومنها ليونة الأصابع وحدوث الإصابة بسرطان الكبد. كما دلت نتائج المؤتمر الدولي للسرطان الذي عقد في النمسا (١٩٧٥م) على أن هناك إرتباطا وثيقا بين البلاستيك وحدوث بعض الأضرار الصحية مثل الأورام السرطانية للعاملين في مصانع البلاستيك.

ويحدث التلوث البيئي بمخلفات البلاستيك نتيجة للأنشطة المختلفة للإنسان وقد قدرت أكاديمية العلوم الأمريكية أن كمية مايطرح من نفايات بلاستيكية في البحار والمحيطات فقط يفوق الخمسين مليون رطل سنويًا (الطيب وجرار، ١٩٨٥م). وعمومًا فإن مادة كلوريد الفينيل تبقي ذات أثر فعال ونشط بعد تحولها إلى البلاستيك كما أنها قادرة على إحداث العديد من الأضراروالتفاعل مع المواد الداخلة في عمليات التصنيع المختلفة، بالإضافة إلى أن لها القدرة على التحلل في المركبات الدهنية. وعند صناعة البلاستيك الشفاف على سبيل المثال تضاف عدة مركبات ومنها مادة الستريك والتي ثبت أنها تؤدي إلى الإصابة بسرطان الغدة الدرقية. وقد كان يعتقد عدم قدرة الكائنات الحية الدقيقة على تفكيك وتحليل

وهضم البلاستيك، لكن العديد من الأبحاث في أماكن مختلفة من العالم كشفت قدرة الكائنات الحية الدقيقة على تحليل نفايات البلاستيك بطرق إنزيمية وغير إنزيمية، وتحويله إلى مركبات سهلة يمكن أن تتحد مع المركبات العضوية المختلفة لتؤثر في الاتزان البيئي وحدوث اختلال في السلسلة الغذائية. وقد أكدت النتائج التي توصلت إليها المجالس القومية لبحوث السرطان في أمريكا وأوروبا واليابان العلاقة الوثيقة بين البلاستيك وأمراض السرطان وعليه فقد وضعت العديد من الأنظمة التشريعية للحد من هذا التلوث الخطير، ومن تلك التشريعات عدم تخزين أو وضع أي مواد مستحلبة مثل: الحليب ومشتقاته والسمن والزيت في أكياس البلاستيك. كما تدخل العديد من العناصر المعدنية الثقيلة في صناعة البلاستيك وبالذات عنصر الزئبق السام المسبب لتلوث المصادر المائية وهذا راجع إلى أن بعض المصانع تلقي مخلفاتها في مياه الأنهاروالبحيرات والبحار ممايؤدي إلى زيادة تركيز هذا العنصر في أجسام الأسماك، وبالتالي حدوث التسمم للإنسان عند تناولها، وعند حرق البلاستيك لإعادة تصنيعه ينطلق غاز كلوريد الهيدروجين (HCl) وهذا الغاز يساعد على حدوث ظاهرة المطر الحمضي (Acid rain). وقد لوحظ أيضًا أن كلوريد الفينيل يتفاعل مع الأواني البلاستيكية المستخدمة لرش المبيدات.

ونظرًا لما يحدثه البلاستيك من تلوث للبيئة والاعتقاد بأن الكائنات الحيةالدقيقة ليس لها القدرة على التخلص من البلاستيك عن طريق إحداث بعض التفاعلات الكيموحيوية التي تشمل: التحليل والتفكيك والهضم، فقد طالبت العديد من المؤسسات المهتمة بالحفاظ على النظام البيئى وقف إنتاج البلاستيك. ولكن الدراسات والأبحاث في هذا المجال أكدت قدرة النشاط الميكروبي في المساهمة في الحد من هذا التلوث.

ومن المركبات العضوية الهالوجينية الأخرى مركبات ثنائي الفينيل عديدة الكلور والمعروفة باسم P.C.B والتي تتكون من حلقتين من حلقات البنزين متصلتين معًا برابطة أحادية وتتصل بكل منهما عدة ذرات من الكلور، والتي تدخل في معظم الصناعات والأنشطة المنزلية والزراعية وفي صناعة المحولات والمكثفات الكهربائية وكمواد ملونة في صناعة اللدائن وفي صناعة الطلاء وورق التغليف وبعض

المنظفات الصناعية. وتتصف تلك المركبات بسميتها الشديدة كما أنها شديدة الثبات ولاتنحل بسهولة، وتوضع عادة على رأس قائمة المواد السامة التي توجد في النفايات وتختزن هذه المواد في الجسم وفي الأنسجة الدهنية وزيادتها تؤدي إلى الإصابة بالسرطان (إسلام، ١٩٩٠م).

وتعتبر منتجات البلاستيك المنتشرة حاليًا في الأسواق من أكثر الأصناف التي يمكن إعادة تصنيعها، وتشمل: الزجاجات والكؤوس والأكياس البلاستيكية بالإضافة إلى البلاستيك المستخدم في التغليف. وتتم عمليات إعادة التدوير على عدة مراحل هي: التجميع والفرز والتنظيف والخلط ثم المعالجة والتسويق. ويعمل منها على سبيل المثال ألواح البلاستيك المستخدمة في البناء والأثاث. وعليه فإن إعادة التصنيع يمكن أن ينتج عنها منتجات عالية القيمة بعد إدخال بعض التعديلات والإضافات مثل المواد المقاومة للتأكسد والمثبتات، كما تساعد في الإستفادة من النفايات البلاستيكية المختلفة والتي تكلف المبالغ الطائلة لجمعها والتخلص منها (حامد، ١٤١٩هـ).

وقد أثبتت الأبحاث المكثفة للتخلص من الأثر الضار لمنتجات البلاستيك إمكانية الإستفادة من النشاط الميكروبي في هذا المجال ومن أنجح الأمثلة على ذلك البكتيرة *Pseuedomonas* sp. والتي تستطيع إنزيميًا القيام بتفاعلات الأكسدة والإختزال (Oxidation and reduction reactions)وهذا يؤدي إلى حدوث عملية التمثيل الميكروبي (Microbial assimilation) للمركبات الهيدركربونية للاستفادة منها في إنتاج الطاقة والبناء الخلوي (ابن صادق، ج ١٩٩٨م). وعمومًا أمكن في الوقت الحالي التأكد من دور الكائنات الحية الدقيقة في تفكيك البلاستيك استنادًا إلى كونها مركبات تحتوي على نسبة عالية من الكلور. وقد كانت فاجعة سيفسيو الإيطالية مفتاحا قويا لهذه الدراسة حيث لوحظ أن لبعض الأجناس البكتيرية قدرة كبيرة على تحليل مركب الديوكسين (Dioxin) وهوواحد من مشتقات متماثرات P.C.B، ويتم هذا التحليل بصورة بطيئة. كما لوحظ أن البكتيريا تقوم بهذا النشاط بمساعدة إنزيم Dioxinase. وعمومًا فإن للبكتيريا الهوائية واللاهوائية القدرة على القيام بذلك،

وقد وجد أن عملية التفكيك والهضم الحيوي لتلك المركبات البلاستيكية تصل إلى حوالي ٦٦٪ (شعبان، ١٩٩٥م).

ولنا أن نتساءل عن دور الجامعات الخليجية ومراكز الأبحاث المتخصصة في الحد من تلك المشكلات البيئية، أو على الأقل بالتعريف بما يجب إتخاده من تدابير وقائية عند السماح لإنشاء مصانع لإنتاج البلاستيك في دول الخليج العربي وتقديم الدراسات الخاصة بالجدوى البيئية والصحية والإقتصادية. وهل قدمت الدراسات الإجتماعية الأسباب المتعلقة بكثرة استخدام منتجات البلاستيك في دول المنطقة، وكم هي عدد الأطنان التي تستهلك سنويًا.

٦- صحة البيئة والتأهيل لتحديات القرن الحادي والعشرين في دول الخليج العربي

تواجه دول الخليج العربي في الوقت الحالي العديد من التحديات المختلفة، وفي مقدمتها مشكلات التلوث البيئي والتي اتخذت العديد من الصور المختلفة مثل: التلوث المائي والهوائي والغذائي والنفطي والميكروبي وذلك نتيجة للتطور التقني والصناعي في كافة المجالات، بالإضافة إلى عمليات تحلية المياه المالحة وتوليد الطاقة الكهربائية وتكرير النفط ومشتقاته والتعدين مما يتطلب معه العمل على إيجاد الحلول الملائمة للحد من تلك الأضرار البيئية والحفاظ على صحة الإنسان. كما أن حدوث العديد من الأمراض المختلفة وزيادتها مثل: القصور الكلوي والسرطان وأمراض الدم والغدة الدرقية وتساقط الشعروالأسنان ونخر وتآكل العظام في دول المنطقة من المؤشرات القوية على زيادة التلوث البيئي.

وقد سجلت العديد من الدراسات العلمية للجامعات ومراكز الأبحاث الخليجية المتخصصة مؤشرات التلوث البيئي في دول المنطقة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر النفايات وماتحويه من عناصر معدنية سامة ومركبات عضوية وغير عضوية ضارة وكائنات حية دقيقة ممرضة ومايتنتج عنها من أضرار صحية وبيئية ويوضح الجدول رقم (١١) كمية النفايات المجموعة من مدينة الرياض للأعوام ١٩٧٩م وحتى ١٩٨٣م وكذلك عدد السكان التقديري ومعدل النفايات للفرد الواحد.

جدول رقم (١١). كمية ومعدل النفايات المجموعة من مدينة الرياض.

السنة	الكمية/كجم	عدد السكان	معدل النفايات اليومي للفرد/كيلوجرام
١٩٧٩م	١,٣٠٠,٣٩١,٤١٧	٨٣٣,٠٠٠	٤,٣
١٩٨٠م	١,٧٩٦,٥٣٠,٩٥٦	٩١٤,٠٠٠	٥,٤
١٩٨١م	٣,٦٥٦,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٣,٠٠٠	١٠,٠
١٩٨٢م	٥,٠٣٢,٠٠٠,٠٠٠	١,٢٥٠,٠٠٠	١١,٠
١٩٨٣م	٦,٤٠٨,٠٠٠,٠٠٠	١,٤٠٠,٠٠٠	١٢,٧

(المصدر : الحسن والمعتاز، ١٤٠٨هـ) .

أما النفايات الطبية فعلى الرغم من كونها من أهم الملوثات البيئية والصحية الخطيرة إلا أنه لم يتم حتى الآن إتباع الطرق العلمية الصحيحة للتخلص منها في معظم دول المنطقة . وقد كشفت دراسة أن كمية النفايات الطبية الكلية لمستشفيات وزارة الصحة في المملكة العربية السعودية والتي تبلغ ٤٢٦٢٥ لعام ١٤١٧/١٦هـ سرير تزيد عن ١٦٠٠٠٠ كيلوجرام يومياً والنفايات المعدية منها تبلغ ٢٤٠٠٠ كيلوجرام يومياً ولايوجد نظام خاص يلزم المستشفيات الحكومية والأهلية بفرز تلك النفايات ووضعها في حاويات خاصة لكل نوع من تلك النفايات والتي تشمل نفايات المكاتب والمختبرات والدم والحقن وأغطية الأسرة وغرف العمليات والنفايات المشعة وبقايا الطعام (مسلم، ١٤١٨هـ) .

وقد أثبتت الأبحاث زيادة نسبة العناصر المعدنية السامة وبالذات عنصر الرصاص في الدم والشعر والبول والأظافر (الناصر وابن صادق، ١٩٩٨م ;Hashem & Al-Nasser, 2000) نتيجة لزيادة عدد السيارات والاستنزاف الجائر للجازولين المرصص في دول الخليج العربي، ودخول الرصاص في العديد من الصناعات المختلفة مثل : الطلاء والبطاريات والإطارات والمبيدات واللحام

والطباعة ويوضح الجدول رقم (١٢) محتوى الرصاص في الهواء والدم لبعض طلاب مدارس محافظة جدة.

جدول رقم (١٢). متوسط تركيز الرصاص في الهواء ودم الطلاب لبعض مدارس محافظة جدة.

المدرسة	متوسط تركيز الرصاص في الهواء ميكروجرام /م٣	نسبة الرصاص في الدم ميكروجرام /١٠٠مم٣
أبي الدرداء	٠,٧	١٠,٧
النعمان بن بشير	٢,٣٨	٩,٣

(المصدر : الثقفي، ١٩٩٦م).

وقد وجدت علاقة وثيقة بين زيادة نسبة الرصاص في الهواء والدم وحدوث العديد من الأمراض المختلفة مثل : تشوهات الأجنة والتأثير على الجهاز العصبي والعقلي بالإضافة إلى نقص كريات الدم الحمراء وضعف جهاز المقاومة في أماكن مختلفة من العالم (Fergusson, 1990). وهذا يتطلب ضرورة وضع جدول زمني محدد وقصير لإدخال البنزين البيئي الخالي من الرصاص، مع وضع الضوابط الخاصة لاستخدامات الوقود المختلفة مثل الديزل داخل المدن (شعبان، ١٩٩٦م)، وتقنين الاستخدامات المختلفة لهذا العنصر في العديد من الصناعات.

كما أثبت التحليل الميكروبي والمعدني احتواء مخلفات الصرف الصحي على العديد من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة مثل البكتيريا : *E.coli* و *Bacillus* sp. و *Arthrobacter* sp. و *Pseudomonas* sp. والفطريات : *Alternaria* sp. و *Aspergillus* sp. و *Fusarium* sp. و *Penicillium* sp.، بالإضافة إلى العديد من العناصر المعدنية السامة مثل الرصاص والمنجنيز والألومنيوم والكوبلت والنيكل والكادميوم (ابن صادق، ١٩٩٥م).

ويعد عنصر الألومنيوم من أكثر النفايات المعدنية في دول الخليج العربي، حيث يدخل في العديد من الصناعات المختلفة مثل الأدوات المكتبية والمنزلية وعلب المشروبات الغازية وتغليف المواد الغذائية. وقد كشفت العديد من الأبحاث في أماكن مختلفة من العالم الأضرار الصحية الناتجة عن هذا العنصر وأملاحه المختلفة، وبالذات مرض الشرود الذهني ولين العظام والقصور الكلوي (ابن صادق، ١٩٩٩م؛ جمعة، ١٩٩٤م).

وتؤدي زيادة نسبة النفايات وتراكمها بالإضافة إلى استخدام الطرق التقليدية للتخلص منها، إلى تلوث الماء بالعديد الكائنات الحية الدقيقة الممرضة بالإضافة إلى الملوثات المختلفة ومنها النترات (NO_3^-) والتي تسهم في حدوث العديد من المشكلات البيئية والصحية ومنها ظاهرة الطفل الأزرق(Methemoglobinemia) والإثراء (Eutrohpication) للأعشاب والطحالب الضارة، كما أن إضافة النترات للمواد الغذائية يؤدي إلى زيادة مركبات النتروزأمين المسرطنة (ابن صادق، أ١٤١٨هـ).

ومن النفايات الأخرى في دول المنطقة، نفايات المنظفات المنزلية والصناعية ومخلفات المسالخ والدواجن ومزارع الألبان ونفايات المطابع والمزارع والبلاستيك والزجاج، والتي لايستفاد منها في الوقت الحالي، بالإضافة إلى التلوث الناتج من نفايات الجامعات ومراكز الأبحاث المتخصصة والتي تشمل مواد كيميائية واشعاعية خطيرة، ونفايات محطات توليد الطاقة الكهربائية ومحطات تحلية المياه المالحة ومصانع الأسمدة والمبيدات، وما يتخلف عن السفن وناقلات النفط العملاقة أثناء عبورها للخليج العربي والبحر الأحمر.

وقد أكدت جميع تلك الدراسات على الأثر الضار لتلك الملوثات البيئية على الصحة العامة (General health) والنظام البيئي (Ecosystem). وجاري في الوقت الحالي إستكمال الأبحاث في ضوء مايستجد من تقنيات جديدة وأثرها على صحة الإنسان مثل الهاتف النقال (الجوال) والموجات الكهرومغناطيسية والموجات فائقة الصوت المستخدمة في العلاج الطبي.