الفصل الرابع

تلوث المياه

إن تلوث المياه ليس بالمشكلة الجديدة، ولكن خطورته قد زادت بدرجة واضحة خلال العقود الأخيرة خاصة وأن محاوره يمتد تأثيرها السلبى ليشمل الحيوان والإنسان والثروة السمكية والمائية.

ويقصد بتلوث المياه هو تغير تركيبها أو خصائصها الكيميائية نتيجة النشاط البشرى أو الإفراط فى استخدامها حتى فى أبسط الصور وهو أغراض الشرب، وينعكس ذلك على مدى صلاحيتها لكافة الأغراض، مما يعنى تدهوراً لخصائصها الطبيعية والكيميائية والبيولوجية.

ويعتبر عنصر الأكسجين هو العنصر الأساسي الذى يحدد درجة نقاء الماء ويوجد طبيعيا فى الماء النقي بنسبة لا تقل على ملليجرام واحد فى كل لتر من المياه الطبيعية.

ويمكن تقسيم مسببات التلوث المائي بفعل النشاط البشرى إلى عدة مجموعات:

- التلوث الحرارى Thermal Pollution.
- التلوث الكيميائى Chemical Pollution عن طريق :-

أ- الكيماويات العضوية Organic Chemical.

ب- الكيماويات وبقايا المعادن Chemical & Mineral Substances.

- التلوث البيولوجى Biological Pollution.
- الرسوبيات العكرة.
- بقايا نشاط الإشعاع.
- مياه الصرف الصحى.

هذا بالإضافة إلى العديد من الأنشطة البشرية الأخرى مثل الزراعة، الصناعة، التعدين، الرى، ولكن أكثرها تأثيراً هى الزراعة.

ومما يذكر أن بعض الملوثات الناتجة عن الزراعة يعتبر تأثيرها محلـــى، بينمـــا بعضها الآخر عالمى مثل المياه الحمضية (المطر) الآسيدية، أو مياه المطر الغنيـــة بالسليكا.

وقد قدر التلوث المائي بواسطة العالم Meybectt، بأن مياه المحيطـــات يضاف إليها ٥٠٠ مليون طن من الأملاح بواسطة الإنسان، ويعنى ذلك زيادة عـن المعدلات الطبيعية من الصوديوم والكلوريد والسلفات بحوالي ٣٠% وزيادة فـــى كمية المعادن فى الأنهار بنسبة ١٢%.

هذا ويمكن دراسة مصادر تلوث المياه على النحو التالي : -

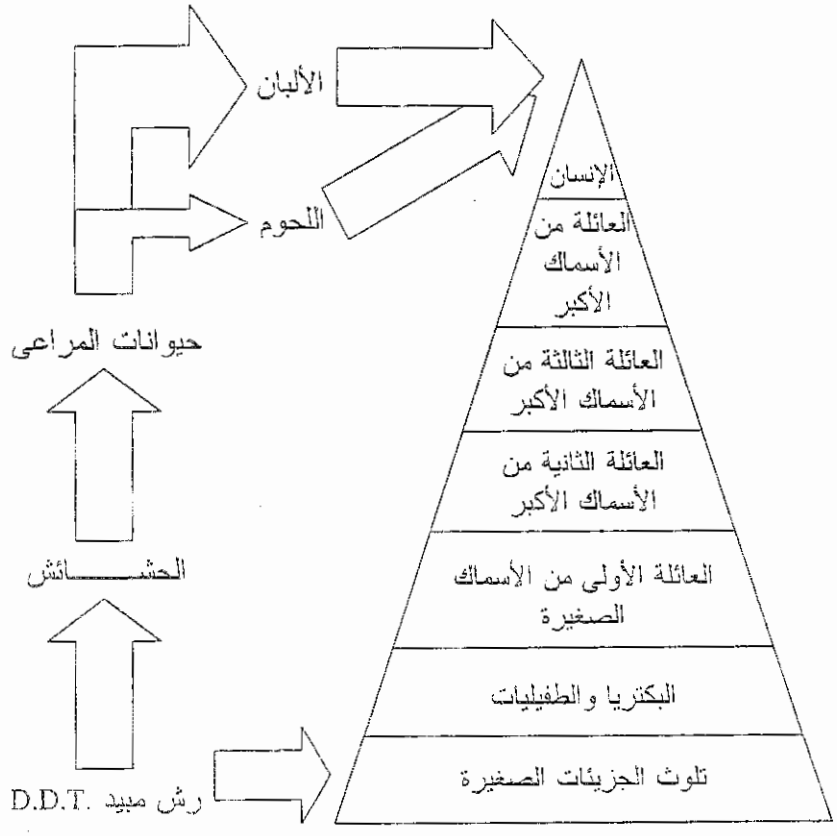
١ - التلوث الكيميائى الناتج عن الزراعة : -

تعتبر الزراعة أكثر الأنشطة البشرية تأثيراً فى تلوث المياه بما تســببه من ترسبات ملحية بالإضافة إلى النفايـــات الكيميائيـــة Chemical Wastes فـــى الغلاف الحيوى Biosphere. إذ تؤدى الزراعة إلى تغيير نسبة النيتروجين بســبب التوسع فى استخدام المخصبات النيتروجينية ويتبع ذلك سرعة فى نمـــو النباتـــات المائية Aquatic Plants فترتفع معدلات تلوث المياه الداخلية Inland Water من الترع والمصارف . ويرتفع تلوث مياه الترع والمصارف بالنترات نتيجة انسـياب النيتروجين فى المجارى المائية بعد استخدام الأسمدة النيتروجينية. ومما يذكر أن الإفراط فى استخدام الأسمدة النيتروجينيـــة يـــؤدى إلـــى زيـــادة فـــى الـــدورة النيتروجينية. هذا ولا يمكن إغفال دور النفايات العضوية Organic Wastes فـــى تلوث المياه بالنترات.

وتؤثر عملية الصرف Drainage فى حركة المياه فى التربة وتتحكم فى كفاءة عملية الغسيل Leaching للنترات والمواد الأخرى. ومما يذكـــر أيضـــاً أن المبيدات الحشرية Pesticides تعتبر مصدراً أساسياً فـــى تلـــوث الميـــاه بفعـــل الزراعة. ومما يذكر أن المبيدات الحشرية تختلف فيما بينها على المدى الطويـــل فى تأثيرها ونشاطها ودرجة سميتها Toxicity ومدى بقائها فى الغلاف الجـــوى . ولعل من أخطرها مبيد DDT والديلدرين Dieldrin وهذه تستمر مدة بقائها فـــى

البيئة لسنوات عديدة. فضلاً عن كونها تؤثر فى جميع الكائنات الحية كما يتضح فى الهرم الغذائى للتلوث بالمبيدات الحشرية.

الهرم الغذائى للتلوث بالمبيدات الحشرية D.D.T.



ويمكن حصر خطورة هذا المبيد في جانبين : -

١ - **التشتت والانتشار على المستوى العالمى** : -

١- يبقى تأثيرها بدرجات سمية متباينة فى مختلف أنواع الغذاء ومثال لذلك يظهر تأثير D.D.T. فى الهرم الغذائى Food Pyramid حيث أن النبات يحتاج إلى ١٠٠٠ كيلو جرام من بلانكتون النبات لإنتاج ١٠٠ كيلو جرام لإنتاج بلانكتون الحيوان، ويحتاج الإنسان إلى ١٠ كيلو جرام من الأسماك ليزيد وزنه بمقدار ١ كيلو جرام. وهكذا فإن الإنسان يكون قد حصل على

أقل كبير من سم D.D.T. عند تناوله لكمية كافية من الأسماك لكي يزيد وزنه كيلو جراما واحداً.

هذا ويسهم الإنسان في تلوث المياه من خلال دوره في تغيير نوعية المياه بواسطة الترسيبات المختلفة التي تضاف إلى الجداول المائية وهذه قد تؤثر في سرعة تحلل وتآكل التربة.

كما يسهم الهواء بصورة غير مباشرة في انتشار التلوث بالمبيدات بنقلها إلى مسافات بعيدة من مصدر استخدامه ويتوقف ذلك على سرعة الرياح واتجاهها وتحديدها للمنطقة المستقبلة Receptor Areas.

وقد ثبت أن مبيد D.D.T. يبقى في التربة بعد توقيت استخدامه لمدة ١٠ عاماً بنسبة تصل إلى ٣٩% من إجمالي آثاره وبقاياه.

ومما يذكر أن استخدام سلفات كبريتات النحاس Copper Sulphate التي تستخدم كمبيد حشري تأثيرها لا يصيب الحشرات فقط بل يمتد إلى النبات والإنسان.

٢ - تلوث المياه بالأسمدة:

إن توسع الإنسان في استخدام الأسمدة النيتروجينية والفوسفورية بهدف زيادة الإنتاجية تؤدي إلى تلوث مياه المجاري المائية وكذلك المياه الجوفية، ويتبع ذلك حدوث خلل في العمليات الأيضية للحيوانات المنزلية التي نستهلك ألبانها وتظهر آثارها السلبية على صحة الأطفال الذين يعتمدون في غذائهم على الألبان.

وتعتبر مشكلة التلوث بالمبيدات الكيماوية التي تستخدم في مكافحة الآفات الزراعية مشكلة خطيرة وتكلف العالم سنوياً حوالي ٨٠٠ مليون دولار. وترتفع خطورة التلوث بالمبيدات Contaminaation في الدول الصناعية وتتفاقم في الدول النامية بسبب الجهل بآثارها البيئية والصحية إذ يلجأ المزارعون البسطاء إلى المبالغة في استخدامها بهدف سرعة التخلص من الحشرات والآفات والديدان والقوارض والأعشاب والحشائش الضارة.

وقد أدى التقدم الزراعى إلى التخصص فى زراعة نـــوع واحـــد مـــن المحاصيل لعدة سنوات متتابعة مما يعرض المحصول لآفات كثيرة وخطيرة تـــهدد جزء كبير من المحاصيل فظهرت الحاجة إلى استخدام المبيدات الحشرية ســـواء فى أثناء الزراعة أو بعد الحصاد وكذلك فى أثناء عملية التخزين.

تكلفة مكافحة بعض الحشرات على مستوى العالم

نوع الحشرات	التكلفة
الجراد الصحراوى	بليون دولار
النمل الأبيض	١٦٥ مليون دولار
القوارض	١٥٠٠ مليون دولار

ومما يذكر أن العالم قد استهلك ١٥,٠٠٠ طن متري من مبيد .D.D.T خلال عام ١٩٧٤ فقط.

ولو نظرنا إلى المملكة العربية السعودية وهى دولة تعتمد فى اقتصادها على النفط ومشتقاته ويعد النشاط الزراعي فيها محدوداً سواء من حيث مســـاحة الأراضي المزروعة أو من حيث تنوع المحاصيل الزراعية، وبـــالرغم مـــن ذلـــك يرتفع فيها استهلاك المبيدات بأنواعها المختلفة كما يوضحها الجدول التالي:

استهلاك المملكة العربية السعودية من المبيدات خلال الفترة

سنة ١٩٦١ : سنة ١٩٦٥

النوع	الكمية بالكيلو جرام
المبيدات الحشرية	٤٥,٩٠٠
المبيدات الفوسفورية	١١,٦٠٠
الزيوت المعدنية	٨,١٠٠
مركبات الكبريت	٢٩,٤٠٠
المركبات النحاسية	٧,١٠٠
المركبات الزئبقية	٥٠٠٠٠
المبيدات الفطرية	٢,٧٠٠

وتكمن خطورة التلوث بالمبيدات في كونها أنها تنتقل من التربة إلى المياه الجارية سواء من الترع أو المصارف وتصل إلى الأنهار. كما تنتقل بفعل الرياح إلى مناطق بعيدة عن مواقع استخدامها، فضلاً عن تعلقها وترسبها في أنواع عديدة من الخضر والفاكهة.

مقاييس السمية:

تزيد من مشكلة التلوث بالمبيدات عدم توفر معلومات حقيقية عن درجة سمية هذه المبيدات ومدة بقائها في البيئة وآثارها الصحية على سائر الكائنات الحية.

وهناك العديد من المقاييس التي تستخدم في تحديد درجة السمية ومنها:

- حد ابتداء السمية Threshold Limits.
- اقل جرعة مميتة (Mmmal Healt Hal Dose (M.H.D.
- الجرعة القاتلة لنصف عدد حيوانات التجربة (H.D.50).

أنواع المبيدات:

تأخذ المبيدات عدة صور منها السائلة - الصلبة - الغازية، وتلك الغازية تكون في صورة أبخرة وتتميز بشدة سميتها ولذا يجب أن يكون استخدامها دقيق لأنها سريعة الانتشار تحت تأثير شدة سرعة الرياح.

ولتقدير الآثار السمية على الإنسان تجرى العديد من التجارب بإضافة كميات محددة لطعام الحيوانات لمدة معينة تطول أو تقصر بهدف الحصول على القدر المناسب من هذه المبيدات بحيث لا يضر الحيوان ولا تظهر عليه أى أعراض مرضية. ويطلق على هذه الكمية بعد ثبوت خلوها التام من آثارها السلبية على حيوانات التجربة اسم Dosis Tolerata (d.t.) ويعبر عنها بالملليجرام من المبيد لكل كيلو جرام من وزن الحيوان.ثم تطبق نتيجة هذه التجربة على الإنسان بعد إضافة (عامل الأمان المتحكم الاعتباطى f)

ثم نقسم $\frac{d.t.}{f}$ للحصل على كمية المبيد التى يمكن أن تدخل جسم الإنسان دون أن تحدث أى أضرار على حياة الإنسان وصحته ويطلق على هذه الكمية "كمية الجرعة اليومية المقبولة" ((accepted daily intalte ← (a.d.i.)

وهناك معادلة هولندية تحسب القدر القانوني المناسب الذي يتحمله الإنسان دون أى أعراض مرضية وهى:

$$PL = \frac{d.t. \times 60}{f \times 0.4}$$

حيث PL : الجرعة القانونية المناسبة "جرعة الأمان"

60 : ٦٠ كيلو جرام "وزن الرجل في المتوسط"

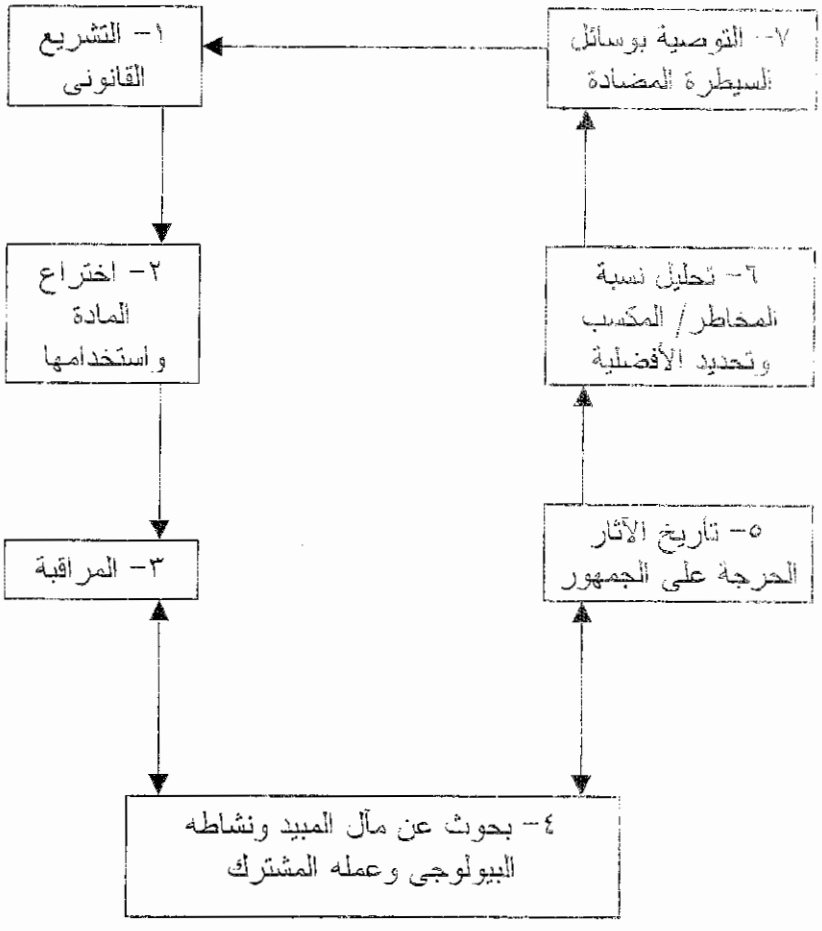
0.4 : كمية المبيد المسموح إضافتها لكل كيلو جرام من غذاء الإنسان

ويستخدم مبيد .D.D.T في قتل الحشرات خاصة بعوض الملاريا وذبساب مرض النوم وبكتريا التيفوس.

هذا بالإضافة إلى المبيدات الأخرى مثل (الدرين)، (الديلدرين)، (كلوردان)، (البنزين)، (مركبات الزرنيخ)، (مركبات الرصاص)، (مركبات الزئبق)، وكلها مبيدات سامة ومدة بقائها فى البيئة طويلة ولذا يفضل الحد من استخدامها واستبدالها بمبيد نوكسامين. أما فى حالات الضرورة القصوى لابد من منع رشها على الخضر والفاكهة والحبوب ومحاصيل العلف والزيوت لأنها تعتبر مبيدات مسرطنة.

ويوضح النموذج التالي أسلوب التعامل مع المبيدات الكيماوية من حيث تحديد كميتها ، ومراقبة آثارها الصحية ، وتحديد درجة خطورتها البيئية ، وتحديد أساليب السيطرة على مخاطرها .

نموذج للدراسة المتكاملة والسيطرة على الآثار
المتبقية من الكيماويات الغريبة عن
الوسط الحيوى



خطورة التلوث بالمبيدات:

تتضح خطورة التلوث بالمبيدات من العديد من الدراسات ومن أمثلتها تلك التى قام بها العالم "متكالف Metcalf سنة ١٩٧٢" حيث رتب المبيدات على أساس

درجة الأمان ودرجة تأثيرها على خواص البيئة ومدى صلاحيتها فى مكافحة الآفات والفطريات.

وقد قسمها إلى أربعة أقسام:

١- مبيدات تصلح للمكافحة وتصل درجة سميتها (٤-٧) ومنها سينين - كلوردان - مالايثون - نالد - ترى كلورفون.

٢- مبيدات لابد من وضع احتياطات مع استخدامها ووضعها فى مرتبة السمية (٨-١٠) ومنها: ازنيوس - ميقيفوس - ميثيل پارثيون - نوكسامين - رابع ايثيل بيرو فوسفات.

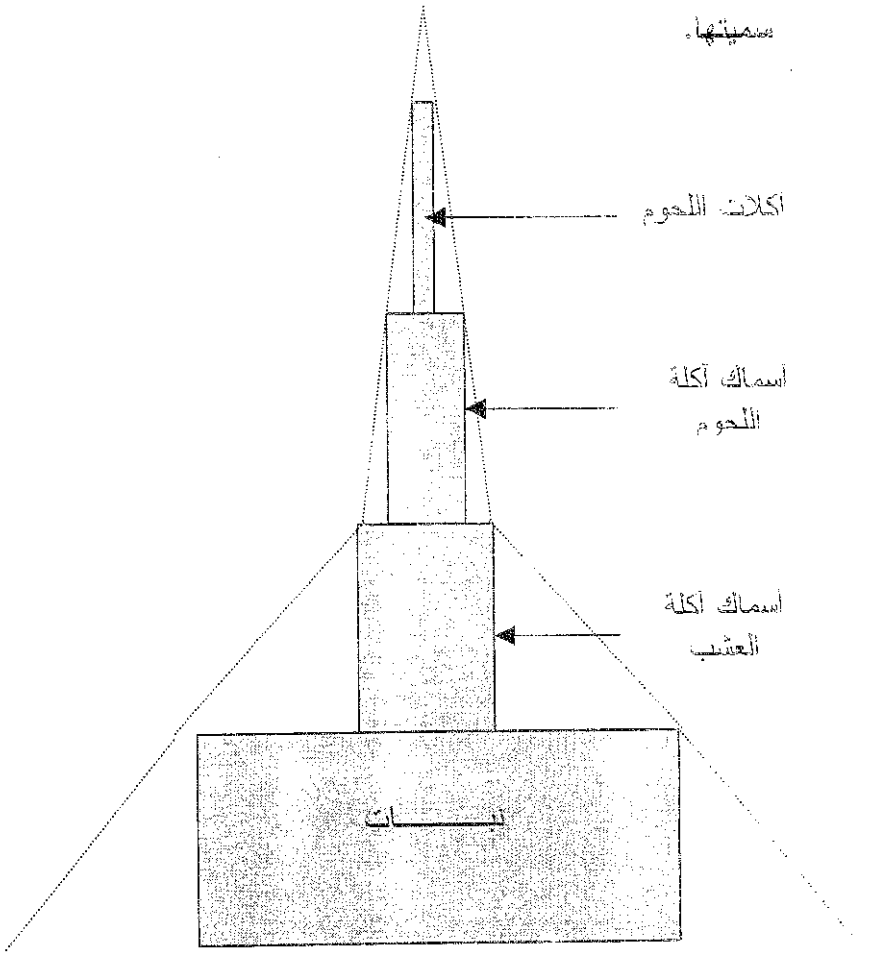
٣- مبيدات يجب عدم استخدامها إلا تحت ظروف خاصة ووضعها فى مرتبة السمية (١٠-١٢) وهذه تضاف إلى البذور وكذلك للتربة ومنها (د.د.ت.) - فوريت - باراثيون - داى سلفونون.

٤- مبيدات يجب عدم استخدامها إلا تحت ظروف معينة مثل ديلدرين - اندرين - هبتاكلور.

ويمكن عرض أهم توصيات المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم سنة ١٩٧٢ فى الخرطوم٥-١٢ فبراير سنة ١٩٧٢:

- عدم استخدام المبيدات الكيماوية إلا فى الحالات التى تصيب الاقتصاد بوضع حرج مع إعطاء الأولية لطرق المقاومة الميكانيكية .
- التركيز على استخدام المبيدات الأكثر أمناً وأقل سمية وأقل ثباتاً من الناحية البيولوجية مع اختيار المبيدات الأكثر تخصصاً للتأثير على نوع معين من الآفات دون غيرها من الكائنات الحية البرية الأخرى مع استخدام أقل كمية ممكنة من المبيد.
- تطوير القوانين والتشريعات الخاصة بتداول المبيدات الكيماوية ووضع معدلات لاستخدامها.

- وضع وإعداد نظام ثابت فى جميع الدول العربية للكشف الدورى المستمر عن آثار المبيدات الكيماوية ورصد تأثيرها على الحياة البرية مع الاهتمام بتطويرها فى ضوء الاكتشافات العلمية.
- ترشيد المزارعين بأحدث أنواع المبيدات وطرق استخدامها ودرجة سميتها.



مادة D.D.T.

تركيز مادة الـ D.D.T. فى سلسلة الغذاء

أضرار التلوث بالمبيدات الغازية :

١- تأثير ثانى أكسيد الكبريت: يتحول جزء من الكبريت الذى تعفر به النبات إلى ثانى أكسيد الكبريت ويؤدى ذلك إلى العديد من الأضرار على النبات:

- اصفرار الأوراق نتيجة لامتصاص كمية صغيرة منه ببطء.
- موت خلايا وحواف الأوراق.

٢- كبريتيد الهيدروجين: ويتكون نتيجة لتحلل المواد العضوية فى مياه الترع الراكدة التى تروى بها المحاصيل. فضلاً عن اتحاد الكبريت الذى يعفر به النبات مع هيدروجين الجو. ويتحمله النبات عندما يبلغ تركيزه ٤٠ جزء/المليون لمدة لا تزيد عن خمس ساعات.

٣- أكاسيد النيتروجين: تصيب النباتات بأضرار بالغة إذا ارتفع تركيزها عن ٢٥ جزء/المليون حيث تؤدى إلى تغير لون حواف الأوراق إلى اللون البنى مع تكون بقع سوداء بنية فى الأوراق.

التلوث بـ D.D.T.:

قد ظهر تأثير التلوث بمبيد الـ D.D.T. فوق المحيطات بعيداً عن اليابس، بالإضافة إلى تأثيره فى الطيور البحرية إذ وجد فى بيضها نسبة عالية من كلوريدات الكربونات ومن ثم أثر على توالدها وتكاثرها ويرجع ذلك إلى اعتمادها فى غذائها على الأسماك التى تتغذى بدورها على النباتات البحرية التى قد امتصت جزءً من بقايا مبيد D.D.T.

ولعل من أشهر هذه الأمثلة بحيرة كلير Clear Lake بولاية كاليفورنيا التى يرتفع فى مياهها درجة تركيز هذا المبيد D.D.T. إلى ٠,٠٢ جزء فى المليون وتبع ذلك ارتفاع تركيزه فى نباتات البحيرة إلى ٥,٠ جزء فى المليون.

٣- تلوث المياه بالنشاط الصناعي:

إذ تدخل المياه بصورة مباشرة أو غير مباشرة فى العمليات الصناعية ويتبع ذلك إحداث تلوث للمياه بدرجات مختلفة باختلاف نوع الصناعة وشكل مخلفاتها التى قد تخرج فى صورة مخلفات سائلة تنتهي إلى المجارى المائية فتلوثها. وتعتبر

الصناعات الكيميائية والصناعات البتروكيميائية والصناعات التي تعتمد على الفحم من أكثر أنواع الصناعات تسبباً في تلوث المياه .

ويمكن توضيح أهمية المياه بالنسبة للعمليات الصناعية في الجدول التالي :

احتياجات بعض العمليات الصناعية من المياه

الصناعة	كمية المياه اللازمة لإنتاج طن واحد (لتر)
الصابون	٢٠٠٠
الفحم	٦٠٠٠
السكر	٩٠٠٠
الفواكه المحفوظة	٢٠٠٠٠
الصناعات القطنية	٢٠٠٠٠٠
الصلب	٢٧٠٠٠٠
الخيوط الحريرية	٦٠٠٠٠٠
المفرقعات	٨٠٠٠٠٠
الورق	١٠٠٠٠٠٠
المطاط الصناعي	٢٥٠٠٠٠٠

هذا بالإضافة إلى مصادر تلوث المياه الأخرى ومنها :

١- المخلفات المنزلية والمياه المستخدمة بدرجة كثيفة للمدن وهى فى تزايد مستمر حتى أن نصيب الفرد منها فى الدول المتقدمة يصل إلى ٦٠٠ لتر/شخص/يومياً، أى ٥٠ كيلوجرام/للفرد/سنوياً. ولاشك أن هذا المعدل يختلف من دولة إلى أخرى وفقاً لعدد السكان ومستوى المعيشة واتساع المساحات الخضراء داخل المدن ومدى الاهتمام بنظافة الشوارع وكذلك كمية المطر والجريان السطحى والسيول وغيرها، بل إنها تختلف فى

الدولة الواحدة باختلاف المدن بل وباختلاف نمط المعيشة فـــى الأحيـــاء السكنية نفسها.

٢- المصارف فى البيئات الزراعية خاصة مع التوسع فى استخدام الأســـمدة والمخصبات والمبيدات الحشرية.

٣- التسرب من وحدات النقل النهرى والبحرى والنفايات الحمضية فى مناجم التعدين والنفايات المشعة التى تدفن فـــى قيعـــان المحيطـــات والبحـــار العميقة.

أهم العناصر الملوثة للمياه:

العناصر العضوية وتشمل: الأملاح العضوية، مبيدات الأنيونيك والأحمـــاض الدهنيـــة والأمينية وهى الأكثر انتشاراً.

العناصر غير العضوية: أيونات الأمـــلاح مثـــل الكلـــور، الصوديـــوم، الكالســـيوم، البوتاسيوم، المنجنيز، الفوسفات، السلفات، بالإضافة إلى نترات البيكربونات.

أنماط تلوث المياه:

١-التلوث الحرارى Thermal Contamination:

ينتج التلوث الحرارى للمياه عن إضافة المياه الساخنة التى تنتج عـــن عمليات التبريد فى العمليات الصناعية وكذلك المياه التى تستخدمها محطات توليـد الطاقة، وتنتهي هذه المياه الساخنة إلى أى مسطح مائى قريب قد يكون نـــهر أو بحيرة.

ويتبع هذا التلوث الحرارى تناقص نسبة الأكسجين المذاب فـــى المـــاء مما يؤثر فى الخصائص الحيوية للمياه فيقضى على الثروة الســـمكية والأحيـــاء المائية الأخرى.

٢- التلوث البيولوجى Hydrobiological Contamination:

يتمثل التلوث البيولوجى فى تلوث المياه الضحلة أو الراكدة فى الـــترع والمصارف أو الخزانات المائية المنتشرة فوق الأبراج السكنية فى المدن الكبرى،

وذلك بفعل ما تحتويه من عناصر نباتية ومركبات عضوية تتعرض تحت تأثير الظروف الجوية إلى عمليات التحلل والتعفن. ويعنى وجود ميكروبات مسببة للأمراض مثل بعض أنواع البكتريا ومنها بكتيريا السالمونيا Salmonella التى تصيب الإنسان بالتيفود والنزلات المعوية، وبكتريا الشيجلا Shigella التى تصيبه بالإسهال، وبكتريا الليبتوسبيرا Leptospira التى تؤدى إلى الإصابة بالتهاب الكلى والكبد والجهاز العصبي المركزي، وبكتريا الفيبريو Vibrio التى تصيب بالكوليرا. أو قد يحدث التلوث البيولوجي للماء نتيجة انتشار الطفيليات مثل البلهارسيا أو ديدان الإسكارس والانكلستوما التى كثيراً ما توجد فى المحاصيل الورقية مثل الخس، أو قد يكون التلوث راجع إلى وجود أحياء نباتية مثل الطحالب أو نبات ورد النيل الذى يحجب ضوء الشمس والأكسجين عن الكائنات المائية فى نهر النيل مثلاً.

٣-التلوث الكيميائي Chemical Contamination:

تنصرف بعض كميات من الرصاص إلى مياه المسطحات المائية مع مياه المخلفات الصناعية، ويعتبر البحر المتوسط والمحيط الأطلنطى من أكثرها تلوثاً بالرصاص حيث ارتفعت معدلات تركيزه حوالى ٥ مرات فى غضون الخمسين سنة الأخيرة.

هذا وقد ساد القلق الأوساط العلمية فى كندا والولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩٧٠ حينما تم إجراء بعض التحليلات الكيميائية على أسماك بحيرة أونتاريو (إحدى البحيرات العظمى فى أمريكا الشمالية وتقع فى أكبر نطاق صناعى أمريكي) واتضح أن كمية الزئبق فى الأسماك قد بلغت ٧ ملليجرامات فى حين أن كمية الزئبق المسموح بها لا تتجاوز فى المواد الغذائية ٠,٥ ملليجرامات، أى أن مستوى التلوث بالزئبق فى أسماك البحيرة يعادل ١٤ ضعفاً للحد المسموح به.

وفى دراسة أمريكية أخرى اتضح أن نوع معين من الأسماك هو (سمك السيف) يختزن كمية كبيرة من الزئبق فى لحمه، فإذا تناوله الإنسان أضر

بصحته وربما أدى إلى وفاته حسب كمية الأسماك التى تناولها. ولذا قد أصدرت الحكومة قراراً بمنع صيد هذا النوع من السمك وحرمت بيعه فى الأسواق الأمريكية. وتكمن خطورة تلوث المياه بالزئبق فى كونه يهاجم خلايا مخ الإنسان وجسمه ويقتلها ولا يوجد علاج حقيقي لحالات التسمم الناتجة عن الزئبق.

أما تلوث المياه بالكادميوم فينتج عن صرف مخلفات صناعة الزنك وأصباغ المواد البلاستيكية والدهانات إلى مياه المسطحات المائية. وفى دراسة لتحديد درجة التلوث بالكادميوم فى مياه البحر الأدرياتى فى قارة أوروبا اتضح أن تركيزه بلغ ٠,٥ ميكرو جرام/لتر وقد زاد هذا التركيز سنة ١٩٧٥. ويؤدى التسمم بالكادميوم إلى إحداث تغير فى تركيب الدم ومهاجمة عظام الإنسان ويؤدى إلى قصر القامة.

٤- التلوث البيولوجى :

ويعنى وجود ميكروبات مسببة للأمراض مثل بعض أنواع البكتريا ومنها بكتيريا السالمونيا Salmonella التى تصيب الإنسان بالتيفود والنزلات المعوية، وبكتريا الشيجلا Shigella التى تصيبه بالإسهال، وبكتريا اللبتوسبيرا Leptospira التى تؤدى إلى الإصابة بالتهاب الكلى والكبد والجهاز العصبي المركزي، وبكتريا الفيبريو Vibrio التى تصيب بالكوليرا.

أو قد يحدث التلوث البيولوجى للماء نتيجة انتشار الطفيليات مثل البلهارسيا أو ديدان الإسكارس والانكلستوما التى كثيراً ما توجد فى المحاصيل الورقية مثل الخس، أو قد يكون التلوث راجع إلى وجود أحياء نباتية مثل الطحالب أو نبات ورد النيل الذى يحجب ضوء الشمس والأكسجين عن الكائنات المائية فى نهر النيل مثلاً.

مجالات تلوث المياه:

أولاً: تلوث مياه الأنهار : -

تمثل مياه الأنهار ما نسبته ٠,٠٠٤% من حجم المياه العذبة و٠,٠٠٠١% من إجمالي المياه العذبة ونسبة لا تكاد تذكر من إجمالي حجم المياه على كوكب الأرض. ولعل في ذلك ما يبين أهميتها بوضوح خاصة وأنها المصدر الأساسي لكل شئ حي وللاستهلاك البشرى والحيواني واستخدامات الزراعة وغيرها.

وتعتبر المجارى النهرية على مستوى العالم هى أهم مناطق الاستقرار البشرى منذ البدايات الأولى لاستقرار الإنسان وارتباطه بالأرض، ومازال هذا الوضع قائماً فى معظم دول العالم. وقد أفرز ذلك مشكلة تلوث مياه الأنهار لدرجة أن ٢٥% من جملة أطوال المجارى النهرية تعانى من مشكلة التلوث، وانعكس ذلك على كون ٢٦,٣% من جملة سكان العالم يعانون من مشكلة ندرة المياه النقية الصالحة للشرب. ويرجع ذلك كله إلى مخلفات البيئة الحضرية من نفايات منزلية وآدمية تنتهي إلى الأنهار المجاورة للمدن الكبرى.

ويؤدى إلقاء هذه النفايات والمخلفات فى مياه الأنهار (التى تتميز ببطء جريانها) إلى ترسبها وتحللها اللاهوائى (فى معزل عن الهواء) ويتبع ذلك انتشار الفطريات والديدان التى تنبعث منها رائحة كريهة خاصة فى ظل الظروف المناخية الحارة. ويسهم ذلك كله فى تغير لون المياه حيث تصبح رمادية فيقل توغل ضوء الشمس فتضعف عملية التمثيل الضوئي فتموت الكائنات الحية النباتية التى تمثل المصدر الرئيسي لإنتاج الأكسجين فى المياه. وهكذا تتحول الأنهار إلى أنهار ميتة مما يحدث خللاً في المجال الحيوي لمياه الأنهار.

ويظهر التأثير السلبي لهذه الأنهار الميتة في صحة الإنسان حيث تصيبه العديد من الأمراض الوبائية مثل التيفود، الكوليرا، التهاب الكبد الوبائي، فضلاً عن أمراض الفشل الكلوى والبلهارسيا والدوسنتاريا وغيرها.

هذا وقد يحدث تلوث فى مياه الأنهار بسبب الاستخدام الزراعي فى المناطق الريفية حيث تتلوث مجارى الصرف من الأراضي الزراعية وهى مياه

تحوى تركيزات مختلفة من المبيدات الحشرية والمخصبات العضوية وغير العضوية. ويؤدى مثلاً ارتفاع تركيز النترات فى مياه الصرف إلى سرعة نمو النباتات المائية والطحالب التى تفرز عناصر سامة تؤدى إلى موت فصائل عديدة من الكائنات الحية المائية. وحيثما تتلوث مجارى الصرف للأراضي الزراعية فإنها تنتهى إلى مجارى الأنهار عن طريق التسرب، ومن هنا يصل تأثيرها إلى الإنسان سواء عن طريق التسرب أو عن طريق تناول الأسماك النهرية. كما يحدث التلوث بالمخلفات السائلة من النشاط الزراعي في كثير من الدول مثل نهر الكانج في الهند ، ونهر اليانجستى في الصين .

هذا ولا يمكن أيضا إغفال تأثير بعض الصناعات المقامة أساساً على الأنهار (للاستفادة من توفر المياه كمادة خام أحياناً، أو كمادة لازمة لعمليات التبريد) فى إلقاء مخلفاتها على الأنهار مباشرة كما يحدث في العديد من الصناعات على مجرى نهر النيل في مصر. وكذلك الحال فى نهر سانت لورانس فى شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية الذى يقع فى أهم إقليم صناعى أمريكي، ونهر الراين فى ألمانيا، ونهر السين فى فرنسا. هذا ويوضح الجدول التالي نصيب سكان قارات العالم من مياه الأنهار : -

نصيب سكان قارات العالم من مياه الأنهار

القارة	كمية الجريان العامة للأنهار كم^3	عدد السكان مليون نسمة	كمية الجريان للفرد الواحد ألف م^3/سنة
أوروبا	٣١٤٠	٦٠٦	٥,١٨
آسيا	١٣٤٠٠	١٦٧٨	٧,٩٧
أفريقيا	٤٠٢٠	٢٩٤	١٣,٦٧
أمريكا الشمالية	٦٥٢٢	٢٥٣	٢٦,١٧
أمريكا الجنوبية	١١٥٠٠	١٥٤	٧٤,٦٨
القارة القطبية الجنوبية	١٠٥٠	-	-
أستراليا	١٨٩٠	١٥,٥	١٢,٩
متوسط الكرة الأرضية	٤١٥٠٠	٣٢٥٦	١١,٠٠

ويمكن استعراض مصادر تلوث مياه نهر النيل في مصر على النحو التالي:

أولا : الملوثات الصناعية:

وتنتج عن المنشآت الصناعية الكيميائية على طول مجرى نهر النيل وفرعيه رشيد ودمياط خاصة فى أسوان وحلوان وشبرا الخيمة وكفر الزيات وطلخا وغيرها. وهذه النفايات الصناعية تصب فى نهر النيل دون أن تتم معالجتها بصورة كاملة وآمنة على صحة المجال الحيوي للمياه.

الصناعات القائمة على نهر النيل : -

١) محطات مياه الشرب فى القاهرة الكبرى: يبلغ عددها ١٢ محطة تعانى فى مجملها من عمليات الصرف غير المنضبط ولا تلتزم بقوانين الصرف السليمة.

٢) جميع الصناعات فى منطقة حلوان تصرف مخلفاتها بالقرب من مأخذ المنبع فى معالجة مياه الشرب.

٣) الأسلوب المتبع فى معالجة مياه الشرب وتنقيتها لا يتم من خلاله التخلص من بعض ملوثات الصناعة مثل المواد الهيدروكربونية والملوثات غير العضوية، والمبيدات الحشرية، والمركبات الكيميائية، ومصدر جميع هذه الملوثات مصانع الحديد والصلب والكوك والنسيج والأسمدة.

٤) تسرب الوقود من المراكب الصغيرة، وانسكاب الزيت أثناء تحميل وتفريغ الشاحنات، صناعة الإلكترونيات والنسيج، والصباغة، والكوك كما يحدث فى محطة مياه الأميرية.

٥) ارتفاع تركيز المركبات العضوية الكلورينية فى نهر النيل عند كفر الزيات بسبب صناعة تكرير البترول، وصناعة المبيدات الحشرية.

٦) يصب فى نهر النيل فى محافظة سوهاج ما يقرب من ١٤ ألف متر مكعب من مخلفات المصانع التى تصرف مباشرة لنهر النيل دون أى معالجة، خاصة وأن ذلك يتم على مسافة ٨٠٠ متر تقريباً من مأخذ مياه الشرب.

يضاف إليها مخلفات مصنع هدرجة الزيوت التى تبلغ حوالى ٨ آلاف متر مكعب.

٧) تصرف مخلفات ٧٠٠ مصنعاً منها ٢٢٨ مصنعاً تابع لقطاع الإنتاج العلم إلى مياه نهر النيل مباشرة. ومنها مصنع الأسمنت الذى يتخلص يومياً من حوالى ٢٠ متر مكعب من الملوثات فى نهر النيل مباشرة.

ويبلغ مقدار الصرف الصناعي إلى نهر النيل ٣١٢ مليون متر مكعب سنوياً، ونصيب مدينة القاهرة منها ٠,٧٥ طن عناصر ثقيلة يومياً.

ثانيا : الملوثات الحضرية:

وتشمل نفايات الاستخدام المنزلي التي تنتهي مباشرة إلى نهر النيل وفرعيه حيث أن معظم المدن المصرية تقع على مجرى النيل وفرعيه والترع التى تشق منه . هذا بالإضافة إلى الصرف الصحي إلى نهر النيل وتتضح خطورته فيما يلى :

١) تبلغ مخلفات الصرف الصحي فى مصر سنوياً حوالي ٤٠٨٨ مليون متر مكعب، مساهمة القاهرة منها وحدها ٤٧١ مليون متر مكعب سنوياً..

٢) يستهلك الفرد المصري فى المتوسط ١٨٠ لتر من الماء يومياً وجدير بالذكر أن كفاءة محطات الصرف الصحي فى مصر يبلغ حدها الأقصى ٢ مليون متر مكعب يومياً، بينما كمية الصرف الصحي الفعلي تبلغ ٣ مليون متر مكعب يومياً، أى أن هناك مليون متر مكعب يومياً لا تستوعبه محطات الصرف. وتتفاقم المشكلة حين العلم بأن كمية الصرف الصحي بلغت عام ٢٠٠٠ حوالى ٤,٧٦ مليون متر مكعب يومياً.

٣) أن استخدام نظام البيارات فى الصرف الصحي (ترنشات) تعد خطيرة فى منطقة الدلتا وذلك لكون مستوى المياه الجوفية لا يبتعد عن سطح الأرض لأكثر من ٥٠ سنتيمتراً، ولذلك أصبحت تهدد بتلوث مياه الشرب فى الوجه البحري.

٤) قلة الوعي البيئى: (ومن أشهر أمثلته):

- إلقاء جثث الحيوانات والطيور فى مياه نهر النيل.

- التبول والتبرز على ضفاف الترع والمصارف.
- إلقاء مخلفات العوائم المائية فى مياه النهر مباشرة
- تفريغ حمولة بعض سيارات كشح البيارات فى مياه النهر مباشرة.

ثالثا : الملوثات الناتجة عن النقل النهرى:

يتراوح عدد وحدات النقل النهرى فى مصر ٣٠٠٠ وحدة بعضها تجارية وأخرى سياحية تلقى بمخلفاتها فى مياه نهر النيل فضلاً عن كميات الوقود التى تتسرب منها.

رابعا : الملوثات الزراعية:

ويقصد بها مخلفات مياه الصرف الزراعى بما تحتويه من مخصبات كيماوية وأسمدة عضوية ومبيدات حشرية تقدر فى مجملها بحوالى ٤,٥ مليار متر مكعب سنوياً . وتتضح خطورتها فيما يلى : -

١) تستهلك مصر حوالى ٣,٥ مليون طن من الأسمدة و ٢٠ ألف طن من المبيدات وجميعها تنصرف إلى المصارف ومنها نهر النيل، لتعود ثانية إلى الأراضي الزراعية فى أثناء الرى.

٢) يبلغ عدد مصارف الأراضي الزراعية التى تنتهي إلى نهر النيل ٦٧ مصباً تلوث النيل بحوالي ٤ آلاف مليون متر مكعب من المياه الملوثة كيميائياً.

٣) انتشار ورد النيل الذي يستهلك الأكسجين المذاب فى الماء فينخفض تركيزه فى الماء فلا تجد الأسماك ما يكفيها من الأكسجين فينعكس سلباً على عددها وتكاثرها.

آثار تلوث نهر النيل على صحة المصرين :

١) أن نسبة المصابين بالفشل الكلوى فى مصر بسبب البلهارسيا تبلغ ٢٦%.

٢) ترتفع نسبة الإصابة بسرطان المثانة إلى ٣٠% من السكان.

٣) تقدر الخسائر الناتجة عن الضعف العام فى صحة الفلاح المصرى بملايين الجنيهات سنوياً.

هذا وهناك العديد من الأمثلة الأخرى التى تظهر تلوث مياه الأنهار ومنها نهر الدانوب (أطول انهار جنوب قارة أوروبا وتغذيه عدد من الروافد التى تنبع من جبال الألب وينتهى ليصب في البحر الأسود) الذى تغير لون مياهه يتغير من اللون الأزرق إلى اللون البنى نتيجة لاستخدامه كمنطقة مفتوحة للصرف للعديد من دول شبه جزيرة البلقان .

ويعانى نهر الراين (ينبع من جبال الألب في جنوب قارة أوروبا ويتجه شمالا ليصب في بحر الشمال على السواحل الهولندية) من تجمع الكثير من الملوثات إلى المصب الذى اصبح مجمعا لنفايات دول الراين (سويسرا وألمانيا وفرنسا وأخيرا هولندا) .وكذلك نهر التيمز في إنجلترا الذى كاد أن يتحول إلى نهر ميت بسبب ما يتلقاه يوميا من الفضلات والنفايات .

ثانياً: تلوث مياه البحيرات:

تمثل مياه البحيرات العذبة ٠,٤% من جملة المياه العذبة و٠,٠٠٩% من إجمالي حجم المياه على كوكب الأرض.

وقد أفرط الإنسان فى ظل ارتفاع الكثافة السكانية على مستوى العالم حول البحيرات خاصة العذبة منها حيث إستغلها الإنسان فى أغراض الشرب والرى والصيد البحرى والنقل والسياحة الترفيهيه والأغراض الصناعية أيضاً. ولعل نطاق البحيرات العظمى الأمريكية (سوبيريرو – هورن – ميتشجان – ايرى – أونتاريو) من أشهر وأعظم نطاق بحيرى صناعى حضرى على مستوى العالم.

وتتلوث البحيرات بنفس مصادر تلوث البيئة المائية سواء البحار أو الأنهار إلا أنها تتميز بظاهرة خطيرة ألا وهى النمو الزائد والمرضى للطحالب. وتعبر هذه الظاهرة عن انقطاع في الحلقة البيئية أو السلسلة الغذائية مما يدعو لقلق الإنسان . وتنمو هذه الطحالب في الظروف الاعتيادية مستعينة بالأكسجين المذاب في الماء وبالنيتروجين والفسفور المذاب في التربة وبغاز ثانى أكسيد الكربون في الهواء . وتتغذى الحيوانات المجهرية المائية على هذه الطحالب ثم

تأتي الأسماك لتأكل هذه الطحالب ، ثم تقوم البكتيريا بتحليل جميع الفضلات وتحولها إلى مركبات غير عضوية مثل حمض الكربونيك والنيترات والفوسفات ، وهكذا تنتهي السلسلة الغذائية وتغلق الحلقة البيئية . ويختلف الوضع في حالة تلوث البحيرات إذ ترتفع نسبة الفضلات المعدنية الناتجة عن الطحالب أو المخلفات البشرية مما يستتبعه زيادة في سرعة تكاثر هذه الطحالب إلى حد لا تستطيع الحيوانات المجهرية امتصاصها فتموت وتترسب في قاع البحيرة ثم تتعفن في حالة توفر نسبة عالية من الأكسجين المذاب حتى يتم تحويلها إلى مركبات معدنية . وهكذا يستهلك جزء كبيراً من الأكسجين المذاب في الماء في تحلل جثث الطحالب فتفتقده بشدة الحيوانات المائية الأخرى التي تختفي شيئا فشيئا .ويتبع اختفاء هذه الحيوانات المائية زيادة في سرعة نمو النباتات المائية التي سرعان ما تموت لعدم وجود مستهلك لها . وهكذا يحدث الانقطاع في الحلقة البيئية أو السلسلة الغذائية للبحيرة . وتصبح المحصلة النهائية لهذا الخلل في بيئة البحيرة هو اختفاء الأسماك وزيادة نمو الطحالب على سطح الماء وعلى الشواطئ البحيرية . وتعتبر بحيرة إيري في الولايات المتحدة الأمريكية نموذجا خطيرا لتلوث البحيرات حيث اختفت الأسماك الجيدة في مياهها. وهناك العديد من الأمثلة لتلوث البحيرات ، ومن أمثلتها البحيرات الشمالية في مصر بالإضافة إلى بحيرة قارون .

ويمكن دراسة بعض نماذج من تلوث البحيرات المصرية على النحو التالي :

١ - تلوث بحيرة مريوط:

تنتهي إلى بحيرة مريوط الصرف الصحي من جنوب الإسكندرية، هذا فضلاً عن مخلفات المصانع المنتشرة على أطرافها والتي تصب فيها جميع المخلفات دون أي رقابة أو معالجة. وينتهي إلى شرق البحيرة كميات هائلة من مياه مصرف القلعة بما يحمله من مخلفات سامة. وقد أدى ذلك كله إلى انخفاض كمية الأكسجين الذائب في مياه البحيرة مما أدى إلى اختناق الكائنات الحية المائية .

هذا فضلاً عن تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين وانتشار كميات هائلة من الميكروبات والبكتيريا فى شرق البحيرة.

وقد تبع ذلك كله ارتفاع درجة تلوث مياه البحيرة على النحو التالي:

١) ارتفاع تركيزات المركبات السامة فى لحوم الكائنات الحية والأسماك فى مياه هذه البحيرة مما يهدد بحدوث حالات التسمم فى حالة استهلاكها آدمياً.

٢) انخفاض إنتاجية الأسماك فى البحيرة بنسبة ٥٠% بسبب موت الأسماك خاصة الصغيرة وفساد بيض السمك.

٣) اختفاء أنواع عديدة من الأسماك التى لا يمكنها الحياة فى هذه البحيرة خاصة فيما يتعلق بارتفاع درجة حرارة مياه البحيرة.

٢ - تلوث مياه بحيرة البرلس:

تعانى بحيرة البرلس من ارتفاع تركيز العناصر الثقيلة من الزنك والنيكل والكووم والكوبالت والنحاس وذلك بسبب:

١) الصرف من الأراضي الزراعية حيث يرتفع تركيز هذه العناصر التى تدخل فى تركيب المبيدات الحشرية ومبيدات الطحالب والأعشاب مثل ورد النيل.

٢) ينتهي إلى البحيرة مياه الصرف الصحي من المنازل، فضلاً عن مخلفات الحيوانات مما أدى إلى ارتفاع تركيز الزنك.

٣) الإفراط فى استخدام المنظفات الصناعية وتفاقم هذا المصدر الملوث نتيجة للزيادة السكانية.

وقد انعكس هذا المستوى الخطير من التلوث فى هذه البحيرة وغيرها من البحيرات الشمالية فى مصر على ارتفاع تركيز العناصر الثقيلة فى الأسماك.

النسبة المئوية لتركيز المبيدات

في أسماك البحيرات الشمالية بمصر

البحيرة	مبيد كلوريد	مبيد اللندين	مبيد الأندرين	مبيد D.D.T.
المنزلة	%٦٢,٢٥	%٢٥,٠	%٥٠,٠	%٨٧,٥
البرلس	%٧١,٤٠	%١٤,٣	%٤٢,٨	%١٠٠,٠
إدكو	%٨٣,٣	%٦٦,٦	–	%٦٦,٦
مريوط	%٨٣,٣٠	%٥٠,٠	%١٦,٧	%١٠٠,٠

ويتضح من الجدول السابق ارتفاع درجة التلوث بصفة عامة في مياه هذه البحيرات بدرجة خطيرة على الصحة العامة وسلامة البيئة البحيرية في مصر خاصة مع وصولها عبر السلسلة الغذائية إلى الإنسان بمعدل يزيد ١٥ ألف ضعف عن نسبة تركيز الملوثات في مياه البحيرة.

وتؤدى هذه المعدلات إلى إصابة المصريين بأمراض الجهاز العصبي والكبد والأورام السرطانية. ولذا يجب حظر استخدام هذه المبيدات تماماً في مصر.

٣ - تلوث مياه بحيرة المنزلة:

تقع بحيرة المنزلة في أقصى شرق دلتا نهر النيل وهى كبرى البحيرات الشمالية للدلتا المصرية وتعتبر مصدراً رئيسياً لتوفير نوعاً من البروتين الحيواني لسكان محافظات الوجه البحري. فضلاً عن كونها توفر ٥٠٠٠٠ فرصة لعمل الصيادين في المحافظات المحيطة ، كما أتجه البعض إلى استثمارها في السياحة .

وتبلغ مساحة بحيرة المنزلة ٣٤٥ ألف فدان (بحيرة البرلس ١٣٣ ألف فدان، بحيرة إدكو ٣٢ ألف فدان، بحيرة مريوط ٤٧ ألف فدان، بحيرة البردويل

شمال سيناء ١٦٣ ألف فدان) وتعانى من تدهور بيئى خطير نتيجة للأسباب التالية:

١- الصرف الصناعي والصرف الزراعي إلى البحيرة مما يتبعه تغير فى خصائصها الكيميائية والعضوية وتغير فى الخصائص الطبيعية للإرسابات الطينية فى قاعها. ويتم هذا الصرف من خلال مصرف بحر البقر الذى يصب فى أقصى شرق البحيرة فى اقل أجزائها اتساعاً، ويبلغ طوله ١٩٠ كيلو متراً، ويمتد من جنوب القاهرة ماراً بمحافظات القليوبية والشرقية والإسماعيلية والدقهلية. ويصرف هذا المصرف كمية من المياه تقدر بحوالى ١,٧٥٠ مليون لتر مكعب/يومياً.

٢- الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية للبحيرة حيث تم جمع حوالي ٢٠٠ مليون زريعه من البحيرة، فضلاً عن الاتجاه إلى تجفيف البحيرة. وقد تبع ذلك انخفاض الطاقة الإنتاجية السمكية من ١٧٥ ألف طن/سنوياً إلى ٧٥ ألف طن/سنوياً من الأسماك الصغيرة الملوثة فى أغلبها.

٣- اتباع سياسة تجفيف البحيرة وإقامة السدود والصيد الجائر طوال العام دون توقف.

والجدول التالي يوضح الصرف الصحي فى البحيرة:

الصرف الصحى للمحافظات المطلة على بحيرة المنزلة

المحافظة	كمية الصرف متر مكعب/يومياً
بورسعيد	٨٠,٠٠٠
دمياط	٤٥,٠٠٠
الدقهلية	٦٥,٠٠٠
الإجمالى	١٩,٠٠٠

مصارف الصرف إلى البحيرة (المنزلة)

المصدر	كمية الصرف متر مكعب/يومياً
مصرف بحر البقر	١,٢٥٠,٠٠٠
المحافظات المطلة على البحيرة	١٩٠,٠٠٠
الاجمالى	١,٤٤٠,٠٠٠

وحدات الصرف الصحى بمحافظة بورسعيد

المصدر	العدد	الطاقة الكلية	الطاقة المستغلة
محطات الرفع	٩	١٠٠,٠٠٠ م٣/يومياً	٨٠,٠٠٠ م٣/يومياً
محطات تنفتح	١	١٠٠,٠٠٠ م٣/يومياً	٢٠,٠٠٠ م٣/يومياً
الإجمالى	١٠	٢٠٠,٠٠٠ م٣/يومياً	١٠٠,٠٠٠ م٣/يومياً

٤ - مشكلة ملوحة بحيرة قارون:

أثبتت إحدى الدراسات أن بحيرة قارون مهددة لأن تصبح ميتة تماماً مثل البحر الميت فى الأردن بسبب ارتفاع ملوحتها بدرجة لا تسمح بحياة أية كائنات نتيجة ارتفاع تركيز أملاح كبريتات الصوديوم وكبريتات الماغنسيوم إذ تتميز هذه الأملاح بكونها أملاح سامة. ومما يزيد من خطورة هذه الأملاح أن نسبة تركيزها فى البحيرة يبلغ ١٠ اجرام/اللتر وهى نسبة عالية وخطيرة جداً.

وجدير بالذكر أن خطورة تلوث مياه هذه البحيرات تمتد آثاره إلى الثروة السمكية حيث تترسب فى العديد من أنواع الأسماك ثم تنتقل بالضرورة إلى الإنسان. إذ بلغ تركيز مادة D.D.T. فى أسماك البورى فى بحيرة قارون حوالى ٢,٧ ملليجرام فى كيلو جرام واحد، وبلغت فى كيلو جرام واحد من سمك البلطى ٤,١ ملليجرام، وفى كيلو جرام واحد من سمك موسى ٢,٩ ملليجرام. ويبلغ تركيز مادة D.D.T. فى عوالق بحيرة قارون حوالى ٢٥ ضعف تركيزها فى مياه

البحيرة نفسها، وتصبح الأسماك الصغيرة قادرة على تركيزها ٧٥٠ ضعف ما هى عليه فى المياه، وثلاثون ضعف تركيزها فى عوالق المياه نفسها.

ثالثا :تلوث المياه الجوفية :-

المياه الجوفية هى المياه المخزونة فى الفراغات الموجودة فى التكوينات الصخرية تحت منسوب سطح الأرض وترجع فى مصدرها إلى كافة أشكال المياه السطحية التى تتسرب إلى جوف الأرض . وقد تكون هذه المياه الجوفية قريبة من سطح الأرض على عمق لا يتجاوز ٧٩٢ متراً تقريباً وتمثل ٤٤% من جملة حجم المياه الجوفية فى العالم. أو قد تكون مياه جوفية عميقة بعيدة عن سطح الأرض بعمق يتجاوز ٣٠٠٠ متراً، وتمثل حوالى ٥٥% من جملتها.

وتعتبر المياه الجوفية أهم مصادر المياه العذبة إذ أنها تمثل ما نسبته ٩٢,٩% من جملة المياه العذبة على مستوى العالم. وتتميز المياه الجوفية بعدة خصائص تجعل لها الأفضلية فى الاستخدام مقارنة بأشكال المياه السطحية العذبة الأخرى وهى:

- خلوها من الملوثات مما يجعلها آمنة الاستخدام البشرى.
- ثبات تركيبها الكيميائي والحراري.
- لا تتأثر بالعوامل الجوية خاصة عنصر المطر مما يجعلها المصدر الأساسي فى فترات الجفاف التي تسود بعض الدول خلال بعض السنوات.

ويؤدى إفراط الإنسان في استخدام المياه الجوفية إلى تناقص منسوبها بالتدريج ويستتبع ذلك زيادة في درجة تركيز الأملاح في المياه وارتفاع في ملوحة التربة المروية بهذه المياه . وهكذا فإن إفراط الإنسان في استغلالها يتبعه بالضرورة تغير في خصائصها الكيميائية خاصة بعد التوسع في استخدام الآلات والمعدات الكهربية في استخراجها .

وتتعرض المياه الجوفية للتلوث من المصادر التالية:

أ- تسرب المياه البحرية المالحة:

ويحدث ذلك نتيجة ارتفاع معدلات السحب من المياه الجوفية العذبة بالقرب من المسطحات المائية التى يحدث منها تسرب للياس المجاور ولكن هذه المياه المالحة تكون أسفل المياه العذبة (لأنها الأخف) بينما المياه المالحة تكون بعيدة نسبياً، ولكن مع استمرار السحب ترتفع هذه المياه المالحة إلى أعلى مما يتبعه ارتفاع درجة تركيز الأملاح فى المياه الجوفية.

ب- الاستخدام الزراعي:

تتسرب كميات مختلفة من مياه الرى والصرف فى الأراضي الزراعية إلى خزان المياه الجوفية حاملة معها تركيزات مختلفة من مركبات الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية التى تؤثر سلبياً فى الخصائص الكيميائية والطبيعية للمياه الجوفية وإن كان ذلك يتوقف على أسلوب الرى ،حيث ترتفع معدلات التلوث فى حالة استخدام أسلوب الرى بالغمر خاصة إذا اقترن بالاستخدام المفرط للأسمدة والمبيدات كما يتضح في الجدول التالي :-

تطور كمية استهلاك المبيدات الكيماوي فى الزراعة بمصر (بالطن)

السنة	١٩٥٢	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤	١٩٩٥
الكمية	٢١٤٣	١٥٠٩٩	١١٧٠٠	٥٣٩٤	٤٣٦٠	٣٢٩٨	٥٨٣٥

ويعكس الجدول السابق الاتجاه نحو خفض كمية المبيدات الكيماوية المستهلكة بعد ثبوت أخطارها البيئية.

تطور أنواع الأسمدة الكيماوية المستهلكة

فى قطاع الزراعة فى مصر خلال الفترة ١٩٥٢-١٩٩٥

السنة	الأسمدة الآزوتية والنشادرية بالألف طن	الأسمدة الفوسفاتية بالألف طن	الأسمدة البوتاسية بالألف طن
١٩٥٢	٦٤٨	٩٢	-
١٩٩٠	٥٠٠٧	١١٠١	٤٤١٤٢
١٩٩١	٤٦٧٨	١٢٣٠	٥٧٧٤٠
١٩٩٢	٢٦٤٩	٦٤٩	٤٣٨٣٧
١٩٩٣	٧٣١	٢٠٠	٥٣٢٧٥
١٩٩٤	٦٧٦	٥٩	٥٦٦٣٠
١٩٩٥	٥٥٢	٤٦	٢٥٧٠٦

ويعكس الجدول السابق الإسراف فى استهلاك الأسمدة مما انعكس سلباً فى بعض المحاصيل على نقص إنتاجية التربة. بينما عند دراسة تأثير خفض كمية الأسمدة فقد تبعه ارتفاع فى إنتاجية الفدان من بعض المحاصيل الزراعية وبالتالي ارتفع العائد الاقتصادي من الزراعة، كما يتضح فى الجدول التالي:

متوسط الزيادة فى بعض المحاصيل

نتيجة ترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية سنة ١٩٩٠

المحصول	الزيادة طن/فدان	صافى العائد جنيه/فدان
قطن	٠,٢٧	٢٠٠
قمح	٠,٣٠	١٣٠
ذرة	٠,٤٠	٢٠٠
فول بلدى	٠,٣٠	٩٦٠
فول صويا	٠,٢٠	١٨٠
بطاطس	٢,٠٠	٣٧٥
موالح	١,٧٠	٤٦٠
عنب	١,٠٠	٤٠٠

جـ- النفايات المدفونة:

قد يحدث تسرب من المرادم الصحية الخاصة بطمر جميع أنواع النفايات خاصة النفايات الصناعية أو النووية وذلك نتيجة لسقوط المطر مما قد يؤدى إلى تحللها أو إذابتها في المياه ثم تتسرب لطبقة المياه الجوفية. وقد يرتفع منسوب المياه الجوفية نتيجة تغذيتها بالمطر وعندئذ تختلط طبقة المياه الجوفية بأحواض النفايات مما يؤدى إلى ارتفاع درجة تلوثها.

د- بيارات الصرف الصحى:

تتسرب مخلفات الصرف الصحى من البيارات المستخدمة لذلك فى بعض المناطق الحضرية خاصة على هوامش العمران عندما لا تكون هذه البيارات مجهزة بشكل علمى دقيق أو لا يتم إزاحتها بصفة دورية مما يؤدى إلى ارتفاع مستواها ليصل ويتسرب إلى منسوب المياه الجوفية كما يحدث حالياً فى أطراف مدينة العجمى بمحافظة الإسكندرية.

هـ- المطر الحامضى:

يتسرب جزء من المطر الحامضى إلى المياه الجوفية وفقاً لنوع صخور خزانات المياه الجوفية، ودرجة مساميتها، ونظام ميل طبقاتها، وخصائص وكمية المطر، ودرجة تلوث الهواء وغيرها. وتقاس الحموضة بالرقم الهيدروجينى PH للتعبير عن درجة حموضة أو قلوية السوائل. ويكون الرقم الهيدروجينى فى الماء النقى (المتعادل) تعادل رقم ٧ (PH=7)، وإذا زاد عن ذلك حتى رقم (١٤) يصبح قلوياً، وإذا قل عن (٧) وحتى الصفر يصبح حمضياً.

وارتفاع الحموضة (صفر-٧) تعنى ارتفاع تركيز أيونات الهيدروجين ويتراوح الرقم الهيدروجينى فى المطر الحامضى فى الدول الملوثة مثل السويد والنرويج واليابان وشرق أمريكا الشمالية ووسط أوروبا بين (٣,٥-٥,٥) ويحتوى هذا المطر على كبريتات يتراوح تركيزها بين ١-١٢ ملليجرام/لتر، وكميات نترات يتراوح تركيزها بين ٠,٥-٦ ملليجرام/لتر.

وقد سقطت أمطار حمضية على اسكتلنده سنة ١٩٧٤ برقم هيدروجيني بلغ ١,٥، وكذلك على ولاية فرجينيا الغربية بالولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩٧٩. ويعنى ذلك أن هذه الأمطار تشبه في حموضتها حمض البطاريات السائلة.

خطورة المطر الحامضى على البيئة:

١- نظراً لاحتوائها على حمض الكبريتيك وحمض النيتريك وهما يتميزان بقدرتهما الكبيرة على التعرية والتآكل للصخور Corrosion Effect، فإنها تذيب الصخور الجيرية. ويتبع ذلك سرعة فى عملية نحر التربة، وارتفاع فى تركيز الكالسيوم فى مياه الأنهار.

٢- عندما يسقط المطر الحامضى على تربة جرانيتية كما هو الحال فى السويد والنرويج (الدرع البلطى) فإنها تؤدى إلى سرعة التجوية الميكانيكية للصخور Mechanical Weathering أى تفتيت الصخور.

٣- تؤدى إلى إذابة نسبة كبيرة من بعض الفلزات الثقيلة فى التربة وتنقلها للمسطحات المائية خاصة الرصاص والزئبق والألومنيوم وهى فلزات سامة.

٤- أدى المطر الحامضى إلى فساد حوالى ٥٠,٠٠٠ هكتار من غابات جبال أور فى تشيكوسلوفاكيا فى السنوات الأخيرة، ويتوقع أن تفسد أيضاً حوالي ٦٠,٠٠٠ هكتار من تلك الغابات فى المستقبل القريب.

٥- تخسر ألمانيا سنوياً بسبب المطر الحامضى حوالي ٨٠٠ مليون دولار نتيجة خسارتها من أشجار الغابات والأخشاب علاوة على ٦٠٠ مليون دولار سنوياً بسبب تلف المحاصيل الزراعية.

٦- أدى المطر الحامضى إلى القضاء على نحو ٢٥% من غابات بافاريا الشهيرة. كما أهلك نحو ٣٢,٠٠٠ هكتار من غابات جبال كسكيد وجبانت على الحدود بين تشيكوسلوفاكيا وبولندة.

٧- أدى المطر الحامضي إلى خسائر فادحة في المباني الحجرية في مدينة لندن ولعل أبرزها تآكل أحجار برج لندن، وكنيسة وستمنستر آبي، وكنيسة القديس بولس.

٨- قد أدى المطر الحامضي إلى ارتفاع نسبة الحموضة في مياه خزان كوابين بولاية ماساشوستس الأمريكية.

رابعاً: تلوث مياه البحار والمحيطات:

تشغل البحار والمحيطات ٧٢% تقريباً من جملة مساحة الكرة الأرضية وما يعادل ٩٧.٢ % من جملة حجم المياه في كوكب الأرض.

ويفرط الإنسان في استغلاله لمياه البحار والمحيطات مما يجعل مجالات استغلالها هي مصادر تلوثها ويمكن إجمالها في:

١) الصيد البحري: ويتبعه خلل في أعداد وأنواع الكائنات البحرية وفي دورة تغذيتها مما يؤدي إلى انقراض بعض الأنواع وتغير في حجمها ومذاقها.

٢) عمليات التحلية: تستغل الدول الصحراوية التي تفتقد الأنهار الجارية مياه البحر في عمليات الشرب والاستخدامات الأخرى بعد تحليتها أي خفض نسبة ملوحتها كما هو الحال مثلاً في دول الخليج العربي. وتأتي المملكة السعودية في مقدمتها إذ تقوم بتحلية ٤١٨ مليون جالون من مياه البحر لإنتاج ١.٦ مليون متر مكعب من المياه العذبة يومياً وذلك خلال الثمانينات في القرن الماضي. ويوجد بالسعودية حوالي ٢٩ مصنعاً للتحلية بطاقة إنتاجية تبلغ ٢ مليون متر مكعب من المياه العذبة يومياً. وتنتج دولة الإمارات العربية المتحدة أكثر من ١٢ مليون جالون من المياه العذبة يومياً.

٣) استغلال الأملاح المعدنية: يستغل الإنسان مياه البحر في الحصول على أنواع مختلفة من الأملاح لتدخل في صناعات أخرى يستفيد منها الإنسان ومنها:

- كلوريد الصوديوم وهو ملح الطعام ويدخل في صناعة دبغ الجلود والأصباغ والورق والحرير الصناعي والمخصبات والزجاج والمبيدات.

- اليود ويستخدم فى الأغراض الطبية وعمليات التعقيم.
- المغنسيوم والبرومين وتستخدم فى الصناعات الكيميائية.

٤) استخراج مصادر الطاقة: اتجه الإنسان إلى البحر بحثاً عن مصادر الطاقة الحفرية كما هو الحال فى الخليج العربى الذى يضم اغلب حقول الزيت والغاز الطبيعى فى دول الخليج العربى، ومن أشهره وأكبره حقل السفانية (بالسعودية) الذى يبلغ طوله ٥٥ كيلو متراً وعرضه ١٧ كيلو متراً، وهو أكبر وأضخم الحقول البترولية البحرية فى العالم. وكذلك حقل مرجان فى خليج السويس بمصر وتبلغ مساحته ٤٢ كيلو متراً مربعاً، وهو أكبر الحقول البترولية المصرية. وحقل بترول بحيرة مراكيبو فى فنزويلا ويغطى مساحة ٨٢٩٦ ميل مربع، وحقول بحر الشمال فى النرويج وبريطانيا وهى من أغزر حقول البترول البحرية فى العالم.

٥) توليد الطاقة الكهربائية: اتجه الإنسان إلى استغلال مياه البحار والمحيطات فى توليد الطاقة الكهربائية بالاعتماد على حركة المياه سواء المد والجزر أو الأمواج. إذ استخدم الفارق بين منسوب المد والجزر كما هو الحال فى خليجان غربى فرنسا على القنال الإنجليزي، وخليجان بريطانيا على البحر الأيرلندى وخليجان فندى ونوفاسكوفيا على سواحل شرق كندا والولايات المتحدة.

هذا وما زالت الأمواج وقدرتها على توليد الطاقة محل الدراسة والتجريب ولم تدخل فعلاً حيز التطبيق الفعلي .

٦) الملاحة البحرية: ولعل أى خريطة للتجارة الدولية تبرز أهمية البحار والمحيطات فى حركة النقل والتجارة على المستوى العالمي خاصة لما يتميز به النقل البحرى بانخفاض سعره مقارنة بالنهري أو البرى أو الجوى.

٧) مردم النفايات: تلجأ بعض الدول إلى التخلص من جميع أشكال نفاياتها بصرفها إلى مياه البحار أو المحيطات فيؤدى ذلك إلى تلوث المياه بشكل حاد

خاصة فى حالة البحار المغلقة مثل بحر قزوين وبحر أرارات والبحر الميت أو البحار شبه المغلقة مثل البحر الأحمر والبحر المتوسط والبحر الأسود.

ويعتبر البحر المتوسط من أكثر المسطحات المائية عرضة للتلوث بالنفايات الصناعية التى تقدر بحوالي ١,٥ مليون طن متري تقريباً سنوياً. هذا فضلاً عن التسرب الطبيعي من حقول البترول البحرية إلى مياه البحر، حوادث آبار الزيت بسبب العواصف الشديدة كما حدث مثلاً فى الخليج العربى فى فبراير سنة ١٩٨٣ حيث تحطمت منصة أحد الآبار الإيرانية فتدفق تبعاً لذلك حوالى ٦٠٠ ألف طن متري من البترول إلى مياه الخليج العربى. هذا فضلا عن ارتفاع معدلات تلوث مياه البحر المتوسط نتيجة إلقاء مخلفات ١٥٠مدينة تشرف على سواحله لا يقل عدد سكانها عن ١٥٠مليون نسمة وجميعها تلقى مخلفاتها الصلبة فضلا عن مياه الصرف الصحى . ولهذا أعلن مؤتمر إنقاذ البحر المتوسط من التلوث سنة ١٩٧٦ (أنه لو استمر معدل التلوث الحالي لمياه البحر المتوسط، فانه يحتمل أن يصبح بعد ٤٠ عاما على الأكثر بحرا ميتا) .

وفى أثناء حرب الكويت العراقية فى الخليج العربي سنة ١٩٩١، تم تفجير بعض آبار البترول الكويتية مما تبعه تسرب ما يقرب من مليون طن متري من البترول فكون بقعة طولها ٣٠ كيلو متراً وعرضها ٥ كيلو متراً، وامتد تأثيرها إلى السواحل وتبعها موت أعداد كبيرة من الطيور والحيوانات البحرية.

أمثلة لتلوث المياه بالبترول:

١- غرق ناقلة بحرية نفطية وهى الناقلة (تروى كانيون) فى عام ١٩٦٧.

٢- تسرب البترول من أحد خطوط الأنابيب البحرية التى تنقل الزيت الخام من حقل شعب على بخليج السويس ١٩٨٢. وقد أدى ذلك إلى تكوين بقعة زيتية كبيرة على سطح خليج السويس، ثم نقلتها الأمواج إلى مياه البحر الأحمر فظهرت على شواطئ مدينة الغردقة وقرية مجاويش حيث غطى

الزيت رمال الشاطئ وكساها باللون الأسود،وقد توقف المصطافين عن السباحة فى مياه البحر الأحمر في ذلك الوقت.

٣- نصيب البحر المتوسط ٥٠% من إجمالي تلوث مياه المسطحات المائية البترول ومشتقاته فى حين أنه لا يمثل سوى ١% فقط من إجمالي مساحة المسطحات المائية. وبذلك فهو أكثر البحار معاناة من هذا التلوث .

وقد أدى افتتاح قناة السويس إلى زيادة تلوث مياه البحر المتوسط حتى أنها تبلغ حالياً حوالى ٣٥٠ ألف طن/سنوياً، ومن الصعب التخلص منها لأن البحر المتوسط عبارة عن مسطح مائي شبه مغلق يتصل بالمحيط الأطلنطي عن طريق مضيق جبل طارق. وقد تبع ذلك أن مستوى التلوث بالمخلفات البترولية في البحر المتوسط تعادل ٢١ ضعفاً مستوى التلوث بها فى مياه المحيط الأطلنطي.

أمثلة لتلوث مياه الخليج العربي بالبترول:

- انفجر أحد حقول النفط البحرية فى أوائل شهر أكتوبر سنة ١٩٨٠ على بعد حوالي ١٠٠ كيلو متر من السواحل السعودية، وقد قدرت كميات النفط المتسربة إلى مياه الخليج بحوالي ٨٠ ألف برميل. وأدى ذلك إلى انتشار الزيت فى بقعة طولها حوالي ٩٥ كيلو متراً.
- تعرضت منصة أحد آبار حقل نوروز الإيراني للقصف بواسطة القوات العراقية فى شهر مارس سنة ١٩٨٣ وتسرب نتيجة لذلك حوالي ٥٠٠٠ برميل من الزيت يومياً بلغت فى مجملها حوالى ٠,٥ مليون برميل حتى نهاية شهر مايو سنة ١٩٨٣.

وقد بدأ العراق فى يوم ٢٣ يناير سنة ١٩٩١ بتفريغ كمية من الزيت بلغت فى جملتها ما بين ٤-٦ مليون برميل من الزيت أدت إلى تكوين أكبر كارثة بيئية فى العصر الحديث خاصة وأنها قد حدثت فى مياه الخليج العربي ، وهو مسطح مائي لا يتجاوز طوله ١٠٠٠ كيلومتر وعرضه ٣٠٠ كيلو متراً.

وبمتوسط عمق ٣٥ متراً، وأقصى عمق له لا يتجاوز ١٠٠ متراً، وهذا كله يجعل من الصعب تجديد مياهه بفعل التيارات البحرية إذ قدر العلماء أن ذلك يحتاج إلى مدة لا تقل عن ٦ سنوات.

الآثار البيئية لهذا التلوث:

- فقد حسب العلماء أن مقدار ١٠ جرامات فقط من النفط في متر مكعب من المياه، يكون كافياً لقتل جميع بيض الأسماك الموجودة في هذا المتر المكعب من الماء.
- قتل جميع الأسماك الصغيرة التي خرجت لتوها من البيضة وهي تكون في حاجة إلى رشفة من الهواء لتملأ كيسها الهوائي. وقد تعذر ذلك بسبب بقعة الزيت التي عزلتها عن الهواء الجوي.
- قتل مادة البلانكتون مما أدى إلى استحالة الحياة البحرية لأنها المصدر الرئيسي لغالبية الأسماك والحيوانات البحرية. فضلاً عن كون مادة البلانكتون تقوم بدور رئيسي في توفير الأكسجين المذاب في الماء بل والأكسجين الجوي أيضاً.
- تتجمع المواد الهيدروكربونية المكونة للزيت في الأنسجة الدهنية وأنسجة الكبد والبنكرياس في بعض الأحياء البحرية ثم يتناولها الإنسان في غذائه فتصيبه بالسرطان لأنها تحتوي على مادة البنزوبرين المسرطنة.
- قذفت أمواج الخليج العربي إلى الشواطئ أعداد هائلة من الكائنات البحرية والطيور المائية الميتة خلال شهري مارس وأبريل سنة ١٩٩١.
- سقطت الأمطار الحمضية السوداء في عام ١٩٩١ على كل من إيران والبحرين والكويت والعراق وتركيا وقطر والمنطقة الشرقية بالسعودية بسبب هذا التلوث الدخاني الذي صاحب احتراق أحد الآبار الكويتية. وقد قدرت كمية هذا الدخان بحوالي ٦٥٠ ألف طن، وقد تبع هذه السحب الدخانية انخفاض درجة الحرارة في الكويت بحوالي ١٨ درجة مئوية أقل من معدلها في شتاء سنة ١٩٩١.

ط – فقدت الكويت حوالي ١٢٠ مليون دولار نتيجة النفط المشتعل والمتسرب إلى مياه الخليج.

ح – ذكرت صحيفة نيويورك تايمز فى يوم ١٣ يوليو سنة ١٩٩١ أنه بأخذ وتحليل عينة من الدخان فى مدينة الجبيل السعودية على ساحل الخليج العربي أتضح أنها تحتوى على المركبات الآتية:

- ٤,١ مركب ثنائى كلورو البنزين وهو يؤدى إلى آثار سلبية على الكبد والكلى والجهاز التنفسي ، خاصة وأن تركيزه فى هذا الدخان قد تجاوز الحدود المسموح بها عالمياً بنسبة تتراوح بين ١٢٧-٢٠٠%.
- ٢,١ ثنائى كلورو البنزين، ويؤذى هذا المركب الكلى والكبد خاصة وأن تركيزه فى هذا الدخان يعادل ضعف تركيزه فى المدن الصناعية الأمريكية.
- ايثايل فيثاليت وميثايل فيثاليت، وهما مركبان يهاجمان الجهاز التنفسي.
- النفثالين وهو مركب يؤذى العيون والدم والكبد والكلى والجهاز العصبي.