الفصل الثالث

مصادر التلوث وطرق انتشاره

قال الله تعالى في كتابه الكريم: **﴿وإذا تولى سعى في الأرض ليفسد فيها ويهلك الحرث والنسل والله لا يحب المفسدين﴾**[1].

وهكذا، يعتبر الإنسان أول عوامل التلويث وتدمير النظام البيئي الكوني بما صنعته يداه. لقد انتشر التلوث في البر والبحر والجو ليفسد ما صنعه الله ويعود بالعواقب الوخيمة على المفسدين أي بني البشر. وكان الله عليماً بأحوال البشر في قوله تعالى: **﴿ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون﴾** [2].

ومع ظهور الملوثات، تضافرت كل عوامل الطبيعة، رغماً عنها، على نشرها في كل أرجاء المعمورة بحيث قلما تسلم اليوم منطقة في العالم من آثار التلوث. فما هي أساليب انتشار التلوث والملوثات؟

١ ـ العوامل الطبيعية:

ذات صباح من يونيو عام ١٩٠٨، انفجر أحد المذنبات الآتية من الفضاء الخارجي في منطقة تنجوسكا. وفي لحظة تم إفناء حيوانات الرنة والأشجار في دائرة من ثلاثين ميلاً، وانفجرت كرة من الثلج مليئة بالحصى يبلغ وزنها عشرة أطنان، وقطرها أطول من ملعب كرة قدم، انفجرت في الجو بقوة انفجار تماثل عدة قنابل هيدروجينية وأرسلت موجات تصادمية حول العالم كله. وألقت كمية من الغبار في طبقة الاستراتوسفير بلغ من

---

(١) سورة البقرة، الآية: ٢٠٥.

(٢) سورة الروم، الآية: ٤١.

كثرتها أن استطارت ضوء الشمس من الناحية المضيئة من الكرة الأرضية ليدور مباشرة في ظل الأرض[٣].

ويبدو أن هذه العوامل الطبيعية قديمة قدم التاريخ. وهي لم تكن إلا لحكمة من لدنه تعالى لن يدرك كنهها البشر. ويقدر العلماء أنه منذ نحو ٦٥ مليون سنة، اندفعت صخرة من الفضاء عرضها ١٠ ـ ١٤ كيلو متراً في الأرض محدثة انفجاراً قوته ١٠٠ مليون ميجا طن أقوى ١٠ آلاف مرة من انفجار كل الأسلحة النووية في العالم. ويقول العلماء إن التبريد كان هو الأثر السائد في المدى القصير بسبب السحب الترابية المقذوفة في الهواء بصفة رئيسية. وعلى المدى الطويل دخل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وغازات أخرى طبقات الجو العليا فعززت أثر البيوت الزجاجية ورفعت درجات الحرارة بمقدار ٢٠ درجة فهرنهايت تقريباً. وكان من نتيجة هذا الدمار المناخي زوال الديناصورات ونصف الأنواع الأخرى من على الأرض[٤].

وعليه يقدر العلماء أنه قد يكون هناك نحو ٢٠٠٠ كويكب ومائة مذنب فوق حد المتاخمة. ويقول الخبراء أن حوالي ربع تلك الألفين والمائة جسم القريبة من الأرض سوف تضرب كوكبنا في نهاية الأمر بهبوطها المحتمل مرة كل ١٠٠ ألف سنة. أما الأجسام التي يبلغ قطرها كيلو مترين أو أكثر فسوف تضرب مرة كل ٥٠٠ ألف سنة. وتتمثل المشكلة في أن ١٥٠ فقط من تلك الأجسام قد تم تعيينها[٥].

هذا اضافة إلى مظاهر التدمير والإفساد التي تسببها العوامل الطبيعية الأخرى من برق ورعد وسيول وأمطار وزلازل. بيد أنه أزاء كل ذلك لا بد للإنسان المؤمن من الرضى والتسليم بما يفعله الخالق، لأن فعله

---

(٣) فرانك كلوز: النهاية، الكوارث الكونية وأثرها في مسار الكون، عالم المعرفة، العدد ١٩١، الكويت، نوفمبر ١٩٩٤، ص ٢٠.

(٤) مجلة الثقافة العالمية، الكويت، العدد ٦١، نوفمبر ١٩٩١، ص ص ٥٠ ـ ٥١.

(٥) المرجع السابق، ص ٥٥.

عز وجل ناجم عن غاية حكيمة في نفسه، فهي ليست تلويثية بقدر ما هي إصلاحية، مثال ذلك أن الحرائق الطبيعية التي تتعرض لها الغابات تحدث عادة بفعل البرق حيث وجد مثلاً في غرب الولايات المتحدة بأن نصف الحرائق التي تحدث في الغابات ترجع إلى عمليات البرق، فيما النصف الآخر يتم بفعل الإنسان، بينما وجد في بيئة البحر المتوسط في جنوب فرنسا أن ٨٪ فقط من حوادث الحرائق في غابات البحر المتوسط ترجع إلى البرق، فيما تحدث البقية العظمى بفعل الإنسان.

بكل حال، تؤدي الحرائق في الغابات إلى إحداث تغييرات في فيزيائية التربة. إذ يحتوي حطام الأغصان والأشجار الموجودة على أرضية الغابات كميات لا بأس بها من معادن النترات التي تنطلق ثانية في الدورة الطبيعية لها في أثناء عملية تحلل تلك الأغصان. وتعمل الحرائق على تحرير تلك المعادن مباشرة وإطلاقها في الوسط البيئي، أما إلى التربة وأما إلى الجو، وذلك حسب كثافة وشدة النيران. وتتركز بعض معادن النترات في الرماد على أرضية الغابات. وتمثل بقايا الرماد الغنية تلك مواضع مناسبة لنمو بذور كثير من أنواع الغابات، كذلك تؤدي الحرائق أيضاً إلى تدمير التربة وبخاصة طبقة الذبال التي تعلو الأغصان الميتة مما يؤدي إلى انخفاض سريع في خصوبة التربة ومما يكون معوقاً لتجديد الغابة.

وتستطيع بعض التجمعات النباتية أن تحافظ على كيانها بفعل الحرائق. فالحرائق الطبيعية بفعل البرق تتكرر باستمرار (مرة كل تسع سنوات في المتوسط) في غابات أشجار الخشب الأحمر في جبال سييرا نيفادا منذ عمق التاريخ. وعند حدوث الحريق تموت أشجار التنوب الأبيض لضعف مقاومتها للحريق، فيما تبقى أنواع من الصنوبريات دون أن تتأثر بالحرائق (مثل أشجار السكوية والصنوبر السكري). وقد أدى منع حدوث الحرائق بفعل الأشجار الصنوبرية العملاقة إلى تكاثر التنوب الأبيض. وتتكرر نفس الظاهرة في غابات مختلفة في أنحاء العالم[٦].

---

(٦) سامح غرابيج ويحيى الفرحان: المدخل إلى العلوم البيئية، مرجع سابق، ص ١٠٤.

من ناحية أخرى، يؤدي الرعد إلى تفجير المياه الجوفية، كما تؤدي فيضانات الأنهر إلى ري الأراضي وتزويدها بالطمي الذي يخصب التربة. وليس ذلك سوى غيض من فيض آيات الله البينات.

٢ ـ العوامل البشرية:

أولاً ـ الأرض والتربة:

عبر تاريخه الطويل، تدرج الإنسان في اعتدائه على البيئة ليقترب شيئاً فشيئاً من الكارثة البيئية المتوقعة. فقد بدأ أولاً باستنزاف موارد الطبيعة القادرة على استيعاب الملوثات التي راحت بدوها تتضاعف نتيجة صناعته المكثفة. وشكل ذلك أساليب انتشار التلوث والملوثات التي برزت على الوجه التالي:

أ ـ استنزاف موارد الطبيعة: يعتبر استنزاف موارد الطبيعة أول مظاهر التلوث. فمنذ القدم، عمد الإنسان، تلبية لحاجاته اليومية الضرورية ولحاجاته الصناعية المتنامية، إلى ممارسة شتى ضروب الاعتداء على الطبيعة واستغلاله المتواصل لمواردها التي أوشك الكثير منها على النضوب.

فالغابات تواجه مشكلة اجتثاث الإنسان لها للحصول على الأخشاب والألياف والورق، والتراجع في مساحة الغابات ينعكس سلباً على المواد الأولية اللازمة للصناعة والتي كانت تشكل الغابات مصدراً لها، بالإضافة لتشرد الحيوانات التي كانت تستوطن الغابة. ناهيك عن افقار التربة نتيجة تعرضها لعوامل الجرف[٧].

وحسب تقديرات منظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو) فإن ١١,٤ مليون هكتار من الغابات الاستوائية يتم قطعها وتدميرها كل عام. إلا أن مجلة المصادر العالمية قالت في تقرير لها نشر في يونيو ١٩٩٠، استناداً

---

(٧) عبد الله عطوي: الإنسان والبيئة، مرجع سابق، ص ٣٧.

إلى صور وردت من الأقمار الصناعية أن معدل تدمير الغابات الاستوائية بلغ حوالي ٢٠,٤ مليون هكتار في العام، وهي مساحة تعادل ضعف مساحة النمسا. وأشجار هذه الغابات توفر الكثير من المياه للعالم. فجذورها تشبع بمياه التربة وتنتقل المياه بالتالي إلى الأوراق، فيتم إفرازها في الهواء حيث تتجمع في الجو وتكوّن الغيوم التي لا تلبث أن تهبط مطراً مرة أخرى في أماكن مختلفة حسب حركة الرياح. وقطع أشجار تلك الغابات سوف يحرم خمس سكان العالم من الماء اللازم لري أراضيهم وزراعة محاصيلهم[٨]. اضافة إلى اختفاء ٤٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ نوع حيواني كل عام.

من ناحية أخرى، فإن جذور الأشجار تمنع انجراف التربة والمياه وأغصانها تقف حائلاً في وجه الرياح العاتية التي تتحول لدى اختراقها للأغصان إلى حزم هوائية لطيفة وغير ذات تأثير مؤذٍ.

ورغم الحملات البيئية الهادفة إلى الحفاظ على الثروة الغابية والعقوبات الصارمة المتخذة ضد مرتكبي جرائم القطع العشوائي، فإن عمليات الإزالة في تصاعد مستمر، مع ما يترتب عليها من آثار ضارة بالبيئة وبالتوازن البيئي... فقد ازيلت الغابات في الدول الصناعية في زمن سابق لإفساح المجال أمام التقدم الزراعي والصناعي الذي أصبح حقيقة واقعة فيما بعد. وتجري عمليات الإزالة الآن في العديد من دول العالم الثالث بأمل زيادة مساحة الأراضي المزروعة وتوفير حاجات الشعوب التي تتكاثر بمعدلات عالية من الحبوب والمواد الغذائية[٩]. وبذلك يرتكب البشري جريمة كبرى بحق البيئة وبحق نفسه. لقد خلق الله ضروباً شتى من النباتات والأشجار، وزود كلاً منها بمميزات بيئية عظيمة الفائدة سنأتي على ذكرها لاحقاً. إنما سنكتفي بالقول هنا أن ٤٠٪ من الأدوية المتوفرة بين أيدي البشر مستخرجة من البراري، وربعها مأخوذ من مواد موجودة في

---

(٨) كونا: الاعتداء على البيئة في الكويت، مرجع سابق، ص ١٧.
(٩) المرجع السابق، ص ١٩.

نباتات غابات المطر. وتشكل الغابات المطيرة أيضاً مصدراً هاماً للغذاء، إذ يستخدم من بين نباتاتها ١٦٥٠ نوعاً لخضار وفاكهة صالحة للأكل[١٠]، هذا إضافة إلى أن النباتات والأشجار تحافظ على النظام الأيكولوجي للطبيعة. ولم يخلق الله عبثاً هذا التنوع الهائل من النبات والشجر. فما من نبتة إلا وتلعب دورها المحدد لها، حتى النباتات الطفيلية. بل إن لكل جزء من النبتة دوراً يلعبه في هذا النظام الكوني الرائع. وأغرب ما في الأمر أن البشر يمعنون في اجتثاث الأشجار البرية واستبدالها بالأشجار المثمرة والمزروعات جاهلين مدى فائدتها. فإلى جانب حفظها للتربة والمياه، وكونها مصدراً للعديد من الأدوية العلاجية، تتمتع هذه الأشجار بالصفات التالية:

١ ـ تقوم بتنقية الهواء من الغبار والجزئيات العالقة به. إذ يمكن للغابة أن تخفض عدد هذه الجزئيات بمعدل ١٠٠ بالألف.

٢ ـ تمتص الغازات السامة الملوثة. فالهكتار الواحد من الغابات ينقي ١٨ مليون متر مكعب من الهواء على مدار العام.

٣ ـ تمتص أول أكسيد الكربون وتحوله إلى ثاني أكسيد الكربون الأقل ضرراً. وتشير الدراسات البيئية إلى أن حزاماً من الأشجار عرضه ٣٠ متراً يخفض تركيز أول أكسيد الكربون بنسبة تصل إلى ٦٠٪.

٤ ـ تمتص النباتات ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين.

٥ ـ تلعب المساحات الخضراء دوراً مهماً في تأين الهواء حيث تزيد نسبة الأيونات السالبة فيه، وهذه تنعكس إيجاباً على نشاط الإنسان والحيوان ومقاومة الإنسان للأمراض. ومن مزايا الغابات والأحزمة الخضراء والمنتزهات والأشجار المزروعة إفرازها مواد مختلفة ذات تأثير مثبط أو قاتل للبكتيريا. فالمواد الطيارة التي تفرزها أشجار

---

(١٠) المرجع السابق، ص ١٧.

الصنوبر تثبط وتميت أحياناً عصيات السل والدفتيريا وغيرهما. كما أن إفرازات الآس والكينا والعرعر والزيزفون والحور وغيرها لها تأثير على البكتيريا والفيروسات[١١]. هذا اضافة إلى فوائد أخرى لم يتمكن البشر بعد من تحديدها.

ب ـ **الحفر والتنقيب**: أدت التنمية الصناعية إلى ازدياد الطلب على المواد الأولية والوقود الأحفوري، وهي مواد طبيعية غير متجددة، على الأقل في الحقبة الدهرية الراهنة، بحيث انسحب ذلك سلباً على النظام البيئي الأرضي، كتعرية التربة من عناصرها المغذية، والخلخلة في الطبقات الجيولوجية، وتسرب الزيوت النفطية وتلويثها للمياه الجوفية. كذلك استلزم النمو الديموغرافي مضاعفة أعمال البناء والتشييد وحفر الآبار الإرتوازية، مما يؤثر على معدل التربة والمياه وإحداث فجوات أرضية واسعة. وبالتالي فقد يؤدي ذلك إلى حصول انهيارات أرضية كارثية. كذلك تؤدي أعمال التنقيب إلى زيادة التلوث المائي والهوائي. فقد قتل في البرازيل، على سبيل المثال، عدد كبير من هنود حوض الأمازون نتيجة لتلوثه بمادة الزئبق التي نتجت عن عمليات انتاج الذهب في المناجم الواقعة على نهر الأمازون[١٢].

ج ـ **غابات الإسمنت**: كل يوم، وفي كافة أنحاء العالم، يتم انجاز العدد الهائل من المباني الضخمة، الشاطحة ارتفاعاً واتساعاً، وتنتصب فوق سطح الأرض غابات من نوع جديد هي «غابات الإسمنت». وإذ تكتظ المدن بالمباني، ويستحيل الحصول على موطىء قدم فوق بقعة ترابية أو قرب غرسة خضراء، ينتقل أصحاب الريع العقاري إلى الضواحي وبقية المناطق القريبة من المدن، وفي معظمها أراضٍ خصبة، ليستكملوا ما بدأوا به في المدن. إذاً يتم توسع المدن توسعاً مادياً غير منضبط ليشكل خطراً

---

(١١) مجلة العربي، العدد ٤٢٦، مايو ١٩٩٤، ص ص ١٠٤ ـ ١٠٦.

(١٢) عبد الله الكندري: التنمية والبيئة المستديمة، مرجع سابق، ص ١٨٢.

على البيئة. فهذا التطور العشوائي يجعل توفير السكن والطرق وإمداد الماء والمجاري والخدمات العامة باهظة الكلفة. وغالباً ما تبنى المدن على أكثر الأراضي الزراعية انتاجية. ويسفر النمو غير الموجه عن خسارة هذه الأرض بلا مبرر. وتكون مثل هذه الخسائر فادحة للغاية في البلدان ذات الأراضي الزراعية المحدودة، مثل مصر، كما يلتهم التطور العشوائي الأرض والتضاريس الطبيعية وحدائق المدن ومناطق الاستجمام. إذ ما أن يتم إعمار منطقة من المناطق إلا ويصبح خلق فضاء مفتوح من جديد أمراً صعباً وباهظ الكلفة[١٣].

د ـ **التصحر**: نتيجة العوامل الطبيعية والبشرية السالفة الذكر، برزت مشكلة بيئية جديدة أيضاً، ألا وهي مشكلة التصحر، الذي يعتبر بأنه فقدان التربة الزراعية لخواصها الغذائية وجدبها وتدهورها الإنتاجي نتيجة استنزاف الموارد المائية وقطع الأشجار والزحف العمراني مما يسمح للثلوج والرياح والحرارة باجتياحها. هذا إضافة إلى أن الكثافة السكانية ازدادت في المناطق الجافة وشبه الجافة. ومن نتائج هذه الزيادة التوسع في النشاط الزراعي والرعوي والغابي، حيث توسعت الزراعة إلى مناطق لا تستوعب النمو الزراعي ولا تتوفر فيها عوامل الانتاج الزراعي المثلى. فتعرضت التربة للتعرية والتملح بسبب النشاطات غير المدروسة للزراعة والري بشكل خاص[١٤].

وفي كل عام تتحول ستة ملايين هكتار من الأراضي إلى أراضٍ صحراوية، وهذا سيعادل خلال ثلاثة عقود منطقة تماثل مساحة المملكة العربية السعودية[١٥].

---

(١٣) اللجنة العالمية للبيئة والتنمية: مستقبلنا المشترك، ترجمة محمد كامل عارف، عالم المعرفة، العدد ١٤٢، اكتوبر ١٩٨٩، ص ٣٤٧.

(١٤) عبد الله الكندري: التنمية والبيئة المستديمة، مرجع سابق، ص ٣٧٨.

(١٥) اللجنة العالمية للبيئة والتنمية: مستقبلنا المشترك، مرجع سابق، ص ٧١.

ثانياً ـ تلوث الهواء:

يعد الهواء عنصراً أساسياً من عناصر الحياة. وهو يحمل في طياته كل الجسيمات الدقيقة والخفيفة كالغبار والميكروبات والأبخرة والغازات. ويتألف من ٧٨٪ نتروجين، ٢١٪ أوكسجين، ويحتوي أيضاً على حوالي ١٪ غازات خاملة كالأرغون والهليوم والكريبتون والنيون. أما كمية ثاني أكسيد الكربون فتصل إلى ٠,٣٣٪ ويحتوي أيضاً على بخار الماء (١ ـ ٤٪)، كما يحتوي على غازات تتغير حسب الشروط المحلية، إذ يظهر غاز الكبريت (SO_2) في الأجواء القريبة من مصانع التعدين، ويظهر غاز الأمونيا (NH_3) في الأماكن التي تتفكك فيها الفضلات العضوية، كما وتنتشر في الهواء أيضاً كميات من الغبار والدقائق الصلبة وكميات من الجراثيم الفطرية وحبوب اللقاح[١٦].

والواقع أن النشاط الصناعي المكثف الحالي دفع إلى الهواء بكميات هائلة من الملوثات كأول وثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين والأمطار الحمضية ومختلف أنواع الجسيمات والغبار والأدخنة، التي تزيد يوماً بعد يوم بشكل كارثي قد يؤدي إلى الاختناق، وخاصة في المدن. وتعد كارثة مدينة لندن التي تعرضت لها عام ١٩٥٢، والتي نتج عنها وفاة أربعة آلاف شخص إلى جانب بضعة آلاف أخرى تعرضوا لأمراض في الجهاز التنفسي من أسوأ الكوارث حتى الآن في تاريخ التلوث[١٧].

إن الهواء الموبوء الذي نستنشقه كل لحظة يسمم حياتنا. وها نحن اليوم نعاني من «أمراض المدن»، حيث يشتد تلوث الهواء خاصة في المدن الكبرى الحديثة تبعاً للاستعمال المكثف للوقود الأحفوري (الفحم والبترول)، إما في الحاجات المنزلية أو في المواصلات أو في الصناعة،

---

(١٦) علياء بوران ـ خاتوغ ومحمد أبو دية: علم البيئة، مرجع سابق، ص ٢٢٤.

(١٧) زين الدين عبد المقصود: أبحاث في مشاكل البيئة، منشآت المعارف، الإسكندرية، ص ٨٧.

حيث تتركز في المدن المصافي ومعامل الإسمنت ومحطات توليد الكهرباء والصناعات الكيميائية والبترو كيميائية ومقالع الحجارة. . . ويتميز الهواء الناجم عن ذلك باحتوائه على كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت، وتبلغ نسبة أكاسيد الكبريت حوالي ٨٠ مليون طن سنوياً، في حين ان استخراج الكبريت للحاجات الصناعية لا يتعدى ٤٠ مليون طن سنوياً. وهذه الأكاسيد هي الأكثر ضرراً على أنسجة الكائنات الحية[١٨]. ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت الأكثر ضرراً. وهو غاز حمضي ناتج عن احتراق الوقود وعن بعض الصناعات القائمة على استخلاص الفلزات من خاماتها. وكذلك ينطلق من بعض البراكين كبركان أتنا، وهو البركان الوحيد من هذا النوع في أوروبا الذي يطلق كل عام من غاز ثاني أكسيد الكبريت ما يعادل نحو مليوني طن من حمض الكبريتيك في الهواء[١٩]. وعندما يتحد هذا الغاز تحت بعض الظروف الخاصة مع الأوكسجين فإنه يولد ثالث أكسيد الكبريت الشديد السمية أيضاً.

ومن الغازات الناجمة عن احتراق الوقود أيضاً هناك أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون، أما أول أكسيد الكربون فينتج عن الاحتراق غير الكامل. وهو شديد السمية ومن أخطر الغازات الملوثة للبيئة. في حين ينجم ثاني أكسيد الكربون، إضافة إلى احتراق الوقود، عن أنفاس مليارات البشر وعن فقدان الغطاء النباتي الذي يستوعبه ويتمثله فيحوله إلى أوكسجين، هذا إضافة إلى النمو الصناعي المديني. وكل ذلك يضاعف من كميات هذا الغاز في الجو. وقد كان تركيزه فيما قبل الحقبة الصناعية زهاء ٢٨٠ جزءاً لكل مليون جزء من الهواء مقاساً بالحجم، وبلغ هذا التركيز ٣٤٩ جزءاً في عام ١٩٨٠، ومن المتوقع أن يتضاعف إلى ٥٦٠ جزءاً في الفترة الواقعة بين منتصف القرن القادم ونهايته. هذا إذا استمرت الحياة

---

(١٨) Emile Crognier: L'écologie humaine, Que sais - je? P. U. F, 1ere édition, 1994, P. 110.

(١٩) مدحت إسلام: التلوث مشكلة العصر، مرجع سابق، ص ٣٢.

طبيعية حتى ما بعد عام ألفين[٢٠]. وإذا ما تراكم ثاني أكسيد الكربون في طبقات الجو الوسطى فإنه يحدث ما يسمى بالبيت الزجاجي الذي يرفع درجة حرارة الأرض. كما أن تراكم الغبار في الهواء يؤثر على انخفاض النور المنعكس على الأرض، وبالتالي انخفاض الإشعاع الشمسي القادم إلى الأرض وازدياد كتل الغيوم، ومن ثم انخفاض حرارة الأرض، مما قد ينذر بعودة العصور الجليدية.

أما أكاسيد النتروجين فناجمة عن اتحاد غاز النتروجين بالأوكسجين أثناء احتراق معظم الوقود. وأهم هذه الأكاسيد هي أكسيد النتريك (NO) وثاني أكسيد النتريك (NO_2). وهي تشترك مع أكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحمضية. والجدير بالذكر أن أكاسيد النتروجين سهلة الذوبان في الماء. ومن هنا شدة خطورتها.

ويعد الرصاص من أخطر ملوثات الهواء أيضاً. وهوموجود في مركب رابع اثيل الرصاص الذي يضاف إلى البنزين لتحسين مواصفاته ورفع نسبة الأوكتان فيه. وهو يخرج من عوادم وسائل النقل التي تكتظ بها المدن الكبرى بحيث يلوث أجواءها بنسبة تصل أحياناً إلى ٦٠٪. وتفسير ذلك أنه عندما يتم احتراق الوقود داخل محرك السيارة، ينتج عن ذلك أكسيد الرصاص، وهو مادة صلبة لا تقبل التذذ، لذا فإنه يترسب تدريجياً على الجدران الداخلية للمحرك مما يجعله في نهاية الأمر غير صالح للعمل. وتفادياً لهذه المشكلة، يضاف إليه مركب هالوجيني، مثل بروميد الأثيلين، ليتفاعل مع الرصاص الموجود في البنزين عند الاحتراق. وبالتالي يتحول الرصاص إلى برميد الرصاص الرذاذ، الذي يخرج عندئذ بسهولة من العوادم ليلوث الجو المديني.

ولا يقتصر خطر العوادم على الرصاص، بل يتعداه إلى إطلاق مزيج غازي سام يلوث الأجواء ويطلق عليه تسمية «الضبخان»، وهي كلمة مركبة

---

(٢٠) اللجنة العالمية للبيئة والتنمية: مستقبلنا المشترك، مرجع سابق، ص ٢٥٤.

من ضباب ودخان، ويسمى أيضاً «السموغ». ويتكون هذا المزيج نتيجة سلسلة من التفاعلات لوقود المحركات. ويشكل الضبخان طبقة غازية كثيفة وسوداء بالقرب من سطح الأرض فيؤدي إلى ضعف مجال الرؤية، كما أن له تأثيراً سيئاً جداً على جسم الإنسان حيث يتسبب في الإصابة بالالتهابات الرئوية، ويحدث التهابات وتهيجاً في العيون، ويقلل من قدرة الجسم على مقاومة البكتيريا والميكروبات المسببة للأمراض[٢١].

ولا ننسى دور مركبات الكلورو فلورو كربون، وهي غازات تتحول تحت الضغط إلى سوائل. وهي تستعمل في صنع أجهزة التبريد وفي عبوات الأيروسول الرذاذة التي تحتوي على المبيدات ومواد تصفيف الشعر... كما تنجم عن احتراق القمامة احتراقاً غير كامل. وهذه المركبات هي المسؤولة الأولى عن تدمير طبقة الأوزون، هذا اضافة إلى مادة الأميانت، وهي نوع من الصخور ذات الألياف، ومنه الأسبست أو الحرير الصخري ويتكون من السيليكات وبعض المعادن ذات الألياف. وهي ذات خصائص فيزيائية (عدم قابلية للاشتعال، ايصال رديء للحرارة والكهرباء، مقاومة للجسيمات المجهرية) اضافة إلى كونها مصدراً للسرطان. وهو يستعمل في صناعة الأترنيت وفي البناء كمادة عازلة وللحماية من الحرائق.

ولا يقتصر الأمر على هذا الحد، بل ينجم التلوث الهوائي أيضاً عن شوائب وأبخرة وغازات أخرى ومواد عالقة. والعديد منها شديد السمية، منها غاز الميثان ومركبات الكبريت والزرنيخ والفوسفور والسيليتيوم والزئبق والرصاص والكادميوم وغيرها. وهي تتكثف عموماً في أجواء المناطق الصناعية.

من ناحية أخرى، تشترك مياه البحار في دفع الكثير من الشوائب في الهواء... فعند هبوب ريح قوية على سطح البحر فإنها تحمل معها رذاذاً

---

(٢١) مجلة الفيصل، العدد ٢١٧، ديسمبر ـ يناير ١٩٩٤ ـ ١٩٩٥.

دقيقاً من الماء المحتوي على بعض الأملاح الذائبة في مياه البحر (ولا يزيد حجم هذا الرذاذ الدقيق على ١ ـ ١٠ ميكرون)، وتحمل الرياح القوية هذا الرذاذ معها إلى داخل الشواطىء لمسافة قد تصل إلى عدة كيلو مترات. وعندما يتبخر هذا الرذاذ تبقى الأملاح الذائبة فيه معلقة بالهواء، وتحملها التيارات الهوائية إلى كل مكان، وتملأ طبقة التربو سفير ثم تعود لتسقط على سطح الأرض مع الأمطار أو الجليد.

ويقدر ما تحمله الرياح كل عام نحو مليار طن من هذه الأملاح من مياه البحر. وعند تحليل الجليد القطبي تبين أنه يحتوي على كثير من الأملاح (منها الكلوريدات والنترات والكبريتات) لعديد من الفلزات (مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم) بالإضافة إلى قليل من أملاح الحديد والكوبالت وغيرهما... وهي الأملاح التي تتوفر في مياه البحر والتي يعتقد أن الرياح دفعتها على هيئة ايروسول في الهواء، ثم سقطت على سطح الأرض مع الجليد. كما لوحظ أن بعض هذه الشوائب تحمل نسبة كبيرة من الفلزات الثقيلة تزيد على ما يوجد منها في مياه البحار (ومن أمثلتها شوائب النحاس والحديد والزنك والكوبالت والرصاص). ولا بد أن هذه الشوائب نتجت عن النشاط الصناعي للإنسان[٢٢].

من جهتها، تطلق البراكين كميات هائلة من الرماد والدخان، مثال ذلك بركان «اتنا» الذي يطلق في الهواء عشرات الأطنان من الزئبق على هيئة الكلوريد، كذلك آلاف الأطنان من الحديد والألومنيوم وعشرات الآلاف من الأطنان من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم. ويبقى أغلب هذه الكلوريدات معلقاً في الهواء على هيئة شوائب، كما تشترك التجارب النووية في اطلاق كميات من الشوائب المشعة في الهواء[٢٣].

أخيراً، تعمل الرياح والعواصف على نقل هذه الملوثات من مكان

---

(٢٢) محمد السيد أرناؤوط: الإنسان وتلوث البيئة، مرجع سابق، ص ص ٦٨ ـ ٦٩.
(٢٣) المرجع السابق، ص ٦٩.

إلى آخر. وهذا يعني أن جميع البشر، في المدن كانوا أم في الأرياف، هم عرضة للإصابة بالتلوث، إنما بدرجات متفاوتة.

ثالثاً ـ تلوث المياه:

جاء في كتاب الله الكريم **﴿وجعلنا من الماء كل شيء حي﴾**[٢٤]. وإذ يتبين لنا أن المياه الملوثة مضرة، بل ومميتة، لأدركنا أن الله تعالى عنى بقوله هذا الماء الزلال الذي لم تدنسه أفعال البشر، الذين سيجعلون من الماء كل شيء ميت إذا استمرت وتيرة التلويث على ما هي عليه. حيث تتضافر مجموعة من العوامل كالنفايات الصناعية والمنزلية والمبيدات والمجاري الصحية وناقلات البترول إلخ، لتحول المياه في البحار والمحيطات والأنهار بل وحتى المياه الجوفية إلى ترسانة ملوثات. وقد لا نغالي بالقول أن حوالي ٨٠٪ من المياه في العالم أصبحت ملوثة، خصوصاً مع عدم وجود منشآت كافية لمعالجة المياه الملوثة. فالتلوث يطال اليوم كل مواطن المياه. حتى أن المياه التي نشربها هي بمثابة سم بطيء، اضافة إلى كونها تلوث الحيوان والنبات. هذا إضافة إلى تلوث الشواطىء البحرية بمختلف أنواع الملوثات والبكتيريا والفطريات، بحيث أصبحت تمتنع على هواة الترويح والسباحة والصيد...

وعموماً، تنتشر الملوثات في الماء عن طريق التيارات المائية وحركات المد والجزر، وعن طريق السلسلة الغذائية أي من كائنات حية إلى أخرى وصولاً إلى الإنسان. وبالتالي، فإن جميع البشر عرضة لهذا النوع من التلوث، وبدرجات متفاوتة أيضاً.

ومصادر تلوث المياه عديدة، نذكر منها:

١ ـ القمامة المنزلية: التي يتم التخلص منها بالقائها في مياه الأنهار والبحار دون رقيب أو حسيب. حتى أن هذه العملية تتم على الصعيد

---

(٢٤) سورة الأنبياء، الآية: ٣٠.

الرسمي في بعض البلدان النامية التي ما زالت تفتقر إلى وسائل معالجة هذه القمامة. كما أن الناس يلقون فضلاتهم أحياناً كثيرة على الشواطىء. وفي إحدى الإحصائيات تبين وجود ٢٠٨٦ قطعة بلاستيك في كيلو متر مربع من البحر. والبلاستيك قابل للتحلل الحيوي ويتراكم بصورة مخيفة. خصوصاً وأنه ينتج ٤٥ مليون طن من البلاستيك عالمياً. وقد ثبت أن ٣٠٪ من الأسماك قد ابتلعت البلاستيك وأكلناها نحن[٢٥].

٢ ـ **الصناعة**: تقوم الكثير من المصانع بطرح فضلاتها في الأنهار والبحار. وهذه الفضلات، كما نعلم سامة وخطرة وهي في معظمها مركبات كيميائية. وأسوأ ما في الأمر أن المياه الجوفية في بعض البلدان النامية تعرضت للتلوث من جراء دفن النفايات السامة في أراضيها. كذلك تتعرض هذه المياه للتلوث الحراري الناجم عن الصناعة. فمن المعروف أن المنشآت الصناعية تستهلك كميات هائلة من المياه لعمليات التبريد. وعندما تسخن هذه المياه تعاد مرة أخرى إلى مصادرها الأصلية التي ترتفع حرارة مياهها. وهذا ما يؤدي إلى نقص كميات الأوكسجين في المياه وبالتالي إلى موت الأسماك والكائنات الأخرى البحرية.

٣ ـ **الزراعة**: ويكون التلوث هنا نتيجة الاستخدام المكثف للأسمدة والمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية التي تحملها مياه الري إلى الأنهار والترع أو تمتصها التربة مما قد يلوث المياه الجوفية.

٤ ـ **مجاري الصرف الصحي**: التي تحمل بقايا البشر من براز وبول ومنظفات لتستقر في مياه البحار والأنهار أيضاً، هذا إضافة إلى أنه في كثير من المدن تلقى النفايات الصناعية الشديدة السمية في هذه المجاري دون أن تجرى عليها أية معالجة. وقد تتسرب كميات كبيرة من هذه المياه إلى الأرض لتلوث المياه الجوفية أيضاً.

٥ ـ **الإشعاعات**: تتلوث مياه البحار والمحيطات نتيجة اجراء

---

(٢٥) محمد السيد أرناؤوط: الإنسان وتلوث البيئة، مرجع سابق، ص ١٨٠.

التجارب النووية في أعماقها، ونتيجة الإشعاعات الناجمة عن مياه تبريد المحطات النووية. كما أن اجراء هذه التجارب في اليابسة يلوث المياه الجوفية. أما الإشعاعات المنتشرة في الجو فإنها تلوث مياه الأمطار.

٦ ـ النفط: يعتبر النفط اليوم والصناعات التحويلية المرتبطة به من أهم ملوثات البحار والمحيطات. وينجم التلوث النفطي عن:

أ ـ الحوادث التي قد تقع نتيجة أخطاء في مسار عمليات الانتاج بحيث يتسرب النفط إلى المياه ويلوثها.

ب ـ حوادث الاصطدام أو الأعطال التي تتعرض لها ناقلات النفط أو تعرضها للإصابة أثناء الحروب مما يؤدي إلى غرقها وانتشار بقع الزيت فوق مساحات واسعة من الماء.

ج ـ تسرب الزيت من بعض الآبار القريبة من الشاطىء، وتلف بعض الأنابيب الناقلة للنفط إلى الشواطىء.

د ـ نتيجة عمليات التفريغ والاستبدال والقاء المخلفات النفطية التي تقوم بها الناقلات في عرض البحر.

هـ ـ مصادر تلوثية أخرى للمياه: تأتي السموم إلى المياه ليس فقط من النفايات، بل وبشكل نقي ومباشر أيضاً، والمقصود بذلك الأنواع الكثيرة من مضادات الحشرات ومواد إزالة الزؤان (مبيدات الأعشاب) التي يستعملها البشر على نطاق واسع ومتزايد. ففي الولايات المتحدة يرش في المتوسط خلال موسم واحد بالولايات الجنوبية الشرقية من الطائرات حوالي الألف طن من السموم المضادة للحشرات. ومعنى هذا أنه يدخل سنوياً إلى جميع الأنهار في جنوب شرقي الولايات المتحدة معدل ٥ ملجرام من السم لكل متر مكعب من الماء. ويبلغ ما تنتجه الولايات المتحدة فقط مئات الأطنان من المواد الاصطناعية المضادة للحشرات[٢٦].

---

(٢٦) اليغور اداباشيف: الإنسان والبيئة، ترجمة عبد الله حبه، دار مير للطباعة والنشر، موسكو، ١٩٨٥، ص ١٧٢.

رابعاً ـ التلوث الداخلي:

في الواقع قلما ينتبه الناس إلى أن معظم ما يستعملونه في المنزل أو المكتب هو من عوامل التلوث. ولعل هاجس النظافة يزيد في فعالية هذا التلوث. ذلك أن الإفراط في النظافة واستعمال أدوات التنظيف والتطهير يزيد من تطاير جزئيات الغبار والذرات الصلبة في أجواء المنزل، كما يقلل من مناعة الجسم وقدرته على مقاومة الأمراض، خصوصاً عند الأطفال. من هنا يمكن القول أن البيوت المفرطة النظافة هي الأكثر عرضة للإصابة بالأمراض. هذا إضافة إلى كل ما نستعمله حالياً في بيوتنا من منتجات التقنية الحديثة. بهذا الصدد، يقول الفريد زام في كتابه «لما يعرض منزلك صحتك للخطر»: «إن المواد الكيميائية المنزلية الموجودة في كل بيت تقريباً على شكل منظفات وشمع ودهانات قد تسبب أمراضاً دون أن تظهر نفسها على أنها المسببة لهذه الأمراض...» كما يوضح أحد بيانات الجمعية الكيميائية الأمريكية أن قائمة هذه المواد تشمل أكثر من أربعة ملايين مركب أغلبها أضيف حديثاً، ومنها ٦٣٠٠ مركب شائع الاستعمال[٢٧].

من ناحية أخرى، جاء في مجلة شتيرن الألمانية أن أجهزة التلفزيون والتسجيل والفيديو والراديو وغيرها من الأجهزة الإلكترونية المنزلية تبث غازات سامة في محيط المنزل وأجوائه في حالة ارتفاع درجة حرارتها. وقد حذر عالم الماني من انه يجب على مشاهدي التلفزيون فتح نوافذ بيوتهم بعد مشاهدتهم برامجه، بهدف التقليل من مخاطر التنفس الناشئة عن انبعاث الأبخرة السامة من هذه الأجهزة، كما صرح أحد خبراء معهد السرطان في هامبورغ أن هذا الغاز ينتمي لأسرة الديوكسين ويشتبه في أنه يسبب السرطان[٢٨].

---

(٢٧) التلوث المنزلي: مشروع التوعية البيئية السعودي، وزارة الدفاع والطيران، برنامج التوازن الاقتصادي.

(٢٨) المرجع السابق.

باختصار، تتمحور أهم أسباب التلوث الداخلي فيما يلي:

١ ـ الاستخدام المفرط والسيء لملطفات الجو المختلفة.

٢ ـ تربية الحيوانات الأليفة مثل الطيور والقطط والكلاب.

٣ ـ الأوضاع غير الصحية والعشوائية لأجهزة التبريد والتكييف والتدفئة.

٤ ـ التدخين في الأجواء الداخلية.

٥ ـ الاستخدام غير الرشيد للمواد الكيميائية العازلة للحرارة والرطوبة فوق أسطح المباني وبين الشقوق والفواصل.

٦ ـ الاستخدام والتنظيف المفرط للسجاد والموكيت وبعض أنواع الأخشاب والأقمشة التي تكسى بها الجدران والأسقف الصناعية والأصباغ، مما يتسبب أغلب الأحيان في وجود شحنات كهربائية داخل المباني تؤدي على المدى الطويل إلى حدوث تأثيرات صحية خطيرة على الإنسان، والأطفال بصفة خاصة، ينضاف إلى ذلك التلوث الناجم عن استخدام العديد من الحاجات المكتبية على رأسها آلات تصوير المستندات.

خامساً ـ الحروب:

وإمعاناً في تضخيم حجم المأساة البيئية، تلعب الحروب اللاانسانية دورها في هذه المعمعة. وقد كشف الدكتور الكسندر كافكا، عضو الأكاديمية الروسية للعلوم، أن الدول التي شاركت في الحرب العالمية الثانية ألقت بما يزيد عن ٣٠٠ ألف طن من الذخائر والقنابل الكيماوية في قعر المحيط في مواجهة الساحل الدانمركي. وفي الآونة الأخيرة، تعرضت هذه الذخائر والقنابل للصدأ، وحدثت ثقوب فيها أدت إلى إطلاق كميات كبيرة من الغازات السامة تحت الماء. وخلال فترة بسيطة جداً ستحمل التيارات البحرية القنابل الصدئة والغازات إلى باقي السواحل الأوروبية وتؤدي إلى تلويث المناطق الساحلية وإلحاق أضرار بيولوجية بعيدة المدى

بالسكان يمكن أن يصنف بعضها بأنه من الأمراض الوراثية التي تنتقل من الآباء إلى الأبناء[٢٩]. شاهدنا على ذلك المأساة البيئية التي ما زالت تعيشها كل من هيروشيما وناكازاكي من جراء القاء القنابل الذرية عليها خلال الحرب العالمية الثانية.

أخيراً، ثمة وسيلة لانتقال الملوثات، قلما ينتبه إليها الناس، ونعني بها تداول الأشياء والمواد غير القابلة للتنظيف، وبالأخص تداول العملة، فورقة البنكنوط الواحدة قد تتداولها مئات الأيدي، وتقطع آلاف الكيلو مترات. وفي ذلك ما فيه من تراكم الملوثات عليها وانتقالها إلى من يلمسها في كل مكان وزمان. كذلك لا يغربن عن بالنا انتقال فيروس الإيدز من خلال العلاقات الجنسية غير الصحيحة واللااخلاقية، وبواسطة الحقن التي تستعمل أكثر من مرة، وخصوصاً عند مدمني المخدرات.

أما الآثار الناجمة عن هذه الملوثات فهي كثيرة ومخيفة في آن معاً. ولسوف نتحدث عليها، قدر المستطاع، في الفصل التالي.

---

(٢٩) مجلة اليمامة، العدد ٢١٣٦٧، تاريخ ٩/٨/١٩٩٥.