المحاضرة العاشرة أخطار التلوث البيئي على حياة المدينة التخطيط لمواجهة التلوث

نستطيع لأغراض التحليل أن نميز ولو على نحو إجرائي بين الملوثات التي تحدث على المستوى المحلي وتلك التي تحدث على مستوى عالمي.

إذ مع اعترافنا بالمبدأ الأيكولوجي العام الذي ينظر إلى الكرة الأرضية برمتها كنسق إيكولوجي واحد ومتكامل بالدرجة التي يضيف فيها أي تلوث مهما كان محلياً القدر الكبير من الضغط واختلال التوازن على النظام الطبيعي للنسق الإيكولوجي للكوكب الأرضي بأسره

إلا أننا نرى أنه من المفيد اتفاقاً مع أهداف هذا الكتاب أن نوضح الحدود المحلية لأشكال التلوث ومصادره وأخطاره، طالما أننا بصدد الحديث عن مشكلات النمو الحضري أو مشكلات الحياة الحضرية.

ومن هنا سوف نقسم تحليلاتنا إلى قسمين أساسيين هما:

التأثيرات المحلية للتلوث.

تأثيرات التلوث على الصحة العامة.

التأثيرات المحلية للتلوث:

والمقصود بهذا المصطلح هو أن نركز على النطاق المحلي للتلوث سواء من حيث أسبابه أو نتائجه.

وفي هذا الصدد علينا أن نميز بين نوعين من التلوث تلوث حاد قصير الأمد وآخر مزمن على المدى البعيد أما الأول فيرجع إلى وقوع أحداث خاصة ذات طابع محلي مثل حادثة التخلص من المبيدات الحشرية في نهر الراين سنة 1969 التي أدت إلى تلوث المياه ومصادرها الإقليمية للقضاء على كميات هائلة من الثروة السمكية وقد يؤدي التلوث الحاد القصير الأمد إلى تلوث مزمن يمتد في آثاره ليشمل النطاق العالمي كله أمثال ذلك تسرب الزيت من ناقلة بترول تعرضت لحادثة ما وذلك لأنه من السهل التعرف على مصدره المستمر ووضع سياسات متجددة ومتقدمة باستمرار لمواجهة والمثال على ذلك ما حدث لنهر التايمز في أوائل الخمسينات حيث أدى تلوث مياهه بقدر البالوعات والمجاري إلى فقدان كميات هائلة من الأكسجين غير أنه نتيجة للتقدم الذي حدث في تحسين بعض المصارف في الستينات أمكن التغلب على المشكلة وعادت الثروة السمكية من جديد تنمو وتتضاعف في مياهه.

إن الأضرار التي لحقت بالطيور نتيجة التسمم بالمبيدات الحشرية في بعض موانئ أوروبا والمراكز الساحلية والأضرار التي لحقت النباتات والحيوانات والأدميين في المدن الملوثة الهواء والمناطق الصناعية كلها أمثلة للتلوث المزمن الذي يحدث على نطاق محلي سواء من حيث الأسباب أو من حيث وضع السبل والوسائل لمواجهة وحله.

ولا تقتصر أخطار التلوث المحلي على الأضرار بالنظم الطبيعية أو الأنساق الإيكولوجية فحسب بل قد تنتسج لتضر بمصالح المجتمع نفسه فالتلوث المائي عن طريق الزئبق في بحر البلطيق قد أدى إلى انخفاض أعداد وأنواع الثروة السمكية التي يمكن استخراجها من المياه السويدية وكذلك الحال بالنسبة لبعض المياه الساحلية ببريطانيا التي لوثت بقدر البالوعات

زد على ذلك أن التلوث على النطاق المحلي يقلل أيضاً من القيمة الترويحية لمعظم شواطئ هذه المجتمعات المحلية، الأمر الذي يجعل لهاذ التلوث آثاراً سلبية على المجال الجمالي والاقتصادي

مثال لذلك الخسائر المادية التي تحدث على شواطئ مدينة الإسكندرية من تلوث في السنوات الأخيرة بسبب عدم كفاءة أجهزة الصرف الصحي ووسائل معالجة قدر البالوعات والمجاري مما كان له أكبر الأثر على الحركة السياحية ونشاط الغالبية العظمى من مصايف المدينة

والواقع أن هناك أمثلة عديدة للأخطار المحلية للتلوث البيئي في أنواعه وأشكاله المختلفة، نحاول أن نعرض جانباً منها مركزين فقط على ما حدث في المجتمعات المحلية الحضرية

النواحي المالية و الجمالية:-

يشكل السناج مشكلة مالية إلى جانب كونه مشكلة خطيرة من مشاكل التلوث البيئي. وعلى الرغم من أن هناك العديد من الأمثلة الدالة على قيمة الأموال التي تنفق بسبب هذه الظاهرة إلا أن أكثر هذه الأمثلة بروزاً هي واجهة فندق هيلتون نيويورك، حيث تسبب الرماد المتطاير والسناج في تغيير لون واجهة المبنى بصورة سيئة جداً في مدة تقل عن ثلاث سنوات، لدرجة أن عملية تنظيفها استلزمت إنفاق خمسين ألف دولار

وقد يعزي بعض العلماء كثيراً من الحوادث التي تقع في الطرق السريعة إلى التعب الذي يسببه على الأرجح، تسمم من النوع المعتدل بأول أكسيد الكربون.

وهناك مثال آخر للتلوث المحلي نجده في مدينة "بتسبرج"، فمنذ ثلاثة عقود مضت أطلق سكان الولايات المتحدة اسم "المدينة المدخنة" على مدينة بتسبرج تهكماً بها فلقد أحال الدخان المتصاعد من مصانع الصلب والقطارات التي تسير بالفحم كل شيء في طريقه إلى اللون الأسود، وحتى اللافتات التي تحمل أسماء الشوارع، كانت في بعض الأحيان على درجة من القذارة تعذرت معها قراءتها.

• إن التلوث على هذا النحو يعد مشكلة حضرية، أي يحدث في المدن الكبرى، ولقد أعلن المركز الوطني لتلوث الهواء التابع لوزارة الصحة العمومية في أواخر عام 1967م، أن مدينة نيويورك أكثر تلوثاً من أي مدينة من المدن الخمس والستين المزدحمة بالسكان في الولايات المتحدة الأمريكية، ويلي نيويورك، شيكاغو، وفلادلفيا، ولوس أنجلوس وكليفند، وبتسبرج، وبوسطن، ونيويورك، وديترويت وسانت لويس ولقد بلغ تلوث هواء نيويورك طبقاً للإعلان معدلاً أكثر ارتفاعاً بحيث تبلغ خمسة أضعاف درجة تلوث مدن أخرى بولاية كارولينا الشمالية، التي كانت أقل المناطق تلوثاً. ولقد فسر جون ت. ميدلتون مدير مركز تلوث الهواء أسباب تلوث الجو في المناطق العشر التي جاءت على رأس القائمة بعدة أسباب فمن ناحية، تشترك المدن الثلاثة الأولى "نيويورك وشيكاغو وفلادلفيا" في خاصية واحدة

طبقاً لرأي ميدلتون

ازدحام السكان في أماكن صغيرة، والإيفاء بمطالبهم من الطاقة لتحسين المعيشة، بتوليدها محلياً بحرق وقود غني بالكبريت، مع وجود المصانع في وسط المدينة.

ومن ناحية ثانية، نجد أنه على الرغم من عدم وجود صناعات في مدينة لوس أنجلوس. وبالتالي لا توجد وقود كبريتي، إلا أن نظام النقل بها سيئ للغاية، لذلك تحرق كميات كبيرة من البنزين ادت لتولد مشكلة الضباب الأسود.

ويلاحظ أن نهر هدسون وخليج شيزابك ونهر المسيسيبي وبحيرة ميتشجان وشواطئ مدينة الاسكندرية في الأيام الأخيرة تعد كلها أمثلة للتلوث المائي على المستوى المحلي سواء بسبب التلوث بقدر البالوعات أو بإلقاء الفضلات الصناعية والفضلات الصلبة والنفايات الأدمية فيها.

ولا يزال هناك العديد من الأمثلة على الأخطار المحلية لتلوث البيئات الحضرية في كل أرجاء العالم تقريباً. ولسوف نتيح لنا مناقشة مخاطر التلوث على الصحة العامة فرصة إلقاء الضوء على التأثيرات المحلية للتلوث في المدن والمراكز الحضرية الكبرى.

تلوث البيئة الحضرية ومخاطر الصحة العامة:

والسؤال الآن: ما هي التأثيرات العامة لتلوث البيئة الحضرية على صحة ساكنيها؟ في إجابتنا على هذا السؤال، سوف نتبع نفس الأسلوب الذي اتبعناه من قبل لنحاول بقدر الإمكان أن نعزل التأثيرات الصحية المختلفة لكل شكل من أشكال التلوث البيئي وأن تقتصر في تحليلاتنا على الحدود المحلية للمجتمع الحضري.

لنبدأ بتلوث الهواء وما يرتبط به من مشاكل صحية

يكشف تحليل المناخ الحضري في التجمعات الكبيرة عن أنه نتاج ترابط معين بين عناصر طبيعية ضارة وأخرى صناعية – من صنع الإنسان – مثل ملوثات الهواء. وعموماً يتميز المناخ الحضري بنقص دورة الهواء وبالتالي بانتشار هواء ساكن وملوث، هذا من الناحية الطبيعية غير أن تقييم تأثيرات المناخ الحضري على الصحة العامة لساكنيها يجب ألا يقتصر على تحديد عوامل التهوية الطبيعية فحسب بل يجب عليه أن يمتد لتوضيح أثر العناصر الصناعية التي أدخلتها يد الإنسان على البيئة الحضرية وأثرت بالتالي على مناخ هذه البيئة وعلى حجم وكيفية الأخطار التي تهدد الصحة العامة لساكنيها

وكمثال لذلك نذكر مدينة بوايست التي تحاط بغابات ضخمة وتمتد بامتداد نهر الدانوب ومع ذلك لم تمنع التهوية الطبيعية دون تلوث هوائها بسبب ما يحدث لمدة مائتي يوم من السنة نتائج الاحتراق في المصانع الكبرى الذي تنقله الرياح الشمالية الغربية إلى وسط المدينة مما يزيد تلوث الغلاف الجوي للمدينة.

والواقع أن أهم خاصية لمناخ المدن والمراكز الحضرية هو ما يشعر به مئات آلاف من السكان من آثار ضارة في وقت واحد.

وشأنه شأن المشكلات الحضرية الأخرى نجد أن تلوث الهواء هو نتاج عدة عوامل تتفاعل مع بعضها البعض لذلك فمن الصعب إن لم يكن من المستحيل أن نعرف على وجه الدقة تأثيرات كل عامل على حدة، ولا نملك إلا أن نقدم صورة متشابهة العناصر عن التأثيرات الصحية لتلوث الهواء.

فمن ناحية يمكن أن ننظر إلى تأثير التلوث في عمليات البناء والهدم في جسم الإنسان أن الهواء الملوث يدخل في دورة البناء والهدم بطريقتين أساسيتين، أولهما طريقة مباشرة من خلال التنفس ومن خلال الأشعة الأيونية التي تؤثر في دورة الهدم والبناء أما الطريقة الثانية فغير مباشرة من خلال ما يظل في سماء المدن والمراكز الحضرية من ذرات وضباب ودخان يمنع نفاذ الأشعة وبخاصة الأشعة فوق البنفسجية، مما يؤثر تأثيراً سيئاً على دورة البناء والهدم في الجسم، لتبدأ عند ذلك أمراض الضعف والهزال ونقص فيتامين "د" في الظهور

ولقد تبين أن أول أكسيد الكربون يتحد مع الهيموجلوبين في الدم فيسبب الاختناق لتناقص كمية الأكسجين اللازمة للمحافظة على عملية الهدم والبناء في الخلايا.

إن نقص نسبة الأكسجين التي تمنع عن الخلايا يؤدي إلى اجتهاد القلب ويؤثر في ميكانيزم التنفس وتبدو آثارها واضحة لدى مرضى القلب والرئتين، بل عندما تزداد مكونات أول أكسيد الكربون في الهواء فإن النتيجة المتوقعة هي زيادة أعراض التسمم الحاد التي يتعرض لها السكان في مناطق ازدحام المرور إلى جانب الصداع وفقدان الرؤية واختلال التوازن العضلي والغثيان وآلام المعدة

فإذا طالت فترات التعرض لتركيزات مكونات أول أكسيد الكربون، فإن الأمر يؤدي إلى فقدان الوعي ونوبات التشنج التي قد تسبب في كثير من الأحيان للوفاة.

فلقد ورد في تقارير من حالات التسمم بأول أكسيد الكربون، إن هناك ارتباط بين زيادة التركيز في أول أكسيد الكربون وزيادة نسبة الوفيات في مقاطعة لوس أنجلوس في الفترة من عام 1962م حتى 1965م.

وتعتبر الإصابة بأمراض الربو والجهاز التنفسي من أكثر الأمراض انتشاراً في المناطق الحضرية والتي يمكن إرجاعها إلى تلوث الهواء إن مرض الربو عبارة عن حساسية مفرطة لشجرة التنفس ومجموعة الهواء التي تحمل الهواء من القصبة الهوائية إلى الرئتين، يتسبب عنها انقباض في العضلات التي تحيط بهذه القنوات وبالتالي إلى ضيقها. والمريض بالربو يستطيع أن يستنشق الهواء ولكنه لا يستطيع أن يخرج بقوة كافية لتنقية الرئتين، الأمر الذي يؤدي إلى انتفاخ الرئتين لأن كمية الهواء الداخل (في عملية الشهيق) تزيد عن كمية ما يخرج في عملية (الزفير) .

مما يؤدي إلى تكون ثاني أكسيد الكربون في الرئتين، وبالتالي نقص كمية الأكسجين فيهما، بل وإلى عدم قدرة الرئتين على التخلص من المواد الغريبة لتضييق فروع الشجرة الشعبية شيئاً فشيئاً وتقل إمكانيات تناول الأكسجين بين الهواء وتيار الدم المندفَع الأمر الذي يؤدي في النهاية بمريض الربو إلى الموت خنقاً.

- ولقد كشفت الدراسات عن أن الجسيمات الدقيقة الملوثة بهواء المدينة وبعض الملوثات الغازية هي السبب المباشر في ارتفاع معدلات الأمراض والوفيات بحالات الربو والالتهابات الشعبية
- ويعتبر أكسيدات النتروجين هي أكثر هذه الجسيمات والملوثات نشاطاً وخطورة، حيث أن تأثيراتها تصيب مباشرة قدرة الدم على نقل الأكسجين، كما تصيب الهيكل البنائي والوليفي للشعبيات والرئتين وينتج عنها استسقاء حاد في الرئتين ينتج عن زيادة تجمع السوائل فيهما كما ينتج عن زيادة تركيز الأوزون في الرئتين.

ولقد تبين أن زيادة الإقبال والتوسع على استخدام السيارات وتطور آلات الديزل والاحتراق من أبرز العوامل المسؤولة عن ارتفاع وزيادة حجم المواد الملوثة للهواء والمسببة للسرطان فلقد أظهرت التجارب التي أجريت على الحيوانات أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين زيادة حجم الإصابة بسرطان الجلد والرئتين وبين تلوث الهواء الناتج عن احتراق الجازولين والفحم ومركبات الميثيل

كما يعتقد أن هناك ارتباطاً طردياً بين زيادة حالات الإصابة بسرطان الرئة وزيادة حركة مرور السيارات في المدن المزدحمة، فلقد تأكد هذا الارتباط بوضوح في القطاعات الشمالية والغربية من لندن حيث تشتد حركة المرور وحيث يكون الغلاف الخارجي أكثر تلوثاً الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع نسب الوفيات بأمراض السرطان ونفس الموقف نجده ممثلاً في المجر حيث بلغت معدلات الورم السرطاني في أعضاء الجهاز التنفسي في سكان المدينة ضعف معدلاتها بين سكان الريف.

ويرتبط بزيادة الإقدام على استخدام السيارات كما أشرنا من قبل إلى زيادة معدلات التلوث الهوائي في المدن والمراكز الحضرية لما ينتج عن عدم السيارات من انبعاث كثير من الجسيمات الدقيقة في الهواء مكونة - إلى جانب عدم مداخن المصانع والمسالك - ما يمكن اعتباره مشكلة حضرية هي خليطاً من الضباب والدخان

- لقد أشرنا من قبل إلى كيفية وقوع هذه الظاهرة في المدن والمراكز الحضرية ويبقى أن نلقي بعض الضوء على تأثيراتها على الصحة والأمثلة في الحقيقة على ذلك كثيرة ومتنوعة ويكفي أن نشير إلى أنه سنة 1952م، وقعت حوالي أربعة آلاف حالة وفاة في مدينة لندن على مدى خمسة أيام فقط نتجت كلها من التأثير المباشر للضباب والدخان.

وفي ديسمبر سنة 1962م سجلت لندن مرة أخرى 700 حالة وفاة نتجت عن نفس الظاهرة.

كما أشار فرانسيس تايلور Francis Taylor الذي كان يعمل في لوس أنجلوس إلى أن أكاسيد النتروجين في الغلاف الجوي للمدينة كان هو العامل الأول والمباشر عن هذه النتيجة المحزنة وأوضح أن حوالي 65% - 85% من هذه الأكاسيد ينبعث من عدم السيارات وأن النسبة الباقية من هذه الأكاسيد تعزى إلى المصانع الموجودة على أطراف المدينة.

بعض المشاكل الصحية المرتبطة بتلوث الماء:

يفيد الوصف الموجز لدور الماء في عملية الهدم والبناء كثيراً في إلقاء الضوء على أهمية الماء كماً ونوعاً لحياة الكائن البشري وما يتضمنه تلوث هذا الماء من أضرار تهدد صحة وحياة الإنسان إذ يعتبر الكائن العضوي البشري هو المكان الذي تمكن وتنفذ فيه عمليات الهدم والبناء.

وتتطلب المحافظة على صحة وحياة هذا الكائن ضرورة إدخال كميات ونوعيات معينة من المواد المذابة، بمعنى أنه من أجل بناء الجسم يحتاج الكائن البشري إلى عدد كبير من المواد المعدنية مثل الكالسيوم التي تتزايد الحاجة إليها بزيادة نموه وتطوره.

وفي هذا الصدد تحتاج الكليتان إلى قدر كبير من الماء لإزالة الفضلات الناجمة عن عملية الهدم والبناء في الجسم الإنساني. كما أنه من أجل أن تزيل الكليتان فضلات اندفاع الدم فإن عدة مئات من اللترات من الماء يجب أن تمر خلالهما يومياً وفي النهاية يكون الناتج النهائي ممثلاً في البول كعملية لإخراج قدر من الماء لا يزيد عن لتر ونصف يومياً.

هذا يعني أن هناك دورة داخلية للماء داخل الجسم ولا يقتصر الأمر على كم ما يحتاجه الجسم من ماء لاستمرار عمليات الهدم والبناء

بل أن الأمر يتطلب نوعية جيدة وصحية من الماء اللازم بدونها يتهدد التوازن الفطري أو الطبيعي للكائن العضوي، لأن دخول كمية من الماء من نوعية غير جيدة حتى وإن كانت كافية تحول دون قدرة الكائن العضوي على استخدامها في عمليات الهدم والبناء.

وبالتالي ينتج عن ذلك تأثيرات ضارة تتمثل في اضطرابات قدرة الكائن العضوي على التكيف مثل متاعب انحسار الماء أو تراكم مواد الفضلات وما شابهها ومن هنا تتضح الأهمية القصوى لضرورة توفير الماء الصالح كماً ونوعاً للإنسان.

أما فيما يتعلق بتوفير احتياجات الماء ووضع حد للأوبئة والتلوث المائي فقد شهدت نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين توسعاً ملحوظاً في خدمات الماء في المدن الكبرى حيث بدأت في كل أنحاء العالم عملية إنشاء معامل تكرير الماء وزاد حجم ما هو معروض من مياه الشرب الصالحة غير أنه على الرغم من ذلك يلاحظ أنه عندما أصبحت المدن والمناطق

الحضرية أكبر حجماً وعندما زادت معدلات الانتشار والتوسع الصناعي ظهرت مشكلة إمداد الإنسان بالكميات المطلوبة من الماء النقي حتى أصبح القصور أو النقص في هذا الجانب في الوقت الحاضر مسألة تهدد التطور الصحي في كثير من مدن العالم.

ويرتبط بزيادة استهلاك الماء النقي في المدن والمناطق الحضرية الكبرى، زيادة مماثلة في الماء الفاقد. وقد نتج عن الكم الهائل للماء الفاقد الذي لا يعالج أضراراً خطيرة، أدت كما قدمنا إلى تلوث الأنهار والبحيرات وخزانات المياه التي تقع مباشرة تحت سطح الأرض وبخاصة في المناطق القريبة من المراكز الصناعية الكبرى حتى أن أجزاء كبيرة من الأنهار والبحيرات لم تعد تصلح لأن تكون موارد صحية لما يحتاج إليه السكان من مياه

نظراً لما ترتب على تلوثها من فقد الماء صفاته البيولوجية من ناحية نتيجة لإذابة الكثير من الملوثات السامة في تركيبه.

والأمثلة على ذلك كثيرة { نجد أن نهر الدانوب مثلاً تأثر بدرجة خطيرة بالفضلات التي تلقى فيه يومياً كذلك مشكلة الماء المفقود ، بوداست وحدها تنتج ما يزيد عن مليون متر مكعب من الماء الفاقد في اليوم تسهم الصناعة بـ60% من الكمية بينما يرجع الباقي إلى الماء الفاقد عن الأغراض السكنية الأخرى.

ولقد نجم عن زيادات التلوث في المصادر الجوفية للمياه في المدن أن انخفضت المستويات الكمية والكيفية لما يتاح فيها من مياه، الأمر الذي جعل معظم البلاد الصناعية مضطرة إلى استخدام المسطحات المائية.

وبأيدنا عدد من الدراسات والبحوث الأبيريقية التي تصور ما يواجه المدن والمراكز الحضرية من مشكلات توفير المياه الصالحة ومخاطر التلوث المائي في البيئة الحضرية

حيث أشار كل من درفار وبيكر في دراستهما لمائة من أكبر المدن في الولايات المتحدة ومعظم البلاد الصناعية في العالم إلى مشكلة نقص الموارد المائية وانخفاض للمستويات الصحية لما هو متاح من موارد فقد تبين أن عشرين مدينة من المدن المدروسة تعتمد على موارد المياه الجوفية، وأن أربعة عشرة مدينة تستخدم المسطحات المائية إلى جانب الموارد الجوفية، بينما تعتمد ستة وستون مدينة على مياه المسطحات كالبهار والمحيطات كمورد رئيسي لها، ولقد أشارت الدراسة إلى أن زيادة التركيز السكاني والصناعي في المدن هما المسببان الوحيدان لما تعاني منه هذه المدن المدروسة من مشكلات في هذا الصدد.

وكمحاولة لترشيد استهلاك المياه المتاحة ولأغراض الاقتصاد في استخدام المياه الصالحة للشرب، قد تلجا بعض المدن – مثل باريس – إلى إنشاء شبكة موازية لشبكة مياه الشرب، توجه لأغراض الاستخدام الصناعي ولاستخدامات أخرى مثل مكافحة الحريق ومع ذلك وبالرغم من أن مثل هذا الأسلوب كسابقة قد يذلل إلى حد ما صعوبات توفير إنتاج الماء بالكميات المطلوبة إلا أنه لم يحسم مشكلات تلوث المياه سواء بقدر البالوعات أو مخلفات النشاط الصناعي، فضلاً عن ما يترتب عليه من أخطار صحية هامة في بعض المنتجات الصناعية مثل صناعات الأغذية والألبان التي يتحتم استهلاكها لنوعية المياه الصالحة للشرب ولقد أشارت الدراسات إلى حقيقة أن التحسينات الكمية في موارد المياه في المدن والمراكز الصناعية كانت دائماً على حساب التحسينات النوعية.

و أن زيادة الطلب على الماء لأغراض النشاط الصناعي استلزم اتخاذ عدد من الإجراءات القانونية والفنية للحصول على موارد مائية بديلة إلا أن تباع هذه الإجراءات قد صوبت بتهديد مباشر للمستويات الصحية لما أوجده من مخاطر الأوبئة

وتسرب الكثير من العناصر السامة في مياه الشرب، سواء من خلال الفضلات الصناعية أو من خلال بعض الآثار الجانبية لمعالجة الماء الفاقد وإعادة استخدامه مرة أخرى، الأمر الذي أثر على نوعية مياه الشرب

ونتيجة لذلك سجلت الولايات المتحدة انحداراً ملحوظاً في مستوى مياه الشرب نتيجة لسرعة النمو الصناعي فيها، ونجد في روسيا أيضاً موقفاً مماثلاً بل يبدو أن هذه المشكلة تعد ظاهرة أكثر وضوحاً وانتشاراً في البلاد التي تتعرض لمؤثرات التحضر والتصنيع.

إن تلوث الماء – شأنه في ذلك شأن التلوث الهوائي – يرجع إلى نحو ما قدمنا إلى أسباب عديدة ومتداخلة. ومن ثم فإنه ليس من المتيسر أن نضع تحديداً دقيقاً لأخطاره المؤثرة على الصحة.

ومع كثرة الدراسات والبحوث التي أجريت في هذا المجال وتووعها من حيث مجتمعات الدراسة وعيناتها، إلا أنها تجمع على أن تلوث الماء بالفضلات وقدر البالوعات عاملاً أساسياً في انتشار أمراض الكوليرا والتيفويد وحمى الباراتفويد والدوسنتاريا والأمراض المعدية

والحقيقة أن هذه العلاقة السببية قد تأكدت وبوضوح بالنسبة لمجموعة الأمراض المعدية كالكوليرا والتيفويد في مدن إنجلترا وألمانيا والولايات المتحدة في الفترة من 1850 – 1900 حيث تشير الإحصائيات الطبية إلى أن مدناً بأكملها في هذه البلاد أو على الأقل أجزاء كبيرة منها أصيب سكانها بهذه الأمراض في الوقت الذي خلت فيه مناطق أخرى مجاورة من أعراض هذه الأمراض لا لسبب إلا أن الأولى تعتمد كمورد للمياه على آبار أو أنهار تعرضت للتلوث الأدمي أو الصناعي.

ولقد تبين أيضاً أن تلوث المياه يؤدي إلى زيادة انتشار أمراض بين سكان الحضر مثال ذلك التهاب الكبد الذي كان أكثر انتشار بين سكان الحضر عنه بين سكان الريف.

وهناك العديد من الأمثلة المحلية والعالمية لأخطار التلوث المائي على الصحة البشرية، ففي سنة 1953 انتشر وباء شلل الأطفال في مدينة ادمنتون بالبرتا في كندا واستطاع علماء الصحة العامة والصحة البيئية بتتبعهم لأصل المرض أن ينسبوه إلى المخلفات الأدمية التي تلقي في نهر ساسكاتشاون الشمالي الذي تحصل منه المدينة على مياهها.

وفي سنة 1965 أصيب ثمانية عشرة ألف شخص من سكان مدينة ريفر سايد بكاليفورنيا بالدوسنتاريا على نحو مفاجئ وتمثلت أعراض المرض في الحمى والغثيان والتقلصات والقيء وكان سبب ذلك تلوث مياه الشرب بتسرب الملوثات من قذر البالوعات ومن السيول وعدم معالجتها بالكور.

ومما يزيد المشكلة تعقيداً أن معالجة المياه لغاز الكلور لا يؤمن من صلاحية مياه الشرب على الإطلاق.

فقد كشفت الدراسات عن أن الفيروسات المسببة لأمراض التيفويد والتهاب الكبد وما شابهها تصبح أكثر مقاومة لغاز الكلور الذي يستخدم لمعالجة المياه، الأمر الذي جعل الأمراض المعدية تنتشر بنسبة مزعجة في الولايات المتحدة هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن غاز الكلور نفسه قد يكون واحداً من ملوثات المياه حيث اتضح تفاعله مع بعض المواد الكيميائية الأخرى التي تسبب الخلايا السرطانية

وثمة شكل آخر من أشكال التلوث المائي يحدث في المناطق الحضرية نتيجة لبعض العمليات الإنسانية التي تقع في المناطق الريفية المجاورة للمدن ويكون لها مردودها على ساكني المدن بصفة خاصة.

11 رابه
إن أغلب المدن والمراكز الحضرية تعتمد في مواردها المائية على ما هو مخزون منها تحت سطح الأرض وهنا تقع مشكلتان ترتبطان بما يعرف باسم: التسرب، فمن ناحية نجد أن الماء المفقود في المدن والمراكز الحضرية يدخل أو يتسرب في التربة بأحجام متزايدة

وبالرغم من أن للتربة قدرة على تنقية ذاتها من خلال ما تحتويه من ملايين الكائنات العضوية الدقيقة التي تعمل على تخليص التربة والمياه من كثير من المواد الضارة لصحة الإنسان. إلا أن حجم ما يتسرب فيها من عادمة في المدن يفوق حجم قدرتها هذه ومن ثم تعاني التربة في المناطق الحضرية من مشكلة تسرب المياه الفاقدة والفضلات التي لم تعامل بعد وبالتالي تفقد قدرتها على التخلص من الشوائب والملوثات التي تهدد موارد المياه الجوفية هذه من ناحية، ومن ناحية أخرى فأن التوسع في استخدام المبيدات الحشرية والمخصبات وغيرها من مواد كيميائية مركبة تجرفها مياه الري والسيول ومياه الرش إلى تربة المدينة التي تفقد نتيجة لذلك وبالتدرج الكائنات العضوية الدقيقة التي تقوم بعمليات التنقية الطبيعية

ونتيجة لذلك يتعرض سكان المدن لمواد مثل الهيدروكربونات الممتزجة بالكلور والرصاص والزنابق ومركبات الفلورين وغيرها من ملوثات عامة.

فالهيدروكربونات الممتزجة بالكلور هي من بين المواد الكيماوية المصنعة والأكثر انتشاراً في البيئة الحضرية من بينها مركب الـ د.د.ت المبيد الحشري المعروف، ولقد كشفت الدراسات عن أن الدهون البشرية لدى سكان مدن الولايات المتحدة والمملكة المتحدة تحتوي على تركيز من هذه المبيدات يصل إلى 19 ملليجرام لكل كيلو جرام حتى أن لبن الأم قد أصبح في أوائل السبعينات ملوثاً باحتوائه على نسبة تركيز عالية من الـ د.د.ت

كما كشفت الفحوص المعملية أيضاً عن أن هناك تركيزات بمعدلات مرتفعة في لبن الأم من الهيدروكربونات الممتزجة بالكلور مثل الألدرين والديالزين وسادس كلوريد البنزين، ومن أخطر الملوثات الهيدروكربونات الممتزجة بالكلور هو PC B.S (مركب عضوي اصطناعي للكلور) يظهر في الدهن البشري واللبن ويستخدم من أوعية المخازن وينبعث من مداخل المصانع ويتسرب في مياه الأنهار والبحيرات مع فضلات الصناعة ليضيف عنصراً جديداً للملوثات الغازية للهواء أو الماء على حد سواء

وتعتبر كارثة كانيمي وهي تسمم زيت الأرز في اليابان مثلاً لتأثير هذا العنصر الأخير، حيث أصيب أكثر من ألف ساكن بأمراض جلدية وكشفوا عن أعراض القيء والإسهال والصداع والاضطرابات البصرية نظراً لتسرب مركب الـ PC B.S في الزيت المستخدم في الأطعمة المطهية.

ولقد كان من بين نتائج الدراسات المعملية التي أجريت حول تأثير المبيدات الحشرية على الصحة البشرية أن هناك علاقة بين التوسع في استخدام هذه المبيدات وبين معدلات الإصابة بالأمراض السرطانية.

وفي دراسة أجريت لتحليل 120 مركباً من المركبات الكيماوية المختلفة تبين أن إحدى عشر مركباً منها يسبب الإصابة بمرض السرطان على نحو مباشر وأن ثلاثة وسبعين مبيداً حشرياً تعتبر عوامل مساعدة من حيث تركيبها الكيماوي وتفاعلها مع غيرها من المركبات - تعجل بالإصابة بأمراض سرطانية

كما كشفت دراسات الأكاديمية القومية للعلوم في دراسة لها حول ممارسات التحكم في الحشرات المستخدمة الضارة سنة 1967 عن أن ما يزيد عن 25% من المبيدات الحشرية المستخدمة بكثرة في المدن تسبب أوراماً سرطانية في الكائنات البشرية بصفة خاصة.

وفي دراسة رابعة جمعت معطياتها من خلال تشريح الجثث لمعرفة الوفاة، تبين أن هناك ارتباطاً بين مستويات تركيز الـ د.د.ت ومركباته في النسيج الدهني وبين الوفاة

خاصة بعد أن أوضح التحليل المقارن عن ارتفاع تركيز مركبات الـ د.د.ت والـ د.د.أ في دهن المرضى الذين ماتوا من تأثير أمراض المخ والمخيخ وارتفاع الضغط والتليف الكبدي والأورام السرطانية ارتفاعاً يفوق بكثير معدلاته عند المرضى الذين ماتوا بأمراض معدية وأن تركيز الـ د.د.ت ومنتجاته في الدهن كان شديد الارتباط بالاستخدام المنزلي للمبيدات الحشرية، ذلك أن تركيزاته بين الذين يقبلون على استخدامه بتوسع كان أعلى بكثير من معدلات تركيزه فيمن يستخدمونه بمعدلات أقل أو فيمن يحجمون عن استخدامه.

التخطيط لمواجهة مشكلات التلوث:

رأينا أن تلوث البيئة مشكلة تقع عندما يحدث ما يغير طبيعة البيئة أو تركيبها سواء كنتيجة مباشرة أو غير مباشرة لما يقوم به الإنسان من نشاطات حيال تفاعله مع البيئة، ومن ثم تصبح أقل صلاحية لكل – أو بعض – الاستخدامات عما كانت عليه في حالتها الطبيعية قبل تدخل النشاطات الإنسانية.

كما رأينا أن التلوث البيئي يعني حدوث تغييرات نوعية وكمية في الخصائص البيولوجية والفيزيائية والكيميائية لمكونات البيئة المختلفة كالماء والهواء والترربة وما شابه ذلك ذلك التغيير الذي ينجم عن التوسع في استخدام المواد الكيماوية إلى جانب تشتت الطاقة على هيئة حرارة أو ضوء أو إشعاع أو غبار.

ولا تقتصر المشكلة على مجرد أحداث مثل هذه التغييرات الكمية والنوعية لمكونات البيئة، بل يمتد تأثيرها إلى الإضرار بالمقدمات الحيوية للنسق الايكولوجي عندما تكون هذه التغييرات البيئية سبباً مباشراً – على أي نحو أو درجة – في تزايد تهديدات صحة المجتمع الإنساني وسلامته أو عندما يصبح أكثر تهديداً أو ضرراً عند استخدام مكونات البيئة للأغراض المنزلية أو الصناعية أو الزراعية أو الترويحية.

إن المشكلة على النحو الذي حددنا به أبعادها من قبل تواجه دول العالم النامي والمتقدم على حد سواء. ولئن اختلفت هذه الدول فيما بينها فإن الاختلاف يقع في الدرجة لا في النوع خاصة لما صاحب زيادة التطور الصناعي في بعض البلدان المتقدمة من وقوع المشكلة بأبعاد أو أشكال جديدة أو مختلفة ومن هنا فإن الحقيقة التي يجب أن نبرزها في مطلع الحديث عن سبل مكافحة التلوث هي أن المشاكل التي تواجهها البلدان المختلفة لا تقع بنفس الدرجة أو الترتيب بينها، بل أن المسألة تختلف باختلاف الظروف المحيطة بكل مجتمع ومن ثم كان على برامج وخطط مكافحة التلوث أن تكشف هي الأخرى عن قدر كبير من التنوع والمرونة والتجديد.

زد على ذلك أنه وأن كشفت الدراسات – على نحو ما قدمنا – عن ارتباط مظاهر تلوث البيئة لصحة الإنسان ورفاهيته سواء على نحو مباشر أو غير مباشر، إلا أنه أتضح أن بعض أنواع التلوث قد أمكن تشخيصه وتحديد آثاره بدقة، في الوقت الذي لا تزال فيه أنواع أخرى لم تتحدد بعد أشكالها أو مسبباتها أو آثارها على النحو المطلوب من الدقة، الأمر الذي يحتم إجراء المزيد من الدراسات والبحوث للوقوف على جوانب المشكلة وأبعادها وبالتالي تحديد أنجح السبل لمواجهتها أو على الأقل لتجنب الإنسان شرورها.

وفي هذا الصدد يتعين علينا أن نشير إلى ما أسهمت به بعض التخصصات العلمية من دور ملحوظ في تشخيص المشكلة وتحديد آثارها. ونشير بصفة خاصة إلى دور الصحة العامة والطب المهني لقد قدمت الصحة العامة لدراسات التلوث

إسهامات ملحوظة في مجال الكشف عن الأوبئة والإمكانيات المتعددة للبحث والتشخيص كالمختبرات والمعامل وأساليب مراقبة المياه والهواء وتحديد المستويات الملائمة وغير الملائمة لمختلف مقومات البيئة وذلك كله عندما استهدفت ما أسمته "إصلاح البيئة أو تحسينها".

كذلك قدم الطب المهني بما أجراه من بحوث ودراسات عديدة نذكر في مقدمتها الدراسات التي أجريت على السموم والعقاقير – اسهاماً ملحوظاً – عندما وفر قاعدة عملية لازمة وسرية للمعلومات التي تدور حول العلاقة السببية بين الملوثات وآثارها والعلاقة بين مقادير الجرعات المختلفة ونتائجها.

وبالمثل أسهمت العلوم الأساسية كالكيمياء والفيزياء والبيولوجيا والعلوم الهندسية بنصيب ملحوظ في مجال تفهم ظواهر تلوث البيئة وأمدت المعنيين لمكافحة المشكلة كالإداريين ورجال الصحة العامة والصناعة والتجارة والزراعة والنقل والممرور بمعلومات قيمة حول كيفية صياغة وتطوير البرامج التي توجه صحياً لمكافحة تلوث البيئة.

مكافحة تلوث الهواء:

يمكن أن نقسم أساليب مكافحة التلوث الهوائي وغيره من الأشكال الأخرى من التلوث البيئي إلى إجراءات وقائية وأخرى علاجية تصحيحية.

ويندرج تحت الإجراءات الوقائية مجموعة التدابير التي تحول دون وقوع التلوث سواء كانت في شكل أحكام أو لوائح أو قوانين يحظر في مجملها النشاطات الإنسانية المختلفة المسببة للتلوث بينما يندرج تحت السبل العلاجية مجموعة معقدة من الإجراءات الفنية التي تستهدف الإقلال بمستويات التلوث إلى أدنى حد ممكن.

وبغض النظر عن هذا التقسيم نستطيع أن نقرر أي وسائل مكافحة التلوث الهوائي تترجم في الحقيقة إلى ما من شأنه أن يؤدي إلى تجنب انطلاق الملوثات الهوائية أو التحكم فيها من أجل تنقية الهواء لفترات تاريخية طويلة تلعب دوراً بارزاً أو كافياً للتحكم في تلوث الهواء

حيث كان الثلج والمطر ينزلان ملوثات الهواء كما كان كثيراً من المواد الملوثة الصلبة يسقط على الأرض ليمتص في التربة التي تقوم بدورها هي والنبات بتنقية الهواء، وأنه مع بداية الثورة الصناعية واستخدام الإنسان مصادر جديدة للوقود والمعدات والمحركات ألخ، أصبح النشاط الإنساني يتدخله في المسيرة الطبيعية للبيئة مصدراً للتلوث فاق ما للعمليات الطبيعية من قدرة على تقنية الهواء وبت من الضروري أن تستحدث وسيلة لمواجهة المشكلة سواء من الناحية الوقائية أو من الناحية العلاجية.

وتتدرج محاولات تحديد المستويات المسموح بها لتلوث الهواء ضمن الأساليب الوقائية لمواجهة المشكلة ففي بلد متقدم كالولايات المتحدة الأمريكية تنقسم هذه المستويات إلى قسمين: يحدد القسم الأول نوعية الهواء المحيط بمعنى تحديد درجة تركيز الملوثات المختلفة المسموح بوجودها في أقل مستوى في الغلاف الجوي يمكن أن يتعرض لها الناس والكائنات الحية والممتلكات.

وعادة ما يعبر عن هذه المستويات بأجزاء من المليون أو ميكروجرام تلوث لكل متر مكعب من الهواء أما القسم الآخر فيحدد مستويات الانبعاث أي يحدد كميات الملوثات المختلفة التي تنطلق من مصادر مختلفة في كل وحدة من الزمن أو لكل وحدة نشاط مثل: تحديد كميات الملوثات المختلفة في كل ميل قيادة في السيارات أو العربات المختلفة.

ويعتبر تحديد مستويات الانبعاث أداة رئيسية لتحديد مستويات نوعية الهواء. ولو أن العلاقة بين هذين النوعين من المستويات لم تتأكد بعد، حيث تتوقف هذه العلاقة على التوزيع الجغرافي للمصادر المختلفة للتلوث (السيارات والمصانع ومعامل التكرير ومحطات توليد الكهرباء) كما تتوقف على تفاعل الملوثات بالأحوال القياسية التي تتعرض دائماً لتغيرات مستمرة، إلى جانب التفاعلات الكيميائية بين الملوثات بعضها ببعض

وبطبيعة الحال تدعم هذه الجهود العملية لتحديد المستويات المختلفة لنوعية الهواء ومستويات الانبعاث عدد من التشريعات والقوانين مثل قانون الهواء النقي الذي صدر من الكونجرس الأمريكي سنة 1970 والتعديلات التي طرأت عليه في سنة 1975 بشأن تحديد المستويات الأولية والثانوية لحماية الصحة العامة والممتلكات بتحديد ما يعرفه باسم خط الموت بالملوثات الهوائية.

ولقد كان من بين ما جاء في هذا القانون أنه "لا يمكن للدولة أن تسمح بفساد نوعية الهواء في منطقة ما كان هوائها نقياً من قبل أكثر مما هو مطلوب" وفي هذا الصدد أيضاً نشير إلى التعليمات التي أصدرتها وكالة حماية البيئة الأمريكية سنة 1974. والتي بمقتضاها قسمت المناطق إلى ثلاث فئات واحدة تكفل لها حماية نوعية الهواء بمعنى أن المستويات الحالية آمنة وصحيحة بينما تكشف الثانية عن زيادة معتدلة في المستويات المسموح بها أما الثالثة فهي تلك التي يكون فيها التلوث قد وصل إلى مستويات يحتم تدخل الدولة بشكل مباشر

ومن المستغرب أن هذه التعليمات قد هوجمت من قبل كل من رجال الصناعة في أمريكا لقسوتها وصرامتها في نظرهم وأيضاً من قبل علماء البيئة لتساهلها وعدم مواجهتها للمشكلة بالجدية المطلوبة.

ولأن عملية احتراق الوقود بأنواعه المختلفة (فحم - بنزين - بترول - غاز طبيعي) ولأغراض متباينة كالصناعة والنقل هي أكثر النشاطات الإنسانية توليداً لملوثات الهواء توجه كل المحاولات والجهود الوقائية والعلاجية لمواجهة المشكلة إلى الاهتمام بالتحكم في كمية ونوعية الملوثات الناجمة عنها. وفي هذا الصدد يكون الاختيار من بين بدائل خمسة هي:-

1-اختيار المصادر بمعنى اختيار أنواع الوقود هي ومخلفاتها من الملوثات.

2-إزالة الملوثات أو مخلفاتها من مصادر الوقود المستخدمة.

3-تشغيل العمليات بطريقة تؤدي إلى الإقلال من حجم الملوثات.

4-إزالة الملوثات من المواد المتخلفة عن عملية الاحتراق.

5-استبدال طرق التشغيل المستعملة بطرق أخرى لا يرتبط بها انطلاق الملوثات.

أولاً: في مجال النقل:

تعتبر وسائل النقل بأنواعها المختلفة مصادر متحركة للعديد من الملوثات الهوائية وتزدحم شوارع المدن والمراكز الحضرية بمئات الآلاف من السيارات المزودة بمحركات بنزين وبالعديد من العربات الكبيرة (لوارى) والجرارات التي تعمل بمحركات الديزل.

ولقد كشفت الدراسات عن أن مصادر الهيدروكربونات التي تتركها السيارة التي تعمل بالبنزين تتوزع كالاتي:

65% من العادم و15% بالتبخر من خزان الوقود والكاربوراتير و20% من الغازات الهاربة من حول شنابر الموتور وأن جميع الملوثات الأخرى مثل أكسيد الكربون والأزوت ومركبات الرصاص ينطلق جميعها من عادم السيارات.

لذلك كان من الضروري اتخاذ التدابير اللازمة للتحكم في الملوثات الناتجة من السيارات سواء من العادم أو من المحرك.

وإلى جانب الإجراءات الفنية التي استحدثت في صناعة السيارات فتتحقق مواصفات معينة لغازات العادم وما يحتويه من هيدروكربونات وأول أكسيد الكربون والتي اشتملت على تعديلات جزئية في بعض أجزاء المحرك لتقليل الملوثات المنبعثة ظهر اتجاه نحو ضرورة تغيير تركيب الوقود نفسها إذ تتأثر العلاقة بين تركيب الوقود وتركيب العادم تأثيراً قوياً بالتفاعلات الكيميائية التي تحدث في منطقة الاشتعال للمحرك. ومن ثم روى أن تقليل محتويات البنزين من الهيدروكربونات يؤثر أيضاً على نسبة الهيدروكربونات بالعادم وبالفعل ترجمت هذه الرؤية إلى قانون رقم 63 في لوس أنجلوس بولاية كاليفورنيا لتغيير نوع الوقود الذي يحدد نسبة ما يحتويه البنزين من هيدروكربونات

كما أجريت التجارب بالفعل لاستبدال البنزين بوقود آخر كالغازات البترولية السائلة وتبين أن كمية الهيدروكربونات التي يحتويها عادم هذه السيارات يصل إلى ما لا يزيد عن 20% من كمية الهيدروكربونات الناجمة عن عادم سيارات البنزين. ومن قبيل الوسائل المتبعة لتغيير تركيب الوقود نجد ما أوصت به لجنة السيارات التي شكلتها وزارة التجارة الأمريكية سنة 1967 من إنقاص كمية الرصاص المستخدمة في البنزين للحد من ملوثات الرصاص المنبعث في الهواء نتيجة لزيادة أعداد السيارات وزيادة استهلاك البنزين واتجهت الدول بالفعل في استخدام عدة طرق لمعالجة وإنتاج نوع من البنزين يخلو من الرصاص ولو أن نتائج التجارب المبدئية تشير إلى أن الانتقال إلى البنزين الخالي من الرصاص عمل تكنولوجي واقتصادي ضخم يتطلب زيادة نفقات التشغيل سواء على المستوى الفردي أو على المستوى القومي.

كم بدأ التفكير في إنتاج نوع جديد من السيارات يسير بغير المصادر المعروفة للطاقة بمحركات بخارية أو تروبينات غازية لما تتميز به من انخفاض مستويات ما ينبعث منها من ملوثات للهواء، غير أنه تبين أن السيارات التي تسير بالبخار أو الكهرباء لا تقدر على منافسة السيارات ذات محركات الاحتراق الداخلي حتى وأن قللت من مستويات التلوث نظراً لنفقاتها الباهظة ما يستلزم انتاجها من تغيير جذري لخطوط الإنتاج المعروفة في صناعة السيارات

فإذا انتقلنا إلى السيارات المزودة بمحركات الديزل نجد أن من أهم ما تثيره من مشكلات هي الدخان والرائحة، فلقد تبين أن ما ينصرف في عادمها من أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات هو عشر ما ينصرف من عادم سيارات البنزين وذلك بسبب التصميم الفني للمحرك ولنوعية الوقود المستخدم. ومن أمثلة هذه السيارات اللوري والأتوبيسات وسيارات النقل الخفيف والتي تسهم بما تنفث من دخان أو رائحة بنصيب في تلوث هواء المدينة

ثانياً: في مجال الصناعة

أشرنا من قبل إلى ان التلوث الصناعي للهواء يعد واحداً من أخطر أشكال التلوث الهوائي على الإطلاق. فلقد تبين أن الصناعة وحدها تنتج ما يزيد عن 5/2 الملوثات الخمسة – أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، الهيدروكربونات أكاسيد الأزوت، الجسيمات الدقيقة – وبطبيعة الحال تمثلت الملوثات الهوائية المنبعثة عن الصناعة كما ونوعاً باختلاف أساليب الإنتاج المستخدمة وطريق التشغيل ونوعية الآلات وطبيعة المادة الخام التي يتم معالجتها داخل المنشأة الصناعية ومع

ذلك تعد مصانع الكيماويات العضوية وغير العضوية ومصانع الحديد والصلب ومصافي البترول ومصانع الورق ومصانع الفلزات غير الحديدية من أهم مصادر الملوثات الخمسة الأكثر انتشاراً.

وهناك عدة أساليب للتحكم في تلوث الهواء الناجم عن النشاط الصناعي: تأتي في مقدمتها تغيير طريقة الإنتاج كطريقة مثلى لمواجهة المشكلة، حيث تبين أن طريق الإنتاج محكمة الغلق تكون أفضل بكثير من طرق الإنتاج المفتوحة. ثم تأتي بعد ذلك وسائل تجميع الجسيمات والغازات وهي متنوعة تقع في مجموعات عامة هي: المرشحات والمرسبات الكهربائية، السيلكونات، والأبراج، ومعدات الاحتراق الخاصة تختلف فيما بينها بطبيعة الحال باختلاف طبيعة الانبعاثات المطلوب التحكم فيها ومعدل انسيابها ودرجة حرارتها وطبيعة المواد الملوثة وتركيزها

ولقد كشفت التجارب أن بعض هذه الوسائل له قدرة فائقة على التحكم في تلوث الهواء، مثال ذلك استطاعت مصانع الورق في الولايات المتحدة الأمريكية أن تمنع ما يقرب من 90% من الجسيمات الدقيقة باستخدام السيلكونات والأبراج المبللة والمرسبات الالكترونية.

ومع ذلك لا تزال هناك بعض العمليات الصناعية التي لم يكتشف بعد ما يتلاءم معها من أجهزة للتحكم في تلوث الهواء، مثل ذلك أفران الكوك في صناعة الصلب وخاصة عند شحن وتفرغ الأفران، كما لا تزال مشكلة الرائحة دون حل في صناعات لب الورق التي تطلق مركبات الكبريت. كما أن انبعاث أكاسيد الكبريت في بعض العمليات الصناعية التي تستخدم في حرق الوقود الطموي من الصعب حتى الآن التحكم فيها من خلال أجهزة للتحكم أو معالجة غاز المداخن، والبديل الوحيد أمام هذه الصناعات أن تتمكن من الحصول على وقود تنخفض فيه نسبة الكبريت، أو أن تطور أساليب جديدة للاحتراق تقلل من انبعاث الكبريت.

كذلك فإن تشييد المداخن العالية يعد هو الآخر أسلوباً للتحكم في تلوث الهواء الناجم عن محطات توليد القوة الكهربائية التي تعمل بالفحم أو الزيت، والتي تعد - في بلد متقدم كالولايات المتحدة الأمريكية - المصدر الثالث لتلوث هوائها بما تطلقه من غازات أكسيد الكبريت ومن الجسيمات الدقيقة وأكاسيد الآزوت.

كما تلجأ بعض المحطات إلى استخدام وقود يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت، إلى جانب استخدامها لوسائل فنية لتجميع الجسيمات كما تفكر بعض المحطات في تعديل أسلوب الاحتراق حتى تستطيع التحكم في انبعاث أكاسيد الآزوت. ومع ذلك تشير نتائج الدراسات والبحوث إلى أن أسلوب "تشييد المداخن العالية"، واستخدام الوقود الذي تنخفض فيه نسبة الكبريت وتنظيف الغازات العادمة يمكن أن تحقق قدراً كبيراً من النجاح في حل مشكلات التلوث الهوائي شريطة أن يتخلص كل أسلوب منها من المشكلات الفنية والنوعية المرتبطة باتباعه.

فالمداخن العالية، من ناحية، لا تقلل من انبعاث المواد الملوثة ولكنها تقلل من درجة تركيزها على سطح الأرض.

يبقى في النهاية محاولات تنظيف الغازات العادمة لتخليصها من الملوثات الهوائية كأسلوب بديل لمواجهة المشكلة.

وفي هذا الصدد استحدثت عدة طرق لإزالة أكثر الملوثات خطورة وهو أكسيد الكبريت من عادم المصانع المختلفة ومن بينها تفاعله مع الحجر الجيري أو الدولوميت، أو تنشيفه بمادة صلبة كالألومينا القلوية أو امتصاصه بثاني أكسيد المنجنيز لإنتاج كبريتات النشادر. أو امتصاصه بالفحم المنشط لإنتاج حمض الكبريتيك.

غير أنه لسوء الحظ تبين أن لكل شكل من الأشكال المختلفة لتنظيف الغازات العادمة صعوباته الفنية والاقتصادية وأثاره الجانبية على تلوث جانب آخر من جوانب البيئة.

والمثال على ذلك نشير إلى طريقة التخلص من أكسيد الكبريت بتفاعله مع الحجر الجيري. في هذه العملية يلاحظ أن ما ينتج من حجر جيري مبلل يكون مشبعاً بكبريتات المغنسيوم الذائبة التي تعتبر بذاتها من أهم المواد الملوثة للمياه

(ب) مكافحة تلوث الماء:

لعل من أهم ما يزيد مشكلة الماء تعقيداً ذلك الاختلال الذي يصيب معادلة العرض والطلب من ناحية، وسوء استخدام ما هو متاح على شكل عرض. فكما قدمنا نلاحظ أن موارد المياه تكاد تكون محدودة على مستوى العالم حتى أنه جاء في أحد التقارير أن ما يتبقى للإنسان من ماء نقي يفي باحتياجاته لا يتجاوز 1% من كمية الماء الموجودة على سطح الكرة الأرضية أما الباقي فإما ماء مالح أو ثلوج أو أمطار لا ينتفع بها كلها بل يتبخّر جزءاً كبيراً منها في الهواء وتستهلك النباتات جزءاً أكبر ويتحول الجزء الثالث إلى سيول تتدفق في البحر أو تتسرب تحت الأرض. ومع هذه الندرة في الموارد المائية العذبة الصالحة تدخلت يد الإنسان ونشاطاته المتعددة في تلوّث القيمة الباقية من هذه الموارد حتى غدت مشكلة تلوث الماء مشكلة عالمية وإن تفاوتت في حدتها على المستوى القومي أو على المستوى المحلي.

إن الزيادة المطردة في سكان المدن والتجمعات الحضرية الكثيفة، وتغير أنماط السلوك الفردي والأسري في مجال النظافة والتوسع في استخدام الأدوات والمعدات المنزلية والتوسع الصناعي الذي يستهلك كميات ضخمة من الماء، كل ذلك أضاف عبئاً على الموارد المائية المتاحة ليس فقط من خلال استنزافها بل وأيضاً من خلال ما ينتج عن كل هذه السلوكيات والأنشطة من مخلفات تعد مصدراً أساسياً من مصادر التلوث المائي.

ويناط بمحطات تنقية المياه مهمة جلب الماء الخام من موارده كالأنهار والخزانات الجوفية ومعالجته لإعداده للاستخدام البشري. كما يلقي على محطات معالجة مياه المجاري والبالوعات مهمة تنقية الفضلات والمخلفات الصناعية من الشوائب والملوثات مثل التخلص منها في الأنهار والبحيرات والمياه الساحلية. لذلك توجه جهود مكافحة التلوث المائي إلى الاهتمام بالأخيرة باعتبارها جهود لمنع التلوث من مصادره.

وعلى الرغم من أن هناك طرقاً معروفة للتخلص من مياه المجاري مثل عملية الهضم بالبكتريا أو فصل المياه من الحمأة وإلقاء الفضلات في حفر أرضية أو استخدامها في استصلاح التربة أو طريقة التحجيف والحرق والأكسدة وغيرها من طرق فنية معقدة تستهدف التخلص نهائياً من قدر البالوعات، إلا أنه لا تزال طريقة التخلص التام بإلقائها فوق الأرض أو في البحيرات أو في المسطحات المائية من أكثر الطرق انتشاراً وتداولاً في كثير من العالم رغم ما تثيره من مشكلات الروائح الكريهة وتوالد الحشرات وتلوث المياه وغيرها من مشكلات تتعلق بالصحة العامة.

ومع ذلك فإن هناك اتجاه حديث تبنته بعض الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية هو ما يعرف باسم "المعالجة الثالثة للمياه العادمة" تهدف إلى إزالة الملوثات المائية بمعدلات أكبر بكثير من المعدلات التي تحققها هذه الطرق المألوفة. ومع أن المعالجة الفنية للمياه في هذه الطرق الحديثة تختلف من مكان إلى آخر باختلاف نوعية المياه العادمة إلى جانب بعض الاعتبارات المحلية الأخرى، إلا أن هذه الطرق تحاول إزالة أربعة مجموعات أساسية للملوثات هي: المواد الصلبة المعلقة والمركبات العضوية الذائبة والمركبات غير العضوية الذائبة ومغذيات النبات (الأزوت والفوسفور) الذي يتخلف عن مرحلة المعالجة الثانوية

والمهم من هذا كله هو الحرص على إزالة البكتريا والفيروسات المسببة للأمراض والقضاء عليها في المياه المعالجة لأسباب عديدة أهمها أن هذه المياه التي تلقى عليها المخلفات محطات المعالجة تستخدم بكثرة في تدعيم مصادر المياه وخاصة في

مناطق المدن الكبرى وأن إعادة استعمال الإنسان للمياه المعالجة تقتضي العمل على الحيلولة دون تكاثر الكائنات الدقيقة الملوثة.

وفي هذا الصدد يمكن التخلص من البكتيريا والفيروسات بطرق المعالجة التقليدية الأولية والثانوية وبخاصة عن طريق إضافة الكلور في المرحلة الثانوية. ولو أنه تجرى بعد هذه المرحلة الآن عمليات أخرى مثل ترويق المياه بالكيماويات وترسيخها وإن كانت المعالجة بالكلور لا تزال هي الطريقة القياسية لتعقيم المياه العادمة في أغلب مدن العالم. ومع ذلك فإن العملية نفسها – المعالجة بالكلور – للتخلص من الفيروسات والبكتيريا آثارها الجانبية التي لا تزال موضوع البحث والدراسة، كما لا تزال الحاجة ماسة إلى وسائل أكثر تطوراً للتخلص بصفة نهائية من الفيروسات مع تجنب ما قد يترتب على التعقيم بالكلور أو المؤكسدات الأخرى كاليود والأوزون والبروم من نتائج صحية خطيرة..

- فإذا ما انتقلنا إلى الشق الثاني من مشكلة التلوث المائي ونقصد به التلوث بالفضلات الصناعية، نلاحظ أن المشكلة أكثر تعقيداً خاصة وأن مياه الصناعة العادمة هي أقل استجابة للمعالجة التقليدية التي تجرى على مياه الاستعمالات العامة وذلك لاحتوائها على مواد لا يمكن تحللها بيولوجياً مثل الفلزات والمركبات الكيميائية ومن ثم فإن مكافحة هذا الشكل من أشكال التلوث يتطلب ترتيبات أخرى جديدة

ومن بين ما يستخدم في هذا الصدد معالجة مياه عادم المصانع في الموقع نفسه باستخدام المصافي والمرشحات لإزالة الجسيمات العالقة وغيرها من الملوثات لإعادة استخدام المياه من جديد لأغراض النشاط الصناعي كأسلوب لخفض حدة التلوث المائي من ناحية وترشيد استهلاك موارد المياه المتاحة في المدن حتى أن هناك بعض الصناعات تعيد في الوقت الراهن استخدام أكثر من جالونين من المياه مقابل كل جالون من المياه الجديدة وتجري الدراسات والبحوث بهدف زيادة هذا المعدل ليصل إلى خمس جالونات لكل جالون ماء جديد

كما قد تلجأ بعض المصانع إلى إجراء بعض التعديلات الطفيفة على أساليب التشغيل والإنتاج بما تتلاءم وإعادة استخدام مخلفاتها في إنتاج منتجات ثانوية.

كذلك قد تساعد عملية تغيير المواد الخام المستخدمة في الأغراض الصناعية من الإقلاع من تلوث المياه. والمثال على ذلك أنه عندما استبدلت بعض المصانع مادة السيلفونات بنزين والتي تستخدم على نطاق واسع في المنظفات الصناعية بنوع جديد من السيلفونات الأكثر قابلية للتحلل البيولوجي.