

الفصل الثاني



- ◊ تلوث الماء
- ◊ المطر الحامض
- ◊ الماء العذب

تلوث الماء

كان البشر قديماً يكونون تقديرًا كبيراً وإحتراماً خاصاً للماء وعبروا عن ذلك بوجود آلهة للمطر والنهر والآبار والينابيع المقدسة ويذكر هيرودتس أن تلويث الأنهار كان ممنوعاً ولم يكن مسموحاً للأشخاص حتى بغسل أيديهم في مياه النهر حفاظاً على قدسيته وفي بلاد الإغريق القدماء فرضت عقوبات صارمة على من يلوث المياه أو حتى من لا يعاملها بإحترام ، ولكن المؤسف أن الماء فقد في هذا العصر إحترامه كمورد طبيعي ثمين لا غناء عنه وخاصة بين الأمم الصناعية .

يقسم هوبكنز وشولز (1954) Hopking & Schulz الماء إلى ثلاثة أقسام مأمون وملوث وممرض .

١- الماء المأمون Wholesome

هو الماء النقي في جميع الأوقات ويجب أن يكون خالياً من المواد العالقة لا لون ولا طعم ولا رائحة له خالياً من جميع الميكروبات الممرضة لا يحتوى مواد ذائبة عضوية قد تجعله ضاراً بالصحة .

٢- الماء الملوث Polluted

هو الماء الذي تنخفض درجة جودته نتيجة لإختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها من المخلفات فتجعله غير صالح للشرب أو الأغراض الصناعية.

٣- الماء الممرض Contaminated

هو الماء الذي يعتبر مصدراً للأضرار الصحية نتيجة لإختلاطه بمخلفات الإنسان أو الحيوان أو المركبات الكيميائية .

وقد يكون الماء العكر مأموناً - من ناحية - ولكنه غير نقي نَعاَفه العين وعندما يحتوى الماء على الألجى Algi أو الدياتومات Diatomes أو القشريات الدقيقة أو غيرها من الكائنات الحية فإنه يصبح غير مقبول المذاق وذا رائحة كريهة.

✕ مصادر تلوث الماء

تتعدد مصادر تلوث الماء فقد تكون غازية أو سائلة أو صلبة كما قد تكون كائنات حية أو أجسام عضوية أو غير عضوية .

- مواد صلبة تظل معلقة بالماء فتسبب عكارة
- مواد تستهلك الأوكسجين .
- مغذيات تساعد على تكاثر الكائنات الحية وأهم هذه المغذيات هي النترات والفوسفات ومصدرها هو ماء الصرف الذي يستخدم فى الأغراض المنزلية والإفراط فى المخصبات الزراعية وقد تبين أن المنظفات الصناعية - شائعة الاستخدام - فى المنازل عندما بدأ إستخدامها كانت تحتوى مقادير كبيرة من الفوسفور وقد عمد منتجو هذه المواد إلى خفض محتواها منه .
- البكتريا والفيروسات والمواد الكيميائية الممرضة مثل الزئبق والرصاص والنحاس والزنك والكروم (العناصر الثقيلة) وقد تسبب هذه الكيماويات أثاراً خطيرة على صحة كثير من الكائنات التى تقطن مجارى المياه والبحيرات ومن الكيماويات أيضاً ما يزيد حموضة الماء أو قلويته وقد أشرنا فى موقع آخر من هذه الصفحات إلى أن الأسماك تفضل درجة متوسطة من الحموضة الخفيفة أو القلوية الخفيفة (رقم ألـ pH من ٥,٥ - ٨,٥) وأن زيادة الحموضة أو القلوية قاتلة للأسماك وصرف مصانع

منتجات الورق ولبه يزيد حموضة الماء بينما مخلفات الهيدروكربونات التي تتسرب من المصانع ومعامل تكرير البترول ومحطات خدمة السيارات والزيوت المنسكبة من ناقلات النفط وفي موانئ شحنه وأنابيب نقله والتي تصل إلى مياه الأنهار العذبة أو المياه الشاطئية .

- مياه تستخدم في عمليات التبريد في محطات توليد الطاقة الكهربائية بكميات كبيرة يلقي بها في المجارى المائية والمياه الشاطئية بعد أن ترتفع درجة حرارتها مما يؤدي إلى رفع حرارة مياه هذه القنوات أو البحيرات لدرجة تؤدي إلى موت الأسماك بها .

- مركبات تكشفت خطورتها وأصبحت عنواناً عما يمكن أن تحدثه الكيماويات من أضرار كـمركب Poly Chlorinated Biphenyl "PCB" (وهو ما أشرنا إليه مسبقاً) وقد أنتجته شركة مونسانتو الأمريكية منذ نحو ٣٠-٤٠ سنة ليدخل في صناعة المحولات الكهربائية والبويات والأحبار والورق والبلاستيك وغيرها ويتسرب هذا المركب إلى البيئة عندما تبلى الأدوات أو المواد التي دخل في صناعتها ويقذف بها في أكوام المهملات ولما كان انحلاله بطيئاً فإنه يتسرب مع الأمطار إلى باطن الأرض أو إلى المجارى المائية أو يتبخر عند حرق المهملات ولهذا ينتقل بالرياح أو المياه إلى أماكن قد تبعد كثيراً عن موقع أكوام المهملات (أوضح وجود هذا المركب في أجسام الحيوانات البحرية وطائر البنجوين بالمنطقة المتجمدة) .

- الأسمدة والعناصر المغذية الدقيقة ومنظمات النمو Growth regulators التي تضاف إلى الأرض أو ترش على النباتات بقصد زيادة الإنتاج ولكن قد يرشح بعض هذه الكيماويات إلى باطن الأرض فتختلط بالماء الجوفي ثم ماء الأنهار أو الآبار فتقل صلاحية هذه المياه للإستخدام الأدمي .

• مبيدات الآفات - فطرية أو حشرية أو حشائش - تقتل مجاميع معينة من الكائنات وبالرغم من أن بعضها ذات تأثير نوعي أو تخصصي Specific بدرجات متفاوتة إلا أن تأثيرها الضار قد يمتد إلى الكائنات الدقيقة الأرضية والأحياء اللاقارية بالتربة مما ينعكس آخر الأمر بضعف القدرة الإنتاجية للتربة كما قد تتعرض أيضاً قنوات الماء للتلوث إذا حدث إنجراف. لتربة هذه الحقول بواسطة الماء .

ولتقدير مدى تلوث الماء يقدر الآتي :

١- الأوكسيجين الذائب "D.O." Dissolved Oxygen .

٢- المواد العضوية .

أ) الإحتياجات الحيوية من الأوكسيجين Biochemical Oxygen Demand "BOD" .

ب) الإحتياجات الكيميائية من الأوكسيجين Chemical Oxygen Demand "COD" .

٣- الأمونيا - النتريت - النترات .

٤- الكائنات الدالة على التلوث بمخلفات الإنسان أو الحيوان .

Organisms indicative of Fecal Pollution

٥- البلانكتون Planktonic Organisms .

٦- النفط والزيوت .

٧- إختبار التسمم الناتج عن المواد السامة من مخلفات الصناعة.

وتتلوث المياه الجوفية بما يتسرب إليها من أقدار وفضلات ومواد كيميائية مما تخرجه المصانع وتتعرض بعض هذه المواد للإنحلال في باطن الأرض نتيجة للنشاط الكيميائي والبيولوجي وأوضحت بعض الدراسات أن الماء الجوفي بجوار منطقة تلقى بها القمامة أن العينات التي أخذت بالقرب من هذا

الموقع قد تخلصت من الملوثات العضوية نتيجة للتحلل بالعديد من الكائنات الدقيقة-غير الهوائية ويلى ذلك فى عمق الأرض منطقة إنتقالية بتحول فيها أكسيد الحديدوز إلى أكسيد حديدك ثم على مسافة أعمق يكون الأوكسجين الموجود كافياً لأكسدة المواد غير العضوية أما إذا تعرضت التربة للمخلفات الصناعية فالمواد الكيميائية قد لا تتأثر بالعمليات الميكروبيولوجية ولا تترسب فى مسام الصخور الحاملة للمياه الجوفية ولا تمتصها مكونات التربة وقد تتعرض المياه الجوفية للتلوث بالبترول نتيجة لإنفجار الأنابيب الحاملة له فيتسرب البترول إلى باطن الأرض وتتلوث المياه الجوفية .

✕ أمراض تنقلها أو تسببها المياه

فى تقرير لهيئة الصحة العالمية أن نحو ١٠% من الأمراض التى تصيب سكان العالم تعود إلى نقص الماء الكافى أو إلى عدم كفاية المرافق الصحية ويشمل ذلك ما يترتب على شرب الماء الملوث أو المياه التى تؤوى ناقلات الأمراض والأمراض التى تنجم عن عدم الإغتسال .

- أمراض تحملها المياه وتنقل عن طريق شرب ماء ملوث أو إستخدام الماء الملوث فى غسل الطعام أو الأواني أو اليدين أو الوجه مثل التيفود والكوليرا والدوسنتاريا والإسهال ثم إلتهاب الكبد المعدي عندما يزداد التلوث .
- أمراض تنتج عن نقص الإغتسال مثل التراكوما والجرب والغدة النكفية والبرص وإلتهاب الملتحمة وتغفن الجلد .
- أمراض قاعدتها الماء أي أن حاملاتها كائنات مائية لا فقارية مثل البلهارسيا والدودة الشريطية .
- أمراض تنقلها حشرات ذات صلة بالماء مثل الملاريا والفيلاiria (مرض الفيل) والحمى الصفراء التى ينقلها البعوض والعمى النهري الذى تنقله الذبابة الخاصة ومرض النوم الذى تنقله ذبابة التسي تسي .

- أمراض تنقلها حشرات ذات صلة بالماء مثل الملاريا والفيلاريا (مرض الفيل) والحمى الصفراء التي ينقلها البعوض والعمى النهري الذي تنقله الذبابة الخاصة ومرض النوم الذي تنقله ذبابة التسي تسي .
 - أمراض يسببها نقص المرافق الصحية مثل الإنكلستوما .
- ويتسبب الإسهال في موت ستة ملايين طفل سنوياً في البلاد النامية ويسهم في وفاة نحو ١٨ مليون من البشر .

✕ آثار التسميد على الماء

من الواضح أن التسميد يقصد منه زيادة العناصر المغذية بالأرض والنبات حتى يتحسن الإنتاج ولا يقصد من زيادة هذه العناصر في الماء المنصرف من على سطح الأرض إلى باطنها (الماء الجوفي مختلطاً بماء الصرف) ولو أن التحكم في ذلك أمر صعب في المناطق الرطبة حيث يحدث تدفق الماء بصفة دائمة على سطح الأرض أو رشحه إلى جوف الأرض مختلطاً بماء الصرف .

وتفقد جميع الأراضي سواء كانت مسمدة أو غير مسمدة بعض العناصر المغذية ولو بمقادير صغيرة في الماء الراشح منها ويتزايد الفقد من العناصر المغذية بالتسميد ولذا يبدو أن هذا الفقد أمر لا يمكن تجنبه ولو أن ذلك قد لا يكون أمراً عاماً في جميع الأحوال فغسيل العناصر المغذية لا يتوقف على كميات السماد المضافة للأرض فقط بل إلى حد كبير على عوامل أخرى تحدد حركة هذه العناصر في الأرض فالتسميد في أحد الحقول قد يفقد منه كميات من العناصر المغذية أقل كثيراً من أرض غير مسمدة في الغابة كما توجد أيضاً فروق بين العناصر نفسها ويتوقع التأثير السلبي للأسمدة على الماء في الأحوال الآتية :

- النترات فى الماء الجوفى يؤثر على صلاحية الماء للشرب .
- الفوسفات فى الماء السطحى فى بعض المناطق قد يؤدى إلى تخصيب الماء خصوصاً مع النترات* .

ويجب ألا يزيد محتوى ماء الشرب من النترات عن ٣٠ جزء/مليون نيتروجين وقد تتجاوز هذا الحد فى حالة زيادة التسميد قرب البئر ويفسر ذلك القيود التى توضع على التسميد فى منطقة آبار المياه الجوفية .

وقد سبق توضيح مشكلة النترات فى ماء الشرب ويمكن أن نضيف أن الغسيل الإضافى للنترات الناتج عن التسميد يتراوح فى حدود واسعة بين ٥ ، ٥٠ كجم/هكتار وقد تكون هذه القيم أكبر من ذلك فى بعض الحالات ففي هولندا تقدر الكميات المنقولة بنحو ٥٠ كجم/هكتار فى الحقول المزروعة و ١٣ كجم/هكتار فى أراضي المراعى بمتوسط ٣٠ كجم/هكتار والكميات المنقولة فى الماء أقل من ذلك أو مشابهة فى بعض المناطق ويجب أن يكون واضحاً أن طرد النيتروجين لا يرتبط مباشرة بمقدار السماد المضاف فالكميات الكثيرة التى تطرد ترجع إلى طريقة الإضافة الخاطئة ويمكن خفض هذا الفقد ونقترح فيما يلى الاحتياطات الواجب مراعاتها :

- خفض مقدار النترات فى فصل الخريف فالفقد يحدث فى الشتاء لكثرة سقوط الأمطار .
- يضاف النيتروجين بعد ملاحظة نقصه على النباتات لتجنب الإضافات الزائدة .
- إضافة الأسمدة الأقل ذوباناً أو على الأقل قليلة الحركة فى الأرض .
- تجنب فقد السماد بالماء المتدفق .
- زيادة سعة تخزين النيتروجين بتحسين نمو أحياء التربة .
- تحسين قدرة الأرض على الاحتفاظ بالماء .

* يقصد بالتخصيب زيادة نمو الحشائش بالمجارى المائية .

تخصيب الماء Eutrofication

تجمع العناصر المغذية في المياه السطحية يرجع لزيادة الفوسفات لأنها هي العامل المحدد للنمو فزيادة الفوسفور يحسن نمو اللجي وعندما تتحلل أجسامها تستهلك الأوكسجين مما قد ينجم عنه موت الأسماك .

وقد. إتضح أن مصدر أغلب الفوسفور هو الفضلات أما مساهمة السماد الفسفوري في هذا التخصيب فهو مبالغ فيه كثيراً فنصيب التسميد فيه لا يزيد عن ٥% ولو أن التسميد بسماد فسفوري سائل قد يساهم بنسبة أكبر من ذلك .

ويصل الفوسفور إلى المسطحات المائية بالتدفق السطحي وبالغسيل ، وبالنسبة للغسيل فهو قليل فأسمدة الفوسفور حتى القابلة للذوبان تترسب في الأرض فلا تتحرك إلا بالتدفق كما يحدث بالإنجراف المائي الذي يمكن أن يساهم مساهمة واضحة في وصول الفوسفور للمسطحات المائية .

المطر الحامضي

قد يختلط المطر وهو في طريقه إلى سطح الأرض بالغازات الناجمة عن إحتراق أنواع الوقود الأحفوري (البترول والفحم ومشتقاتها) التي تنبعث من محطات توليد القوة الكهربائية ومن المصانع والسيارات فيكتسب صفة الحموضة الناتجة عن تكون أحماض الكبريتيك والنتريك وغيرها .

أول من صاغ هذا التعبير هو روبرت إنجوس Robert Angos البريطاني ووصف المطر الحامضي في مانشستر منذ أكبر من نصف قرن وقد أصبح المطر الحامضي في الوقت الحاضر مشكلة دولية فقد بذلت جهود مكثفة ومكلفة لتنقية هواء مدن مثل مانشستر بوسائل مثل المداخن الأكثر

إرتفاعاً مما أدى إلى تحسين درجة نقاوة الهواء وإنخفاض حموضة الأمطار محلياً غير أن ذلك قد أدى أيضاً إلى زيادة احتمال إنتقال هذه الغازات بالرياح إلى مسافات بعيدة - آلاف الكيلومترات - مسببة تساقط المطر الحامضى فى قطار بعيدة عن مصادرها ويسبب المطر الحامضى قتل الأسماك وغيرها من الأحياء المائية وتآكل المباني وخصوصا المعالم الأثرية القديمة وقد يلحق الضرر بالغابات والأراضي المزروعة وقد يهدد أيضاً صحة البشر. وقد أثبتت مشكلة المطر الحامضى كقضية دولية لأول مرة فى مؤتمر هيئة الأمم المتحدة عن البيئة البشرية الذي عقد فى ستوكهولم (السويد) سنة ١٩٧٢ ومنذ هذا الوقت أصبح من القضايا البيئية الدولية الهامة وقد أثارت السويد المشكلة فى هذا المؤتمر بإهتمام وخاصة من جانب الأمطار المسببة للتلوث الجوى وقد أجريت بعض الدراسات فى السنوات الأخيرة بفضل برنامج التعاون لمراقبة وتقويم النقل بعيد المدى للملوثات الجوية فى أوروبا :

Comparative Program for Monitoring and Evaluation (EMEP) of long Range Transmission of Air Pollutants in Europe.

وبموجب الإتفاقية الخاصة بالتلوث الجوى بعيد المدى عبر الحدود سنة ١٩٧٩ وكذلك نتيجة للأنشطة التى نفذت بمقتضى مذكرة التفاهم التى وقعت بين الحكومة الكندية وحكومة الولايات المتحدة الأمريكية بشأن التلوث الجوى عبر الحدود وقد عقد فى ستوكهولم سنة ١٩٨٢ مؤتمر خاص عن تحمض البيئة لتقويم المعلومات العلمية التى لم تكن متوفرة من قبل. وتقدر مساحة الأراضي التى أصابها التحميض فى أوروبا وأمريكا الشمالية بنحو ٥- ١٠ ملايين كم^٢ وقد يكون التحمض أصاب مساحات أخرى بمناطق أخرى نون أن نعرف وقد ازداد تساقط المطر الحامضى كثيراً لتزايد تصاعد الكبريت والنيتروجين إلى الهواء ولا نعلم على وجه الدقة ما تسهم به هذه

العمليات على نطاق الكرة الأرضية وتتراوح تقديرات هذه المركبات بين ٧٨ و ٢٧٤ مليون طن سنوياً من الكبريت على هيئة أكسيد الكبريت وبين ٢٠ و ٩٠ مليون طن سنوياً من النيتروجين على هيئة أكاسيد نيتروجين وتطلق أنشطة الإنسان نحو ٧٥ و ١٠٠ مليون طن من الكبريت سنوياً .

ويسم إحتراق الفحم بنحو ٦٠% من الغازات التي تطلقها مصادر النشاط البشرى بينما يسهم إحتراق المنتجات النفطية بنحو ٣٠% وتأتى العشرة فى المائة الباقية من عمليات صناعية متنوعة وبتحسين وسائل مكافحة التلوث ونقص مقادير الوقود الأحفورى لم تزد مقادير ثانى أكسيد الكبريت خلال السنوات الأخيرة وكذا التلوث من أكاسيد النيتروجين فهو يعادل تقريباً نظيره الناتج من المصادر الطبيعية إذ ينتج نحو ٢٠ مليون طن من النيتروجين سنوياً.

وقد يحدث ترسيب أكاسيد الكبريت والنيتروجين دون مطر (الترسيب الجاف) وهو الشكل الرئيسى للتلوث فى المناطق القريبة من مصادره فكما طالت المدة التى تمكث فيها الغازات بالهواء كلما أزداد إحتمال حدوث تغيرات معقدة وتحولها إلى أمطار (حامضية الترسيب الرطبة) وقد تسقط على بعد آلاف الكيلومترات من مصدرها . والبحيرات والأنهار هي أول ضحايا المطر الحامضى وقد أصبحت مئات البحيرات حامضية فى أجزاء من إسكاندنافيا وشمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية وجنوب شرق كندا وجنوب غرب سكوثلندا وقد تسهم التربة وصخورها فى زيادة أثر المطر الحامضى خصوصاً المكونة من الجرانيت والنايس والكوارتز التى لا تحتوى غير القليل من الجير ومع زيادة حموضة المياه تزداد مقادير الألومنيوم حتى إذا تعدى تركيزه ٠,٢ مجم/لتر يصبح قاتلاً للأسماك وقد سجلت حالات موت الأسماك على نطاق واسع فى بعض بحيرات السويد وعزى ذلك إلى التسمم بالألومنيوم

وليس إلى إرتفاع درجة الحموضة وحدها كما أن الألومنيوم يرسب الفوسفات فتعاني الأسماك من نقصه والتربة أكثر مقاومة للتحمض من البحيرات والأنهار، وتجرى دراسات مكثفة عن أثر التحمض على الغابات ولكنها لم تسفر عن نتائج حاسمة حتى الآن ويبدو أن المطر الحامض يؤثر على ميكروبيولوجيا التربة وأحيائها الحيوانية ولكن له آثاره الكبيرة على النباتات^(١).

✕ الماء السطحي والماء الجوفي

يوجد الماء على سطح الأرض في الوديان والبحيرات أو في مجارى السيول والأنهار كما يوجد أيضاً في باطن الأرض أو جوفها وكما يطلق على الماء الموجود على سطح الأرض الماء السطحي "Surface Water" يطلق أيضاً على الماء الموجود بباطن الأرض أنه ماء جوفي "Underground Water" والطبقة غير المشبعة بالماء والتي تقع بين سطح الأرض وسطح الماء الجوفي ذات أهمية كبيرة للحياة النباتية لإحتوائها على قدر من الأوكسجين والماء فتهدى الظرفاء لحياة النبات .

وقد يكون الماء الجوفي قريباً من سطح الأرض ويكون مصدره في هذه الحالة ماء المطر الذي ينفذ من سطح الأرض إلى باطنها أو الماء الذي يتسرب من مجرى أحد الأنهار أو من مسطح مائي كإحدى البحيرات ويتجمع في باطن الأرض (قرب السطح) .

ويعتبر الماء أرضياً طالما كان مصدره تحت سطح الأرض وقد يكون الماء الجوفي عميقاً فيصل عمقه أكثر من ألف متر عن سطح الأرض .

(١) ملخص من رسالة اليونسكو العدد ٢٨٤ يناير سنة ١٩٨٥ .

والماء الجوفي غير المتجدد يتجمع فى موقعه فى جوف الأرض منذ أزمان بعيدة ويطلق عليه الباحثون (الماء الأحفوري Fossil Water) مثل الأحفورة التى تظل آلاف السنين فى موقعها حتى يكتشف الإنسان وجودها .

ولـ أنه من الناحية النظرية لا يوجد مصدر ماء جوفي مستقل تماماً عن الدور المائى الطبيعية أى أن الماء الأحفوري يتحرك بسرعة بالغة البطء قد لا تتجاوز بضعة أمتار فى العام مما يبرر أن يطلق عليه الإنسان – ذو العمر المحدود (صفة عدم التجدد) .

الماء العذب

يبلغ حجم الماء العذب الذى يجرى بالأنهار سنوياً نحو خمسين ألف كم^٣ يخص النصف الشمالى من الكرة الأرضية القسم الأكبر منه .

ويلحظ أن القسم من الكرة الأرضية الغنى بماء الأنهار لا يتمتع بدرجة حرارة كافية للنشاط الزراعى بينما القسم الذى به حرارة أكبر لا يحتوى ماءً كافياً ويشمل هذا القسم نحو ٣٣% من أوروبا و ٦٠% من آسيا وجميع إستراليا وغرب أمريكا و ٣٠% من أمريكا الجنوبية .

ويشكل سكان أوروبا نحو ٢٠% من سكان العالم وفيها نحو ٧% فقط من موارد الماء العذب أما آسيا ففيها نحو ٦٠% من سكان العالم و ٣١% من الماء العذب .

فنعمة الماء ليست مقسمة على البشر بالتساوى فعلى الرغم أن الماء العذب ضروري للحياة والصحة فإن نصف سكان العالم الثالث محرومون من الماء الصالح للشرب وثلاثة أرباعهم محرومون من المرافق الصحية وفى

نفس الوقت ينجم أكثر من ثلاثة أرباع الأمراض التي تصيب الإنسان من نقص ماء الشرب والإفتقار إلى تلك المرافق .

فى دراسات العقد الهيدرولوجى الدولى Int. Hydrology Decade أوضح الباحثون الروس أن إحتياطي الماء العذب فى العالم وفى جملته ماء الأنهار والبحيرات والماء الجوفى وحقول الثلج والأنهار الجليدية يبلغ نحو ٣٥ مليون كم^٣ أو نحو ٢,٥% من مجموع ماء الأرض ولكن الكمية المتاحة من هذا المقدار بسهولة ويسر أقل كثيراً من ذلك إذ أن ٧٠% من هذا الإحتياطي متجمد فى ثلوج وجليد المنطقة القطبية الشمالية وقارة أنتاركتكا بالقطب الجنوبي وجرينلند ، ويقدر أن ما بباطن الأرض من الماء العذب نحو ١٠,٥ مليون كم^٣ ويشكل هذا الإحتياطي أحد المصادر الرئيسية لكثير من البلاد.

فمشكلة البشر ليست عدم كفاية الماء بالأرض إذ يبلغ جملة الماء بالكرة الأرضية نحو ١,٣٨٦ بليون كم^٣ أما الماء العذب فمحدود الكمية إذ أن ٩٦% من جملة الماء بالكرة الأرضية يكون المحيطات والبحار أما انماء العذب المتاح للبشر من الماء السطحى بالأنهار وهو المصدر الرئيسى فلا يزيد عن ٤٥-٥٠ ألف كم^٣ وحتى هذا القدر من الماء لا يمكن إستغلاله جميعه فالماء العذب القابل للإستخدام سنوياً ١٢٥٠٠ كم^٣ .

✕ إستهلاك الماء العذب

كان متوسط إستهلاك الفرد من الماء العذب فى بداية القرن العشرين (١٩٠٠سنة) نحو ٢٤٠م^٣/سنة وقد زاد نحو ٣ مرات لإزدياد سكان المدن زيادة كبيرة ويتوقع كيرزون وسوكولوف سنة ١٩٧٨ (Kerzon & Sokolov) أن يصل هذا الإستهلاك إلى ١١٣٠ م^٣/سنة فى عام ٢٠١٥ وقد

تضاعف عدد سكان العالم منذ سنة ١٩٠٠ ولكن إجمالي الإستهلاك السنوي من الماء قد زاد سبع مرات من ٤٠٠ كم^٣ إلى ٢٨٠٠ كم^٣/سنة فى بداية القرن العشرين ثم إلى ٦٣٠٠ كم^٣/سنة فى عام ١٩٧٥ كما زاد استهلاك الزراعة ست مرات من ٣٥٠ كم^٣ إلى ٢١٠٠ كم^٣ سنوياً ويتوقع أن يصل إستهلاك الماء لحضري إلى ٦٣٠ كم^٣/سنة وجملة ما يستهلك العالم ٨٥٠ كم^٣/سنة وينتهيان إلى أن موارد الماء سنة ٢٠١٥ سوف تكون على وشك النفاذ فى الأقاليم المسكونة بالكرة الأرضية ويقترحان لعلاج هذا الموقف أن يعاد النظر فى إستخدام الماء بالمناطق قليلة السكان التى يتوفر فيها قدر كبير من الماء العذب فى هذه المناطق إذ أن ٥٠% من موارد الماء العذب لم تدخل فى تقديراتهما سنة ٢٠١٥ ويذكران أنه رغم الصعوبات الهندسية المعقدة التى تواجهه عادة تدفق مياه الأنهار إلى المناطق المفتقرة إلى الماء يوجد الآن مشروعات من هذا النوع تشغل الأذهان وتوضع لها الخطط والدراسات ومن ذلك مشروع يوفر نحو ١٩٦ كم^٣ من الماء من أنهار يوكون Youkon وفريزر Frazer فى كندا والولايات المتحدة الأمريكية وتدفق نهري الأمازون وبيت بأمريكا الجنوبية وتحويل جزء كبير من ماء نهر الكونجو - زائير - إلى بحيرة تشاء لري الأجزاء المجاورة من الصحراء الكبرى وتحويل مجرى جزء من نهر أوب Obb والأنهار الشمالية فى روسيا الأوروبية إلى الجنوب لري أقاليم شرقي نهر الفولجا الفاحلة وأواسط آسيا وقازاقستان وتجرى دراسات مماثلة فى إستراليا وباكستان.

وينتج الماء العذب من سقوط الأمطار فى صورها المختلفة وقد تحتوى هذه الأمطار كميات متفاوتة من المواد العضوية مما يعلق بالغلاف الجوى أثناء سقوطها من السحب إلى الأرض كما أن جزيئات الغبار الجوى تعمل كنويات يتكاثف عليها بخار الماء .

ومياه الأمطار ذات حموضة ضعيفة نظراً لإحتوائها على نسبة صغيرة من ثاني أكسيد الكربون ما لم تكن في منطقة صناعية تكثر فيها الغازات المتصاعدة من المصانع فتزداد أحماض الكبريتيك والنيتريك بالأمطار ويسقط ما يسمى بالمطر الحامضى Acid rain .

الري باستخدام متدفقات الماء (سابق الاستخدام)

أُستخدمت المياه المتخلفة من الصرف الصحي Waste Water فى الري الزراعي وري المسطحات الأرضية فى كثير من مناطق العالم ولعدد من القرون السابقة وفى الوقت الحاضر فالتخطيط لإستخدام الماء المخلوط بعد إستصلاحه Water reclamation قد تطور بسرعة لمواجهة الحاجة لمياه الري والعديد من الإستخدامات الأخرى وللمحافظة على البيئة من التلوث وفى الدول النامية وخاصة تلك التى تتواجد فى المناطق الجافة وشبة الجافة من العالم حيث تكون الحاجة إلى موارد مائية فإنه يلزم فى نفس الوقت تخفيض التكاليف وتبسيط الطرق التكنولوجية وحماية مصادر الماء الموجودة من التلوث ومع الزيادة فى حاجة البشر إلى الماء فإن إستصلاح المياه المتخلفة من الصرف الصحي وإعادة استخدامها أصبح مصدراً هاماً لمقابلة بعض هذه الاحتياجات ويرتبط ذلك بمقدار الماء العذب المتاح فى المنطقة حيث أنه المصدر الأصلى لذلك .

ويقصد بعملية إستصلاح الماء المتخلف العمليات التى تتم على هذا الماء حتى يصبح قابلاً للإستخدام مرة ثانية فى مختلف الأغراض .

الحاجة إلى معاملة ماء الصرف الصحي قبل إعادة استخدامه:

على الرغم من أن الري بماء الصرف الصحي يعتبر فى حد ذاته صورة من صور معاملة هذا الماء إلا أنه يجب إجراء معاملة بدرجة ما فى الزراعة

ورى المسطحات الأرضية ودرجة المعاملة قبل الإستخدام وهو عام هام فى تخطيط وتقويم وإدارة نظم الري حسب نوع الماء .

وتجرى معاملة الماء قبل إستخدامه لأسباب عدة من أهمها :

١- حماية الصحة العامة .

٢- منع أو تقليل ظروف الإزعاج أو الأذى أثناء تخزين وإضافة هذا الماء.

٣- منع تدهور الحاصلات والأراضي .

وفى حالة وجود أملاح ذائبة فى ماء الصرف يمكن تقويم الضرر الناتج

عن هذه الأملاح فى دراسة سابولسن إتضح أن تأثير كل من :

ص_٢ ك ب أ ؛ : ص يد ك أ ؛ : ص كل : ص_٢ ك أ تعادل ١ : ٣ : ٣ : ١٠ :

فتركيز معين من كربونات الصوديوم (ص_٢ ك أ) يسبب ضرراً يعادل عشر

مرات الضرر الناتج من كبريتات الصوديوم (ص_٢ ك ب أ) .

وفى دراسة لنا (بلبع وسليمان) بإستخدام نبات حشيشة السودان فى بيئة

من الرمل النقي إتضح أن تأثير أملاح ص كل : ص_٢ ك ب أ ؛ : كاكل_٢ تعادل

١ : ١,٥٩ : ٢,٨٦ وذلك من ناحية أثر هذه الأملاح على أوزان النبات نتيجة

وجود كل ملح منها على حدة ومن الواضح أن تأثير كبريتات الصوديوم أقل

من تأثير كلوريد الكالسيوم .

ويذكر برنشتاين أن الزيادة فى كلوريد الكالسيوم (كا ك_٢) فى بيئة نمو

الفاصوليا تزيد محتوى النبات من الكالسيوم وتخفض محتوياته من البوتاسيوم

وفى حالة زيادة كلوريد البوتاسيوم فى بيئة النمو تزداد محتويات النبات من

البوتاسيوم ويقل محتواها من الماغنسيوم والكالسيوم وأن نمو الذرة يكون

أفضل عندما يساهم كلوريد الكالسيوم فى البيئة الملحية للنمو عما إذا كانت

أملاح كلوريد الماغنسيوم أو كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد انصوديوم أى نسبة

بينها هي الأملاح السائدة وذلك فى محاليل ذات ضغوط إسموزية متساوية وهو يري أن الصوديوم والكلورايد سامان لكثير من أشجار الفاكهة وشجيرات الزينة وينجح تحليل أوراق النبات فى التعرف على زيادة الكلوريد والصوديوم.

وقد سبق أن إقترح دونين ١٩٥٩ ما يعرف بجهد ملوحة ماء الري
. Potential Salinity

ودرجة المعاملة المطلوبة للمياه المتخلفة والمستخدمه للزراعة وري المسطحات الأرضية يعتمد على خواص الأرض والمحصول النامي ونوع ونظام التوزيع والإضافة ودرجة تعرض العاملين والعامة لهذه المياه .

وقد تقدم كل من إيرس وسكولت Ayers & Scolt بنقسيـم كفاءة ماء الري والتي يمكن بها قياس الإستخدام لمثل هذه المياه وخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية .

ويمكن الإشارة إلى بعض التطبيقات العلمية فى إستخدام المياه المتخلفة ففي منطقة مونتري بكاليفورنيا (حيث ندرة المياه) ثم التوسع فى إستخدام المياه المخلفة المعاملة Treated Waste Waters وأجريت بعض التجارب نذكر منها النتائج التالية :

☒ نتائج دراسات الصحة العامة : (دراسة كاليفورنيا)

١- حيوية الفيروسات

من نتائج وجود الفيروسات ظهر وجود للفيروسات فى ٥٣ عينة من ٦٧ عينه من العينات الأصلية المأخوذة من منطقة التجارب قبل معاملتها وأوضحت النتائج أنه بشكل عام وفى خلال خمس سنوات من التجارب فى هذه المنطقة لم يكتشف وجود الفيروسات فى المتدفقات المائية المكورة

Chlorinated tertiary effluent كما أنه لم يكتشف وجود الفيروسات في عينات المحصول المأخوذة ووجود نفس الشيء في الأرض المروية بالماء المستصلح . وبالرغم من ذلك كله فقد كان من الضروري إجراء تقدير لقدرة حيوية الفيروسات تحت ظروف المعمل والحقل ففي المعمل كان الزمن اللازم لإنهاء ٩٩% من حياة الفيروسات (T99) يتراوح بين ٧,٨ يوم في زراعات الكرنب بروكلى وإلى ١٥,١ يوم في زراعات الخس وأما في الحقل فكانت قيم (T99) هي ٥,٤ يوم في الخرشوف، ٥,٩ يوم للخس الرومانى ٧,٨ للخس الذهبى كما درست حيوية الفيروسات تحت إختلاف الظروف البيئية فى المعمل والحقل ووجد أن قيم (T99) لتعطيم الفيروسات تحت ظروف المعمل ٥,٤ ، ٩,٧ ، ٢٠,٨ يوم تحت ظروف من الرطوبة النسبية ٦٠-٨٠% أما فى الحقل فإن قيم (T99) كانت ٥,٢ ، ٤,٨ يوم فى تجربتين متتاليتين أى أن معدل إزالة الفيروسات تحت ظروف المعمل والحقل متساوية تقريبا تحت رطوبة نسبية حوالى ٦٠% وفى الحقل لم يتم إكتشاف الفيروسات فى أي منطقة أرضية بعد ١٢ إلى ١٤ يوم من التعرض .

٢- البكتريا الطفيليات

تحسنت كفاءة مياه الري بعد خمس سنوات من الدراسة بسبب تحسين عمليات معاملة المياه وطرق تخزينها فقد أستخدمت ثلاث أنماط من المياه بينها مياه للآبار ووجدت فيها مستويات مرتفعة من الـ Coliform ولكن لم يتواجد Samanella, Shigellae, Ascaris lumbricoides, Entamoeba histolytica أو أى من طفيليات أخرى فى مياه الري .

مساهمة الهيئات الدولية والإقليمية

للمحافظة على جودة الماء

" مشروع الأمم المتحدة للمراقبة العالمية للبيئة

والمراقبة العالمية لنوعية الماء "

دعيت عام ١٩٧١ مجموعة عمل تمثل عدداً من الدول لتحديد أهداف المراقبة ووسائل تحقيقها وتعيين أولويات تنفيذها وفى سنة ١٩٧٤ عقد إجتماع يمثل الحكومات وأتفق على تحديد سبعة أهداف يخص الماء منها (برنامج GEMS للماء) :

• تقدير التلوث فى الماء والمشكلات البيئية المتصلة باستخدام الأرض للزراعة.

• تقدير حالة التلوث فى المحيطات وأثره على الكائنات البحرية .

وتعمل أربع وكالات تابعة لهيئة الأمم المتحدة هي برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP ومنظمة الصحة العالمية WHO والمنظمة العالمية للأرصاد WMO ومنظمة العلوم والتربية والثقافة UNESCO فى تنسيق مشروع جمس GEMS للماء وتتلخص الأهداف الخاصة بالمشروع فيما يلي :

- ١- مراقبة تأثير الملوثات فى الماء وإتجاهاتها .
 - ٢- توفير إنذار مبكر عن أي تدهور خطير .
 - ٣- حث الحكومات على القيام - كل منها على حدة أو بصفتها الجماعية - بالعمل التصحيحي الذي يكفل حماية البيئة وإسترجاعها وتحسينها .
- ويقوم برنامج "جمس GEMS للماء" على ستة عناصر رئيسية :

١- إقامة شبكه عالمية من محطات المراقبة بالأماكن المناسبة فى الأنهار والبحيرات والطبقات حاملة الماء .

٢- إتخاذ أساليب موحدة لأخذ عينات من الماء وتحليلها .

٣- تطبيق برنامج مستمر للتأكد من صحة البيانات .

٤- تنظيم برامج تدريبية للعاملين فى جميع أوجه المراقبة العلمية لجودة الماء .

٥- إعداد كتيبات يستخدمها العاملون المشار إليهم .

٦- توفير المعدات فى عدد محدود من الحالات .

ويقصد بالمراقبة القياس الكمي الدوري لمعالم فيزيقية وكيميائية فى عينات من الماء أخذت من مواقع سبق إختيارها بالأنهار والبحيرات والطبقات حاملة الماء .

ودعا البرنامج الثلاثي (١٩٧٧ - ١٩٧٩) إلى إقامة ٣٠٠ محطة مراقبة فى عدد من الدول علي أن يوسع نطاق هذا البرنامج فيما بعد إلى ما يتراوح بين ٨٠٠ - ١٢٠٠ محطة أو حوالي محطة واحدة لكل ٤-٥ ملايين نسمة .

ويحكم إختيار هذه المواقع الإعتبارات الآتية :

١- الموارد المائية الرئيسية التى تستخدم لإمداد المراكز السكانية الكبيرة لأغراض الشرب والرى وتربية الماشية ومصايد الأسماك والصناعات الغذائية والصناعات المرتبطة بالصحة وأعمال الترفيه القائمة على الإتصال الجسدي .

٢- الأنهار والبحيرات الدولية الرئيسية الواقعة على مقربة من نقاط الحدود .

٣- الأنهار الرئيسية التى تصب فى المحيطات أو البحار .

٤- الأنهار والبحيرات الرئيسية فى مناطق نائية فى الوقت الحاضر لإقامة مستويات للخط الرئيسى ومراقبة أى تغيرات على فترات طويلة نسبياً مرة كل سنة أو حتى كل عدة سنوات .

ويعمل برنامج جمس Gems للماء فى مستويات ثلاثة : القومى والإقليمى والعالمى فكل دولة مشتركة فى هذا البرنامج عليها أن تنشئ مركزاً قومياً لإسداء المشورة بشأن إختيار مواقع أخذ العينات ومحطات القياس والمعالم التحليلية المراد مراقبتها والبيانات الخاصة بجودة المياه القومية إلى المركز القومى الذى ينسق البيانات الواردة من المراكز القومية ويقوم بمعالجة البيانات التى يتلقاها من المراكز القومية على إستثمارات معدة باليد ويستخرج منها إستمارة يمكن تفسيرها عن طريق الكمبيوتر ببطاقة مثقبة أو شريط مغناطيسى للنقل إلى المركز العالمى .

ينسق المركز العالمى نظام خزن وإسترجاع البيانات وبرنامجاً للتأكد من البيانات عن صفات الماء ويعد ويوزع الوثائق اللازمة بما فيها الكتيبات الخاصة بالتدريب ويعالج ويخزن البيانات التى يتلقاها من المراكز الإقليمية ويصدر تقارير سنوية شاملة تتضمن البيانات من جميع محطات المراقبة ويبين النتائج التحليلية ، كما يصدر المركز العالمى بناء على الطلب تقارير دورية عن معالم مختارة فى مناطق جغرافية مختارة وقد وافق مركز كندا للمياه الداخلية فى برلنجنون بولاية أونتاريو وبصفة مبدئية على الإضطلاع بمسئوليات المركز العالمى .

إنجازات مشروع جمس GEMS للماء :

فى نهاية عام ١٩٨٢ كانت ٣٢٣ من محطات مراقبة جودة الماء قائمة فى خمسين دولة تبعث بيانات عن جودة الماء إلى مركز البيانات العالمى فى

كندا وهذا العدد من المحطات موزع على النحو الآتى: ٢٠٣ على الأنهار ، ٤٩ على البحيرات و ١٧ على الطبقات الحاملة للماء .

قست محطات المراقبة إلى مزثرة وقاعدية والمحطة المؤثرة هي المقامة على نهر أو بحيرة أو طبقه حاملة الماء ويجرى فيها تصريف المياه انقذرة الصناعية أو الحضرية أو المياه المستخدمة لأغراض الزراعة .

والمحطة القاعدية هي الكائنة على حوض هيدرولوجي حيث لا توجد به تدفقات نحو المنبع من أصل بشرى تتكون من ملوثات ناشئة من أنشطة زراعية وصناعية وحضرية .

برامج التدريب

بنهاية عام ١٩٧١ كانت قد أعدت سبعة برامج إقليمية للتدريب (كان أحدها بالإسكندرية لإقليم شرق البحر الأبيض المتوسط) .
فى نوفمبر سنة ١٩٧٨ نظمت فى بودابست — هنجاريا — ندوة لتحليل المواد الرسوبية .

فى ديسمبر سنة ١٩٧٩ بدأ فى مكسيكو سيتى مشروع المراقبة التحليلية AQC ثم عقدت نفس الدورة فى ناجبور بالهند سنة ١٩٨٠ .

وينهى باراباس* حديثة عن مشروع جمس للماء بقوله :
" إن إستعداد نحو خمسين دولة تتفاوت خلفياتها الثقافية والسياسية والإجتماعية والإقتصادية للمشاركة فى برنامج معقد الحاجة إليه ملحة ويقبل مناهج للعمل متجانسة أو مناسبة إن هذا كله إنجاز له شأنه وكان مجرد التغلب على الاختلافات فى اللغة يتطلب عزمًا وتصميمًا فكانت الدورات التدريبية تعقد

* وزارة الزراعة الكندية .

بلغات أربع هي الإنجليزية والفرنسية والأسبانية والصينية في حين كان يتعين ترجمة جميع الكتب المتعلقة بالموضوع إلى اللغة المستخدمة في الدورة ومع كل فالمغزى الحقيقي للتقدم الذي تم حتى الآن في تنفيذ برنامج جس Gems للماء لا يتمثل في التغلب على هذه الصعاب الفنية والتنظيمية وإنما يتمثل في أنه أضفى طابعاً علمياً على نظام لمراقبة أمان الماء في المدى الطويل وهو ما يستوقف عليه وجودنا نفسه ففي عالم يتأثر فيه في الوقت الحاضر نحو ١٦٠٠ مليون نسمة بمجموعة من الأمراض تنقلها المياه فإن أهمية هذا الجهد ينبغي ألا يفوتنا " .