بسم الله الرحمن الرحيم

- السيد الأستاذ الدكتور / **مدير مخبر الدراسات الإفريقية للعلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية**
- **الجامعة الإفريقية أحمد دراية - أدرار**
- **المشرف العام للملتقى**
- الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

africlabo@yahoo.fr

تحية طيبة وبعد

اتشرف بان أرفق طيه نص مداخلتي الموسومة بعنوان " **البيئة والتلوث المائي** " وذلك الملتقى الدولي حول : "**الإنسان والأرض**" بجامعتكم الموقرة.

وتفضلوا سيادتكم بقبول فائق الاحترام

أ.د. عطيـه الجيــار

رئيس قسم بحوث الأراضي والمياه والبيئة

والأستاذ بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة – جيزة - مصر

والمستشار لوزيري الزراعة والري بدولة رواندا

د. نعيمة بن كنانة

مختبر النظم البيئية والحيوية للمفصليات، جامعة منتوي، قسنطينة ، شارع عين الباي 25000 ، قسنطينة ، الجزائر.

بطاقة المشاركة

- **اللقب : الجيــار**
- **الاسم : عطيــة**
- **الوظيفة : أستاذ دكتور**
- **الرتبة : أستاذ دكتور - رئيس قسم بحوث الاراضي والمياه والبيئة**
- **المؤسسة : معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة مصر**
- **الهاتف : 0020222550176 – 0020128006565**
- **فاكس : 22551828-00202**
- **العنوان البريدي : معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة – الجيزة- جمهورية مصر العربية**
- **العنوان الإلكتروني: attiaelgayar@yahoo.com**
- **attiaelgayar@hotmail.com**
- **عنوان المداخلة :** البيئة والتلوث المائي
- **المحور الثانى : إشكالية البيئة والطاقات المتجددة الحلول والبدائل.**
- الوسائل المتطلبة **: Data Show**
- **لغة المداخلة: العربية**

بطاقة مشاركة

- اللقب : بن كنانة
- الاسم : نعيمة
- الوظيفة : دكتور - جامعة منتوري
- الرتبة : أستاذة - مختبر النظم البيئية والحيوية للمفصليات، جامعة منتوري
- الهاتف :00213790144207
- فاكس : 0021331818705
- العنوان البريدي : جامعة منتوري، قسنطينة ، شارع عين الباي 25000 ، قسنطينة ، الجزائر
- العنوان الإلكتروني : naima_benkenana@yahoo.fr

- عنوان المداخلة : البيئة والتلوث المائي
- المحور الثانى: **إشكالية البيئة والطاقات المتجددة الحلول والبدائل.**

- الوسائل المتطلبة : **Data Show**

- لغة المداخلة : العربية

البيئة والتلوث المائي

أعداد

أ.د. عطية الجيــار

رئيس قسم بحوث الأراضي والمياه والبيئة

الأستاذ بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة - جيزة - مصر والمستشار لوزيري الزراعة والري بدولة رواندا

د. نعيمة بن كنانة

مختبر النظم البيئية والحيوية للمفصليات،جامعة منتوري، قسنطينة ، شارع عين الباي 25000. ، قسنطينة ، الجزائر

مقدمة عن علاقة الإنسان بالبيئة

لقد تباينت نظريات العلاقة بين الإنسان والبيئة، وفي محاولة ايكولوجية لتصنيف التوجهات التي تناولت موقع الفرد بالنسبة للبيئة, تم تصنيفها في ثلاث فئات: الإنسان مسيطر على الطبيعة, الإنسان خاضع للطبيعة, الإنسان متآلف مع الطبيعة. ويفترض المنحنى الأخير وجود علاقة توافقية بين القوى الطبيعية واستخدام الإنسان للبيئة. وتقوم هذه العلاقة على منحى تعاوني مع البيئة قد يسفر عن استخدام أفضل للبيئة. فخضوع الإنسان للطبيعة يعني أن هناك علاقة مقررة تستند إلى الحتمية. وأساس هذه العلاقة أن الإنسان يتفاعل مع بيئته مؤثرًا ومتأثرًا في دائرة تعكس خضوع الإنسان للبيئة. فالإنسان لا يمكنه أن يحيى بعيدًا عن البيئة ولا بمعزل عنها ما دامت البيئة تقدم له العناصر الحياتية من طاقة وغذاء وكساء وهواء وماء وغيرها. والنظرية الحتمية هذه تظهر سلطان البيئة على مقدرات الإنسان, فهي التي تسيره وتقرر مصيره وتجعله غنيًّا أو فقيرًا.

والنظرية الحتمية هذه واجهت معارضة من مدارس أخرى ترى العكس في علاقة الإنسان بالبيئة, فهناك رأي مضاد للحتمية يرى أن (الإنسان هو المسيطر على البيئة), وليس مجرد مخلوق سلبي ينصاع لسلطان البيئة الطبيعية فلا يستطيع تغييرها لصالحه. فالإنسان بما حياه الله من فكر وإدراك وقدرات يستطيع أن يحول المظاهر البيئية لصالحه فيطوع عوامل البيئة لاحتياجاته واختياراته وإرادته في اتخاذ القرارات التي تفيده وليس الخضوع لحتمية البيئة المطلقة. وقد أطلق على النظرية المضادة لفكرة الحتمية النظرية الاحتمالية التي ظهرت في منتصف القرن العشرين.

والنظرية الاحتمالية هذه تستند إلى البراهين الواقعية في هذا العصر من حيث تأكيدها على الدور الفاعل للإنسان في البيئة وقدرته على تغيير البيئات الطبيعية إلى بيئات مشيدة وتزايد إبداعاته وتفوقه الصناعي وغيرها. فضلاً عن تعظم دور الإنسان في إحداث تغييرات جذرية في البيئة الطبيعية نجمت عنه آثار بيئية سلبية أو إيجابية خصوصًا في القرن الواحد والعشرين, حيث الطفرات الصناعية والتكنولوجية والتوسعات في الاكتشافات العلمية وتزايد الأبحاث الطبية والتقنية وغيرها.

وربما الأزمة الإنسانية الحالية المتجسدة في التدمير البيئي وتصاعد الخلافات على استغلال الموارد الطبيعة واحتمالات حدوث نزاعات حربية مدمرة للبيئة هي بعض الظواهر المخيفة لقدرة الإنسان على أن يكون فوق البيئة مسيطرًا على كل مقوماتها ووجودها أرضًا وبحرًا وجوًّا.

ومع ذلك فقد ظهرت مدرسة أخرى تحاول أن تخلق توليفة واحدة بين النظريتين: الحتمية والاحتمالية في علاقة الإنسان بالبيئة. وهذه التي تؤكد أن النظريتين السابقتين ليستا على خطأ وإنما هناك وسطية بين الخضوع للبيئة وسيطرة الإنسان عليها اعتمادًا على الحالة البيئية. ففي بعض البيئات نجد تعاظم الدور البيئي وتأثيراته البالغة على سلوك الفرد المنفلت أو غير المنضبط بينما في بيئات أخرى يحدث الدور الإيجابي للإنسان في مواجهة معوقات البيئة, وتنطلق المدرسة التوافقية من الواقع الفعلي لأوجه العلاقات الفعلية القائمة بين البيئة والإنسان.

ولكن الإنسان بسلوكه البيئي وباتجاهاته نحو البيئة لم يقم وزنًا كبيرًا لهذا التوازن فصار يأخذ من البيئة أكثر مما يعطيها ولم يعن كثيرًا بالمحافظة على قوتها وفاعليتها ورونقها, واختلال توازنها مصدر الكثير من المشكلات البيئية.

ولتقنين العلاقة بين الإنسان وبيئته يرى البيئيون أن ضدية الإنسان نحو الطبيعة ينبغي أن تتحول إلى توافق بين الطرفين من خلال إيجاد الوعي البيئي عند الناس والتركيز على مناهج التعليم البيئي في المؤسسات التعليمية, وكذلك العمل بمحاور الميثاق الأخلاقي لبيئة التي تتبنى أفكارًا رئيسية منها:

1. اعتبار الإنسان جزءًا أو تابعًا للطبيعة ويشكل مكونًا ديناميكيًا في عملياتها مع الإدراك أن الإنسان ليس فوق الطبيعة بل ينبغي أن يشعر الإنسان بأنه أحد مكونات الطبيعة يدين بالولاء لها ويحافظ عليها ولا ينعزل عنها.

2. اعتبار أن الطبيعة أساس ودعامة للبيئة البشرية وتعبير عن الحياة وليست مجالاً للتلاعب الإنساني في مختلف مكوناتها الحيوية,.

3. بناء مشاعر الارتياح والتناغم في علاقة الإنسان ببيئته والمواءمة بين العقل والجسد كوحدة متكاملة بعيدة عن المتناقضات والازدواجية المربكة التي نجدها في الغالب تعكس استخدام الجسد في تدمير البيئة بينما نجد العقل قد لا يوافق على سلوك التدمير.

4. تنمية الوجدان وترسيخ القيم وكسب المهارات التي تعين على سلامة تعامل الفرد مع البيئة كما أن تعلم المفاهيم البيئية المناسبة يقوي مجالات القيم والمهارات والأساسية.

5. إن التعامل الحكيم مع البيئة إذن يتطلب قدرًا كافيًا من حسن التصرف في المواقف المتبدلة, فالهدف من بناء علاقة وثيقة بين الإنسان وبيئته هو التحرك من الانشغال المستمر في معالجة الأزمات الطارئة إلى منع حدوث هذه الأزمات من خلال الوعي والخطط المستقبلية الهادفة.

6. والمشاركة لا يقصد بها مجرد تلبية النداء لأداء الواجب أو المساهم لدوافع اجتماعية أو سياسية أو اقتصادية أو غير ذلك, وإنما لابد من أن تكون المشاركة هي المشاركة الضميرية أو الوجدانية التي بواسطتها يندفع الإنسان نحو التطوع في العمل راحة لنفسه وحبًّا بالآخرين وولاء لوطنه بعيدًا عن الشكلية أو المظهرية أو لدوافع تحقيق مكانة اجتماعية أو كسب اقتصادي.

إعادة الوفاق بين الإنسان والبيئة:

هناك العديد من الأمور التي يمكن من خلالها إعادة الوفاق المفقود بين الإنسان والبيئة، منها:

أولاً: إن السلوك الرشيد نحو البيئة يحتاج في البداية إلى قوانين تضم الثواب والعقاب,.

ثانيًا: إن المسئولية المجتمعية أصبحت أمرًا حتميًّا في هذا المجال, ولا يمكن الادعاء بأن الدولة هي المسئولة عن هذا, وأن الجهود الجماعية لابد أن يكون أساسها المشاركة والعمل التعاوني المشترك.

ثالثًا: إن الجهود الذاتية الأهلية في كل بلدان العالم تحمل جزءًا كبيرًا من هذه المسئولية, من تطور وحماية للبيئة, ولاشك أن رجال الأعمال بإمكانهم أن يحملوا هذه المسئولية.

رابعًا: إن مفهوم إدارة البيئة يعد من المفاهيم الحديثة نسبيًّا, وهو يعني ببساطة شديدة تحديد الإمكانيات والموارد في كل مكان, وكذا أشكال استثمارها, والسلوكيات المتوقعة ومظاهر السلوك الشاذ تجاهها, ووضع خطط ذات بدائل للتعامل مع هذه الموارد, ولعل هذا يشير إلى أن كل موقع من مواقع الإنتاج في حاجة إلى جهة أفضل استثمار لها, وفي الوقت نفسه تتم المحافظة على مواردها من أجل حياة أفضل لإنسان الحاضر والمستقبل.

خامسًا: إن المواطن لابد أن يكون قادرًا على الضبط الذاتي, والمقصود بذلك أن يتحكم المواطن في سلوكياته ويشتمل ذلك بشكل أو آخر على النظر في شأن ما يترتب من أضرار على أي جهد أو أي نشاط إنساني, ومن ثم المساعدة في تخفيف حدتها على الأقل أو حماية البيئة كلية. إن جوهر الضبط الذاتي هو أن يتحكم الفرد في نفسه, فلا يسلك السلوك العفوي دون وعي وبلا دراسة, ولكن يسلك سلوكًا منضبطًا يعبر عن أعلى درجة من التحكم في الذات والتصرف بحكمة وتعقل.

سادسًا: إن اتخاذ القرار السليم في الوقت والمكان المناسبين يحمي البيئة والإنسان معًا من العديد من المخاطر. والأمر المؤكد أن شئون البيئة والحفاظ على مواردها وعلاج مشكلاتها أمور تحتاج إلى جيل قادر على اتخاذ القرارات المناسبة سواء على المستوى الفردي أم على المستوى البيئي أم الاجتماعي.

سابعًا: إن إحساس الفرد بالمسئولية سواء بالنسبة له أم لأسرته أم بيئته أم مجتمعه يعد أمرًا حيويًّا في مجال التربية, فالفرد قد يفضل أن يقف موقف المتفرج على أي أمر, أو أي موقف يمر به في أثناء اليوم, وهو في هذه الحالة قد يفضل ألا يكون له أي رأي, كما قد يتخذ موقفًا يعبر به عن أي رأي وسط خوفًا من أن يغضب هذا أو ذاك, وهذا كله يتراوح بين السلبية وعدم الموضوعية.

والحقيقة أن كل ما ذكر عن متطلبات إعادة الوفاق بين الإنسان والبيئة ينعكس بشكل مباشر على أساليب التعلم والتربية, والمهم هنا هو أن يترجم المربين هذا كله إلى خبرات, ليرى الأبناء ويفهموا ويناقشوا ويدربوا على اتخاذ القرارات وتحمل المسئولية وغيرها مما سبق. وعندئذ ربما تكون المؤسسات التربوية وكذلك كافة مؤسسات المجتمع قد وضعت أقدامها على بداية الطريقة لمصالحة ووفاق بين الإنسان والبيئة, من شأنها أن تعيد الثقة بين الطرفين وأن تزيد من قدرة البيئة على العطاء للإنسان في هذا الجيل والأجيال القادمة.

التَّلَوُّث البيئي

التَّلَوُّث البيئي يدمر الأماكن التي تحيط بنا. وتُعد الغازات والدخان في الهواء، والمواد الكيميائية والمواد الأخرى في الماء، والنفايات الصلبة على الأرض، من أسباب التلوث. والتلوث البيئي أحد أكثر المشاكل خطورة على البشرية، وعلى أشكال الحياة الأخرى التي تدب حاليًا على كوكبنا. ففي مقدور هواء سيئ التلوث أن يسبب الأذى للمحاصيل، وأن يحمل في طياته الأمراض التي تهدد الحياة. لقد حدّت بعض ملوثات الهواء من قدرة الغلاف الجوي على ترشيح إشعاعات الشمس فوق البنفسجية، والتي تنطوي على الأذى. ويعتقد العديد من العلماء أن هذه الإشعاعات، وغيرها من ملوثات الهواء، قد أخذت تحدث تغييرًا في مناخات العالم. وتهدد ملوثات الماء والتربة قدرة المزارعين على إنتاج الغذاء الضروري لإطعام سكان العالم، كما تهدد الملوثات البحرية الكثير من الكائنات العضوية البحرية.

تعريف التلوث البيئي :

التلوث البيئي مصطلح يُعنى بكافة الطرق التي بها يتسبب النشاط البشري في إلحاق الضرر بالبيئة الطبيعية. ويشهد معظم الناس تلوث البيئة في صورة مَطْرَح مكشوف للنفايات أو في صورة دخان أسود ينبعث من أحد المصانع. ولكن التلوث قد يكون غير منظور، ومن غير رائحة أو طعم. وبعض أنواع التلوث قد لا تتسبب حقيقة في تلوث اليابسة والهواء والماء، ولكنها كفيلة بإضعاف متعة الحياة عند الناس والكائنات الحية الأخرى. فالضجيج المنبعث من حركة المرور والآلات مثلاً، يمكن اعتباره شكلاً من أشكال التلوث.

أنواع التلوث البيئي :

أنواع التلوث
تشتمل أنواع التلوث البيئي على تلوث الهواء، وتلوث الماء، وتلوث التربة، والتلوث الناتج عن المخلفات الصلبة والمخلفات الخطرة والتلوث بالضجيج.

تلوث الهواء. يعني اختلاط الهواء بمواد معينة، مثل وقود العادم والدخان. وبإمكان تلوث الهواء الإضرار بصحة النباتات والحيوانات، وتخريب المباني والإنشاءات الأخرى. وتقدر منظمة الصحة العالمية أن ما يقرب من خمس سكان العالم يتعرضون لمستويات خطرة من ملوثات الهواء.

يتكون الغلاف الجوي، في وضعه الطبيعي، من النيتروجين والأكسجين وكميات صغيرة من ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى والهبائيات (جسيمات دقيقة من المواد السائلة أو الصلبة). ويعمل عدد من العمليات الطبيعية على حفظ التوازن بين مكونات الغلاف الجوي. فمثلاً، تستهلك النباتات ثاني أكسيد الكربون وتطلق الأكسجين، وتقوم الحيوانات بدورها باستهلاك الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون من خلال دورة التنفس. وتنبعث الغازات والهبائيات إلى الغلاف الجوي من جراء حرائق الغابات والبراكين، حيث تجرفها أو تبعثرها الأمطار والرياح.

يحدث التلوث الهوائي عندما تطلق المصانع والمركبات كميات كبيرة من الغازات والهبائيات في الهواء، بشكل تعجز معه العمليات الطبيعية عن الحفاظ على توازن الغلاف الجوي. ويوجد نوعان رئيسيان من التلوث هما:

1- التلوث الخارجي 2- التلوث الداخلي.

تلوث الهواء الخارجي. تُطلق في كل عام مئات الملايين من الأطنان من الغازات والهبائيات داخل الغلاف الجوي. ويحدث معظم هذا التلوث نتيجة احتراق الوقود المستخدم في تشغيل المركبات وتدفئة المباني، كما يصدر بعض التلوث عن العمليات الصناعية والتجارية. فمثلاً، يُستخدم مركّب فوق كلوريد الإثيلين وهو ملوِّث خطر في الكثير من معامل التنظيف الجاف، لإزالة الأوساخ من

على الملابس. وقد يؤدي حرق النفايات إلى انطلاق الدخان والفلزات الثقيلة مثل الرصاص والزئبق داخل الغلاف الجوي. ومعظم الفلزات الثقيلة سام جدًا.

ومن أكثر الملوثات الهوائية الخارجية شيوعًا الضباب الدخاني، وهو مزيج ضبابي من الغازات والهبائيات بني اللون، يتكون عندما تتفاعل غازات معينة، منطلقة نتيجة احتراق الوقود والمنتجات البترولية الأخرى، مع أشعة الشمس في الغلاف الجوي، حيث ينتج عن هذا التفاعل مواد كيميائية ضارة تشكل الضباب الدخاني.

ومن الكيميائيات الموجودة في الضباب الدخاني شكل سام من أشكال الأكسجين يسمى الأوزون. ويؤدي التعرض لتركيزات عالية من الأوزون إلى الإصابة بالصداع وحرقة العيون وتهيج المجرى التنفسي لدى العديد من الأفراد. وفي بعض الحالات قد يؤدي وجود الأوزون في الطبقات المنخفضة من الغلاف الجوي إلى الوفاة. كما يمكن للأوزون أن يدمر الحياة النباتية، بل ويقتل الأشجار.

يطلق مصطلح المطر الحمضي على المطر وغيره من أشكال التساقط، التي تتلوث بشكل رئيسي بحمضي الكبريتيك والنيتريك. ويتكون هذان الحمضان عندما يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين مع بخار الماء في الهواء. وتنتج هذه الغازات أساسًا عن احتراق الفحم والغاز والزيت في المَرْكَبات والمصانع ومحطات القدرة. وتتحرك الأحماض الموجودة في المطر الحمضي خلال الهواء والماء، ويسبب الضرر للبيئة على مدى مساحات شاسعة. وقد أدى المطر الحمضي إلى قتل تجمعات سمكية كاملة في عدد من البحيرات. ويؤدي أيضًا إلى تلف المباني والجسور والنصب التذكارية. ويرى العلماء أن التركيزات العالية من المطر الحمضي يمكنها أن تتسبب في الإضرار بالغابات والتربة. وتشمل المناطق المتأثرة بالمطر الحمضي أجزاء شاسعة من شرق أمريكا الشمالية ووسط أوروبا.

وتلوث كيميائيات تسمى الكلوروفلوروكربونات طبقة الأوزون في الغلاف الجوي العلوي. وتستخدم هذه المركبات في الثلاجات والمكيفات وفي صناعة عوازل الرغوة البلاستيكية. ويشكل الأوزون، وهو الملوث الضار الموجود في الضباب الدخاني، طبقة واقية في الغلاف الجوي العلوي، حيث تحمي سطح الأرض من أكثر من 95% من إشعاعات الشمس فوق البنفسجية. ولأن الكلوروفلوروكربونات تقلل طبقة الأوزون فإن المزيد من الإشعاعات فوق البنفسجية سيصل إلى الأرض. ويدمر التعرض المفرط لهذه الإشعاعات النباتات، ويزيد من خطورة تعرض الناس لسرطان الجلد.

وتأثير البيت المحمي هو التسخين الناتج عن احتباس الغلاف الجوي لحرارة الشمس. ويسبب هذه الظاهرة غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان والغازات الجوية الأخرى، والتي تسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى الأرض، ولكنها تحول دون خروج الحرارة من الغلاف الجوي. وتسمى هذه الغازات التي تعمل على احتباس الحرارة غازات البيت المحمي.

يؤدي احتراق الوقود والنشاطات البشرية الأخرى إلى زيادة كمية غازات البيت المحمي في الغلاف الجوي. ويعتقد كثير من العلماء أن هذه الزيادة تكثف تأثير البيت المحمي وتؤدي إلى رفع درجة الحرارة عالميًا. وقد تؤدي هذه الزيادة في درجة الحرارة والتي تسمى التدفئة العالمية إلى حدوث مشاكل كثيرة. وبإمكان تأثير البيت المحمي، إذا كان قويًا، أن يتسبب في انصهار المثالج وأغطية الجليد القطبية، وأن يؤدي إلى فيضان الشواطئ. وبإمكانه أيضًا إحداث تحول في أنماط تساقط الأمطار، مما يؤدي بدوره إلى ازدياد الجفاف وحدوث العواصف المدارية الشديدة.

تلوث الهواء الداخلي. يحدث هذا التلوث عن احتباس الملوثات داخل المباني التي تعاني أنظمة تهويتها من سوء التصميم. وأنواعه الرئيسية هي : دخان السجائر، والغازات المنبعثة من المواقد والأفران، والكيميائيات المنزلية، وجسيمات الألياف، والأبخرة الخطرة المنبعثة من مواد البناء، مثل العوازل والبويات والأصماغ. وتتسبب الكميات الكبيرة من هذه المواد داخل بعض المكاتب في حدوث الصداع وتهيج العيون ومشاكل صحية أخرى للعاملين فيها. وتسمى مثل هذه المشاكل الصحية أحيانًا متلازمة المباني المريضة.

والرادون وهو غاز مشع ينبعث عن انحلال اليورانيوم في الصخور الأرضية ملوث خطر آخر. ففي مقدوره أن يسبب سرطان الرئة إذا ما استنشق بكميات وافرة. ويتعرض الناس لغاز الرادون إذا ما تسرب هذا الغاز إلى الطوابق السفلى من المنازل المبنية فوق تربة أو صخور مشعة. وفي مقدور المباني عالية الكفاءة، والتي تحافظ على الهواء الساخن أو البارد داخلها، أن تحتبس الرادون في الداخل وأن ترفع من تركيزه.

التلوث المائي:

الغلاف المائي يمثل أكثر من 70% من مساحة الكرة الأرضية ويبلغ حجم هذا الغلاف حوالي 296 مليون ميلا مكعبا من المياه. ومن هنا تبدو أهمية المياه حيث أنها مصدر من مصادر الحياة على سطح الأرض فينبغي صيانته والحفاظ عليه من أجل توازن النظام الإيكولوجي الذي يعتبر في حد ذاته سر استمرارية الحياة . وعندما نتحدث عن التلوث المائي من المنظور العلمي فإننا نقصد إحداث خلل وتلف في نوعية المياه ونظامها الإيكولوجي بحيث تصبح المياه غير صالحة لاستخداماتها الأساسية وغير قادرة على احتواء الجسيمات والكائنات الدقيقة والفضلات المختلفة في نظامها الإيكولوجي. وبالتالي يبدأ اتزان هذا النظام بالاختلال حتى يصل إلى الحد الإيكولوجي الحرج والذي تبدأ معه الآثار الضارة بالظهور على البيئة. ولقد اصبح التلوث البحري ظاهرة أو مشكلة كثيرة الحدوث في العالم نتيجة للنشاط البشري المتزايد وحاجة التنمية الاقتصادية المتزايدة للمواد الخام الأساسية والتي تتم عادة نقلها عبر المحيط المائي كما أن معظم الصناعات القائمة في الوقت الحاضر تطل على سواحل بحار أو محيطات. ويعتبر النفط الملوث الأساسي على البيئة البحرية نتيجة لعمليات التنقيب واستخراج النفط والغاز الطبيعي في المناطق البحرية أو المحاذية لها، كما أن حوادث ناقلات النفط العملاقة قد تؤدي إلى تلوث الغلاف المائي بالإضافة إلى ما يسمى بمياه التوازن والتي تقوم ناقلات النفط بضخ مياه البحر في صهاريجها لكي تقوم هذه المياه بعملية توازن الناقلة حتى تأتي إلى مصدر شحن النفط فتقوم بتفريغ هذه المياه الملوثة في الحبر مما يؤدي إلى تلوثها بمواد هيدروكربونية أو كيميائية أو حتى مشعة ويكون لهذا النوع من التلوث آثار بيئية ضارة وقاتلة لمكونات النظام الإيكولوجي حيث أنها قد تقضي على الكائنات النباتية والحيوانية وتؤثر بشكل واضح على السلسلة الغذائية كما أن هذه الملوثات خصوصا العضوية منها تعمل على استهلاك جزء كبير من الأكسجين الذائب في الماء كما ان البقع الزيتية الطافية على سطح الماء تعيق دخول الأكسجين وأشعة الشمس والتي تعتبر ضرورية لعمليات التمثيل الضوئي.

الخريطة المائية العربية :

يقع الوطن العربي في المنطقة الجافة وشبه الجافة، وتخترقه من الغرب إلى الشرق صحارى واسعة جدا يكاد ينعدم المطر فيها، أما المناطق الساحلية والجبلية القريبة منها فإنها تتعرض لتيارات هوائية بحرية ومنخفضات جوية تسبب هطول الأمطار في فصول ومواسم محددة، ففي البلدان العربية المتشاطئة مع البحر الأبيض المتوسط تسقط الأمطار عادة في فصل الشتاء، وأما البلدان الواقعة على بحر العرب وفي بعض مناطق الجزيرة العربية وجنوب السودان فإنها تتعرض لتأثير الرياح الموسمية الصيفية الحاملة للأمطار.

وتتراوح المعدلات السنوية لهطول الأمطار في الوطن العربي بين 250 -400 ملم، وتتجاوز الألف ملم في بعض مناطق جبال لبنان والساحل السوري ومرتفعات اليمن وجنوب السودان، ويسقط على الوطن العربي 2100 - 2300 مليار م 3 سنويا.

يفتقر الوطن العربي إلى الأنهار الداخلية الكبيرة، وأهم أنهاره هي النيل في مصر والسودان، والفرات ودجلة في سورية والعراق، وهي أنهار دولية تستمد القسم الأكبر من مياهها من خارج المنطقة العربية.ينبع نهر النيل من أواسط أفريقيا وتقع في حوضه عشر دول منها ثماني في منطقة المنابع من الحوض في حين تتقاسم مصر والسودان مجرى النهر، وتعاني جميع دول حوض النيل عدا مصر من مشاكل داخلية متفاقمة وتخلف اقتصادي.وتتقاسم تركيا وسورية والعراق حوضي دجلة والفرات وتتحكم تركيا بحكم موقعها بجريان المياه في النهرين، وترفض تركيا إخضاع نهري الفرات ودجلة للقانون الدولي والتوصل إلى اتفاق مع سورية والعراق لاقتسام مياههما.وتقدر الموارد المائية العربية المتجددة بحوالي 350 مليار م 3 سنويا، يؤمن نهر النيل منها 84 مليار م 3 ، ويؤمن نهر الفرات منها 30 مليار م 3، ويؤمن نهر دجلة منها 40 مليارا م 3.

ويحتوي الوطن العربي على كميات مهمة من المياه الجوفية تتوزعها ثلاثة أحواض كبيرة، هي الأرج الشرقي جنوب جبال أطلس في الجزائر، وتقدر كمية المياه المخزنة في هذا الحوض بنحو 1400مليار م 3، وحوض النوبة بين مصر وليبيا والسودان وتقدر كميات المياه المخزنة في هذا الحوض بنحو 7000 مليار م 3 ويمد هذا الحوض الواحات الصحراوية بالمياه مثل واحة الخارجة والداخلة والفرافرة في مصر، ويمد أيضا النهر العظيم في ليبيا الذي ينقل المياه الجوفية من الحوض إلى ليبيا ويقدر الماء المتدفق من خلاله بسبعمائة مليون م 3 سنويا، وحوض الديس بين الأردن والسعودية، وتوجد أحواض مياه أخرى أقل أهمية تتيح كميات من المياه بحدود 15.3 مليار م 3 يستغل معظمها.

ويوجد مصدر آخر للمياه هو مياه البحار: وتجري تحليه مياه البحار في دول الخليج على نطاق واسع، ويمكن أيضا اعتبار معالجة مياه الصرف الزراعي والصحي مصدرا مهما للمياه وتقدر كميات الصرف المستخدمة في الوطن العربي بحوالي ستة مليارات م 3، ويتوقع أن ترتفع في المستقبل إلى 12 مليار م 3.

واقع المياه في المنطقة العربية :

تشكل المياه المتمثلة بالبحار والمحيطات 75% من مساحة الكرة الأرضية، ويقدر الحجم الكلي لها بحدود 1360 مليون كم مكعب ،وان المياه المالحة في البحار والمحيطات تشكل 97% من المياه في العالم أي 1319.2 مليون كيلو متر مكعب، بينما الباقي 40.8 مليون كم مكعب والذي يشكل 3% يمثل المياه العذبة متمثلة بالجليد والأنهار والبحيرات والمياه الجوفية وغيرها، تمثل الأنهار والجبال الجليدية 75% منها أما المياه العذبة للأنهار والبحيرات فهي لا تشكل سوى 1% من إجمالي حجم المياه في الكرة الأرضية. وتتجدد الإمدادات من المياه العذبة باستمرار بفضل الأمطار والثلوج السنوية والمقدرة بـ 110 ألف كم مكعب يتبخر منها 70 ألف كم مكعب ويسير 40 ألف كم مكعب على شكل انهار وبحيرات فضلا عن المياه الجوفية، إلا ان قسما كبيرا من هذه المياه الجارية يقدر بـ 9-14 ألف كم مكعب يتعرض للهدر السنوي في المصبات المائية ويقدر مجموع جريان المياه من القارات بنحو 41000 كم مكعب في السنة ويعود إلى البحر 27000 كم مكعب على شكل تدفقات سيول و 5000 كيلوا متر مكعب من الأماكن غير المأهولة، ويتبقى من هذه الدورة نحو 9000 كم مكعب من المياه على نطاق العالم ليستغلها الإنسان.

تبلغ مساحة الدول العربية حوالي 1.4 مليار هكتار تمثل حوالي 10.2% من إجمالي يابسة العالم، ويبلغ عدد سكانها في عام 2006 (318.3) مليون نسمة مشكلين ما يقارب 4.8% من سكان العالم بينما لا يحصلون سوى 2% من المياه العذبة المتجددة في العالم إذ ان وارداته المائية المتجددة للعام المذكور هي 338 مليار متر مكعب. ولا يتجاوز متوسط نصيبها السنوي من الأمطار الساقطة على العالم سوى 1.5% نتيجة وقوعها في الأقاليم الجافة وشبه الجافة ، إذ ان 80% من مساحته تمثل أراضي صحراوية قاحلة.

ويأتي العراق في مقدمة الدول العربية من حيث حجم المعروض المائي إذ بلغ عام 2000 حوالي 63.9 مليار متر مكعب سنويا. ويليه مصر إذ ان حجم معروضها المائي لنفس العام هو 59.67 مليار متر مكعب سنويا. ثم تأتي كل من بلدان المغرب بـ 30 مليار متر مكعب سنويا، وسوريا بـ 21.45 مليار متر مكعب سنويا، والصومال بـ 11.46 مليار متر مكعب سنويا. بينما تأتي قطر بمؤخرة الدول العربية من حيث حجم المعروض المائي إذ ان حجم معروضها المائي هو 0.04 مليار متر مكعب، وكما مبين في الجدول (1).

جدول(1) الموارد المائية المتاحة في الوطن العربي لعام 2000 (مليار متر مكعب)

البلد	الموارد المائية المتاحة	البلد	الموارد المائية المتاحة
العراق	63.9	تونس	3.9
مصر	59.67	عمان	1.93
المغرب	30	الأردن	0.97
السودان	27	ليبيا	0.91
سوريا	21.45	فلسطين	0.49
الجزائر	15	جيبوتي	0.25
الصومال	11.46	الكويت	0.18
لبنان	9.05	الإمارات	0.13
موريتانيا	7.3	البحرين	0.12
السعودية	5.55	قطر	0.04
اليمن	5.05	مجموع الدول العربية	264.52

وبصورة عامة هنالك ثلاث مصادر رئيسية للموارد المائية في العالم هي:

1-الموارد المائية التقليدية Conventional Water Resources وتشمل مياه الأمطار والمياه السطحية والمياه الجوفية.

2-الموارد المائية غير التقليدية Unconventional Water Resources وتشمل المياه المعالجة ومياه التحلية.

3-موارد مائية أخرى Miscellaneous Water Resources وتشمل بقية الأنواع التي لا تدخل ضمن الأنواع السابقة كمياه (إكثار السحب) وعمليات نقل المياه والجبال الجليدية، إضافة إلى الطرق المستخدمة لمنع التبخر والتسرب.

وتنحصر مصادر المياه العربية العذبة بمياه الأمطار ومياه الأنهار والمياه الجوفية بالإضافة إلى المصادر غير التقليدية، وفيما يلي إيجاز لهذه الأنواع:

أ-مياه الأمطار:

تقع اغلب أراضي الوطن العربي (حوالي 80%) في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقل معدل تساقط الأمطار فيها عن 250 ملم سنويا، وان حوالي 67% من أراضي الوطن العربي يقل معدل سقوط الأمطار فيها عن 100 ملم سنويا، وعموما تتراوح كميات الأمطار الساقطة من حوالي 1500 ملم سنويا على مرتفعات اليمن ولبنان وتونس والجزائر إلى اقل من 5 ملم سنويا على مناطق شمال السودان وجنوب كل من مصر وليبيا.

ويصل إجمالي معدل كميات الأمطار الساقطة على ارض الوطن العربي إلى حوالي 221.3 مليار متر مكعب سنويا يحظى إقليم الوسط العربي بـ 58.92% بعد ان استقبلت أراضيه 130.4 مليار متر مكعب، ويليه إقليم المغرب العربي بـ 23.56% إذ استقبلت أراضيه 52.1 مليار متر مكعب، ثم يليه إقليم شبه الجزيرة العربية بـ 21.4%، وكما مبين في الجدول (2).

جدول (2) كميات الأمطار الساقطة على أقاليم الوطن العربي ونصيب كل إقليم سنويا

الإقليم	الدول	كمية الأمطار سنويا(مليار متر مكعب)	النسبة إلى الإجمالي
الأوسط	السودان،مصر،الصومال،جيبوتي، ليبيا	130.4	58.92
المغرب العربي	تونس الجزائر،المغرب،موريتانيا	52.1	23.56
شبه الجزيرة العربية	السعودية،الكويت،الامارات	21.4	9.67
المشرق العربي	البحرين،قطر،عمان،اليمن	17.4	7.85

ب-مياه الأنهار:

يبلغ عدد الأنهار الدائمة في الوطن العربي 34 نهرا، وعند إضافة الروافد التابعة لها تصبح بحدود 50 نهرا، أطولها نهر النيل في السودان ومصر إذ يبلغ طوله 6670 كم ومساحته 21.9 مليون كم مربع، ثم يأتي بعده نهر الفرات اذ يبلغ طوله 2230 كم ومساحته 444 ألف كم مربع، واصغر هذه الأنهار هو نهر السين في العراق وطوله 6 كم. ومن حيث التصريف فان النيل هو اكبر الأنهار العربية تصريفا اذ يبلغ تصريفه 84 مليار متر مكعب سنويا، يليه نهر دجلة بمعدل تصريف سنوي قدره 48 مليار متر مكعب، ثم الفرات بمعدل تصريف 29 مليار متر مكعب، أما اقل الأنهار تصريفا فهو نهر مليان بالجزائر حيث يصل تصريفه إلى 50 مليون متر مكعب سنويا.

وتتميز معظم الأنهار العربية بأنها تنبع من دول غير عربية كما هو الحال في انهار النيل ودجلة والفرات، وبالتالي فان إدارة هذه الأنهار مشتركة بين البلدان العربية والبلدان غير العربية.

ج-المياه الجوفية:

لقد أوضحت الدراسات الجيولوجية وبالاعتماد على احدث التقنيات التكنولوجية كالتصوير الجوي من خلال الطائرات والأقمار الصناعية والمعلومات المتجمعة من خلال الحفر المباشر للآبار بحثا عن الماء أو النفط أو مكامن الثروة المعدنية وجود مستودعات مياه جوفية طبيعية بعضها ذو امتداد محلي والبعض الآخر ذو امتداد إقليمي وبالتالي فان الاشتراك الدولي في إدارة المياه لا يقتصر على الأنهار وإنما يمتد إلى المياه الجوفية المشتركة بين الدول. وتقدر كميات المياه الجوفية المتجددة بحدود 41.9 مليار متر مكعب سنويا، أما المياه المخزونة فتصل إلى 7733 مليار متر مكعب. وتتباين عمليات توزيعها بين البلدان العربية فيأتي إقليم المغرب العربي في مقدمة الأقاليم العربية من حيث الموارد الجوفية المتجددة إذ تبلغ 17.4 مليار متر مكعب، بينما يأتي القطر المغربي في مقدمة البلدان العربية من حيث امتلاكه للموارد المائية المتجددة حيث تصل إلى ما يقارب 2.5 مليار متر مكعب. أما من حيث الموارد المخزونة فان الإقليم الأوسط يأتي بمقدمة الأقاليم العربية إذ يبلغ المخزون المائي لديه 6439 مليار متر مكعب وكما مبين في الجدول.

جدول (3) المياه الجوفية المخزونة والمتجددة في الأقاليم العربية (مليار متر مكعب)

الإقليم	المياه الجوفية		
	المخزونة	المتجددة	المستغلة
المشرق العربي	13	8.5	6.6
الجزيرة العربية	361	4.8	4.7
الأوسط*	6439	11.2	8.7
المغرب العربي**	920	17.4	15
مجموع الدول العربية	7733	41.9	35

*عدى ليبيا

** بالإضافة إلى ليبيا

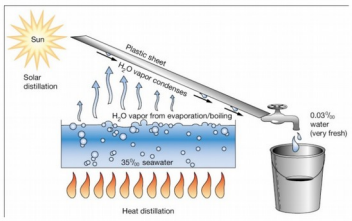
وتحتل مسالة المياه الجوفية أهمية خاصة بالمنطقة العربية وذلك لارتباطها الوثيق بمستقبل التنمية العربية كون ان ما يقارب من 80% من الأراضي العربية هي أراضي صحراوية تتمثل بالصحراء الغربية، والصحراء الموريتانية-الجزائرية، والصحراء الليبية، والصحراء الغربية المصرية والسودانية، فضلا عن صحراء النفوذ والربع الخالي في شبه الجزيرة العربية، وبالتالي فان هذه المناطق لا يمكن تنميتها إلا بالاعتماد على المياه الجوفية كمصدر رئيس أو وحيد في تلبية احتياجاتها من المياه.

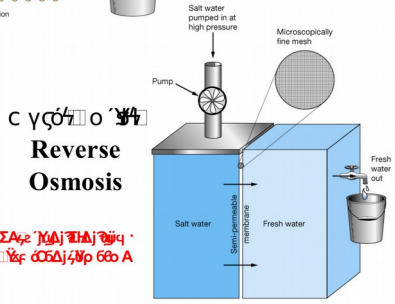
د-مصادر المياه غير التقليدية:

تشكل مصادر المياه غير التقليدية مصدرا مهما من مصادر المياه ولاسيما في بعض البلدان العربية كالخليجية منها وليبيا حيث تتسم بقلة امتلاكها لمصادر المياه الطبيعة ووقوعها على امتداد البحرين الأحمر والمتوسط وعلى المحيطين الهندي والأطلسي بالإضافة إلى الخليج العربي لذا فانها تلجا إلى هذا النوع من المياه بالرغم من ارتفاع تكلفتها، اذ تقدر تكلفة تحلية متر مكعب من المياه بحدود 1-1.5 دولار. ومن ابرز مصادر المياه غير التقليدية هي مياه التحلية والمياه المعاد استخدامها ومياه التدوير.

Seawater desalination

- Desalination methods:
  - Distillation
    - Solar
    - Heat
  - Electrolysis
  - Reverse osmosis
  - Freeze separation





Reverse Osmosis

Theory of Osmosis

ففيما يتعلق بمياه التحلية فان ما يقارب من 65% من الطاقة الإجمالية العالمية لوحدات التحلية موجودة في الدول العربية، فقد احتلت المملكة العربية السعودية المرتبة الأولى عالميا من حيث نسبة امتلاكها لوحدات تحلية المياه في العالم إذ انها تمتلك 26.8% تليها الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 12% والكويت ثالثا بنسبة 10.5% ومن ثم الإمارات العربية المتحدة رابعا وكما مبين في الجدول(4).

ويرجع استخدام طرق التحلية إلى نهاية عقد الخمسينيات من القرن الماضي فقد وصل إنتاج المياه المحلاة في العالم عام 1958 إلى ما يقارب من 8 آلاف متر مكعب يوميا، ثم أخذت في الارتفاع الكبير فوصلت في عام 1980 إلى 7.6 مليون متر مكعب يوميا ثم في عام 1992 إلى 15.6 مليون متر مكعب يوميا. ويمكن تقسيم طرق تحلية المياه إلى ثلاث أقسام رئيسة هي طرق التحلية باستخدام الأغشية (التحلية الغشائية) وتتكون من عدة طرق أبرزها طريقة التناضح العكسي Reverse Osmosis ، والمجموعة الثانية هي طرق التحلية باستخدام التبخير/التقطير وأبرزها طريقة التبخير ألوميضي ذو المراحل المتعددة Multi-Stage Flash Evaporation ، أما المجموعة الثالثة فهي طرق التحلية باستخدام التجميد (التحلية التجميدية) وأبرزها طريقة التجميد تحت ضغط منخفض.

جدول (4) الطاقة الإنتاجية للتحلية وعدد الوحدات لعدد من الدول العربية والولايات المتحدة والعالم لعام 1991

الدولة	الطاقة الإنتاجية م3/يوم	نسبتها إلى العالم	عدد الوحدات
السعودية	3568868	26.84	1417
الولايات المتحدة	2985157	12.0	-
الكويت	1390238	10.46	133
الامارات	1332477	10.02	290
ليبيا	619354	4.66	386
العراق	323925	2.44	198
قطر	308611	2.32	59
البحرين	275767	2.07	129
إجمالي الدول العربية	8313495	62.51	3050
العالم	13299464	100.0	-

(-) الرقم غير معروف وقد

استحوذت **طريقتي التناضح العكسي وطريقة التبخير ألوميضي** ذو المراحل المتعددة في الدول العربية على ما يقارب 87% من إجمالي الطاقة الإنتاجية لوحدات التحلية في العالم إذ وصل حجم المياه المنتجة 7805846 متر مكعب يوميا. فطريقة التناضح العكسي استحوذت على 31% من إجمالي الطاقة الإنتاجية للماء المحلى في العالم إذ كانت طاقتها الإنتاجية 1618879 مليار متر مكعب، وتعتمد على غشاء فاصل شبه نافذ Semi-permeable membrane بين محلول ماء مالح وآخر عذب إذ ينتقل الماء من المحلول الأقل تركيز إلى الأكبر تركيز إلى أن يتساوى التركيز في المحلولين. أما طريقة التبخير ألوميضي ذو المراحل المتعددة فقد استحوذت على ما يقارب من 56% من إجمالي الطاقة الإنتاجية لوحدات التحلية في العالم إذ ان طاقتها الإنتاجية بلغت 6186967 مليار متر مكعب يوميا، وتعتمد هذه الطريقة على حقيقة مفادها ان الماء يغلي عند درجات حرارة اقل كلما استمر تعرضه إلى ضغوط مخفضة، إذ يسخن ماء البحر ثم يدخل إلى غرفة الضغط فيحدث له غليان مباشر(وميض flash) ويتحول إلى بخار فتنخفض درجة حرارة المياه المالحة الباقية فينقل إلى غرفة ثانية وثالثة ورابعة اقل ضغطا وحسب الرغبة في نوعية المياه المنتجة. أما البخار الناشئ من عملية التسخين فيتم تكثيفه للحصول على الماء العذب. ويمكن الاستفادة من المفاعلات النووية من نوع BN-350 لتحلية مياه البحر من خلال الاستفادة من الحرارة الناجمة عن إنتاج الطاقة الكهربائية، فالمفاعل الذي ينتج 125 ميكا واط من الكهرباء بإمكانه ان ينتج 100 ألف متر مكعب من المياه العذبة يوميا.

ومن الطرق الأخرى هي امكانية **إعادة تدوير مياه الصرف الزراعي** والاستفادة منها مرة ثانية في الزراعة إذا كان متوسط ملوحتها في حدود 2000 جزء في المليون، إذ يمكن استخدامها مباشرة بعد خلطها بالمياه العذبة.

وكذلك امكانية **اعادة تدوير مياه الصرف الصناعي** والاستفادة منها حسب طبيعة كل صناعة ومدى حاجتها لنوع المياه من حيث درجة تركيزها الملحي أو أنواع المعادن التي تحتويها وحجم الملوثات العضوية وغير العضوية. وعموما فان مياه الصرف الصناعي غالبا ما تحتوي على نسبة من الأحماض والزيوت المختلفة، لذا فانها تحتاج إلى عمليات أكثر تعقيدا وتكلفة من مياه الصرف الزراعي لإعادة تدويرها.

ومن الطرق غير التقليدية أيضا للحصول على المياه هي **اعادة تدوير مياه الصرف الصحي** والتي تحتاج إلى عمليات متعددة ومعقدة كون هذا النوع من المياه يحتوي على العديد من الكائنات الحية كالبكتريا والفيروسات والتي قد تسبب للعديد من الأمراض التي تصيب الإنسان، لذا فانه تجري عليها معالجات أولية وثانوية لضمان عدم تسببها لأي من الأمراض.

الطلب على المياه في المنطقة العربية :

ان توزيع المياه العذبة المتجددة سنويا يعد غير متوازن على صعيد قارات العالم إذ انه يختلف من قارة لأخرى، وبالتالي تختلف حصة الفرد تبعا لذلك. فطبقا لبيانات عام 2000 فان الفرد في قارة أمريكا الجنوبية يأتي بمقدمة قارات العالم من حيث حصوله على المياه العذبة إذ انه يحصل على 28.3 ألف متر مكعب سنويا، ويأتي بعده الفرد في قارة أمريكا الشمالية والوسطى بمعدل 17.5 ألف متر مكعب سنويا، بينما يأتي الفرد في قارة آسيا بالمرتبة الأخيرة بمعدل 3.3 ألف متر مكعب سنويا وكما مبين في الجدول (5).

ولا يقتصر التفاوت في حصة الفرد من المياه العذبة المتجددة سنويا على مستوى قارات العالم بل يمتد إلى المستوى الدولي إذ ان ما يحصل عليه الفرد من المياه العذبة يختلف من بلد لآخر تبعا لحجم السكان ومستويات وأنماط التنمية الاجتماعية والاقتصادية السائدة، فالطلب على المياه في البلدان المتقدمة يختلف عن مثيله في البلدان النامية فعلى سبيل المثال يزيد متوسط استهلاك الفرد من المياه في الولايات المتحدة الأمريكية بحدود 96 مرة عن مستوى استهلاك الفرد في غانا، وكذلك نجد ان حصة الفرد في كندا هي 120 ألف متر مكعب سنويا بينما لا تزيد هذه الحصة في الهند عن 2500 متر مكعب وفي كينيا تنخفض إلى اقل من 600 متر مكعب.

جدول(5) حصة الفرد السنوية من المياه العذبة حسب القارات لعامي 1980 و 2000 (ألف متر مكعب)

القارة	1980	2000
أمريكا الجنوبية	4808	28.3
أمريكا الشمالية والوسطى	21.3	17.5
أفريقيا	9.4	5.1
أوربا	4.6	4.1
آسيا	5.1	3.3

وبصورة عامة يختلف توزيع استهلاك المياه على الاستخدامات الاقتصادية المختلفة في البلدان المتقدمة عنها في البلدان النامية، وتعد الزراعة النشاط الإنساني الأول الذي يستهلك كميات كبيرة من المياه العذبة المتجددة سنويا إذ انها تستهلك بحدود 69% من إجمالي المياه في العالم و 91% في البلدان النامية، بينما في البلدان المتقدمة تنخفض هذه النسبة إلى 39% والصناعة تستهلك 23% على مستوى العالم بينما الباقي والبالغ 8% فهو يستهلك للأغراض المنزلية. بينما في البلدان العربية نجد ان استخدام المياه لأغراض الزراعة لا يختلف عن مثيلاتها في البلدان النامية إذ انها تستهلك 91% بينما تستهلك الصناعة 4% والاستخدام المنزلي 5% وكما مبين في الجدول(6). وبصورة عامة فقد زاد استهلاك المياه في العالم بصورة كبيرة إذ ارتفع من 1360 كم مكعبا في عام 1950 إلى 4130 كم مكعب في عام 1990.

جدول(6) التوزيع السنوي لاستخدامات المياه على القطاعات الاقتصادية المختلفة (نسب مئوية)

البلد	توزيع المياه على القطاعات الاقتصادية		
	الزراعة	الصناعة	المنزلي
العالم	69	23	8
البلدان المتقدمة	39	47	14
البلدان النامية	91	5.0	4.0
البلدان العربية	91	4.0	5.0
إسرائيل	68.4	5.6	26

إن حصة الفرد العربي من المياه العذبة كانت 3430 متر مكعب سنويا عام 1960 انخفضت إلى 807 متر مكعب سنويا عام 1990 ثم انخفضت في عام 2006 إلى 1430 متر مكعب سنويا ، ومن المتوقع ان تنخفض في عام 2025 إلى 667 متر مكعب سنويا وكما مبين في الجدول.

جدول (7) تطور حصة الفرد العربي من المياه

السنة	الحصة(متر مكعب)
1960	3430
1990	1430
2000	882
2006	807
2025	*667

*توقعات

وعموما تعد حصة الفرد السنوية من المياه العذبة في البلدان العربية الأقل على مستوى بلدان العالم باستثناء بعض الدول الأفريقية والأسيوية. أما بالنسبة لحصة الفرد على مستوى الدول العربية فان العراق يأتي بمقدمتها اذ ان حصته هي 1971 متر مكعب سنويا لعام 2006 ، وهي تعد حصة متدنية اذا ما قيست بمثيلاتها في البلدان المتقدمة والنامية في العالم، يليه مصر بعد ان كانت حصة الفرد للعام المذكور فيها 1082 متر مكعب سنويا، بينما تأتي حصة الفرد في الجزائر بمؤخرة البلدان العربية إذ ان حصته من المياه فيها لم تتجاوز 149 متر مكعب سنويا وكما مبين في الجدول.

جدول(8) نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة سنويا لعامي 2000 و 2007

البلدان	نصيب الفرد في السنة(متر مكعب)	
	2000	2006
العراق	2358	1971
مصر	1219	1082
ليبيا	865	713
سوريا	780	681
موريتانيا	703	609
المغرب	416	378
لبنان	354	340
البحرين	392	335

تونس	340	321
قطر	392	289
الكويت	363	265
السودان	279	239
السعودية	238	205
اليمن	239	193
الأردن	193	167
الجزائر	163	149
الإمارات	579	*410
عمان	239	**223
الصومال	-	-
جيبوتي	-	-
فلسطين	-	-
مجموع الدول العربية	882	807

*الرقم لعام 2005

** الرقم لعام 2003

مشاكل وتحديات المياه في المنطقة العربية :

هنالك العديد من المشاكل والتحديات التي تواجه المياه العربية أبرزها مشكلة التلوث المائي والاستخدام المفرط للمياه والمشاكل مع بلدان المنبع فضلا عن الأطماع الإسرائيلية ومشكلة التصحر، وفيما يلي استعراض لمشكلة التلوث المائي :

مشكلة التلوث المائي :

بصورة عامة يقسم التلوث المائي إلى **أربعة أنواع** الأول هو **التلوث البيولوجي** والذي ينجم عن احتواء المياه على الكائنات الحية كالبكتريا والفيروسات والطفيليات والطحالب،وتنتج هذه الملوثات في الغالب نتيجة اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء. والثاني هو **التلوث الكيماوي** وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية أو الزراعية بالقرب من المسطحات المائية مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها، كالأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات. والنوع الثالث هو **التلوث الفيزيائى** وينتج عن تغير المواصفات القياسية للماء عن طريق تغير درجة حرارته أو نسبة ملوحته أو زيادة نسبة المواد العالقة به سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي، وتنتج زيادة نسبة ملوحة الماء على الأرجح نتيجة ازدياد كميات التبخر لمياه البحيرات أو الأنهار في المناطق الجافة دون تجديد لها. والنوع الأخير هو **التلوث الإشعاعي** ومصدر هذا التلوث يكون على الأغلب عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية أو عن طريق التخلص من هذه النفايات في البحار والمحيطات والأنهار، وفي الغالب لا يحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية مما يجعله أكثر الأنواع خطورة،حيث تمتصه الكائنات الموجودة في هذه المياه على الأغلب ثم تنتقل إلى الإنسان أثناء تناول هذه الأحياء فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة منها الخلل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية .

ان مشاكل المياه العربية لا تتعلق بالجانب الكمي فقط وإنما تتعدى إلى الجانب النوعي أيضا، فالمياه التي تأتي من خارج حدود الوطن العربي تحمل تهديدا للإنسان والحيوان على حد سواء نتيجة تشبعها بعناصر التلوث المختلفة. فمياه دجلة والفرات تأتي من الجانب التركي وهي تحتوي على نسب خطيرة من الفوسفات والكالسيوم والبيكربونات والمواد العضوية الطيارة فضلا عن وجود الأوكسجين الحيوي الممتص BOD فيها بنسبة 700 ملغ/لتر. ولا يختلف الأمر بالنسبة لنهر النيل اذ انه ونتيجة لمروره بدول عديدة قبل وصوله للسودان ومصر فانه يحمل نسب مرتفعة وخطيرة للعديد من العناصر الضارة .

ان أهم مصادر تلوث المياه في المنطقة العربية هو عملية رمي النفايات والفضلات والمياه الثقيلة في مجاري الأنهر، وكذلك رمي النفايات الصناعية والتي تتسبب في مشاكل حقيقية ولاسيما بعض فضلات المصانع والمستشفيات تحتوي على مواد كيماوية بل وبعضها قد يكون مشعا له تأثير سلبي على المياه. وكذلك فان الأسمدة الكيماوية والمبيدات الزراعية تلعب هي الأخرى دورا كبيرا في تلوث المياه ولاسيما ان نسبة 91% من المياه تستهلكها الاستخدامات الزراعية. وتلوث الماء يشكل خطرا على البيئة، فإن لم يكن نظيفا فسنموت عطشا، والنفايات التي ترميها المصانع في الأنهار و البحار وفي الوديان، كلها مضرة تضر البيئة والإنسان، ولا ننسى الحيوان وأيضا النبات، كل هذه الكائنات تضر بسبب طرف واحد، و إذا بقينا هكذا فسيدمر العالم كله وستموت كل الكائنات.فتلوث المياه هي مشكلة في جميع أنحاء العالم؛ وعلى الرغم من استفحال المشكلة وضخم حجمها إلا أنها تزداد سوءاً يومياً سواء في الدول النامية أو الدول المتقدمة، حيث وضح أحد التقارير في الولايات المتحدة أن حوالي 45 % من مياه الجداول و 47% من مياه البحيرات، و 32% من مياه الخلجان تعد ملوثة.وتعتبر المياه ملوثة عندما تحتوي على مكونات تفسدها بحيث لا تصلح للاستهلاك البشري كمياه الشرب أو بحيث تؤثر على الأحياء التي تعيش فيها كالأسماك والأحياء المائية الأخرى.وهذا التلوث يؤثر في المياه السطحية، مثل الأنهار والبحيرات والمحيطات، كما يمكن أن يؤثر في المياه التي في باطن الأرض، والمعروفة بالمياه الجوفية. وبإمكانه أيضًا أن يسبب الأذى لأنواع عديدة من النباتات والحيوانات. ووفقًا لمنظمة الصحة العالمية، يموت ما يقرب من خمسة ملايين شخص سنويًا، بسبب تجرعهم ماءً ملوثًا.

وفي النظام المائي الصحي، تعمل دورة من العمليات الطبيعية، على تحويل المخلفات إلى مواد نافعة أو ضارة. وتبدأ الدورة عندما تستخدم كائنات عضوية تعرف بالبكتيريا الهوائية الأكسجين الذائب في الماء، لهضم المخلفات. وتنتج هذه العملية النترات والفوسفات وغيرها من المغذيات (عناصر كيميائية تحتاجها الكائنات الحية في نموها). وتمتص الطحالب والنباتات المائية الخضراء هذه المغذيات، وتأكل حيوانات مجهرية تدعى العوالق الحيوانية الطحالب، وتأكل الأسماك تلك العوالق. أما الأسماك فقد تأكلها أسماك أكبر منها أو طيور أو حيوانات أخرى. وتنتج عن هذه الحيوانات مخلفات جسمية، ثم ما تلبث أن تموت. وتحلل البكتيريا هذه الحيوانات الميتة، والمخلفات الحيوانية، ثم تعاود الدورة الكرة مرة أخرى.

يحدث التلوث المائي عندما يُلقي الناس بكميات من المخلفات في نظام مائي ما، بحيث تصل إلى درجة لا يكون معها في وسع عمليات التنقية الطبيعية التابعة له أن تؤدي وظيفتها على الوجه المطلوب. وبعض المخلفات، مثل الزيت والأحماض الصناعية والمبيدات الزراعية، تسمم النباتات المائية والحيوانات، بينما تلوث بعض المخلفات الأخرى مثل المنظفات الفوسفاتية والأسمدة الكيميائية وروث الحيوانات، بمد الحياة المائية بمزيد من المغذيات. وتسمى هذه العملية الإثراء الغذائي، وتبدأ عندما تنساب كميات كبيرة من المغذيات إلى أنظمة المياه حيث تعمل المغذيات على تحفيز النمو الزائد للطحالب. وكلما ازداد نمو الطحالب، ازداد فناؤها بالمقابل. وتستهلك البكتيريا الموجودة في الماء كميات كبيرة من الأكسجين لتهضم بذلك الفائض من الطحالب الميتة. ويؤدي ذلك إلى نقص مستوى الأكسجين في الماء مما يتسبب في موت الكثير من النباتات المائية وكذلك الحيوانات.
التلوث الحراري يحدث حينما يضاف الماء الساخن إلى جسم مائي. يظهر الماء الأدفأ أكثر تلونا من بقية المياه في النهر. ويأتي الماء الساخن من محطة توليد طاقة نووية، ويحمله التيار إلى أسفل المجرى ويصدر التلوث المائي عن المؤسسات التجارية والمزارع والمنازل والمصانع ومصادر أخرى، ويشتمل على نفايات المجاري والكيميائيات الصناعية والكيميائيات الزراعية ومخلفات المواشي. ومن أشكال التلوث المائي أيضًا الماء الحار النظيف المنبعث من محطات القدرة إلى مجاري المياه. ويتسبب هذا الماء الحار المسمى بالتلوث الحراري في الإضرار بالأسماك والنباتات المائية عن طريق تقليل كمية الأكسجين في الماء. وفي مقدور الكيميائيات والزيوت المنسكبة أن تحدث تلوثًا مائيًا مدمرًا يتسبب في قتل الطيور المائية والمحار والحياة الفطرية الأخرى.

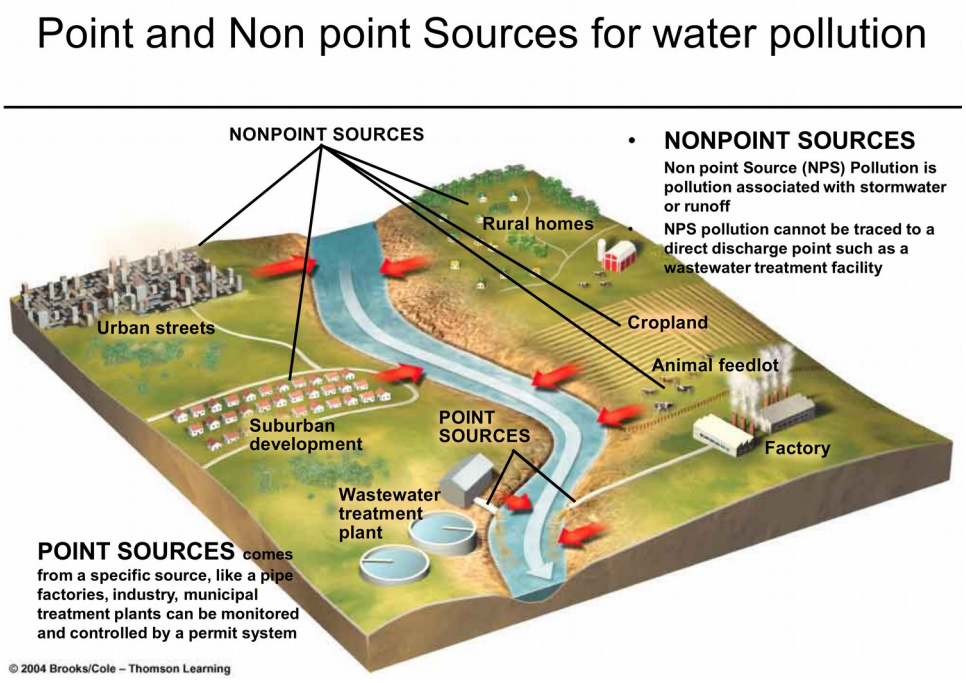
ويحدث بعض التلوث إذا لم يَجْر فصل مُحْكم بين مجاري المياه ومياه الشرب النظيفة. ففي المناطق التي تفتقر إلى محطات حديثة لمعالجة مياه المجاري، يمكن أن تنساب المياه التي تحمل معها المخلفات البشرية إلى موارد المياه. مما يؤدي إلى اختلاط البكتيريا الناقلة للأمراض بماء الشرب وتتسبب في الإصابة بأمراض مثل الكوليرا والدوسنتاريا.أما في المناطق التي تحظى بصرف صحي جيد فإن معظم المخلفات البشرية تنساب في أنابيب وضعت في باطن الأرض، حيث ينتهي بها المطاف إلى محطات معالجة خاصة تقتل البكتيريا الضارة وتزيل المخلفات الصلبة.والأمطار الحمضية قتلت أو أتلفت مساحات شاسعة كثيفة الأشجار ، في منطقة الغابات السوداء بألمانيا.

تعد المياه أهم الموارد الطبيعية في الدول ذات المناخات الصحراوية وشبه الصحراوية ، لأنها تتحكم بتوزيع السكان ونشاطاتهم الاقتصادية وبخاصة الزراعة. وهي بذلك أهم مرتكزات الأمن الغذائي والأمن الوطني. إن تفاقم مشكلات المياه وتزايد الطلب عليها، ناتج عن النمو السكاني وتزايد متطلبات التنمية الاقتصادية. فضلا عن التغيرات المناخية بالاتجاه السلبي، وكذلك مشكلات تلوث المياه إلى حدود كبيرة جعل بعض مصادرها غير صالحة للاستعمال البشري.

إن الأبعاد المستقبلية لمشكلة المياه ستكون وخيمة وخطيرة. إن الحل المبدئي لمشكلة المياه يتمثل بإدارة الموارد المائية االمتاحة((الشحيحة والتي ستكون أكثر شحة في المستقبل)) وذلك من خلال منع وتقليل كل أشكال التلوث والهدر للمياه عن طريق التخطيط السليم وبناء المؤسسات المتخصصة الكفوءة القادرة على إدارة الموارد المائية المتاحة بأسس فنية وتكنولوجية متطورة. تجعل من الموارد المائية ذات قيمة اقتصادية مهمة وذلك عن طريق دعم هذه المؤسسات بتشريعات وقوانين تسهل مهمة هذه المؤسسات. مع التركيز على معالجة مشاكل الري في القطاع الزراعي الذي يمثل مصدر الهدر الكبير في الموارد المائية.

إن ابرز ما يرافق التطور والتنمية ونمو حجم السكان هو المشاكل البيئية الناتجة عن سوء إدارة واستثمار الموارد الأرضية، فكلما زاد حجم السكان كثرت فضلاتهم الصلبة والسائلة والغازية. وكلما تطورت صناعتهم زادت الفضلات الصناعية والتي من أخطرها فضلات الصناعات الكيماوية والغذائية والخدمية. كما ان للنشاط الزراعي فضلات مختلفة ولكن أبرزها استخدام الأسمدة الكيماوية والمبيدات والسموم، واستخدامها بدون مراقبة وتوجيه فني من قبل المؤسسات المتخصصة في الدولة يؤدي إلى مشاكل بيئية وصحية خطيرة.

والتلوث البيئي يعني فساد مكونات البيئة حتى تتحول عناصرها المفيدة إلى عناصر ضارة مما يفقدها دورها في صنع الحياة. وهو أيضا اختلال في توازن مكونات البيئة، وبما يخل في عناصرها وتفاعلها وتلحق الضر بها. ولعل المياه أكثر عناصر البيئة تضررا من التلوث بكل أشكاله. والمياه الملوثة هي المياه التي يحصل ترد في نوعيتها وخصائصها الطبيعية الأساسية من جراء التأثير المباشر أو غير المباشر للنشاطات البشرية مما يجعلها اقل صلاحية للاستعمالات البشرية المختلفة.



<u>مصادر تلوث الماء :</u>

يتلوث الماء بكل مايفسد خواصه أو يغير من طبيعته ، والمقصود بتلوث الماء هو تدنس مجاري الماء والأبار والانهار والبحار والامطار والمياه الجوفية مما يجعل ماءها غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات ، ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية والنباتية والحيوانية والصناعية التي تلقي فيه أو تصب في فروعه ، كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتريا وصبغات كيميائية ملوثة ، ومن أهم ملوثات الماء ما يلي :

1. **مياه الأمطار الملوثة:**

تتلوث مياه الأمطار – خاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء ، والتي من أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت وذرات التراب ، ومن الجدير بالذكر أن تلوث مياه الامطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع ، وإلقاء كميات كبيرة من المخلفات والغازات والاتربة في الهواء أو الماء ، .
لقد امتلئ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التي نفثتها مداخن المصانع ومحركات الآلات والسيارات ، وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كماً جديداً من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة ، ويمتص النبات هذه السموم في جميع أجزائه ، فإذا تناول الإنسان أو الحيوان هذه النباتات ادى ذلك الى التسمم .كما أن سقوط ماء المطر الملوث فوق المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والانهار والبحيرات يؤدي إلى تلوث هذه المسطحات وإلى تسمم الكائنات البحرية والأسماك الموجودة بها ، وينتقل السم إلى الانسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثة ، كما تموت الطيور البحرية التي تعتمد في غذائها على الاسماك .

.

2. **مياه المجاري :**

وهي تتلوث بالصابون والمنظفات الصناعية وبعض أنواع البكتريا والميكروبات الضارة ، وعندما تنتقل مياه المجاري إلى الأنهار والبحيرات فإنها تؤدي إلى تلوثا هي الأخرى . وتشمل المخلفات البشرية و المنظفات و مخلفات المستشفيات وغيرها و هي تشمل مواد غير عضوية واكبر مشكلة هي المنظفات و التي تحتوي على مواد غير قابلة للتفكك الحيوي بل هي سامة على الكائنات الحية

3. **المخلفات الصناعية :**

وهي تشمل مخلفات المصانع الغذائية والكيمائية والألياف الصناعية والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون والبكتريا والدماء والاحماض والقلويات والأصباغ والنفط ومركبات البترول والكيماويات والأملاح السامة كأملاح الزئبق والزرنيخ ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم . يعتبر التلوث بمخلفات المصانع من أهم المشاكل المقلقة التي تواجه الإنسان و ذلك لعدة أسباب منها كثرة العناصر و المركبات التي تنتجها المصانع و التي سجل منها 500 عنصر و مركب سام .لدى بعض هذه العناصر و المركبات القدرة على الانحلال في الماء و بالتالي تؤثر على الكائنات الحية النباتية و الحيوانية في البيئات .اغلب هذه العناصر و المركبات لها القدرة على التراكم في أنسجة الكائنات الحية مما يؤدي إلى تلف تلك الأنسجة تشريحياً و وظيفياً و من ثم موت الكائن .

- **ومن هذه المواد و العناصر**

- **المعادن الثقيلة :**
- **الرصاص /** و المستخدم بكثرة في الدهانات و وقود السيارات و هو المصدر الأساسي للتلوث به ويسبب الرصاص بعض التأثيرات على الكائنات الحية منها : **إسهال ، الحد من نمو وتكاثر الكائنات ، تلف في أنسجة الجسم و التي منها الكبد و الطحال** و غيرها
- **الزئبق /** حيث تلقي المصانع الأمريكية تقريباً 500 طن من الزئبق سنوياً ومن المشاكل و الآثار التي تؤثر على الكائنات الحية ما وجد على سبيل المثال في اليابان بعد دراسة استمرت عشر سنوات من أن مرض **مينا ماتا** هو عبارة عن مرض يحث من خلال تركم الزئبق في الأسماك و انتقاله إلى الإنسان مما يؤدي إلى شلل في العضلات و الأرجل و الأيدي في بعض الناس و موت ما يقارب 234 شخصاً و تضرر ما يقارب 1300 فرد بالإضافة إلى المشاكل الوراثية التي انتقلت إلى أطفالهم
- **مخلفات مصانع الورق /** مما يزيد من التلوث العضوي و من ثم الزيادة الكبيرة في الكائنات الدقيقة المتغذية على مخلفات السيليلوز.

4. **المفاعلات النووية :**

وهي تسبب تلوثً حرارياً للماء مما يؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة وعلى حياتها ، مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من الإنسان وبقية الكائنات .

5. **المبيدات الحشرية :**

- والتي ترش على المحاصيل الزراعية أو التي تستخدم في إزالة الأعشاب الضارة ، فينساب بعضها مع مياه الصرف المصارف ، كذلك تتلوث مياه الترع والقنوات التي تغسل فيها معدات الرش وآلاته ، ويؤدي ذلك إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية كما يؤدي إلى نفوق الماشية والحيوانات التي تشرب من مياه الترع والقنوات الملوثة بهذه المبيدات ، ولعل المأساة التي حدثت في العراق عامي 1971 –1972م أو ضح دليل على ذلك حين تم استخدام نوع من المبيدات الحشرية المحتوية على الزئبق مما أدي إلى دخول حوالي 6000شخص إلى المستشفيات ، ومات منهم 500. مع إن احتمال وصول المبيدات الحشرية عن طريق الغذاء و الخضار أكثر احتمالاً منه عن طريق الماء إلا انه في الفترات الأخيرة أصبحت تصل إلى المسطحات المائية .بشكل كبير فقد سجل وجود مادة D.D.T في كثير من البحار منها بحر البلطيق و بحر الشمال وغيرها كما سجلت المواد و المبيدات الحشرية في أنسجة الكائنات البحرية مثل الكبد (التراكم) كما أدى تأثير هذه المبيدات على الطحالب الخضراء و قلت أعدادها، فوجد أن البناء الضوئي يتأثر معدله بتراكيز قليلة جداً من المبيدات ، كما وجد إنها تؤدي إلى اضطرابات في عملية التمثيل الغذائي.

6. **التلوث الناتج عن تسرب البترول الى مياه البحار والمحطات :**

وهو إما نتيجة لحوادث غرق الناقلات التي تتكرر سنوياً ، وإما نتيجة لقيام هذه الناقلات بعمليات التنظيف وغسل خزاناتها وإلقاء مياه الغسل الملوثة في عرض البحر . نظراً لخفة الزيت و النفط فانه يشكل طبقة رقيقة فوق سطح الماء و بالتالي يكون عازل للغازات و الإضاءة بالإضافة إلى تركم كميات من العناصر الثقيلة الموجودة في النفط في مياه البحر مثل الرصاص و الزئبق و الكادميوم و تكمن المشكلة في تغذي الكائنات على هذه العناصر مما يؤدي إلى تراكمها في الأنسجة مما يؤدي إلى تعطيل الدور الوظيفي لهذه الأنسجة و من ثم موت الكائن.

ومن أسباب تلوث مياه البحار أيضاً بزيت البترول تدفقه أثناء عمليات البحث والتنقيب عنه ، كما حدث في شواطئ كاليفورنياا بالولايات المتحدة الأمريكية في نهاية الستينيات ، وتكون نتيجة لذلك بقعة زيت كبيرة الحجم قدر طولها بثمانمائة ميل على مياه المحيط الهادي ، وأدى ذلك إلى موت أعداد لا تحصى من طيور البحر ومن الدرافيل والأسماك والكائنات البحرية نتيجة للتلوث .

7 . المخصبات الزراعية :

تكمن خطورة المخصبات الزراعية من أن الزيادة فيها قد تؤدي إلى المياه الجوفية و تؤدي إلى تلويثها بالإضافة إلى انتقالها إلى المسطحات المائية من خلال الصرف أو السيول، ومن المخصبات الزراعية . مركبات الفسفور : تعتبر من المركبات السامة للإنسان و الحيوان و هي تؤدي في بعض البحيرات إلى ما يعرف باضطراد النمو البيولوجي **مركبات النترات** : تؤدي إلى تحويل المياه الشرب إلى مياه غير صالحة و تؤدي إلى باضطراد النمو البيولوجي، كما تكمن مشكلة النترات في تحولها إلى ايون نتريت و الذي يؤدي إلى تسمم الدم من خلال من القيام بوظيفته الرئيسية والخاصة بنقل الأكسجين.

هكذا رأينا كيف ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ، والخطورة الكبرى من تلوث الماء تكمن في المياه الصالحة للشرب ، ومما يؤسف له أن هناك بعض الأنهار لم تعد تصلح لهذا الغرض مثل نهر الرور بالمانيا ، كما أن إلقاء مخلفات المجاري في مجري الأنهار دون معالجة يؤدي إلى تغير لون الماء ، وإلى نمو الطحالب والنباتات المائية بصورة كثيفة ، مما يؤثر على الملاحة وعلى سرعة التيار ، بالإضافة إلى أن الماء الراكد يكون مركزاً خصباً لنمو وتكاثر الطفيليات المسببة للأمراض كالكوليرا والبلهارسيا والحمى التيفودية والدوسنتاريا وغيرها من الأمراض .

- **المحافظة على الماء من التلوث**
- لأهمية الماء في حياة الكائنات الحية كان لابد من المحافظة عليه من الملوثات من خلال تأمين الماء النقي بشكل كافي : و التي منها التحلية المياه الجوفية (جيدة لقلة الأملاح فها) الأنهار و البحيرات بعد التنقية

- **الإجراءات الضرورية لوقاية الماء من التلوث و التي منها**
- بناء المنشات اللازمة لمعالجة المياه الصناعية الملوثة و مياه المخلفات البشرية السائلة
- مراقبة المسطحات المائية المغلقة كالبحيرات مما يلوثها
- إحاطة المناطق التي تستخرج منها المياه الجوفية و حمايتها
- إحاطة الينابيع ببناء يحميها
- إصدار القوانين التي تحدد المستويات المختلفة للتلوث
- وضع المواصفات الخاصة التي يجب توفرها في المياه
- المتابعة من خلال التحليل المستمر لعينات المياه

أصبحت مشكلة حماية البيئة المائية فى الوقت الراهن الهدف الأساسى بالنسبة لكل دول العالم مجتمعة لأنها قضية تتعلق بعصب الحياة بالنسبة للإنسان والحيوان والنبات الآ وهى قضية توافر الموارد المائية الصالحة للعمليات الحيوية .

لقد أصبح حل مشكلة تلوث البيئة المائية أكثر تعقيداً بسبب الاستخدام المكثف والواسع النطاق للمبيدات الكيمائية المختلفة فى الزراعة لحماية المزروعات من الآفات ، ولمقاومة الأمراض لرفع انتاجية وحدة المساحة المزروعة بالإضافة إلى زيادة النشاط الصناعى وما نتج عنه من ظهور أنواع جديدة من الملوثات حيث يعتبر الصرف الصناعى من أهم مصادر التلوث لمياه النيل والمصارف .. بالاضافة إلى الزيادة السكانية السريعة ، وظهور تجمعات عشوائية عديدة ، ولذلك كان لابد من الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحى وإعادة إستخدامها للإستفادة منها والمحافظة على البيئة وصحة المواطنين .

لذا تعد معالجة مياه الصرف الصحى وإعادة إستخدامها ضرورة حتمية لما تمثله هذه المياه من مصدر إضافى وغير تقليدى ومتجدد للمياه نظراً لمحدودية الموارد المائية ولتلبية الحاجة المتزايدة للمياه ولما تحتويه من عناصر غذائية يحتاجها النبات إضافة إلى تحقيق الشروط الخاصة بالتخلص من هذه النوعية من المياه بطريقة مأمونة وعملية .

أولاً : مياه الصرف الصحى مصدر للتلوث :

مياه الصرف الصحى هى مياه تنتج من إستهلاك المياه النقية فى الأغراض المنزلية وقد تختلط بها مياه الصرف الصناعى المعالج أو غير المعالج ، ومياه الأمطار ، ومياه غسيل الشوارع ، ومياه الرشح . وهى تحتوى على ملوثات وشوائب ويتباين محتوى مياه الصرف بالملوثات حسب مدة بقاء مياه الصرف الصحى فى الشبكة ، ودرجة تركيز الملوثات من المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة فيه .

1 - أهم ملوثات الصرف الصحى :

تتزايد كميات المياه المستهلكة الناتجة عن الأنشطة المختلفة من عام لآخر الأمر الذى يؤدى بالتالى إلى زيادة حجم التصرفات التى تصرف إلى واحد من وسائل التخلص الآتية :

- الشبكات العمومية للصرف الصحى .
- نهر النيل والترع .
- المصارف .
- الأرض .
- البحر الأبيض المتوسط والبحيرات الشمالية .

وتعد مياه الصرف الصحى أهم مصادر التلوث لإحتوائها على مجموعة من الملوثات منها المواد الصلبة العالقة وهذه المواد تؤدى إلى تواجد رواسب وحالات تحلل لا هوائى ، وهناك نوع آخر من المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجى . وتتكون المركبات العضوية من بروتينات (40 - 60 %) وكربوهيدرات (25 - 50 %) ، ودهون وزيوت (10 %) ، وهناك نوع آخر من المواد الذائبة الغير عضوية مثل الكالسيوم والصوديوم والكبريت وتتواجد هذه المواد من خلال الاستخدام المنزلي وهذه المواد يكون أساس تكوينها من المخلفات المنزلية التى تلقى فى مياه الصرف الصحى وكذلك مخلفات المصانع . وتحتوى أيضاً مياه الصرف الصحى على مركبات عضوية ضارة مثل المبيدات الحشرية والزراعية والمواد الفينولية والمنظفات الصناعية والمعادن الثقيلة الناتجة من الأنشطة التجارية والصناعية . هناك أيضاً العديد من البكتريا التى تنتشر فى مياه الصرف منها السالمونيلا وهى عبارة عن نوع من أنواع البكتريا العضوية ويطلق عليها التيفود.

2 - الخصائص الفيزيائية والكيمائية والبيولوجية لمياه الصرف الصحى :

يمثل المحتوى الكلى من المواد الصلبة أهم الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف الصحى بما يشمله من مواد طافية ومواد عالقة ومواد مذابة ، هذا بالإضافة إلى كل من الرائحة ودرجة الحرارة واللون والمواد الصلبة هى عبارة عن جميع المواد التى تتبقى نتيجة لعملية تبخير المياه بين درجة (103 - 105) درجة مئوية وهى تنقسم إلى مواد صلبة عالقة ، وهناك مواد صلبة قابلة للترشيح .

أ - الرائحة :

مياه الصرف الصحى عكرة راكدة عندما تتحلل بها المواد العضوية تكون رائحتها غير مقبولة وتعطى رائحة البيض الفاسد والمسبب لذلك هو كبريتيد الهيدروجين نتيجة التحليل اللاهوائيى للمواد العضوية .

ب - درجة الحرارة :

دائماً تكون درجة الحرارة لمياه المجارى مرتفعة عن درجة حرارة الهواء نتيجة لإستخداماتها الآدمية ، ويؤدى إرتفاع درجة حرارة المياه إلى تأثر الحياة السمكية .

جـ - اللون :

يكون لون المجارى الخام رمادى وهذا يعنى أن مياه المجارى جديدة ، تحول اللون إلى اللون الأصفر ثم الأسود يدل على تحلل المواد العضوية بفعل البكتريا وانخفاض تركيز الأكسجين المذاب .

د - الخصائص الكيمائية لمياه الصرف الصحى :

تمثل المواد العضوية نسبة حوالى 75 % من المواد الصلبة العالقة ، 40 % من المواد القابلة للترشيح . وهى تنتج من الأنشطة الآدمية والحيوان والنبات ، وتتكون المواد العضوية من الكربون والهيدروجين والاكسجين[1] مع النيتروجين وتوجد بعض المواد الهامة مثل الكبريت والفوسفور والحديد . ويعد الاكسجين الحيـوى المستهلك) (BODالمعيار الأساسى لتحديد معدل (الحول) التلوث العضوى فى مياه الصرف الصحى حيث يستخدم فى قياس المحتوى الكلى من المواد العضوية فى مياه الصرف الصحى حيث يتم تحديد كمية الاكسجين اللازمة لأكسدة كافة المواد العضوية باستخدام مادة كيمائية قوية الأكسدة .

هـ - الخصائص البيولوجية لمياه الصرف الصحى :

تحتوى مياه الصرف الصحى على مجموعات رئيسية من الكائنات العضوية وهى :

1 - بروتيستا وهى من أهم المجموعات وتتكون من الطحالب والبكتريا .
2 - الفيروسات وتتواجد فى المخلفات البشرية الملقاه فى مياه الصرف الصحى .
3 - الكائنات العضوية المعدية وتوجد فى مياه الصرف الصحى بواسطة التخلص منها من قبل الأشخاص حاملى المرض والعدوى مثل أمراض التيفود والكوليرا والدوسنتاريا .

3 - الآثار السلبية لاستخدام مياه الصرف الصحى الخام فى الرى :

- زيادة كميات النترات التى تلوث المياه الجوفية : يعتبر محتوى الحمأة من الآزوت هو العنصر الرئيسى المحدد لاستخدامها فى الزراعة ، لأن إضافة محتوى عال من الآزوت إلى التربة قد يؤدى إلى زيادة كميات النترات التى تتسرب إلى المياه الجوفية وتلوثها .
- تراكم العناصر الثقيلة داخل النباتات : حيث تؤدى التركيزات العاليـة للعناصـر الثقيلـة إلى تسمم النبات .

ـ إنتشار الأمراض بين العاملين : حيث يتعرض العمال فى المزارع التى تروى بمياه الصرف الصحى غير المعالجة للإصابة بالعديد من الأمراض مثل التيفود والدوسنتاريا والفشل الكلوى والالتهاب الكبدى الوبائى فى حالة عدم استخدامهم الشروط الوقائية اللازمة .
ـ إصابة الأسماك بالتلوث : هناك العديد من المزارع السمكية التى تستخدم مياه الصرف الصحى الخام فى مزارعها ومثال ذلك تربية الأسماك فى بحيرات الأكسدة باستخدام الطحالب النامية فى البحيرات كطعام مفيد للأسماك .
ـ تكاثر الحشرات : فى جميع المزارع التى تستخدم مياه الصرف الصحى أو الحمأة يتكاثر الذباب والبعوض بدرجة ملفتة للنظر وما ينتج منه من نقل الأمراض للإنسان والتى تكلف وزارة الصحة والسكان ملايين الجنيهات سنوياً أى الضرر من الناحية الصحية والاقتصادية .
ومما سبق يتضح أن أهم مخاطر استخدام مياه الصرف الصحى ومنتجاته تتركز فى آثارها السلبية على البيئـة وصحة الإنسان ، لذلك يجب أن تراعـى المعايـير البيئيـة الحاليـة والمستقبليـة عند استخدامهـا فى الزراعة .

ثانيا : معالجة مياه الصرف الصحى :

تهدف عمليات معالجة مياه الصرف الصحى إلى إزالة المواد الصلبة الضارة سواء عضوية أو غير عضوية بالإضافة إلى التخلص بقدر المستطاع من الكائنات البيولوجية الضارة وذلك دون إضرار بالبيئة أو إحداث مشاكل صعبة بهدف حماية البيئة من التلوث .

1 ـ الأهداف الرئيسة لعملية معالجة مياه الصرف الصحى:

أ ـ التقليل أو التخلص من آثار التلوث الناتج عن صرف المياه المهدرة إلى المصادر المائية المختلفة وحماية المياه الجوفية وذلك بصرف المياه بعد معالجتها وتخليصها من المواد الضارة .
ب ـ الحفاظ على الصحة العامة والحد من إنتشار الأمراض والأوبئة المختلفة ومكافحة الحشرات التى قد تنتج عن جراء التصريف غير السليم لهذه المياه .
جـ ـ حماية المبانى والمنشآت الهامة من التأثير الضار للمواد المختلفة الموجودة فى هذه النوعية من المياه وخاصة تأثير المواد الكيميائية الموجودة بها على أساس المبانى .
د ـ التقليل من معدل إستنزاف المياه الجوفية فى الأغراض الزراعية وذلك باستخدام المياه المعالجة فى الزراعة .
هـ ـ الحفاظ على حياة الكائنات " الأحياء المائية والأسماك " حيث أن تصريف المياه غير المعالجة إلى الأنهار والبحيرات تؤدى إلى القضاء تدريجياً على مظاهر الحياة فيها .
و ـ إعادة استخدام المياه المعالجة فى الزراعة وبصفة خاصة فى رى الغابات الشجرية والحدائق .
ز ـ استخدام الحمأة الجافة كسماد عضوى ومحسن للتربة .
ح ـ استخدام الغاز العضوى الناتج من عملية هضم الحمأة كوقود لتوليد الطاقة الحرارية وإنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون وكيماويات أخرى .

2 ـ الأسس الاقتصادية والفنية لإختيار طريقة معالجة مياه الصرف الصحى :

هناك عدة أسس تحكم اختيار الطريقة المناسبة لمعاجة مياه الصرف الصحى وهى :
ـ كمية مياه الصرف المطلوب معالجتها وهى تختلف طبقاً لحجم التجمعات العمرانية .
ـ إمكانية الحصول على الأرض اللازمة لإقامة المشروع .
ـ توافر العمالة المدربة .
ـ سهولة عملية التشغيل والصيانة الواجبة .
ـ التكاليف الاستثمارية للمشروع وتكاليف التشغيل والصيانة .
ـ أسلوب الصرف النهائى للمياه المعالجة .
ـ نسبة التصنيع المحلى للمعدات وقطع الغيار .
وعند دراسة البدائل المختلفة للتخلص من مياه الصرف الصحى أو إعادة استخدامها فمن الضرورى أن يتم دراسة البدائل المقترحة من جميع جوانبها ، وألا تكون التكاليف هى أساس المقارنة الاقتصادية والفنية معاً . ولتحديد الأسلوب الاقتصادى المناسب للمعالجة يجب اعداد مقارنة مالية لتكاليف الإنشاء والصيانة والطاقة المستهلكة وكذلك المساحة (بالفدان) اللازمة لإنشاء المحطة لكل نوع من أساليب المعالجة المختلفة ووضع درجات لتقييم طرق المعالجة المختلفة بغرض الاسترشاد والوصول للطريقة الأقل تكلفة .

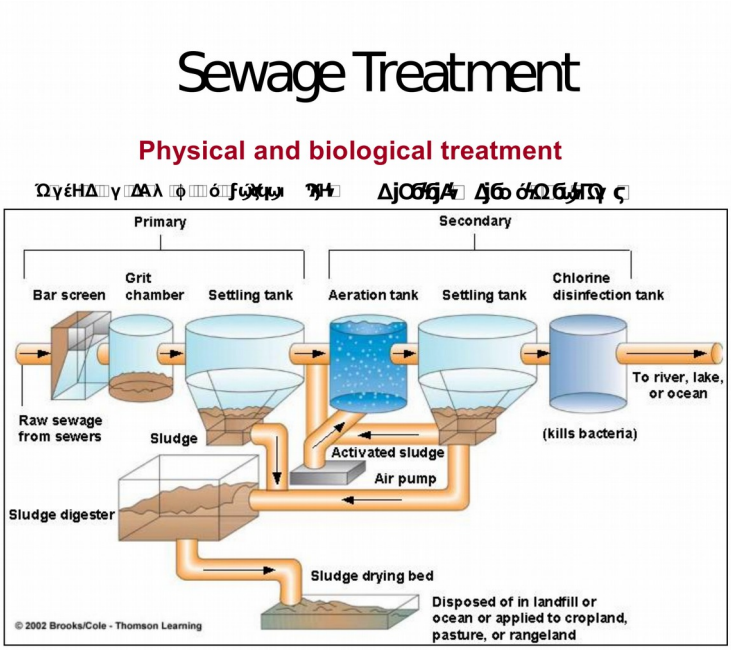
3 ـ تقنيات معالجة مياه الصرف الصحى :.

وتستخدم جميع هذه التقنيات فى حالة وجود شبكات للصرف الصحى يتم تجميع نواتجها لمعالجتها فى محطات المعالجة التى تعتمد فى أسلوبها على عدد من الأساليب التكنولوجية المختلفة ، و يوجد العديد مـن التقنيات التى يمكن استخدامها فى معالجة مياه الصرف الصحى . وعموماً تصنيف التقنيات المتبعة فى مصر تبعاً للأنماط العمرانية الريفية والحضرية .

(1) التقنيات المستخدمة فى معالجة مياه الصرف الصحى :

(1) طريقة بحيرات التثبيت (بحيرات الأكسدة) .
(2) طريقة بحيرات التثبيت الهوائية .
(3) طريقة الأقراص الدوارة .
(4) طريقة برك الأكسدة .
(5) طريقة التهوية الممتدة .
(6) طريقة أحواض التلامس والتثبيت (المرشحات الزلطية) .
(7) طريقة الحمأة المنشطة .

ويتم اختيار إحدى هاتين التقنيتين الآخيرتين لصعوبة الحصول على الأرض اللازمة لإقامة المحطات بالإضافة إلى توافر العمالة المدربة على تشغيل وصيانة هذه المحطات .
أما فى حالة توافر مساحات الأراضى اللازمة لإقامة هذه المحطات كما هو الحال بالنسبة للمدن الجديدة فانه يمكن استخدام أسلوب المعالجة باستخدام (برك الأكسدة) والشكلين رقمى 2 ، 3 يوضحان الخطوات المتتابعة لمعالجة مياه الصرف الصحى بالنسبة للأراضى محدودة المساحة والثانية حيث تتوافر الأرض .



4 ـ مراحل المعالجة لمياه الصرف الصحى :
تمر عملية المعالجة لمياه الصرف الصحى بعدة مراحل تهدف فى مجملها إلى التخلص من المواد العالقة الذائبة وغير الذائبة ، الزيوت والشحوم وكذلك التخلص من المواد العضوية الذائبة وغير الذائبة ويتحقق ذلك عن طريق :

أ ـ المعالجة الابتدائية :
وتتم هذه العملية على أسس فيزيائية دون التعرض لتفاعلات كيمائية أو بيولوجية وتتم من خلال المراحل الآتية :
(1) المصافى : وتستخدم لإزالة المواد الصلبة فى المياه والتى يكون قطرها أكبر من 2.5 سم.
(2) حجز الرمال : وتستخدم لإزالة الرمال الموجودة فى المياه وذلك بتقليل سرعة المياه فى الأحواض إلى 0.3 متر / ثانية .
(3) الترسيب الابتدائى : وهى أحواض دائرية أو مستطيلة وتستخدم لترسيب المواد العالقة الغير ذائبة وكذلك أكسدة جزء من المواد العضوية ، وتتراوح نسبة المواد العالقة المترسبة ما بين (60 % ـ 70 %) من اجمالى المواد العالقة الموجودة بالمياه ، وتتراوح نسبة المواد العضوية المؤكسدة ما بين (20 % ـ 25 %) من اجمالى المواد العضوية الموجودة فى الماء .
(4) عمليات المعالجة الكيمائية : وتتم من خلال هذه المرحلة إزالة الملوثات أو تحويلها بواسطة وسائل كيمائية .

ب ـ المعالجة الثانوية (البيولوجية) :
وتهدف هذه المرحلة إلى أكسدة المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى باستخدام الكائنات الحية الدقيقة (البكتريا الهوائية واللاهوائية) حيث تعمل البكتريا على تحطيم المركبات العضوية لتكسير الروابط بين ذراتها لتحصل منها على الغذاء والطاقة كما تعتبر البكتريا الهوائية مؤكسد جيد للمواد العضوية وبفعل هذه البكتريا تتحول المواد العضوية إلى مواد قابلة للترسيب حيث يتم ترسيبها فى أحواض الترسيب النهائية التالية لهذه العملية .

وتتم عملية المعالجة البيولوجية فى ثلاث مراحل يمكن تلخيصها فيما يلى :

ـ مرحلة الادمصاص والامتصاص :

وفى هذه المرحلة يتم ادمصاص المواد العضوية الكبيرة الحجم على جدار الخلايا حيث تعمل الانزيمات التى تحيط بجدار الخلية على تكسير هذه المواد بحيث يسهل امتصاصها داخل الخلية مع المواد العضوية الذاتية حيث تتم داخل الخلية عملية الهضم بواسطة الانزيمات الداخلية .

- مرحلة الأكسدة (البيولوجية) :

وهذه المرحلة تشمل تكسير المواد العضوية وكذلك بناء الخلايا الجديدة أى التكاثر وهو ما تم وصفه بالتفاعلين الأول والثانى السابقين . ولكى تتم هذه المرحلة بصورة مرضية يجب تأقلم الكائنات الحية للظروف المحيطة بها من غذاء حتى يمكنها من تصنيع الانزيمات المناسبة لأكسدة المواد العضوية .

- مرحلة تكوين الحمأة المنشطة (أحواض التهوية) :

وفى هذه المرحلة فإن مزج مكونات أحواض التهوية يعطى الفرصة أن تتلامس الكائنات الدقيقة مع بعضها مما يجعلها تلتصق ببعضها بأعداد كبيرة مكونة ما يسمى بالندف (flocs)التى يمكن ترسيبها بعد ذلك بسهولة فى أحواض الترسيب النهائى .

جـ - معالجة الحمأة :

والحمأة هى تركيز الشوائب التى يتم فصلها خلال مراحل المعالجة فى أحواض الترسيب وتهدف هذه المرحلة إلى أكسدة المواد العضوية التى لم يتم أكسدتها فى المرحلة البيولوجية وتحويلها إلى مركبات عضوية بسيطة غير ضارة بالبيئة وذلك بإستخدام البكتريا الهوائية واللاهوائية .

1- مكونات الحمأة :

_تحتوى الحمأة على المواد الآتية كلها أو بعضها :

1 - مركبات عضوية : وهى الكربون العضوى والنيتروجين العضوى ومركباتهما وتشكل حوالى 50 % من اجمالى الحمأة .

2 - مركبات غير عضوية وهى تشمل :

- مواد نيتروجينية : وتعتبر أهم المواد فى الحمأة لأنها من المواد الفعالة فى السماد . وعند تعرض الحماة للهواء الجوى تزداد نسبة النترات وتنخفض نسبة النشادر . وتتراوح نسبة النيتروجين فى الحمأة ما بين (1.6% - 3.2 %) .

- الفوسفات : وهى من المواد الفعالة والتى يحتويها السماد والكمية اللازمة حوالى 2 % ، وتتراوح نسبة الفوسفات فى الحمأة ما بين (1.0 % - 2.8 %) .

- الأملاح : وتشمل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والحديد وهذه الأملاح تؤثر على القلوية فى الحمأة وعلى عملية التخمر .

وتظل نسبة المركبات الغير عضوية فى الحمأة حوالى 40 % .

3 - كائنات حية دقيقة ناتجة من فضلات الإنسان والحيوان وتنقسم إلى قسمين ، قسم مفيد لعملية التخمر ، والآخر ضار يسبب العديد من الأمراض .

4 - زيوت ودهون : تتراوح نسبتها ما بين (5 % - 10 %) .

ه - مواد صلبة : قابلة للتطاير .

والجدول رقم (18) يوضح مكونات الحمأة.

2 - كميات الحمأة :

لا توجد بيانات رسمية عن كمية الحمأة المتولدة من معالجة مياه الصرف الصحى على مستوى الجمهورية . ويمكن حساب حجم الحمأة المتولدة من مياه الصرف المعالج بأسلوب تقديرى على أساس أنها توازى حوالى 10 فى الألف من المخلفات السائلة ، وبحساب إنخفاض حجمها فى عمليات التركيز والتخمير والتجفيف ينتج أن حجم الحمأة يوازى حوالى 1.11 فى الألف من المخلفات السائلة .

3 - معالجة الحمأة :

ويتم اختيار وسيلة المعالجة بناء على المواد والشوائب التى تحتويها الحمأة وعادة ما تتم معالجة الحمأة على مراحل ثلاث هى :

- أحواض تركيز الحمأة : ويكون الغرض من هذه المرحلة خفض نسبة الماء الموجودة بالحمأة ، حيث أنها تحتوى على حوالى 95 % من اجمالى حجمها مياه ، ونسبة المواد الصلبة حوالى 5 % .

- مرحلة التخمر : وذلك باستخدام البكتريا اللاهوائية (خزانات التخمر) وتصل نسبة المواد الصلبة نحو 10 % ، المياه 90 % .

- مرحلة التجفيف : وذلك باستخدام البكتريا الهوائية (أحواض التجفيف) وتصل المواد الصلبة بعد تجفيف الحمأة إلى 80 % من حجمها والمياه إلى 20 %.

4 - فوائد الحمأة :

أ - يمكن استخدام الحمأة المجففة كسماد عضوى للأراضى الزراعية .

ب - يمكن حرقها فى أفران خاصة واستخدام الحرارة الناتجة من الحريق فى تسخين المياه أو للتدفئة .

جـ - تعتبر من المشروعات الاستثمارية التى تحقق عائداً مجزياً يمكن للقطاع الخاص أن يشارك فى هذا المجال .

5 - تجهيز الحمأة للاستخدام الزراعى :

بعد تجفيف الحمأة تخزن على شكل أكوام بارتفاع حوالى متر ، وتغطى بطبقة من الرمال بسمك 3سم لمنع تكاثر الذباب على سطحها[1] وتترك هذه الأكوام لمدة تتراوح ما بين (20 - 40) يوماً لتنشيط التخمر الذى يرفع درجة حرارتها إلى 70 درجة مئوية نتيجة التفاعلات الحيوية . وتساعد الحرارة المرتفعة فى قتل الطفيليات ويرقات الحشرات خاصة الذباب ، وتساعد على الحد من بقاء

بويضات الديدان الطفيلية حية ثم يضاف إليها الإضافات المختلفة مثل : الجير الحى بنسبة(5 % - 10 %) ، تراب الأسمنت بنسبة (2.5 % - 5 %) الجبس الزراعى .
- طمى النيل (25 % - 50 %) مع إضافة قمامة المدن (غير مكمورة) بنسبة 50 % ، ومصاصة القصب .
ومن بيانات الجدول رقم (20) يتبين الآتى :

6 - مزايا استخدام الحمأة فى الزراعة :

إن استخدام الحمأة فى الأراضى الزراعية يحقق فوائد عديدة نذكر منها :
ا - زيادة الانتاج وتحسين خواص التربة وتخفيض كثافتها .
ب - زيادة معدل احتفاظ التربة بمياه الرى .
ج - تحتوى الحمأة على مواد مغذية للنبات مثل النيتروجين والفوسفات وكذلك غنية بالمواد العضوية .
د - يوفر استخدام الحمأة فى تسميد الأراضى الزراعية مبالغ طائلة بالمقارنة بالأسمدة الكيميائية .

7 - مخاطر استخدام الحمأة فى التسميد :

ا - يعتبر محتوى الحمأة من الآزوت أحد العناصر الرئيسة لإستخدام الحمأة فى الزراعة وتؤدى إضافة محتوى عال من الآزوت إلى التربة وزيادة كمية النترات التى تتسرب إلى المياه الجوفية وتلوثها .
ب - تحتوى الحمأة على العناصر الثقيلة والكيماويات العضوية إذا كانت فى الحدود المسموح بها ، ولكن اذا زادت التركيزات للعناصر الثقيلة فتؤدى إلى تسمم النباتات والحيوانات .
ج - يلزم التأكد من خلو الحمأة من أى كائنات دقيقة ممرضة وطفيليات قبل استخدامها فى الزراعة ، حيث أن هذه الكائنات تؤدى إلى تلوث التربة ، وتلوث المياه الجوفية ، وتسبب الأمراض الخطيرة للعمال القائمين بالزراعة مثل الإلتهاب الكبدى الوبائى ، والدوسنتاريا ، والتيفود والانكلستوما .

8 - التخلص من الحمأة المخالفة :

يلزم التخلص من الحمأة المخالفة التى لا تتوائم مع المعدلات القياسية التى تم تحديدها للإستخدام بإسلوب مناسب لا يضر بصحة الإنسان أو بالبيئة المحيطة ، سواء تربة أو مصادر مياه أو هواء وتنحصر طرق التخلص من الحمأة فى طريقتان :

أ - دفن الحمأة : وتستخدم للحمأة بعد التجفيف ، حيث يتم وضعها بعد تجفيفها فى حفر كبيرة تكون قاعدتها طبقة صماء من طبقات الأرض، ويتم تغطية كل دفعة من الحمأة بطبقة من التراب بإرتفاع 30 سم على الأقل ، وذلك لمنع تصاعد الروائح منها ولمنع توالد الذباب . وفى حالة عدم وجود طبقة صماء تحت سطح الأرض ، يتم حفر خنادق مستطيلة متوازية بعمق 1.5 متر ، على أن تكون أرضية الخنادق أعلى من سطح المياه الجوفية . وفى حالة قرب المياه الجوفية من سطح الأرض ، يلزم تبطين أرضية وجوانب الخنادق بمادة عازلة وتلقى الحمأة فى الخنادق ، ثم تغطى بطبقة من التراب بإرتفاع 300 سم ، ويراعى الآيعاد حفر الخنادق فى ذات المنطقة إلا بعد مرور سنتين على الأقل .
ب - حرق الحمأة : وتستخدم للحمأة بعد التجفيف ، حيث يتم حرق الحمأة فى أفران خاصة ، وتستعمل الحرارة الناتجة من الحريق لتسخين المياه فى الغلايات أو للتدفأة أو لتجفيف الحمأة قبل حرقها . وتصل درجة حرارة الحريق إلى أكثر من 1000 درجة مئوية .

ثالثاً : إعادة استخدام مياه الصرف الصحى :

تتعدد مجالات إعادة استخدام المياه وفقاً لطبيعتها ودرجة الجودة التى يتطلبها الاستخدام الجديد والجدوى الاقتصادية لتنقيتها إلى الدرجة اللازمة التى تسمح بإعادة استخدامها حيث يمثل هذا الاستخدام حلاً لمشكلة التخلص من المخلفات السائلة ، وإعادة استخدام مياه الصرف الصحى يتم بعد المعالجة بأحد الأساليب الآتية :
- إعادة الاستخدام صناعياً .
- إعادة الاستخدام زراعياً .
- إعادة الاستخدام فى إستصلاح الأراضى الجديدة واستزراعها .
- الاستخدام فى المزارع السمكية .
- الاستخدام فى أنشطة أخرى مثل زراعة أشجار خشبية .

ومما لا شك فيه أنه بإعادة استخدام المخلفات السائلة المعالجة مرة أخرى والتى تمثل مصدراً مائياً لا يجب إهداره ، يمكن سد بعض العجز فى ميزان الاحتياجات المائية ولذلك تحتم فى المرحلة الحالية ومستقبلاً التوسع فى تطبيق إعادة استخدام المياه .
ولكن هناك قيود وضوابط تحكم كل من هذه الاستخدامات وقد تم وضع معايير لاعادة إستخدام مياه الصرف الصحى الخام والمياه الناتجة من معالجة الصرف الصحى وكذلك الحمأة .

1 - أهمية إعادة استخدام المياه والتى تتمثل فى الآتى :

أ - توفير كميات من المياه كافية للعديد من الاستخدامات المختلفة .
ب - تخفيف العبء الملقى على الشبكات العمومية .
جـ - تخفيض التلوث الحرارى المحتمل والذى ينتج من استخدام مياه التبريد مرة أخرى فى الصناعة وعدم صرفها إلى المجارى المائية .
د - إمكانية إستعادة الفاقد من الخامات المستخدمة فى الصناعة نتيجة لمعالجة المخلفات الصناعية السائلة ولا سيما فى حالة الخامات المستوردة والمرتفعة التكلفة .

وتعتبر الزراعة المجال الأكبر والمستفيد من إعادة إستخدام المياه سواء الواردة من مصادر زراعية مثل مياه الصرف الزراعى ـ أو من مصادر الصرف الصحى والصناعى بعد معالجتها إلى المعايير المناسبة بإستخدام تكنولوجيا رخيصة مناسبة غير معقدة بعد التأكد من خلوها من المواد السامة والضارة مع أخذ العامل الاقتصادى فى الاعتبار .
وتتلخص المعايير التى تستخدم فى الحكم على صلاحية المياه المزمع إعادة استخدامها فى الرى فيما يلى :
ـ نسبة الأملاح الكلية الذائبة وهو ما يعبر عنه بدرجة الملوحة بحيث لا يتعدى تركيزها الحدود المسموح بها .
ـ درجة نفاذية المياه فى التربة .
ـ تركيز العناصر السامة أو الضارة فى المياه ووجود مسببات الأمراض الميكروبية مما له تأثيره على إنخفاض المحصول عن معدله الطبيعى .
ـ العوامل الأخرى والمتمثلة فى تركيز العناصر الكبرى المغذية للنبات مثل الآزوت حيث أن المحاصيل الحساسة لهذا العنصر تتأثر إذاً ما زاد تركيزه .
وبصفة عامة فانه يجب فى حالة إعادة إستخدام المياه فى أغراض الزراعة مراعاة النقاط الآتية :
ـ توفير شبكة صرف زراعى جيدة متكاملة .
ـ الاهتمام بمتابعة مستوى الملوحة وغسيل الأراضى للمحافظة على عدم تجاوز مستوى الملوحة التى يتحملها المحصول .
ـ إختيار المحاصيل التى تتحمل الملوحة بدرجة عالية .
ـ الاهتمام بالعمليات الزراعية الأخرى مثل تسوية الأرض ضماناً لتوزيع المياه ، وضبط معدلات التسميد ، واختيار الأسلوب الأمثل للرى .
ـ الاهتمام بمعالجة المياه وتخليصها من الأيونات السامة قبل الاستخدام .
ـ الإلتجاء إلى خلط المياه المزمع إعادة استخدامها وبذلك يتحقق هدفين الأول هو تحسين نوعيتها ، والثانى توفير وإتاحة كميات أكبر من المياه للإستخدام وتغطية الإحتياجات المائية .
ولاشك إنه يمكن استخدام مياه الصرف الصحى فى الرى الزراعى بعد معالجتها معالجة أولية فى رى المحاصيل التى لا تستهلك إستهلاكاً مباشراً بواسطة الإنسان ، بينما يرى أنه من الضرورى واللازم معالجتها معالجة ثانوية إذا ما استخدمت فى رى المحاصيل التى تستهلك مباشرة .

2 ـ مزايا استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة :

يحقق استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة فوائد كثيرة ، والتى تختلف باختلاف ظروف المكان ونوعية المحاصيل والمياه وطرق الرى وتتعدد المزايا منها ما يلى :
أ ـ ترشيد المياه : بما تمثله من مورد جديد من موارد المياه للرى .
ب ـ استمرارية المصدر : فى بعض المناطق النائية والتى يتكلف وصول مياه الرى بها تكلفة كبيرة ويكون أسلوب إستخدام مياه الصرف المعالجة هو الأسلوب الأنسب ، وكذلك فى المناطق المعرضة للجفاف .
جـ ـ القيمة الغذائية للنبات ويحتوى سائل الصرف على عناصر غذائية كثيرة للنبات لما يحتويه من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والنحاس والحديد والزنك وغيرها .
د ـ تحسين خواص التربة : فمثلاً يؤدى إلى خفض قيمة PH (درجة تأيين الهيدروجين) مما ييسر إمتصاص العناصر الغذائية فى التربة ، وزيادة السعة المائية للتربة وكذلك زيادة السعة التبادلية للكاتيونات .
هـ ـ زيادة انتاجية المحاصيل : أثبتت الأبحاث الحقلية أن استخدام مياه الصرف الصحى يزيد من إنتاجية المحاصيل الزراعية ، فمثلاً إرتفع إنتاج الذرة ثلاثة أضعاف بعد أربع سنوات من استخدام مياه الصرف الصحى بالمقارنة باستخدام مياه النيل فى الرى ، وكان السبب الرئيسى لزيادة الانتاج ليس فقط توفير العناصر المغذية الضرورية للنبات ، بل أيضاً نقص الملوحة ، وخفض نسبة إدمصاص الصوديوم .
و ـ حماية البيئة : الأسلوب التقليدى للتصرف فى مياه الصرف الصحى هو المعالجة ثم القاءها فى المصارف ، بخلاف بعض التجاوزات بإلقاء سائل الصرف الخام مباشرة فى المصارف مما يؤدى إلى آثار خطيرة على البيئة ، أما فى حالة معالجة مياه الصرف الصحى واستخدامها فى الرى فإننا بذلك نضمن عدم تلوث المصارف أو زيادة منسوب المياه الجوفية ، وعموماً فإن حماية البيئة من هذه المخلفات السائلة لا يقل أهمية عن النتائج الاقتصادية المترتبة على إعادة إستخدامها بأمان .
ز ـ قلة التكلفة : حيث يخفض استخدامها من استخدام الأسمدة الكيماوية ، وبالتالى يوفر مبالغ طائلة.
ح ـ حفظ المياه : يمكن حفظ المياه المعالجة عن طريق حقن التربة فى بعض المناطق النائية وسحبها فى وقت لاحق لاستغلالها فى أعمال الزراعة .

3 ـ مجالات الاستفادة من مياه الصرف الصحى المعالج :

أ ـ زراعة بعض المحاصيل مثل نباتات عباد الشمس وأشجار التوت لتغذية دود القز وإنتاج الحرير الطبيعى .
ب ـ تستخدم هذه المياه فى إنشاء زراعة ملاعب الجولف والحدائق الخاصة والعامة .
جـ ـ تستخدم فى أبراج التبريد بالمصانع والصناعات التى تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه مثل صناعة الأسمنت ، مواد البناء وصناعة الورق والكرتون .
د ـ يستخدم في صناديق الطرد بالمباني الإدارية والفنادق ذات الكثافة البشرية العالية والخزانات الخاصة بمكافحة الحريق .
هـ ـ في محطات الغسيل الخاصة بوحدات مترو الأنفاق والقطارات والسيارات.
و ـ خلط المياه المعالجة بمياه النيل في بعض المناطق للاستفادة بتا فى الأعمال الزراعية في المناطق الصحراوية.

ز ـ مشروع الغابات الشجرية وهى نقلة حضارية كبيرة في مجال مشروعات الصرف الصحي حيث تسهم في التخلص الآمن والفعال من مخلفات الصرف ويتم زراعتها بالمناطق الصحراوية للاستفادة في إنتاج الأثاث.

ـ في إطار تجربة الأنواع النباتية التي تروى بمياه الصرف الصحي المعالجة فقد تم زراعة محاصيل الجاتروفا والجوجوبا والكتان والورد البلدى وأزهار عصفور الجنة والجلاديوس وغيرها من الأنواع ، وتشير النتائج الأولية إلى نجاح زراعة تلك المحاصيل الاقتصادية الهامة باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مما يوفر العديد من فرص الاستثمار وتشغيل الشباب والخريجين .

Reusing Treated Wastewater in Agriculture; Degree of Treatment, Kind of Plant & Soil, and Method of Irrigation

Group	Degree of Treatment	Plants	Environmental & Health Precautions	Suitable Irrigation Methods	Proposed Kind of Soils
First	Primary	Trees for Timber Bio fuel plants	Fencing farms No direct contact with water and entrance of farm workers only Prohibit from entering farms Take health measures required for the protection from infection with pathogenic organisms and treatments	Furrow	Light texture authorized for use in desert land 5 km away from dwelling communities while complying with periodical assessment of the environment
Second	Secondary	Palm trees, cotton, flax, linen, jute Fodder crops & dried cereals Husky fruits & crops Cooking vegetables Heat processed fruits Flower nurseries Raw edible plants Husky plants	Cattle not yielding milk, and producing met could be used Food should be cooked prior to eating	Furrow & sprinkling	Light medium texture
Third	Advanced	All kinds of horticulture crops Fodder & green grasses	None	All methods except spraying	All kinds for soil

ويمكن إجمال اهم مصادر تلوث الموارد المائية بما يأتي:

1-المخلفات البشرية المدنية:

وتتمثل هذه المخلفات بالمواد السائلة والصلبة والغازية. ولعل المياه العادمة وخاصة مياه الصرف الصحي التي تنتقل عن طريق المجاري العامة في المدن وهناك من يرى أن كمية المياه العادمة التي تنتج عن الشخص سنويا هي بمدى يتراوح بين 30-70م 3. ففي المساكن تستخدم مختلف أنواع المواد الكيماوية في التنظيف والطبخ وأنواع الوقود السائلة وغيرها، مما يجعل كل وحدة سكنية معملا صغيرا لإنتاج الملوثات التي تنقل عن طريق المجاري أو السيارات الحوضية ويتم رميها في المجاري المائية العذبة. كما إن جميع وسائط النقل والورش والمحلات هي الأخرى تساهم في التلوث البيئي بالمواد الصلبة أو الغازية أو السائلة، وجميعها تدور في دائرة مغلقة نهايتها المجاري المائية اما الذي يتطاير في الهواء فيعود مع مياه الأمطار أو مع ذرات الغبار ويتحلل أو ينقل عن طريق المياه الجوفية أو مع مياه الغسل إلى المياه الجارية مباشرة.

2-المياه العادمة الصناعية:

توجد مئات الصناعات الغذائية والكيمياوية والإنشائية والبتروكيمياوية...الخ التي تساهم وبشكل فعال في تلوث المياه العذبة، لان معظم هذه المصانع تقع على الانهار الرئيسة لحاجتها الماسة الى المياه كمادة اولية في الصناعة او كوسيلة لبريد المحركات والمعدات التي تستخدمها هذه الصناعات. ولعل أكثر الصناعات تلويثا للمياه هي الصناعات الكيمياوية والبتروكيمياوية مثل صناعة الادوية والمبيدات والسموم والمنظفات وصناعة الاغذية التي تتخلف عنها كميات هائلة من المياه الملوثة بالمواد الكيمياوية والعضوية. فعلى سبيل المثال لا الحصر ان

مادة BOD الأوكسجين الحيوي المطلوب ترتفع في المياه العادمة المتخلفة عن الصناعات الغذائية بمدى يتراوح بين 200-500 ملغم أوكسجين لكل لتر. وهي كمية كبيرة جدا لانها إذا زادت عن 10ملغم/لتر تصبح نوعية المياه رديئة جدا.

3-المياه العادمة الزراعية:

يعد قطاع الزراعة من أكثر القطاعات استخداما وتبذيرا للمياه ، اذ تقدر كمية المياه التي يستهلكها القطاع الزراعي بأكثر من 90% من مجموع المياه المستهلكه عموما.. ونسبة كبيرة من هذه المياه تعود إلى المجاري المائية أما عن طريق شبكات المبازل مباشرة أو عن طريق الصرف الطبيعي عن طريق المياه الجوفية عند انخفاض مناسيب الانهار وفروعها. والتلوث بمياه الصرف الزراعي لا تتوقف على ما يرمى من مياه البزل في داخل الدولة فقط بل تتعداه الى مياه البزل في الدول المجاورة وخاصة سوريا وتركيا. ففي عقدي السبعنيات والثمانينيات وقبل تنفيذ تركيا لمشروع الكاب كانت نسبة التلوث في مياه نهر الفرات منخفضة جدا، اما في عقد التسعينيات وبداية الألفية الثالثة فقد ارتفعت نسبة الملوحة في نهر الفرات بشكل كبير نتيجة لتناقص الإيراد السنوي للنهر والذي أصبح 1/3 منه عبارة عن مياه مستعملة في الزراعة والاستعمالات البشرية الاخرى المليئة بالملوثات السامة بسبب استخدام الأسمدة الكيمياوية والمبيدات والسموم في مكافحة الآفات والامراض التي تصيب الإنتاج الزراعي. فقد بلغت نسبة التلوث في نهر الفرات حوالي 1800ملغم/لتر في حين ان المعدل العالمي بحدود 800ملغم/لتر.

تتوقف درجة تأثير المياه العادمة الناتجة عن الزراعة على نوع الاسمدة والمبيدات وكمية المستخدم منها في الزراعة. وتشير الدراسات التي اجريت مؤخرا ان المحاصيل الزراعية لا تستفيد الا من نحو 50% من الاسمدة، ويفقد الباقي في التربة دونما فائدة، وتسهم الاسمدة وخاصة الفوسفاتية والنيتروجينية في تلويث المياه. كما ان المبيدات والسموم المستخدمة لمكافحة الأمراض والحشرات قد لا يصل منها الا 1% في حين ينقل اكثر من 44% الى النظم الايكولوجية ومنها المياه[23].

ويوضح الجدول التالى أن الاسمدة العضوية تعتبر الاقل تلوثا بالعناصر النادرة والثقيلة مقارنة بالاسمدة الكيماوية والاسمدة المصنعة من مخلفات القمامة.

العنصر	الأسمدة الفوسفاتي	الأسمدة النيتروجيني	الأسمدة العضوية	الأسمدة المصنعة من
	ملجم/ كجم سماد			
الزرنيخ	2-1200	2.3-120	3-25	2-52
البورون	2-115	-	0.3-0.6	-
الكادميوم	0.1-170	0.05-8.5	0.1-0.8	0.01-100
الكوبلت	1-12	5.4-12	0.3-24	-
الكروميوم	66-245	3.1-19	0.01-0.36	0.09-21
النحاس	1-300	-	2-172	13-3580
الزئبق	0.01-1.2	0.3-2.9	0.01-0.36	0.09-21
المنجنيز	20-40	-	30-969	-
المولبيديوم	0.1-60	1-7	0.05-3	-
النيكل	7-38	7-34	2.1-30	0.9-279

الرصاص	7-225	2-27	1.1-27	1.3-2240
القصدير	100<	-	-	-
السيلنيوم	0.5	-	2.4	-
يورانيوم	30-300	-	-	-
الفانديوم	2-1600	-	-	-
الزنك	50-1450	1.42	15-566	82-5894

أنواع المبيدات الغير المسموح باستخدامها

1- Aldrin	9- Efdacon	17- No Ratt
2-basfapon	10- FLM - Killer	18- Oftanol
3- BHC	11- Furdan	19- Racumin
4- Corbel Quino	12- Fusilade	20- Ragifon
5-Corbel Quino	13- Gamatox	21- Rogodial
6- DDT	14- Kelthan	22- Supracide
7- Dimecron	15- Krovari	23- Thidan
8- Efaryl	16- Miltox Special	24- Zinc Phosphide

واقع التلوث في المياه :

لقد تحول كثير من مياه الأنهار والبحيرات وخزانات المياه الى بيئات مائية ملوثة بسبب انخفاض مناسيب مياهها، وقلة كمية التصريف المائي، فضلا عما يلقى فيها من ملوثات سائلة وصلبة. مما أدى إلى ارتفاع تركيز الملوحة إلى حدود كبيرة جدا بلغت 3705ملغم/لتر كأعلى قيمة ونحو 1119ملغم/لتر كأوطأ قيمة وبمعدل سنوي 1932ملغم/لتر[24].

. فقد كانت التحاليل لـ EC والتوصيلية الكهربائية والعكورة Ture ومجموعة المواد الصلبة العالقة T.S.S ومجموعة المواد الصلبة الذائبة و للفوسفات Po_4 وللصوديوم Na وللكروم Cr وللزنك وللنحاس Cu وللكاديوم Cd وللرصاص Pb تؤشر مقادير كبيرة من التلوث فاقت المحددات الدولية لتحديد نوعية المياه الصالحة للبيئة المائية. و قد تبين أن كما كبير من بكتريا القولون البرازية وبكتريا المسبحيات وبكتريا المسبحيات البرازية فاقت ايضا المحددات الدولية .

كما بيَن كثير من الدراسات ان الملوثات الناتجة عن المستشفيات ذات تاثير سلبي على المياه وحتى التي تتم معالجتها .تؤكد الدراسات على ضرورة عدم رمي الفضلات الطبية الناتجة عن المستشفيات مع الفضلات البلدية الأخر ، لأنها تزيد كلف المعالجة للمياه العادمة لما تحتويه من فضلات المختبرات والمواد الكيمياوية الخطرة والسامة مثل (الزايلين والاسبتون والزئبق والمواد المشعة...الخ).

مكافحة التلوث :

تعتمد مكافحة التلوث على **جهود الحكومات والعلماء والمؤسسات والمصانع والزراعة والمنظمات البيئية والأفراد:**

النشاط الحكومي. تعمل الحكومات القومية والمحلية في مختلف أرجاء العالم على التخلص من التلوث الذي يسبب التلف لأرضنا من يابسة وهواء وماء. وبالإضافة إلى ذلك بذلت جهود دولية عديدة لحماية الموارد الأرضية.وقد سنت العديد من الحكومات المحلية القوانين التي تساعد في تنقية البيئة. وفي بعض مدن العالم الكبرى وأكثرها تلوثًا وضعت الحكومات المحلية الخطط للحد من التلوث الهوائي. وتشتمل مثل هذه الخطط على خطوات تحد من استخدام المركبات الخصوصية وتشجع النقل الجماعي.

وفي **مقدور الحكومات سن القوانين الخاصة بعملية إعادة التدوير** (إعادة التصنيع). وإعادة التدوير عملية تهدف إلى استرداد المواد وإعادة استخدامها بدلاً من التخلص منها. ففي فيينا بالنمسا مثلاً، يتوجب على المواطنين أن يفرزوا نفاياتهم في حاويات خاصة بالورق والبلاستيك والمعادن وعلب الألومنيوم والزجاج الأبيض والزجاج الملون ومخلفات الطعام والحدائق. وتشجع العديد من الولايات الأمريكية وعدد من الدول الأوروبية على إعادة استخدام القوارير بفرض تأمين مسترد في حالة إعادة القارورة.

كذلك **سنت العديد من الدول تشريعاتها الخاصة بالتخلص من التلوث**، كما أنها تنظم وسائل التخلص من المخلفات الصلبة والخطرة. ولدى العديد من الدول الصناعية وكالات تملك سلطة مراقبة التلوث وفرض التشريعات.ومن الطرق الفعّالة التي يمكن أن تلجأ إليها الحكومات لمكافحة نوع معين من أنواع التلوث حظر الملوث. فمثلاً، حظرت بعض الدول استخدام المبيد الحشري الخطر (دي تي تي) في كل الأغراض، عدا الأغراض الأساسية. وقد وجد المزارعون بدائل أقل ضررًا يمكن أن تحل محله.وقد تحظر حكومة ما بعض الاستخدامات لمادة معينة وتبيح بعضها الآخر. فالرصاص مثلاً، فلز سام في مقدوره أن يسبب تلف الدماغ والكلى والأعضاء الأخرى. وقد حظرت الولايات المتحدة الأمريكية استخدام البنزول المرصص والدهانات المنزلية الرصاصية، ولكنها تسمح باستخدام الرصاص في البطاريات ومواد البناء والدهانات الصناعية. وعلى الرغم من الاستخدام المستمر للرصاص في بعض المنتجات إلا أن القيود على هذا الفلز في الدهانات والوقود قد حدت المشاكل الصحية التي يسببها.

ومن **الاستراتيجيات الحكومية التي يمكن أن تساعد في مكافحة التلوث**، فرض الغرامات على الشركات المسببة للتلوث. ففي أستراليا وعدد من الدول الأوروبية تُفرض الغرامات على المؤسسات التي تلوث مجاري المياه. ومثل هذه الغرامات كفيلة بتشجيع الشركات على الاستثمار في أجهزة مكافحة التلوث أو في تطوير وسائل تشغيل قليلة التلوث. وفي إمكان الحكومات أن تفرض الضرائب على المنتجات الملوثة. فمثلاً، تفرض معظم الدول الإسكندينافية الضرائب على القوارير غير المسترجعة. وتقضي بعض الأنظمة الحكومية ببساطة أن على المؤسسات أن تُعْلِم الجمهور بعدد الملوثات التي تلقي بها إلى البيئة. وقد دفعت

هذه الأنظمة بعض الشركات إلى البحث عن طرق تحد بها من التلوث، للحيلولة دون تكوين المستهلكين لانطباع سيئ عنهم والانصراف عن شراء منتجاتهم.

ويصعب التحكم في العديد من أنواع التلوث، ويرجع السبب في ذلك إلى أن ملكية الموارد العالمية، أي المحيطات والغلاف الجوي، ليست فردية، ولا تخص أُمَّة بعينها. ولابد لسكان العالم، والحالة هذه، من أن تتضافر جهودهم من أجل مكافحة التلوث.

وقد دأب ممثلون عن الكثير من الدول على الاجتماع منذ السبعينيات لمناقشة الطرق الكفيلة بالحد من التلوث الذي يؤثر في ماء وهواء كوكب الأرض. وعقدت هذه الدول المعاهدات والمواثيق التي تساعد **في مكافحة مشاكل مثل المطر الحمضي ونقصان طبقة الأوزون وإلقاء المخلفات في المحيطات**. ففي الاتفاقية التي أطلق عليها بروتوكول مونتريال حول المواد التي تستنزف طبقة الأوزون، والتي عقدت في سنة 1989م، اتفقت الدول المنتجة للكلوروفلوروكربونات على إيقاف إنتاجها لهذه الكيميائيات تدريجيًا. ونص تعديل لهذه الاتفاقية أجري في سنة 1991م على حظر الكلوروفلوروكربونات حظرًا تامًا بحلول عام 2000م. وفي عام 1992م وافقت العديد من الدول الأوروبية على وقف إنتاجها من الكلوروفلوروكربونات قبل ذلك التاريخ، أي بحلول 1996م. وقد أوقفت معظم الدول إنتاج الكلوروفلوروكربونات في الموعد المحدد، وأرجأت بعض الدول تنفيذ القرار إلى عام 2010م. وفي عام 1992م أيضًا اجتمع ممثلون عن 178 دولة في ريودي جانيرو لحضور مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة والتنمية. وقد كان هذا المؤتمر، الذي عُرف بقمة الأرض، أهم مؤتمر عالمي انعقد حول البيئة، حيث وقّع أعضاء الأمم المتحدة على اتفاقيات لمنع تأثير البيت المحمي والحفاظ على الغابات والكائنات المهددة بالانقراض ومواضيع أخرى.
وفي عام 2001م، وقّعت 127 دولة على اتفاقية حظر استخدام 12 من الملوثات العضوية المداومة. وتنتقل هذه المواد الكيميائية ومن بينها مادة د.د.ت. بالهواء والماء عبر الدول مهددة الإنسان والحيوان على حد سواء. وحثت الاتفاقية العلماء والشركات الصناعية والحكومية على التقليل من وجود الملوثات العضوية المداومة في البيئة.

الجهود العلمية. دفع الاهتمام الواسع بالبيئة العلماء والمهندسين إلى البحث عن الحلول التقنية لهذه المسألة. فبعض الأبحاث تحاول إيجاد طرق للتخلص من التلوث أو تدبيره، وبعضها الآخر يهدف إلى منعه. ويعمل العديد من الباحثين الصناعيين على إيجاد المزيد من الطرق الاقتصادية لاستخدام الوقود والمواد الخام الأخرى. ونتيجة لهذه الأبحاث تستخدم بعض المدن الأوروبية حاليًا حرارة المخلفات الناتجة عن محطات القدرة ومحارق النفايات، في تدفئة البيوت. وتحرق المحركات الحديثة الوقود بطريقة أنظف وأكثر فعالية من المركبات القديمة. كما طور بعض الباحثين سيارات تستخدم وقودًا نظيف الاشتعال مثل الميثانول (وهو مادة كحولية) والغاز الطبيعي. وتستخدم بعض السيارات في البرازيل نوعًا آخر من الكحولات، وهو الإيثانول وقودًا. ويعكف العلماء أيضًا على تطوير سيارات تعمل بغاز الهيدروجين، وهو غاز لا يُصدر أي تلوث إذا ما اشتعل.

ويبحث العلماء والمهندسون في طرق لتوليد الطاقة الكهربائية بتكلفة أقل من الموارد المتجددة مثل الرياح والشمس، والتي قلما نتج عنها أي تلوث. وتزود حقول واسعة من طواحين الهواء، تسمى مزارع الريح العديد من الأقطار بالكهرباء، حيث تُحوِّل نبائط تسمى الخلايا الفولتية الضوئية أشعة الشمس مباشرة إلى الكهرباء. ففي مدينة ساكرامنتو بكاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية تنتج محطة قدرة فولتية ضوئية تكفي لإنارة ألف منزل.

المؤسسات والمصانع. اكتشفت العديد من الشركات أن الحد من التلوث أمر مطلوب من المنظور التجاري. فقد وجد بعضها أن الحد من التلوث يحسِّن صورتها لدى الجماهير كما أنه يوفر المال. وطور آخرون منتجات أو وسائل لا تشكل خطورة على البيئة، وذلك سعيًا لكسب رضى المستهلكين، كما طور البعض الآخر أنظمة لمكافحة التلوث لاعتقادها بأن القوانين سترغمهم على فعل ذلك، آجلاً أو عاجلاً. وتحد بعض الشركات من التلوث لأن القائمين على هذه الشركات آثروا أن يفعلوا ذلك.

لقد كان التخلص من المخلفات في الماضي رخيصًا نسبيًا لمعظم المؤسسات. أما اليوم فإن المواقع المصرح بها للتخلص من النفايات أضحت نادرة، وزادت تكاليف استخدامها. ونتيجة لذلك ابتدعت العديد من المؤسسات طرقًا لإنتاج أقل قدر ممكن من

المخلفات. فمثلاً قد يستخدم المصنعون حدًا أدنى من التغليف، ومواد تغليفية يمكن إعادة تدويرها، إذ كلما خفّ التغليف قلّ استهلاك موزعي المنتجات للوقود، وقلّ ما يلقي به المستهلكون من التغليف في النفايات.

وتتخصص العديد من المؤسسات في أنواع مختلفة من وسائل إدارة التلوث. ويتوقع لأعمال الحد من التلوث، أو القضاء عليه، أن تكون واحدة من أسرع الصناعات المستقبلية نموًا. فمثلاً، طورت بعض مؤسسات إدارة التلوث نبائط للتخلص من الهبائيات الضارة المنطلقة من المداخن. فالهبائيات يمكن احتجازها باستخدام المرشحات، أو المصائد التي تستخدم الكهرباء الساكنة، أو نبائط تسمى المغسالات، تغسل الهبائيات عن طريق الرش بالكيميائيات. وتساعد مؤسسات أخري الشركات في تنفيذ الأوامر الحكومية من أجل التخلص من التلوث. وتدير بعض المؤسسات برامج إعادة التدوير وحفظ الطاقة. كما تساعد بعض المؤسسات الأخرى في تطوير عمليات تقلل من الملوثات.

وبصرف النظر عن السبب والكيفية التي بدأت فيها الصناعات في التخلص من الملوثات، فإنها عملية بطيئة وباهظة التكاليف. وتعتمد العديد من المؤسسات على أرخص طرق الإنتاج المتاحة، حتى لو كانت هذه الطرق تحمل التلوث في طياتها. فمحطات القدرة، على سبيل المثال، تحرق عادة الزيت والفحم لتوليد الكهرباء، نظرًا لكونها أكثر الطرق ملاءمة من الناحية الاقتصادية. ويستخدم المصنعون الكادميوم والرصاص والزئبق في صناعة البطاريات، لأن هذه الفلزات، على الرغم من سميَّتها، تحسن كفاءة البطاريات. وعندما تضاف تكلفة التخلص من التلوث الناتج عن طرق الإنتاج الحالية إلى تكاليف التصنيع، يتضح أن الطرق قليلة التلوث هي الأفضل من الناحية الاقتصادية.

الزراعة. يطور العلماء والمزارعون طرقًا لتنمية الغذاء تتطلب القليل من الأسمدة والمبيدات. ويستخدم الكثير من المزارعين الدورات الزراعية، أي المناوبة بين المحاصيل من سنة لأخرى، لتقليل الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية. فالمناوبة بين الذرة والقمح والمحاصيل الأخرى والبقول، كالفصفصة وفول الصويا، تساعد في تعويض النيتروجين المفقود من التربة. وتساعد الدورات الزراعية أيضًا في مكافحة الآفات والأمراض الزراعية. ويستخدم بعض المزارعين خليط التسميد والأسمدة الأخرى التي لاتضر التربة. وبدلاً من رش المحاصيل بالمبيدات الضارة يكافح بعض المزارعين الحشرات بإطلاق أنواع من البكتيريا أو الحشرات الأخرى التي تفترس هذه الآفات. ويعكف العلماء على تطوير نباتات مهندسة وراثيًا، تقاوم الآفات الزراعية.

ويسمى استخدام الدورات الزراعية واستخدام الأعداء الطبيعيين للآفات معًا المكافحة الطبيعية للآفات. ويطلق على التجميع بين الاستخدام المحدود للمبيدات الحشرية الكيميائية والمكافحة الطبيعية الإدارة المتكاملة لمكافحة التلوث للآفات. ويستخدم الذين يلجأون إلى هذا النوع من المكافحة كميات قليلة من المبيدات الكيميائية، وحتى هذه الكميات القليلة لا يستخدمونها إلا إذا رأوا أنهم سيحصلون على نتائج جيدة.

المنظمات البيئية. تساعد في مكافحة التلوث عن طريق محاولة التأثير على المشرِّعين وانتخاب القادة السياسيين الذين يولون اهتمامًا بالبيئة. وتقوم بعض الجماعات بجمع الأموال لشراء الأراضي وحمايتها من الاستغلال. وتدرس جماعات أخرى تأثيرات التلوث على البيئة، وتطور نظمًا لإدارة ومنع التلوث، وتستخدم ما توصلت إليه من نتائج لإقناع الحكومات والصناعات بالعمل على منع التلوث أو الحد منه. وتقوم المنظمات البيئية أيضًا بنشر المجلات والمواد الأخرى لإقناع الناس بضرورة منع التلوث. وتقف جماعة السلام الأخضر وأصدقاء الأرض في طليعة هؤلاء الناشطين.

وقد تشكلت أحزاب سياسية تمثل الاهتمامات البيئية في العديد من الدول الصناعية. ولهذه المنظمات والتي تعرف بأحزاب الخُضْر تأثير متنام على السياسات الحكومية تجاه البيئة. ومن الدول التي توجد فيها مثل هذه الأحزاب أستراليا والنمسا وألمانيا وفنلندا وفرنسا ونيوزيلندا وأسبانيا والسويد.

جهود الأفراد :

يعد حفظ الطاقة من أهم الطرق التي يمكن للفرد أن يتبعها للحد من التلوث. فحفظ الطاقة يحدّ من التلوث الهوائي الناجم عن محطات القدرة. وقد تؤدي قلة الطلب على الزيت والفحم الحجري إلى التقليل من انسكاب الزيت، ومن التلف الحاصل للمناطق

المشتملة على الفحم الحجري. والتقليل من قيادة السيارات يعد أيضًا أحد أفضل طرق توفير الطاقة وتجنب التلوث الحاصل للهواء.

وفي مقدور الناس توفير الطاقة الكهربائية عن طريق شراء مصابيح الإنارة والأجهزة المنزلية ذات الكفاءة العالية. فمصابيح الفلورسنت، على سبيل المثال، تستهلك 25% فقط من الطاقة التي تستهلكها المصابيح المتوهجة. ويمكن أيضًا توفير الطاقة بالتقليل من استخدام الأجهزة، وبإطفاء الأجهزة والمصابيح في حالة عدم وجود حاجة إليها، وبتوقيت ضابط الحرارة المنزلي على 20°م أو أقل في الشتاء، وعلى 26°م أو أكثر في الصيف. وبالإضافة إلى ذلك، تحتاج المباني التي عولجت نوافذها بطريقة خاصة، وذات العزل الجيد، إلى قدر من الوقود والكهرباء بغرض التدفئة أو التبريد أقل بكثير من المباني التي تخلو من هذه الميزات.

وفي مقدور الناس أيضًا شراء المنتجات التي لاتشكل خطرًا على البيئة. فبإمكان الأسر، على سبيل المثال، أن تحدّ من التلوث عن طريق تقليل استخدام المنظفات السامة، والتخلص الصحيح من هذه المنتجات. فإذا ما امتنع المستهلكون عن شراء المنتجات الضارة فلسوف يتوقف المصنعون عن إنتاجها.

ومن الطرق الأخرى التي يمكن للناس أن يحدوا بها من التلوث الحد من أكل اللحوم. فالمزارعون يستخدمون كميات كبيرة من الأسمدة لزيادة كمية الحبوب التي تتغذى بها المواشي. ولو أن الناس قللوا من أكل اللحوم وزادوا أكل الحبوب والخضراوات لقلل المزارعون من استخدامهم للأسمدة والمبيدات. ولا يرضى كثير من الناس من الفاكهة والخضراوات إلا الصحيحة الكاملة، والخالية من العيوب، وهذا ما يقدر المزارعون على توفيره دون استخدام كميات كبيرة من المبيدات. ولو أن الناس ارتضوا الفاكهة والخضراوات بما فيها من عيوب طفيفة، لقلل المزارعون استخدامهم للكيميائيات.

ومن أسهل الطرق التي يمكن للأفراد اتباعها من أجل منع التلوث، إعادة استخدام المنتجات. فمثلاً، يستخدم بعض منتجي الألبان القوارير الزجاجية بدلاً عن العبوات الكرتونية الورقية. ويمكن إعادة تعبئة هذه القوارير واستخدامها مرة أخرى. وفي مقدور الناس إعادة استخدام الأوراق القديمة والحقائب البلاستيكية لحمل مشترياتهم أو وضع النفايات فيها. وبإعادة استخدام المنتجات يمكن للناس تجنب التلوث المرتبط بإنتاج المزيد من المنتجات والتلوث المتسبب عن رمي المنتج.

والتدوير طريقة أخرى لإعادة استخدام المواد. فالعديد من المدن والبلدات تنظم عملية تجميع المخلفات من أجل إعادة معالجتها. ويوفر التدوير كلا من المادة والطاقة، ويمنع التلوث. وهناك الكثير من المخلفات المتنوعة التي يمكن تدويرها. ومن المخلفات الشائع تدويرها : العلب والزجاج والورق والأوعية البلاستيكية والإطارات القديمة. فالعلب يمكن صهرها واستخدامها في تصنيع علب جديدة. والزجاج يمكن سحقه وتصنيع أوعية جديدة منه، أو استخدامه في مواد البناء. والورق يمكن معالجته إلى منتجات ورقية مختلفة. ويمكن صهر البلاستيك وإعادة تشكيله إلى سياج أو ألواح أو مناضد أو سجاد. أما الإطارات القديمة فيمكن حرقها لإنتاج الطاقة، أو تقطيعها وإضافتها إلى الأسفلت، أو صهرها وقولبتها إلى منتجات مثل الحصائر الأرضية ومعدات الملاعب.

وأهم الطرق التي يمكن للناس أن يكافحوا بها التلوث، أن يتعلموا قدر استطاعتهم كيف يمكن لنشاطاتهم أن تؤثر على البيئة. وفي مقدورهم بعد ذلك، أن يلجأوا إلى خيارات ذكية، للتقليل من الدمار الحاصل لهذا الكوكب.

إدارة الموارد المائية ووضع الحلول لمشكلات المياه

إن أية عملية إدارية بحجم إدارة الموارد المائية تحتاج إلى هياكل فنية وإدارية وقانونية ومؤسسات إدارية ذات إمكانيات قانونية وتشريعية واقتصادية واجتماعية وإعلامية وتعليمية متكاملة ومتناغمة وكفوءة، حتى يمكن أن تحقق أهدافها في مواجهة أهم

عناصر الحياة والتطور الاقتصادي والاجتماعي والبشري. فكبر المشكلات المائية وتعقيدها يحتاج إلى مثل هذه المؤسسات الإدارية الكفوءة. وإلا فسوف يكون ضعف الإدارة مشكلة أخرى تواجهها الموارد المائية.

تتجلى صورة الإدارة الكفوءة للموارد المائية من خلال اهتمامها بما يأتي:

1-تحديد المشكلات التي تواجهها الموارد المائية نوعيا وكميا زمانياً ومكانياً.

2-ضمان قوانين وتشريعات فعالة تساهم في ترشيد استخدام المياه.

3-تنمية الموارد المائية المتاحة من خلال المحافظة على المناخ من التلوث والهدر والبحث عن موارد مائية جديدة.

4-ضمان آلية لترشيد استهلاك المياه في كافة الاستخدامات المنزلية والصناعية وخاصة الزراعية، لأنها تستهلك نحو 92% من حجم الموارد المائية. ولهذا ينبغي إدخال وسائل الري الحديثة والاقتصادية كالري بالرش والري بالتنقيط. فالري بالرش يزيد كفاءة استخدام المياه بنحو 75% مقارنة مع الري السطحي. أما الري بالتنقيط والذي يفضل في ري أشجار الفاكهة والخضر والمشاتل والحدائق فان الكفاءة النسبية لاستخدام المياه ما بين 85-90%. بالإضافة إلى عدم الحاجة إلى تسوية الأرض أو إلى أجراء عمليات الصرف. كما إن استخدام وسائل الري الحديثة لا يؤدي إلى تغدق التربة وتملحها ويرفع من كفاءة استخدام الأسمدة مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية الزراعية بشكل كبير مقارنة بالوسائل التقليدية. فعلى سبيل المثال لا الحصر إن إنتاجية الهكتار من الطماطم المروية بالري السطحي هي بحدود 30طن، أما عندما يتم استخدام أسلوب الري السطحي المحسن تكون الإنتاجية بحدود 70طن/هكتار، كما ترتفع إنتاجية محصول البصل من 15طن/هكتار إلى 45 طن/هكتار والباذنجان من 30طن/هكتار إلى 55طن/هكتار واللهانة من 25طن/هكتار الى 50طن/هكتار والشجر من 25 إلى 35 طن/هكتار.

كما ينبغي اعتماد الزراعة الصوبية، فهذا النمط من الزراعة يساهم في زيادة الإنتاج ويمنع التصحر ويقلل من الهدر بالمياه. واهم المبادئ التي ترتكز عليها هذه الزراعة هي تفادي تحريك التربة واستخدام أسلوب الغرس المباشر والمحافظة على غطاء دائم للتربة، وينبغي الاختيار الحكيم للمحاصيل التي تتلاءم وهذا النمط من الزراعة، ويمكن أن نستبدل الحراثة بعمل ثقوب بواسطة مثاقب خاصة للبذور، وهذا يحافظ على النشاط البيولوجي المناسب، ويضمن التهوية الجيدة للتربة ويزيد من المادة العضوية في التربة ويقلل تعريتها.

كما توجد طرق حديثة للري استخدمت في بعض الدول الفقيرة بالموارد المائية كالري المدفون (تحت السطحي) والذي استخدمته السعودية بنجاح، اذ يعتمد على الأنابيب المدفونة تحت التربة وهذه الطريقة توفر نحو 50% من كمية المياه المستخدمة في الري. لأنها تقلل الضائعات المائية بالتبخر والرشح العميق، كما إن مستوى المياه يتحرك بمستوى الجذور وبكميات مقننه ومسيطر عليها.

كما ينبغي الاستفادة من تقنيات الهندسة الوراثية الزراعية في مجال استنباط سلالات زراعية جديدة اقل استهلاكا للمياه، أو لديها القدرة على الاعتماد على المياه الأكثر ملوحة. أو التوصل إلى سلالات ذات إنتاجية اكبر في ظل نفس الظروف الاعتيادية أو قصيرة العمر وتنضج بشكل مبكر، وفي هذا المجال يمكن الاتفاق مع شركات لديها خبرة في مجال الزراعة الجافة مثل استراليا والولايات المتحدة لحثها على تعميق بحوثها في مجال استنباط أنواع من المحاصيل المقاومة للملوحة، أو دراسة طرق توريث الصفات المقاومة للملوحة والجفاف والحرارة العالية، أو نقل صفة تحمل الملوحة، إلى أصناف عالية الإنتاجية. إن التركيز على التوصل إلى أصناف مقاومة للملوحة هام جدا لان طبيعة المتغيرات المناخية من ارتفاع معدلات التبخر وشحة الأمطار سوف تؤدي إلى زيادة الملوحة في التربة والمياه وفي الخزانات والأنهار واستخدام مياه الصرف الصحي العالية الملوحة، مرة أخرى بعد خلطها بالمياه العذبة لتقليل نسب الملوحة فيها. مما يجعل تلوث المياه وتركز الأملاح فيها أمرا واقعا ينبغي التعامل معه في المستقبل.

ومن الأمور التي ينبغي أن تركز عليها وزارة الزراعة، هي إيقاف التوسع الأفقي في الزراعة لان هذا الاتجاه يؤدي إلى هدر كبير في المياه مع فائدة زراعية محدودة. ولهذا ندعو إلى التوسع العمودي في الزراعة أي العمل على استخدام وسائل الزراعة

الحديثة لرفع إنتاجية الدونم والتي تعد معدلاتها في العراق من أوطأ المعدلات في العالم، فعلى سبيل المثال لا الحصر إن إنتاجية الدونم في مصر من الحبوب 1200كغم بينما في العراق لا تتجاوز 200 كغم ما عدا الأراضي المستصلحة. ومن الوسائل التي يمكن ان ترفع الإنتاجية في العراق هي مستويات جيدة من التسميد ومكافحة الآفات واستخدام البذور المحسنة واستخدام المكائن والمعدات في مجالات البذار والتسميد والمكافحة والحصاد، مع اعتماد التوقيتات العلمية والدقيقة في مجال الحراثة والسقي والمكافحة وجني المحاصيل، فضلا عن استخدام الدورات الزراعية.

ومما ينبغي على وزارة الزراعة عمله وضع خطة لتصنيف الأراضي الزراعية على أساس مستوى الجودة والخصوبة. لكي يتم استبعاد الأراضي القليلة الخصوبة والعالية الكلفة في الإنتاج والمنخفضة الإنتاجية من الخطط الزراعية. ولكي لا يدب التصحر في الأراضي التي سيتم تركها يمكن استخدام نظام النير والنير للأصناف الجيدة، وفي حالة توفر الحصص المائية الزائدة في السنوات الرطبة. تتم زراعتها ببعض المحاصيل العلفية المقاومة للجفاف لدعم النشاط الزراعي الحيواني.

حلول وآليات لمواجهة مشكلات تلوث المياه:

- -سن التشريعات والقوانين التي تحافظ على الموارد المائية وتدعم صيانتها وتردع الجهات التي تسبب تلوثها وهدرها، من خلال انشاء مراكز وطنية للرقابة ولحماية وصيانة الموارد المائية في كل محافظة.

- -ضرورة اعتبار المياه سلعة اقتصادية ذات قيمة مادية كبيرة لكي يشعر المواطن بأهميتها الاقتصادية والاجتماعية والحضارية الحقيقية.

- -الاهتمام بالإعلام المائي وذلك من خلال بث إعلانات وبوسترات تدعو إلى عدم الإفراط في استخدام المياه وعدم تلويثها والتأكيد على تزايد شحتها وندرتها وذلك من خلال كل وسائل الاعلام المقروءة والمسموعة والمرئية. كما ينبغي إنشاء وحدات إعلامية في دوائر الدولة تؤكد على أهمية المياه وندرتها وضرورة حماية مصادرها، كما ينبغي ان يكون هناك تحذير من تلويث المياه وتبذيرها على كل منتوج وطني. كما ينبغي ان تمارس هذه الدوائر الاعلامية رقابة مشددة على مصادر المياه لرصد تلوثها والعبث بمصادرها.

- -تشجيع الدولة للمشاريع الاستثمارية الخاصة بمعالجة المياه العادمة الناتجة عن الاستهلاك الصناعي والمنزلي والزراعي، وذلك من خلال تكفل الدولة بدفع 50% من قيمة تكلفة مثل هذه المشاريع، أو دعمها من خلال منح القروض طويلة الأمد.

- -تشجيع ودعم البحوث التطبيقية في مجال الموارد المائية من خلال تخصيص مبالغ مجزية لانجاز هذه البحوث من قبل الجهات المعنية بالموارد المائية وهي (وزارات الزراعة والموارد المائية والبيئية) وتخصيص نسب من عائدات هذه البحوث عند الاستفادة الميدانية منها الى الباحث وتستمر هذه النسبة مدى الحياة.

- -انشاء مركز بحوث تنمية وصيانة الموارد المائية في كل الجامعات ويضم باحثين من كافة الاختصاصات (الزراعة والري والبزل والجغرافية والاجتماع والاقتصاد والبيئة والسياسة والقانون والعلوم) يتولى عملية إعداد خطط علمية لاقامة دورات وندوات ومؤتمرات علمية تعالج المشاكل الانية والمستقبلية التي تواجهها الموارد المائية.

- -تطوير هيكلية وزارة الموارد المائية لتصبح دوائرها في المحافظات أو المناطق برئاسة مدير عام يعاونه مدير فني ومدير اداري قانوني من حملة شهادات القانون حصراً، على ان يخول سلطة حاكم جزاء تسمح له بردع التجاوزات على الحصص المائية التي تفرزها اللجان الفنية في تلك الدوائر.

- -مطالبة الاقسام العلمية في الجامعات العراقية ذات العلاقة بالموارد المائية بوضع مشاكل الموارد المائية ضمن عنوانات مواضيع بحثية لكي تكون بين ايدي طلبة الدراسات العليا والباحثين وذلك من خلال التنسيق مع وزارات الزراعة والموارد المائية والبيئية لكي ترسل مشاكلها في مجال المياه الى الجامعات للبحث فيها.

- -استخدام طرق الري الحديثة كالري بالرش والتنقيط والري المدفون (تحت السطحي) بالاعتماد على الأنابيب تحت السطحية واستخدام تقنية المياه الممغنطة في سقي المشروعات حيث أثبتت هذه الطرق كفاءة عالية من خلال تحسين مواصفات المياه فضلا عن تسريع عملية نمو النباتات. كما ينبغي وقف التوسع الافقي في الزراعة والتركيز على التوسع العمودي عن طريق استخدام الاساليب الحديثة في الزراعة لان هذا الجانب سيضاعف الانتاجية عدة مرات بنصف كمية المياه.

- -العمل بشكل جدي على إنشاء محطات معالجة المياه الثقيلة في كل مدينة بحيث تتم تنقية هذه المياه وتدوير استخدامها في المجالات الأخرى كالاستخدام الزراعي. وكذلك الاستفادة منها في صناعة الأسمدة. وينبغي على الدولة ان تدفع القطاع الخاص والمستثمرين إلى العمل في هذا المجال من خلال حمايتهم، وتقديم الإعانات والقروض لإقامة مثل هذه المشاريع الحيوية.

- -أكدت الدراسات المتخصصة ان الفضلات الطبية من اخطر انواع الملوثات ولهذا ينبغي عدم مزجها مع الفضلات البلدية سواء كانت سائلة ام باشكالها الأخرى، لان هذا يزيد من تكاليف المعالجة لانها تحتوي على مواد كيمياوية خطيرة وفضلات المختبرات الشعاعية السامة...الخ.

- -يجب وضع نظم وقوانين وامكانيات فنية وتقنية للتعامل مع المواد السامة والخطيرة، كما ينبغي التيقن من ان جميع انواع الملوثات الصلبة والسائلة والغازية يمكن ان تعود وتلوث المياه لان اماكن الطمر للنفايات الصلبة على حافات المدن سوف تتحلل وتعود الى مياه الانهار عن طريق المياه الجوفية، لان مناسيبها مرتفعة جدا في وسط وجنوب العراق، فكلما انخفض منسوب الانهار زاد التصريف الطبيعي للمياه الجوفية مع ملوثاتها إلى الأنهار الفرعية الرئيسية.

- -إيجاد أجهزة فعالة رقابيا لمتابعة امور التخلص من الملوثات والمخلفات السامة الناتجة من المصانع والمستشفيات.

- -إيجاد وحدة لمعالجة الملوثات في كل مستشفى ومصنع يفرز ملوثات سامة وخطيرة وخاصة الملوثات السائلة الناتجة عن المستشفيات الكبيرة ، وينبغي التأكيد على كفاءة وحدات المعالجة ان وجدت وعلى أن لا يكون وجودها شكليا.

- -ان خزانات المياه البعيدة عن أماكن التغذية أو المنابع تكون اكثر تعرضا للتلوث وتركز الأملاح بسبب مستوى الجفاف وقلة إيرادها المائي وكثرة المسحوب منها فضلا عن ارتفاع معدلات التبخر وخاصة في الثرثار والحبانية والخزن أمام سد حديثة وسد ديالى وسد سامراء وأمام سد نهر العظيم.

- -تعد مياه البزل الزراعي من أهم مصادر المياه التي يعول عليها مستقبلا بشرط ان تتم عملية أعادة تنقيتها عن طريق معالجة المواد السامة التي ألقيت فيها. وكذلك خلطها بالمياه العذبة لكي تكون نوعيتها بالمستوى المسموح به في الزراعة.

- -ينبغي ان تكون هناك أجهزة علمية أو طواقم علمية تقدم تقارير دورية عن نسبة التلوث بالمياه في كل خزان مائي أو مجرى مائي لكي يتم وضع خطة للمعالجة. بحيث نحدد نسبة التلوث بالمواد المائية لكل نهر أو بحيرة حتى نتمكن من معالجة مشاكل هذا النهر عند توفير الكادر المعني بالمعالجة.

- -اختيار المحاصيل المقاومة للملوحة، والمحاصيل التي تستطيع امتصاص الأملاح من دون ان يؤثر ذلك على الإنتاج الزراعي.
- - لا بد من أقامة محطات لرصد التلوث. وبخاصة الملوحة لكي لا يتم تدمير الأراضي الزراعية التي تعاني من شحة في المياه ومن مشكلة الملوحة. فهذه المحطات تحدد نسبة الملوحة وباقي الملوثات لكي تتم معالجة المياه قبل استخدامها.
- -ان معالجة المياه العادمة وتدوير استخدامها في الزراعة يعد حماية للبيئة.
- - إيجاد وحدات لمعالجة المياه العادمة قبل اعادتها الى النهر في كل مدينة صغيرة و كبيرة. ومراقبة عمل هذه الوحدات.
- -تهيئة كوادر فنية ومدربة لمتابعة هذه الوحدات وكفاءة عملها وتعزيز برامج التدريب في مجال معالجة المياه الثقيلة.
- -التركيز على استخدام مياه البزل المعالج في ري المحاصيل العلفية والحدائق العامة فقط.
- -تؤكد الدراسات المتخصصة على وجود قصور في التشريعات والقوانين التي تعمل على حماية المياه من التلوث وخاصة افتقارها الى التفصيلات الفنية الدقيقة المتغيرة بسبب التطور العلمي والصناعي والطبي وما يرافقه من ملوثات جديدة.
- -ان ضعف الكفاءة والمتانة لشبكات الصرف الصحي والمائي أو للمياه العذبة يؤدي الى تسرب المياه الملوثة إلى المياه الصالحة للشرب وبالعكس بسبب قدم هذه الشبكات وضعف كفائتها الوظيفية.
- -ان التطور الحضاري والعلمي يؤدي الى ظهور ملوثات جديدة كالتلوث الإشعاعي والكيمياوي مما يتطلب تشريعات وقوانين فعالة تحد من التلوث بهذه المواد الجديدة والخطيرة. وخاصة اليورانيم المنضب والمواد الإشعاعية من بقايا موقع التويثة التابع للمفاعل النووي العراقي السابق.
- -ان كل التشريعات والقوانين التي تسن لمواجهة هذه المشكلة الخطيرة سوف لم ولن تكون فعالة ومفيدة إذا لم توجد جهة رقابية عليها تتابع تنفيذ هذه التشريعات بشكل مستمر، وإذا لم توضع آلية لتنفيذها ونقترح الآليات أدناه لتنفيذ القوانين والتشريعات الخاصة بهذه المشكلة:

أ-العمل على استحداث مديرية في كل وزارة هدفها حماية البيئة بكل جوانبها مع التركيز على صيانة الموارد المائية وتنميتها. لان كل دائرة من دوائر الدولة معنية بالبيئة ومكوناتها سواء بشكل مباشر كوزارة الزراعة والري والصحة والبلديات والمواصلات والصناعة...الخ. أو الوزارات الأخرى التي لها علاقة غير مباشرة بمكونات البيئة كالتعليم والتربية والداخلية والدفاع...الخ وهذه الاخيرة هي حتما تستخدم عناصر البيئة وتنفث اليها فضلاتها السائلة والصلبة والغازية وهي المسؤولة عن جوانب مهمة مثل إعداد الدراسات والبحوث وممارسة التربية البيئية كوزارتي التعليم العالي والتربية أو مسؤولة عن تطبيق القوانين والتشريعات كالداخلية والدفاع.

ب-استحداث لجنة برلمانية متخصصة في شؤون حماية البيئة والموارد المائية تتولى مسؤولية الرقابة المباشرة على كل الدوائر والجهات ذات العلاقة بالبيئة وخاصة بالموارد المائية على ان تعد تقارير فصلية وتفصيلية عن الأمور التالية:

-المناطق المعرضة للتلوث وخاصة في المراكز الحضرية ومحيطها.

-التأكيد على وجود محطات معالجة المياه العادمة والملوثات الخارجية في مراكز المدن والمصانع والمستشفيات والمؤسسات الملوثة الاخرى.

-مراقبة كل العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة على البيئة وخاصة الموارد المائية عن طريق استقبال التقارير والشكاوى التي ترد اليها من الأفراد والمؤسسات والدوائر وهذا يتطلب من اللجنة ان تقوم بتنسيق كبير مع وسائل الإعلام والدوائر المتخصصة بالبيئة ومع منظمات المجتمع المدني.

ج-توفير الحماية والدعم لوسائل الاعلام المرئية والمسموعة والمكتوبة وحثها على الكشف عن بؤر التلوث والفساد البيئي. والكشف عن أي خلل أو تقاعس في عمليات المعالجة للمياه العادمة الخارجة من جميع مصادر التلوث. على ان تتولى وحدات ودوائر البيئة في كل وزارة ومديرية ايلاء الموضوع اهمية عاجلة. وتقوم بتوثيقه وعرضه على اعلى جهة في الوزارة لاتخاذ الاجراءات اللازمة لمعالجتها ومحاسبة المقصرين.

د-التنسيق بين وزارات التعليم العالي والتربية والعلوم والتكنولوجيا والبيئة والسياحة من خلال وضع برامج ودورات ذات مناهج تخصصية لتأهيل خريجي علوم الحياة والجغرافية والكيمياء وهندسة البيئة للعمل في دوائر حماية البيئة والموارد المائية. وينبغي على كل دائرة ان تضم في ملاكها من كل هذه الاختصاصات لأنهم ذووا علاقة بمكونات البيئة وعناصرها والملوثات فيها.

هـ-على كل مجلس محافظة ومجلس محلي في الاقضية والنواحي ان يشكل لجنة أو يستحدث دائرة تتولى عملية حماية البيئة والمحافظة عليها وخاصة الموارد المائية. تتولى مراقبة البيئة الحضرية وتشخيص مسببات التلوث وأماكنه.

و-على الدولة دعم مشاريع الاستثمار وخاصة القطاع الخاص الراغب في التعامل مع النفايات والفضلات الحضرية والصناعية...الخ من خلال تسهيل عملية استيراد المكائن والمعدات والمختبرات الخاصة بجمع ونقل ومعالجة النفاياة الصلبة والسائلة.

ز-ان كل ما يتم اقتراحه في هذه الآلية سيكون معطلا وأداؤه روتينيا وضعيفا إذا لم تكن أجهزة الرقابة فعالة ليس في مجال الرقابة وتوثيق عناصر الخلل والعبث بالبيئة ومواردها المائية فقط، بل المهم ماذا بعد هذه التقارير التي توثق عناصر الخلل. وهذا يتطلب وجود أجهزة فعالة ومتخصصة تتولى محاسبة ومقاضاة الجهات المسببة لها، افراداً ام دوائر ام شركات ام جهات اخرى. كما يتطلب استحداث فرع للشرطة يتولى عملية حماية البيئة واجبه تنفيذ الأوامر القضائية ومتابعة ومراقبة المسبب للتلوث بشكل مباشر وتقديمهم للعدالة ايضاً.كما ينبغي إدخال مواد دراسية تتعلق بالبيئة في كليات القانون تتولى تأهيل خريجين يدركون ويفعلون القوانين والتشريعات الخاصة بالبيئة والموارد المائية بحيث يتم اعتبار عناصر البيئة ومكوناتها الأساسية قيما عليا والمساس بها وتخريبها والعبث بها وعدم المحافظة عليها جناية يعاقب عليها القانون. فعلى سبيل المثال ان أول قانون صدر عن التلوث في الولايات المتحدة سنة 1899، وأول قانون عن مياه الشرب سنة 1914 ثم توالت القوانين إلى ان جاء آخرها ((حماية النظام المائي وموارده وقانون المياه الصالحة للشرب لعام 1986 وفيه أكثر من 1450 مادة تتضمن فرض عقوبات وغرامات على كل من يخالف القوانين والنظم الخاصة بحماية المياه.

نستنتج مما تقدم ان وضع القوانين والتشريعات والأنظمة التي تحافظ على البيئة والموارد المائية مهما ولكن الأكثر أهمية هو دور الجهات التي تتولى عمليات المراقبة وهي (اللجنة البرلمانية، وسائل الأعلام، الدوائر المتخصصة في مجال حماية البيئة والموارد المائية) والأكثر أهمية من كل ذلك هو جهات قضائية تتولى عمليات محاسبة المقصرين وتنفيذ العقوبات بحقهم.

الخلاصة:

من خلال دراسة واقع المياه في الوطن العربى تبين ان الموارد المائية تواجه ما يلي : تناقص الإيراد المائي السنوي بسبب التغيرات المناخية وشحة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة واشتداد التبخر الذي يؤدي الى قلة الأمطار الفعالة وزيادة الهدر

المائي في الزراعة. وارتفاع نسب التلوث بالمواد الكيمياوية والطبيعية والبكتريولوجية بحدود فاقت المحددات والمعايير الرسمية. مما يشكل خطرا إنسانياً وبيئياً كبيراً على الكائنات الحية بكل انواعها.

لقد أصبح حل مشكلة تلوث البيئة المائية أكثر تعقيداً بسبب الاستخدام المكثف والواسع النطاق للمبيدات الكيمائية المختلفة فى الزراعة لحماية المزروعات من الآفات ، ولمقاومة الأمراض لرفع انتاجية وحدة المساحة المزروعة بالإضافة إلى زيادة النشاط الصناعي وما نتج عنه من ظهور أنواع جديدة من الملوثات حيث يعتبر الصرف الصناعى من أهم مصادر التلوث للمياه.. بالاضافة إلى الزيادة السكانية السريعة ، وظهور تجمعات عشوائية عديدة ، ولذلك كان لابد من الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحى وإعادة إستخدامها للإستفادة منها والمحافظة على البيئة وصحة المواطنين .

لذا تعد معالجة مياه الصرف الصحى وإعادة إستخدامها ضرورة حتمية لما تمثله هذه المياه من مصدر إضافي وغير تقليدى ومتجدد للمياه نظراً لمحدودية الموارد المائية ولتلبية الحاجة المتزايدة للمياه ولما تحتويه من عناصر غذائية يحتاجها النبات إضافة إلى تحقيق الشروط الخاصة بالتخلص من هذه النوعية من المياه بطريقة مأمونة وعملية .

ان وضع القوانين والتشريعات والأنظمة التي تحافظ على البيئة والموارد المائية من التلوث مهما ولكن الأكثر أهمية هو دور الجهات التي تتولى عمليات المراقبة وهي والأكثر أهمية من كل ذلك هو جهات قضائية تتولى عمليات محاسبة المقصرين وتنفيذ العقوبات بحقهم.

وتعتبر هذه الدراسة وبما تحتويه من عرض وتحليل حول التلوث المائى وعلاقتة بالبيئة و تكثيف الوعي البيئي محليا ودوليا وبالتالي الحرص على تبني معايير الحد من سلبيات التلوث المائي لما فيها من ايجابيات مستقبلية تعود بالنفع على القطاعات الصناعية والاقتصادية.

:Conclusion

Through the study of the reality of water in the Arab world show that water resources face the following: decreased annual revenue water due to climate change and the scarcity of rainfall and high temperatures and the intensification of evaporation, which leads to lack of rain and increasing
the effective waste water in agriculture. And high rates of contamination with chemicals and natural and bacteriological determinants and exceeded the limits of official standards. Posing a humane and environmentally significant organisms of all kinds..

The solution became the problem of contamination of the aquatic environment is more complex because of extensive use and widespread pesticide chemical different in agriculture to protect crops from pests and disease resistance to raise the productivity per unit area cultivated as well as increased industrial activity and the resulting emergence of new types of pollutants which is industrial waste from most important sources of pollution to waters of the Nile and banks .. In addition to rapid population growth, and the emergence of many random clusters, and therefore had to be of interest in addressing water sanitation and re-use to take .advantage of them and the preservation of the environment and health of citizens

So is the wastewater treatment and reuse imperative to represent these waters of additional source and non-traditional and renewable water due to the limited water resources and to meet the growing need for water in, as it contains nutrients needed by the plant in addition to achieving the conditions for the disposal of this .type of water in a manner safe and practical

The development of laws and legislation and regulations that maintain the environment and water resources from pollution, but the most important and significant is the role of the authorities charged with surveillance and is the most important of all is the judicial bodies shall hold negligent operations and the implementation of sanctions against them.

This is the study and with all its display and analysis about water pollution and the relationship with the environment and intensify environmental awareness locally and internationally, and therefore careful to adopt standards to reduce the negative aspects of water pollution because of the positive aspects of a future benefit the industrial and economic sectors.

المصادر

1. عبد المالك خلف التميمي، المياه العربية التحدي والاستجابة، ط 1، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1999، ص 140-141.
2. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، برامج الأمن الغذائي العربي، ج، الموارد الطبيعية، الخرطوم، 1986، ص 31.
3. تقرير بثته قناة الحرة عراق وقابلت فيه المدير المسؤول عن سد دربندخان في كانون الثاني 2009.
4. مصطفى مجيد، الموارد والزراعة تشكلان لجنة مركزية مشتركة لإدارة المياه، جريدة الصباح، العدد 1602، 14 شباط 2009، ص 3.
5. General Directorate of water Resources management, water control center, Tigris River D/S Kut Barrage 2006, P.78.
6. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة أساليب وسياسات استرداد تكلفة مياه الري في الدول العربية، الخرطوم، 1999، ص 20.
7. أيسر محمد الشماع، الاستثمار الأمثل للمياه الجوفية في مكمن الدمام في الصحراء العراقية، نحو استثمار المياه الجوفية من الصحراء العراقية، تشرين الأول، 1997.
8. الخدمات العالمية لمعلومات الطقس، منظمة الأرصاد الجوية التركية، الانترنيت htt://word weather.ment.gov.om8000/099/c01261.htm
9. جيفري ساشي، أفريقيا وتغير المناخ وقمة الثمانية الكبار، ترجمة، مايسة كامل عن شبكة المعلومات العالمية الانترنيت 2-www.project.syndicate.org.p.1 انظر أيضاً ساندرا بوستيل، تقسيم المياه الإقليمية، ترجمة شويكار زكي، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، 1998، ص 11.
10. التغير المناخي سبب تصحر أفريقيا، الانترنيت www.ahram.org.eg/archive2005
11. طلعت إبراهيم الأعرج، التلوث الهوائي والبيئة، الهيئة العامة المصرية للكتاب، القاهرة 1999 ص 13.

12. تعريف منظمة الصحة العالمية W.H.O

13. خالد إبراهيم سعيد، تلوث المياه بالمخلفات الصناعية، المؤتمر القطري العلمي الاول في تلوث البيئة واساليب حمايتها، بغداد، 2000، ص 2.

14. صبري فارس الهيتي، مشكلات المياه في الوطن العربي دراسة جيوبولتيكية، مجلة دراسات اجتماعية، العدد السادس، 2000، ص 36.

15. جلال عبد الله معوض، صناعة القرار في تركيا، والعلاقات العربية – التركية، مركز دراسات الوحده العربية، ط 1، بيروت، 1998، ص 198-200.

16. المنظمة العربية للتنمية الزراعية،السمات الرئيسة لإدارة المياه في الوطن العربي، الندوة القومية حول إدخال مفاهيم الإرشاد المائي ضمن مناهج التعليم الزراعي، الخرطوم، 2000، ص 3 51.

17. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الندوة القومية حول الجوانب الفنية والاقتصادية لتحسين أساليب حماية الموارد المائية السطحية والجوفية، الخرطوم، 1999، ص 25.

18. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (Fao) الانترنيت www.fao.org/arabic/news/omm/news2003

19. حسان غانم ، الدول العربية تقع تحت خط الفقر ، بحث منشور على الموقع:

20. -http://www.syriait.net/.shared/image.html?/photos/uncategorized/drinking.jpg

21. د.سامر مخيمر ، خالد حجازي ، أزمة المياه في المنطقة العربية: الحقائق والبدائل الممكنة ، سلسلة كتب عالم المعرفة(209) ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، 1996 ، ص 7.

22. د. محمود الأشرم ، اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم ، الطبعة الأولى ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت ، 2001 ، ص 28.

23. -مؤتمر اسطنبول ومشاكل المياه، دراسة منشورة في الموقع:

24. - http://www.islammemo.cc/article1.aspx?id=2150.

25. صندوق النقد العربي ، وآخرون ، التقرير الاقتصادي العربي الموحد ، أبو ظبي ، 2006 ، ص 49.

26. حيدر نعمة بخيت ، دور التعاون الإسرائيلي-التركي في تعميق مشكلة المياه في دول المشرق العربي ، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية ، المجلد الأول(العدد الأول) ، تشرين الثاني 2004 ، كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة الكوفة ، ص 127.

27. المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، التقنيات الملائمة لتنمية الموارد المائية للاستخدامات الزراعية ومكافحة الجفاف ، القاهرة ، نيسان 1997 ، ص 4.

28. د. مغاوري شحاتة دياب ، أطماع إسرائيل في المنطقة العربية ، بحث مقدم إلى ندوة أزمة مياه نهر الوزاني في 14 أكتوبر 2002 ، مركز زايد للتنسيق والمتابعة ، الإمارات العربية المتحدة ، 2002 ، ص 59.

29. د.رحمن علي حسن الموسوي ، أزمة المياه العربية في ظل التحديات الخارجية والواقع الراهن ، مجلة العلوم الاقتصادية ، كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، العراق ، العدد (4) ، كانون الأول 2004 ، ص 20.

30. المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي ، المياه في الوطن العربي ، بحث منشور في الموقع:

31. - http://www.swslc-yemen.com

32. -د.سامر مخيمر ، من تكنولوجيات التحلية: التناضح العكسي ، مجلة العلم والتكنولوجيا ، العدد (28) ، ابريل 1992.

33. -Klaus Wang Nick , Worldwide Desalination Inventory , Rept 21 , April 1992.

34. صادق إبراهيم ، تقنيات تحلية المياه وأهميتها في الكويت ، مجلة علوم وتكنولوجيا ، العدد (8) ، مارس 1994 ، ص 44.

35. عبد اللطيف المقرن ، إستراتيجية تنظيم مصادر المياه والمحافظة عليها بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي ، مؤتمر الخليج الأول للمياه ، دبي ، أكتوبر 1992 ، ص 18.
36. صندوق النقد العربي ، وآخرون ، التقرير الاقتصادي العربي الموحد ، أبو ظبي ، 2001 ، ص 301.