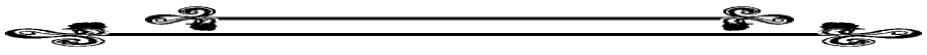
أهمية المياه وعوامل تلوثها وطرق معالجتها في المملكة العربية السعودية من منظور جغرافية المياه والبيئة

د.سعيد بن سويلم التركي
أستاذ الجغرافيا المساعد للموارد الطبيعية والمياه والبيئة
جامعة أم القرى - كلية العلوم الاجتماعية
قسم الجغرافيا

العدد الثامن والثلاثون
يناير ٢٠١٢م



١- المقدمة:

قال سبحانه وتعالى: ﴿وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُوراً * لِنُحْيِيَ بِهِ بَلْدَةً مَّيْتاً وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَاماً وَأَنَاسِيَّ كَثِيراً﴾ (١).

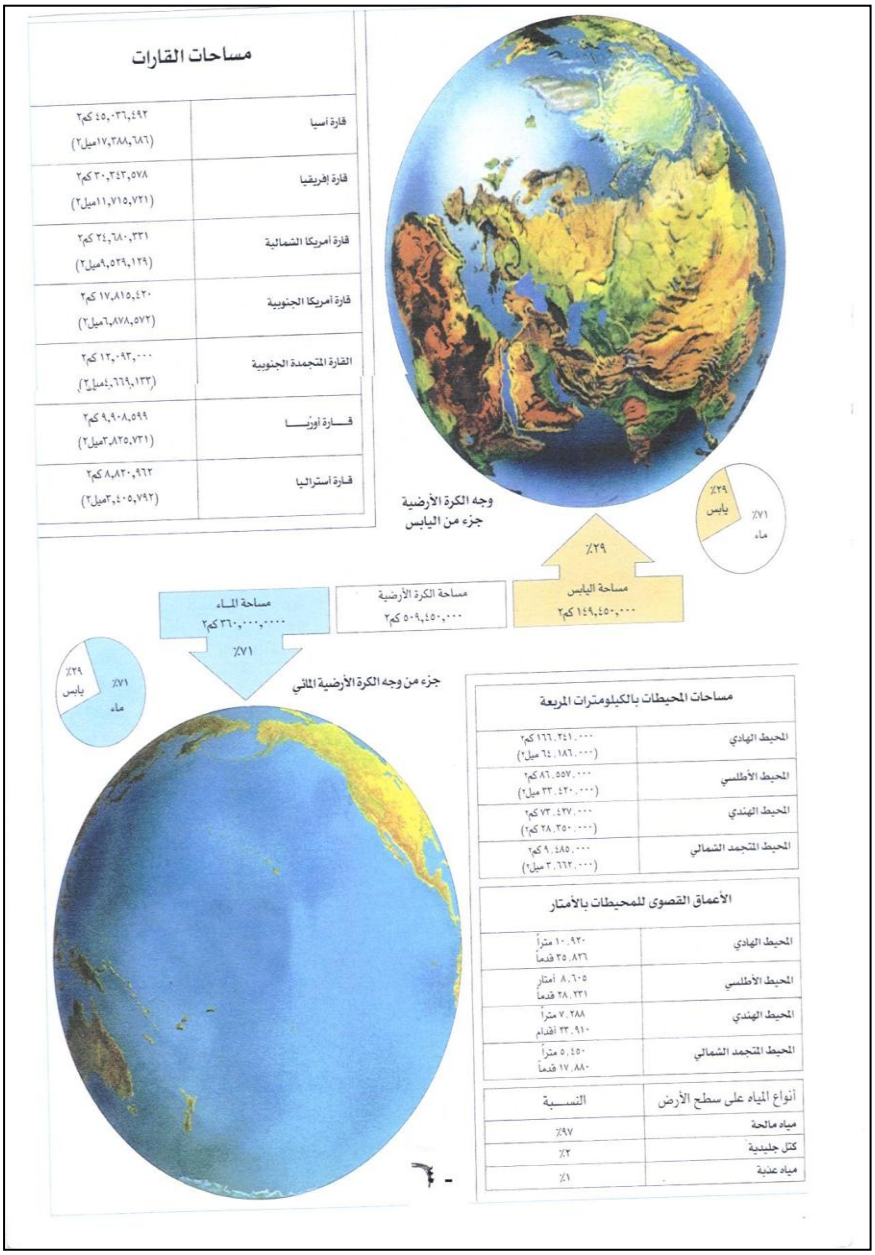
تظهر هاتان الآيتان دليلاً قاطعاً على صحة ما جاء به وتوصل إليه العلماء في مجال الدورة الهيدرولوجية وإبراز أن الماء عصب الحياة وعنصر مهم وأساسي لجميع الكائنات الحية.

ويظهر الاحتمال في أن الحرب سوف تقوم بسبب المياه كأحد الاحتمالات القوية المتوقعة في ذلك وقد لا تتفق هذه الاحتمالات في وقوع هذه الكارثة من خلال التقرير الذي صدر مؤخراً تحت عنوان "الماء عصب الحياة" (٢).بل إن جميع المؤتمرات التي عقدت والبحوث التي كتبت ذكرت أن الخطر قادم وواقع خاصة في بداية القرن الحادي والعشرين، وعلى الرغم من أن بعض البيئات البحرية المحيطة ببعض الأقاليم خالية من مسببات التلوث (براميل ملوثه مثل زيوت، كيمياويات وغيرها) إلا أن مهددات البيئة متعددة بسبب عدد من عوامل التلوث مثل: مجاري الصرف الصحي في بعض المدن، المبيدات الحشرية، المعادن الثقيلة، المواد المشعة والنفط وغيرها. إن هذه المهددات امتدت إلى واقع الإنسان الصحي والمعاشي في حاضره ومستقبله سوف تتشعب وتتعقد، إذا لم يكن هناك تضافر للجهود للحد أو القضاء على هذه المشكلة.

ولا يخفى علينا أن ما تغطيه المياه لسطح الكرة الأرضية يمثل حوالي ثلاثة أرباع مساحة الكرة الأرضية، وأن حوالي نسبة ٩٧.٤% من هذه المياه متواجدة في المحيطات والبحار والبحيرات المالحة (شكل ١) والمتبقي يوازي يمثل كتلة المياه العذبة بأفرعها الثلاثة:

١- المياه المتواجدة في القطبين على شكل جبال ثلجية وتمثل حوالي ٧٧% من كمية المياه العذبة.

شكل (١) توزيع اليابس والماء على سطح الكرة الأرضية



٢- المياه الجوفية التي يصل عمقها حوالي ٨٠٠م تحت سطح الأرض وتمثل حوالي ٢٢% من كمية المياه العذبة.

٣- المياه السطحية التي تمثل حوالي ١٤% من نفس الكمية على شكل سيول وأودية وأنهار جارية وغيرها.

هذا وتستخدم الزراعة حوالي ٦٨.٩% من هذه المياه العذبة المتاحة وتستهلك الصناعة حوالي ٢٧.٥% منها [٣].

٢- مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة التلوث المائي بشكل عام في ازدياد الطلب على المياه لمواجهة جميع الميادين التنموية (زراعية – صناعية – عمرانية وغيرها) بالإضافة إلى محدودية المياه من مصادرها على مستوى المملكة، والعشوائية في استخدامه وعدم الترشيد المخطط له.

٣- تساؤلات الدراسة:

من أجل تحقيق أهداف هذه الدراسة فإن الباحث قد أورد بعض التساؤلات جاءت كالتالي:

أ- المواصفات المحددة للتلوث المائي في المملكة العربية السعودية؟

ب- ما إمكانية مواجهة التلوث المائي والحد من انتشاره؟

ج- ما مدى ما تعرفه وتوفره الدوائر المعنية لمعرفة كاملة بمخاطر التلوث المائي وأسبابه والعمل على تلافيه؟[٤].

د- ما مدى استيعاب المواطن لمخاطر التلوث المائي على الصحة والعمل على منع مسبباته.

هـ- ما مدى ما قدمته الأبحاث على التعريف بالتلوث المائي ومخاطره الصحية والتركيز على وضع الحلول المناسبة في ذلك؟

٤- أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة البحثية إلى تحقيق الآتي:

أ- التعرف على مصادر التلوث المائي، الطبيعة والبشرية [صناعية، زراعية] والتعرف على مخاطرها ومسبباتها ومحاولة الحد منها.

ب- إبراز أهمية الترشيد المائي للتخفيف من أسباب التلوث عن طريق استنزاف لمصادر المياه المسرف.

ج- التعريف لأهمية المحافظة على المياه كمخزون استراتيجي، والمحافظة عليه وتنميته، ومنع التلوث المائي من التأثير عليه.

٥- أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة فيما يلي:

أ- إنها تعالج مشكلة مهمة من أصعب مشكلات العصر تتمثل في التلوث المائي ومحاولة التعرف على مخاطر التلوث المائي.

ب- إنها ترمي إلى معرفة مسببات زيادة أسباب ومصادر التلوث في وقت زاد الطلب فيه على المياه.

ج- إن المملكة العربية السعودية تسعى إلى تحقيق أمنها المائي النقي الخالي من التلوث والذي يتماشى مع أهداف الإستراتيجية القومية للملكة فيما يختص بأنها المائي.

٦- منهج الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة أولاً على العمل الميداني المتمثل في:

أ- الزيارات الميدانية وذلك للوقوف على أسباب التلوث المائي ومعرفة ما وصل إليه مستوى هذا التلوث.

ب- الزيارات الميدانية لمحطات توزيع المياه داخل المدن وخارجها، وملاحظة الشبكات المائية المعتمد عليها في توزيعها للمياه مع تحديد مواصفات قياس التلوث بها.

ج- زيارات لبعض المنازل وملاحظة أنواع الشبكات الموصلة داخل المنزل وطريقة صيانتها.

كما اعتمدت الدراسة على جميع البيانات من إصدارات فروع وزارة المياه في المملكة بهذا الخصوص وعلى بعض المراجع بتلوث المياه. ولهذا تم تقسيم الدراسة إلى:

١ـ أدبيات الدراسة:

(المقدمة، مشكلة الدراسة، تساؤلات الدراسة، أهداف الدراسة، أهمية الدراسة، منهج الدراسة).

٢ـ التلوث المائي:

أ- التعريف بالتلوث عامة والتلوث المائي بصفة خاصة.

ب- الحاجة الملحة للطلب الزائد على المياه وعلاقة ذلك بالتلوث.

٣ـ مصادر تلوث المياه:

(تلوث المياه بمسببات الأمراض المعدية – دور المنظفات في تلوث المياه، تلوث المياه بالمواد الكيماوية، بالمواد المشعة – المصادر الطبيعية ودورها في تلوث المياه).

٤ـ النتائج: تشمل الآتي:

أ) أماكن تركز التلوث المائي وأسباب ذلك.

ب) الاهتمام بالمحافظة على المياه ومنع حدوث التلوث المائي.

وينتهي البحث بأهم النتائج والتوصيات التي توصل إليها الباحث.

القسم الثاني

التـــلوث

أ- التعريف:

يعتبر موضوع التلوث البيئي حديث الساعة لجميع دول العالم وقد أصدرت الأمم المتحدة قرارات متعددة لحماية البيئة بعد أن تبين أن القرن العشرين الذي ارتقت به جميع ميادين العلم والمعرفة كالطب، والهندسة، والزارعة، والصناعة وغيرها، قد أفرز الكثير من المواد السمومية الملوثة للبيئة التي ساهمت في تدهور الحياة البيئية بجميع أشكالها، بالإضافة إلى التأثيرات المناخية السلبية كالاحتباس الحراري، تغيير المناخ، وما ينعكس على الكرة الأرضية من أضرار فادحة كذوبان الجليد، والهجرة الجماعية للحيوانات والطيور وغيرها من أماكنها، ازدياد درجة الحرارة وتأثيرها على الإنسان وحياته، كل هذه الأمور دفعت الدول تلهث وراء وضع الأنظمة والقوانين الخاصة بحماية البيئة لتكون صالحة للعيش والسكن لحياة الإنسان.

وتعتبر البيئة ملوثة عندما يتبدل الحال في تركيبات العناصر المكونة للبيئة عن طريق مباشر أو غير مباشر نتيجة أنشطة الإنسان وفعالياته فتغدو أقل صلاحية لبعض الاستعمالات أو كلها. هذا الوصف ينطوي على حدوث تغيرات نوعية وكمية في الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمكونات المختلفة للبيئة من هواء، وماء وتربة، وغذاء [٥]. هذه التغيرات تنتج عن تفريغ النفايات بقصد أو بغيره أو عن استعمال المواد الكيميائية أو تشتيت في الطاقة على هيئة حرارة أو إشعاع أو غيرها، مما ينذر باحتمال حدوث خطرٍ على صحة المجتمع وسلامته ورفاهيته.

ومن أنواع التلوث المهمة والخطرة على حياة الإنسان التلوث المائي والذي يمكن تعريفه بأنه وجود الملوثات في الماء بكميات كثيرة أو بشكل

يعيق استعماله للأغراض المختلفة كالشرب، الري الزراعي، للتبريد الصناعي. وقد أقرت مؤتمرات الهيئات والمنظمات البيئية تعريفاً لتلوث المياه على أنه تغير يطرأ على العناصر الداخلية في تركيبه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بسبب نشاط الإنسان، الأمر الذي يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية والمخصصة لها أو لبعضها. كما عرفت اتفاقية حماية وتنمية البيئة البحرية والمناطق الساحلية في الخليج العربي ١٩٧٨م التلوث المائي على أنه عبارة عن تغيرات في خصائصه الطبيعية والبيولوجية والكيميائية تجعله غير صالح للاستخدام المنزلي أو الصناعي أو الزراعي.

ومجمل القول إنه يمكن تعريف التلوث المائي بأنه أي نشاط يقوم به الإنسان بشكل مباشر أو غير مباشر يعمل على إدخال أي مواد كيميائية أو بيولوجية أو مصادر للطاقة لهذه المياه أو أحداث تغيير في صفاتها بما يترتب عليه آثار ضاره للإنسان أو الكائنات الحية أو الممتلكات الاقتصادية أو إفساد صلاحية المياه للاستخدام.

ويعتبر الماء كالهواء مهم لحياة الكائنات الحية ولا يمكن أن تستمر الحياة بدونه وهو مادة محددة في الكون ولا يمكن أن يستعمل بشكل عشوائي والمرء لا يعرف قيمته إلا عندما يعرف مدى حاجته اليومية منه. وقد تبين أن الإنسان يحتاج إلى ٥٦ جالون يومياً منه ويرتفع إلى ١٣٢ جالون يومياً في المناطق المتحضرة، ولو أهمل الاهتمام بالمحافظة على المياه وتجنبها أسباب التلوث ومسبباته لدخل الإنسان في دراسة البحث عن المياه الصالحة العذبة لاستخدامها وعند ذلك سوف تقوم الحروب المدمرة بسبب البحث عن هذه المياه والمحافظة عليها وهذا نتيجة إلى الزيادة على طلب الماء لإشباع الحاجات الزراعية والصناعية والاستخدام المنزلي على أنها:

١- تحافظ على عدة مواصفات تحافظ على عدة مواصفات تحافظ على صلاحية المياه للاستخدام مثل المواصفات الفيزيائية كاللون، المواد العالقة، الرائحة والطعم وغيرها.

٢- المواصفات الكيميائية الأمن الهيدروجين، المنظفات الأيونية الأكسجين الذائب، زيوت معدنية، المنظفات الكيميائية، وغيرها.

٣- المواصفات الإشعاعية (نشاط أشعة الغاز وغيرها).

٤- المواصفات البكتيرية (عدد الكوليفور الكلي) انظر إلى جدول ١ الملحق المواصفات العالمية والسعودية.

وإفراطاً في استغلال هذا المورد يؤدي إلى شح المياه بسبب الاستنزاف الجائر، ومن هذا يلاحظ أن فرداً واحداً من بين كل خمسة أفراد في العالم (بمعدل ١.٢ مليار نسمة) محروم من مياه الشرب وأن واحداً من اثنين (حوالي ٣ مليار نسمة) يستخدمون مياه غير نقية، ويؤدي غياب إستراتيجية واضحة لمكافحة هدر وتلوث المياه إلى أن يحصل حوالي ٣ مليار نسمة على أقل من ١٧٠٠م٣ سنوياً في عام ٢٠٢٥م. كما أن ٣.٤ مليون نسمة يموتون سنوياً بسبب إصابتهم بأمراض ناتجة عن المياه الملوثة نصفهم من الأطفال كما وتعد ٩٧.٥% [٦]. من المياه في القارات مالحة وغير صالحة للاستخدام والوضع على هذا الحال سوف يؤدي إلى أزمة مائية عالمية قادمة من انتشار الأوبئة الناتجة عن التلوث المائي مما يساعد على قيام المشاكل في العالم.

بـ الحاجة الملحة للطلب الزائد على الماء وعلاقته بالتلوث:

يعتبر الماء عنصر هام من عناصر الحياة التي يعتمد عليها في استمرار الحياة وبقائها على سطح الأرض، ويلاحظ أنه كلما زاد عدد السكان زاد الطلب على المياه بشكل كبير مع التوسع التتابعي للجوانب التنموية للتطور، حتى أصبحت موارد المياه في بعض المناطق قليلة أو نادرة ولا تفي

باحتياج السكان للطلب الزائد على المياه ساعدت إلى الاتجاه نحو البحث عن مصادر مساعدة، كاستخدام التقنية في تحلية مياه البحر، وتنقية مياه الصرف الصحي لتفي بالاحتياج المتزايد على المياه، ويلاحظ أن عدد سكان العالم بلغ ٢.٥ ألف مليون نسمة عام ١٩٥٠م وسوف يصل إلى أكثر من ٨.٥ ألف مليون نسمة في عام ٢٠٢٥م.(٧) مما يزيد الطلب على المياه من جميع المصادر لسد احتياج السكان منه، مع العلم أن معدل استهلاك الفرد العالمي ما بين ٢٠٠ – ٥٠٠ لتر في اليوم لنسبة ٤% من سكان العالم مع ملاحظة أن حوالي ثلثا السكان يستهلكون حوالي ٥٠ لتر في اليوم، والبقية يستخدمون مياه ملوثة وذكر هذا التقرير أن احتياج العالم من المياه عام ٢٠١٠ م سيكون على النحو التالي:

١-الاستهلاك الزراعي ٩ ملايين م^{٣}.

٢-الاستخدام الآدمي ٨٠٠ مليون م^{٣}.

٣-الاستخدام الصناعي ١.٩٠٠.٠٠٠ مليون م^{٣}.

٤-استخدامات أخرى ٤٠٠.٠٠٠ مليون م^{٣}. (٨)

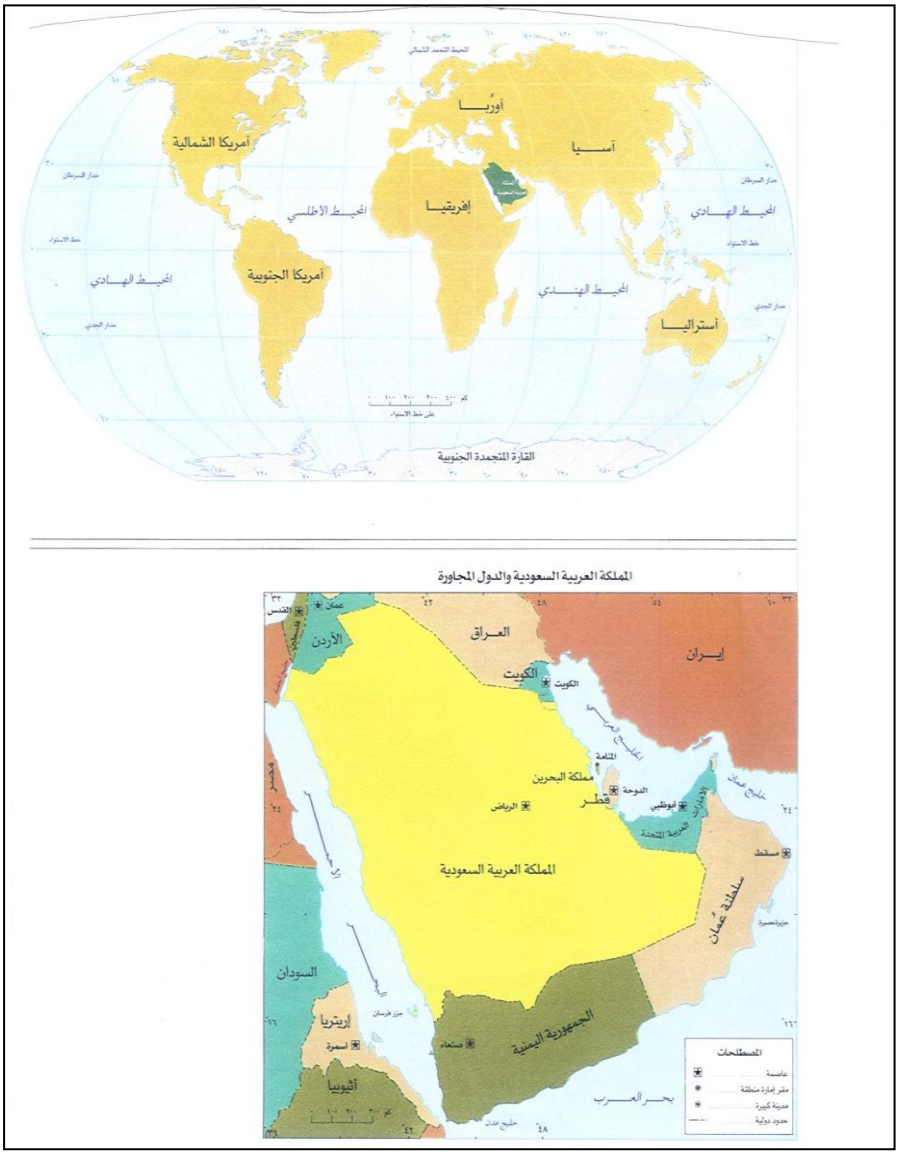
من هذا يلاحظ أنه خلال العقدين القادمين سوف تحدث بعض المشكلات المائية من نقص في كمية المياه والنوعية الصالحة للاستخدام، فإن التدهور الحاصل لنوعية المياه أظهرت قلقاً لدى المتطلعين والمهتمين به لكونه مؤثراً على الاستخدام المائي وظهور الأمراض والأوبئة المعدية وتؤثر على الجوانب التنموية والتطويرية في المجتمع، لكون الماء يعتبر حاملاً وناقلاً للعناصر الجرثومية الممرضة.

وقد تبين لمنظمة الصحة العالمية بأن حوالي ١.٥ مليار من سكان العالم يفتقرون إلى المياه النظيفة والمجاري الصحية، وأن ٨٠% من جميع الأمراض التي تصيب سكان العالم يمكن أن تعود إلى عدم توفر المياه النظيفة والمرافقة الفنية.

تعتبر المملكة العربية السعودية أحدى الدول التي تحتاج المياه بشكل كبير وذلك لأن موقعها الجغرافي والفلكي جعلها من الأقاليم الجافة، إذ يمر بها مدار السرطان الذي يعتبر المدار الحار وشديد الحرارة وخاصة في فصل الصيف حينما تتعامد عليه الشمس في ٢١ يونيه من كل عام وأيضاً تمتاز بقلة سقوط الأمطار بالإضافة إلى عدم انتظامها وقت سقوط الأمطار ولا كميته، أما التبخر فهو شديد في النهار وفي فصل الصيف لشدة الحرارة (شكل ٢) كل هذه العوامل جعلت المملكة تحتاج للمياه خاصة وهي تشهد عدد من المتغيرات الاجتماعية والصناعية والزراعية، التي أدت إلى زيادة في الطلب على المياه متمركزة بشكل كبير في الاستهلاك المنزلي وهذا يرتبط بالنمو السكاني الذي شهدته البلاد حيث أن عدد السكان أخذ في التزايد لعدة عوامل أهما تحسن الظروف الصحية وقلة الوفيات وازدياد المواليد بالإضافة إلى الهجرة الخارجية مما يؤدي إلى زيادة معدل استهلاك المياه. فبينما كان عددهم يتراوح ما بين ٢-٣ مليون نسمة عام ١٩٣٢من وصل إلى أكثر من ١٧ مليون نسمة عام ١٩٩٣م[٩] وأخر إحصاء عام ١٤٢٥هـ- ٢٠٠٤م إلى أكثر من ٢٤مليون نسمة.

ويعتبر معدل استهلاك الفرد في المملكة للاستهلاك المنزلي الأعلى في العالم إذ يتراوح ما بين ٤٠٠-٦٠٠ لتر في اليوم [١٠] وأسباب هذا الارتفاع يعود إلى عدة أسباب منها: ارتفاع مستوى المعيشة، التحضر، ارتفاع الدخل، الدعم الحكومي لقطاع المياه، ازدياد المساحات الخضراء في المدن.

وتعتمد معظم مدن المملكة على الموارد المائية السطحية الجوفية المتجددة وغير المتجددة ومحطات تحلية مياه البحر وقد أدى تزايد نمو السكان وغيره من الأمور إلى ظهور زيادة معدلات الاستهلاك الفردي للمياه وأيضاً ازدياد الضغط على موارد المياه.



شكل (٢)موقع المملكة العربية السعودية

المحدودة، والاستهلاك الفردي للمياه يرجع إلى ما ذكر سابقاً وأيضاً إلى زيادة المساحة العمرانية ومرافقها من زيادة الخدمات بشكل كبير مما أدى إلى زيادة كمية المياه المتاحة بنحو ١٤٤ % وبالتالي زيادة إلى الاستهلاك بنسبة ١١% [١١].

ومما سبق فإن الوضع المائي في المملكة يتسم بظاهرة خطيرة تهدد بفقدان جزء كبير منها تتمثل في التلوث المائي سواء من الصرف الصحي غير المنقي أو المخلفات السائلة الصناعية أو بقايا المبيدات والأسمدة وبعض مخلفات المواد الصلبة بالإضافة إلى السحب والاستخدام الجائر للمياه الجوفية عبر الآبار الارتوازية الذي يؤدي إلى ارتفاع نسبة ملوحة المياه الجوفية وبالتالي تأثير التربة بها مما يقلل من خصوبتها.

القسم الثالث

مصادر تلوث المياه

يعتبر الماء سبب الاستقرار والازدهار والتطور إذا أحسن استخدامه لان الكائنات الحية معتمدة عليه بعد الله سبحانه في البقاء وتعمير الأرض ولكن هناك أمور ظهرت بسبب التطور والتقدم وأفرزت ما ساعد على تغيير العناصر المائية الداخلية مما جعلها أقل صلاحية للاستخدامات الطبيعية المخصصة لها، معتمدة بذلك على مصادر نادرة على هذا التغيير للمياه(١٢).

وتتمثل هذه المصادر على النحو التالي:

١- الفضلات البشرية والمخلفات الصناعية وتشمل:

أ- مسببات العدوى من بكتيريا وفطريات وفيروسات.

ب- المنظفات بأنواعها.

٢- المواد الكيميائية.

٣- المواد المشعة من أسباب تلوث المياه.

٤- تلوث المياه من مصادر طبيعة أخرى.

تندرج هذه المصادر تحت أقسام التلوث الكيميائي والتلوث الجوي والتلوث الفيزيائي والتلوث الإشعاعي.

ويمكن إجمالها على النحو التالي:

١ـ تلوث المياه بمسببات الأمراض المعدية:

تعتبر مسببات العدوى من بكتيريا وفيروسات وفطريات وبويضات ناقلات للعدوى من أخطر ملوثات المياه لما لذلك من تأثير مباشر على صحة الإنسان عند استخدام هذه المياه لأغراض الشرب والاستحمام والزارعة والصناعة.

تلوث المياه بمسببات العدوى من مصادر كثيرة أهمها طرح المخلفات الناتجة من الصرف الصحي إلى المسطحات المائية مباشرة أو إلى الأودية وبدون معالجة بيولوجية أو كيميائية كما تشكل وسائل صرف المياه غير الصالحة للشرب من المصانع والمستشفيات والمراكز الطبية التي يتم تصريفها إلى مصادر المياه أو الأودية أو الأنهار تعتبر تصدراً خطيراً لتلوث المياه بمسببات العدوى وهناك الكثير من الأوبئة التي تنتشر عن طريق المياه الملوثة. كما أن الحروب ومستودعات الأسلحة الأجرثومية قد تكون مسبباً في تلوث المياه بمسببات العدوى الخطيرة وتعتبر سريعة الانتشار [١٣].

ولكون الماء حاملاً للعناصر الجرثومية كالتهاب الكبد الفيروسي، والدوسنتاريا، وشلل الأطفال والكوليرا، والطاعون، والجدوى، والحمى الصفراء وغيرها وهذه تظهر بشكل كبير وملاحظ في الريف وبالقرب من حواف الأنهار (كمصر)، وفي المناطق المزدحمة والعشوائية في التوزيع السكاني والعمراني (كبنجلاديش)، وفي المناطق السكنية القريبة من المصانع وخاصة المصانة بالجرثومية وبالقرب من المفاعل الذرية (صحراء النقب بفلسطين المحتلة وتأثيره على دول الجوار بالنسبة للمياه الجوفية).

٢ـ دورة المنظفات في تلوث المياه:

تعتبر المنظفات من المصادر في تلوث المياه لوصولها إلى الماء وانتشارها بسرعة وتتفاعل مع المياه. فقد قسمت هذه المنظفات **Detergents** الصناعية والمستخدمة في أغراض التنظيف تبعاً لتأخيها في الوسط إلى: منظفات سالبه التأين وهي غالباً تحتوي على أيونات الصوديوم، ومنظفات موجبة وهي غالباً ما تحتوي على أيونات الكلور أو البروم، ومنظفات أخرى لا تتأين في الوسط المائي، وتعتبر المنظفات سالبة التأين من المنظفات الملوثة للمسطحات المائية وتشمل أكثر المنظفات الصناعية شيوعاً كالصابون والتأيد وسلفونات البنزين القلوية، وسلفونات الألكانات وسلوفانت الألفينيات **Offien Sulphanate** وتتكون هذه المنظفات في معظمها على رغوة بسبب احتوائها على مركب سلفونات البنزين القلوية [١٤].

وتتلوث المياه بالمنظفات من مصادر عدة أهمها:

أ- المخلفات المنزلية (تنظيف الملابس، والأرضية المنزلية، والأثاث وغيرها).

ب- مخلفات المستشفيات (تنظيف ملابس الأطباء والممرضين والمرضى، غسيل الأيادي بعد إجراء العمليات أو الكشف السريري وتنظيف أرضية المستشفى وغيرها).

ج- مخلفات المصانع، وخاصة مصانع الأدوية، والمصانع التي تستخدم الفحوم الهيدروجينية، وأيضا قذف المخلفات الكيماوية في تصريف مياه المجاري لتصل إلى مصادر المياه كالأنهار أو الآبار.

تصل المنظفات بجميع أنواعها صلبه أو سائلة إلى مصادر المياه المتنوعة دون الشعور والإحساس بها لكونها تتسرب إلى المصادر بعد وصولها عبر الشبكة الحاملة إلى المياه مباشرة أو إلى الأودية التي بدورها تتصل بمكامن المياه الجوفية أو إلى المياه التي تخزنها السدود بعد جريانها في الأودية بعد سقوط الأمطار [١٥]

وتعتبر مياه المجاري (مياه الصرف الصحي) من الملوثات التي تحمل في طياتها تقريباً أنواع مختلفة من المسببات للتلوث المائي والعدوى عند اختلاط مياه الصرف الصحي بمصادر المياه الأخرى مع ما تحمله من جراثيم خطيرة وينتج عنه أمراضاً متعددة ويلاحظ أن المدن بجميع أنواعها (الزراعية، الصناعية، التجارية أو غيرها) تقوم بتصريف مياه الصرف الصحي إلى الأنهار أو الأودية لتحملها مياه المجاري بعد سقوط الأمطار الساقطة على منطقة التصريف الصحي المقذوفة بخلطها مع مصادر المياه وتسر بها إلى المياه الجوفية (شكل ٣ أ – ب).

٣- تلوث المياه بالمواد الكيميائية:

تعتبر المواد الكيميائية من مصادر تلوث المياه وذلك لا تدخل في أكثر من مصدر من مصادر التلوث أو تدخل في بعض الصناعات الملوثة للمياه، وتصل هذه المواد الكيميائية عضوية كانت أو غير عضوية إلى المياه ومن عدة مصادر هي:

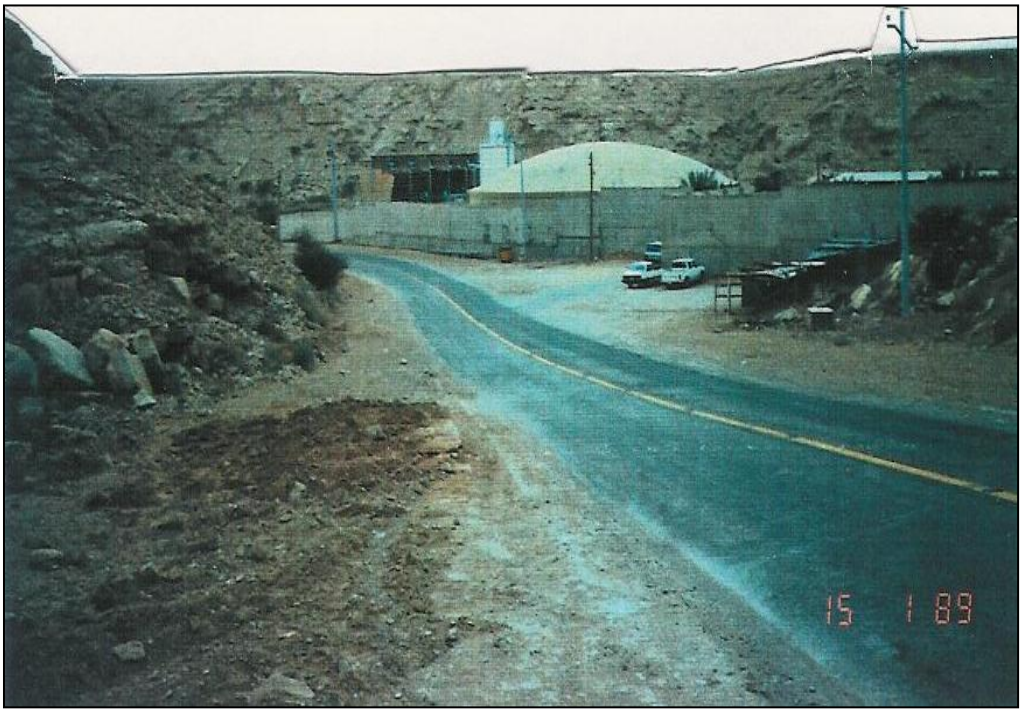
أ- مصارف الاستخدامات المنزلية [لاستخدامها مواد التنظيف].

ب- مصادر المصانع المختلفة.

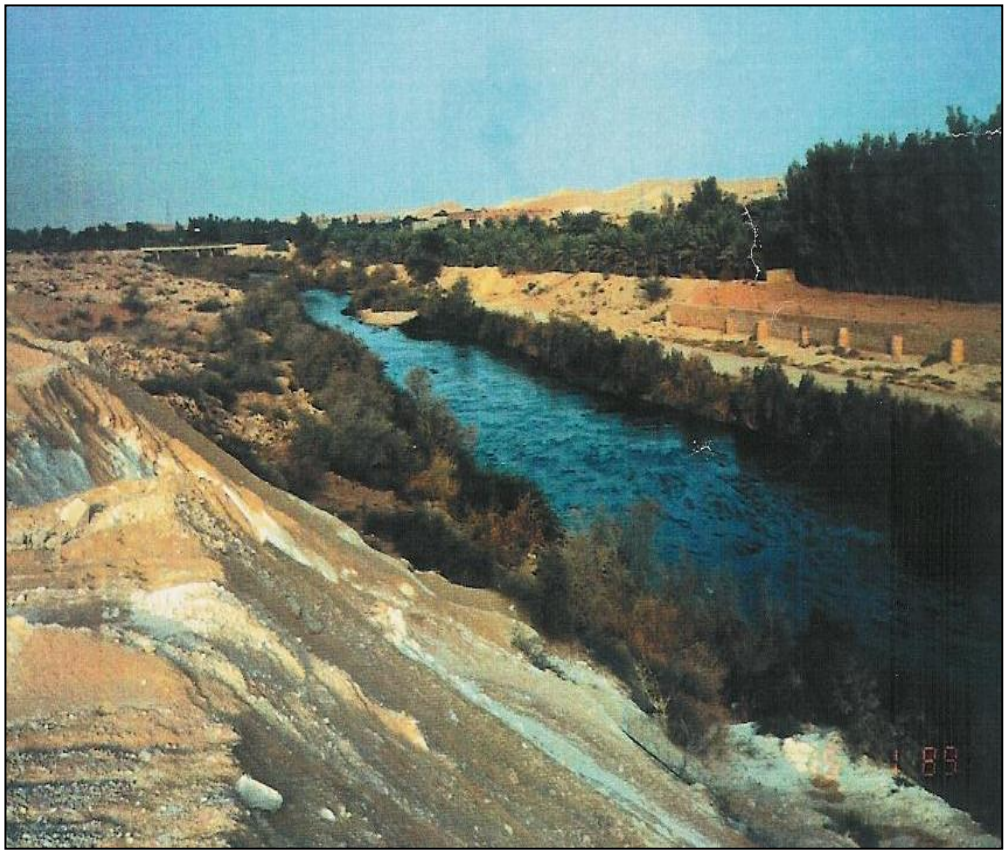
ج- المواد المستخدمة في أغراض الزراعة [المواد المخصبة للتربة. ومواد مكافحة الآفات].

د- رش الشوارع بالأملاح الذائبة للثلوج (في الدول التي يتساقط عليها الثلج في الشتاء).

قسمت المواد الكيميائية الملوثة للمياه على نوعين، سهلة التحلل بفعل الكائنات الدقيقة، ومنها ما يقاوم التحلل الحيوي. وتشكل المواد العضوية صعبة.



شكل (٣) محطة الحاير للتنقية في الرياض



شكل (٣) نهر من مياه المجاري في الحاير جنوب الرياض غير منقاه

التحلل خاصة المكلوره مشكلة كبيرة في تنقية المياه بالطرق البيولوجية كما أن بعض هذه المواد يسبب تعطل وتلف المصافي المستخدمة في عملية التنقية.

يعتبر التركيز المنخفض العناصر كالحديد والمنجنيز والخارصين والصوديوم والكلوريد والكوبلت، قد يكون ذا قيمة غذائية لبعض النباتات المائية الدقيقة، ولكنه أصبح ضاراً إذا ما استخدمت هذه المياه لبعض الاستخدامات المحدودة الطبية أو الصناعية أو لأغراض علمية كما أن التركيز المرتفع لهذه العناصر الكيميائية بالماء قد تكون له آثار مميته لكثير من الكائنات المائية.

ويعتبر من أهم الملوثات العضوية النيتران والنشادر والأحماض الأمينية والنيترين والبروتينات والببتيدات المعقدة واليوريا التي يمكن أن تلوث المياه سواء كانت من مصادر طبيعية أو صناعية.

وتعتبر الأسمدة والمبيدات بأنواعها الكيميائية للحشرات أو الفطريات والتي تستعمل في الزراعة لمكافحة الآفات والحشرات أو قتل الفطريات بمركباتها الكلورية والفوسفورية وغيرها مما يجد طريقة لمصادر المياه واحتياطيها.

وكما يعتبر المطر الحامضي (الناتج من تصاعد غازات المصانع ومحطات الكهرباء التي تنطلق إلى الجو) وهي غازات أول وثاني أكسيد الكربون وغازات النيتروجين وأخطرها غاز ثاني أكسيد الكربون وتنقلها الرياح وتسقط على شكل مطر حمضي يجد طريقة إلى مصادر المياه فيلوثها وعلى النباتات فيقتلها ويساعد على جعل التربية حمضية. وتسربها إلى باطن

الأرض لتصل إلى المياه الجوفية بواسطة مسامات التربة مع المياه لتلوث مكامن المياه الجوفية.

٤ـ المواد المشعة من أسباب تلوث المياه:

تعتبر المواد المشعة المستعملة في الأغراض الطبية والصناعية وفي توليد الطاقة الكهربائية والتفجيرات النووية والمفاعلات الذرية ودفن المخلفات والمواد المشعة من أهم مصادر تلوث المياه بالمواد المشعة. فعندما تجري التفجيرات الذرية في الجو فإن قوة التفجير والارتفاع الكبير في درجة الحرارة تعمل على صهر الغبار العالق بالهواء وتدمجه مع العناصر المشعة مثل اليورانيوم والتوريوم والنظائر المشعة ومن ثم لا يلبث أن يسقط الغبار الذري في المسطحات المائية القريبة من مكان الانفجار بينما الجزئيات الصغيرة من الغبار يمكن أن تنتقل مع تيارات الهواء إلى آلاف الكيلومترات وتترسب منه كميات متفاوته من وقت لأخر، كما يأتي خطر تلوث المياه بالمواد المشعة أيضاً من المفاعلات الذرية لإنتاج الوقود الذري حيث تنطلق كتل من بقايا الإشعاع إضافة إلى استخدام كميات كبيرة من المياه (٢٠٠- ٣٠٠ متر كعب في ساعة لكل مركز) لتبريد المفاعلات حيث تلقى بعد ذلك في الأنهار أو البحار أو الأودية حاملة معها مواد مشعة [١٦].

كما أن استخدام الأشعة السينية وإبر الراديو، ووحدات الكوبلت واليود والفسفور المشع في علاج وتشخيص الأمراض المستعصية خاصة من مصادر تلوث المياه بهذه المواد التي تطرح من مخلفات المستشفيات التي لا يفيد معها التعقيم.

وقد أوضحت الدراسات أن هناك حوالي ١٢٠٠ مفاعل نووي منتشرة في العالم التي تستخدم للأغراض الصناعية السلمية أو الحربية المدمرة

[١٧]، وأن المخاوف من تسرب مواد مشعة من هذه المفاعلات تشكل كابوساً مؤرقاً للعاملين والقاطنين بالقرب من هذه المفاعلات. وما زال حادث مفاعل تشيرنوبيل عام ١٩٨٦م عالقاً في الأذهان حيث لوث مناطق شاسعة من العالم بما فيها بعض المسطحات المائية حيث دلت التجارب أن نسبة المواد المشعة في الأمطار التي سقطت على لبنان مثلاً بعد شهر من الحادث كانت تأثير هذه الإشعاعات مضاعفة في المياه العادية، كما تتعرض المسطحات المائية لنسب من الإشعاع الناتج من الغبار المتساقط [١٨].

تصل نسبة كبيرة من الإشعاعات إلى المياه من صناعات الأدوية والمجالات الطبية الأخرى بسبب طريقة التخلص السيئة من النفايات التي يصرف بعضها إلى المسطحات المائية، كما أن منتجات كثيرة من الصناعات الأخرى (صناعة مادة التفلوت وحفائظ الأطفال ذات الامتصاص العالي، ومواد صقل الكتابة ومواد تلميع بلاط السيراميك، والإضاءة الفسفورية الألوان الدهانات الصفراء والبرتقالية) تستخدم في عملياتها التصنيعية مصادر مشعة وأن مخلفاتها تعتبر مصدراً لتلوث المياه بالمواد المشعة.

كما يلاحظ أن تفريغ صهاريج الصرف الصحي غير المنقاة في الأراضي البيضاء وفي الأودية وفي بعض المخططات تجعل المياه عبر مساميات التربة تصل إلى المياه الجوفية السطحية إلى الآبار وتلوث هذه المياه بما تحمله من مخلفات المنازل والمصانع.

٥ـ المصادر الطبيعية ودورها في تلوث المياه:

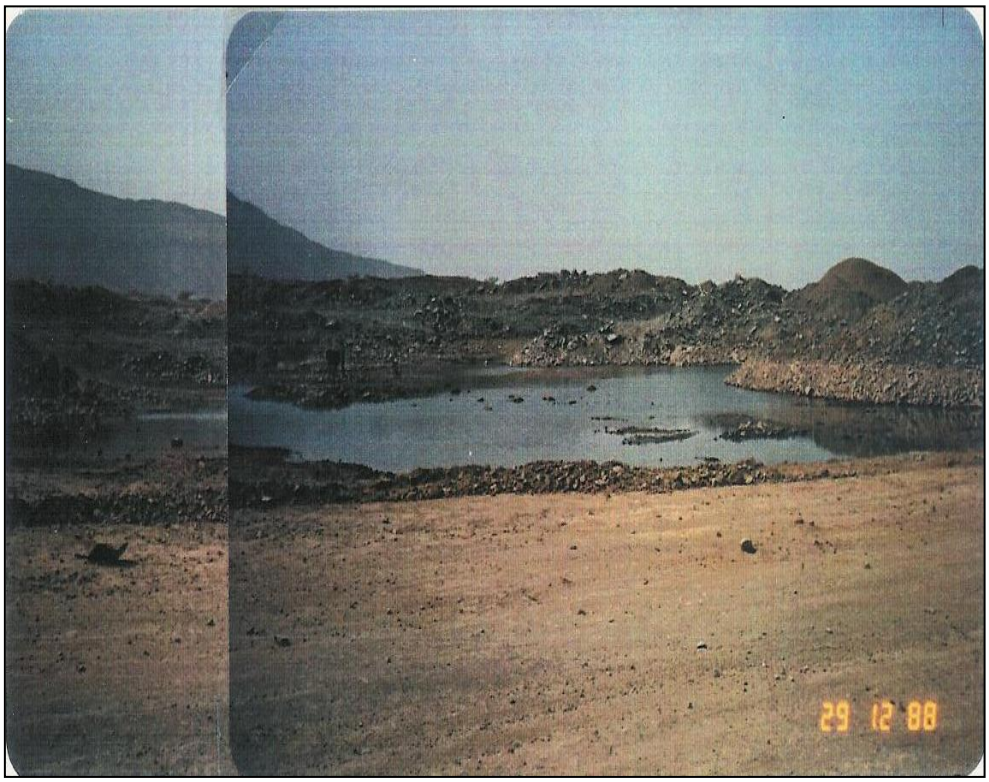
فقد تتلوث المياه (إضافة إلى ما سبق) بالموالد المشعة لأسباب طبيعية قد تكون كونية أو أرضية، فالمصادر الأرضية تتمثل بالنظائر المشعة المتوفرة في كثير من العناصر المكونة للتربة. فعندما تنجرف الصخور

الجرانيتية المحتوية على مواد اليورانيوم والتوريوم ويغرها فإنها تشكل مصدر تلوث طبيعي آخر للماء بالمواد المشعة كما يدخل الرادور في باطن الأرض بالماء أثناء اندفاعه خارجاً من المكامن الجوفية ليخرج معه من الينابيع خاصة تلك المحتوية على مواد معدنية والأشعة الكونية التي تصل من الفضاء الخارجي وتصل المسطحات المائية تحمل كمية معينة من الإشعاعات المعدنية [١٩].

كما ويعتمد التلوث الطبيعي للمياه على المخلفات العضوية الناتجة عن تحلل الكائنات الحية بعد موتها وتتدفق المياه الجارية والسيول الحاملة معها الأتربة والرواسب المعدنية ومخلفات عضوية كذلك الكوارث الطبيعية (فيضانات، زلازل، براكين) تصريف المياه للصرف الصحي غير المنقاة والملقاة في الأودية أو غير وهناك مصادر تلوث المياه الجوفية (على رغم الاعتقاد إنها ليست عرضه للتلوث) كالمواد المستخدمة في الزراعة كالأسمدة الكيميائية والمبيدات بأنواعها المختلفة حيث أن هذه المواد تتسرب عبر حبيبات التربة إلى المياه الجوفية. كما أن تداخل المياه الجوفية مع مياه البحار والمحيطات قد تكون سبباً في تلوث المياه الجوفية وذلك عند سحب المياه العذبة مما يؤدي إلى تسرب مياه البحار وما تحمله من أملاح وملوثات إلى المياه الجوفية. (شكل ٤-٥) عبر المسامات في قاع البحر وبالقرب من الساحل.

وبسبب زيادة عدد السكان المستمر والطلب المتزايد على المياه وأيضاً رمي المخلفات بجميع أنواعها وأشكالها، وزيادة كمية المياه الملوثة التي ستصرف إلى المسطحات المائية والأودية سوف تزيد من تلوث المياه وحيث يتوقع أن تصل إلى أكثر من ٦٠٠٠ كم^{3}.

شكل (٤)



مستنقع بعد سقوط الأمطار ويلاحظ فيه بعض البقايا والمخلفات وأيضاً بعض الأطفال يملؤون أوانيهم من للاستخدام.

شكل (٥)

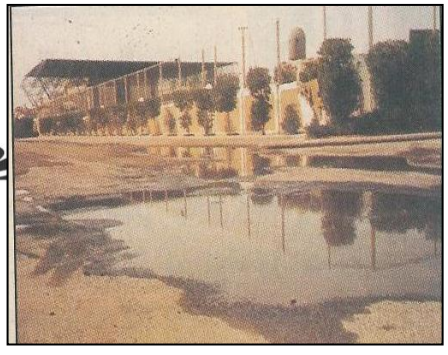
شكل (٥) نفايا جريان السيل وبه بعض المخلفات التي جلبها معه في جريانه

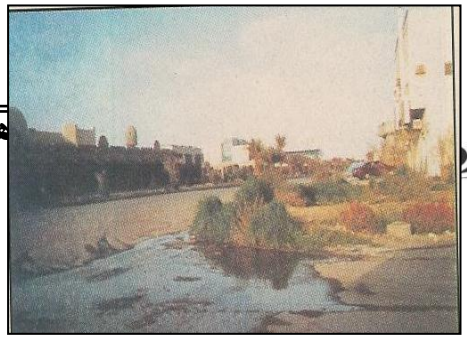
في السنة [٢٠] ، وهذا يدل على أن العالم بأجمعه سوف يقبل على أزمة مياه إذا بقيت نفس الطريق الحالية هي السائدة. لذلك لابد من التفكير في الأمر تفكيراً مجداً وسريعاً في الترشيد في استهلاك المياه. كما يجب إعادة استعمال المياه الملوثة بعد معالجتها في بعض الحالات، والمحافظة على عدم تلوث المسطحات المائية. كما لا بد من تحويل جميع الصناعات إلى تقنيات ذات حلقة مغلفة بحيث لا تصب أو ترمي مخلفاتها في المسطحات المائية أو الأودية نهائياً.

يلاحظ أن استخدام البيارات للتخلص من الصرف الصحي، ويرجع ذلك أما إلى ضعف الطاقة الاستيعابية لشبكات الصرف الصحي في العديد من

المناطق السكانية في الأقاليم المتحضرة أو أيضاً في المناطق الريفية التي لا يوجد بها شبكات للصرف الصحي، وعادة ما تكون هذه البيارات غير عميقة بدرجة كافية في أغلبها مع عدم تجهيزها على الوجه الأكمل، أو لا تنزاح (تفرغ) بصورة دورية ومنتظمة مما يؤدي إلى تسرب السائل أو بعض المواد القابلة للذوبان لتصل إلى التكوينات المائية الجوفية (شكل ٦) كما أن المخلفات وجدت في الماء وخاصة منذ بدء ظهور الحيوانات والنباتات، حيث تأخذ المخلفات الطبيعية لأجسام الكائنات الحية والمواد العضوية الميتة طريقها إلى الماء بعد تحللها وتسربها إلى باطن الأرض وفي كل مرة تتدفق فيها المياه الجارية فوق التربة والصخور والرواسب المعدنية على احتمال إضافة فضلات عضوية ورواسب ومواد معدنية جديدة إلى الماء وأيضاً المياه الراكدة لها تأثير للتلوث المائي بعد وصولها إلى الأودية مع جريان السيول بعد سقوط الأمطار وخلال تسربها إلى باطن الأرض للوصول إلى المياه الجوفية ملوثة تلك المياه بما تحمله من مواد مُلَوِثَةْ.

يلاحظ هذه الأمور في كثير من مناطق المملكة التي لم يعمل فيها مجاري للصرف الصحي، كمنطقة جيزان ونجران وكذلك منطقة عسير والباحة وبعض المحافظات (المنطقة الشرقية وأيضاً منطقة الحدود الشمالية وفي منطقة تبوك وبعض محافظات المنطقة الوسطى) وأكبر مثال على ذلك مدينة جدة التي تعتبر بؤرة للتلوث المائي الضارب بالتعقيد (شكل ٧) بسبب تشبع التربة من مياه الصرف الصحي بالإضافة إلى عدم اكتمال إنشاء شبكات للصرف الصحي بها.





هور

المجاري تتواجد في جميع الشوارع مكونة

مستنقعات تلوث مستمر يعيق السكان

شكل (٦) مظاهر لتسرب مياه الصرف الصحي من البيارات

شكل رقم (٧)

وايتات تصب مياه مختلفة الألوان في المرمى الجديد

قدرات مساحة البحيرة شرق مدينة جدة بحوالي ١.٤٠٠.٠٠٠م^{٢}

وهذا يقود إلى تتبع للتلوث المائي داخل المدن السعودية يلاحظ الأمور التالية:

١- وجود تأكل في بعض تمديدات شبكات المياه القديمة مما يجعل فرصة للاختلاط بين مياه الشبكة للشرب بالمياه المتسربة من بيارات الصرف وخلافها وخاصة في أوقات الاستهلاك. (شكل٨).

٢- عدم اتباع الطرق الفنية والصحية السليمة عند إنشاء الخزانات المائية الأرضية الخاصة بالمساكن والمباني العامة. (شكل ٩) وعدم الاهتمام بنظافتها.

٣- جلب المياه من بعض العيون والآبار قليلة الجودة والتي تستخدم في نفس الوقت وبالقرب منها للاستحمام أو غسيل الملابس وغيرها مما يعرضها للتلوث.

٤- حفر آبار لمياه الشرب داخل الحي السكني تحت تيار المياه الجوفية مع عدم مراعاة الأصول الفنية والصحية عند اختيار بعض مواقع آبار مياه الشرب.(شكل ١٠) كما هو موجود في مدينة جدة حالياً.

٥- عدم اكتمال أو وجود مشاريع للمجاري للتخلص من المخلفات السائلة وما تحتويه من فضلات عالقة أو ذائبة بطرق صحية وعلى أسس فنية سليمة.

٦- سحب المياه عن طريق مضخات خاصة بالمساكن من الشبكة العامة مباشرة لعدم كفاية الضغط وعدم وجود خزان أرضي في المساكن مما ينتج عنه سحب أي مخلفات سائلة فوق سطح الأرض مع مياه الشبكة في حالة وجود تأكل بتمديدات الشبكة العامة للسحب.

٧- تعارض البيارات الخاصة للمساكن مع مسارات التوصيلات المنزلية لشبكة تغذية مياه الشرب للمساكن وفي بعض الأحيان تخترق تلك التوصيلات البيارات وتحاط بمياهها مما يؤدي لتلوث المياه في حالة تأكل مواسير الشبكة الموصلة أو تسربها لأي سبب.

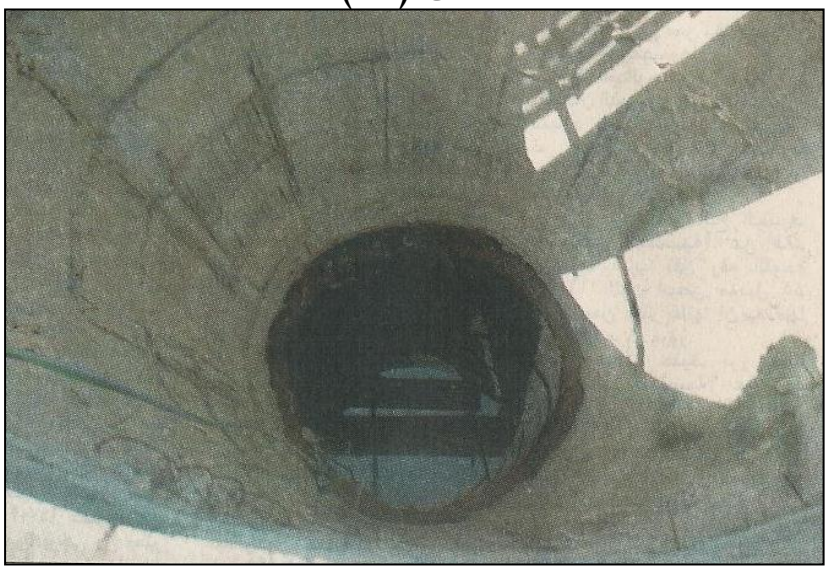
٨- حدوث كسور بتمديدات شبكة المواسير بسبب الحفريات المختلفة المصاحبة للتحسين أو البناء أو ترصيف الشوارع أو شق طرق جديدة أو تمديدات

شكل (٨) تآكل التمديدات في شبكة المياه

شكل (٩)

الخزانات المائية الأرضية ومخالفتها لقواعد السلامة
وآثار التآكل والصداء واضح لها

شكل (١٠)



فوهة أحد الآبار الموجودة داخل الحوش

كل شيء يتم داخل السور

الكهرباء أو الهاتف أو غيرها أو بسبب الحركة المرورية اليومية، وعدم تعقيم منطقة الكسور بعد أعمال الإصلاح.

ومما سبق يمكن إيجاز مصادر تلوث المياه إلى ثلاثة نقاط تعتبر مهمة وهي:

أولاً: اعتبار مياه الصرف الصحي غير المنقاه (تحويل المياه المستخدمة في المنازل والنفايات السائلة إلى الأودية، والأنهار، البحيرات، وتجمعات المياه).

ثانياً: يعتبر من رمي النفايات الصناعية السائلة أو شبه السائلة في الأماكن السابق ذكرها.

ثالثاً: يعتبر من فائض مياه الري في حقول استعملت فيها الأسمدة الكيماوية أو المبيدات الحشرية الكيماوية ومبيدات الحشائش وتصريفها أماكن جريان المياه في الأودية وغيرها.

ومن هذا العرض لابد من معرفة مناطق حدوث تلوث المياه والعوامل المساعدة له، فهناك مناطق وأماكن يمكن أن يحصل بها التلوث المائي، أما أن يكون في مصدر المياه باختلاف أنواعه (ينبوع، بئر، حوض، نهر، وادي) أو حتى في وعاء نقل المياه أو في مكان تخزين، وحفظ المياه في المنزل أو ما حوله أو في الإناء الذي يستعمل للشرب. ولذا يجب الالتفات إلى أمر مهم جداً هو أن تأمين المياه الصالحة لا يكفي وحده ما لم يمارس الإنسان سلوكاً صحياً على المستوى الشخصي والمستوى البيئي المحيط به.

وتلوث المياه الجرثومي يسبب أمراضاً خطيرة كثيرة منها قد تنتهي بالموت مثل الكوليرا وأيضاً البلهارسيا ومرض اللسمانيا والتراخوما، ومرض الدنكي والديدان المعوية وغيرها وسببها جزئياً يعود لعدم وجود مياه نظيفة كافية لحفظ صحة الإنسان.

وتكثر هذه الأمراض في الأماكن والمزدحمة والمدن الكبيرة ذات العشوائية في بنائها ومخططاتها خاصة في الدول النامية الفقيرة وفي مخيمات اللاجئين.

القسم الرابع

خاتمة البحث التي شملت الآتي:

أ- أماكن تركز التلوث المائي:

تعتبر المناطق الريفية والأحياء الفقيرة أماكن تركز التلوث المائي وهذا يعود إلى عدم وصول أو عدم معرفة المفاهيم الصحية البيئية الصحيحة والسليمة وأنظمة التخلص من النفايات لم تفهم أو تنتشر بشكل جيد بينهم، وأيضاً ما يزيد المشكلة تفاقماً يعود إلى أن هذه المناطق الريفية وقراها تقع في مناطق جبلية وعرة مما يزيد تكلفة إمدادها بالمياه النقية الصالحة عبر خطوط أنابيب المياه وأنظمة ضخها من الأودية إلى هذه المناطق الجبلية التي سوف تكلف أعباء مالية بوصولها إلى تلك المناطق.

وتعتبر المناطق المنبسطة الفقيرة كأحياء قليلة التعليم والتي تتعلق بأمور كثيرة منها الجوانب الاقتصادية التي لا تفي باحتياج السكان، البحث عن عمل أو أعمال مساعدة لتغطية الاحتياجات للأفراد أو العوائل أو غيرهم، ولهذا يلاحظ على سكان هذه الأحياء سمة لفقراء والحاجة إلى: أولاً: العلمية، ثانياً: الاقتصادية لذلك تعمل هذه الأحياء برفع مستواها مقابل ما يعرض لها لعدم وجود من يطالب برفع مستواهم المعيشي لهذا نجدها تفتقر إلى إمداد المياه الصالحة النقية للشرب أو المستخدمة في المنازل وأيضاً يلاحظ تلوث المياه لديهم وخاصة لقلة الوعي الصحي وطرق التخلص من مياه الصرف الصحي مما يجعل هذه المياه أكبر وسيلة لنقل الأمراض والعدوى وخاصة عندما تكون مستنقعاً أو برك تعتبر موطناً للتلوث والأمراض، وهناك تقرير ذكر أن مياه الشرب النقية الصالحة للشرب غير متوفرة في أكثر الدول النامية في كل من آسيا وأفريقيا وأمريكا الجنوبية، وأنها وأن توفرت فتحوي العديد من الجراثيم والميكروبات وغيرها، وغالباً فالسكان لا يوجد خيار لديهم

فلابد من شربها [٢١]، كما ذكر التقرير السابق أن هناك حوالي ١٠ ملايين نسمة يموتون سنوياً لعدم توفر المياه النقية الصالحة للشرب.

وكما هو معروف فإن المادة المحمولة في المياه يحدث لها تغيرات عديدة حيوية وكيميائية أو فيزيائية أثناء انتقالها من المصدر إلى التصرف، ولابد هنا من فهم التحولات حتى يمكن تحدي تأثير المواد المحمولة على البيئة، ومن المعلومات المتوافرة أمكن استنباط مؤشرات عن كيفية انتقال الملوثات من المجرى المائي، ولكن ما زالت العمليات التحليلية لها يعتريها بعض التعقيدات كتداخل بعض عمليات التحلل البيولوجي فيها مما يعيق عن تحقيق المعرفة الحقيقية لحركة الملوثات في المجرى المائي، وتعتبر هذه الدراسة في غاية الأهمية لمعرفة كيفية انتقال الملوثات في المجاري المائية حيث يمكن خلالها تحديد الكميات التي يمكن صرفها في المجاري المائية والأماكن التي يمكن صرفها فيها دون أن تحدث أضرار بيئية.

من جانب آخر هناك تفاعلات كيميائية مستمر عند التقاء سطوح المياه والرواسب الطفيلية وأكسد الماغنيسيوم، والحديد الموجودة في رواسب الأنهار والأودية على إزالة الفلزات الثقيلة من المياه. ومن المؤشرات الدالة على تلوث المياه يتركز المعادن في رواسب القاع أو في العوالق الحية، ولتوضيح هذه النقطة يأخذ عينات من إحدى البحيرات واشتملت على مياه ورواسب وطحالب وهائمات إلا أن تراكم العناصر الثقيلة في الطحالب أكبر بكثير من محتوى الرواسب والأخيرة أكبر من التركيزات الذائبة في الماء، ومن الملاحظ أن رواسب القاع تعتبر أكبر مستقبل للعناصر الثقيلة التي تبقى في البيئة المائية. كما أنه يمكن استخدام الطحالب كمؤشرات حيوية على الملوث للمجرى المائي ببعض المعادن الثقيلة. أما العناصر سهلة التركيب المتطايرة

(البروموليود) فغالباً ما تتركز في المياه السطحية القريبة حيث تتبخر وفقاً للظروف السائدة فوق سطح الماء [٢٢].

علاوة على ما يسببه تلوث المياه من أمور كجفاف البحيرات وتحميض التربة وانتشار الأمراض التي تصيب الإنسان من التلوث فإن الغابات والأشجار تموت وبالتالي الحيوانات والطيور تنقرض أو تمرض، ويتأثر كل عنصر من عناصر البيئة بذلك، لأن كل حلقة تعتمد على الأخرى، الإنسان يتغذى على الحيوان والنبات ولحيوان يتغذى على النبات والنبات يعتمد على التربة، فيلاحظ من هذا أن الإنسان هو الخاسر الأكبر من تلوث البيئة عامة والمياه خاصة الذي يعتبر الإنسان هو المتسبب الأول والأخير في ذلك.

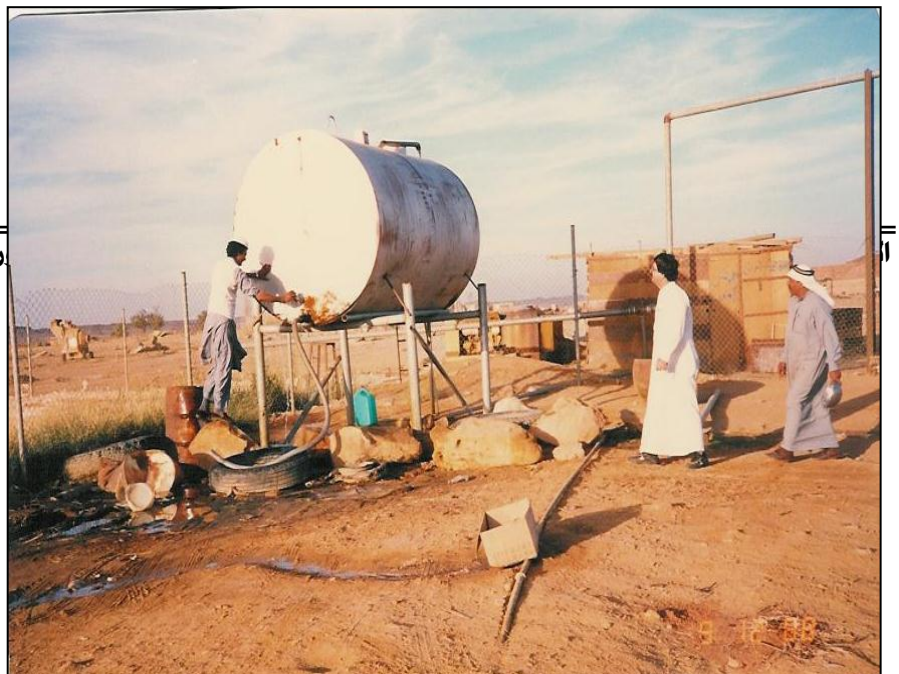
وفي أغلب الأحيان يستمد سكان قرية أو مدينة المياه المستخدمة للشرب أو غيره في المنزل من مصدر واحد أو مصدرين (الآبار، وقد تكون تجاوزت العمر الافتراضي لها، ومن مجاري الأودية بعد سقوط الأمطار). وكما هو معروف أن الأودية بها مخلفات كثيرة مسببه للتلوث المائي (شكل ١١، ١٢ ، ١٣)، وإذا ما تلوث هذا المصدر انتقل المرض أو مسبب لمرض معين إلى السكان ولذا وجب وقاية مصادر المياه من التلوث وأسبابه.

وهذا يعود إلى اختلاط مياه الآبار التي حفرت قبل فترة طويلة بمياه البيارات [المستخدمة في تفريغ مياه الصرف الصحي فيها] وذلك لوجود التجمعات السكنية ذات الكثافة بالقرب منها، بالإضافة إلى أنها أصبحت تشكل مستنقعات تكثر فيها الحشرات الناقلة لمرض ومصدراً للوائح الكريهة التي تنبعث منها.

شكل (١١)

مج ها

شكل (١١)



بئر للاستخدام بعد فتح المياه إلى خزان معدني والذي يساعد على تلوث المياه مع ملاحظة الأواني المستخدمة وصدأ الخزان

شكل (١٣)

بئر تجاوز العمر الافتراضي له وما زال يستعمل ماؤه

بـ الاهتمام بالمحافظة على المياه ومنع حدوث تلوث الماء:

يعتبر الماء ثروة غالية وجدت ليستفيد منها بالشرب والزراعة والصناعة وجميع الأمور التنموية التي يحتاجها الإنسان، وأيضاً تعتبر مهمة لجميع الكائنات الحية للبقاء والعيش والاستقرار، ولهذا لابد من حماية المياه وصونها من التلوث ومسبباته لتحقيق التنمية الشاملة التي يقوم بها الإنسان ويعمل من أجلها فلابد من وضع حد للتلوث المائي، لاعتباره خطراً على حياة الإنسان جميع الكائنات الحية التي تعتمد عليه في دورة حياتها، فهذا الخطر شمل الجوانب التنموية المعتمدة على المياه وهذا ما يعكس المأزق الذي وصلت إليه مشكلة تلوث المياه التي تضر بالمصادر الطبيعية إذ تعتبر المياه السطحية أكثر المياه تعرضاً للتلوث لأنها مواجهة بشكل مباشر لكل مصادر التلوث، وأيضاً تعتبر مصدراً لانتقال العدوى للإنسان لأنه يتعامل معها مباشرة [في الاستخدام المنزلي أو الزراعي أو الصناعي]. وأكثر المصادر تأثيراً عليها مصدر الصرف الصحي المنزلي والطبي والصناعي والزراعي، وبكل ما تحمله من ميكروبات وجراثيم. كما أن مجاري المياه السطحية (الأنهار والبحيرات والأودية السيلية) ناقلة ومتأثرة بمصادر التلوث من كثرة ما يلقي فيها من مخلفات مياه الصرف الصحي بما تحوي من مواد ملوثة وبعد سقوط الأمطار تحملها إلى البحار أو إلى بحيرات السدود المقامة (لهذا يلاحظ أن هذه البحيرات موطناً للأوبئة والأمراض إذا لم تكافح بشكل جدي وفعال).

وهناك مصادر لتلوث المياه الجوفية وهي متنوعة ومتعددة (السحب الجائر للمياه الجوفية التي تساعد على ملوحة المياه. تلوث بمركبات النتروجين لاستخدامه الزائد في الأسمدة النتروجينية، مياه الصرف الصحي المحملة بالمخلفات المنزلية وغيرها) ويعتبر السحب الجائر للمياه الجوفية مسبباً لانخفاض منسوب المياه الجوفية من سنة لأخرى، خاصة في الأقاليم

الجافة وشبه الجافة دون اعتبار للتوازن المائي، وقد يحل محلها مياه ملوثة وإن كانت بالقرب من السواحل فإن مياه البحر تحل محلها، وحتى لا تكون هذه المياه سبباً في هلاك الحياة على سطح الأرض لابد من اتخاذ كافة السبل لوقايتها من التلوث التي يمكن تلخيصها على النحو التالي:

أولاً: تأمين المياه النقية للاستخدام. من مصادر صحية [محطات تحلية مياه البحر] (شكل ١٤).

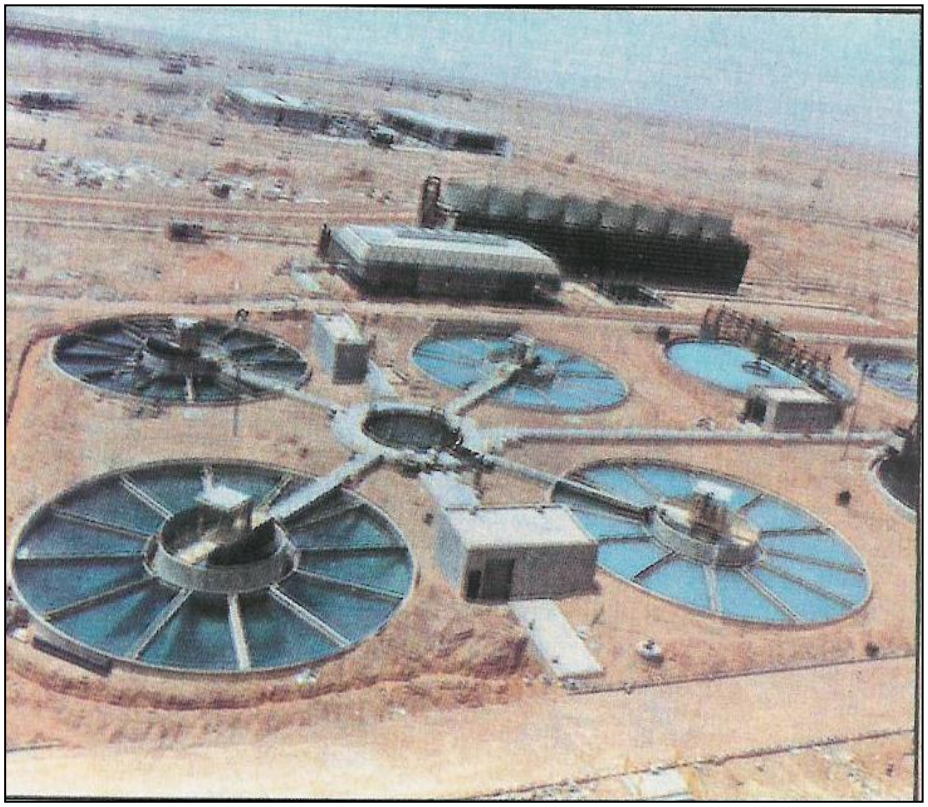
ثانياً: حماية المياه النقية من التلوث. بالاهتمام بشبكات المياه الموصلة من المحطات إلى المدن والمنازل.

ثالثاً: معالجة مخلفات الإنسان قبل رميها في المجاري المائية. بإقامة محطات التنقية للصرف الصحي. (شكل١٥).

شكل (١٤)

محطة لتحلية مياه البحر ومياه نقية وصحية

شكل (١٥)



محطات لتنقية مياه الصرف الصحي مباشرة

نتاج لبعض الزيارات الميدانية ظهر بعض نماذج مختلفة للتلوث المائي في المملكة العربية السعودية:

ومن الحقائق الموجودة في المملكة العربية السعودية للتلوث المائي كثرة المستنقعات المنتشرة بالقرب من السواحل أو بعد سقوط الأمطار وعدم وجود أماكن لتصريفها كما هو موجود في المنطقة الشرقية وكذلك في الجزء الجنوبي الغربي للمملكة وبالتحديد منطقة جيزان وما تمثله يشكل اختلاط المياه الجوفية بمياه الصرف الصحي في جدة وما سبقه من سماكل بيئية في هذه المدينة. كما أن منطقة ينبع خاصة في الجزء الواقع على طريق ينبع النخل لوجود بحيرة راكدة مع تجميع لمياه الصرف الصحي وهذا يعود إلى أن صهاريج مياه الصرف الصحي نلقيها في هذا المكان (الموقع بالقرب من بئر القاضي على الطريق العام المؤدي لمدينة ينبع النخل) وبالإضافة إلى وجود بحيرة للمياه الراكدة بالقرب من بوابة الميناء بينبع على طريق جدة السريع التي تعتبر موطناً للبعوض ومصدراً للأمراض، كما أن بعض الأهالي في نفس المدينة يعتمد على الصهاريج الخاصة بهم لنقل المياه إلى خزاناتهم وهي ملوثة أثبت ذلك التقارير الصحية لظهور وانتشار الوباء الكبدي بينهم خاصة في جبل رضوي وهذا كان نتيجة لتلوث الخزانات لمياه الشرب.

كما أن حصر رمي المخلفات في الأودية التي تعتبر مصدر مائياً لبعض القرى والمناطق خاصة في المنطقة الجنوبية (منطقة عسير) تعتبر من مسببات التلوث المائي كما يتمثل لقرى الدحضن في النماص التي أصبح السكان يشربون المياه الملوثة ويستخدمونها في منازلهم وهذا يعود إلى عدم تخصيص مكان لرمي المخلفات وحصرها وحرقها دون الإضرار بالمياه ومصادرها. كما أن هذه المشكلة وجدت في بني مالك وقراها مثل مداد بني مالك والحقن والجهالين ونشران وقريش وغيرها من تلوث المياه التي

ستخدمونها للشرب في منازلهم وكذلك في زراعتهم، وذلك عند سقوط الأمار وجريان الوادي تجرف المخلفات من زيوت ومخلفات أغنام والنفايات لتختلط بمياه الآبار خاصة بعد تسربها لباطن الأرض فتؤثر على المياه الجوفية المستخدمة للزراعة وغيرها. وأيضاً كنتيجة لجفاف بعض الآبار أو تلوثها أخذ أصحاب صهاريج المياه بشفط المياه الملوثة وبيعها للمواطنين وأيضاً شفط مياه بعض المستنقعات للمياه الراكدة (شكل ١٦)، كما دلت التقارير الصحية للمركز الصحي أن مياه بعض الآبار غير صالحة للاستخدام الآدمي لملوحتها بمقدار ١٠٠%.

وللنظر في مشكلة المياه في بلدة أحد المسارحه ومركز مسليه التابع لمركز بيش في المنطقة الجنوبية الساحلية فيهي تتمثل في عدم إيصال المياه إليهم واعتمادهم على صهاريج المياه المحمولة التي تكون قديمة ويلفها الصدأ من كل جانب وتسعد على تلوث المياه بها وأيضاً إهمال نظافة الخزانات المائية في المنازل وتعقيمها كذلك في قرى مركز إمارة بلفازي بجيزان التي يزيد عدد قراها على ٤٥ قرية يعتمدون على مياه الآبار المحفورة والملوثة لتجاوز عمرها الافتراضي للاستخدام وكذلك لتسرب عوادم من محطات الوقود الواقعة بالقرب من الآبار للتأثير عليها، فكان الاعتماد على جلب المياه بواسطة سيارات صهاريج المياه التي في بعض الأحيان يبالغون بالزيادة من قيمتها لكون الطرق صعبة وجبلية وعره بالإضافة إلى صغر الخزان المائي الموجود الذي يمد القرى بالمياه.

وإذا نظر إلى سبب التلوث المائي في مدينة جدة بالذات فيلاحظ عدة أسباب نوجزها على النحو التالي:

١- عدم اكتمال مشروع شبكة الصرف الصحي للمدينة (٢٠% فقط المنتهى) [٢٣].

٢- ارتفاع منسوب المياه الجوفية للمدينة (شكل ١٧) لعدم التصريف المائي بها.

٣- الازدياد على طلب المياه لمواجهة الزيادة السكنية للمدينة.

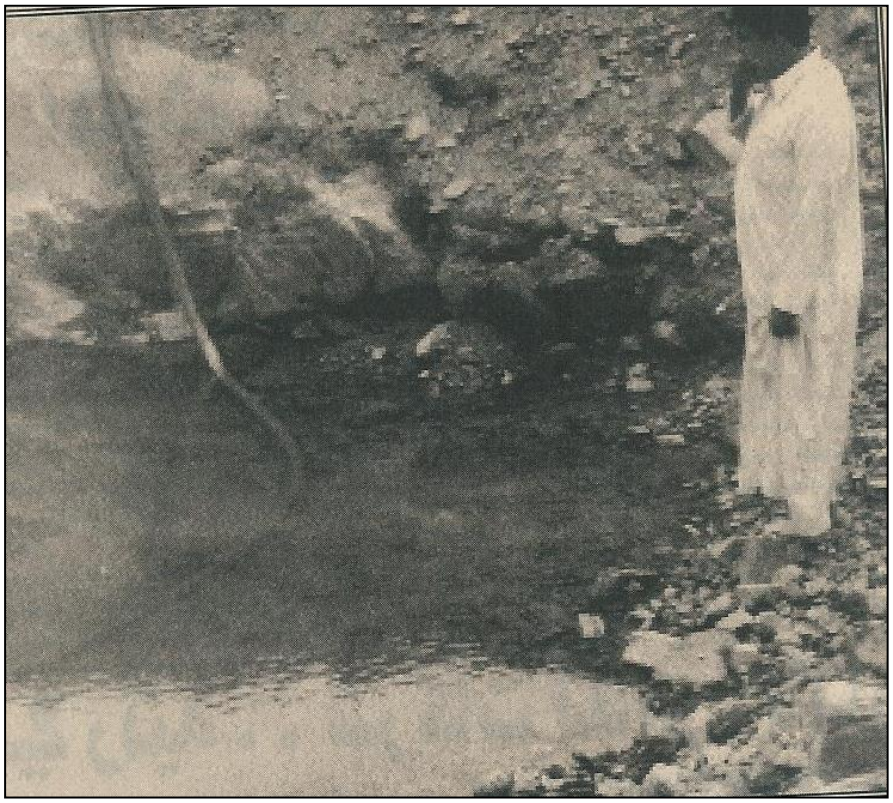
٤- إقامة المشاريع التنموية للمدينة دون مراعاة تصريف مياه المجاري والتخطيط العشوائي لها.

٥- إقامة الخزانات المائية دون مراعاة أماكن التسرب المائي منها وإليها.

٦- عدم وجود قنوات لتصريف مياه الأمطار.

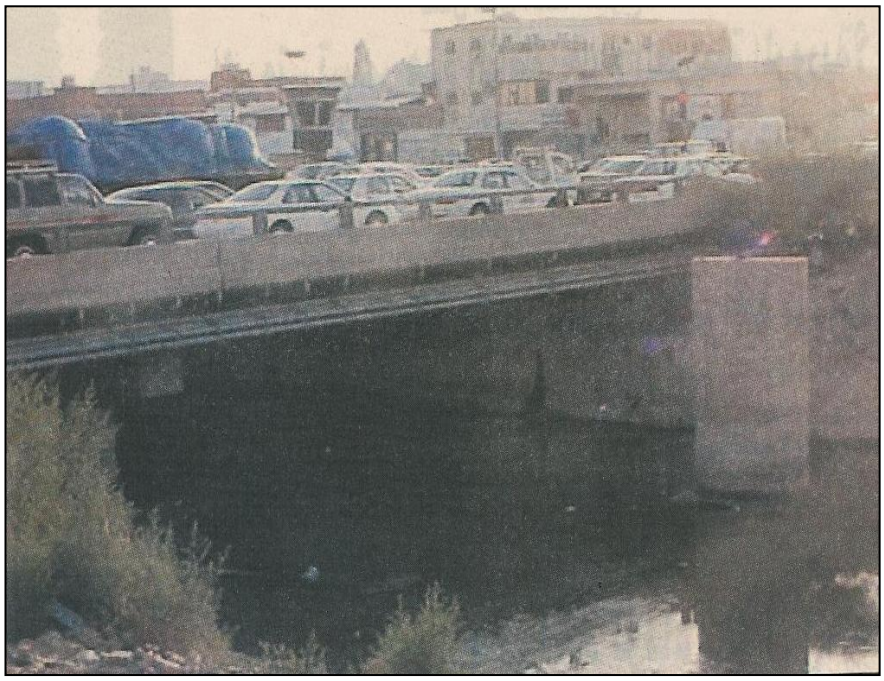
كل هذه العوامل ساعدت على تلوث المياه في مدينة جدة واختلاط المياه الجوفية الصالحة للشرب وللمنازل مع مياه الصرف الصحي المتسرب من البيارات المحفورة بطريقة غير علمية ساعدت على تلوث المياه بالملوثات الكيميائية والفيزيائية

شكل (١٦)



شفط المياه الراكدة وبيعها للمواطنين ملوثة

شكل (١٧)



بقايا [مستنقع] مياه راكدة أسفل كبري على
الخط السريع مكة المطار بمدينة جدة شرقاً.

(الرصاص، الكادميوم، النترات ومجموع الأملاح الذائبة) كما أن عدم تنظيف الخزانات الأرضية بشكل دوري أدى إلى تفاقم الأزمة وتعقيدها. كما أن تسرب مياه الصرف الصحي إلى شبكة المياه الصالحة للشرب نتيجة انخفاض الضغط فيها وقدم الشبكة واهتراء أجزاء منها أدى انتشار الطفح والاعتماد على نظام البيارات ونقل محتوياتها بكميات هائلة يومياً إلى مرمى الصرف الصحي (شرق الخط السريع) إلى تكوين بحيرة تصل سعتها حوالي ٢٠ مليون م والتي تتسرب مياهها بالتالي إلى باطن الأرض مما تسبب في الارتفاع المستمر لمنسوب المياه الجوفية. (شكل ١٧).

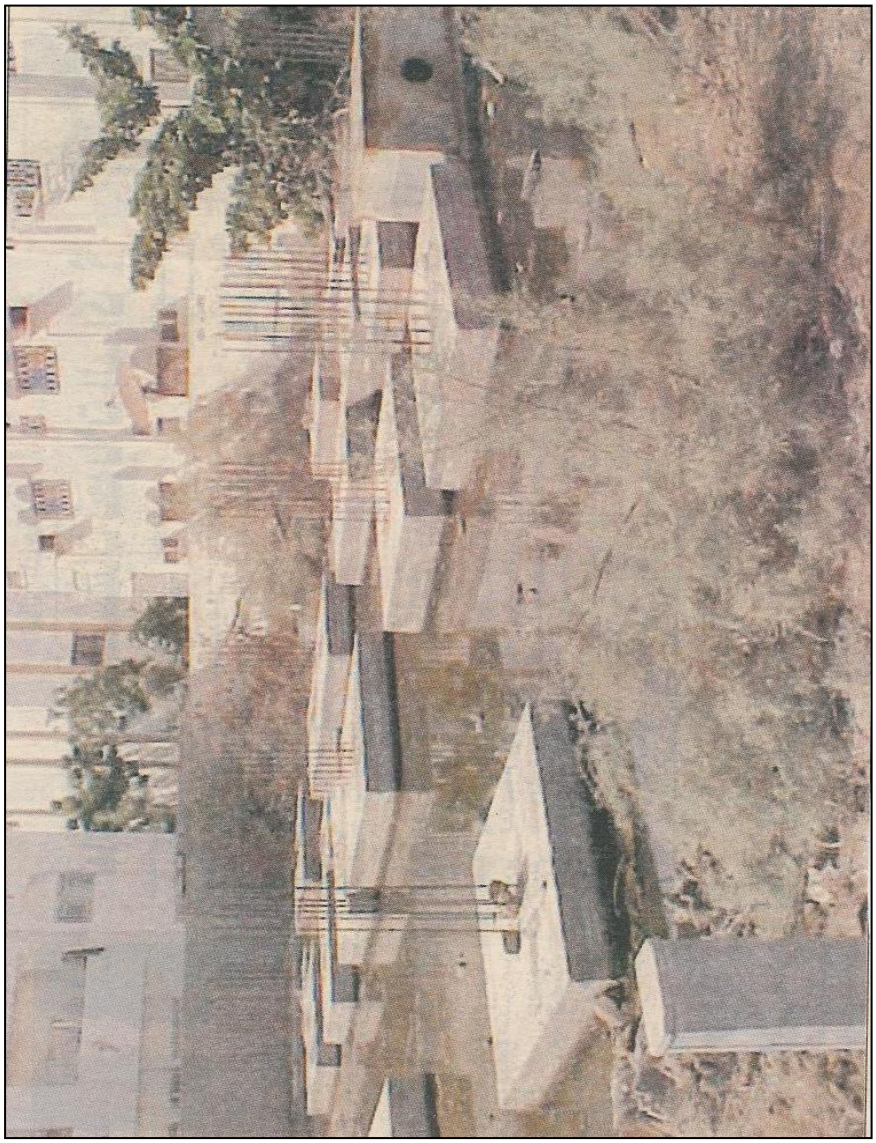
تسبب هذا الارتفاع لمنسوب المياه الجوفية إلى حدوث انهيارات في بقية الطرق والشوارع مع ازدياد كبير في كلفة صيانتها وتأكل خرسانات أساسات المنشآت الخاصة والعامة نتيجة غمرها بالمياه الجوفية المحتوية على نسبة عالية من الأحماض (لاحتوائها مياه الصرف الصحي، والأملاح من البحر) (شكل ١٨).

ولو نظر إلى تركيز تفريغ مياه الصرف الصحي في وادي عرنه الواقع على امتداد جنوب مكة المكرمة (في منطقة محطة المعالجة في الكعكية) مما أدى إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية في المنطقة بين عمق ١٧ م إلى عمق ٥ أمتار وهذه المياه ملوثة كيميائياً وبيولوجياً وغير صالحة للاستخدام الآدمي والحيواني وذلك نظراً للزيادة في تركيز الأملاح والعناصر الثقيلة الخطرة المتسببة في تلوث الآبار في المنطقة وتزايد هذا التلوث مع استمرار تفريغ هذه المياه في المنطقة، حيث أن ارتفاع المياه الجوفية في منسوبها شجع على قيام نشاط زراعي تجاري بها بالإضافة إلى أن القناة المفتوحة التي تم انشاؤها بها تشكل خطورة بالغة نظراً لأن المواشي تشرب من هذه

المياه الأمر الذي يؤدي إلى نفوقها مباشرة أو وصولها للأسواق مريضة فتباع إلى المستهلك وهي في هذه الحالة (شكل ١٩).

ونظراً لتجمع هذه المياه حول الطريق المؤدي إلى مدينة الليث من مكة المكرمة وطريق الشميسي الموصل بين جدة والطائف فإنها تشكل خطورة على الطريق وعلى مرتاديه، لهذا تم إنشاء قناة مفتوحة بطول ٥ كم غرب الطريق لسحب المياه المتجمعة وتصريفها إلى غربه عبر هذه القناة.

شكل (١٨)



تأكل الخرسانات الأساسية للأبنية وتوقف النشاط العمراني بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية

شكل (١٩)

القناة المفتوحة والتي تعتبر مرتعاً للتلوث وتشرب منه الحيوانات ومع ملاحظة النشاط الزراعي بها [الواقعة على طريق الليث – مكة المكرمة]

ومما سبق يلاحظ أن مخلص التلوث المائي في المملكة العربية السعودية يتمثل بـ:

١- حدوث المستنقعات المائية الملوثة وتسربها إلى باطن الأرض لمناطق المياه الجوفية بعد سقوط الأمطار ووصولها للأودية.

٢- رمي المخلفات في الأودية وتأثر المياه بها بعد سقوط الأمطار أيضاً ووصولها إلى منطقة المياه الجوفية وتلوثها.

٣- السحب الجائر من الآبار التي بطول الزمن تتلوث بملوحتها غير الصالحة للاستخدام الآدمي، انتهاء عمرها الافتراضي.

٤- إقامة المنشآت الخدمية بالقرب من مصادر المياه ورمي مخلفاتها بالقرب من هذه المصادر (إنشاء محطات الوقود، إقامة مكان لتصليح كفرات السيارات وتغيير الزيوت).

٥- رمي وتفريغ مياه الصرف الصحي غير المنقاة في مرمي بالقرب من المدينة أو القرية أو في الأودية.

٦- قدم شبكات المياه أو اهترائها وتصديتها لحمل المياه وإيصاله للاستخدام في المدينة.

٧- قدم وصدأ صهاريج المياه المحمولة بها واستخدام المياه في المنازل.

٨- عدم تنظيف الخزانات الأرضية والعلوية وتعقيمها دورياً لتلافي التلوث المائي، والكشف على الشبكة الداخلية.

وأيضاً ملاحظة حفر الآبار لمياه الشرب (خاصة السطحية منها) داخل الكتل السكنية وتحت تيار المياه الجوفية (اختيار عشوائي للحفر) مع عدم مراعاة الأصول الفنية والصحية عند اختيار موقع حفر البئر، وصرف المخلفات السكنية في باطن الأرض وداخل الكتل السكنية حيث توجد بعض

الآبار التي يستمد الإنسان مياه الشرب منها مما يجعلها عرضه للتلوث نتيجة اختلاطها بالمخلفات.

بالإضافة إلى انتشار الأمراض والأوبئة بشكل كبير في المناطق التي يظهر بها التلوث المائي مثل مرض الكبد الوبائي الذي انتشر في جنوب جدة وكذلك في الكعكية بمدينة مكة وأيضاً بجنوب مدينة الرياض بشكل واضح (حسب تقرير مكتب الطب الوقائي بالرياض) بالإضافة إلى الحمى الصفراء والملاريا المتركزة في منطقة جيزان.

كما ظهر الإسهال لدى الأطفال والكبار في المنطقة الشرقية وأيضاً مرض التراخوما والتيفويد والكوليرا وغيرها من الأمراض التي أخذت في الانتشار في مدن المملكة وقراها بسبب هذا التلوث والإهمال في صيانة أو نظافة الخزانات أو شبكات المياه والكشف عليها دورياً.

التوصيات

وفي الختام توصل الباحث إلى عدد من التوصيات التي يهدف الوصول بها إلى حلول مناسبة لهذه المشكلة خاصة لاحتياج الإنسان للماء في حالة نقية محافظة على كيميائيتها وطبيعتها وبيولوجيتها لا تسبب ضراً أو اشمئزاز للنفس وذلك وتساعد الاستقرار على النحو التالي:

١- إقامة المنشآت اللازمة لمعالجة مياه الصرف الصحي، الصناعي والسكاني وغيرهما وتنقيتها قبل صرفها في أماكن جريان المياه كالأودية والأنهار مع قيام بإنشاء شبكة للصرف الصحي في كل قرية ومدينة.

٢- التأكيد الشديد على عدم صرف مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى المسطحات المائية أو الأودية.

٣- مراقبة البحيرات المائية خلف السدود من تراكم الطمي الطيني والمواد العضوية المختلفة التي تقلل من عمق البحيرة وتسرع عملية اضطراد النمو الحيوي مما يحدث خلل في توازنها البيئي وذلك بوقف انجراف التربة بتشجير المناطق المحيطة بالبحيرة.

٤- حماية الينابيع من التلوث وذلك ببناء حاجز أسمنتي يحيط بفوهة أو مخرج المياه من الينابيع، وعمل مجرى صغير بالقرب من مخرج المياه للتصريف الإنسيابي المائي السطحي دون الرجوع إلى المنبع والتشديد لمنع البناء بالقرب من المنبع.

٥- وضع المواصفات خاصة التي يجب توفرها في المياه تبعاً للغاية المستخدمة منها، كالمواد العالقة والشوائب الطافية، كالرائحة والطعم واللون، درجة الحرارة وغيرها.

٦- عدم حفراً آبار الشرب قريبة من التجمعات السكانية الحالية والمتوقعة مستقبلاً وفي موقع فوق تيار المياه الجوفية، وبعيدة عن مصادر التلوث مراعاة الطرق الفنية والصحية عند حفر الآبار.

٧- تحديث شبكات وتمديدات المياه الموصلة للسكن بما يلائم الأجواء المحيطة ومقاومتها للصدأ والتسرب مراعاة بتركيب تمديدات توصيل الشبكة المنزلية والتي تخترق أو تمر بجانب البيارات والمجاري داخل حامي (صبه من الأسمنت أو أنبوب بلاستيكي مقاوم للصدأ والتلوث) ويكون قطرة أكبر من قطر التوصيلة لحمايتها من التلوث.

٨- التشدد بشكل كبير على عدم الاستحمام وغسل الملابس وغيرها في العيون التي تستعمل للشرب وذلك بتسويرها وحمايتها وبرفض غرامة شديدة ومغلظة ضد المخالفين.

٩- العمل على توفير ضغوط لشبكات المياه الجديدة مناسبة وملائمة للأجواء المحيطة والبحث عن مصادر مياه تفي الغرض لاحتياج السكان من المياه حتى يتمكن من الاستغناء عن الخزانات الأرضية والعلوية بالمساكن وتكون مباشرة وتحصر الخزانات على المباني الضخمة والعالية على أسس علمية وفنية لا تسمح للتلوث بالوصول إليها.

١٠- إلزام وبشدة على تنظيف الخزانات الأرضية والعلوية في المباني وتعقيمها وعلى أن تكون تلك الخزانات مقامة على أسس تصميمه وفنيه عالية لعدم تأثرها بالتلوث مع تعقيم المياه على أسس علمية فنية ومستمر تحت إشراف فنيين متخصصين.

١١- التركيز بشدة وعلى منع سحب المياه من الشبكة القديمة والمتهالكة بل بعد مرورها بمحطة لتنقيتها.

١٢- حفر الآبار المستخدمة للشرب بعيدة عن مصادر التلوث، ويكون اتجاه المياه في جريانها من البئر لمصدر التلوث وليس العكس مع مراعاة تغطية البئر بعد الاستخدام.

١٣- مراعاة أن تكون توصيلات شبكة المواسير القادمة من البئر مانعة لدخول المياه الخارجية لأن سحب المياه بواسطة المضخة من البئر يقلل الضغط داخل الشبكة ويساعد على تسرب مياه الرشح إلى الشبكة المواسير.

١٤- تدعيم وتوسيع نطاق مختبرات التحليل الكيميائي والحيوي خاصة بمراقبة تلوث المياه بإجراء تحاليل دورية للمياه لمعرفة نوعيتها وصلاحيتها للاستخدام مع تطوير وتطبيق اللوائح والقوانين المنظمة لاستعمال المياه مع وضع مواصفات خاصة بالمحافظة عليها والتشديد بأحكام وبقوة على تطبيق تلك اللوائح بكل دقة وحزم.

١٥- إنشاء جهاز قضائي بيئي مدعوم من الحكومة لفرض الرقابة وتحديد الغرامات بالمخالفين لأنظمة منع التلوث المائي منعاً لتلوث مصادر المياه.

١٦- التشديد في مراقبة إكمال وتنفيذ المشاريع الأنمائية والإنشائية والصناعية مع قيام دراسة لتقويم الأثر البيئي لكل مشروع.

١٧- إنشاء سدود صغيرة لحفظ المياه والاستفادة منها لتغذية المخزون الجوفي المائي وتكون على الأودية الصغيرة.

هوامش البحث

(١) سورة الفرقان، ٤٨-٤٩.
(٢) تقرير عن منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) ١٩٩٦م.
(٣) مرجع سابق.
(٤) نوعية المياه ومشكلة التلوث ص٨٠.
(٥) تقرير البنك الدولي. ١٩٩٣م. نيويورك ص٢٠.
البيئة والإنسان ص٤٠.
(٦) تقرير من الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، ١٩٩٦م، روما.
مخاطر تلوث المياه. ص٦٤.
(٧) مرجع سابق.
(٨) المياه وأهمية الترشيد في المملكة، ص١٤.
(٩) مشخص الجغرافيا البشرية، ١٤١٩هـ -١٩٩٨م تقرير من إدارة الإحصاء ١٤٢٦هـ - ٢٠٠٥م.
(١٠) مصلحة المياه والصرف الصحي، الرياض، ١٤٢٠هـ. ١٩٩٩م، الأمن المائي للمملكة العربية السعودية، الدومة ١٤٢١هـ ٢٠٠٠م.
(١١) مصدر سابق.
(١٢) The biology &Polluted waters. Pis 115.
(١٣) نوعية المياه ومشكلات التلوث، الديب محمد أنور مؤتمر ١٩٨٦م.
تقرير من الأمم المتحدة للأغذية والزراعة ١٩٩٦م روما.
(١٤) مرجع سابق.
(١٥) مصدر سابق.
الحماية القانونية لبيئة المياه العذبة. ص٥٠.
(١٦) تقرير من هيئة الطاقة الدولية – نيويورك، ١٩٩٠م. مخاطر تلوث المياه. عزت هلدي. مؤتمر ١٩٨٦م.
(١٧) مصدر سابق.
(١٨) مصدر سابق.
(١٩) البيئة والإنسان. حسن طه نجم ١٩٧٨م.
(٢٠) تقرير من البنك الدول للاستثمار والتنمية، ١٩٩٩م، نيويورك. البيئة والإنسان علاقات ومشكلات زين الدين عبد المقصود ١٩٨١م.
(٢١) تقرير اليونيسيف، منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٨م، نيويورك.
(٢٢) تقرير اليونسكو، ١٩٩٨م، نيويورك.
(٢٣) رسالة الدكتوراه للباحث.

المراجع العربية:

١- إبراهيم، فتحية محمد، الشنواني، مصطفى حمدي، "الثقافة والبيئة"، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، ١٩٨٨م.

٢- أنور، الديب محمد، "توعية المياه ومشكلات التلوث:مؤتمر المحافظة على البيئة في منطقة القاهرة الكبرى، القاهرة، ١٩٨٦م.

٣- التركي، سعيد سويلم، "استخدام مياه الصرف الصحي للزراعة وغيرها" ، المؤتمر الخامس لأمن الخليج المائي، قطر، الدوحة، ٢٠٠٠م.

٤- التركي، سعيد سويلم، "الأمن المائي للمملكة العربية السعودية"، المؤتمر الخامس لأمن الخليج المائي، قطر، الدوحة، ٢٠٠٠م.

٥- الماء وأهمية الترشيد لاستخداماته المختلفة بالمملكة العربية السعودية دراسة نقدية في الجغرافية الاستهلاكية، الجمعية الجغرافية الكويتية، محرم ١٤٢٦هـ. مارس ٢٠٠٥م، الكويت.

٦- بلبع، عبد المنعم، "الماء ودوره في التنمية"، الإسكندرية، ج.م.ع، دار المطبوعات الجديدة، ١٩٩١م.

٧- حافظ، سحر مصطفى، "الحماية القانونية لبيئة المياه العذبة" الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٩٥م.

٨- شاكر محمود، "جغرافية البيئات"، المكتب الإسلامي، بيروت، ١٩٧٨م.

٩- عبد المقصود، زين الدين،"البيئة والإنسان، علاقات ومشكلات"، منشأة المعارف الإسكندرية، ١٩٨١م.

١٠- مشخص، محمد عبد الحميد، "الجغرافيا البشرية المعاصرة للمملكة العربية السعودية"، مكتبة دار زهران، جدة، الطبعة الثانية، ١٤١٩هـ، ١٩٩٨م.

١١- هلوي، عزت، "مخاطر تلوث المياه" مؤتمر المحافظة على البيئة في منطقة القاهرة الكبرى، القاهرة، ١٩٨٦م.

١٢- نجم، حسن طه وآخرون، "البيئة والإنسان، دارسة في الأيكولوجيا البشرية"، دار البحوث، الكويت، الطبعة الثانية، ١٩٧٨م.

المراجع الأجنبية:

1- Clark, R.B. "Marine Pollution", Second Edition Clarenden Press, Oxford. U.K. 1989.
2- Ellts, K.V. "Surface Water, Pollution, and its Cenrrol". The Macmillan Press L.T.K. London 1989.
3- Hynes, H.B. "the biology of Polluted waters" Liver pool University press. U.K. 1978, sixth impression.

التقارير:

١- عن منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة "الماء عصب الحياة" روما، ١٩٩٦م.

٢- البنك الدولي، "الازدياد السكان والاحتياج المائي" نيويورك، ١٩٩٨م، ١٩٩٩م.

٣- مصلحة المياه والصرف الصحي، "كمية استهلاك الفرد في المملكة يكون الأول عالمياً" الرياض، ١٩٩٩م.

٤- اليونسيف منظمة الصحة العالمية "عدم توفر المياه الصالحة للشرب في العالم" نيويورك ١٩٩٨م.

٥- هيئة الطاقة الدولية "الإشعاعات الذرية وتلوث المياه" نيويورك، ١٩٩٠م.

٦- مكتب الطب الوقائي بوزارة الصحة بالرياض، ٢٠٠٢م.

الأطلس الجغرافي للمملكة العربية السعودية، مكتبة العبيكان، الرياض، ٢٢-١٤٢٣هـ.