إدارة أخطار تلوث البيئة فى جمهورية مصر العربية والعالم

(خطر التلوث المائى)

دكتور/ محمد فؤاد محمد محمد حسان (*)

(*) دكتور/ محمد فؤاد محمد محمد حسان

أستاذ مساعد بقسم الرياضة والتأمين والإحصاء ـ كلية التجارة ـ جامعة المنوفية حصل على بكالوريوس تجارة من قسم المحاسبة – كلية التجارة – جامعة القاهرة، عام ١٩٧٠، ثم حصل على بكالوريوس تجارة من قسم الرياضة والإحصاء والتأمين – كلية التجارة – جامعة القاهرة، عام ١٩٧٨، وعمل معيداً بقسم الرياضة والإحصاء والتأمين – كلية التجارة – جامعة المنوفية، ثم مدرساً مساعداً فمدرساً، وحالياً أستاذاً مساعداً بنفس القسم والكلية، وقد حصل على الماجستير والدكتوراه فى فلسفة التأمين من جامعة أسيوط، وله أبحاث منشورة فى مجال التأمينات العامة وتسويق التأمين والتأمينات الإجتماعية واستثمار أموال شركات التأمين، وأبحاث غير منشورة فى تأمين الحريق.

ملخص

يعرف تلوث المياه؛ تبعاً لإصدارات هيئة الصحة العالمية عام ١٩٦١ بأنه عبارة عن "أن أى تغيير يطرأ على العناصر الداخلة فى تركيبه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بسبب نشاط الإنسان"، الأمر الذى يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية والمخصصة لها أو لبعضها، لذا يمثل تلوث المياه خطر هام من الأخطار التى تهدد حياة الإنسان والحيوان والنبات، وبالتالى هدم الحياه عن آخرها، وهذا ما دعى الباحث للقيام بإعداد هذا البحث لإدارة خطر تلوث المياه باعتباره ضمن ملوثات البيئة، من خلال اكتشاف الخطر والتعرف على مسبباته والعوامل المساعدة لتحققه، وتحليل الخطر ثم قياسه وبذلك يمكن مجابهة هذا الخطر، بإختيار السياسة الملاءمة، ويرى الباحث أن سياسة تجنب الخطر وأيضاً سياسة الوقاية والمنع وهما أنسب السياسات لمجابهة هذا الخطر.

Abstract

According to the definition of the WHO, in MGI, water pollution is any chaise that occurs to it's elements directly or indirectly as result of water's activity and makes water unfit for normal use. Therefore water pollution represents a serious hazard to man's plant, and animal's life and damaging to life as a whole. This led to conducting this study on risk management of water as a part of pollution environment through discovering the risk, it's analysis specifying it's causes and other variables for it's happening. This we can find a way to fight it by choosing the suitable politicy. The study shows that preventing the risk is better than it's cease.

المبحث الأول (**)
الإطار المنهجى للبحث

مقدمة.

١-المشكلة موضع البحث.

٢-أهمية البحث.

٣-أهداف البحث.

٤-فروض البحث.

٥-أسلوب ومنهج الدراسة.

٦-منهجية البحث والدراسة.

٧-حدود الدراسة.

٨-خطة الدراسة.

(**) شكر وتقدير

يتوجه الباحث بخالص الشكر والتقدير لأساتذة وأعضاء هيئة التدريس قسم الكيمياء الفيزيائية بكل من كلية العلوم – جامعة المنوفية، وكلية العلوم – جامعة الأزهر، وأخص بالذكر الأستاذ الدكتور/ حسن أحمد شحاته، والأستاذ الدكتور/ عبد الوهاب رجب هاشم، لما قدموه من تعاون صادق للباحث.

مقدمة :

خلق الله عز وجل الإنسان؛ وسخر له جميع المتطلبات الضرورية لحياته على سطح الأرض مصداقاً لقوله تعالى: "هو الذى خلق لكم ما فى الأرض جميعاً"[1]، وقد أوجد الله سبحانه وتعالى جميع العناصر البيئية بنسب ثابتة ومحددة ، كما ذكر فى كتابه العزيز: "إنا كل شئ خلقناه بقدر"[2]، ثم أمر الإنسان بالاستفادة من تلك المصادر الطبيعية دون الإفساد أو إلحاق الضرر قال تعالى: "ولا تفسدوا فى الأرض بعد إصلاحها"[3]، وتتمثل البيئة التى يعيش فيها الإنسان فى التربة والماء وما يحيط به من هواء وجماد وأحياء، فهو يتأثر بها ويؤثر فيها، ولقد تم تعريف البيئة فى مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية والمنعقد فى استوكهولم عام ١٩٧٢ بأنها "رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة فى وقت ما وفى مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته"، ويرى الباحث أن البيئة هى "الإطار الذى يعيش فيه الإنسان ويحصل منه على مقومات حياته من غذاء ودواء وكساء ومأوى ، ويمارس فيه علاقاته مع أقرانه من بنى البشر"، ويمكن تقسيم البيئة إلى البيئة الطبيعية والبيئة المستحدثة؛ فتمثل البيئة الطبيعية الموارد الأولية كما وجدت فى الطبيعة على حالتها مثل الماء والهواء والتربة والمعادن ومصادر الطاقة والأحياء بكافة صورها وأنواعها، وتتمثل البيئة المستحدثة فى البنية الأساسية المادية التى شيدها الإنسان، وتشتمل على المناطق السكنية والمناطق الصناعية والمدارس والمعاهد والطرق والموانئ ... وما شابه ذلك.

ويشتمل سطح الأرض على اليابسة والماء والأحياء والجو، ويكون لكل واحد من هذه الأقسام غلافاً خاصاً ينسب إليه، فيشكل الماء – مجال البحث – الغلاف المائى الذى يشمل على مياه المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات والعيون والآبار والأمطار، ومهما اختلفت صور وجود المياه والمعروفة؛ فهى تنقسم إلى مياه عذبة ومياه مالحة فالماء هو أصل الحياة، قال تعالى: "وجعلنا من الماء كل

شئ حي"[٤]، فلا يمكن أن تستقيم الحياة بدونه فجميع الكائنات الحية تحتاج إليه سواء أكانت إنساناً أو حيواناً أو نباتاً.

فقد صاحب ظهور المدن ونموها وتزايد عدد سكانها، وبناء الصناعات المختلفة فيها وتنوع تلك الصناعات، وجود مشكلة تصريف النفايات المتخلفة عنها ، وفى البداية وجد الإنسان أن أسهل الطرق للتخلص من تلك النفايات، هو ربط شبكات المجارى من البيوت والمصانع بمجارى الأنهار القريبة أو بشواطئ البحار ، ولكن أتضح مع الوقت أن تلك الأنهار والشواطئ أصبحت ملوثة، كما أن أعداد وأنواع الكائنات الحية الحيوانية والنباتية التى كانت توجد بها بدأت فى التناقص بدرجة ملحوظة، وذلك لأن مياه المجارى ومخلفات المصانع تنقل إليها آلاف الأطنان من النفايات والمواد الكيميائية السامة مما قضى على معظم أشكال الحياة فيها، كما أن آثار ذلك التلوث قد تصيب الإنسان ذاته عبر السلسلة الغذائية، إذ أن المواد الضارة والسموم تنتقل تدريجياً، ولو بنسب صغيرة إلى النباتات والحيوانات البرية والمائية ثم تنتقل إلى الإنسان إذا تغذى بتلك النباتات والحيوانات.

فعمد الإنسان إلى إحداث العديد من الأضرار والمشكلات البيئية نتيجة لحاجته الزائدة إلى الرفاهية، فأدخل إلى النظام البيئى العديد من المخلفات الكيميائية والزراعية والصناعية ومخلفات الصرف الصحى إلى غير ذلك من الأمور التى يصعب حصرها، وهذا بالطبع أدى بدرجة كبيرة إلى إحداث اختلال فى التوازن البيئى أسهم فى إلحاق أضرار عديدة بالسلسلة الغذائية، مما أثر بشكل مباشر على صحة الكائن الحى، ولقد أصبح التلوث البيئى ظاهرة عالمية واكبت التقدم العلمى حتى أنها شملت الدول النامية والمتقدمة أيضاً، ولكن مع إختلاف نوعية التلوث ، فبالنسبة للدول المتقدمة فإنها تعانى من تلوث يصل إلى التلوث الذرى، أما بالنسبة لمناطق دول العالم النامى فيرجع التلوث إلى سببين رئيسيين هما؛ سوء إدارة الأنظمة البيئية وإغفال عنصر البيئة عند وضع خطط التنمية.

١- المشكلة موضع البحث :

تشغل المسطحات المائية ما يقرب من ٨٠% من سطح الكرة الأرضية بصفة عامة تمثل مياه البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار، وتمثل المياه العذبة نسبة ٣% من كمية المياه، وتوجد فى الأنهار والترع والبحيرات والبرك بالإضافة لمخزون المياه العذبة الموجود فى باطن الأرض على أعماق تختلف من منطقة إلى أخرى. والمقصود بتلوث المياه هو اختلاط المياه العذبة الصالحة للاستخدام الأدمى والصحى بمواد أخرى تجعلها غير صالحة للاستخدام وتضر بصحة الإنسان والحيوان والنبات. ويعتبر خطر التلوث المائى من الأخطار الهامة التى يجب التصدى لها ومجابهتها بكل الطرق لما ينتج عنه من أضرار بالغة للأحياء المائية والنبات وبصفة خاصة للإنسان، فعندما تنشط التفاعلات الكيميائية؛ وتزيد سرعة تحلل المواد العضوية وتصاب الأجزاء الحديدية الموجودة فى المجارى المائية – مثل البواخر والسفن – بالصدأ، وأيضاً حدوث خلل فى درجة الحرارة التى تعيش فيها الكائنات الحية المختلفة فى المياه وبصفة خاصة الأسماك والحيوانات البحرية مما يؤثر على معدل تكاثرها وربما إلى موتها، هذا بالإضافة على اختزال نسبة الأكسجين فى الماء عند ارتفاع درجة الحرارة بدرجة كبيرة حيث يخرج الأكسجين فى صورة فقاعات هوائية، ولذلك تأثير ضار على الكائنات البحرية الحية من حيث التكاثر أو النمو.

لذا تنعكس النتائج السابقة وغيرها من الملوثات بطريقة سواء مباشرة أو غير مباشرة على الإنسان، مما دعى الباحث بل الباحثون أيضاً إلى تناول ظاهرة التلوث المائى بالدراسة والبحث للوصول إلى أنسب الوسائل والسياسات لمجابهة هذا الخطر.

- أهمية البحث :

لقد دأب الإنسان منذ وجوده على الأرض إلى تعميرها ومحاولة تحسين ظروف بيئته ومعيشته بها، وفى سبيل تحقيق غاياته أنتهج الإنسان نهجاً غريباً، لم يراع التوازن البيئى، وبسبب عدم وعى الإنسان بديناميكية ذلك التوازن وسوء تقديره، نتج ذلك الفساد للبيئة بتلوثها والذى أحدثه ومازال يحدثه، فالماء لا يقل أهمية عن الهواء بالنسبة للإنسان ولمعظم الكائنات الحية، وليس هناك أبلغ وصفاً لأهمية الماء من قوله تعالى: "وجعلنا من الماء كل شئ حى"(٤)، ولذلك يعتبر أهم مركب كيميائى فى الكون، فهو المكون الأساسى لمعظم الكائنات الحية، إذ أن ثلثى وزن جسم الإنسان عبارة عن ماء، ويشكل الماء نسبة ٩٠% من دم الإنسان، كما أن نسبة من ٨٠% - ٩٠% من وزن كثير من الخضروات والفاكهة هو الماء.(٥)

وتمثل إدارة أخطار البيئة (التلوث المائى) أحد حقوق الإنسان الرئيسية فى الحفاظ على حق الحياة السليمة، وليس من حق أحد أن يهدد ذلك الإطار الذى يعيش الإنسان فيه ويمارس من خلاله حياته، لذلك زاد اهتمام العالم خلال السنوات القليلة الماضية بقضية حماية البيئة والتى أصبحت أحد أهم القضايا الدولية، وبصفة خاصة مع تنامى الشعور العالمى بأنها أصبحت التحدى الرئيسى للإنسان وبقائه وسعادته الحالية والأجيال القادمة، وقد جاء هذا الإهتمام لحماية البيئة متأخراً بعد أن زادت الخسائر المادية والبشرية نتيجة هذا التأخير، ومن الطبيعى ألا يكون هذا الإهتمام قادراً على وقف التدهور بصورة سريعة، ولكنه على الأقل يعنى أن هناك أملاً من أن يتحول هذا الإهتمام إلى تقليل معدلات التدهور والتأثير على الجهود الساعية إلى إبتكار المزيد من الأدوات المدمرة لصحة الإنسان وحياته.

٣- أهداف البحث :

لقد خلق الله سبحانه وتعالى الإنسان، ووفر له جميع احتياجاته اللازمة لاستقامة حياته على الأرض، ومن أهم هذه الاحتياجات ... الماء، حيث حفظه – سبحانه وتعالى – فى مخازن ضخمة وهى المحيطات والبحار، والتى تتميز بارتفاع نسبة ملوحتها حتى تحفظ هذا الماء من الفساد، ومن خلال هذه المحيطات والبحار وبواسطة عملية البخر، تكونت الأنهار والمجارى المائية العذبة والتى تفى بحاجات الإنسان من الشرب والزراعة وتربية الحيوانات، ولكنه الإنسان بيده وحده؛ ذهب يصرف نفايات مصانعه وصناعته وما تحويه من مخلفات فى مجارى الأنهار العذبة فلوثتها، ودمر ما فيها من حياة، ولم يكتف بهذا، بل ذهب ووجه مياه الصرف الصحى إلى تلك المنابع الصافية، وإذا كان ذلك مثال للطريقة المباشرة للتلوث، فإن الطرق الغير مباشرة كثيرة ومتعددة وهى لا تقل خطورة، ومن أمثلة ذلك "المطر الحمضى" نتيجة نشاط الإنسان وحضارته.

لذلك يهدف البحث إلى إدارة خطر تلوث المياه من خلال، اكتشاف الخطر والتعرف على مسببات التلوث المائى، ثم قياس الخطر بتحديد الخسائر الناتجة عن التلوث المائى، وأخيراً تحليل الخطر وذلك بتحديد متطلبات مواجهته وطرق مجابهته.

٤- فروض البحث :

فى ضوء نتائج الدراسة الاستطلاعية وتحديد المشكلة وأهداف البحث يمكن صياغة فروض الدراسة لكى يمكن اختبار العلاقات المتوقعة بين المتغيرات التى تحت الدراسة، وتتمثل تلك الفروض فى الآتى:

/١- تختلف مسببات التلوث المائى جوهرياً وفقاً لاختلاف المكان المتوفر فيه المياه النقية الصالحة للاستخدام الآدمى.

/٢- قبول الأفراد والهيئات والمؤسسات لوسائل الوقاية والمنع وتجنب الخطر يقلل نسب التلوث المائى.

/٣- تختلف مسببات وعوامل التلوث المائى وفقاً لاختلاف المستوى الإقتصادى والإجتماعى والثقافى للأفراد.

/٤- مدى تفهم الأفراد للأضرار والخسائر الناتجة عن تلوث المياه وإمكانية تقديرها للتعرف على جسامة الظاهرة.

/٥- يرجع فقد الوعى بأخطار تلوث المياه إلى عدم وجود أسلوب أو طريقة رياضية كمية دقيقة لتقدير تلك الأضرار والخسائر من جراء هذا التلوث.

- أسلوب ومنهج الدراسة :

/١- الدراسة المكتبية:

شملت الدراسة المكتبية الإطلاع على المؤلفات والدوريات والأبحاث العربية الأجنبية المتعلقة بموضوع تلوث البيئة وخاصة التلوث المائى، كذلك شملت دراسة المكتبية الإطلاع على البحوث والتقارير المتعلقة بالأضرار والخسائر التى تج من تلوث المياه ليكون هناك سياسة واضحة لمجابهة خطر التلوث المائى.

/٢- الدراسة الميدانية :

سوف يقوم الباحث بتقديم نتائج بعض التجارب المعملية البسيطة التى يمكن اسطتها التعرف على أهم ملوثات المياه، من خلال مسح بالعينات لبعض

محافظات الجمهورية (المنوفية – القاهرة الكبرى)، وأخذ عينات من المياه المعدة للاستخدام الآدمى وذلك لإثبات مدى تلوث المياه من عدمه، تمهيداً لقياس خطر التلوث المائى وكيفية مجابهة هذه المشكلة.

٦- منهجية البحث والدراسة :

اختار الباحث المنهج الوصفى وهو أحد مناهج البحث العلمى، ويتبع لوصف الأحداث والظواهر لهذا البحث ومشكلة التلوث المائى والتى نحن بصددها، وأيضاً المنهج الإستقرائى والمنهج الإستنباطى لقياس الخطر موضوع البحث.

٧- حدود الدراسة :

يدور البحث فى إطار حدود زمنية وأخرى مكانية؛ وهو ما سوف يتم تناوله فيما يلى:

١/٧- الحدود الزمنية :

يغطى البحث فترة ستة شهور تبدأ من شهر يناير ٢٠٠٥ وتنتهى فى آخر يونيو ٢٠٠٥، وقد تم اختيار تلك الفترة لتوافر البيانات الإحصائية وتكامل المعلومات، والاهتمامات حيث خصص اليوم الخامس من شهر يونيو من كل عام "يوم البيئة العالمى"، لتقييم ما تم إنجازه فيما يخص البيئة بصفة عامة، وما يمكن إتباعه فى المستقبل لمجابهة أخطار البيئة.

٢/٧- الحدود المكانية :

ينحصر البحث على مساحة مراكز محافظة المنوفية (الشهداء – الباجور – السادات)، وبعض أحياء القاهرة الكبرى (شبرا الخيمة – مصر الجديدة – الهرم).

٧- خطة الدراسة :

تتضمن الدراسة الموضوعات التالية مقسمة على النحو التالى:

مبحث الأول: ويتناول مقدمة الدراسة والتى تشمل تحديداً للمشكلة موضوع البحث وأهداف البحث وأهمية البحث وفروض البحث وأسلوب الدراسة وحدود ومنهجية البحث والدراسة ثم خطة الدراسة.

مبحث الثانى: مفهوم الملوثات ومعايرة وتقييم أثرها على تركيب المياه لاكتشاف أخطار التلوث.

مبحث الثالث: قياس خطر تلوث المياه باستخدام خرائط الرقابة الإحصائية والتطبيق على مناطق الدراسة.

مبحث الرابع: نتائج وتوصيات الدراسة.

المبحث الثانى

مفهوم الملوثات ومعايرة وتقييم أثرها على تركيب المياه لاكتشاف أخطار التلوث

١- خواص المياه النقية :

لكى نتعرف على ملوثات المياه لابد أن نعرف أولاً خواص المياه النقية، فالماء سائل شفاف عديم اللون والطعم والرائحة، وهو يتكون من عنصرى الهيدروجين (١١,٢% وزناً) والأكسجين (٨٨,٨% وزناً)، ويعبر عن الماء بالرمز H_2O ، ودرجة غليان الماء النقى هى 100°م، بينما نجد أن درجة انصهار الجليد هى صفرْم، والحرارة النوعية للماء هى واحد سعر لكل جرام ولكل درجة مئوية، وكثافة الماء هى ١جم/سم^{٣}، ويعتبر الماء أساس معظم المقاييس الطبيعية للمواد، ويزداد حجم الماء عند تجمده وتنقص كثافته، أى أن كثافة الجليد أقل من كثافة الماء، وتصل كثافة الماء إلى أقصى قيمة لها وهى ١جم/سم^{٣} عند درجة الحرارة 4°م ثم تبدأ بالانخفاض البطئ بارتفاع درجة الحرارة، ومما لا شك فيه أن لقوى الروابط الهيدروجينية التى تربط بين جزيئات الماء أكبر الأثر ويظهر هذا من خلال ارتفاع درجات غليان الماء وانصهار جليده، وأيضاً ارتفاع الحرارة الكاملة للغليان والانصهار، هذا بالإضافة إلى أن الماء النقى موصل ردئ للكهرباء ويتحلل كهربائياً إلى العنصرين المكونين له وهما الأكسجين والهيدروجين.(٦)

- التلوث المائى :

تبر التلوث من أقدم المشاكل البيئية وخصوصاً التلوث البحرى حيث ظهر مع جود الإنسان على وجه الأرض وذلك بما يلقيه الإنسان من مخلفات فى البحر أو جارى المائية، مما شكل ضرراً على الكائنات البحرية بشكل خاص وعلى مظهر العام للمسطحات المائية، وقد ظهرت هذه المشكلة وبدأت تزداد فى التضخم ذ القرن التاسع عشر مع ظهور المدن الحديثة والثورة الصناعية وإنشاء المصانع لى السواحل واستخدام التقنية الحديثة، وقد وجدت البيئة البحرية كأنسب الأماكن لقاء المخلفات السائلة أو الصلبة والتخلص منها، ومصادر التلوث البحرى متعددة متنوعة وأهمها الآن وسائل النقل البحرى، والمياه الساخنة، ومجارى الصرف صحى والمركبات الكيميائية، والمركبات المعدنية والمواد المشعة، هذا بالإضافة ى زيادة الكثافة السكانية وتنوع الأنشطة الزراعية والصناعية حيث فقدت لمسطحات المائية القدرة على التخلص من تلك الملوثات.

٢- تقسيم التلوث المائى :

ويمكن تقسيم تلويث المياه إلى قسمين رئيسيين هما:

الأول: تلويث المياه السطحية. الثانى: تلويث المياه الجوفية.

١/٢- تلويث المياه السطحية:

ويشمل هذا القسم تلوث الأنهار والبحيرات (المياه العذبة) وتلـوث البحـار المحيطات (المياه المالحة).

١/١/٣- تلويث الأنهار والبحيرات:

تختلف مصادر تلوث الأنهار والبحيرات وغيرها من المياه السطحية من حيث أهميتها البيئية أو سهولة التحكم فيها؛ ويمكن تقسيمها إلى قسمين هما:

أ- مصادر التلوث المحددة:

تشمل هذه المصادر للتلوث المصادر التى تصب فى المسطحات المائية عن طريق منافذ محددة المواقع، لذا يسهل التحكم فى هذا النوع من المصادر حيث يمكن قياس كميات المخلفات المتدفقة منها وتحديد خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، وبالتالى تحديد مقدار التلوث الناتج عن ذلك، كما تشمل هذه الملوثات أيضاً المخلفات الناتجة عن الصناعة والمخلفات الناتجة عن الصرف الصحى.

ب- مصادر التلوث غير المحددة:

تشمل هذه المصادر الملوثات التى تنتج عن مصادر منتشرة بحيث لا يمكن التحكم فيها مباشرة، وتشمل النفايات الناتجة عن النشاط الزراعى أو تلك التى تقذفها مياه السيول وتلقى بها فى المسطحات المائية، وتعد الحوادث التى تتعرض لها الشاحنات وأنابيب نقل السوائل الخطرة والتى تؤدى إلى تسرب الملوثات المختلفة ووصولها إلى المسطحات المائية خير مثال لمصادر التلوث غير المحددة، كغرق ناقلات البترول العملاقة أو تسرب النفط منها إلى المياه.

٢/١/٣- تلويث البحار والمحيطات:(٧)

يؤدى هذا النوع من التلوث إلى الإخلال بالإتزانات الحيوية التى تتحكم فى الحياة، ومما يزيد من خطورة تلوث البحار؛ تعدد مصادر التلوث وصعوبة سن

نين حماية البحار ضد التلوث وتطبيقها، فالبحار تطل عليها دول عديدة كما أنها وحة للملاحة الدولية.

ويمكن تقسيم مصادر تلوث البحار والمحيطات إلى خمسة أقسام:

مياه الصرف الصحى:

فى معظم مدن العالم؛ يتم تحويل مياه الصرف الصحى إلى المسطحات ائية ومنها البحار، كما أن معظم الصناعات القريبة من هذه المسطحات تلقى اياتها فيها، ويزداد خطر هذه العمليات إذا ضخت مياه الصرف إلى تلك سطحات دون معالجة مناسبة، وهو ما يحدث غالباً.

ـ- إلقاء النفايات فى عرض البحر:

مازالت معظم الدول الصناعية تتخلص من نفاياتها السامة وخاصة الإشعاعية إلقائها فى عرض البحار بواسطة السفن أو الطائرات أو بدفنها فى قيعانها أو جراء بعض التجارب النووية فى مناطق تحت سطح الماء.

ـ- محاولات استغلال البيئة البحرية:

إن النشاطات المختلفة التى يمارسها الإنسان فى التنقيب عن البترول والغاز طبيعى فى المناطق المغمورة بالماء قد تؤدى إلى تسرب الزيت إلى مياه البحار يجة أخطاء أو تعطيل أو حوادث.

د- النقل والملاحة البحرية:

لقد ساهمت الآثار البيئية والإقتصادية التى صاحبت حادثة ناقلة البترول "امكوكاديز" والتى أدت إلى تلوث الشواطئ الفرنسية عام ١٩٧٨م إلى تنبيه الرأى العام العالمى لحقيقة احتمالية حدوث التلوث البحرى دون آية ضوابط أو إجراءات صارمة لمنعها، بالإضافة لاستغلال السفن والناقلات عدم وجود قوانين بيئية فى المناطق الملاحية، فتقوم بغسل خزاناتها فى مياه البحرية، وقد صدر تقرير عن الأمم المتحدة أن الخطر الحقيقى لتلوث مياه الخليج العربى يكمن فى النفايات التى تلقيها ناقلات النفط والسفن التجارية التى تمر بالخليج يومياً.

هـ- التلوث بالنفط:

يعتبر التلوث بالنفط ومشتقاته من أهم الملوثات المائية وأوسعها إنتشاراً فى الفترة الأخيرة، ويمكن إيجاز أهم مصادر التلوث بالنفط فيما يأتى:

هـ/١- حوادث ناقلات البترول والسفن الأخرى.

هـ/٢- المصانع الشاطئية وخاصة مصافى النفط.

هـ/٣- مخلفات ناقلات البترول التى تفرغ مياه مستودعات التوازن.

هـ/٤- انفجار آبار البترول فى البحار.

٣/٣- تلوث المياه الجوفية:

حتى وقت قريب لم يكن ينظر إلى المياه الجوفية على أنها قابلة للتلوث كما هو الحال فى المياه السطحية، فقد كان الاعتقاد السائد أن التربة السطحية يمكنها إزالة الملوثات من المياه المتسربة إلى باطن الأرض عن طريق عمليات الترشيح

أو الامتصاص أو التحلل الحيوى، غير أن الشواهد التى تجمعت فى السنوات القليلة الماضية دلت على أن بعض المذيبات الصناعية والمبيدات الحشرية قد وجدت طريقها إلى طبقات المياه الحاملة، وهى الطبقات الجيولوجية التى تحوى الماء فى فجوات مادتها الصخرية، بحيث ينفذ ماؤها بسهولة وبكميات معقولة إلى الآبار والينابيع. ومن أهم مصادر تلوث المياه الجوفية ما يأتى:

٣/٢/١- العمليات الزراعية:

يؤدى الاستعمال المفرط للمبيدات الحشرية أو الأسمدة أو سوء التخلص من مخلفات الماشية إلى عدد من المشكلات، فتؤدى عمليات الرى وخاصة إذا لم تتوفر أنظمة الصرف إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن فى المياه الجوفية، كما تسبب الأسمدة الكيميائية زيادة النترات فى المياه الجوفية فتجعلها غير صالحة للشرب.

٣/٢/٢- آبار الحقن:

تستعمل آبار الحقن للتخلص من النفايات الصناعية والإشعاعية وغيرها من المخلفات فى الطبقات الجوفية العميقة كتلك الحاملة للمياه المالحة، وقد ينتج عن هذه العمليات تلوث الطبقات العلوية المنتجة لمياه الشرب نتيجة لتسرب الملوثات المحقونة عن طريق أنابيب التغليف أو عن طريق سريانها فى اتجاه الطبقات الحاملة عبر التصدعات فى الطبقات غير المنفذة، حيث أنها عبارة عن حفر عميقة تصمم على هيئة آبار تحت سطح الأرض تدفن بها النفايات.

٣/٢/٣- التخلص السطحى من النفايات:

حيث يتم دفن النفايات فى أماكن مخصصة على سطح الأرض، لذلك يتم وضع النفايات السائلة فى برك تخزين سطحية، ويعد حوالى ١٠% من هذه

النفايات الصلبة والسائلة مصدراً خطراً على صحة الإنسان وبيئته، حيث يؤدى هطول الأمطار وارتفاع منسوب المياه الجوفية وعدم عزل برك التخزين إلى تسرب بعض هذه المواد إلى الطبقات الحاملة للمياه العذبة.

٤- معايرة وتقييم أثر الملوثات على المياه السطحية والجوفية :[٨]

يعرف تلوث المياه، تبعاً لإصدارات هيئة الصحة العالمية عام ١٩٦١ بأنه عبارة عن أن "أى تغيير يطرأ على العناصر الداخلة فى تركيبه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بسبب نشاط الإنسان، الأمر الذى يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية والمخصصة لها أو لبعضها"، وعليه فتلوث الماء عبارة عن تغييرات فى خصائصه الطبيعية والبيولوجية والكيميائية تجعله غير صالح للشرب أو للإستهلاك المنزلى والصناعى والزراعى، وسوف نذكر بعض التجارب البسيطة التى يمكن بواسطتها التعرف على أهم ملوثات المياه وكيفية معايرتها وتقييم أثرها على المياه السطحية والجوفية، ويمكن تقسيم الملوثات إلى خمس مجموعات:

- تلوث المياه بالمجارى (الصرف الصحى).
- تلوث المياه بالمنظفات.
- تلوث المياه بالمواد المستهلكة للأكسجين.
- تلوث المياه بالنفط ومشتقاته.
- تلوث المياه بالعناصر المعدنية.

وسوف يتناول الباحث كل مجموعة بشئ من التفصيل للتعرف على ملوثات المياه ومعايرتها، تمهيداً لإكتشاف أخطار التلوث المائى ومدى إمكانية التحكم فيه.

٤/١- تلوث المياه بالمجارى (الصرف الصحى):

تحتوى مياه المجارى (الصرف الصحى) على الفضلات البشرية الصلبة والسائلة وروث الحيوانات ومياه المسالخ والمستشفيات ومعامل الدباغة ومخلفات المصانع والمنازل، وعندما تصل إلى المسطحات المائية فإنها تحمل معها مواد كيميائية متنوعة ومسببات العدوى من بكتيريا وفيروسات وطفيليات وملوثات أخرى لا حصر لها.

ويستدل على تلوث المياه بمياه الصرف الصحى والمخلفات البشرية بالكشف عن المجموعة البكتيرية المعروفة Colifrom bacteria ، ويعتمد مبدأ الكشف عن هذه المجموعة البكتيرية من خلال قدرتها على تخمير سكر العنب وإطلاق غاز ثانى أكسيد الكربون الذى بدوره ينتج وسطاً حمضياً يقوم بتحويل لو كاشف معين هو أزرق بروموثايمول Bromothymol blue من اللون الأخضر (اللون فى الوسط القاعدى) إلى اللون الأصفر (كدلالة على تحويل الوسط إلى حمضى).

وتدون النتائج فى الجدول التالى للحكم على تلوث المياه بمياه الصرف الصحى:

العينة	إنتاج غاز	إنتاج حمض	عدد البكتيريا/١سم٣
عينة غير مخففة			
عينة مخففة عشر مرات			
عينة مخففة مائة مرة			
عينة مخففة ألف مرة			

ووفقاً للمعايير القياسية للعينة من المياه الغير ملوثة بمياه الصرف الصحى، يمكن الحكم على العينات تحت الإختبار، وتتلخص تلك المعايير فيما يأتى:

أ- تعتبر العينات خالية من التلوث بمياه الصرف الصحى إذا كانت خالية من بكتيريا "الايشاريشاكولى".

ب- يجب أن يكون ٩٥% من عينات المياه المفحوصة خالية من بكتيريا "الكوليفورم".

ج- يجب أن لا يزيد عدد "الكوليفورم" فى كل من العينات الملوثة عن ١٠ كوليفورم/سم^{٣}.

د- يجب ألا يظهر الكوليفور فى عينتين متتاليتين من المصدر نفسه وإلا أعتبر ملوثاً بمياه الصرف الصحى.

٣/٤- تلوث المياه بالمنظفات:

تقسم المنظفات Detergents الصناعية، والمستخدمة فى أغراض التنظيف، تبعاً لتأينها فى الوسط المائى إلى: منظفات سالبة التأين؛ وهى غالباً تحتوى على أيونات الصوديوم، ومنظفات موجبة التأين؛ وهى غالباً ما تحتوى على أيونات الكلور أو البروم، ومنظفات أخرى لا تتأين فى الوسط المائى، وتعتبر المنظفات سالبة التأين من أنواع المنظفات الملوثة للمسطحات المائية، وتشمل على أكثر المنظفات الصناعية شيوعاً كالصابون والمساحيق والمنظفات السائلة وسلفونات البنزين القلوية Alkyl benzene sulphonate ، وتكون معظم هذه المنظفات رغوة بسبب إحتوائها على مركب سلفونات البنزين القلوية، ولهذه المنظفات آثار بالغة الضرر على حياة الكائنات الحيوانية والنباتية وكما أنها تقاوم

عمل البكتيريا فى تفتيت مخلفات الصرف الصحى وأكسدتها فى محطات المعالجة، ويصل عادة متوسط تركيز سلفونات البنزين القلوية فى مياه الصرف الصحى المنبعثة من المنازل والمجارى حوالى ٨ أجزاء من المليون، هذا التركيز العالى يكفى لأن يهلك العديد من الأسماك والحيوانات المائية الأخرى وخاصة القشريات.

وتعتمد طرق قياس تلوث المياه بالمنظفات الصناعية على أن أيوناتها السالبة تكون مركبات معقدة مع الكلوروفورم وأزرق الميثيلين عند الأس الهيدروجينى = ١٠ ، تزال الشوائب العالقة باستخدام حمض مخفف، بينما لا تتفاعل أيونات المنظفات الموجبة والأجزاء غير المتأينة بالطريقة نفسها، وتحسب درجة تركيز المنظفات من المعادلة الآتية:

$$\text{المنظفات (ملغم/لتر)} = \frac{\text{شدة الإمتصاص} \times ١٧٠,٩٥}{\text{حجم العينة تحت الدراسة}}$$

٣/٤- تلوث المياه بالمواد المستهلكة للأكسجين:

تشمل الفضلات على مواد عضوية متعددة تتحول إلى مركبات ثابتة تحت أثير البكتيريا الهوائية التى تستخدم الأكسجين الذائب فى الماء، ويؤدى ذلك إلى ص حاد فى الأكسجين الذائب فى الماء، الأمر الذى تنعكس على الكائنات حيوانية المائية والتى تموت أو تهجر المياه، كذلك يؤدى نقص الأكسجين فى الماء ى تنشيط البكتيريا اللاهوائية والتى تفكك المواد العضوية بالتخمر مما يؤدى إلى فن الماء، وتشمل هذه المجموعة إثنى عشرة مقياس للمواد المستهلكة للأكسجين.

٤/٣/١- قياس الأكسجين الذائب فى الماء:

إن تلوث مياه المسطحات المائية والمياه الجوفية أيضاً بمياه الصرف الصحى والملوثات العضوية وغير العضوية يؤدى إلى إستهلاك جزء من الأكسجين الذائب فى الماء أو كله أحياناً، وبديهى أنه لا توجد حياة بيولوجية فى الماء بدون أكسجين، كذلك ينبغى ألا يقل تركيز الأكسجين فى مياه الشرب عن ٢ ملغم/لتر حيث أنه ضرورى لتكوين طبقة حامية للأنابيب الموصلة للماء، كما يمكن إستخدام قياس الأكسجين الذائب عند تعرض الماء للتلوث الحرارى، حيث إن ارتفاع حرارة الماء يؤدى إلى نقصان تركيز الأكسجين الذائب الضرورى للبكتيريا الهوائية لتقوم بتفكيك المواد العضوية إذ أن ارتفاع الحرارة من 15م – 30م يؤدى إلى خفض تركيز الأكسجين بمعدل ٣% ، وارتفاع حرارة المياه يصحبه زيادة فى النشاط البيولوجى للكائنات المائية وزيادة الطلب على الأكسجين الذائب.

ويحسب تركيز الأكسجين الذائب وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{تركيز الأكسجين (ملغم/لتر)} = \frac{\text{حجم ثيوكبريتات الصوديوم} \times ٠,١ \times ١٠٠٠}{(ح_{١} - ح_{٢})}$$

حيث ح١ حجم عينة الماء

ح٢ حجم الجزء المالح من الماء (حجم كبريتات المنجنوز + حجم اليود القلوى).

٤/٣/٢- قياس الأكسجين الحيوى المستهلك:

تعتبر طريقة قياس الأكسجين الحيوى المستهلك Biological oxygen demand من أشهر الطرق للكشف عن كمية المواد العضوية الملوثة للماء والمستهلكة للأكسجين والتى تصل إلى المسطحات المائية من المخلفات الصناعية والبشرية ومشتقات النفط، إن أكسدة المواد العضوية الملوثة للماء، من قبل البكتيريا

يؤدى إلى استهلاك جزء من الأكسجين المذاب بالماء أو كله إلى الحد الذى قد تصبح معه الحياة البيولوجية شبه مستحيلة، ويعرف الأكسجين الحيوى المستهلك على أنه كمية الأكسجين المستهلك من قبل البكتيريا الهوائية لإتمام أكسدة المواد العضوية الملوثة للتر واحد من الماء.

ويقاس الأكسجين الحيوى المستهلك بقياس الأكسجين الذائب للمرة الأولى ثم تحضن العينة عند ٢٠ درجة مئوية لمدة خمسة أيام، ويقاس عند ذلك الأكسجين الذائب مرة أخرى، والفرق بين القياسين هو كمية الأكسجين الحيوى المستهلك ويرمز له بالرمز BOD_5^{20} ، ويبلغ الأكسجين الحيوى المستهلك للمياه الصافية حتى ٥ ملغم/لتر وتزداد قيمته مع زيادة تركيز المواد العضوية المستهلكة للأكسجين والملوثة للماء، وقد يرتفع إلى عدة آلاف كما هو الحال فى مياه المصانع، وكما أن كثيراً من المواد العضوية الملوثة للماء لا تدخل فى السلسلة الغذائية للبكتيريا الهوائية، كالمواد العضوية الصناعية التى لا تتفكك بيولوجياً، بالإضافة إلى أن بعض المواد العضوية الملوثة للماء تتفكك بشكل بطئ مما يعنى إستمرارية خطورتها على مدى سنين طويلة.

وبأخذ عينتين من الماء المراد دراسته، يقاس الأكسجين الذائب فى العينة (أ) وتدون النتيجة بينما تحضن العينة (ب) عند 20°م لمدة خمسة أيام، ثم يقاس الأكسجين الذائب فى العينة (ب) ويحسب الأكسجين الحيوى المستهلك باستخدام المعادلة التالية:

الأكسجين الحيوى المستهلك = الأكسجين الذائب فى العينة (أ) – الأكسجين الذائب فى العينة (ب) **(ملغم أكسجين/لتر)**

٤/٣/٣- قياس الأكسجين الكيميائى المستهلك:

الأكسجين الكيميائى المستهلك Chemical oxygen demand هو عبارة عن كمية الأكسجين المستهلك من قبل مركبات كيميائية مؤكسدة تقوم بأكسدة المواد العضوية الملوثة للتر واحد من الماء دون تدخل الكائنات الدقيقة بذلك، ويرمز لهذا القياس بالرمز COD ، ويحسب الأكسجين الكيميائى المستهلك من المعادلة التالية:

$$\text{الأكسجين الكيميائى المستهلك (ملغم أكسجين/لتر)} = \frac{(\text{أ} - \text{ب}) \times \text{س} \times \text{ص} \times ٨٠٠}{\text{ع}}$$

حيث أن:

أ = حجم كبريتات الأمونيوم الحديدوزى المستخدمة لمعايرة العينة الصورية.

ب = حجم كبريتات الأمونيوم الحديدوزى المستخدمة لمعايرة العينة تحت التحليل.

س = جزيئية محلول كبريتات الأمونيوم (٠,١ مول/لتر).

ص = عيارية محلول كبريتات الأمونيوم الحديدوزى.

ع = حجم العينة المستخدمة.

٤/٣/٤- تلوث المياه بالمواد الكيميائية العضوية:

تتلوث المسطحات المائية بمواد كيميائية عضوية متنوعة كمكونات النفط والمبيدات الحشرية ومبيدات النباتات والطحالب ومغذيات النبات ومركبات الفينول وغير ذلك، إن تلوث الماء بهذه المركبات يلحق أضراراً بالغة بالكائنات البحرية على طول امتداد السلسلة الغذائية بدءاً بالأسماك والقشريات ومروراً بالفقاريات

والطيور التى تعيش على الأسماك حتى تصل هذه المواد الكيميائية إلى جسم الإنسان وتتراكم فى أعضائه المختلفة، فقد دلت الدراسات فى كلية الطب البيطرى فى جامعة هانوفر ومحطة علم الطيور فى جزيرة هيلفولاند فى بحر الشمال على وجود الملوثات من المبيدات الحشرية ومبيدات النباتات البرية فى بيض الطيور التى تأكل الأسماكل مثل طيور الخرشنة والنورس، وأن تركيز مادة الـ دى . دى. تى زاد على ١٢ ضعفاً للحد الأعلى المسموح به عالمياً فى بعض المواد الغذائية.

إن هذه الملوثات لا تلبث أن تصل إلى الإنسان الذى يتربع على قمة السلسلة الغذائية، وقد دلت البحوث على ظهور بقايا هذه المبيدات فى ألبان الأمهات المرضعات مما يؤدى بلا شك إلى تراكمها فى الأجسام الدهنية وعظام ورئة وكلى وطحال ودم الأطفال حديثى الولادة، ومما لا شك فيه فإن تلوث المياه الجارية بالمواد الكيميائية سيؤدى إلى تلوث التربة الزراعية الأمر الذى سيترك أثراً واضحاً على خصوبة التربة والحيوانات.

٥/٣/٤- قياس تلوث المياه بالنترات (Bo_3):

تعتبر النترات Nitrate أحد نواتج تحلل المواد العضوية النيتروجينية بفعل بعض أنواع البكتيريا، التى تساعد فى الظروف الهوائية (عند أس هيدروجينى متعادل أو قريب من التعادل) على أكسدة أيونات الأمونيوم إلى أيونات النترات، كما أنه عند حصول البرق فإن ذلك يساعد على تحويل جزء من نيتروجين الجو إلى نترات لا تلبث أن تتساقط بعدها على المسطحات المائية، وكما تتلوث المياه بالنترات من خلال تلوثها بالأسمدة العضوية النيتروجينية. لقد حددت منظمة الصحة العالمية حداً أعلى لتركيز النترات بالمياه الصالحة للشرب بألا يزيد عن عشرة أجزاء من المليون، فإذا ما بلغ التركيز ٤٥ ملغم/لتر أدى ذلك إلى أعراض

سمية فى الإنسان، وتكمن خطورة النترات فى أن النترات فى حد ذاتها ليست خطيرة على صحة الإنسان والحيوانات الأخرى، إنما تنجم الخطورة من مشتقاتها التى يمكن أن تكونها الكائنات الدقيقة الموجودة فى القناة الهضمية. وتقاس شدة الإمتصاص عند ٤٢٠ نانوميتر ضد ٢٠ سم^{٣} من ماء خالى التأين، ويحسب تركيز النترات من خلال منحنى بيانى لعينات قياسية تحضر بإذابة ٢,٧٤ غم نترات الصوديوم فى ٢٠ سم^{٣} من محلول كلوريد الزئبقيك المشبع فى ٥٠٠ سم^{٣} ماء خالى التأين وهذا يعطى تركيز ٢ ملغم/لتر.

٦/٣/٤- قياس تلوث المياه بالنتريت (NO_2):

يتكون أيون النتريت نتيجة عملية الأكسدة التى تتعرض لها المواد العضوية النتروجينية الملوثة للماء، هذا ويشير وجود أيونات النتريت فى الماء بتركيز عال على تلوث حديث حصل للمياه بالمواد العضوية النيتروجينية، وتتكون النتريت من الأمونيا الذائبة فى الماء وفى وجود الأكسجين الذائب والبكتيريا الهوائية، وكما تتكون فى الظروف غير الهوائية بتأثير بعض أنواع من البكتيريا المكونة للنتريت من النترات الملوثة للماء، وكما تتلوث المياه بالنتريت من مخلفات الصناعات الغذائية حيث تستخدم كمواد حافظة ومواد مقاومة للصدأ وعادة لا يزيد تركيز النتريت فى مياه الشرب عن ١٠٠ ميكروجرام/لتر، وتستخدم طريقة "كريس وإلسوفى Gress - Ilsovay" للكشف عن تلوث الماء بالنتريت، وهى طريقة دقيقة يمكن القياس بها حتى ٥ ميكروجرام نترات / لتر ماء.

وتقاس شدة الإمتصاص عند ٥٢٥ نانوميتر باستخدام محلول الاختبار الصورى، وذلك لتحديد نقطة صفر الإمتصاص ثم تحسب كمية أيونات النتريت الموجودة باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{النتريت (ملغم/لتر)} = \frac{\text{شدة الإمتصاص} \times ٨,٤٤١}{\text{حجم العينة المدروسة}}$$

٤/٣/٧- قياس تلوث المياه بالنشادر (NH_3):

المصدر الأساسي لتلوث المياه بالنشادر هو تحلل كل من مادة البولة Urea وبقايا النباتات والبروتينات الحيوانية في ظروف غير هوائية، كذلك تشكل الأسمدة النيتروجينية مصدراً رئيسياً في تلوث المياه بالنشادر، وتخلو عادة المياه السطحية من أي تركيز للنشادر، وإن وجدت فهي دلالة على وجود تلوث، بينما تحتوي المياه الجوفية على تراكيز منخفضة منه بسبب عمليات الإختزال الطبيعية من قبل البكتيريا، وتحسب كمية النشادر باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{تركيز النشادر (ملغم/لتر)} = \frac{\text{شدة الإمتصاص} \times ١١٠ \times ٢٥٠}{\text{س} \times \text{ص}}$$

حيث أن:

س = حجم عينة الماء تحت التحليل (١٠٠ سم^٣).
ص = حجم الجزء المستخدم بعد التقطير (١٠ سم^٣).

وهناك طرق أخرى لقياس تركيز النشادر بالماء مثل طريقة الأندوفينول In-dophenol حيث تتفاعل النشادر مع فينات الصوديوم Sodium phenate والهيبوكلوريت Hypochlorite مكوناً مركباً أزرق اللون.

٨/٣/٤- قياس تلوث المياه بالفوسفات (Po_x):

تعتبر المنظفات الصناعية التى تحملها مياه الصرف الصحى من أخطر مصادر تلوث المياه بمركبات الفوسفات غير العضوية، بينما تشكل المخلفات البيولوجية وبقايا الغذاء والأسمدة الكيميائية الفوسفاتية مصدراً لتلوث المياه بالمركبات الفوسفاتية العضوية، كذلك تستخدم مركبات الفوسفات المكثفة فى المياه المستخدمة للتبريد وبخاصة المنشآت المقامة على ضفاف المسطحات المائية، ومن هذه المركبات حمض الفوسفوريك الميثيلينى وثانى حمض الفوسفوريك - هيدروكسى الأثيلين، وهذه المركبات تشكل مصدراً آخر لتلوث المياه بالمركبات الفوسفاتية غير العضوية، فتحتاج الكائنات الحية إلى الفوسفات من أجل البناء والنمو ولكن عندما تتلوث المسطحات المائية بتراكيز عالية من المواد الفوسفاتية، فإن ذلك يؤدى إلى أضرار بالغة؛ أهمها ما ينتج بسبب الإغناء غير الطبيعى للمستنقعات والمسطحات المائية الضحلة بمركبات الفوسفات التى تؤدى إلى ما يعرف بعملية التسارع البيولوجى، حيث تنمو النباتات المائية بشكل كثيف تطغى على الكائنات الحيوانية ومن ثم تستهلك الأكسجين المذاب أثناء تحلل هذه النباتات داخل المياه. ويحسب تركيز الأورثوفوسفات تبعاً للمعادلة التالية:

$$\text{الأورثوفوسفات (ملغم/لتر)} = \frac{\text{شدة الإمتصاص} \times ٣٥,٨٨}{\text{حجم العينة تحت الدراسة}}$$

وهذه الطريقة خاصة بالكشف عن الأورثوفوسفات، ولقياس تركيز الفوسفاتات الكلية Total phosphate فإنه يتم تحويل كل من بيروفوسفات وميتافوسفات، باستخدام الأوساط الحمضية والحرارة المرتفعة أو بوساطة الأكسدة بالأشعة فوق البنفسجية إلى أورثوفوسفات.

٩/٣/٤- قياس تلوث المياه بالكبريتات ($So_4^=$):

تتلوث المياه بمركبات الكبريتات الناتجة من المخلفات الصناعية خاصة المستخدم بها حمض الكبريتيك كما تتلوث من صناعة حمض الكبريتيك نفسه وصناعة بطاريات السيارات وغير ذلك، وقد حددت خدمة الصحة العامة الأمريكية تركيز الكبريتات فى مياه الشرب على أن لا يزيد عن ٢٥٠ ملغرام/لتر، أما إذا زاد تركيز الكبريتات عن ذلك فإنه يؤدى إلى تحلل الرصاص فى الأنابيب الناقلة للمياه فيتلوث الماء بملوث آخر أشد خطورة، ويقاس تركيز الكبريتات من المعادلة الآتية:

$$\text{الكبريتات (ملغم/لتر)} = \frac{\text{س} \times ١٠٠٠ \times ٠,٤١١٥}{\text{ص}}$$

حيث أن:

س = وزن كبريتات الباريوم.

ص = حجم العينة المستخدمة.

الثابت (٠,٤١١٥) = ملغرام كبريتات الباريوم الذى يحتوى على ٠,٤١١٥ ملغرام كبريتات.

وفى حالة تكون الراسب بكميات قليلة تؤخذ كمية كبيرة من ماء العينة (لتر مثلاً)، ومن ثم تبخر حتى حجم ١٠٠ سم^٣ ويجرى عليها التحليل على أن يراعى حجم العينة الأصلى عند إجراء الحسابات.

٤/٣/١٠- قياس ثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء:

لا يزيد تركيز ثانى أكسيد الكربون عادة عن ١٠ ملغم/لتر فى المياه السطحية، بينما تحتوى المياه الجوفية على تركيزات أعلى من ذلك، وليس لغاز ثانى أكسيد الكربون الذائب بمياه الشرب تأثيرات فسيولوجية على صحة الإنسان، ولكنه ذو خطورة بالغة على الكائنات المائية حيث تؤدى تراكيزه العالية إلى هلاك كثير من الأسماك والقشريات، كما يسبب تآكل قوارب الصيادين وشباكهم ويؤدى إلى صدأ الأجهزة والأدوات المستخدمة فى المياه، ويتم قياس غاز ثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء عن طريق معايرته، وذلك بحساب تركيز ثانى أكسيد الكربون الذائب فى لتر من ماء العينة وفقاً للمعادلة التالية:

ثانى أكسيد الكربون (ملغم/لتر) = المعيار الحجمى × ١٠

حيث أن:

المعيار الحجمى؛ هو عبارة عن أخذ ١٠٠ سم^{٣} من عينة الماء المراد فحصها، ثم يضاف إلى العينة عدة نقاط من كاشف فينولفثالين (٥ غم/لتر فى إيثانول معادل بمحلول ٠,٢٢٧ هيدروكسيد الصوديوم)، فإذا تكون لون وردى فهذا دليل على خلو العينة من ثانى أكسيد الكربون.

٤/٣/١١- قياس حموضة الماء Acidity :

تعرف حموضة الماء على أنها عدد مليغرامات هيدروكسيد الصوديوم المستهلكة لمعايرة لتر واحد من عينة الماء، فإن حموضة الماء دليل على

تأثيرها التأكلى وقد تكون الحموضة مؤشراً على تلوث الماء بأحماض عضوية كحمض الكربونيك أو أحماض معدنية أخرى كحمض الكبريتيك أو من زيادة فى تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون الذائب فى هذه المياه، وعند وجود تركيز عالى للكلور فى عينة ماء فإنه يضاف عدة نقط من محلول ٠,١ عيارى ثيوكبريتات الصوديوم حتى توقف هذا التأثير، وتقاس حموضة الماء تبعاً للمعادلة التالية:

$$\text{حموضة الماء (ميلمول/لتر)} = \frac{\text{س} \times \text{ص} \times ١٠٠٠}{\text{ع}}$$

حيث أن:

س = حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المستهلك.

ص = عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم المستخدم.

ع = حجم عينة الماء تحت الدراسة.

١٢/٣/٤- قياس قاعدية الماء Alkalinity :

تعرف قاعدية الماء على أنها عدد ميلمولات حمض الهيدروكلوريك المستهلكة لمعايرة لتر واحد من عينة الماء تحت الدراسة، فإن أهم الملوثات المسببة لقاعدية الماء هى الكربونات وبيكربونات والهيدروكسيدات، ولعل مياه الصرف الصحى والمخلفات الصناعية من أهم المصادر المسببة لقاعدية الماء، أما قاعدية الماء فتعد مؤشراً على تلوث المياه بالمخلفات البيولوجية والكيميائية، وتقاس القاعدية لعينة الماء والناجمة عن تلوث الماء بالكربونات والبيكربونات والهيدروكسيدات معاً تبعاً للمعادلة التالية:

$$\text{القاعدية القلوية (ميلمول/لتر)} = \frac{\text{أ} \times \text{ب} \times ١٠٠٠}{\text{جـ}}$$

حيث أن:

أ = حجم حمض الهيدروكلوريك المستخدم.

ب = عيارية حمض الهيدروكلوريك المستخدم.

جـ = حجم عينة الماء تحت الدراسة.

٤/٤- تلوث المياه بالنفط ومشتقاته:

تتكون مشتقات النفط بالأساس من ثلاث مجموعات من المركبات هى النفثينات أو البرافينات الحلقية، والألكانات أو البرافينات ومركبات عضوية عطرية، إن لتلوث المسطحات المائية بالنفط ومشتقاته آثاراً بالغة الخطورة وتأثيرات سمية على الكائنات المائية، ذلك أن النفط يطفو على سطح المياه ويشكل طبقة عازلة على سطح الماء تمنع تجدد الأكسجين مما يؤدى إلى هلاك كثير من الكائنات المائية نتيجة الإختناق، ويتسرب النفط إلى المسطحات المائية بالأساس من آبار النفط المنشأة فى عرض البحار، وكذلك من السفن وناقلات النفط العملاقة ، وتشير الدراسات إلى أن ٠,٥% من حجم ما تستهلكه البشرية من النفط يسبح فوق مياه البحار والمحيطات وتعادل هذه النسبة نحو عشرة ملايين طن سنويا ، ويشهد كل عام عشرات الحوادث لناقلات النفط وتسربه من الآبار.

وكانت النتيجة أن تكونت طبقة ذات مساحة شاسعة حبست الأكسجين عن الكائنات البحرية وهلك ما يربو على مائة ألف طائر وقعت فريسة لبقعة الزيت ، كما هلك مئات الألوف من الأسماك ومحار الماء وبلح البحر والنباتات المائية ، كذلك تشكل مخلفات السفن ومياه الموازنة فى ناقلات النفط أثناء عودتها مصدراً أساسياً فى تلوث المياه بمشتقات النفط وتشير الدراسات إلى أن مياه الموازنة فى

ناقلات النفط تحتوى عادة على أضعاف ما حددته منظمة IMO التابعة لمنظمة الأمم المتحدة وهو ١٥ جزء من المليون.

وعند قياس تلوث المياه بمشتقات النفط؛ تستخدم عدة طرق لقياس تركيز المواد الهيدروكربونية بما فيها مشتقات النفط الملوثة للماء، ولعل طريقة "كروماتوغرافيا السائل" من أدق الطرق الفعالة بعد فصل المواد غير الهيدروكربونية عن طريق إمتصاصها بواسطة السليكا المنشطة، ويحسب تركيز المواد الهيدروكربونية من النسبة بين مساحة كل من الذروتين باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{تركيز الهيدروكربونات (نانوغرام/لتر)} = \frac{\text{مساحة الذروة للعينة} \times ٤٠٠}{\text{مساحة الذروة لمحلول الفينانثرين}}$$

حيث أن:

مساحة الذروة = ارتفاع الذروة × عرض الذروة عند منتصف إرتفاعها

(باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا)

٥/٤- تلوث المياه بالعناصر المعدنية:

قد يتلوث الماء بإختلاطه ببعض العناصر المعدنية مثل الرصاص والزئبق والكادميوم ومعادن عالقة وبعض المعادن الذائبة والعوالق والترسبات والكلوريد وبعض المواد القابلة للأكسدة.

١/٥/٤- قياس تلوث المياه بالرصاص Lead :

تعد عوادم السيارات ومداخن المصانع مصادر رئيسية لمركبات الرصاص ، فيصل جزء من هذه المركبات بفعل الرياح والأمطار إلى المسطحات المائية كالأنهار والبحيرات والبحار، مما يؤدى إلى تراكم الرصاص فى أنسجة الكائنات المائية من طحالب وقشريات التى بدورها تصل إلى أنسجة الأسماك وبلح البحر

ومن ثم عبر السلسلة الغذائية إلى الإنسان، وتساهم كثير من الصناعات فى تلوث المياه بمركبات الرصاص مثل صناعة أعواد الثقاب وصناعات الطلاء والتلوين وصفائح المنازل والورق والقصدير وحروف الطباعة وغير ذلك من الصناعات المختلفة وبخاصة تلك التى تقذف بمخلفاتها فى المسطحات المائية.

كذلك تتلوث مياه الشرب بالرصاص من المخازن المعدنية التى يحتوى طلاؤها على مركبات الرصاص مثل كبريتيد الرصاص، ومع أن المياه الجوفية تكاد تخلو من الرصاص إلا أن المياه السطحية قد تحتوى على تراكيز من الرصاص تصل إلى ١٠ ميكروغرام/لتر، ويزداد هذا التركيز بسبب تآكل الأنابيب الموصلة لمياه الشرب، ولا يمكن استخدام الماء للشرب إذا زاد تركيز الرصاص فيه على ٥٠ ميكروغرام/لتر لما يترتب على ذلك من خطورة على صحة الإنسان، حيث يتراكم الرصاص فى العظام حالاً مكان الكالسيوم، وكما أنه يتراكم فى أنسجة الدماغ أيضاً مما يؤدى إلى عواقب وخيمة من تلف لأنسجة الدماغ بل يؤدى إلى الصرع أحياناً، ودلت الدراسات على تأثيرات سمية عندما يصل تركيز الرصاص الملوث للماء إلى ١٠٠ ميكروغرام/لتر.

ويحسب تركيز الرصاص فى عينة باستخدام منحنى بيانى قياسى لعدة تراكيز من محلول الرصاص القياسى، ويمكن قياس تركيز الرصاص عن طريق المعايرة بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم بعد إذابة كبريتيد الرصاص الملوث للماء بحمض النيتريك بينما تذاب كبريتات الرصاص وفوسفات الرصاص بخلات الأمونيوم ، ومن الطرق المشهورة لقياس تلوث المياه بالرصاص استخدام جهاز الإمتصاص الذرى والذى يعمل على تفتيت مركبات الرصاص الملوثة للماء بحرارة اللهب ، حيث تعطى ذرات الرصاص إذا وجدت وهجاً خاصاً يمكن قياسه باستخدام

مصباح خاص عند طول موجة ١١٧ نانوميتر، ويمكن حساب تركيز الرصاص بالمقارنة مع الخط البيانى لعينات قياسية.

٢/٥/٤- قياس تلوث المياه بالزئبق Mercury :

جميع مركبات الزئبق سامة للكائنات الحية، ولكن بتأثيرات متفاوتة، والمركبات العضوية أشدها سمية وخطورة ذلك لأن الجسم البشرى يلفظ معظم مركبات الزئبق غير العضوية عن طريق البول، ومن أشهر مركبات الزئبق العضوية السامة مركب ميثيل الزئبق وفنيل خلات الزئبقيك، تمتاز هذه المركبات بثباتها وقدرتها على التراكم داخل الأنسجة الحية.

وتتلوث المسطحات المائية بمركبات الزئبق من مصادر مختلفة أشهرها الصناعات المستهلكة للزئبق، كمصانع الكيماويات والأدوية وصناعات المعادن وكذلك مراكز الطاقة الكهربائية ومناجم التكرير والوقود الحجرى، كما تتلوث المياه بمركبات الزئبق العضوية بسبب الاستخدام غير المنظم بمضادات الفطريات والحشرات والنباتات، بالإضافة إلى ذلك مصادر الزئبق الطبيعية، ففى الأعماق البحرية مركبات معدنية مصدرها الإنفجارات البركانية وانجراف المياه القادمة حاملة معها الزئبق الموجود طبيعياً فى الصخور الخارجية.

وتكمن خطورة تلوث المسطحات المائية بمركبات الزئبق المختلفة إلى كانية كائنات دقيقة غير هوائية عديدة منها Clostridium Cochealeariun موجودة فى الترسبات المائية وتعمل على تحويل الزئبق إلى ثيل وثانى مثيل الزئبق شديدى السمية، وتعتمد بعض الطرق الشهيرة فى قياس كيز الزئبق على تحويل لون ثانى الثيزون المذاب فى رابع كلوريد الكربون

الأخضر إلى لون أصفر، تتناسب شدته طردياً مع تركيز الزئبق الملوث لعينة الماء.

٣/٥/٤- قياس تلوث المياه الكادميوم Cadmium :

يعتبر الكادميوم من ملوثات المياه الخطيرة بسبب خواصه التراكمية في أجسام الكائنات المائية، كالأسماك والقشريات، بل وفى أنسجة النباتات التى يستخدم فى ريها ماء ملوث بمركبات الكادميوم، ومن ثم يصل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية، وإذا زاد تركيز الكادميوم عن ٢٠٠ ميكروغرام/لتر فإن هذا التركيز يعتبر مميتاً لبعض أنواع الأسماك، كما أن تلوث مياه الشرب وما يتناوله الإنسان من الكائنات المائية الملوثة بالكادميوم ينشأ عنه أخطار كبيرة على صحة الإنسان فتسبب اضطرابات فى نمو الجسم وتغيير فى تركيب الدم، وقد يصل الأمر إلى الوفاة.

وقد حددت منظمة الصحة العالمية تركيز الكادميوم فى مياه الشرب على أن لا يزيد عن ١٠ ميكروغرام/لتر، وإذا تجاوز ذلك فيصبح غير صالح للاستخدام الأدمى، وتتلوث المسطحات المائية بمركبات الكادميوم نتيجة قذف المخلفات الصناعية فى المياه، وكذلك من تحلل طلاء الأنابيب الموصلة للمياه والمطلية بمركبات الكادميوم، وأيضاً نتيجة لتآكل بعض أنواع أنابيب البلاستيك المستخدمة فى توصيل المياه والتى يدخل فى تصنيعها بعض مركبات الكادميوم.

ويقاس تركيز الكادميوم الملوث للمياه من خلال تفاعله مع ثانى فنيل ثيوكربزون، وإذا تعذر إجراء التحليل مباشرة فإنه يجب إضافة ١,٥ سم^{٣} حمض نيتريك / لتر حتى يصبح الأس الهيدروجينى دون ٢ ، وعند ذلك يمكن حفظ العينة لمدة ستة أشهر فى درجة حرارة الغرفة، عند تحليل العينة المخزنة ينبغى أن يرفع

الأس الهيدروجينى إلى ٢,٥ وذلك باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم، ثم يحسب تركيز العينة من منحنى بيانى لعينات قياسية.

٤/٥/٤- قياس تركيز المعادن العالقة فى الماء:

وتحسب كمية المعادن العالقة فى عينة الماء المستخدمة تبعاً للمعادلة التالية:

$$\text{وزن المعادن العالقة (ملغم/لتر)} = \frac{\text{وزن الجفنة بعد الإحتراق – وزن الجفنة وحدها} \times ١٠}{\text{حجم عينة الماء المستخدمة}}$$

$$\text{نسبة تركيز المعادن العالقة} = \frac{\text{وزن المعادن العالقة}}{\text{وزن الترسبات العالقة}} \times ١٠٠$$

$$\text{نسبة تركيز المادة العضوية العالقة} = \left(١ - \frac{\text{وزن المعادن العالقة}}{\text{وزن الترسبات العالقة}} \right) \times ١٠٠$$

٤/٥/٥- قياس المعادن الذائبة فى الماء:

تشير بعض البحوث أنه يمكن استخدام أذن بعض الأسماك للكشف عن تلوث المياه بالمعادن الثقيلة التى تعيش فيها هذه الأسماك، كذلك تستخدم بعض أنواع الطحالب للكشف عن تلوث المستنقعات والمسطحات المائية بالعناصر المعدنية مثل الزئبق والرصاص والكادميوم والقصدير، ومن أشهر الطحالب المستخدمة فى مثل هذه الدراسات طحالب Angiospers و Bryophytes ، وكما أن عائلات معينة من الطحالب تستخدم أنواعها لدراسة المعادن الثقيلة الملوثة للماء والتى تترسب فى أنسجة هذه الطحالب، من هذه العائلات مثلاً:

Ericacea و Caryophyllaceal Crucifera .

٤/٥/٦- قياس تلوث المياه بالعوالق والترسبات:

ترسب جزيئات التربة والصخور فى المسطحات المائية بعد إنجرافها بوساطة الجداول وأثناء الفيضانات، ويؤدى وجود هذه الترسبات وعوالقها فى المياه إلى تقليل عمق المسطحات المائية وحجب الإضاءة الضرورية لنمو بعض النباتات المائية وبعض الكائنات الحيوانية كالأسماك وبعض أنواع القشريات، هذا بالإضافة إلى إغناء المياه بمواد عضوية تستهلك جزءاً كبيراً من الأكسجين الذائب التى تتحلل إلى شوائب تلوث المياه وتؤثر على الحياة البيولوجية، كما تضيف نشاطات الإنسان العابثة بالبيئة ترسبات صناعية كمخلفات النايلون والبلاستيك ومخلفات أدوات الصيد ونفايات شباك الصيد التى تلقى فى المسطحات المائية وتسبب هلاك ملايين الطيور والسلاحف والحيتان.

وعند قياس تركيز المواد العالقة بالمياه فإنه يجب إجراء التحليل فوراً حال أخذها من مصدرها، وإذا تعذر ذلك فإنه يمكن خزنها عند درجة حرارة 4°م أو دون ذلك على أن يتم التحليل خلال أسبوع، إن تركيز الترسبات العالقة فى الماء يعطى مؤشراً على ما تحتاجه هذه المياه من طرق معالجة حتى تتخلص من هذه الملوثات خاصة عند معالجة مياه الصرف الصحى، ويمكن قياس تركيز العوالق بالماء عن طريق الطيف الضوئى أو عن طريق الترشيح، ويحسب تركيز المواد العالقة من المعادلة التالية:

$$\text{وزن الترسبات العالقة (ملغم/لتر)} = \frac{\text{وزن ورقة الترشيح مع الترسبات} - \text{وزن ورقة الترشيح} \times (١٠)^{٦}}{\text{حجم عينة الماء المستخدمة}}$$

٤/٥/٧- قياس تلوث المياه بالكلوريد:

تتلوث المياه بأملاح الكلوريدات من مصادر عديدة أهمها مياه الصرف الصحى، حيث يحتوى بول الإنسان على كمية عالية من الكلوريدات، لذلك فإن التركيز العالى للكلوريد فى المسطحات المائية يكون عادة مؤشراً على تلوثها بمياه

الصرف الصحى، هذا بالإضافة إلى أن زيادة تركيز أملاح الكلوريدات فى المياه الجوفية وإغنائها بهذه الأملاح بسبب ظروف طبيعية، يجعلها غير صالحة لبعض الإستعمالات، وليس للتركيز العالى للكلوريدات أضرار سمية على الإنسان، وقد حدد تركيز الكلوريدات فى مياه الشرب بأن لا يتجاوز عن ٢٥٠ ملغم/لتر بسبب تأثير أملاح الكلوريدات على طعم الماء وليس بسبب تأثيراته البيولوجية على الإنسان، إلا أن لأملاح الكلوريدات آثاراً خطيرة على النباتات المائية وعلى الكائنات الحيوانية التى لا تعيش إلا فى المياه العذبة وكذلك تسبب أملاح الكلوريدات تآكل المعادن خاصة الأنابيب الناقلة للمياه الملوثة بهذه الأملاح.

ويتم قياس تركيز الكلوريدات الملوثة للماء بعدة طرق منها طريقة المعايرة لكلوريد الفضة الناتج من تفاعل أيونات الفضة مع أيونات الكلوريد، ويحسب تبعاً للمعادلة التالية:

$$\text{تركيز أيونات الكلوريد (ملغم/لتر)} = \frac{\text{المعيار الحجمى} \times ١٠٠}{\text{حجم العينة تحت الدراسة}}$$

٨/٥/٤- قياس تلوث المياه بالمواد القابلة للأكسدة:

يقاس تركيز المواد الملوثة للماء القابلة للأكسدة بطريقة قياس قيمة برمنجنات البوتاسيوم المستهلكة فى عملية الأكسدة، فيعطى هذا الفحص دلالة على درجة تلوث المياه ببعض المواد العضوية كمخلفات النباتات السليلوزية ومركبات الفينول التى تلوث المياه والناتجة من مخلفات مصافى النفط وبعض الصناعات، كذلك يعطى قياس ومؤشراً عن الدرجة التى وصلت إليها عملية الاضطراد البيولوجى أو

عملية التسارع البيولوجى فى المسطحات المائية وخاصة المستنقعات الضحلة ، ويحسب تركيز المواد المؤكسدة تبعاً للمعادلة التالية:

$$\text{تركيز المواد المؤكسدة (ملغم/لتر)} = \frac{\text{س} - \text{ص}}{\text{ع}} \times ٢٠٠$$

حيث أن:

س = المعيار الحجمى للعينة الصورية.

ص = المعيار الحجمى للعينة تحت الدراسة.

ع = عينة الماء تحت الدراسة.

(س – ص) = كمية المواد المؤكسدة المستهلكة فى أكسدة المواد العضوية الملوثة للماء والقابلة للأكسدة.

يتضح مما سبق أن مشكلة تلوث المياه والتى قد شملت مختلف بقاع العالم وتأثر بها، وكان نتاج ذلك حسب ما نشرته إصدارات هيئة الصحة العالمية، أن كل عام يموت قرابة ١٥ مليون طفل بسبب المياه الملوثة، كما أصبح حوالى ١٨٠ ألف نوع من الحيوانات وحوالى ١٠ آلاف نوع من النباتات معرضة لأخطار تلوث المياه، هذا بالإضافة إلى أن نوعية المياه المستخدمة لأغراض مختلفة تتدهور بفعل التلوث إلى درجة قد تصل إلى عدم القدرة على استخدام هذه المياه فى النشاط الإقتصادى والإنتاج الغذائى، كذلك أدى تلوث المياه إلى قتل الحياة البيولوجية وتهديدها بالهلاك فى كثير من المسطحات المائية.

المبحث الثالث

قياس خطر تلوث المياه باستخدام خرائط الرقابة الإحصائية[٩] والتطبيق على مناطق الدراسة

لقد عرف الإنسان تطوراً علمياً وتكنولوجياً لم يعرف له مثيل من قبل، وكان من نتائجه اختلال فى نظم البيئة نتيجة لما أدخله الإنسان فى البيئة من ملوثات لم تكن معروفة من قبل، مما تسبب فى إيجاد إنهيار جزئى أو كلى لبعض النظم ، وتتمثل هذه الملوثات فى مخلفات المصانع ووسائل المواصلات، وفى استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات الأخرى، واستخدام التفجيرات والمفاعلات النووية إلى غير ذلك من الملوثات. وقد سبق وأن ذكرنا أن الماء يصبح ملوثاً إذا تغيرت صفاته الطبيعية وأصبح ذا لون أو طعم أو رائحة أو احتوى على كائنات حية تؤثر على حياة الكائنات الحية الأخرى المستفيدة من هذا الماء.

ويعتبر تلوث المياه أحد نتائج لجوء الإنسان إلى الوسائل السهلة للتخلص من فضلاته، وذلك عن طريق إلقائها فى المياه، وتستطيع المياه وجزيئاتها أن تستوعب وتفتت هذه الملوثات إلى حد معين عن طريق التفاعلات البيولوجية، علماً بأن أى نظام بيئى لا يمكن أن يتحمل أكثر من طاقته، وعندما يصل النظام البيئى إلى نقطة معينة ينهار كل شئ؛ والنتيجة هى تلويث الأجسام والجزيئات فى المياه وقتل جميع الكائنات الحية فى النظام المائى.

والجدول التالى (جدول رقم ١) يتضمن أهم الملوثات للمياه والتى سبق قياسها منفردة مع ترميزها حسب ترتيبها، لكى تسهل عملية تقدير وقياس خطر تلوث المياه بصفة عامة.

الجدول رقم (١)

بيان أهم ملوثات المياه والرموز المقابلة لكل منهم تمهيداً لقياس خطر التلوث المائى

مسلسل	ملوث المياه	الرمز البحثى
١	تلوث المياه بالمجارى (الصرف الصحى).	X_1
٢	تلوث المياه بالمنظفات.	X_2
٣	تلوث المياه بالمواد المستهلكة للأكسجين:	
١/٣	الأكسجين الذائب فى الماء.	X_3
٢/٣	الأكسجين الحيوى المستهلك.	X_4
٣/٣	الأكسجين الكيميائى المستهلك.	X_5
٤/٣	تلوث المياه بالمواد الكيميائية العضوية.	X_6
٥/٣	تلوث المياه بالنترات.	X_7
٦/٣	تلوث المياه بالنتريت.	X_8
٧/٣	تلوث المياه بالنشادر.	X_9
٨/٣	تلوث المياه بالفوسفات.	X_{10}
٩/٣	تلوث المياه بالكبريتات.	X_{11}
١٠/٣	تلوث المياه بثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء.	X_{12}
١١/٣	قياس حموضة الماء.	X_{13}
١٢/٣	قياس قاعدية الماء.	X_{14}
٤	تلوث المياه بالنفط ومشتقاته.	X_{15}
٥	تلوث المياه بالعناصر المعدنية:	
١/٥	تلوث المياه بالرصاص.	X_{16}
٢/٥	تلوث المياه بالزئبق.	X_{17}
٣/٥	تلوث المياه بالكادميوم.	X_{18}
٤/٥	تلوث المياه بالمعادن العالقة فى الماء.	X_{19}
٥/٥	تلوث المياه بالمعادن الذائبة فى الماء.	X_{20}
٦/٥	تلوث المياه بالعوالق والترسبات.	X_{21}
٧/٥	تلوث المياه بالكلوريد.	X_{22}
٨/٥	تلوث المياه بالمواد القابلة للأكسدة.	X_{23}

المصدر: تم ترميز الملوثات وإعداد الجدول بمعرفة الباحث.

يتضح من الجدول رقم (١) حصر أهم ملوثات المياه والرموز التى أعطيت لهذه الملوثات تمهيداً لقياس خطر تلوث المياه باستخدام خرائط الرقابة الإحصائية، كأحد الطرق الأساسية فى الإحصاء لكى تتيح الفرصة لتفهم طبيعة وتأثير الملوثات للمياه من خلال الدراسة للاختلاف فى البيانات.

١- خرائط الرقابة الإحصائية :

خريطة الرقابة هى خريطة بيانية يظهر بها حدود عليا ودنيا لتشير إلى مدى الاختلاف الذى يحدث نتيجة لتأثيرات أسباب التلوث، وهناك خط مركزى يشير إلى قيمة المتوسط العام، وحدود الرقابة تتحدد بتسجيل نواتج العينة التى تسحب من عملية التكرير ويفترض فيها أنها مستقرة، والغرض من خريطة الرقابة هو أن تشير بوضوح إلى مدى الاختلافات التى يمكن أن يتوقعها فى المستقبل القريب، إذا بقيت العملية مستقرة، وأن توضح متى تصبح العملية غير مستقرة، أى الإشارة إلى وجود اختلافات ترجع إلى أسباب غير عادية.

٢- استخدام خرائط الرقابة الإحصائية :

يمكن استخدام خرائط الرقابة فى تقييم نتائج العملية والتى نحن بصددها وهى عملية تكرير المياه، ومدى إستقرار معالم أو مؤشرات العملية وذلك عن طريق استخدام معلمات عملية التكرير وهى (μ و σ و π) ومقارنتها بخرائط الرقابة والتى سوف تعتمد على الإحصائيات المماثلة وهى ($\bar{X}$ و S و P) ، فإن الاستخدام المنتظم لخرائط الرقابة يعطى أساس قوى وبسيط لإستقرارية وتحسن العمليات، ويمكن أن يكون هناك اختلافات بين النواتج مثل المتوسط والنسب والتباين والتى تحدد بصفة معينة، حيث يتم اختيار وبصفة منتظمة عينات صغيرة

من النواتج، وبتتبع مسلك أو مسار إحصاء مناسب (μ أو σ أو π) على خريطة الرقابة، يمكن تحديد ما إذا كانت العملية مستقرة أم لا، فخرائط الرقابة التى تعد بغرض تعقب الإستقرار فى كل من المتوسط والتباين والنسبة لها خصائص محددة والتى يمكن التعرف عليها فيما بعد.

٣- خصائص خرائط الرقابة الإحصائية :

يعتمد تكوين خرائط الرقابة على العينات الدورية من العملية التى تنتج قيم الإحصاء محل الإهتمام، حيث تحتوى خرائط الرقابة على خط مركزى يمثل قيمة المعلمة (μ أو σ أو π للتلوث) للعملية المستقرة، وعادة يتم تحديد الحدود الدنيا والعليا من القيم السابقة للإحصاء المشاهد عندما يعتقد أن العملية أصبحت مستقرة ، وأفضل طريقة عملية للوصول إلى حدود التحكم العليا والدنيا هو أخذ ثلاث وحدات من الخطأ المعيارى أعلى وأسفل متوسط الإحصاء محل الإهتمام، ومن الشائع أن يتم الإشارة إلى ذلك بحدود (3σ Three – Sigma) .

والشكل الذى يتغير به قيمة الإحصاء على مر الزمن يوضح ما إذا كان يمكن إعتبار العملية مستقرة أم لا، فإذا كانت العملية مستقرة، فيجب أن تظهر خرائط الرقابة شكلاً لا يمكن التمييز من خلاله بين قيم الإحصاء، بمعنى آخر يجب أن تظهر القيم سلوكاً عشوائياً، مع إقتراب الغالبية العظمى من هذه القيم من الخط المركزى، حيث توجد بعض القيم أعلاه وتوجد بعض القيم الأخرى أسفله، مع عدم وجود القيم المتزايدة أو المنخفضة فى المدى الطويل، وكل القيم توجد بين حدود التحكم العليا والدنيا، وبذلك يتضح سبب توقع أن العملية المستقرة هى التى تظهر بهذا الأسلوب، فإذا كانت العملية مستقرة، فيمكن التنبؤ بسهولة بسلوكها لأن الاختلاف الوحيد الموجود يكون بسبب العوامل الطبيعية أو المعتادة داخل العملية.

وعلى الجانب الآخر، التذبذب المتسق للقيم أعلى وأدنى الخط المركزى (الشكل المتعرج) والتتابع الطويل غير المعتاد للقيم أعلا وأدنى الخط المركزى، أو القيم خارج حدود التحكم، كل هذا يوحى بوجود أسباب للاختلاف يمكن تحديدها؛ وهكذا تكون العملية غير مستقرة.

٤- المجموعات الفرعية المنطقية :

إن اختيار عينات صغيرة عند فترات زمنية منتظمة، حيث وحدات المعاينة داخل عينة محددة تكون قد انتجت فى نفس الوقت تقريباً وتحت نفس الظروف ؛ تسمى بطريقة المجموعات الفرعية المنطقية Rational Subgroups ، فعندما ندرس سلوك عملية تكرير المياه؛ فإننا نبحث عن الاختلاف فى نواتجها ونحاول أن نحدد الأسباب، هذا بالإضافة إلى الإهتمام بتوصيف الاختلاف بين نواتج العملية فى وقت معين، وفى نفس الوقت الإهتمام أيضاً بالاختلاف بين نواتج العملية عبر الزمن، ولإجراء ذلك يتم أخذ عينة صغيرة من النواتج فى نفس أوقات المقارنة كلما أمكن ذلك ونعيد الاختيار لمثل هذه العينات على فترات منتظمة ، واختيار فترات المعاينة يتم بطريقة شخصية وذلك لتمييز نوع الاختلاف الذى يمكن أن يظهر فى عملية التحليل والتكرير على مدى فترة ضيقة إلى حد ما من الوقت، وإعتماداً على المعلومات المتاحة عن المياه، وهذه العينات الدورية هى مجموعات فرعية منطقية أو معقولة، وعلى الرغم من أنه لا يمكن إعتبار أن هذه المجموعات هى عينات عشوائية بحتة، إلا أنها تعطى قيم الإحصاء محل الإهتمام ، وذلك لوضعها على خريطة الرقابة لتقييم مدى إستقرار عملية تنقية المياه من لملوثات.

٥- خرائط الرقابة للمتوسط والاختلاف لمخرجات العملية (خرائط $\bar{X}$ و S) :

تستخدم خريطة $\bar{X}$ لتقييم إستقرار العملية بالنسبة لمتوسط النتائج، وكما يدل الأسم، فإن الخريطة $\bar{X}$ هى رسم بيانى لقيم الإحصاء $\bar{X}$ الناشئة عن المجموعات الفرعية المنطقية، حيث يتم تحديد حدود التحكم العليا والدنيا مع الأخذ فى الإعتبار الخطأ المعيارى لقيم $\bar{X}$ عندما تكون العملية مستقرة، وتستخدم خريطة S لتقييم مدى إستقرار العملية بالنسبة للاختلاف، وكما يمكن أن نتوقع خريطة S هى عبارة عن رسم بيانى لقيم الإنحراف المعيارى للعينة S ، حيث يتم تحديد الحدود العليا والدنيا مع الأخذ فى الإعتبار الخطأ المعيارى لقيم S عندما تكون العملية مستقرة، وفى الوقت نفسه لتقييم الاختلافات.

وفى تكوين خرائط $\bar{X}$ و S ؛ توجد حالتين هما:

أ - المتوسط والإنحراف المعيارى للعملية قيم معلومة.

ب- المتوسط والإنحراف المعيارى للعملية قيم غير معلومة.

ويرى الباحث أن الحالة الثانية رقم (ب) هى الأنسب لموضوع البحث، نظراً لأننا بصدد تحليل المياه ومدى تواجد ملوثات فيها، فليس لدينا المتوسط أو الإنحراف المعيارى لهذه العملية. ومن الواقع العملى أن معظم العمليات تخضع لهذه الحالة وتحتاج إلى تقدير لهذه القيم.

وسوف نأخذ بعين الإعتبار إنشاء خرائط لقيم $\bar{X}$ وقيم S عندما تكون قيم معلمات العملية μ و σ غير معلومة، ونظراً لأننا نحتاج إلى إنشاء الخط المركزى وكذلك حدود الرقابة العليا والدنيا، لذلك لا يمكن أن تعتمد تقديراتنا على عينة واحدة فقط، ولا يجب أن تعتمد على عدد قليل من العينات، ولإنشاء حدود الرقابة

والخط المركزى لهذه الحالة، فقد أوضح شوارت W.A. Shewhart – رائد خرائط الرقابة الإحصائية – أننا نحتاج إلى ٢٠ عينة على الأقل، وقد أقترح Shewhart أننا نحتاج إلى أن نأخذ مشاهدات قليلة فقط (حوالى خمس مشاهدات) عند أى زمن، وقد يكون من المرغوب فيه أن يؤخذ حجم أكبر قليلاً (حوالى عشر مشاهدات) لضمان دقة التقديرات خاص فيما يتعلق بالإنحراف المعيارى للعملية (σ) ، وأخيراً؛ فإنه من المهم إدراك أنه أياً كان عدد العينات التى نستخدمها فى إنشاء الخط المركزى وحدود الرقابة، فإنه يلزم أن تكون هذه العينات مأخوذة من عملية مستقرة، والسبب بسيط، حيث إن الخط المركزى وحدود المراقبة تستخدم فى قياس إستقرار النتائج فى المستقبل القريب، وبالتالى فإنه يلزم أن تكون العينات المستخدمة فى تحديد هذه الكميات مأخوذة من عملية مستقرة.

٦- خرائط الرقابة $\bar{X}$: $\bar{X}$ Charts

لإنشاء خريطة $\bar{X}$ عندما تكون μ و σ قيم مجهولة، وبفرض أخذ ($m \geq 20$) عينة، حيث تتكون كل عينة من n مشاهدة لخاصية الجودة، بالنسبة للعينة رقم i ، وبفرض أن $\bar{X}_i$ هو متوسط العينة، و S_i هو الإنحراف المعيارى للعينة، بالنسبة لكل m عينة نعرف الإحصاءات التالية:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + \bar{X}_m}{m} \qquad [1]$$

$$\bar{S} = \frac{S_1 + S_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + S_m}{m} \qquad [2]$$

حيث أن الإحصاء $\bar{X}$ هى متوسط متوسطات العينات التى عددها m ، والإحصاء $\bar{S}$ هو متوسط الإنحرافات المعيارية للعينات التى عددها m .

ولإنشاء الخط المركزى وحدود الرقابة، نحتاج إلى تحديد المتوسط والخطأ المعيارى للإحصاء $\bar{\bar{X}}$ ، ويمكن إثبات أن $\bar{\bar{X}}$ هو مقدار غير متحيز لمتوسط العملية μ حيث $(E(\bar{\bar{X}}) = \mu)$ ، لذلك فإن قيمة $\bar{\bar{X}}$ يمكن أن تكون هى الخط المركزى فى خريطة $\bar{X}$ ، ومن التعبير الرياضى:

$$E(S) = C_4 \sigma$$

حيث أن: C_4 ثابت وعادة يرمز لها بهذا الأسلوب وتعتمد على حجم العينة n ، ونعلم أن الإنحراف المعيارى للعينة رقم i (S_i) أن:

$$E(S_i) = C_4 \sigma$$

وفى الواقع فإنه على مستوى m من العينات، فإن القيمة المتوقعة للإحصاء $\bar{S}$ هى أيضاً $C_4\sigma$ ، وفيما يتعلق بتقدير الإنحراف المعيارى للعملية، يمكن أن نأخذ $(\bar{S}^4/C_4)$ بعين الإعتبار، وحيث أن $(E(\bar{S}) = C_4 \sigma)$ فإن:

$$E\left[\frac{\bar{S}}{C_4}\right] = \frac{1}{C_4} E(\bar{S}) = \frac{1}{C_4}(C_4 \sigma) = \sigma$$

ونتيجة لذلك، فإن الإحصاء $(\bar{S}/C_4)$ هو مقدرا غير متحيز للإنحراف المعيارى للعملية σ ، ونظراً لإعتباره إحصاء لتقدير σ فإنه يتم تقدير الخطأ المعيارى لقيمة $\bar{\bar{X}}$ بالقانون التالى:

$$SE(\bar{\bar{X}}) = \frac{1}{\sqrt{n}}\left[\frac{\bar{S}}{C_4}\right] = \frac{\bar{S}}{C_4 \sqrt{n}} \qquad [3]$$

وكما هو معتاد، فإن حدود الرقابة العليا والدنيا والتى تناظر ثلاث وحدات خطأ معيارى تزيد أو تقل عن $\bar{\bar{X}}$ هى:

$$\bar{\bar{X}} \pm 3 \frac{\bar{S}}{C_4 \sqrt{n}} \qquad [4]$$

حيث يتم إيجاد C_4 من الجدول رقم (٢).

وبإختصار؛ فى خريطة $\bar{X}$ وعندما تكون معلمات العملية μ و σ غير معلومتين، فإن الخط المركزى هو قيمة $\bar{\bar{X}}$ ، وحد الرقابة الأعلى هو :

$$\bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{S}}{C_4 \sqrt{n}}$$

وحد الرقابة الأدنى هو:

$$\bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{S}}{C_4 \sqrt{n}}$$

وتعطى قيم C_4 و C_5 لأحجام العينات العشوائية المستخدمة بشكل نموذجى فى خرائط الرقابة، حيث C_4 و C_5 ثوابت (وعادة يرمز لهما بهذا الأسلوب) وتعتمد قيمة هذه الثوابت على حجم العينة n ، كما يتضح من الجدول رقم (٢).

الجدول رقم (٣)

قيم الثوابت C_4 و C_5 لأحجام العينات النموذجية

n	4	5	6	7	8
C_4	0.9213	0.9400	0.9515	0.9594	0.9650
C_5	0.3889	0.3412	0.3076	0.2820	0.2622
n	9	10	12	15	20
C_4	0.9650	0.9727	0.9776	0.9823	0.9869
C_5	0.2459	0.2321	0.2105	0.1873	0.1613

المصدر:

D. Montgomery, Introduction to Statistical Quality control, New York: Wiley, 1995, P. 106.

وقبل توضيح إجراء إختبارات إكتشاف الأسباب التى يمكن تحديدها بخرائط $\bar{X}$ ، سوف ننشئ الخط المركزى وحدود الرقابة فى خريطة S .

خرائط S : S Charts

لإنشاء خريطة S عندما تكون σ غير معلومة، وباستخدام التعبير الرياضى:

$$C_4 \sigma \pm 3 C_5 \sigma$$

والذى يعطى حدود ثلاث وحدات سجما لخريطة S عندما تكون σ مجهولة، نظراً لأن الإحصاء المستخدم فى تقدير σ إعتماداً على m عينة هـو $(\bar{S}/C_4)$ ، بالتعويض بهذا الإحصاء عن σ فى التعبير الرياضى السابق ينتج أن:

$$C_4 \left[\frac{\bar{S}}{C_4}\right] \pm 3\, C_5 \left[\frac{\bar{S}}{C_4}\right] = \bar{S} \pm 3\,\frac{C_5\,\bar{S}}{C_4} \qquad [5]$$

وهذه هى حدود (3σ) لخريطة S عندما تكون σ مجهولة، فالخط المركزى هو قيمة $\bar{S}$، وحد الرقابة الأعلى هو:

$$\bar{S} + 3\left[\frac{C_5\,\bar{S}}{C_4}\right]$$

وحد الرقابة الأدنى هو:

$$\bar{S} - 3\left[\frac{C_5\,\bar{S}}{C_4}\right]$$

حيث يتم إيجاد قيم C_4 و C_5 من الجدول رقم (٢).

١- إختبارات لإكتشاف الأسباب التى يمكن تحديدها بخرائط $\bar{X}$:

إذا كانت العملية مستقرة، فيجب ألا تظهر خريطة الرقابة لمعلمة العملية كل يمكن تمييزه على مر الزمن، وبالنسبة لخرائط X ؛ فقد قام Lloyds Nelso بعمل سلسلة من الإختبارات لاستخدامها فى إكتشاف أسباب الإختلاف ى يمكن تحديدها، ومن ثم إكتشاف أسباب عدم الإستقرار فى العملية، وقد سممت هذه الإختبارات خصيصاً لخرائط $\bar{X}$ بسبب طبيعة الإحصاء X .

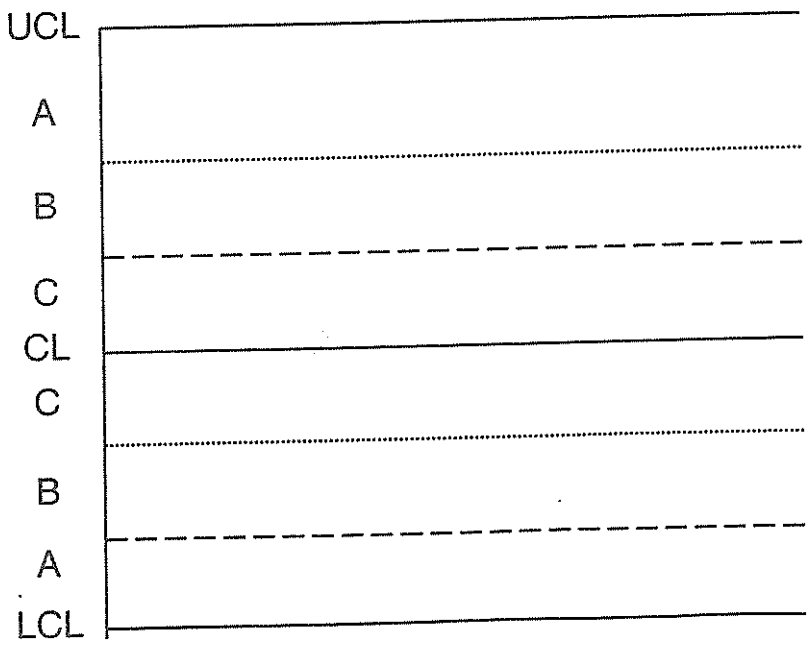
إن توزيع المعاينة لقيم $\bar{X}$ يقترب من التوزيع الطبيعى عندما يكون حجم عينة كبيراً بدرجة كافية وذلك بغض النظر عن التوزيع الأصلى للعملية؛ ولهذا

السبب، تتجه قيم $\bar{X}$ المعتمدة على المجموعات الفرعية المنطقية إلى أن تتطابق مع القاعدة التجريبية عندما تكون العملية مستقرة، بالتالى نجد أن حوالى ٦٨% و ٩٥% و ٩٩% من قيم $\bar{X}$ تقع داخل وحدة واحدة من الإنحراف المعيارى أو وحدتين أو ثلاث وحدات إنحراف معيارى من الخط المركزى فى خريطة الرقابة على التوالى.

وبالنظر إلى خريطة $\bar{X}$ ؛ نجد أن المنطقة الواقعة بين وحدتين وثلاث وحدات للإنحراف المعيارى من الخط المركزى بالمنطقة A ، كما تعرف المنطقة الواقعة بين وحدة واحدة ووحدتين للإنحراف المعيارى من الخط المركزى بالمنطقة B ، ويطلق على المنطقة الوسطى ٦٨% المنطقة C وهى المنطقة الواقعة داخل حدود وحدة واحدة للإنحراف المعيارى من الخط المركزى، وقد تم توضيح هذه المناطق الثلاث فى الشكل رقم (١).

شكل رقم (١)

توضيح المناطق C وB و A لخريطة $\bar{X}$



-أنواع الإختلاف :

فى أى عملية؛ توجد كمية معينة من الإختلاف فى خاصية الجودة لا يمكن جتنابها، ويوجد إختلافات شائعة تعزى إلى عوامل طبيعية أو معتادة داخل العملية لتى تحدث على مر الزمن، وهى ظاهرة طبيعية لا يمكن التخلص منها كلية، وإذا كان هذا هو السبب الوحيد لتغير خصائص الجودة على مر الزمن، فإنه يمكن إعتبار العملية مستقرة، وعلى الجانب الآخر؛ يمكن أيضاً أن يرجع الإختلاف إلى أسباب غير معتادة أو يمكن تحديدها فى شكل تلوث بالنسبة للمياه.

ولا يمكن إعتبار كل هذه الأسباب عوامل عادية داخل العملية التى تحدث بشكل طبيعى على مر الزمن، وفى الواقع تشكل هذه الأحداث عملية غير مستقرة وسوف تظل غير مستقرة إذا لم يتم إتخاذ الإجراءات الصحيحة لإزالة هذه الأسباب الخاصة للإختلاف. والتمييز بين العمليات المستقرة والعمليات غير المستقرة له أهمية كبيرة، لأن تحسين كل عملية يستلزم القيام بإجراءات مختلفة عن العملية الأخرى، ويتطلب تحسين العملية المستقرة التقليل من سبب الإختلاف الشائع الذى يعزى إلى عوامل عادية داخل العملية، ولجلب الإستقرار للعملية غير المستقرة، لزم أن نعين ونزيل أسباب الإختلاف والتى يمكن تحديدها، ومع ذلك؛ فمن المهم هم أن تحقيق الإستقرار فى العملية لا يعنى إيقاف الجهود الإضافية للتحسين ولا عنى أيضاً بالضرورة أن تكون نتائج العملية مقبولة.

- خرائط الرقابة للنسب فى العملية : خرائط p (p charts)

غالباً لا نكتفى بخرائط $\bar{X}$ و S حيث تعتمد على قياس حجم مقدار معين حل الإهتمام، وقد تكون النسبة P مطلوبة لقياس النتائج العملية والتى لها خاصية

محددة، إذن المعلمة محل الإهتمام سوف تكون النسبة فى العملية π ، وأفضل إحصاء هى نسبة العينة P ، لذلك باستخدام قيم P المعتمدة على العينات الدورية (المجموعة الفرعية المنطقية)، يمكننا إنشاء خريطة لقيم P (P Chart) لتقييم مدى إستقرار العملية تجاه النسبة محل الإهتمام. وكما كان الأمر فى حالة الخرائط لقيم $\bar{X}$ وقيم S ، تنشأ حالتين عند إعداد خريطة لقيم P وهى:

أ- عندما تكون نسبة العملية π معلومة.

ب- عندما تكون π غير معلومة.

والآن نأخذ بعين الإعتبار خريطة P عندما تكون النسبة فى العملية π غير معلومة، وكما سبق وذكرنا فى خرائط $\bar{X}$ و S ، نحتاج على الأقل إلى ٢٠ عينة دورية مأخوذة من عملية مستقرة لتحديد الخط المركزى وحدود الرقابة، وتتكون كل عينة من n وحدة حيث يتم فحصها لتعيين الخاصية محل الإهتمام.

وبفرض إختيار $m \geq 20$ مجموعة فرعية منطقية، وإفتراض أن X_i هو عدد الوحدات من بين n وحدة فى العينة رقم i التى يتحقق فيها الخاصية محل الإهتمام، وتكون النسبة فى العينة هى:

$$P_i = \frac{X_i}{n} \qquad [6]$$

ومتوسط النسب فى كل العينات m عينة هى:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + P_m}{m} \qquad [7]$$

$$= \frac{X_1 + X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + X_m}{m\,n}$$

ولتكوين الخط المركزى وحدود الرقابة، نحتاج إلى تحديد المتوسط والخطأ المعيارى لقيمة $\bar{P}$ ، ونظراً لأن الإحصاء $\bar{P}$ هى أيضاً نسبة، فإن متوسط قيمة $\bar{P}$ هو π ، ويتم تقدير الخطأ المعيارى لقيمة $\bar{P}$ باستخدام العلاقة الآتية:

$$\sqrt{\frac{\bar{P}\,(1-\bar{P})}{n}}$$

وبالتالى يتم إيجاد حدود التحكم Three sigma باستخدام $\bar{P}$ لتقدير π فى التعبير الرياضى:

$$\pi \pm 3 \sqrt{\frac{\pi\,(1-\pi)}{n}}$$

إذن حدود التحكم هى باستخدام القانون الآتى:

$$\bar{P} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{P}\,(1-\bar{P})}{n}} \qquad [8]$$

لذلك فإن خريطة P عندما تكون النسبة فى العملية π مجهولة، عبارة عن الخط المركزى وهو قيمة $\bar{P}$ ، وحد الرقابة الأعلى هو:

$$\bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

وحد الرقابة الأدنى هو:

$$\bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

وكما سبق، يجب أن تكون m عينة المستخدمة فى تحديد قيمة $\bar{P}$ مأخوذة من عملية مستقرة إذا كانت حدود الرقابة، الخط المركزى سوف يستخدم لإعتبارات المستقبل القريب.

١٠- استخدام البرنامج الإحصائى Minitab:

قد تكون هناك ضرورة بعد أخذ عينات من المياه المطلوب فحصها للإستعانة بالكمبيوتر Using the Computer فى إعداد خرائط المراقبة لكل من $\bar{X}$ أو S أو P من خلال برنامج مينى تاب، MINITAB ، حيث يعطى البرنامج فرصة لاستخدام الإختبارات على الخرائط السابقة ثم طبعها.

ويمكن استخدام الأوامر NAME و SET لإدخال البيانات، ثم استخدام الأمر PLOT لعمل الرسم البيانى للبيانات، أما الأمر REGRESS فيستخدم للحصول على الأخطاء المعيارية وكذلك جدول تحليل التباين ANOVA ، كما تستخدم الأمر الفرعى PREDICT لتقدير والتنبؤ بقيم y .

الخلاصة:

يرى الباحث أن أنسب أسلوب إحصائى لقياس ومعرفة تلوث المياه ومدى جودتها هو خريطة الرقابة الإحصائية، وخاصة بعد قياس أهم الملوثات والبالغ عددهم ثلاثة وعشرون ملوث للمياه (X_1 , X_2 , ... , X_{23}) منفردة والتى تؤثر على المياه تأثيراً مباشراً أو غير مباشر (المبحث الثانى – والجدول رقم ١).

ومن خلال عرض خرائط الرقابة الإحصائية لمعلمات العملية μ و σ و π إستناداً إلى الإحصائيات المماثلة $\bar{X}$ و S و P ، فخريطة الرقابة هى أكثر الطرق الإحصائية إفادة فى تقييم إستقرار نقاوة المياه بالنسبة لمعلمات عملية التحليل الهامة، فهى عبارة عن رسم بيانى لقيم الإحصاء المناظرة على مر الزمن، ويعتمد تحديد خريطة الرقابة على العينات الدورية المأخوذة من المياه المراد تحليلها، وتعرف هذه العينات الدورية بالمجموعات الفرعية المنطقية، والأسلوب الذى تتذبذب به قيم الإحصاء عبر الزمن يشير إلى ما إذا كان يمكن تمييزه، خذين فى الإعتبار أنه يجب أن تقع قيم الإحصاء داخل المدى الطبيعى للإختلاف.

١- التطبيق العملى لخرائط الرقابة الإحصائية على مناطق الدراسة :

لقد أختار الباحث القاهرة الكبرى (شبرا الخيمة – مصر الجديدة – الهرم) تمثل الحضر، وأيضاً محافظة المنوفية (مركز الشهداء – مركز الباجور – مدينة

السادات) لكى تمثل الريف، وذلك ليشمل القياس والتحليل لخطر تلوث المياه فى كليهما، وقد تم أخذ عينات من المياه والمزمع أنها صالحة للاستخدام من المناطق المذكورة، وبإجراء التحاليل الكيميائية بقسم الكيمياء الفيزيائية بكلية العلوم – جامعة الأزهر ومثيله فى جامعة المنوفية، وقد تم التركيز على أهم الملوثات والتى يمكن إجمالها فيما يلى:

١- فضلات الإنسان ومخلفات الصناعة (مياه المجارى) والتى تشمل على:

أ – مسببات العدوى.

ب – المنظفات.

جـ– المواد المستهلكة للأكسجين.

٢- المواد الكيميائية:

أ – الأملاح والمواد الكيميائية العضوية.

ب – النفط ومشتقاته.

جـ– المخلفات الصناعية من المواد العضوية.

د – أسمدة النباتات (مركبات النيتروجين والفسفور).

هـ– الأملاح والمواد الكيميائية غير العضوية (مثل مركبات الرصاص والزئبق والزرنيخ ... الخ).

٣- المواد المشعة.

٤- الترسبات الصلبة (ترسبات التربة وترسبات الصناعة كالنايلون ... مثلاً).

ويوضح الجدول رقم (٣) نتائج فحص وتحليل عينات المياه من مناطق الدراسة، القاهرة الكبرى (شبرا الخيمة – مصر الجديدة – الهرم) ومحافظة المنوفية (مركز الشهداء – مركز الباجور – مدينة السادات)، ووفقاً وحسب الملوثات الثلاثة والعشرون (X_1 , X_2 , ... , X_{23}) جدول رقم (١)، وباستخدام خرائط الرقابة الإحصائية الثلاثة X و S و P ، وتحديد الخط المركزى والحدود العليا والدنيا لكل من الملوثات، علماً بأن الخط المركزى سوف يمثله حد μ و σ و π ، ومع أخذ عينتين من المياه من المناطق المقصودة بالدراسة، وعلى فترات بينية متتالية؛ كل ثلاثة أسابيع، وذلك لتوضيح الإختلافات إن كان هناك إختلاف من خلال إجراءات الإختبارات اللازمة لمعرفة أسباب التلوث.(*)

(*) لم يدرج الباحث خرائط الرقابة الإحصائية الخاصة بالدراسة بملحق للبحث وذلك لكثرة عددهم والبالغ ١٣٨

الجدول رقم (٣)

بيان نتائج تحليل عينات من المياه الصالحة للاستخدام بمناطق الدراسة والبحث

(القاهرة الكبرى – محافظة المنوفية) خلال شهرى مارس / إبريل ٢٠٠٥

نوع الملوث	الرمز	وحدة القياس	الحدود المسموح بها (حد الأمان)	نتيجة الإختبارات					
				القاهرة الكبرى			محافظة المنوفية		
				مصر الجديدة	شبرا الخيمة	الهرم	مركز الشهداء	مركز الباجور	مدينة السادات
مياه المجارى (الصرف الصحى)	X_1	كوليفورم/سم^3	ألا يزيد عن ١٠	٤,١	(١٢,٨)	٩,٣	١١,٩	١٠,٤	٨,٧
المنظفات	X_2	كوليفورم/سم^3	ألا يزيد عن ١٠	٧,٣	١١,٢	٨,٦	(١٢,١)	١١,٠	٩,٥
الأكسجين الذائب فى الماء	X_3	ملغرام/لتر	ألا يقل عن ٢	٣,٩	٢,٩	٣,٤	(٢,٧)	٣,١	٣,٨
الأكسجين الحيوى المستهلك	X_4	ملغرام/لتر	ألا يقل عن ٥	٥,٩	(٤,٨)	٥,٧	٥,١	٥,٤	٦,٢
الأكسجين الكيميائى المستهلك	X_5	ملغرام/لتر	ألا يوجد شئ	لا شئ	(٠,٢)	لا شئ	لا شئ	٠,١	لا شئ
مواد كيميائية عضوية	X_6	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ٧	٦,٦	٧,٠	٦,٨	(٧,٦)	٧,٢	٦,١
النترات	X_7	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ١٠	٩,٣	٩,٨	٩,٦	(١٠,٥)	١٠,١	٩,٢
النتريت	X_8	ميكروغرام/لتر	ألا يزيد عن ١٠٠	٩٤,٩	١٠٠,٤	٩٨,٨	(١٠٣,٤)	١٠١,٣	٩٧,٥
النشادر	X_9	ملغرام/لتر	ألا يوجد شئ	لا شئ	(٠,٧)	لا شئ	٠,٦	٠,١	لا شئ
الفوسفات	X_{10}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ٦	٥,٩	٦,٦	٦,٢	٦,٨	(٧,١)	٥,٧
الكبريتات	X_{11}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ٢٥٠	٢٤٤,٥	٢٤٥,٨	٢٤٢,٩	(٢٥٢,٢)	٢٤٩,٣	٢٥١,٧
ثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء	X_{12}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ١٠	(١٠,٩)	٩,٨	١٠,٢	٩,١	١٠,٧	٩,٢

تابع الجدول رقم (٣)

بيان نتائج تحليل عينات من المياه المعالجة للاستخدام بمناطق الدراسة والبحث

(القاهرة الكبرى – محافظة المنوفية) خلال شهرى مارس / إبريل ٢٠٠٥

نوع الملوث	الرمز	وحدة القياس	الحدود المسموح بها (حد الأمان)	نتيجة الإختبارات					
				القاهرة الكبرى			محافظة المنوفية		
				مصر الجديدة	شبرا الخيمة	الهرم	مركز الشهداء	مركز الباجور	مدينة السادات
حموضة الماء	X_{13}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ١٧	١٥,١	(١٦,٢)	١٥,٩	١٦,١	١٥,٣	١٤,٨
قاعدية الماء	X_{14}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ٤	٤,٨	٤,٧	٤,٤	٣,٧	(٥,١)	٤,١
النفط ومشتقاته	X_{15}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ٢	٢,١	١,٩	١,٥	١,٦	١,٢	(٢,٣)
مادة الرصاص	X_{16}	ميكروغرام/لتر	ألا يزيد عن ٥٠	٤٩,٨	(٥٠,٣)	٥٠,١	٤٨,٤	٤٨,٢	٤٩,٧
مادة الزئبق	X_{17}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ٥	٤,٠	(٤,٩)	٤,٤	٤,٧	٣,٨	٣,٦
مادة الكادميوم	X_{18}	ميكروغرام/لتر	ألا يزيد عن ١٠	١٠,٢	١٠,١	(١٠,٣)	١٠,٠	١٠,١	٩,٩
المعادن العالقة فى الماء	X_{19}	ملغرام/لتر	ألا يوجد شئ	٠,٩	(١,٧)	١,٤	١,٣	١,٦	١,١
المعادن الذائبة فى الماء	X_{20}	ميكروغرام/لتر	ألا يزيد عن ٣	٢,٠	٢,٥	٢,٣	(٢,٨)	١,٩	١,٧
العوالق والترسبات	X_{21}	ملغرام/لتر	ألا يوجد شئ	٢,٤	٢,٩	٢,١	١,٨	(٣,٢)	٢,٨
الكلوريد	X_{22}	ملغرام/لتر	ألا يزيد عن ٢٥٠	٢٣٢,٠	(٢٥٣)	٢٥١,٠	٢٤١,٠	٢٤٨,٠	٢٣٦,٠
المواد القابلة للأكسدة	X_{23}	ملغرام/لتر	ألا يوجد شئ	لا شئ	(٠,٥)	لا شئ	٠,٢	٠,١	لا شئ

يتضح من الجدول رقم (٣) وبالنظر إلى وجود الملوثات فى المناطق محل الدراسة، فنجد أن منطقة مصر الجديدة؛ قد بلغ متوسط ثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء أقصاه ١٠,٩ ملغرام/لتر، وبالمقارنة بالحد المسموح به نجد أن هناك زيادة عن حد الآمان قدرها ٠,٩ ملغرام/لتر، أما منطقة شبرا الخيمة فقد نجد أن أكثر من زيادة فى المتوسط لمجموعة من الملوثات، فمياه المجارى (الصرف الصحى) والذى يبلغ فى المتوسط ١٢,٨ كوليفورم/سم^{٣}، وهذا يزيد عن حد الآمان بمقدار ٢,٨ كوليفورم/سم^{٣}، والأكسجين الحيوى المستهلك ٤,٨ ملغرام/لتر وبمقارنته بحد الآمان نجد أنه يقل بمقدار ٠,٢ ملغرام/لتر عن الحد الأدنى المطلوب، أما بالنسبة لملوث النشادر والذى بلغ فى المتوسط ٠,٧ ملغرام/لتر فقد بلغت أقصاها ٠,٧ ملغرام/لتر، ويعتبر هذا زيادة بكاملها حيث أن الحد الأقصى المطلوب هو ألا يوجد شئ، بالإضافة إلى ذلك نجد أن حموضة الماء بلغت ١٦,٢ ملغرام/لتر وهو فى حدود الآمان، كما توجد مادة الرصاص بمتوسط ٥٠,٣ ميكروغرام/لتر بزيادة تقدر ٠,٣ ميكروغرام/لتر عن الحد الأقصى المسموح به، أما بالنسبة لمادة الزئبق فقد بلغت أقصاها فى منطقة شبرا الخيمة بمتوسط ٤,٩ ملغرام/لتر وهو فى حدود المسموح به.

وقد نجد أيضاً بالنسبة لمنطقة شبرا الخيمة المعادن العالقة فى الماء بلغت فى المتوسط ١,٧ ملغرام/لتر، وهذا فوق الحدود المسموح بها، حيث أن الحد الأقصى للمطلوب هو ألا يوجد شئ من المعادن العالقة فى الماء، وكان ضمن ملوثات هذه المنطقة الكلوريد والذى بلغ فى المتوسط ٢٥٣,٠٠ ملغرام/لتر بزيادة ٣,٠٠ ملغرام/لتر عن الحد المسموح به، كما كانت المواد القابلة للأكسدة موجودة فى مياه المنطقة نفسها بمتوسط ٠,٥ ملغرام/لتر، ويعتبر بأكمله زيادة عن الحد الأقصى المسموح به، حيث أن الحد المسموح به ألا يوجد شئ من تلك المواد القابلة للأكسدة. كما يوضح الجدول رقم (٣) أن منطقة الهرم قد فاقت مادة الكادميوم ١٠,٣ ميكروغرام/لتر فى مياهها، علماً بأن الحد الأقصى المسموح به ١٠,٠٠ ميكروغرام/لتر أى بزيادة ٠,٣ ميكروغرام/لتر.

أما بالنسبة لمحافظة المنوفية ومناطقها؛ نجد أن مركز الشهداء تلوثت المياه فيه بالمنظفات ومتوسطها ١٢,١ كوليفورم/سم^{٣} أى بزيادة ٢,١ كوليفورم/سم^{٣}، وبلغ الأكسجين الذائب فى الماء بمتوسط ٢,٧ ملغرام/لتر بزيادة عن المطلوب وجوده فى المياه ٠,٧ ملغرام/لتر، حيث أن

الحدود المسموح بها ألا يقل عن ٢,٠ ملغرام/لتر، وبالمقارنة بالمناطق الأخرى محل الدراسة نجد أن مركز الشهداء أقل المناطق فى وجود الأكسجين الذائب فى الماء، كما نجد أن المواد الكيميائية العضوية كملوث موجود بمياه مركز الشهداء بمتوسط ٧,٦ ملغرام/لتر أى بزيادة عن الحدود القصوى المسموح بها بمقدار ٠,٦ ملغرام/لتر، حيث الحدود المسموح بها ألا يزيد عن ٧,٠ ملغرام/لتر، وأيضاً بالنسبة لملوث النترات فقد بلغ المتوسط ١٠,٥ ملغرام/لتر بزيادة ٠,٥ ملغرام/لتر عن الحد الأقصى المسموح به، وبالنسبة لملوث النتريت والذى بلغ ١٠٣,٤ ميكروغرام/لتر أى بزيادة قدرها ٣,٤ ميكروغرام/لتر، أما بالنسبة لملوث الكبريتات فقد بلغ المتوسط ٢٥٢,٢ ملغرام/لتر وهذا المتوسط يفوق الحد الأقصى المسموح به بمقدار ٢,٢ ملغرام/لتر، وأخيراً نجد مياه مركز الشهداء ملوثة بالمعادن الذائبة فى الماء بمقدار ٢,٨ ميكروغرام/لتر، وهذا يقل عن الحدود القصوى المسموح بها؛ إذن فهى نسبة مقبولة.

أما بالنسبة لمركز الباجور فقد أوضح الجدول رقم (٣) أن أول ملوث من ملوثات المياه فى المركز هو الفوسفات والذى بلغ فى المتوسط ٧,١ ملغرام/لتر، كما ثبت قاعدية المياه حيث بلغ المتوسط ٥,١ ملغرام/لتر بزيادة قدرها ١,١ ملغرام/لتر، حيث الحد الأقصى المسموح به ٤,٠ ملغرام/لتر، وقد بلغت العوالق والترسبات بمتوسط ٣,٢ ملغرام/لتر كملوث للمياه حيث أنه المفروض ألا يوجد شئ من هذه العوالق والترسبات. وأخيراً يوضح الجدول رقم (٣) أن مدينة السادات تلوث مياهها بالنفط ومشتقاته والذى بلغ فى المتوسط ٢,٣ ملغرام/لتر أى بزيادة عن الحد الأقصى المسموح به بمقدار ٠,٣ ملغرام/لتر، حيث أن الحدود المسموح بها ألا يزيد النفط ومشتقاته عن ٢,٠ ملغرام/لتر.

وبصفة عامة يتضح من الجدول رقم (٣) وبمقارنة المناطق محل الدراسة بعضها البعض، فسوف نجد أن منطقة شبرا الخيمة تلوثت مياهها بعدد ١٥ ملوث من ثلاثة وعشرون ملوث يفوقوا حدود السماح، أى بنسبة ٦٥,٢% من عدد الملوثات كلها، ويليها فى الترتيب التنازلى مركز الباجور حيث بلغ عدد الملوثات ١٤ ملوث يفوقوا حدود السماح، أى بنسبة ٦٠,٩% من عدد الملوثات كلها، أما مركز الشهداء فقد بلغ عدد الملوثات ١٢ ملوث يفوقوا حدود السماح أى بنسبة ٥٢,١% من عدد الملوثات كلها، وبالنسبة لمنطقة الهرم فقد بلغ عدد الملوثات فيها ٨ ملوثات وهى تفوق حدود السماح أى بنسبة ٣٤,٨% من عدد الملوثات كلها، كما بلغ عدد

كلها، وأخيراً تأتى منطقة مصر الجديدة والتى بلغ فيها عدد الملوثات ٤ ملوثات تفوق حدود السماح أى بنسبة ١٧,٤% من عدد الملوثات كلها، ونتيجة لذلك فإنه تعتبر أنقى مياه فى منطقة مصر الجديدة وأسوء مياه فى منطقة شبرا الخيمة وذلك على مستوى مناطق الدراسة بمحافظتى القاهرة الكبرى والمنوفية.

هذا بالإضافة إلى إمكانية الدراسة والبحث؛ مثلما يرى الباحث لباقى مناطق ومراكز وأحياء وقرى محافظات جمهورية مصر العربية، لكى يمكن التحقق من وجود ملوثات المياه من عدمه، وفى حالة وجود ملوثات يمكن معايرتها ثم مراقبتها من الخط المركزى لخرائط الرقابة الإحصائية والحدود العليا والدنيا للرقابة، مما يحتم بالضرورة التصدى لأى زيادة تفوق الحدود العليا وأيضاً أى نقص يقل عن الحدود الدنيا للرقابة بالنسبة لبعض المكونات، وذلك إتباعاً لسياسة تجنب خطر تلوث المياه، جنباً لجنب لسياسة الوقاية والمنع لهذا الخطر، وبذلك نحصل على مياه صالحة للاستخدام الآدمى والزراعة والأغراض الأخرى لمصلحة الإنسان والحيوان والنبات.

المبحث الرابع
نتائج وتوصيات الدراسة

١- نتائج البحث:

قام الباحث بتقسيم النتائج إلى مجموعتين رئيسيتين هما:
- نتائج خاصة باختبار مدى صحة الفروض.
- نتائج إضافية.

١/١- النتائج الخاصة باختبار مدى صحة الفروض:

خلص الباحث إلى صحة الفروض والتى سبق افتراضها قبل البحث أى بداية البحث حيث تبين؛ إختلاف مسببات التلوث المائى جوهرياً وفقاً لإختلاف المكان المتوفر فيه المياه النقية الصالحة للاستخدام الآدمى، كما ثبت قبول الأفراد والهيئات والمؤسسات لوسائل الوقاية والمنع وتجنب الخطر بما يقلل نسب التلوث المائى، وأيضاً بالنظر إلى مناطق الدراسة فقد ثبت إختلاف مسببات وعوامل التلوث المائى وفقاً لإختلاف المستوى الإقتصادى والإجتماعى والثقافى للأفراد، هذا وقد أوضحت الدراسة ضعف الوعى البيئى للأفراد والمؤسسات سواء صناعية أو زراعية أو تجارية، ومدى تفهم الأفراد للأضرار والخسائر الناتجة عن تلوث المياه وعدم إمكانية تقديرها للتعرف على جسامة الظاهرة، وقد يرجع فقد أو ضعف الوعى بأخطار تلوث المياه إلى عدم وجود أسلوب أو طريقة رياضية كمية دقيقة لتقدير تلك الأضرار والخسائر من جراء هذا التلوث.

٢/١- نتائج إضافية:

١/٢/١- إكتشاف خطر التلوث المائى وذلك بحصر أهم ملوثات المياه والبالغ عددهم ثلاثة وعشرون ملوث (جدول رقم ١).

٢/٢/١- تهتم المراقبة الإحصائية التحليلية بدراسة الملوثات (كظواهر) تتغير مع مرور الزمن، ويمكن ذلك أيضاً باستخدام السلاسل الزمنية، والتى تعبر عن مجموعة بيانات خاصة بظاهرة التلوث المائى، ويتم تصنيفها تصنيفاً تتابعياً حسب أزمنة حدوثها أو قياسها باليوم أو الأسبوع أو الشهر أو السنة أو على مدار فترة زمنية أخرى.

١/٢/٣- إختيار أنسب الطرق والأساليب الإحصائية لقياس خطر التلوث المائى، وهى خرائط الرقابة الإحصائية وتضمنت ثلاث أنواع من الخرائط $\bar{X}$ و S و P ، ويترقف الإختيار حسب طبيعة الملوث.

١/٢/٤- يرى الباحث أن أنسب سياسات مجابهة خطر تلوث المياه هى سياسة تجنب الخطر وأيضاً يمكن إتباع سياسة الوقاية والمنع، وتنال نفس درجة الأهمية للسياسة الأولى.

١/٢/٥- يمكن إتباع نفس أسلوب ومنهج البحث لدراسة ملوثات الهواء والغذاء وكذا التلوث السمعى، وغير ذلك من ملوثات البيئة بصفة عامة.

١/٢/٦- إن استخدام خرائط الرقابة الإحصائية مع وجود الكمبيوتر ومن خلال برنامج "مينى تاب Minitab" والأوامر الخاصة به، قد تسهل عمليات إكتشاف خطر تلوث المياه، والتعرف على الإختلافات للوقوف عليها والتصدى لها ومجابهتها، سواء للقضاء عليها نهائياً أو لتحسين أوضاع الإستقرار لنقاء المياه من الملوثات.

١/٢/٧- تمكن الباحث من قياس أهم الملوثات وتحديد موقعها من الحدود المسموح بها، وبالتالى يمكن التصدى لهذه الملوثات الهامة التى فاقت الحدود العليا وأيضاً التى قلت عن الحدود الدنيا بخريطة الرقابة الإحصائية.

٢- توصيات الدراسة :

الماء هو أصل الحياة؛ ولا تستقيم الحياة بدونه، ومن هنا كانت ضرورة المحافظة على المياه وحمايتها من جميع أنواع التلوث التى يمكن أن تصيبها، وبناء على نتائج البحث يمكن أن يوصى الباحث بالتوصيات الآتية:

١/٢- عمل الإحتياطات اللازمة لمنع تسرب مياه الصرف الصحى إلى مياه الشرب أو مصادر المياه الطبيعية مثل الأنهار، كذلك عدم السماح بإلقاء مياه الصرف الصحى فى مجارى المياه العذبة.

٢/٢- التشديد على عدم صرف مخلفات المصانع سواء كانت سائلة أم صلبة أم غازية إلى المسطحات المائية قبل معالجتها بطريقة مناسبة للإقلال من الآثار التلوثية لها على تلك المسطحات، وبخاصة المخلفات الناتجة عن الصناعات الكيميائية والبترولية وغيرها.

٣/٢- عدم إلقاء القاذورات والأوانى الفارغة والمواد الصلبة والبلاستيكية وكذلك الحيوانات الميتة فى مجارى المياه وبخاصة العذبة منها.

٤/٢- عدم الإسراف فى استخدام الأسمدة الكيميائية، والتى ينتج عن استخدامها العديد من الآثار السلبية، ومن أهمها تلويث المياه.

٥/٢- نشر الوعى الصحى بين الفلاحين وجذب الإنتباه إلى ضرورة عدم تلويث مجارى المياه بفضلات الإنسان، لما لهذه العادة السيئة من أثر سيئ فى تلوث المياه. كما يصير التنبيه على المزارعين بضرورة عدم غسل الآلات ومعدات رش المبيدات الحشرية فى مياه الترع والقنوات.

٦/٢- عمل الاحتياطات اللازمة أثناء سير ناقلات البترول العملاقة فى المجارى المائية، وسرعة التحرك فيما لو حدث تسرب نفطى من أحد هذه الناقلات، لتلافى الأخطار البيئية المحتملة نتيجة تلوث المياه بالنفط.

٧/٢- مجابهة جميع صور التلوث الأخرى، فالهواء الملوث بأكاسيد النيتروجين والكبريت – مثلاً – يؤدى إلى تكوين المطر الحمضى، الذى يتسبب بدوره فى تلوث المسطحات المائية.

٨/٢- ضرورة عمل صرف صحى خاص بمخلفات المعامل العلمية والمصانع مثل مصانع الكيماويات والأسمدة والبطاريات، حيث تجمع تلك المخلفات فى أماكن خاصة، ويتم معالجتها ثم تصريفها إلى المناطق الصحراوية بعيداً عن مجارى المياه الطبيعية.

٩/٢- توصيل شبكات الصرف الصحى لجميع قرى محافظات جمهورية مصر العربية، لمساعدة الفلاحين على عدم تلوث مياه الترع والقنوات والأنهار والتى يمكن أن تبدأ منها السلسلة الغذائية للإنسان والحيوان والنبات.

المراجـــع

مرتبة حسب ورودها فى البحث:

١- الآية: (٢٩) سورة البقرة.

٢- الآية: (٤٩) سورة القمر.

٣- الآية: (٥٦) سورة الأعراف.

٤- الآية: (٣٠) سورة الأنبياءز

٥- محمود سامى عبد السلام، مشاكل تلوث البيئة فى بعض المدن العربيـــة، الإنـــسان والبيئـــة والتنمية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والفنون، بيروت، ١٩٩٥.

٦- محمد السيد غلاب، الإنسان وحاجاته من البيئة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلـــوم، القاهرة، ١٩٩٨.

7- BOWERMAN F.R., Resource Recovery, Water Pollution, Vol. 11 New York, Inter – Science, 1993, 46 - 84.

٨- تمت الإختبارات والمعايرة لعينتين من المياه، بفارق ثلاثة أسابيع بين كل منهما من شـــهر مارس ٢٠٠٥، والمأخوذة من المناطق محل البحث (مصر الجديدة – شبرا الخيمة – الهرم – مركز الشهداء – مركز الباجور – مدينة السادات) فى معامل قسم الكيمياء الفيزيائيـــة – كلية العلوم – جامعة الأزهر.

9/1- K. Ishikawa, Guide to Quality Control, New York: Asian Productivity Organization, UNIPUB, 1992, 247.

9/2- D. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, New York: Wiley, 1995, 93 – 127.

9/3- L. Nelson, The Shewhart Control Chart – Test for Special Causes, Journal of Quality Technology, Vol. 19, No. 4 October 1984.

مراجع إضافية:

١- د. حسن أحمد شحاته، التلوث البيئى فيروس العصر، الطبعة الثانية، المؤلف، ١٩٩٩.

٢- د. محمد عبد الغنى حسن هلال، إدارة حماية البيئة، مركز تطـور الأداء والتنميـة DPIC مجموعة الإدارة البيئية، ٢٠٠٤-٢٠٠٥.

٣- د. عبد الله الحسين الصطوف، التلوث البيئى (مصادره - آثاره - طرق الحماية)، جامعـة سبها، ١٩٩٥.

٤- ترافس واجنر Travis Wagner ، ترجمة دكتور/ محمد صابر، الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية، الطبعة الأولى، ١٩٩٧.

5- Shroeder, E.D., Water and Waste Water, New York: Mc Graw – Hill, 1997.

6- Webber, J. "Effects of toxic metals in Sewage and Crops", Water Pollution Control, 1998.