الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة جيجل

MB.22/07 59/52

كلية العلوم
قسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية والميكروبيولوجيا

مـــذكـــرة تـخـــرج

لنيـــل شهـــادة الدراســات العليـــا
D . E . S
فرع: ميكروبيولوجيا
عنوان المذكرة

المكتبة

تلوث المياه العذبة بالمخلفات الحضرية والزراعية

مكتبة الكلية

أمام اللجنة:
*المشرف: الأستاذة بن حمادة وهيبة
*المناقش: الأستاذ معياش بوعلام

من إعداد الطلبة:
- أبو حشيش بلال
- محداب ياسمينة
- لعلوش عبلة

دورة جوان 2007

بسم الله الرحمن الرحيم

« و جعلنا من الماء كل شيء حي »

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر و عرفان

نتقدم بالشكر إلى الله عز وجل الذي وفقنا وأوصلنا إلى هذا المستوى، كما نخص بالشكر الأستاذة المشرفة بن حمادة وهيبة على الجهود القيمة التي قامت بها، وكذلك نشكر الأستاذ المناقش معياش بوعلام، كما نود أن نشكر كل من الزملاء والطلبة الذين أمدو لنا يد العون في هذه المذكرة ونبعث بالشكر الخاص إلى كل العاملين في إدارة كلية العلوم والذين ساعدونا ولو بقليل من المعلومات لإتمام هذه الرسالة

الإهداء

إلى أعز الناس .... إلى من كانا سببا في وجودي ....

إلى أعز حبيبين في الوجود

أمي الغالية

أبي العزيز

إلى أخواتي الحبيبات :ياسمين ،ألاء

إلى إخواني الأحباء : أيمن ، أكرم ، جمعة ، محمد، يوسف، سامي، عطية،

احمد، عامر

إلى ابن أخي كل بسمه خاصة

إلى الكتكوت الصغير صلاح

إلى أعمامي وأخوالي و زوجاتهم وأولادهم، إلى عماتي وخالاتي وأبنائهم

إلى من تقاسمنا معي إنجاز هذا العمل [redacted] ياسمينة وصديقتي عبلة

إلى أصدقائي وزملائي : أبو الزوز ، رامي، خلف، هاني، أحمد البشير، علاء،

أبو حمدان، أبو شقرة، أبو العجلة، بشار والطميم من فلسطين، والى أحمد،

حسن، سليمان، خالد و مسعود من سوريا، والى أحمد وعصام من اليمن، وكل

أصدقائي من موريتانيا والصحراء الغربية

إلى كافة طلبة البيولوجيا دفعة 2007

إلى كل من لم يجد اسمه هنا فمعذرة فكلكم في القلب

بلال

III.1.2.1.1. إزالة الشوائب 18
III.2.2.1.1. الترسيب 19
III.3.2.1.1. الموازنة (إعادة الكربنة) 19
III.4.2.1.1. الترشيح 19
III.5.2.1.1. التطهير 19
III.2.1. معالجة مياه الصرف الصحي 20
III.1.2.1. المعالجة التمهيدية 20
III.2.2.1. المعالجة الأولية 21
III.3.2.1. المعالجة الثانوية 21
III.4.2.1. المعالجة المتقدمة 21
III.3.1. المعالجة البيولوجية 21
III.1.3.1. الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) 21
III.2.3.1. الطلب البيو كيميائي للأكسجين (DBO) 21
III.2. استخدامات المياه المعالجة 22
III.1.2. الشرب 22
III.2.2. المرافق الترفيهية 22
III.3.2. الزراعة 22
III.3. محاسن المياه المعالجة 22
III.4. مساوئ المياه المعالجة 22

المحور الرابع: الكشف عن مؤشرات التلوث الميكروبي

IV. اختبارات الكشف عن مؤشرات التلوث الميكروبي 24
IV.1. عد البكتيريا الكلية الهوائية المحبة لدرجة الحرارة المعتدلة FTAM 24
IV.2. البحث عن بكتيريا القولون والقولون البرازيه 24
IV.3. اختبار الكشف عن البكتيريا السبحية البرازية 26
IV.1.3. طريقة العمل(01) 26
IV.2.3. طريقة العمل(02) 26
IV.4. اختبار الكشف عن البكتيريا المرجعة للكبريت 26
IV.5. اختبار الكشف عن الفاجات البرازية 27

المحور الخامس: المناقشة

V . المناقشة 28
V .1. دراسة عن تلوث المياه الجارية 28
V .1.1. دراسة عن تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات 28
V .2.1. دراسة عن تلوث مياه نهر المسكوك، نهر التايمز ونهر الكريك 28
V .3.1. دراسة عن تلوث مياه سد العقرم – شادية - ولاية جيجل 28
V .4.1. دراسة عن تلوث مياه واد موطاس في ولاية جيجل 29
V .2. دراسة عن تلوث المياه الراكدة 29
V .1.2. دراسة عن تلوث البحيرات ببقايا المبيدات 29
V .2.2. دراسة عن تلوث بحيرة بني بلعيد في ولاية جيجل 29
V .3 . دراسة عن تلوث المياه الجوفية 29
V .1.3. دراسة عن تلوث المياه الجوفية في بلدية الميلية بولاية جيجل 29
V .2.3. دراسة حول نوعية الينابيع المائية في الإمارات 29
V .3.3. دراسة عن تلوث المياه الجوفية في فلسطين 30
V .4.3. دراسة عن تلوث مياه آبار مديرية التعزية في اليمن 30

الخاتمة

الـفـــــهـرس

المقدمة

المحور الأول: النظام البيئي المائي

I.1. البيئة و النظام البيئي 01
I.1.1. تعريف النظام البيئي 01
I.2.1. النظام البيئي المائي 01
I.3.1. خصائص النظام البيئي المائي 01
I.2. المياه 01
I.1.2. تعريف الماء 01
I.2.2. الخصائص العامة للماء 02
I.1.2.2. خصائص الماء الكيميائية والفيزيائية 02
I.2.2.2. الخصائص الضوئية للماء 03
I.3.2.2. الخصائص الكهربائية للماء 03
I.3.2. دورة المياه في الطبيعة 03
I.3. أنواع المياه 03
I.1.3. المياه المستعملة 03
I.1.1.3. المياه المستعملة ذات أصل صناعي 03
I.2.1.3. المياه المستعملة ذات أصل حضري 04
I.2.3. المياه الطبيعية 04
I.1.2.3. البحار والمحيطات 04
I.2.2.3. المياه العذبة 04
I.3.2.3. الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه العذبة 05
I.4.2.3. المصادر المختلفة للمياه العذبة 05

المحور الثاني: تلوث المياه العذبة

II.1. التلوث 08
II.2. التلوث المائي 08
II.1.2. مراحل تلوث الماء 08
II.1.1.2. مرحلة التحلل 08
II.2.1.2. مرحلة التحلل النشط 08
II.3.1.2. مرحلة الانتعاش 08
II.2.2. تلوث المياه العذبة 08
II.1.2.2. تلوث المياه السطحية 09
II.2.2.2. تلوث المياه الجوفية 09
II.3.2.2. مصادر تلوث المياه العذبة 09
II.1.3.2. تلوث المياه العذبة بواسطة المخلفات الحضرية 09
II.2.3.2. تلوث المياه العذبة بواسطة المخلفات الزراعية 12
II.3. أثار تلوث المياه العذبة 15
II.1.3. أثار تلوث المياه العذبة على البيئة 15
II.2.3. أثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان 16
II.1.2.3. التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين 16
II.2.2.3. الشوارد السالبة والموجبة وأثارها على صحة الإنسان 16
II.3.2.3. أهم الأمراض المعدية المنتقلة عن طريق المياه العذبة 16

المحور الثالث: معالجة المياه العذبة الملوثة

III.1. معالجة المياه 18
III.1.1. طرق المعالجة التقليدية 18
III.1.1.1. معالجة المياه السطحية 18
III.2.1.1. معالجة المياه الجوفية 18

المقدمة

الماء عنصر أساسي لكل الكائنات الحية وغيابه يجعل كل مظاهر الحياة مستحيلة. ولكنه للأسف أصبح من أكثر البيئات عرضة للتلوث، فمشكلة تلوث المياه العذبة تعد حاليا من أبرز مشاكل البيئة وأكثرها تعقيدا وأصعبها حلا. وينتج هذا التلوث من نفايات ومخلفات المصانع، وعن استعمال المواد الكيميائية، مثل مبيدات الآفات والأسمدة الصناعية في الزراعة، كما ينتج عن التلوث الحضري الناتج من نفايات مخلفات المنازل والمباني والمنشآت الأخرى(01).

تزداد مشكلة هذا التلوث بزيادة عدد السكان في العالم، وذلك بزيادة استخدام المياه العذبة في الأغراض المنزلية، مشكلة في ذلك مياه الصرف الصحي، التي أصبحت المصدر الرئيسي لتلوث المياه العذبة في أنحاء العالم، وذلك لعدم معالجتها قبل التخلص منها بالوسائل التي تحافظ على المياه العذبة من التلوث الحضري.

كما يزداد حجم مشكلة هذا التلوث بزيادة إنتاج المواد الكيميائية (الأسمدة والمبيدات) واستخدامها في الزراعة، حيث يؤدي استخدام هذه المواد إلى تلوث المياه العذبة، وذلك عند تسربها إلى المياه الجوفية، أو عند انجرافها مع مياه الأمطار إلى المياه السطحية.

كما يزداد حجم مشكلة التلوث من المخلفات الناتجة عن مختلف الصناعات، حينما يكون هناك إهمال أو عدم اهتمام بالتخلص من مخلفات المصانع بالوسائل الميكانيكية الخاصة، وذلك للحفاظ على المياه العذبة من التلوث الصناعي(02).

البحث النظري الذي قمنا به كان منظما ضمن خمسة محاور، فالمحور الأول تناول التطرق الى المياه وأنواعها وبعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية، المحور الثاني تناول مشاكل التلوث الحضري والزراعي للمياه العذبة وكذا أثاره على البيئة أو على صحة الإنسان، أما المحور الثالث والرابع خصصا لطرق معالجة المياه وطرق الكشف عن مؤشرات التلوث الميكروبي للمياه العذبة على التوالي، وأنهينا دراستنا بالمحور الخامس حيث أدرجنا فيه بعض الدراسات التطبيقية التي تطرقت إلى تلوث المياه العذبة والنتائج المتحصل عليها.

المحور الأول

I.1. البيئة و النظام البيني:

I.1.1. تعريف النظام البيني:

يمكن تعريف النظام البيني بأنه مجموعة من المجتمعات المكونة من أنواع من الكائنات الحية بالإضافة إلى البيئة الغير حية المحيطة بتلك المجتمعات، يحتوي النظام البيني على مجموعات من الكائنات الحية ترتبط بمصدر غذائي واحد أو بيئة واحدة أوعلا قات بيولوجية مثل علاقة الافتراس والتطفل والتكافل وغيرها. والنظام البيني ممكن أن يكون بحيرة صغيرة أو تجمع من النباتات في جزء من سطح الكرة الأرضية أو جزء من غابة أو غابة بأكملها وقد يكون أيضا نهر أو جزء من نهر أو جزء من بحر أو بحر بأكمله وهكذا. وحتى يقوم النظام البيئي لا بد أن تكون هناك مجموعة من الكائنات المنتجة والمستهلكة (03).

I.2.1. النظام البيني المائي:

ويقصد بالنظام البيئي المائي كل الكائنات الحية الموجودة في الوسط المائي وما يحوي هذا الوسط من نباتات وكائنات حية دقيقة سواء أكانت هائمات حيوانية أم نباتية بدءا من الكائنات الحية وحيدة الخلية وانتهاء بالحيوانات الكبيرة الحجم (مثل الحيتان)، وما تحويه من مصادر ذات ثروة طبيعية، و ملوثات أو مواد تشجع - أو تقلل- من نمو وتكاثر هذه الكائنات (04).

I.3.1. خصائص النظام البيئي المائي:

يعد النظام البيئي المائي اكبر الأنظمة البيئية، حيث تشكل المياه حوالي 71% من سطح الكرة الأرضية، ويعتبر الأوكسجين الذائب وأشعة الشمس عاملان مهمان للنظام البيئي المائي ويحصل انتقال الأوكسجين من الهواء إلى الماء بعكس فرق التركيز في الحيزين. وعادة لا تستطيع الأشعة الشمسية أن تخترق أكثر من 30 متر عمقا تحت سطح الماء. وتنقسم النظم البيئية المائية إلى بيئة المياه العذبة كالأنهار والبحيرات، وبيئة المياه المالحة كالبحار والمحيطات (05).

I.2. المياه:

قد لوحظ منذ أقدم العصور أن الماء هو العنصر الأساسي لاستقرار الإنسان وازدهار حضارته وأينما وجد الماء وجدت مظاهر الحياة. يشغل الماء أكبر حيز في الغلاف الحيوي للأرض إذ تبلغ مساحة المسطحات المائية نحو 70.8% من مساحة الكرة الأرضية أي أن كمية المياه على سطح الأرض تبلغ حوالي 1400 مليون كلم^3. وأكثر من 97% من هذه المياه هي مياه البحار والمحيطات و2% من المياه الجوفية والجليدية و1% من المياه العذبة الأخرى.

يتألف الماء من جزيئات متلاصقة متماسكة، يتكون الجزيء الواحد من ارتباط ذرة أوكسجين مع ذرتين من الهيدروجين، ويتم هذا الارتباط وفق رابطة تشاركيه قوية قيمتها30-100 كيلو حريره / مول، ويملك الصيغة الكيميائية التالية: H_2O (06).

جدول01: توزع الماء على سطح الكرة الأرضية (06).

الخزان الطبيعي	الحجم (100الف م^3)	النسبة المئوية
البحار	1350	% 97
الجليد	33	% 2.4
المياه الجوفية	8	% 0.6
البحيرات	0.1	% 0.01 >
المياه المحتبسة في التربة	0.07	% 0.01 >
المياه الموجودة في الجو	0.013	% 0.001 >
الأودية	0.0017	% 0.0001
الماء في المواد الحية	0.0011	% 0.0001

I.2.1. تعريف الماء:

الماء هو مركب لا لون له ولا طعم ولا رائحة، كما يعتبر مكونا أساسيا للدائرة الحية، أين يتواجد الماء على ثلاث حالات وهي:

- الحالة الغازية: ممثلة ببخار الماء.
- الحالة السائلة: ممثلة بالمياه الحرة والجارية.
- الحالة الصلبة: ممثلة بالجليد والثلوج.

كما يعتبر الماء كمادة تفاعل أساسية في مختلف تفاعلات الأنشطة البيولوجية، وكذلك المكون الأكثر أهمية للكائنات الحية إذ يشكل الماء ثلثي الوزن الكلي لجسم الإنسان، حيث تتألف بلازمة الدم من حوالي 90 % الماء، في حين تبلغ نسبة الماء في العظام 22%، إذ لايمكن للإنسان أن يعيش بدون ماء لأكثر من5 أيام. يعتبر الماء مذيبا فعالا لمختلف الفيتامينات والمعادن وكذالك المواد المشعة، إذ يكون الماء خليط متجانس إذا كان مقطرا، وخليط غير متجانس إذا كان يحتوى على شوائب وعلى التربة (07).

I.2.2. الخصائص العامة للماء:

يملك الماء خصائص فيزيائية وكيميائية تعكس الطريقة الحاسمة في التفاعلات مع الكائنات الحية.

I.1.2.2. خصائص الماء الكيميائية والفيزيائية:

I.1.1.2.2. الرابطة التشاركية القوية:

إن البناء الفريد للماء يجعل جزيئاته متماسكة ومرتبطة بروابط هيدروجينية، ويصبح كل جزيء مرتبطاً بأربعة جزيئات مجاورة، وكل منها بأربعة، وهكذا تبدوا جميع الجزيئات مرتبطة ببعض في شبكة فراغية متماسكة، ولولا هذا لكانت درجة غليان الماء 80°م ودرجة تجمده -100 °م، ولاستحال وجود الماء على شكل سائل وصلب وغاز على سطح الأرض (08).

I.2.1.2.2. السعة الحرارية الكبيرة للماء:

من المعلوم أن درجة غليان الماء مرتفعة وذلك لقوة رابطته التشاركية، لذلك فهو يمتص قدرة حرارية كبيرة لكي يتبخر حيث كل غرام من الماء السائل يحتاج إلى 540 حريره ليتحول إلى بخار وهذه الخاصية تعطي الماء دوراً فريداً في نقل الطاقة من مكان لآخر، فالماء الذي يتبخر من المحيطات تسوقه الرياح إلى أماكن باردة، فيتكاثف البخار ويتساقط على شكل إما قطرات مطر أو ثلوج ينشر معه الطاقة التي امتصها أثناء تبخره فيساهم في رفع وتلطيف درجة حرارة الجو في تلك المناطق (08، 09).

I.3.1.2.2. تمدد الماء عند تصلبه:

وهناك خاصية فريدة أخرى للماء فنحن نعلم أن كل الجوامد المعروفة يتناقص حجمها عندما تتبرد وتزداد الكثافة، ولهذا السبب تزن الأشكال الصلبة للمواد أكثر بالحجم من كونها في الشكل السائل، ولكن الماء عكس جميع السوائل يتقلص في الحجم كلما صار أبرد، و لكن ما أن يصل لدرجة (04°م) فإنه يبدأ بالتمدد، وعندما يتجمد فإنه يتمدد أكثر من ذلك، و نتيجة لتصلب الماء و تمدده يصبح وزنه أخف من الماء السائل فيطفو على سطح الماء.

I.4.1.2.2. التوتر السطحي:

نتيجة لقوى التجاذب بين جزيئات الماء يلاحظ أن قيمة التوتر السطحي للماء عالية جداً، وتبلغ 72 مل نيوتن/متر، وهي تفوق الضغط الجوي، فهذه الخاصية هي التي تجعل الماء يرتفع بنفسه في الأوعية الشعرية داخل الأشجار إلى ارتفاعات عالية، وتعرف بالخاصية الشعرية. كما أنها هي المسئولة عن تحريك الماء في المسامات والشقوق الدقيقة في التربة والصخور نحو الأعلى حتى تتساوى قوة التوتر السطحي للماء مع قوة الجاذبية الأرضية مما يسهل على جذور النباتات الحصول على الماء في المناطق الجافة والصحراوية.

I.5.1.2.2. العزل الكهربائي:

تعد قيمة ثابت العزل الكهربائي للماء عالية جداً وهي نحو80 فولت، عند غمر جسم ما في الماء نلاحظ أن القوى الناشئة بين الجزيئات على سطحه تضعف تحت تأثير الماء مئة مرة تقريباً، فلذلك يعتبر الماء بفضل ثابت عزله الكهربائي الكبير من أقوى المذيبات، فباستطاعته أن يذيب" أي صخر كان على سطح الأرض، ولهذه الخاصية أهمية كبيرة للنبات فالماء يذيب الأملاح والمعادن والشوائب الضرورية لحياة النبات التي تنتقل عبر الأنابيب الشعرية إلى الخلايا النباتية.

I.6.1.2.2. المفعول الأعلى والأخفض للتجمد:

تتجمد السوائل عادة من الأسفل نحو الأعلى لكن الماء على العكس فهو يتجمد من الأعلى نحو الأسفل، وهذه الخاصية حاسمة لبقاء الماء على سطح الأرض، وإذا لم تكن تلك الخاصية محققة، أي إذا كان الجليد لا يطفو فكثير من ماء كوكبنا سوف يحتجز بشكل جليد، عندئذ تصبح المياه غير ممكنة في بحارها وبحيراتها وبركها وأنهارها، ووفق مبادئ علم البيئة سوف لن تكون هناك حياة على اليابسة أيضاً. ويجب أن نشير هنا إلى خاصية أخرى للماء وهي انخفاض الناقلية الحرارية للجليد والثلج فهي أيضاً حاسمة في هذه العملية، وبسبب كونهما ضعيفتين جداً للنقل الحراري فطبقاتهما تحتفظ بحرارة الماء في الأسفل (08).

I.1.2.2.7. اللزوجة المثالية للماء:
هي الخاصية التي يملكها سائل ما تدل على مقاومته لمختلف الحركات التي قد تكون داخلية أو إجمالية مثل الجريان. وفي الحقيقة أن لتلك السوائل درجات عالية من الاختلاف في لزوجتها، إن للماء أقل لزوجة ممكنة عن سواه من المواد السائلة. لأنه في الحقيقة إذا استبعدنا قليلاً من المواد مثل الأثير والهيدروجين السائل نجد أن الماء لزوجته أقل من أية مادة ما عدا الغازات. إن انخفاض لزوجة الماء هو شيء أساسي ليس فقط من أجل الحركة الخلوية ولكن أيضاً من أجل نظام الدوران الدموي، إذ يشكل الماء 95% من بلازما الدم، ولهذا السبب فأن اللزوجة المنخفضة للماء لها أهمية كبيرة جداً(08، 09).

I.1.2.2.8. الكتلة الحجمية:
وهي تختلف باختلاف الحرارة والضغط ويعتبر الماء مائع مرن ذو كتلة حجميه 0.99828 كغ/ لترعند20 درجة مئوية. وتكون الكتلة الحجمية قصوى للماء في درجة حرارة 4°م وتساوي1 كغ/ لتر.

I.2.2.2. الخصائص الضوئية للماء:
تنتج شفافية الماء عن عمل طول موجة الإشعاع التي تعبرها، شفافة بالأشعة الفوق بنفسجية، معتمة بالأشعة الحمراء. امتصاص الأحمر في المجال المرئي التي تفسر اللون الأبيض للماء. هذه الخصائص تكون كثيرة الاستعمال في مراقبة تأثير المعالجات الهادفة للتصفية وتقييم بعض أنواع التلوث.

I.3.2.2. الخصائص الكهربائية للماء:
الماء موصل كهربائي خفيف، نسبة توصيل الماء هي 4.2 $\mu s.cm^{-1}$ عند 20° درجة مئوية ، وترتفع نسبة التوصيل مع ارتفاع نسبة الأملاح بالماء (09).

I.3.2. دورة المياه في الطبيعة:

شكل01: رسم تخطيطي يبين دورة المياه في الطبيعة (10).

I.3. أنواع المياه:
تنقسم المياه إلى نوعين أساسيين وهما:

I.1.3. المياه المستعملة:
المياه المستعملة هي في البداية مياه نظيفة وعذبة صالحة للشرب أو للاستعمالات الصناعية، وتصبح ملوثة بواسطة الأنشطة البيئية وحسب مصدرها نميز:

I.1.1.3. المياه المستعملة ذات أصل صناعي:
وهي المياه الناتجة عن مخلفات المصانع، وهي ذات تركيبه متباينة وتضم كل أنواع المركبات الكيميائية على حسب المنتجات المصنعة أو المنتجات المراد تصنيعها، ينتج التلوث الكيميائي أساسا من مركبات عضوية بنائيه وغالبا ما

تكون ذات بنية تركيبية معقدة، ومن بين هذه الملوثات الصناعية للمياه نميز الملوثات العضوية، الملوثات المعدنية والملوثات الكيميائية (11).

I.2.1.3. المياه المستعملة ذات أصل حضري:

وهي مياه ذات تركيبة معروفة تتكون أساسا من الإفرازات البشرية(مراحيض، مياه التنظيف والغسيل ... الخ) المعروفة بمياه الصرف الصحي، كما تضم كذلك مركبات كيميائية وخاصة المركبات العضوية وكائنات دقيقة وتتمثل خاصة في البكتيريا ويمكن أن تكون أوليات، فطريات، فيروسات... الخ (11).

I.2.3. المياه الطبيعية:

تنقسم المياه الطبيعية إلى مياه البحار والمحيطات والمياه العذبة، حيث تشكل مياه البحار والمحيطات حوالي 97% من المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية، و تشكل الأمطار والثلوج 41 مليون كلم^3 التي تعتبر مياه عذبة مقطرة، تتوزع على شكل جليد بنسبة 33 مليون كلم^3 والباقي على شكل مياه جوفية، كما تشكل البحيرات 100الف كلم^3 وتشكل المياه المحتبسة في التربة70 ألف كلم^3 (12).

I.1.2.3. البحار والمحيطات:

تغطي البحار والمحيطات 71% من سطح الكرة الأرضية، والعمق هو أهم صفات البحار والمحيطات، وبينما لا تتعدى مساحة أجزاء اليابسة التي يصل ارتفاعها إلى 300 متر فوق سطح البحر أكثر من 2% من مساحة اليابسة نجد إن أكثر من 77% من أراضي المحيطات تصل إلى هذا العمق تحت مستوى البحر، كما توجد حفر عميقة في البحار والمحيطات يصل عمقها إلى 10700 في بحار الفلبين وماريناس، وهذا العمق أكثر من أطول قمم الجبال على اليابسة. وينقسم المحيط إلى ثلاثة مناطق رئيسية هي: الرصيف القاري ويمتد من الشاطئ إلى عمق 200 متر تحت سطح البحر، والمنحنى القاري وهي المنطقة الممتدة من الرصيف القاري حتى عمق 2500 متر تحت سطح البحر، والمنطقة الثالثة هي المنطقة العميقة (03).

I.1.1.2.3. أنواع المحيطات:

المحيطات هي مسطحات مائية مالحة ولكنها اكبر حجما من البحار ونميز:

1 – المحيط الهادئ: ومساحته 165مليون كلم^2 وهو اكبر المحيطات.
2- المحيط الأطلنطي (الأطلسي): ومساحته 82 مليون كلم^2 .
3- المحيط الهندي: ومساحته 74 مليون كلم^2.
4- المحيط المتجمد الشمالي: ومساحته 14 مليون كلم^2 (11).

I.2.1.2.3. أنواع البحار:

وهي مسطحات مائية مالحة لكنها أصغر حجم من المحيط ونميز:

البحر الأحمر، البحر الأبيض المتوسط، البحر الأسود، بحر العرب، بحر الصين، بحر اليابان، بحر قزوين والبحر الميت (12).

I.2.2.3. المياه العذبة:

تبلغ نسبة المياه العذبة 3% من مجموع مياه الكرة الأرضية وتعني المياه العذبة كل المياه الطبيعية عدا مياه البحار والمحيطات وتتواجد في الأوساط الطبيعية بكميات مختلفة وهي عموما قليلة الحموضة، غنية بالمعادن والمواد العضوية وناتجة عن الأمطار والثلوج وتنقسم المياه العذبة إلى قسمين أساسين هما: المياه السطحية والمياه الجوفية، بحيث تشكل المياه العذبة 0.6% من المياه الطبيعية موزعة كالأتي: 1.42% مياه سطحية، 97.89% مياه جوفية، 0.76% مياه محتبسة في التربة (12).

I.1.2.2.3. المياه السطحية:

تعتبر المياه السطحية بمثابة المصدر الأقل وفرة من المياه العذبة والصالحة للشرب، وتتمثل أهم مصادر هذه المياه في الأنهار، البحيرات، السيول والبرك والسدود. وذلك مقارنة بالنقص الكبير في المياه الجوفية. هذا المصدر الذي أصبح في وقتنا وللأسف أكثر عرضة للتلوث (13).

I.2.2.2.3. المياه الجوفية:

هي المياه المحفوظة في الطبقات التحت سطحية والعميقة من الأرض حيث تشارك مياه الأمطار ولو بجزء قليل في تشكيلها وتتعرض المياه الجوفية إلى التصفية الذاتية للعضيات التي يتم التخلص منها على مستوى جزيئات التربة، ويمكن الحصول أو التوصل إلى نوعية ميكروبيولوجية مقبولة للمياه الجوفية بفضل هذه العملية. واعتبرت المياه الجوفية عبر الزمن ذات نوعية جيدة للاستهلاك مقارنة مع المياه السطحية وتكون هذه المياه عرضة للتلوثات الناتجة عن النشاط البشري والصناعي والزراعي(13).

I.3.2.3. الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه العذبة:

I.1.3.2.3. الأملاح المعدنية الموجودة في الماء:

إن شوارد الفوسفات (PO_4^{-3}) و شوارد النترات (NO_3^-) لا تكون دائمة الوجود في الماء لذلك ممكن اعتبارها كمؤشرات تلوث فبعد معالجة الماء بالتنقية الكيميائية يمكن أن يحتوي ايونات الكربونات (CO_3^{--}) والهيدروكسيد (OH^-) وعندها نقول إن الماء قاعدي أما إذا كان يحتوي على ايونات الهيدروجين (H^+) فنقول أن هذا الماء حامضي (13).

وكل الايونات الموجودة في الماء يكون أصلها هو ذوبان أو تأين الأملاح مباشرة مثل NaCl و CaCl و Na_2SO_4 و NH_4NO_3...الخ. أو أملاح متشكلة في الماء من نشاط ثاني أكسيد الكربون المنحل على المواد الكلسية أو المعدنية الذي ينجم عنه تشكل هيدروجينوكربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$ أو الماغنيسيوم $Mg(HCO_3)_2$، وثاني أكسيد الكربون، وهذا أصله النشاط البيولوجي للكائنات الموجودة في التربة، إن الكاتيونات والأنيونات تخضع للقانون العام للتعادل الكهربائي في المحاليل (13).

جدول 02: أهم العناصر المعدنية الموجودة في الماء وكتلتها الذرية (13):

الكاتيونات	الكتلة الذرية	الأنيون	الكتلة الذرية
Ca^{++}	40	HCO_3^-	61
Mg^{++}	24	Cl^-	35.5
Na^+	23	So_4^{-2}	96
K^+	39	NO_3^-	62
NH_4^+	18	F^-	19
Fe_2^+	59	Po_4^{-3}	15

I.2.3.2.3. الأوكسجين المنحل:

إن وجود الأوكسجين في الماء يكون بصورة دائمة وهو ليس عنصر أساسي، تتعلق ذوبانيته بالحرارة والضغط الجزئي في الجو وكذلك بالملوحة، والأوكسجين المنحل يعمل على خفض الخواص المؤكسدة سواء في تفاعل كيميائي أو تفاعل الكتروكيميائي و يختلف محتوى الماء من الأوكسجين المنحل وذلك حسب نوع الماء فنجده في المياه السطحية قريب من التشبع على عكس المياه الجوفية التي يكون فيها تركيز الأوكسجين المنحل اقل، فعند ارتفاع درجة الحرارة يتناقص محتوى الأوكسجين المنحل بالماء بسبب ذوبانيته الضعيفة وكذلك بسبب استهلاك الأوكسجين من قبل الكائنات الدقيقة المتواجدة بالمياه (13).

I.4.2.3. المصادر المختلفة للمياه العذبة:

تعتبر مياه الأمطار والثلوج المصدر الرئيسي للمياه العذبة، ويقصد بالمياه العذبة المياه التي تكون فيها تركيز الأملاح المنحلة اقل من 1% ويمكن تمييز نوعين من خزانات المياه العذبة على سطح الأرض وهي المياه السطحية والمياه الجوفية، ويتميز هذين النوعين من المياه بعاملي الوقت والمكان، وتلعب عملية التبادل بينهما دورا هاما في وفرة المياه العذبة، على سبيل المثال: السيل المتدفق هو احد مصادر تغذية المياه الجوفية وبالتالي فان المياه الجوفية المتفجرة على شكل ينابيع وعيون مائية هي مصدر رئيسي لمياه الأنهار والوديان والممثلة بالمياه السطحية (12).

I.1.4.2.3. المياه الجوفية:

هي كل المياه العذبة المتواجدة تحت سطح التربة، الآتية سواء من تسرب المياه السطحية أو من تسرب مياه الأمطار إلى الطبقات السفلى للقشرة الأرضية، وتوجد المياه الجوفية داخل خزانات في باطن الأرض أو في الفراغات والشقوق بين حبيبات التربة والرمل والحصى والصخور، وتتحرك المياه الجوفية ببطء خلال فراغات التربة أو الصخور بشكل عمودي أو أفقي مائل في استجابة لجاذبية الأرض والضغط الهيدروليكي. تعتمد كميه المياه المتجمعة ومعدل تدفقها على نوعية التربة ونفاذية الصخور (10).

تقسم المياه الجوفية إلى ثلاث أقسام رئيسية وهي:

أ. الطبقات التحت سطحية (المنطقة الغير مشبعة):

وهي الطبقة الواقعة مباشرة تحت سطح الأرض، وتحتوى المواد الجيولوجية المكونة لها على كل من الهواء في المسافات الفاصلة بين حبيبات التربة، وتعتبر هذه الطبقة منطقة غير مشبعة، حيث يوجد الماء بكميات تتغير على مدى الزمن، بحيث لا تجعل التربة مشبعة (01).

ب. الطبقات العميقة (المنطقة المشبعة):
وهي الطبقة التي تقع أسفل الطبقة التحت سطحية أي أسفل المنطقة الغير مشبعة، حيث تكون كافة المسامات والتصدعات بين ذرات الصخور لهذه الطبقة ملينة ومشبعة بالماء (01).

ج. الينابيع (العيون المائية):
وهي المياه الجوفية التي تظهر على السطح بصورة طبيعية، أو بمعنى أخر هي المياه المتدفقة نتيجة امتلاء خزانات المياه الجوفية إلى النقطة التي تتدفق فيها المياه إلى سطح الأرض، ويمكن أن تتكون الينابيع داخل أي نوع من أنواع الصخور، وغالبا ما توجد في الحجر الجيري وصخور الدولوميت، التي يمكن أن تتصدع بسهولة لتشكل الفراغات التي تسمح بتدفق الماء، وإذا كان التدفق أفقيا، فمن الممكن أن يصل إلى سطح الأرض مشكلا الينبوع المائي (03).
يمكن تصنيف للينابيع المائية إلى:
- **عيون المناطق المنخفضة:** تنشأ عن تقاطع الماء الجوفي مع سطح الأرض في المناطق المنخفضة.
- **عيون تلامسية:** تنشا من تلامس طبقات ذات مسامية ونفاذية عالية مع طبقات منفذة.
- **عيون صدعيه:** حيث تتسرب وتنساب المياه الجوفية إلى سطح الأرض على طول الصدع.
- **عيون كارستية:** وهي العيون الموجودة في الكهوف والتجاويف الجيرية، وتتركز في الأماكن الكارستية الناتجة عن ذوبان الصخور الجيرية.
- **الينابيع الطبوغرافية:** هي التي تنشا عندما يصل مستوى الماء الجوفي في منطقة معينة إلى سطح الأرض، وهذا يحدث في المناطق المنخفضة مثل الأحواض والوديان.
- **الينابيع التركيبية:** هي التي تنشا عندما يؤدي التركيب الجيولوجي لمنطقة معينة إلى اعتراض الصخور المصمتة لطريق المياه الجوفية المتحركة في صخور نفاذة مثل: ينابيع القواطع وينابيع الصدوع.
- **الينابيع الطبقية:** هي التي تنبثق إذا اعترضت المياه الجوفية طبقة مصمتة كالطين تبرز عن سطح الأرض وفي هذه الحالة تساعد التضاريس على انكشاف الطبقة المصمتة في منطقة منخفضة لكي يظهر الينبوع (01، 12).

I.2.4.2.3. المياه السطحية:
تعتبر المياه السطحية مياه عذبة، وتعتبر الأمطار وذوبان الثلوج هما المصدران الأساسيان للمياه السطحية، التي تشمل أنواع مختلفة مثل الأنهار، الوديان، المستنقعات والبحيرات. إن المياه السطحية متوفرة وسهلة المنال للاستعمال الإنساني، أكثر من المصادر الأخرى ولكنها ليست النوع المثالي للاستعمال، نظرا لاحتوائها في كثير من الأحيان على ملوثات وشوائب جرثوميه وكيميائية تحتاج إلى أنظمة معالجة متكاملة ومتطورة.
ويمكن تقسيم المياه السطحية إلى قسمين أساسيين، المياه الراكدة وتضم البحيرات والمستنقعات، والمياه الجارية وتضم الوديان والأنهار (10).

أ. المياه الراكدة:
تعتبر البحيرات والمستنقعات من أهم خزانات المياه العذبة السطحية الراكدة، التي يكون مصدرها الأمطار وذوبان الثلوج والجليد في القطب المتجمد الشمالي والجنوبي.
يمكن اعتبار البحيرات بمثابة أحواض طبيعية مترسبة حيث تكون فترة الاحتباس طويلة للماء، إذ تكون عكارة المياه ضعيفة و التلوث البكتيري اقل أهمية. تختلف خصائص مياه البحيرات والمستنقعات باختلاف فصول السنة ما عدا في فصلي الربيع والخريف. خلال هذه الفترة الاختلاف في درجات الحرارة، يسبب انقلاب في مياه البحيرات، وترتفع عكارة الماء فجأة (10).

ب. المياه الجارية:
تعتبر الأنهار والوديان من أهم المياه الجارية السطحية حيث تتجرف مياه الأمطار مع التربة مشكلة بذلك المجاري المائية التي تصب في الأودية والأنهار والبحار (14).

ب.1. مياه الوديان:
يتكون الجزء العلوي من مياه الوديان من منطقة جبلية أو منطقة ذات كثافة سكانية قليلة مع غياب الأنشطة الصناعية، أما الجزء السفلي لمياه الوديان فهي المنطقة التي تكون فيها الكثافة السكانية عالية والزراعة متطورة، والتلوث الصناعي كبير (14).

ويمكن حصر أهم خصائص الأودية فيما يلي:
- التلوث البكتيري المرتفع: ناتج عن مجاري الصرف الصحي المنصبة في الوديان.
- التلوث العضوي واللا عضوي المرتفع: ناتج عن المياه المستعملة زراعيا وصناعيا والمحتوية على كميات كبيرة من المواد العضوية واللا عضوية.

- المؤشر اللوني المرتفع جدا: ناتج عن الجريان البطيء لهذه المياه حيث يكون للماء الوقت الكاف لتحليل المواد النباتية التي تعطي لون للمياه (14).

ب.2. مياه الأنهار:

من المرجح أن كثير من الناس يعتقدون أن مياه الأمطار تسقط على الأرض وتجري نحو الأنهار التي تصب في المحيطات، في واقع الأمر فان هذه المسالة تعتبر عملية معقدة إلى حد بعيد نِ ذلك لان الأنهار تحصل على الماء من الأرض وتفقدها في الأرض. ولا زالت معظم مياه الأنهار تأتي مباشرة من مياه الأنهار الجارية على سطح الأرض والتي تم تعريفها على أساس المياه السطحية الجارية (09).

المحور الثاني

المكتبة

II.1. التلوث:

يعرف التلوث على انه كل تغير نوعي أو كمي في المكونات البيئية الحية منها والغير حية، على أن يكون هذا التغير خارج مجال التذبذبات الطبيعية لأي من هذه المكونات، بحيث يؤدي إلى اختلال في الطبيعة مما يؤدي إلى تأثير مباشر أو غير مباشر على النظام البيئي. تعرف الملوثات على أنها كل المواد الغازية أو الصلبة أو السائلة، وأي ميكروبات أو جزيئات دقيقة قادرة على التأثير على المجال الطبيعي، من خلال زيادة أو نقصان في هذا الأخير لأي من المكونات البيئية. وعليه فأن الحديث عن التلوث يشمل الحديث عن المكونات والمجالات الطبيعية لهذه المكونات، لكي يكون بالإمكان ربط مفاهيم التلوث وحدوثه في عامل معين. يوجد العديد من أنواع التلوث ونذكر منها: التلوث الهوائي، التلوث الإشعاعي، التلوث بالمبيدات والأسمدة، التلوث الغذائي، التلوث المائي و تلوث التربة (15).

II.2. التلوث المائي:

يقصد بالتلوث المائي كل تغير في الصفات الطبيعية أو الكيميائية أو حتى البيولوجية له مما يجعله مصدرا حقيقيا أو محتملا للضرر بالاستعمالات المشروعة للماء، بمعنى أخر يجعله غير صالح للاستعمال. وذلك عن طريق إضافة مواد غريبة تسبب تعكر الماء أو تكسبه رائحة، لون و طعم غير مرغوب فيه. قد يتلوث الماء بالميكروبات، وذلك بإضافة فضلات بشرية أو حيوانية، أو قد يتلوث بإضافة مواد كيميائية سامة. كما عرف تلوث الماء على انه إدخال أي مواد أو مركبات ضارة بواسطة الإنسان في تلك البيئة المائية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، مما يؤدي إلى الإضرار بالحياة المائية أو تهديد صحة الإنسان أو إعاقة الأنشطة بما في ذلك الصيد المائي، وإفساد صلاحية الماء للاستعمال والإنقاص من مزاياه (04).

II.1.2. مراحل تلوث الماء:

II.1.1.2. مرحلة الترسب:

وهي تجمع الملوثات في القاع في الطبقة الطينية، إذ يحدث تسرب المواد الصلبة وزيادة نسبة التعكر وزيادة البكتيريا (04).

II.2.1.2. مرحلة التحلل النشط:

في هذه المرحلة يحدث نقصان في درجة التعكر وزيادة أعداد البكتيريا بدرجة كبيرة، وكذلك الفطريات وذلك على مستوى الرواسب التي تجمعت في القاع (04).

II.3.1.2. مرحلة الانتعاش:

يحدث خلالها استعادة المجرى المائي لحالته الأولى من حيث محتواه من الأكسجين وبقية خواصه الطبيعية. وتبدأ الصورة البيولوجية في التحول لصالح النشاط البنائي فيتوفر الضوء وتزداد أعداد الطحالب، ويبدأ نمو الأعشاب المائية (04) .

II.2.2. تلوث المياه العذبة:

يمكن حصر العوامل في حدوث هذه الظاهرة فيما يلي:

1- استخدام خزانات المياه في حالة عدم وصول المياه للأدوار العليا والتي لا يتم تنظيفها بصفة دورية، الأمر الذي يعد غاية في الخطورة .

2- التخلص من المخلفات الصناعية دون معالجتها، ففي بعض المناطق نجد تسرب بعض المعادن إلي المياه الجوفية مثل: الحديد، المنغنيز، إلى جانب المبيدات الحشرية والأسمدة المستخدمة في الأراضي الزراعية (04).

II.1.2.2. تلوث المياه السطحية:

يعتبر إلقاء مخلفات المصانع والنباتات والحيوانات الميتة ونفايات المنازل في مياه الأنهار والبحيرات، وكذلك استخدام الأسمدة والمبيدات للأغراض الزراعية من أهم العوامل المسببة لتلوث المياه السطحية، التي تسبب إصابة بأمراض خطيرة، إضافة إلى أن بعضها يضعف خصوبة الإنسان والحيوان. قد تتلوث مياه الأنهار والبحيرات أيضا بالميكروبات والطفيليات التي تسبب الأمراض المعدية، وذلك إذا ما تسربت مياه الصرف الصحي إلى الأنهار والبحيرات.إضافة إلى مشكلة نمو الطحالب والنباتات المائية التي تتكاثر وتؤدي إلى تغطية سطح الماء مسببة بذلك ظاهرة الإفراط الغذائي، ويترتب عنه إفساد الجمال الطبيعي للأنهار والبحيرات إضافة إلى عرقلة الملاحة والري وتوليد الطاقة الكهربائية. من اخطر نتائج تكاثر الطحالب المائية نقصان كمية الأكسجين الذائب في الماء يسبب تكاثر الميكروبات على الطحالب والنباتات المائية واستنفادها كمية كبيرة من الأكسجين مؤدية بذلك بالقضاء على الثروة السمكية (08).

II.2.2.2. تلوث المياه الجوفية:

تتعرض المياه الجوفية إلى التلوث بسبب المخلفات المنزلية ونفايات المصانع والأنابيب النفطية والمناجم والمواد المشعة إضافة إلى الملوثات الناتجة عن الأنشطة الزراعية، بسبب استخدام الأسمدة الصناعية والمبيدات ونتيجة

تسرب المواد الكيميائية مختلفة المصدر إلى مخازن هذه المياه. كما تتلوث المياه الجوفية بفعل التسرب من مياه المجاري أو مياه الأمطار الحمضية، كما تلوث المياه الجوفية أيضا ببعض المعادن والأملاح التي تكون عالقة في طبقات الصخور التي تعبر من خلالها هذه المياه (10).

II.3.2. مصادر تلوث المياه العذبة:

يعتبر التلوث الحضري (المخلفات البشرية والحيوانية) والتلوث بالمبيدات والأسمدة الزراعية من اخطر الملوثات للمياه العذبة.

II.3.2.1. تلوث المياه العذبة بواسطة المخلفات الحضرية:

تعتبر مياه الصرف الصحي هي الملوثات الأساسية الناتجة عن المخلفات البشرية، حيث تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورشات والمصانع، تحتوي مياه الصرف الصحي على حوالي 99.9% من المياه والباقي عبارة عن مواد صلبة أو مواد غروية عالقة أو ذائبة في الماء.

تعتبر مياه المجاري واحدة من اخطر المشاكل على الصحة العامة في معظم دول العالم. والمشكلة الأكبر تكمن في إلقاء المدن الساحلية لمياه الصرف الصحي في البحار والأنهار دون معالجتها مسببة بذلك أضرار جسيمة (04).

أ. تأثير مياه الصرف الصحي في تلوث المياه السطحية:

هذا وتحتوي مياه الصرف الصحي على نسبة عالية من النيتروجين والفوسفور وكذلك الكربون النشط الذي يمثل مصدرا هاما للطاقة اللازمة لنمو البكتيريا وتكاثرها، وبالتالي عندما تصل مياه الصرف الصحي إلى مصدر المياه السطحية فأن البكتيريا التي تقوم باستخدام الكربون أثناء عملية الأيض تسبب في نقص الأكسجين الغذائي في الماء، والضروري لحياة الأسماك و الأحياء الأخرى مؤديا بذلك إلى اختناق الوسط، وموت هذه الكائنات، كما يؤدي ارتفاع نسبة النيتروجين والفوسفور إلى خصوبة المياه السطحية وتوفير البيئة الملائمة لنمو الطحالب (ظاهرة الإفراط الغذائي)، كما تتسبب أجزاء النباتات والحيوانات الميتة في زيادة نشاط البكتيريا مما يزيد من حدة تلوث المياه السطحية (06).

ب. تأثير مياه الصرف الصحي في تلوث المياه الجوفية:

تعتبر مياه الصرف الصحي المتدفقة من المنازل والمناطق الحضرية مصدرا رئيسيا لتلوث المياه الجوفية ومع التوسع الكبير في حجم الصناعات الحديثة تصبح مياه الأمطار مصدرا إضافيا لتلوث المياه الجوفية بما تأخذه معها من الملوثات الجوية و الفضلات المتواجدة على سطح الأرض إلى باطنها (06).

II.3.2.1.1. التلوث الميكروبي للمياه العذبة:

تحتوي المياه الناتجة عن النشاطات اليومية للإنسان (مراحيض، غسيل، مطابخ.... الخ). غير المعالجة على شحنة كبيرة من الميكروبات أين اغلبها تعتبر ممرضة. وعند صرف هذه المياه في الطبيعة واندماجها مع المياه العذبة (السطحية، الجوفية) تتسبب في تلويثها بهذه الجراثيم. وبما أن اغلب البكتيريا المعوية التي تعيش على مستوى الأمعاء، تتميز بكونها بكتيريا هوائية لا هوائية اختياريا، فهذا يمنحها القدرة على النمو والتكاثر في أي وسط ماني سواء السطحية او الجوفية. لا تبقى البكتيريا الممرضة التي تطرح في المياه الطبيعية حية إلا لأيام قليلة، وخلال يومين فقط تقل إلى 90 % ويكون هذا النقص مرتبط ارتباطا وثيقا بدرجة الحرارة للمياه حيث يكون هذا النقص أسرع في الماء الملوث الدافئ عن الماء النقي البارد. وتوجد بكتيريا عديدة في الماء معظمها لها أهمية صحية وبعضها يعد دلائل على التلوث، ولكنها غير ممرضة وأخرى قليلة العدد ولكنها ممرضة، مثل تلك المسببة حمى التيفوئيد وحمى البارا تيفوئيد والحمى المعوية والكوليرا . من بين البكتيريا التي تعتبر دلائل على التلوث تلك الدالة على التلوث البرازي والمسماة ببكتيريا القولون او بكتيريا القولون البرازية، وتوجد في الجزء المعوي للإنسان والحيوان وتطرح مع البراز، وتعد هذه البكتيريا غير ممرضة ومن المحتمل أن تسبب العدوى، وتطرح هذه البكتيريا بكميات عالية حيث يمكن أن يحتوي البراز على 5 ملايين إلى 500 مليون كائن لكل غرام. تتغير بكتيريا القولون في مياه الفضلات بشكل واسع من ناحية التركيز من 25 ألف إلى نصف مليون لكل ملي لتر. وتتواجد أعداد كبيرة في الصيف على عكس الشتاء.

تهتم محطات معالجة المياه الملوثة بفضلات المنازل، بإزالة المواد العضوية دون الاهتمام الكبير بإزالة الكائنات المجهريه الممرضة مما يؤدي إلى الأوبئة للإنسان والحيوان حيث مياه الفضلات المنزلية مصدر مهم للكائنات المجهريه الناقلة للأمراض مما يزيد من خطورة التلوث الميكروبي للمياه (05).

ينتج التلوث الميكروبي للماء عن تواجد بكتيريا او ميكروبات بصفة عامة في الجهاز المعوي للإنسان والحيوان والتي تتحلل بسرعة بمجرد إلقاء الفضلات فيه، وقد يكون تأثيرها مباشر او غير مباشر، وتتمثل أهم البكتيريا ذات الأصل البرازي في البكتيريا الكلية الهوائية المحبة لدرجة الحرارة FTAM، بكتيريا القولون*coliformes*،

والقولون البرازية *coliformes Fecaux*، والبكتيريا السبحية البرازية *Stereptocoques Fecaux*، والبكتيريا المرجعة للكبريت C . S. R، والبكتيريوفاج البرازية (16).

أ. بكتيريا القولون (*Les coliformes*):

هي بكتيريا تنتمي إلى عائلة *Les Enterobacteriaceae*، ولها خاصية تخمير اللاكتوز عند درجة حرارة 30°م مع إنتاج غاز وحمض، حسب التصنيف القديم تضم المجموعة بكتيريا القولون العديد من الأجناس من عشائر مختلفة نذكر منها:

- *Tribu d'Escherishia*
- *Tribu de cetrobacter*
- *Tribu d'Enterobacter*
- *Tribu de Klebsiella*
- *Tribu de Serratia*

بالنسبة للجنس الأخير (*Serratia*)، يقوم بتخمير اللاكتوز عند درجة الحرارة 30°م لكن خلال فترة زمنية طويلة، أما فيما يخص التصنيف الحديث الذي يعتمد على ظاهرة التهجين(ADN/ARN) وخاصيةالـ B-galactosidase قد يفوق هذا العدد الـ500 .

تعتبر المياه ملوثة ببكتيريا القولون إذا كان عدد بكتيريا قولون أكثر من 10^7ميكروب/ ملل من الماء.

تتميز مجموعة بكتيريا القولون بالخصائص التالية:

- عصيات سالبة الغرام.
- غير متجرثمة.
- هوائية لا هوائية اختيارية.
- قادرة على النمو على وسط يحتوي على أملاح صفراوية.
- Oxidase (-)

نجد في مجموعة بكتيريا القولون مجموعة تسمى بكتيريا القولون المقاومة لدرجة الحرارة(coliformes Thermotolerants)، وهي بكتيريا لها نفس خصائص بكتيريا القولون ولكن تقوم بتخمير اللاكتوز عند درجة الحرارة 44°م. وتعتبر *E.Coli* الممثل النوعي لهذه المجموعة التي تملك خاصية إنتاج الأندول عند درجة الحرارة 44°م. انطلاقا من الـTryptophane والتي تتميز بالخصائص التالية:

- احمر المثيل (+).
- Acetoine(-)
- Citrate(-)
- Glutamique dècarboxylase(+)

يعتبر اختبار الكشف عن تواجد بكتيريا *E.Coli* في الماء عملية هامة جدا لتأكيد التلوث بواسطة بكتيريا القولون (09).

ب. بكتيريا القولون البرازية (*Les coliformes Fecaux*):

وهي بكتيريا تعيش على مستوى الجهاز المعوي للإنسان والحيوان وتعتبر كمؤشر على التلوث البرازي للماء.تتواجد هذه البكتيريا بصفة دائمة في المادة البرازية للإنسان والحيوان، المياه المستعملة الناتجة عن مخلفات البشر ،المياه السطحية الملوثة. ولا يمكن أن تتواجد في المياه الموجه للاستعمال الغير ملوثة والمراقبة. من بين الأجناس التي تنتمي إلى هذه المجموعة نذكر:

Citrobacter levinea ،Klebsiella pneumoniae ،Enterobacter Cloacae.

توجد مجموعة ثانية من بكتيريا القولون البرازية تضم الأنواع التالية:

Buttiauxella grestis ،Serratia fonticola ، Enterobacter amnigenus ،Enterobacter intermedium ،Klibsiella trevisanii ،Klibsiella terrigena.

والتي على العكس من المجموعة الأولى تتواجد فقط في المياه الموجهة للاستهلاك. وتتميز هذه الأنواع بانتشارها الواسع في أنحاء العالم، ومياه التوزيع وغالبا ما تدمج مع الأنواع التي تعتبر كمؤشر على التلوث البرازي (09، 16).

ت. البكتيريا السبحية البرازية (*Stereptocoques Fecaux*):

تنتمي إلى عائلة *Les Stereptococaceae* وقد تم إدخال تعديل على تصنيف البكتيريا السبحية البرازية في العشرية الأخيرة إذ نميز في جنس*Stereptococcus* مجموعة *Pyogenes* والممثلة بـ *Stereptococcus Pyogenes*. وهو نوع ممرض للإنسان، مجموعة *viridans* تحتوي على النوع *α -himolytique*. مجموعة

اللاكتيك والممثلة في مختلف الأنواع المتواجدة في الحليب. أما المجموعة الأخيرة والتي هي *Enterocoque* فهي تضم كافة الأنواع الموجودة في المادة البرازية للإنسان وهي ذات أصل معوي، لها خاصية النمو في شروط خاصة جدا من درجة الحرارة، الـpH، تعتبر كمؤشر عن التلوث البرازي للمياه. تم انجاز هذا التصنيف على أساس مولدات الضد للمجموعةA polysido، مرفق بـ*S.Pyogenes* و مولدات الضد للمجموعةN والمرفوقة بـ *Stereptocoque lactique*وأخيرا مولدات الضد للمجموعةD والمرفوقة بـ*Enterocoque*. نظرا للتطور الذي شهدته الدراسات التصنيفية الجزئية فقد تم تحويل التصنيف القديم تماما. إذ يعتمد التصنيف الحديث على خاصية التهجين وعلى هذا الأساس تم تميز جنسين وهما جنس*Stereptococcus* وجنس*Enterococcus*، والعديد من الأنواع التي تصنف تحت هذين الجنسين يضم جنس *Enterococcus* مجموعة*Enterocoque* والتي تخضع إلى معايير Sherman (نمو عند درجة حرارة10°م و45°م في وجود 6.5% من كلوريد الصوديوم) (09، 16).

تتميز مجموعة البكتيريا السبحية البرازية بالخصائص التالية:

- كريات موجبة الغرام على شكل سبحات.
- غير متجرثمة.
- غير متحركة.
- Lactose (-)
- Oxidase (-)
- Nitrate-Reductase (-)
- مقاومة للعوامل الكيميائية المثبطة مثل: Ethyl-Violet L 'azothydrate de sodium (07).

ث. البكتيريا اللاهوائية المرجعة للكبريت (*C. S. R*):

هي بكتيريا تنتمي إلى عائلة *Les Bacillaceae*، وهي عبارة عن بكتيريا كثيرة الانتشار في مياه المجاري، التربة، الأمعاء....الخ. وتعتبر كمؤشر لتلوث المياه وتتميز بقدرتها على إرجاع الـSulfite de sodium إلى الـSulfure حيث يتم البحث عنها من خلال الزراعة على أوساط خاصة في وجود أملاح الحديدsels de fer حيث يستدل على وجودها من خلال تشكل المستعمرات التي تكون محاطة بحلقة سوداء ناتجة عن تشكل كبريت الحديدsulfure de fer . حيث لا يتم هذا البحث من خلال الأشكال الاعاشية ولكن من خلال الأشكال المتجرثمة، إذ يتم تسخين العينة المراد تحليلها بهدف القضاء على الأشكال الاعاشية والاحتفاظ بالأشكال المتجرثمة فقط.

وتتميز مجموعة البكتيريا اللاهوائية المرجعة للكبريت بالخصائص التالية:

- عصيات سالبة الغرام.
- قادرة على التجرثم .
- غير متحركة.
- مرجعة للكبريت.
- لا هوائية إجبارية.
- تملك أبواغ قادرة على المقاومة عند التسخين على80م° لمدة 10 دقائق (09، 16).

ج. البكتيريا الكلية الهوائية المحبة لدرجة الحرارة المعتدلة FTAM:

البكتيريا الكلية الهوائية المحبة لدرجة الحرارة المعتدلة هي كائنات مجهرية قادرة على العيش على وسط عادي ونميز من بين هذه البكتيريا مجموعتين أساسيتين على المستوى الصحي: البكتيريا التكافلية وهي البكتيريا القادرة على النمو عند درجة حرارة20°م ، ويأتي هذا التميز من مبدأ انه عند درجة الحرارة 20°م تحفز البكتيريا الخاصة بالمياه، وعند37°م يتم التحفيز البكتيريا القادرة على التعايش في شكل تكافلي مع جسم الإنسان والحيوان، من خلال إفرازاتها. وبالتالي فهي ليست بكتيريا ممرضة، لكن عبارة عن بكتيريا يتم إيوائها في جسم الإنسان والحيوان.

وتتميز مجموعة البكتيريا الكلية الهوائية المحبة لدرجة الحرارة المعتدلة بالخصائص التالية:

- جراثيم هوائية.
- محبة لدرجة الحرارة المعتدلة.
- تنمو على وسط هوائي غير انتخابي عند درجة حرارة20°م لمدة 72ساعة أو عند درجة حرارة37 °م لمدة24 ساعة (09، 16).

2.1.3.2.II. التلوث العضوي للمياه العذبة:

يعرف التلوث العضوي على انه التلوث الناتج عن مختلف الأنشطة (الحضارية والصناعية...الخ). حيث يفرز كل من هذه الأنشطة مركبات عضوية خاصة على حسب نوع النشاط تساهم وبشكل كبير في تلوث البيئة والمياه بصفة خاصة. تتميز هذه المركبات العضوية بكونها قابلة للتحلل بواسطة الكائنات المجهرية انطلاقا من الأكسجين المنحل

في الماء. حيث تتعرض هذه الملوثات في المياه السطحية إلى تحولات فيزيائية كيميائية وبيولوجية بهدف التخلص من العناصر الضارة المكونة لها.
يمكن تمييز حالتين من التلوث العضوي:
- التلوث العضوي البسيط دون فضلات معدنية: وهي الحالة التي توجد باستمرار وهي ناتجة عن مخلفات بعض الصناعات الغذائية والصناعات الورقية .
- تلوث عضوي مضاعف يحتوي على فضلات معدنية والتي تسبب في حدوث ظاهرة التخصيب المفرط (Eutrophisation) (09، 16).

جدول 03: نتائج هدم العناصر العضوية هوائيا ولا هوائيا (17).

العنصر	الناتج الهوائي	الناتج اللا هوائي
الكربون	CO_2، CO_3^{-2} (حسب الـpH)	CH_4
الهيدروجين	H_2O	----
النيتروجين	NO_3^-	NO_2^-، NH_3^+، NH_4^+(حسب الـpH)
الكبريت	SO_4^{-2}	H_2S، HS^- (حسب الـpH)
الفوسفور	HPO_4^{-2}، $H_2PO_3^{-4}$	HPO_4^{-2}، $H_2PO_4^-$

II.2.3.2. تلوث المياه العذبة بواسطة المخلفات الزراعية:

تساهم الزراعة بطرق مختلفة في إنتاج كميات كبيرة من المياه شديدة التلوث، وكلما ازداد حمل هذه المياه للمواد العضوية. كلما استهلك الأكسجين الذائب في الماء خلال عمليات الأيض التي تقوم بها الكائنات الدقيقة في المياه. والاستهلاك السريع للأكسجين في المياه يجعل الظروف غير ملائمة لأي نوع من أنواع الحياة إلا للميكروبات الغير هوائية. وتستخدم بعض المزارع عمليات زراعية خاصة مثل تنظيف خضرواتها وتصر ف البقايا ومياه الغسيل إلى المسطحات المائية فيضيف هذا إلى تلوث المياه مما يضر بيئة النبات والحيوانات المائية كذلك تضيف المخلفات الحيوانية والدواجن التي تربى في مساحات محدودة من الأرض مواد عضوية مركزة إلى المياه المتصلة بها. خصوصا مع صرف مياه غسيل الحيوانات وغيرها إلى الأراضي الزراعية وهذا يؤدي إلى نقص كبير في الأكسجين البيوكيميائي (18).

II.2.3.2.1. المبيدات:

المبيد هي مادة أو خليط من المواد تستخدم في مقامة الآفات. تشمل المبيدات كل المواد التي تستخدم في منع أو طرد أو جذب أو إنقاص الكائن المسبب للآفة وعلى ذلك فأن للمبيدات استعمالات متعددة في الغابات وتخطيط المدن والحدائق والزراعة والاستخدامات المنزلية. ومن أمثلة الآفات (الفيروسات المتطفلة على النباتات، البكتيريا، الديدان، الجراد، الفطر، الحشرات، القوارض، الطيور...الخ) وكثير من هذه الآفات تسبب خسائر جسيمة للإنتاج الزراعي (18).

أ. تصنيف المبيدات:

يمكن تقسيم المبيدات تبعا لتركيبها الكيميائي إلى:

أ.1. المبيدات الغير عضوية:

مبيدات تقاوم وتقتل كثير من الآفات، تصنع من كيماويات طبيعية مثل الزرنيخ، النحاس، الرصاص، الزئبق وهي عموما شديدة السمية وصعبة التحلل ولهذين السببين فهذه الكيماويات تتجمع في البيئة (18، 19).

أ.2. مبيدات طبيعية أو عضوية:

وهذه عموما مركبات تستخلص من النباتات فكثير من النباتات مثل الصنوبريات لها قدرة على إنتاج مكونات ثانوية تعمل على طرد الحيوانات التي ترعى على الحشائش (18، 19).

أ.3.المدخنات:

هي مركبات خاصة في صورة غازية تستخدم في تعقيم التربة وتمنع إصابة الحبوب في المخازن بآفات المخازن. ولو أن استخدام هذه الكيماويات قد أوقف بسبب خطورة هذه الغازات على العمال والقائمين باستخدامها (18، 19).

أ.4. الأيدروكربونات المكلورة:

وهي مركبات عضوية مخلطة تؤثر على الجهاز العصبي للآفة، وهي مبيدات تستقر في مكان التلوث لفترة طويلة ومن أمثلتها (د. د. ت، الكلوردين، والألدرين، والديلدرين، والتوكسافين، والبارادايكلوربنزين، واللندين)، تتميز هذه المبيدات بأنها تتحلل كيميائيا ببطء في التربة والماء بواسطة الميكروبات بدرجة كبيرة، وبواسطة التفاعلات

النباتات، فمثلا يعتبر الكالسيوم ضروريا لتصنيع البروتين واستطالة الخلايا، ويعتبر الماغنيسيوم جزءا أساسيا في جزيء الكلوروفيل، كما يعتبر الكبريت ضروريا لتكوين الفيتامينات وتصنيع بعض الهرمونات (06، 07).

ب. دور الأسمدة النيتروجينية والفوسفورية في تلوث المياه العذبة:

تعتبر الأسمدة النيتروجينية والفوسفورية من مصادر التلوث المائي الضارة بالأراضي الزراعية المسمدة بكميات غزيرة من الأسمدة العضوية أو أكوام السماد العضوي، إذ يخرج منها كميات من الأحماض العضوية أثناء تخمر المادة العضوية، كما ترتفع بها نسبة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

وتعمل غزارة مركبات الفوسفور والنيتروجين على امتلاء وتشبع المسطح المائي بالمواد المغذية وتسمى هذه الحالة بظاهرة الإفراط الغذائي، حيث تسبب زيادة الفوسفور في تماسك التربة، ويكون النترات السبب الرئيسي في غزارة المغذيات على الشواطئ ويكون الفوسفات هو السبب الأول في تلوث المياه الجوفية عند تسربه إليها (18).

ت. حركة الأسمدة في المياه العذبة:

إن استخدام الأسمدة الكيماوية والمخلفات الحيوانية في الزراعة يتسبب في تلوث المياه العذبة وذلك عند سقوط الأمطار حيث تجرف تلك المواد إلى الأنهار والبحيرات، وأيضا الري قد ينقل تلك المواد إلى المياه الجوفية ومن أمثلة ذلك:

1- التسرب الناجم عن تحميل وغسل معدات الأسمدة والتخصيب.
2- التسرب الناتج عن تخزين الكيماويات الزراعية في أماكن مكشوفة دون حمايتها من الرياح والأمطار.
3- تسرب المخصبات والأسمدة مباشرة إلى الأرض أثناء التعامل معها.

* إن مزج ونشر المخصبات والأسمدة على الأراضي الزراعية يؤدي إلى تلوث المياه، وذلك إذا كانت كمية هذه المواد الكيماوية اكبر من حاجة النبات لها، أما المخلفات الحيوانية التي تضاف كأسمدة ومخصبات للتربة فيمكنها تلويث خزانات المياه الجوفية بالنترات وبكتيريا القولون والقولون البرازية والمواد الصلبة الذائبة والكبريتات (06).

II.3.2.3.2. استعمال مياه الصرف الصحي في الزراعة وأثرها على نقاوة المياه العذبة:

يقوم بعض المزارعين باستعمال مياه الصرف الصحي كسماد غذائي للتربة بسبب احتوائها على العديد من العناصر المعدنية والمغذيات العضوية دون الوعي الكافي لمحتواها من ملوثات عضوية و بكتيرية تضر بالتربة والمياه وكذلك الإنسان والحيوان، من العوامل التي تجعل مياه الصرف الصحي مصدرا للتلوث ما يلي:

- إضافة مياه الصرف الصحي بمعدلات أسرع من معدلات نفاذية الماء خلال التربة ويؤدى هذا إلى تجمع الماء وركوده فوق سطح التربة مما يسبب في قتل معظم الغطاء النباتي وتوليد روائح كريهة.
- انتشار الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض.
- زيادة تركيز العناصر الثقيلة في التربة إلى معدلات تكون سامة للنبات والحيوان والإنسان عند وصولها للمياه العذبة.
- زيادة تركيز كل من الكربون ، النيتروجين والفوسفور في المياه السطحية مما يؤدي إلى زيادة الطحالب والنباتات المائية الأخرى.
- زيادة تركيز الصوديوم أو الأملاح الكلسية أو كليهما في التربة إلى درجة السمية (04).

II.3. أثار تلوث المياه العذبة:

II.3.1. أثار تلوث المياه العذبة على البيئة:

تتمثل أثار تلوث المياه العذبة على البيئة في ظهور ظاهرة الإفراط الغذائي(Eutrophisation). وتعرف هذه الظاهرة على أنها إفراط الوسط المائي للعناصر الغذائية وخصوصا الفوسفور والنيتروجين التي تعمل على تحفيز نمو النباتات والطحالب مسببة بذلك تلوث المياه. فهي عملية إفراط كتلة من الأملاح المعدنية والمواد العضوية، التي تنتج وتطرح من خلال نشاطات الإنسان مثل: تخصيب التربة الزراعية التمدن والمخلفات الصناعية.

خلال تحلل هذا العتاد النباتي يتم استنفاد كل خزانات الأكسجين الموجودة في الوسط المائي، مما يؤدي إلى ظهور مشاكل ثانوية مثل: موت الأسماك، تحرير غازات سامة ومواد أخرى غير مرغوب فيها مثل:CO_2، CH_4، H_2S، ومواد مسؤولة عن الطعم والرائحة، إضافة إلى السموم وغيرها.

في المياه القليلة العمق يكون معدل نمو النباتات أعلى من معدل نمو الـPhytoplancton. أما في مناطق ذات حرارة عالية(الاستوائية أو الشبه استوائية) تكون الظروف غير ملائمة لنمو النباتات.

ومن سلبيات ظاهرة الـEutrophisation نميز ما يلي:

- تكاثر النباتات: يزيد من ارتفاع معدل المواد العضوية وهو دليل على تلوث المياه.
- تكاثر الطحالب: تؤدي إلى تغيير لون وطعم ورائحة المياه فيكون ذلك مؤشر على تلوث المياه.
- تكاثر الكائنات الراقية: رغم أنها ملوثات للمياه إلا أن وجودها دليل على النوعية الجيدة للأودية لأنها تعمل على تحقيق التوازن الغذائي في البيئة (09).

II.3.2.1. أثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان:

تتفاوت الأمراض التي تصيب الإنسان نتيجة تلوث المياه من أعراض بسيطة، إلى أمراض خطيرة وقاتلة مثل: السرطان، تليف الكبد، الفشل الكلوي وغيرها. وذلك نتيجة تلوث المياه العذبة بالعناصر السامة مثل: الرصاص، الزئبق، الزرنيخ، النيكل، الكادميوم، الفلورايد، الالسيلينيوم، النحاس والالومنيوم...الخ.

لقد كان وباء الكوليرا من أوائل الأمراض التي اكتشف ارتباطه الوثيق بتلوث مياه الشرب، فعلى سبيل المثال أصيب حوالي 17000 شخص من سكان مدينة هامبورج الألمانية بهذا الوباء خلال صيف 1829م، أدى إلى وفاة ما لا يقل عن نصف ذلك العدد. وقد ثبت أن المصدر الرئيسي للوباء، هو تلوث مصدر مياه تلك المدينة (20).

II.3.2.1.1. التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين:

يؤدي تلوث المياه الجوفية أحيانا إلى انبعاث روائح كريهة من الأرض، نتيجة لتولد غازات مضرة. ومن أشهر هذه الغازات وأكثرها شيوعا غاز كبريتيد الهيدروجين. وهو غاز عديم اللون ذو رائحة قوية تشبه رائحة البيض الفاسد، يحدث طبيعيا في البيئة، ويتكون من ذرتي هيدروجين وذرة كبريت. ويمكن لكبريتيد الهيدروجين أن يتكون وينبعث في أي مكان تهاجم فيه البكتيريا مخلفات تحتوي على مركبات كبريتية.

وينتشر الغاز في مواقع شبكات الصرف الصحي، ومخلفات الحيوانات، والشاحنات التي تنقل المواد الكيميائية. وهو ينبعث أيضا من المياه الجوفية، خاصة في الآبار والمناطق القريبة من حقول النفط أو في المناطق التي تخترق فيها المياه الجوفية طبقات الحجر الجيري (20).

II.3.2.2. الشوارد السالبة والموجبة وأثارها على صحة الإنسان:

- شوارد الكلور Cl^-:

وجود الـCl بنسبة عالية يؤثر على الإنسان و الحيوان، فحسب منظمة الصحة العالمية OMS يجب أن لا تتجاوز هذه النسبة الـ200 مغ/ل.

- شوارد الكبريتات SO_4^{-2}:

وجود الـSO_4^{-2} بسبة عالية يؤثر على المصابين بأمراض الكلى و القلب، في حالة وجوده بالنسبة أكبر من 400 مغ/ل فانه يسبب اضطرابات إسهالية لدى الأطفال. حددت منظمة الصحة العالمية OMS نسبة تركيز الـSO_4^{-2} في مياه الشرب ما بين (200إلى400) مغ/ل.

- شوارد النترات NO_3^- :

أثبتت الأبحاث الطبية بأن للنترات مضارا على الصحة وخاصة على الأطفال الرضع، بحيث يتسبب في حالات اختناق نتيجة لنقص الدم عند الرضع بسبب تحول النترات إلى نتريت داخل الجهاز الهضمي، يحدث ذلك أثناء استهلاك ماء يحوي على تركيز أعلى من 46 مغ/ل ويؤدي كذلك إلى مرض سرطان المعدة. إن تحديد تلوث المياه بالنترات عملية جد صعبة بسبب التحول المستمر للنيتروجين، تنصح منظمة الصحة العالمية OMS بخفض نسبة تركيز النترات في مياه الشرب إلى اقل من 45 مغ/ل.

- شوارد الأمونيوم NH_4^+ :

تكون شاردة الأمونيوم ضعيفة السمية بالمياه المعتدلة أو الخفيفة القاعدية أي (pH = 6.5 – 8.5)، وتكون شديدة السمية بالمياه القاعدية. حددت منظمة الصحة العالمية OMS نسبة أزوت الأمونياك في مياه الشرب في حدود 0.05 مغ/ل واعتبرت أي زيادة عن هذه القيمة خطرا على الصحة العامة.

- شوارد الرصاص PB^{++} :

مصدره الرئيسي المياه السطحية، ناتج عادة عن مياه الصرف الصناعية (وجودة مؤشر عن تلوث صناعي)، تظهر سميته ابتداء من تركيز قدره 0.01 مغ/ل وهي النسبة التي لا ينصح تجاوزها بماء الشرب (21).

II.3.2.3. أهم الأمراض المعدية المنتقلة عن طريق المياه العذبة:

تختلف الأمراض المنتقلة عبر المياه باختلاف مصدر المياه وطبيعة تلوثها، وتتفاوت خطورة هذه الأمراض كذلك على حسب الكائن الحي المجهري المتواجد المسبب لها، كما أن تلوث المياه كان مصدرا لأوبئة خطيرة وقاتلة عبر العصور وحتى وقتنا الحالي (22).

جدول 04: أهم الأمراض المنتقلة عبر المياه العذبة الملوثة، والعوامل المسببة لها (13، 15).

المرض	العامل المسبب	طريقة انتقال المرض	مكان الإصابة	ظروف انتشار المرض	الأعراض
1- مرض بكتيري: * حمى التيفوئيد	*Salmonella-typhi*	ملامسة البول والبراز والطعام	الجهاز الدوري	ضعف مناعي وانتشار الذباب	حرارة، ضغط، اضطرابات هضمية، بقع حمراء على البطن والصدر، تضخم الطحال، ضعف الذاكرة، التهاب رئوي، سعال ضعف عام، الهذيان والعرق.
* حمى الباراتيفوئيد	*Salmonella-paratyphi.A et B*	نفس الشيء	نفس الشيء	نفس الشيء	نفس الشيء
* الكوليرا	*Vibriocholrae*	ملامسة البراز والطعام الملوث	الأمعاء	ضعف مناعي وفي فصل الصيف	إسهال حاد، قيئ، حرارة، مغص معوي، عطش، فقدان السوائل وزيادة حموضة الدم وقد يؤدي للوفاة، وجع كلوي وهبوط الدورة الدموية.
* الديسنطاريا الباسيلية (الزحار)	*Shigella*	ملامسة البراز	الأمعاء الغليظة والقولون	ضعف مناعي وفي فصل الصيف	إسهال شديد متوتر مسحوب بدم ومخاط وصديد، آلام شديدة في البطن، قيئ، عطش، جفاف الجلد واللسان، 50%من الحالات تموت.
2- مرض فيروسي: * شلل الأطفال	*Virus poliomy-litique(V1.2.3)*	ملامسة الفيروس، عن الفم	الجهاز العصبي المركزي	سوء التغذية وفي فصلي الخريف، والصيف	ارتفاع الحرارة، صداع، آلام اضطرابات هضمية وتنفسية، توتر عصبي، تصلب عضلات الظهر والرقبة.
* التهاب الكبد الفيروسي	*Hepatitis-A et B*	اللمس المباشر، الفم والدم	الكبد	فصلي الشتاء والخريف	حمى، صداع، غثيان، طعم كريه للفم، القيء، آلام الكبد، تضخم الكبد، تحول لون البول إلى الأصفر والبراز للأبيض.
3- مرض طفيلي: * الديسنطاريا الأميبية	*Antoamoeba histolgtica*	ملامسة البراز،الطعام من الفم	القولون	المناطق الحارة	نفس أعراض الزحال الباسيلي مع إمكانية حدوث التهاب كبدي نتيجة وصول الطفيل إلى الكبد.
* البلهارسيا	*Behharzia et Shiestosomidae et S.haematobium et S.Mansoni et S.Japanicum*	الجلد	الجهاز الدوري والجهاز البولي	المناطق المائية العذبة الحارة	حرقة البول، إسهال مخاطي دموي، تضخم وتليف الكبد والطحال وقد تسبب شلل.
* الملاريا	*Plasmodium falciparum*	أنثى بعوض الأنفوليس	كريات الدم الحمراء	فصل خريف مناخ استوائي مكان تواجد البعوض	قشعريرة، ارتفاع الحرارة، صداع، إرهاق وعرق شديد.

مكتبة الكلية

أمهات المؤمنين

III.1. معالجة المياه:

إن الغرض من معالجة المياه العذبة الملوثة هو إسراع العمليات الطبيعية التي تحدث لتلك المياه تحت ظروف محكمة وبحجم صغير. ومن الأسباب الهامة لتطوير طرق معالجة تلك المياه تأثيرها على الصحة العامة والبيئة، حيث كانت المعالجة تنحصر في إزالة المواد العالقة والطافية والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض. ونتيجة لتقدم العلم في مجال الكيمياء والكيمياء الحيوية وعلم الأحياء الدقيقة وزيادة المعرفة بتأثير الملوثات على البيئة سواء على المدى القريب أو البعيد إضافة إلى التقدم الصناعي وإنتاج مواد جديدة جعل من الضروري تطوير طرق معالجه لتلك المياه، حتى تكون قادرة على إزالة معظم الملوثات التي لم يكن من السهل إزالتها بالطرق المستعملة قديما (21).

III.1.1. طرق المعالجة التقليدية:

تختلف عمليات معالجة المياه العذبة الموجهة للاستعمال باختلاف مصادر تلك المياه ونوعيتها والمواصفات الموضوعة لها. ويجب الإشارة إلى أن التغير المستمر لنوعية المياه يؤدي أيضا في كثير من الأحيان إلى تغير في عمليات المعالجة. حيث أن المواصفات يتم تحديثها دوما نتيجة التغير المستمر للحد الأعلى لتركيز بعض محتويات المياه، وإضافة محتويات جديدة إلى قائمة الموصفات، ويأتي ذلك نتيجة للعديد من العوامل مثل:

- التطور في تقنيات تحليل المياه وتقنيات المعالجة .
- اكتشاف محتويات جديدة لم تكن موجودة في المياه التقليدية أو كانت موجودة ولكن لم يتم الانتباه إلى وجودها أو مدى معرفة خطورتها في السابق.
- اكتشاف بعض المشكلات التي تسببها بعض المحتويات الموجودة أصلا في الماء أو التي نتجت عن بعض عمليات المعالجة التقليدية، هذا ويمكن تناول عمليات المعالجة التقليدية المستخدمة للمياه استنادا إلى مصادرها السطحية والجوفية (21).

III.1.1.1. معالجة المياه السطحية:

تحتوي المياه السطحية على نسبة قليلة من الأملاح مقارنة بالمياه الجوفية التي تحتوي على نسب عالية منها، حيث تهدف عمليات معالجتها بصورة عامة إلى إزالة المواد العالقة التي تسبب ارتفاعا في العكر وتغيرا في اللون والرائحة، وعليه يمكن القول أن معظم طرق معالجة هذا النوع من المياه اقتصر على عمليات الترسيب والترشيح والتطهير. وتتكون المواد العالقة من مواد عضوية وطينية، كما يحتوي على بعض الكائنات الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا ونظرا لصغر حجم هذه المكونات وكبر مساحتها السطحية مقارنة بوزنها فإنها تبقي معلقة في الماء ولا تترسب. حيث تستخدم بعض المواد الكيميائية لتقوم بإخلال اتزان المواد العالقة وتهيئة الظروف الملائمة لترسيبها وإزالتها من أحواض الترسيب. ويتبع عملية الترسيب عملية ترشيح باستخدام مرشحات رملية، لإزالة ما تبقى من الرواسب، تتبع عمليتي الترسيب والترشيح عملية التطهير التي تسبق إرسال تلك المياه إلى المستهلك (14).

III.1.1.2. معالجة المياه الجوفية:

تعد مياه الآبار من أنقى مصادر المياه الطبيعية التي يعتمد عليها الكثير من سكان العالم. إلا أن بعض مياه الآبار وخصوصا العميقة منها قد تحتاج إلى عمليات معالجة متقدمة وباهظة التكاليف قد تخرج عن نطاق المعالجة العادية التي تعتمد على إضافة الكلور لتطهير المياه ثم ضخها إلى شبكة التوزيع ، إذ تعد عملية التطهير كعملية وحيدة لمعالجة مياه بعض الآبار النقية جدا والتي تفي بجميع المواصفات لنوعية المياه العذبة، إلا أن هذه النوعية من المياه هي الأقل وجودا في الوقت الحاضر، لذلك فأنه إضافة لعملية التطهير فان غالبية المياه الجوفية تحتاج إلى معالجة فيزيائية وكيمائية إما لإزالة بعض الغازات الذائبة مثل ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين، أو لإزالة بعض المعادن مثل الحديد والماغنسيوم، وتتم إزالة الغازات الذائبة باستخدام. عملية التهوية والتي تقوم أيضا بإزالة جزء من الحديد والماغنسيوم عن طريق الأكسدة الكيمائية باستخدام الكلور أو برمنجنات البوتاسيوم.
إن الطابع العام لمعالجة المياه الجوفية هو إزالة الشوائب بطريقة الترسيب مثل: مركبات الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة في الماء (14) .

وفيما يلي استعراض موجز للعمليات المختلفة لمعالجة المياه العذبة (الجوفية والسطحية):

III.1.2.1.1. إزالة الشوائب:

تعني هذه العملية بإزالة مركبات عنصري الكالسيوم والماغنسيوم المسببة لتلوث المياه عن طريق الترسيب الكيمائي. وتتم هذه العملية في محطات المياه بإضافة الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) إلى الماء بكميات محدودة حيث تحدث تفاعلات كيمائية معينة تتشكل عنها رواسب من كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد الماغنسيوم. وقد يتم اللجوء في كثير من الأحيان إلى إضافة كربونات الصوديوم مع الجير للتعامل مع بعض صور التلوث. وتشمل عملية التيسير على حوض صغير الحجم نسبيا تتم فيه إضافة المواد الكيمائية حيث تخلط مع الماء الداخل خلطا سريعا

لتوزيعها في الماء بانتظام، ثم ينقل الماء إلى حوض كبير الحجم ليبقي فيه زمنا كافيا لإكمال التفاعلات الكيمائية وتكوين الرواسب حيث يخلط الماء في هذه الحالة خلطا بطيءً يكفي فقط لتجميع حبيبات الرواسب وتهيئتها للترسيب في المرحلة التالية (23).

III.1.1.2.1. الترسيب:

تعد عملية الترسيب من أوائل العمليات التي استخدمها الإنسان في معالجة المياه. وتستخدم هذه العملية لإزالة المواد العالقة والقابلة للترسيب أو لإزالة الرواسب الناتجة عن عمليات المعالجة الكيمائية، وتعتمد المرسبات في أبسط صورها على فعل الجاذبية، حيث تزال الرواسب تحت تأثير وزنها. تتكون المرسبات غالبا من أحواض خرسانية دائرية أو مستطيلة الشكل تحتوي على مدخل ومخرج للماه يتم تصميمها بطريقة ملائمة لإزالة أكبر كمية ممكنة من الرواسب، حيث تؤخذ في الاعتبار الخواص الهيدروليكية لحركة الماء داخل الحوض. ومن الملامح الرئيسة لحوض الترسيب احتوائه على نظام لجمع الرواسب، وجرفها إلى خزان في قاع الحوض حيث يتم سحبها والتخلص منها بواسطة مضخات خاصة (24).

III.1.1.3.2. الموازنة (إعادة الكربنة):

نظرا لأن المياه الناتجة عن عملية التيسير تكون في الغالب مشبعة برواسب كربونات الكالسيوم، حيث أن جزءا من هذه الرواسب يتبقى في الماء بعد مروره بأحواض الترسيب، فإنه من المحتمل أن يترسب بعضها على المرشحات أو في شبكات التوزيع مما يؤدي إلى انسداد أو الحد من كفاءة المرشحات. ومن عمليات الموازنة الأكثر استخداما في التطبيقات التقليدية، هي إضافة غاز ثاني أكسيد الكربون بكميات محددة بهدف تحويل ما تبقى من كربونات الكالسيوم إلى صورة البيكربونات الذائبة (23).

III.1.1.4.2. الترشيح:

هي العملية التي يتم فيها إزالة المواد العالقة بالماء. وذلك بإمرار الماء خلال وسط مسامي مثل الرمل وهذه العملية تحدث بصوره طبيعية في طبقات الأرض عندما تتسرب مياه الأنهار إلى باطن الأرض. تتم عملية الترشيح داخل المرشح الذي يتكون من ثلاث أجزاء رئيسة وهي: صندوق المرشح والتصريف السفلي ووسط الترشيح (25، 26).

ويمكن أن تتم عملية الترشيح بثلاث طرق وهي:

أ. الترشيح البطيء:

يتم الترشيح البطيء على الرمل الدقيق (الناعم) ذو قطر 0.2 – 0.4 ملم، مع الاستعمال المباشر للماء غير المعالج، يمنع السطح مرور الأحياء الدقيقة والجزيئات العالقة، لكن الشيء الذي يعيق هذه الطريقة هو انسداد مسامات الرمل بالطحالب.

ب. الترشيح السريع:

يتم الترشيح السريع على الرمل الخشن ذو قطر كبير حوالي0.5 – 2 ملم، الهدف من هذه العملية هو التخلص من الجزيئات التي لم يتم التخلص منها في العملية الأولى، بعد هذه المرحلة يصبح الماء صافيا ويفقد الجزء الأكبر من الملوثات الميكروبية، الكيميائية والعضوية.

ت. الترشيح بالفحم الفعال:

هذه المرحلة مكملة للمراحل الأخرى، وتهدف إلى التخلص من الملوثات العضوية المتبقية في الماء وخصوصا التي مصدرها الأذواق والروائح الغير عادية للماء، وهي عبارة عن ظاهرة امتصاص كيميائي ولا زالت تطبق في وقتنا الحالي (25، 27).

III.1.1.5.2. التطهير:

هي العملية المستخدمة لقتل الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، وتتم هذه العملية بواسطة التسخين أو الأشعة الفوق بنفسجية أو المواد الكيميائية مثل البروم أو اليود أو الأوزون أو الكلور بتراكيز لا تضر بالإنسان أو الحيوان. وتعد طريقة التسخين إلى درجة الغليان و التطهير باستخدام الكلور من أوائل العمليات التي استخدمت لمعالجة المياه بعد عملية الترشيح. ويعد استخدام الأشعة الفوق بنفسجية والمعالجة بالبروم واليود طرقا مكلفة. هذا وقد انتشر استخدام الأوزون في تطهير مياه الشرب (09، 21، 25).

من أهم المعايير الواجب اخدها بعين الاعتبار عند اختيار المطهر (المعقم):

- ١ لا يكون المعقم ذو سمية بالنسبة للإنسان والحيوان.
- أن يملك سمية اتجاه الكائنات المجهرية ولكن أن تستعمل بتراكيز ضعيفة جدا.
- أن يكون قابل للذوبان في الماء ويشكل معه خليط متجانس.

- أن يكون فعال عند درجة الحرارة العادية للماء.
- أن لا يكون ثابت من اجل الحفاظ على تراكيز إضافية لفترات طويلة.
- أن لا يكون قادر على تفاعل مع المواد العضوية وتشكيل مواد غير مرغوب فيها.
- أن يكون غير قادر على هدم المعادن.
- أن يكون متواجد بوفرة وبأسعار منخفضة ومناسبة.
- سهل الاستعمال ولا يسبب أي خطورة على مستعمله (09).

أ. التعقيم بواسطة الكلور:

يعتبر الكلور في وقتنا هذا المؤكسد الأكثر استعمالا في عملية تطهير المياه المعالجة وهذا راجع إلى خصائصه وقلة تكلفته وسهولة استعماله. ويوجد الكلور على عدة حالات: Cl_2 ، OCl^-، Cl، يعمل الكلور على تطبيط نشاط الأحياء الدقيقة الممرضة أو غير الممرضة، إذ يؤدي التفاعل بين مياه القنوات والكلور إلى تشكيل حمض Hypochloreux حسب المعادلة التالية:

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrow HClO + H^+ + Cl^-$$

يتأين حمض Hypochloreux المتشكل ويعطي أيون Hypochlorite حسب المعادلة:

$$HClO \leftrightarrow H^+ + ClO$$

- نتحصل على فعالية الكلور بعد عدة مرات من المعالجة على بكتيريا *E.Coli* التي من المحتمل أن تكون الجرثومة الأكثر مقاومة للكلور والتي تهدم مع ضمان تدمير الأحياء الدقيقة الأخرى باستثناء بعض الفيروسات المقاومة. ينتج عن استعمال الجرعات القوية للكلور تغير مذاق الماء نتيجة تشكل مركبات الكلوروفينول (الـChlorophenoles)، تؤدي الجرعات الضعيفة إلى تطهير كافي للماء (24).

ب. التعقيم بواسطة الأوزون:

الأوزون هو غاز غير ثابت، يطرح رائحة كريهة إذا تجاوزت نسبته 0.25 ملغم / لتر، إذ يعتبر عندئذ الوسط المتواجد فيه خطير جدا، يتميز الأوزون أن درجة ذوبانه اقل بـ12 من درجة ذوبان الكلورعند20 °م. كما يملك قدرة كبيرة على التعقيم تفوق بـ10-100مرة من تلك الخاصة بالكلور، إذ يعتبر الأوزون المعقم الأكثر فعالية لكافة أنواع الكائنات المجهرية سواء كانت بكتيريا، أوليات أو طفيليات (24).

ت. التعقيم بواسطة الأشعة الفوق بنفسجية:

لا تعتبر الأشعة الفوق بنفسجية مؤكسد قوي بصفة قطعية ولكن خصائصه المميزة تجعل من الممكن استعماله كمعقم، وقد استعملت هذه الأشعة في عملية التعقيم للمياه منذ عشرات السنين، لكن خاصية الماء والمتمثلة في قدرة الماء على امتصاص أشعة سامة تسببت في الحد من مجالات استعمال هذه الأشعة، إذ لا تستعمل حاليا سوى على نطاق ضيق جدا. تعمل الأشعة الفوق بنفسجية على إيقاف الكائنات المجهرية وذلك من خلال إحداث تغيرات على مستوى حمضها النووي الـ ADN البكتيري أو الفيروسي، وتكون فعاليتها عند طول موجة 253.7 نانومتر. يتوقف معدل تأثير الأشعة الفوق بنفسجية على الكائنات المجهرية على:

- نوعية الطاقة المسلطة على الكائن المجهري.
- حساسية الكائن المجهري للأشعة الفوق بنفسجية.
- زمن تعرض الكائنات المجهرية للأشعة (09).

III.2.1. معالجة مياه الصرف الصحي:

تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة، وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التراكيز العالية مثل الفوسفور والنيتروجين في تلك المياه ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة وتتضمن هذه المراحل ما يلي:

III.2.1.1. المعالجة التمهيدية:

تستخدم في هذه المرحلة من المعالجة وسائل لفصل وتقطيع الأجزاء الكبيرة الموجودة في المياه لحماية أجهزة المحطة ومنع انسداد الأنابيب، وتتكون هذه الوسائل من منخل متسع الفتحات وأجهزة سحق وتحتوي هذه المرحلة أحيانا على أحواض أولية للتشبيع بالأكسجين، ومن خلال هذه العملية فإنه يمكن إزالة 5- 10% من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 2-20 % من المواد العالقة. ولا تعد هذه النسب من الإزالة كافية الغرض لإعادة استعمال المياه في أي نشاط.

III.2.2.1. المعالجة الأولية:
الغرض من هذه المعالجة إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة غير العضوية القابلة للفصل من خلال عملية الترسيب. ويمكن في هذه المرحلة من المعالجة إزالة 35 – 50 % من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 50 –70 % من المواد العالقة وحتى هذه الدرجة من المعالجة فإن الماء لا يزال غير صالح للاستعمال. وتحتوي الوحدة الخاصة بالمعالجة الأولية على أحواض للترسيب بالإضافة إلى المرافق الموجودة في وحدة المعالجة التمهيدية وربما تحتوي أيضا على وحدات تغذية لبعض المواد الكيميائية إضافة إلى أجهزة لخلط تلك المواد مع المياه .

III.3.2.1. المعالجة الثانوية:
هذه المرحلة من المعالجة عبارة عن تحويل بيولوجي للمواد العضوية إلى كتل حيوية تزال فيما بعد عن طريق الترسيب في حوض الترسيب الثانوي.

III.4.2.1. المعالجة المتقدمة:
يتم تطبيق هذه المرحلة من المعالجة عندما تكون هناك حاجة إلى ماء نقي بدرجة عالية، وتحتوي هذه المرحلة على عمليات مختلفة لإزالة الملوثات التي لا يمكن إزالتها بالطرق التقليدية، ومن هذه الملوثات: النتروجين، الفوسفور، المواد العضوية والمواد العالقة الصلبة الزائدة، إضافة إلى المواد التي يصعب تحللها بسهولة والمواد السامة (24).

III.3.1. المعالجة البيولوجية:
نظرا للتطور الكبير الذي عرفته تقنيات التحليل الكيميائي مثل كروماتوغرافيا الطور الغازي، من الممكن جدا تحديد المكونات أو المركبات العضوية الملوثة للمياه، حيث تستعمل معايير إجمالية من اجل تحديد شدة التلوث الذي تسببه هذه الملوثات والتي بدورها تنتمي إلى مجموعة مركبات معروفة. في مجال معالجة المياه المستعملة. تستعمل العديد من هذه المعايير من اجل قياس شدة التلوث منها: الطلب الكيميائي للأكسجين والذي يرمز له بـDCO، الطلب البيوكيميائي للأكسيجين الذي يرمز له DBO (28).

III.1.3.1. الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO):
هو إحدى المعايير التي يعتمد عليها في تقدير قيمة تلوث المياه، لكونه يعطي دلالة على كمية المواد والمركبات القابلة للتأكسد كيميائيا والمتواجدة في المياه الملوثة.

يعبر الطلب الكيميائي للأكسجين والذي يرمز له بـ DCO على كمية الأكسجين مقدرة بـ ملغ/ لتر أو غ/ لتر، اللازمة لأكسدة المركبات العضوية المتواجدة في الماء. تتم معالجة هذه المواد المتواجدة في الماء تحت شروط أكسدة صارمة تسمح بتقدير تلك المواد الأخرى الغير قابلة للتأكسد بيولوجيا مثل المركبات العضوية المعالجة بالكلور. ولا يستعمل لهذا الغرض الأكسجين الجزيئي باعتباره مؤكسد ضعيف إضافة إلى صعوبة تحديد قيمة الأكسجين المستهلكة.

يتم تحديد قيمة الـDCO من خلال الأكسدة بواسطة ثنائي كرومات البوتاسيوم ذو صيغة $k_2Cr_2O_7$، في محلول من حمض السولفريك في وجود ايونات Ag^+ كمحفز وايونات Hg^{+2} التي تسمح بتشكيل معقد لايونات الكلور يتم تحت هذه الشروط التخلص من حوالي 95 – 97 % من المركبات العضوية من خلال أكسدتها. ويمكن التعبير عن هذه العملية بالمعادلة التالية (28).

المواد العضوية في الماء+ $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow Cr^{+3}+H_2O+CO$

III.2.3.1. الطلب البيو كيميائي للأكسجين (DBO):
ويعبر الطلب البيوكيميائي للأكسجين عن كمية الأكسجين المذاب التي تستهلكها الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا مقدرة بـ ملغ/ لتر أو غ/ لتر، لتحويل المواد العضوية إلى طاقة يستفاد منها لانجاز الوظائف البيولوجية لهذه الكائنات. ويستدل من خلال قيم الـ DBO على تركيز المواد العضوية الذائبة في الماء، إذ تتناسب قيمة الـ DBO طرديا مع تركيز المواد البيوكيميائية المتأكسدة.

فيما يخص المياه الحضرية (المياه المستعملة من قبل الإنسان). يتم في اغلب الحالات التخلص من حوالي 70% من المواد العضوية خلال مدة خمس أيام. لكن تطبيقيا لا يمكن حدوث هدم إجمالي للمواد العضوية إلا خلال عشرين يوما. لكن القيمة المتحصل عليها خلال خمس أيام تعتبر كافية لتحديد نوعية المياه . وبالتالي يمكن تعريف الطلب البيوكيميائي للأكسجين على انه كمية الأكسجين مقاسه بـ ملغ/لتر أو غ/لتر، التي تستهلكها البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى للتخلص من العناصر العضوية الملوثة لعينة من الماء خلال 5 أيام. ويمكن تلخيص هذه العملية بالمعادلة التالية:

المواد العضوية + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + Biomasse$

تقوم الكائنات الدقيقة بتحويل المواد العضوية من خلال أيضها الخلوي للحصول على الطاقة اللازمة لبناء المركبات اللازمة لعمل الخلايا. إذ تقوم هذه الكائنات الدقيقة بتشكيل مركبات مثل: CO_2، H_2O، CL^-، SO_4، NO_3^- .....الخ، من جهة، وتتفاعل من جهة أخرى لبناء كتلتها الحية ولهذا السبب، ولان ليس كل الملوثات قابلة للهدم تعتبر قيمة الـDBO اقل اهمية من الـ DCO .

* تسمى النسبة بين قيمة الـ DBO وقيمة الـ DCO بـ درجة الهدم البيوكيميائي.

حيث: $\alpha = DCO / DBO$ (28).

III.2. استخدامات المياه المعالجة:

يمكن استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في عدة أغراض سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. وبصفة عامة فإن نسبة إعادة استعمال المياه المعالجة من قبل القطاعات المختلفة تتمثل في الآتي:

- أغراض زراعية 60 %.
- أغراض صناعية 30 %.
- أغراض أخرى 10 %.

وتتضمن مجالات استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ما يلي:

III.2.1. الشرب:

من أمثلة استعمالات مياه الصرف الصحي المعالجة في الشرب استخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1956م، عندما تعرضت المناطق الوسطى منها لجفاف مما أدى ببعض المدن الصغيرة لاستعمال مياه الصرف الصحي بعد معالجتها في محطات التنقية، فقد تم في مدينة شانوت بولاية كنساس معالجة ما يقارب 4000 متر مكعب من المياه يوميا، لسد حاجتها من مياه الشرب. وفي مدينة ويندهوك بناميبيا أنشئت في عام 1968م محطة معالجة متقدمة لمياه الصرف الصحي، لإمداد المدينة بما يقارب 50% من احتياجاتها من مياه الشرب.

III.2.2. المرافق الترفيهية:

في مجال استعمالات مياه الصرف الصحي المعالجة في المرافق الترفيهية، هناك بعض الأمثلة للمشاريع التي لاقت نجاحاً كبيراً، ومن هذه الأمثلة المشروعان اللذان تم إنشاؤهما بولاية كاليفورنيا الأمريكية.

يسمى المشروع الأول مشروع سانتي، وفيه يتم ضخ المياه المعالجة من محطة سانتي لأحد الوديان وتترك لتتسرب مسافة قدرها 1 كلم خلال الرمل والحصى قبل استرجاعها. ثم توجه المياه المسترجعة بعد ذلك إلى ثلاث بحيرات متصلة ببعضها ومحاطة بحديقة عامه. تستخدم بحيرتان من تلك البحيرات لصيد الأسماك ورياضة القوارب بينما يتم تعقيم البحيرة الثالثة بمادة الكلور لتستخدم للسباحة.

أما المشروع الثاني فهو مشروع خزان الجدول الهندي، وهذا الخزان يستلم المياه المعالجة من محطة تاهو الجنوبية، حيث توجد معالجة متقدمة مكونة من عمليات لإزالة النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، كما توجد بها مرشحات رملية وأجهزة امتصاص كربوني، ويتسع الخزان ما يقارب 27 مليون متر مكعب من المياه، وكلها مياه معالجة تستخدم لنشاطات متعددة منها السباحة وصيد الأسماك.

III.2.3. الزراعة:

يعد مشروع مدينه موسكيغون بولاية ميشجان الأمركية لإعادة استعمال مياه الصرف الصحي، من أحدث المشاريع التي أنشئت للاستفادة من تلك المياه في الزراعة، وقد صمم هذا المشروع بحيث تمر تلك المياه أولا على الأراضي الزراعية ثم تصب بعد ذلك في البحيرة، وتعد عملية مرور المياه في الأراضي الزراعية إحدى الطرق لإزالة الملوثات إضافة إلى فائدتها في ري بعض المحاصيل (20).

III.3. محاسن المياه المعالجة:

من محاسن استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة المحافظة على احتياطي المياه، حيث أن استعمالها في الزراعة أو استعمالات أخرى بدلا عن المياه الصالحة للشرب يؤدي إلى توفير هذه المياه، والتوسع في المساحات الزراعية لانتاج محاصيل متنوعة، كما يؤدي أيضا إلى التقليل من التكاليف المتعلقة بإنتاج واستيراد واستعمال الأسمدة بسبب وجود العناصر الضرورية للنبات في تلك المياه، والتقليل من تكاليف الحصول على المياه في الزراعة خاصة إذا كانت مصادر تلك المياه جوفية (29).

III.4. مساوئ المياه المعالجة:

من مساوئ استعمال مياه الصرف المعالجة أنها تسبب مشاكل صحية، إذا لم تتم معالجتها بشكل صحيح، بسبب وجود أنواع مختلفة من الفيروسات والبكتيريا وغيرها إضافة إلى تراكيز عالية من المواد الكيميائية التي لا تتم إزالتها في مراحل المعالجة المختلفة، قد تسبب أضرارا للنباتات، أما في حال استعمالها في تغذية المياه الجوفية

وعدم معالجتها بطريقة صحيحة فإنه بالإمكان تلوث تلك المياه كما أنها قد تسبب انسداد شبكات الري عند استعمالها (29).

المحور الرابع

IV. اختبارات الكشف عن مؤشرات التلوث الميكروبي:

1.IV. عد البكتيريا الكلية الهوائية المحبة لدرجة الحرارة المعتدلة FTAM:

من بين المقاييس الهامة لتحديد النوعية الميكروبيولوجية للماء الموجه للاستعمال الإنساني هو تحديد مدى احتوائها على البكتيريا الكلية الهوائية المحبة لدرجة الحرارة المعتدلة، لان هذه الفلورة تسمح برفع درجة التلوث الميكروبيولوجي للماء، والتقنية تعتمد على البحث عن الفلورة الهوائية FTAM التي تستطيع النمو في بيئة تحتوي على جلوز TGEA وهي البيئة المستعملة في عزلها.

للكشف عن وجود FTAM في عينة من الماء نقوم في المراحل التالية:

- نأخذ 01 مللتر من الماء ونضعه في الطبق البتري على شكل قطرات.
- نسكب جلوز الـ TGEA في الطبق البتري، ثم نقوم بمجانسة الوسط من خلال القيام بحركات دائرية، نترك الجلوز يبرد.
- نقوم بنفس العملية السابقة بتحضير طبق بتري آخر.
- نحضن الطبق البتري الأول على 22 °م لمدة 48 ساعة وذلك للبحث عن الـ FTAM العادية.
- نحضن الطبق البتري الثاني على 37 °م لمدة 48 ساعة وذلك للبحث عن الـ FTAM الممرضة (16، 29، 30).

2.IV. البحث عن بكتيريا القولون والقولون البرازيه:

للكشف عن وجود بكتيريا القولون تجرى 03 اختبارات:

1.2.IV. الاختبار الاحتمالي:

من عينة الماء المحضرة أو المراد فحصها، لقح 10 مللتر في 03 أنابيب كبيرة بكل منها 10 مللتر من مرق اللاكتوز BCPL، هذه الأنابيب بداخلها أنيبيبات صغيرة (Cloche de durham) تحتوي على ضعف التركيز العادي للبيئة، ثم لقح 03 أنابيب أخرى من مرق اللاكتوز (تركيز عادي للبيئة) بـ 1 مللتر، ثم لقح الـ03 أنابيب الأخيرة بـ 0.1 مللتر، يستحسن أن تترك مجموعة من الأنابيب بدون عينة للمقارنة، ثم تحضن الأنابيب على درجة 35 °م لمدة 48 ساعة. تقرأ النتاج بعد كل 24 ساعة كما يلي:

الأنابيب التي يتغير فيها اللون وينتج غاز في أنيبيبات durham تمثل اختبارا احتماليا موجب، أي احتمال أن تحتوي على بكتيريا القولون لان بعض البكتيريا الأخرى مثل *Bacillus , Aeromonas* يمكن أن تعطي نفس النتائج لذا يجب أن يجرى اختبارا تأكيديا.

2.2.IV. الاختبار التأكيدي:

يجرى هذا الاختبار لكل العينات التي أعطت في الاختبار الاحتمالي نتائج موجبة أو مشكوك فيها.

من الأنبوب الموجب أو المشكوك فيه، تأخذ غمسه بواسطة إبرة التلقيح أو ماصة باستور، تزرع في أنابيب اختبار بها بيئةBLBVB، تغير اللون مع إنتاج غاز بعد48 ساعة من التحضير على 35 °م يؤكد النتائج السابقة.

3.2.IV. الاختبار التكميلي:

من الأنبوب الموجب، تؤخذ غمسه بواسطة إبرة التلقيح أو ماصة باستور (غير مفتوحة)، يخطط على طبق بيئي أجار الأيوسين وأزرق المثيلين EMB بطريقة مماثلة لتكوين مستعمرات متباعدة، يحضر من الأحسن طبقتين أو ثلاثة للتأكد، حضن على 35 °م لمدة 48 ساعة مع القراءة كل 24 ساعة. إذا تكونت مستعمرات نموذجية على البيئة (تعطي مستعمرات الـ *Coliformes* لون يميل للاخضرار مع لمعان معدني نوعا ما، لتلوين بطريقة غرام. إذا لوحظت بكتيريا عصوية سالبة الغرام، صغيرة غير متجرثمة دل ذلك على وجود بكتيريا القولون وعلى أن عينة الماء الأصلية ملوثة.

تضم بكتيريا القولون مجموعة كبيرة من البكتيريا منها التي تنتمي طبيعيا إلى الإنسان والحيوان، وللتأكد من الأصل المعوي لهذه البكتيريا، يبحث عن بكتيريا القولون البرازية وبكتيريا القولون المقاومة للحرارة ونعني بذلك *E.Coli*.

يتم الاختبار كما يلي:

من أنابيب الـBLBVB وBCPL الموجبة السابقة، تأخذ غمسه وتزرع في أنابيب أخرى جديدة لنفس البيئة مع أنيبيبات durham، تحضن على 44.5 °م لمدة 48 ساعة (يستحسن أن يكون التحضين في حمام مائي). إنتاج غاز مع تغير في اللون تميز E.Coli، للتأكد من ذلك تجرى الاختبارات التفريقية.

IV.4.2. الاختبارات التفريقية:

تعتمد على اختبار IMVIC وهي سلسلة من 04 اختبارات:
1- اختبار الأندول.
2- اختبار احمر المثيل.
3- اختبار Voges-Proskauer
4- اختبار السترات.

IV.1.4.2. اختبار إنتاج الأندول:

الأندول عبارة عن مركب يحتوي على نيتروجين يتكون أثناء تحلل الحامض الأميني التريبتوفان، بعض البكتيريا فقط ومنها *E.Coli* هي التي تستطيع تكوين الأندول.
تزرع البكتيريا المراد اختبارها على مزرعة الماء البيبتوني وتحضن لمدة 24 ساعة، يتم الكشف عن الأندول بطريقة كاشف كوفاكس KOVACS حسب الخطوات التالية:
يؤخذ حوالي 06 مللتر من المزرعة البكتيرية السابقة ويضاف إليه 0.3 مللتر من كاشف كوفاكس.
اخلط جيدا (رج قوي)، يلاحظ انفصال طبقة كحولية فوق الطبقة المائية بعد إيقاف الرج وتتحول الطبقة الكحولية إلى اللون الأحمر بعد بضع دقائق في حالة وجود الأندول، اللون الأحمر راجع إلى وجود الأندول (كاشف كوفاكس) (16، 29، 30).

IV.2.4.2. اختبار احمر المثيل واختبار الـ VP:

يستعمل في هذين الاختبارين بيئة Clark et lubs أو ما يسمى MR – VP وهو اختبار ضروري للكشف عن العصيات السالبة لتلوين غرام غير المتجرثمة. بعض البكتيريا تحول ناتج تمثيل الجلوكوز الوسيط وهو حامض البيروفيك إلى مركبات متعادلة وثاني أكسيد الكربون و البعض الأخر لا يقوم بذلك مما يجعل الوسط حامضي(17).

- في اختبار الـ VP يتم الكشف عن الـ Acethyl-Methyl-Carbinol (CH3-CHOH-CO-CH3) والناتج عن نزع مجموعة الكربوكسيل من حمض البروفيك هذا الاختبار يسمى كذلك الـAcetoine وهو مركب وسط في تكوين الـButylene-glycol. الـAcetoine في وجود مركب هيدروكسيلي مثل الصودا أو البوتاس يتأكسد والناتج هو Diacethyl والذي يتفاعل مع مشتق البيبتون ويعطي اللون الأحمر للتفاعل. والاختبار يعتمد على أخذ 1 مللتر من مزرعة Clark et lubs عمرها 24 ساعة، يضاف إليه 0.5 مللتر من محلول الصودا أو البوتاس 15 - 16 % في ماء مقطر و 0.5 مل لتر من alpha-naphtol، رج جيدا، اذا ظهر اللون الأحمر دل على وجود الـAcethyl-Methyl-Carbinol في البيئة أي الـ+VP .

- أما اختبار احمر المثيل يعتمد على وجود أحماض عضوية قصيرة السلسلة، الناتجة عن هدم حمض البيروفيك سواء هوائيا أو لا هوائيا والتي تجعل الوسط حامضي الـpH اقل من 4.5، فيحتفظ احمر المثيل بلونه، في حالة غيابها فان pH البيئة يرتفع قليلا ويصل إلى نقطة انعطاف الـpH > 6.1، ويتحول اللون إلى اصفر ، وتتم التقنية بأخذ 1.5 مللتر من مزرعة Clark et lubs عمرها 24 ساعة، ويضاف إليها قطرة إلى قطرتين من احمر المثيل02 غرام / لتر كحول 60°.
- لون احمر الـpH < 4.5 ← اختبار موجب.
- لون اصفر الـpH > 6.1 ← اختبار سالب (16، 29، 30).

IV.3.4.2. اختبار السترات:

تحتوي بيئة السترات Simmons citrate agar على سترات الصوديوم كمصدر وحيد للكربون، فالبكتيريا التي تستطيع استعمال ايون السترات فهي حتما تحتوي على أنزيم Citrate perméase، ونموها يحتمل أن يرافق بتحرر الأمونيا الذي يسبب رفع الـpH في البيئة، ويتم الاخيبار كما يلي:
1- تلقح أنبوبة أجار سيمون السترات بالمزرعة المجهولة التي تكون نامية على بيئة أجار، لا تستعمل أبدا المرق ولا الماء البيبتوني لان هاتين البيئتين يمكن أن تحتويا على مركبات يمكن أن تخطأ التجربة.
2- تحضن على 37°م لمدة 24 ساعة.
3- الاختبار الموجب يلاحظ بالنمو الجيد للمستعمرات البكتيرية المختبرة.
لإتمام الاختبار قم بتحضير أغشية للتلوين بطريقة غرام، ثم تأكد من حركة هذه البكتيريا بالملاحظة المجهرية المباشرة (16، 29، 30).

IV.3. اختبار الكشف عن البكتيريا السبحية البرازية:

IV.3.1. طريقة العمل(01):

- جهز 03 أطباق بتري صغيرة تحتوي على أجار KF.
- استعمل من العينة أحجاما: 1- 5 - 25 مللتر، ضع علامات على هذه الأحجام على الأطباق ثم قم بتحضير تخفيف العينة.
- حضن الأطباق على 37°م لمدة 48 ساعة.

افحص الأطباق للمستعمرات المسطحة ذات اللون الأحمر الفاتح وكذلك المستعمرات الناعمة ذات اللون الأحمر الغامق وحواف حمراء اللون، يجرى العد في الأطباق التي تحتوي من 20 – 100 مستعمرة.
إذا حدث وان عزلت بكتيريا القولون البرازية فيمكن الحصول على النسبة:ع ب ق ب/ مل، ع ب س ب/ مل.
إذا كانت نسبة FC/FS اقل من 0.8 دل ذلك على أن التلوث مصدره الأساسي من مخلفات حيوانية أو مخلفات دواجن، أما إذا كانت النسبة FC/FS اكبر من 04 كان ذلك دليلا على حدوث تلوث مصدره للمخلفات البشرية.

IV.3.2. طريقة العمل(02):

IV.3.2.1. الاختبار الاحتمالي:

- احقن 03 أنابيب بها بيئة Rothe بـ01 مللتر من تخفيفات مختارة.
- رج جيدا بالتجانس ثم حضن على37°م لمدة 48 ساعة مع القراءة كل 24 ساعة.
- ظهور التعكير في الأنابيب بعد هذه المدة يدل على أن احتمال الاختبار أن يكون موجبا.

IV.3.2.2. الاختبار التأكيدي:

رج جيدا الأنابيب المحتملة ايجابيتها، ثم بواسطة ماصة باستور تؤخذ منها بعض القطرات وتحقن في أنابيب بها بيئة Litsky المحتوية على المثيل البنفسجي وحمض الصوديوم (Acide de Na + Violet Ethyl).
حضن على 37°م لمدة 24 - 48 ساعة ، إذا ظهرت عكارة دل ذلك على ايجابية الاختبار، في بعض الأحيان تتجمع المزرعة البكتيرية في قاع الأنبوب مثبته الصبغة مكونة تجمع بنفسجي وهذا كذلك دليل على ايجابية الاختبار.
للتأكد من ايجابية المكورات السبحية لصبغة غرام، حضر أغشية لتلوين غرام (16، 29، 30).

IV.4. اختبار الكشف عن البكتيريا المرجعة للكبريت:

من بين المقاييس الهامة لتحديد لنوعية الميكروبولجية للماء الموجه للاستعمال الإنساني هو تحديد مدى احتواءها على جراثيم بكتيريا *Clostridium* المرجعة للكبريت والتي تعبر عادة عن تلوث قديم، والتقنية تعتمد على البحث عن *Clostridium perfringens* التي تستطيع النمو في بيئة بها تركيز عالي من السولفيت وهي البيئة المستعملة في عزلها (06، 29، 31).
للكشف عن وجود البكتيريا المرجعة للكبريت في الماء نتبع المراحل التالية:

- ضع 25 مللتر من الماء المراد فحصه في دورق مخروطي سعته 250 مللتر.
- سخن في حمام مائي على درجة 80°م لمدة 05 دقائق، لقتل الأشكال الخضرية ،الاعاشية للبكتيريا.
- التبريد السريع.
- أذب 04 أنابيب بها بيئة لحم كبد VF 20في مللتر.
- اتركها 10 دقائق على هذه الحالة لإخراج الغاز من الأنابيب.
- برد على 55°م.
- ثم أضف لكل أنبوب 01 مللتر من محلول سولفيت الصوديوم و04 قطرات من محلول Alun de fer .
- اخلط دون إحداث فقاعات.
- ضع 05 مللتر من الماء المعالج مسبقا في04 أنابيب22/220 مللتر، ثم افرغ فيها محتوى كل أنبوب واحد من البيئة.
- اخلط برفق دون إدخال الهواء، ثم برد على ماء الحنفية.
- الحضن على 37°م لمدة 48 ساعة مع اخذ القراءات كل 24 ساعة.

النتيجة الايجابية تلاحظ بوجود مستعمرات سوداء اللون محاطة بهالة سوداء (16، 29، 30).

IV.5. اختبار الكشف عن الفاجات البرازية:
غالبا ما تكون الفاجات البرازية الحاضرة في الماء بتراكيز ضعيفة، لذا يتعين عند الكشف عنها وعن تركيزها استعمال الطرق الملائمة لذلك.
للكشف عن وجود الفاجات البرازية في الماء نتبع الخطوات التالية:

IV.5.1. إكثار الفاجات:
يضاف إلى دورقين بهما 50 مللتر من بيئة المرق المغذي BN و50 مل من عينة الماء المراد اختبار تواجد الفاجات بها، رج جيدا ثم أضف إلى كل دورة 20 قطرة من مزرعة فتية لـ *E.Coli* و*Shigella* كل بكتيريا في دورق لمدة 08 ساعات (يستحسن أن تكون البكتيريتين منشطتين في الماء البيبتوني)، يحضن الدورقين على 37°م لمدة8 - 10 ساعات.

IV.5.2. قتل بكتيريا المنشطة:
توضع في أنبوب اختبار06مللتر من المزرعة السابقة وتوضع في حمام مائي على 56°م لمدة 30 دقيقة كل بكتيريا على حدا.

IV.5.3. الكشف عن الفاجات:
توضع في طبق بتري بيئة الأجار المغذي بعد إذابتها، تترك لكي تبرد وتتجمد ويجفف سطحها من الرطوبة بوضعها مفتوحة في حاضنة تحت 37°م ، توضع على سطح البيئة قطرتين من مزرعة فتية لـ*E.Coli* المنشطة على الماء البيبتوني، ثم تنشر بتجانس على سطح البيئة باستعمال ناشر زجاجي معقم، يترك يجف على بلاط المخبر حتى اختفاء أثار الرطوبة، بعد ذلك تؤخذ قطرة صغيرة من الأنبوب المحضر في الخطوة 02 وتوضع على سطح الطبق، تترك لكي تجف في الظلام لمدة15- 20 دقيقة حضن الطبق مقلوبا على 37°م لمدة 6 - 8 ساعات.

يكرر نفس الشيء مع *Shigella*.

IV .5.4. قراءة النتائج:
ظهور بقع شفافة في مكان القطرة دل على وجود فاجات:
- بقع شفافة تماما: فاج نشط جدا.
- تواجد بعض المستعمرات في المنطقة الشفافة: تواجد أشكال بكتيرية مقاومة.
- نمو بكتيريا عادي مكان القطرات: غياب الفاجات تماما (16، 29، 30).

المحور الخامس

V . ملخص لبعض الدراسات التي أجريت على المياه العذبة الملوثة:

نظرا لخطورة مشكلة تلوث المياه العذبة على الانسان قي كافة انحاء العالم و على كل المستويات قام الكثير من الباحثين وعلماء البيئة ببحوث في هذا السياق يهدف التوعية واعطاء المشكلة حجمها الحقيقي ومن بين هذه الدراسات نذكر ما يلي:

V .1. دراسة عن تلوث المياه الجارية:

V .1.1. دراسة عن تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات:

أكثر من 384 بحثا نشرت عن تلوث مياه نهر النيل في مصر، أوضح ثلاثة عشر بحثا تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات، ولقد تركزت جميع البحوث في أن مياه نهر النيل ملوثة بدءا من أسوان وحتى الإسكندرية ببقايا المبيدات، مما يوضح أن جزءا من هذا التلوث قادم من نشاط التسع دول التي تطل على نهر النيل وهي: زائير، رواندا، بوروندي، تنزانيا، أوغندا، كينيا، السودان، أثيوبيا ومصر. فهناك بحوث تؤكد أن هناك مصانع لإنتاج المبيدات تلقي مخلفاتها في مجرى نهر النيل خارج حدود مصر. كما أوضحت معظم البحوث التي أجريت في معظم هذه الدول على تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات.

ولقد كانت أهم المبيدات التي أمكن تقديرها في مياه نهر النيل هي: سادس كلوريد البنزين، اللندين، الاندرين،الـ د.د.ت وجميع مشابهاته ونواتج هدمه. وأوضحت النتائج أيضا انه كلما اتجهنا إلى الدلتا زاد تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات ليصل إلى أعلى معدل له في دمياط، وخاصة أن كميات المياه التي تقذف في البحر الأبيض المتوسط كانت 16x 910 متر مكعب عام 1964 وأصبحت الان203 مليار متر مكعب في السنة، ويعني ذلك أن التخلص من جزء من المياه الملوثة أصبح الآن غير متوفر، لحاجة الدولة إلى كل نقطة مياه لزراعة الأراضي الجديدة.

يعني تلوث مياه نهر النيل في الحقيقة مجموعة حقائق خطيرة وهي:

- إن نهر النيل أصبح مصدرا مستمرا لتلوث الأراضي الزراعية، حيث أن معظم أراضي الوادي القديم يتم ريها بمعدلات هائلة من المياه، وبالتالي يضيف مصدرا هاما لتلوث التربة والمواد الغذائية.
- أن نهر النيل أصبح مصدرا رئيسيا ومستمرا لتلوث مياه الشرب فان 99% من مصادر مياه الشرب واردة من النيل، ولا يمكن أن تكون محطات المياه قادرة على إزالة متبقيات المبيدات من المياه، فلا توجد تكنولوجية اقتصادية لحتى الآن قادرة على إزالة هذه البقايا من المبيدات من مياه الشرب.
- إن نهر النيل أصبح مصدرا هاما لتلوث جميع مصادر الثروة الحيوانية وعلى رأسها الأسماك، وقد أوضحت البحوث أن تلوث الأسماك من ترعة المحمودية أكثر من تلوث اسماك ترعة أبو الغيط، أكثر من تلوث اسماك مياه المنصورة، أكثر من تلوث اسماك مياه أسيوط، أكثر من تلوث اسماك مياه فارسكور، أكثر من تلوث اسماك مياه أدفينا، أكثر من تلوث اسماك مياه القاهرة، أكثر من تلوث اسماك مياه أسوان. كما أن بقايا المبيدات التالية قد أمكن تقديرها في لحوم الأسماك وهي سادس كلوريد البنزين، اللندين، اندرين، الـ د.د.ت وجميع مشابهاته ونواتج هدمه، بالإضافة إلى نسبة صغيرة من بقايا المبيدات الفوسفورية (04).

V .2.1. دراسة عن تلوث مياه نهر المسكوك، نهر التايمز ونهر الكريك في أمريكا الجنوبية:

في تجربة أجريت على ثلاث انهار وهي: نهر المسكوك، نهر التايمز ونهر الكريك. تم تتبع كميات الـ د.د.ت التي تتواجد على مدار السنة، حيث لوحظ أن كميات المبيدات تختلف من شهر إلى أخر وتختلف على حسب النهر ومدى تواجده في منطقة زراعية وعلى حسب المزروعات الموجودة في هذه المنطقة التي يمر فيها النهر.

أوضحت البحوث أن نهر المسكوك هو اشد الأنهار تلوثا، يليه نهر التايمز، ثم نهر الكريك، كما يلاحظ أن معدل بقايا المبيدات كان في أعلى مستواه خلال شهر ابريل حيث يبدأ برنامج المكافحة، ثم تقل كمية المبيد بعد ذلك لتصل إلى ادني تركيز خلال شهري أغسطس وسبتمبر.

إن مستوى بقايا المبيدات اختلفت من شهر إلى أخر، وانه كان في أعلى معدل له في شهر مايو، ثم بدا يتناقص تدريجيا. ويلاحظ ارتفاع تركيز الديازينون خلال شهر يوليو وأغسطس، حيث يتم استخدامه بكثرة لمكافحة آفات الخضر في هذا الوقت (04).

V .3.1. دراسة عن تلوث مياه سد العقرم – شادية - ولاية جيجل:

كشفت الدراسة الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية للماء الخام (الجهة اليمنى والجهة اليسرى), والماء المعالج بالكلور لسد العقرم – شادية - بأن ماء السد ذو نوعية بكتريولوجية جيدة باستثناء الجهة اليسرى, حيث وجدت نسبة من الكوليفورم الكلي و البرازي.

أما فيما يتعلق بالنوعية الفيزيوكيميائية فان النتائج بينت أن الماء كان ذو نوعية جيدة عموما (32).

V .4.1. دراسة عن تلوث مياه واد موطاس في ولاية جيجل:

النتائج المتحصل عليها تبين سيادة للفلورة الكلية و بالخصوص البكتيرية الممرضة.

وجود كمية كبيرة من التلوث البرازي و تلوث ذو أصل حيواني.

أخيرا, الفضلات الكيماوية التي تفرزها المدبغة القريبة من واد موطاس هي الأخرى سبب في تلوث من نوع أخر والذى له تأثير سلبي على الكائنات المائية (33).

V .2. دراسة عن تلوث المياه الراكدة:

V .1.2. دراسة عن تلوث البحيرات ببقايا المبيدات:

لقد أوضحت أكاديمية البحث العلمي في مصر، أن معظم البحيرات في مصر ملوثة ببقايا المبيدات، فالمعروف أن البحيرات هي أماكن مغلقة منخفضة عن مستوى الأراضي المجاورة يتم ترشيح المياه فيها، سواء من الأراضي المجاورة او من مصادر المياه الأخرى، وغاليا لا يتجدد مياه هذه البحيرات إلا ببطء شديد ، لأنها بحيرات مغلقة، وغالبا ما ينمو في هذه البحيرات مجموعة كبيرة من الهائمات النباتية والحيوانية وفي مقدمتها الأسماك، وان هذه البحيرات أصبحت تتلوث بشدة نتيجة لنشاط الإنسان، سواء عن طريق مياه صرف المصانع التي تحتوي على نسبة عالية من الكيماويات والمواد السامة، أم نتيجة لمياه صرف المجاري أم إلقاء النفايات. وغالبا ما تحتوي اسماك هذه البحيرات سبة عالية من الملوثات وفي مقدمتها المبيدات، وتزداد هذه المشكلة عام بعد عام، وتعتبر مصدرا لتلوث الغذاء. ويمكن ذكر ملخص لبعض الدراسات التي أجريت على بحيرات متفرقة في مصر:

1- بحيرة المنزلة: تعتبر اقل البحيرات تلوثا في مصر تلوثا بالمبيدات والأسمدة الزراعية.

2- بحيرة ادكو: إن نسبة الملوثات خاصة ببقايا المبيدات تكون قليلة نوعا ما.

3- بحيرة البرلس: شديدة التلوث ببقايا المبيدات نظرا لرشح كمية هائلة من المبيدات من مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية في هذه البحيرة وكذلك تصب بها عدد كبير من مصارف مياه الصرف الصحي القريبة لها.

4- بحيرة مريوط: تتغذى عادة هذه البحيرة بمياه الصرف الصحي والصناعي، وتعتبر هذه البحيرة شديدة التلوث بجميع أنواع الملوثات العضوية والميكروبية بما في ذالك المبيدات والأسمدة الزراعية.

5- بحيرة قارون: يتم بها الصرف الزراعي، وهي شديدة التلوث ببقايا المبيدات، حيث تحتوي مياه الصرف الزراعي على تراكيز مختلفة من بقايا المبيدات ، وخاصة مبيد البيلوسير الذي استخدم بكميات هائلة في مشروع مكافحة قواقع البلهارسيا.

6- بحيرة السد العالي: تعتبر قليلة التلوث مقارنة بغيرها من البحيرات، تتلوث هذه البحيرة ببقايا المبيدات وخصوصا مبيدات الـ د.د.ت ومشابهاته ونواتج هدمه، ويليه اللندين، سادس كلوريد البنزين، الاندرين والديلدرين (04).

V .2.2. دراسة عن تلوث بحيرة بني بلعيد في ولاية جيجل:

لمعرفة تأثير الزراعة على تلوث مياه بحيرة بني بلعيد أجريت تحاليل فيزيوكيميائية لمياه البحيرة لمدة 6 أشهر من جانفي الى جوان, خاصة تقدير النترات و الفوسفات.

لقد بين التحليل الفيزيوكيميائي من خلال تقدير النترات و الفوسفات أن هذه المياه تستجيب للمعايير المعمول بها و هي بذلك ذات نوعية جيدة (34).

V .3 . دراسة عن تلوث المياه الجوفية:

V .1.3. دراسة عن تلوث المياه الجوفية في بلدية الميلية بولاية جيجل:

التحليل البكتيريولوجي لا يمكنه اثبات نقاوة الماء لوحده هذا الاخير يجب ان يكمل بواسطة التحاليل الفيزيوكيميائية, التشريعات الصحية الدولية تحدد المعايير المقبولة للعوامل الفيزيوكيميائية السامة و العوامل الميكروبيولوجية.

غياب محطات التنقية و علاج الماء على مستوى بلدية الميلية ادى الي مراقبة النوعية الفيزيوكيميائية لمياه الحنفيات،الأبار و الخزانات للمنطقة.

الماء الموزع في بلدية الميلية يصل إلى المستهلك بنوعية مقبولة و هذا بسبب غياب محطات التصفية و الحالة السيئة لقنوات جلب المياه (31).

V .2.3. دراسة حول نوعية الينابيع المائية في الإمارات:

تدل تحاليل عينات المياه المأخوذة من الينابيع الثلاثة على مايلي:

- النوعية الكيميائية للمياه في نبع الوريعة جيدة جدا وصالحة لكافة الاستعمالات المنزلية والزراعية وهذه تعظي طبيعة لمنطقة البدية والتي يتواجد فيها نبع الوريعة بطبيعتها الزراعية المتميزة في الساحل الشرقي من الدولة .
- بينما يلاحظ عن لعيون المائية الأخرى (خت - مضب) تتفاوت نسبة الملوحة فيها ولكن مع ذلك يتضح من خلال التحليل الكيميائي مناسبتها لري المزروعات كالنخيل على سبيل المثال وذلك لتحملها للملوحة مما يجعل هذه المناطق من أشهر الأراضي الزراعية في الإمارات الشمالية (01).

V .3.3. دراسة عن تلوث المياه الجوفية في فلسطين:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على الخواص البيولوجية لمياه الشرب في ثلاث قرى برام الله ومنطقة البيرة وهي: المغير وترمسعيا وسنجل، وذلك باستخدام فحوص لكشف جراثيم (بكتيريا) من طائفة القولونيات (كوليفورم). وقد أجريت هذه الدراسة على المياه الجوفية عام2001م، حيث جُمِعَتْ العينات على فترات مختلفة، ويتضح من نتائج هذه الدراسة أن 87% من هذه الابار غير صالحة للشرب وملوثة بتراكيز عالية من القولونيات، وتحتاج إلى تخثير وتصفية وتطهير وذلك حسب المعايير التي وضعتها منظمة الصحة العالمية، وإن 10.5% منها تحتوي تلوثا بسيطا وتحتاج لمعالجة أولية بالتطهير وأن 2.5% من هذه الابار تعتبر غير ملوثة وصالحة للاستخدام البشري دون أية معالجة لها. كما يتضح أن أهم مصادر التلوث هذه المياه هي تسريب مياه الفضلات المنزلية والنفايات القريبة من هذه المياه، وهذا ما تم تأكيده أيضاً من نتائج الاستبيانات التي تم توزيعها في هذه القرى (02).

V .4.3. دراسة عن تلوث مياه آبار مديرية التعزية في اليمن:

فقد أظهرت نتائج تحليل العينات ميكروبيا وجود عينات ملوثة ببكتيريا القولون *E.coli* كما تم الكشف عن بكتيريا كولي فورم التي تنمو عند درجة حرارة 44°م والتي تنتج عن اختلاط مخلفات بشرية سائلة او اختلاط المجاري مع مياه الشرب كما أظهرت النتائج لتحليل 10 أبار ببكتيريا مجموعة كولي فورم العادية كما أظهرت نتائج التحليل البكتيريولوجي وجود 7 أبار ملوثة ببكتيريا كولي فورم المقاومة لدرجة الحرارة.

وذكرت الدراسة أن الآبار النقية الصالحة للشرب والاستخدام الآدمي في مديرية التعزية هي 5 أبار فقط يذكر بان مديرة التعزية يتواجد في نطاقها مقلب القمامة العام في تعز إضافة إلى برك تجميع مجاري تعز (35).

الخاتمة

من خلال البحث الذي قمنا به تبين أن المخلفات الحضرية الميكروبية العضوية وغير العضوية (المعدنية)، وكذلك المخلفات الزراعية الكيماوية مثل الأسمدة والمبيدات، هي أخطر الملوثات للمياه العذبة.

إذ أوضحت نتائج بحوث المسح الدولي للملوثات في المصادر المائية العذبة على مستوى العالم أن التلوث الميكروبي وخاصة مجموعة بكتيريا الكوليفورم، و كميات الزئبق الذائبة في الماء الناتجة عن مياه الصرف الصحي، وكذلك التلوث بـ سادس كلوريد البنزين والـ د.د.ت الناتجة عن الاستعمال المفرط للمبيدات الزراعية، إضافة إلى التلوث بالنترات والنتريت الناتجة عن صرف المياه من الأراضي الزراعية المسمدة بالأسمدة الكيماوية، هي أخطر ملوثات المياه العذبة على مستوى العالم.

المختصرات

E.coli : *Escherichia Coli*

C.S.R : *Clostridium Sulfito Réducteur*

S.pyogenese : *Streptocoque pyogenese*

FTAM : la flore totale aérobie mésophile

DBO : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

VP : Vogues – Proskauer

RM : Rouge de Méthylène

VF : Viande Foie

TGEA : Tryptone – Glucose - Extrait

BCPL : Gélose Lactosée au Pourpre de Bromocrèsol

BLBVB : Bouillon Lactosée Bilié au Vert Brillant

EMB : Eosine et au Bleu de Méthylène de

IMVIC : Indole, Mannitol, Vogues – Proskauer, Inositol Citrate.

KF : Bouillon Kenner – Fécal

PH : Potentielle Hydro génique

BN : Bouillon Nutritif

ADN : Acide Désoxy – Nucléique

ARN : Acide Ribo – Nucléique

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

1- المطري أحمد سيف2007- الينابيع والعيون المائية، مركز الامارات للمعلومات البيئية والزراعية.

2- الخطيب عصام أحمد ومعمر عرابي2001- أسباب تلوث المياه الجوفية التي ترسبت من مياه الأمطار في ثلاث قرى برام الله ومنطقة البيرة في فلسطين، معهد الصحة العامة والمجتمعية، جامعة بيرزيت فلسطين.

3- الشاذلي محمد والأستاذ الدكتور علي المرسي 2000- علم البيئة العام والتنوع البيولوجي، دار الفكر العربي القاهرة. ص (133،425،429،431).

4- عبد الجواد أحمد عبد الوهاب1995- التربية البيئية، الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة. ص (254، 285- 291، 393، 394، 431-435).

5- أحمد فاضل حسن1996- هندسة البيئة، منشورات جامعة عمر المختار ليبيا. (135،178،189،205،218،282،451،486،476).

6- فوليت روي هنتر1995- الأسمدة ومحسنات التربة (الجزء الثاني)، منشورات جامعة عمر المختار ليبيا. ص(577، 610، 873، 922، 966).

7- فوليت روي هنتر1995- الأسمدة ومحسنات التربة (الجزء الأول)، منشورات جامعة عمر المختار ليبيا. ص (57، 153، 290، 365، 384، 573، 574).

8- الشاعر جهاد علي1994- علم المياه، الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة. ص (45، 170، 245).

10- حميدة إبراهيم حسن- الهيدروجيولوجيا والمياه الجوفية، الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة. ص (02،137،250،317).

12- الشبلاق محمد منصور1998- الهيدروجيولوجيا التطبيقية، جامعة عمر المختار ليبيا. ص (04،06،24،25،34،585).

13- واضحة بورزامة وسيلة كنيو2004- دراسة مقارنة نوعية مياه الشرب الممون لمنطقتي بني بلعيد وجمعة بني حبيبي، مذكرة تخرج لنيل شهادة الدراسات التطبيقية في البيولوجيا، معهد العلوم، جامعة جيجل. ص (1-56).

15- محاسنة إحسان علي1991- البيئة والصحة العامة، دار الشروق للنشر والتوزيع الأردن. ص (56، 57، 59، 77-97).

18- حسونة محمد جمال الدين2000- أمراض النبات البيئية والبيئة (الجو، التلوث، نقص التغذية). ص (25،27،28،29).

19- عبد الحميد زيدان هندي وعبد المجيد محمد ابراهيم1996- الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات (التواجد البيئي والتحكم المتكامل)، جامعة عين شمس القاهرة. ص (89، 90، 132).

20- البنا حسن وفتح سعد2002- تكنولوجيا تحليه المياه، الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة.

21- سمان عارف2003- معالجة المياه، مجلة العلوم والتقنية الكويت.

30- شاوش نور الدين قاسم2003- سلسلة الجلسات العملية، جامعة منتوري، قسنطينة الجزائر. ص (1-20).

35- النويهي أحمد 2007- دراسات عن مياه تعز، نيوز يمن، محافظة تعز في اليمن.

المراجع باللغة الأجنبية:

9- C.Haslay, H.Leclerc 1998 - Microbiologie des eaux d'alimentation, Ed. lavoisier, Pages (101, 102, 105, 108, 215, 262, 272, 276).

11- Laib sihem2005 - Estimation de la qualitè physicochimique des eaux usès de la tannerie de jijel,mèmoire du diplôme(D.E.U.A), faculté des sciences université de jijel, Pages (02, 03, 14).

14- Raymond dejardins 1990 - inj.professeur à l'ècole polytechnique de montrèal: le traitement des eaux, Ed. Dunod, Paris, Pages (03, 04, 06, 07).

16- Joseph, pierre Guiraed1998 - microbiologie alimentaire Ed. DUNOD, paris, France, Pages (260-265).

17- Khoubache ismahane et laouar nadia 2006 - Etude de la pollution organique dans les eaux de l'oued kèbir dans la wilaya de jijel, mèmoire de fin d'ètude, faculté des sciences. université de jijel, Pages (1-71).

22- Laouci S, Belhoul Y et Mehidi Ch 2001 - Etude de la qualitè bactèriologique et physicochimique de l'eau minèrale de sidi yakoub, mèmoire de fin d'ètude, faculté des sciences. université de jijel, Pages (13).

23- Bouss Bouah 2002 - èlèments de microbiologie gènèrale, Ed l'universitè de constantine, Pages (77- 79).

24- Bernef cordonier1991 - traitement des eaux, Ed. technique, paris France, Pages (55, 56, 70, 71).

25- Mohand said ouali2003 - traitement des eaux, Ed. université de ben aknoun, alger, Pages (47, 58, 95).

26- Rodier j.1984 - l'analyse chimique et Physico-chimique Des Eaux, de l'eau 7^{em} Ed. Dunod, Paris.

27- Leclerch.Mossel1987 - Microbiologie de tube digestif, l'eau et les aliments, Ed. paris, France, Pages (56, 78, 81, 82).

28- Claus, Bliefert et Robert 2003 - Chimie de l'environnement Air, Eau, Sol, Dèchets, Ed. paris, France, Pages (297, 296).

29- C.M.Bourgeois, J.Y.Leveau1996 - Techniques d'Analyse et de contrôle dans les industrie agro alimentaires, Ed. lavoisier, Pages (22, 23, 33).

31- Boutaleb sonia boukerkeb Rokia et Talbi souad2004 - Analyse Physico-chimique et Microbiologique Des Eaux de Consommation de la Commune d'El-Milia, mèmoire de fin d'ètude, faculté des sciences. université de jijel, Pages (1-58).

32- Belamri Fatiha, Boussandel Souria et Merikhi Messaouda, 2005- Etude Physico-chimique et Microbiologique Des Eaux de barrage El-Agram-Chadia,Kaous, mèmoire de fin d'ètude, faculté des sciences. université de jijel, Pages (1-61).

33- Hezili Fadila, Karaiche Saber et Tibouk Nassima2005 - Qualite Microbiologique Des Eaux de L'oued Moutas qui recoit les eaux usees urbaines et celle de la tannerie de jijel, mèmoire de fin d'ètude, faculté des sciences. université de jijel, Pages (1-69).

34- Benaskeur linda et kaddour nabila 2005 - impacte de l'activite agricole sur les eaux de l'cocomplexe de beni belaid, mèmoire de fin d'ètude, faculté des sciences. université de jijel, Pages (1-51).

عنوان المذكرة

تلوث المياه العذبة بالمخلفات الحضرية والزراعية

الملخص

نتائج البحث النظري الذي قمنا به، بينت أن تلوث المياه العذبة يرجع بالدرجة الأولى، إلى مختلف الأنشطة التي يقوم بها الإنسان، سواء الحضرية و ذلك بوجود كميات كبيرة من المواد العضوية وعشائر مختلفة من الكائنات الدقيقة في المياه ، أو الزراعية و ذلك بتلوث المياه العذبة بمختلف المبيدات والأسمدة المستعملة من أجل تخصيب التربة وزيادة المنتوج الزراعي.

الكلمات المفتاحية:

تلوث، المياه العذبة، المواد العضوية، الكائنات الدقيقة، المبيدات، الأسمدة، التربة.

Résumé

Notre étude théorique a montré que la pollution des eaux douces due principalement aux activités humaines soit domestiques par la présence des grandes quantités en matière organiques, ainsi que de diverses populations microbiennes dans les eaux douces, soit agricoles par les pesticides et les engrais utilisés pour la fertilisation des sols et l'augmentation du rendement agricole.

Mots clé:

Pollution, eaux douces, matières organiques, populations microbiennes, pesticides, engrais, sols.

Summary

Our theoretical study has watch the soft water pollution due mainly to the human activities either servants by the presence of large organic, quantities out of matter as well as various populations microbial fresh waters, or agricoles by the pesticides and engrais them used for the fertilization of the ground and the augmentation of pleasant demented person.

Key words:

Pollution fresh waters, organic matter, microbial populations, pesticides, engrais, ground.

تحت اشراف الأستاذة بن حمادة وهيبة