برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المناهج

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي فني معمل

التعرف علي مصادر المياه والصرف وطرق المعالجة – الدرجة الرابعة (ب)

التعرف علي مصادر المياه والصرف وطرق المعالجة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـــــهـــــرس

مقدمة: 3
1. استخدامات المياه: 3
2. الدورة الطبيعية للمياه 4
3. احتياجات الإنسان من الماء: 5
4. مصادر للمياه الخام 6
اولا الأمطار 6
ثانيا نهر النيل 6
ثالثا المياه الجوفية 7
المياه الجوفية وإنشاء الآبار 8
1. الخزان الجوفي الحر 9
2. الخزان الجوفي المحصور 9
خواص المياه الجوفية 10
1. الآبار السطحية: 11
2. الآبار العميقة: 11
3. آبار متعددة الطبقات: 11
العوامل المؤثرة على إنشاء الآبار: 12
رابعا تحلية مياه البحر 12
اولا نوعية مياه البحر (تركيز الاملاح الكلية): 12
ثانيا درجة حرارة مياه البحر والعوامل الطبية المؤثرة فيه: 13
ثالثا تكلفة وحدة المنتج من ماء كهرباء 13
تلوث مياه الآبار: 13
حرم البئر: 14
تنقية المياه 14
عوامل التنقية الذاتية: 15
1. عوامل الترسيب 15
2. عوامل التخفيف 15
3. عوامل الضوء 15
4. عوامل التهوية 16
ثانيا العوامل الكيماوية وتشمل: 16
1. عوامل أكسدة 16
2. عوامل اختزال 16
3. عوامل تجميع 16
ثالثا العوامل الحيوية وتشمل: 17
1. البكتيريا: 17
2. الطحالب الخضراء: 17
3. الحيوانات وحيدة الخلية [البروتوزوا]: 17

4. الاسفنجيات والقشريات: 18
5. النباتات المائية الكبيرة: 18
6 الحيوانات المائية الكبيرة: 18
تنقية المياه السطحية 18
نظرة عامة: 18
خطوات تنقية المياه السطحية: 19
أعمال تنقية المياه: 19
أعمال التخزين والتوزيع للاستخدام: 19
مكـــونـات المحطـــة 21
مصادر وخصائص مياه الصرف الصحي 22
مشاكل عدم وجود شبكات لتجميع مياه الصرف الصحي 22
نظام تجميع المخلفات السائلة 22
مصـادر ميـاه الصرف الصحي 23
مصادر المياه الملوثة (الصرف الصحي) 23
ميـاه الصـرف الصحي المنزلي 24
مياه الأمطار 24
المخلفات الصناعية 25
ميـاه الرشـح 26
مياه غسيل الشوارع 26
مكونات وخصائص المخلفات السائلة 27
الملوثات في مياه الصرف الصحي 27
2. خصائص مياه الصرف الصحي 30
خصائص مياه الصرف الصحي 31
مخطط لخصائص مياه الصرف الصحي 31
أولاً الخصائص الطبيعية 31
ثانياً الخصائص الكيميائية 34
ثالثاً الخصائص البيولوجية 38
وما السبل الاوفر بيئيا وصحيا للتخلص من مياه الصرف الصحي؟ 51
حالات استخدام المعالجة المعمقة: 52
أساليب المعالجة 53
4. الفصل الغشائي: 54

مقدمة:

بسم الله الرحمن الرحيم

وجعلنا من الماء كل شيء حي

صدق الله العظيم

تعتمد مصر في مواردها المائية بصفة أساسية على نهر النيل الذى يعتبر العصب الأساسي في التنمية الشاملة، وتبلغ جملة كميات المياه المتاحة لمصر ٦١ بليون متر مكعب سنويا كالآتي:

- ٥,٥٥ بليون متر مكعب نصيب مصر من مياه نهر النيل.
- ٥ بليون متر مكعب المياه الجوفية .
- ٥ بليون متر مكعب مياه المصارف التي تستغل في ري الزراعات.

ولا تكفي هذه الكمية احتياجات مصر في الوقت الحالي أي أن مصر تعانى من عجز في كميات المياه المتاحة، خاصة أن حوالي ٢ بليون متر مكعب تفقد سنويا بسبب البخر. لذا لابد أن تتخذ مصر الإجراءات اللازمة لتدبير هذا العجز ولعل من أهم الإجراءات هو التحكم في الكميات المتاحة وإعادة استخدامها والحفاظ على خصائصها الطبيعية والكيميائية والبكتريولوجية لتكون صالحة للاستخدامات في الأغراض المختلفـــة.

1. استخدامات المياه:

تستخدم الموارد المائية في أغراض عدة أهمها:

- مياه الشرب الري وتنمية الثروة الحيوانية
- الصناعة تنمية الثروة السمكية والحفاظ على الحياة المائية
- النقل النهري توليد الطاقة

الأنشطة الترويجية كالسباحة والسياحة، وصيد الأسماك ٠٠٠٠ الخ

وقد قامت الأجهزة الوطنية المنوط بها حماية الموارد المائية في العديد من الدول بوضع معايير واشتراطات ومواصفات لكل نوع من استخدامات الموارد المائية وتعتبر الحد الأدنى لصلاحية المياه لكل نوع من استخدامات المياه.

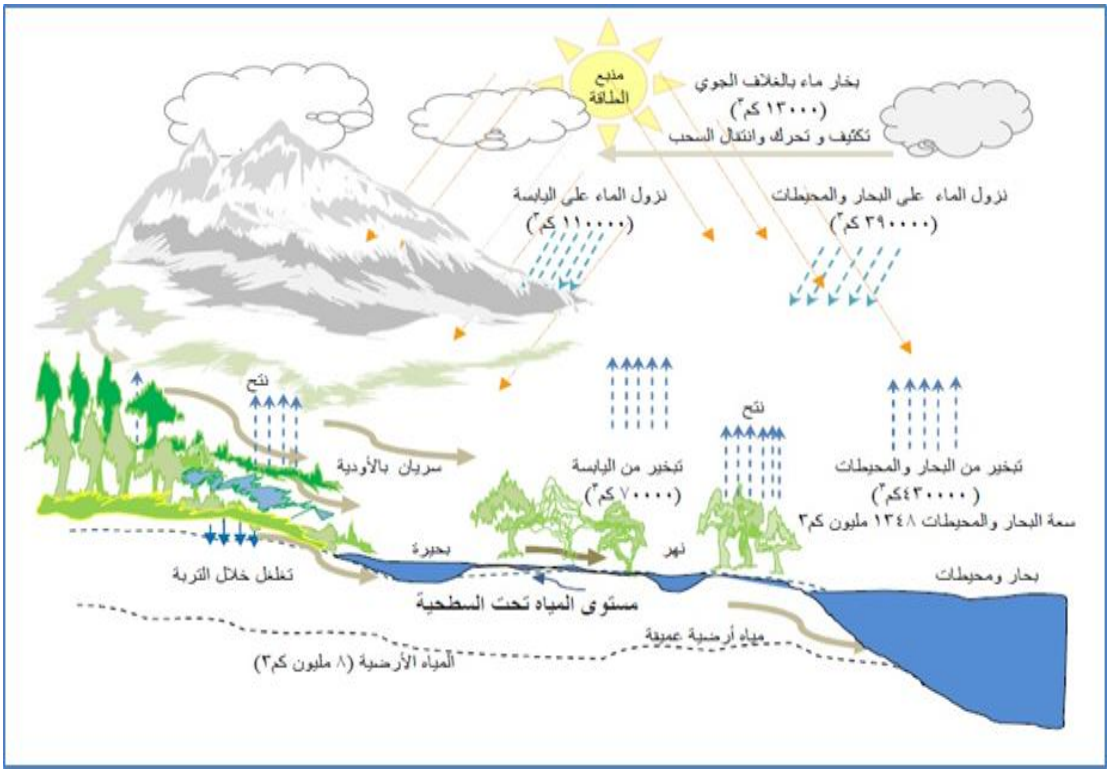
وتشمل هذه المواصفات معايير طبيعية وكيميائية وبكتريولوجية للمياه يتم قياسها وتقييمها دوريا وبصفة منتظمة. وهى على سبيل المثال:

درجة التركيز الأيوني للهيدروجين، الأملاح الذائبة، الحديد، العسر الكلى، الأوكسجين الذائب، النترات، بكتريا المجموعة القولونية وبكتريا القولون النموذجي، والبكتريا القولونية السبحية. ووجود هذه البكتريا في المياه الطبيعية يدل على احتمال وجود مسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية والطفيلية في هذه المياه.

2. الدورة الطبيعية للمياه

تتكون ثلثا مساحة الكرة الأرضية من الماء في المحيطات والبحار والبحيرات وهذه المياه غير العذبة (لزيادة الملوحة بها) لا تصلح للأغراض الآدمية واستخدامات المياه الأخرى مثل الشرب وغيرها. الا أن الله سبحانه وتعالي أوجد الوسيلة لتوفير المياه العذبة الصالحة لاستخدامات الإنسان الذى هو أفضل مخلوقات الله.

فهذا السطح الهائل من المياه يتعرض لحرارة الشمس والهواء فيتبخر الماء ويتصاعد على هيئة بخار إلى طبقات الجو العليا ويتجمع على شكل سحب تسيرها الرياح. وعندما تتعرض هذه السحب إلى أجواء منخفضة الحرارة يتكاثف بخار الماء ويسقط على هيئة أمطار على سطح الأرض مكونا الأنهار والبحيرات العذبة ويتسرب جزء منها إلى باطن الأرض مكونا المياه الجوفية والينابيع والعيون، أما الأنهار فتشق طريقها إلى أن تصب في نهاياتها إلى المحيطات والبحار والبحيرات. أما الجزء الذى يستهلكه الإنسان والحيوان والنبات فإنه يخرج إلى البيئة المحيطة بها (الماء والهواء) على صورة إفرازات ونتح ٠ وتستمر الدورة الطبيعية للماء أي البخر والمطر، وبذلك لا يوجد فاقد في كمية الماء في الكون بل تظل ثابتة.



3. احتياجات الإنسان من الماء:

يحتاج جسم الإنسان إلى حوالى 2.5 لتر من الماء يوميا وتختلف هذه الكمية طبقا لاختلاف درجات الحرارة وعوامل أخرى. ويحصل الإنسان على 1.5 لتر من الماء يوميا عن طريق الشرب والباقي فيما يتناوله من الأطعمة. والماء الناتج عن التفاعلات الكيمائية داخل خلايا أعضاء الجسم.

ويحتوى جسم الإنسان البالغ الذي يبلغ وزنه٧٠ كيلو جرام على ٥٠ لتر من الماء أي أن الماء يكون حوالي ٧٥ % من جسم الإنسان بالوزن.

وفي الأحوال العادية يجب على الإنسان سد احتياجاته من الماء حتى يمكن للجسم القيام بوظائفه الفسيولوجية مثل إذابة المواد الغذائية حتى يسهل هضمها وامتصاصها ٠كما أن الماء يساعد على مرونة الأغشية المخاطية والجلد وتنظيم درجة حرارة وإفراز العصارات والعرق وفي بعض الأحوال غير العادية قد يصاب الإنسان بالنزلات المعوية والإسهال أو يعمل تحت ظروف مناخيه شديدة الحرارة أو يبذل مجهودا عضليا مضاعفا كالجري أو ممارسة أنواع من الرياضة ٠ ففي هذه الأحوال يفقد الجسم كميات أكثر من الماء والأملاح وعلى الإنسان أن يشرب الماء المذاب فيه أملاح لتعويض الفاقد ووقاية الجسم من الإصابة بالجفاف ويتم التوازن بين الفاقد من من الماء واحتياجات الجسم.

4. مصادر المياه الخام

اولا الأمطار

الأمطار ليست مصدرا رئيسيا للمياه في مصر لقلة الكميات التي تسقط شتاء ولا تتجاوز ١٠ ملليمترات على الساحل الشمالي ثم تقل إلى ٤.١ ملليمترات في شهر مايو ومن أهم المناطق التي تسقط عليها الأمطار الساحل الشمالي، الدلتا، شمال الصعيد، أسوان، قنا وجبال البحر الأحمر وسيناء وينتج عنها السيول وقد تم إنشاء سد وادي العريش لتخزين مياه الأمطار والاستفادة منها . كما أنشأت الدولة مخرات للسيول و تنحدر نحو الوادي وتصب في نهر النيل . الا أن تعديات الأهالي عليها واستغلالها في صرف المخلفات الآدمية والصناعية قد أدى إلى عدم الاستفادة منها كمخرات لتصريف مياه السيول وحدوث كوارث في موسم الأمطار و السيول مثل غرق القرى والأرض والمزروعات وتدمير الطرق والحوادث . ويستفاد بمياه الأمطار في زراعة بعض المحاصيل مثل الشعير والزيتون، والفواكه مثل التين وأشجار النخيل في الساحل الشمالي و الصحراء الغربية و الواحات وشبه جزيرة سيناء وتستغل مياه الأمطار في الساحل الشمالي" الآبار الرومانية "كمصدر لمياه الشرب عند الضرورة.

ثانيا نهر النيل

مصر هبة النيل. فبفضل مياه الأمطار التي تسقط على الحبشة ومنابع النيل محملة بالطمي الذي ترسب على مدى السنين تكونت دلتا النيل والوادي وقامت عليها أقدم حضارة عرفها التاريخ. ويبلغ طول النيل من المنبع إلى المصب ٦٧٠٠ كيلو مترا ويخترق عددا من الدول تعرف بدول حوض النيل. أما الجزء المار في مصر فيبلغ طوله ١٥٤٠ كليو مترا من حدود مصر الجنوبية – مكونا بحيرة ناصر أعظم بحيرة صناعية في العالم أمام (جنوب) السد العالي– وحتى مصبها في البحر الأبيض المتوسط شمالا. ويتفرع النيل عند القناطر الخيرية شمال العاصمة إلى فرعى رشيد ودمياط اللذين يحتضنان دلتا النيل. ونظرا لأن دول حوض النيل تشارك بعضها البعض في استغلال والاستفادة بمياه النيل العظيم فقد عقدت اتفاقية لتخصيص كميات محدودة من مياه النيل لكل دولة وكان نصيب مصر منها ٥.٥٥ بليون مترا مكعبا في السنة . وتبلغ جملة الكميات المتاحة لمصر سنويا ٦١ بليون مترا مكعبا في السنة. وهذه الكميه تكفي مصر في الوقت الحالي ولكن زيادة السكان بمعدلات مرتفعة وزيادة

الاستثمارات لدفع عجلة التنمية والزيادة في معدلات الاستهلاك للمياه في الأغراض المختلفة تجعل هذه الكميات المتاحة غير كافية لسد الاحتياجات منذ عام ٢٠٠٠.

ثالثا المياه الجوفية

المصدر الرئيسي: هو مياه الأمطار والتي تتسرب من خلال مسام التربة إلى الطبقة المشبعة بالمياه والمنسوب الأعلى لهذه الطبقة المشبعة يسمى المنسوب الثابت، وينحدر في اتجاه سريان المياه (في مصر من الجنوب إلى الشمال).

المياه الحـــــــــــــرة: هي المياه الجوفية التي لا تمنع سريانها أية حواجز أو عقبات جيولوجية٠

المياه المقيدة: هي المياه الجوفية التي تنحصر بين طبقتين غير مساميتين تمنع سريانها بحرية وينشأ عنها الآبار الارتوازية التي تتدفق إلى سطح الأرض تحت تأثير الضغط الواقع عليه. ولذا يجب تسمية الآبار الجوفية بالوادي والدلتا بالآبار العميقة وليس الآبار الارتوازية وقد أوصت منظمة الصحة العالمية "W.H.O" بتقسيم موارد المياه الخام الطبيعي كمصدر لمياه الشرب إلى أربعة مستويات طبقا للمحتوى البكتريولوجي للمجموعة القولونية وتحديد نوع المعالجة المقترحة لكل مستوى لضمان سلامة مياه الشرب والحد من انتشار الأمراض التي تنتقل عن طريق المياه على الوجه التالي:

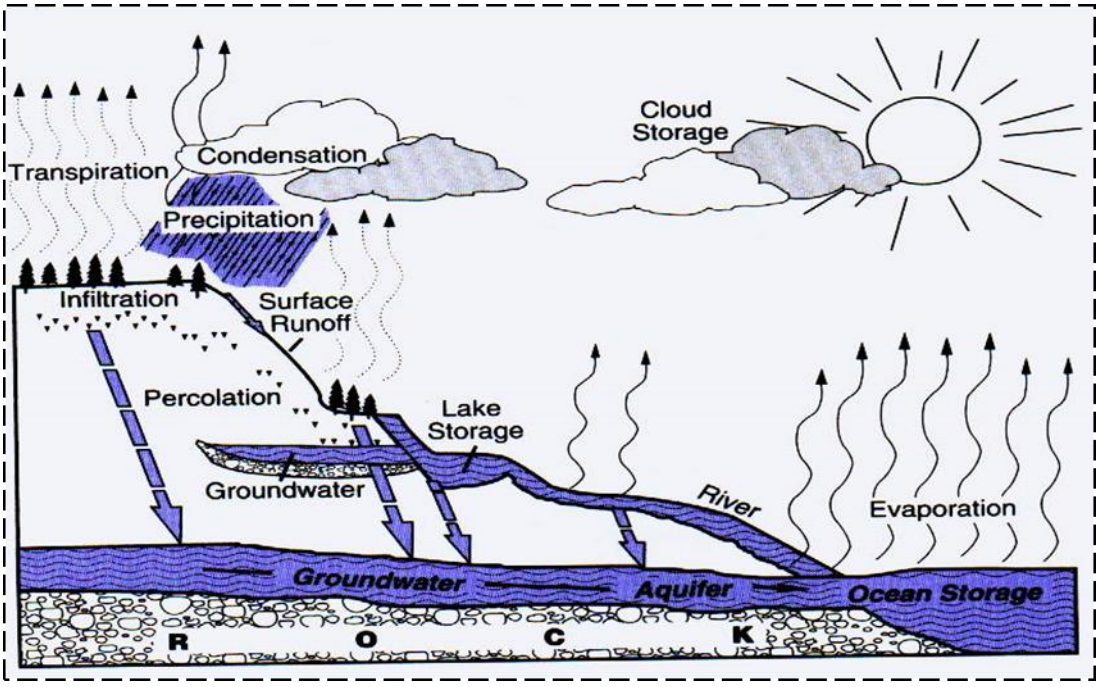
المستوى	العدد الاحتمالى للمجموعة القولونية(لكل ١٠٠سم^3)	نوع المعالجة المطلوبة
الأول	صفر~ ٥٠	إضافة الكلور
الثانى	٥٠ ~٥٠٠٠	المعالجة التقليدية(الترسيب والترويب والترشيح والتعقيم)
الثالث	٥٠٠٠ ~ ٥٠.٠٠٠	تلوث شديد للمورد المائى(المأخذ) يحياج إلى أكثر من المعالجة التقليدية.
الرابع	أكثر من ٥٠.٠٠٠	تلوث شديد جدا. لا يصلح كمصدر لمياه الشرب.

المياه الجوفية وإنشاء الآبار

المياه الجوفية هي المياه التي تسربت خلال طبقات الأرض من الأمطار والأنهار والبحيرات العذبة. وهذه المياه تتواجد في باطن الأرض على أعماق وصور مختلفة، وكمية المياه الموجودة بالكرة الأرضية ثابتة منذ القدم ولا تتغير، وهذا يرجع إلى الدورة الهيدرولوجية.

تتلخص الدورة الهيدرولوجية في الآتي:

- تتبخر المياه من المسطحات المائية وكذا من نتح النباتات المائية ومن الإنسان والحيوان.
- يتصاعد بخار الماء ويتجمع مكوناً السحب.
- يتكثف بخار الماء ويسقط كأمطار.
- تتجمع مياه الأمطار في البحيرات العذبة والأنهار وفروعها.
- يتسرب جزء من هذه المياه إلى باطن الأرض مكوناً المياه الجوفية والتي يتم استخراجها إلى السطح إما طبيعياً أو صناعياً.

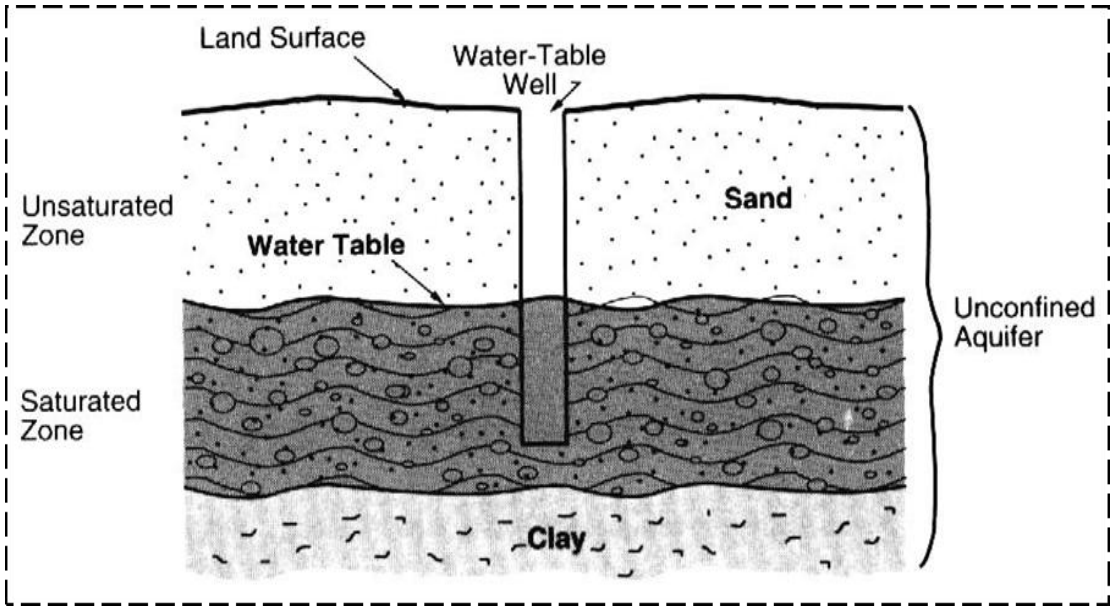


والمياه الجوفية رغم انها تكون في الغالب خالية من أي تلوث بكتريولوجي، إلا انها تحتاج لدراسات وتحليلات كاملة قبل السماح باستخدامها، كما انها تتواجد على أبعاد مختلفة عن سطح الأرض تتغير من موقع لآخر وذلك حسب التكوين الجيولوجي للتربة.

تنقسم خزانات المياه الجوفية إلى:

1. الخزان الجوفي الحر

وهو عبارة عن مياه تشبعت بها حبيبات التربة، نتيجة تسرب مياه الأمطار والأنهار والبحيرات و المجاري المائية، وتسمى بخزانات المياه الحرة وتتوقف خصائص الطبقة الحاملة للمياه في تلك المنطقة على الخواص الطبيعية للتربة، وأهمها مسامية التربة وقطر الحبيبات وقوى الجذب والتوتر السطحي ما بين حبيبات التربة وقطرات الماء.

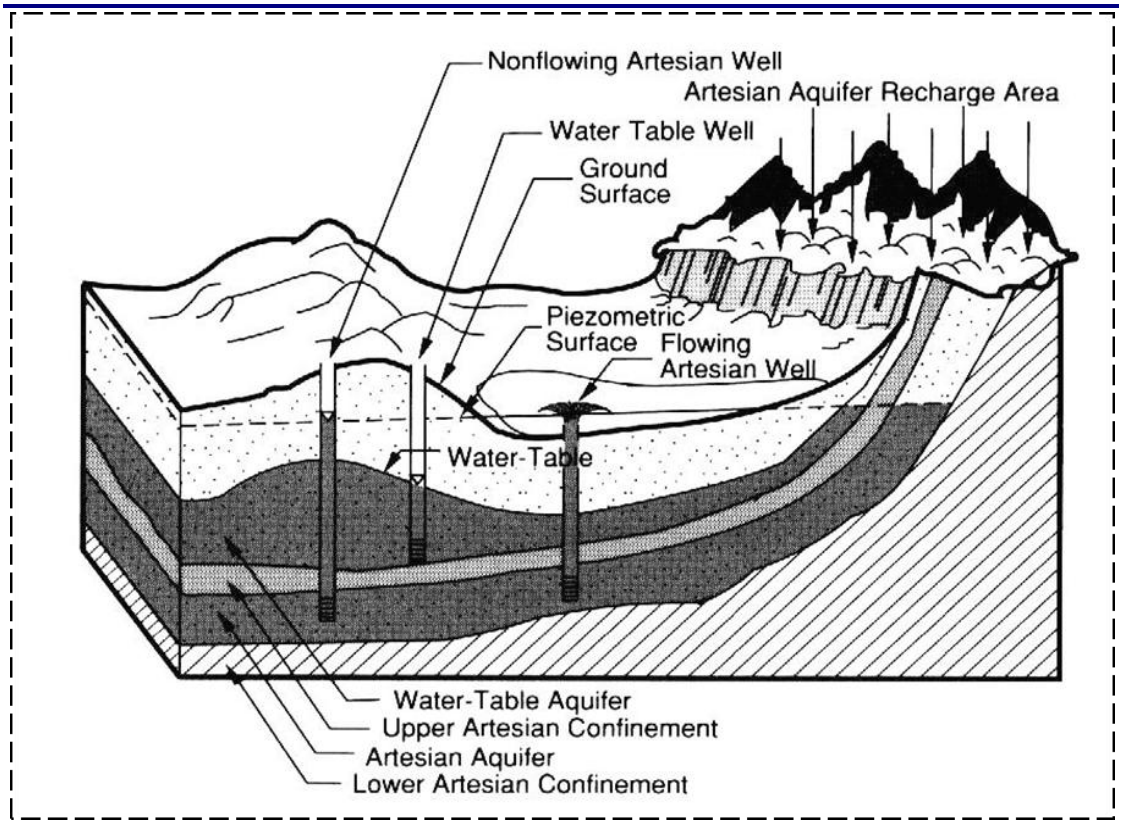


2. الخزان الجوفي المحصور

هو عبارة عن مياه نفذت إلى طبقات الأرض العميقة نتيجة لتسرب مياه الأمطار أو البحيرات أو الأنهار حتى استقرت بين طبقتين. فإذا كانت الطبقة العلوية غير منفذة (صماء) والسفلى منفذة سميت خزانات المياه الجوفية "شبه المحصورة".

أما إذا كانت الطبقتين صمائتين سميت خزانات المياه الجوفية "المحصورة" .

والمياه تكون حرة الحركة في الاتجاه الأفقي فقط.



خواص المياه الجوفية

تتغير خواص المياه الجوفية من موقع لآخر، وكذلك تتغير من عمق لآخر في نفس الموقع، بل وأحيانا تتغير لنفس العمق مع تغير معدلات الرفع إذا كانت كبيرة واستمرت لسنوات طويلة.

وتعتمد مكونات وخواص المياه الجوفية على جميع العوامل التي صاحبت هذه المياه بداية من سقوطها كأمطار، ثم سريانها خلال طبقات التربة المختلفة التكوين رأسياً ثم أفقياً، وحتى رفعها للاستعمال.

تنقسم الآبار إلى:

- آبار سطحية.
- آبار عميقة.
- آبار متعددة الطبقات.

1. الآبار السطحية:

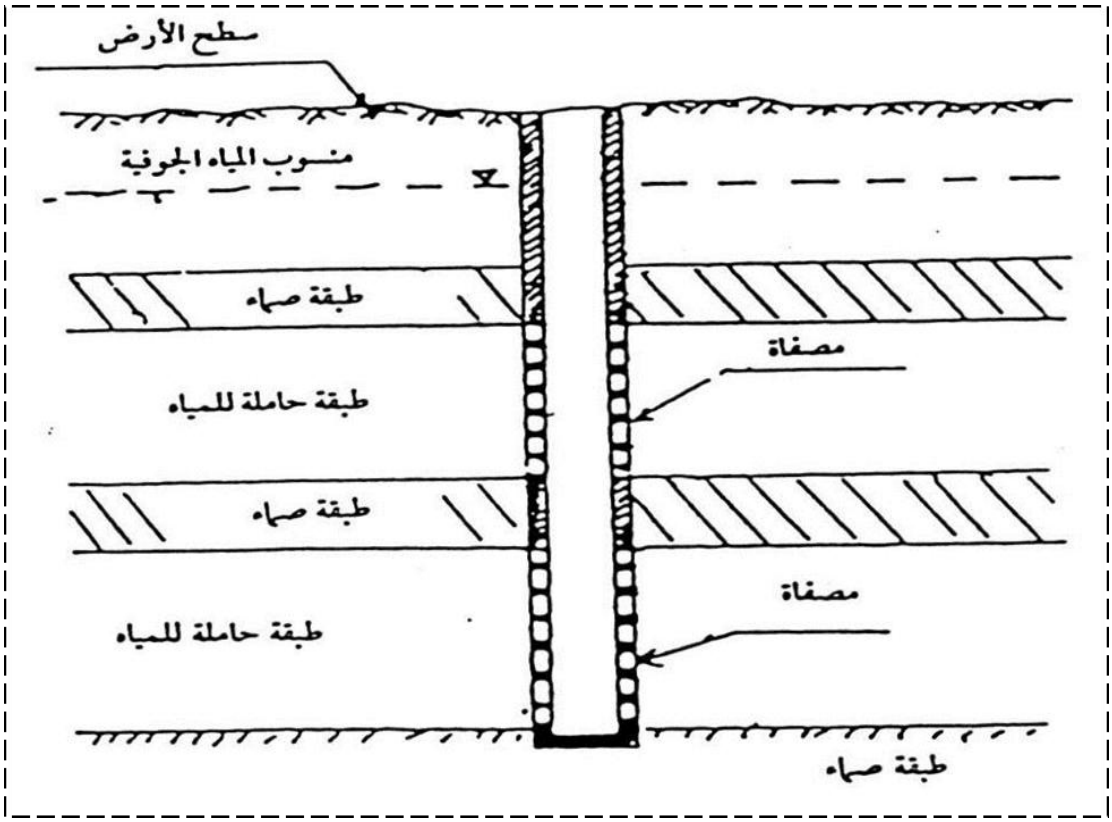
يستمد منها الماء من طبقه حاملة للمياه (Water table well) أعلى أول طبقة غير منفذة (صماء)، ويكون منسوب سطح المياه في حالة عدم تشغيل البئر مساوياً لمنسوب سطح المياه الجوفية، ومساوياً للضغط الجوي.

2. الآبار العميقة:

تستمد منها المياه من طبقة حاملة للمياه على أعماق بعيدة، وعادة ما تكون غنية بالمياه. وتتميز الآبار العميقة بعدم تلوث مياهها من الناحية البكتريولوجية (الأمر الذي يحدث في الآبار السطحية)، وكذلك باندفاع الماء ذاتياً في بعضها دون الحاجة لاستخدام الطلمبات (الآبار الأرتوازية).

3. آبار متعددة الطبقات:

وهى الآبار التي تخترق عدة طبقات حاملة للمياه، مما يؤدى إلى زيادة تصرف البئر، وتحسين خواص المياه بسبب اختلاف نوعية المياه في الطبقات الحاملة المختلفة.



العوامل المؤثرة على إنشاء الآبار:

- بعد المياه الجوفية عن سطح الأرض.
- مكونات وخواص التربة من سطح الأرض وحتى أسفل الطبقات الحاملة.
- معدلات سحب المياه المطلوبة.
- مصادر التلوث المحتملة في المنطقة.
- موقع البئر المقترح بالنسبة للآبار المجاورة له.

تطهير البئر:

يتعرض البئر أثناء تنفيذه، للتلوث من المصادر الخارجية كالأتربة والمياه السطحية والأدوات المستخدمة في التنفيذ، لذا يجب تطهير البئر والمنطقة المحيطة به من هذا التلوث.

تعقيم البئر:

بعد عمليه التطهير تأتى عملية تعقيم البئر، ويتم ذلك باستخدام محلول الكلور.

رابعا تحلية مياه البحر

هي عبارة عن ازالة الاملاح من المياه وذلك لجعلها مستساغة وصالحة للشرب.

هناك طرق كثيرة لتحلية مياه البحر:

عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية:

اولا نوعية مياه البحر (تركيز الاملاح الكلية):

تصل كمية الأملاح الكلية المذابة الى درجات مختلفة فعلى سبيل المثال في مياه الخليج العربي تصل الى حوالى 56000 جزء من المليون في الخبر كما انها تتراوح ما بين 38000 الى 48000 جزء من المليون في مياه البحر الأحمر.

ثانيا درجة حرارة مياه البحر والعوامل الطبيعية المؤثرة فيه:

ويجب مراعاة ذلك عند تصميم المحطات حيث أن المحطة تعطى الإنتاج المطلوب عند درجة الحرارة المختارة للتصميم بحيث لو زادت أو انخفضت درجة الحرارة عن هذا المعدل فإن ذلك يؤثر على كمية المنتج بالزيادة او النقصان اما العوامل الطبيعية المؤثرة فتشمل المد والجزر وعمق البحر عمق المأخذ وتلوث البيئة في مكان المأخذ.

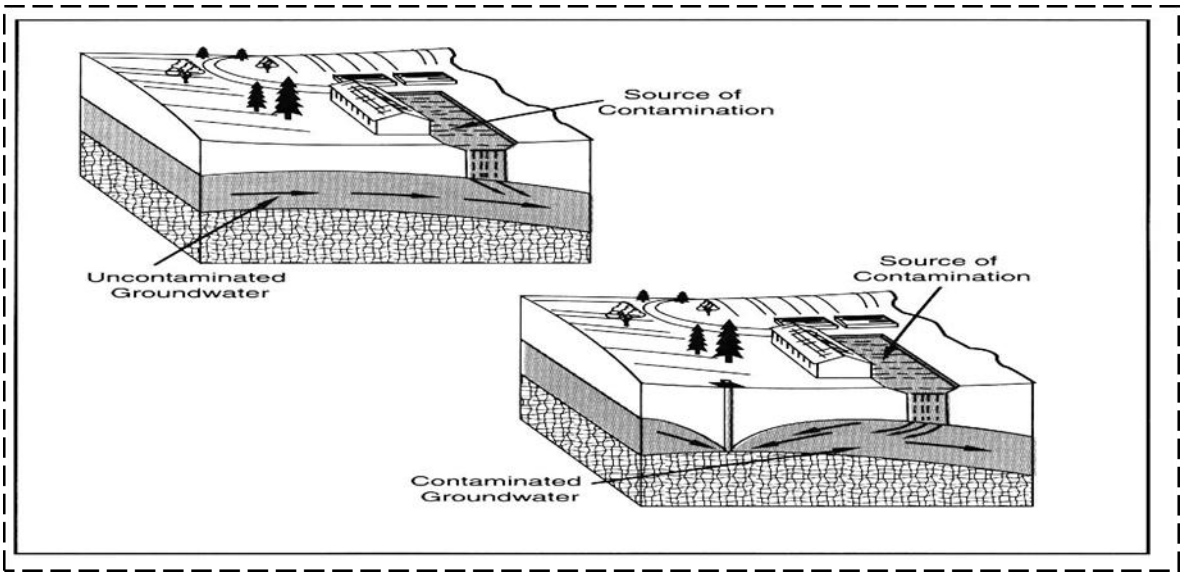
ثالثا تكلفة وحدة المنتج من ماء وكهرباء

وذلك بمتابعة أحدث التطورات العالمية في مجال التحلية وتوليد الطاقة للوصول الى افضل الطرق.

تلوث مياه الآبار:

يتوقف تلوث المياه الجوفية من حيث نوعه وشدته على: نوع مصدر التلوث، ونوع طبقات الأرض، وحالة البئر، وعمقه، وتصميمه، ومدى انخفاض مخروط السحب، وتأثيره على المنسوب المائي.

فكلما زاد اتساع مخروط السحب(يزيد بزيادة قوة تشغيل الطلمبة) حول المأخذ كلما زاد احتمال وصول المياه الملوثة إلي البئر.



السريان العكسي لمياه الخزان الجوفي نتيجة تأثير معدل سحب المياه بالبئر

حرم البئر:

تطلق عبارة حرم البئر على المساحة المطلوب تأمينها من التلوث حول محيط موقع البئر، وهى دائرة نصف قطرها يتحدد بناءً على نوع مصدر التلوث المحتمل تواجده.

وتقسم لثلاث فئات كالتالي:

1. **الفئة الأولى:** تشمل المراحيض ذات الحفرة السطحية (1م)، وخزانات التحليل الصماء، ومواسير المجاري. والحد الأدنى لحرم البئر في هذه الحالة يكون 15م.
2. **الفئة الثانية:** تشمل المراحيض ذات الحفرة العميقة (4 – 6 م)، وحظائر المواشي. والحد الأدنى لحرم البئر في هذه الحالة يكون 30 م.
3. **الفئة الثالثة:** تشمل الخزان الراشح أو البيارة. والحد الأدنى لحرم البئر في هذه الحالة يكون 45 م

تنقية المياه

1. التنقية الذاتية للمياه الجارية:

- الأنهار بطبيعة تكوينها وحركات مياهها وما تتعرض له من العوامل الطبيعية كثيرا ما تنقى مياهها بمرور الوقت ويعبر عن ذلك بالتنقية الذاتية.
- وهذه العوامل على الرغم من بساطتها الظاهرة إلا أن لها من الأثر ما قد يحول نهرا في وقت ما يستقبل مياه المجاري وفضلات المصانع إلى مصدر مياه يستخدم لأغراض الشرب.

عوامل التنقية الذاتية:

أولا العوامل الطبيعية وتشمل

1. عوامل الترسيب

هو سقوط المواد العالقة الثقيلة أو المواد الخفيفة بعد تجمعيها بالقوي الكيماوية إلى القاع بمرور الوقت، ويظهر أثر الترسيب في الأنهار البطيئة حيث تقل سرعة جريان الماء وفي مصر فان كمية المحتوي الطيني التي يحملها نهر النيل من أسباب حدوث الترسيب . ومن فوائد الطين في تنقية المياه أن حبيبات الطين تلتصق على بعض الغرويات والطحالب والكائنات الأولية الأخرى الموجودة في مياه النيل وتكسبها شحنات كهربيه سالبه، وعند وصولها إلي وزن معين ترسب بالجاذبية وبذلك تتخلص المياه من أكثر عوالقها غير المرغوب فيها.

2. عوامل التخفيف

إذا فرض إن مقداراً ما من مياه المجاري قد افرغ في النهر لأي سبب كان، فلا شك أنه سيوزع علي كميه كبيرة جدا من مياه النهر، يساعده في ذلك حركة سريان المياه الدائمة، أو بعبارة أخري (سيخفف) تخفيفا كبيرا مما يجعله بتركيز بسيط فيصبح عديم الضرر أو يجعله عرضه لعوامل التنقية الذاتية الأخرى، التي لا يظهر أثرها في المياه ذات التلوث العالي التركيز إلا بعد تخفيفه.

3. عوامل الضوء

من المعروف أن الضوء ضروري لحياة النباتات الخضراء ومنها الطحالب وبعض البروتروزا. ولكنه له تأثير ضار بالبكتيريا والفطريات وكذلك له تأثير في إزاله ما قد يكون بالماء من الألوان كالأصباغ العضوية الخارجة من المصانع ويتوقف تأثير الضوء على شدته وقابليته للنفاذ في الماء.

4. عوامل التهوية

وهى اختلاط مياه النهر بالهواء الجوي وكلما زادت التهوية زادت كمية الأكسجين المذاب التي تتسبب في اكسدة كثير من المواد الضارة. وعلى العكس فإن التهوية تزيل الغازات الأخرى الذائبة الغير مرغوب فيها مثل ثاني أكسيد الكربون وكبريتوز الأيدروجين وغيرها مما ينتج عن تحلل المواد العضوية.

ثانيا العوامل الكيماوية وتشمل:

1. عوامل أكسدة

- يتكون الغذاء الرئيسي للبكتيريا من المواد العضوية وبأكسدة هذه المواد سواء العالقة منها أو الذائبة في الماء تتحول إلى مركبات معدنية أو غازيه أو إلى مواد عضويه أخرى ثابتة وكلها عديمة النفع كغذاء وبذلك لا تجد البكتيريا غذاءها، فتهلك جوعا.
- أضف إلى ذلك أن الأكسجين يحول بعض المركبات المعدنية الذائبة وغير المرغوب فيها إلى أخرى غير قابله للذوبان ويمكن التخلص منها بالترسيب.

2. عوامل اختزال

- الاختزال عامل بسيط الأثر ولكنه تمهيد لعامل الأكسدة فمثلا تتعرض المواد العضوية لعملية التميؤ (Hydrolysis) والتكسر فتتحول إلى مواد أخرى أكثر قابليه للتأكسد.
- كما أن هناك أملاح معدنية غير قابله للذوبان تتحول بعد اختزالها إلى قابله للذوبان فيتعاطاها الشارب فيستكمل جسمه العناصر اللازمة له.

3. عوامل تجميع

- وهو عبـــارة عن تكتل المواد العالقـــة الدقيقـــة والغروية (Colloidal) وكذلك بعض المواد الذائبة مكونة ندف صغيره كثافتها اكبر من كثافة الماء فترسب إلى القاع.

ثالثا العوامل الحيوية وتشمل:

- ما يقوم به كل نوع من الأحياء من نشاطات في مستلزمات حياته ومن أهم العمليات الحيوية التي تقوم بها الأحياء المائية: التغذية وإفراز الفضلات والأخيرة ليس لها تأثير يذكر بالنسبة لكبر حجم الماء في النهر من جهة ولحركته الدائمة من جهة أخري ولذا كانت التغذية هي أهم العوامل المتصلة بالتنقية لمجري الماء ولكل صنف من الأحياء المائية غذاؤه الخاص بل وطريقته الخاصة للحصول عليه.

1. البكتيريا:

- البكتيريا تتغذى على المواد العضوية الذائبة والعالقة في الماء كما تستهلك بعض الأملاح المعدنية ثم تهضمها كلها (وتمثلها) و(تحرقها) أما في وجود الأكسجين الجوي (aerobic) أو عدمه (anaerobic) لتحولها إلى مواد أوليه بسيطة التركيب.

2. الطحالب الخضراء:

- وهي تتغذى على الأملاح غير العضوية والمواد الأولية البسيطة التي نتجت من البكتيريا، كما تتغذى على بعض المواد العضوية الآزوتيه وبامتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو يمكنها تكوين أنسجتها والاستمرار في حياتها بعملية التمثيل الكلوروفيللى.

3. الحيوانات وحيدة الخلية [البروتوزوا]:

- وهى تتغذى (كأي حيوان) على المواد العضوية المختلفة وبعض أنواعها يتغذى على البكتيريا ذاتها. أما الأنواع (الخضراء) مثل الايوجلينا تتغذى بنفس طريقة الطحالب الخضراء.

4. الاسفنجيات والقشريات:

- وهى حيوانات أعلى مرتبه من البروتوزا وغذاؤها الطحالب والبروتوزوا.

5. النباتات المائية الكبيرة:

- وهى نباتات خضراء راقية، ولذا فيلزم لغذائها المواد المعدنية وثاني أكسيد الكربون للقيام بالتمثيل الكلورفيلي، ومن أنواعها ما يرسل جذوره إلي قاع مجرى النهر فتستهلك المواد المعدنية من الرواسب الموجودة عليه.

6 الحيوانات المائية الكبيرة:

- ومنها الحشرات التي تعيش يرقاتها في الماء وتتغذى بما تصادفه من المواد العضوية الغذائية. كما أن الأسماك تعيش على هذه اليرقات وعلى ما تصادفه من الهوائم المائية (plankton)، كذلك الديدان الموجودة في الماء.
- إذاً فهناك اتجاه أو ميل إلى نقص أعداد البكتيريا في المياه بسبب افتراسها بمعظم ما يكبرها من الحيوانات (الهرم الغذائي).
- زد على ذلك أن البكتيريا (وخاصة الضارة منها بالإنسان) لا تجد ما يلزمها من العوامل البيئة الملائمة في المياه الجارية مثل ما تجده داخل جسم الإنسان. بداية من تغير في pH إلى ارتفاع وانخفاض في درجة الحرارة، إلي عدم ضمانها الحصول على غذائها في كل وقت بسبب ما ينافسها فيه من الأحياء الأخرى أو ضياع قيمته الغذائية اثر تكسره بعوامل الأكسدة، إلى الإفرازات السامة الناتجة مما يعيش معها من الأحياء الدنيا، إلي التعرض للأشعة فوق البنفسجية المهلكة وغيره.

تنقية المياه السطحية

نظرة عامة:

تحتوي معظم المياه السطحية علي بعض الشوائب العالقة، بالإضافة إلى بعض أنواع البكتريا والطحالب أما درجة تركيز الأملاح الذائبة فتكون غالباً مقبولة ومرغوبة في الوقت نفسه.

ونهر النيل وفروعه هو مصدر المياه السطحية في جمهورية مصر العربية وتحتوي مياهه علي نسبة مقبولة من الأملاح الذائبة تتراوح بين 150 و250 ملجم / لتر (جزء في المليون).

وتتم أعمال التنقية لتحقيق الآتي:

- إزالة الكائنات الحية الدقيقة والقضاء عليها، وخاصة البكتريا الممرضة.
- تحسين الصفات الطبيعية للماء، وذلك بإزالة اللون والعكارة والرائحة وجعلها مستساغة الطعم، مقبولة الرائحة.
- إزالة بعض المركبات الكيماوية، والتي قد تتعارض مع بعض الاستخدامات الخاصة.

خطوات تنقية المياه السطحية:

أعمال تجميع المياه من المصدر إلي العملية وتشمل:

المأخذ، وأعمال التصفية (المصافي)، وسحارة المأخذ، وطلمبات ضخ المياه الخام (ذات الضغط المنخفض) لتوصيل المياه من المأخذ إلي بداية عملية التنقية.

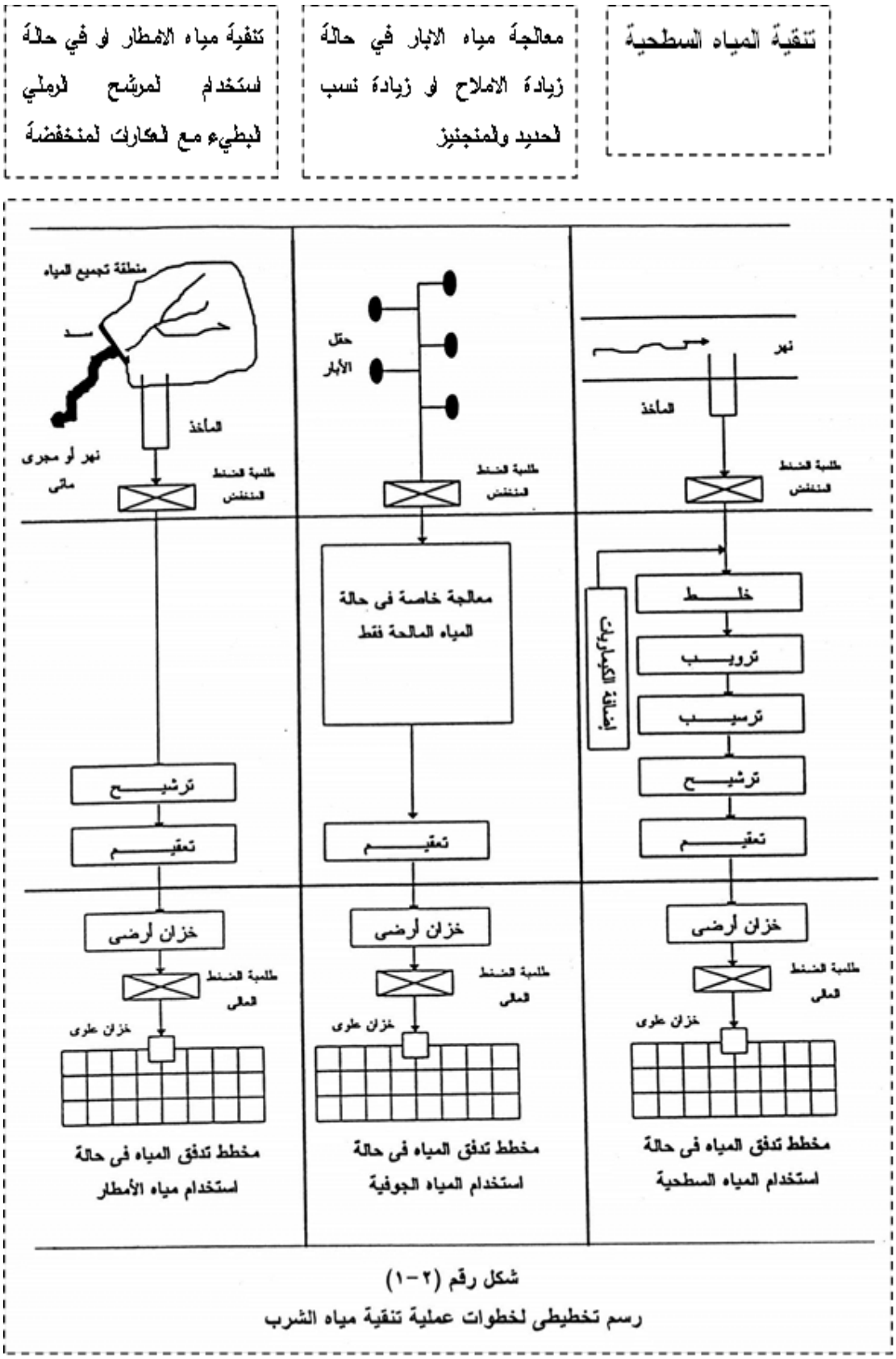
أعمال تنقية المياه:

بغرض جعلها صالحة للاستعمال في الأغراض المختلفة، والتي تشمل: إزالة المواد العالقة، وإزالة المواد الدقيقة والكائنات الحية والبكتريا، والقضاء علي أي تلوث بالمياه قبل استعمالها. ويتم ذلك بعمليات الكلورة الابتدائية، والمعالجة الكيماوية المبدئية، والترويب والتنديف، ثم الترسيب، والترشيح، والتعقيم.

أعمال التخزين والتوزيع للاستخدام:

ويتم ذلك بتجميع المياه المنقاه في خزانات تجميع أرضية، ثم يتم ضخها للتوزيع بواسطة طلمبات ضخ المياه المنقاه (ذات الضغط المرتفع) الي شبكات التوزيع والخزانات العالية.

والشكل التالي يوضح الترتيبات المختلفة لمعالجة مياه الشرب من المصادر المختلفة

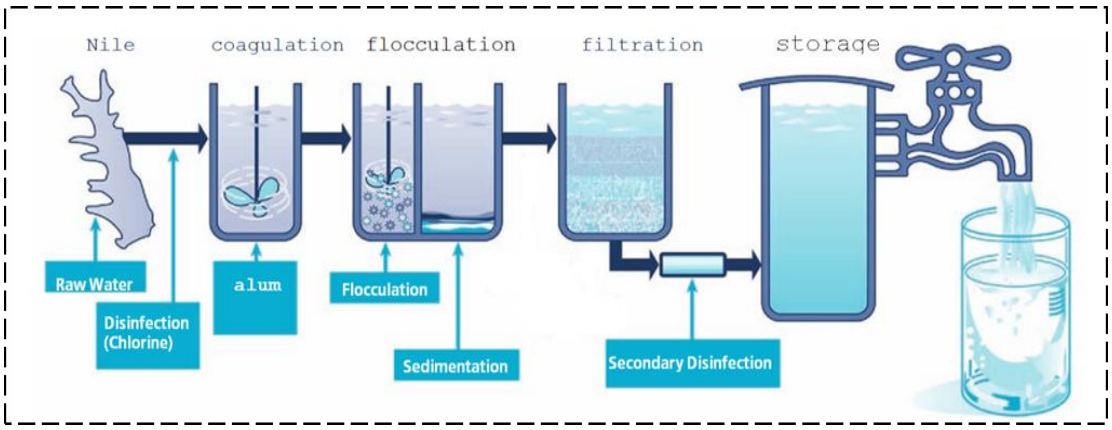


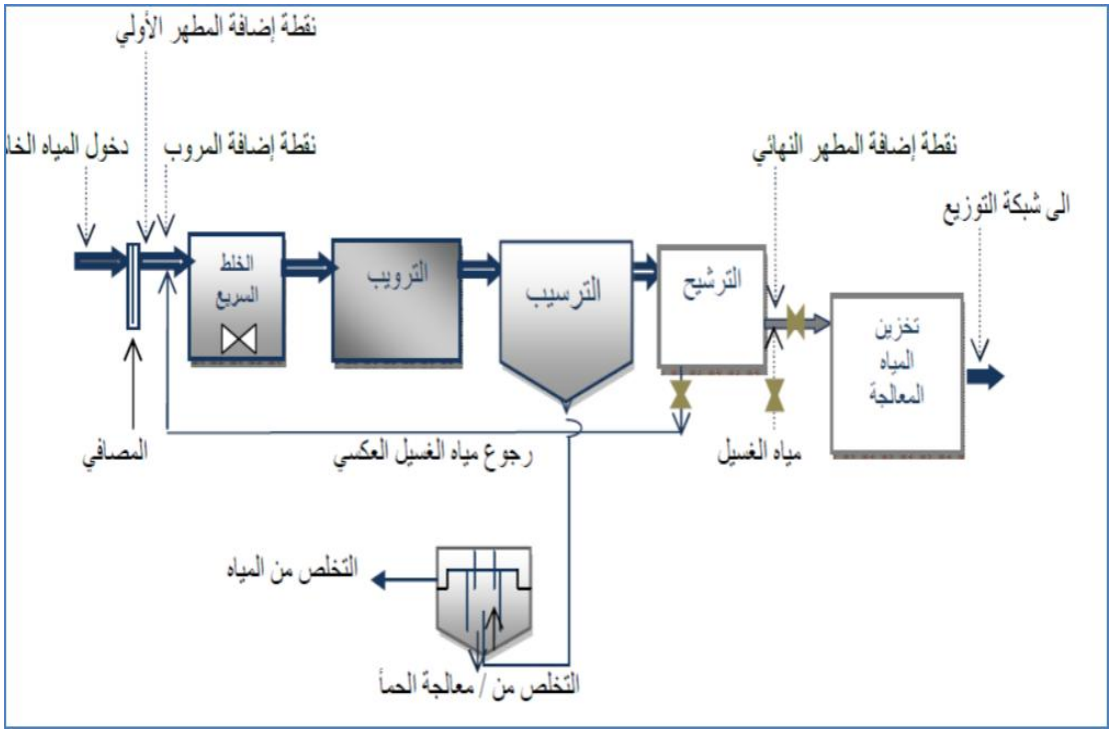
شكل رقم (٢-١)

رسم تخطيطى لخطوات عملية تنقية مياه الشرب

مكـــــونـــات المحطـــــة

- المأخذ وطلمبات المياه العكرة
- المروقات
- المرشحات
- خزان المياه المرشحة ونقطة حقن الكلور النهائي
- عنبر الطلمبات المرشحة والغسيل ونوافخ الهواء
- عنبر تحضير الشبة
- عنبر الكلور
- المهمات المساعدة (المولدات، المحولات، معمل التحاليل)





مصادر وخصائص مياه الصرف الصحي

من علامات التقدم الحضاري في منطقة ما وجود شبكات لتجميع المياه الملوثة بما يحقق صرف المخلفات السائلة لسكانها ومنشآتها صرفاً صحياً، وقد زاد في السنوات الأخيرة الاهتمام بأعمال الصرف الصحي نتيجة للزيادة المستمرة في معدلات استهلاك المياه، والتي ترتبط بعوامل كثيرة منها زيادة تعداد السكان والتقدم في الصناعة وكثرة الاحتياجات من المياه، وكل هذه العوامل جعلت من المخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توفر البيئة الصحية الصالحة للأفراد في المجتمعات السكنية، والتي تساعد علي تجنب المشاكل التالية:

مشاكل عدم وجود شبكات لتجميع مياه الصرف الصحي

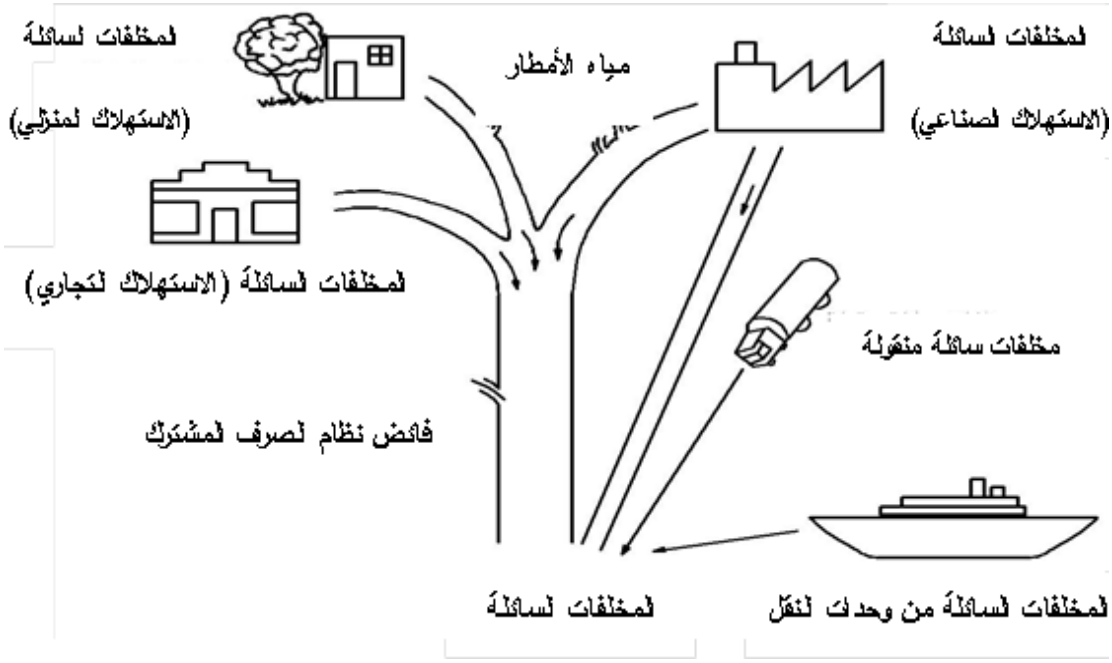
- تلوث المجاري المائية السطحية والمياه الجوفية.
- نمو وتكاثر الذباب والبعوض.
- معاناة الأهالي من مشاكل الصرف الصحي من المنازل وأعمال الكسح.
- تأثير الأحماض الناتجة من التفاعلات البيولوجية علي أساسات المنشآت.
- عدم الاستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها وإعادة استخدامها.
- عدم الاستفادة من الرواسب الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف الصحي، وذلك بعد معالجتها.
- تلوث البيئة المحيطة (مياه، تربة، هواء، نباتات، حيوان).

نظام تجميع المخلفات السائلة

- شبكة المواسير بالانحدار الطبيعي وملحقاتها من المطابق وغرف التفتيش والعدايات والسيفونات وبالوعات تصريف مياه الأمطار ومنشآت أخرى.
- محطات الرفع وملحقاتها (مطبق الدخول والبيارة ووحدات الضخ من الطلمبات والمحركات ومواسير السحب والطرد وأجهزة قياس التصرف).
- المواسير الصاعدة (خطوط الطرد) وملحقاتها من غرف المحابس وأجهزة الحماية من المطرقة المائية وغرفة التهدئة والعدايات ومنشآت أخرى.

مصـــادر ميـــاه الصرف الصحي

تنتج مياه الصـــرف الصحي أساساً مـــن المخلفات السائلة المنزليـــة النـــاتجة من المباني السكنية ومن المخلفـــات السائلة الناتجـــة مـــن بعض الصناعات الخفيفة كالصناعات الغذائيـــة بالإضافة إلى مياه الرشح ومياه الأمطار التي تصل إلى الشبكة.



مصادر المياه الملوثة (الصرف الصحي)

وتتكون مياه الصرف الصحي أساسا من مياه الشرب المستعملة بما تحتويه من العناصر الكيميائية الموجودة فيها قبل الاستعمال مضافاً إليها الشوائب التي تصاحب استعمالها. وتعتمد هذه الشوائب في نوعيتها وكمياتها على مجالات استعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها في الاستعمالات المنزلية أو مياه الأمطار أو مياه الرشح. وفي كل نوع من هذه الأنواع تتداخل عوامل كثيرة في التأثير على مكوناته، وتتفاوت هذه العوامل من منطقة إلى أخرى.

ميـــاه الصـــرف الصحي المنزلي

تشمل الميـــاه المستعملة في التجهيـــزات الصحيـــة المنزليـــة والمراحيـــض وأحواض المطابخ والأجهزة الأخرى، ويتضح من ذلك أن نوعية الشوائب في هذه المياه هي مخلفات الطعام والفضلات الآدمية بالإضافة إلى المواد الناتجة عن الاستحمام ونظافة الملابس والأواني والأرضيات وأعمال النظافة الأخرى.

وتختلف نوعية مياه الصرف الصحي المنزلي طبقاً للعوامل التالية:

أ. نظام شبكات التجميع (هل هي مشتركة أو منفصلة).

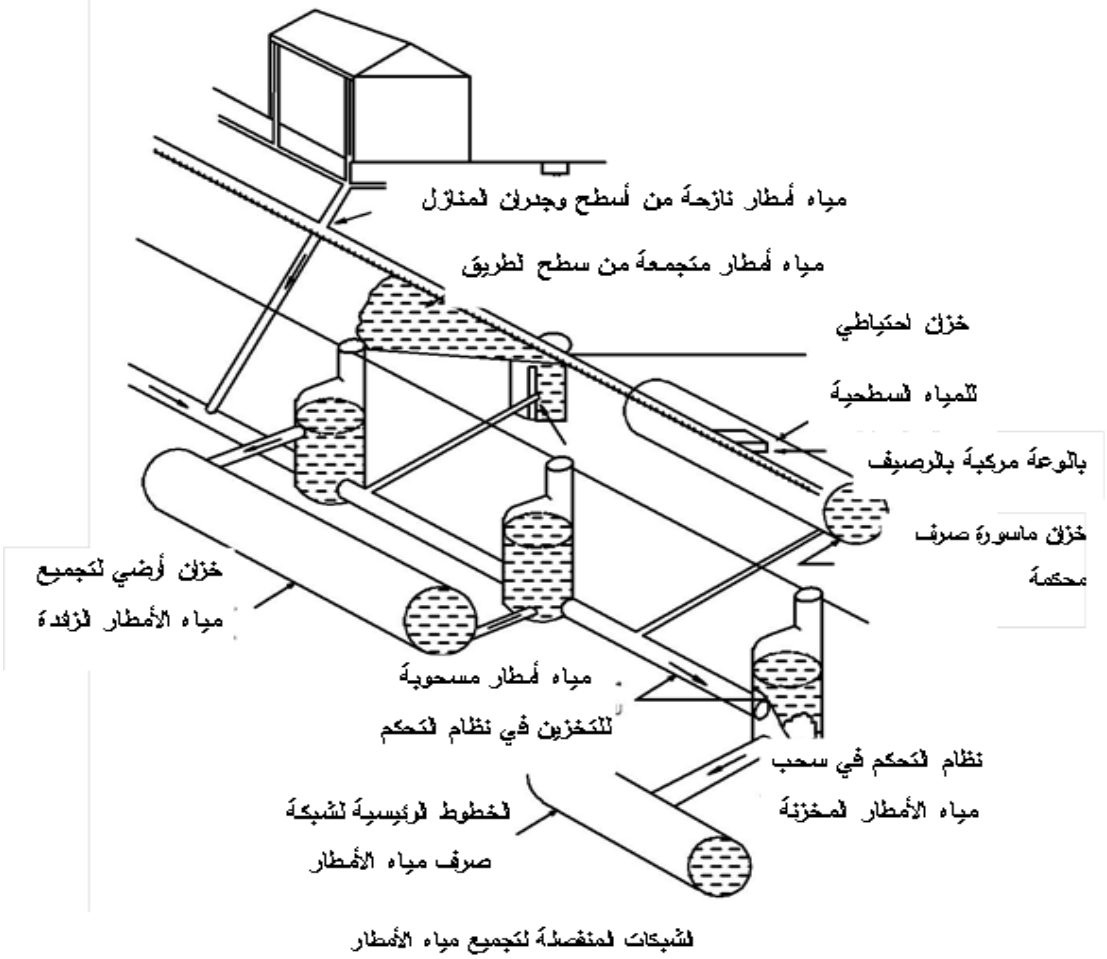
ب. مستـــوى المعيشة.

ج. معدلات استهلاك المياه.

د. خصائص مياه الشرب.

مياه الأمطار

تحتوي مياه الأمطار بعد تجميعها علي المواد التي تحملها الأمطار أثناء سقوطها وجريانها فوق أسطح المباني والأرض، وتختلف ما تحمله مياه الأمطار من أتربة ورمال ومواد عضوية طبقاً لعدة عوامل كثيرة منها طبيعة الأسطح التي تسقط عليها الأمطار ونوعية رصفها ومدى تكرار سقوط الأمطار ومدتها وقد تحتوي مياه الأمطار في بعض الأحيان على تركيز عالٍ من المواد العالقة التي تجرفها المياه من الأسطح التي تسقط عليها بالإضافة إلى بعض الغازات الذائبة في الأمطار أثناء هطولها وفي البلاد شحيحة المياه يفضل إنشاء شبكات منفصلة لتخزين مياه الأمطار لاستخدامها في أعمال الري أو في أي استخدامات أخرى.



المخلفات الصناعية

تختلف مكونات المخلفات الصناعية السائلة وخصائصها حسب نوع السائلة الصناعة والعمليات الصناعية المستخدمة فيها، وكمية المياه المستعملة والمواد التي تدخل في التصنيع، والنسبة التي تصل منها إلى مياه الصرف الصحي. وتكون بعض المخلفات الصناعية أشد تركيزاً من مياه الصرف المنزلي بالنسبة للمواد العضوية والمواد العالقة والمواد الذائبة، وقد تكون بعضها أقل تركيزاً، فنجد مثلاً أن المياه المستعملة في صناعة الورق تحتوى على تركيز عال من المواد العضوية العالقة والذائبة، بينما نجد أن المياه المستعملة في صناعة التبريد تكون خالية من الشوائب. وتحتوى بعض المخلفات الصناعية على مواد سامة أو ضارة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة والتي لها دور كبير في عمليات المعالجة. ولذلك لا يُسمح بصرف المخلفات الصناعية على شبكات الصرف الصحي إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة حددها القانون رقم 93 لسنة 1962 والقانون رقم 44 لسنة 2000 في شأن صرف المخلفات الصناعية السائلة على شبكات الصرف الصحي.

ميـــاه الرشـــح

وهى المياه التي تدخل مواسير الصرف الصحي من المياه السطحية أو من المياه الجوفية في باطن الأرض إذا كان منسوبها أعلى من منسوب المواسير، لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ في الاعتبار عند التصميم. وتدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات والمسام والمطابق المعيبة وأغطية المطابق التي يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض. وتعتمد كمية مياه الرشح علـــى إرتفاع منسوب المياه الجوفيـــة فوق منسوب المواسير وعلى جودة الوصلات ونوعية مواسير الصرف المستخدمة وقطرها وطولها ونوع أغطية المطابق المستخدمة وتشمل أسس التصميـــم والمراجع المختلفة تحديد كميات مياه الرشح، فتتراوح مياه الرشح من 10 إلى 30 متر مكعب في اليوم لكل كيلو متر من المواسير للمواسير قطر 200مم، وتتراوح مياه الرشح من 20 إلى 80 متر مكعب لكل كيلو متر من المواسير للمواسير قطر 600 مم. وتقدر كمية المياه المتسربة لكل مطبق بحوالي من 1,3 إلى 4,7 لتر/ ثانية، وتتوقف هذه الكمية على عدد ومساحة الفتحات في غطاء كل مطبق. وهذه الكميات قابلة للزيادة في حالة سوء التنفيذ وقابلة للنقص في حالة استخدام أنواع جيدة من المواسير ذات المسامية المنخفضة أو المنعدمة وفي حالة استخدام عدد وصلات أقل للمواسير. وقد يحدث في بعض الأحيان ظاهرة الترشيح (عكس حركة مياه الرشح) في حالة وجود الميـــاه الجوفيـــة على منسوب أقل من منسوب المواسير حيث تتسرب المياه من المواسير إلى طبقات التربة المحيطة، مما يتسبب في تلوث التربة والمياه الجوفية بالإضافة إلى خلخلة التربة أسفل أساس المواسير والمطابق وتأثير ذلك على سلامة هذه المنشآت والمواسير. ويتأثر منسوب المياه الجوفية بالدرجة الأولى بموقع تركيب المواسير، حيث يرتفع عندما يكون الموقع مجاوراً للأنهار أو الترع أو المجاري المائية، بينما يقل عندما يزيد بعد الموقع عن المجاري المائية. ولذلك نجد أن منسوب المياه الجوفية في الموقع المجاور للنهر وعلى مسافة في حدود خمسون متراً من جسر النهر يتأثر بارتفاع أو انخفاض منسوب النهر.

مياه غسيل الشوارع

وهذه المياه الملوثة تصرف في البالوعات ومنها إلى شبكة الصرف حاملة معها بعض الرمال والورق والزيوت والشحومات.

مكونات وخصائص المخلفات السائلة

تتغير مكـــونات مياه الصـــرف الصحي السائلة من وقت لآخـــر على مـــدار السنة والشـــهر واليوم أسوة بتغير كمياتها، إلا أنه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون في المتوسط من 99,9% ماء، 0,1% مواد صلبة سواء كانت عالقة أو ذائبة، عضوية أو غير عضوية، كما تحتوى على الكثير من البكتريا (هوائية أو لاهوائية).

الملوثات في مياه الصرف الصحي

وتتشعب آثار صـــرف مياه الصرف الصحي غير المعالجة في البيئة حسب نوع الملوثات وتركيزها، ويوضح الجدول رقم (1) الملوثات الهامة الموجودة في مياه الصرف الصحي.

فالأجسام الصلبة المعلقة مثلا، تؤدي إلي ترسب الحمأة وتوليد ظروف لاهوائية، بينما تؤدي المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي إلي استنفاذ موارد الأكسجين الطبيعية ونشوء ظروف ضارة بالأنواع المائية.

جدول رقم (1) الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي وخطورتها

الملوثات	سبب الخطورة
المواد الصلبة العالقة	قد تؤدي إلي ترسب الحمأة وتوليد ظروف لاهوائية إذا تم صرف مياه الصرف الصحي غير المعالجة في البيئة المائية. والمواد العالقة بكثرة تعيق أنظمة الري في حالة استخدام المياه المعالجة في الري والزراعة، وفي بعض حالات وجود تركيزات عالية من المواد العالقة تقلل من كفاءة تطهير وتعقيم المياه المعالجة وذلك لحجبها كثير من المواد الممرضة.
المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي	وتشمل المركبات العضوية التي يمكن أن تتحلل عن طريق العمليات البيولوجية المختلفة مثل التي تتم بتأثير الكائنات الدقيقة ومن أمثلة تلك المركبات البروتينات والدهون والكربوهيدرات. ولو تركت هذه المركبات أو تسربت للبيئة المائية تؤدي إلي استهلاك واستنزاف الأكسجين الذائب وربما إلي التحلل الذاتي للأنهار والمسطحات المائية الصغيرة، وعند نقص ونضوب الأكسجين تبدأ التفاعلات اللاهوائية داخل المياه مسببة روائح كريهة وتزداد الجراثيم ومسببات الأمراض الأخرى.
الكائنات الحية المسببة للأمراض	وهي الكائنات الدقيقة وغير الدقيقة والتي يؤدي تراكمها أو وجودها نفسه في مياه الصرف الصحي إلي الإصابة بالأمراض سواء للإنسان أو للحيوان أو للنبات داخل البيئة، وتشمل البكتريا والفطريات والطحالب والفيروسات والديدان وبعض الطفيليات.
المواد العضوية الشديدة المقاومة للتحلل	تقاوم طرق المعالجة التقليدية لمياه الصرف الصحي، وتضم العوامل ذات الفعالية السطحية والفينولات والمبيدات الزراعية الثانوية وهذه المواد غير قابلة للتحلل بيولوجيا وتحتاج إلي معالجة كيميائية وفيزيائية لإزالتها، حيث أنها تقاوم طرق المعالجة التقليدية، وتراكم هذه المواد يسبب ضررا شديدا بالبيئة.

الملوثات	سبب الخطورة
	وقد تشمل تلك المواد أيضاً بعض أنواع المنظفات الصناعية والتي هي مواد خافضة للتوتر السطحي وهي عبارة عن جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهي تسبب الرغوة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي وفي المياه السطحية التي يتم صرف المياه إليها.
المعادن الثقيلة	تنتج من الأنشطة التجارية والصناعية، وهي تسبب سمية شديدة وتلوثاً كبيرا وذلك في حالة إعادة استخدام المياه المحتوية علي تركيزات معينة منها، ولذلك ينصح بعدم استخدام المياه المحتوية علي العناصر الثقيلة في الري والزراعة ويجب إزالتها من مياه الصرف الصحي قبل إعادة استخدامها.
المكونات الذائبة غير العضوية	تضم الكالسيوم والصوديوم والكبريتات، ويجب إزالة هذه المكونات لإمكانية إعادة استخدام مياه الصرف الصحي.
المغذيات Nutrients	وهي عناصر لازمة لنمو النبات والحيوان وكثير من الكائنات الحية الدقيقة ولو بنسب ضئيلة. ومن أهمها النيتروجين والفسفور والتي عند وصولها للبيئة المائية كالأنهار والبحيرات تؤدي إلي نمو الطحالب غير المرغوب فيها، وأيضا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه وموت بعض الكائنات المائية كالأسماك نتيجة للاختناق، ولو تسربت للأرض تسبب تلوثا للمياه الجوفية.

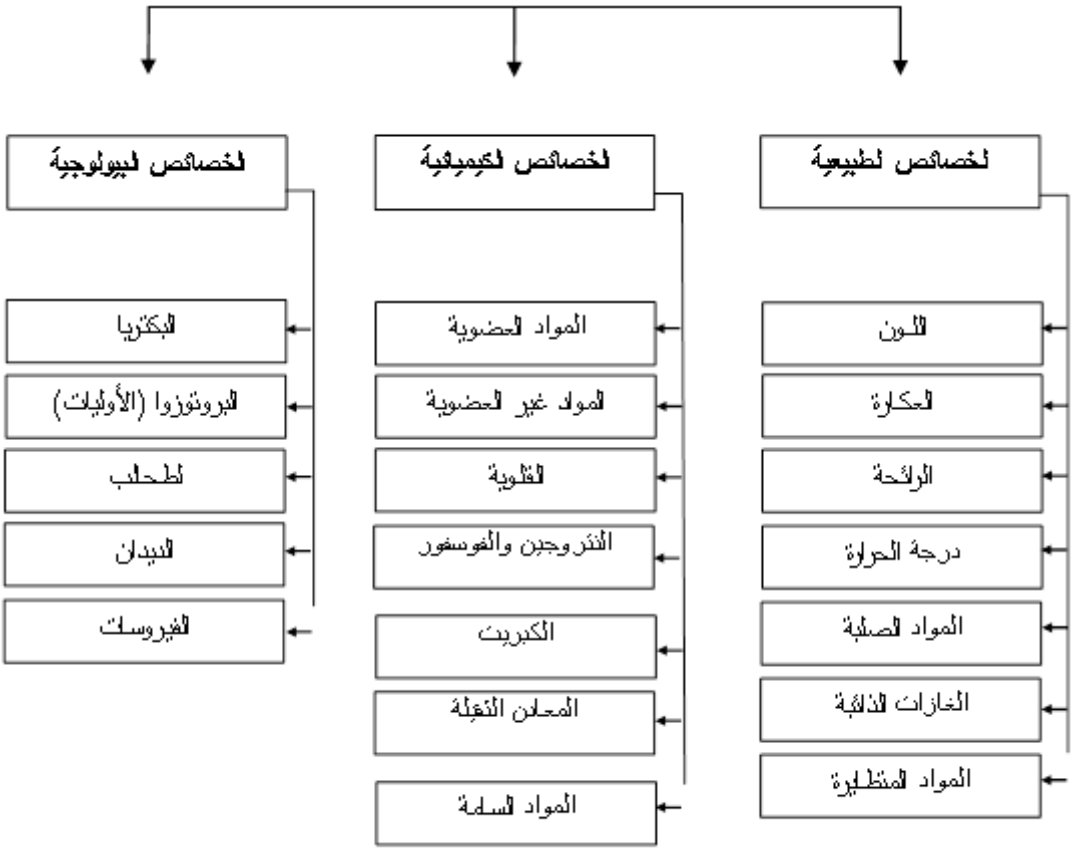
ونظراً لاختلاف طبيعة كل ملوث من الملوثات السابقة بعضها عن بعض، حيث أن كل ملوث له ما يميزه من الصفات والخصائص الطبيعية والكيميائية عن الآخر، لذلك فإن طرق إزالته أو التخلص منه تختلف من ملوث لآخر. وعموما فإن طرق التخلص من الملوثات هي نفسها أنظمة المعالجة إذ أن المعالجة تهدف إلي التخلص من الملوثات، لهذا نجد أن طرق التخلص من الملوثات إما أن تكون طرق فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية.

2. خصائص مياه الصرف الصحي

تُحدَّد نوعية مياه الصرف الصحي حســب خصائصها الفيزيائــية والكيميائية والبيولوجية، فالخصائص الفيزيائية (الطبيعية) تشمل اللون والرائحة ودرجة الحرارة ودرجة العكارة، والمحتويات غير المذابة، ومنها المواد الصلبة العالقة والزيوت والشحوم.

وتصنف المواد الصلبة إلى مواد صلبة عالقة ومواد صلبة ذائبة ومواد صلبة عضوية متطايرة وغير عضوية ثابتة. وترتبط الخصائص الكيميائية بالمحتويات العضوية لمياه الصرف الصحي، حيث تشمل الطلب البيولوجي الكيميائي على الأكسجين (BOD) والطلب الكيميائي على الأكسجين (COD) ومجموع الكربون العضوي والطلب الكلي على الأكسجين، أما الخصائص الكيميائية غير العضوية فتشمل الملوحة والعُسر والرقم الهيدروجيني والحموضة والقلوية بالإضافة إلى المعادن المؤيّنة، ومنها الحديد والمنجنيز، المواد الأنيونية، ومنها الكلوريدات والكبريت والنترات والكبريتيد والفوسفات. وتضمّ الخصائص البكتيريولوجية بكتيريا الكوليفورم وبكتيريا الكوليفورم الغائطية والعوامل الممرضة والفيروسات، وتتغير مكونات مياه الصرف الصحي ومستويات التركيز مع الوقت وحسب الظروف المحلية، فالمجموع النموذجي للأجسام الصلبة للمياه المنزلية غير المعالجة مثلا يتراوح بين 350 و1200 مليجرام/ لتر، ويوضح الشكل مخطط يبين كافة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه الصرف الصحي.

خصائص مياه الصرف الصحي



مخطط لخصائص مياه الصرف الصحي

وسوف نتناول بالتفصيل هذه الخصائص خلال الفقرات التالية نظراً لأهميتها في فهم عمليات المعالجة.

أولاً الخصائص الطبيعية

1. اللون

يكون لون مياه الصرف الصحي في بدء سريانها في شبكة الصرف الصحي رمادي حيث تحتوي على مواد برازيه وتتحول تدريجيا إلى اللون الداكن عند حدوث التعفن والتحلل اللاهوائي، أما إذا كان لونها خلاف ذلك فهذا يعني اختلاط مياه صرف صناعي بمياه الصرف الصحي.

2. العكارة

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء، ويستخدم كاختبار لقياس مدي جودة مياه الصرف الصحي المعالجة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. وعموماً فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة في المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العكارة علي كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها. وغالباً تقاس العكارة للمياه المعالجة الناتجة (مياه السيب النهائي) كاختبار سريع لجودة المياه المعالجة ومدي احتوائها علي مواد عالقة.

3. الرائحة

مياه الصرف الصحي الخام لها رائحة مثل رائحة التربة وهي ليست رائحة نفاذة وخاصة عند توفر الأكسجين الذائب في المياه أثناء سريانها في الشبكة، وتتأثر رائحة مياه الصرف الصحي بقيمة تركيز الأكسجين الذائب في المياه، ففي حالة نقص الأكسجين الذائب في مياه الصرف الصحي تبدأ البكتريا اللاهوائية في النمو والنشاط وتأخذ في استهلاك وتحليل المواد العضوية وتحويلها إلي أمونيا وغازات أخري، ويصبح الماء حينئذٍ ذو رائحة كريهة جداً ويسمي ماءا متعفنا (متحللا)، ويعد غاز كبريتيد الهيدروجين من أكثر الغازات المسببة للرائحة الكريهة في مياه الصرف الصحي.

وتلجأ بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي لتقليل هذه الروائح الكريهة الناتجة باستخدام وحدات تتكون من الكربون النشط لامتزاز الروائح من المياه قبل صرفها إلى المياه المستقبلة إلا أن ذلك يعد مكلفا من الناحية الاقتصادية (مثل محطة معالجة الصرف الصحي بالبركة بالقاهرة)، كما تلجأ محطات أخرى إلى استخدام الكلور لمعالجة الروائح الشديدة المصاحبة لمياه الصرف الصحي الخام عند دخولها لمداخل المحطات.

4. درجة الحرارة

تكون درجة حرارة مياه الصرف الصحي أعلى قليلا من درجة حرارة الجو المحيط بسبب وجود المخلفات الآدمية وبسبب صرف مخلفات صناعية على الشبكة. ولدرجة الحرارة تأثير

واضح علي نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية، فزيادة الحرارة تزيد من النشاط البكتيري وذلك إلي درجة حرارة معينة يأخذ بعدها النشاط البكتيري في التناقص والهبوط.

وبالتالي فإن ارتفاع درجة الحرارة يسهم في الإسراع بتحلل وتكسير المواد الصلبة العضوية، كما تزداد في هذه الظروف كمية الأجسام الدقيقة الصغيرة المتحللة والتي تكون معلقة داخل المياه، مسببة تزايد عكارة المياه.

5. المواد الصلبة الكلية

من الناحية العلمية يتم تعريف المواد الصلبة الكلية في مياه الصرف الصحي علي أنها كل المواد التي تتبقي بعد التبخر عند درجة حرارة 105 مئوية، ويمكن تقسيم المواد الصلبة الكلية في مياه الصرف الصحي إلي المواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة الذائبة (لا يمكن فصلها بالترشيح). والمواد الصلبة العالقة نفسها تنقسم إلي قسمين هما مواد قابلة للترسيب ومواد غير قابلة للترسيب (غروية)، وتعرف المواد الصلبة القابلة للترسيب علي أنها المواد التي تترسب في قاع إناء علي شكل مخروطي (يسمي قمع أو مخروط إمهوف) في زمن قدره 60 دقيقة وتقاس بالملليتر لكل لتر، او التي تتبقي بعد التبخر وتقاس بالمليجرام/لتر وهي تقريبا مقياس لكمية الحمأة التي سوف تنفصل في مرحلة الترسيب الابتدائي والتي سيطلق عليها الحمأة الابتدائية.

6. الغازات الذائبة

تحتوي مياه الصرف الصحي على بعض الغازات الذائبة والتي تتوقف علي حالة المياه إن كانت قديمة أو طازجة وكذلك على مقدار التلوث الموجود بها، ومن أمثلة هذه الغازات:

- غاز الأكسجين بنسب مختلفة خلال مراحل المعالجة المختلفة ويتوقف ذلك علي قدم مياه الصرف الصحي.
- غاز ثاني أكسيد الكربون وهو أحد نواتج تحلل المواد العضوية بواسطة البكتريا.
- غاز كبريتيد الهيدروجين ويتواجد بوفرة عند التفاعلات اللاهوائية وهو ناتج عمليات اختزال المواد العضوية الكبريتية.

- غاز الأمونيا الحر الناتج عن تحلل وهضم المواد العضوية النيتروجينية كالبروتينات واليوريا بتأثير البكتريا.
- غاز النتريت NO_2 والناتج عن أكسدة الأمونيا خلال عملية النترتة وعن عمليات اختزال النترات NO_3 .
- غاز النيتروجين والناتج من عمليات اختزال النترات خلال عمليات (عكس النترتة).

7. المواد المتطايرة

تتواجد في مياه الصرف الصحي بعض المواد المتطايرة والتي هي في الغالب مواد عضوية ناتجة عن التحلل الهوائي واللاهوائي لمياه الصرف الصحي خلال سريانها في شبكة مياه الصرف الصحي أو خلال مرورها في وحدات المعالجة المختلفة بالمحطة، ومن أمثلة تلك المواد المتطايرة الأحماض العضوية مثل حمض الخليك، والغازات العضوية مثل غاز الميثان وغاز الأمونيا وغاز كبريتيد الهيدروجين.

ثانياً الخصائص الكيميائية

تعد المواد الموجودة في مياه الصرف الصحي ذات طبيعة كيميائية إذ تحتوي هذه المياه علي كثير من المركبات والمواد الكيميائية المختلفة وعموما تنقسم المواد الموجودة في مياه الصرف الصحي من حيث طبيعتها الكيميائية إلي مواد عضوية ومواد غير عضوية.

1. المواد العضوية

تتكون المواد العضوية من خليط من الكربون والهيدروجين والأكسجين وفي بعض الأحيان النيتروجين، هذا بالإضافة إلي بعض العناصر الأخرى المهمة مثل الكبريت والفسفور والحديد.

ومن أمثلة المواد العضوية المتواجدة بكثرة في مياه الصرف الصحي المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون والزيوت بالإضافة إلي كثير من الكائنات الحية الدقيقة والتي هي في طبيعتها مواد عضوية.

ويمكن تقسيم المواد العضوية من حيث قابليتها للتحلل إلي:

- مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيا وهي المواد التي يمكن تكسيرها وتحللها بفعل الكائنات الحية الدقيقة.
- مواد عضوية غير قابلة للتحلل بيولوجيا وهي التي لا تتحلل بفعل الكائنات الحية الدقيقة وإنما قد تتحلل بفعل بعض الكيماويات المؤكسدة القوية.
- مواد عضوية غير قابلة للتحلل مطلقاً.

هذا وقد تحتوي مياه الصرف الصحي علي كميات من جزيئات عضوية مُخَلَّقة واردة إليها من صرف مياه المخلفات الصناعية علي شبكة الصرف الصحي، ويتباين التركيب الكيميائي لهذه الجزيئات تبايناً كبيرا مثل المنظفات الصناعية والمبيدات الزراعية، ويُؤَدِّي وجود هذه المركبات إلى تعقيدات عديدة لعمليات المعالجة لأن معظم هذه المركبات العضوية المُخَلَّقة لا تتحلل بيولوجيا أو تكون قابلة للتحلل ولكن ببطء شديد.

وتمثل المواد العضوية من 45 إلي 75% من المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي، في حين تمثل المواد الغير عضوية النسبة الباقية.

2. المواد الغير عضوية

وتمثل المواد الغير عضوية من 25 إلي55% من المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي. وتشمل المواد الغير عضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي حبيبات الرمل، وتشمل أيضاً الأملاح المعدنية مثل أملاح الكلوريدات والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم، كما تشمل كثير من العناصر الثقيلة مثل الرصاص والزئبق والكادميوم والحديد والمنجنيز والنحاس.

وهناك بعض المواد الغير عضوية الذائبة في مياه الصرف الصحي مثل أملاح السيانيد وأملاح الثيوسيانات وأملاح الثيوسلفات.

3. القلوية

تنتج القلوية بمياه الصرف من وجود عناصر الهيدروكسيدات والكربونات والبيكربونات مثل أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والأمونيا، وأملاح الكالسيوم والماغنسيوم هما الأكثر انتشارا. ويمكن اعتبار السيليكات والفوسفات بالإضافة إلي مركبات مشابهة مكونة لجزء من القاعدية. ويساعد وجود القاعدية في مياه الصرف الصحي علي مواجه التغيرات في الأس الهيدروجيني الناتجة عن تكون الأحماض داخل الهاضمات اللاهوائية. ويشكل تركيز القاعدية في مياه الصرف الصحي أهمية من حيث التأثير علي كلٍ من المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات (الملوثات) كذلك إزالة الأمونيا باستخدام الأكسدة الهوائية.

4. الرقم الهيدروجيني

الرقم الهيدروجيني هو أحد العوامل الهامة المؤثرة على حياة الكائنات الدقيقة في المخلفات السائلة. وضبط قيمة الرقم الهيدروجيني هو أحد المهام الرئيسية التي يجب التقيد بها لتوفير البيئة الملائمة للكائنات، وأفضل قيمة للرقم الهيدروجيني هو 7 أي يكون الوسط متعادلا، أما الارتفاع أو الانخفاض الكبير فإنه يؤدي إلى اضطراب في عملية المعالجة، وفي مياه الصرف الصحي تميل القيمة قليلا نحو القلوية أي pH = 7.2 تقريباً.

كما يعتبر قياس الأس الهيدروجيني أحد أهم الأدلة للتعرف على صرف مخلفات صناعية على شبكة الصرف الصحي.

5. الكلوريدات Chlorides

تركيز الكلوريدات في المخلفات السائلة يكون عادة أكبر من تركيزها في مياه الشرب نتيجة لاستخدام كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في النشاط الآدمي باستمرار، وربما أضيفت عن طريق الرشح من المياه الجوفية على شبكة الصرف الصحي، أو صرف مخلفات صناعية، ولا تتأثر أملاح الكلوريدات بالمعالجة الطبيعية أو البيولوجية. كما أن زيادة الكلوريدات في المخلفات تضر الإنشاءات والتركيبات المعدنية.

6. النتروجين والفسفور Nitrogen – Phosphorous

يتعين وجود النتروجين والفسفور والكربون في مياه الصرف الصحي بنسب متوازية وهي 100 (كربون): 1 (فسفور). حتى تستمر الكائنات الدقيقة في حالة نشاط ونمو طبيعي.

7. الكبريت Sulfur

يوجد الكبريت في المخلفات السائلة على هيئة كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أو كبريتات (SO_4) وفي تكوين المواد العضوية تتأكسد الكبريتيدات بيولوجية في وجود الهواء الجوي مكونة حمض الكبريتيك الذي يهاجم المنشآت الإسمنتية والشبكات.

كما يتم اختزال الكبريتات أيضاً في غياب الأكسجين الذائب على كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وهو غاز خانق وقابل للانفجار إذا زاد تركيزه في الهواء. كما أنه يسبب الرائحة الكريهة المميزة لمياه الصرف الصحي، وإلى جانب ذلك هو يستهلك جزءا من الأكسجين اللازم للعمليات الحيوية في محطات المعالجة البيولوجية.

8. المعادن الثقيلة Heavy Metals

مثل النيكل والكادميوم والزئبق والنحاس والحديد والزنك. وهي تتواجد طبيعيا بنسب ضئيلة في المياه، وهي مطلوبة في تكوين الخلايا الجديدة والنمو الحيوي إلا أن التركيز العالي منها له تأثير سام على الكائنات الحية.

9. المواد السامة Toxic Compounds

إضافة إلى المعادن الثقيلة توجد مواد أخرى ذات تأثير سام على صور الحياة في المخلفات السائلة مثل مركبات السيانيد وأملاح الفضة والزرنيخ.

ثالثاً الخصائص البيولوجية

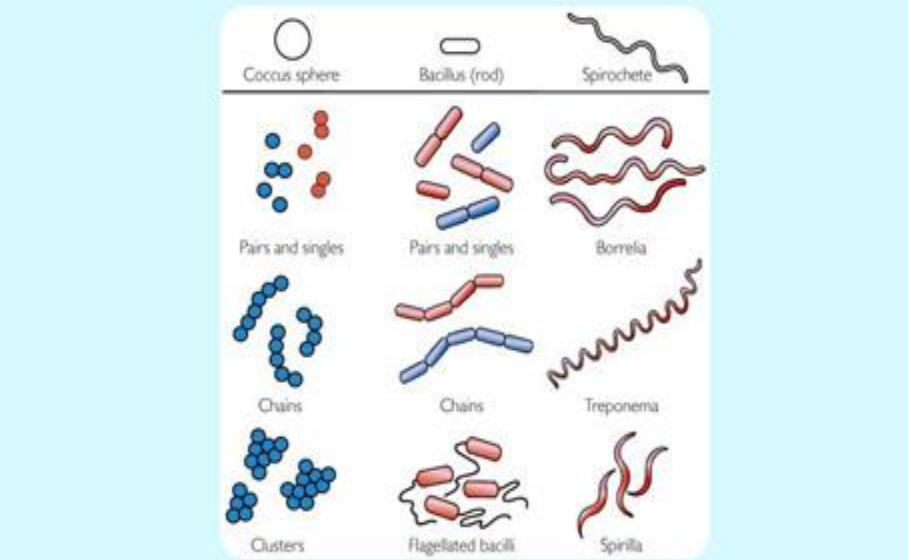
يقصد بالخصائص البيولوجية ما تحتويه مياه الصـــرف الصحي من الكائنات الحية الدقيقة؛ فبالإضافة إلي المحتويات السابق ذكرها؛ تحتوي مياه الصرف الصحي علي كثير من الكائنات الميكروسكوبية الدقيقة، والتي يوجد منها أعداد بالآلاف وربما بالملايين في كل ملليلتر من مياه الصرف الصحي. إلا أن غالبية أنواع هذه الكائنات غير ضار بل على العكس إن بعضها ضروري وله دور هام في عمليات المعالجة المختلفة وذلك فيما يتعلق بتثبيت المواد الصلبة العضوية وأكسدتها وتحويلها إلي مواد صلبة ثابتة غير عضوية.

ومن الطبيعي أن نجد بعضاً من هذه الكائنات الحية الدقيقة يسبب أمراضا أو أضراراً للبيئة المحيطة، بل وقد يخل بالتوازن البيئي إذا تراكم بدرجة معينة.

وتنقسم الكائنات الحية الدقيقة الموجودة بمياه الصرف الصحي إلي كثير من الأنواع نتعرض باختصار لأهمها كما يلي:

1. البكتريا

تعد البكتريا من أهم الكائنات الدقيقة علي الإطلاق من حيث دورها في عملية المعالجة البيولوجية فعليها يقع العبء الأكبر في تكسير وأكسدة المواد العضوية ولهذا فإن دراستها بالتفصيل تعد من أساسيات فهم عملية المعالجة البيولوجية.



والبكتريا كائنات دقيقة وحيدة الخلية، تتواجد بآلاف الأنواع في الطبيعة سواء في الماء أو الهواء أو التربة، وتتكاثر معظم أنواع البكتريا بالانقسام الثنائي، ويوجد منها أنواع أخرى تتكاثر بالتكاثر الجنسي أو بالتفرع، وتندرج معظم البكتريا تحت ثلاثة أنواع رئيسية تبعا لشكلها وهي الكروية والأسطوانية (العصوية) والحلزونية (اللولبية)، وحجم البكتريا عموما يتراوح من0.1 الي10 ميكرون. وتختلف البكتريا في الحجم من نوع لآخر، فمثلا البكتريا الكروية الشكل يتراوح قطرها من 0.5 ميكرون إلى 1 ميكرون، أما البكتريا الأسطوانية فيتراوح طولها من 1.5 ميكرون إلي 3 ميكرون وعرضها من 0.5 ميكرون إلي 5 ميكرون، بينما يبلغ طول البكتريا الحلزونية من 6 إلي 15 ميكرون (الميكرون =0.001م) وتنقسم البكتريا إلى بكتريا هوائية وهى التي تعيش في وجود الأكسجين، ولاهوائية وهى تلك التي تنشط في غياب الأكسجين الذائب، واختيارية وهى التي تعيش في ظل وجود أو انعدام الأكسجين.

وتعد البكتريا من أكثر الكائنات الممرضة في مياه الصرف الصحي وذلك لأن أعدادها في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وأنواعها بالآلاف، والبكتريا (سواء كانت هوائية أو لاهوائية أو اختيارية) لها دور هام وأساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي.

2. البروتوزوا والروتيفرا

البروتوزوا هي كائنات أولية ميكروسكوبية لها القدرة علي الحركة، ومعظم البروتوزوا غير ذاتية التغذية وهوائية أي تنشط وتنمو في وجود الأكسجين، علي الرغم من وجود أنواع قليلة منها لاهوائية. والبرتوزوا كائنات أكبر في الحجم من البكتريا إذ يتراوح حجمها بين 10 إلي 100 ميكرون، وهي تستهلك البكتريا كمصدر من مصادر الطاقة والغذاء لها. ومن الناحية العملية فإن البرتوزوا تقوم بدور فعال في ترويق المياه الخارجة من محطات المعالجة (السيب النهائي) حيث تستهلك وتلتهم البكتريا السابحة وجزيئات المواد العضوية الدقيقة. ومعظم البروتوزوا يتكاثر بالإنقسام الثنائي البسيط وهي تعتمد علي البكتريا في إمدادها بمعظم العناصر اللازمة لنموها.

وتوجد الأوليات عموما في عمليات الحمأة المنشطة، والمرشحات البيولوجية، وبحيرات الأكسدة.

وبصفة عامة توجد أربعة أنواع رئيسية من البرتوزوا وهي كالآتي:

Stalked Ciliates – Free swimming Ciliates – Mastigophora Sarcodina

Sarcodina: هي نوع من الطفيليات عبارة عن تركيب أميني خلوي يتحرك بالأقدام الكاذبة.

Ciliates: وهي كائنات متحركة عن طريق الأسواط كما تحتوي علي أهداب وهي شعيرات صغيرة حساسة تجمع بها الغذاء وهذه الأهداب تجعلها تتحرك بحركة حرة بطريقة بسيطة.

أما الروتيفرا فهي كائنات حية دقيقة تنتمي إلى المملكة الحيوانية وهي كائنات غير ذاتية التغذية هوائية ومتعددة الخلايا ويوجد مجموعتين من الأهداب في رأسها ولهذا تُسمَّى أيضاً بالهدبيات، وهذه الأهداب حرة الحركة وتدور حول نفسها مما يعطيها القدرة علي التحرك واصطياد الغذاء.

والروتيفرا مستهلك جيد للبكتريا المنتشرة في السائل المخلوط بأحواض التهوية، كما أنها أيضا مستهلك جيد للبكتريا التي كونت الندف كما أنها تقوم أيضاً بالتغذي على جزيئات المواد العضوية الدقيقة. ويعتبر وجود الروتيفرا في المياه المعالجة دليلاً قوياً علي أن عملية المعالجة البيولوجية بالمحطة تسير بطريقة ممتازة وكفاءة عالية وخاصة المعالجة الهوائية.

وعموماً البروتوزوا والروتيفرا تزيل وتخلص المياه الخارجة من البكتريا الحرة السابحة والبكتريا التي لا تترسب بسهولة مما يؤكد دورها في عملية المعالجة وتخفيض عدد البكتريا الممرضة.

والجدول رقم (3) يوضح أهمية وجود البروتوزوا والروتيفيرا في عملية المعالجة البيولوجية وتأثيرها علي خصائص وجودة المياه المعالجة.

ومن مقارنة النتائج الواردة بالجدول نلاحظ أن وجود الهدبيات قد زاد من كفاءة المعالجة البيولوجية وبالتالي أصبحت المياه أكثر نقاء.

وبصفة عامة فإن وجود الهدبيات يعمل علي تخفيض الأكسجين الكيميائي المستهلك في المياه الخارجة بنسبة 44%، وعلي تخفيض النيتروجين العضوي بنسبة 50%، وعلي تخفيض المواد العالقة بنسبة 70%، وعلي تخفيض البكتريا بنسبة 71%.

جدول رقم (3) تأثير البرتوزوا والروتيفرا على جودة السيب النهائي

جودة المياه الخارجة	غياب الهدبيات	وجود الهدبيات
الأكسجين الكيماوي المستهلك COD mg/l	254-198	142-124
النيتروجين العضوي Organic Nitrogen mg/l	20-14	10-7
المواد العالقة Suspended Solids mg/l	118-86	34-26
البكتريا 10^6 ×Bacteria	42-29	12-9

3. الطحالب

الطحالب كائنات إما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذاتية التغذية تعتمد في غذائها علي ضوء الشمس من خلال عملية البناء الضوئي. وللطحالب تأثيران في المعالجة البيولوجية أحدهما إيجابي والآخر سلبي نوجزها فيما يلي:

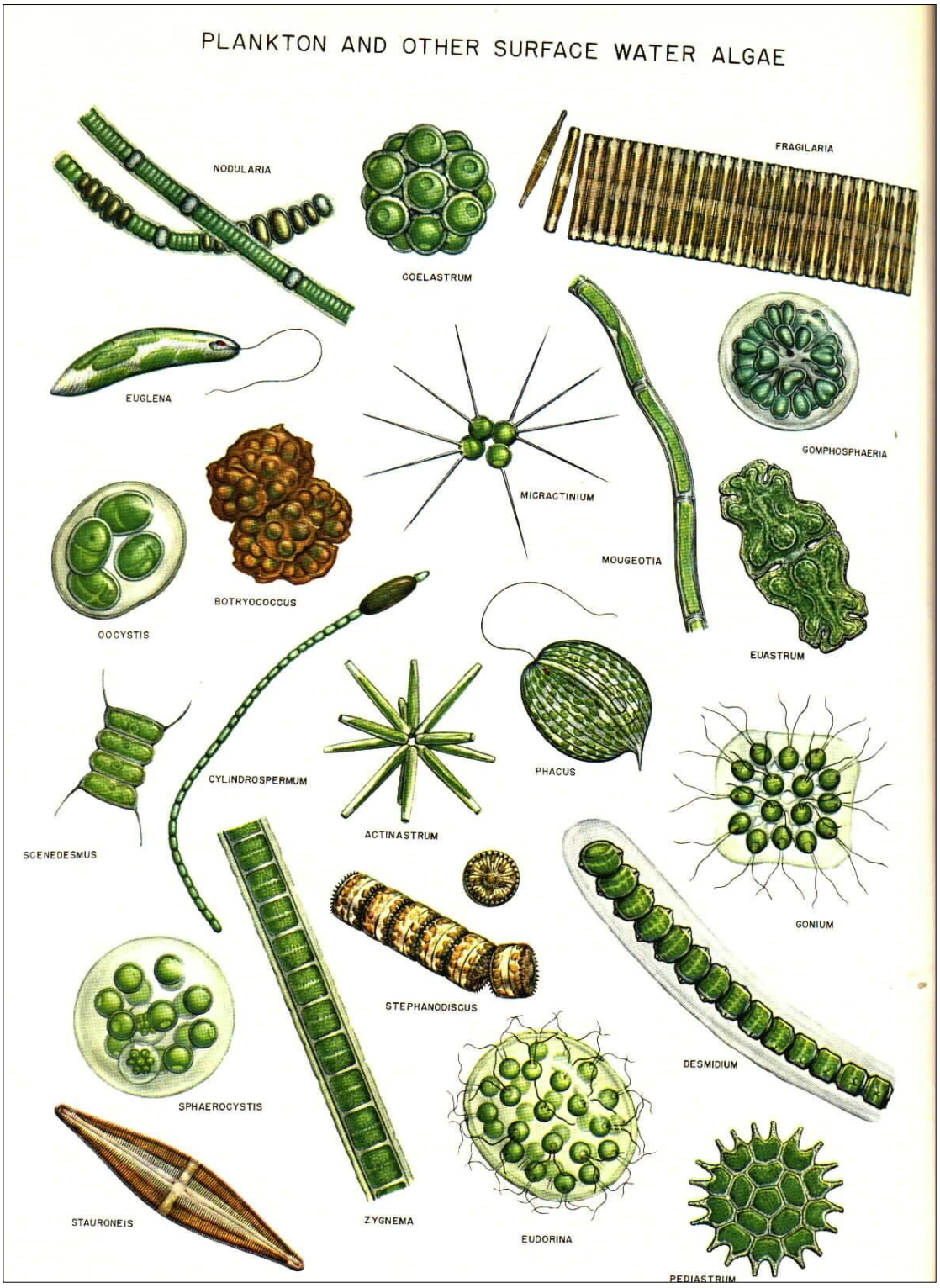
أولاً: التأثير الإيجابي يتضح في عملية معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام بحيرات الأكسدة تقوم الطحالب باستهلاك ثاني أكسيد الكربون وإنتاج الأكسجين في وجود ضوء الشمس وذلك أثناء النهار، وعملية إنتاج الأكسجين هامة جدا للبيئة المائية الموجودة فيها الطحالب من حيث إحداث توازن وثبات بيئي مفيد لكثير من الكائنات داخل تلك البيئة المائية، وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين الذي أنتجته الطحالب داخل كلاً من بحيرات الأكسدة الهوائية وبحيرات الأكسدة الاختيارية.

ومن هنا توجد علاقة تعاون تبادلية بين البكتريا الهوائية والطحالب حيث يمكن للطحالب الاستفادة من ثاني أكسيد الكربون الموجود داخل البحيرات والمنتج من الكائنات الأخرى.

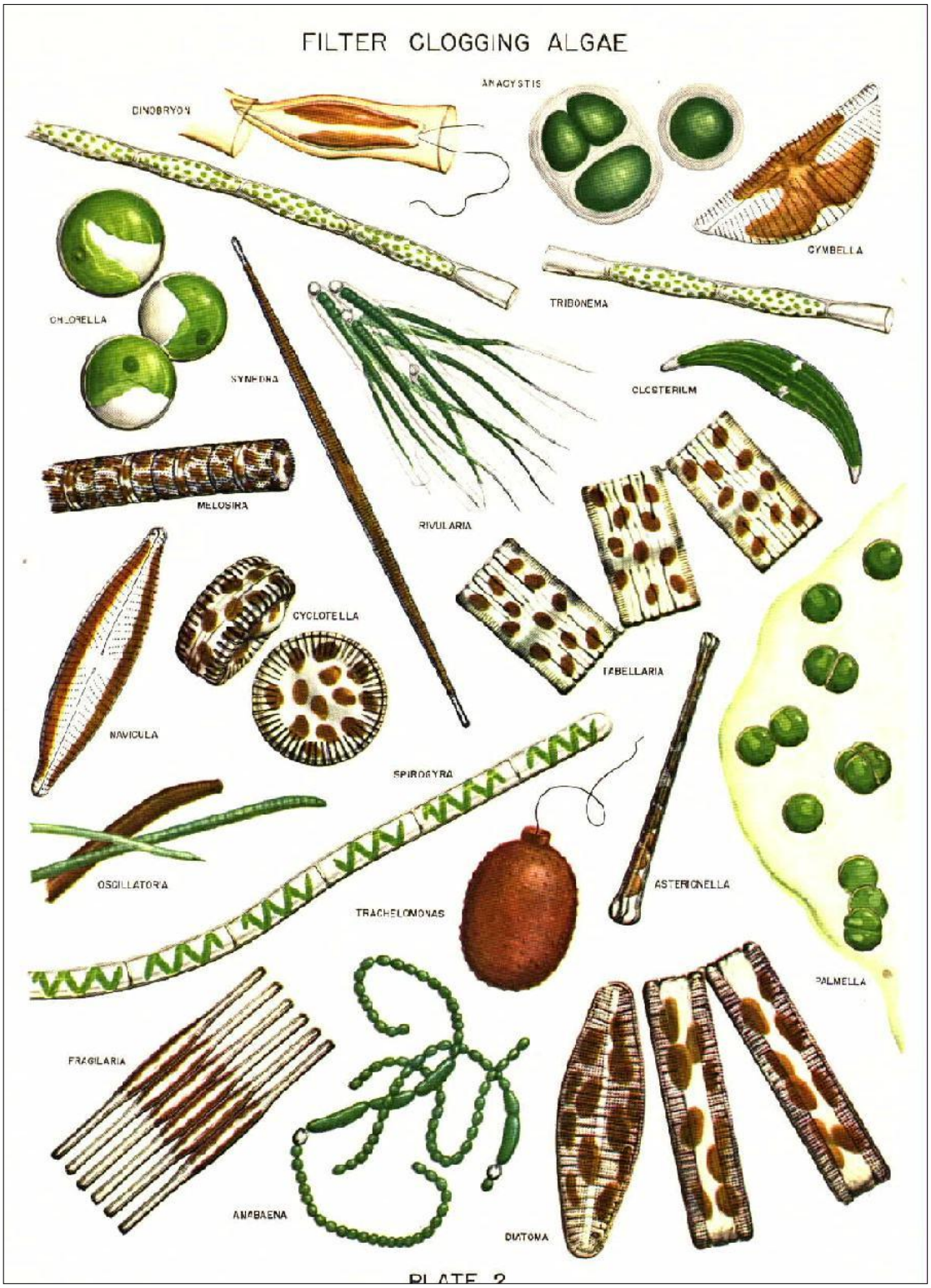
ثانياً: التأثير السلبي للطحالب ونجده في عمليات المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة مثلاً حيث أنه إذا حدث تراكم للطحالب داخل المياه المعالجة والتي قد تجد طريقها إلي المسطحات المائية كالأنهار والبحيرات فتسبب بعض المشاكل البيئية، فنمو الطحالب غير المرغوب فيها، وأيضا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنزاف الأكسجين الذائب في المياه المستقبِلة وموت

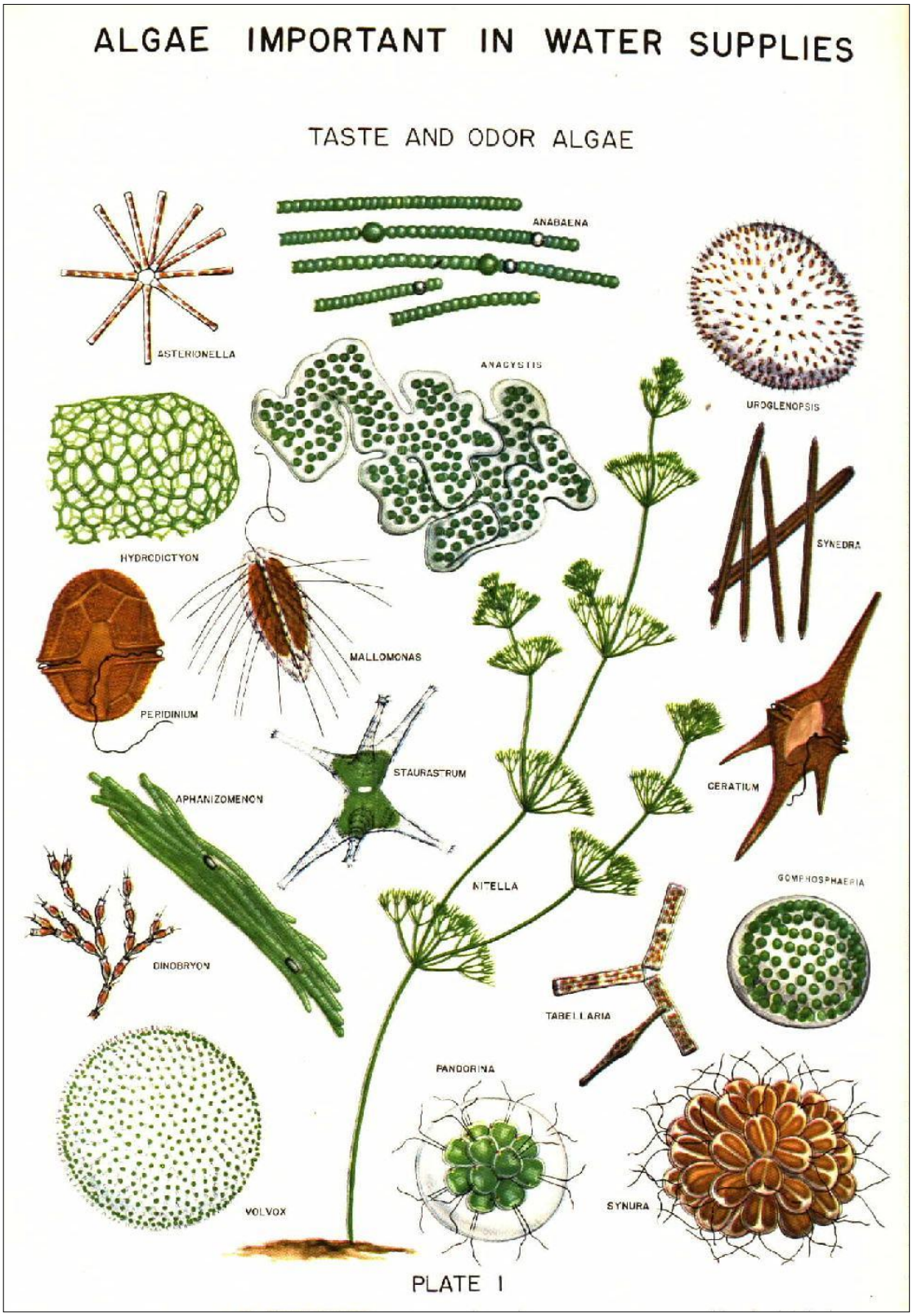
بعض الكائنات الحية المائية كالأسماك بالاختناق، كما أنه لو تسربت الطحالب إلى الأرض لسببت تلوثاً للمياه الجوفية.

إن وجود تركيزات عالية من المغذيات مثل الفسفور والنيتروجين يعتبر من أهم أسباب تراكم الطحالب ونموها بكثرة في المياه، ولهذا يُنصح دائماً بإزالة النيتروجين من المياه المعالجة أو إزالة الفسفور أو كليهما.


PLANKTON AND OTHER SURFACE WATER ALGAE
NODULARIA
COELASTRUM
FRAGILARIA
EUGLENA
GOMPHOSPHAERIA
MICRACTINIUM
MOUGEOTIA
BOTRYOCOCCUS
OOCYSTIS
EUASTRUM
CYLINDROSPERMUM
PHACUS
ACTINASTRUM
SCENEDESMUS
GONIUM
STEPHANODISCUS
DESMIDIUM
SPHAEROCYSTIS
STAURONEIS
ZYGNEMA
EUDORINA
PEDIASTRUM

POLLUTED WATER ALGAE
PHORMIDIUM
AGMENELLUM
CARTERIA
NITZSCHIA
LEPOCINCLIS
PYROBOTRYS
ANABAENA
TETRAEDRON
EUGLENA
SPIROGYRA
CHLOROCOCCUM
OSCILLATORIA
PHACUS
CHLOROGONIUM
CHLORELLA
GOMPHONEMA
STIGEOCLONIUM
ANACYSTIS
ARTHROSPIRA
CHLAMYDOMONAS
LYNGBYA


FILTER CLOGGING ALGAE
ANACYSTIS
DINOBRYON
CYMBELLA
TRIBONEMA
CHLORELLA
SYNEDRA
CLOSTERIUM
MELOSIRA
RIVULARIA
TABELLARIA
CYCLOTELLA
NAVICULA
SPIROGYRA
OSCILLATORIA
TRACHELOMONAS
ASTERIONELLA
PALMELLA
FRAGILARIA
ANABAENA
DIATOMA
PLATE 2


ALGAE IMPORTANT IN WATER SUPPLIES
TASTE AND ODOR ALGAE
ANABAENA
ASTERIONELLA
ANACYSTIS
UROGLENOPSIS
HYDRODICTYON
SYNEDRA
MALLOMONAS
PERIDINIUM
STAURASTRUM
CERATIUM
APHANIZOMENON
NITELLA
GOMPHOSPHAERIA
DINOBRYON
TABELLARIA
PANDORINA
VOLVOX
SYNURA
PLATE I

ALGAE GROWING ON RESERVOIR WALLS
PHORMIDIUM
ULOTHRIX
CLADOPHORA
GOMPHONEMA
ACHNANTHES
VAUCHERIA
STIGEOCLONIUM
TETRASPORA
AUDOUINELLA
TOLYPOTHRIX
CHARA
BULBOCHAETE
LYNGBYA
MICROSPORA
COMPSOPOGON
BATRACHOSPERMUM
CYMBELLA
PHYTOCONIS
OEDOGONIUM
DRAPARNALDIA
CHAETOPHORA

CLEAN WATER ALGAE
RHIZOCLONIUM
PINNULARIA
CLADOPHORA
SURIRELLA
CYCLOTELLA
RHODOMONAS
ANKISTRODESMUS
CHRYSOCOCCUS
AGMENELLUM
COCCOCHLORIS
NAVICULA
ULOTHRIX
MICRASTERIAS
CALOTHRIX
MERIDION
ENTOPHYSALIS
CHROMULINA
HILDENBRANDIA
PHACOTUS
STAURASTRUM
LEMANEA
MICROCOLEUS
COCCONEIS
PLATE 4

4. الديدان

تتميز الديدان بأنها كائنات أكبر في الحجم وأكثر تعقيدا في تركيبها الخلوي من الكائنات الحية الدقيقة التي ذكرناها. ويمكن رؤية العديد من هذه الكائنات بالعين المجردة، ومن أمثلتها الديدان ويرقات الحشرات وبعض القشريات، وتتميز بقدرتها علي تمثيل الغذاء وتحويل المواد العضوية البسيطة إلي مركبات معقدة متراكبة لا تستطيع بقية الكائنات تحليلها أو تكسيرها، كما أن دورة حياتها معقدة.

وتعيش الديدان بنشاط في ظروف وفرة الأكسجين الذائب وتوافر الغذاء البكتيري، كما أنها تتواجد بأعداد كبيرة في وحدات المعالجة الثانوية والمرشحات البيولوجية والأقراص البيولوجية الدوارة. إن حركة الديدان داخل مياه الصرف الصحي مفيدة جداً حيث تسمح بتغلغل وانتشار الأكسجين داخل الندف المتكونة، كما أنها تقوم بتجميع واستهلاك أعداد كبيرة من البكتريا كغذاء لها.

5. الفيروسات

الفيروسات أبسط وأصغر الكائنات الدقيقة، حيث يتراوح حجمها ما بين 0.1 إلي 0.3 ميكرون، وتتكون الفيروسات أساسا من حامض نووي يحيط به بروتين، وتعتبر كل الفيروسات متطفلة أي لا يمكنها الحياة خارج الكائن الحي أو خارج الخلية الحية، وتعتبر الفيروسات من الكائنات عالية التخصص سواء فيما يتعلق بالكائن الذي تتطفل عليه (العائل) أو من حيث نوعية الأمراض التي تنقلها الفيروسات والتي من أشهرها أمراض الجدري،

الالتهاب الكبدي الوبائي، شلل الأطفال والإيدز هذا بالإضافة إلي مجموعة متنوعة من أمراض الجهاز الهضمي والتنفسي.

ونظراً إلي عدم قدرة الفيروسات علي الحياة خارج الخلية الحية بالإضافة إلى قدرتها علي التبلر(Grain)، فإنه تم وضع وتصنيف الفيروسات علي الخط الفاصل بين الكائنات الحية والمواد الكيميائية غير الحية.

ولرؤية الفيروسات والتعرف عليها يلزم استخدام أجهزه دقيقة جدا من أهمها الميكروسكوب الالكتروني، كما أن عمليات إحصائها تستلزم تقنيات خاصة.

وتحتوي مياه الصرف الصحي علي أعداد وأنواع هائلة من الفيروسات، كما أنها توجد أيضاً كذلك في معظم المسطحات المائية الملوَّثة والمعرَّضة للتلوث خاصة التلوث بمياه الصرف الصحي والصرف الزراعي. ونظراً لأن حجم الفيروسات دقيق جداً فإن ذلك يحول دون إزالة كميات كبيرة منها خلال مراحل معالجة المياه بالطرق التقليدية، إلا أنه يمكننا القول بأنه كلما انخفضت كمية الكائنات الممرضة الأكبر حجما من الفيروسات (مثل البكتريا) كلما انخفضت بالتالي كمية الفيروسات خلال مراحل المعالجة المتتابعة. ومن المهم معرفة أن الفيروسات ليس لها أي دور في عمليات المعالجة البيولوجية بجميع أنواعها.

إن مرحلة التطهير التي تتم لمياه الصرف الصحي المعالجة تقوم بالقضاء بفاعلية على كثير من الفيروسات وتجعلها غير فعالة كمسببات للأمراض.

ماهى السبل الاوفر بيئيا وصحيا للتخلص من مياه الصرف الصحي؟

نظرا للتقدم العلمي في كثير من المجالات والاهتمام المتزايد بحماية البيئة من التلوث فقد زادت القيود على التخلص من مياه الصرف الصحية وخاصة الناتجة عن المناطق الصناعية حيث لا يسمح التخلص منها بصرفها الى البحر او دفنها في الأراضي الفضاء واصبح لزاما على كثير من الصناعات وخاصة التي تنتج مخلفات شديدة التلوث ان تعالج هذه المخلفات داخل المصانع بصورة كافية عن طريق محطات تنقية خاصة قبل تصريفها الى شبكات الصرف الصحي او التخلص منها بأي طريقة اخرى.

ما هي المراحل التي يتم المعالجة بها؟

المرحلة الاولية: المعالجة الفيزيائية والتي تشمل التخلص من المخلفات والشوائب العالقة بمختلف انواعها بالإضافة الى التخلص من الرمال العالقة.

المرحلة الثنائية: وتشمل المعالجة البيولوجية لمياه الصرف وفيها يتم اذابة الاكسجين الجوي في مياه المجاري وذلك لانعاش البكتيريا الهوائية والتي تقوم بدور فعال في تحويل مياه الصرف الصحي الى مياه قابلة للفصل (سماد – ماء) وتشمل احواض الترسيب التي يتم خلالها فصل الماء الصافي عن الحماة.

المرحلة الثلاثية: وهى المعالجة المعمقة (الثلاثية) لمياه الصرف الصحي وهى أكثر كفاءة من المعالجة البيولوجية التقليدية للوصول إلى القيم المسموحة لتراكيز الملوثات الخارجة مع المياه المعالجة.

حالات استخدام المعالجة المعمقة:

تأتي مرحلة المعالجة المعمقة (الثلاثية) لمياه الصرف الصحي بعد مرحلة المعالجة البيولوجية (الثانوية) وتهدف إلى رفع كفاءة المعالجة لتصل حتى 99% بالنسبة لتخفيض قيمة مؤشر التلوث بالمواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي BOD_5 بالإضافة إلى تخفيض تراكيز الآزوت والفوسفور إلى القيم التي تسمح لها المواصفات. ويمكن اللجوء إلى استخدام المعالجة المعمقة لمياه الصرف الصحي في الحالات التالية:

1. انخفاض قدرة التنقية الذاتية للمصادر المائية التي ستلقى فيها المياه.
2. ضرورة تخفيض تراكيز الآزوت والفوسفور في مياه الصرف المعالجة.
3. عند فقر المنطقة بالمياه وضرورة استخدام مياه الصرف المعالجة في النشاطات البشرية ثانية. وهذه الحالة مشابهة للحالة لدينا حيث من الضروري استخدام المياه المعالجة في الري وفي نشاطات أخرى

أساليب المعالجة

أما الأساليب المستخدمة في المعالجة المعمقة أو الثلاثية فهي عديدة ويمكن استخدام عدد منها لمعالجة مياه الصرف، ومن هذه الأساليب:

1. التخلص من الفوسفور الزائد: ومصدره بعض مواد التنظيف المستخدمة في حياتنا اليومية ويمكن التخلص من الفوسفور الزائد بإضافة بعض المواد الكيميائية إلى مياه الصرف أثناء المعالجة وتحويل مركبات الفوسفور المنحلة إلى مركبات الفوسفور القابلة للترسيب. ومن هذه المواد نذكر: مركبات الألمنيوم المائية – كبريتات الحديد.

ويمكن أن تتم عملية إضافة المواد الكيميائية قبل المعالجة البيولوجية أو أثناها أو بعد المعالجة كما يمكن التخلص من الفوسفور الزائد بيولوجياً أيضاً من خلال اختيار نظام تشغيل لحوض التهوية تتم فيه عملية التهوية بشكل متقطع.

2. التخلص من المركبات الآزوتية الزائدة: ومصدرها في مياه الصرف الصحي هو مخلفات الإنسان والحيوان ويمكن التخلص من المركبات الآزوتية الزائدة بيولوجياً من خلال نظام تشغيل يضمن معالجة بيولوجية هوائية لفترة من الزمن يتبعها معالجة بيولوجية بغياب الأكسجين لفترة ثانية من الزمن ويمكن تطبيق نظام التشغيل المذكور بأساليب عديدة في محطات المعالجة.

3. ترشيح المياه: نالت عملية الترشيح في مجال معالجة مياه الصرف الصحي اهتماماً كبيراً في السنوات الأخيرة وذلك بسبب ارتفاع درجة المعالجة وتستطيع هذه الأحواض تخفيض درجة BOD_5 بحدود **50-70%**

إن أسلوب عمل أحواض ترشيح المياه معروف حيث تشكل طبقة الترشيح على الأغلب من الرمل السيلستي ذي حبات خشنة متجانسة نسبياً، كما يتم استخدام فحم الانتراسيت والأحجار المسامية الخفيفة. ويمكن إزالة الملوثات في حمض الترشيح من خلال عدة آليات هي:

أ. التصفية في الطبقة العلوية

ب. الترسيب في المسامات

ج. الادمصاص على سطح حبات مادة الترشيح (اي جذب الشوارد الكيميائية)

د. الفاعلية البيولوجية للأجسام المجهرية

4. الفصل الغشائي:

تستخدم طرق الفصل لزيادة كفاءة المعالجة بترشيح المياه المعالجة سابقاً بيولوجياً) عبر أغشية لها القدرة على تمرير الماء وحجز بعض الجزيئات و المواد غير المرغوب فيها و تختلف طرق الترشيح و كفاءتها تبعاً للضغط المطبق على الماء أثناء الترشيح وتصنف هذه الطرق تبعاً لذلك كما يلي:

1. الترشيح الميكروفي و يبلغ الضغط المطبق 0,5–3 باراً (قيمة الضغط الجوي)
2. ما فوق الترشيح و يبلغ الضغط المطبق 1–10 بارات ويستخدم في معالجة مياه الصرف ويمكن حجز المواد الكبيرة.
3. التناضح العكسي: ويبلغ الضغط المطبق 20–100 بار وتستخدم هذه الطريقة لإزالة الأملاح من المياه ,وكذلك المواد ذات الجزيئات الصغيرة وتتعلق كفاءة الترشيح الغشائي بنوعية الغشاء وشكله فمنه يصنع على هيئة صفائح ومنه على شكل أنابيب وتصنع الأغشية من مواد مختلفة ومن مساوئ هذه الطريقة ارتفاع كلفة التشغيل نسبياً وحساسية الأغشية أمام الملوثات.

ونشير أخيراً إلى أنه إذا كان تركيز الفوسفور في مياه الصرف المدنية حوالي 10–20 غ / م^{3} فليس له تأثير سام على الإنسان ولكنه يسبب نمو الأشنيات والطحالب في الماء وبالتالي فقر المياه بالأوكسجين خاصة في الأماكن العميقة مما يؤدي إلى تخمر (تفسخ) المواد العضوية في الماء وانتشار الرائحة الطعم غير المحبب. وإن المعالجة التقليدية لمياه الصرف الصحي تخفض تركيز الفوسفور من حوالي 15–20 في المياه الخامية إلى 10–15 في المياه الخارجة من المعالجة الميكانيكية. لذلك لابد من معالجة معمقة لهذه المياه لإزالة الفوسفور الزائد.

ويرجع استخدام تقنية المعالجة في كثير من الاحوال إلى النقص الشديد الذي تعانيه كثيرا من دول العالم في المياه الصالحة للشرب او نتيجة لتلوث مصادر المياه كما هو الحال في اكثر الدول الصناعية. وقد أدت هذه العوامل إلى البحث عن مصادر جديدة غير المصادر التقليدية والتي تحتاج بطبيعة الحال إلى تقنيات معالجة متقدمة بالإضافة إلى المعالجة متقدمة بالإضافة إلى المعالجة التقليدية.

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ د/ سناء أحمد الإله	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ شعبان محمد على	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ حمدى عطيه مشالى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ سعيد أحمد عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ عبدالحفيظ السحيمى	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
➢ د/ مى صادق	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى

حقوق الطبع محفوظة • الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المناهج •
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)