الفصل الأول

مقدمـــــــــة

١-١ الأثر البيئي لإنشاء شبكات الإنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى

من علامات التقدم الحضاري في منطقة ما وجود شبكات لتجميع المياه الملوثة بها يحقق صرف المخلفات السائلة لسكانها ومنشآتها صرفاً صـــحياً. وقــد زاد في السنوات الأخيرة الإهتمام بأعمال الصرف الصحى نتيجة للزيادة المستمرة في معدلات إستهلاك المياه، والتي ترتبط بعوامل كثيرة منهــا زيــادة تعــداد السكان والتقدم في الصناعة وكثرة الإحتياجات من المياه، وكل هذه العوامــل جعلت من المخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لــضمان تــوفر البيئــة الصحىة الصالحة للأفراد في المجتمعات السكنية، والتي تساعد علي تجنــب المشاكل التاليه :

١. تلوث المجاري المائية السطحية أو المياه الجوفية مما ينتج عنه إنتشار الأمراض مثل التيفود والكوليرا وبقية الأمراض التي تنقلها المياه الملوثة.
٢. نمو وتكاثر الذباب والبعوض وما يؤدي إليه ذلك من إنتشار الأمراض علاوة علي ما تسببه من مضايقات.
٣. معاناة الأهالي من مشاكل الصرف في المنازل وأعمال الكسح اللازم إجراؤها كل فترة لبيارات الصرف وخزانات التحليل المستخدمة، في حالة عدم وجود شبكة لتجميع المخلفات السائلة.
٤. نزح رواسب خزانات التحليل أو بيارات الصرف والتخلص منها إما على المجاري المائية مما يؤدي إلي تلوثها، أو بتجميعها في بعض المناطق القريبة من المدن مما يؤدي إلي تراكمها وإنبعاث روائح كريهة غير مرغوب فيها.
٥. تأثير الأحماض الناتجة من التفاعلات البيولوجية والتي تحدث في المياه الملوثة بفعل البكتريا اللاهوائية علي أساسات المنشآت، علاوة علي تأثيرها علي التربة المحيطة إذا تم صرف مثل هذه المياه علي التربة مما يؤدي مستقبلاً إلي انهيار المنشآت وعدم صلاحية الطرق، كما أن إستمرار

الصرف علي التربة المحيطة يؤدي إلي تلوث المياه الجوفية بالجراثيم والطفيليات مما يعوق إستخدامها في مختلف الأغراض.لذلك يعتبر الصرف الصحى للمخلفات السائلة المنزلية والمحتوية علي الفضلات الآدمية من أهم العمليات اللازمة لضمان توفير البيئة الصالحة للأفراد، سواء في المجتمعات الحضرية أو الريفية، ويجب أن يتم الصرف بطرق هندسية وإقتصادية وفقاً للأسس الفنية والشروط الأساسية لمقومات الصحة العامة ومقتضيات الراحة والأمان للمواطنين وسلامة ونظافة البيئة، وفي حدود الإمكانات المتيسرة.

١-٢ الغرض من إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحى

فوائد إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحى كثيرة ومتعددة، أهمها ما يلي :

١. حماية أساسات المباني والمنشآت.

٢. حماية المجاري المائية ومصادر المياه الجوفية من التلوث.

٣. ضمان إجراء عمليات الصرف للمياه الملوثة علي أسس صحية وسليمة، مما يوفر وسائل الراحة والرفاهية بالتجمعات السكانية.

٤. الاستفادة من مياه الصرف الصحى بعد معالجتها وإعادة إستخدامها.

٥. الاستفادة من الرواسب الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف الصحى، وذلك بعد معالجتها.

٦. حماية البيئة المحيطة من التلوث (مياه-تربة-هواء-نباتات-حيوان).

ويتم تجميع مياه الصرف الصحى والمخلفات السائلة بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها المياه الملوثة بما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة بالإنحدار الطبيعي تبعاً للقوانين الهيدروليكية، وتسير المخلفات السائلة في هذه الشبكة بحيث تصب المواسير الصغرى في مواسير أكبر منها وهكذا إلي أن تصب في النهاية في مجمع رئيسي يصب في بيارة محطة الرفع التي ترفع المخلفات السائلة وتدفعها في مواسير تحت ضغط تعرف بالمواسير الصاعدة أوخطوط الطرد إلي موقع وحدات معالجة المخلفات السائلة. ويمكن تقسيم أعمال تجميع المخلفات السائلة (مياه الصرف الصحى) إلي الأعمال التاليه :

أولاً :

شبكة المواسير بالانحدار الطبيعي وملحقاتها من المطابق وغـــرف التفتـــيش ومنشآت أخرى.

ثانياً :

محطات الرفع وملحقاتها(البيارة ووحدات الضخ من الطلمبـــات والمحركـــات ومواسير السحب والطرد وأجهزة قياس التصرف).

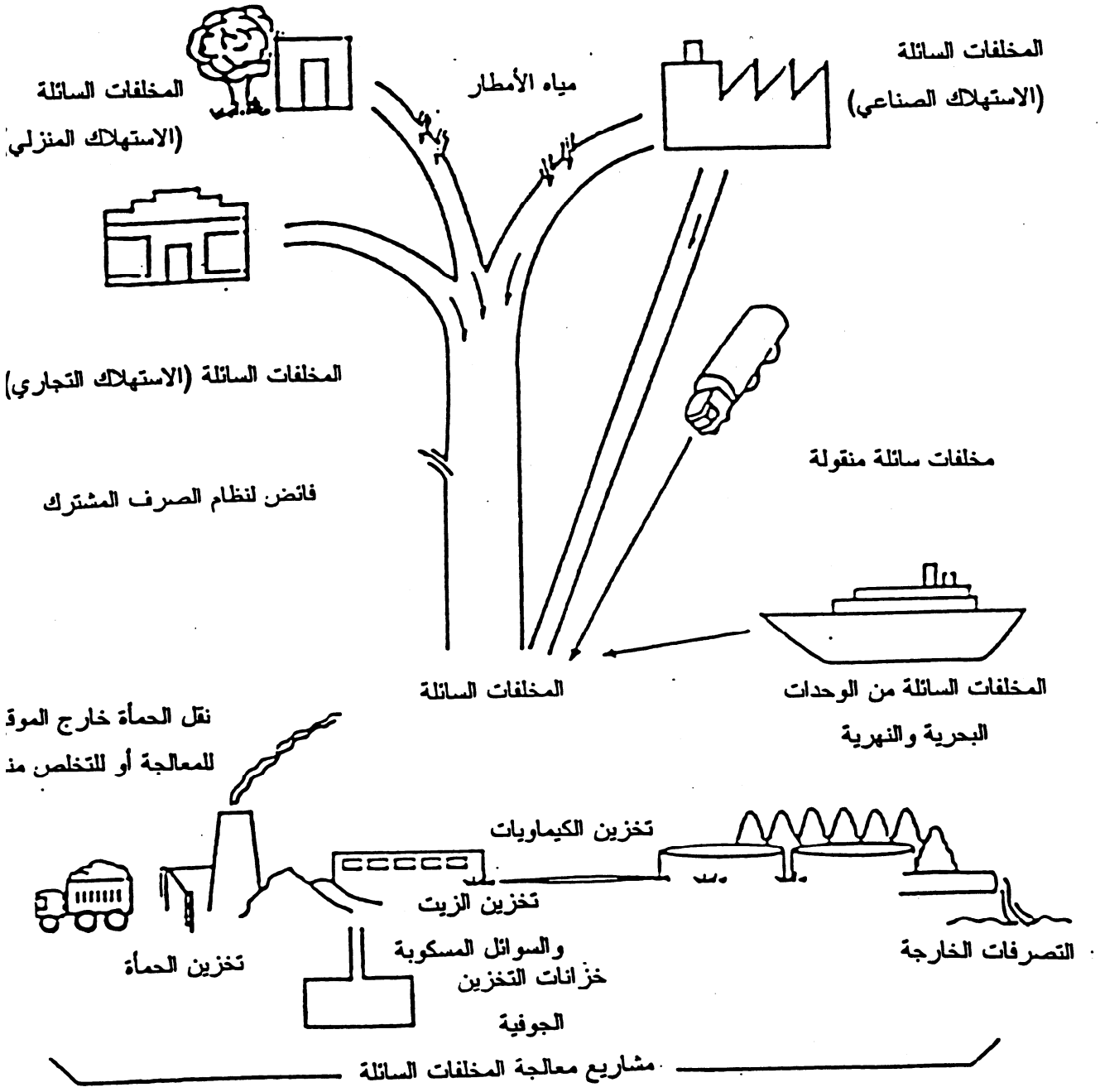
ثالثاً :

المواسير الصاعدة (خطوط الطرد) وملحقاتها من غرف المحـــابس وأجهـــزة الحماية من المطرقة المائية وغرفة التهدئة.

١-٣ مصادر المياه الملوثة

تتكون المياه الملوثة أساساً من المخلفات السائلة المنزلية (الصرف الـــصحى) الناتجة من المباني السكنية ومن المخلفات السائلة الناتجة من بعض الصناعات الخفيفة بالمدينة كالصناعات الغذائية بالإضافة إلي مياه الرشح ومياه الأمطـــار التي تصل إلي الشبكة وكما هوموضح بالشكل رقم (١-١).

وتتكون مياه الصرف الصحى أصلاً من مياه الشرب والتى يتم إستخدامها فـــى مختلف الأنشطة السكانية بما تحتويه من العناصر الكيميائية الموجودة فيها قبل الإستعمال مضافاً إليها الشوائب التي تصاحب إستعمالها. وتعتمد هذه الشوائب في نوعيتها وكمياتها علي مجالات إستعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفـــات الصناعية عنها في الإستعمالات المنزلية أو مياه الأمطار أو مياه الرشح. وكل نوع من هذه الأنواع تتداخل عوامل كثيرة في التأثير علي مكوناته، وتتفـــاوت هذه العوامل من منطقة إلي أخرى.



شكل رقم (١-١) مصادر المياه الملوثة

١-٣-١ مياه الصرف الصحى المنزلى

تشمل المياه المستعملة في التجهيزات الصحية المنزلية والمراحيض وأحواض المطابخ والأجهزة الأخرى، ويتضح من ذلك أن نوعية الشوائب في هذه المياه هي مخلفات الطعام والفضلات الآدمية بالإضافة إلي المواد الناتجة عن الاستحمام ونظافة الملابس والأواني والأرضيات وأعمال النظافة الأخرى.

وتختلف نوعية مياه الصرف الصحى المنزلي طبقاً للعوامل التالية :

١. نظام شبكات التجميع (هل هي مشتركة أو منفصلة).
٢. مستوى المعيشة.
٣. معدلات إستهلاك مياه الشرب.
٤. خصائص مياه الشرب.

١-٣-٢ مياه الأمطار

تحتوي مياه الأمطار بعد تجميعها علي المواد التي تحملها الأمطار أثناء سقوطها أوجريانها 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 علي تركيز عال من المواد العالقة التي تجرفها المياه من الأسطح التي تسقط عليها بالإضافة إلي بعض الغازات الذائبة في الأمطار أثناء هطولها.ونظراً لندرة تساقط الأمطار في مصر وطبيعه الأرض وخاصة في صعيد كصر فلا يفضل وصول مياه الأمطار إلي الشبكات العموميه لتصريف مياه الصرف الصحى.

١-٣-٣ المخلفات الصناعية السائلة

تختلف مكونات المخلفات الصناعية السائلة وخصائصها حسب نوع الصناعة والعمليات الصناعية المستخدمة فيها، وكمية المياه المستعملة والمواد التي تدخل في التصنيع، والنسبة التي تصل منها الي مياه الصرف الصحى. وتكون بعض المخلفات الصناعية أشد تلوثا من مياه الصرف الصحى المنزلي بالنسبة للمواد العضوية والمواد الذائبة، وقد تكون بعضها أقل تركيزاً، فنجد مثلاً أن المياه المستعملة في صناعة الورق تحتوي علي تركيز عالى من المواد

العضوية العالقة والذائبة، بينما نجد أن المياه المستعملة في صناعة التبريد تكون خالية من الشوائب. وتحتوي بعض المخلفات الصناعية علي مواد سامة أوضارة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة التي لها دور كبير في عمليات المعالجة. ولذلك لا يسمح بصرف المخلفات الصناعية علي شبكات الصرف الصحى إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة حددها القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ والقانون رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ في شأن صرف المخلفات الصناعية السائلة علي شبكات الصرف الصحى.

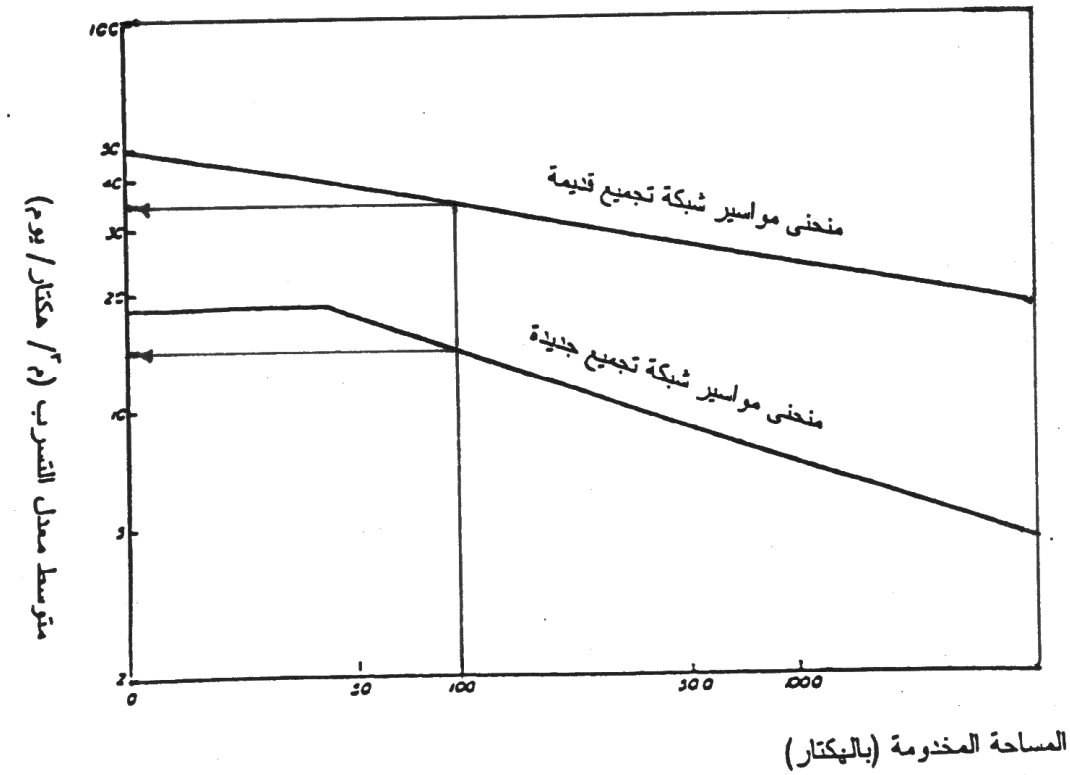
١-٣-٤ مياه الرشح

وهي المياه التي تدخل مواسير الصرف الصحى من المياه السطحية المتسربة خلال التربة أو من المياه الجوفية في باطن الأرض إذا كان منسوبها أعلي من منسوب المواسير، لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ في الإعتبار عند التصميم. وتدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات والمسام والمطابق المعيبة وأغطية المطابق التي يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض، وتعتمد كمية مياه الرشح علي إرتفاع منسوب المياه الجوفية فوق منسوب المواسير وعلي جودة الوصلات ونوعية مواسير الصرف المستخدمة وقطرها وطولها ونوع أغطية المطابق المستخدمة (بفتحات أم بدون فتحات–خاصة في المناطق الممطرة). وتشمل أسس التصميم والمراجع المختلفة تحديد كميات مياه الرشح، فمثلا للمواسير قطر ٢٠٠ مم تتراوح مياه الرشح من ١٠ الي ٣٠ متر مكعب في اليوم لكل كيلومتر من المواسير، وللمواسير قطر ٦٠٠مم تتراوح مياه الرشح من ٢٠ الي ٨٠ متر مكعب لكل كيلومتر من المواسير.وهذا من واقع الخبرة العملية المصرية.

وتقدر كمية المياه المتسربة لكل مطبق بحوالي من٣،١ الي٧،٤ لتر/ثانية، وتتوقف هذه الكمية علي عدد ومساحة الفتحات في غطاء كل مطبق. وهذه الكميات قابلة للزيادة في حالة سوء التنفيذ وقابلة للنقص في حالة إستخدام عدد وصلات أقل للمواسير. وقد يحدث في بعض الأحيان ظاهرة الترشيح (عكس حركة مياه الرشح) في حالة وجود المياه الجوفية علي منسوب أقل من منسوب المواسير حيث تتسرب المياه من المواسير إلى طبقاًت التربة المحيطة (Ex-filtration)، مما يتسبب في تلوث التربة والمياه الجوفية بالاضافة الي خلخلة التربة أسفل أساس المواسير والمطابق وتأثير ذلك علي سلامة هذه

المنشآت والمواسير. ويتأثر منسوب مياه الرشح بالدرجة الأولي بموقع تركيب المواسير، حيث يرتفع عندما يكون الموقع مجاوراً للأنهار أوالترع أوالمجاري المائية، بينما يقل عندما يزيد بعد الموقع عن المجاري المائية. ولذلك نجد أن منسوب مياه الرشح في الموقع المجاور للنهر وعلي مسافة في حدود خمسون مترا من جسر النهر يتأثر بارتفاع أو إنخفاض منسوب مياه النهر.

شكل (١-٢) يوضح العلاقة بين كميات مياه الرشح والمساحة المخدومة بشبكات إنحدار تجميع مياه الصرف الصحى الجديدة والقديمة فى الظروف المصرية.



شكل رقم (١-٢) العلاقة بين كمية مياه الرشح والمساحة المخدومة

١-٣-٥ مياه غسل الشوارع والأرصفة

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

تتغير مكونات مياه الصرف الصحى السائلة من وقت الي آخر علي مدار السنة والشهر واليوم أسوة بتغير كمياتها، إلا أنه يمكن القول أن المخلفات

السائلة تتكون في المتوسط من ٩٩.٩% ماء و ٠.١% مواد صلبة سواء كانت عالقة أوذائبة، عضوية وغير عضوية، كما تحتوي علي الكثير من البكتريا (هوائية أو لاهوائية).

١-٤ العوامل التي تؤثر علي محتويات وخصائص المخلفات السائلة

العوامل التى تؤثر على محتويات وخصائص المخلفات السائلة كثيرة ومن أهمها ما يلي :

- عمر المخلفات السائلة.
- وقت جمع العينة.
- تعرض المخلفات السائلة للهواء.

١-٤-١ عمر المخلفات السائلة

أي الوقت الذي مضي منذ صبها في شبكة الصرف الي وقت أخذ العينة، فالمخلفات السائلة في بدء جريانها في شبكة الصرف تكون ذات لون مائل الي الرمادي مع وجود مواد برازية وزيوت وشحوم وأوراق ومخلفات الخضروات طافية علي السطح. وبمضي الوقت ونتيجة لجريان هذه المخلفات السائلة في شبكة الصرف تتفتت المواد العالقة والطافية وتتدمج مع سائل متجانس ذو عكارة عالية ولون أشد تركيزاً، بينما تتصاعد منها روائح كريهة نتيجة لتحلل بعض المواد العضوية تحللاً لاهوائياً.

١-٤-٢ وقت جمع العينة

لما كانت المياه المستعملة وكذلك الغرض من إستعمالها يتغيران من وقت لآخر، فمن البديهي أن تختلف محتويات العينة ودرجة تركيز هذه المحتويات من وقت للآخر، فنجد أن أكثر العينات تركيزاً هي التي تؤخذ في الساعات الأولى من الصباح، بينما يقل تركيز العينات التي تؤخذ في الساعات المتأخرة من الليل. كما تتغير مكونات المخلفات السائلة ودرجة تركيز ما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة تبعاً لتغير للأنشطة الصناعية من موسم لآخر علي مدار السنة.

١-٤-٣ تعرض المخلفات السائلة للهواء

تحتوي المخلفات السائلة عند بدء جريانها في شبكة الصرف علي بعض الأكسجين الذائب الذي سرعان ما يستهلك نتيجة لنشاط البكتريا الهوائية التي تموت إذا لم يتجدد الأكسجين (أي إذا لم يكن هناك إتصال دائم بين المخلفات السائلة والهواء). وعندئذ تنشط البكتيريا اللاهوائية ويحدث تحلل لاهوائي للمواد العضوية فتكتسب المخلفات لوناً داكناً ورائحة عفنة نتيجة لهذا التحلل اللاهوائي، وعلي النقيض من ذلك إذا تواجدت المخلفات السائلة علي اتصال علي إتصال دائم بالهواء عندئذ تنشط البكتريا الهوائية مما ينتج عنه تحلل هوائي للمواد العضوية لا ينتج عنه روائح عفنة أوتركيز عالي في اللون.

من هذا يتضح أن المواد العضوية تتعرض إلي نوعين من التحلل :

أولاً : التحلل اللاهوائي (Putrefaction) :

وهوالذي يحدث نتيجة لنشاط البكتريا اللاهوائية في غياب الأكسجين وينتج عنه غازات النشادر (ammonia) والميثان (methane) وكبريتور الهيدروجين(hydrogen sulphide)، ومعظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة.

ثانياً : التحلل الهوائي (Oxidation) :

وهو الذي يحدث نتيجة نشاط البكتريا الهوائية عند تواجد الأكسجين وينتج عنه أملاح الأزوتات (nitrates) والكبريتات (sulphate) وثاني أكسيد الكربون (carbon dioxide) ومواد أخرى غير ضارة.

١-٤-٣-١ العوامل المؤثرة على التحلل الهوائى لمياه الصرف الصحى

بالنسبة للعوامل المؤثرة على التحلل الهوائى لمياه الصرف الصحى هى كما يلى :

١-درجة حرارة المخلفات (Temperature of Sewage) :

ويظهر تأثير درجة الحرارة في زيادة نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية مع إرتفاع درجة الحرارة إلي درجة معينة يأخذ بعدها نشاط البكتريا في الهبوط.

٢- العوامل الميكانيكية (Mechanical Factors) :

مثل مرور المخلفات السائلة علي هدارات أو في منحدرات أو في وحدات الطلمبات، إذ أن مثل هذه العوامل تساعد علي تفتت المواد العالقة الكبيرة الحجم نسبيا إلي مواد أصغر حجماً.

٣- كمية المياه المستخدمة (مياه الشرب) في المدينة :

كذلك محتويات هذه المياه وكمية مياه الرشح وكمية مياه المطر، وهذه تؤثر علي درجة تركيز المواد الصلبة (عالقة كانت أوذائبة)، كما أن مياه الرشح بما قد تحتويه من أملاح ذائبة تؤثر علي درجة تركيز المواد الذائبة.

٤- المواد الصلبة الموجودة في المخلفات السائلة :

تتواجد المواد الصلبة في المخلفات السائلة إما عالقة أو ذائبة، فإذا أخذنا عينة من المخلفات السائلة ووضعناها في فرن تجفيف لتبخير ما فيها من ماء أمكننا تحديد كمية المواد الصلبة في العينة سواء كانت ذائبة أو عالقة، أما إذا رشحنا العينة قبل التجفيف ثم جففنا السائل الذي مر في ورقة الترشيح فإنه يمكننا تحديد كمية المواد الصلبة الذائبة، وتنقسم المواد الصلبة العالقة إلي :

أ. مواد سهلة الترسيب، أي ترسب في وقت قصير وتقدر بحوالي ٥٠% من المواد العالقة.

ب. مواد صعبة الترسيب، أي تحتاج إلي وقت طويل لترسيبها وتقدر بحوالي ٥٠% من المواد العالقة.

وتتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة من ٦٥% إلي ٧٥% من مجموع المواد الصلبة، بينما تتراوح نسبة المواد الصلبة العالقة من ٢٥% إلي ٣٥% من مجموع المواد الصلبة. وفي عمليات معالجة المخلفات السائلة تحجز نسبة كبيرة من المواد العالقة بينما تمر نسبة كبيرة من المواد الذائبة في كامل عملية المعالجة دون تغيير يذكر إذ يتغير قليل منها بالأكسدة، كما هوموضح بالجدول رقم (١-١) التالي.

جدول رقم (١-١) مكونات مياه الصرف الصحى (الإستخدامات المنزلية)

مياه الصرف الصحى						
١٠٠٠ (جزء في المليون) مواد صلبة						١٠٠٠×٩٩٩ (جزء في المليون) ماء
٣٠٠ مواد عالقة			٧٠٠ مواد ذائبة			
١٥٠ قابل للترسيب		١٥٠ غير قابل للترسيب		٧٠٠ مواد ذائبة		
١٠٠ عضوي	٥٠ غيرعضوي	١٠٠ عضوي	٥٠ غيرعضوي	٣٠٠ عضوي	٤٠٠ غيرعضوي	

كما يمكن تقسيم المواد الصلبة في المخلفات السائلة إلي مواد عضوية وغير عضوية :

- **المواد العضوية (organic substance) :**

وتسمي أحياناً مواد طيارة أوغير ثابتة (volatile-unstable) نظراً لتطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية.

- **مواد غير عضوية (inorganic substance) :**

وتسمي أحياناً مواد معدنية أوثابتة (mineral – stable) ونظراً لثباتها وعدم تطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية. وتقدر نسبة كل من المواد العضوية والمواد غير العضوية الموجودة في المخلفات السائلة بحوالي ٥٠% من مجموع المواد الصلبة.

١-٤-٤ الكائنات الحية الميكروسكوبية في المخلفات السائلة

تحتوي المخلفات السائلة بالإضافة إلي المواد الصلبة العالقة والزائدة علي العديد من أنواع الكائنات الحية الميكروسكوبية والبكتريا، والتي يتواجد كل نوع منها بالآلاف في كل مللي لتر من المخلفات. إلا أن غالبية هذه الكائنات غير ضارة وبعضها ضروري لعملية المعالجة لتثبيت المواد العضوية وتحويلها إلي مواد ثابتة غير ضارة.

إلا أن بعض هذه الكائنات ضارة وقد تسبب أمراض خاصة إذا وصلت إلي الطعام أو إلي مياه الشرب، ومن أمثلة ذلك :

البكتريا التيفودية، والباراتيفود، الدوسنتاريا، الكوليرا، والإمراض المعدية الأخرى.

وتجري علي المخلفات السائلة الإختبارات البكتريولوجية الاتية :

- العدد الكلي للبكتريا عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية، ويتراوح بين نصف مليون إلي خمسة مليون في المللليتر.
- العد الكلي للبكتريا عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية، وهو يقل قليلاً عن العد الكلي عند ٢٠ درجة مئوية.
- عدد بكتريا القولون ويتراوح بين ٣٠٠٠٠ – ٢٠٠٠٠٠ في المليمتر. وبديهي أن هذا التراوح الواسع في عدد البكتريا يكون سبب إختلاف وقت وظروف أخذ العينة وكذلك نوع المخلفات وما تحتويه من مركبات.

١-٤-٥ الإختبارات الكيميائية لعينة المخلفات السائلة

تجري بعض الإختبارات الكيميائية لفحص عينة من المخلفات السائلة بغرض تقدير درجة تركيزها قبل المعالجة، كما تجري نفس الإختبارات علي عينة من المخلفات السائلة أثناء وبعد المعالجة. وتشمل الإختبارات ما يلي :

١. إختبار الأزوت النشادري (nitrogen-ammonia)، حيث تقل كمية النشادر بمضي الوقت لتحولها إلي نيترات ونيتريت.
٢. إختبار الأزوت علي هيئة نترات ونيتريت (nitrites and nitrates)، حيث تزيد كمية النترات بمضي الوقت ويدل تواجد الأزوتات بكثرة علي اقتراب كفاءة المعالجة من الكمال.
٣. إختبار الكلوريدات (chlorides)، ويستفاد من هذا الإختبار للدلالة علي تلوث الماء بالمخلفات السائلة نظراً لإرتفاع تركيز الكلوريدات في المخلفات السائلة عنه في الماء.
٤. إختبار كبريتورالهيدروجين (hydrogen sulphide)، إذ يدل تواجد هذا الغاز في عينة المخلفات علي نشاط البكتريا اللاهوائية وعدم تواجد أللأكسجين في العينة.

٥. إختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD – chemical oxygen demand)، ويستدل منه علي مدي تركيز المواد الكربونية العضوية في العينة،إلا أنه ليس بالدقة الكافية.

٦. إختبار الأكسجين الحيوي الممتص(BOD-chemical oxygen demand)، وهومن التجارب الهامة في إختبار عينات المخلفات السائلة باعتباره طريقة لقياس تركيز المواد العضوية في العينة، إذ بإجرائها يتم تقدير كمية الأكسجين اللازمة لنشاط البكتريا لأكسدة المواد العضوية الموجودة في العينة عند حفظها لفترة محددة وتحت ظروف معينة، وتجري التجربة بتخفيف العينة بكمية معينة من المياه المهواة(Aerated water). ويتم قياس تركيز الأكسجين في الخليط في بداية ونهاية مدة حفظه ومن ثم يمكن حساب كمية الأكسجين المستهلك خلال هذه الفترة وتقديرها بالـ(جزء في المليون).

وتتوقف كمية الأكسجين الحيوي BOD علي العوامل الآتية :

١. تركيز المواد العضوية في العينة، فكلما زاد تركيزها زاد الأكسجين المستهلك أي الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) حيث يتناسب معدل إستهلاك الأكسجين أثناء إجراء تجربة واحدة طردياً مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.
٢. درجة الحرارة أثناء فترة الحفظ (Incubation) إذ كلما زادت درجة الحرارة إلي حد معين – زاد نشاط البكتريا في أكسدة وتثبيت المواد العضوية.
٣. الزمن أو التي تحفظ أثناءها العينة أي التي يقاس تركيز الأكسجين في العينة في بدايتها ونهايتها.

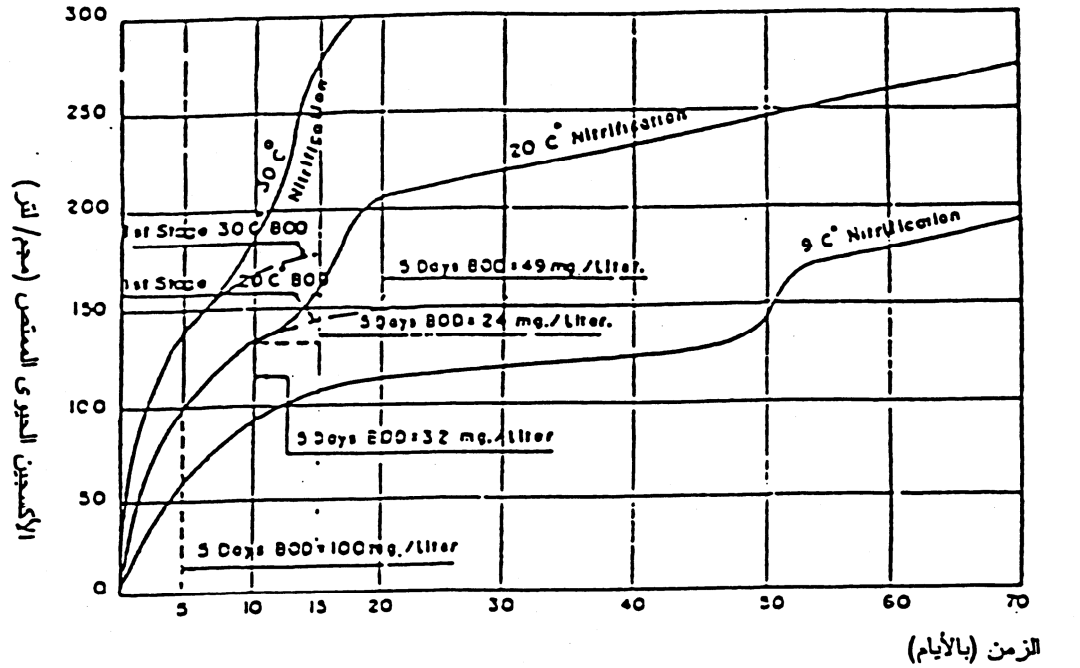
ولتقنين التجربة (standardization) وحتى يمكن مقارنة النتائج علي عينات مختلفة في أماكن وأوقات مختلفة تم الإتفاق علي أن تبقى درجة الحرارة طوال هذه الفترة ٢٠ درجة مئوية وأن يكون زمن حفظ العينة (Incubation Period) خمسة أيام. ويبين الشكل رقم (١-٣) المنحنيات الموضحة للعلاقة بين المتغيرات الثلاثة وهى (BOD) زمن أو فترة الحفظ، درجة الحرارة، ويتبين في هذا الشكل أنه يمكن تقسيم كل منحنى من هذه المنحنيات إلي ثلاثة مراحل هى :

أ- **المرحلة الأولي** : وتستمر لفترة ١٠الي ١٥ يوماً أو أكثر وفيها تتأكسد المواد العضوية الكربونية الأصل، ويتميز هذا الجزء من المنحني بأن معدل إستهلاك الأكسجين يتناسب مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.

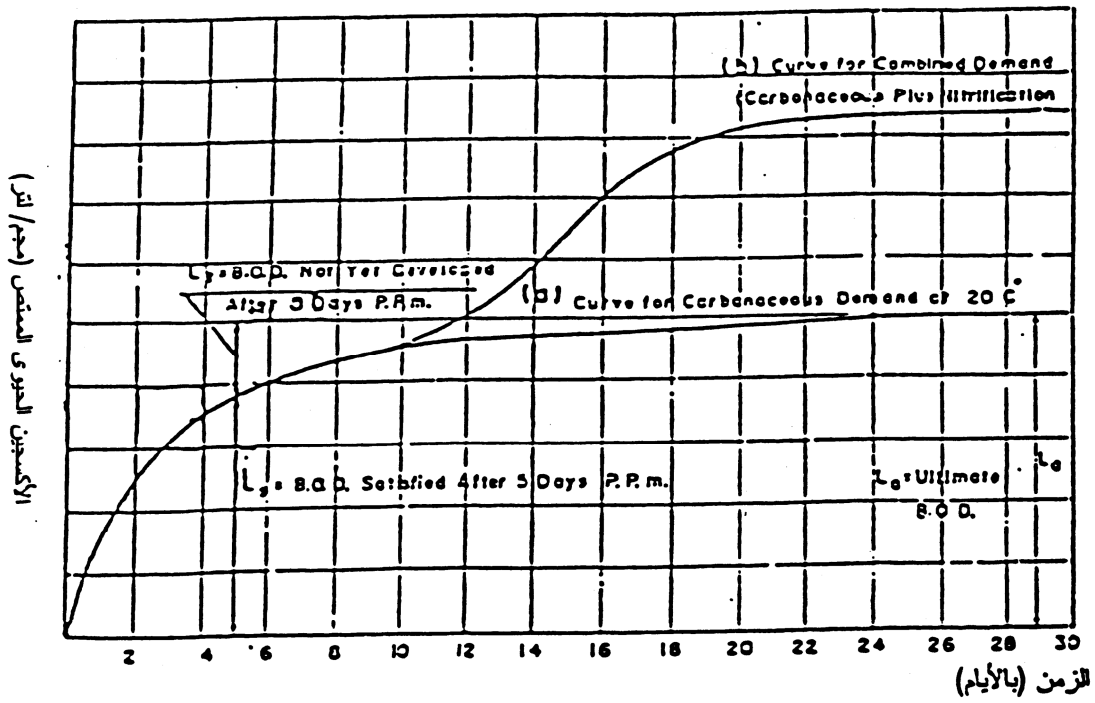
ب- **المرحلة الثانية** : وهي فترة انتقال بين المرحلة الأولي والثالثة، وتتميز هذه المرحلة بثبات معدل إستهلاك الأكسجين مع ارتفاع في قيمة هذا المعدل، وتستمر هذه المرحلة حوالي ثلاثة أيام.

ج- **المرحلة الثالثة** : يتم فيها أكسدة المواد العضوية الأزوتية الأصل، وتتميز بأن معدل إستهلاك الأكسجين يكاد يكون ثابت إلا أنه أقل من المعدل في المرحلة الثانية، وتستمر هذه المرحلة حتى يتم أكسدة المواد العضوية التي قد تستغرق شهوراً.

ويوضح الشكل رقم (١-٣) و(١-٤) العلاقة بين الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) وزمن الحفظ بالحضانه ونوع المادة العضوية، ويتضح من هذا الشكل أن معدل إستهلاك الأكسجين يتناسب مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد، وفي جميع اللإختبارت السابقة تظهر النتائج موضحة تركيز محتويات المخلفات السائلة بالـ(جزء في المليون) كما في الجدول رقم (١-٢). ويبين الجدول رقم (١-٣) كمية المواد العالقة والذائبة واللأكسجين الحيوي الممتص بالنسبة للشخص الواحد مقدرة بالجرام/للفرد، ومنه يمكن تحديد تركيز هذه المواد في المخلفات السائلة بعد معرفة معدل إستهلاك الفرد للمياه في المدينة.



شكل رقم (١-٣) العلاقة بين كمية الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) ودرجة الحرارة وزمن الحفظ بالحضانة



شكل رقم (١-٤) العلاقة بين كمية الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) ودرجة الحرارة ونوع المادة العضوية

جدول رقم (١-٢) خصائص مياه الصرف الصحى فى الظروف المصرية

نوعية المخلفات السائلة (مجم/لتر)	قوية	متوسطة	ضعيفة
المحتوي اللون	أسود	مائل الي السواد	رمادي
اللأكسجين الذائب	صفر	صفر	صفر
الأكسجين الحيوي الممتص(BOD)	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠
اللأكسجين الكيميائي المستهلك(COD)	١٠٠٠	٥٠٠	٢٥٠
المواد الصلبة الكلية	١٢٠٠	٧٢٠	٤٠٠
الواد العالقة	٣٥٠	٢٠٠	١٠٠
المواد الذائبة	٨٥٠	٥٠٠	٢٥٠
الزيوت والشحوم	١٥٠	١٠٠	٥٠
الدهون	٤٠	٢٠	–
الكالسيوم	٤٠	٢٥	١٥
الماغنسيوم	٤٠	٢٥	١٥
الصوديوم	٧٠	٥٥	٤٠
البوتاسيوم	١٥	١١	٧
الحديد	٠.٤	٠.٣	٠.٢
المنجنيز	٠.٤	٠.٣	٠.٢
الأزوت الكلي	٨٦	٥٠	٢٥
النيتريت	٠.١٠	٠.٠٥	صفر
النترات	٠.٤	٠.٢	٠.١
النوشادر	٥٠	٣٥	٢٠
القلوية	٢٥٠	١٠٠	٥٠
الكلوريدات	١٠٠	٥٠	٣٠
الفوسفات	٤٠	٣٠	٢٠
السلفات	٣٠	٣٣	١٥
الرقم الهيدروجيني	٥،٨	٧.٢	–
درجة الحرارة	٦٠	٤٠	٢٠ ٥م
الرائحة	تختلف حسب التفاعلات اللاهوائية ونسبة النتروجين والفسفور والزمن وكلوريد الهيدروجين المتكون		
الفينول	تختلف حسب الإستخدام		
المنظفات الصناعية			

جدول رقم (١-٣) كمية المواد العالقة والذائبة والأكسجين الحيوي الممتص

نوع المادة الصلبة (جرام/فرد/يوم)	غير عضوية (جرام/فرد/يوم)	عضوية (جرام/فرد/يوم)	المجموع (جرام/فرد/يوم)	الأكسجين الحيوي الممتص
عالقة	٢٥	٦٥	٩٠	٤٢
قابلة للترسيب	١٥	٤٠	٥٥	١٩
صعبة الترسيب	١٠	٢٥	٣٥	٢٣
ذائبة	٨٠	٨٠	١٦٠	١٢
المجموع	١٠٥	١٤٥	٢٥٠	٥٤

١-٥ التغيير في تصرفات الصرف الصحى

يجب عند تصميم أعمال الصرف الصحى تحديد تصرفات مياه الصرف الصحى حتي يمكن تصميم أعمال الصرف الصحى المختلفة من شبكات وخطوط طرد ومحطات ضخ ومحطات معالجة، وحيث أن تصرفات مياه الصرف الصحى تعتمد بالدرجة الأولى علي معدلات إستهلاك المياه، لذلك سنتعرض فيما بعد لكيفية حساب معدلات إستهلاك المياه ومنها بالتالى تحديد معدل الصرف الصحى.

١-٥-١ معدلات إستهلاك مياه الشرب الحالية والمستقبلية

يعبر عن معدلات إستهلاك مياه الشرب باللتر/فرد/اليوم ويختلف هذا المعدل باختلاف فصول السنة وكذلك علي مدار الشهر وأيضاً خلال الـ ٢٤ ساعة من اليوم، ولمواجهة هذه التغيرات في معدلات الإستهلاك أمكن تعريف معدلات الإستهلاك المختلفة وأيضاً تحديد معدل الإستهلاك اليومي المتوسط.

متوسط الإستهلاك اليومي (average annual daily water consumption) ويحسب بقسمة اجمالي الإستهلاك للمياه خلال العام على عدد أيام السنة من :

$$\text{(لتر/فرد/يوم)} = \frac{\text{إجمالي إنتاج محطات تنقية مياه الشرب علي مدار العام الواحد (لتر)}}{\text{إجمالي عدد السكان (فرد)} \times ٣٦٥ \text{ (يوم)}}$$

وطبقاً للدراسات التي تمت لمدن القاهرة والإسكندرية وبورسعيد وبعض محافظات الوجه القبلي والبحري والمدن الجديدة مثل (مدينة العبور ومدينة السادس من أكتوبر) تم تحديد متوسط اللإستهلاك اليومي لمختلف مناطق الجمهورية من حيث كونها مدن أو عواصم محافظات أو مراكز أو ريف، ومتوسط الإستهلاك اليومي يمثل الإستهلاك المنزلي بالإضافة إلى الإستهلاك للأغراض العامة وللصناعات والصغيرة، أما بالنسبة للفوائد في الشبكات فهي تتراوح بين ٢٠-٤٠/لتر/الفرد في اليوم وهذه الكمية داخله ضمن متوسط الإستهلاك اليومي، ويراعي خصم كمية الفاقد عند حساب معدلات الإستهلاك الأخرى. ويعرض الجدول رقم (١-٤) متوسط الإستهلاك اليومي وكذلك كمية الفاقد خلال الشبكة.

جدول رقم (١-٤)

متوسط الإستهلاك اليومي من مياه الشرب وكمية الفاقد خلال الشبكة

الإستخدام	متوسط الإستهلاك اليومي (لترافردايوم)	كمية الفاقد خلال شبكة المياه (لترافردايوم)	متوسط الإستهلاك الكلي للفرد (لترافردايوم)
عواصم المحافظات (مدن	١٨٠	(٢٠-٤٠)	(٢٠٠-٢٢٠)
المراكز	١٥٠	(١٥-٣٠)	(١٦٥-١٨٠)
القرى حتي ٥٠٠٠٠ نسمة	١٢٥	(١٠-٢٥)	(١٣٥-١٥٠)
المدن الجديدة	٢٨٠	(صفر-٢٠)	(٢٨٠-٣٠٠)

وللحصول علي معدلات الإستهلاك في المستقبل تطبق المعادلات الأتية:

$$Perent.Increase = \left[\left(\frac{P_n}{P_1}\right)^{0.125} - 1\right] \times 100 \qquad (١-١)$$

$$Perent.Increase = \left[\left(\frac{P_n}{P_1}\right)^{0.11} - 1\right] \times 100 \qquad (١-٢)$$

وتطبيق المعادلة (١) فى حالة عدم وجود عدادات قياس إستهلاك المياه.

وتطبق المعادلة (٢) في حالة وجود عدادات إستهلاك المياه.

وفي حالة معرفة النسبة المئوية لمعدل الزيادة السكانية يمكن تطبيق المعادلة الاتية :

$$Perent.Increase = \left[(1+r)^n - 1\right] \times 100 \qquad (٣-١)$$

حيث :

r معدل الزيادة في الإستهلاك سنوياً وتؤخذ ١/١٠ من النسبة المئوية لمعدل الزيادة السنوية للسكان.

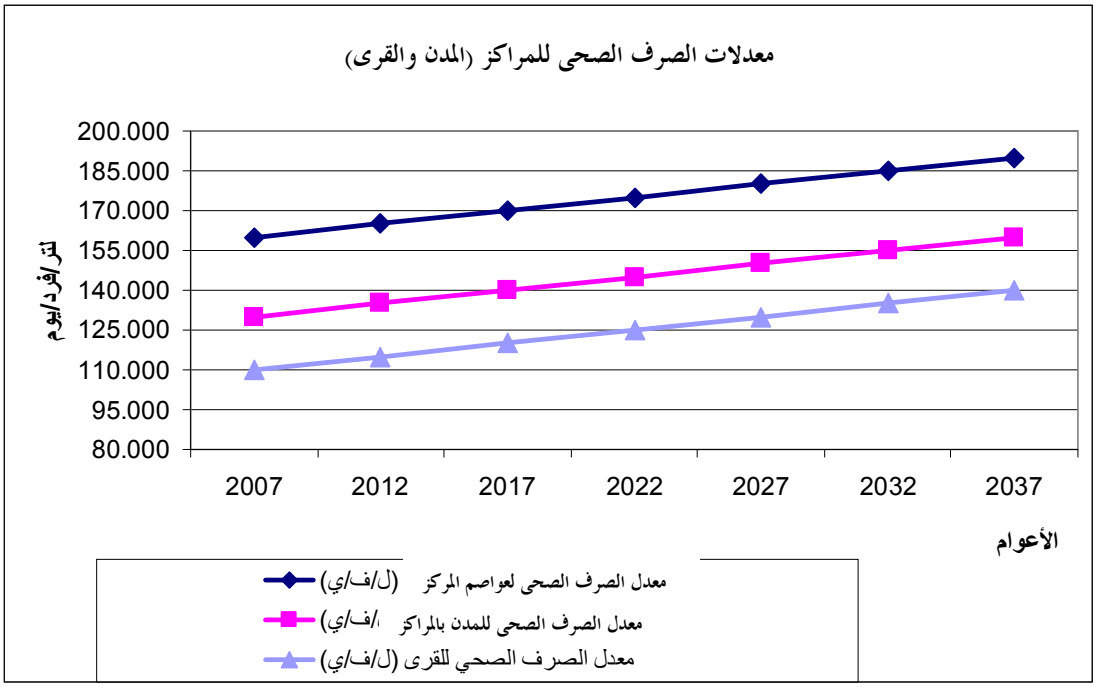
n زمن المشروع (عدد السنين التي يخدم فيها المشروع).

$$WaterConsumption._{future} = WaterConsumption_{present} \times Percent.IncreaseofPopulation \qquad (٤-١)$$

وبعد تقدير النسبة المئوية للزيادة يتم تقدير معدل الإستهلاك المتوسط لمياه الشرب فى المستقبل.

١-٥-٢ معدل تصريف مياه الصرف الصحى

معدل تصريف مياه الصرف الصحى يختلف بإختلاف فصول السنة، وكذلك على مدار الشهر الواحد وأيضاً خلال ٢٤ ساعة من اليوم، ولمواجهة هذه التغيرات فى معدلات تصريف مياه الصرف الصحى أمكن تعريف معدلات التصرفات المختلفة. والشكل التالى يوضح قيمة تصرفات مياه الصرف الصحى لمدن وقرى محافظات جمهورية مصر العربية حالياً ومستقبلاً.



منحنى تزايد معدل الصرف الصحى لجمهورية مصر العربية

١-٥-٢-١ التصرف المتوسط Average Flow

يحسب التصرف المتوسط (Average Flow) لمياه الصرف الصحى بضرب متوسط الإستهلاك اليومي للمياه في المعامل يؤخذ من (٠.٨ – ٠.٩).

$$Q_{av}(sewage)=(٠.٨-٠.٩)\ Q_{av}(water) \qquad (٥-١)$$

١-٥-٢-٢ التصرف الجاف Dry Weather Flow

التصرف الجاف (Dry Weather Flow DWF) هو التصرف النـــاتج مـــن الإستهلاكات المختلفة بدون إضافة مياه الأمطار، وينقسم إلى :

١- أدني تصرف جاف (Minimum Dry Weather Flow) :

وهذا التصرف يحدث أثناء الليل أو خلال الشتاء ويحسب من المعادلة الآتية :

$$Q_{min}\ DWF = p^{١/٦} \times Q_{av} \qquad (٦-١)$$

حيث :

Q_{min} DWF أدني تصرف (لتر/ث)

P عدد السكان (بالألف نسمة)

Q_{av} التصرف المتوسط (لتر/ث)

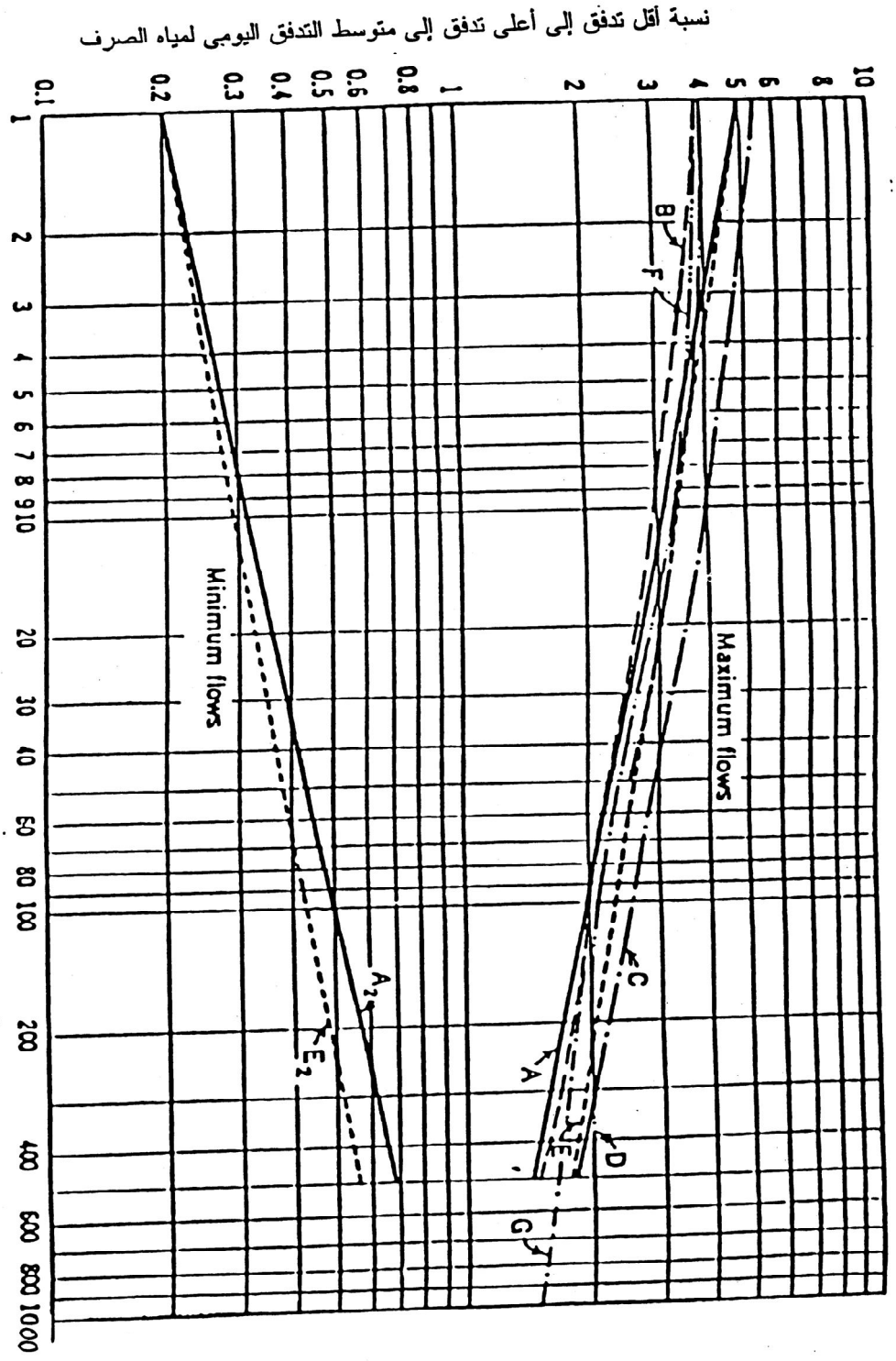
٢- أقصي تصرف جاف (Maximum Dry Weather Flow) :

يطلق عليه تصرف ساعة الذروة ويحدث في شهور الصيف ويحسب من المعادلات الأتية :

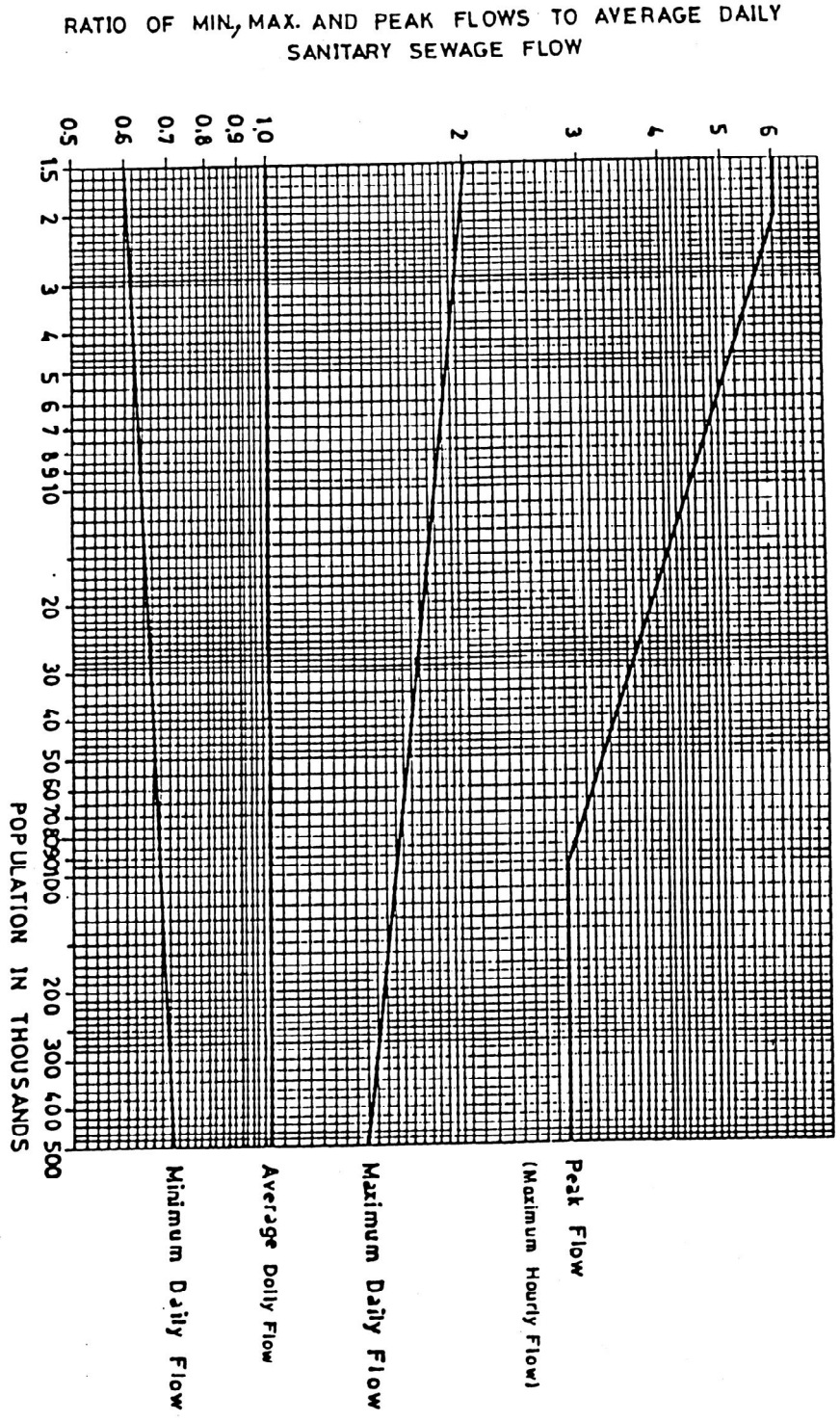
$$Q_{\min} DWF = ١ + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \times Q_{av} \qquad (٧-١)$$

$$Q_{\min} DWF = \frac{5}{P^{0.167}} \times Q_{av} \qquad (٨-١)$$

ولتحديد قيم معاملات الذروة في حالة أدني تصرف جاف وأقصي تصرف جاف طبقاً للمعادلات (١-٦)، (١-٧)، (١-٨) السابق ذكرها، يمكن إستخدام المنحنيات الموضحة بالشكل رقم (١-٤)، ومن واقع الخبرة والظروف المصرية يكون الشكل رقم (١-٥) فهو أيضاً يوضح منحنيات تحديد معامل الذروة وأدنى وأقصى تصرف جاف.



شكل رقم (١-٤) منحنى تحديد قيم معامل الذروة وأدنى وأقصى تصرف جاف



شكل رقم (١ – ٥) العلاقة بين تحديد قيم معامل الذروة وأدنى وأقصى تصرف والمتوسط في الظروف المصرية

١-٥-٣ تقدير كمية مياه الرشح

يتم حساب كمية مياه الرشح الواصلة إلى شبكة الصرف الصحى القائمة بواسطة هدارات قياس تصرف، توضع في المطابق حيث يتم قياس كمية مياه الرشح الداخلة إلى الشبكة.

توجد معادلات كثيرة تستخدم لحساب كمية مياه الرشح، والمعادلة الأتية تستخدم لحساب كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولي من الخط.

$$Q_{inf} = ADH^{٢/٣} \qquad (٩-١)$$

حيث :

Q_{inf} : كمية مياه الرشح خلال ١ كم طولى من خط المواسير (لتر/ساعة)

A : معامل يتراوح قيمته بين ٥-١٠ ويفضل إستخدام قيمته بـ (١٠)

D : قطر المواسير (م)

H : العمق المتوسط (م) لخط المواسير أسفل منسوب المياه الأرضية (الترشيح)

وفى حالة صعوبة تطبيق المعادلة وعدم توافر البيانات اللازمة تؤخذ كمية مياه الرشح مساوية (٢٤-٩٥) م^{٣}/اليوم/١ كم من خط المواسير أو تؤخذ ٤٦ م^{٣}/يوم/سم من قطر الماسورة/١ كم من خط المواسير، أيهما أكبر. كما يمكن تحديد كمية مياه الرشح الواصلة إلى خطوط مواسير الشبكة مباشرة وذلك بالنسبة للمساحة المخدومة بالهكتار لكل من خطوط المواسير الجديدة والقائمة.

١-٦ الغرض من معالجة مياه الصرف الصحى

لقد زاد الإهتمام في السنوات الأخيرة بجمهورية مصر العربية بأعمال معالجة مياه الصرف الصحى لتواكب الزيادة الكبيرة في معدلات إستهلاك المياه والتي ترتبط بعوامل كثيرة منها :

- زيادة تعداد السكان.
- التقدم الصناعي وإحتياجه من إستخدام كميات كبيرة من المياه وما تحتويه هذه المياه من مركبات كيميائية مختلفة ومعقدة.

وتستهدف عمليات معالجة مياه الصرف الصحى :

(أ) تقليل مشكلة التلوث البيئي وذلك بإزالة معظم المواد العضوية الطافية والعالقة والذائبة وكذلك بعض المواد غير العضوية كما يجب تطهير المياه بهدف القضاء على الكائنات الحية الممرضة والتي توجد عادة في مياه الصرف الصحى.

(ب) إعادة إستخدام المياه المعالجة في الأغراض المختلفة كرى المزروعات المختلفة طبقاً لأحكام القوانين المنظمة لذلك.

كما يمكن إعادة إستخدام المياه المعالجة في تطبيقات صناعية كمياه التبريد لبعض الصناعات وإطفاء الحرائق وفق محاذير محددة كما سوف تستخدم المياه المعالجة بدرجة معينة.

وتشمل معالجة المخلفات السائلة مراحل طبيعية وبيولوجية – كيميائية حيث يتم في الأولى حجز المواد الطافية وترسيب المواد القابلة للترسيب وتعرف باسم المعالجة الأولية وفيها يتم خفض الحمل العضوي والمواد العالقة بنسبة لكل منها ٣٠ و٦٠% تقريباً، أما المعالجة البيولوجية والتي تسمى أحياناً بالمعالجة الثانوية فنعتمد أساساً على نشاط البكتريا الهوائية التي تنمو وتتكاثر فى أحواض التهوية أو الأحواض المهواة أو المرشحات الزلطية أو برك الأكسدة وتجميع نسبة كبيرة من المواد العضوية المتبقية في أحواض الترسيب النهائى. وبذلك يكون قد تم التخلص من ٨٠ إلى ٩٠% من المواد العضوية العالقة والذائبة ويتبقى بعد ذلك التطهير بالكلور للتخلص من الكائنات الحية الممرضة ومنع إنتشارها في المجارى المائية التي تصب فيها مياه الصرف المعالجة.

وهناك خطوة إضافية في المعالجة تعرف بالمعالجة المتقدمة أو المعالجة الثلاثية والتي يلجأ اليها في بعض الأحيان عند الرغبة فى الحصول على مياه أكثر نقاء وذلك بإزالة بعض المواد من مياه الصرف المعالج بيولوجياً مثل النيتروجين والنشادر والفسفور وغيرها من المواد بحسب المواصفات المطلوبة للمياه الناتجة وإستخدامها وكذلك قد يتطلب الأمر خفض درجة العكارة إلى أقل قدر ممكن من بعض العناصر المناسبة.

ومما هو جدير بالذكر أن عمليات المعالجة تهدف أساسا إلى تطبيق القوانين المنظمة للصرف سواء على الشبكة أوعلى المصارف العمومية حيث أن المعايير الواردة بهذه القوانين تراعى في النهاية حماية البيئة المحيطة من التلوث.

كما يجب الإلتزام الجاد بتطبيق القوانين المنظمة للصرف على شبكات الصرف الصحى العمومية وإلزام المصانع المخالفة يعمل المعالجات المطلوبة لمخلفاتها لمطابقة المواصفات والمعايير القياسية المنصوص عليها في القوانين المنظمة لذلك ولائحتها التنفيذية.

١-٧ خصائص مياه الصرف الصحى

١-٧-١ الخصائص الطبيعية Physical Characteristics

١-٧-١-١ اللون Color

يميل لون المخلفات التي من اصل آدمي إلى اللون الرمادي ولكنه يتحول تدريجيا إلي اللون الأسود، عندما يبدأ التحلل اللاهوائى وذلك في غياب الأكسجين الذائب. وقد يكتسب ألوانا أخرى عند صرف مخلفات من مصادر غير آدمية. وعند تشبع مياه الصرف الصحى بالأكسجين لفترة ملائمة تكتسب اللون المائل إلى البني.

١-٧-١-٢ الحرارة Temperature

تزيد درجة حرارة بعض المخلفات السائلة (الصرف الصحى) عن درجة حرارة الجوالمحيط بها زيادة طفيفة، وذلك بحكم إستخدام مياه الشرب في الأغراض الآدمية، أو من صرف مخلفات صناعية على الشبكة وقد تقل إذا تسرب إلى الشبكة مياه جوفية.

١-٧-١-٣ الرائحة Odor

لمياه الصرف الصحى المتكونة حديثا رائحة مميزة غير مقبولة إلى حد ما، ولكنها تصبح كريه) الذي يتكون نتيجة النشاط اللاهوائى في غياب H_2S مع بداية تكون غاز كبريتيد الهيدروجين (الأكسيجين الذائب، وربما تظهر روائح أخرى إذا إختلطت المياه بمخلفات صناعية. وظهور رائحة كبريتيد الهيدروجين في محطات الرفع أو فى مدخل محطات التنقية دليل على تعفن

المياه في الشبكة نتيجة زيادة مدة المكث أثناء الصرف أو إرتفاع درجة الحرارة أو صرف مخلفات صناعية. وكلها عوامل تؤدى إلى نفاذ الأكسيجين الذائب وزيادة سرعة التفاعلات المؤدية إلى التعفن.

١-٧-١-٤ المواد الصلبة الكلية Total Solid (TS)

المواد الصلبه الكلية فى مياه الصرف الصحى هى المواد الصلبه التى تتبقى بعد تبخير عينه عند درجة تتراوح بين ١٠٠- ١٠٥ م. وهى تتضمن نوعين كالأتى :

- مواد صلبة ذائبة لا يمكن فصلها بالترشيح وتمثل تقريبا ٧٠ %.
- المواد الصلبة العالقة وهى التى بمكن فصلها بالترشيح وتنقسم بدورها إلى نوعين :
  - المواد العالقة القابلة للترسيب Settliable Matter
  - المواد العالقة الغروية Colloidal matter

وهى غير قابلة للترسيب وتظل معلقة فى الوسط المائى مسببة العكارة.

هذان النوعان ينقسمان بالتالى إلى :

١-٧-١-٥ المواد العضوية أو الطيارة Organic (Volatile) Matter

ويدخل فى تركيبها الكربون والهيدروجين والأكسيجين والنتروجين والكبريت والفسفور. وأهم المركبات العضوية الموجودة فى المخلفات الآدمية هى البروتينات والكربوهيدرات وهى المواد القابلة للتحلل عن طريق البكتريا، ولا بمكن إزالتها من المياه بإستخدام المعالجه البيبولوجية. إذا كانت فى صورة ذائبة أوغروية أوبالترسيب إذا كانت عالقة.

١-٧-١-٦ المواد غير العضوية أو الثابتة Inorganic (Fixed) Matte

وهى المواد التى لا تتأثر عند درجات الحرارة العالية (٥٠٠ م) وتتكون فى معظمها من الرمال والحصى والأملاح المعدنية، ويستخدم قياس المواد الصلبة فى التعبير عن قوة مياه الصرف الصحى.

١-٧-١-٧ الغازات الذائبة Dissolved Gases

أكثر الغازات تواجداً فى مياه الصرف الصحى هى الأكسيجين إذا كانت حديثة أو فى مراحل التهويه بمحطات المعالجة ثم ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والميثان الناتجة من تحلل المواد العضوية فى الظروف اللاهوائية.

١-٧-١-٨ السوائل الطيارة

وهى السوائل التى تغلى فى درجة حرارة أقل من ١٠٠م مثل الجازولين.

١-٧-١-٩ المواد العضوية Organic Matter

- **الكربوهيدرات Carbohydrates**

وتشمل السكريات والنشويات والسيليولوز تتركب من الكربون والهيدروجين والأكسيجين، وتتحلل السكريات بسرعة تليها النشويات والسليولوز أصعبها فى التحليل.

- **البروتينات Proteins**

وتمثل حوالى ٥٠% من المواد العضوية، وتحتوى على نسبة كبيرة من النتروجين وتمثل مع اليوريا المصدر الرئيسى للنتروجين فى المخلفات السائلة، كما أنها سريعة التحلل بيولوجيا بواسطة البكتريا.

- **الشحوم والزيوت والدهون Grease،Oils،Fats**

وهى تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسيجين بنسب متفاوتة وللزيوت أهمية خاصة لأنها صعبة التحلل وتحتاج إلى وسائل خاصة للتخلص منها، كما أنها تغطى الأسطح والأجسام وتطفوعلى السطح فى أحواض الترسيب ووجودها فى الفائض النهائى يؤثر سلبيا على نوعيتة.

- **مواد عضوية آخرى**

مثل المنظفات Detergents والفينول والمبيدات الزراعية،أما الفينول والمبيدات الزراعية فهى ذات تأثير سام على الكائنات التى تعتمد عليها محطات المعالجة، وأما المنظفات فهى سبب رئيسى لتكون الرغوة فى أحواض المعالجة (التهوية).

١-٧-٢ الخصائص الكيميائية : Chemical Characteristics

وتشمل المواد الغير عضويه وتمثل حوالى ٥٠ % Inorganic Matters

١-٧-٢-١ الرقم الهيدروجينى pH

وهو أحد العوامل الهامة جدا المؤثرة على حياة الكائنات الدقيقة فى المخلفات السائلة وضبط قيمة الرقم الهيدروجينى أحد المهام الرئيسية التى يجب التقيد بها لتوفير البيئة الملائمة للكائنات، وأفضل قيمة للرقم الهيدروجينى هو ٧ أى يكون الوسط متعادلاً، أما الإرتفاع أو الإنخفاض الكبير فإنة يؤدى إلى أضطراب فى عملية المعالجة، وفى مياه الصرف الصحى تميل القيمة قليلاً نحو القلوية أى pH = ٧.٢ تقريباً.

كما يعتبر قياس الأس الهيدروجينى أحد الدلائل للتعرف على صرف مخلفات صناعية على شبكة الصرف الصحى.

١-٧-٢-٢ الكلوريدات Chlorides

تركيز الكلوريدات فى المخلفات السائلة يكون عادة اكبر من تركيزها فى مياه الشرب. نتيجة لإستخدام كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) فى النشاط الآدمى بإستمرار، وربما أضيفت عن طريق الرشح إلى الشبكة، أو صرف مخلفات صناعية، وأملاح الكلوريدات لا تتأثر بالمعالجة الطبيعية أو البيولوجية. كما أن زيادة الكلوريدات فى المخلفات تهاجم الإنشاءات والتركيبات المعدنية.

١-٧-٢-٣ القلوية Alkalinity

مركبات الكالسيوم والماغنيسيوم أكثر شيوعاً، وتأتى القلوية من طبيعة الإستخدام المنزلى للمياه. تفيد القلوية عند إستخدام الترسيب الكيميائى فى فصل المواد العالقة، كما تعادل الحمضية الناتجة من تكون النترات عند عملية النترتة، وأيضاً فى عمليات نزع الأمونيا. وقد تزيد القلوية أو تقل عند صرف مخلفات صناعية على شبكات الصرف الصحى.

١-٧-٢-٤ النتروجين والفسفور Nitrogen - Phosphorous

يتعين وجود النتروجين والفسفور والكربون فى مياة الصرف الصحى بنسب متوازنة وهى :

١٠٠(كربون) :٥ (نتروجين) : ١ (فسفور) حيث تستمر الكائنات الدقيقة فى حالة نشاط ونمو طبيعى.

١-٧-٢-٥ الكبريت Sulphur

يوجد الكبريت فى المخلفات السائلة على هيئة كبريتيد الهيدروجين(H_2S) أوكبريتات(SO_4) وفى تكوين المواد العضوية تتأكسد الكبريتيدات بيولوجيا فى وجود الهواء الجوى مكونة حمض الكبريتيك الذى يهاجم المنشآت الأسمنتية والشبكات.

كما يتم إختزال الكبريتات أيضا فى غياب الأكسيجين الذائب إلى كبريتيد الهيدروجين(H_2S) وهوغاز قاتل وقابل للإنفجار إذا زاد تركيزه فى الهواء. كما أنه يسبب الرائحة الكريهة المميزة لمياه الصرف الصحى، وإلى جانب ذلك فهو يستهلك جزءاً من الأكسيجين اللازم للعلميات الحيوية فى محطات المعالجة البيولوجية.

١-٧-٢-٦ المعادن الثقيلة Heavy metals

مثل النيكل والكاديوم والزئبق والنحاس والحديد والزنك. تتواجد طبيعيا بنسب ضئيلة فى المياه، وهى مطلوبة فى تكوين الخلايا الجديدة والنموالحيوى إلا أن التركيز العالى منها لة تأثير سام على الكائنات الحية.

١-٧-٢-٧ المواد السامة Toxic Compounds

وبإضافة إلى المعادن الثقيلة السابق ذكرها توجد بعض مواد أخرى ذات تأثير سام على صور الحياة فى المخلفات السائلة مثل مركبات السيانيد وأملاح الفضة والزرنيخ.

١-٧-٣ الخصائص البيولوجية

الخصائص البيولوجية لمياه الصرف الصحى تعنى معرفة أهم الكائنات الدقيقة فى هذه المخلفات السائلة وهى كما يلى :

١-٧-٣-١ البكتريا Bacteria

وهى كائنات وحيدة الخلية، تتغذى على المواد العضوية الذائبة وتقوم بتحليل المواد العضوية العالقة.

وتنقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية :

أولاً : البكتريا الهوائية Aerobic Bacteria

يعيش هذا النوع فى وجود الأكسيجين الذائب Dissolved oxygen

ثانياً : البكتريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria

وهى التى تنشط وتعيش فى غياب الأكسجين الذائب وتموت عند تواجده وهى تحصل على الطاقة اللازمة من تكسير المركبات الكيميائية التى تحتوى على الأكسيجين.

ثالثاً : البكتريا الإختيارية Facultative Bacteria

نوع فى منتهى الأهمية لأنة يعيش عند تواجد أو إنعدام الأكسيجين الذائب وبالتالى فهى الأكثر تواجداً فى المخلفات السائلة لأنها تتوقف عن النمو والتكاثر، وتعتبر الكائن الأساسى قى عمليات المعالجة البيولوجية المسئولة عن التغذية على المواد العضوية الذائبة والغروية.

١-٧-٣-٢ البروتوزا (الأولويات) Protozoa

كائنات وحيدة الخلية، أكبر حجماً من البكتريا وهى تتغذى عليها وعلى المواد العالقة الدقيقة، تتولى ترويق والوصول إلى كفاءة علاج عالية للسائل الرائق (Super Natant) بعد المعالجة البيولوجية الهوائية، حيث تتولى مهمة تنقيتها من المواد العالقة الغروية التى يصعب ترسيبها.

وهى كائنات هوائية حقيقية من السهل التعرف عليها، ووجودها يعنى توافر الظروف الهوائية فى الوسط الموجودة به، كما أن وجودها بأعداد وفيرة دليل على التشغيل السليم لعملية المعالجة فى طريقة الحمأة النشطة. وهى شديدة الحساسية للمواد السامة، وغيابها خير دليل على وجود مواد سامة بالمخلفات نتيجة صرف مخلفات صناعية أو خلافه حتى لو كان الوسط هوائياً.

ولذلك فإن الهدف الرئيسى من عملية معالجة مياه الصرف الصحى هو التخلص من أى مسببات تلوث المياه سواء كانت مواد عضوية أو غيرها عالقة كانت أم ذائبة، ويتم ذلك عن طريق حجزها وإزالتها أو تحليلها إلى مواد وغازات غير ضارة إضافة إلى التخلص من الكائنات الحية الضارة والمسببة للأمراض.

وكما هومعلوم فإن حوالى ٧٥ % من المواد العالقة وحوالى ٤٠% من المواد الذائبة فى مياه الصرف الصحى هى عبارة عن مواد عضوية كما هو موضح بالجدول رقم (١-٥).

جدول رقم (١-٥)

نسب مكونات الجوامد العالقة والذائبة فى مياه الصرف الصحى

١٠٠٠ (جزء فى المليون) مواد صلبة					
٣٠٠ مواد عالقة				٧٠٠مواد ذائبة	
١٥٠ قابل للترسيب		١٥٠غير قابل للترسيب		٣٠٠ عضوى	٤٠٠ غير عضوى
١٠٠عضوى	٥٠غير عضوى	١٠٠عضوى	٥٠غير عضوى		

* جميع الأرقام جزء فى المليون (ج. ف. م)

وهذه المواد الصلبة ناتجة عن النشاطات المختلفة للإنسان فى مجتمعاته السكانية وعادة فإن مكونات المركبات العضوية تكون خليطاً من الكربون والهيدروجين والأكسجين بالإضافة إلى النيتروجين، كما أن هناك عناصر هامة أخرى مثل الكبريت والفسفور والحديد، وهذه المكونات تشكل المجاميع الرئيسية للعناصر العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى وهى كالآتى:

- بروتينات تتراوح ما بين ٤٠ إلى ٦٠%
- كربوهيدرات تتراوح ما بين ٢٥ إلى ٥٠%
- دهون وزيوت تصل إلى ١٠%

إضافة إلى ذلك فإن مياه الصرف تحتوى على كميات قليلة من عناصر عضوية صناعية (غير طبيعية) كثيرة مثل المبيدات الحشرية الزراعية والمواد الفينولية والمنظفات الصناعية، وهناك عدة إختبارات أساسية لتحديد المحتويات العضوية لمياه الصرف الصحى أهمها ما يلى :

أ – متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD).

ب – متطلبات الأكسجين الكيميائى (COD).

جـ – الكربون العضوى الكلى (TOC) .

د – متطلبات الأكسجين الكلية (TOD).

وعموما فأن المعيار الشائع الإستخدام والمطبق فى تحديد التلوث العضوى فى المياه هومتطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD).

ومن خلال هذا المعيار يتم قياس الأكسجين الذائب المستخدم من قبل الأحياء الدقيقة فى عمليات الأكسدة الكيميائية والحيوية للمادة العضوية وتتراوح متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD) فى مياه الصرف الصحى الخام غير المعالجة ما بين ٢٥٠ إلى ٦٥٠ ملجم / لتر. ويقدر التركيز المقبول للأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD) قى مياه الصرف الصحى المعالجة بحوالى ٣٠ ملجم / لتر كمتوسط شهرى وقد ينخفض إلى ١٠ملجم/لتر فى بعض البلاد القاسية فى شروط حماية البيئة.

١-٨ تقنيات معالجة مياه الصرف الصحى

تتم إزالة الملوثات الموجودة فى مياة الصرف الصحى من خلال عمليات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية، وتقوم العمليات الكيميائية فيتم تحويل جزء من المواد الذائبة من جراء التفاعلات الكيميائية إلى مواد عالقة يمكن ترسيبها وإزالتها ويتركز إستخدام العمليات الحيوية (البيولوجية) فى إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل سواء العالقة أم الذائبة، وعن طريق تلك العمليات يتم تحويل الموادالعضوية إلى غازات متطايرة وأنسجة خلايا حيوية تتم إزالتها عن طريق ترسيبها، إضافة إلى ذلك فإن العمليات الحيوية لها دور فى إزالة النيتروجين من المياه الملوثة وتتبع هذه الطرق تعقيم مياه الصرف الصحى كما يلى :

١- المعالجة التمهيدية (الميكانيكية).

٢- المعالجة الأبتدائية (الطبيعية أوالطبيعية والكيمائية).

٣- المعالجة الثانوية (البيولوجية).

٤- المعالجة الثلاثية (البيولوجية – الكيميائية – الطبيعية).

٥- معالجة الحمأة (المواد المترسبة من أحواض الترسيب).

١-٨-١ الهدف من المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحى

الهدف من المعالجة التمهيدية هو إزالة المواد الصلبة العالقة غير القابلة للتحلل فى مياه الصرف الصحى، وتتم هذه المعالجة فى الوحدات التالية :

١-٨-١-١ المصافى العادية

التى تخلص مياه الصرف الصحى من الجوامد الكبيرة الحجم وذلك بحجزها.

١-٨-١-٢ المصافى الدقيقة

التى تخلص مياه الصرف الصحى من الجوامد الصغيرة الحجم وذلك بحجزها.

١-٨-١-٣ أحواض حجز الرمال والأتربة

التى تستعمل عادة لإزالة المواد الصلبة ذات الأصل المعدنى كالرمل والأتربة وما شابهها من مياه الصرف الصحى.

١-٨-١-٤ أحواض إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الصحى

وهى تستخدم لإزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الصحى، ويمكن أن يتم ذلك فى حوض حجز الرمال والأتربة، أى فى حوض واحد.

١-٨-١-٥ أحواض التهوية الإبتدائية

وهى تستخدم لإعادة مياه الصرف الصحى لحالتها الحديثة فى التكوين.

١-٨-٢ الهدف من المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحى

الهدف من عملية المعالجة الإبتدائية هو إزالة المواد الصلبة العالقة سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وتتم هذه المعالجة فى أحواض الترسيب التى تستعمل لحجز المواد الصلبة ذات الوزن النوعى الأكبر من ١.٠٠ أما المواد ذات الوزن النوعى الأقل من ١.٠٠ فتطفو على سطح أحواض الترسيب، وتوجد ثلاثة أشكال رئيسية لأحواض الترسيب وهى :

١- أحواض الترسيب أفقية الحركة ذات الشكل المستطيل التى تتم حركة المياه فيها بشكل أفقى من بداية الحوض إلى نهايته.

٢- أحواض الترسيب القطرية التى تتم فيها حركة المياه بشكل أفقى من مركز حوض الترسيب إلى محيطه وتنفذ هذه الأحواض بشكل دائرى أوبشكل مربع فى بعض الأحوال.

٣- أحواض الترسيب الرأسية التى تتم حركة المياه فيها من الأسفل إلى الأعلى.

ويمكن للمعالجة الإبتدائية (الميكانيكية) هذه أن تزيل تقريباً نسبة ٦٠ - ٧٠% من المواد العالقة وتسبب إنخفاض فى الأكسجين الحيوى الممتص من مياه الصرف الصحى بنسبة ٢٠ - ٣٠%.

١-٨-٣ الهدف من المعالجة الكيميائية لمياه الصرف الصحى

تتم هذه المعالجة بإضافة المواد الكيميائية التى تتفاعل والمواد العالقة والهلامية وبعض المواد القابلة للتحلل الموجودة فى مياه الصرف الصحى وتشكل مواد غير ضارة قابلة للترسيب، ولإجراء المعالجة الكيميائية تحتاج إلى الوحدات التالية :

١- مستودعات حفظ وتحضير المادة الكيميائية.

٢- أحواض المزج السريع التى يتم فيها خلط مياه الصرف الصحى مع هذه المواد الكيميائية.

٣- أحواض الترويب التى يتم فيها تفاعل المواد العضوية مع المواد العالقة والهلامية الموجودة فى مياه الصرف الصحى.

٤- أحواض الترسيب ليتم فيها ترسيب المواد الناتجة عن هذه التفاعلات.

وتستعمل الطرق الكيميائية بشكل رئيسى لمعالجة المخلفات السائلة الصناعية، ويمكن إجراء المعالجة الكيميائية بمرور تيار كهربائى خلال مياه الصرف الصحى يسبب تحلل المياه إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة، فتنتقل الأيونات الموجبة إلى القطب السالب وتنتقل الأيونات السالبة إلى القطب الموجب فتشكل الأيونات فيما بينها مع القطب الكهربائى مواد جديدة، فإذا كانت المهابط المستعملة من الحديد، تشكل نتيجة هذا التحلل مركب ماءات الحديد الثلاثى [$Fe(OH)_3$] أيدروكسيد الحديديك والذى يعمل كمادة مروبة تسرع عملية ترسيب المواد العالقة. وبعد هذه المعالجة تدخل المياه إلى أحواض الترسيب فيتم ترسيب المواد الصلبة الناتجة من التفاعلات الكيميائية إلى القاع بسهولة.

ويمكن أن تستعمل الطرق المعالجة الكيميائية والميكانيكية كمرحلة وحيدة من مراحل المعالجة أو كمرحلة إبتدائية للمعالجة قبل المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى.

١-٨-٤ الهدف من المعالجة البيولوجية (المعالجة الثانوية) لمياه الصرف الصحى

تحتوى مياه الصرف الصحى على فيروسات تصنف حسب العائل، وتعد المجموعة الأولى أهم مجموعة فيما يتعلق بمياه الصرف الصحىحيث أنها المصدر الرئيسى للكائنات الحية المسببة للأمراض مثل التيفود والدوسنتاريا والإسهال والكوليرا إضافة إلى ذلك تحتوى أمعاء الإنسان على أعداد هائلة من البكتريا تعرف باسم بكتريا القولون، يتخلص الإنسان يوميا من أعداد تتراوح ما بين ١٠٠ إلى ٤٠٠ مليون إضافة إلى أنواع أخرى من البكتريا، وتعد هذه الكائنات غير ضارة للأنسان بل نافعة فى التخلص من المواد العضوية أثناء عمليات المعالجة الحيوية لمياه الصرف الصحى.

ونظرا لأن أعداد الكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى مياه الصرف الصحى والمسببة للأمراض قليلة ويصعب عزلها، فإن بكتريا القولون ولوجودها بأعداد هائلة فى مياه الصرف الصحى يمكن إستخدامها ككائن حى للدلالة على مدى تلوث المياه بالكائنات المسببة للمرض.

ويمكن قياس المواد العضوية عن طريق قياس متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى (BOD) ، وكلما زادت كمية الأكسجين الكيميائى والحيوى دل ذلك على تركيز عال للمواد العضوية، وعلية فإن إزالة المواد العضوية يتم من خلال تخفيف متطلبات الأكسجين الكيميائى والحيوى بيولوجيا بإستخدام كائنات دقيقة مختلفة أهمها البكتريا، ويتم إستخدام تلك الكائنات الحية فى تحويل المواد العضوية العالقة والذائبة إلى غازات مختلفة وأنسجة خلايا، ونظراً لأن تلك الأنسجة أثقل من الماء فإنه يمكن إزالتها عن طريق الترسيب بالجاذبية.

ومن أجل الحصول على معالجة بيولوجية فإنه لابد من توفير البيئة المناسبة لنمو وتكاثر البكتريا، ويتم التكاثر عادة عن طريق الأنشطار والتزاوج وعن طريق التبرعم، كما أنه من المعلوم فإن البكتريا لا يمكن أن تستمر فى عملية الأنقسام إلى ما لا نهاية.

كذلك تعتمد المعالجة البيولوجية على عوامل مختلفة من أهمها توفر الغذاء الازم ودرجة الحرارة والرقم الهيدروجينى ونوعية المعالجة (هوائية / لاهوائية) وتتم عملية تحويل المواد العضوية من خلال أكسدتها إلى منتجات نهائية، وهذه العملية تتم خلال الحصول على الطاقة الضرورية لتشييد خلايا جديدة ومع غياب المواد العضوية فإن الخلايا تتحلل إلى غازات ومتطلبات طاقة لبقاء النوع وتلك الخطوات فى المعالجة تتم بالتتابع أوفى نفس الوقت ويمكن توضيح خطوات تلك العمليات والموضحة فى الشكل رقم (١-٧) على النحوالتالى :

- **عملية الأكسدة :**

مواد عضوية + أكسجين + بكتريا = ثانى أكسيد الكربون + نشادر + طاقة + نواتج أخرى

- **عملية التشييد :**

مواد عضوية + أكسجين + بكتريا + طاقة = خلايا بكتيرية جديدة

- **عملية التنفس الذاتى :**

خلايا بكتيرية + أكسجين = ثانى أكسيد الكربون + نشادر + ماء + طاقة + نواتج أخرى، وبالإمكان التحكم فى العوامل البيئية ذات العلاقة بنموتكاثر البكتريا من خلال النقاط التالية :

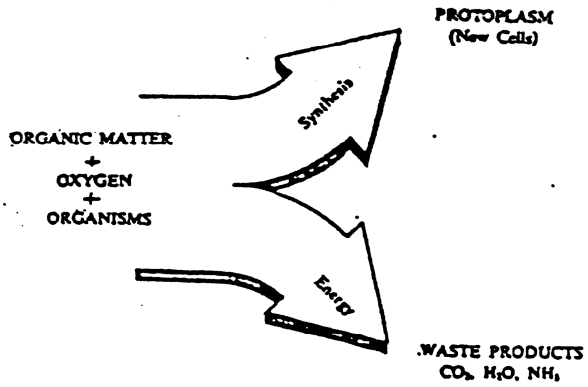
١. التحكم فى الرقم الهيدروجينى pH لمياه الصرف الصحى.

٢. التحكم فى درجة حرارة مياه الصرف الصحى.

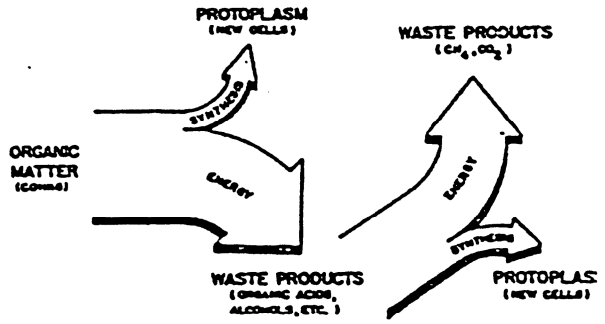
٣. إضافة بعض المواد الغذائية الضرورية أى التحكم فى العلاقة (F/M) وهى العلاقة بين قيمة المواد الغذائية فى مياه الصرف الصحى (مواد عضوية) وأعدادالبكتريا فى مياه الصرف الصحى.

٤. التحكم فى معدل الأكسجين الذائب فى مياة الصرف الصحى.

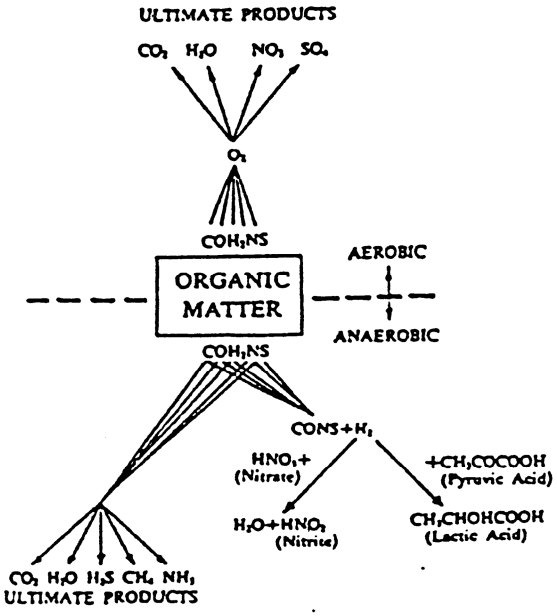
٥. إجراء خلط ملائم ومستمر للمواد العضوية فى مياه الصرف الصحى.



. Aerobic metabolism of organic matter.



Anaerobic metabolism of organic matter.



شكل رقم (١-٧) عمليات نمو وتكاثر البكتريا

وتنقسم تكنولوجيا المعالجة البيولوجية إلى ثلاث مجموعات رئيسية كما يلى :

أولاً : الاستنبات المعلق (الحمأة النشطة).

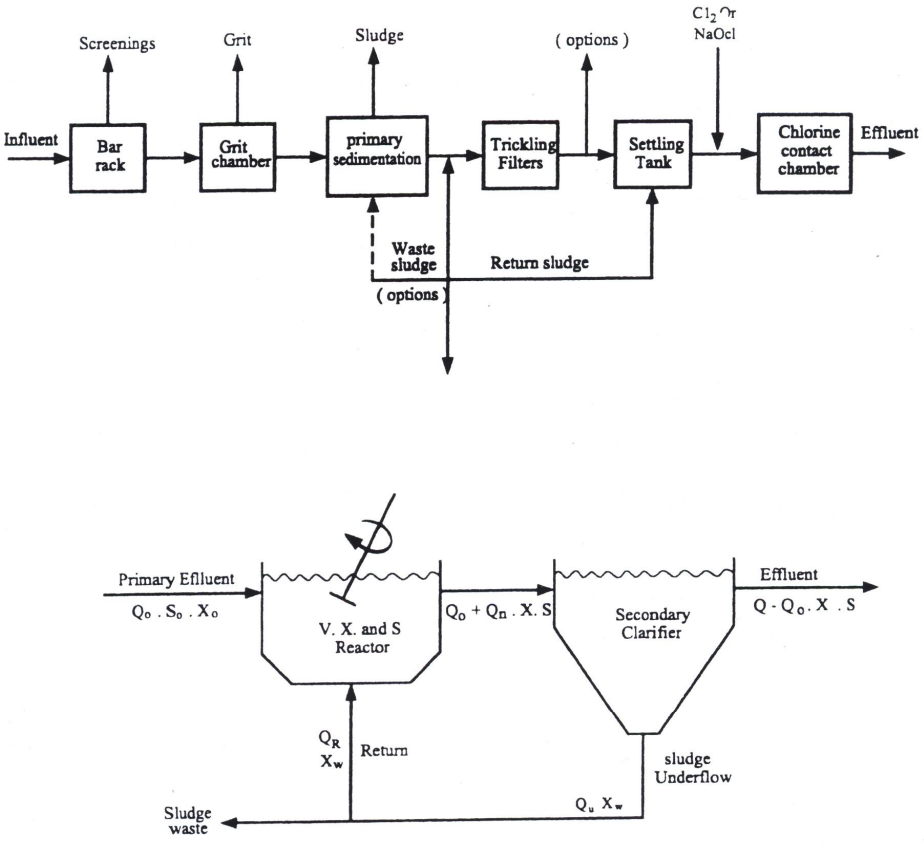
ثانياً : النمو الملتصق (المرشحات الزلطية).

ثالثاً : بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة.

ويمكن شرحها كما يلى :

١-٨-٤-١ الإستنبات المعلق (الحمأة النشطة)

ومن أشهر العمليات فى هذه النظم عملية الحمأة المنشطة وقد إكتسبت العملية هذا الإسم، لأنها تتعلق بإنتاج كتلة نشطة من الأحياء الدقيقة قادرة على تثبيت المخلفات، وتتلخص هذه العملية كما هو موضح بالشكل رقم (١-٨).



شكل رقم (١-٨) نظام الإستنبات المعلق (الحمأة المنشطة) لمعالجة مياه الصرف الصحى

فى ضخ مياه الصرف الصحى المعالجة إبتدائيا والمحتوية على مواد عضوية فى خزان تهوية يحتوى على بكتريا من النوع سالب الجرام وتقوم البكتريا الموجودة فى الخزان بتحويل المواد العضوية إلى مواد بسيطة كما تم شرحة (العمليات الثلاث السابقة)، ويتم التحكم فى العوامل البيئية فى الخزان عن طريق إستخدام الهواء المضغوط أوالتهوية الميكانيكية التى تهيئ كذلك إلى تأمين خلط مستمر للمحتويات، وبعد فترة محددة من الزمن تتراوح ما بين ٦ – ١٢ ساعة يتم ضخ المخلوط الذى يحتوى على خلايا جديدة ومعمرة إلىخزان ترسيب، حيث يتم فصل الخلايا المترسبة عن الماء بعمل الجاذبية، ويتم تدوير جزء من الخلايا المترسبة إلى خزان الخلط من أجل الحفاظ على التركيز المطلوب من الكائنات فى خزان التهوية، أما المتبقى فيتم التخلص منه، وتعتمد درجة تركيز الكتلة الحيوية فى خزان التهوية على الفاعلية المطلوبة فى المعالجة وكذلك أمور أخرى تتعلق بتكاثر الأحياء الدقيقة مثل درجة الحرارة والرقم الهيدروجينى ووجود العناصر الضارة.

١-٨-٤-٢ النمو الملتصق (المرشحات الزلطية)

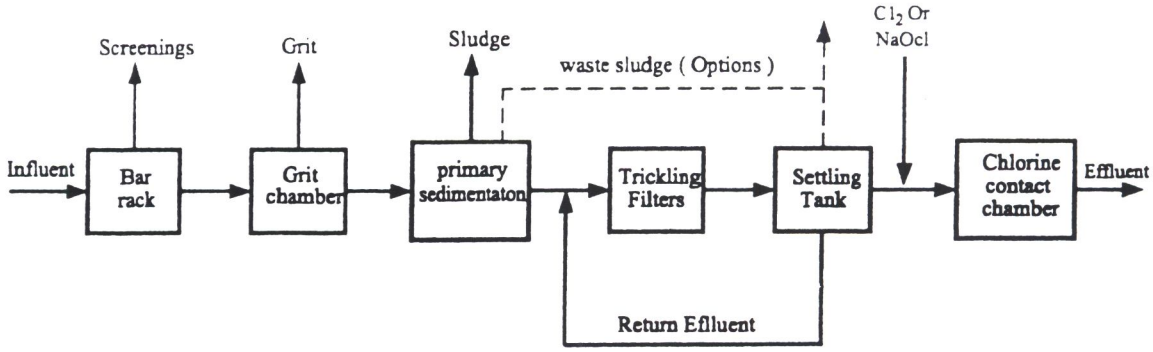
تعمل هذه النظم على اساس التصاق الكائنات الحية بوسط يسمح بتحليل المواد العضوية عند مرور مياه الصرف الصحى علية، ومن أمثلة هذه النظم عملية المرشح بالتنقيط الذى تم تطويرة فى بريطانيا عام ١٨٩٣ م، والمرشح عبارة عن خزان يحتوى على مواد مثل الصخر (الزلط) أو مواد بلاستيكية تمر المياه من خلالها ثم تقوم الكائنات الحية بالإلتصاق بها، ويتراوح قطر الصخر المستخدم ما بين ٢٥ إلى ١٠٠ ملم أما عن المرشح فيتراوح ما بين ٠.٠٩ إلى ٢.٥ من المتر وقد يصل إلى أكثر من ٥ أمتار فى المرشحات البرجية حسب التصميم المطلوب، وكما هو معروض بالشكل رقم (١-٩).

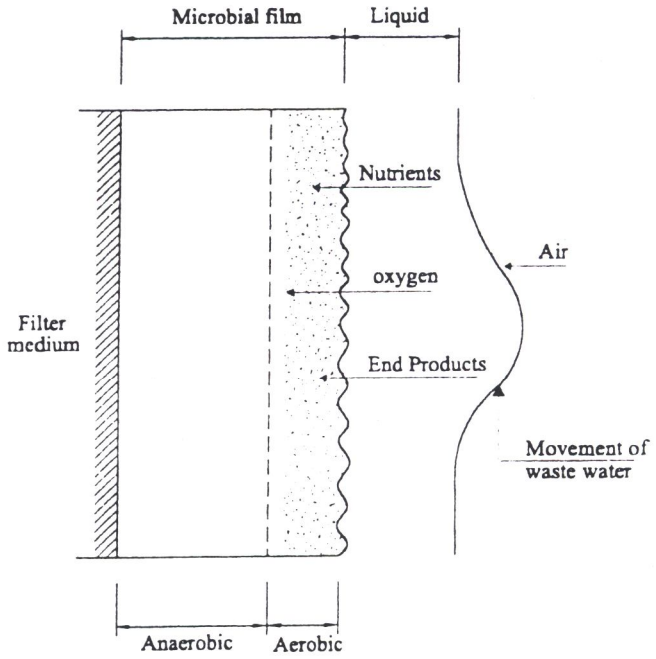
وتقوم الشرائح الحيوية وهى عبارة عن طبقة الكائنات الحية الملتصقة بالوسط بأمتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف ويتم تحليل المواد العضويه من قبل الكائنات الحية الهوائية فى الأجزاء الخارجية من تلك الشرائح، ومع نموو تكاثر الكائنات الحية فإن سمك الشرائح (الفيلم الملتصق على الوسط الترشيحى) يزداد وبالتالى فإن الأكسجين يتم إستنزافة قبل وصولة إلى داخل الطبقة وعندئذ تكون هناك بيئة لاهوائية قريبة من سطح محتويات المرشح، وبزيادة سماكة طبقات المادة اللزجة فى الشرائح فإن المواد العضوية

التى تم إمتصاصها يتم إستهلاكها قبل وصول الكائنات الحية القريبة من سطح محتويات المرشح، ونتيجة لذلك فإن تلك الكائنات الحية تكون فى مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الإلتصاق، ومن ثم إزالتها مع مياه الصرف الصحى ويبدأ بعدها فى تكوين طبقة أخرى وهكذا.

١-٨-٤-٣ بحيرات التثبيت أوبحيرات الأكسدة (المستنقعات والبرك)

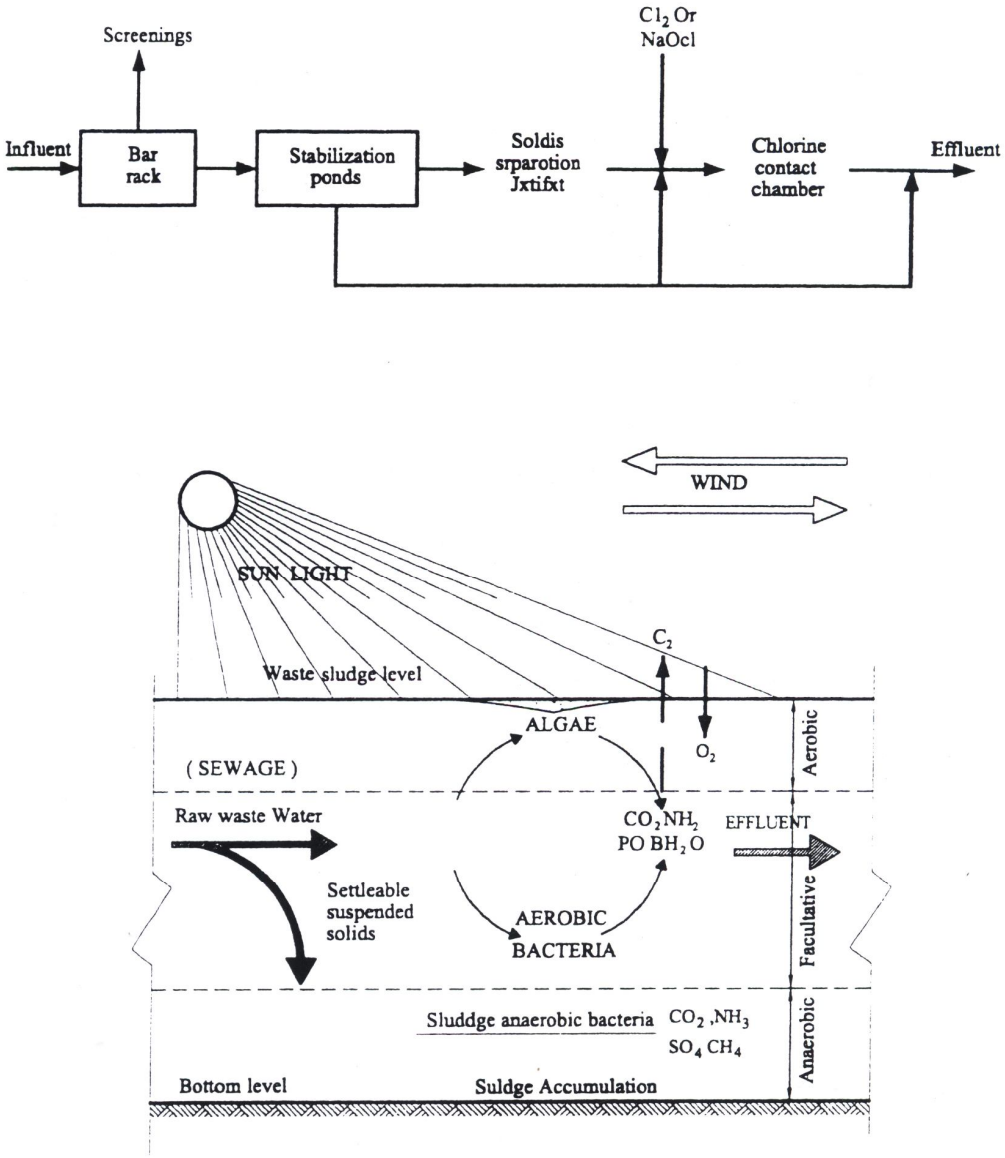
يتم معالجة مياه الصرف الصحى فى هذه النظام من خلال إستخدام برك أو بحيرات ضحلة يتم وضع مياه الصرف الصحى فيها لفترة كافية لعمليات المعالجة الطبيعية ليتم تحقيق المعالجة المطلوبة، وتختلف المستنقعات عن البرك وذلك أن المستنقعات يضاف إليها الأكسجين عن طريق التهوية الإصطناعية، كما هو موضح بالشكل رقم (١-١٠) حيث يوضح العمليات الحيوية التى تتم فى البرك التى تقوم فيها البكتريا الهوائية بتحليل المواد العضوية فى الطبقة العليا من البركة متخذة من الطحالب وكذلك الأكسجين الجوى مصدرا للأكسجين، وفى الجزء السفلى يتم تحليل المواد العضوية عن طريق البكتريا اللاهوائية، وتعتمد قاعلية البرك على الرياح والخلط الذى يتم وكذلك على درجة حرارة الجو، لذلك فإن إستخدام هذا النوع من المعالجة محدد ويقتصر على مناطق معينة فى القرى أوالمدن الصغيرة ذات المساحات المتوفرة أو القريبة من الصحراء (الظهير الصحراوى). ونتيجة للجهود الكبيرة فى مجال حماية البيئة من التلوث، فقد تم الوصول إلى ما يلى :





شكل رقم (١-٩)

نظام المرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية) لمعالجة مياه الصرف الصحى



شكل رقم (١-١٠) نظام بحيرات التثبيت (الأكسدة) الطبيعية لمعالجة مياه الصرف الصحى

١. زيادة الفهم فى التأثير البيئى المتسبب من صرف كميات كبيرة من المياه الملوثة غير المعالجة أوالتى تمت معالجتها جزئيا.

٢. تطور المعرفة قى تأثير المواد الملوثة والموجودة فى مياه الصرف الصحى على البيئة على المدى الطويل.

٣. الإسراع فى تطوير نظم حماية البيئة وتشديد القوانين.

٤. زيادة المعرفة فى مجالات المعالجة الكيميائية والبيولوجية والميكروبيولوجية.

٥. المحافظة على المصادر الطبيعية للمياه وإعادة تدوير المياه الملوثة بعد معالجتها أى أعادة إستخدام فائض محطات معالجة مياه الصرف الصحى.

توسيع المعرفة فى أساسيات ومقدرة الطرائق المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحى. ومن ثم يجب تحديد درجة العلاج المطلوبة حتى تلائم القوانين والمعايير والشروط اللازمة للتخلص من فائض محطات معالجة مياه الصرف الصحى بعد معالجتها.

ويعرض الجدول رقم (١-٦) الخطوط العريضة للخصائص المطلوبة لمياه الصرف الصحى المعالجة (الفائض).

جدول رقم (١-٦)

الخطوط العريضة لخصائص فائض محطات معالجة مياه الصرف الصحى

خصائص السيب(الفائض)	المعايير للسيب طبقاً للقانون	
	المتوسط الشهرى	المتوسط الأسبوعى
BOD (مجم / لتر)	٣٠	٤٥
SS (مجم / لتر)	٣٠	٤٥
pH (وحدة pH)	٦ - ٩	٦ - ٩

بينما يعرض الجدول رقم (١-٧) نوعيات التلوث فى مياه الصرف الصحى ووحدات المعالجة المناسبة.

جدول رقم (١-٧)

نوعية التلوث فى مياه الصرف الصحى ووحدات المعالجة المناسبة

ش	نوعية التلــوث	وحدات عمليات إزالة التلوث المناسبة
١	المواد العالقة	المصافى والقطاعات
		أحواض فصل الرمال والأتربة
		الترسيب
		التعويم
		التجلط بإستخدام مواد البوليمر أوأملاح الحديد والألومنيوم ثم الترسيب
		الترشيح الرملي بأنواعه المختلفة.
		الترشيح فى التربة الطبيعية.
٢	المواد العضوية القابلة للهضم والتحلل	الحمأة المنشطة بأنواعها المختلفة:
		- الطريقة التقليدية.
		- التهوية على مراحل.
		- التغذية على مراحل.
		- التثبيت بالتلامس.
		- التهوية الممتدة.
		- قنوات الأكسدة.
		المرشحات الزلطية بأنواعها المختلفة (بطيئة المعدل- سريعة المعدل).
		الأقراص الدوارة.
		بحيرات الأكسدة الطبيعية والمهواه.
		الترشيح الرملي.
		الترشيح فى التربة الطبيعية.
		الطرائق الطبيعية والكيميائية.
٣	البكتريـــا عمومـــا والممرضة خصوصا	الكلور.
		الهيبوكلورين.
		الأوزون.
		الترشيح فى التربة الطبيعية.
٤	النيتريت (النيتروجين)	الإستنبات المعلق (الحمأة المنشطة).
		النموالملتصق (المرشحات الزلطية).
		التأزيت وإزالة التأزت.
		الأمونيـــا.
		التبادل الأيونى.
		الكلور (بعد نقطة الانكسار).
		الترشيح فى التربة الطبيعية.

تابع جدول رقم (١-٧)
نوعية التلوث فى مياه الصرف الصحى ووحدات المعالجة المناسبة

رقم	نوعية التلـــوث	وحدات عمليات إزالة التلوث المناسبة
٥	الفوســـفور	إضافة أملاح الألومنيوم أو الحديد ثم الترسيب. إضافة مواد التجلط والجير ثم الترسيب. المعالجة البيولوجية والكيميائية. الترشيح فى التربة الطبيعية.
٦	المواد العضوية غيـــر القابلة للتحلل	الامتزاز السطحى بالفحم. المعالجة الإضافية بالأوزن. الترشيح فى التربة الطبيعية.
٧	الأملاح الذائبة	التبادل الأيونى. الضغط الاسموزى. التحليل الكهربي.
٨	المعادن الثقيلة	الترسيب الكيميائى. التبادل الأيونى. الترشيح فى التربة الطبيعية.

١-٨-٥ معالجة الحمأة

تتم معالجة المواد الصلبة المترسبة فى أحواض التحليل التى تتـــألف مـــن أحواض ترسيب أفقية الحركة يتم حفظ الحمأة المترسبة مدة طويلة فيـــسبب هذا الحفظ تحلل المواد العـــضوية. ويمكـــن أن تجـــرى هـــذه المعالجـــة فىأحواض التحليل ذات الطابقين أى فـــى أحـــواض إمهـــوف وتـــرافس فيستعمل الطابق العلوى للترسيب والسفلى لتخمير المواد المترســـبة، وقـــد نستعيض عن أحواض التحليل ذات الطابقين بأحواض التكثيف ثـــم تنقـــل الحمـــأة المترسبة مرتين فى اليوم إلى أحواض خاصة للتخمير يـــتم فيهـــا تدفئة الحمأة وتحريكها بإستمرار.

تؤخذ الحمأة من أحواض ترافس أو إمهوف أوأحواض التحليل أوأحـــواض التخمير إلى أحواض خاصة قليلة العمق يتم فيها تخفيف الحمأة ومـــن ثـــم يمكن إستعمالها كسماد جيد، ويمكن أيضاً أن تتم إزالـــة رطوبـــة الحمـــأة المعالجة فى أحواض التخمير بشكل إصطناعى وذلك بـــالتخيف حراريـــاً أو بواسطة القوى الطاردة فى أجهزة الطرد المركزى.

ويعرض الجدول رقم (١-٨) طرق معالجة جوامد (رواسب) مياه الصرف الصحى والوحدات المناسبة لها.

جدول رقم (١-٨) طرق معالجة الحمأة من مياه الصرف الصحى ووسائل العلاج المناسبة

رقم	نوعية العلاج	وسائل العلاج المناسبة
١	المعالجة التمهيدية	الضخ والطحن. التجانس والتخزين.
٢	التكثيف	التكثيف الطبيعي. التكثيف بالتعويم. التكثيف بالطرد المركزى.
٣	التثبيت	الأكسدة بالكلور. التثبيت بالجير. التخمر اللاهوائى. التخمر الهوائى. التثبيت الحرارى.
٤	التعقيم	الطرق المختلفة للتعقيم.
٥	التحسين	التحسين الكيميائي. التحسين بالغسيل.
٦	سحب المياه	القوة الطاردة المركزية. مرشحات الخلخلة. مرشحات الضغط. السير الضاغط. أحواض التجفيف. البحيرات والبرك.
٧	التجفيف	المجففات المختلفة.
٨	التحلل	التحلل الطبيعي. التحلل الزائد بمساعدة مواد أخرى.
٩	التقليل الحرارى	الفرن متعدد المحارق. التسييل. الحرق الوميضي. التحلل الحرارى. الهواء الرطب.
١٠	التخلص وإستخدام الحمأة (الإستعادة والتدوير)	الــردم. النشر على سطح الأرض. الكمــر. إستخدامها كسماد. الحــرق.