الفصل الأول

الأثار البيئية لإنشاء أنظمة تجميع مياه الصرف الصحى

١-١ مقدمة :

من علامات التقدم الحضاري في منطقة ما وجود شبكات لتجميع مياه الصرف الصحى بها يحقق صرف المخلفات السائلة لسكانها و منشآتها صرفا صحيا . و قد زاد في السنوات الأخيرة الاهتمام بأعمال الصرف الصحي نتيجة للزيادة المستمرة في معدلات استهلاك المياه ، و التي ترتبط بعوامل كثيرة منها زيادة تعداد السكان و التقدم في الصناعة و زيادة الاحتياجات من المياه ، و كل هذه العوامل جعلت من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم أثراها . ويعتبر الصرف الصحى للمخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توفر البيئة الصحية الصالحة للأفراد في المجتمعات السكنية ، و التي تساعد علي تجنب المشاكل التالية:

١. تلوث المجاري المائية السطحية أو المياه الجوفية مما ينتج عنه انتشار الأمراض مثل التيفود و الكوليرا و بقية الأمراض التي تنقلها المياه الملوثة.

٢. نمو و تكاثر الذباب و البعوض و ما يؤدي إليه ذلك من انتشار الأمراض علاوة علي ما تسببه من مضايقات.

٣. معاناة الأهالي من مشاكل الصرف في المنازل و أعمال الكسح اللازم إجراؤها كل فترة لبيارات الصرف و خزانات التحليل المستخدمة ، وذلك في حالة عدم وجود شبكة لتجميع المخلفات السائلة.

٤. نزح رواسب خزانات التحليل أو بيارات الصرف و التخلص منها إما علي المجاري المائية مما يؤدي إلى تلوثها، أو بتجميعها في بعض المناطق القريبة من المدن مما يؤدي إلى تراكمها و انبعاث روائح كريهة غير مرغوب فيها.

٥. تأثير الأحماض الناتجة عن التفاعلات التي تحدث في مياه الصرف الصحى بفعل البكتريا اللاهوائية علي أساسات المنشآت،علاوة علي تأثيرها علي التربة

المحيطة إذا تم صرف مثل هذه المياه علي التربة مما يؤدي مستقبلا إلى انهيار المنشآت وعدم صلاحية الطرق. كما أن استمرار الصرف علي التربة المحيطة يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية بالجراثيم والطفيليات مما يعوق استخدامها في مختلف الأغراض.لذلك يعتبر الصرف الصحي للمخلفات السائلة المنزلية و المحتوية علي الفضلات الآدمية من أهم العمليات اللازمة لضمان توفير البيئة الصالحة للأفراد ، سواء في المجتمعات الحضرية أو الريفية ، و يجب أن يتم الصرف بطرق هندسية واقتصادية وفقا للأسس الفنية والشروط الأساسية لمقومات الصحة العامة ومقتضيات الراحة والأمان للمواطنين وسلامة ونظافة البيئة، وفي حدود الامكانات المتيسرة.

١-٢ فوائد إنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحي:

فوائد إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحي 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 و سليمة، مما يوفر وسائل الراحة والرفاهية بالتجمعات السكانية.
٤. الاستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها و إعادة استخدامها .
٥. الاستفادة من الرواسب الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف الصحي، وذلك بعد معالجتها.
٦. حماية البيئة المحيطة من التلوث (مياه-تربة-هواء-نباتات-حيوان).

١-٣ أعمال تجميع مياه الصرف الصحى المخلفات السائلة

يتم تجميع مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها مياه الصرف الصحى بما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة بالانحدار الطبيعي تبعا للقوانين الهيدروليكية . وتسير المخلفات السائلة في هذه الشبكة بحيث تصب المواسير الصغرى في مواسير أكبر منها وهكذا إلى أن تصب في النهاية في مجمع رئيسي يصب في بيارة محطة الرفع التي ترفع المخلفات

السائلة و تدفعها في مواسير تحت ضغط تعرف بالمواسير الصاعدة أو خطوط الطرد إلى موقع وحدات معالجة المخلفات السائلة . ويمكن تقسيم نظم تجميع المخلفات السائلة (مكونات أعمال شبكات تجميع ومحطات رفع مياه الصرف الصحي) إلى الأعمال التالية:

أولا:

شبكة المواسير بالانحدار الطبيعي وملحقاتها من المطابق وغرف التفتيش وأعمال خاصة أخرى.

ثانيا:

محطات الرفع و ملحقاتها(البيارة و وحدات الضخ من الطلمبات والمحركات ومواسير السحب والطرد وأجهزة قياس التصرف).

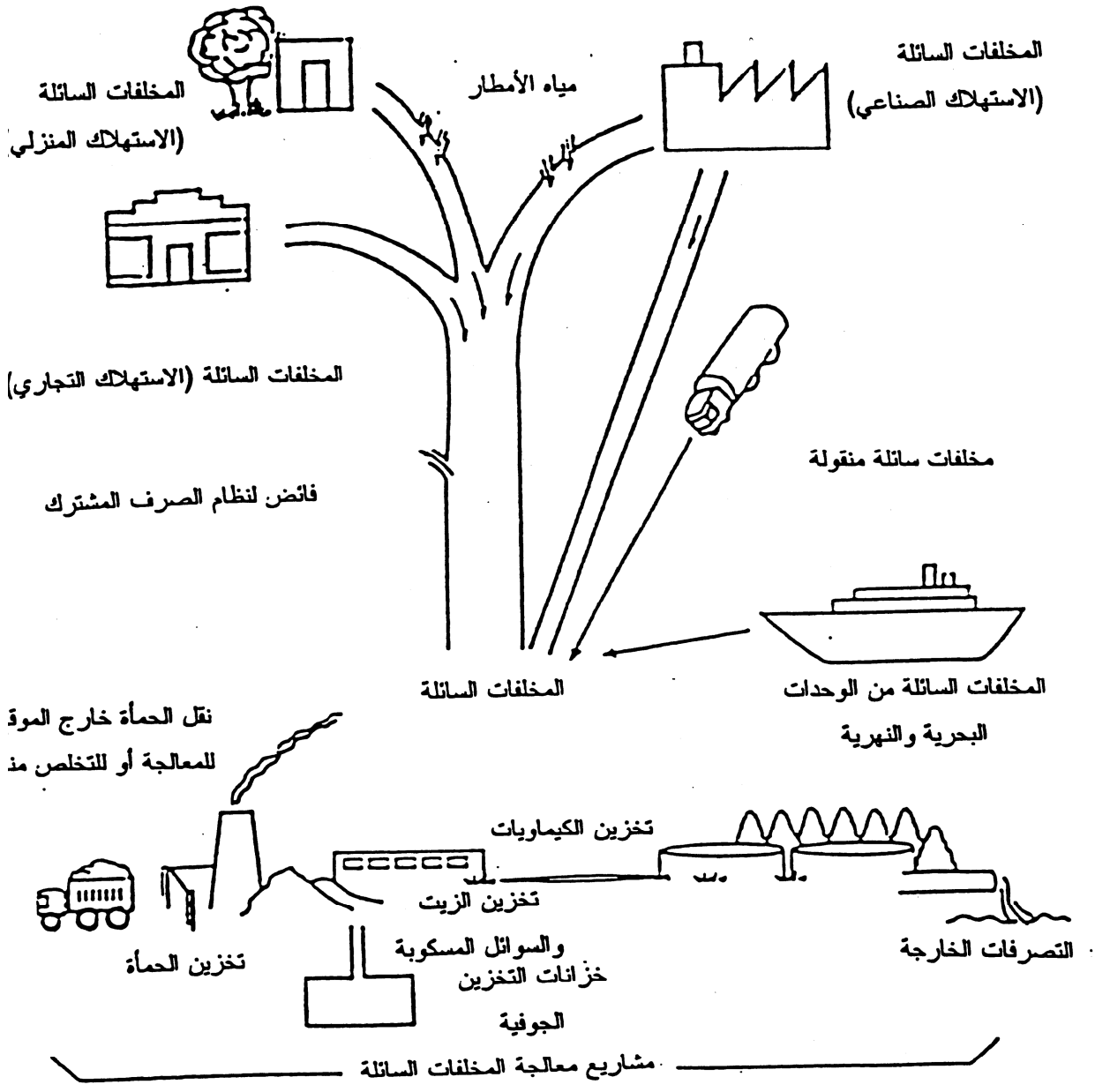
ثالثا:

المواسير الصاعدة (خطوط الطرد) وملحقاتها من غرف المحابس وأجهزة الحماية من المطرقة المائية.

١-٤ تحديد مصادر المياه الملوثة:

تتكون مياه الصرف الصحى أساسا من المخلفات السائلة المنزلية الناتجة من المباني السكنية ومن المخلفات السائلة الناتجة من بعض الصناعات الخفيفة بالمدينة كالصناعات الغذائية بالإضافة إلى مياه الرشح ومياه الأمطار التي تصل إلى الشبكة كما هو موضح بالشكل رقم(١-١).

وتتكون مياه الصرف الصحي أصلا من مياه الشرب المستعملة بما تحتويه من العناصر الكيميائية الموجودة فيها قبل الاستعمال مضافا إليها الشوائب التي تصاحب استعمالها. وتعتمد هذه الشوائب في نوعيتها وكمياتها علي مجالات استعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها في الاستعمالات المنزلية أو مياه الأمطار أو مياه الرشح. وكل نوع من أنواع هذه المياه الملوثة تتداخل عوامل كثيرة في التأثير علي مكوناتها ،و تتفاوت هذه العوامل من منطقة إلى أخرى ومن موسم الى آخر وحتى خلال اليوم الواحد.



شكل رقم (١-١) مشاريع التجميع والمعالجة والتخلص من المياه الملوثة

١-٤-١ مياه الصرف الصحي المنزلى

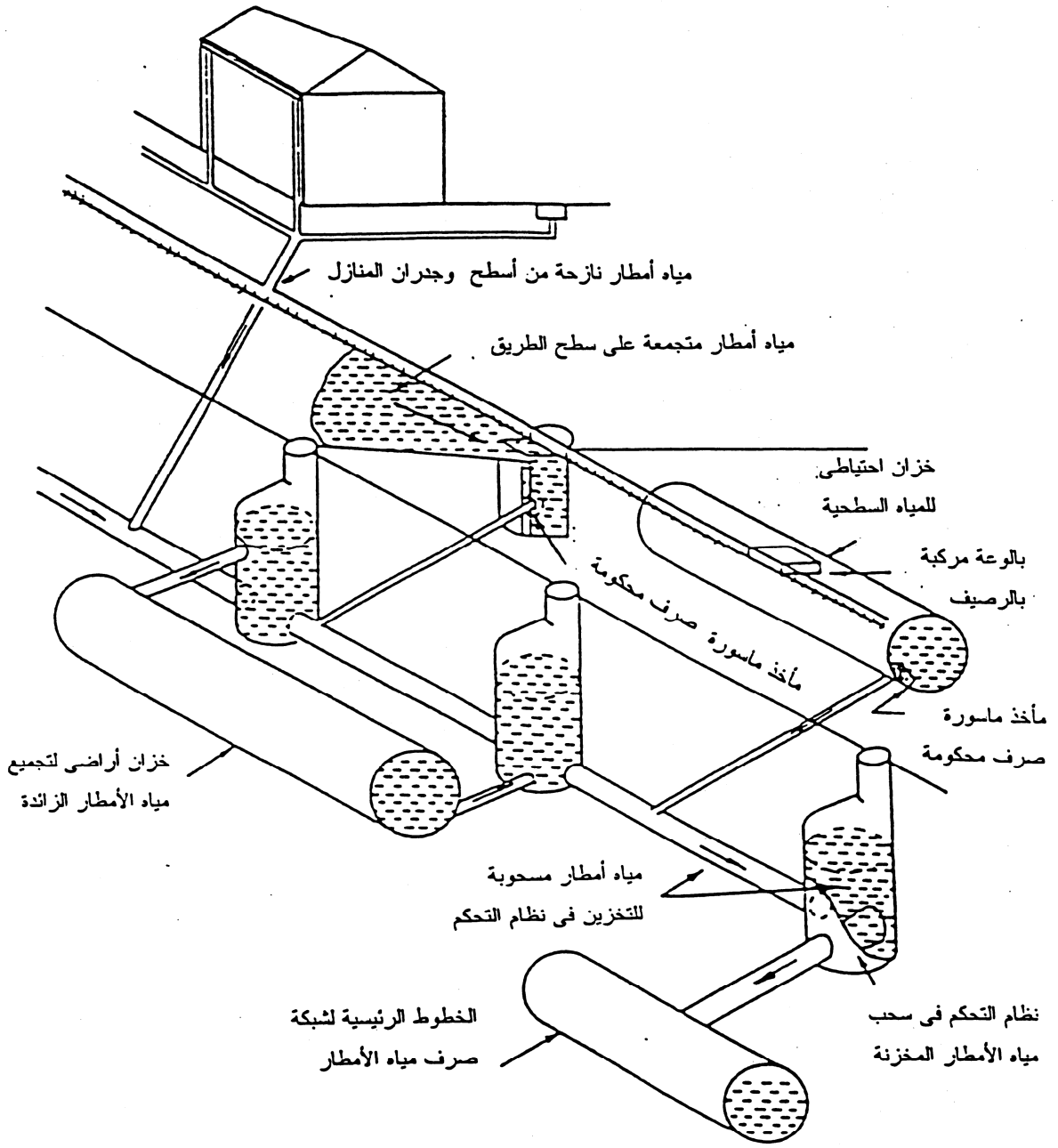
تشمل المياه المستعملة في التجهيزات والتركيبات الصحية المنزلية و دورات المياه وأحواض المطابخ والأجهزة المستعملة الأخرى، ويتضح من ذلك أن نوعية الشوائب في هذه المياه هي المواد العضوية مثل مخلفات الطعام والفضلات الآدمية بالإضافة إلى المواد الناتجة عن الاستحمام ونظافة الملابس والآوانى والأرضيات وكافة أعمال النظافة الأخرى.

وتختلف نوعية مياه الصرف الصحي المنزلي طبقا للعوامل التالية:

أ- نظام شبكات التجميع(هل هي مشتركة أو منفصلة).
ب-مستوى المعيشة للأفراد وكذلك نوعية النشاط السكانى.
ج-معدلات استهلاك مياه الشرب.
د- خصائص مياه الشرب.
ه- العائدات والتقاليد والثقافة.
و- العوامل البيئية والمناخية

١-٤-٢ مياه الأمطار:

تحتوي مياه الأمطار بعد تجميعها علي المواد التي تحملها الأمطار أثناء سقوطها أو جريانها فوق أسطح المباني و الأرض، و تختلف ما تحمله مياه الأمطار من أتربة و رمال و مواد عضوية طبقا لعدة عوامل كثيرة منها طبيعة الأسطح التي تسقط عليها الأمطار و نوعيتها و كذلك نساحة الشوارع وأحوالها ونوع الرصف لها و مدى تكرار سقوط الأمطار ومدتها.وقد تحتوي مياه الأمطار في بعض الأحيان علي تركيز عالى من المواد العالقة التي تجرفها الأمطار مثل مصر فيما عدا مدينة الأسكندرية من الأسطح التي تسقط عليها بالإضافة إلى بعض الغازات الذائبة في الأمطار أثناء هطولها. و في البلاد شحيحة المياه يفضل إنشاء شبكات منفصلة لتخزين مياه الأمطار لاستخدامها في أعمال الري أو في أي استخدامات أخرى،كما هو موضح بالشكل رقم (١-٢).



شكل رقم(١-٢) شبكات تجميع مياه الأمطار-النظام المنفصل-

١-٤-٣ المخلفات الصناعية السائلة:

تختلف مكونات المخلفات الصناعية السائلة و خصائصها حسب نوع الصناعة والعمليات الصناعية المستخدمة فيها،و كمية المياه المستعملة و المواد التي تدخل في التصنيع ، و النسبة التي تصل منها إلى مياه الصرف الصحي. و تكون بعض المخلفات الصناعية أشد تركيزا من مياه الصرف المنزلي بالنسبة للمواد العضوية والمواد العالقة و المواد الذائبة ، و قد تكون بعضها أقل تركيزا، فنجد مثلا أن المياه المستعملة في صناعة الورق تحتوي علي تركيز عال من المواد العضوية العالقة و الذائبة، بينما نجد أن المياه المستعملة في صناعة التبريد تكون خالية من الشوائب. وتحتوي بعض المخلفات الصناعية علي مواد سامة أو ضارة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة التي لها دور كبير في عمليات المعالجة. ولذلك لا يسمح بصرف المخلفات الصناعية علي شبكات الصرف الصحي إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة بشأن صرف المخلفات الصناعية السائلة علي شبكات الصرف الصحي.

١-٤-٤ مياه الرشح :

و هي المياه التي تدخل مواسير الصرف الصحي من المياه السطحية أو من المياه الجوفية في باطن الأرض إذا كان منسوبها أعلي من منسوب المواسير . لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ في الاعتبار عند التصميم. و تدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات و المسام و المطابق المعيبة وأغطية المطابق التي يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض. و تعتمد كمية مياه الرشح علي ارتفاع منسوب المياه الجوفية فوق منسوب المواسير و علي جودة الوصلات و نوعية مواسير الصرف المستخدمة و قطرها و طولها و نوع أغطية المطابق المستخدمة(بفتحات أم بدون فتحات-خاصة في المناطق الممطرة). وتشمل أسس التصميم و المراجع المختلفة تحديد كميات مياه الرشح،فمثلا للمواسير قطر ٢٠٠ مم تتراوح مياه الرشح من ١٠ الى ٣٠ متر مكعب في اليوم لكل كيلو متر من المواسير ، و للمواسير قطر ٦٠٠مم تتراوح مياه الرشح من ٢٠ إلى ٨٠ متر مكعب لكل كيلو متر من المواسير. وهذا من واقع الخبرة العملية المصرية.

و تقدر كمية المياه المتسربة لكل مطبق بحوالي من١.٣ الي٤.٧ لتر/ثانية، وتتوقف هذه الكمية علي عدد و مساحة الفتحات في غطاء كل مطبق. و هذه الكميات قابلة للزيادة في حالة سوء التنفيذ و قابلة للنقص في حالة استخدام أنواع جيدة من المواسير ذات المسامية المتخصصة أو المنعدمة وفى حالة استخدام عدد وصلات أقل للمواسير . و قد 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 طبقات التربة المحيطة (Exfiltration), مما يتسبب في تلوث التربة و المياه الجوفية بالاضافة إلى خلخلة التربة أسفل أساس المواسير و المطابق و تأثير ذلك علي سلامة هذه المنشآت و المواسير . و يتأثر منسوب مياه الرشح بالدرجة الأولي بموقع تركيب المواسير , حيث يرتفع عندما يكون الموقع مجاورا للأنهار أو الترع أو المجاري المائية، بينما يقل عندما يزيد بعد الموقع عن المجاري المائية . و لذلك نجد أن منسوب مياه الرشح في الموقع المجاور للنهر و علي مسافة في حدود خمسون مترا من جسر النهر يتأثر بارتفاع أو انخفاض منسوب النهر.

١-٤-٥ مياه غسيل الشوارع و الأرصفة:

و هذه المياه يمكن صرفها على شبكة الصرف الصحىو تصرف أولا في البالوعات و منها إلى شبكة الصرف حاملة معها بعض الرمال والورق والزيوت والشحومات.

١-٥ العوامل التى تؤثر على محتويات وخصائص المخلفات السائلة

تتغير مكونات مياه الصرف الصحي السائلة من وقت إلى آخر علي مدار السنة والشهر و اليوم أسوة بتغير كمياتها ،الا انه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون في المتوسط من ٩٩,٩% ماء و٠,١% مواد صلبة سواء كانت عالقة أو ذائبة, عضوية أ غير عضوية, كما تحتوي علي الكثير من البكتريا (هوائية أو لا هوائية). وهناك عوامل كثيرة تؤثر على محتويات وخصائص مياه الصرف الصحى وهي كما يلى.

- عمر المخلفات السائلة.

- وقت جمع العينة.
- تعرض المخلفات السائلة للهواء.

١-٥-١ عمر المخلفات السائلة:

أي الوقت الذي مضي منذ صبها في شبكة الصرف إلى وقت أخذ العينة، فالمخلفات السائلة في بدء جريانها في شبكة الصرف تكون ذات لون مائل إلى الرمادي مع وجود مواد برازية و زيوت و شحوم و أوراق و مخلفات الخضروات طافية علي السطح. و بمضي الوقت و نتيجة لجريان هذه المخلفات السائلة في شبكة الصرف تتفتت المواد العالقة و الطافية و تندمج مع سائل متجانس ذو عكارة عالية و لون أشد تركيزا،بينما تتصاعد منها روائح كريهة نتيجة لتحلل بعض المواد العضوية تحللا لا هوائيا.

١-٥-٢ وقت جمع العينة:

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

١-٥-٣ 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 اتصال دائم بين المخلفات السائلة و الهواء). وعندئذ تنشط البكتيريا اللاهوائية و يحدث تحلل لاهوائي للمواد العضوية فتكتسب المخلفات لونا داكنا و رائحة عفنة نتيجة لهذا التحلل اللاهوائي، وعلي النقيض من ذلك إذا تواجدت المخلفات السائلة علي اتصال علي اتصال دائم بالهواء عندئذ تنشط البكتريا الهوائية مما ينتج عنه تحلل هوائي للمواد العضوية لا ينتج عنه روائح عفنة أو تركيز عالي في اللون.

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

أولا:التحلل اللا هوائي(putrefaction) :

و هو الذي يحدث نتيجة لنشاط البكتريا اللا هوائية في غياب الأكسجين و ينتج عنه غازات النشادر (ammonia) و الميثان (methane) و كبريتور الهيدروجين(hydrogen sulpH ide) ، و معظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة.

ثانيا :التحلل الهوائي(oxidation):

وهو الذي يحدث نتيجة نشاط البكتريا الهوائية عند تواجد الأكسجين و ينتج عنه أملاح الأزوتات (nitrates) و الكبريتات (sulpH ates) و ثاني أكسيد الكربون (carbon dioxide) و مواد أخرى غير ضارة.

ويتأثر التحليل الهوائي بعدة عوامل مثل:

- درجة حرارة المخلفات (temperature of sewage):

و يظهر تأثير درجة الحرارة في زيادة نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة معينة يأخذ بعدها نشاط البكتريا في الهبوط.

- 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 إلى مواد أصغر حجما .

- كمية المياه المستخدمة (مياه الشرب) في المدينة و كذلك محتويات هذه المياه و كمية مياه الرشح و كمية مياه المطر، و هذه تؤثر علي درجة تركيز المواد الصلبة(عالقة كانت أو ذائبة)،كما أن مياه الرشح بما قد تحتويه من أملاح ذائبة تؤثر علي درجة تركيز المواد الذائبة.
- 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 فانه يمكننا تحديد كمية المواد الصلبة الذائبة. وتنقسم المواد الصلبة العالقة إلي:

- مواد سهلة الترسيب, أي ترسب في وقت قصير و تقدر بحوالي ٥٠%من المواد العالقة.
- مواد صعبة الترسيب ، أي تحتاج إلى وقت طويل لترسيبها وتقدر بحوالي ٥٠% من المواد العالقة.

و تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة من٦٥% إلى ٧٥% من مجموع المواد الصلبة ، بينما تتراوح نسبة المواد الصلبة العالقة من ٢٥% إلى ٣٥% من مجموع المواد الصلبة . و في 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 هو موضح بالجدول رقم (١-١) التالي:

جدول رقم (١-١)

مكونات مياه الصرف الصحي الاستخدامات المنزلية:

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

كما يمكن تقسيم المواد الصلبة في المخلفات السائلة إلى مواد عضوية و غير عضوية:

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

و تسمي أحيانا مواد طيارة أو غير ثابتة(volatile-unstable) نظرا لتطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية.

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

و تسمي أحيانا مواد معدنية أو ثابتة (mineral – stable) و نظرا لثباتها و عدم تطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية .و تقدر نسبة كل من المواد العضوية و المواد غير العضوية الموجودة في المخلفات السائلة بحوالي ٥٠% من مجموع المواد الصلبة

١-٥- ٤ الكائنات الحية الميكروسكوبية في المخلفات السائلة:

تحتوي المخلفات السائلة بالإضافة إلى المواد الصلبة العالقة و الزائدة علي العديد من أنواع الكائنات الحية الميكروسكوبية و البكتريا، و التي يتواجد كل نوع منها بالآلاف في كل مللي لتر من المخلفات .إلا أن غالبية هذه الكائنات غير ضارة و بعضها ضروري لعملية المعالجة لتثبيت المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة غير ضارة وبعضها ضرورى لعمليات المعالجة لتثبيت المواد العضوية وتحويلها الى مواد ثابتة غير عضوية.

إلا أن بعض هذه الكائنات ضارة و قد تسبب أمراض خاصة إذا وصلت إلى الطعام أو إلى مياه الشرب، و من أمثلة ذلك:البكتريا التيفودية, و الباراتيفود ، الدوسنتاريا ، الكوليرا، و الإمراض المعدية الأخرى.و تجري علي المخلفات السائلة الاختبارات البكتريولوجية الآتية:

١-العدد الكلي للبكتريا عند درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية ، و يتراوح بين نصف مليون إلى خمسة مليون في الملليلتر.

٢-العد الكلي للبكتريا عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية، وهو يقل قليلا عن العد الكلي عند ٢٠ درجة مئوية.

٣-عدد بكتريا القولون و يتراوح بين ٣٠٠٠٠ – ٢٠٠٠٠٠ في المليمتر . وبديهي أن هذا التراوح الواسع في عدد البكتريا يكون سبب اختلاف وقت و ظروف أخذ العينة وكذلك نوع المخلفات و ما تحتويه من مركبات.

١-٥-٥ الاختبارات الكيميائية لعينة المخلفات السائلة:

تجري بعض الاختبارات الكيميائية لفحص عينة من المخلفات السائلة بغرض تقدير درجة تركيزها قبل المعالجة، كما تجري نفس الاختبارات علي عينة من المخلفات السائلة أثناء و بعد المعالجة وبالمقارنة يمكن الإستدلال على كافة عمليات المعالجة و تشمل الاختبارات ما يلي:

١. اختبار الأزوت النشادري (nitrogen-ammonia) ، حيث تقل كمية النشادر بمضي الوقت لتحولها إلى نيترات و نيتريت.

٢. اختبار الأزوت علي هيئة نترات و نيتريت(nitrites and nitrates)،حيث تزيد كمية النترات بمضي الوقت و يدل تواجد الأزوتات بكثرة علي اقتراب كفاءة المعالجة من الكمال.

٣. اختبار الكلوريدات (chlorides)، و يستفاد من هذا الاختبار للدلالة علي تلوث الماء بالمخلفات السائلة نظرا لارتفاع تركيز الكلوريدات في المخلفات السائلة عنه في الماء .

٤. اختبار كبريتورالهيدروجين(hydrogen sulpHide) ،إذ يدل تواجد هذا الغاز في عينة المخلفات علي نشاط البكتريا اللا هوائية و عدم تواجد أللأكسجين في العينة.

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

٦. اختبار الأكسجين الحيوي الممتص(BOD-chemical oxygen demand)، وهو من التجارب الهامة في اختبار 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 و تحت ظروف معينة ، و تجري التجربة بتخفيف العينة بكمية معينة من المياه المهواة(Aerated water). ويتم قياس تركيز الأكسجين في الخليط في بداية و نهاية مدة حفظه و من ثم يمكن حساب كمية الأكسجين المستهلك خلال هذه الفترة و تقديرها بالجزء في المليون.

١-٥-٦ العوامل التى تؤثر على كمية الأكسجين الحيوي :

- تركيز المواد العضوية في العينة ، فكلما زاد تركيزها زاد الأكسجين المستهلك أي الأكسجين الحيوي الممتص(BOD) حيث يتناسب معدل استهلاك الأكسجين أثناء اجراء تجربة واحدة طرديا مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.
- درجة الحرارة أثناء فترة الحفظ (incubation) إذ كلما زادت درجة الحرارة –إلي حد معين– زاد نشاط البكتريا في أكسدة و تثبيت

المواد العضوية.

- الزمن أو الفترة التي تحفظ أثناءها العينة أي التي يقاس تركيز الأكسجين في العينة في بدايتها و نهايتها.

ولتقنين التجربة (standardization) و حتى يمكن مقارنة النتائج علي عينات مختلفة في أماكن و أوقات مختلفة تم الاتفاق علي أن تبقى درجة الحرارة طوال هذه الفترة ٢٠ درجة مئوية و أن يكون زمن حفظ العينة (incubation period) خمسة أيام . و يبين الشكل رقم (١-٣) المنحنيات الموضحة للعلاقة بين المتغيرات الثلاثة و هي(BOD)، زمن أو فترة الحفظ، درجة الحرارة، و يتبين في هذا الشكل أنه يمكن تقسيم أي منحني إلى ثلاثة مراحل:

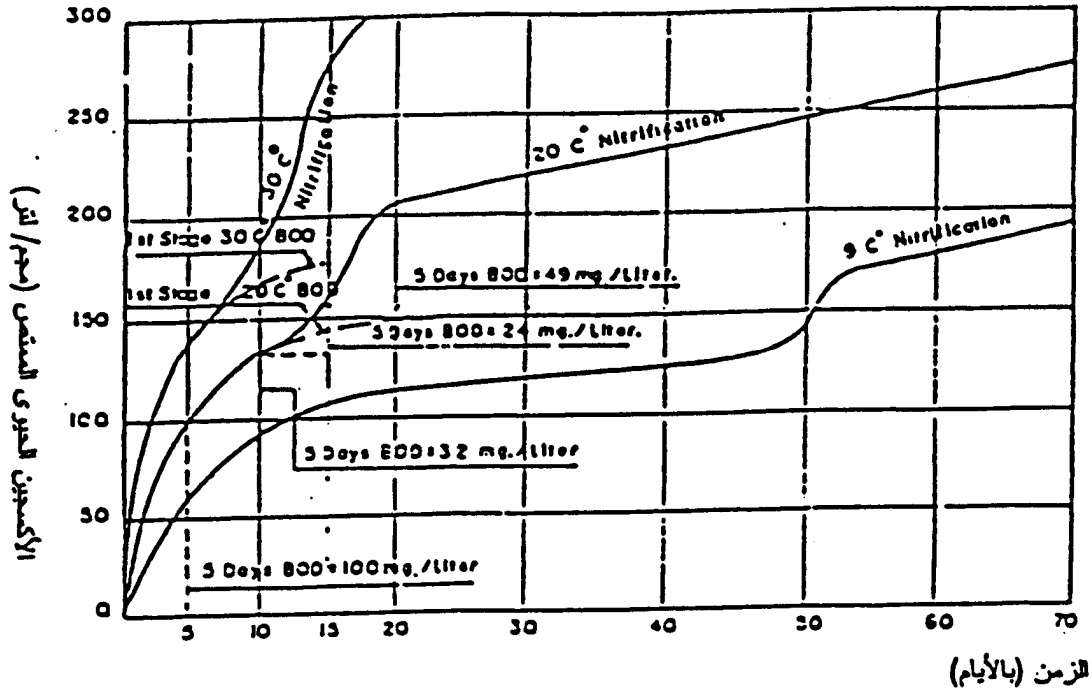
أ- **المرحلة الأولي**:و تستمر لفترة ١٠الي ١٥ يوما أو أكثر و فيها تتأكسد المواد العضوية الكربونية الأصل ، ويتميز هذا الجزء من المنحني بأن معدل استهلاك الأكسجين يتناسب مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.

ب- **المرحلة الثانية**: و هي فترة انتقال بين المرحلة الأولي و الثالثة, وتتميز هذه المرحلة بثبات معدل استهلاك الأكسجين مع ارتفاع في قيمة هذا المعدل ، و تستمر هذه المرحلة حوالي ثلاثة أيام.

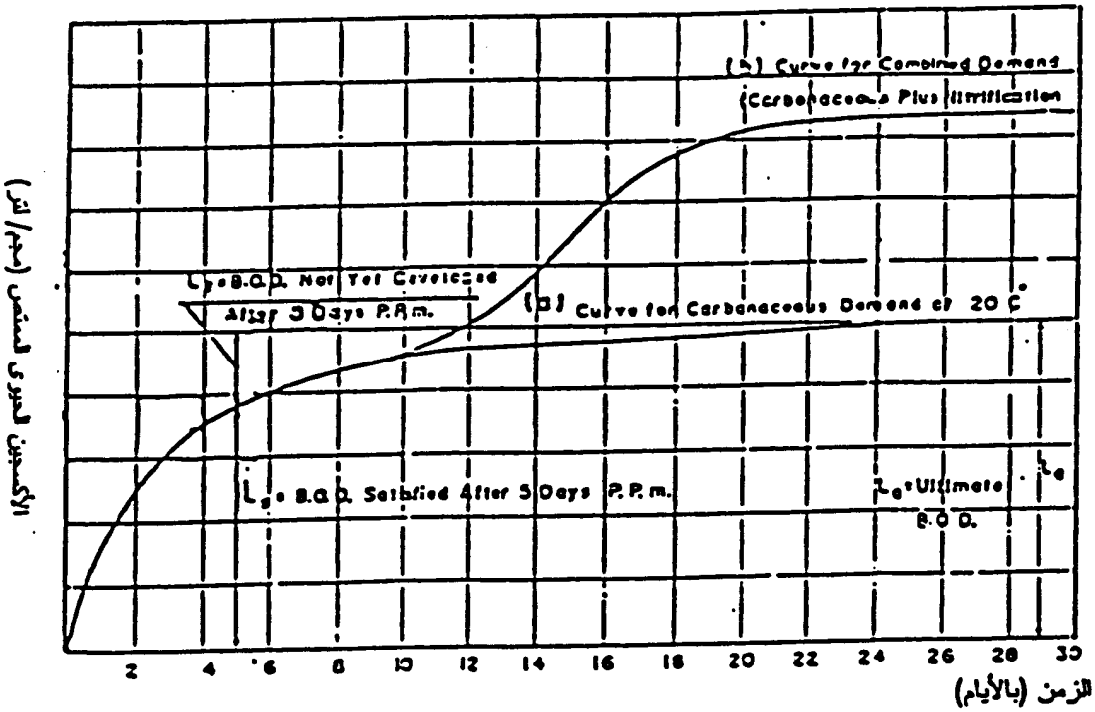
ت- **المرحلة الثالثة**: يتم فيها أكسدة المواد العضوية الأزوتية الأصل ، و تتميز بأن معدل استهلاك الأكسجين يكاد يكون ثابت إلا أنه أقل من المعدل في المرحلة الثانية ، و تستمر هذه المرحلة حتى يتم أكسدة المواد العضوية التي قد تستغرق شهورا.

و يوضح الشكل رقم (١-٣) و(١-٤) العلاقة بين الإحتياج الأكسجين الحيوي (BOD) و زمن الحفظ و درجة الحرارة و نوع المادة العضوية، و يتضح من

هذا الشكل أن معدل استهلاك الأكسجين يتناسب مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.



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



شكل رقم (١-٤) العلاقة بين كمية الإحتياج الأكسجين الحيوي (BOD) و درجة الحرارة نوع المادة العضوية

وفي جميع الاختبارات السابقة تظهر النتائج موضحة تركيز محتويات المخلفات السائلة بالجزء في المليون كما في الجدول رقم (١-٢). و يبين الجدول رقم (١-٣) كمية المواد العالقة والذائبة والإحتياج الأكسجين الحيوي بالنسبة للشخص الواحد مقدرة بالجرام/للفرد ، و منه يمكن تحديد تركيزه هذه المواد في المخلفات السائلة بعد معرفة معدل استهلاك الفرد للمياه في أى مدينة.

الجدول رقم (١-٢)

خصائص مياه الصرف الصحى (استهلاك منزلى)

المحتوى	نوعية المخلفات السائلة مجم/لتر		
اللـــــون	أسود (قوية)	مائل إلى السواد (متوسطة)	رمادي (ضعيفة)
اللأكسجين الذائب	صفر	صفر	صفر
الإحتياج الأكسجين الحيوي (BOD)	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠
الأكسجين الكيميائي (COD)	١٠٠٠	٥٠٠	٢٥٠
المواد الصلبة الكلية	١٢٠٠	٧٢٠	٤٠٠
الواد العالقة	٣٥٠	٢٠٠	١٠٠
المواد الذائبة	٨٥٠	٥٠٠	٢٥٠
الزيوت و الشحوم	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

تابع جدول رقم (١-٢)

محتويات مياه الصرف الصحي (استهلاك منزلى)

المحتوى	نوعية المخلفات السائلة مجم/لتر		
اللون	أسود (قوية)	مائل إلى السواد (متوسطة)	رمادي (ضعيفة)
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	٨,٥	٧.٢	–
درجة الحرارة	٦٠	٤٠	٢٠ $^{\circ}$م
الرائحة	تختلف حسب التفاعلات اللاهوائية و نسبة النتروجين و الفسفور و الزمن و كلوريد الهيدروجين المتكون		
الفينول	تختلف حسب الأستخدام		
المنظفات الصناعية			

جدول رقم (١-٣) كمية المواد الصلبة العالقة و الذائبة و الأكسجين الحيوي الممتص (جرام/فرد/يوم)

نوع المادة الصلبة	غير عضوية	عضوية	المجموع	الأكسجين الحيوي الممتص
العالقة	٢٥	٦٥	٩٠	٤٢
القابلة للترسيب	١٥	٤٠	٥٥	١٩
صعبة الترسيب	١٠	٢٥	٣٥	٢٣
الذائبة	٨٠	٨٠	١٦٠	١٢
المجموع	١٠٥	١٤٥	٢٥٠	٥٤