جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الهندسة المعمارية (تخصص خدمات المباني) بعنوان

مشاكل وحلول الصرف الصحي بالمستشفيات

دراسة حالة: مستشفى ابراهيم مالك التعليمي

PROBLEMS AND SOLUTIONS OF SANITATION IN HOSPITALS
CASE STUDY: EBRAHIM MALIK TEACHING HOSPITAL

إعداد :
وفاء علي محمد أحمد

إشراف :
د/ سعيد محمد محمد أحمد النورابي

1440هـ 2018م

الآية:

(وَلَا تَعْثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِين)

الأعراف: 74

إهداء

إلى من أرضعتني الحب والحنان
إلى رمز الحب وبلسم الشفاء
إلى القلب الناصع بالبياض (والدتي الحبيبة)...

إلى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء

إلى الذي لم يبخل بشئ من أجل دفعي في طريق النجاح

إلى الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر (والدي العزيز)...
إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي (إخوتي)...

إلى الأخوات اللواتي لم تلدهن أمي ...

إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلى ينابيع الصدق الصافي إلى من معهم سعدت، وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرت إلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير ...

شكر وعرفان

الحمد الله على إحسانه والشكر له على توفيقه وامتنانه وأشهد أن لا إله إلا االله وحده لا شريك له تعظيماً لشأنه وأشهد أن سيدنا ونبينا محمد عبده ورسوله الداعي إلى رضوانه صلى االله عليه وعلى آله وأصحابه وأتباعه وسلم.

أحمدك ربي وأشكرك على أن يسرت لي إتمام هذا البحث على الوجه الذي أرجو أن ترضى به عني.

وبعد حمد الله تعالى وشكره على إنهائي لهذه الرسالة أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان للدكتور الفاضل د.سعيد النورابي على ما قدمه لي من علم وإرشاد مستمر نافع وعطاء متميز، وعلى مابذله من جهد متواصل ونصح وتوجيه من بداية مرحلة البحث حتى إتمام هذه الرسالة، ومهما كتبت من عبارات وجمل فإن كلمات الشكر تظل عاجزة عن إيفاء حقه، فجزاه الله عني خير الجزاء وجعل ذلك في موازين حسناته.

وأتقدم بشكري الجزيل في هذا اليوم إلى أساتذتي الموقرين في لجنة المناقشة رئاسة وأعضاء لتفضلهم علي بقبول مناقشة هذه الرسالة، فهم أهل لسد خللها وتقويم معوجها وتهذيب نتوآتها والإبانة عن مواطن القصور فيها، سائلةً الله الكريم أن يثيبهم عني خيراً.

كما أشكر جميع الأخوة القائمين على المكتبات التي تزودت منها مادة هذا البحث ولا سيما مكتبة كلية العمارة، ومكتبة

كلية الهندسة بجامعة السودان ومكتبة كلية الهندسة بجامعة الخرطوم. وأشكر كل من ساعدني وأعانني على إنجاز هذا البحث، فلهم في النفس منزلة وإن لم يسعف المقام لذكرهم، فهم أهل للفضل والخير والشكر.

والحمد لله رب العالمين اولاً وآخراً، ظاهراً وباطناً، عدد خلقه ورضا نفسه وزنة عرشه ومداد كلماته، والصلاة والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين.

المستخلص

يعتبر الصرف الصحي من القضايا التي يهتم بها العالم مؤخراً لما له من آثار سلبية على البيئة والمجتمع خاصة عندما يطرح في الأنهار والبحار من دون معالجة ويؤثر بذلك على الثروة السمكية والزراعية والحيوانية. كما أن المخلفات المطروحة من المستشفيات تحتوي على العديد من المركبات المعدية والخطيرة مما يحتم ضرورة معالجتها بطرق سليمة ومن ثم التخلص منها ضمن مياه صرف المدينة.

ترتبط مشكلة تلوث البيئة إرتباطاً وثيقاً بحركة التنمية، ويقصد بالتلوث البيئي هو ذلك التغير الذي يحدث في الصفات الطبيعية والكيميائية والحيوية للبيئة التي يعيش فيها الفرد؛ مما يؤدي الى تأثيرات سلبية على صحة الإنسان .

هدفت الدراسة إلى المساهمة في معالجة مشكلة نظام الصرف الصحي المستخدم في المستشفى وما يسببه من آثار على البيئة والمجتمع، والخروج بتصميم يلائم لمعالجة المياه المطروحة من المستشفيات وكيفية معالجتها والتخلص منها.

تكمن أهمية هذه الدراسة في الخروج بتصميم لنظام صرف وفق المعايير العالمية، مما يمكن الجهات ذات الصلة بالإستفادة منه وتطبيقه في المنشآت التي تعاني من ذات المشكلات.

توصل البحث إلى أن سعة أحواض التحليل الحالية تقل عن السعة المطلوبة بحوالي 30%، كما أن عملية التحليل لا تتم بالوجه المطلوب؛ حيث أنه يتم صرف المحاليل والمستحضرات الطبية في مياه الصرف و كذلك كمية المخلفات المطروحة لا تسمح بفترة المكث في الأحواض. كما يوصي البحث بضرورة ربط المستشفى بالشبكة العامة مع الإستفادة من خطوط الصرف الحالية والإهتمام بمتابعتها وأن يكون هناك نظام صيانة دورية لنظام الصرف حتى يتم التعرف على المشاكل وحلها.

الحاجة والضرورة ملحة للاستفادة من هذه الكميات الضخمة من مياه الصرف الصحي للمستشفيات ولكن من الأوليات عدم تعريض البيئة والأفراد لمخاطر هذه المياه بعد معالجتها، لوجود مسببات المرض التي قد لا تستطيع محطات المعالجة التخلص منها؛ لذلك يجب التقليل والتخلص من الملوثات قبل تصريفها للشبكة العامة.

Abstract

Sanitation is one of the issues that the world cares about lately because of its negative effects on the environment and society especially when it is discharged into rivers and seas without treatment where it affects the fish, agricultural and animal resources. In addition, waste water from hospitals contains many infectious and dangerous compounds, which must be properly treated and then disposed of within the sewerage network.

The study aimed to address the problem of the sewage system used in the hospital and its effects on the environment and society, and come out with a design suitable for treatment of waste water from hospitals and how to treat and eliminate them.

The importance of this study lies in the design of a system of exchange according to international standards, which enables the relevant parties to benefit from it and apply it in facilities that suffer from the same problems.

The research found that the capacity of the current septic tanks is less than the required capacity by about 30%. The analysis process is not carried out in the required manner, since the medical surgeons are discharged in the waste water. The study also recommends that the hospital should be connected to the public network, and involved from the existing drainage lines and manholes, and paying attention to its follow-up, and that there be a system of periodic maintenance of the drainage system in order to identify the problems and solve them.

فهرس الموضوعات:

الرقم	الموضوع	الصفحة
	البسملة	أ
	الآية	ب
	إهداء	ت
	شكر وعرفان	ث
	المستخلص	ح
	Abstract	خ
	فهرس الموضوعات	i
	قائمة الجداول	iii
	قائمة الأشكال	iv
الفصل الأول: الإطار العام		
1-1	مقدمة	1
2-1	أهداف البحث	2
3-1	مشكلة البحث	3
4-1	أهمية البحث	3
5-1	فرضيات البحث	3
6-1	منهجية البحث	3
7-1	الحدود الزمانية	3
8-1	الحدود المكانية	3
9-1	الحدود الموضوعية	3
10-1	هيكلة البحث	3
11-1	المصطلحات العلمية	4
الفصل الثاني: الإطار النظري		
1-2	مقدمة	6
2-2	المستشفيات	7
1-2-2	تاريخ المستشفيات	7
2-2-2	تصنيف المستشفيات	9
3-2-2	المكونات والعناصر الأساسية للمستشفى	10
3-2	الصرف الصحي	10
1-3-2	تعريف مياه الصرف الصحي	10
2-3-2	المواصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه المجاري	11
3-3-2	مصادر المخلفات السائلة	12
4-3-2	معدل صرف ودفق مياه الصرف الصحي من المصادر المختلفة	13
5-3-2	الأثر الصحي للمياه والأمراض المتعلقة بمياه الصرف الصحي	14
6-3-2	الآثار البيئية لصرف مياه الصرف الصحي غير المعالجة	16
7-3-2	أنظمة الصرف الصحي	16
8-3-2	معالجة المخلفات السائلة	28
4-2	الصرف الصحي في السودان	44
1-4-2	خلفية تاريخية لوسائل الصرف الصحي في السودان	44
2-4-2	الصرف الصحي في ولاية الخرطوم	45

5-2	المخلفات الطبية السائلة في المستشفيات	48
1-5-2	مصادر المخلفات الطبية السائلة والتي يتم التخلص منها عن طريق مياه الصرف الصحي	49
2-5-2	الفرق بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للمدينة	50
3-5-2	أهم الملوثات لمياه الصرف الصحي بالمستشفيات	51
4-5-2	التوصيات والإجراءات التي يجب العمل بها للحد من تلوث مياه الصرف الصحي للمستشفيات	54
6-2	الدراسات السابقة	57
7-2	خلاصة الدراسات السابقة	59
الفصل الثالث: عرض وتحليل الحالة الدراسية		
1-3	مقدمة	60
2-3	أسباب اختيار الحالة الدراسية	60
3-3	الوصف العام للحالة الدراسية (مستشفى إبراهيم مالك التعليمي)	60
4-3	منهجية جمع المعلومة	62
5-3	الصرف الصحي بالمستشفى	62
1-5-3	المشكلات التي يعاني منها المستشفى بسبب نظام الصرف المستخدم	62
2-5-3	وحدات المعالجة بالمستشفى	64
3-5-3	شكل أحواض التحليل	67
4-5-3	مواد تشييد أحواض التحليل	67
5-5-3	فترة نظافة أحواض بالتحليل	67
6-5-3	مواد تشييد غرف التفتيش	67
7-5-3	نوع المواسير المستخدمة	68
8-5-3	مشاكل تعاني منها عامة خطوط الصرف بالمستشفى	68
الفصل الرابع: تحليل ومناقشة النتائج		
1-4	تقييم الوضع الراهن للنظام المستخدم	73
1-1-4	عدد الأسرة بالمستشفى	73
2-1-4	القوى العاملة بالمستشفى	73
2-4	التصريف الكلي للمستشفى	74
3-4	حساب السعة الفعلية للمستشفى	74
4-4	الخلاصة	76
5-4	مقترحات الحلول	76
الفصل الخامس: الخلاصة والتوصيات		
1-5	مقدمة	77
2-5	الخلاصة	77
3-5	التوصيات	78
4-5	مقترحات بحوث مستقبلية	78
المراجع		79

قائمة الجداول :

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1-2	أصناف ومصادر بعض الملوثات أهم الملوثات في مياه المجاري	11
2-2	تولد وصرف مياه المجاري البلدية من المصادر المختلفة	13
3-2	يوضح أهم مجموعات الفيروسات التي يمكن أن تتواجد بمياه الصرف الصحي	14
4-2	يوضح أهم مجموعات البكتيريا المسببة للأمراض التي يمكن أن تتواجد بمياه الصرف الصحي والأمراض التي تسببها	14
5-2	يوضح أهم الكائنات الحيوانية وحيدة الخلية (البرتوزوا) التي يمكن تواجدها في مياه الصرف الصحي	15
6-2	أهم الديدان الطفيلية التى يمكن تواجدها فى مياه الصرف الصحي	15
7-2	مستويات معالجة مياه المجاري	31
8-2	تصنيف العمليات الشائعة في معالجة مياه المجاري تبعاً لمستوى المعالجة	31
9-2	وسائل الصرف الصحي السائدة في السودان	45
10-2	المحاليل المستخدمة لاظهار الصور	51
11-2	يبين المذيبات المستعملة في المستشفيات	52
1-3	وحدات الصرف المستخدمة بالمستشفى	67
1-4	عدد الأسرة بالمستشفى	73
2-4	تعداد القوى العاملة بالمستشفى	73
3-4	مقارنة بين السعة الحالية والسعة المطلوبة بإستخدام المعادلة رقم (1)	75
4-4	مقارنة بين السعة الحالية والسعة المطلوبة بإستخدام المعادلة رقم (2)	75

قائمة الأشكال :

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1-2	محتويات مياه المجاري المنزلية	10
2-2	مرحاض الحفرة التقليدي	16
3-2	مرحاض الحفرة المهواة المحسن	17
4-2	مرحاض ريد عديم الرائحة	17
5-2	مرحاض الخزان المزدوج	17
6-2	حوض التحليل	19
7-2	خنادق التصريف	20
8-2	بيارات التصريف	21
9-2	خريطة كنتورية تبين تخطيط شبكة الصرف الصحي	22
10-2	قطاعات في المطابق	23
11-2	فتحات (بالوعات) الأمطار	24
12-2	أحواض حجز الدهون والرمال	25
13-2	بيارة تجميع مع طلمبات غاطسة	26
14-2	بيارة تجميع لمياه المجاري	26
15-2	يبين المراحل العامة لمعالجة مياه الصرف الصحي	30
16-2	مسقط أفقي وقطاع رأسي للمرشحات البيولوجية	33
17-2	المرشحات البيولوجية	33
18-2	الأقراص البيولوجية الدوارة	34
19-2	خنادق الأكسدة	38
20-2	برك الأكسدة	39
21-2	المراحل العامة لمعالجة مياه المستشفيات	54
1-3	صورة جوية لموقع المستشفى	61
2-3	إمتلاء طابق البدرون بالمياه	63
3-3	يوضح تصدع جدران طابق البدرون	64
4-3	يوضح مواقع وحدات الصرف بالمستشفى	66
5-3	إرتفاع غرف التفتيش عن سطح الأرض	68
6-3	يوضح أن أغطية غرف التفتيش غير مناسبة	69
7-3	بعض غرف التفتيش خارج الخدمة	69
8-3	يوضح بعض غرف التفتيش ممتلئة بالأوساخ	70
9-3	يوضح تراكم الأنقاض والأوساخ على غرف التفتيش	70
10-3	إهتراء غرف التفتيش	71
11-3	عدم تصريف غرف التفتيش والتسريب	71
12-3	يوضح عدم استخدام الأغطية المناسبة للآبار	72
13-3	يوضح تراكم الأنقاض فوق إحدى الآبار	72

الفصل الأول

الإطار العام

الفصل الأول

الإطار العام للبحث

1-1: مقدمة:

تعد مياه الصرف الصحي أحد أخطر مصادر تلوث البيئة عموماً والموارد المائية خصوصاً؛ عندما يتم طرحها من دون معالجة في الأنهار والبحيرات والبحار، ولا يقتصر هذا التلوث على انتشار الأمراض والأوبئة، بل يؤثر أيضاً في الثروة الزراعية والحيوانية والسمكية، كما يؤثر أيضاً في الناحية السياحية للمنطقة الملوثة، وكل ذلك له تأثير سلبي في الدخل القومي واقتصاد البلد؛ وتلافياً لهذه الأضرار لابد من معالجة مياه الصرف قبل طرحها في محطات المعالجة المختلفة.

بدأت مشكلة مياه الصرف الصحي مع وصول التخديم المائي إلى الدورات الصحية التي كانت تقام بعيداً عن المنازل السكنية. وفي البداية أنشأ الإنسان أحواضاً مطمورة صماء لتجميع المياه القذرة، ثم انتقلت دورات المياه إلى داخل المنازل، وصارت حفر التجميع تستقبل مياه الشطف والغسيل والتجلية ودورات المياه.

ومع تطور المجتمعات البشرية واقامة المدن، بدأ التفكير بتجميع مياه الصرف من الأبنية لصرفها عبر قنوات مطمورة أو شبكات من الأنابيب إلى خارج حدود المدينة (أقرب نهر أو بحيرة أو أقرب شاطئ بحري)، وقد عرفت مدينة لندن أقدم شبكة صرف صحي عامة في أوربا، ثم انتقلت الفكرة عن طريق نابليون الثالث إلى مدينة باريس لتنتشر بعد ذلك في مدن أوربية كثيرة، وليفرض فيما بعد على جميع مالكي الأبنية ضرورة ربط شبكات الصرف لديهم بقنوات مطمورة إلى شبكة الصرف العامة.

أدى ازدياد طرح كميات مياه الصرف الصحي في الأحواض المائية إلى تفاقم مشكلات تلوث المياه، مما حتم معالجة هذه المياه قبل طرحها إلى الموارد المائية، وقد بدأت فكرة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام طرائق ميكانيكية؛ كالترقيد لإزالة العوالق الكبيرة، ثم استخدام المصافي الخشبية والمعدنية، ثم استخدام المرشحات الرملية البطيئة القابلة للغسيل العكسي. أما فكرة المعالجة البيولوجية فقد ظهرت بعد مدة طويلة من استخدام مياه الصرف الخام في ري المزروعات، وقد بدأ الباحثون باستخدام هذه الفكرة لتصفية مياه الصرف الصحي عبر الأراضي الرملية، وظهر المرشح البيولوجي Biological Filter بعد معرفة دور البكتيريا في تحليل المادة العضوية، ثم ظهرت طرائق جديدة في المعالجة، كنظام القرص البيولوجي الدوار والمفاعلات البيولوجية المختلفة وغيرها. وقد حقق الباحثان الإنكليزيان وليام لوكيت William Lockett وإدوارد

أرديرن Edward Ardern ثورة علمية في مجال معالجة مياه الصرف باكتشافهما طريقة الحمأة المنشطة والتي يقصد بها معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة الندف المنشطة. وتعد هذه الطريقة بمثابة تنقية ذاتية منشطة اصطناعياً؛ إذ إن العمليات التي تجري فيها هي نفسها التي تجري في المجاري المائية الطبيعية كالأنهار والبحيرات. وتتم معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحمأة المنشطة عن طريق تهوية وتقليب هذه المخلفات في أحواض خاصة تدعى أحواض التهوية، وينتج من ذلك امتصاص الخليط للأكسجين من الهواء، واستعمال البكتيريا الهوائية وكائنات دقيقة أخرى. يعمل الأكسجين على تثبيت المواد العضوية العالقة والذائبة وتحويلها إلى مواد غير قابلة للتحلل، كما يؤدي التقليب المستمر للخليط إلى ترويب المواد العالقة الدقيقة Coagulation، أي تجميع هذه المواد وتلاصقها إلى حبيبات أكبر يسهل ترسيبها في أحواض الترسيب النهائي.

وكان العالم الألماني إمهوف أول من طور حوض التخمير المقترح لمعالجة الحمأة بإنشائه حوضه المعروف بإسمه، والمكون من حوضين العلوي منه يقوم بدور الترقيد، أما السفلي فيقوم بدور غرفة تخمير للحمأة المتجمعة.

1-2: أهداف البحث:

1-2-1: الهدف العام للبحث:

التعرف على وتقييم نظام الصرف الصحي المستخدم بالمستشفى.

1-2-2: الأهداف الخاصة:

1. دراسة النظام المستخدم بالمستشفى ومعرفة أوجه القصور به.
2. الخروج بتصميم ملائم لمعالجة المياه المطروحة من المستشفيات.
3. المساهمة في حل مشاكل الصرف الصحي في المستشفيات المحلية.
4. التعرف على طرق التعامل مع المخلفات الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي وكيفية التخلص منها.
5. إيجاد حلول سليمة ونموذجية لمشكلة الصرف الصحي بالمستشفى وفقاً للمعايير والمواصفات العالمية .

1-3: مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في مدى ملائمة نظام الصرف الصحي المستخدم للمعايير والمواصفات العالمية.

1-4: أهمية البحث:

1. الخروج بتصميم نموذجي لنظام الصرف الصحي للتخلص من المخلفات السائلة بالمستشفى على أسس ومعايير عالمية.
2. مساعدة الجهات المعنية للوصول لحلول نموذجية لأنظمة الصرف المستخدمة وإلحاقها بالتقنيات والأسس والمعايير العالمية.

1-5: فرضيات البحث :

1. يوجد قصور في تصميم النظام الحالي المستخدم بالمستشفى وذلك لأن سعة التحليل غير كافية.
2. يوجد قصور في دقة التنفيذ وفقاً لما تم بالتصميم.
3. لا يتم الإهتمام بالصيانة الدورية لوحدات المعالجة.

1-6: منهجية البحث :

تم استخدام المنهج الوصفي في الدراسة.

1-7: الحدود الزمانية للبحث:

من شهر يناير 2018 وحتى مايو 2018

1-8: الحدود المكانية للبحث:

ولاية الخرطوم _ مستشفى إبراهيم مالك التعليمي

1_9: الحدود الموضوعية:

الصرف الصحي بالمستشفيات

1-10: هيكلة البحث:

يتكون البحث من خمسة فصول، الفصل الأول مقدمة عن البحث ومشكلة البحث وأهدافه، أما الفصل الثاني يتناول الإطار النظري للدراسة والدراسات السابقة، والفصل الثالث يتناول الحالة الدراسية، أما الفصل الرابع فيتناول عرض وتحليل النتائج والفصل الخامس يستعرض النتائج التي توصل لها البحث والتوصيات.

1-11: المصطلحات العلمية:

1. **شبكة الصرف الصحي Sewer:** قناة مفتوحة أو أنبوب مغلق يستخدم لنقل مياه الصرف الصحي.
2. **شبكة تجميع الصرف الصحي Sewerage:** (البنية التحتية للمجاري) وتستخدم أحياناً بالتبادل مع المجاري، أو الصرف الصحي.
3. **المصرف Sewer.**
4. **مرحاض الحفرة : أدب خانة : المستراح : بيت الأدب.**
5. **خزان التحليل _ خزان التخمير _ خزان التعفن _Septic Tank .**
6. **الصرف الصحي في الموقع : On site Sanitation :** نظام الصرف الصحي الذي يتم فيه جمع فضلات الجسم ومياه الصرف، وتخزينها أو معالجتها في مكان إنتاجها.
7. **مياه المجاري المنزلية:Domestic or Sainatry Sewage:** مياه الإستعمالات المنزلية والتجارية كالوحدات السكنية والفنادق والمطاعم والمدارس وتسمى أحياناً بمياه المجاري.
8. **مياه المخلفات الصناعية: Industrial wastewater:** هي الناتجة عن عمليات التصنيع المختلفة.
9. **الترشيح (الفلترة) Filtration:** هي عملية ميكانيكية تستخدم مادة مسامية من أجل حجز المواد الجسيمية والسماح بالسائل أو الغاز بالمرور.
10. **المعالجة الإبتدائية Primary Treatment:** هي أول مرحلة رئيسة في معالجة مياه الصرف، والتي يتم خلالها إزالة المواد الصلبة والمواد العضوية، وذلك غالباً عن طريق عملية الترسيب أو الطفو.
11. **المعالجة الثانوية Secondary Treatment:** تأتي بعد المعالجة الأولية لتزيل المواد العضوية القابلة للتحلل، والمواد العالقة من التدفقات السائلة الخارجة.
12. **المعالجة الثلاثية Tertiary Treatment:** هى المرحلة التي تلي المعالجة الثانوية لتحقيق الإزالة المتقدمة للملوثات من التدفقات السائلة الخارجة.
13. **الأكسدة Stabilization:** هي عملية تحلل المركبات العضوية لتقليل المركبات القابلة للتحلل الحيوي بسهولة؛ وذلك لتقليل أضرارها البيئية.

14. **بركة الأكسدة الإختيارية (هوائية – لاهوائية) :Pond Facultative** : هي عبارة عن بحيرة ضحلة تشكل مرحلة المعالجة الثانية في برك تثبيت المخلفات.
15. **تفريغ (إزالة) الحمأة Desludging:** هي عملية إزالة الحمأة المتراكمة من مرفق التخزين أو المعالجة.
16. **الترويب Coagulation:** هو اضطراب الجزيئات في الماء عن طريق إضافة مواد كيميائية (مروبات) مثل كبريتات الألومنيوم أو كلوريد الحديديك.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

2-1: مقدمة:

يعتبر الصرف الصحي للمخلفات الآدمية و المياه العادمة من أهم العمليات لتوفير البيئة الصالحة لأفراد المجتمع، ومن اللازم العمل على تجميع وتصريف المخلفات إلى أماكن التخلص منها بأرخص الطرق المتاحة، ويجب أن يتم ذلك بطرق هندسية مناسبة وفقاً للأسس الفنية في حدود الاحتياجات، والشروط الأساسية لمقومات الصحة العامة، ومقومات الأمن والسلامة.

على الرغم من أن التقدم الطبي الهائل في جميع مجالاته يؤدي إلى تحسين نوعي وكمي لصحة الإنسان، وإرتفاع مستوى المعيشة إلا أنه يؤدي في ذات الوقت إلى آثار بيئية لا يمكن إهمالها أهمها تلوث البيئة المائية بالملوثات الطبية .

إن الوضع البيئي والتأثيرات البيئية لهذه المؤسسات الصحية في حالة إرتباط دائم مع الوضع العام لها، فأي تراجع أو تدهور تعاني منه أي مؤسسة صحية يؤدي بالضرورة إلى تحولها إلى ملوث خطير للبيئة المحيطة بها؛ لأن المخلفات التي تطرحها هذه المؤسسات سواءً كانت صلبة أو سائلة عادةً ما تكون ملوثة بمواد كيميائية تستخدم بشكل طبيعي في تلك المؤسسات، كما أنها تكون معرضة لتلوث من نوع أخر وهو التلوث بالجراثيم والميكروبات.

يمكن القول بأن كل المشاريع التي تهتم بمعالجة المياه الملوثة هي مشاريع مكلفة و غير منتجة اقتصادياً ولكن لها منعكسات كبيرة على صعيد الصحة العامة من خلال حماية الإنسان وهو عنصر الإنتاج الأول. إن عملية بناء محطات معالجة مياه المجاري هي خطوة إيجابية وحضارية على طريق تحسين البيئة والمحافظة عليها ولكن لهذه المشاريع الهامة محاذيرها البيئية إذا لم تستثمر بشكل صحيح، فهي تحتاج إلى الإدارة الجيدة والإطار الفني المتدرب والمتخصص.

2-2: المستشفيات:

هي تنظيم طبي جزء أساسي من تنظيم اجتماعي، وظيفته تقديم رعاية صحية كاملة للسكان علاجاً ووقايةً وتعليماً وبحثاً ودراسةً (منظمة الصحة العالمية).

هي منشآت ذات مباني مستقلة لتقديم الرعاية الصحية، توفر خدمات إقامة داخلية لمدة 24 ساعة أو أكثر للمرضى الذين يخضعون للعلاج من الأمراض أو الإصابات أو التشوهات أو حالة جسدية أو عقلية غير سوية، أو في حالات الولادة وحضانة المواليد (www.haad.ae). يتمتع المستشفى بمستوى عالٍ من إدارة الرعاية الصحية في مختلف الميادين الطبية والجراحية. كما ويضم المستشفى خدمات مساندة مثل المختبر السريري والتصوير بالأشعة والصيدلية.

2-2-1: تاريخ المستشفيات (السرجاني 2010):

إن المسلمين هم أول من أسس المستشفيات في العالم، بل إنهم سبقوا غيرهم في ذلك الأمر بأكثر من تسعة قرون.

فقد أسس أول مستشفى إسلامي في عهد الخليفة الأموي الوليد بن عبد الملك، وكان هذا المستشفى متخصصاً في الجذام، وأنشئت بعد ذلك المستشفيات العديدة في العالم الإسلامي، وبلغ بعضها شأواً عظيماً، حتى كانت هذه المستشفيات تعد قلاعاً للعلم والطب وتعتبر من أوائل الكليات والجامعات في العالم. بينما أنشئ أول مستشفى أوربي في باريس بعد ذلك بأكثر من تسعة قرون.

وكانت المستشفيات تعرف بـ(البيمارستانات)، وكان منها الثابت ومنها المتنقل؛ فالثابت هو الذي ينشأ في المدن، وقلما تجد مدينة إسلامية بغير مستشفى، أما المستشفى المتنقل فهو الذي يجوب القرى البعيدة والصحارى والجبال.

وكانت المستشفيات المتنقلة تحمل على مجموعة كبيرة من الجمال (وصلت في بعض الأحيان إلى أربعين جملاً؛ وذلك في عهد السلطان محمود السلجوقي، وكانت هذه القوافل مزودة بالآلات العلاجية والأدوية، ويرافقها عدد من الأطباء، وكان بمقدورها الوصول إلى كل رقعة في الأمة الإسلامية.

وقد وصلت المستشفيات الثابتة في المدن الكبرى إلى درجة راقية جداً في المستوى، وكان من أشهرها المستشفى العضدي ببغداد الذي أنشئ في سنة 371هـ، والمستشفى النوري بدمشق الذي أنشئ في سنة 549هـ، والمستشفى المنصوري الكبير بالقاهرة الذي أُنشئ سنة 683هـ.

كانت هذه المستشفيات العملاقة تقسم إلى أقسام بحسب التخصص؛ فهناك أقسام لأمراض الباطنية، وأقسام للجراحة، وأقسام للأمراض الجلدية، وأقسام لأمراض العيون، وأقسام للأمراض النفسية، وأقسام للعظام والكسور وغيرها.

ولم تكن تلك المستشفيات مجرد دور علاج، بل كانت كليات طب حقيقية على أرقى مستوى؛ فكان الطبيب المتخصص (الأستاذ) يمر على الحالات في الصباح، ومعه الأطباء الذين هم في أولى مراحلهم الطبية، فيعلمهم، ويدون ملاحظاته، ويصف العلاج، وهم يراقبون ويتعلمون، ثم ينتقل الأستاذ بعد ذلك إلى قاعة كبيرة ويجلس حوله الطلاب فيقرأ عليهم الكتب الطبية ويشرح ويوضح ويجيب عن أسئلتهم.

وكانت المستشفيات الإسلامية تضم في داخلها مكتبات ضخمة تحوي عدداً هائلاً من الكتب المتخصصة في الطب والصيدلة وعلم التشريح ووظائف الأعضاء إلى جانب علوم الفقه المتعلقة بالطب، وغير ذلك من العلوم التي تهم الطبيب.

كانت تزرع _ إلى جوار المستشفيات _ المزارع الضخمة التي تنمو فيها الأعشاب الطبية والنباتات العلاجية؛ وذلك لإمداد المستشفى بما يحتاجه من الأدوية.

أما الإجراءات التي كانت تتخذ في المستشفيات لتجنب العدوى فكانت من نوع خاص فريد؛ فكان المريض إذا دخل المستشفى يسلم ملابسه التي دخل بها، ثم يعطى ملابس جديدة مجانية لمنع انتقال العدوى عن طريق ملابسه التي كان يرتديها حين مرض، ثم يدخل كل مريض في عنبر مختص بمرضه، ولا يسمح له بدخول العنابر الأخرى لمنع انتقال العدوى أيضاً، وينام كل مريض على سرير خاص به، وعليه ملاءات جديدة وأدوات خاصة.

من المستشفيات الرائدة في التاريخ الإسلامي، كان من أعظمها: المستشفى العضدي، الذي أنشأه عضد الدولة ابن بويه عام 371هـ في بغداد، وكان يقوم بالعلاج فيه عند إنشائه أربعة وعشرون طبيباً، تزايدوا بعد ذلك. كما كان يضم مكتبة علمية فخمة وصيدلية ومطابخ، وكان يخدم فيه عدد ضخم من الموظفين والفراشين، وكان الأطباء يتناوبون على خدمة المرضى بحيث يكون هناك أطباء بالمستشفى أربعاً وعشرين ساعة يومياً.

ومن المستشفيات الإسلامية العظمى أيضاً: المستشفى النوري الكبير بدمشق الذي أنشأه السلطان العادل نور الدين محمود الشهيد وذلك في سنة 549هـ، وكان من أجل المستشفيات وأعظمها واستمر في العمل فترة طويلة جداً من الزمان، حيث بقي يستقبل المرضى حتى سنة 1317هـ (1899م).

كذلك من أعظم المستشفيات في تاريخ الإسلام: المستشفى المنصوري الكبير، الذي أنشأه الملك المنصور سيف الدين قلاوون في القاهرة، وذلك سنة 683هـ، وكان آية من آيات الدنيا في الدقة والنظام والنظافة، وكان من الضخامة بحيث إنه كان يعالج في اليوم الواحد أكثر من أربعة آلاف مريض.

ليس هذا فقط، بل كانت هناك المستشفيات المتخصصة، التي لا تعالج إلا نوعًا معينًا من الأمراض؛ كمستشفيات العيون، ومستشفيات الجذام، ومستشفيات الأمراض العقلية، وغير ذلك.

هذه نماذج أربعة من مئات المستشفيات التي كانت منتشرة في شرق العالم الإسلامي وغربه، يوم كانت أوربا تتيه في ظلام الجهل، ولا تعرف شيئاً من هذه المستشفيات ودقتها ونظافتها وسمو العاطفة الإنسانية فيها. مر أكثر من ثلاثة قرون على أوربا، اعتباراً من زمننا هذا، قبل أن تعرف للمستشفيات العامة معنى، ولا نبالغ إذا قلنا بأنه حتى القرن الثامن عشر (1710م) والمرضى يعالجون في بيوتهم أو في دور خاصة كانت المستشفيات الأوربية قبلها عبارة عن دور عطف وإحسان، ومأوى لمن لا مأوى لديه، مرضى كانوا أم عاجزين.

2-2-2: تصنيف المستشفيات (علي 2004):

هناك عدة أساليب لتصنيف المستشفيات وهي كالتالي:

1. طبقاً لمستوى الرعاية حيث تنقسم المستشفيات إلى:
   أ. مستوى ثاني (أو ثانوي).
   ب. مستوى ثالثي.
2. طبقاً لحجم المستشفى:
   أ. مستشفى صغير الحجم (عدد أسرة اقل من 50 سرير).
   ب. مستشفى متوسط الحجم (من 50 – 250 سرير).
   ج. مستشفى كبير الحجم (من 250 الى 500 سرير).
   د. مستشفى ضخم (اكبر من 500 سرير).
3. طبقاً للتخصصات الطبية:

أ. مستشفى تخصصي: وهذا النوع يقدم الرعاية الطبية في تخصص طبي واحد، مثل مستشفى أمراض الصدر، مستشفى أطفال، ...الخ.

ب. مستشفى عام أو شامل: وهذا النوع يقدم الرعاية الصحية في جميع التخصصات الطبية الممكن تواجدها.

4. طبقا لملكية المستشفى:
   أ. مستشفى قطاع خاص.
   ب. مستشفى حكومي مثل المستشفيات التعليمية والجامعية، مستشفيات القوات المسلحة وهيئة الشرطة ...الخ.
   ج. مستشفيات تابعة للتأمين الصحي.

د. مستشفيات تابعة لهيئات وشركات كبرى مثل المستشفيات التابعة للنقابات المهنية والعمالية.

2-2-3: المكونات والعناصر الاساسية للمستشفى (علي 2004):

يمكن تقسيم عناصر المستشفى وظيفياً إلى أربعة أقسام أساسية هي:

أ. خدمات التمريض.

ب. اقسام الكشف والعلاج.

ج. الخدمات الإدارية.

د. الخدمات العامة.

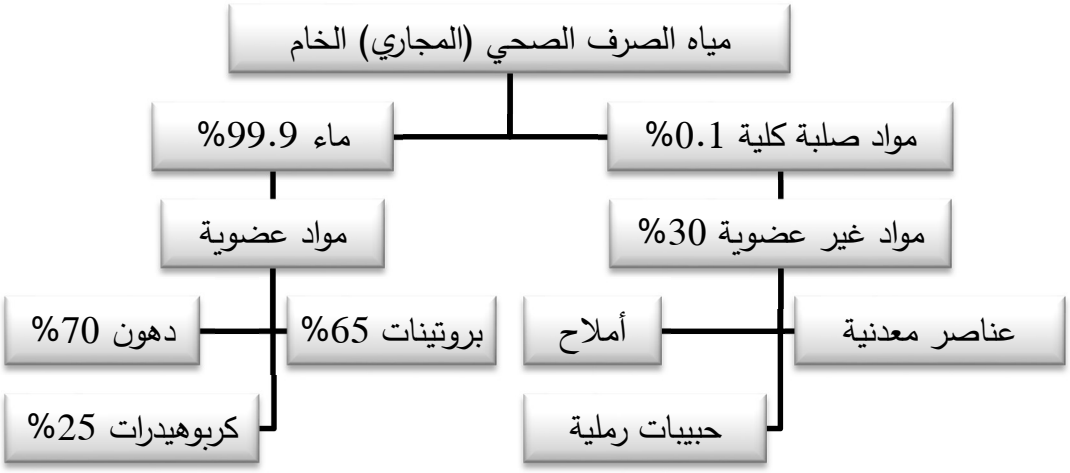
2-3: الصرف الصحي:

2-3-1: تعريف مياه الصرف الصحي:

مياه الصرف أو المياه العادمة بالإنجليزية (Sewage Water) هي عبارة عن مخلفات سائلة ناتجة عن أنشطة الإنسان المختلفة سواءً كانت المنزلية، أو التجارية، أو المؤسسية، أو الصناعية؛ بحيث يتم تجميعها من خلال شبكة من الأنابيب والقنوات لتصل إلى نقطة تجميع محددة للبدء بعملية المعالجة، وتسمى هذه النقطة بمحطة معالجة المياه (www.mawdoo3.com).

نظراً لشح المياه، وازدياد أعداد السكان، والتقدم الصناعي، وزيادة الرفاهية في معظم أنحاء العالم فإن كميات مياه الصرف الصحي زادت إلى حد كبير، لذلك كان لا بد من البحث عن وسائل تهدف إلى معالجة المياه العادمة لاستغلالها في أغراض الزراعة، والتبريد في المصانع.

نبعت أهمية الصرف الصحي في بداية القرن العشرين نسبة لإمتداد المدن رأسياً وأفقياً والتقدم الصناعي وأهمية التخلص من الفضلات وإعادة إستعمالها ما أمكن ذلك.



الشكل رقم (2-1): محتويات مياه المجاري المنزلية

المصدر: المعالجة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف 2008

2-3-2: المواصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه المجاري:

التركيب العام General Composition :

تتألف مياه الفضلات (مياه المجاري) بشكل عام من الماء وكثير من الشوائب والفضلات والملوثات التي يمكن تصنيفها جميعا في ثلاثة أصناف هي (أصفري 2000):

أ. فيزيائية.

ب. كيميائية.

ج. بيولوجية.

يبين الجدول رقم (2-1) ملخصاً لأهم الملوثات التي يمكن تصنيفها ضمن هذه الأصناف الثلاثة ومصادر تلك الملوثات.

الجدول رقم (2-1): أصناف ومصادر بعض الملوثات أهم الملوثات في مياه المجاري

المصدر: أسس تصميم منشآت مياه الفضلات 2000

الصنف والملوث	المصدر
فيزيائي	
اللون	مياه الفضلات المنزلية والصناعية
الرائحة	التعفن الطبيعي للمواد العضوية
المواد الصلبة اللاعضوية	المياه العذبة – مياه الفضلات المختلفة – التربة والرمال
درجة الحرارة	مياه الفضلات الصناعية والمختلفة
كيميائي	
مواد عضوية	
الكربوهيدرات	مياه فضلات مختلفة
الزيوت والشحوم	مياه فضلات مختلفة
المبيدات الحشرية	مياه فضلات زراعية وصناعية
الفينول	مياه فضلات صناعية
البروتينات	مياه فضلات صناعية
الملوثات الخطرة	مياه فضلات صناعية
مواد لا عضوية	
القلوية	مياه فضلات منزلية – مياه جوفية – مياه عذبة
الكلوريدات	مياه فضلات منزلية – مياه جوفية – مياه عذبة
المعادن الثقيلة	مياه فضلات صناعية

الآوزت (نتروجين)	مياه فضلات منزلية زراعية وصناعية
Ph	مياه فضلات مختلفة
الفسفور	مياه فضلات مختلفة – جريان سطحي طبيعي
الملوثات الخطرة	مياه فضلات منزلية وصناعية
الكبريت	مياه فضلات منزلية وصناعية
غازات	
كبريت الهيدروجين	تفكك مياه الفضلات المنزلية
الميثان	تفكك مياه الفضلات المنزلية
الأوكسجين	مياه عذبة – الرشح من المياه السطحية
بيولوجي	
حيوانات أو جراثيم	مياه المجاري الطبيعية ومحطات المعالجة
نباتات	مياه المجاري الطبيعية ومحطات المعالجة
مختلطة Protista	مياه الفضلات المنزلية – الرشح السطحي – محطات المعالجة
فيروسات	مياه الفضلات المنزلية

2-3-3: مصادر المخلفات السائلة:

يتم تجميع مياه الصرف الصحي من عدة مصادر، وتعتمد الكميات التي يتم جمعها من تلك المصادر على المصدر ونوعية نظام التجميع المستعمل فيها (السروي 2008). ومن مصادر تلك المياه ما يلي:

أ. المخلفات السائلة المنزلية وتشمل مياه الإستعمالات المنزلية والتجارية كالوحدات السكنية والفنادق والمطاعم والمدارس وتسمى أحياناً بمياه المجاري.

ب. المخلفات الصناعية وهي الناتجة عن عمليات التصنيع المختلفة.

ج. مياه الأمطار التي يتم تجميعها من سقوط المطر وذلك في حالة دمج شبكة المجاري بشبكة تصريف السيول والأمطار وفي حالات التلوث البيئي الشديدة قد تحتوي مياه الأمطار على ملوثات صناعية وأيضاً نواتج غسل الأسطح والشوارع.

د. المياه المتسربة من عدة مصادر كمياه الرشح التي يمكن أن تصل لخطوط الصرف من خلال الوصلات أو مسام خطوط الصرف في حالة إرتفاع منسوب المياه الجوفية.

هـ. القمامة فقد تتسرب بعض القمامة إلى بالوعات المجاري وذلك خصوصاً عند تركيب مفارم الطعام وكسارات القمامة بأحواض المطبخ.

2-3-4: معدل صرف وتدفق مياه الصرف الصحي من المصادر المختلفة:

بالنسبة لمياه الصرف البلدية والمعروفة بمياه المجاري فإن معدل صرف وتولد مياه الصرف يختلف من مكان إلى آخر ومن دولة إلى آخرى، فالدول الصناعية أكثر استهلاكاً للمياه من الدول النامية وبالتالي يتولد عنها كميات أكبر من مياه الصرف، وأيضاً يختلف الصرف من مكان إلى آخر داخل الدولة نفسها فالريف أقل استهلاكاً للماء من المدن وداخل المدينة الواحدة وحسب المستوى المعيشي ودرجة الرفاهية. والجدول التالي يبين معدل تولد وصرف مياه المجاري البلدية (السروي 2008).

الجدول رقم (2-2): تولد وصرف مياه المجاري البلدية من المصادر المختلفة

المصدر: المعالجة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف 2008

مصدر التولد	الوحدة	التدفق (لتر/وحدة/يوم)
المصادر المحلية البلدية		
منزل أو شقة عالية المستوى	شخص	250
منزل أو شقة منخفضة المستوى	شخص	90
منزل تقليدي	شخص	265
منزل جديد	شخص	305
منزل ذو رفاهية	شخص	360
منزل قديم	شخص	170
كوخ صيفي	شخص	155
المصادر التجارية		
المطار	مسافر	45
مخزن تجاري كبير	عميل _ مستهلك	1900
فندق	نزيل	182
مغسلة	ماكينة غسيل	2100
المكاتب	موظف	50
مطعم	وجبة	12
مركز تسوق	موظف	38

المنشآت الحكومية		
مستشفى طبي	سرير	625
مستشفى نفسي	سرير	380
السجن	نزيل	435
نزل إستراحة	مضيف	322
المدارس		
مدارس بها كافتيريا وأدشاش وجيم	طالب	95
مدارس بها كافتيريا فقط	طالب	58
مدارس ليس بها كافتيريا أو جيم	طالب	42

2-3-5: الأثر الصحي للمياه و الأمراض المتعلقة بمياه الصرف الصحي:

تحمل المخلفات الآدمية السائلة كالبراز والبول الكثير من الميكروبات والطفيليات والفيروسات وبالتالي فإن الممارسات الغير صحية وأوضاع الصرف الصحي السيئة تؤدي إلى وضع غير صحي مسببة إنتشار الأمراض وانتشار العدوى والجداول الآتية توضح الأمراض التي يمكن أن تسببها مياه الصرف (عبد الصبور 2006).

جدول رقم (2-3) : يوضح أهم مجموعات الفيروسات التى يمكن أن تتواجد فى مياه الصرف الصحي

المصدر: نقل التكنولوجيا الغريبة ليس بالضرورة مناسباً للبلاد النامية 2006

مجموعة الفيروسات	الأمراض التى تسببها
فيروسات الغدد (أدينوفيروس)	أمراض الجهاز التنفسى والتهاب العين
الفيروسات المعوية	شلل الأطفال – الشلل – أمراض أخرى
فيروس شلل الأطفال	الالتهاب السحائى – إسهال – أمراض جهاز تنفسى
الأيكوفيروس	الالتهاب السحائى – إسهال
الكوكساكى فيروس	الالتهاب السحائى – إسهال
فيروس الالتهاب الكبدى	مرض الصفراء أو الالتهاب الكبدى
الروتافيروس وأنواع أخرى	الإسهال

جدول رقم (2-4) : يوضح أهم مجموعات البكتيريا المسببة للأمراض والتي يمكن تواجدها في مياه الصرف الصحي والأمراض التي تسببها

المصدر: نقل التكنولوجيا الغريبة ليس بالضرورة مناسباً للبلاد النامية 2006

مجموعة البكتريا	الأمراض التى تسببها
مجموعة القولون المرضية	الإسهال

مجموعة السالمونيلا	الإسهال
سالمونيلا تيفى	حمى التيفود
سالمونيلا الباراتيفى	حمى الباراتيفود
أنواع أخرى	التسمم الغذائى والدوسنتاريا الباسيلية
مجموعة الشيجيلا	دوسنتاريا
أنواع أخرى	الإسهال
بكتريا القولون E-Coli	الإسهال
أنواع أخرى	الكوليرا

وهناك أنواع عديدة من البروتوزوا تسبب أمراضاً للإنسان والحيوان كما في الجدول رقم (2–5)

الجدول رقم(2–5): يوضح أهم الكائنات الحيوانية وحيدة الخلية (البرتوزوا) التي يمكن تواجدها في مياه الصرف الصحي

المصدر: نقل التكنولوجيا الغريبة ليس بالضرورة مناسباً للبلاد النامية 2006

نوع الكائن وحيد الخلية	الأمراض التى يسببها
البالنتيديوم كولاى	الإسهال – الدوسنتاريا – قرحة الأمعاء
الأنتاميبا هيستوليتيكا	قرحة الأمعاء – الدوسنتاريا الأميبية – خراج الكبد
الجيارديا لامبليا	الإسهال – سوء الهضم

وهناك العديد من الديدان الطفيلية تعتمد على الإنسان كعائل أساسى لها، وبعض هذه الديدان تصيب الإنسان بأمراض متباينة فى خطورتها الجدول رقم(2–6).

الجدول رقم (2–6) : أهم الديدان الطفيلية التى يمكن تواجدها فى مياه الصرف الصحي

المصدر: نقل التكنولوجيا الغريبة ليس بالضرورة مناسباً للبلاد النامية 2006

نوع الدودة الطفيلية	الإسم الشائع	المرض الذي تسببه	دورة الإنتقال
إنكلستوما الإثنى عشر	الإنكلستوما	الإنكلستوما	الإنسان – التربة – الإنسان
الأسكارس الخرطومية	ثعبان البطن	الإسكارس	الإنسان – التربة – النبات
الدودة الدبوسية	الدبوسية	الدبوسية	الإنسان – الإنسان
التنياساجناتا	الدودة الشريطية	الشريطيات	الإنسان – البقرة – الإنسان
التنياسوليم	الدودة الوحيدة	الشريطيات	الإنسان – الخنزير – الإنسان
الترايكيورس ترايكيورا	الدودة السوطية	السوطيات	الإنسان – التربة – الإنسان
الشستوسوما	دودة البلهارسيا	البلهارسيا	الإنسان – القوقع – المياه الإنسان

2-3-6: الأثار البيئية لصرف مياه الصرف الصحي غير المعالجة:

يؤدي إطلاق مياه صرف غير معالجة أو غير مطابقة للإشتراطات البيئية إلى أحد التأثيرات السلبية التالية (السروي 2008):

أ. تدهور مصادر المياه الجوفية في حالة التخلص من مياه الصرف بالحقن تحت التربة أو الصرف على الأرض.

ب. تدهور نوعية المياه المستقبلة في حالة التخلص من مياه الصرف في المصارف الزراعية والقنوات.

ج. يمكن أن يؤدي وجود مواد مسببة للتآكل في مياه الصرف إلى تآكل أنظمة التجميع المتصلة بالشبكة العمومية.

د. يؤثر على الاتزان البيولوجي والكيميائي لكثير من المسطحات المائية المستقبلة.

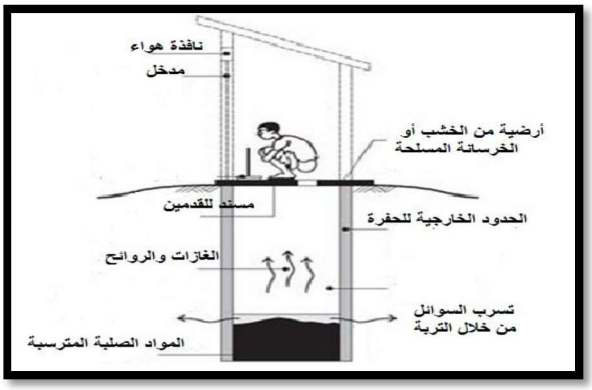
هـ. تحول المكان المستقبل للصرف الغير معالج إلى مصدر للأوبئة والأمراض سواء كانت أرض زراعية أو مسطح مائي عذب أو مالح وذلك لاحتواء الصرف الغير معالج لكثير من الممرضات.

2-3-7: أنظمة الصرف الصحي:

1. نظام صرف موقعي (أنظمة الإصحاح الموقعي).
2. نظام شبكات الصرف.

1. نظام الصرف الموقعي: ويتم داخل حدود السكن ويشتمل على:

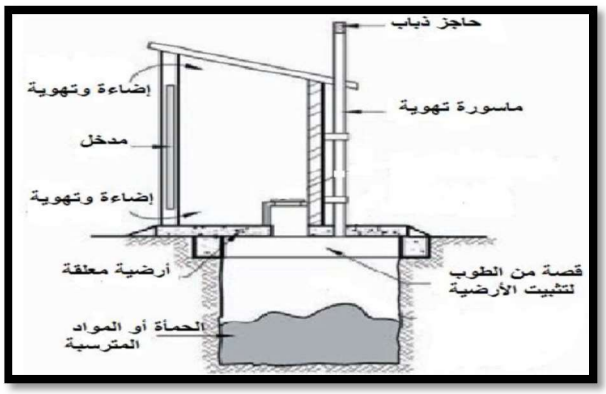
أ. مرحاض الحفرة التقليدي Conventional Pit Latrine.



الشكل رقم (2-2): مرحاض الحفرة التقليدي

المصدر: Guidelines For Human Settlement Planning and Design 2009

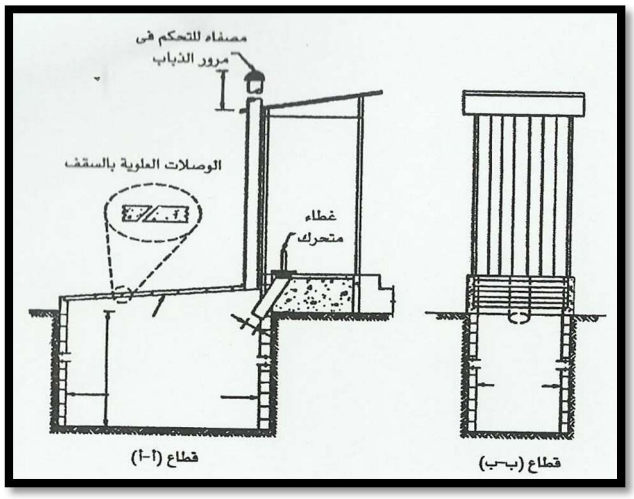
ب. مرحاض الحفرة المهواة المحسن Ventilated Improved Pit Latrine.



الشكل رقم (2-3): مرحاض الحفرة المهواة المحسن

المصدر: Guidelines For Human Settlement Planning and Design 2009

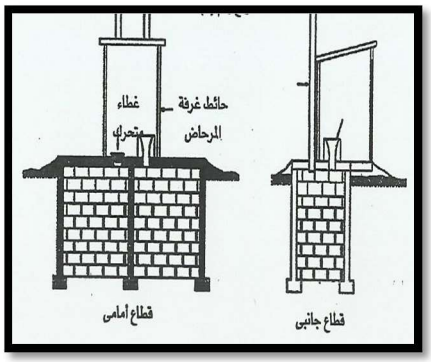
ج. مرحاض ريد عديم الرائحة Read Odorless Earth Closet.



الشكل رقم (2-4): مرحاض ريد عديم الرائحة

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي 2008

د. مرحاض الخزان المزدوج Tow- Copmartment Latrine.



الشكل رقم (2-5): مرحاض الخزان المزدوج

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي 2008

هـ. مرحاض الجردل Bucket Latrine.

و. أحواض التحليل Septic Tanks.

المعالجة الجزئية أو الممكنة قبل التخلص في الموقع (العدوي 2008):

تستخدم عادة طرق بسيطة في انشائها وتشغيلها ولا تحتاج لمهارة فنية، وذلك لمعالجة مياه المجاري والتخلص منها للتجمعات السكنية الصغيرة، والتي تكون المباني فيها متفرقة ويصعب عمل شبكات تجميع لمياه المجاري لمعالجتها بعد ذلك.

وبالنسبة لمبنى واحد أو مجموعة مباني متفرقة يمكن استخدام بعض الطرق المستخدمة من سنوات طويلة وتعتمد على معالجة مياه المجاري جزئياً ثم تصريف المياه خلال التربة أو استخدامها في الري، ويساعد على استخدام هذه الطرق أن كمية المياه المستعملة أساساً في المناطق المنعزلة تكون معدلاتها صغيرة. ورغم أن الطرق المستخدمة في هذه المناطق بدائية وبسيطة، إلا أنها لا زالت تستخدم في جميع بلاد العالم بنجاح لسهولة تشغيلها وصيانتها.

أحواض التحليل Septic Tank (العدوي 2008):

تنشأ هذه الأحواض عادة تحت سطح الأرض مباشرة من مباني الطوب أو الخرسانة العادية أو المسلحة بهدف ترسيب أكبر نسبة من المواد العالقة، وتتحلل المواد العضوية في المواد المترسبة بواسطة البكتيريا اللاهوائية.

وتستخدم هذه الوحدات في التجمعات السكنية المنعزلة في جميع دول العالم على اختلاف مستوياتها، ويستخدم هذه الوحدات حوالي 50 مليون أمريكي وأربعة ملايين كندي، وتصمم هذه الأحواض على أسس مناسبة للغرض من إنشائها ويتم تصريف الرواسب من الحوض على فترات زمنية بعيدة قد تصل لسنة أو أكثر وتكون المواد العضوية بالرواسب قد تم تثبيتها وتحويلها لمواد غير عضوية خلال هذه المدة الطويلة. أما المياه الخارجة من أحواض التحليل فرغم أن المواد العالقة تقل بنسبة تصل إلى أكثر من 60% إلا أن بها نسبة كبيرة من المواد العضوية الذائبة والمعلقة الدقيقة التي لم ترسب. ولذلك يجب مراعاة الحرص في التخلص من هذه المياه لشدة تلوثها، ويجب أن تمر هذه المياه خلال مراحل معالجة بعد ذلك.

أسس التصميم:

أ. مدة بقاء الماء بالحوض = 24 –72 ساعة، ويشمل حجم الحوض في هذه الحالة الحيز المشغول بواسطة الرواسب والمواد الطافية.

ب. نسبة الطول للعرض = (2–3):1 .

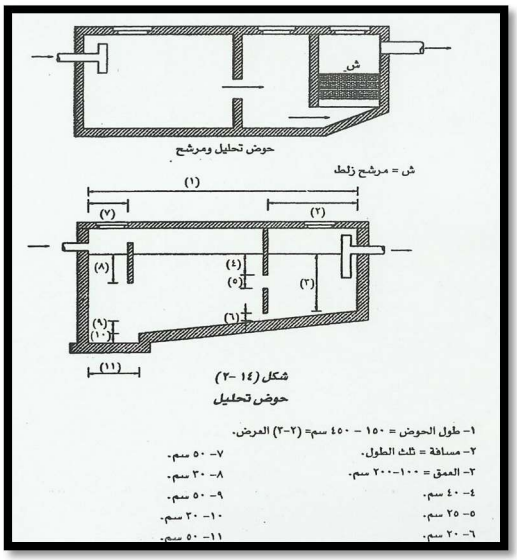
ج. عمق المياه يتراوح بين 1 – 2 متر.

د. حيز الرواسب بالقاع لا يقل عن 30 سم وحيز المواد الطافية على سطح المياه يكون حوالي 10 سم.

هـ. لا تقل سعة حوض التحليل عن 2.70 ^{3}.

و. يكون قاع ماسورة المدخل أعلى بمسافة لا تقل عن 80 مم من سطح المياه في الخزان.

ز. تكون بداية ماسورة المخرج تحت سطح المياه في الحوض بمسافة كافية حتى تكون أسفل منطقة المواد الطافية وأعلى من منطقة تراكم الرواسب.



الشكل رقم (2-6): حوض التحليل

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي 2008

تصريف المياه الخارجة من أحواض التحليل (العدوي 2008):

تحتوي المياه التي تخرج من الأحواض على نسبة كبيرة من المواد العضوية الذائبة والمعلقة الدقيقة ويمكن اتباع أحد الطرق الآتية في تصريفها:

أ. أولاً: استخدامها في الري:

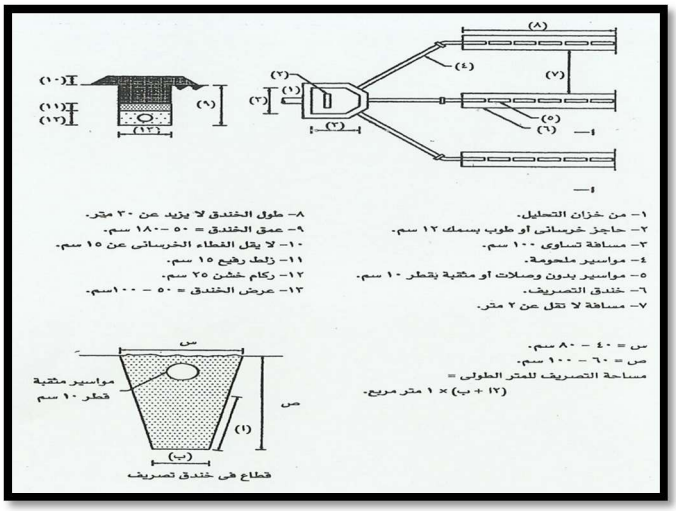
في هذه الحالة يجب التحكم في استعمالها لعدم تلوث المحاصيل الناتجة من المسطحات المزروعة بها، وكذلك المحافظة على الصحة العامة حيث تحتوي هذه المياه على أعداد كبيرة من البكتيريا، وتعتمد المساحات التي يمكن ريها بهذه المياه على درجة الحرارة وطبيعة التربة في هذه المنطقة ونوعية المحاصيل، ومراعاة قوانين البيئة التي تحكم هذه العملية.

ب. ثانياً: خنادق التصريف:

وتعتمد هذه الطريقة على درجة مسامية التربة ومنسوب المياه الجوفية كشرط أساسي لاستخدام هذه الطريقة، وفي حالة استخدامها توضع مواسير مفتوحة الوصلات أو مثقبة في خنادق عرضها حوالي (50–60) سم وعمقها حوالي (50–180) سم، على أساس أن مسامية التربة تؤثر تأثيراً كبيراً في اختيار أو تحديد عمق الخنادق، فالتربة غير المسامية تحتاج إلى حوالي 100 سم من الزلط أو كسر الحجارة تحت مواسير التصريف المثقبة.

وتساعد عملية التصريف في التربة على تثبيت نسبة كبيرة من المواد العضوية خلال طبقة الزلط وخلال مسام التربة.

وتنشأ خنادق التصرف عادةً بالأبعاد المبينة في الشكل رقم (2–7).

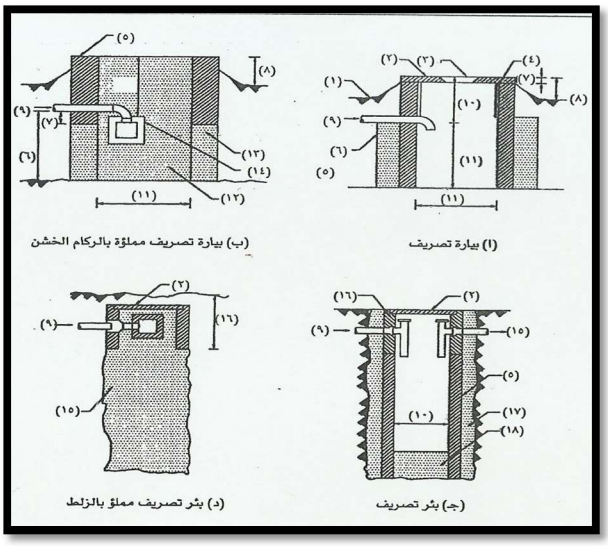


الشكل رقم (2–7): خنادق التصريف

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي 2008

ج. ثالثاً: بيارات وحفر الترسيب:

يبين الشكل رقم (2–8) بعض النماذج للبيارات والحفر المستخدمة في تصريف المياه الخارجة من حوض التحليل، ويشترط لنجاح هذه الطريقة أن تكون التربة بدرجة مسامية مناسبة، وفي نفس الوقت تستوعب معدلات المياه المطلوب تصريفها.



الشكل رقم (2-8): بيارات التصريف

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي2008

2: نظام شبكات الصرف:

تستخدم شبكات الصرف الصحي لتجميع المخلفات السائلة في المدن عموماً، أما في المباني المنعزلة فتكون عملية التجميع في صورة مبسطة لمجرد نقل مياه المجاري من مخارج الحمامات والمطابخ إلى نقط التخلص من هذه المياه، وتكون عملية التخلص في هذه الحالة بسيطة وبدائية. أما شبكات الصرف الصحي بالمدن فإنه نظام متكامل للتجميع تصل أطوال خطوط الصرف فيه إلى مئات وآلاف الكيلومترات.

أنواع شبكات الصرف:

أ. شبكات صرف مشتركة (Combined Sewerage System):

تستخدم لتجميع المخلفات السائلة المنزلية، والمخلفات الصناعية ومياه الأمطار.

ب. شبكات صرف منفصلة (Separate Sewerage System):

تستخدم شبكة منفصلة لتجميع مياه الأمطار، وشبكة أخرى لتجميع المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية.

ج. شبكة صرف مشتركة جزئياً:

تستخدم لتجميع المخلفات المنزلية والصناعية، وصرف بعض الأسطح والممرات الداخلية. وتنشأ في بعض الأحيان شبكات لتجميع المخلفات السائلة، ثم تنشأ هدارات على مواسير التجميع الرئيسة في نقط محددة لتحويل الزيادة في التصرفات أثناء العواصف الممطرة الشديدة إلى أماكن صرف محددة.

الدراسات الابتدائية لشبكات الصرف الصحي:

تحتاج أعمال تصميم شبكات الصرف الصحي إلى معلومات وبيانات أساسية (العدوي 2008) تشمل:

أ. خرائط كنتورية شاملة للمنطقة.

ب. الكثافات السكانية وطبيعة المناطق الصناعية والتجارية.

ج. خرائط تفصيلية تشمل مخارج الصرف من المباني ومناسيب البدرومات.

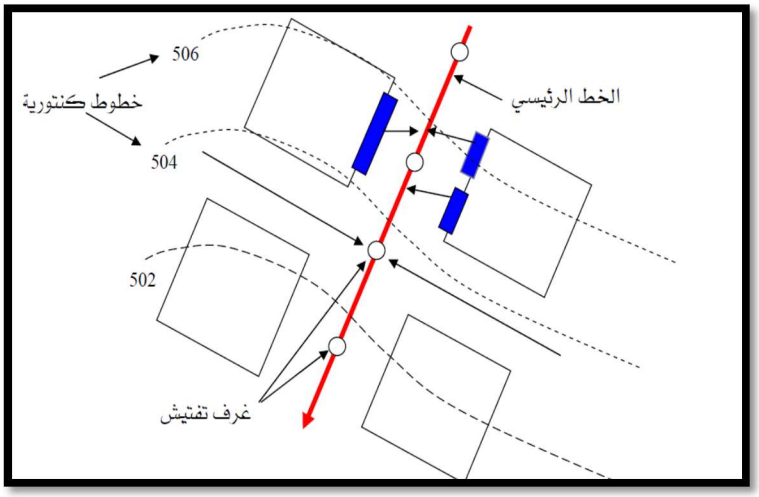
د. قطاعات تفصيلية تبين مواقع المرافق الأخرى مثل خطوط المياه والكهرباء والتليفون والغاز وغيرها.

هـ. قطاعات طولية تبين طبيعة التربة والطبقات الصخرية ومنسوب المياه الجوفية.

و. المواقع التي يفضل اختيارها لمحطات الرفع إذا احتاج الأمر لها.

ز. الموقع المناسب للتجميع النهائي وتبعاً لذلك اختيار المجمعات الرئيسة والخطوط التي تصب فيها.

ح. تخطيط الاتجاهات للمواسير الفرعية بحيث يكون ميولها مع ميول سطح الأرض كلما أمكن ذلك لخفض التكاليف الانشائية وتكاليف الصيانة.



الشكل رقم (2-9): خريطة كنتورية تبين تخطيط الشبكة

المصدر: شبكات المياه والصرف الصحي _ المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

ملحقات شبكات الصرف الصحي:

1. المطابق:

تنشأ من الطوب أو الخرسانة العادية أو الخرسانة المسلحة، وتكون مربعة أو مستطيلة أو دائرية، ويكون سطح غطائها مع منسوب سطح الشارع، وقاع المطبق يكون مع منسوب قاع الماسورة (العدوي 2008). وتختلف أبعاد المطبق حسب عمقه الذي يرتبط إرتباطاً مباشراً بعمق المواسير، وعموماً تكون أبعادها كافية لتتسع لأعمال الصيانة ويلزم إنشاء غرف التفتيش عند:

أ. تغيير قطر الماسورة.

ب. تغيير إتجاه الماسورة.

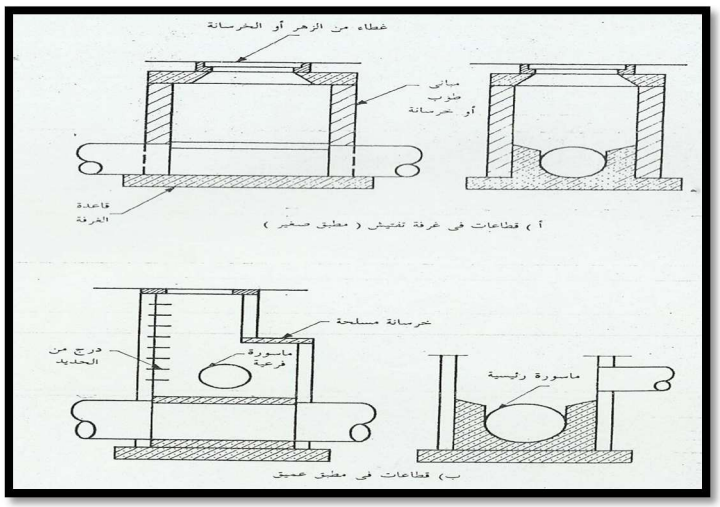
ج. تغيير الميل.

د. إتصال خطوط التصريف ببعضها.

هـ. كل مسافة معينة حسب قطر المأسورة لتيسير أعمال الصيانة.

ويمكن أن تصل المسافة بين غرف التفتيش إلى أكثر من مائة متر بالنسبة لخطوط التصريف التي أقطارها أكبر من 90 سم، وبالنسبة لخطوط التصريف التي أقطارها أقل من 60 سم تكون المسافات في حدود 75متر.

ويمكن أن تقل المسافة بين المطابق لعدة أمتار لضرورة إنشائها عند تغيير الميل والقطر والإتجاه.

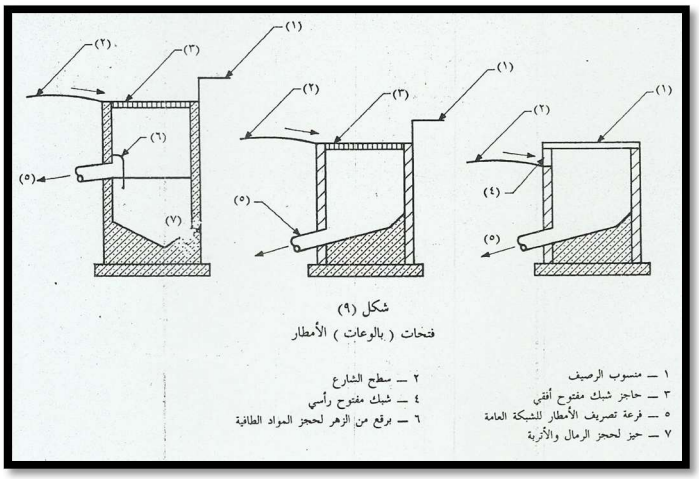


الشكل رقم (2-10): قطاعات في المطابق

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي2008

2. **فتحات (بالوعات) الأمطار:**

تنشأ على جانبي الشوارع بجوار الرصيف أو تحته، وتكون عادة عند تقاطع الشوارع، وفي الأماكن المنخفضة بالنسبة للإتجاه الطولي للشارع وتكون في صورة مبسطة شكل رقم (2–10) لمجرد تجميع مياه الأمطار وغسيل الشوارع وتصريفها إلى شبكة التصريف العمومية.

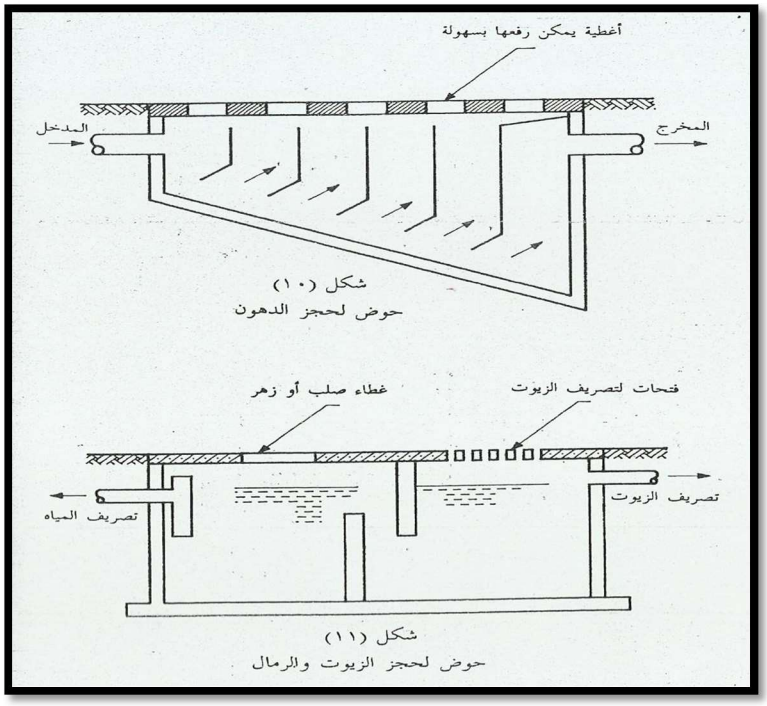


الشكل رقم (2–11): فتحات (بالوعات) الأمطار

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي2008

3. أحواض حجز الزيوت والدهون:

تستخدم منها عدة أنواع وتنشأ كأحواض صغيرة من الطوب أو الخرسانة، أو تركب كوحدة جاهزة صغيرة من الحديد أو الألياف الزجاجية أو البلاستيك أو أي مادة أخرى، وتكون ضرورية في المنشأت التي تصرف من ضمن مخلفاتها السائلة كميات كبيرة من الزيوت والدهون، مثل الفنادق والمطاعم ومحطات خدمة السيارات. وأشكالها متعددة ولكنها تعتمد على أن الزيوت أخف في الكثافة ويمكن تجميعها على السطح ثم تصرف المياه من أسفل الحوض.



الشكل رقم (2-12): أحواض حجز الدهون والرمال

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي 2008

4. محطات الرفع وبيارات تجميع مياه الصرف الصحي:

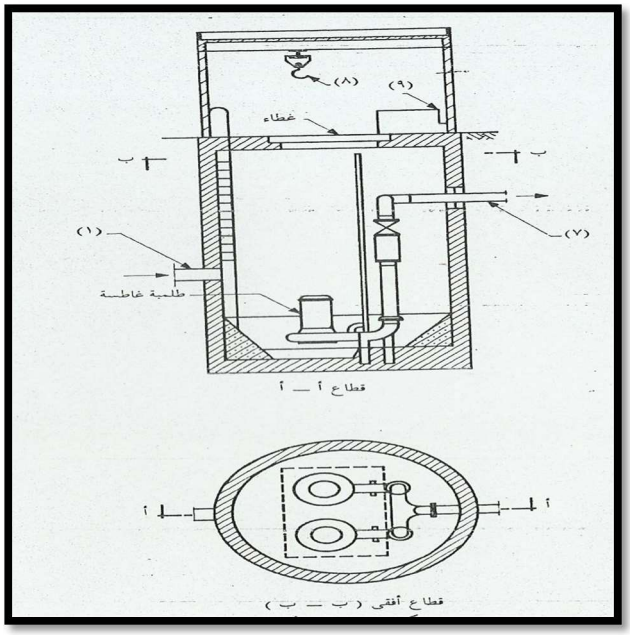
وتكون عادة في نهاية شبكة التجميع لمنطقة معينة أو مدينة وتستخدم في حالتين هما:

أ. عندما يصل عمق مواسير التصريف إلى مسافة كبيرة من سطح الأرض بحيث تصبح أعمال الحفر لتنفيذ خطوط التصريف غير إقتصادية أو غير عملية، ويكون من الأفضل رفع المخلفات السائلة بواسطة وحدات تصب في خطوط إنحدار جديدة.

ب. في نهاية تجميع المخلفات السائلة من مدينة أو جزء من مدينة لرفع مياه المجاري لمحطة المعالجة أو للمكان المقترح للتخلص منها.

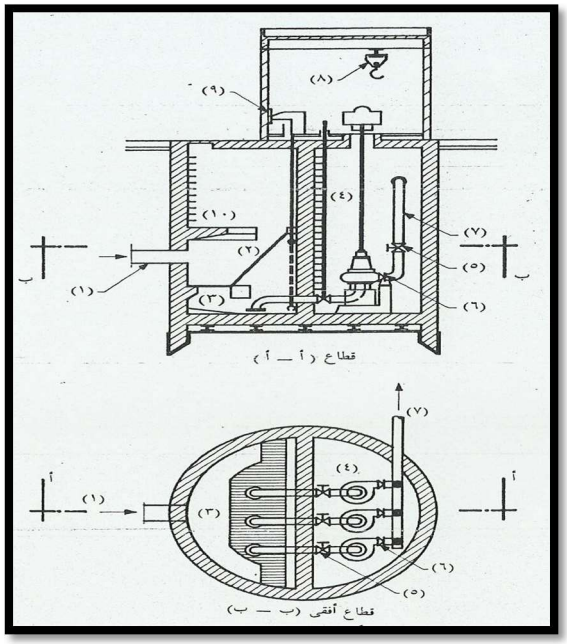
وتشمل محطات الرفع كما هو مبين بالشكل رقم (2-12) بيارة تجميع للمخلفات السائلة ثم حيز منفصل توضع فيه الطلمبات بحيث تكون المحركات ولوحة التوزيع والتشغيل في غرفة أعلى غطاء البيارة. وتوضع في البيارة مصافي مناسبة لضمان منع المواد الطافية الكبيرة من الدخول في مواسير السحب لوحدات الرفع، وتتصل ماسورة الطرد للطلمبات بخط المواسير الصاعدة الذي يحمل المخلفات

السائلة تحت ضغط إلى محطة المعالجة، أو الموقع المقترح للتخلص من مياه المجاري.



الشكل رقم (2-13): بيارة تجميع مع طلمبات غاطسة

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي 2008



الشكل رقم (2-14): بيارة تجميع لمياه المجاري

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي2008

تصميم شبكات المجاري (العدوي 2008):

يتوقف تصميم شبكات الصرف الصحي على الأمور التالية:

أ. استخدام مواسير ذات أقطار أكبر من 200 مم كحد أدنى بالنسبة للخطوط الرئيسة ومواسير ذات أقطار أكبر من 150 مم كحد أدنى بالنسبة للوصلات المنزلية.

ب. حساب معدلات التدفق للمخلفات السائلة للمنطقة.

ج. اختيار القوانين الهيدروليكية المناسبة للتصميم.

د. تحديد سرعة التدفق وميول الخطوط.

هـ. اختيار نوع وحجم المواسير.

و. اختيار الملحقات اللازمة للشبكة.

أنواع المواسير المستخدمة في الصرف وخواصها:

تستخدم مواسير متنوعة لصرف المخلفات السائلة، وهي مصنوعة من مواد مختلفة مثل الفخار والخرسانة والبلاستيك والزهر وغيرها. ويراعى في اختيار المواسير الأسس التالية:

أ. توفر المواسير بالأقطار والكميات المطلوبة.

ب. مقاومة المواسير للأحمال الخارجية.

ج. طبيعة التربة ومدى تحملها.

د. الأسعار المناسبة.

هـ. سهولة التنفيذ.

ومن أهم المواسير ما يلي:

أ. مواسير الفخار الحجري (Verified clay pipes: VCP): وتنتج بأقطار تتراوح بين 150 و600 مم وتستخدم لخطوط الانحدار فقط، وقدرة تحملها للضغط الداخلي قليلة. وتعد من أفضل أنواع المواسير الحاملة لمياه الصرف الصحي لكونها رخيصة الثمن وسهلة التصنيع والتركيب والصيانة ولها عمر افتراضي طويل.

ب. مواسير الخرسانة العادية (Plain concrete pipes: PC): وتنتج بأقطار تصل إلى 300 مم وبوصلات مرنة مما يساعد خط المواسير على التركيب دون حدوث أي كسر في حالة هبوط التربة.

ج. مواسير الخرسانة المسلحة (Reinforced concrete pipes: RC): وتنتج بأقطار كبيرة تتراوح بين 600 و 3000 مم وبوصلات مرنة وتستخدم عموماً في خطوط الانحدار.

د. مواسير الفيبرجلاس (Glass fiber reinforced pipes: GRP): وتنتج بأقطار كبيرة من 600 إلى 3000 مم وتتميز بخفة وزنها وبسهولة تركيبها ويمكن تنزيلها وتركيبها يدوياً إلى قطر 800 مم.

هـ. مواسير بوليفينيل كلورايد (Polyvinyl chloride pipes: PVC): وتتراوح أقطارها من 150 مم إلى 300 مم، وهي خفيفة الوزن وسهلة التركيب.

السرعة في مواسير الصرف(العدوي 2008):

1. لا تقل السرعة عندما تكون المأسورة ممتلئة عن:
   أ. 0.90 م/ث لأقطار المواسير حتى 200 ملم.
   ب. 0.80 م/ث لأقطار المواسير بين 200 – 500 ملم.
   ج. 0.75 م/ث لأقطار المواسير أكبر من 500 ملم.
2. لا تقل السرعة عن 0.45 م/ث في حالة أدنى تصرف.
3. لا يصب خط مجاري في خط مصمم على سرعة قليلة تعوق السرعة في الخط الأول.
4. يجب ألا تزيد السرعة في المواسير عن حدود معينة وذلك لسببين:

أ. نخر المواسير نتيجة لإحتكاك الماء وما تحمله من أتربة ورمال عند زيادة السرعة بدرجة كبيرة.

ب. زيادة السرعة تعني زيادة الميل ويصاحب ذلك زيادة في أعماق الخنادق وبالتالي زيادة التكلفة.

2-3-8: معالجة المخلفات السائلة:

أدى التطور الذي شهدته معظم دول العالم وزيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة إلى ارتفاع ملحوظ في الطلب على المياه، ورغم أن بعض الدول لا تعاني من هذه المشكلة بسبب تنوع مصادر المياه التقليدية فيها ووجود هذه المياه بكميات تفي بالطلب؛ إلا أن توزيع المياه الصالحة للاستعمال على سطح الكرة الأرضية ليس متساوياً. وقد أدى ذلك إلى اختلال التوازن بين الكميات المتوفرة من المياه والطلب الفعلي عليها، الأمر الذي أدى إلى التفكير في تنويع مصادر المياه واستغلال أكبر كمية ممكنة منها بشتى الطرق. وتعد إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة من طرق استغلال المياه التي تلاقي قبولاً ملحوظاً في الآونة الأخيرة .

إن الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي هو إسراع العمليات الطبيعية التي تحدث لتلك المياه تحت ظروف محكمة وبحجم صغير. ومن الأسباب الهامة لتطوير طرق معالجة تلك المياه

تأثيرها على الصحة العامة والبيئة حيث كانت المعالجة تنحصر في ازالة المواد العالقة والطافية، والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض. ونتيجة لتقدم العلم في مجال الكيمياء والكيمياء الحيوية وعلم الأحياء الدقيقة وزيادة المعرفة بتأثير الملوثات على البيئة سواءً على المدى القريب أو البعيد، إضافة إلى التقدم الصناعي وإنتاج مواد جديدة جعل من الضروري تطوير طرق معالجة لتلك المياه تكون قادرة على إزالة معظم الملوثات التي لم يكن من السهل إزالتها بالطرق المستعملة قديماً .

محطة معالجة مياه الصرف الصحي:

إن محطة معالجة مياه المجاري هي كافة المنشآت التي تبنى في موقع معين لغاية أكسدة المواد العضوية الموجودة فيها، وفصل الشوائب الصلبة عن المياه التي يمكن تصريفها بعدئذٍ دون ضرر بالصحة العامة أو إعادة إستخدامها مرة أخرى بعد القضاء على مختلف الملوثات الجرثومية فيها.

إن الهدف الأهم من معالجة مياه المجاري هو القضاء على العوامل الممرضة التي تضر بالصحة العامة (العدوي 2008) وبشكل عام فإن الهدف من معالجة المياه يشمل :

أ. حماية المصادر المائية (الجوفية – السطحية).

ب. منع انتشار الأمراض.

ج. حماية الثروة الحيوانية المائية.

د. منع الترسبات ضمن المسطحات المائية.

هـ. منع الأذى والإزعاج الناجم عن مياه الصرف.

لمحة تاريخية (العدوي 1988):

استخدمت مياه الصرف الصحي في الزراعة في أثينا ومصر منذ آلاف السنين، واستخدمت في ألمانيا منذ عام 1550م، وفي انجلترا عام 1700م.

في عام 1895م بدأ في انجلترا استخدام غاز الميثان من أحواض التحليل في الإضاءة.

في عام 1904م بدأ استخدام أحواض إمهوف في ألمانيا، وبدأ استخدام أحواض حجز الرمال في الولايات المتحدة.

في عام 1908م بدأ استخدام عملية المرشحات البيولوجية في الولايات المتحدة.

في عام 1914م بدأ استخدام عملية الحمأة المنشطة في انجلترا.

في عام 1916م بدأ استخدام عملية الحمأة المنشطة في الولايات المتحدة.

اختيار الموقع العام لمحطة المعالجة (التركماني 2009):

إن اختيار مكان إنشاء محطة المعالجة يعتبر من المراحل المهمة والصعبة في التصميم. إذ يؤثر بشكل كبير ومباشر على سلامة البيئة وعلى الناحية الإقتصادية (تكلفة الإنشاء والإستثمار)

وقد يؤثر أيضاً على الأسلوب التكنولوجي المتبع للمعالجة ولذلك فعند دراسة الموقع العام يجب أن تتوفر المعلومات التالية لدينا:

أ. المخطط التنظيمي للمدينة.

ب. شبكات الصرف.

ج. كمية و خصائص التدفق الداخل لمحطة المعالجة و نوعية المعالجة المطلوبة.

د. أسلوب المعالجة.

هـ. المنطقة.

و. التأثير البيئي.

مراحل معالجة مياه المجاري:

تخضع مياه المجاري بشكل عام إلى مراحل المعالجة الرئيسة التالية:

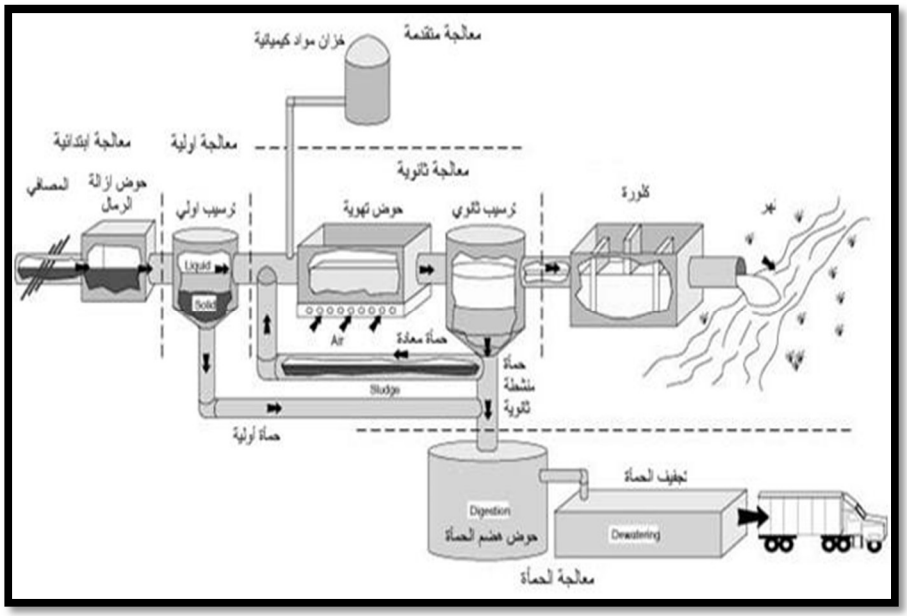
أ. مرحلة المعالجة الإبتدائية.

ب. مرحلة المعالجة الأولية.

ج. مرحلة المعالجة الثانوية (البيولوجية).

د. مرحلة المعالجة الثلاثية.

هـ. معالجة الحمأة.



الشكل رقم (2-15): يبين المراحل العامة لمعالجة مياه الصرف الصحي

المصدر: موقع الهندسة البيئية

ويمكن تقسيم المعالجة لعدة مستويات كما أن عملية المعالجة نفسها يمكن أن تستخدم أنواع مختلفة من الأحواض، بالإضافة إلى تنوع امكانيات اختيار طرق جريان المياه الملوثة المراد

معالجتها ضمن المحطة. وهذا يتبع بشكل عام الى رأي المهندس المصمم حسب الواقع والمعطيات المتوفرة وبعد حساب الجدوى الاقتصادية. الجدول رقم (2-7) يبين مستويات المعالجة وهدف كل منها.

الجدول رقم (2-7) : مستويات معالجة مياه المجاري

المصدر: موقع الهندسة البيئية

مستوى المعالجة	الهدف من المعالجة
ابتدائية	ازالة بعض المكونات من مياه المجاري مثل قطع القماش، الخشب المواد القابلة للطفو، الرمال والشحوم والتي يمكن أن تسبب مشاكل في تشغيل وصيانة المحطة.
أولية	إزالة جزء من المواد الصلبة المعلقة من مياه المجاري
ثانوية	إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي وإزالة المواد الصلبة المعلقة. كما أن التعقيم وبشكل نموذجي يكون متضمناً بالمعالجة الثانوية التقليدية.
ثالثية	إزالة المواد الصلبة المتبقية التي لم تزال بالمعالجة الثانوية وعادةً ما تستخدم الفلاتر الحصوية أو تستخدم المصافي المكروية. كما تشمل المعالجة الثالثية إزالة المغذيات مثل النتروجين والفوسفور. وأيضاً تتضمن المعالجة الثالثية التعقيم.
متقدمة	إزالة المواد المعلقة والمنحلة التي لم تزال بالمعالجة البيولوجية حين يراد إعادة استخدام المياه المعالجة لمختلف الاستخدامات.

كما أن الجدول رقم (2-8) يصنف عمليات المعالجة الأكثر شيوعاً و ذلك تبعاً للدراسة المقدمة من قبل البنك الدولي (WHO) و برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) عام 1999.

الجدول رقم (2-8): تصنيف العمليات الشائعة في معالجة مياه المجاري تبعاً لمستوى المعالجة

المصدر: Water Pollution Control – A Guide to the Use of Water Quality Management Principles 1999

معالجة متقدمة	معالجة ثالثية	معالجة ثانوية	معالجة أولية
المعالجة الكيميائية	النترجة	الحمأة المنشطة	المناخل القضبانية المائلة
التناضح العكسي	ازالة النترجة	التهوية المطولة	إزالة الرمال
التحليل الكهربائي	الترسيب الكيميائي	البرك المهواة	الترسيب الأولي
الامتصاص الكربوني	التعقيم	الفلاتر البيولوجية	الطحن
التبادل الشاردي	الفلترة	الاقراص البيولوجية الدوارة	إزالة الدهون والشحوم

الفلترة الدقائقية	الأكسدة الكيميائية	المعالجة اللاهوائية / UASB	معادلة التدفق
الأكسدة	ازالة الفوسور بيولوجياً	الفلتر اللاهوائي	معادلة pH المياه
ازالة المواد السامة	الاراضي الرطبة	برك الأكسدة	خزان أمهوف
	الزراعة	الأراضي الرطبة	
		الزراعة	

طرق المعالجة البيولوجية للمياه الملوثة:

تعتبر المعالجة البيولوجية لمياه المجاري من أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة. وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه المجاري وتحويلها إلى مركبات مستقرة، وكتلة حيوية تتألف في معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على انفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي، ويعتبر وجود الأوكسجين والبكتريا أهم عنصرين من العناصر المطلوبة لإنجاح المعالجة البيولوجية إضافة إلى شروط أخرى مثل درجة الحرارة ووجود بعض المغذيات المساعدة.

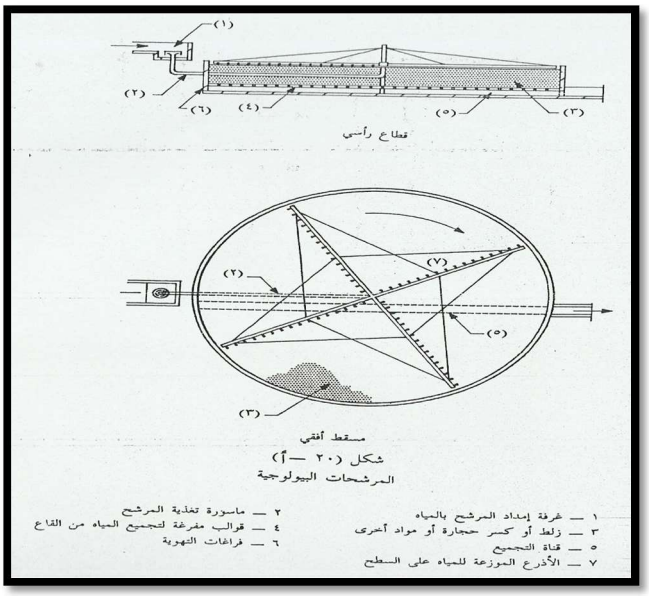
ومن الطرق الشائعة للمعالجة البيولوجية مايلي :

المرشحات البيولوجية (التركماني 2009):

تعتبر طريقة المرشحات البيولوجية من أقدم طرق المعالجة البيولوجية ويقل استعمالها في الوقت الحاضر ماعدا في بعض استخدامات المعالجة لمياه الفضلات الصناعية.

يتألف المرشح البيولوجي من سرير من المواد الحصوية أو البلاستيكية الخشنة توزع فوقه مياه المجاري بواسطة ذراع رشاش دوار، حيث تتسرب مياه المجاري عبر فراغات الوسط المرشح ملامسةً هذا الوسط الذي تنمو عليه الكائنات العضوية الدقيقة التي تقوم بتفكيك المواد العضوية وأكسدتها بمساعدة الهواء الجوي، وتخرج المياه المرشحة من أسفل المرشح إلى حوض ترسيب ثانوي لفصل وإزالة الحمأة عن المياه. والمرشحات البيولوجية نوعان ذات معدل ترشيح عالي أو

منخفض، والحمأة الناتجة تحتاج للتجفيف فقط. ومن أهم مساوئ هذه الطريقة انتشار الذباب والبعوض في الموقع وعدم ثبات مردود المعالجة.



الشكل رقم (2–16): قطاع أفقي المرشحات البيولوجية

المصدر: الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي 2008

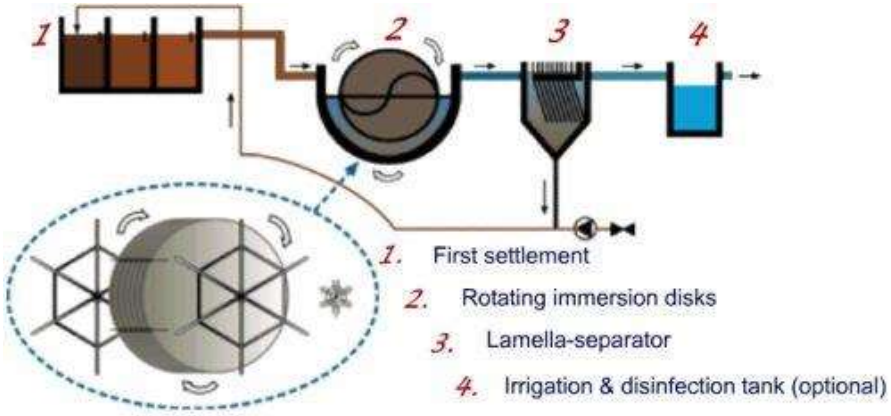
الشكل رقم (2–17): المرشحات البيولوجية

المصدر: موقع الهندسة البيئية

الأقراص البيولوجية الدوارة (التركماني 2009):

وتعتبر هذه الطريقة إحدى طرق النمو بالغشاء الثابت كما هو الحال في المرشحات البيولوجية، فيما عدا أن الكتلة الحيوية هي التي تلامس الماء أثناء دوران الأقراص وليس الماء هو الذي يلامس الكتلة البيولوجية.

تتألف وحدة المعالجة من مجموع أقراص (بلاستيكية غالباً) تدور حول محور مرتبط بها وغاطسة إلى حوالي نصف قطرها ضمن مياه المجاري، وبعد خروجها يدخل الهواء بينها ملامساً الغشاء البيولوجي (طبقة بيولوجية تنمو على سطح الأقراص) والذي تجري المعالجة بواسطته. تستعمل هذه الطريقة في محطات المعالجة الصغيرة وعادةً يبنى عدد من صفوف أقراص التماس بشكل متتابع خلف بعضها في حوض التهوية، وتمتاز هذه الطريقة باستهلاكها القليل للطاقة وبقلة الحمأة الناتجة عنها ويبلغ معدل التنقية 85٪.



الشكل رقم (2-18): الأقراص البيولوجية الدوارة

المصدر: موقع الهندسة البيئية

الحمأة المنشطة (التركماني 2009) :

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعاً في الوقت الحاضر بسبب فاعليتها العالية في المعالجة، وسميت بهذا الإسم لأنه يتم إعادة جزء من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية إلى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها؛ بسبب زيادة كثافة الكتلة الحيوية في حوض التهوية وبالتالي زيادة معدل الاكسدة وتفكيك المواد العضوية إلى مكوناتها الأساسية، وتدخل المياه المعالجة إلى أحواض التهوية بعد مرورها على أحواض الترسيب الأولية.

وبالرغم من أنها أكثر كفاءة من المرشحات البيولوجية فهي تحتاج إلى مهارة عالية في التشغيل ومن أهم الأمور الواجب متابعتها في التشغيل ما يلي:

1. التغير في معدلات التصريف لمياه المجاري الداخلة للمحطة.
2. التغير في تراكيز المواد الملوثة الموجودة في مياه المجاري.
3. تركيز المواد المعلقة في أحواض التهوية ونسبة المواد المتطايرة فيها.

4. نسبة الرواسب المعادة وتركيز المواد المعلقة بها.
5. تركيز الأكسجين الذائب في أحواض التهوية.
6. كفاءة المزج في أحواض التهوية ولهذا العامل(المزج) أهمية أساسية لعدة أسباب هي:

أ. يساعد على إمداد مياه المجاري في أحواض التهوية بالأكسجين الذائب ويساعد على خلط الأوكسجين مع محتويات أحواض التهوية.

ب. يساعد التقليب على إستمرار التلامس بين الكائنات الحية الدقيقة وكل من الأوكسجين الذائب والمواد العضوية.

ج. يمنع المواد المعلقة من الترسيب إلى قاع الحوض.

ويتم المزج إما بالتهوية الميكانيكية أو بواسطة الهواء المضغوط. ولطريقة الحمأة المنشطة محاسن عديدة نذكر منها:

أ. لا تحتاج لمساحات واسعة من الأرض مقارنة مع طرق المعالجة الأخرى.

ب. كفاءة عالية في المعالجة.

ج. لا تحتاج لأيدي عاملة كثيرة.

د. يمكن إنشاؤها بالقرب من المدن.

هـ. لاتؤدي إلى انتشار الروائح وتجمع الحشرات الضارة كالذباب خاصة بتوفر التشغيل المثالي.

ومن مساوئ هذه الطريقة:

أ. إحتواء الحمأة الثانوية على نسبة رطوبة عالية مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في حجمها ويصعب تجفيفها.

ب. ذات تكاليف عالية.

ج. تحتاج لتجهيزات كهربائية وميكانيكية مرتفعة الكلفة.

د. تحتاج إلى أطر فنية متخصصة للتشغيل.

وتندرج ضمنها طريقة التهوية المطولة وخنادق الأكسدة.

التهوية المطولة (التركماني 2009):

وهي إحدى طرق الحمأة المنشطة التي تستخدم لمعالجة التصرفات الصغيرة، وهي طريقة سهلة ومرنة في تشغيلها ويمكن الإستغناء عن مرحلة الترسيب الإبتدائي ومعالجة مياه المجاري بعد

عملية حجز المواد الطافية والرمال إن أمكن، ومن مزايا هذه الطريقة تثبيت المواد العضوية والإستغناء عن معالجة الرواسب قبل تجفيفها أو استعمالها.

في طريقة المعالجة بالتهوية المطولة تدخل مياه المجاري الخام (بعد حجز المواد الطافية والرمال) لأحواض التهوية حيث تنشط البكتريا الهوائية في أكسدة المواد العضوية، ويساعد على ذلك عملية التهوية الميكانيكية التي تعطي الأوكسجين الذائب للمياه، وتسبب عمليات مزج وتحريك مستمر للسائل ضمن الحوض مما يزيد من فعالية عملية المعالجة، وتخرج المياه من أحواض التهوية لأحواض الترسيب حيث تترسب المواد العالقة وما بها من الكائنات الحية الدقيقة، ثم يعاد نسبة كبيرة من هذه الرواسب (الحمأة المنشطة الثانوية) إلى أحواض التهوية للحفاظ على التركيز المناسب من المواد العالقة وماتحمله من البكتيريا التي تقوم بعملية الأكسدة. ويلزم للحفاظ على تراكيز ثابتة من المواد العالقة في أحواض التهوية أن يتم تصريف نسبة من المواد المترسبة في أحواض الترسيب بدون مشاكل الرائحة حيث تكون هذه الحمأة مؤكسدة لبقائها في أحواض التهوية مدة طويلة (التركماني 2009). وتدخل عدة مفاهيم أساسية في صلب المعالجة البيولوجية ضمن أحواض التهوية نذكر منها:

أ. عمر الحمأة.

ب. نسبة الغذاء إلى كتلة المواد الصلبة الطيارة (F/M).

ويمكن التخلص من الحمأة الزائدة من هذه العملية بأحد الطرق الآتية:

أ. تجفيف الحمأة الزائدة ضمن أحواض تجفيف ثم إستخدامها كسماد وتصرف الحمأة الزائدة كنسبة من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية، أو كنسبة من تصريف مياه أحواض التهوية.

ب. التشغيل بدون صرف حمأة، أي بإعادة جميع الرواسب من أحواض الترسيب إلى مدخل أحواض التهوية، على أساس افترضه بعض الباحثون وهو أن الكائنات الحية الدقيقة تتغذى على جزء من مكونات الخلايا البكتيرية غير قابلة للتحلل، بالإضافة إلى المواد الغير عضوية الموجودة أصلاً في مياه المجاري، كل هذه المواد التي لم تتأكسد، تتراكم في أحواض التهوية ويزيد تبعاً لذلك وبالتدريج تركيز المواد العالقة في المياه الخارجة من أحواض الترسيب، ورغم زيادة هذه المواد العالقة في المياه المعالجة إلا أن هذه المواد تكون مؤكسدة .

ج. إذابة الحمأة الزائدة كيميائياً وإدخالها لأحواض التهوية ليتم أكسدتها مع مياه المجاري، ويمكن عمل الإذابة إما بصورة مستمرة أو متقطعة حسب سعة محطة المعالجة، ولكن هذه الطريقة تشكل عبئاً فنياً إضافياً على التشغيل.

وعموماً يمكن تحديد طريقة التخلص من الحمأة الزائدة إستناداً إلى مجالات استعمال المياه المعالجة وفي حالة استعمالها في الري أو استصلاح الأراضي لا يتأثر ذلك بزيادة المواد العالقة في المياه المعالجة.

التحكم في صرف الحمأة:

من أهم أسباب اختيار هذه الطريقة هو إمكانية تشغيلها بسهولة وبساطة؛ لأن المعالجة بالتهوية المطولة تستخدم في التجمعات السكنية الصغيرة والقرى حيث يجب استخدام طرق معالجة لا تحتاج إلى مهارة فنية، وأبسط هذه الطرق المحافظة على تركيز شبه ثابت للمواد العالقة في أحواض التهوية، وتصريف الزائد من الحمأة. وهذه الطريقة تعطي كفاءة عالية في المعالجة بشرط عدم تغيير تركيز المواد العضوية بدرجة كبيرة. ويمكن المحافظة على كفاءة المعالجة بالمحافظة على نسبة ثابتة بين الأوكسجين الحيوي المستهلك لمياه المجاري الداخلة لأحواض التهوية، وتركيز المواد العالقة في هذه الأحواض سواءً للمواد العالقة الكلية أو المواد العالقة الطيارة، ولكن هذه الطريقة تحتاج إلى تحاليل مختبرية يومية (التركماني 2009).

خنـادق الأكسدة :

وهي طريقة من طرق التهوية المطولة وتصمم بنفس الأسلوب ولكنها تعتمد على البساطة في الإنشاء والتشغيل وتتكون من واحدة أو أكثر من القنوات التي يتم فيها تهوية وتقليب مياه المجاري ميكانيكياً ومن ميزاتها الأساسية أن كمية الرواسب الزائدة المصروفة من أحواض الترسيب النهائية صغيرة نسبياً ومؤكسدة وتعالج فيها مياه المجاري بعد المصافي، ويمكن إستخدام القنوات للترسيب أيضاً مدة معينة مرة إلى ثلاث مرات يومياً بوقف التهوية للسماح بالترسيب وبعد ذلك يتم تصريف المياه المروقة بعد الترسيب ويعاد تشغيل العملية. وفي أثناء فترة الترسيب يتم حجز مياه المجاري في خطوط التجميع أو بإستخدام وحدتين من قنوات الأكسدة أو بتقسيم القناة إلى جزئين ولايستخدم هذا التشغيل في التدفقات الصغيرة نسبياً، أما في التشغيل العادي فيجب إنشاء حوض ترسيب نهائي بعد قنوات الأكسدة (التركماني 2009).

الشكل رقم (2-19): خنادق الأكسدة

المصدر: موقع الهندسة البيئية

برك الأكسدة :

تعتبر برك الأكسدة أبسط الطرق على الإطلاق لمعالجة مياه المجاري والمخلفات الصناعية ويجري إستخدامها بمعظم دول العالم وعلى سبيل المثال تمثل برك الأكسدة ثلث محطات معالجة المجاري في الولايات المتحدة. وتنشأ هذه البحيرات بطرق هندسية بسيطة لاتتعدى في بعض الأحيان أعمال الحفر والتمهيد والتسوية إذا كانت التربة قوية متماسكة ويكون عمقها عادة صغير ومساحتها كبيرة (التركماني 2009).

وتتم المعالجة في هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك متكامل تقوم به الطحالب والبكتريا بالإستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً في مياه المجاري (التركماني 2009). ويفضل قبل أعمال التصميم والتنفيذ عمل دراسة الأمور التالية:

أ. طبوغرافية المنطقة وما يحيط بها.

ب. طبيعة المياه الجوفية.

ج. خصائص التربة ومكوناتها.

د. درجة الحرارة والرياح السائدة والسطوع الشمسي.

هـ. خصائص مياه الصرف.

و. شكل البحيرات المناسب وأسلوب تشغيلها الأمثل.

ز. تكاليف الإنشاء والأرض والتشغيل.

ح. مجالات إستعمال المخلفات السائلة بعد معالجتها.

ويجب أن يحقق شكل البحيرات وعددها الأمور التالية:

أ. مرونة التشغيل.

ب. إمكانية وقف وتشغيل أي وحدة دون التأثير على باقي الوحدات وذلك لعمل الصيانة وتفريغ الرواسب.

وتستخدم بحيرات الأكسدة عادة للتدفقات الصغيرة ولكن لا يمنع إستخدامها للتدفقات الكبيرة عند توفر مساحات كافية من الأرض بسعر مناسب، وعلى سبيل المثال فقد استخدمت بحيرات الأكسدة في كاليفورنيا بأمريكا بمساحة (250) هكتار وذلك لمعالجة تدفق مبلغ ($250000\ m^3/d$) (التركماني 2009).

وعموماً يمكن استخدام برك الأكسدة بعد مرحلة أو أكثر من مراحل المعالجة التالية:

أ. حجز المواد الطافية بإستخدام المصافي.

ب. حجز الرمال في أحواض منفصلة.

ج. أحواض التحليل.

د. أحواض الترسيب الإبتدائية.

هـ. أحواض أمهوف.

و. بحيرات لاهوائية.

ز. أحواض حجز الزيوت والشحوم.

الشكل رقم (2-20): برك الأكسدة

المصدر: موقع الهندسة البيئية

مميزات برك الأكسدة وأهميتها:

بدأ الإهتمام بمعالجة المخلفات السائلة بهذه الطريقة من أجل المناطق الصحراوية الجافة والحارة خصوصاً، حيث تساعد درجات الحرارة وكذلك أشعة الشمس على نمو الطحالب التي تمد البحيرات بالأوكسجين الذائب ولهذه الطريقة مزايا لا يمكن توفيرها في طرق المعالجة الأخرى وتتلخص هذه المزايا كما يلي:

أ. يمكن تشغيلها بطرق كثيرة، كما أنه يمكن تغيير طريقة التشغيل في حالة زيادة الأحمال الهيدروليكية والعضوية بدون الحاجة إلى إضافة وحدات جديدة ويتم ذلك بإستخدام نظام أو أكثر من النظم المستخدمة في محطة معالجة واحدة كبحيرات أكسدة لاهوائية (تعمل كمعالجة تمهيدية لمياه المجاري)، بحيرات أكسدة اختيارية، بحيرات أكسدة هوائية، بحيرات أكسدة بالهواء المضغوط وبحيرات الإنضاج .

حيث يمكن ربط أكثر من طريقة من هذه الطرق في عملية معالجة واحدة حسب درجة المعالجة المطلوبة والتي ترتبط باستعمال المياه الجوفية.

ب. يمكن إستخدام هذه الطريقة في الحالات التالية:

1. المناطق التي توجد فيها مساحات شاسعة من الأراضي بسعر رخيص.
2. عدم توفر الإعتمادات اللازمة لطرق المعالجة التقليدية المكلفة.
3. عدم توافر الخبرة والعمالة المدربة لتشغيل الطرق الأخرى.

ج. إمكانية إستخدام هذه الطريقة لمعالجة مياه المجاري معالجة إبتدائية، معالجة ثانوية ومعالجة الحمأة الزائدة.

د. الإنشاء والتشغيل والصيانة في هذه الطريقة يتم بأقل التكاليف.

هـ. فعالية بحيرات الأكسدة في القضاء على البكتريا الضارة والفيروسات وبيوض الديدان الممرضة وذلك بسبب مايلي:

1. زمن التخزين الطويل الذي يسبب الترسيب المستمر للمواد العالقة فيها.
2. تضارب الظروف البيئية للأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة وتأثير بعض هذه الأنواع على الأخرى.
3. تأثير أشعة الشمس.
4. إرتفاع PH المياه في البرك بسبب إستهلاك أوكسيد الكربون بواسطة الطحالب.

5. المواد السامة التي تفرزها الطحالب والتي تقاوم الكائنات الحية الضارة.
6. إستنفاذ المواد المغذية للبكتريا.

و. استيعاب التغيرات الفجائية في الأحمال الهيدروليكية والعضوية.

ز. تناسب معالجة أنواع كثيرة من المخلفات الصناعية، حيث يمكن إزالة الشوائب السامة، ويرجع ذلك لزمن المكوث الطويل وإرتفاع PH المياه، وقد أثبتت التجارب أن وجود المعادن الثقيلة (الكروم والكاديوم والنحاس والزنك والنيكل) بتركيز 6 mg/L لكل منها مثلاً لا يؤثر على تشغيل البحيرات.

ح. يقل تركيز المواد الذائبة الكلية نتيجة المعالجة في برك الإنضاج .

مساوئ بحيرات الأكسدة :

1. إنتشار الروائح والبعوض.
2. المحتوى العالي للمواد الصلبة المعلقة.
3. الإحتياج لمساحات واسعة لذلك يتم إنشاؤها في المناطق ذات الأراضي الرخيصة .
4. فقدان كمية كبيرة من المياه بسبب التبخر.
5. تلوث المياه الجوفية بسبب الرشح وهذا يتعلق بعامل النفاذ.

البحيرات المهواة ومميزاتها:

تزداد أهمية هذه الطريقة مع الوقت لأنها تعطي درجة عالية من الكفاءة وتشجع على إعادة إستعمال المياه المعالجة، والأهم من ذلك تجعل التخلص من الحمأة أمراً بسيطاً وسهلاً لا يمكن مقارنته بطرق المعالجة الأخرى والتي تمثل الحمأة فيها مشكلة رئيسية (التركماني 2009). والمزايا التالية تجعل لهذه الطريقة أهمية خاصة في الدول النامية:

1. إن إستخدام التهوية في البحيرات يتميز عن برك الأكسدة الطبيعية بصغر مساحات الأرض التي تحتاجها والتخلص من مشاكل الحشرات الضارة والرائحة.
2. إن تهوية البرك عموماً يمكن إستخدامه كطريقة متكاملة لمعالجة المخلفات السائلة التي تحتوي على تراكيز عالية من المواد العضوية أو تستخدم كمرحلة أولى قبل بحيرات الأكسدة في حال عدم توفر مساحة كافية من الأرض.
3. في حال وجود مواد عالقة بتركيز كبير نوعاً ما بسبب عملية التهوية والمزج، فهذا لا يؤثر في إستخدام هذه المياه في الري، أما إذا تطلب الأمر خفض تركيز المواد العالقة فيمكن

إستخدام بحيرات بعمق صغير تستقبل المياه من البحيرات المهواة يحدث فيها ترسيب للمواد الرسوبية العالقة ويمكن إستخدام هذه البرك في تربية الأسماك حيث تكون هذه المياه مناسبة لهذا الغرض.

4. ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات إعادة إستعمال المياه والتي توفرها طرق التشغيل المرنة الممكنة فمثلاً يمكن زيادة قوة التهوية، ويمكن تعديل نسبة الحمأة المعادة، ويمكن إضافة أحواض ترسيب إذا كانت البحيرات أصلاً تعمل بدون وجودها وهذا كله يزيد من سعة البحيرات في إستيعاب الأحمال الهيدروليكية والعضوية المتغيرة والمتزائدة.
5. إن تشغيل هذه البحيرات المهواة له ميزات كثيرة فمثلاً: في حالة تشغيلها كبحيرات اختيارية تكون أرخص في التكاليف وأسهل في التشغيل ولكنها تحتاج إلى مساحة أرض كبيرة وفي الدول النامية تتواجد الأراضي عموماً بمساحات كبيرة. يبلغ عمق برك التثبيت المهواة بمعدل ضعف أو ثلاثة أو أربعة أضعاف عمق بحيرات الأكسدة الطبيعية كما أن مدة بقاء المياه في البرك المهواة يقل بمقدار النصف أو الثلث عن مدة بقاء المياه في بحيرات الأكسدة الطبيعية وعلى سبيل المثال فإن البحيرات المهواة تحتاج لمساحة تصل إلى 10٪ من مساحة البحيرات الطبيعية (التركماني 2009). وهذا شيء هام بالنسبة للمدن المتوسطة والكبيرة .

مجالات إستخدام المياه المعالجة (عمر 2004):

تختلف درجة معالجة الصرف الصحي حسب الاستعمال المطلوب، وقد اقترحت منظمة الصحة العالمية طرق معالجة خاصة بالاستعمالات الشائعة لتلك المياه. يمكن استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في عدة أغراض بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. ونجد بشكل عام أن نسبة إعادة استعمال المياه المعالجة ممن قبل القطاعات المختلفة تتمثل في الأتي:

1. أغراض زراعية بنسبة 60%.
2. أغراض صناعية بنسبة 30%.
3. أغراض أخرى كتغذية المياه الجوفية بنسبة 10%.

ويمكن الإشارة إلى نقاط الإستخدام كالتالي:

أ. **الشرب:**

من أمثلة استعمالات مياه الصرف الصحي المعالجة في الشرب استخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1956م عندما تعرضت المناطق الوسطى منها لحالة جفاف مما دفع بعض المدن الصغيرة إلى استعمال مياه الصرف الصحي بعد معالجتها في محطات التنقية، حيث تم في مدينة شانوت بولاية كنساس معالجة ما يقرب من 4000 متر مكعب يومياً لسد حاجتها من مياه الشرب. وفي مدينة ويندهول في ناميبيا أنشئت في عا 1964م محطة معالجة متقدمة لمياه الصرف الصحي لإمداد المدينة بما يقرب من 50% من احتياجاتها من مياه الشرب.

ب. المرافق الترفيهية:

في مجال استعمالات مياه الصرف في المرافق الترفيهية هناك بعض الأمثلة للمشاريع التي لاقت نجاحاً كبيراً، ومن الأمثلة على ذلك المشروعان اللذان تم انشاؤهما بولاية كاليفورنيا الأمريكية، يسمى المشروع الأول مشروع سانتى وفيه تضخ المياه المعالجة من محطة سانتى لأحد الوديان وتنزل لتنساب مسافة قدرها واحد كيلو متر خلال الرمل والحصى قبل استرجاعها، ثم توجه المياه المسترجعة بعد ذلك إلى ثلاث بحيرات متصلة ببعضها ومحاطة بحديقة عامة، وتستخدم بحيرتان من تلك البحيرات لصيد الأسماك ورياضة القوارب، بينما يتم تعقيم البحيرة الثالثة بمادة الكلور لتستخدم للسباحة وتطابق نوعية المياه هذه مواصفات الولاية الخاصة بالمياه المستعملة للسباحة.

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

ج. الزراعة:

يعد مشروع موسكيجون بولاية ميتشجان الأمريكية لإعادة استعمال مياه الصرف الصحي من أحدث المشاريع التي أنشئت للاستفادة من تلك المياه في الزراعة، وقد صمم هذا المشروع بحيث تمر تلك المياه أولاً على الأراضي الزراعية ثم تصب بعد ذلك في البحيرة، وتعد عملية مرور المياه في الأراضي الزراعية إحدى الطرق لازالة الملوثات بالإضافة إلى

فائدتها في ري بعض المحاصيل ويقوم هذا المشروع بري أكثر من 2000 هكتار من الأراضي المزروعة بمحصول الذرة.

محاسن المياه المعالجة:

من محاسن استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة المحافظة على احتياطي المياه؛ حيث إن استعمالها في الزراعة أو أي استعمالات أخرى بدلاً من المياه الصالحة للشرب يؤدي إلى توفير هذه المياه والتوسع في المساحات الزراعية لإنتاج المحاصيل المتنوعة وبسعر أقل، كما يؤدي أيضاً إلى التقليل من التكاليف المتعلقة بإنتاج واستيراد واستعمال الأسمدة بسبب وجود العناصر الضرورية للثبات في تلك المياه، والتقليل من تكاليف الحصول على المياه خاصةً إذا كانت مصادر تلك المياه هي المياه الجوفية (عمر 2004).

مساوئ المياه المعالجة:

من مساوئ استخدام مياه الصرف المعالجة أنها تسبب مشاكل صحية إذا لم تتم معالجتها بشكل صحيح بسبب وجود أنواع مختلفة من الفيروسات والبكتيريا وغيرها، إضافة إلى تركيزات عالية من المواد الكيميائية التي لا تتم إزالتها في مراحل المعالجة المتقدمة المختلفة والتي تسبب أضراراً للنباتات، أما في حال استعمالها في تغذية المياه الجوفية وعدم معالجتها بطريقة صحيحة فإنه بالإمكان تلوث تلك المياه كما أنها قد تسبب انسداداً لشبكات الري عند استعمالها (عمر 2004).

2-4: الصرف الصحي في السودان:

تتعدد أنظمة الصرف الصحي ومن بين الخيارات المختلفة من أنظمة الصرف الصحي تم استخدام بعضها في السودان وتشمل أنظمة فردية وأنظمة مجتمعية.

2-4-1: خلفية تاريخية عن وسائل الصرف الصحي في السودان:

قديماً كانت حياة الإنسان تفرض عليه الانتقال من موقع لآخر وكان يلوث الموقع ثم يرتحل منه لآخر، ولم تكن للأرض قيمة (إقتصادية أو إجتماعية أو وجدانية)، وبعد ذلك ترك التبرز في العراء تجنباً للآثار النفسية والصحية. بدأ في استخدام ما يعرف بالحور وهو عبارة عن مباني من الطين مفروش بالرمل ولا توجد به حفرة وهو مساحة سطحية تترك فيها الفضلات الآدمية حتى تجف بواسطة الشمس ثم بعد مرور يومين إلى ثلاثة أيام يقوم العمال بنقل هذه المخلفات للاستفادة منها في التسميد.

بتطور الزمن وارتفاع درجة الوعي الصحي وتقديم الإرشادات بواسطة الحكومة، قامت الحكومة الإنجليزية بعمل مراحيض في الميادين العامة داخل الأحياء تسمى بالمرحاض الميرى (مرحاض الجردل)، ويتكون من جملونات من الزنك وأرضيتها من الأسمنت والطوب، وتنقل هذه المخلفات بواسطة الدواب.

وبعد ذلك بدأ الإنسان في استخدام وسائل الإصحاح الفردية من مراحيض بأنواعها إلى أن وصل لأحواض التحليل كبديل أوحد في التجمعات السكنية والأبنية متعددة الطوابق، وبعد ذلك امتد التفكير لابتكار أنظمة معالجة المخلفات السائلة حيث تم تصميم شبكة الصرف الصحي للخرطوم عام 1954م، لتلبي احتياجات أعداد بسيطة من المساكن والمنشآت الأخرى دون الأخذ في الاعتبار ما يمكن أن يحدث من تطورات في الإمتدادات السكنية أو أعداد السكان كما أن التحسينات التي أدخلت على الشبكة لم تكن تفي حتى بقدر بسيط مع واقع السكان أو التطور الصناعي والزراعي والخدمي.

الجدول رقم (2-9): وسائل الصرف الصحي السائدة في السودان

المصدر: الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس (اللجنة الفنية للبيئة والصرف الصحي -2010م)

وسيلة الصرف الصحي	الولاية / المنطقة	نسبة السكان المستخدمة %
مرحاض الحفرة	تستخدم في معظم أنحاء البلاد	55
المرحاض المائي	في المراكز الحضرية والمدن الكبرى	2.2
وسائل بدائية / جردل	شمال دارفور _ الشمالية _ القضارف	0.2
أحواض التحليل	عواصم الولايات والمدن الكبرى	2
شبكة صرف صحي	ولاية الخرطوم	0.6
بدون وسائل	معظم المناطق الريفية البعيدة	40

أما في ولاية الخرطوم نجد أن نسبة استخدام مراحيض الحفرة تساوي 85% من السكان، ثم أحواض التحليل في حدود 8%، أما شبكات الصرف الصحي فتغطي حوالي 7% من عددية السكان بالولاية (خدام 2010).

2-4-2: الصرف الصحي في ولاية الخرطوم:

اتبعت ولاية الخرطوم وعلى رأسها العاصمة القومية المكونة من الثلاث مدن نظام الصرف التقليدي منذ أمد بعيد، فنظام المراحيض البلدية وخزانات التحليل لا يزال هو السائد على نطاق الولاية والعاصمة القومية (مختار 2012).

ولما كان هذا النظام غير صحي ولا يتماشى مع التطور المنشود لعاصمة البلاد، بالإضافة إلى تكاليفه الباهظة في توفير المعينات وطرق النقل إلى خارج العاصمة واستغلال مساحات كبيرة من الأراضي لحفر ودفن هذه المواد، بالإضافة إلى أن هذه العملية لها آثار بيئية في تلوث المياه الجوفية وهنالك نقص كبير في العمالة والآليات المطلوبة للعمل (مختار 2012).

محطة القوز الخرطوم:

أنشأت حكومة السودان محطة معالجة للمياه العادمة في منطقة القوز جنوب الخرطوم في عام 1958م لمعالجة 3.5 مليون جالون مياه مجاري يومياً، التي تصل إليها من الخرطوم المركزية حيث الرقعة بين شارع النيل وحتى سكة حديد جنوباً بالإضافة إلى المنطقة الصناعية في الخرطوم والخرطوم 2 و3 ثم أضيفت إليها إمتداد العمارات في عام 1962م. لقد صممت المحطة لتخدم حوالي 80 ألف نسمة بواقع 40 جالون للفرد/اليوم، عملت المحطة لمدة أربع وثلاثين عاماً وقد ضم المشروع حوالي 13 محطة رفع وضخ، وكانت المحطة رقم 6 بالقرب من كبري المسلمية هي المحطة الرئيسة ثم تليها المحطة رقم 9 والتي تقع في شارع الحرية وهاتان المحطتان تضخان محتوياتهما إلى محطة المعالجة في القوز (أما المحطات المتبقية فتخدم كل منها منطقة محددة وتصب جميعها في المحطات الأم 6 و9) (بدور 2002).

تتألف محطة القوز من:

أ. مدخل يتفرع إلى ثلاث قنوات توزيع أفقية موضوع عليها مصافي (Bar. Screens) ومضخات لسحب المواد اللاعضوية وتجفيفها.

ب. أربعة أحواض ترسيب أولية مستديرة (Sedimentation Tanks).

ج. 16 مرشح مستدير للمعالجة الثانوية البيولوجية.

د. حوضين لهضم الحمأة (Sludge).

هـ. أربعة أحواض ترسيب نهائية مستديرة.

و. إثنا عشر حوض تجفيف.

ز. محطة ضخ نهائية لضخ المياه المعالجة وري الجزء الجنوبي من الحزام الأخضر بها والذي يشكل حوالي ثلث مساحة الحزام التي هي 3218 هكتار، وهو يحتوي على أشجار البان الذي أنشئ في عام 1962م وقد كان الجزء الشمالي من الحزام يروى من النيل.

بعد الزيادات العمرانية الرأسية والأفقية لمدينة الخرطوم وزيادة عدد السكان والتي كانت غير متوقعة، أدت إلى زيادة كمية المياه العادمة المنصرفة لمحطة القوز حتى وصلت 9 مليون

جالون/اليوم أي حوالي ثلاثة أضعاف السعة التصميمية؛ مما أدى إلى تدني شنيع في عملية المعالجة والتخلص من الفائض بطريقة عشوائية ليصل في بعض الأحيان إلى النيل الأبيض، على أثر ذلك ظهرت طفوحات كثيرة في مدينة الخرطوم وسببت مستنقعات لتوالد البعوض؛ مما أثارت القائمين على صحة البيئة وتحركت الحكومة لاصلاح الحال مستفيدة من العون الياباني وذلك لتنفيذ محطة معالجة أكبر. وقد تم ذلك بتنفيذ محطة الحزام الأخضر في سوبا بنظام جديد وهو نظام برك الأكسدة الطبيعية وبذلك فإن نظام الري في الحزام تغير وأصبح فقط باستخدام المياه العادمة المعالجة (Treatment Sewage Water TSW) من محطة الحزام (بدور 2002).

محطة الحزام الأخضر في سوبا / الخرطوم:

تم إنشاء محطة الحزام الأخضر بعون من الحكومة اليابانية في سوبا جنوب الخرطوم والتي تبعد حوالي 30 كيلو متر عن مركز الخرطوم، وقد عملت المحطة منذ عام 1992م بديلاً لمحطة القوز التي أستعيض عنها بمحطة ضخ تضخ المياه العادمة إلى محطة الحزام الأخضر/ سوبا، وكذلك تم تنفيذ ثلاث محطات ضخ إضافية وهي المحطة 30/21/20، وتم تنفيذ معمل بالقرب من المحطة جهز بالأجهزة الضرورية لمراقبة نوعية الماء ولكن هذا المعمل لا يعمل في الوقت الحالي (بدور 2002).

تقوم محطة معالجة منطقة الحزام الأخضر بالخرطوم بمعالجة مياه الفضلات السائلة الواصلة إليها عبر شبكة الصرف الصحي من ست عشرة محطة رفع وضخ، وهي تعمل بطريقة برك الأكسدة الطبيعية (Natural Oxidation Ponds) المصممة على غزارة حوالي 31420 م3/اليوم، تشتمل المحطة على معالجة أولية قوامها حواجز قضبانية وهي تتألف من مسارين شرقي وغربي، كل مسار يتألف من بركة لاهوائية عدد اثنين على التوازي يليهما بركة هوائية ولاهوائية / اختيارية واحدة على التسلسل ثم بركة إنضاج واحدة على التسلسل، وتبلغ المساحة الإجمالية للبرك حوالي 15000 متر مربع (بدور 2002).

إن المشروع الحالي يخدم حوالي 7% من المواطنين في الخرطوم حيث يحده شمالاً شارع النيل وجنوباً شارع 61 وغرباً منطقة المقرن وشرقاً القيادة العامة وكلية الشرطة ومنطقة معرض الخرطوم الدولي التي أضيفت أخيراً، أما بقية منطقة الخرطوم والتي تزيد عن أكثر من 93% فتستعمل النظم التقليدية للصرف الصحي للتخلص من الفضلات السائلة كالمراحيض وأحواض التحليل اللاهوائي والمصاصات أما في الأحياء الشعبية فربما تم التبرز في العراء (بدور 2002).

2-5: المخلفات الطبية السائلة في المستشفيات:

مياه الصرف الصحي في المؤسسات والمرافق الصحية شبيهة في قوامها لمياه الصرف الصحي العام بالمدينة وتختلف عنها في احتواها على أنواع مختلفة جداً ومتنوعة من المخلفات السائلة مع أن كمياتها قليلة إلا أنها تحتوي على العديد من المركبات المعدية والخطيرة الناتجة من العناية بالمرضى (الثابت 2007).

المخلفات الطبية الناتجة عن العناية الصحية بالمرضى في المستشفيات أو المراكز الطبية عديدة منها (الثابت 2007):

1. مخلفات عمليات التشخيص أو التحاليل الكيميائية والفيزيائية التي تجري في المختبرات الطبية، والتي تحتوي على كميات كبيرة من المواد الخطرة المعدية ذات الآثار الصحية الضارة للأفراد العاملين والمحيطين لهم وأحياناً كثيرة للمرضى أنفسهم فتسبب لهم أعراض أخرى غير التي دخلوا بها للمستشفى.
2. سوائل كيميائية خطرة ناتجة عن عملية التعقيم والتنظيف اليومية للأجهزة والمعدات والأسطح والأرضيات حيث تحتوي على المذيبات من أحماض وقلويات عضوية.
3. المخلفات الصيدلانية تحتوي على كميات من الأدوية المنسكبة والمرفوضة يتم تصريفها للمجاري العامة والتي قد تحتوي على المضادات الحيوية وأدوية سامة لعلاج الأورام وغيرها.
4. مخلفات سائلة مشعة ناتجة من أقسام علاج الأورام السرطانية.
5. مخلفات بقايا المعادن الثقيلة وتكون ذات سمية عالية يتم تصريفها، مثل الزئبق والرصاص والفضة، من مراكز خدمات الأسنان وأقسام التصوير بالأشعة.

عند طرح المخلفات المذكورة أعلاه عن طريق شبكة مياه المجاري الداخلية للمستشفى إلى شبكة مياه المجاري العامة، تزيد من قيمة الأحمال الكيماوية والبيولوجية وتسبب مشاكل في تشغيل وحدة معالجة مياه الصرف الصحي (الثابت 2007). توصل باحثون إلى أن مياه الصرف الصحي في المؤسسات والمرافق الصحية شبيهة في تركيبها لمياه الصرف الصحي العام للمدن وتختلف عنها في احتوائها على أنواع مختلفة جداً ومتنوعة من المخلفات السائلة، مع أن كمياتها قليلة إلا أنها تحتوي على العديد من المركبات المعدية والخطيرة الناتجة عن العناية بالمرضى؛ حيث تحتوي على بكتيريا ذات مقاومة عالية للمضادات الحيوية وبكميات أكبر مما في مياه الصرف الصحي، وكذلك زيادة في كمية الفيروسات واحتوائها على العناصر الثقيلة والمذيبات المسببة للهلوسة، وتحتوي أيضاً على كمية من المضادات الحيوية أكثر منها في المخلفات المدنية . ويمكن الاستفادة من بعض المخلفات قبل طرحها إلى المنظومة فيمكن مثلاً، استرجاع معدن الفضة الذي

يستعمل في التحميض وكذلك الزئبق والرصاص الذي يتخلف عن عيادة فحص الأسنان (الثابت 2007).

تحتوي مياه الصرف الصحي للمستشفيات بالإضافة للمخلفات البشرية اليومية للمرضى والعاملين على الأتي (الثابت 2007):

أ. **الميكروبات الممرضة:** تحتوي مياه مجاري المستشفيات على كميات كبيرة من ميكروبات الأمراض المعوية من بكتيريا وفيروسات وديدان والتي تنتقل بسهولة خلال الماء. تتلوث مياه الصرف الصحي من أقسام الأمراض السارية والمعدية من مرضى الالتهابات المعوية أو خلال الأوبئة.

ب. **سوائل كيميائية خطرة:** كميات هذا النوع من المخلفات متنوعة ومختلفة ناتجة من عملية التعقيم والتنظيف اليومية للأجهزة والمعدات والأسطح والأرضية، وكميات كبيرة من المذيبات من أحماض وقلويات عضوية وغير عضوية يتم تصريفها للمجاري العامة من معامل التحاليل ومعامل الباثولوجية بدون معالجة.

ج. **المخلفات الصيدلانية:** كميات قليلة من الأدوية يتم تصريفها للمجاري العامة من الصيدلية ومن الأقسام الطبية المختلفة، هذه الأدوية قد تحتوي على المضادات الحيوية وأدوية سامة لعلاج الأورام (Cytotoxic Drug) وبعض الأنواع الأخرى.

د. **مخلفات سائلة مشعة:** كميات صغيرة من مخلفات سائلة مشعة تذهب لمياه الصرف الصحي من أقسام علاج الأورام.

هـ. **مخلفات بقايا المعادن الثقيلة:** كميات من المعادن الثقيلة ذات السمية العالية يتم تصريفها مثل الزئبق والفضة والرصاص من مراكز خدمات الأسنان ومن أقسام التصوير بالأشعة وكذلك من الأقسام الفنية المساعدة بالمستشفيات كقسم الحركة والميكانيكية.

2-5-1: مصادر المخلفات الطبية السائلة والتي يتم التخلص منها عن طريق مياه الصرف الصحي (الثابت 2007):

أ. المستشفيات العامة والتعليمية والمراكز الطبية التخصصية.

ب. معامل التحاليل الطبية العامة والخاصة.

ج. مختبرات الأبحاث والمعامل الدراسية في الكليات الطبية والتقنية.

د. العيادات الخارجية ومصحات الإيواء الخاصة.

هـ. مراكز خدمات الكلى الاصطناعية.

و. مراكز وعيادات الأسنان.

ز. مصارف الدم ومراكز التبرع بالدم.

ح. المختبرات البيطرية وأبحاث عن الحيوانات.

ط. مراكز العناية بالعجزة والمسنين.

2-5-2: الفرق بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للمدينة:

هناك اختلاف كبير بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للأنواع الأخرى (مياه الصرف الصحي للمنازل والمصانع والمزارع) (الثابت 2007) حيث تتصف مياه الصرف بالمستشفيات بتنوعها واحتواها على الأتي:

1. وجود بكتيريا لها المقدرة على مقاومة عدد كبير من المضادات الحيوية في مياه الصرف الصحي للمستشفيات.
2. بصفة عامة، تركيز عدد البكتيريا في مياه الصرف الصحي للمستشفى أكثر من مياه الصرف الصحي للمدينة.
3. وجود ملوثات المياه الفيروسية مثل الفيروسات المعوية بكميات كبيرة بمقارنة بمياه الصرف الصحي للمدينة مع وجود الفيروسات الأخرى مثل adenovirus وفيروسات الدم مثل فيروس تليف الكبد وفيروس الإيدز الموجود بكميات كبيرة في سوائل جسم المرضى المصابين من الأقسام الطبية والمعامل والتي تذهب مباشرة لشبكة الصرف الصحي بالمستشفى، بعض الدراسات أثبتت وجدت أجزاء من فيروس HIV في مياه المجاري للمستشفى بكميات أكبر من مياه الصرف الأخرى.
4. وجود كميات أكبر من المعادن الثقيلة من الزئبق والفضة وكميات من المركبات الكيماوية المسببة للهلوسة والهرمونات البيئية.
5. وجود كميات كبيرة من المضادات الحيوية بالمقارنة بمياه الصرف الصحي للمدينة.

2-5-3: أهم الملوثات لمياه الصرف الصحي بالمستشفيات:

هناك عدة ملوثات خطيرة ناتجة من المخلفات الطبية السائلة بعد العناية بالمرضى تسببت في خطورة مياه الصرف الصحي للمستشفيات بالمقارنة مع مياه الصرف الصحي للمدينة أو مياه الصرف الصحي الصناعي أو الزراعي، وصعوبة هذا النوع من المياه ترجع في عدم إمكانية التخلص من تلك الملوثات بواسطة محطات معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها والاستفادة منها (الثابت 2007)، من هذه الملوثات على سبيل المثال:

أ. الفورمولدهيد: ويعتبر من أكثر الملوثات لمياه الصرف الصحي خطورة، كمياته كبيرة بحكم استخداماته الكثيرة في معامل الباثولوجية وأقسام الجراحة لحفظ العينات واستخداماته الأخرى في تعقيم الأجهزة والأدوات الطبية.

ب. كيماويات تحضير وإظهار الصور: كل المستشفيات الكبرى وعيادات الأسنان تضم قسم الأشعة والذي يستعمل عدة محاليل كيماوية لتثبيت وإظهار الصور.

الجدول رقم (2-10): المحاليل المستخدمة لاظهار الصور

المصدر: النادي الليبي للمخلفات الطبية 2007م

Fixer	Developer	Stop solution
Hydroquinone%10-5	Glutaraldehyde %45	Acetic acid
Potassium %5-1 hydroxide		
Silver %1		

منها معدن الفضة السام الملوث لمياه الصرف الصحي الناتج من عمليات أظهار أفلام X-ray، حالياً في المستشفيات الحديثة يتم معالجة سوائل التحميض للحصول على الفضة ومع هذا لا تزال كميات من هذه السوائل الشديدة السمية تذهب للصرف الصحي. وتوجد أيضاً مركبات سامة أخرى بأقسام الأشعة مثل Chromium، Selenium وتعتبر أيضاً من المخلفات ذات الخطورة العالية للبيئة المحيطة في حالة وصولها لمياه الصرف الصحي (الثابت 2007).

ج. المذيبات (solvents): أنواعها المستعملة في المستشفيات ومعامل التحاليل متعددة ومختلفة التركيب والقوة.

الجدول رقم (2-11): يبين المذيبات المستعملة في المستشفيات

المصدر: النادي الليبي للمخلفات الطبية 2007م

مركبات تسبب الهلوسة Halogenated Compounds	مركبات لا تسبب الهلوسة Non-halogenated Compounds
Methylene chloride	Xylene, Acetone
Methylene chloride	Ethanol, Isopropanol
Trichloro ethylene	Methanol, Toluene, Ethyl acetate

ويعتبر Acetone، Methanol، Xylene من أكثر الاستخدامات في المستشفيات والمعامل وهذه المذيبات عادةً ما تتبخر أو يتم تصريفها إلى المجاري. دراسة ألمانية لعدة مستشفيات أخذت منها عينات مياه الصرف الصحي قبل اختلاطها بالشبكة العامة وجدت كميات كبيرة من المركبات الهيلوجينية المسببة للهلوسة بنسب 0.13 – 0.49 ملجم/لتر وفي دراسة أخرى بمستشفى تعليمي فرنسي كانت الكمية تتراوح من 0.38 – 1.24 ملجم/لتر.

د. الزئبق: تعتبر المخلفات الطبية المحتوية على الزئبق قليلة الكمية ولكنها شديدة السمية، وتتراكم كمياتها في الأجسام فتسبب أضرار كبيرة للجهاز العصبي، حتى الآن لا تستطيع محطات معالجة مياه الصرف الصحي في التخلص منها، ويأتي التلوث بالزئبق من عدة مصادر طبية منها عيادات الأسنان وعمليات تعبئة أسنان المرضى بمادة الحشو آملغم (Amalgam) والتي تحتوي على 49 % زئبق وينتج كذلك من تكسر بعض الأجهزة الطبية المحتوية على هذه المادة، حالياً أصبح استخدام تلك الأجهزة يقل بسبب الوعي العالمي لمشاكل التلوث بالزئبق فتم استبدالها بأجهزة الكترونية حساسة مثل الترمومتر وأجهزة قياس الضغط وغيرها.

هـ. الهرمون الأنثوي البيئي (الاستروجين) :Environmental sex hormone وهي مركبات هرمونية بيئية تتكون وتنشأ بسبب التلوث ببعض المركبات الصيدلانية الكيماوية عند تصريفها لمياه الصرف الصحي فتسبب خلل بالجهاز التناسلي الذكري للأحياء البرية وكذلك الإنسان، إحدى الدراسات وجدت أن الهرمون الشبيه للهرمون الأنثوي بتركيز 2 نانو غرام/لتر تسبب في تغيير أجناس بعض الأسماك عندما تلوثت مياه الأنهار بمياه الصرف الصحي المحتوية على هذا الهرمون، وبعض الدراسات عزت نقص معدلات جودة وزيادة تشوهات

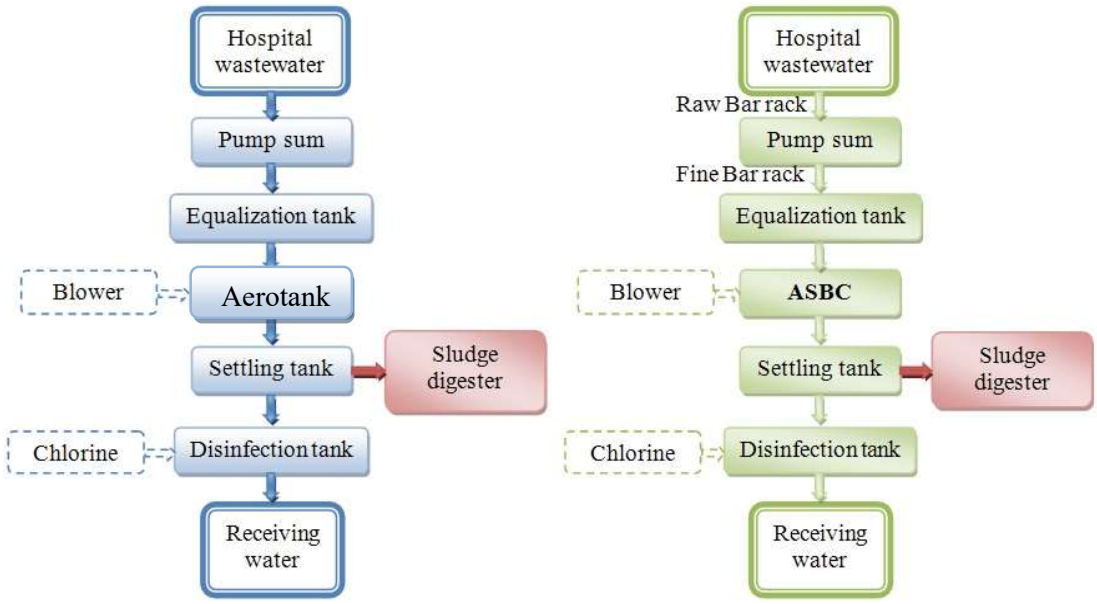
الحيوان المنوي لدى الرجال في السنوات الأخيرة لهذا الهرمون بالمقارنة مع العقود الماضية.

و. تعتبر المضادات الحيوية من أكثر استخدامات المركبات الصيدلانية وتأتي تأثيراتها من ناحية التلوث البيئي في تعزيز وزيادة مقاومة البكتيريا للأدوية؛ مما يؤدي إلى انتشار بعض الأوبئة التي يصعب التحكم بها لمقاومة المسبب للعلاج، كمية المضادات التي وجدت بمياه الصرف الصحي ببعض المستشفيات الأوروبية تصل إلى (50 µg/L) ودراسة أخرى وجدت كمية (13 µg/L) من مضاد التيتراسيكلين بعد انتهاء معالجة تلك المياه في محطات المعالجة. بكتيريا Klebsiellae المعزولة من مياه الصرف الصحي للمستشفى كانت مقاومة لمضاد الحيوي امبيسلين بنسبة 90 % وبنسبة 6 % كانت مقاومة لمجموعة من المضادات الحيوية الأخرى في نفس الوقت.

ز. تعتبر الأدوية المستعملة لعلاج الأورام والخلايا السرطانية من أخطر الملوثات لمياه الصرف الصحي؛ لما لهذه الأدوية من مقدرة في أحداث طفرات وتشوهات وسرطان بالخلايا الحية وهذا النوع من المركبات الكيماوية يستخدم فقط بالمستشفيات، وينتج من اعطاء المريض جرعات ولعدة شهور فيخرج من جسم المريض ولعدة أيام مع البول والبراز المحتويات على كميات كبيرة منه، وينتج كذلك عند خلط الدواء وما ينتج عن ذلك من كميات إضافية يتم التخلص منها وما ينتج عند غسل الأدوات المستعملة والتي تكون ملوثة بهذه المواد.

الحاجة والضرورة ملحة للاستفادة من هذه الكميات الضخمة من مياه الصرف الصحي للمستشفيات ولكن من الأوليات عدم تعريض البيئة والأفراد لمخاطر هذه المياه بعد معالجتها، لوجود مسببات المرض التي قد لا تستطيع محطات المعالجة التخلص منها. فيجب قبل المعالجة الحد والتقليل والتخلص من الملوثات قبل تصريفها للشبكة مياه الصرف الصحي العامة (الثابت 2007).

هناك عدة إجراءات ونصائح وتوصيات من الضرورة الأخذ بها في حالة أردنا معالجة تلك المياه للاستفادة منها، وذلك من أجل سلامة وعدم تدمير بيئتنا والمحافظة على صحة الأفراد بها.



الشكل رقم (2-21): المراحل العامة لمعالجة مياه المستشفيات

المصدر: موقع الهندسة البيئية

2-5-4: التوصيات والإجراءات التي يجب العمل بها للحد من تلوث مياه الصرف الصحي للمستشفيات (الثابت 2007):

أ. يجب تعقيم كل سوائل جسم المرضى الناتجة من العناية بهم قبل صرفها إلى مجاري المستشفى مثل الدم بواسطة الحرارة الجافة أو البخار أو تعقيمها بواسطة الكيماويات أقل خطورة.

ب. يتم التخلص من المخلفات الصيدلانية عن طريق المحارق ذات درجات الحرارة العالية والابتعاد عن تصريفها بمجاري المستشفى حتى لو كانت بكميات بسيطة.

ج. في بعض الحالات يمكن تصريف بعض الأدوية السائلة والمحتوية على الفيتامينات أو أدوية الإسهال وبعض سوائل التغذية الوريدية وقطرات العين، على شرط أن تكون كمية ضئيلة جداً مع جريان الماء بكميات كبيرة للتخفيف.

د. يمنع منع باتاً تصريف الأدوية المستخدمة لعلاج الأورام والتي لها المقدرة الكبيرة في إحداث طفرات وتشوهات وسرطانات للأحياء البرية من حيوانات ونباتات وحتى الإنسان. والمعروف على هذا النوع الصعوبة الكبيرة في التخلص منه بواسطة محطات معالجة مياه المجاري.

هـ. يمكن التخلص من الأدوية السامة المستعملة لعلاج الأورام وصرفها لمجاري المستشفى فقط بعد معالجتها بمواد كيماوية لتكسيرها وأبطال مفعولها وتحويلها إلى سوائل غير خطرة. هناك عدد كبير من المواد الكيماوية تستعمل لابطال مفعول أدوية الأورام السامة وتحويلها إلى صور أبسط وأقل خطورة كلاً على حسب النوع، من ضمن هذه المواد Potassium permanganate, Sulfuric acid.

و. عدم تصريف مخلفات السوائل المشعة بالمجاري ويجب تجميعها وتخزينها في علب خاصة حسب كمياتها وميزاتها الكيماوية والإشعاعية وطرق التعامل معها، بعض المواد المشعة تمتاز بعمر نصفي قصير يمكن تخزينها ثم تصرف للمجاري العامة بعد التأكد من انتهاء مفعولها المشع.

ز. ضرورة معالجة ومعادلة المذيبات من أحماض وقلويات في معامل الباثولوجية في أنية خاصة ثم تصرف مع كميات كبيرة من المياه إلي المجاري العامة. في معامل الباثولوجي تثبت أحواض خاصة تحت أحواض الغسيل تحتوي على مركبات (LimestoneSumps) لها المقدرة على معالجة الأحماض إلى مركبات غير ضارة لشبكة الصرف الصحي وغير ضارة لمحطات المعالجة.

ح. في أقسام الأشعة من الضروري استخدام أجهزة جديدة لإظهار الأفلام يستخدم بها مواد كيماوية أقل وكميات أصغر لتقليل المنبعث منها لمياه الصرف الصحي مع الأخذ في الاعتبار معالجة تلك السوائل قبل تصريفها.

ط. عدم استعمال أو التقليل من استخدام المطهرات المحتوية على مركبات الفينول السامة أو استبداله بمطهرات أقل خطورة مثل مطهر Guaternary amine disinfectants والذي أثبت عدم إضراره لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي مع أنه يعتبر من الكيماويات الخطيرة .

ي. في حالة استخدام مطهرات الفينول يجب استخدام أقل تركيز مسموح به ويتم تحضير الكميات التي تستعمل فقط.

ك. تخزين المركبات الكيماوية الخطرة في علب ثنائية مزدوجة للتقليل من حوادث تسرب السوائل على الأرضية ومنها لمياه الصرف الصحي.

ل. على الأطباء التقليل في وصفاتهم العلاجية من إعطاء المرضى أدوية تحتوي على المعادن الثقيلة، مثل المراهم المستعملة لعلاج الطفح الجلدي الناتج عن الحفاظات لدى الأطفال أو مثل محلول نترات الفضة المستعمل في علاج الحروق (كمية تتعدى 5ppm تعامل كمخلفات كيماوية خطرة ويتم التخلص منها على هذا الأساس).

م. للتقليل من حوادث التلوث البيئي الدوائي على الصيدليات بالمستشفيات الاهتمام بطرق ومكان تخزين الأدوية مع مراعاة الأدوية المنتهية الصلاحية وطرق التخلص السليم منها وعدم تصريف الأدوية إلى مياه الصرف الصحي وخاصة المحتوية على الفضة، الكدميوم، الكروم، النحاس، الرصاص، الزئبق، السيلنيوم والزنك.

ن. في عيادات الأسنان وللتقليل من تلوث مياه الصرف الصحي بالزئبق والمعادن الثقيلة الأخرى من الضرورة استخدام جهاز لفصل حشو الأسنان (Separators Amalgam) من المياه الناتجة عن تنظيف الفم قبل تصريفها للشبكة العامة.

س. دائماً وللحد من التلوث يفضل استعمال الطرق الفيزيائية مثل التعقيم بالبخار بدلاً من طرق التنظيف الكيماوية باستخدام المطهرات وغيرها.

ع. على العاملات بمغسلة المستشفى التأكد من خلو الغسيل من الملوثات الخطيرة مثل رقع استخدمت لتنظيف المواد الكيماوية والمحاليل بالأقسام.

ف. يفضل استعمال المصافي الخاصة للمعادن والكيماويات السامة من سوائل الناتجة من التحاليل والتجارب والعناية بالمرضى مثل :

أ. فلتر يستخدم لتنقية الفضة من السوائل الناتجة من عمليات أظهار الصور.

ب. فلتر كيماوي خاص لحجز جزئيات المواد الكيماوية المشعة.

ج. مصفى خاص لمعالجة الكحول الملوث الناتج من عمليات الصبغ في المعامل الباثولوجية.

د. جهاز يستخدم لحجز المواد الكيماوية الفلورسية السامة من السوائل قبل تصريفها للمجاري.

هـ. جهاز يستعمل لتنقية ومعالجة المذيبات الضارة من السوائل لإعادة استخدامها مجدداً بدل عن تصريفه للشبكة العامة.

و. جهاز لتنقية الفورمالين من سوائل الناتجة من المعمل.

ص. على العاملين بالصحة وخاصة بمعامل التحاليل الطبية الإلمام الكامل بنوع الكيماويات التي يتعاملون معها من حيث خطورتها وطرق التعامل والتخلص السليم منها وهناك عدة نصائح بهذا الشأن :

أ. التقليل من كمية الأصباغ للشرائح الميكروبية فقطرة صغيرة تفي بالغرض ويتم تصريفها مع جريان الماء.

ب. بعض الأصباغ الخطيرة يفضل جمعها في آنية خاصة ويتم التخلص منها بعيداً عن مياه الصرف الصحي.

2-6: الدراسات السابقة:

أ. الدراسات السودانية:

1. دراسة ومضة حسن إلياس عوض الكريم بعنوان: دراسة وتقويم نظام الصرف الصحي بمستشفى القضارف التعليمي، 2016م.

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في العمارة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

أهم النتائج:

ضرورة الإسراع بإضافة السعة التحليلية المطلوب إضافتها؛ لأنها المشكلة الأولى في تدهور وإنهيار الصرف الصحي بالمستشفى.

ب. الدراسات العربية:

1. دراسة حيدر ثامر شناوة وجنان عبد الحسين فريع وزنيب قاسم صادق بعنوان: دراسة عن الواقع البيئي لمجمع مستشفيات مدينة الطب ، 2009م.

وزارة البيئة – الدائرة الفنية – قسم مراقبة وتقييم الأنشطة الصناعية.

أهم النتائج:

أ. التخلص من النفايات الطبية أمر مشترك ينبغي أن تقوم به وزارات مثل وزارة الصحة والبيئة وشركات يتم التعاقد معها للتخلص من النفايات بطرق سليمة.

ب. أن المستشفى يعاني من جملة مشاكل طفح مياه المجاري في الشوارع التي تحيط بالمستشفى خاصة القريبة من المحرقة المركزية.

ج. تأخر عمال البلدية في رفع النفايات الطبية والإعتيادية مما يضطر عمال التنظيف لنقلها بواسطة العربات غلى مكان جمعها في الحاويات الكبيرة.

د. جميع المستشفيات داخل المجمع غير حاصلة على الموافقات البيئية كونها مشيدة قبل التشريعات ولا تمتلك وحدات معالجة خاصة بالمخلفات السائلة وتقوم بتصريفها إلى شبكة المجاري.

2. دراسة هاللي عبد الهادي هاللي ومحمد رفعت زغلول بعنوان: الإدارة الفعالة للمخلفات الطبية الخطرة بمرافق الصرف الصحي، 2007م – الإسكندرية.

أهم النتائج :

أ. وجود سجل بيئي للمنشأة العلاجية معتمد ومدون عليه جميع الأنشطة التي تقوم بها المنشأة.

ب. تحديد أنواع المواد المستخدمة في عمليات النظافة اليومية بالمنشأة على أن تكون مواد صديقة للبيئة وغير ضارة وملوثة عن طريق التخلص منها فى الشبكة العامة للصرف الصحي.

ج. التأكد من وجود عقد معتمد عن كيفية التخلص من المخلفات الطبية الخطرة الصلبة بإحدى المحارق المعتمدة بالمحافظة.

د. بالنسبة للمنشأت العلاجية التى بها وحدات علاج السرطان يجب التأكد من معالجة الصرف الناتج من هذه الوحدة بواسطة تجميعها فى بيارة أو غرفة ترسيب لمدة لا تقل عن 60 ساعة للتخلص من المواد المشعة الموجودة بمياه الصرف الصحى قبل التخلص منها في الشبكة العامة.

ج. الدراسات الأجنبية:

تقرير اليونسيف الدوري عن المياه والصرف الصحي بعنوان: التقدم من أجل الأطفال، 2006م.

أهم النتائج:

أ. إبراز قضية الصرف الصحي والنظافة الشخصية في جميع المنتديات السياسية والتنموية؛ فالصرف الصحي في حالة أزمة ويحتاج إلى معالجة بالسرعة التي يستحقها.

ب. زيادة مستوى تمويل تحسينات المياه والصرف الصحي من الحكومات على المستوى الوطني.

ج. تسريع إمكانية الوصول لخدمات المياه والصرف الصحي، مع إيلاء إهتمام خاص بمن لم تصلهم هذه الخدمات بعد في كل من المناطق الحضرية والريفية.

د. التركيز على توفير الخدمات الضرورية والمستدامة المنخفضة التكاليف، وخاصة على المستوى الأسري مع الإهتمام بأنظمة التشغيل والصيانة القائمة على المجتمع المحلي.

2-7: خلاصة الدراسات السابقة:

أ. تطرقت الدراسة الأولى (السودانية) إلى نظام الصرف الصحي بمستشفى القضارف وخرجت بنتائج أهمها أن السعة الحالية لأحواض التحليل لا تفي بالسعة الفعلية المطلوبة مما يستدعي الإسراع بإضافة السعة المطلوبة؛ لذلك نجد أنها تشترك مع دراستي في أن كل من المستشفيين يعاني من نقص في السعات المطلوبة.

ب. الدراسة الثانية سلطت الضوء على الوضع البيئي لمجمع مستشفيات مدينة الطب ببغداد وتوصلت إلى أن المجمع ليس به وحدات معالجة للمخلفات المطروحة من المستشفيات وإنما يتم صرفها مباشرة إلى الشبكة العامة. وهذه الوضع يشابه الوضع بمنطقة الدراسة حيث أنه يتم إستخدام أحواض التحليل والآبار وهي لا تعالج مخلفات المستشفيات.

ج. الدراسة الثالثة عن الإدارة الفعالة للمخلفات الطبية الخطرة أوصت بأن يتم التأكد من معالجة الصرف الناتج عن وحدات معالجة السرطان قبل التخلص منه في الشبكة العامة ونجد أنه لابد من تطبيق ذلك بكل المنشآت الصحية.

د. الدراسة الرابعة تطرقت إلى أزمة الصرف الصحي وإبرازها في جميع المنتديات وأن يتم إيصال خدمات الصرف لكآفة المناطق الحضرية والريفية. والاهتمام بأنظمة التشغيل والصيانة.

الفصل الثالث

عرض وتحليل الحالة الدراسية

الفصل الثالث

عرض وتحليل الحالة الدراسية

3-1: مقدمة:

يهدف البحث إلى معرفة مدى فعالية أنظمة الصرف الصحي المستخدم في المستشفيات في ولاية الخرطوم، ويهدف إلى محاولة التوصل للمقترحات التي يمكن الوصول إليها لأنظمة تعمل بفعالية وكفاءة عالية؛ مما يؤدي إلى حل مشاكل الصرف الصحي بالمستشفيات بصورة جذرية.

3-2: أسباب اختيار الحالة الدراسية:

تم اختيار مستشفى إبراهيم مالك لإجراء الدراسة لما أصبح لها من أهمية في الوضع الراهن لمستشفيات ولاية الخرطوم. كما يلاحظ الزائر للمستشفى الوضع المزري لنظام الصرف المستخدم من روائح، طفح، تلوث للبيئة وتدهور النظام المستخدم بصورة واضحة. لذلك أرادت الباحثة عمل دراسة لتقييم نظام الصرف الصحي لمعرفة أسباب الخلل والقصور ومحاولة طرح الحلول الممكنة.

3-3: الوصف العام للحالة الدراسية(مستشفى إبراهيم مالك التعليمي):

يقع مستشفى إبراهيم مالك التعليمي بولاية الخرطوم في الناحية الجنوبية لمدينة الخرطوم في منطقة الصحافة، ويمثل المستشفى أهمية كبرى لمناطق جنوب الخرطوم. ويعتبر من أكبر المستشفيات في الولاية، وتبلغ سعته السريرية حوالي 325 سرير. تبلغ مساحة المستشفى حوالي 20,000 متر مربع وتحيط بها أربعة شوارع رئيسية وتضم عدة أقسام هي:

أ. الباطنية.

ب. الأطفال.

ج. الجراحة.

د. العظام.

هـ. النساء والتوليد.

و. الطوارئ والحوادث.

ز. العيادات الخارجية.

ح. الأشعة المقطعية.

ط. مركز تدريب.

ي. معمل مركزي.

ك. بنك الدم.

ل. العلاج الطبيعي.

م. الجناح الخاص.

الشكل رقم (3-1): صورة جوية لموقع المستشفى

المصدر: Google Earth

3-4: منهجية جمع المعلومة:

1. المقابلة.
2. الملاحظة.

تم عمل زيارة ميدانية للمستشفى تم من خلالها تدوين الملاحظات الأتية:

أ. السعة السريرية للمستشفى.

ب. تعداد القوى العاملة.

ج. نظام الصرف الصحي المستخدم.

د. عدد أحواض التحليل المستخدمة وسعة كل حوض.

هـ. معرفة الأقسام المشتركة في حوض واحد.

و. معرفة أداء وكفاءة الأحواض.

ز. إجراء مقابلات مع المسؤولين لمعرفة أوجه قصور نظام الصرف المستخدم.

3-5: الصرف الصحي بالمستشفى:

تتكون شبكة الصرف الصحي بمستشفى إبراهيم مالك من إثني عشر خط رئيس تعمل على نقل مخلفات الصرف الصحي من مباني المستشفى المختلفة إلى نظام الآبار، حيث يتكون النظام من إحدى عشر وحدة معالجة تقليدية.

يعاني المستشفى من تلوث المياه وتلوث التربة وذلك نسبة لأن الأحواض لا تعمل بالكفاءة المطلوبة بل البعض منها لا يعمل أبداً؛ حيث أن صرف المحاليل الطبية يؤدي إلى تعطيل عمل البكتيريا التي تعمل على تحليل المخلفات مما يؤدي إلى إنسداد عيون الآبار وإمتلاء الأحواض مما يستدعي التدخل فوراً لنظافة الأحواض وشطفها.

3-5-1: المشكلات التي يعاني منها المستشفى بسبب نظام الصرف المستخدم هي:

1. يؤثر على النواحي البيئية والصحية وذلك بإنبعاث روائح غير مرغوب بها.
2. تلوث المياه السطحية نتيجة للتسريب.
3. يؤثر على الناحية النفسية للمريض والمرافق.
4. إمتلاء طابق القبو بمبنى الطوارئ حيث تتسرب إليه المياه من الأحواض.

مبنى الطوارئ:

يقع المبنى في الناحية الغربية للمستشفى بالقرب من مبنى المخ والأعصاب ومبنى الأشعة المقطعية. يتكون من ثلاثة طوابق بدرون وأرضي وأول. يعاني المبنى من إمتلاء طابق البدرون بالمياه حيث أنها تصل إليه لعدة أسباب وهي:

1. يمثل الطابق أقل منسوب بالمستشفى لذلك تتسرب إليه المياه من أحواض التحليل الممتلئة.
2. وجود حوض تحليل مجاور للمبنى في الناحية الشمالية خارج عن الخدمة تم فيما بعد تعديل مساره.
3. تعاني المناطق المجاورة للمبنى من تشبع التربة بالمياه.

يصل منسوب المياه في الطابق إلى 2.80 متر، ويتم شفط المياه بصفة دائمة إلى أقرب بئر. أجريت عدة تحاليل للمياه المتجمعة به وكل النتائج توضح أن الماء غير صالح للإستخدام مما يعني أنها مياه صرف صحي.

الشكل رقم (3-2): إمتلاء طابق البدرون بالمياه

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-3): يوضح تصدع جدران طابق البدرون

المصدر: الباحثة

3-5-2: وحدات المعالجة بالمستشفى هي:

1. **وحدة الجناح الخاص:**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف الصحي القادمة من الخط 1 والذي يخدم مبنى الجناح الخاص وتقع في الناحية الجنوبية الشرقية للمبنى.

2. **وحدة الباطنية:**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط -1 والخط -2 واللذان يخدمان مبنى الباطنية رجال والباطنية على التوالي.

3. **وحدة المخ والأعصاب:**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط -3 والذي يخدم الجزء الجنوبي والغربي من مبنى المخ والأعصاب.

4. **وحدة العمليات :**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 5 والذي يخدم مبنى العمليات والإدارة.

5. **وحدة الجراحة العامة :**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 6 والذي يخدم مبنى الجراحة العامة.

6. **وحدة الأطفال:**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 7 والذي يخدم مبنى النساء والتوليد بالإضافة للخط 8 الذي يخدم الجانب الغربي من مبنى الأطفال.

7. **وحدة الأطفال 2 :**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 9 والذي يخدم الجانب الشرقي والشمالي من مبنى الأطفال بالاضافة للصيدلية الخارجية ومجمع الحمامات.

8. **وحدة الطوارئ 1 :**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 10 والذي يخدم الجانب الجنوبي والشرقي من مبنى الطوارئ.

9. **وحدة الطوارئ 2 :**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 10 والذي يخدم الجانب الشمالي من مبنى الطوارئ بالاضافة لمبنى العظام الدرجة .

10. **وحدة العيادات الخارجية :**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 10 والذي يخدم الجانب الجنوبي والشرقي من مبنى التدريب.

11. **وحدة مركز التدريب :**

هذه الوحدة تعمل على معالجة مياه الصرف القادمة من الخط 10 والذي يخدم مبنى التدريب بالاضافة للجانب الغربي من مبنى العيادات الخارجية والجدول رقم (3-12) يفصل وحدات الصرف المستخدمة بالمستشفى.

الشكل رقم (3-4): يوضح مواقع وحدات الصرف بالمستشفى

الجدول رقم (3-1): وحدات الصرف المستخدمة بالمستشفى وسعة كل منها

المصدر: الباحثة

الوحدة	السعة	الأبعاد	طول الخط	عدد غرف التفتيش
الجناح الخاص	35.00 م³	2.00*3.50*5.00	160.00 م	20
الباطنية	45.00م³	2.50*3.00*6.00	310.00م	40
المخ والأعصاب	45.00م³	2.50*3.00*6.00	175.00م	40
العمليات والإدارة	35.00 م³	2.50*3.00*5.00	130.00م	26
الجراحة	45.00م³	2.50*3.00*6.00	130.00م	26
الأطفال	24.00م³	2.00*3.00*4.00	66.00م	14 و5
الأطفال 2	22.50م³	2.50*3.00*3.00	70.00م	18
الطوارئ	45.00م³	2.50*3.00*6.00	51.00م	11 و5
الطوارئ 2	45.00م³	2.50*3.00*6.00	62.00	8
العيادات الخارجية	35.00 م³	2.50*3.00*5.00	45.00م	12 و4
مركز التدريب	35.00 م³	2.50*3.00*5.00	31.00م	8
إجمالي سعة الأحواض	411.50م³			

3-5-3: شكل أحواض التحليل:

جميع الأحواض المستخدمة مستطيلة الشكل وتتراوح أبعادها بين (2.00*3.50*5.00) و (2.50*3.00*6.00) وتتكون من ثلاثة غرف.

3-5-4: مواد تشييد أحواض التحليل:

أحواض التحليل مشيدة من الخرسانة ومجلدة بمباني من الطوب.

3-5-5: فترة نظافة أحواض التحليل:

تتم نظافة الأحواض حسب الحوجة وليس لها نظام دوري وفي الغالب تتم كل ثلاثة أيام حيث أن سعاتها غير كافية.

3-5-6: مواد تشييد غرف التفتيش:

مشيدة من الخرسانة والبعض منها مشيد بمباني من الطوب ومشطبة ببياض أسمنتي.

3-5-7: نوع المواسير المستخدمة:

جميع المواسير المستخدمة في نظام الصرف من البلاستيك PVC بقطر 4 و6 بوصة.

3-5-8: مشاكل تعاني منها عامة خطوط الصرف بالمستشفى:

أ. عدم وجود مناسيب وأعماق لغرف التفتيش.

ب. التسريب الداخلي لغرف التفتيش وذلك لقدمها وتصدع عدد كبير منها.

ج. عدم وجود عوازل مائية بأرضية وحوائط غرف التفتيش.

د. ضعف الصيانة الدورية لنظام الصرف الصحي.

هـ. عدم تناسق المسارات الداخلية لغرف التفتيش.

و. عدم الإلتزام بنسب البياض القياسية في تبيض غرف التفتيش.

ز. بعض غرف التفتيش مرتفعة عن سطح الأرض؛ مما يعرضها للتكسر بواسطة السيارات.

الشكل رقم (3-5): إرتفاع غرف التفتيش عن سطح الأرض

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-6): يوضح أن أغطية غرف التفتيش غير مناسبة

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-7): بعض غرف التفتيش خارج الخدمة

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-8): يوضح بعض غرف التفتيش ممتلئة بالأوساخ

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-9): يوضح تراكم الأنقاض والأوساخ على غرف التفتيش

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-10): اهتراء غرف التفتيش

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-11): عدم تصريف غرف التفتيش والتسريب

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-12): يوضح عدم استخدام الأغطية المناسبة للآبار

المصدر: الباحثة

الشكل رقم (3-13): يوضح تراكم الأنقاض فوق إحدى الآبار

المصدر: الباحثة

الفصل الرابع
التحليل ومناقشة النتائج

الفصل الرابع

تحليل ومناقشة النتائج

4-1: تقييم الوضع الراهن للنظام المستخدم:

4-1-1: عدد الأسرة بالمستشفى:

يبلغ عدد الأسرة بالمستشفى بالأقسام المختلفة 326 سرير والجدول رقم (4-1) يوضح عدد الأسرة بالمستشفى.تبعاً لأقسام المستشفى.

الجدول رقم (4-1): عدد الأسرة بالمستشفى

المصدر: قسم الإحصاء والمعلومات بالمستشفى

البند	القسم	السعة السريرية
1	الباطنية	32
2	الأطفال	66
3	الجراحة	45
4	العظام	48
5	النساء والتوليد	37
6	عناية مكثفة	31
7	حديثي الولادة	29
8	الجناح الخاص	38
9	المجموع	326

4-1-2: القوى العاملة بالمستشفى:

يبلغ تعداد القوى العاملة بالمستشفى 653 والجدول رقم (4-2) يوضح تعداد القوى العاملة.

الجدول رقم (4-2): تعداد القوى العاملة بالمستشفى

المصدر: قسم شؤون العاملين بالمستشفى

البند	البيان	العدد
1	الكادر الطبي	429
2	الكادر الإداري	7

3	عاملون	89
4	موظفون	128
إجمالي القوة العاملة		653

4-2: التصريف الكلي للمستشفى:

يتم بالمستشفيات حساب معدل التصريف وفقاً لعدد الأسرة ويبلغ عدد الأسرة بالمستشفى 326 سرير، معدل التصريف للسرير الواحد يساوي 625 لتر/السرير/اليوم. وعليه فإن السعة المطلوبة تكون وفقاً للمعادلات الآتية:

أ. حساب التصريف وفقاً لعدد الأسرة:

$$\frac{\text{تصريف السرير الواحد} * \text{عدد الأسرة} * \text{فترة المكث}}{1000}$$

ب. المعادلة :

$$V = Q * T$$

حيث أن:

V = سعة التحليل

T = فترة المكث 3 يوم

Q = حجم المخلفات التي يطرحها الفرد * عدد الأفراد

4-3: حساب السعة الفعلية للمستشفى:

أ. بتطبيق المعادلة رقم (1):

عدد الأسرة = 326 سرير

تصريف السرير الواحد = 625 لتر/يوم/سرير

نفترض أن:

فترة المكث = 3 يوم

$$\frac{625 \times 326 \times 3}{1000} = 611.25M^3$$

ب. بتطبيق المعادلة رقم (2):

عدد الأفراد = 979 فرد

نفترض أن:

فترة المكث = 3 يوم

حجم المخلفات التي يطرحها الفرد = 200 لتر/ يوم

وبتجاهل عدد المرافقين فإن الحجم =

$V = 979*200*3 = 587400L = 587.4M^3$

بإستخدام المعادلتين رقم (1) و(2) يتضح أن السعة الحالية بالمستشفى لا تكفي لتحليل الكميات التي تصل إليها من المخلفات دون الأخذ في الإعتبار حجم الرواسب في قاع الأحواض الذي يمثل $1/3$ حجم الحوض. الجدول رقم (4-3) يوضح مقارنة بين السعة الحالية والسعة المطلوبة بإستخدام المعادلة رقم (1)، كما يبين الجدول رقم (4-4) مقارنة بين السعة الحالية والمطلوبة بإستخدام المعادلة رقم (2).

الجدول رقم (4-3): مقارنة بين السعة الحالية والسعة المطلوبة بإستخدام المعادلة رقم (1)

السعة الحالية M^3	411.50
السعة الفعلية M^3	611.25
فرق السعة M^3	199.75

أي أن السعة الحالية تمثل 67.30% من السعة الفعلية وهي لا تشمل حجم الرواسب بالحوض.

الجدول رقم (4-4): مقارنة بين السعة الحالية والسعة المطلوبة بإستخدام المعادلة رقم (2)

السعة الحالية M^3	411.50
السعة الفعلية M^3	587.4
فرق السعة M^3	175.9

بإستخدام المعادلة رقم (2) يتضح أن السعة الحالية تمثل 71% من السعة الفعلية غير شاملة للرواسب بالحوض.

4-4: الخلاصة:

نجد أنه في كلا الحالتين تقل السعة الحالية عن السعة المطلوبة بحوالي 30% مما يستدعي وضع حلول آنية وآجلة للنظام المستخدم.

4-5: مقترحات الحلول:

1. عمل وحدة معالجة مركزية ولكن هذا الحل غير عملي لأنه لا يوجد مساحات خضراء واسعة لإستخدام المياه المعالجة في ريها.
2. ربط المستشفى بالشبكة العامة حيث أنه يمثل حل جذري للمشكلة.

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

5-1: مقدمة:

من خلال الزيارات التي تمت لمنطقة الدراسة إتضح أن نظام الصرف المستخدم حالياً بالمستشفى غير مناسب ولا يفي بالسعة المطلوبة ولا يقوم بعملية التحليل اللازمة للمخلفات ويشكل آثار بيئية وصحية مثل إنبعاث روائح كريهة وتسريب في التربة؛ مما يؤثر على المياه السطحية.

التوسع في المستشفى وعدد المرضى المتزايد دون حساب ذلك في نظام الصرف شكل ضغط على النظام، وسوء إستخدام الأدوات الصحية يعمل على تدهور النظام وظهور طفح بغرف التفتيش والأحواض.

أوصت الدراسة بربط المستشفى بالشبكة العامة والإهتمام بالصيانة وحساب التوسع المستقبلي في الشبكة مما يؤدي إلى تلاشي مشكلات النظام الحالي.

5-2: الخلاصة:

1. تقل سعة التحليل الحالية عن السعة المطلوبة بحوالي 30%.
2. لا تتم عملية التحليل للمخلفات للأسباب الآتية:

أ. صرف المخلفات الطبية دون تخفيفها بالماء يعمل على قتل البكتيريا التي تقوم بعملية التحليل.

أ. كمية المخلفات المطروحة لا تسمح بأن تكون هناك فترة مكث للتحليل.

3. عدد أحواض التحليل 11 حوض الفعال منها إثنان فقط.
4. تعاني أحواض التحليل وغرف التفتيش من طفح دائم.
5. يعاني طابق القبو بالطوارئ من إمتلائه بمياه الصرف مما أدى إلى تصدعه ويؤثر في المدى البعيد على المبنى بأكمله.
6. عدم وجود صيانة دورية أدى إلى تدهور النظام المستخدم.
7. التصميم لم يأخذ بعين الإعتبار التوسع المستقبلي للمستشفى.

5-3: التوصيات:

1. يوصي البحث بالإسراع في إضافة السعات المطلوبة للقيام بعملية التحليل على الوجه المطلوب.
2. يوصى البحث بالإهتمام بالصيانة الدورية لنظام الصرف بكامل ملحقاته.
3. يوصي البحث الجهات ذات العلاقة بالإهتمام بنظام الصرف المستخدم لما له من تأثيرات على الناحية البيئية والصحية.
4. سرعة ربط المستشفى بالشبكة العامة، حيث أنه يمثل الحل الأفضل والأمثل للصرف ويعتبر حلاً جذرياً لمشاكل النظام المستخدم.
5. الإهتمام بالتثيقف الصحي للمرضى والمرافقين وذلك بوضع ملصقات توضح كيفية إستخدام الأجهزة الصحية.
6. عدم صرف المستحضرات و المحاليل الطبية إلى شبكة الصرف من دون تخفيف تركيزها بالماء أو صرفها لوحدات معالجة خاصة ومن ثم صرفها في لشبكة.
7. تجميع الصرف النهائي للمستشفى في غرف ترسيب وذلك لمنع وصول الرواسب للأحواض أو للشبكة العامة من المستلزمات الطبية.

5-4: مقترحات بحوث مستقبلية:

1. تصميم شبكة صرف صحي للمستشفى وربطها بالشبكة العامة.
2. تأهيل نظام الصرف الصحي بالمستشفى.

المراجع

المراجع:

أصفري، أحمد فيصل (2000). **أسس تصميم منشآت مياه الفضلات**. المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم إدارة برامج العلوم والبحث العلمي.

السروي، أحمد (2008). **المعالجة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي**. الدار العالمية للنشر والتوزيع الطبعة الأولى.

عمر، محمد إسماعيل (2004). **معالجة المياه**. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

العدوي، محمد صادق (2008). **الهندسة الصحية الإمداد بالمياه _ الصرف الصحي**. دار الفكر العربي الطبعة الأولى.

العدوي، محمد صادق (1988). **مبائ في هندسة التركيبات الصحية داخل المباني**. دار الراتب الجامعية.

الثابت، الطاهر إبراهيم (2007). **المخلفات الطبية السائلة ومياه الصرف الصحي**. النادي الليبي للمخلفات السائلة.

بدور، الهام منير (2002). أطروحة دكتوراة بعنوان **تطوير نظام معالجة المياه العادمة ببرك الأكسدة الطبيعية**. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

السرجاني، راغب (2010). **المستشفيات في الحضارة الإسلامية**. متاح على https://islamstory.com/ar/artical

علي، هشام حسن (2004). **محاضرات في تخطيط وتنسيق المستشفيات**. كلية التمريض. جامعة أسيوط.

عبد الصبور، ممدوح فتحي (2006). **نقل التكنولوجيا الغربية ليس بالضرورة مناسباً للبلاد النامية. مجلة أسيوط للدراسات البيئية. العدد (30).**

التركماني، عبد الرازق محمد سعيد. **مقالات على موقع الهندسة البيئية**. متاح على https://4enveng.com/

شبكات المياه والصرف الصحي. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب. الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج. المملكة العربية السعودية

مختار، هاشم (2012). **مقدمة عن تاريخ الصرف الصحي بولاية الخرطوم**. متاح على http://www.sudacon.net

اليونسيف (2006) التقدم من أجل الأطفال. تقرير دوري عن المياه والصرف الصحي

www.haad.ae

www.marefa.org

www.elbassair.com