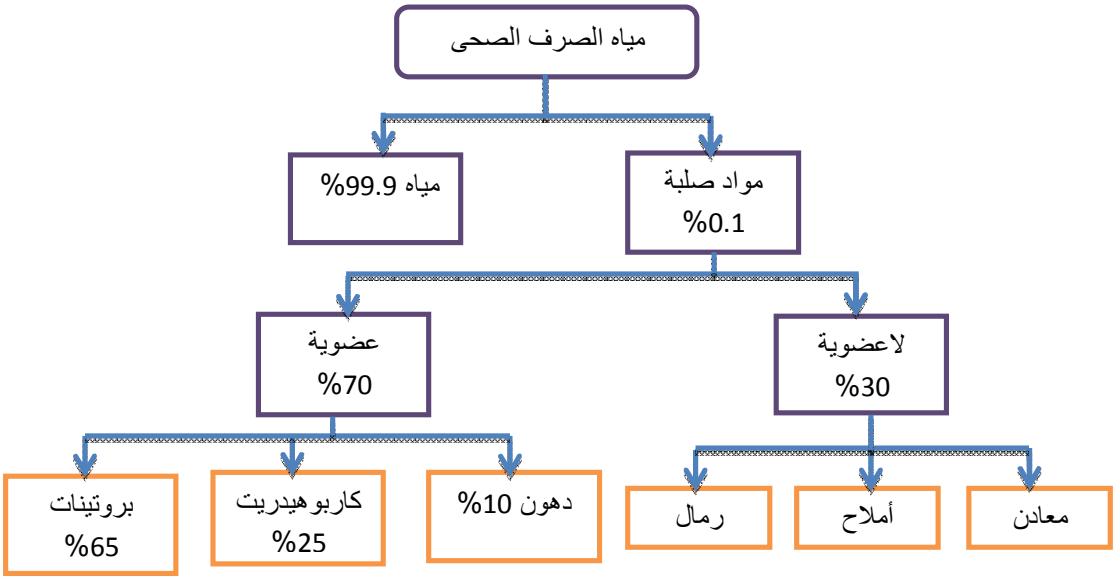
الفصل الثاني

الإطار النظري

1-2 مياه الصرف الصحي ومصادرها :

1-1-2 تعريف مياه الصرف الصحي :

يطلق تعبير مياه الصرف الصحي على كافة أنواع المياه المبتذلة الناجمة عن مختلف الفعاليات المنزلية, والتجارية, وتضاف إليها في المدن الكبرى مياه الفضلات الصناعية المعالجة بشكل أولي. تتشكل مياه الفضلات عامة من حوالي (99.9٪) من الماء وحوالي (0.1 ٪) من الشوائب والملوثات الضارة ,ويطلق تعبير مياه المجاري (Sewage) عادة على مياه الفضلات المنقولة بشبكة المجاري العامة إلى محطة المعالجة أو إلى أي مصب طبيعي بعيداً عن المدينة[5].والشكل (1-2) يوضح التركيب النموذجي لمياه الصرف الصحي الخام.



الشكل (2-1): التركيب النموذجي لمياه الصرف الصحي الخام

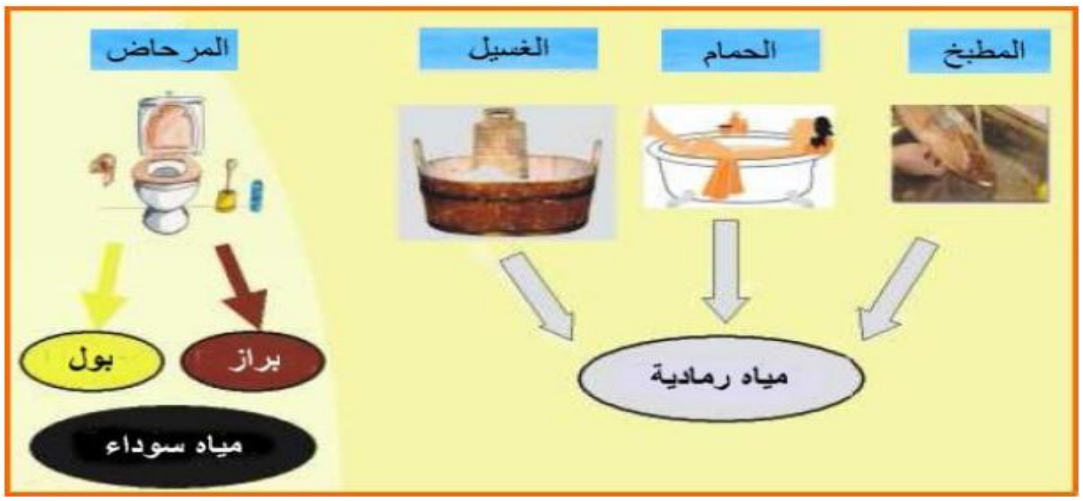
المصدر: Butler D. & Smith S., 2003

(5) عبدالرازق التركماني (2009م) : الإدارة الهندسية لمياه الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة ، عمان .

2-1-2 مصدر مياه الصرف الصحي :

- **المخلفات السائلة المنزلية :**

وهي المخلفات الناتجة عن مختلف أشكال الأعمال المنزلية, وهى ليست في المنازل فقط إذ يمكن أن تنتج عن المصانع والحدائق والمحلات التجارية (الحمامات – المراحيض والمطابخ). الشكل (2-2) يبين المياه الملوثة الناجمة عن الإستخدامات المنزلية .



الشكل (2-2): المياه الملوثة الناجمة عن الاستخدامات المنزلية

المصدر: عبدالرازق التركماني (2009م) : الإدارة الهندسية لمياه الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة، عمان

و بشكل مبسط فإنه يمكننا القول بأن المياه الناجمة عن الإستخدامات المنزلية ضمن المطبخ و الحمام و أعمال الغسيل والبول فيطلق عليها بالمياه الرمادية، و المياه الناتجة عن المرحاض عموماً , فيطلق عليها بالمياه السوداء[6].

(6) عبدالرازق التركماني (2009م) : الإدارة الهندسية لمياه الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة ، عمان .

- **المخلفات السائلة الصناعية :**

وهي المخلفات السائلة الناتجة من عمليات التصنيع المختلفة، وقد تحتوي هذه المخلفات على مواد سامة أو ضارة لذلك يتم ربط المصانع بشبكة التصريف بعد تحقيق شروط معينة.

- **الرشح إلى مواسير المجارى والمياه الداخلة:**

وهذا يتعلق بالمياه التي تجد طريقها من الأرض إلي شبكة المجارى عبر طرق متعددة كما وتضم مياه الأمطار التي يتم تصريفها إلي الشبكة .

- **مياه الأمطار :**

وهذه تتعلق بمياه الأمطار الهاطلة ومن ثم مياه السيول . ويمكن أن يتم فصل مياه الأمطار عن المخلفات الأخرى .

2-2 نوعية مياه الصرف و أثرها البيئي والصحي:

على الرغم من أن نسبة الملوثات و الشوائب المختلفة الموجودة في مياه المجاري لا تشكل أكثر من1.٪ من إجمالي هذه المياه , إلا أنها تعتبر مصدراً هاماً للتلوث البيئي, ومعظم الأمراض السارية التي تشكلخطراً على الصحة .

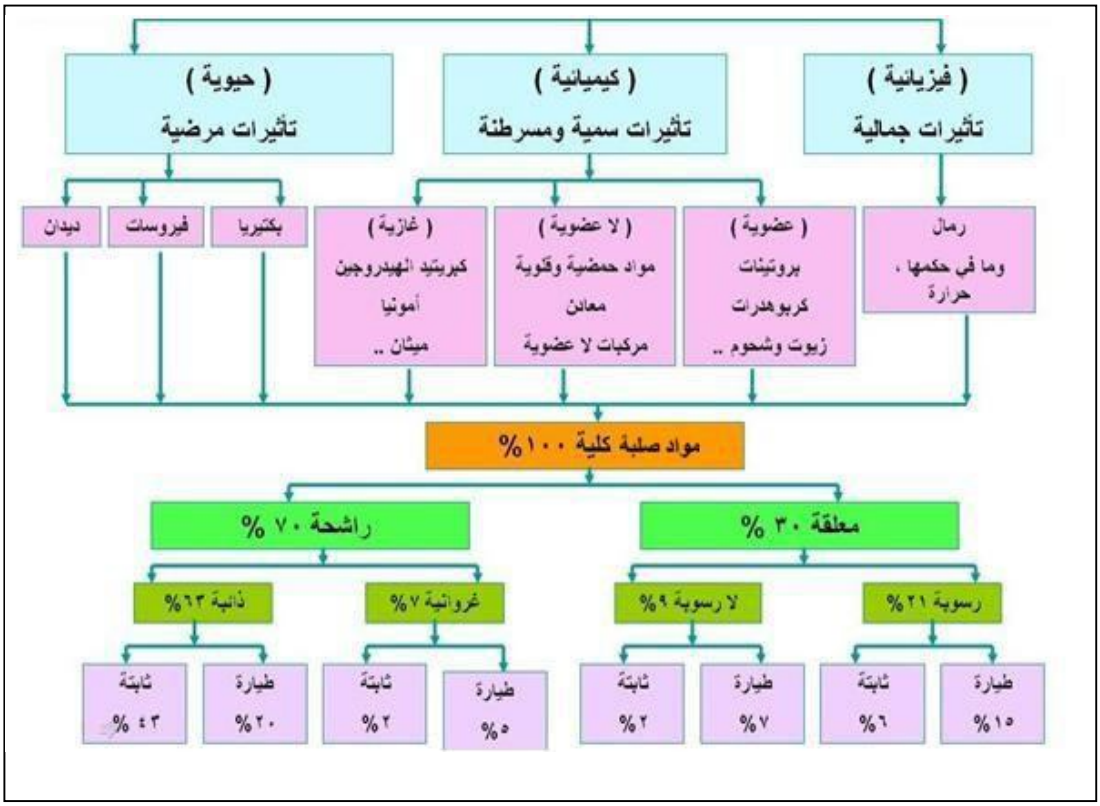
هناك أكثر من 2.6 مليار إنسان حول العالم ليس لديهم مرافق صحية محسنة , أي نسبة تقدر ب 40% من سكان العالم ، الغالبية العظمي منهم هم من الفقراء، يقضون حاجتهم في الخلاء وفي الطرق والمياه الجارية وهو الأمر الذي يترتب عليه أثار وخيمة من جراء ذلك قد تصل إلى إنتشار الأوبئة بين البشر والإضرار بنظافة البيئة وتلوث مصادرالمياه التي قد يستخدمها الفقراء في الشراب علي سبيل المثال ينتشر وباء الكوليرا في المناطق الفقيرة نتيجة تلوث المياه, وأكثر المتأثرين بهذه الأمراض هم الأطفال والنساء[7].

(7) منظمة الصحة العالمية WHO (2006م) .

ومن هنا وجب التخلص من هذه المياه بنقلهابعيداً عن التجمعات السكانية, ومن ثم معالجتها ضمن محطات المعالجة, لإزالة التلوث العضوي والجرثومي, وللحصول على مياه يمكن إعادة إستعمالها مرة أخرى . وتنحصر الملوثات الموجودة في مياه المجاري بشكل عام فيما يلي:

- الملوثات الفيزيائية.
- الملوثات الكيميائية.
- الملوثات الحيوية.

و الشكل (2-3) يتناول مختلف أنواع الملوثات و تركيبها مع توضيح تأثيرها العام.



الشكل (2-3): أنواع الملوثات و تركيبها و تأثيرها العام

المصدر: عبدالرازق التركماني (2009م) : الإدارة الهندسية لمياه الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة ، عمان .

1-2-2 الآثار البيئية :

- **تلوث التربة:**

وهذا النوع من التلوث يحدث عندما تنعدم وسائل الإصحاح أو يكون هنالك عدم معرفة بمضار المخلفات الآدمية وعدم معرفة كيفية التخلص منها بطرق صحية سليمة. ولذلك تجد بعض مسببات الأمراض فرصة للتطور والنمو علي سطح التربة ومن أكثرها شيوعاً الديدان الخطافية (Hook worm) والديدان المستديرة (round worm).

تجد يرقات الديدان (Hook worm) طريقها إلي الإنسان السليم عبر إختراق الجسم عندما يمشي الإنسان حافي القدمين. أما الديدان المستديرة خاصة الإسكارس (Ascaris) فإن بيوضها تجد طريقها إلى الشخص السليم وخاصة الأطفال عند اللعب بالتربة ,وعدم غسل اليدين قبل الأكل, وكذلك الأطفال يأخذون الأطعمة من على الأرض مباشرة فتحدث الإصابة. وعليه تزداد الإصابة بهذين النوعين من الأمراض في الظروف التالية:

(1) عندما لا تكون هنالك وسائل إصحاح جيدة وتكون التربة ملوثة بالمفرغات الآدمية.
(2) أو عندما لا تكون المراحيض صحية أو لا تستخدم من قبل جميع أفراد المجتمع.
(3) عند إستخدام المفرغات الآدمية في تخصيب أو تسميد الزرع.
(4) عندما يكون المجتمع لا يعرف مدي خطورة هذه الأمراض وكذلك لا يعلم شئ عن الصحة الشخصية وغسل الأيدي (بعد الخروج من المرحاض وقبل الأكل).

- **تلوث المياه الجوفية:**

تتأثر المياه الجوفية من خلال درجة مسامية التربة, وإستقراراها .

- **تلوث المياه السطحية :**

التى تؤثر بدورها على الصحة العامة.

2-2-2 الآثار الصحية:

- **الأمراض ذات العلاقة بالمخلفات الآدمية:**

(1) الأمراض الباكتيرية Bacterial Diseases مثل الكولرا Cholera، التيفويد Typhoid، الدسنتاريا الباسلية bacillary dysentery

(2) الأمراض الفيروسية: مثل إلتهاب الكبد الوبائي Infectious hepatitis والإسهالات Viral diarrhea.

(3) الأوليات – Protozoa Diseases الأميبيات amoebic dysentery القادريا Giardiasis.

(4) أمراض الديدان Helminthes warm infection مثل الاسكارس، الديدن الخطافية hook warms، البلهارسيا Schistosomiasis

- **الآثار الصحية للأمراض ذات العلاقة بالمخلفات الآدمية :**

(1) إرتفاع نسبة الوفيات والأمراض بين الأطفال أقل من 5 سنوات.
(2) سوء التغذية والأنيمياء.
(3) تقليل المناعة ضد الأمراض الآخري.
(4) الآثار الإجتماعية والإقتصادية التي تحدث للفرد عند الإصابة بالمرض.

- **الآثار المهمة لإنتشار هذه الأمراض يمكن أن يتم ملاحظتها من خلال المؤثرات التالية:**

(1) إنتشار المفرغات الآدمية حول منازل أفراد المجتمع.

(2) تكاثر الذباب وإنتشاره حول المنازل[8].

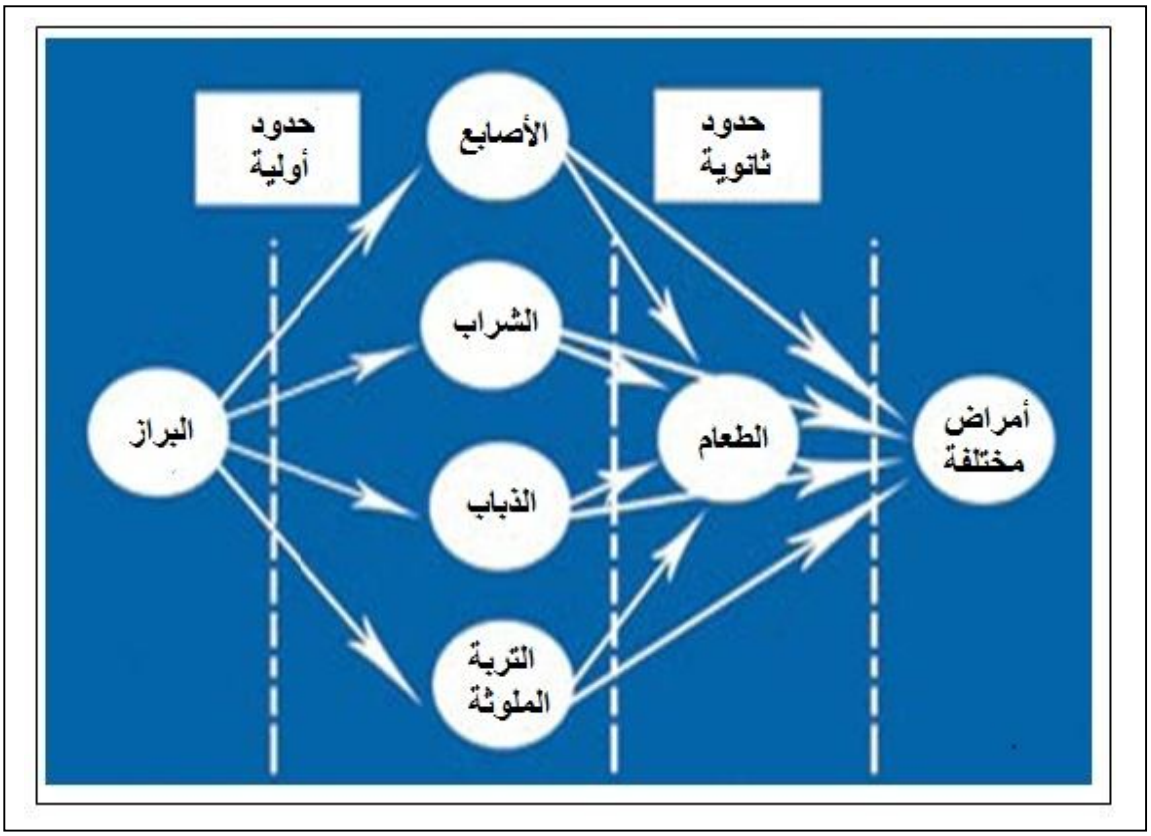
- **طرق إنتقال الأمراض:**

(1) مباشرة.

(2) غير مباشرة.

- مباشرة عن طريق التلامس المباشر – الأظافر – الصحة الشخصية.
- غير مباشرة عن طريق الطعام – الشراب – التربة الملوثة وكذلك عن طريق تداخل الأمراض مثل الذباب والصراصير وغيرها. لذلك نجد أن الهدف من الإصحاح البيئي هو منع مسببات الأمراض من الإنتقال من المفرغات الآدمية إلي أفراد المجتمع السليمة والشكل (2-4) يوضح طرق الإنتقال.

(8) محمد عبدالرحيم إبراهيم (2009م) : ورقة عمل بعنوان : الإصحاح البيئي والتخلص من المخلفات الآدمية .



شكل (2-4): طرق إنتقال الأمراض

المصدر: منظمة الصحة العالمية 2013م

2-3 مشاكل الصرف الصحي فى التجمعات السكانية الصغيرة:

تواجه التجمعات السكانية الصغيرة مجموعة واسعة من المشاكل بسبب موقعها وبيئتها, حيث تشمل المشاكل:

2-3-1عدم وجود مرافق للصرف الصحي:

فـي معظـم التجمعـات السـكانية يـتم الـتخلص مـن الفضـلات الأدميـة فـي العـراء علـى الأرض مباشـرة أو علـى الميـاه السـطحية أو غيرهـا مـن طـرق الـتخلص البائسـة ,الأمـر الـذى ينعكس بصورة مباشرة على الصحة العامة .

2-3-2 إمداد المياه :

عادة لاتتوفر خدمة المياه في التجمعات الصغيرة ,ويتم الحصول على المياه من أماكن معينة ,إما من خلال مواسير وصهاريج فى منطقة معينة ,أو بواسطة الآبار, وتنقل بواسطة الدواب أو الحمل باليد . ويتم تخزين المياه بواسطة البراميل سواء معدنية أو بلاستيكية .

2-4 الوسائل المتاحة للصرف الصحي قليلة التكلفة:

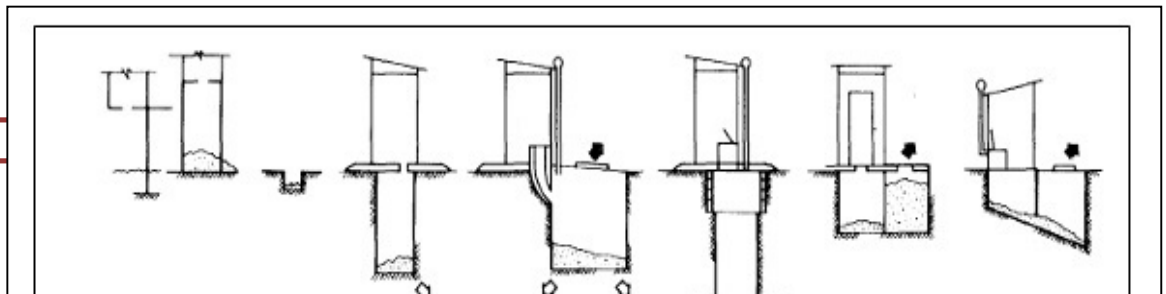
2-4-1 الوسائل المتاحة للصرف الصحي قليلة التكلفة عالميا:

توجد عدة تقنيات للصرف الصحي منخفضة التكلفة , هذه الأنظمة توفر درجات مختلفة من الراحة للمستخدمين والحماية من إنتشار الأمراض وإستهلاك المياه ويمكن تصنيفها بعدة طرق.

التصنيف العام يستند ما إذا كان التخلص من المخلفات يتم داخل الموقع أو خارج الموقع, الإصحاح الموقعي ويتم داخل حدود السكن ويشتمل على مرحاض الحفرة التقليدي (pit latrine),ومرحاض الحفرة المهواة المحسن (VIP),ومرحاض ريد الأرضي عديم الرائحة (Reed Odorless Earth Closet (ROEC)) ومرحاض الفلاح(double vault latrine), والمرحاض المعلق (overhung latrine), وأحواض التحليل اللاهوائي (septic tanks),ومرحاض الرحض الدافق (pour-flush latrine) , والمرحاض المائي (aqua privy) .

أما الإصحاح خارج الموقع يشمل تجميع الفضلات من المراحيض الفردية وحملها بعيدا للتخلص منها ويشمل: مرحاض الدلو(bucket latrine) أنظمة الأقبية والنقل بالعربات (Vault and cartage).

بعض هذه الأنظمة يتم فيها إستخدام الماء وتصنف على أنها أنظمة رطبة (wet systems) وأخرى لاتستخدم فيها المياه تصنف على أنها أنظمة جافة (dry systems) .والشكل (2-5) يصنف طرق التخلص من الفضلات .



الشكل (2-5): طرق التخلص من الفضلات

المصدر: Washington, D.C, September (1980): The World Bank, Water Supply and Waste Disposal,

طريقة أخرى لتصنيف أنظمة الصرف الصحي من خلال تطبيقها إما فردية منزلية أو تقنيات مجتمعية . الأنظمة التى تصنف على أنها أنظمة فردية (منزلية) تشمل مرحاض الحفرة التقليدى (pit latrine),ومرحاض الحفرة المهواة المحسن (ventilated improved pit latrine (VIP)),ومرحاض ريد الأرضى عديم الرائحة ((Reed Odorless Earth Closet (ROEC))) والمرحاض المائي (aqua privy), وأحواض التحليل اللاهوائي (septic tanks),والمرحاض الرحض الدافق (pour-flush latrine) التي يتم بناؤها في المنازل الفردية . والأنظمة التي تصنف على أنها أنظمة مجتمعية تشمل مرحاض الدلو(bucket latrine), وأنظمة الأقبية والنقل بالعربات (Vault and cartage), ودورات المياه العامة (communal toilets), وشبكات الصرف الصحي التقليدية (sewerage systems) , تصنف على أنها مرافق عامة [9].

2-4-2 وسائل الصرف الصحي المستخدمة فى السودان:

من بين الخيارات المختلفة من أنظمة الصرف الصحي منخفضة التكلفة المذكورة أعلاه , أستخدم بعض منها في السودان, وتشمل أنظمة فردية وأنظمة مجتمعية.

- **خلفية تاريخية لوسائل الصرف الصحي في السودان:**

قديماً كانت حياة الإنسان تفرض عليه الإنتقال من موقع لأخر 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 فى إستخدام ما يعرف بالحور وهو عباره عن بنيان بالجالوص الكاشف مفروش بالرملة ولاتوجد به حفرة وهو مساحة سطحية تترك فيها الفضلات الآدمية حتي تجف بواسطة الشمس ثم بعد مرور يومين إلي ثلاثة أيام يقوم العمال بنقل هذه المخلفات للإستفادة منها في التسميد.

بتطور الزمن وإرتفاع درجة الوعي الصحي وتقديم الإرشادات بواسطة الحكومة, قامت الحكومة الإنجليزية بعمل مراحيض في الميادين داخل الأحياء تسمى بالمرحاض الميرى (وهو عبارة عن مرحاض جردل) , ويتكون من جلونات من الزنك وأرضيتها من الأسمنت والطوب، وتنقل الجرادل بواسطة عمال الصحةيومياً ويقومون بنظافتها وتطهيرها وتحمل هذه المخلفات بواسطة الدواب [10]. شكل (2- 6) يوضح مرحاض الجردل.

(9) منظمة الصحة العالمية والبنك الدولي 2010م

(10) Khartoum Group (2010م), وسائل الإصحاح المستخدمة في ولاية الخرطوم

شكل (2-6): مرحاض الجردل

المصدر:شبكة الإنترنت 2013م

وبعد ذلك بدأ الإنسان في إستخدام وسائل الإصحاح الفردية من مراحيض بأنواعها إلى أن وصل لأحواض التحليل كبديل أوحد فى التمجمعات السكنية والأبنية متعددة الطوابق وبعد ذلك إمتد التفكير لإبتكار أنظمة لمعالجة المخلفات السائلة حيث تمّ تصميم شبكة الصرف الصحي للخرطوم عام 1954م , لتلبي إحتياجات أعداد بسيطة من المواطنين والمساكن والمنشآت الأخرى دون الأخذ فى الإعتبار مايمكن أن يحدث كماهو ماثل الآن من تطورات فى الإمتدادات السكنية أو أعداد السكان كما إن التحسينات التى أدخلت على الشبكة لم تكن تفى حتى بقدر بسيط مع واقع السكان أو التطور الصناعي والزراعي والخدمي , والجدول (2-1) يبين وسائل الصرف الصحي السائدة فى السودان.

جدول (2-1): وسائل الصرف الصحي السائدة فى السودان

وسيلة الصرف الصحى	الولاية /المنطقة	نسبة السكان المستخدمة %

مرحاض الحفرة	تستخدم في معظم أنحاء البلاد	55
المرحاض المائي	في المراكز الحضرية والمدن الكبرى	2.2
وسائل بدائية / جرادل	شمال دارفور-الشمالية-القضارف...	0.2
أحواض التحليل	عواصم الولايات والمدن الكبرى	2.0
شبكة صرف صحي	ولاية الخرطوم	0.6
بدون وسائل	معظم المناطق الريفية البعيدة	40
الإجمالي		100

المصدر: الهيئة السودانية للمواصفات و المقاييس (اللجنة الفنية للبيئة و الصرف الصحي),(2010م)

أما في ولاية الخرطوم نسبة إستخدام مراحيض الحفرة تساوي 85% تقريبًا من السكان ثم أحواض التحليل في حدود 8% أما شبكات الصرف الصحي فتغطي حوالي 7% من عددية السكان بالولاية [11] .

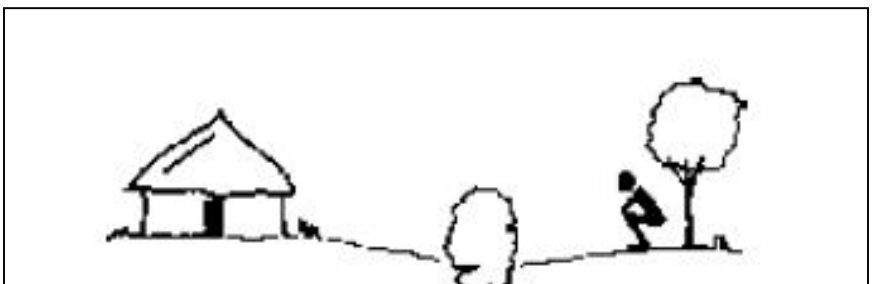
كما ترسم هيئة الصرف الصحى بولاية الخرطوم الصورة التالية للواقع الحالى إذ ترى أن شبكة الصرف الصحي تغطي 3 % من سكان ولاية الخرطوم بينما 97 % يستخدمون مراحيض الحفرة .

- **الصرف الصحي العشوائي خارج مكان السكن:**

وهو يشمل التبرز والتبول على سطح الأرض في أماكن عامة ليس بها صرف صحي جماعي ويقوم به عادة بعض المضطرين إلى ذلك, بالإضافة للذين ليس لهم أماكن سكن دائم أو مأوى مناسب.

ويشكل هذا النوع من الصرف ضرراً كبيراً على البيئة والصحة العامة خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية الكبيرة ,ومع وجود الحشرات الناقلة مثل الذباب وخلافه, والشكل (2-7) يوضح الصرف الصحي العشوائي.

(11) محمد أحمد خدام (2010م): وسائل الإصحاح في ولاية الخرطوم وإرتباطها بالتلوث



شكل (2-7): الصرف الصحي العشوائي

المصدر: Guidelines For Human Settlement Planning and Design., 2009

- **مرحاض الحفرة التقليدي:**

(1) **الوصف العام :**

هو من أبسط أنواع المراحيض الجافة وهو عبارة عن حفرة دائرية بعمق في حدود 4-6 متر تحت سطح الأرض وقطر أقل من 1.2 متر, ويجب أن يكون عدد السكان الذين يستخدمونه أقل من عشرة أشخاص كما يجب أن يكون قاع المرحاض أعلى من منسوب المياه الجوفية في الموقع بمسافة لا تقل عن ستة أمتار, كما يجب التحقق من نوعية التربة في المكان المحدد لبناء المرحاض والتأكد من عدم قابلية التربة للإنهيار الذي قد يحدث في حالة التربة الرملية الغير ثابتة وفي هذه الحالة يمكن بناء حفرة المرحاض بمادة ثابتة وقوية (الطوب - البلوكات الخرسانية).

حيث يتكون من حفرة وغطاء أرضي بالإضافة للبنية الفوقية التى توفر حماية من الشمس والطقس عموما أما الغطاء الأرضى فيفصل الفضلات عن المستخدمين , ويوجد به فتحة لدخول الفضلات (البول –الفضلات الصلبة) إلى الحفرة الجافة .

ويجب التأكد أن موقع المرحاض (الحفرة) يبعد مسافة لا تقل عن مائة متر عن أي بئر جوفي يستخدم لأغراض الشرب وأخذ عينات من مصادر مياه الشرب الموجودة في المنطقة للتأكد من عدم تلوث المياه.

ويمكـن عمـل مسـند للقـدمين لجعـل إسـتخدام المـراحيض أكثـر ملائمـة , وللعـزل الطبيعى من الأمطار .

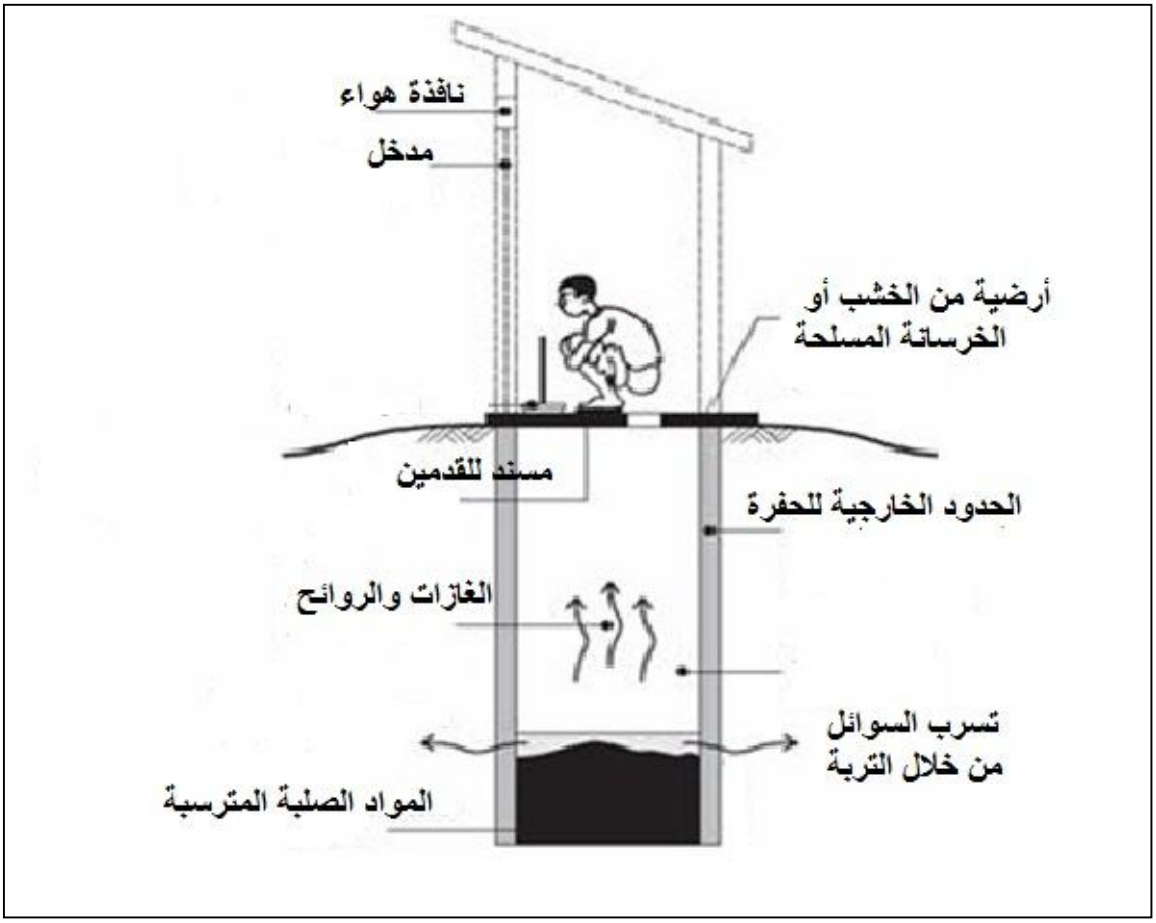
يمكـن أن يكـون للمـراحيض حفـرة واحـدة أوأثنـين (مزدوجـة) , فـي حالـة الحفـرة المزدوجـة يـتم إسـتخدام حفـرة واحـدة حتـى تملـئ مـن الفضـلات والثانيـة تكـون غيـر مسـتخدمة ,عنـدما يـتم تعبئـة الحفـرة الأولـى مـن الفضـلات حتـى تصـل إلـى حـوالى 50سـم تحـت البلاطـة, يـتم تعبئـة المسـاحة المتبقيـة مـن العشـب والنباتـات التـى يمكـن تحويلهـا لسـماد, والشـكل (2-8) يوضح مرحاض الحفرة التقليدى.

(2) **المميزات:**

- منخفض التكاليف .
- لايحتاج مياه ليعمل .
- سهل التشغيل .
- يمكن ان يتم بناءه من مواد بسيطة وبواسطة الأسرة .

(3)العيوب :

- الروائح غير المرغوبة.
- توالد الباعوض والذباب .[12]



شكل (2-8): مرحاض الحفرة التقليدى

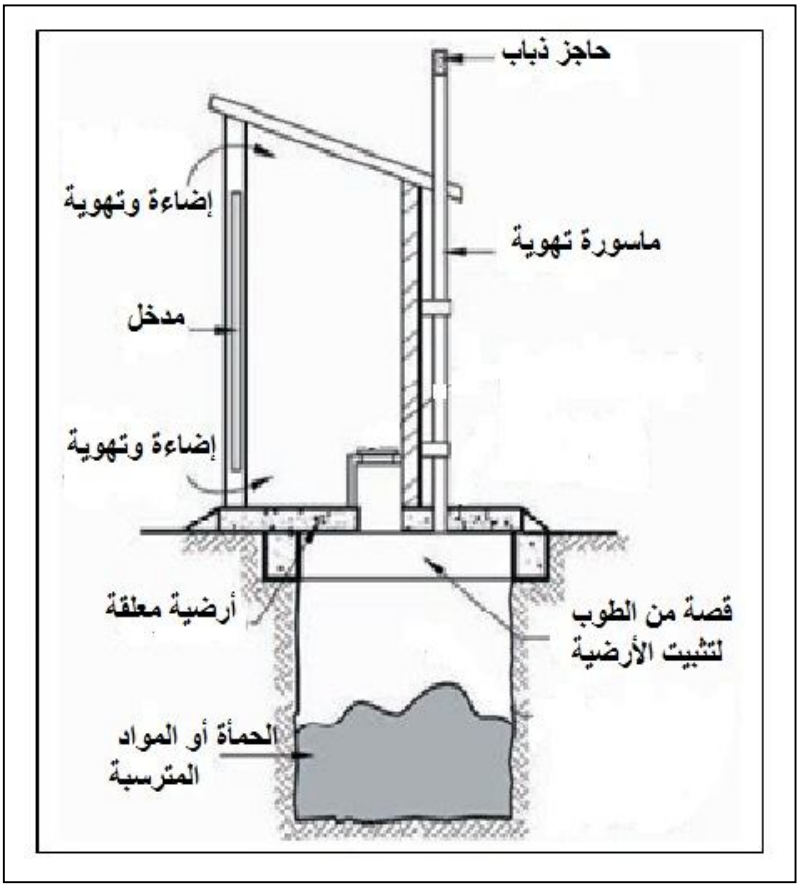
المصدر: Guidelines For Human Settlement Planning and Design., 2009

WHO, (1992): A Guide to the Development of on-Site Sanitation (12)

- **مرحاض الحفرة المهواه المحسن:**

(1) الوصف العام :

هو عباره عن مرحاض تقليدي عادي ولكنه مزود بماسورة تهويه لإخراج الغازات, وتثبيتها بمسافة لا تقل عن 2.5 متر فوق سطح مباني المرحاض,والشكل (2-9) يوضح مرحاض الحفرة المهواة المحسن.



شكل (2-9): مرحاض الحفرة المهواة المحسن

المصدر: Guidelines For Human Settlement Planning and Design., 2009

(2) المزايا:

- منخفض التكلفة .
- يمكن أن يبنى بواسطة الأسرة .

- لايحتاج مياه للتشغيل .
- سهل التشغيل .
- يقلل من الروائح والذباب .

(3) **العيوب :**

- لايقلل من الباعوض .
- تكلفة إضافية بالنسبة لماسورة التهوية .

(4) **التشغيل والصيانة:**

عند إمتلاء مرحاض الحفرة أو الحفرة المحسن المهوى (عندما يصل مستوى الفضلات إلى 50 سم من مستوى البلاطه) يتوفر لدى المستخدمين خياران إثنان بناء مرحاض جديد فى موقع مجاور أو إفراغ المرحاض الحالي .

يجب الحفاظ على المراحيض بشكل صحيح لتعمل بشكل صحيح , يجب نصح الأسر للحفاظ على سطح الوقوف نظيف وجاف , وهذا يساعد على منع الأمراض والحد من الروائح .[13]

(5) **التكلفة :**

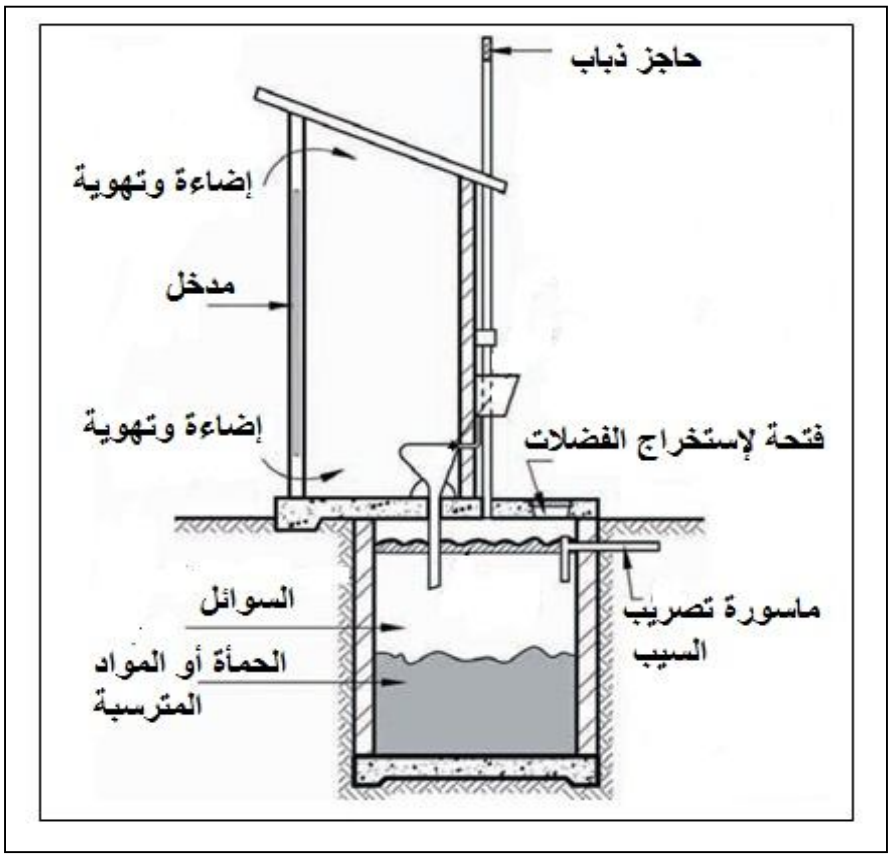
تختلف التكلفة من منطقه لأخرى وتعتمد الكلفة على التصميم والكلفة المحلية للأيدى العامله والمواد ومدى مساهمة المجتمع أو العائلة في مساعده أنفسهم .

(13) منظمة الصحة العالمية لإقليم شرق المتوسط (1997م) : دلائل الإصحاح في المجتمعات السكانية الصغيرة ، عمان .

المرحاض المائي :

(1) الوصف العام:

عبارة عن خزان مبنى جيداً مستطيل الشكل عمقة لايتجاوز 120 سم أو150 سم من الطوب أو الخرسانة ينقسم إلى جزئين 1/3 أو 2/3 بينهم فتحة فى الفاصل , بالإضافة لفتحة لنقل الفضلات , وهو شبيه بأحواض التحليل ويستخدم فى المنازل الصغيرة, والشكل (2-10) يوضح المرحاض المائي.



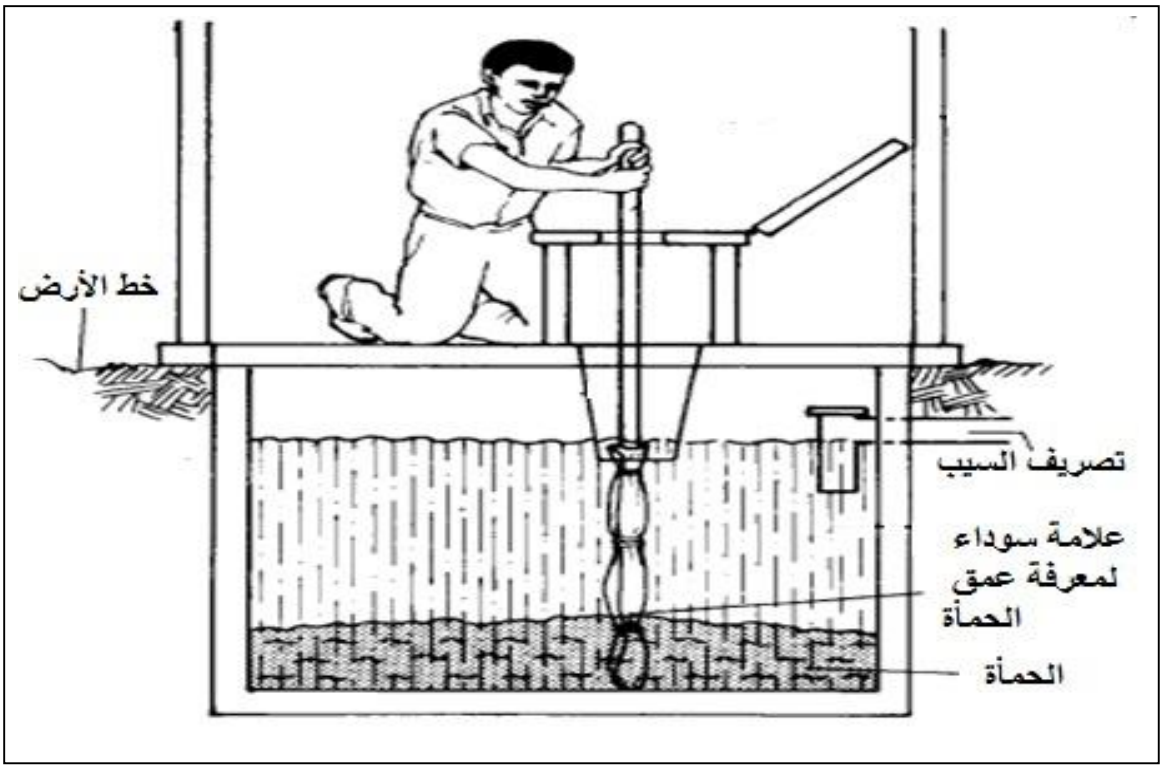
شكل (2-10): المرحاض المائي

المصدر: Guidelines For Human Settlement Planning and Design., 2009

(2) التشغيل والصيانة:

تبدأ عملية تشغيل المرحاض المائي بملئ الخزان بالماء وحتى المنسوب السفلي لأنبوب تصريف السيب النهائي , كما يمكن إضافة كمية من الحمأة المهضومة مأخوذه من

مرحاض أخر وذلك من أجل تحميل الماء بأنواع البكتريا والكائنات العضوية الدقيقة المناسبة لأتمام عملية التحلل , ولاتعتبر الخطوة الاخيرة ضرورية تماما , الا انه يجب اعطاء الخزان من 6-8 اسابيع , إذا لم يتم عملها ليصل الخزان إلى مستوى تشغيلي فعال[14] ,وتتم عملية إستخراج الحمأة بواسطة تحريك الحمأة ثم إستخراجها بواسطة الشفط بالعربات أو بواسطة الأيدى والشكل (2-11) يوضح إستخراج الحمأة في المرحاض المائي.



شكل (2-11): إستخراج الحمأة في المرحاض المائي

المصدر: محمد عوض الكريم محمد 2009م ,ورقة عمل بعنوان المرحاض المائي

(14) منظمة الصحة العالمية لإقليم شرق المتوسط (1997م) : دلائل الإصحاح فى المجتمعات السكانية الصغيرة ، عمان .

- **أحواض التحليل اللاهوائي :**

(1) الوصف العام :

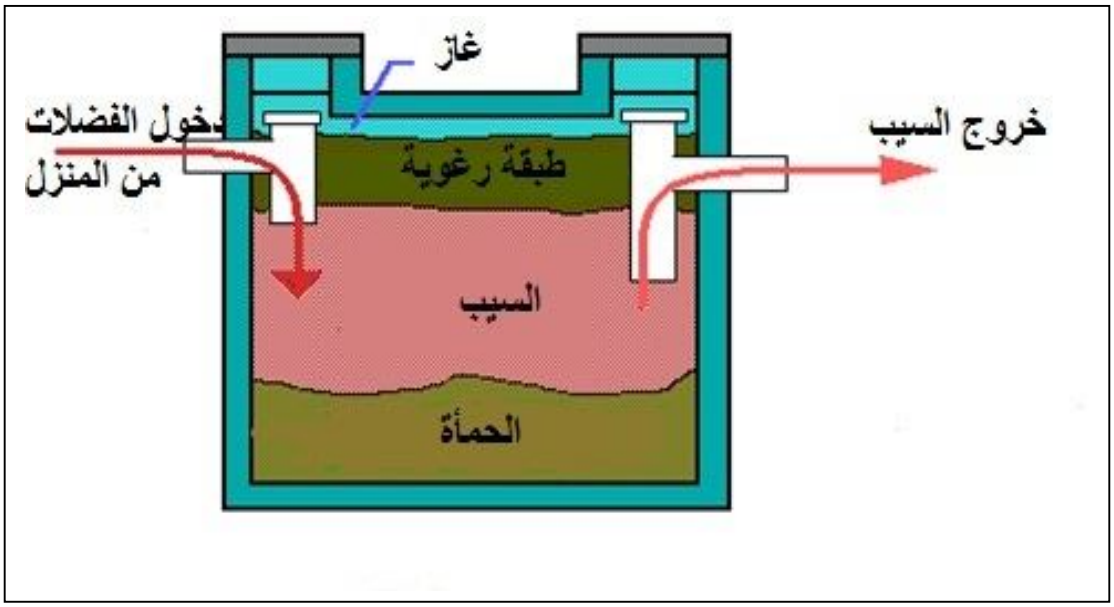
تنشأ في المناطق المنعزلة أو المباني المتفرقة أو المناطق التي لاتوجد بها شبكات صرف صحي , وهى عبارة عن وحدات معالجة صغيرة تخدم مبنى واحد أو أكثر .

تنشأ أحواض التحليل عادة تحت سطح الأرض مباشرة من الطوب أو الخرسانة بهدف ترسيب أكبر نسبة من المواد العالقة . و يكون زمن المكوث للمياه الملوثة ضمنه يوم واحد على الأغلب.

عادة ما يتكون حوض التحليل من قسمين الأول يستخدم للتخلص من المواد القابلة للترسيب ,والحمأة المتجمعة في القسم الأول تحلل بواسطة البكتريا اللاهوائية , و يتم التخلص منها كحمأة مثبتة على فترات زمنية طويلة 1-5 سنوات وتكون المواد العضوية بالرواسب قد تم تثبيتها وتحويلها إلى مواد غير عضوية خلال هذه الفترة الطويلة .

أما القسم الثاني لحوض التحليل يستخدم لتحسين مواصفات المياه الخارجة عبر بإستخدام الفلاتر مثلاً . و المياه الخارجة من حوض التحليل يمكن إرسالها إلى أنابيب مطمورة و مثقبة بحيث تنساب المياه عبر التربة [15] , و الشكل (2-12) يوضح قطاع لحوض التحليل.

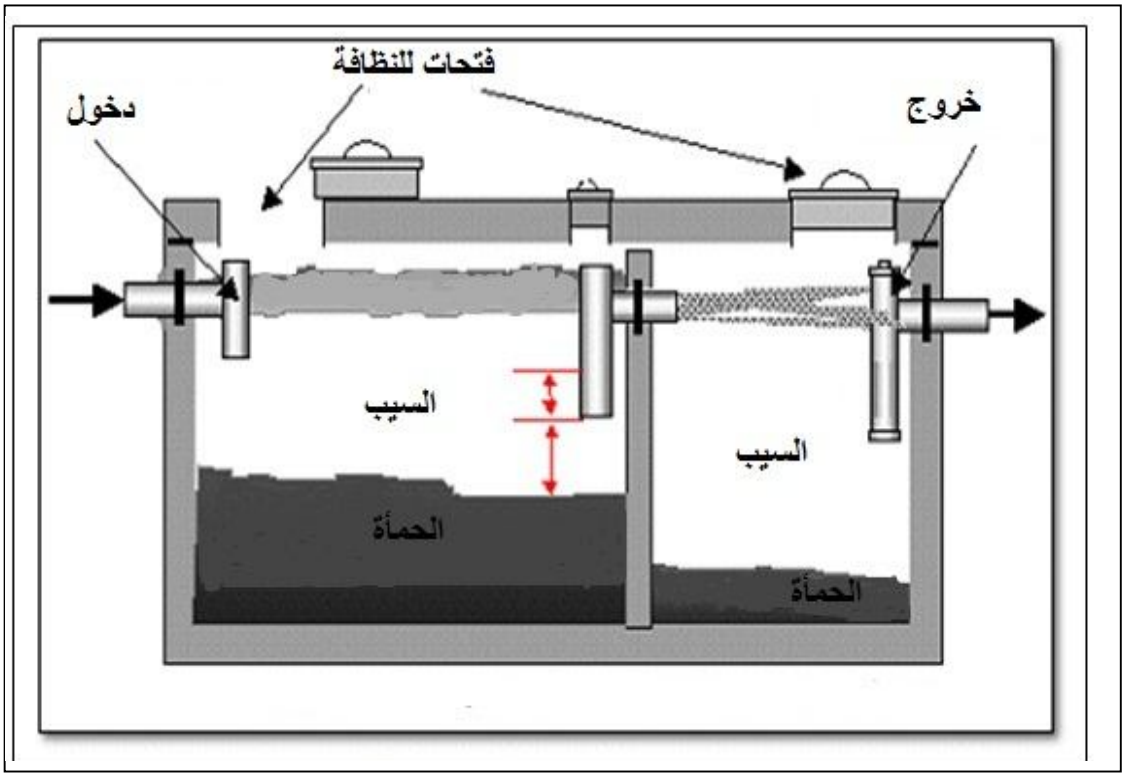
(15) عبدالرازق التركماني (2009م) : الإدارة الهندسية لمياه الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة ، عمان .



شكل(2-12): قطاع لحوض التحليل

المصدر:Daniel Friedman 1985-2006

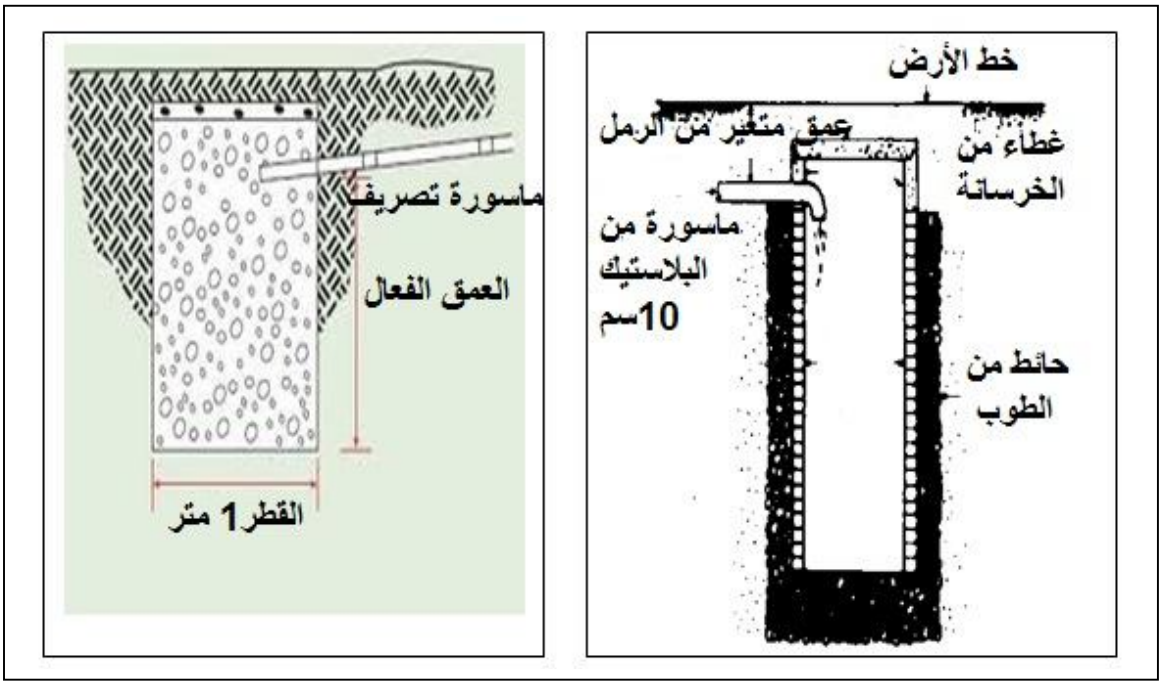
يمكن أن يتكون حوض التحليل من غرفة واحدة أو اثنين أو ثلاثة .



الشكل (2-13): حوض تحليل من قسمين

المصدر: شبكة الانترنت 2013م

أحـواض التحليـل كتكنولوجيـا إصـحاح لا غبـار عليهـا ولكـن تبقـي المعضـلة فـي الـتخلص مـن السـيب (Effluents) حيـث إعتـدنا فـي السـودان علـى إسـتخدام الآبـار ولـيس حقـول/حفـر الإمتصـاص(tile fields/seepage pits) للـتخلص مـن السـيب والآبـار محـدودة المعـدلات الإسـتيعابية (مـن أكثـر مـن 4 إلـى أقـل مـن $10m^3/m^2.d$) وكانـت هـذه الآبـار تحفـر (Excavated)بقطـر مـن 1 إلـى 2 متـر وعمـق مـن 10 أمتـار إلـى أكثـر مـن 35 متـر (التبيـيض Plastering الكامـل لحـوائط البئـر يقلـل الإسـتفادة مـن نفاذيـة الحـوائط للـتخلص مـن السـيب),وأخيـراً ظهـر الحفـر الآلـي للآبـار قليلـة الأقطـار (قطـر حـوالي 10سـم) الغيـر قانونيـة والتـي تحفـر وفـق تكنولوجيـا آبـار ميـاه الشـرب [16]. شـكل (2-14) يوضـح طـرق تصـريف السيب في أحواض التحليل.



شكل (2-14): طرق تصريف السيب في أحواض التحليل

المصدر: شبكة الإنترنت 2013م

(16) بشير محمد الحسن (2012م) : الهيئة السودانية للمواصفات والمقايس – ورقة عمل بعنوان: وسائل الإصحاح المنزلي / الموقعي والمجتمعي / المركزي واقتصادياتها ، جامعة الخرطوم – كلية الهندسة .

(2) مخاطر السلامة والبيئة:

عملية إنشاء حوض التحليل في حد ذاته به بعض المخاطر,حيث يشغل حيزاً من المنزل وبه إمكانية التسريب ومن ثم تصدع المباني المجاورة إذا لم تجود عملية تصميمه وتصنيعه ومتابعة أداءه .

والتسريب يهدد سلامة المباني المجاورة ويلوث التربة والمياه شبه السطحية (subsurface water), ناهيك عن صعوبة التخلص من السيب بعد المعالجة في الآبار بأنواعها المختلفة سواء أن كانت محفورة أو مثقوبة (excavated/drilled) والتي لها مخاطرها من حيث السلامة الإنشائية (كما حدث في مدينة الثورة) والتلوث للتربة والمياه شبه السطحية وأخيراً المياه الجوفية العميقة مع محدودية مقدرة هذه الآبار في إستيعاب السيب ومحدودية نفاذيتها (حسب طبيعة المنطقة من أكثر من 4 إلى أقل من $10m^3/m^2.d$) .

مشكلة أخرى لابد من توفر المياه لإستخدام هذا النظام ونجدها تكاد تكون معدومة فى التجمعات السكانية الصغيرة التى لم تصلها شبكة المياه وهذا يجعل النظام غير مجدي .[17]

(17) بشير محمد الحسن (2012م) : الهيئة السودانية للمواصفات والمقايس – ورقة عمل بعنوان: وسائل الإصحاح المنزلي / الموقعي والمجتمعي / المركزي واقتصادياتها ، جامعة الخرطوم – كلية الهندسة .

(3) **أسس تصميم أحواض التحليل :**

*فترة المكث (مدة بقاء الماء بالحوض نظريا) =24-72 ساعة.

ويشمل حجم الحوض فى هذه الحالة الحيز المشغول بواسطة الحمأة والمواد الطافية

فترة المكث (T)= الحجم (V) /معدل الانسياب (Q)

(V) سعة الحوض أو الحجم الفعال الذى يوجد به الماء.

(Q) معدل الإنسياب ويقصد به كميةالماء المراد معالجتها يومياً (متر 3 / اليوم).

(T) فترة المكث (يوم) .

*كمية المياه الداخلة فى اليوم = كمية المياه الخارجة فى اليوم

*نسبة الطول للعرض (3-2): 1

*عمق المياة 1-2 متر أو لايقل العمق عن 1.5 متر (1.5-2.5 متر) العمق الفعال,

ويكون العمق (.8 -1) من العرض .

*حيز الرواسب بالقاع يأخذ 3/1 العمق وحيز المواد الطافية يكون حوالي 15 سم .

*لايقل حجم الحوض (السعة) عن 2.7 متر مكعب حسب المعايير البريطانية .

(أ)التصميم الصحي لحوض التخمير:-

لمعرفة السعة المناسبة لحوض التخمير ومن ثم حجمه الكلي هناك طريقتان :-

- **الطريقة الأولى** :هي إستخدام المواصفة البريطانية 1983 : 6297 BS التي تحدد كمية المياه باللليترات التي يجب أن يسعها الحوض حسب المعادلة التالية :

C= 180 P+200

حيث : C هي سعة الحوض من المياه باللتر .

P: هي عدد الأشخاص الذين يستخدمون شبكة الصرف الصحي.

إن معادلة المواصفة البريطانية تعتبر معدل نصيب الفرد 180 لتر في اليوم ويختلف ذلك المقدار من بلد لآخر . يشترط فى هذه الطريقة نزح الحمأة فى مدة أقصاها 12شهراً .

- **الطريقة الثانية** : هي أخذ المعلومة من إدارة المياه بالمنطقة التي سيشيد فيها الحوض عن معدل نصيب الفرد من كمية المياه في اليوم بالتر (لتر/فرد/يوم). وحساب سعة الحوض الأولية يضاف اليها سعة إحتياطية للحيز الذي ستشغله الرواسب بقاع الحوض (Sludge) - إلى حين موعد الشفط والنظافة الدوري - ويضاف إليه أيضا حيز في الأعلى لتراكم الدهون الطافية (Scum).

أ- بمعلومية Q , أفرض T وأحسب الحجم وحدد I

V=Q*T

Q= Waste Flow (m^3 /c.d) * Population *T

تصريف مياه الصرف (م^3 /شخص / فترة المكث (يوم))

يعتمد أيضا الحساب علي كمية الإنسياب :

I= 1/3 Volume (m^3) /SAR* Population

حيث أن:

I:(عام) فترة تنظيف الحوض

SAR: Sludge accumulation rate (m^3/c. year) معدل تراكم الحمأة

تتراكم الحمأة بمعدل 0.03 – 0.04 (م^3 / شخص / عام).

ب- عكس (أ) حدد I وأحسب الحجم وراجع T

- **شبكة الصرف الصحي:**

تعتبر شبكة الصرف الصحى ممكنة من الناحية التقنية فى التجمعات الصغيرة ولكن نظراً لإرتفاع رأس المال وكمية المياه الكبيرة للتشغيل يبقى هذا الخيار غير مناسب, لإفتقاد أغلب التجمعات الصغيرة لإمداد المياه.

5-2 العوامل الأساسية لتوفير وسائل الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة :

1-5-2 العوامل البيئية:

فى هذه الأطروحة العوامل البيئية هى المحددات الرئيسية للتميز بين المجتمعات الصغيرة في المناطق المختلفة, هذه العوامل تشمل حالة المياه السطحية وظروف وطبغرافية التربة وحالة المياه الجوفية , حيث نجد أن لها تأثير مباشر على خيارات وسائل الصرف الصحي .

(1) المياه السطحية :

في بعض المناطق يتم التخلص من المخلفات البشرية مباشرة في المياه من دون معالجة , ويمكن أن تكون هذه الطريقة مقبولة إذا كانت توفر الشروط التالية :

- أن المياه لاتستخدم للشرب أو الرى .
- البراز يوضع في الماء وليس الأرض.
- أن تكون المياه عميقة.

والهدف من هذه الشروط هو التأكد من التخلص من المخلفات بصورة صحيحة , ومنع إتصال المخلفات مع المجتمع .

أما هنا في السودان فهذه الممارسة تعتبر نذير للتلوث لأنه يتم الشرب من النيل مباشرة كما تزرع الخضروات مثل الجرجير والطماطم وتروى مباشرة من النيل .

(2) التربة وطبغرافية الأرض:

ظـروف الأرض تـؤثر علـى إختيـار وتصـميم وسـائل الصـرف الصـحي، وعليـه ينبغـي أن تؤخذ بعين الإعتبار خمسة عوامل هي:-

- قدرة تحمل التربة.
- إستقرار الحفرة.
- عمق الحفر الممكن.
- معدل التسريب .
- خطر تلوث المياه الجوفية.

لابـد مـن النظـر إلـى طبيعـة التربـة لتلافـي تلـوث الميـاه الجوفيـة وتلـوث الميـاه السـطحية, لأن المياه الجوفية لديها إرتفاع معين يختلف من منطقة للأخرى.

فـي بعـض المنـاطق يـتم إسـتخدام الميـاه الجوفيـة للشـرب ,ولـذلك لابـد مـن النظـر إلـى موقـع المـراحيض بالنسـبة لمواقـع الميـاه المسـتخدمة للشـرب سـواء كانـت سـطحية أو جوفيـة ,لأنـه يعزز من إنتقال الأمراض من موقع التخلص من الفضلات إلى المياه الجوفية.

الـتخلص مـن المخلفـات الأدميـة دون عـلاج يـؤدى إلـى تلـوث الميـاه السـطحية خصوصـاً إذا كـان موقـع المـراحيض بـالقرب مـن النيـل , العوامـل المتعلقـة بالتربـة مثـل نوعهـا ودرجـة مسـاميتها ومسـتوى الميـاه الجوفيـة والهيدروليكيـة والمسـافه للوصـول إلـى الميـاه السـطحية لهـا تأثير على درجة التلوث .

عنـد إختيـار تقنيـات الصـرف الصـحي, ظـروف التربـة ومسـتوى الميـاه الجوفيـة وخاصـة نفاذية التربة وإستقرارها هي إعتبارات هامة .

بعـض تقنيـات الصـرف الصـحي بإسـتثناء تلـك التـى يمكـن أن تبنـى فـوق سـطح الأرض قابلـة للتنفيـذ عنـد مسـتوى الميـاه الجوفيـة أقـل مـن واحـد متـر مـن السـطح , الخيـارات الأخـرى تتطلب نفاذية التربة مثل المصاص .

ومن هذا السياق يمكن تصنيف تقنيات الصرف الصحي إلى :

- تقنيات لاتحتاج لمواصفات محددة للتربة ويمكن بناؤها فوق سطح الأرض .
- تقنيات تحتاج إلى مواصفات معينة للتربة.

التقنيات التى يمكن بناؤها فوق سطح الأرض تكون في المناطق الزراعية بالقرب من النيل وتشمل مرحاض الدلو(bucket latrine), ومرحاض الفلاح (double vault latrine) ,و Shallow sewer System, ومجارى الصرف الصحي الصغيرة (Small Bore Sewer System) .

أما التقنيات التى تحتاج إلى متطلبات معينة للتربة تشمل (المرحاض المائي (aqua privy) ومرحاض الحفرة التقليدى (pit latrine), ومرحاض الحفرة المهواة المحسن (ventilated improved pit latrine (VIP)), وأحواض التحليل اللاهوائي (septic tanks) ,هذه الأنظمة تتطلب ظروف تربة معينة قابلة لإمتصاص السوائل ومنخفضة فى مستوى المياه الجوفية ومستقرة.

هنالك بعض الحالات التى يمكن فيها تعديل بعض النظم لتتماشى مع ظروف المواقع التى تتميز بإرتفاع المياه الجوفية , فى حالة مرحاض الحفرة التقليدى يمكن أن يبنى على تلة مرتفعة بحيث تكون على مستوى عالي لايصل إلى المياه الجوفية ويمكن أيضا أن تبنى حفرة مزدوجة عندما يكون هنالك صعوبة في الحفر وأيضا يطيل عمر المرحاض .

2-5-2 العوامل الفيزيائية للمجتمع :

كثافة المجتمع والخدمات المتاحة لها تؤثر بصورة كبيرة في إختيار تكنولوجيات الصرف الصحي كما يلى :

(1) كثافة المجتمع:

في إختيار أنظمة الصرف الصحي , النظر في كثافة المجتمع أمر بالغ الأهمية في المستوطنات ذات الكثافة السكانية العالية , فأنظمة الإصحاح الموقعي مثل مراحيض الحفرة وأحواض التحليل والمرحاض المائي تتطلب مساحة كافية لتسريب السوائل في التربة . فنجد أن هذه الأنظمة غير مناسبة فى التجمعات ذات الكثافة العالية , فنجدها تشكل

خطراً على أبار شرب الماء حيث نجد أن مرافق الصرف تكون قريبه من بعضها ,وبذلك سوف تتسرب المياه من أبار تصريف المخلفات الأدمية (كيميائياً وجرثومياً) لتلوث المياه الجوفية التي حولها .حيث نجد أن في منطقة الشجرة بالخرطوم ,أن نسبة الأمونيا مرتفعة عن المعدل الطبيعى بنسبة كبيرة وهذا يدل على تلوث المياه الجوفية[19] , وبالتالي فإن هذه الأنظمة مناسبة فقط في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة أو المتوسطة .

الأنظمة المناسبة للمناطق ذات الكثافة السكانية العالية تشمل Shallow sewer System ومجاري الصرف الصحي الصغيرة (Small Bore Sewer System) ,ونظام القبو والنقل بالعربات (The vault and Cartage System) .

(2) الحركة وشبكة الطرق الداخلية:

عند إختيار تقنيات الصرف الصحي للتجمعات الصغيرة, نجد أن بعض الأنظمة تتطلب أساليب لنقل المخلفات من مكان لأخر , في هذه التقنيات يتمفإفراغ المخلفات يدوياً أو من خلال عربة الشفطوتؤخذ بعيداً للتخلص منها , الممرات والطرق الضيقة في أحياء التجمعات الصغيرة يمكن أن تشكل قيود على إستخدام التكنولوجيات التى تتطلب إستخدام الشاحنات أو عربات لنقل النفايات, حيث يكون وصول الشاحنات داخل التجمع أمر مستحيل.

وفى هذا السياق يتم تصنيف تقنيات الصرف الصحى إلى تقنيات لديها شروط لنقل المخلفات ودون ذلك .

المجموعة الأولى حيث تشمل أنظمة مرحاض الجردل وأحواض التحليل والمرحاض المائي وقبو التدمين المزدوج ومرحاض الفلاح ,والتقنيات التى لاتحتاج لنقل الفضلات مثل مراحيض الحفرة و Shallow sewer System ومجارى الصرف الصحي الصغيرة (Small Bore Sewer System) .

(19) Mohamed .A, thesis of M.sc (published) 2008, Sanitation systems in kh. State (Evaluation and Pollution Impact), university of Khartoum

(3) توفر الخدمات :

القرب وسهولة الحصول على الخدمات مثل إمداد المياه والمراحيض الجماعية لغالبية الأسر يؤثر على خيارات الصرف الصحي.

- **إمداد المياه ومستويات الخدمة :**

إستهلاك المياه يرتبط بصورة واضحة بوسيلة الصرف الصحي المستخدمة إذ يبلغ متوسط إستهلاك المياه لمستخدمي مرحاض الحفرة 42 لتر للفرد/اليوم ولأحواض التحليل حوالي 67 لترللفرد/اليوم بينما يصل إلى 121 لتر للفرد/اليوم لمستخدمي شبكة الصرف الصحي كما يرتبط بالمستوى التعليمي [20].

طرق إمداد المياه في مجتمع معين من الممكن أن تكون عبارة عن حنفيات ساحة أو خزانات مياه في مكان معين أو توصيلات مواسير للمنازل , هذه الخيارات تعطى تصنيفات مختلفة لخيارات الصرف الصحي.

النظم التى تحتاج إلى مياه بصورة كبيرة تشمل flush toilets with conventional sewerage or septic tanks and soak ways.

النظم التى لاتحتاج إلى مياه أو فقط للنظافة تشمل مراحيض الحفرة ومرحاض الفلاح .

الأنظمة التى تتطلب على الأقل حنفيات ساحة أو مضخة مياه تشمل أحواض التحليل وأنظمة الأقبية ولنقل بالعربات.

في المناطق التى يتم فيها شراء المياه يكون من غير الإقتصادي إستخدامها لصرف المخلفات لذلك نجد أن الأنظمة التي لاتحتاج لمياه أو فقط لنظافة المرحاض نجدها مناسبة للغاية .

Mohamed .A, thesis of M.sc (published) 2008: Sanitation systems in kh. State (Evaluation and Pollution Impact), (20) university of Khartoum

3-5-2 العوامل الإجتماعية والثقافية:

أنظمة الصرف الصحي حتى لو صممت بشكل صحيح فإنها قد لاتكون مناسبة إذا لم تؤخذ العوامل الإجتماعية والثقافية بعين الإعتبار , على سبيل المثال التقنيات التي يتم فيها إعادة إستخدامالفضلات كسماد مثلاً أو إستخراج الفضلات فنجد أن بعض المجتمعات ترى أن هذه الطريقة غير مقبولةإجتماعياً وثقافياً , وعلى ذات السياق نجد المجتمعات التي تحبذ إستخدام المياه لنظافة المراحيض نجد أن التقنيات الجافة غير مناسبة لها .

لذلك لابد من تحليل سلوك الأفراد تجاه المراحيض ومستوى الخصوصية التى يتطلبها المجتمع أمر ضروري عند تصميم مرافق الصرف الصحي.

(1) مناولة الفضلات:

بعض أنظمة الصرف الصحي تتطلب إزالة الفضلات وإعادة إستخدام الفضلات مثل مرحاض الجردل ومرحاض الفلاح .

الفضلات المستخرجة من الممكن أن تكون طازجة أو متحللة , فى مرحاض الجردل تؤخذ طازجة غير متحللة مما يجعل مناولة الفضلات أكثر عرضة للتلوث , أما في مرحاض الفلاح فيتم أخذ الفضلات بعدأن تتحلل فيجعلها أقل ضرراً .

ثقافياً فإن التميز الأكثر أهمية فى إختيار نظام الصرف الصحي تعتمد على ما إذا كانت الفضلات تمثل قيمة لإعادة إستخدامها أو تعتبر مصدر للتلوث.

(2) أساليب النظافة الشخصية:

المواد المستخدمة للنظافة الشخصية تؤثر على إختيار نظام الصرف الصحي, على حسب المسح لأنظمة الصرف الصحي يمكن تصنيف الأنظمة, لأنظمة جافة أو رطبة. الأنظمة الجافة مثل مرحاض الفلاح لاتسمح بإستخدام المياه. أما في نظام مراحيض الحفرة فإستخدام المياه للنظافة يعتمد على نوعية التربة في تسريب الفضلات.

أما إستخدام أوراق الأشجار والأغصان والحجارة وغيرها من المواد المستخدمة للنظافة لاتصلح عندما يتم إستخدام أنظمة مثل مرحاض الرحض الدافق (Pour- flush latrine) لأنها تسبب إنسداد .

(3) متطلبات الخصوصية:

ينبغى النظر في متطلبات الخصوصية لأفراد المجتمع وخاصة عند توفير مراحيض عامة , هذه المتطلبات تشمل كم عدد المستخدمين الذين سيستخدمون المرفق وكيف يتم تجميع المستخدمين ومستوى الخصوصية المتوفرة للفرد .

حيث حددت دراسات البنك الدولي(2006م) في مجال الصرف الصحي شروط لتصميم مرفق عام للصرف الصحي :

الأول : توفر المراحيض بصورة كافية حيث يجعل أى مستخدم يدخل الى المراحيض فى أى وقت وأيضا فصل مرافق الذكور عن الاناث .

الثاني: توفير حجرة داخل المرفق العام للإستخدام الحصري من أسرة واحدة.

النهج الثاني هو أكثر جدوى مقارنة مع التصميم الأول بحيث يمكن أن تحافظ الأسرة على المرحاض , حيث يكون هذا النظام جيد بالنسبة للأسر القريبة من المرفق ولكن نجد أن النهج الثاني وهو توفير حجرة لكل أسرة أمر مكلف للغاية, وغير واقعي في التجمعات ذات الكثافة السكانية العالية.